



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## اثر کادمیوم بر روی جذب و انتقال عناصر غذایی در پیازچه خوراکی

### چکیده :

غلظت عناصر مغذی یک ویژگی کیفی مهم در سبزیجات است و تغییرات در انباشت میان رقم ها می تواند علایمی را در مورد مکانیسم تجمع پایین فلزات سنگین در اختیار بگذارد. آزمایشات کشت گلدانی تحت چهار تیمار کادمیوم صورت گرفت (شاهد، 1، 2.5 و 4 میلی گرم بر کیلوگرم) تا اثرات کادمیوم بر روی انباشت عناصر مغذی در رقم پیاز بررسی شود. همبستگی های مثبت معنی داری بین کادمیوم و عناصر مغذی در ساقه های کاذب و برگ ها وجود داشت. همبستگی های مثبت معنی داری در عناصر مغذی در میان رقم ها مشاهده شد که تحت تیمار های با کادمیوم بالا به ویژه برای فسفر، آهن، منگنز این مقدار صادق نبود. نتایج ما نشان می دهد که یک اثر هم افزایی بر روی انباشت بین عناصر مغذی و کادمیوم و عناصر مغذی درون رقم ها وجود دارد. به علاوه فرایند جذب و انتقال کادمیوم ارتباط نزدیکی با منگنز در پیازچه داشت:

**کلمات کلیدی :** پیاز، فلز سنگین، عناصر مغذی، رقم، اثر متقابل، سم شناسی گیاهان

### 1- مقدمه

کادمیوم به عنوان یک فلز سنگین یا فراهمی زیستی بالا در خاک، به آسانی وارد اکوسیستم ها می شود و از طریق زنجیره های غذایی انباشته شده و می تواند به عنوان یک تهدید برای انسان و حیوانات به شمار آید. این یکی از فلزات سمی تحت بررسی توسط آژانس حفاظت از محیط زیست است. در چین آلودگی کادمیوم به عنوان یک مشکل جدی برای ایمنی مواد غذایی در نظر گرفته شده است. (باعو و همکاران، 2013). با توجه به آلودگی خاک چین در ایالت بولتن، کادمیوم بیش از حد استاندارد، بیش از 7 درصد نگرانی اصلی در ارتباط با انتقال کادمیوم در سبزیجات و اندام های انسانی است، زیرا سبزیجات در جذب بیش از 70 درصد کادمیوم در بدن موجود زنده شرکت می کنند. در همان زمان، تکنیک های موجود برای خاک آلوده توسط کادمیوم بسیار

پرهزینه و وقت گیر است، که کاربرد آنها محدود به مقدار کمتر آلودگی کادمیوم موجود در خاک می شود. اخیراً یک جایگزین استراتژیک برای کاهش خطر وارد شدن کادمیوم خاک به زنجیره ی غذایی مطرح شده است. برای نمونه، شناسایی ارقام زراعی بدون کادمیوم .

ارقام زراعی کادمیوم به عنوان ارقام زراعی که کادمیوم را در سطح پایین و کافی انباشته می کنند تعریف می شوند و بخش های خوراکی از یک محصول را برای مصرف، ایمن می سازد. حتی زمانی که محصول در خاک با آلودگی ملایم و ناچیز رشد می کند. (لی و همکاران، 2012). مفهوم ارقام زراعی بدون کادمیوم براساس نظری این است که تفاوت قابل توجهی در جذب و توزیع عناصر سمی در بین گونه های زراعی و ارقام زراعی در همان گونه وجود دارد، که به وضوح توسط مطالعات متعددی نشان داده شده است. (آریوواگن و همکاران، 2012). تفاوت ها در سطح تجمع کادمیوم در میان گیاهان و ارقام زراعی مختلف نشان می دهد که تنوع در جذب و یا انتقال عناصر محدود به کادمیوم نمی شود. سینگ و همکاران در سال 2012، به این نتیجه رسیده اند که هم والدین گیاهی و هم طرز پرورش گیاهان به طور موثر تحت تاثیر غلظت هایی از آهن، روی، مس، منگنز، پتاسیم و کلسیم در کلم است. (گونه ی براسیکا اولراسه، وارپته ی کاپیتاتا). ارقام زراعی هم به عنوان یکی از مهم ترین عوامل موثر بر ترکیب شیمیایی در سیب زمینی در نظر گرفته شده است. (گلدن و همکاران، 2012). تفاوت معنی داری در ترکیبات معدنی در بین ژنوتیپ هایی از بادمجان مشاهده شده است. (آریوواگن و همکاران، 2012). تفاوت قابل ملاحظه ای در میان 202 رقم از ارقام زراعی برنج مشاهده شده است و هم چنین یک همبستگی منفی بین عملکرد دانه و محتویات مواد معدنی وجود داشت (آناندن و همکاران، 2011). گردو، پیاز، انگور و موز هم مشاهده شده است. (سلیمان و همکاران، 2011). گون کالز و همکاران در 2009، همچنین نشان دادند که تاثیر کادمیوم در ترکیب مغذی در سیب زمینی مربوط میشود به سطح کادمیوم در سوبسترا، رقم سیب زمینی، اندام های گیاهی، عناصر ضروری، محیط رشد و زمان قرار گرفتن در معرض کادمیوم است. عناصر غذایی نه تنها ویژگی کیفی مهمی در سبزیجات هستند بلکه سرنخ هایی را در مورد مکانسیم تجمع

پایین کادمیوم را فراهم می کنند. با سابقه ی کشت حدود 2500 سال، پیازچه یکی از مهم ترین سبزیجات در چین و دیگر کشورهای شمال شرق آسیا، اروپا و آمریکای شمالی است. این مناطق تحت کشت و تولید حدود 3 درصد از کل سبزیجات در چین را به خود اختصاص داده است. مطالعه ی قبلی نشان داد که تفاوت معنی داری در غلظت کادمیوم در میان ارقام زراعی پیازچه با ویژگی های مختلف تجمع کادمیوم مورد بررسی است. از این رو بسیاری از مطالعات در چگونگی تاثیر فلزات سنگین در جذب و انتقال مواد مغذی در آزمایش هیدروپونیک با مقدار کمی از ارقام زراعی پیازچه انجام شده است. بنابراین مطالعه ی حاضر در گلدان های کشت (1) با 25 رقم پیازچه و در تاثیر کادمیوم با تمرکز بر تجمع مواد معدنی انجام شده است. (2) روابط جذب و انتقال بین عناصر غذایی و کادمیوم در ارقام زراعی مختلف پیازچه. (3) تغییر در میزان جذب و انتقال عناصر مغذی با ارقام زراعی که به وسیله ی کادمیوم تیمار شده اند.

## 2- مواد و روش ها

### 2-1 طراحی آزمایش و ویژگی های خاک

در یک آزمایش گلدان کشت تحت شرایط مزرعه باز، در ایستگاه اکولوژی آکادمی علوم شینیانگ چین انجام شد. (41/31 درجه ی جنوب، 124/41 درجه ی شرقی). میانگین سالانه ی شرایط ایستگاه به شرح زیر لیست شده است:

درجه ی حرارت: حدودا 9-5 درجه ی سانتی گراد

میزان بارش سالانه: حدود 650-700 میلی متر

آخرین دوره ی بدون یخبندان: 164-127 روز

زمین قهوه ایی در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. در شمال شرق آسیا این توزیع به صورت گسترده صورت گرفته است. همچنین یکی از مناطق مهم تولید پیازچه است. خاک مورد استفاده در این آزمایش از منطقه ی کشاورزی ایستگاه جمع آوری شد. لایه ی سطحی خاک به عمق 20-5 سانتی متر جمع آوری شد. از طریق یک شبکه ی 4میلی متری هوا خشک پایه و الک جمع آوری شد. بر طبق استاندارد کیفیت محیط زیست در چین برای خاک (GB15618-1995)، محدوده ی ارزش غلظت کادمیوم برای زمین های کشاورزی حدود 0.3 میلی گرم بر کیلوگرم بود. در مهم ترین کشورها، این ارزش بیش از 0.5 میلی گرم بر کیلوگرم نیست. مقدار محدود سه گانه (0.9mg/kg) در نظر گرفته می شود. مقدار ناچیز و اندک، آلودگی متمایز است و بیش از 85٪ از آلودگی کادمیوم در سطح ناچیز طبقه بندی شده بود (وزارت حفاظت محیط زیست چین، 2014).

