# ارزیابی میزان سرب در آب، خاک و سبزیجات کشت‌شده در مزارع کشاورزی شهرستان دزفول

**عباس حسیناک‌زاده[۱]، کیوان شمس[۲*]**

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲. استادیارگروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۰)

## چکیده

ورود فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های انسانی باعث آلودگی آب،خاک وگیاهان می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی میزان سرب در سبزیجات،آب وخاک زمین‌های کشاورزی شهرستان دزفول انجام گرفت. ۴۸ نمونه سبزی (نعناع Menta spicata و ریحان" Ocimum basilicum")، ۱۲ نمونه آب و۱۲ نمونه خاک از زمین‌های کشاورزی ( جنوب و شرق) شهر دزفول در طی تابستان ۱۳۹۵ برداشت شدند. میزان سرب نمونه‌ها پس از آماده‌سازی، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی کوره اندازه‌گیری شدند و میزان فلز سنگین سرب در سبزیجات، آب و خاک با رهنمودهای "WHO" و "FAO" مقایسه گردید. نتایج نشان داد که میانگین غلظت سرب در نعناع و ریحان به ترتیب ۳/۱۱ ۸۵±/ ۶ و۲۳ /۳۰±۷/۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود و میانگین غلظت سرب در آب و خاک به ترتیب ۲۰/۶۴میلی گرم بر لیتر و ۰/۴۹میلی گرم بر کیلوگرم بود، بطوریکه میانگین غلظت عنصر سرب درریحان و نعناع، بالاتر از سطوح استاندارد "WHO/FAO" ارزیابی گردید. همچنین همبستگی نسبتاً بالایی بین میزان سرب در ریحان و نعناع با میزان آن درآب و خاک زمین‌های کشاورزی وجود داشت که نشان دهنده انتقال فلز سنگین سرب از آب و خاک به سبزیجات مورد مطالعه می‌باشد.

## کلیدواژگان

خاک، دزفول، سبزیجات، سرب، فلزسنگین.

* نویسنده مسئول، رایانامه: keyvansh3@gmail. com

## مقدمه

یکی از مسائل مهم زیست محیطی، که امروزه به آن توجه ویژه ای شده است، تجمع فلزات سنگین مانند کادمیوم، نیکل، سرب و ... در خاک‌های کشاورزی و آلوده شدن مواد غذایی می‌باشد، که از آغاز انقلاب صنعتی تا کنون شدت یافته است. این عناصر در خاک تحرک کمی داشته به نحوی که حداکثر در ۳۰ سانتی متری سطح خاک باقی می‌مانند(۱). تجمع آن‌ها در خاک می‌تواند موجب کاهش فعالیت و تنوع میکروبی، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش یا از بین رفتن محصول و حتی صدمه به سلامتی انسان و حیوانات از طریق ورود در زنجیره غذایی گردد. جذب فلزات سنگین بوسیله گیاه در اراضی کشاورزی یکی از روش‌های عمده و غیر مستقیم ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی انسان است. بنابراین یکی از دلایل اصلی مواجهه انسان با فلزات سنگین مسیر خاک- محصول- غذا است(۲). یکی از عوامل مؤثر بر سلامت انسان، مصرف مواد غذایی سالم با کیفیت و کمیت مناسب است. سبزیجات از جمله مواد غذایی با ارزش می باشندکه با داشتن انواع ویتامین‌ها و سایر مواد مغذی، مصرف- کنندگان زیادی دارند، پس سلامت این ماده غذایی به دلیل مصرف بالای آن از اهمیت زیادی برخوردار است(۳) از فاکتورهای مهم و مؤثر جهت تشخیص میزان سلامت سبزیجات، غلظت عناصر سنگین موجود در آن‌هاست(۴)، آلودگی سبزیجات به فلزات سنگین می‌تواند ناشی از آبیاری با فاضلاب (۵)، کود و آفت کش باشد (۶). منابع اصلی فلزات سنگین در سبزیجات، محیط رشد آن‌ها (خاک، هوا، مواد مغذی) است که توسط ریشه یا برگ جذب می‌شود(۷). جذب و تجمع زیستی فلزات سنگین درگیاهان تحت تاثیر فاکتورهایی مانند آب و هوا، رسوبات اتمسفری، غلظت‌های فلزات سنگین درخاک، ماهیت خاک و مقدار رشد آن‌ها می‌باشد(۸). مصرف سبزیجات آلوده به سرب،خطراتی برای سلامتی انسان دارد (۷). به طوریکه اختلال در بیوسنتز هموگلوبین و کم خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان و ناراحتی استخوانی از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است(۷). حداکثر غلظت مجاز سرب در گیاه، جهت مصرف انسان نباید بیشتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم باشد(۹). ناظمی و همکاران(۱۳۸۹) در پژوهشی میانگین غلظت سرب وکادمیوم در سبزیجات را بیشتراز میزان استاندارد ارایه شده توسط سازمان بهداشت جهانی و فائو اعلام نمودند(۱). آن‌ها پساب‌های شهری وصنعتی را علت اصلی آلودگی سبزیجات گزارش کردند. درمطالعه دیگری شعبانخانی و همکاران(۱۹۹۱) میزان دو فلزسنگین سرب و کادمیوم را در سبزیجات بالاتر از حد استاندارد گزارش نمودند و دو عامل آب و هوا را اصلی ترین عوامل درانتقال سرب به گیاهان دانستند(۱۰). هدف از این پژوهش بررسی میزان آلاینده ی فلزی سرب در سبزیجات،آب وخاک زمین‌های کشاورزی شهر دزفول می‌باشد.