کادمیوم به عنوان یک تهدیدی جدی برای سلامت انسان است. از این روی، در پژوهش حاضر حداقل غلظت کادمیوم بیش از 1mg/kg تعیین شده است. ارقام زراعی بدون کادمیوم تحت این آزمایش به نمایش در آمده اند و می خواهند ایمنی غذا را تضمین کنند وقتی که در خاک هایی با بیشترین آلودگی به کادمیوم رشد می کنند. یکی از اهداف پژوهش حاصل، کشف رابطه ی بین کادمیوم و ذخیره ی عناصر غذایی در پیازچه بود، دو تیمار با اضافه شدن کادمیوم بالا هم همچنین اجرا شد. 4 تیمار از جمله تیمار شاهد (بدون اضافه کردن کادمیوم، نشان داده شده با Ck) و سه تیمار با سه سطح 1-2.5-5 mg/kg کادمیوم (نشان داده شده با T1, T2, T3) در پژوهش حاضر انجام شد. همه ی تیمارها در سه نسخه انجام شدند. محلولی با تجمع متفاوتی از کادمیوم، اما تجمعی یکسان از نیترات (سدیم نیترات اضافه شد تا مطمئن شویم که مقدار یکسانی از نیترات به خاک با مقدار تمرکز متفاوتی از کادمیوم اضافه شده است)، آماده شد.

در مجموع 2.5 کیلو گرم خاک در هر گلدان پلاستیکی وزن شد (Q\*H=20cm\*15cm) و در سن دو ماه بود.

25 رقم از ارقام زراعی پیازچه از بازار محلی در شینیانگ استان لیاعونینگ در چین جمع آوری شد و در ماه مه در گلدان کاشته شد. و ارقام زراعی در شرایط مزرعه هیچ کودی اضافه نشد. این گلدان ها به طور تصادفی و در طرح بلوک کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. آب زیر زمینی (بدون شناسایی کادمیوم) در آبیاری هر روز استفاده شد. (نگه داری محتوای رطوبت خاک تقریبا حدود 70٪ ظرفیت نگه داری آب مزرعه) وقتی که در زمین کاشته شد؟ از این رو گیاهچه ها از گلدان ها خارج شدند و هفت گیاه با رشد یکنواخت انتخاب و به داخل همان گلدان ها به مدت 8 هفته بعد از کاشته شدن، برگردانده شد. گیاهان در اواسط اکتبر برداشته شدند.

## 2-2 آماده سازی نمونه و تجزیه و تحلیل:

نمونه های خاک براساس یک پودری و الکی از طریق یک شبکه ی توری 0.85 میلی متری، برای آنالیز PH و ظرفیت تبادل کاتیونی و از طریق الک 15 میلیمتر برای آنالیز کربن آلی خاک، نیتروژن آلی، کل نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و فسفر استفاده شد. محتوای کربن آلی و نیتروژن آلی به وسیله ی آنالیز عنصری در یک Vario ELL III آنالیز عنصری انجام شد.

نمونه های خاک خلاصه شدند با یک مخلوطی از (V / V, 2:2:15) برای تعیین تجمعی از فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز، از پلاسمای استقرایی همراه طیف سنجی نشر نوری استفاده شد. ویژگی های دیگر این بود که تجزیه و تحلیل براساس روش های آنالیز معمولی برای شیمی کشاورزی در خاک استفاده شد. برخی از دیگر ویژگی های خاک که در این آزمایش انجام شد، به شرح زیر است: مقدار،  $PH=5/70$ ، ظرفیت تبادل کاتیونی =  $17/99$ ، کربن آلی  $1/14$ ، نیتروژن آلی  $0.11$ ، نیتروژن کل  $89$ ، فسفر کل  $3/50$  گرم بر گیلوگرم، پتاسیم کل  $10/96$  گرم بر کیلوگرم. به ترتیب تجمع: کلسیم، منگنز، آهن، روی، مس و منگنز مساویست با:  $9.86$ ،  $8.32$ ،  $31.89$ ،  $65.68$ ،  $18.11$ ،  $779.7$  میلی گرم بر کیلوگرم است. بعد از اینکه برداشت شد، گیاهان با آب مقطر به مدت سه دقیقه شسته شدند تا خاک را خارج کنند، سپس با فیلترهای کاغذ تمیز و خشک مینماییم و ریشه هایشان را جدا می کنیم. ساقه های کاذب و برگ ها را برای تثویز عناصر واریسی

میکنیم، نمونه ایی از گیاه در دمای 105 درجه ی سانتی گراد برای 5 دقیقه خشک میشوند و سپس در 70 درجه ی سانتی گراد می گذارند تا ثابت شود و وزن به دست بیاید. وزن خشک و تازه از نمونه ها با 15 میلی متر از اسید (HClO<sub>4</sub> و HNO<sub>3</sub>) مخلوط شد و هضم شد. تجمع کادمیوم در محلول هضم شده به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی تعیین شد و تجمع عناصر غذایی شامل آهن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، مس و منگنز با دستگاه IPC\_OES تشخیص داده شد. مواد شاخ و برگ به عنوان یک مرجع گواهی برای کنترل کیفیت در فرایند تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. مواد شیمیایی مورد استفاده در فرایند آنالیز همگی معرف تضمین بودند.

### 2-3 پردازش داده ها و تجزیه و تحلیل آماری:

پردازش داده ها با استفاده از اکسل 2007 و SPSS انجام شد. تست کولوموگروف اسمیرنوف منظور بررسی اینکه آیا توزیع نرمال بود انجام شد. تجزیه و تحلیل هم با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه ANOVA انجام شد. آزمون LSD و تست SNK انجام شد. تحلیل همبستگی با روش پیرسون انجام شد.

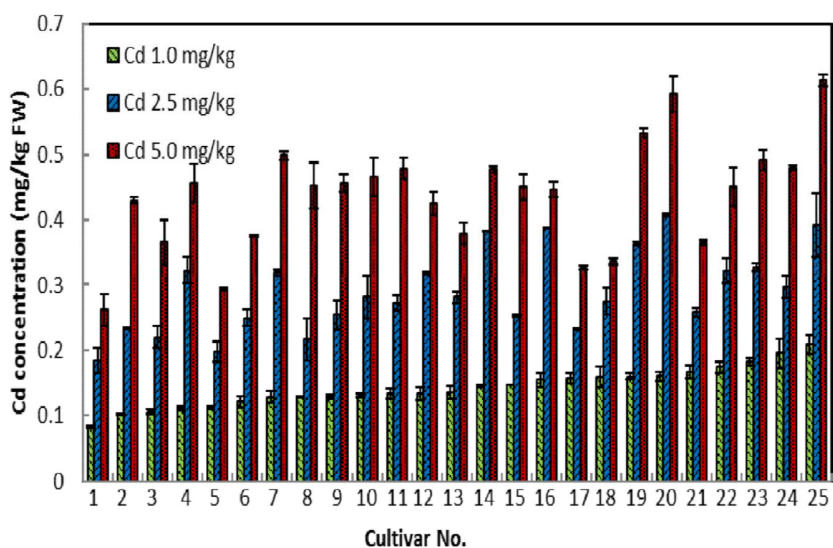
### 3- نتایج

#### 3-1 تجمع کادمیوم در بخش خوراکی پیازچه

فلس ها در پیازچه قسمت اصل خوراکی آن هستند. تغییر در غاظت کادمیوم در بخش خوراکی ارقام زراعی مختلف در شکل 1 ارایه شده است، که براساس وزن تر آن می باشد. در تیمار 1 ارقام ها براساس میزان تجمع کادمیوم لیست شده اند. تفاوت معنا داری ( $p < 0.05$ , LSD test) در تجمع کادمیوم در فلس ها مشاهده شده بود. در تیمار 1 تجمع کادمیوم در فلس ها در محدوده ی 0.08 تا 0.2 میلی گرم بر کیلوگرم با میانگین مقدار 0.14 میلی گرم بر کیلوگرم بود، با در نظر داشتن ماکزیمم غلظت (MPC) کادمیوم (در وزن 0.1 میلی گرم بر کیلو گرم) برای سبزیجات فقط 8 درصد (2.25) ارقام ها، با دستگاه MPC تحت آزمایش فیلترینگ دقیق تست

شده بودند. برای تیمارها غلظت بالایی از کادمیوم در همه ی ارقام ها بیش از آزمایش MPC بود. غلظت کادمیوم در فلس ها از 0.18-0.41 و 0.26-0.61 میلی گرم بر کیلوگرم متنوع بود، به طوری که میانگین مقدار آن از 0.29 در تیمار 2 و 0.44 در تیمار 3 بود.

علاوه بر این ارقام زراعی با غلظت های مختلف کادمیوم در تیمارهای مختلف مرتب شده بودند.



شکل 1. تجمع Cd در بخش های خوراکی از ارقام مختلف (میانگین  $\pm$  SD).