## مواد وروش‌ها

۴۸ نمونه سبزی (نعناع و ریحان)،۱۲ نمونه آب و۱۲ نمونه خاک از زمینهای کشاورزی واقع در دو موقعیت جغرافیایی( جنوب و شرق) شهر دزفول که در هر موقعیت،به تفکیک ۳ مزرعه سبزیکاری به طور تصادفی انتخاب شده بود، برداشت شدند. سبزیجات نمونه برداری شده با آب مقطر شسته شده و سپس نمونه‌ها داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت قرار گرفتند. پس از خشک شدن، نمونه‌ها آسیاب شدند. ۲ گرم از پودر هر نمونه سبزی بر روی شعله گاز به طور کامل سوزانده شد و

نمونه‌ها به مدت ۸ ساعت در داخل کوره الکتریکی در درجه ۴۵۰ سانتی گراد قرار داده شدند وخاکسترحاصل را در اسید نیتریک رقیق حل کرده، سپس محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شد و وارد بالن ژوژه ای به حجم ۱۰ میلی لیترشد و با اسید نیتریک ۶۵ درصد رقیق وبه حجم رسانده (۱۱،۱۲). نمونه‌های آب در طول فصل رشد از نهرهای انتقال آب به مزارع، برداشت شدند. ۱۰۰ میلی لیتر ازهر نمونه آب به یک بشر ۱۲۵ میلی لیتری منتقل شد و پس از آن ۵ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن اضافه شد، سپس نمونه‌ها را روی حمام بخار در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد قرار داده تا حجم آن به ۱۵ تا۲۰ میلی لیتر کاهش یافت، بعد از سرد شدن، نمونه‌ها را با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف کرده و وارد بالن ژوژه ای به حجم ۱۰۰ میلی لیتری کرده و به حجم رسانده شد. نمونه‌های خاک به صورت تهیه یک نمونه مرکب از هر هکتار و از عمق۳۰-۰ سانتیمتری تهیه شدند. نمونه‌های خاک خشک وآسیاب گردیده واز الک عبور داده شده وبرای آزمایش آماده شدند. عصاره گیری برای تعیین غلظت سرب در خاک با استفاده از اسید کلریدریک و اسید نیتریک انجام گرفت. میزان سرب در نمونه‌های آب،خاک وسبزیجات توسط دستگاه جذب اتمی کوره (مدل AAS5EA شرکت ZEISS آلمان) اندازه گیری گردید و از نرم افزار آماری SPSS وآزمون‌های آماری T-TESTوANOVA جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد.

## نتایج

جدول (۲) نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب در نعنا و ریحان به ترتیب برابر با ۳/۱۱±۶/۸۵ و ۷/۸±۳۰/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم است. همچنین جدول (۱) نشان می‌دهد که بیشترین میزان غلظت سرب در نعناع وریحان به ترتیب درزمین‌های کشاورزی جنوب و شرق دزفول وجود دارد.

**جدول ۱- میانگین غلظت فلز سنگین سرب در سبزیجات (نعناع و ریحان) در زمینهای کشاورزی جنوب و شرق شهر دزفول($mgkg^{-1}$)**

| زمین‌های کشاورزی | نمونه | میانگین غلظت سرب |
|---|---|---|
| جنوب | نعناع | ۷/۸±۴/۸ |
| جنوب | ریحان | ۶/۴±۵/۴ |
| شرق | نعناع | ۵/۹±۶/۴ |
| شرق | ریحان | ۹/۲±۳/۵ |

**جدول ۲- میانگین غلظت فلز سنگین سرب در سبزیجات (نعناع و ریحان) شهر دزفول($mg\ kg^{-1}$)**

| نمونه | میانگین غلظت سرب |
|---|---|
| نعناع | ۶ /۸۵ ± ۳/۱۱ |
| ریحان | ۷/۸±۳۰/۲۳ |

**جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت سرب در سبزیجات($mgkg^{-1}$)، آب($mgl^{-1}$) و خاک($mgkg^{-1}$) زمین‌های کشاورزی با حدود استاندارد WHO/FAO**

| نمونه | زمین‌های کشاورزی | سطح استاندارد (WHO/FAO) | میانگین غلظت سرب |
|---|---|---|---|
| ریحان | شرق | ۵ | ۱۰ /۲۱ ± ۳/۱۱ |
| ریحان | جنوب | ۵ | ۱۲ /۳۳ ± ۴/۲۱ |
| نعناع | شرق | ۵ | ۹ /۴۹ ± ۳/۷۸ |
| نعناع | جنوب | ۵ | ۱۳ /۴۲ ± ۵/۱۳ |
| خاک | شرق | ۳۰۰-۲۰ | ۱۱ /۲۲ ± ۲/۱۳ |
| خاک | جنوب | ۳۰۰-۲۰ | ۱۰ /۱۵ ± ۲/۳۶ |
| آب | شرق | ۵ | ۱ /۳۱ ± ۰/۴۶ |
| آب | جنوب | ۵ | ۲ /۱۲ ± ۰/۷۶ |

جدول (۳) نشان می دهد که غلظت سرب در نمونه‌های خاک در محدوده ۱۰/۱۵ تا ۱۱/۲۲ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. بیشترین غلظت سرب در خاک زمین‌های کشاورزی جنوب مشاهده شد. هم چنین غلظت سرب در نمونه‌های آب در محدوده ی ۱/۳۱ تا ۲/۱۲ میلی گرم بر لیتر بود که بیشترین غلظت سرب نیزدر خاک زمین‌های کشاورزی جنوب مشاهده شد. میزان سرب در سبزیجات (ریحان و نعناع) زمین‌های کشاورزی جنوب و شرق با هم برابر نبوده و اختلاف معناداری بین میانگین غلظت سرب در این مناطق وجود داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که

غلظت سرب درآب وخاک زمینهای کشاورزی، کمتر از حد مجاز WHO/FAO و در سبزیجات موردمطالعه بیشتر از حد مجاز WHO/FAO می‌باشد. در ارتباط با مقدار سرب در نمونه‌های آب و خاک مزارع، اگرچه کمتر از حد مجاز بوده و اختلاف معنی‌دار می‌باشد اما بایستی توجه نمود که سرب به صورت تجمعی در طبیعت دیده می‌شود. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که مقدار سرب در نمونه‌های سبزیجات مزارع جنوب بیشتر از مزارع شرق می‌باشد.