### 2-3 غلظت های مواد غذایی در فلس پیازچه با تاثیر پذیری از کادمیوم

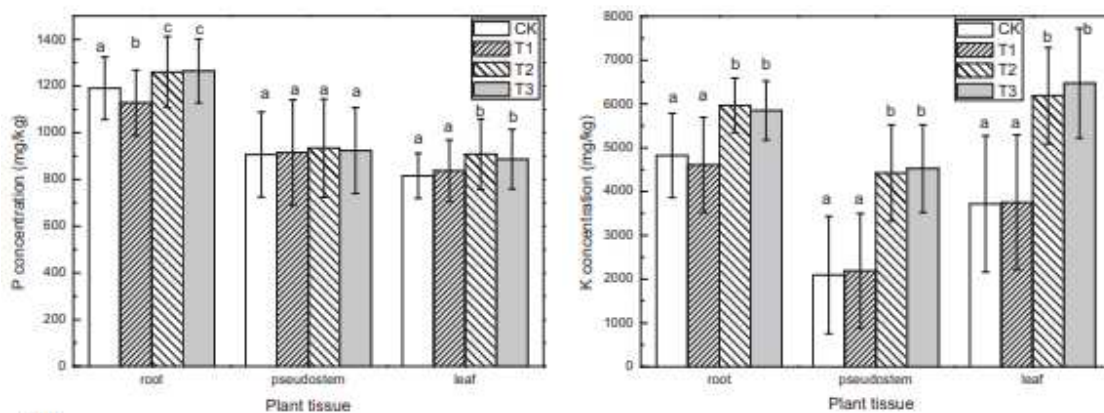
غلظت مواد غذایی در بافت های پیازچه تحت تاثیر کادمیوم قرار گرفته بود و نوع عنصر در بافت گیاه متنوع شده بود. همان طور که در شکل 2 نشان داده شده است، غلظت های 8 عنصر در ریشه در تیمار 1، کاهش یافته و هم چنین تفاوت معناداری برای فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، مس، منگنز در اکثر بافت ها دیده شد. زمانی که کادمیوم بیش تر از 2.5 میلی گرم بر کیلوگرم اضافه شد، غلظت پتاسیم و روی افزایش معناداری در همه ی بافت های پیازچه رخ داد. افزایش در غلظت پتاسیم در ریشه ها، در فلس ها و در برگ ها به ترتیب 21-116، 24-111 و 66-74 درصد بود. مقدار پاسخ به روی به ترتیب 28-34٪، 27-29٪ و 40-58٪ بود. غلظت های

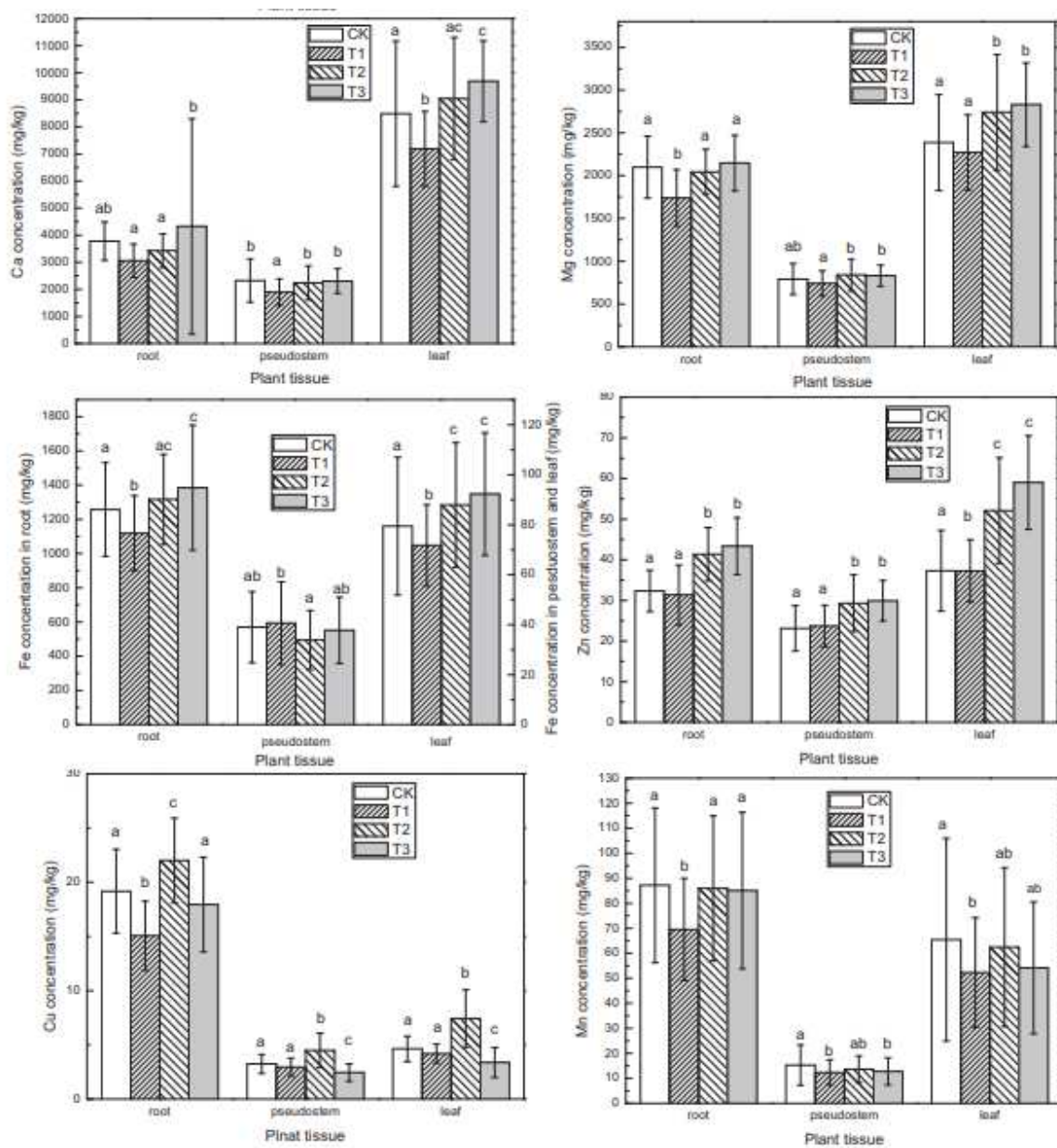


آهن، کلسیم، منیزیم مشابه تاثیراتی بود که کادمیوم می گذاشت. و یک تفاوت ناچیز در مقدار پتاسیم و روی داشت. جز برای آهن در فلس ها ، غلظت های این عناصر، بر اثر کادمیوم کم در تیمار 1، کاهش یافته است. اما تحت تیمارهای 2 و 3 افزایش یافته بود. در تیمار 1 کاهش در غلظت کلسیم در فلس ها و برگ ها، منیزیم در ریشه ها و آهن در ریشه ها و برگ ها در محدوده ی 19-10٪ معنادار بود، هنگامی که تفاوت معناداری در  $(p < 0.05)$  برای دیگران مشاهده شد. تحت تیمار 3 افزایش معناداری در سطح  $p = 0.05$  برای کلسیم و آهن در ریشه ها و برگ ها ، برای منیزیم در برگها با CK مقایسه شده بود. و با تیمار 1 ، همه ی غلظت های این 3 عنصر  $(Ca, Mg, Fe)$  افزایش معناداری در  $p < 0.05$  ، در همه ی بافت ها داشت، جز برای آهن در فلس ها.

### 3-3 ارتباط بین کادمیوم و غلظت های عناصر غذایی میان ارقام زراعی

تجزیه و تحلیل همبستگی در عناصر غذایی و غلظت های کادمیوم در مورد ارقام زراعی مورد آزمایش انجام شد و رابطه بین جذب و انتقال کادمیوم و عناصر غذایی میان ارقام زراعی و نتایج آن ها در جدول 1 لیست شده است. فقط غلظت های منگنز همبستگی بسیار معنی داری با کادمیوم در ریشه ها با ضرایب همبستگی 0.471 ، 0.541 ، 0.393 تحت تیمار 1، 2 و 3 نشان داد. در حالی که اکثر غلظت های این عناصر غذایی همبستگی مثبت و معناداری با کادمیوم در فلس ها و برگ ها نشان دادند. هنگامی که همبستگی معناداری مشاهده شد ، ضرایب همبستگی بین غلظت های عناصر غذایی و کادمیوم در برگ ها بیشتر از فلس ها بود .





شکل 2. غلظت عنصر مغذی در بافتهای مختلف ترهپياز تحت درمان های مختلف سی دی (میانگین  $\pm$  SD). /

نتایج در بافت با همان نامه به طور قابل توجهی نیست ( $P < 0.05$ ، آزمون S-N-K) متفاوت است.

جدول 1. ارتباط بین نتایج تجزیه و تحلیل سی دی و عناصر غذایی ارقام ترهپياز (75 نفر، آزمون پیرسون).