**جدول ٤- مقایسه غلظت فلزسنگین سرب با سطوح استاندارد برای سبزیجات،آب وخاک زمینهای کشاورزی($mgkg^{-1}$)**

| نمونه | * سطح استاندارد (WHO/FAO) | آماره T | میانگین غلظت سرب | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|
| ریحان | ۵ | ۱۱/۲۶ | ۷/۸۸ | ۰/۰۲ |
| نعناع | ۵ | ۱۰/۴۴ | ۹/۲۶ | ۰/۰۳ |
| خاک | ۲۰-۳۰۰ | ۱۱/۲۶ | ۲۰/۶۴ | ۰/۰۱ |
| آب | ۵ | ۱۰/۴۴ | ۰/۴۹ | ۰/۰۰ |

* (WHO/FAO) (۱۳)

جدول (۴) نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب در سبزیجات (ریحان و نعناع) بالاتر از سطوح استاندارد (WHO/FAO) است ($p<0/05$). از طرفی مشاهده شد که میانگین غلظت فلز سرب در خاک مزارع نمونه برداری شده کمتر از حد استاندارد (WHO/FAO) است ($p<0.01$). همچنین با توجه به نتایج مشاهده شد که میانگین غلظت فلز سرب در آب مزارع نمونه برداری شده نیزکمتر از حد استاندارد (WHO/FAO) است ($p<0.01$).

**جدول ۵- همبستگی بین غلظت سرب با سبزیجات، خاک و آب در زمینهای کشاورزی ($mg\ kg^{-1}$)**

| نمونه | ضریب همبستگی | سطح معنی دار |
|---|---|---|
| ریحان | ۰/۶۱ | ۰/۳۲ |
| نعنا | ۰/۷۴ | ۰/۴۳ |
| خاک | ۰/۶۹ | ۰/۵۱ |
| آب | ۰/۷۶ | ۰/۳۸ |

جدول(۵) ضرایب همبستگی برای غلظت فلز سنگین سرب در سبزیجات، آب وخاک زمینهای کشاورزی را نشان می دهد. با توجه به جدول مشاهده شد که رابطه معناداری بین غلظت فلز سرب در خاک، سبزیجات و آب وجود ندارد($p>0.05$). اما مشاهده شد همبستگی نسبتاً قوی میان غلظت فلز سنگین سرب در سبزیجات ریحان و نعناع با خاک وآب وجود دارد.

## بحث

سرب فلز سمی است که معمولا گیاهان، بدون تغییر بر عملکرد ظاهریشان، توانایی بالایی در جذب وتجمع این عنصر رادارا هستند بطوریکه، در بسیاری ازگیاهان، تجمع سرب، صدها برابر بیشتر از حد مجاز و قابل قبول خواهد بود (۱۴). سرب همچنین از طریق فعالیت‌های مختلف به خاک، آب وگیاه وارد می‌شود. غالباً تجمع سرب در برگ بیش از سایر قسمت‌های گیاه است و افزایش تجمع سرب می‌تواند مانع رشد ریشه و جذب مواد غذایی توسط گیاه گردد. قابلیت ذخیره سرب در برگ گیاهان متفاوت است. حداکثر غلظت مجاز سرب در گیاه برای مصرف انسان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد(۶). طبق گزارشات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۵)، حد مجاز غلظت سرب در انواع سبزیجات برگی و دانه ای،۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر و در سبزیجات غدهای و جالیزی،۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر برآورد گردید. همچنین، حداکثر غلظت مجاز سرب درسازمان بهداشت جهانی ۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده است. با توجه به گستردگی فعالیتهای کشاورزی،صنعتی،آبزی پروری وتوسعه شهر نشینی،حجم بارآلودگی‌های ناشی از این فعالیت‌ها به منابع آب کشاورزی و منابع خاک منطقه مورد مطالعه در حال افزایش می‌باشد(۱۶). بطوریکه بر اساس نتایج پژوهش حاضر از دلایل احتمالی بالابودن میزان سرب