Treatment	Tissue	Elements								
			P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
T1	Root	Cor. Coe.	-0.045	-0.212	-0.014	-0.041	-0.049	-0.059	0.016	0.471 <sup>b</sup>
		Sig.	0.701	0.068	0.906	0.727	0.675	0.613	0.892	0.000
	Pseudostem	Cor. Coe.	0.192	0.082	0.510 <sup>b</sup>	0.496 <sup>b</sup>	0.222	0.352 <sup>b</sup>	0.092	0.589 <sup>b</sup>
		Sig.	0.098	0.485	0.000	0.000	0.056	0.002	0.430	0.000
	Leaf	Cor. Coe.	0.267 <sup>a</sup>	0.388 <sup>b</sup>	0.485 <sup>a</sup>	0.538 <sup>b</sup>	0.249 <sup>a</sup>	0.523 <sup>b</sup>	0.543 <sup>b</sup>	0.637 <sup>b</sup>
		Sig.	0.020	0.001	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000
T2	Root	Cor. Coe.	0.164	0.187	-0.079	0.226	-0.128	0.011	0.135	0.561 <sup>b</sup>
		Sig.	0.159	0.108	0.500	0.051	0.275	0.926	0.248	0.000
	Pseudostem	Cor. Coe.	0.301 <sup>a</sup>	0.439 <sup>b</sup>	0.553 <sup>b</sup>	0.694 <sup>b</sup>	0.653 <sup>b</sup>	0.638 <sup>b</sup>	0.362 <sup>b</sup>	0.610 <sup>b</sup>
		Sig.	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Leaf	Cor. Coe.	0.062	0.351 <sup>b</sup>	0.392 <sup>b</sup>	0.481 <sup>b</sup>	0.541 <sup>b</sup>	0.535 <sup>b</sup>	0.364 <sup>b</sup>	0.742 <sup>b</sup>
		Sig.	0.598	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
T3	Root	Cor. Coe.	-0.210	-0.217	-0.172	0.243 <sup>a</sup>	0.030	0.273 <sup>a</sup>	0.045	0.393 <sup>b</sup>
		Sig.	0.071	0.061	0.140	0.036	0.796	0.018	0.704	0.000
	Pseudostem	Cor. Coe.	-0.172	0.316 <sup>b</sup>	0.393 <sup>b</sup>	0.283 <sup>a</sup>	0.150	0.288 <sup>b</sup>	0.084	0.628 <sup>b</sup>
		Sig.	0.139	0.006	0.000	0.014	0.199	0.012	0.474	0.000
	Leaf	Cor. Coe.	-0.072	0.201	0.753 <sup>b</sup>	0.776 <sup>b</sup>	0.508 <sup>b</sup>	0.763 <sup>b</sup>	0.144	0.656 <sup>b</sup>
		Sig.	0.538	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219	0.000

Cor. Coe.: Correlation Coefficient.

<sup>a</sup> Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

<sup>b</sup> Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### 3-4 تنوع در رابطه با غلظت های عناصر غذایی میان ارقام زراعی تحت تیمارهای مختلف کادمیوم

تجزیه و تحلیل همبستگی با بررسی تغییرات در بین ارقام زراعی مختلف تحت تاثیر کادمیوم منجر شد.

الف) غلظت های K,Ca,Mg,Zn و Cu را در بیشتر بافت های پیازچه تحت تیمارهای ( جز برای K,Ca,Mg,Zn و Cu در ریشه تحت تیمار 2، بین کلسیم، پتاسیم یا مس در ریشه ها، بین کلسیم، پتاسیم یا مس در فلس ها و بین کلسیم، پتاسیم یا مس، منیزیم و روی در برگ ها تحت تیمار 3).

اگرچه غلظت های فسفر، آهن یا منگنز و عنصر دیگر ارتباط مثبت معناداری در تمام نمونه ها داشت (آزمون پیرسون،  $p < 0.05$ ). اما ارتباط غیر معنی داری ( $0.05 < p$ ) یا ارتباط منفی ( $p < 0.05$ )، نتایج مشاهده شده بودند. همانطور که در جدول 2 مشاهده می شود، همبستگی مثبت معناداری بین غلظت های 2 و منگنز در برگ های مورد مطالعه با تیمار CK پیدا شده بود. در همه ی بافت های مورد مطالعه ی تیمار 1 و فلس های مورد بحث تیمار 2 (آزمون پیرسون،  $p < 0.05$ )، اما همبستگی منفی در همه ی بافت های مورد بحث در تیمار 3، به ترتیب با ضرایب همبستگی، 0.399، 0.378 و 0.288 برای ریشه ها، فلس ها و برگ ها مشاهده شده بود.

برای 6 عنصر دیگر همبستگی عمیق مثبت با فسفر (آزمون پیرسون ،  $p < 0.01$ ) به طور گسترده ایی در تیمار با خاک کادمیوم با غلظت کمتر از 2.5 میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شده بود. هنگامی غلظت کادمیوم خاک به 5 میلی گرم بر کیلوگرم بیشتر همبستگی مثبت نشان داده شده از بین رفت، به ویژه در برگ ها.

غلظت آهن در ریشه ها نشان داده بود همبستگی مثبت عمیق معنادار (آزمون pearson در سطح کمتر از 1 درصد) و با غلظتهای منیزیوم، روی، مس، منگنز همبستگی مثبت معناداری نشان داد (آزمون pearson در سطح کمتر از 5 درصد) و با غلظتهای پتاسیم و کلسیم در تیمار با CK. بعد از اضافه نمودن کادمیوم تاثیر معنادار قابل توجهی یا همبستگی مثبت معناداری مشاهده نشد. وقتی که غلظت 5 گرم در کیلوگرم از کادمیوم در خاک همبستگی عمیق مثبت (آزمون Pearson در سطح کمتر از 1 درصد) مشاهده نشد برای آهن- منیزیوم و آهن- روی. زمانیکه کادمیوم اضافه شده بود همبستگی مثبت معنادار مشابهی مشاهده نشد اگرچه مشاهده شد برای روی و دیگر عناصر. غلظتهای روی نشان می دهد همبستگی مثبت معنادار (آزمون Pearson در سطح کمتر از 1 درصد) با غلظتهای کلسیم، منیزیوم، آهن، روی و مس در تیمار با CK. هنگامی که وجود نداشت همبستگی مثبت معنادار (آزمون pearson در سطح کمتر از 5 درصد) در ریشه ها تحت تیمار 3. همبستگی مثبت معنادار بین روی و 6 عنصر دیگر در فلسها مشاهده شده بود (آزمون pearson در سطح کمتر از 1 درصد) در غلظتهای 2.5 میلی گرم در کیلوگرم کادمیوم در خاک. به هر حال همبستگی مثبت معناداری (آزمون pearson در سطح کمتر از 1 درصد) فقط بین منگنز و کلسیم در فلسها و بین منگنز و کلسیم- منیزیوم، آهن و مس در برگها تحت تیمار 5 میلی گرم در کیلوگرم غلظت کادمیوم مشاهده شده بود. (3:5) جذب و انتقال صفات ویژه عناصر غذایی:

تجمع و شاخصه انتقال عناصر غذایی مانند: فاکتور تجمع زیستی ریشه ( $BF_r$ )، فاکتور انتقال از ریشه ها به فلسها ( $TF_{r-p}$ ) معرفی شده بود با تجزیه و تحلیل جذب و انتقال عناصر غذایی.  $BF_{i,r}$  ،  $TF_{i,r-p}$  و  $TF_{i,p-r}$  معنا شده

بود به ترتیب به عنوان نسبت غلظت عناصر در ریشه ( $C_i, p$ ) در خاکها ( $C_i, s$ ) معادله 1 در فلس ها ( $C_i, p$ ) در ریشه ها معادله 2 و در برگها ( $C_i, l$ ) در فلسها معادله 3. همه نتایج بر اساس وزن خشک بودند.

$$BF_{i, r} = \frac{C_{i,r}}{C_{i,s}}$$

$$TF_{i,r-p} = \frac{C_{i,p}}{C_{i,r}}$$

$$TF_{i,p-r} = \frac{C_{i,l}}{C_{i,p}}$$

مقدار  $BF_r$  بود 0.32 تا 0.36 برای فسفر، 0.41 تا 0.54 برای پتاسیم، 0.31 تا 0.44 برای کلسیم، 0.21 تا 0.26 برای منیزیوم، 0.35 تا 0.43 برای آهن، 0.47 تا 0.65 برای روی، 0.82 تا 1.05 برای مس و 0.09 تا 0.11 برای منگنز.

بیشترین مقادیر  $BF_i$  کمتر از 1 بود جز برای کلسیم در تعداد کمی از ارقام زراعی، زیرا مقادیر  $BF_i$  هستند. نسبت غلظتهای ریشه به خاک و مقادیر برابری خاک در مطالعات ما استفاده شده بود. مقادیر غلظت های  $BF_i$  در ریشه منعکس شده است. (در شکل 2 نشان داده شده و در

3:2 شرح داده شده است) .