در آب وخاک زمین‌های کشاورزی، ورود زه آبهای کشاورزی، فاضلاب‌های شهری، آلاینده‌های نفتی و بخشی از زباله‌های شهر به رودخانه دز است بطوریکه در اثر ورود این آلاینده‌ها آب دز که در مدخل سد تنظیمی سبیلی با توجه به آزمایشات انجام شده در ردیف تمیزترین رودخانه‌ها از نظر طبقه بندی می‌باشد. در پائین تر از پل قدیم و در محدوده بند انحرافی موسوم به گاومی آباد در شمار آلوده ترین رودخانه‌ها است (۱۷). در تحقیقی ملکی و همکاران (۲۰۰۸) با هدف تعیین میزان فلزات سنگین از جمله سرب در آب و سبزیجات حومه شهر سنندج انجام دادند میزان سرب در سبزیجات بالاتر از حد مجاز تعیین شده توسط WHO/ FAO گزارش شد و همچنین غلظت این فلز در تمام منابع آب آبیاری پایین‌تر از حد استاندارد بود(۱۸). در تحقیقی که چنگ و همکاران (۲۰۱۴) تحت عنوان کاربرد پساب و تجمع عناصر سنگین در خاک، انجام دادند، نتایج بیانگر این بود که بین فلزات سنگین موجود در خاک و بافت‌های گیاهی همبستگی وجود دارد(۱۹)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج بیانگر این موضوع می‌باشد که با وجود اینکه غلظت سرب در آب وخاک منطقه پایین‌تر از مقادیر استاندارد می‌باشد ولی مقدار این فلز در سبزیجات بیشتر از مقادیر استاندارد است که ممکن است به دلیل آلودگی آب وخاک در اثر ورود زه آبهای کشاورزی، فاضلاب‌های شهری، آلاینده‌های نفتی و بخشی از زباله‌های شهر به رودخانه دز و از سوی دیگر مصرف بالای کودهای شیمیایی در منطقه می‌باشد. در واقع بالا بودن غلظت قابل جذب فلز سنگین سرب در خاک و آب، نشانگر ورود آلاینده‌ها به زمین‌های کشاورزی منطقه بوده وآبهای آلوده حتی با غلظت کمتر ازحد مجاز نیز می‌توانند در مدت زمان طولانی سبب انباشتگی فلزات سنگین در خاک وگیاه گردند. (۱۴) به طوریکه تیواری و همکاران (۲۰۱۱) نیزگزارش نمودند افزایش سطوح سرب در آب آبیاری باعث افزایش معنی دار مقدار سرب در خاک و آلودگی خاک می‌گردد (۲۰) که بانتایج پژوهش حاضر انطباق دارد.

## نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که سبزیجات(ریحان ونعناع) کشت شده در این منطقه به فلزسنگین سرب آلوده بوده و این فلز سنگین از آب وخاک به این سبزیجات انتقال می‌یابد. بنابراین پایش مستمر میزان آلودگی‌های آب و خاک و تجمع فلز سنگین سرب در سبزیجات مصرفی به منظور حفظ سلامت انسان‌ها توصیه می‌گردد.