تغییرات در  $TFr-p$  برای S و  $TFp-1$  برای S تحت تیمارهای مختلف شرح داده شدند. (شکل 3)

مشابه  $BF_r$  همه  $TFr-ps$  بودند کمتر از 1. غلظت پایین کادمیوم، انتقال پیشرفته از ریشه ها به فلس های p، منگنز، آهن، روی، مس در سطح ( $p < 0.05$ ) مشاهده شده بود در تیمارهای 2 و 3. برای فسفر، منگنز، آهن و روی، وقتی که غلظت کادمیوم خاک به 5 میلی گرم بر کیلوگرم افزایش یافت، کاهش قابل توجهی مشاهده شد و تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد بین CK و تیمار 3. علاوه بر این، یک کاهش قابل توجهی بین CK و تیمار 1 برای مس مشاهده شده بود. فسفر تنها عنصری با  $TFp-1s < 1$  بود که اشاره می کند، همه ی عناصر غلظت بالایی در برگ ها و سپس فلس ها داشتند. تاثیرات پتاسیم بر روی  $TFr-p-s$ ، اضافه شدن کادمیوم تاثیرات متفاوتی روی

TFp-1s، تحت تیمارهای 2 و 3 کاهش قابل توجهی داشت. منیزیم، روی، آهن و مس تاثیرات مشابهی روی TFp-1s اعمال نموده بودند. برای منیزیم و روی مقدار TFp-1 با افزایش غلظت کادمیوم افزایش یافته بود و به ترتیب تفاوت قابل توجهی به میزان 12-22٪ افزایش یافته بود. برای تیمار 3 و CK مقدار بیشتری TFp-1 برای آهن و مس در تیمار 2 با افزایش 15-27٪ CK در سطح ( $P < 0.05$ ) مشاهده شده بود.

بیشتر (TFr-pS و TF 1-2S) از عناصر غذایی همبستگی مثبت قابل توجهی برای آنالیز همبستگی روی TFr-Ps، 79٪ (22/28)، 86٪ (24/28) و 61٪ (17/28) نشان می دهد. کلیه ی نتایج همبستگی مثبت قابل توجهی (در سطح 5٪، آزمون پیرسون) به ترتیب برای تیمارهای سیتوکینین 1، 2 و 3 داشتند. داده های TFp-1s به ترتیب 71٪ (20.28)، 61٪ (17.28)، 78٪ (22.28)، 61٪ (17.28)، فسفر و منگنز عناصر اصلی بودند که همبستگی قابل توجهی ( $P > 0.05$ ) یا همبستگی معنادار منفی ( $P < 0.05$ ) در بین هفت عنصر دیگر پیدا شد.

TFp-1s در عنصر فسفر نشان داد همبستگی مثبت ضعیفی نسبت به عناصر دیگر دارد، سپس TFr-Ps، به ویژه برای تیمارهای حاکی که کادمیوم کمی داشتند. تحت تیمار CK، TFp-1s در فسفر فقط یک همبستگی مثبت قابل توجهی نسبت به مس وجود داشت در همین حال همبستگی قابل توجه منفی بین فسفر-کادمیوم و فسفر-منگنز مشاهده شده بود. برای رابطه ی نسبی بین منگنز و دیگر عناصر همبستگی قابل توجهی کاهش یافت. با افزایش غلظت کادمیوم خاک وقتی که مقدار همبستگی قابل توجه منفی افزایش یافت. همبستگی مثبت قابل توجه مشاهده شده بود فقط برای TFr-Ps بین منگنز-فسفر، منیزیم-منگنز و مس-روی و برای TFr-Ps بین منگنز-منیزیم، منگنز-روی، تحت تیمار T2 و در حالی که تیمار T3 مشاهده شد، فقط بین منگنز-کلسیم، منگنز، آهن یا روی برای TF-p-1s. علاوه بر این برای TFr-Ps بین منگنز-فسفر و منگنز-پتاسیم در سطح  $p = 0.01$ ، بین منگنز-منیزیم و منگنز-روی در سطح  $p = 0.05$  تحت تیمار T3 همبستگی منفی معنی دار وجود داشت

جدول 2. ارتباط بین نتایج تجزیه و تحلیل فسفر، آهن، منگنز و دیگر عناصر غذایی ارقام ترهپياز (75 نفر،

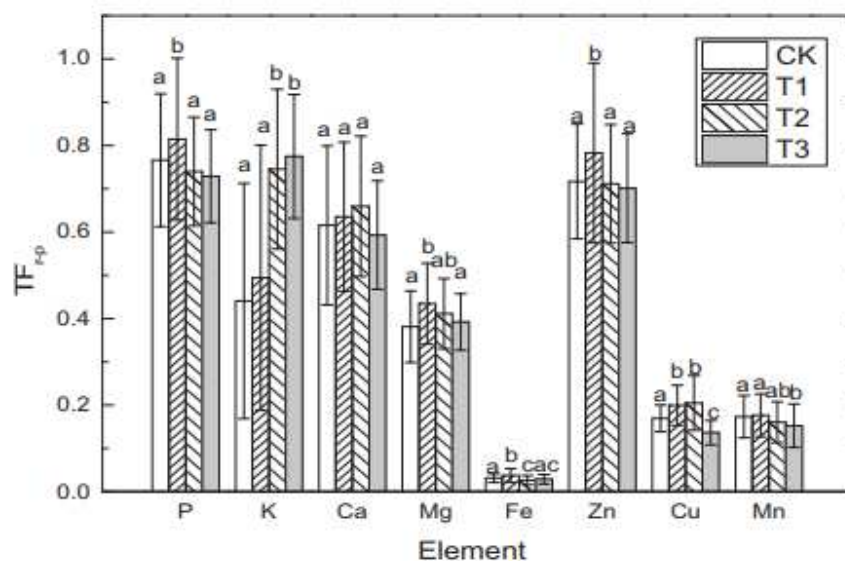
آزمون پیرسون).

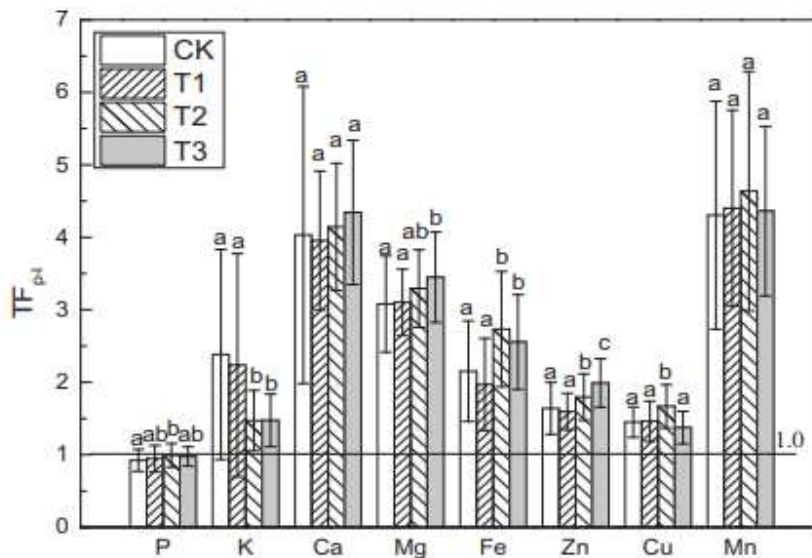
		P			Fe			Mn		
		R	P	L	R	P	L	R	P	L
CK	P	-	-	-	0.008	0.358 <sup>b</sup>	0.337 <sup>b</sup>	0.146	0.106	0.251 <sup>a</sup>
	K	0.534 <sup>b</sup>	0.182	0.307 <sup>b</sup>	0.288 <sup>a</sup>	0.377 <sup>b</sup>	0.686 <sup>b</sup>	0.188	0.491 <sup>b</sup>	0.608 <sup>b</sup>
	Ca	0.432 <sup>b</sup>	0.349 <sup>b</sup>	0.350 <sup>b</sup>	0.284 <sup>a</sup>	0.417 <sup>b</sup>	0.813 <sup>b</sup>	0.389 <sup>b</sup>	0.519 <sup>b</sup>	0.761 <sup>b</sup>
	Mg	0.515 <sup>b</sup>	0.564 <sup>b</sup>	0.360 <sup>b</sup>	0.444 <sup>b</sup>	0.567 <sup>b</sup>	0.753 <sup>b</sup>	0.645 <sup>b</sup>	0.529 <sup>b</sup>	0.733 <sup>b</sup>
	Fe	0.008	0.358 <sup>b</sup>	0.337 <sup>b</sup>	-	-	-	0.464 <sup>b</sup>	0.524 <sup>b</sup>	0.643 <sup>b</sup>
	Zn	0.581 <sup>b</sup>	0.575 <sup>b</sup>	0.319 <sup>b</sup>	0.315 <sup>b</sup>	0.788 <sup>b</sup>	0.780 <sup>b</sup>	0.388 <sup>b</sup>	0.585 <sup>b</sup>	0.664 <sup>b</sup>
	Mn	0.343 <sup>b</sup>	0.691 <sup>b</sup>	0.420 <sup>b</sup>	0.310 <sup>b</sup>	0.681 <sup>b</sup>	0.816 <sup>b</sup>	0.380 <sup>b</sup>	0.492 <sup>b</sup>	0.694 <sup>b</sup>
T1	P	-	-	-	0.253 <sup>a</sup>	0.170	0.219	0.228 <sup>a</sup>	0.514 <sup>b</sup>	0.355 <sup>b</sup>
	K	0.410 <sup>b</sup>	0.515 <sup>b</sup>	0.383 <sup>b</sup>	0.018	0.451 <sup>b</sup>	0.542 <sup>b</sup>	-0.296	0.591 <sup>b</sup>	0.533 <sup>b</sup>
	Ca	0.601 <sup>b</sup>	0.416 <sup>b</sup>	0.386 <sup>b</sup>	0.104	0.119	0.648 <sup>b</sup>	0.223	0.666 <sup>b</sup>	0.701 <sup>b</sup>
	Mg	0.475 <sup>b</sup>	0.758 <sup>b</sup>	0.469 <sup>b</sup>	0.253 <sup>b</sup>	0.183	0.523 <sup>b</sup>	0.175	0.792 <sup>b</sup>	0.755 <sup>b</sup>
	Fe	0.253 <sup>a</sup>	0.170	0.219	-	-	-	-0.001	0.392 <sup>b</sup>	0.374 <sup>b</sup>
	Zn	0.676 <sup>b</sup>	0.724 <sup>b</sup>	0.529 <sup>b</sup>	0.296 <sup>b</sup>	0.359 <sup>b</sup>	0.633 <sup>b</sup>	-0.013	0.707 <sup>b</sup>	0.747 <sup>b</sup>
	Mn	0.516 <sup>b</sup>	0.757 <sup>b</sup>	0.662 <sup>b</sup>	0.240 <sup>a</sup>	0.455 <sup>b</sup>	0.542 <sup>b</sup>	-0.048	0.660 <sup>b</sup>	0.620 <sup>b</sup>
T2	P	-	-	-	0.021	0.358 <sup>b</sup>	0.279 <sup>b</sup>	0.056	0.181 <sup>a</sup>	0.108
	K	0.291 <sup>b</sup>	0.539 <sup>b</sup>	0.407 <sup>b</sup>	-0.035	0.503 <sup>b</sup>	0.299 <sup>b</sup>	-0.182 <sup>a</sup>	0.334 <sup>b</sup>	0.175 <sup>a</sup>
	Ca	0.022	0.379 <sup>b</sup>	0.318 <sup>b</sup>	0.021	0.321 <sup>b</sup>	0.569 <sup>b</sup>	0.199 <sup>a</sup>	0.346 <sup>b</sup>	0.444 <sup>b</sup>
	Mg	0.206 <sup>b</sup>	0.499 <sup>b</sup>	0.334 <sup>b</sup>	0.092	0.507 <sup>b</sup>	0.629 <sup>b</sup>	0.227 <sup>b</sup>	0.542 <sup>b</sup>	0.487 <sup>b</sup>
	Fe	0.021	0.358 <sup>b</sup>	0.279 <sup>b</sup>	-	-	-	-0.042	0.413 <sup>b</sup>	0.352 <sup>b</sup>
	Zn	0.266 <sup>b</sup>	0.590 <sup>b</sup>	0.377 <sup>b</sup>	0.120	0.523 <sup>b</sup>	0.614 <sup>b</sup>	0.143	0.480 <sup>b</sup>	0.478 <sup>b</sup>
	Mn	0.421 <sup>b</sup>	0.509 <sup>b</sup>	0.359 <sup>b</sup>	0.173 <sup>a</sup>	0.490 <sup>b</sup>	0.565 <sup>b</sup>	0.150	0.494 <sup>b</sup>	0.436 <sup>b</sup>
T3	P	-	-	-	0.218	0.572 <sup>b</sup>	0.227	-0.387 <sup>b</sup>	-0.399 <sup>b</sup>	-0.288 <sup>b</sup>
	K	0.666 <sup>b</sup>	0.668 <sup>b</sup>	0.675 <sup>b</sup>	0.165	0.484 <sup>a</sup>	0.377 <sup>b</sup>	-0.108	0.054	-0.084
	Ca	0.136	0.141	0.073	0.055	0.189	0.653 <sup>b</sup>	0.216	0.312 <sup>b</sup>	0.544 <sup>b</sup>
	Mg	0.451 <sup>b</sup>	0.523 <sup>b</sup>	0.054	0.333 <sup>b</sup>	0.558 <sup>b</sup>	0.622 <sup>b</sup>	0.035	0.157	0.539 <sup>b</sup>
	Fe	0.218	0.572 <sup>b</sup>	0.227	-	-	-	0.164	0.030	0.468 <sup>b</sup>
	Zn	0.411 <sup>b</sup>	0.629 <sup>b</sup>	0.270 <sup>a</sup>	0.303 <sup>b</sup>	0.620 <sup>b</sup>	0.694 <sup>b</sup>	-0.077	0.037	0.350 <sup>b</sup>
	Mn	0.278 <sup>a</sup>	0.177	-0.047	-0.014	0.195	-0.218	-0.099	0.060	0.053

R, P, and L represent root, pseudostem, and root of welsh onion, respectively.

<sup>a</sup> Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

<sup>b</sup> Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).





شکل 3. عوامل انتقال تحت درمان های مختلف سی دی (میانگین  $\pm$  SD). / نتایج را برای این عنصر با همان نامه به طور قابل توجهی نیست ( $P < 0.05$  S-N-K آزمون) متفاوت است.

#### 4- بحث

فیلترینگ برای ارقام زراعی با تجمع پایین کادمیوم ممکن است خطر ابتلا به آلودگی به کادمیوم را در پیازچه کاهش دهد.

اگرچه غلظت کادمیوم خاک سه برابر بالاتر از مقدار استاندارد کیفیت محیط زیست چین برای خاک های تحت تیمار 1 است، اما دو رقم پیازچه با MPG از کادمیوم ملاقات کردند. هم چنین غلظت کادمیوم در بیش از 85٪ از خاک آلوده به کادمیوم زیر 1 میلی گرم بر کیلوگرم بود. بسیاری از خاک های آلوده به کادمیوم می توانند پیازچه را برای مصرف ایمن به وسیله ی این دو رقم تولید کنند. علاوه بر این، غلظت کادمیوم در بخش های خوراکی با کمترین تجمع کادمیوم فقط 57-62٪ مقدار متوسط بود و 32 تا 40 درصد از ارقام زراعی هم درصد بالایی از تجمع کادمیوم بودند.



این نشان داد که استراتژی فیلترینگ ارقام زراعی بدون کادمیوم می تواند نیمی از مصرف کادمیوم را از طریق پیازچه برای انسان کاهش دهد. با این حال، توانایی این استراتژی نباید بیش از حد برآورده شود. حتی به عنوان یک ذخیره کننده ی متوسط، بیش از 90٪ ارقام زراعی نمی توانند MPC را تحت شرایط غلظت پایین با کادمیوم ملاقات کنند. از طریق فیلترینگ ارقام زراعی بدون کادمیوم مشاهده شده است که در تمامی ارقام زراعی مقدار MPC، در تیمارهایی با مقدار بالای تجمع کادمیوم وجود دارد و غذای سالم در خاک هایی که آلودگی جدی کادمیوم را دارند، به دست نمی آید. برای اطمینان از ایمنی مواد غذایی، برخی دیگر از تکنیک ها، از قبیل روش تراز کردن خاک و روش تثبیت فلزات سنگین وجود دارد. باید هر دو روش را به کار برد و سپس رشد ارقام زراعی بدون کادمیوم را در خاک هایی با تجمع جدی کادمیوم فیلترینگ کرد.

مطالعات گذشته، نتایج متناقضی در مورد تاثیر برداشت کادمیوم و یا انتقال دیگر عناصر آرایه داده است و بسته به عواملی مانند گونه (حتی رقم) از آزمون بوته، دوره ی رشد و شرایط رشد گیاه دارد. این تناقض نشان می دهد که اثرات و مکانیسم ها بسیار پیچیده اند. فلزات سمی از طریق حمل و نقل و جذب پروتیین سلول در کورتکس ریشه مشاهده شدند که می تواند برای هر دو عناصر غذایی و فلزات سنگین قابل استفاده باشد. از این رو، برای رقابت برای ناقل های یکسان بین فلزات سمی (از قبیل کادمیوم و سرب) و مواد غذایی ضروری می تواند از طریق انتخاب کم در این سیستم انتقال رخ دهد. تجمع کمی از کادمیوم ممکن است باعث دوقطبی شدن دیواره ی غشا در نزدیکی سطح ریشه شوند. در نتیجه پتانسیل غشا، که یک منبع برای جذب کاتیون است افزایش می یابد.