## تشکر وقدردانی

این تحقیق درقالب پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- صنایع غذایی و با حمایت حوزه معاونت فناوری و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع و مآخذ


1. Nazemi, S. Asgari, A. Raei. M. Investigation of the amount of heavy metals in vegetable of Shahroud county, Health, and Environment. 2010;3(2):195 -202. [In Persian].
2. Kasraee, P. A Study of Chemical Fertilizers and Heavy Metals in Agricultural Ecosystems. Journal of Ecology. 2000. [In Persian].
3. Merrington, G. Alloway, BJ. Determination of the residual metal binding characteristics of soil polluted by cd and pb. Journal Water, Air and Soil Pollution. 1997;100:49-62.
4. Abotalebi, A. Nitrogen and heavy metals concentration, lead, cadmium, copper in leafy vegetables in aquatic system. Agricultural Engineering Journal. 2010. [In Persian].
5. Muchuweti, M. Birkett, JW. Chinyanga, E. Zvauya, R. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: Implications for human health, Agriculture. Ecosystems and Environment. 2006;112:41–8.
6. Givianrad, Ms. Sadegh,i T. Larijani, K. Hosseini, SA. Determination of cadmium and lead in lettuce, peppermint, and leeks planted in sites of different regions of southern Tehran. Food Technology Magazine. 1390. 8(2):38-44. [In Persian].
7. Bellinger, DC. Teratogen update: lead and pregnancy. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol. 2005; 73(6):409-420.
8. Sharma, RK. Agrawal, M. Marshall, FM. Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: A case study in Varanasi, Environmental Pollution. 2008;154(2):254-63.
9. Dadban, I. Shahriari, A. Rahimzadeh, A. Pb concentration in crops grown in Gorgan. 12th Environmental Conference of Shaheed Beheshti University, School of Public Health Sciences. 2008. [In Persian].
10. Shibankhani, B. Azadbakht, M. Shokrzadeh, M. Bahrami, SH. 1999. Measurement of lead and cadmium levels in two spinach and radish vegetables in the city of Sari, Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 1999;11(30). [In Persian].
11. Horwitz, W. Official methods of analysis Association Official Analytical Chemists. WashingtonDC: *Association* of *Official Analytical Chemists* International; 2000.
12. Ramezani, Z. Aghel, N. Amirabedin, N. Determination of Pb and Cd in Garlic Herb. (Allium sativum) Planted in Gilan and Khuzestan Provinces Using Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Jundishapur* Journal of Natural *Pharmaceutical Products.* 2012;7(2): 41-4.
13. Codex Alimentarius Commission (WHO/ FAO). Food additives and contaminants: Joint (WHO/ FAO) Food standards programme. 2001.
14. Marais AD, Blackhurst D. Do heavy metals counter the potential health benefits of wine? Journal of Endocrinology, Metabolism and Diabetes of South Africa. 2009;14(2):77-79.
15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food and feed-maximum limit of heavy metals, Standard No. 12968. Tehran: Institute of Standards. and Industrial Research of Iran; 2010. [In Persian].
16. Hosseinizaree, N. Gholami, AS. Panahpour, A. Jafarnejadi, AR. Identifying and Determining the Contamination Rate of Agricultural Pollutants in the Basin of Karun and Dez Rivers. Journal of Irrigation Science and Engineering. 2016; 39(3). [In Persian].
17. Javaherzadeh, M,Abdolshahnejad, A. Investigating the trend of pollutant changes in the Dez River (Dezful County), 5th National Conference on Environmental Health, Tehran, Iran University of Medical Sciences and Health Services. 2002. [In Persian].
18. Maleki, A. Zarasvand, MA. Heavy metals in selected edible vegetables and estimation of their daily

intake in Sanandaj, Iran. Southern Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. 2008;39(2):335- 340.

19. Cheng, AC. Warknek, JE. Page, AL. Land, AJ. Accumulation of heavy metal in sewage sludge treated soils. *Journal* of *Environmental* Quality. 2014; 13:87-90.
20. Tiwari, KK. Singh, NK. Pate,l MP. Tiwari, MR. Rai,UN. Metal contamination of soil and translocation in vegetables growing under industrial wastewater irrigated agricultural field of Vadodara, Gujarat, India. Ecotocxicology and Environmental Safety. 2011; 10:4-29.