علاوه بر این، کادمیوم ممکن است ترکیب پروتیین را تغییر دهد. از قبیل آنزیم ها، ناقل ها و یا تنظیم کننده ی پروتیین ها، به سبب میل قویی که به عنوان لیگاند به سولفیدریل و گروه های کربوکسیلیک دارد. در پژوهش حاضر، کاهش در غلظت 8 عنصر در ریشه ها تحت تیمار 1 مشاهده شده بود که ممکن است به وسیله ی رقابت برای جذب مواد غذایی بین عناصر غذایی و کادمیوم باشد. برای تجمع کم کادمیوم در خاک (1 میلی گرم بر

کیلوگرم)، ظرفیت سیستم های نقل و انتقال، به طور جد موثر نبود. بنابراین رقابت برای انتقال ناقل های غشا با تجمع 8 عنصر در ریشه ها را کاهش می دهد. بنابراین، تجمع کم تر از عناصر غذایی تحت تیمار یک مشاهده شده، با مقدار ck مقایسه شد. با افزایش تجمع کادمیوم در خاک، فعل و انفعالات دیگر بین کادمیوم و ریشه، نقش مهم تری را بازی کرد. به عنوان یک سنتز، نتیجه ی این فعل و انفعالات، تجمعی از این عناصر در ریشه ها بیشتر افزایش یافته است به ویژه برای پتاسیم و روی. افزایش در غلظت پتاسیم و روی هم چنین در دیگر گیاهان علاوه بر پیازچه هم مشاهده شد. لیو و همکاران در سال 2011 پیشنهاد دادند که افزایش در تجمع عناصر ضروری ممکن است نشان دهنده ی این حقیقت باشد که این عناصر در سم زدایی کادمیوم درگیر باشند. در همین حال، تغییر در غلظت این عناصر در ریشه ممکن است عامل اصلی در تغییر در غلظت آن ها در ساقه ی کاذب و برگ ها باشد و نمایش مشابه گرایش غلظت در بافت پیازچه، به وسیله ی سطوح متفاوتی از تجمع کادمیوم باشد. این همچنین نشان می دهد که انتخاب برای جابه جا اولیه کمتر بود. همبستگی مثبت معنی داری بین تجمع کادمیوم و منگنز در ریشه ها بین ارقام زراعی مشاهده شد، که همچنین در جو نیز توسط چن و همکاران در سال 2007 مشاهده شد. نشان میدهد که تنوع در جذب منگنز برای ارقام زراعی، بستگی به جذب کادمیوم در پیازچه دارد. این ممکن است باشد، به دلیل اینکه تعدادی از خانواده های ناقل ژنی، شامل اجزایی از Nramp و خانواده های ZIP هستند، فرآیند انتقال هم منگنز و هم کادمیوم عمل می کنند.

در همین حال، راسوس و همکاران در سال 2002 پیشنهاد کردند که غلظت بالای منگنز ممکن است منجر به یک دفاع قوی در مقابل سمیت کادمیوم شود. بنابراین جذب کادمیوم در ارقام زراعی با ارقام زراعی بالای منگنز می تواند کنترل شود. برای شش عنصر دیگر با بار مثبت (کلسیم، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی و مس) همبستگی مثبت معنی داری با تجمع کادمیوم در شاخه ها نشان داده که بار مثبت می تواند نقش مهمی در طی فرایند انتقال عناصر غذایی در ارقام زراعی مختلف پیازچه را ایفا کنند. قرار گرفتن در معرض کادمیوم می تواند ساختار کلروپلاست را تخریب کند و تولید کلروفیل را در گیاهان کاهش دهد. فسفر در سم زدایی کادمیوم شرکت میکند

و جذب آن می تواند به کاهش اثرات افزودنی واکوئلی و تجزیه ی دیواره ی سلولی کمک کند. به عبارت دیگر، تجمع بالای فسفر می تواند ظرفیت سم زدایی کادمیوم را بهبود ببخشد. این ممکن است به این دلیل باشد که همبستگی مثبت بین فسفر و کادمیوم در بین ارقام زراعی در خاکی با مقدار کم تر از 2.5 میلی گرم بر کیلوگرم از کادمیوم است.

به هر حال، سم زدایی نمیتواند همبستگی بین فسفر-کادمیوم در ارقام زراعی که تحت تاثیر تیمار mg/kg کادمیوم بودند، را برقرار سازد. تعدادی محقق متوجه شدند که همبستگی مثبت معنی داری از نظر تجمع عناصر غذایی بین ارقام زراعی مختلف وجود دارد، مشابه با نتایج مشابه ای که در پیازچه در این پژوهش می بینیم (جدول 2). دلالت بر این دارد که یک اثر هم افزایی در تجمع ابتدایی در ارقام زراعی مختلف وجود دارد که از فیلترینگ از میکروالمان ها ی ارقام زراعی بهره مند میشود، در حالی که محدود کردن استفاده از ارقام زراعی بدون فلزات سنگین در خاک با سطح کم یا متوسط از فلزات سنگین، به عنوان انتخاب برای یک صفت منجر به انتخاب صفات همبسته ی ژنتیکی میشود. علاوه بر این، همبستگی میتواند توسط کادمیوم تحت تاثیر قرار گیرد. به ویژه برای فسفر و آهن و منگنز، به واسطه ی متعادل نبودن جذب و انتقال عناصر غذایی که به وسیله ی کادمیوم ایجاد می شود. تغییر در همبستگی در رابطه ی فسفر-منگنز می تواند از همبستگی مثبت تا همبستگی منفی معنی داری باشد، وقتی تجمع کادمیوم به 5mg/kg برسد، که تعادل فسفر-منگنز در ارقام زراعی مختلف به طور جدی توسط کادمیوم تخریب می شود. تعادل در جذب آهن و منگنز و دیگر عناصر نیز موثر از کادمیوم است، نشان داده شده که کاهش در همبستگی مثبت معنی داری با افزایش در تجمع کادمیوم در خاک همراه است.

BFS و TFS به طور گسترده ای در آنالیز تجمع عناصر انجام می شود، به ویژه برای عناصر سنگین. پیازچه ظرفیت جذب کم در ریشه هایش دارد و ریشه های کاذب ظرفیت انتقال عناصر را در این پژوهش دارند. پیشنهاد شده به وسیله ی BFS کمتر از 1 و TFr-s کمتر از 0.1. این نتایج در جدول 3 نشان داده شده است و برای

ارقام زراعی بدون فلزات سنگین مناسب است. تجمع کم از کادمیوم تحریک میکند انتقال عناصر را از ریشه به ساقه های کاذب، که این مکانیزم ممکن است سم زدایی از این عناصر باشد. به هر حال، تحت غلظت بالاتر کادمیوم، رقابت ناقل ها با کادمیوم در طی انتقال این عناصر مقدار TFr-p را کاهش می دهد (به جز برای پتاسیم). در برابر TFr-1S, TFr-PS از همه ی عناصر (پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز) بار مثبت همه بالای 1، نشان می دهد که این عناصر در برگ غنی بودند. برگ ها بافت اصلی در تفرق هستند، جایی که آب از برگ ها خارج می شود، اما توده ی جامد حل نشده ایی باقی می ماند. بنابراین تجمع ابتدایی بالاتر در برگ ها مشاهده شد. در یک زمان یکسان، برگ ها، جایی که فتوسنتز و تنفس رخ می دهد، سهمی در بیشتر فعالیت های بیولوژیکی دارند. بیشتر عناصر غذایی احتیاج به شرکت آنزیم ها در این فعالیت ها دارند که مشاهداتی از تجمع بالاتر از عناصر در برگ ها را توضیح می دهد.

تجزیه و تحلیل همبستگی در TFS اطلاعات دقیقی را در مورد ارتباط و انتقال عناصر مختلف، فراهم می سازد. همبستگی مثبت معنی داری در بیش از 60٪ نتایج بود، مطابق با همبستگی معنی دار بالاتر در برگ ها از ساقه های کاذب آنها بود. همبستگی مثبت کمتری بین فسفر و دیگر عناصر با بار مثبت وجود داشت که نشانگر آن است که ممکن است نقش مهمی در نقل و انتقال عناصر بازی کند.

		P		K		Ca		Mg		Fe		Zn		Cu		Mn			
		TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>	TFr <sub>p</sub>	TFr <sub>s</sub>		
CK	P	0.117	0.051	0.388 <sup>a</sup>	-0.21	0.415 <sup>a</sup>	-0.21	0.616 <sup>a</sup>	0.391 <sup>a</sup>	0.187	-0.83	0.720 <sup>a</sup>	0.360 <sup>a</sup>	0.534 <sup>a</sup>	0.777 <sup>a</sup>	0.643 <sup>b</sup>	0.499 <sup>b</sup>	P	T1
	K	0.356 <sup>b</sup>	-0.297 <sup>b</sup>	0.281 <sup>a</sup>	0.524 <sup>b</sup>	0.469 <sup>a</sup>	0.218	0.491 <sup>a</sup>	0.235 <sup>a</sup>	0.414 <sup>a</sup>	0.289 <sup>a</sup>	0.671 <sup>a</sup>	0.289 <sup>a</sup>	0.578 <sup>b</sup>	0.301 <sup>b</sup>	0.483 <sup>b</sup>	0.176	K	
	Ca	0.571 <sup>b</sup>	-0.061	0.133	0.666 <sup>b</sup>	0.718 <sup>a</sup>	0.755 <sup>b</sup>	0.087	-0.057	0.567 <sup>b</sup>	0.513 <sup>b</sup>	0.288 <sup>b</sup>	0.078	0.506 <sup>b</sup>	0.170	0.506 <sup>b</sup>	0.170	Ca	
	Mg	0.339 <sup>b</sup>	-0.055	0.324 <sup>b</sup>	0.582 <sup>b</sup>	0.292 <sup>a</sup>	0.553 <sup>b</sup>	0.371 <sup>a</sup>	0.631 <sup>a</sup>	0.124	-0.102	0.797 <sup>b</sup>	0.619 <sup>b</sup>	0.517 <sup>b</sup>	0.407 <sup>b</sup>	0.663 <sup>b</sup>	0.404 <sup>b</sup>	Mg	
	Fe	0.584 <sup>b</sup>	-0.037	0.234 <sup>a</sup>	0.489 <sup>b</sup>	0.300 <sup>a</sup>	0.566 <sup>b</sup>	0.232 <sup>a</sup>	0.451 <sup>b</sup>	0.587 <sup>b</sup>	0.538 <sup>a</sup>	0.308 <sup>b</sup>	0.191	0.558 <sup>b</sup>	0.252 <sup>a</sup>	0.488 <sup>b</sup>	-0.050	Fe	
	Zn	0.266 <sup>b</sup>	0.307 <sup>b</sup>	0.507 <sup>b</sup>	0.481 <sup>b</sup>	0.115	0.194	0.259 <sup>a</sup>	0.376 <sup>b</sup>	0.487 <sup>b</sup>	0.547 <sup>b</sup>	0.485 <sup>b</sup>	0.615 <sup>b</sup>	0.706 <sup>b</sup>	0.509 <sup>b</sup>	0.680 <sup>b</sup>	0.411 <sup>b</sup>	Zn	
	Cu	0.145	-0.242 <sup>a</sup>	0.440 <sup>b</sup>	0.553 <sup>b</sup>	0.294 <sup>a</sup>	0.528 <sup>b</sup>	0.214	0.556 <sup>b</sup>	0.272 <sup>b</sup>	0.287 <sup>a</sup>	0.211	0.342 <sup>b</sup>	0.261 <sup>a</sup>	0.058	0.695 <sup>b</sup>	0.726 <sup>b</sup>	Cu	
	Mn			0.569 <sup>b</sup>	0.475 <sup>b</sup>	0.130	-0.014	0.398 <sup>b</sup>	0.235 <sup>a</sup>	0.285 <sup>a</sup>	-0.016	0.429 <sup>b</sup>	0.221	0.282 <sup>a</sup>	0.579 <sup>b</sup>	-0.379 <sup>b</sup>	-0.193	Mn	
T2	P	0.728 <sup>a</sup>	0.583 <sup>b</sup>	0.734 <sup>b</sup>	0.645 <sup>b</sup>	0.036	0.176	0.297 <sup>b</sup>	0.153	-0.023	0.056	0.400 <sup>b</sup>	0.294 <sup>a</sup>	0.285 <sup>a</sup>	0.450 <sup>b</sup>	-0.325 <sup>b</sup>	0.101	P	T3
	K	0.580 <sup>b</sup>	0.380 <sup>b</sup>	0.734 <sup>b</sup>	0.645 <sup>b</sup>	0.036	0.176	0.297 <sup>b</sup>	0.153	-0.023	0.056	0.400 <sup>b</sup>	0.294 <sup>a</sup>	0.285 <sup>a</sup>	0.450 <sup>b</sup>	-0.325 <sup>b</sup>	0.101	K	
	Ca	0.625 <sup>b</sup>	0.350 <sup>b</sup>	0.635 <sup>b</sup>	0.475 <sup>b</sup>	0.636 <sup>b</sup>	0.704 <sup>b</sup>	0.484 <sup>a</sup>	0.773 <sup>b</sup>	0.358 <sup>b</sup>	0.485 <sup>b</sup>	0.505 <sup>b</sup>	0.773 <sup>b</sup>	0.279 <sup>a</sup>	0.153	-0.124	0.559 <sup>b</sup>	Ca	
	Mg	0.423 <sup>b</sup>	0.127	0.548 <sup>b</sup>	0.366 <sup>b</sup>	0.602 <sup>b</sup>	0.500 <sup>b</sup>	0.651 <sup>b</sup>	0.445 <sup>b</sup>	0.528 <sup>b</sup>	0.587 <sup>b</sup>	0.711 <sup>b</sup>	0.715 <sup>b</sup>	0.311 <sup>b</sup>	0.341 <sup>b</sup>	-0.239 <sup>b</sup>	0.433 <sup>b</sup>	Mg	
	Fe	0.603 <sup>b</sup>	0.567 <sup>b</sup>	0.709 <sup>b</sup>	0.592 <sup>b</sup>	0.649 <sup>b</sup>	0.789 <sup>b</sup>	0.692 <sup>b</sup>	0.810 <sup>b</sup>	0.637 <sup>b</sup>	0.454 <sup>b</sup>	0.542 <sup>b</sup>	0.529 <sup>b</sup>	0.223	0.144	-0.022	0.379 <sup>b</sup>	Fe	
	Zn	0.570 <sup>b</sup>	0.343 <sup>b</sup>	0.438 <sup>b</sup>	0.553 <sup>b</sup>	0.448 <sup>b</sup>	0.502 <sup>b</sup>	0.600 <sup>b</sup>	0.698 <sup>b</sup>	0.465 <sup>b</sup>	0.558 <sup>b</sup>	0.388 <sup>b</sup>	0.640 <sup>b</sup>	0.283 <sup>a</sup>	0.433 <sup>b</sup>	-0.284 <sup>a</sup>	0.318 <sup>b</sup>	Zn	
	Cu	0.373 <sup>b</sup>	0.219	0.186	0.044	0.185	0.042	0.421 <sup>b</sup>	0.266 <sup>a</sup>	0.226	-0.123	0.181	0.297 <sup>b</sup>	0.645 <sup>b</sup>	0.201	0.089	-0.072	Cu	
	Mn			0.186	0.044	0.185	0.042	0.421 <sup>b</sup>	0.266 <sup>a</sup>	0.226	-0.123	0.181	0.297 <sup>b</sup>	0.645 <sup>b</sup>	0.201	0.089	-0.072	Mn	

<sup>a</sup> Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

<sup>b</sup> Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### جدول 3 - نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی درون عوامل انتقال (TFS) عناصر مغذی در ارقام پیاز ویلز (ارقام

تحت درمان 5 میلی گرم بر کیلوگرم Cd، n = 75، آزمون پیرسون).

## 5- نتیجه گیری

استراتژی فیلترینگ ارقام زراعی بدون کادمیوم ممکن است بسیاری مسائل تجمع کادمیوم را در زمین های کشاورزی حل کند. به هر حال، ایمنی غذایی نمی تواند به طور مطمئن تنها توسط فیلترینگ ارقام زراعی بدون کادمیوم در خاک هایی با تجمع بالای کادمیوم انجام شود و لازم است دیگر ابزارها هم به طور همزمان استفاده شود. مقدار BF و TFr-p در عناصر غذایی کمتر از 1 در پیازچه بود. در حالی که مقدار Tfp-1 بیش تر از 1 بود. (به جز برای فسفر). تجمع عناصر غذایی در پیازچه می تواند ناشی از کادمیوم باشد، اگرچه اثرات متنوعی به وسیله ی نوع عنصر، بافت گیاهی و رقم مشاهده میشود. همبستگی مثبت بین کادمیوم و تجمع عناصر غذایی در اکثر نمونه ها از ساقه ی کاذب و برگ ها وجود داشت. ضریب همبستگی در برگ ها به طور معنی داری بالاتر از ساقه ها ی کاذب بود. با اینحال منگنز تنها عنصری بود که همبستگی مثبت با کادمیوم در ریشه ها دارد. بسیاری از غلظت عناصر غذایی در این مطالعه همبستگی مثبت نشان دادند. افزایش در تجمع کادمیوم در خاک تعادل عناصر غذایی را آشفته می ساخت به ویژه برای فسفر و منگنز. یک اثر هم افزایی در انتقال مواد غذایی مشاهده شد. بیش از 79٪، 61٪، 78٪، 61٪ از TFr-Ps، همبستگی مثبت معنی داری تحت تیمارهای T1, T2, CK و T3 را به ترتیب نشان دادند.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی