علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره یک، بهار ۹۲

اندازه گیری آرسنیک موجود در گیاهان سیب زمینی و هویج در دشت قروه به روش جذب اتمی

عبدالرضا نوفرستی [۱ *]

arn_nofarasti@yahoo.com

ستار شریعتی [۲]

طراوت نیک پور[۳]

تاریخ دریافت:۹۰/۱۱/۳۰ **تاریخ پذیرش:۹۱/۷/۲**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به آلودگی آب های زیرزمینی در دشت قروه و بیجار به آرسنیک و استفاده از این منابع برای کشاورزی، با احتمال نفوذ این مواد به محصولات زراعی، میزان آن در دو محصول سیب زمینی و هویج مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: اندازه گیری آرسنیک به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی و آماده سازی نمونه ها با روش سوزاندن و خاکستر کردن صورت پذیرفت. در این بررسی، نمونه برداری از ۲۴ نمونه سیب زمینی در ۱۲ مزرعه و ۴ نمونه هویج از ۲ مزرعه صورت پذیرفت.

یافته ها و نتایج: در بخش خوراکی سیب زمینی ، در ۱۱ نمونه، آرسنیک کم تر از ۱۰ ، در ۹ نمونه بین ۲۰- ۱۰ و در ۴ نمونه بین ۲۵- ۲۰ قسمت در میلیارد می باشد. در پوست نمونه ها، ۱۷ نمونه دارای آرسنیک کم تر از ۵۰ ، در ۵ نمونه آرسنیک بین ۵۰ تا ۱۰۰و در ۲ نمونه بین ۲۰۰ تا۳۰۰ قسمت در میلیارد بوده است. نسبت انتقال آرسنیک از پوست به بخش خوراکی در نمونه ها نیز از ۷ تا ۷۰ ٪ متغیر می باشد. در ۴ نمونه هویج، مقدار آرسنیک در تمامی نمونه ها پایین تر از ۵ و در پوست بین ۴۸ تا ۷۸ قسمت در میلیارد بوده است. مقدار آرسنیک در پوست سیب زمینی در برخی نمونه ها بالا بوده که با توجه به پایین بودن نسبت انتقال به بخش خوراکی گیاه، با جدانمودن پوست، مقدار آن تا حد قابل توجهی کاهش می یابد. در هویج با توجه به ریشه های وسیع آن، مقدار زیادی از آرسنیک جذب ریشه شده و انتقال آن به پوست و بخش خوراکی گیاه کم تر می باشد.

واژه های کلیدی: آرسنیک، دشت قروه، سیب زمینی، هویج، جذب اتمی.

۱- دکتری مدیریت محیط زیست، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج *(مسئول مکاتبات).

۲- کارشناس ارشد شیمی، اداره کل حفاظت محیط زیست کردستان

۳- کارشناس آمار، مرکز بهداشت شهرستان انزلی

مقدمه

یکی از عوارض جانبی صنعتی شدن، مصرف مواد شیمیایی مختلف به طور عمدی یا اتفاقی توسط انسان می باشد که پیامد آن مسمومیت های مختلف است که عمدتاً بسیار خطرناک وکشنده اند (۱). فلز سنگین آرسنیک جزو آن دسته از عناصری است که وجودش در مواد غذایی و آب به عنوان عوامل مخاطره انگیز مورد توجه زیاد پژوهشگران قرار گرفته است. غلظت های معمول آرسنیک در آب زیر زمینی بسیار پایین است و اغلب موارد زیر ۱۰ میکرو گرم بر لیتر است . غلظت های بالای آرسنیک در غلظت بیش از ۵۰۰۰ میکرو گرم بر لیتر معمولاً در نواحی با آتشفشان های فعال ، آب های ژئوترمال ، صخره های رسوبی و خاک های با غلظت بالای سولفید ها (مانند آرسنو پیریت) یافت می شود . آرسنیک همچنین می تواند از طریق فعالیت های معدن کاری وارد آب های زیرزمینی شود. آرسنیک به مقدار زیادی در آب محلول و متحرک بوده، در نتیجه آلودگی آب زیرزمینی با آرسنیک گسترده می باشد (۲).

اخیراً بحث های متعددی دربارۀ مسمومیت حاد و مزمن ناشی ازآلودگی آب به آرسنیک در دشت قروه و بیجار در استان کردستان به عمل آمده است و شناسایی عامل این مسمومیت ها که روز به روز در حال افزایش است، اهمیت بسیاری دارد. مطالعاتی توسط پژوهشگران در این خصوص و در مورد آب و خاک منطقه انجام پذیرفته و یا درحال انجام است که مقدار بیش از اندازه آرسنیک در آب و خاک منطقه را نشان می دهد(۲و۳) که مهم ترین علت آن عبور آب های زیرزمینی از معادن حاوی آرسنیک در بالادست منطقه مطالعاتی می باشد.این فلز مشکلات عدیده و عوارض زیادی برای موجودات و در نهایت در رأس هرم چرخه مواد غذایی برای انسان درپی دارد که می توان به اثرات تنفسی، اثرات قلبی- عروقی، اثرات روده ای- معده ای و اثرات خونی اشاره نمود.

مسمومیت مزمن، ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، استفراغ و اسهال، التهاب غشاهای مخاطی چشم و بینی و حنجره، ضایعات پوستی، کم خونی و کاهش گلبول های سفید، تظاهرات عصبی و تومورهای بدخیم در اندام های مهم و حیاتی بدن از مهم ترین بیماری های ناشی از آرسنیک در انسان می باشد(۴).

از آنجا که گیاهان ریشه ای و غده ای در تماس مستقیم با آب قرار داشته و احتمال جذب فلزات را به طور مستقیم از آب و یا خاک دارند، لذا در این تحقیق، گیاهان سیب زمینی و هویج که در کشاورزی دشت قروه از اهمیت بالایی برخوردارند (به خصوص سیب زمینی) مورد بررسی قرار گرفتند. ضمن این که مصرف بالای سیب زمینی در جامعه، حساسیت بررسی این گونه را در منطقه افزایش داده است.

غذا اگر چه یکی از راه های بسیار مهم و عمده در جذب آلودگی در انسان می باشد، ولی از آن جا که بر خلاف هوا یا آب در جوامع مختلف و حتی شهرها یکسان نیست، بنابراین میزان جذب آن تابعی از نحوه تغذیه می باشد.

از آنجا که فرهنگ غذایی در ایران از نظر وسعت بسیار گسترده و از نظر عادات غذایی بسیار متفاوت می باشد، طبیعی است ارائه یک الگوی مشخص برای میزان استاندارد در مورد غذا امکان پذیر نبوده و اصولا نمی تواند از اعتبار لازم برخوردار باشد. به همین جهت در اغلب کشورهای جهان، تفاوت هایی در تعیین میزان استاندارد آلاینده ها در مواد غذایی وجود دارد که عمدتا ناشی از عادات غذایی و همچنین ویژگی های خاص مرتبط با اقلیم صنعت و کشاورزی است.این پارامترها الزاما منجر به تفاوت هایی در تعیین استاندارد شده است که حتی با استانداردبهداشت جهانی نیز متفاوت است(۴) . لذادراین مقاله،استانداردی برای مطالعه فوق ارایه نگردیده است.

از نمونه های مشابه سنجش فلزات در مواد غذایی در کشور می توان به اندازه گیری غلظت فلزات سنگین (آرسنیک، کروم سرب، نیکل و کادمیم) در انواع سبزی های اراضی جنوب تهران که با فاضلاب نهر فیروزآباد آبیاری می شدند و همچنین اندازه گیری غلظت کادمیم، روی و منگنز در اراضی کشاورزی اصفهان که از پساب واحدهای صنعتی ذوب آهن، فولاد مبارکه و پلی اکریل زهره استفاده می کردند، اشاره نمود. از نمونه های مشابه صورت گرفته در خارج از کشور نیز می توان به گزارشی

از منطقه کمپن بلژیک اشاره کرد که مقدار کادمیم موجود در سبزیجات (کرفس، کاهو، کلم، تره فرنگی، هویج، سیب زمینی) را بیش تر از حد مجاز اعلام نمود که نشان دهنده تجمع کادمیم در خاک و سپس تجمع آن در گیاه بوده است.

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۹ در مناطق مختلف کشت گونه های سیب زمینی و هویج در دشت قروه از توابع استان کردستان صورت پذیرفت و هدف از این مطالعه ، بررسی احتمال آلودگی مواد غذایی کشاورزی که در تماس با آب قرار می گیرند مانند سیب زمینی و هویج در منطقه می باشد که این احتمال با توجه به آلودگی آب در برخی از مناطق شهرستان قروه در نظر گرفته شده است.

روش بررسی

اندازه گیری آرسنیک به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی صورت پذیرفت که در حال حاضر رایج ترین روش اندازه گیری فلزات سنگین در مواد بیولوژیکی به شمار می آید که علاوه برآسان بودن کار، حساسیت، و دقت بالای آن نیز به اثبات رسیده است .

-آماده سازی نمونه ها با روش سوزاندن و خاکستر کردن صورت پذیرفت. سپس نمونه ها همراه با بلانک (که شامل تمام مواد افزودنی به جز خود عنصر آرسنیک می باشد)و استانداردهای کاری به دستگاه جذب اتمی (مدل Spectra 220 ساخت شرکت Varian کشور استرالیا) داده شده تا میزان جذب آن ها و سپس غلظت اندازه گیری گردد(۵ و۶) .

از آنجاکه نمونه های سیب زمینی و هویج غیر محلول در آب می باشند، جهت آماده سازی از روش خاکسترگیری استفاده گردیده است.دراین روش،ابتدا مقداری از نمونه توسط ترازو وزن و به کروزه چینی منتقل گردید. کروزه بر رو ی شعله روشن در ز یر هود قرار داده شد تا نمونه به طور کامل سوخته شود،سپس وارد کوره الکتر یکی شد و دما ی کوره بر رو ی ۳۵۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید پس از گذشت زمان لازم جهت سفید شدن خاکستر نمونه، کروزه را از داخل کوره خارج شد تا در دمای اتاق خنک شود.

خاکستر سفید حاصل در مقدار ی اسید نیتریک ۱ : ۱ (حجمی – حجمی، ۵۰٪ آب و ۵۰٪ اسید) حل گردید و پس از گرم کردن رو ی هیتر، توسط قیف ساده و کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شده و به یک بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری منتقل گردیده و به حجم می رسد.

به منظور بررسی میزان غلظت آرسنیک در سیب زمینی در محدوده مطالعاتی (دشت قروه) از ۱۲ مزرعه و از هر مزرعه تعداد ۲ نمونه از بخش های مختلف مزرعه و در مجموع ۲۴ نمونه سیب زمینی به طور تصادفی و از مناطق مختلف دشت مورد نظر جمع آوری گردید.

در نمونه برداری فوق، سعی گردید مناطق مختلف دشت قروه و همچنین نمونه هایی از خارج از دشت قروه (بین قروه و دهگلان) جهت مقایسه، انتخاب گردد.

از هرگروه سیب زمینی، یک نمونه بخش خوراکی و یک نمونه از پوست بطور جداگانه برای انجام آزمایش و تعیین میزان آرسنیک، تهیه گردید که در مجموع تعداد ۴۸ نمونه به دست آمد.

برای اندازه گیری آرسنیک در گیاه هویج نیز با توجه به محدودیت کشت این گونه در منطقه (به علت نیاز بالای محصول به آب) و از طرف دیگر عدم همکاری صاحبان برخی مزارع جهت نمونه برداری، تنها از ۲ مزرعه نمونه جمع آوری گردید که از هر مزرعه ۲ نمونه از نقاط مختلف مزارع برای آزمایش انتخاب گردید.

همانند نمونه های سیب زمینی از بخش خوراکی و پوست گروه های هویج، نمونه هایی جهت اندازه گیری آرسنیک آماده گردید که در مجموع ۸ نمونه هویج برای این امر مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت.

بدین ترتیب در مجمع تعداد نمونه های آزمایش شده برای بررسی آرسنیک در گیاهان ریشه ای سیب زمینی و هویج در طرح، ۵۶ نمونه بوده است. اندازه گیری آرسنیک در نمونه های تهیه شده، به طور جداگانه در پوست و بخش خوراکی گیاهان سیب زمینی و هویج صورت پذیرفت.

در روش اندازه گیری جهت افزایش درجه اطمینان و کاهش خطا، غلظت عنصر هر نمونه ۲ بار توسط دستگاه قرائت گردید و از اعداد به دست آمده میانگین گرفته شد. وزن اولیه نمونه قبل از ورود به کوره نیز اندازه گیری و سپس مقدار آرسنیک در نمونه ها بر اساس فرمول مربوط محاسبه گردید. برای این امر دو روش کمی رایج است که عبارتند از روش نمودار کار (یا روش نمودار درجه بندی) و روش افزایش استاندارد. در روش نمودار کار، ابتدا محلول های استانداردی با غلظت های مناسب و خطی از آنالیت تهیه می شود، دقیقاً به همان روش که محلول نمونه تهیه شده است. سپس بعد از تنظیم جذب صفر توسط محلول بلانک، جذب محلول های استاندارد به ترتیب از رقیق به غلیظ توسط دستگاه خوانده وثبت میشود. در پایان جذب محلول مجهول نیز در همان شرایط ثبت می شود. سپس نمودار جذب به غلظت، برای محلول های استاندارد رسم می شود و جذب مربوط به محلول مجهول روی آن برده شده و غلظت آن تعیین می شود. در روش افزایش استاندارد، به حجم معینی از محلول مجهول حجم های مختلفی از یک محلول استاندارد افزوده، سپس جذب این محلول ها بر حسب غلظت رسم می شود و از طریق آن غلظت محلول مجهول به دست می آید.

باتوجه به نتایج به دست آمده نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS و معادله رگرسیون با روش Enter مورد بررسی و تحلیل آماری قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ ٪ تعیین شد ($p = ۰/۰۵$)

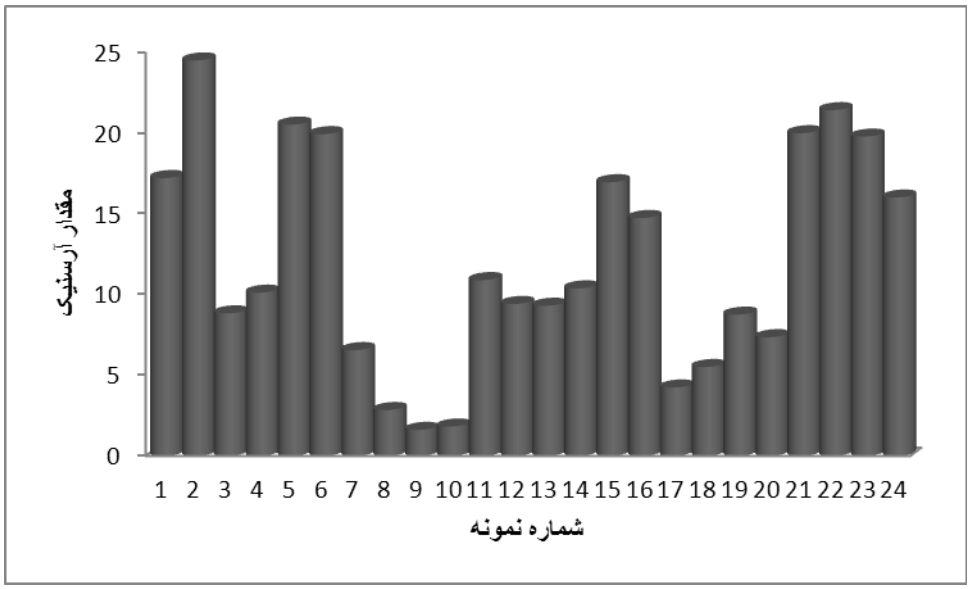
یافته ها:

مقدار آرسنیک در نمونه های سیب زمینی مورد مطالعه در بخش خوراکی و پوست متفاوت بوده به طوری که در تمام نمونه ها، این مقدار در پوست بیشتر بوده است. بیش ترین مقدار آرسنیک در نمونه های مورد مطالعه، با حدود ppb ۲۵ مربوط به منطقه جداقایه و کم ترین مقدار آن نیز در نمونه های منطقه دزج با حدود ppb ۲ اندازه گیری شد. پس از جداقایه، مناطق دلبران، نارنجک و حاجی آباد بیش ترین مقدار آرسنیک در بخش خوراکی را دارا می باشند. در صد جذب آرسنیک در بخش خوراکی نمونه ها به نسبت پوست نیز متغیر بوده به طوری که از حدود ۶ تا ۴۴ درصد اندازه گیری شده است. در جدول ۱، غلظت آرسنیک در بخش خوراکی و پوست نمونه های سیب زمینی در محدوده مطالعاتی و درصد جذب آنها ارایه شده است.

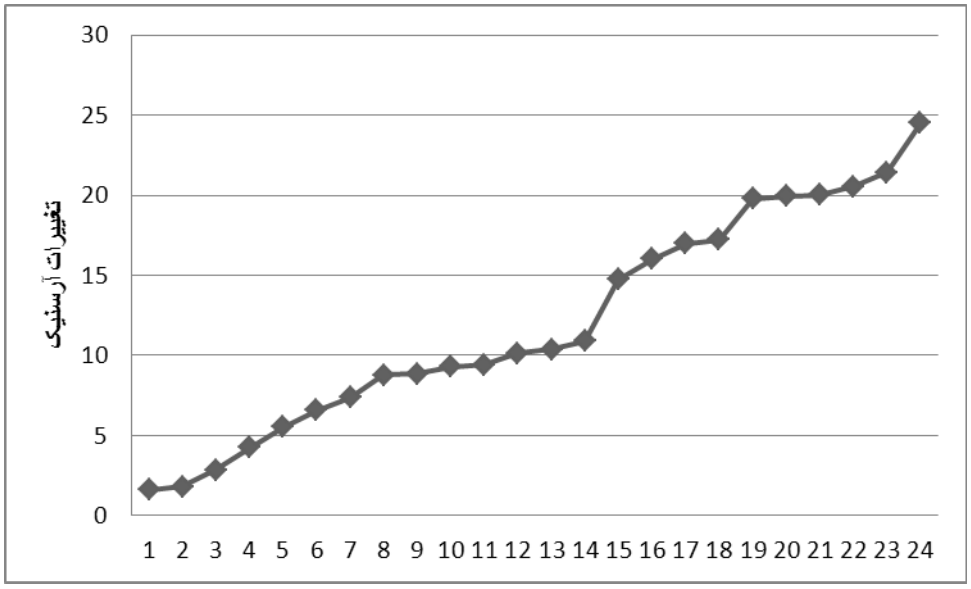
جدول ۱- غلظت عنصر آرسنیک (ppb) در بخش خوراکی و پوست نمونه های سیب زمینی و درصد جذب

ردیف	مکان نمونه برداری	شماره نمونه	مقدار آرسنیک بخش خوراکی (ppb)	مقدار آرسنیک پوست (ppb)	درصدجذب بخش خوراکی نسبت به پوست
۱	جداقایه	۱-۱	۱۷/۲۳	۳۱/۲	۵۵/۲۲
۲		۱-۲	۲۴/۵۲	۲۹/۱۷	۸۴/۰۵
۳	زنگ آباد	۲-۱	۸/۸۴	۳۰/۸۵	۲۸/۶۵
۴		۲-۲	۱۰/۱۲	۲۹/۷۶	۳۴
۵	نارنجک	۳-۱	۲۰/۵۴	۳۴/۲۶	۵۹/۹۵
۶		۳-۲	۱۹/۹۵	۳۰/۲۹	۶۵/۸۶
۷	ناظم آباد	۴-۱	۶/۵۶	۴۰/۵۳	۱۶/۱۸
۸		۴-۲	۲/۸۴	۴۰/۳۱	۷/۰۴
۹	دزج	۵-۱	۱/۶۱	۱۶/۱۵	۹/۹۷
۱۰		۵-۲	۱/۸۲	۳۳/۲۱	۵/۴۸
۱۱	صندوق آباد	۶-۱	۱۰/۹	۵۰/۷	۲۱/۵

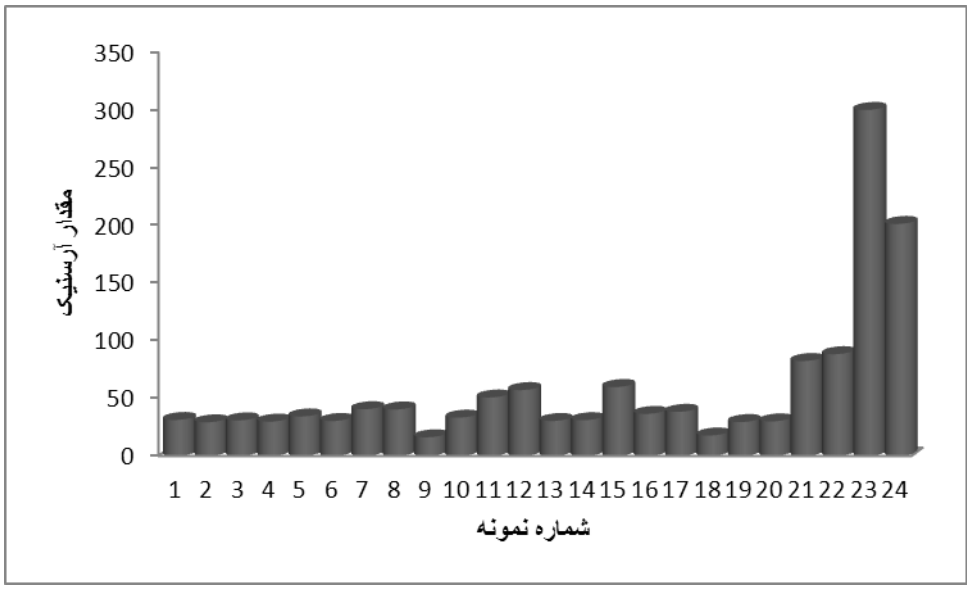
۱۲		۶-۲	۹/۴۲	۵۷/۱۲	۱۶/۴۹
۱۳	تازه آباد	۷-۱	۹/۳۱	۳۰/۳۲	۳۰/۷
۱۴		۷-۲	۱۰/۳۹	۳۰/۹۹	۳۳/۵۳
۱۵	ورودی دهگلان	۸-۱	۱۶/۹۷	۵۹/۷۷	۲۸/۳۹
۱۶		۸-۲	۱۴/۷۵	۳۶/۴۷	۴۰/۴۴
۱۷	سریش آباد	۹-۱	۴/۲۴	۳۸/۲۳	۱۱/۰۹
۱۸		۹-۲	۵/۵۱	۱۷/۶۹	۳۱/۱۵
۱۹	ورودی قروه	۱۰-۱	۸/۷۶	۲۹/۳۶	۲۹/۸۴
۲۰		۱۰-۲	۷/۳۶	۲۹/۹۷	۲۴/۵۶
۲۱	دلبران	۱۱-۱	۲۰/۰۱	۸۲/۳۷	۲۴/۲۹
۲۲		۱۱-۲	۲۱/۴۴	۸۸/۲۸	۲۴/۲۸
۲۳	حاجی آباد	۱۲-۱	۱۹/۰۸	۳۰۰/۲۳	۶/۵۹
۲۴		۱۲-۲	۱۶/۰۲	۲۰۱/۳۳	۷/۹۶
جمع جبری			۲۸۸/۹۱	۱۳۶۸/۵۶	۶۸۹/۲۵
میانگین			۱۲/۰۳۸	۵۷/۰۲۳	۲۸/۷۲
انحراف معیار			۶/۸۳۱	۶۳/۸۴۲	۲۰/۰۶۸



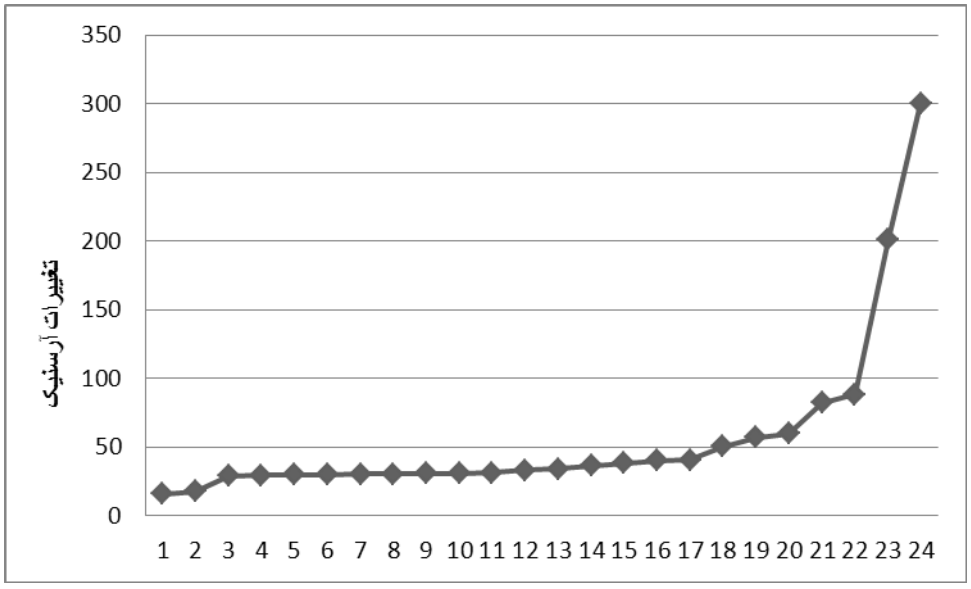
نمودار ۱- مقدار آرسنیک در بخش خوراکی نمونه های سیب زمینی بر حسب (ppb)



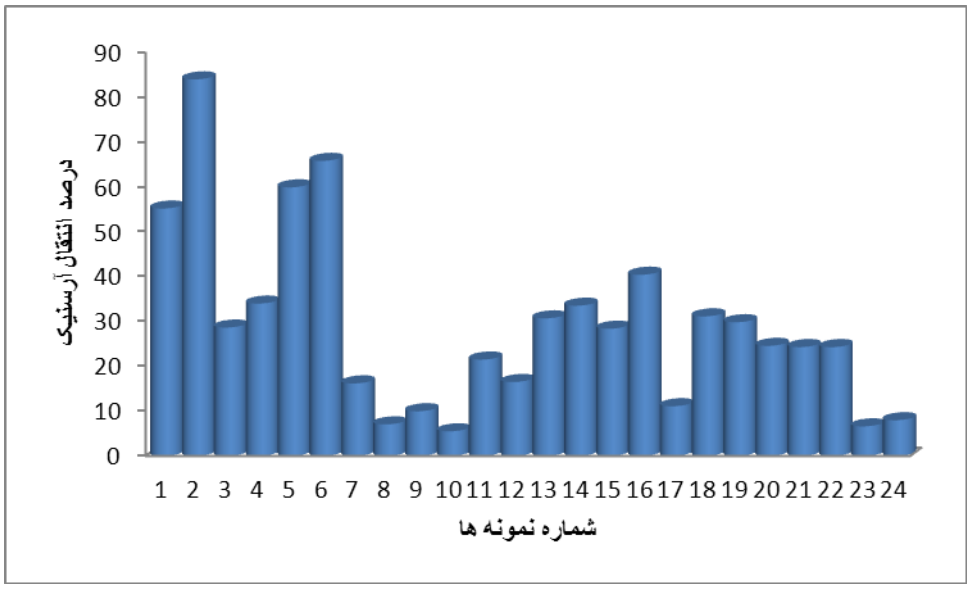
نمودار ۲- نمودار معنی دار مقدار آرسنیک در بخش خوراکی نمونه های سیب زمینی



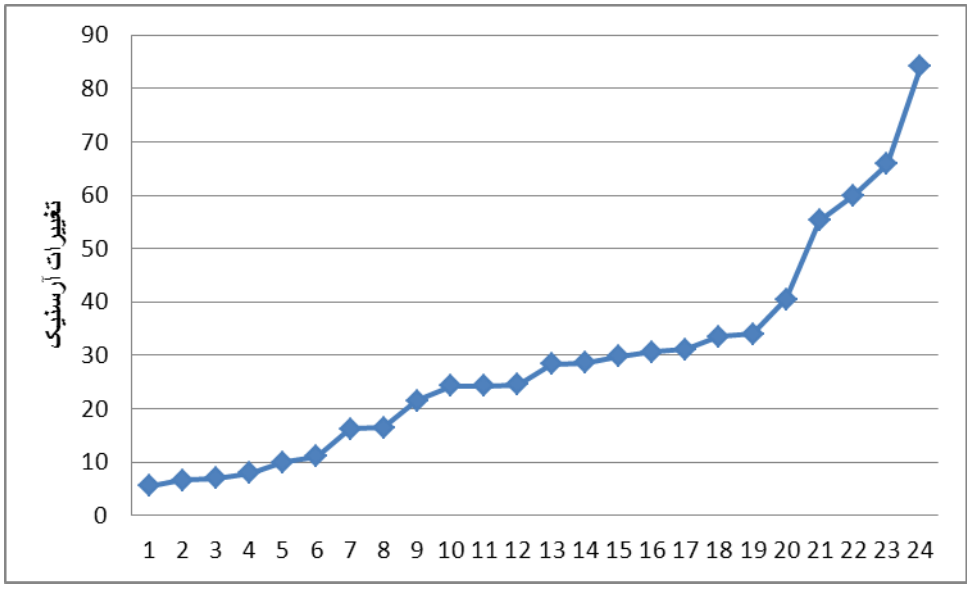
نمودار ۳- مقدار آرسنیک در پوست نمونه های سیب زمینی بر حسب (ppb)



۴- نمودار معنی دار تغییرات درصد جذب آرسنیک در پوست سیب زمینی



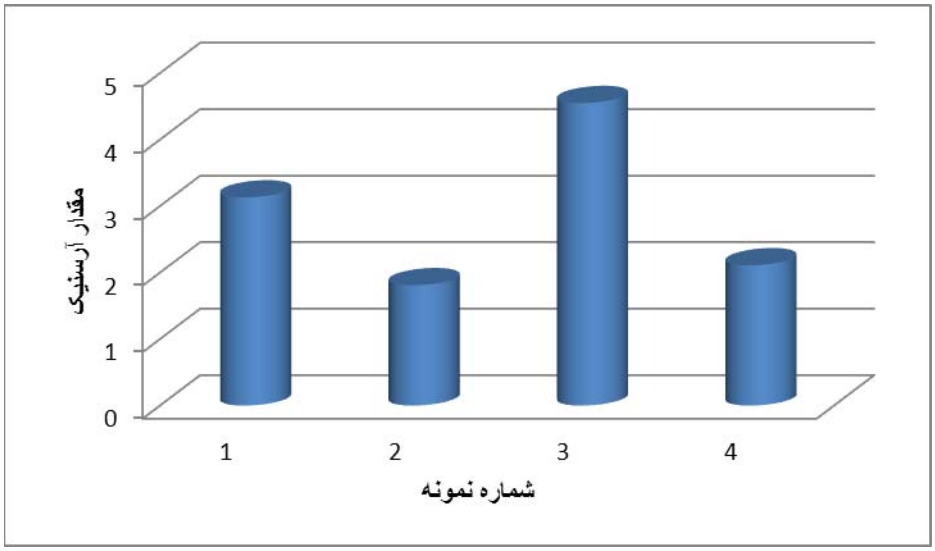
نمودار ۵- مقدار درصد جذب آرسنیک در بخش خوراکی سیب زمینی نسبت به پوست



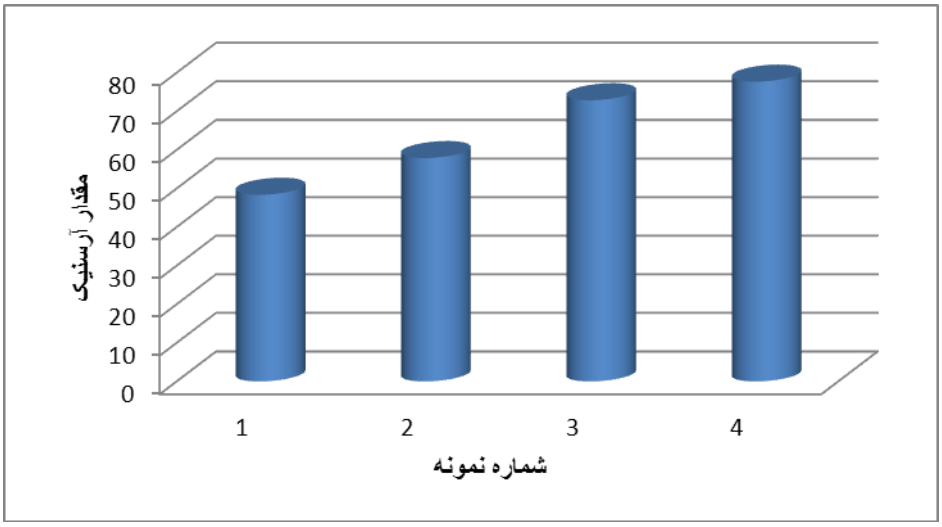
نمودار ۶- نمودار معنی دار تغییرات درصد جذب آرسنیک در بخش خوراکی سیب زمینی نسبت به پوست

جدول ۲- غلظت عنصر آرسنیک بر حسب (ppb) در بخش خوراکی و پوست نمونه های هویج و درصد جذب

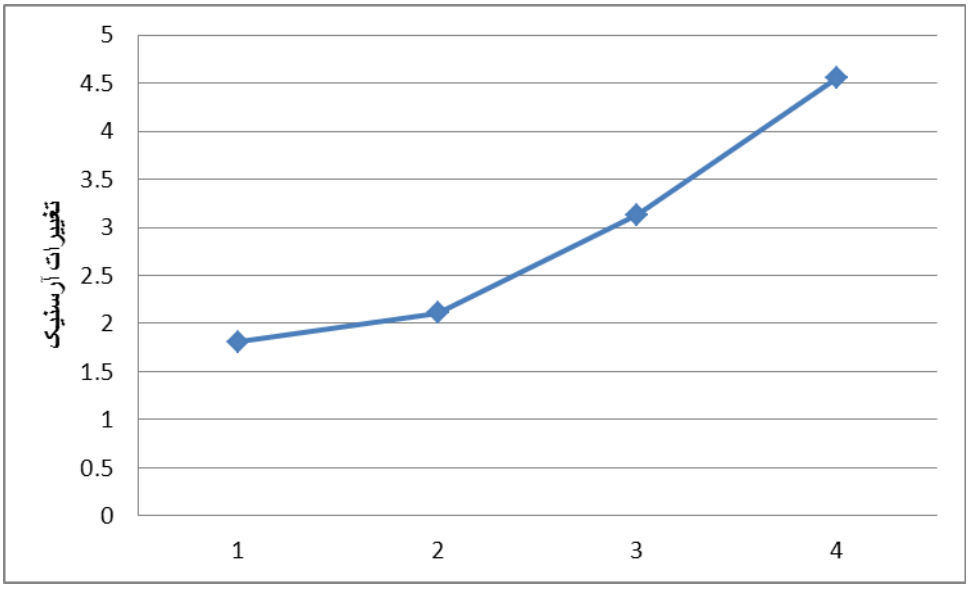
نمونه هویج	۱۳-۱	۱۳ -۲	۱۳ -۳	۱۳ -۴	جمع	میانگین
بخش خوراکی	۳/۱۳	۱/۸۱	۴/۵۵	۲/۱۱	۱۱/۶	۲/۹
پوست	۵۷/۹۰	۴۸/۳۸	۷۷/۷۷	۷۲/۸۸	۲۵۶/۹۳	۶۴/۲۳
درصدجذب بخش خوراکی به پوست	۵/۴۰۳	۳/۷۴	۵/۸۵	۲/۸۹	۴/۵۱	۴/۴۷



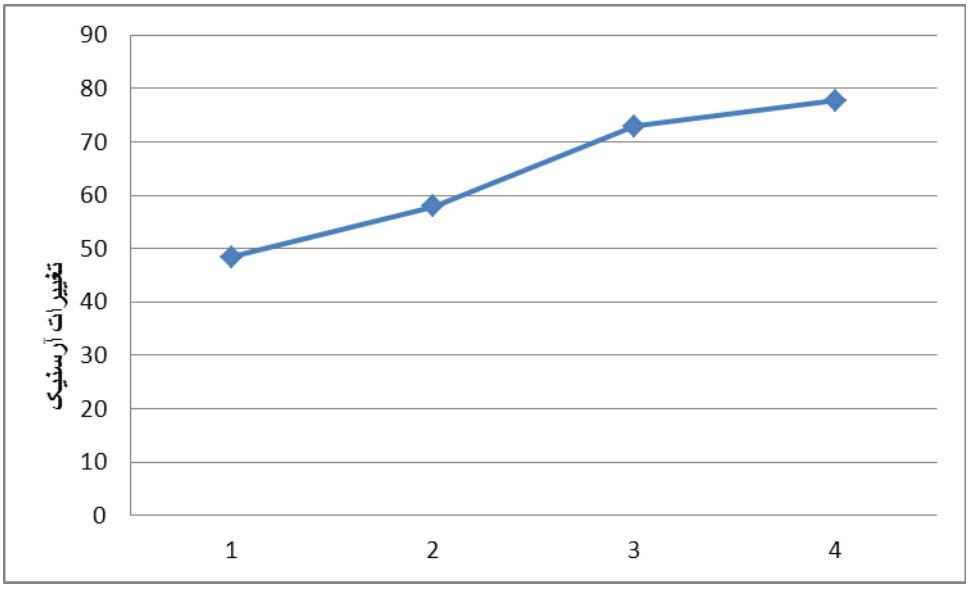
نمودار ۷- مقدار آرسنیک در بخش خوراکی نمونه های هویج بر حسب (ppb)



نمودار ۸- مقدار آرسنیک در پوست نمونه های هویج بر حسب (ppb)



نمودار ۹- نمودار معنی دار تغییرات آرسنیک در نمونه های بخش خوراکی هویج



نمودار ۱۰- نمودار معنی دار تغییرات آرسنیک در نمونه های پوست هویج

پردازش آماری

با توجه به نتایج به دست آمده نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نر م افزار SPSS و معادله رگرسیون با متد Enter مورد بررسی و تحلیل آماری قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد تعیین شد ($p = ۰/۰۵$)

نتایج به دست آمده از روش آماری فوق برای اعداد به دست آمده در نمونه های سیب زمینی، با توجه به اینکه ۲ نمونه دارای مقدار بسیار زیاد و متفاوت با بقیه نتایج بوده است، لذا با در نظر گرفتن تمامی ارقام به دست آمده، با خطای ۵٪ معنی دار نبوده اما با حذف ۲ مورد فوق، نتایج به دست آمده با ضریب خطای ۵٪ معنی دار می باشد.

در مورد نمونه های هویج، محاسبات آماری و مدل خطی در سطح ۵٪ معنی دار می باشد.

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	POOST[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: khooraki

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.439[a]	.193	.153	6.3231

a. Predictors: (Constant), POOST

b. Dependent Variable: khooraki

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	191.402	1	191.402	4.787	.041[a]
	Residual	799.625	20	39.981		
	Total	991.027	21			

a. Predictors: (Constant), POOST

b. Dependent Variable: khooraki

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.962	3.280		1.513	.146
	POOST	.166	.076	.439	2.188	.041

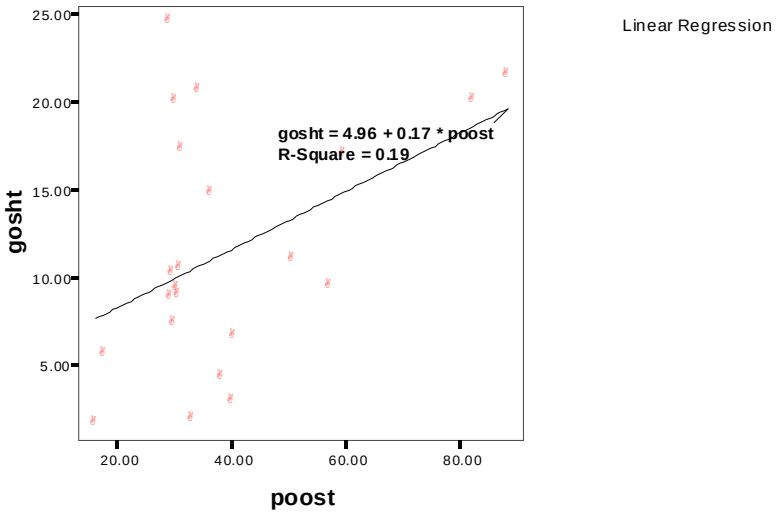
a. Dependent Variable: khooraki

Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	7.6428	19.6173	11.5041	3.0190	22
Residual	-8.8137	14.7157	6.863E-16	6.1707	22
Std. Predicted Value	-1.279	2.687	.000	1.000	22
Std. Residual	-1.394	2.327	.000	.976	22

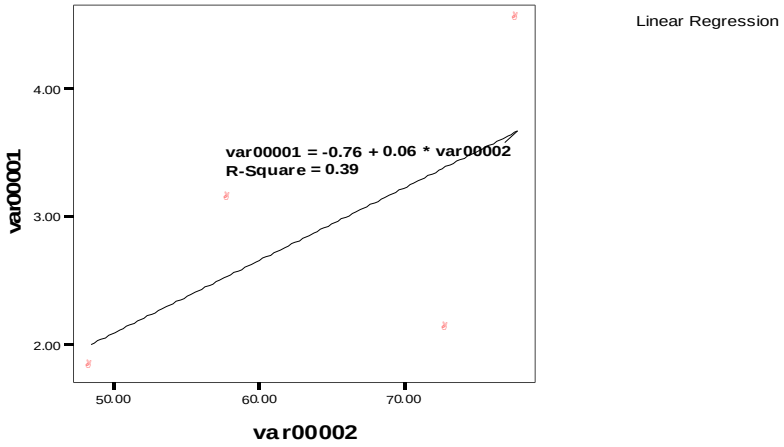
a. Dependent Variable: khooraki

Interactive Graph



نمودار ۱۱- نمودار خطی نتایج نمونه های سیب زمینی

Interactive Graph



نمودار ۱۲- نمودار خطی نتایج نمونه های هویج

بحث و نتیجه گیری

همان طور که قبلا نیز ذکر گردید،ارایه یک الگوی مشخص برای میزان استاندارد در مورد مواد غذایی امکان پذیر نبوده و اصولا نمی تواند از اعتبار لازم برخوردار باشد. به همین جهت در اغلب کشورهای جهان، تفاوت هایی در تعیین میزان استاندارد آلاینده ها در مواد غذایی وجود دارد که عمدتا ناشی از عادات غذایی و همچنین ویژگی های خاص مرتبط با اقلیم صنعت و کشاورزی است(۱). این امر برای بسیاری از مواد غذایی از جمله سیب زمینی و هویج نیز وجود داشته و استانداردی برای میزان آرسنیک در گونه های گیاهی فوق ارایه نگردیده است. اما استاندارد آرسنیک در آب بین صفر(بیش ترین سطح مطلوب آلاینده) و۰/۰۵ میلی گرم در لیتر (بیش ترین سطح مجاز لازم الاجرا) می باشد که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا ارایه شده است.

در نتایج به دست آمده، از ۲۴ نمونه اندازه گیری شده سیب زمینی، در ۱۱ نمونه (۴۵/۸٪) مقدار آرسنیک کم تر از ۱۰، در ۹ نمونه (۳۷/۵ ٪) مقدار آرسنیک بین ۱۰ تا ۲۰ و در ۴ نمونه دیگر(۱۶/۶٪) نیز مقدار آرسنیک بین ۲۰ تا ۲۵ قسمت در میلیارد به دست آمده است.

این مقدار در مقایسه با استاندارد ۵۰ قسمت در میلیارد آرسنیک در آب شرب در ایران کم تر می باشد که البته همان طورکه قبلا نیز اشاره شد، معیار مناسبی برای عدم آلودگی منابع غذایی فوق نمی باشد.

در بین مناطق نمونه برداری شده، نمونه های ۷ روستا دارای مقدار آرسنیک کم تر از ۱۰ قسمت در میلیارد می باشد. در۳ منطقه مقدار آرسنیک در سیب زمینی بین ۲۰-۱۰ و در ۲ منطقه نیز بیش تر از ۲۰ و کم تر از ۲۵ قسمت در میلیارد اندازه گیری شده است.

بیش ترین مقدار آرسنیک در بخش خوراکی در بین نمونه ها، در نمونه شماره ۱ و کم ترین مقدار در نمونه شماره ۵ مشاهده گردیده است.

این در حالی است که میزان آرسنیک اندازه گیری شده در پوست نمونه ها بسیار بیش تر بوده به طوری که از ۱۶ تا ۳۰۰ قسمت در میلیارد متغیر می باشد.

از بین نمونه های اندازه گیری شده، ۱۷ نمونه دارای آرسنیک کم تر از ۵۰ (۷۰/۸٪)، تعداد ۵ نمونه دارای آرسنیک بین ۱۰۰ – ۵۰ (۲۰/۸٪) و تنها در ۲ نمونه مقدار آرسنیک

اندازه گیری شده بسیار بالا و بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ قسمت در میلیارد بوده است.

در نمونه های اندازه گیری شده، بیش ترین مقدار آرسنیک در پوست نمونه های شماره ۱۱ و ۱۲ و کم ترین مقدار در پوست نمونه های شماره ۵ مشاهده گردیده است.

اما موضوع دیگری که در این تحقیق مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت، نسبت آرسنیک در بخش خوراکی سیب زمینی به مقدار آن در پوست می باشد. این مقدار که در تمامی نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت، تغییرات و اختلاف قابل توجهی دارد به طوری که نسبت جذب از حدود ۶ تا ۸۴ ٪ متفاوت می باشد.

البته در حدود ۸۲٪ نمونه ها، درصد جذب در بخش خوراکی نسبت به پوست سیب زمینی کم تر از ۵۰٪ بوده که در این بین بیش ترین مقدار مربوط به میزان ۲۰ تا ۳۰ ٪ و سپس میزان کم تر از ۱۰ ٪ می باشد. تنها در ۴ مورد نسبت فوق بیش از ۵۰٪ بوده که مربوط به ۲ منطقه می باشد.

در نمونه های هویج، نتایج بدست آمده در جدول ۲ نمایانگر مقدار کم آرسنیک در گیاه فوق بوده است، به طوری که این مقدار در ۴ نمونه مورد آزمایش، بین ۱/۸ تا ۴/۵ قسمت در میلیارد اندازه گیری شده است.

میزان آرسنیک موجود در پوست هویج نسبتا بالا و از حدود ۴۸ تا ۷۸ قسمت در میلیارد متغیر بوده است. این در حالی است که مقدار جذب آرسنیک در بخش خوراکی هویج نسبت به پوست آن از حداقل ۲/۸ تا حداکثر ۵/۸ می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده، مقدار آرسنیک در برخی مناطق دشت قروه، در محصولات سیب زمینی مقدار بالایی دارد اما از آن جا که استاندارد خاصی برای مواد غذایی در این خصوص در کشور وجود ندارد و مقادیر به دست آمده کم تر از حد مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی می باشد، لذا نمی توان به صراحت در خصوص آلودگی محصولات ریشه ای در مناطق مورد مطالعه صحبت نمود.اما آنچه مسلم است، احتمال آلودگی در افرادی که این مواد جزء منابع اصلی غذایی آن ها بوده و میزان مصرف سیب زمینی در برنامه غذایی آن ها بالا باشد، بیش از افرادی است که به مقدار کم تر از مواد گیاهی فوق استفاده می نمایند.

از طرف دیگر، با توجه به بالا بودن آرسنیک در پوست سیب زمینی و پایین بودن نسبت انتقال به بخش خوراکی گیاه، با جدانمودن پوست سیب زمینی (که در خیلی از موارد هنگام مصرف صورت می پذیرد) می توان خطرات احتمالی ناشی از مصرف سیب زمینی آلوده به آرسنیک را تا حد قابل توجهی کاهش داد.

این امر در مورد گیاه هویج شدت پایین تری دارد و احتمالا با توجه به ریشه های وسیعی که گیاه هویج دارد، مقدار زیادی از آرسنیک جذب ریشه شده و انتقال آن به پوست و بخش خوراکی گیاه کم تر می باشد. اما باز هم جدا نمودن پوست هویج در هنگام مصرف، می تواند خطرات احتمالی آلودگی افراد به آرسنیک را از مصرف این گیاه به حداقل برساند.

منابع

۱. اطهر، محمد وب. و هورا، ترجمه افشین اکبرپور و فریبرز نصری، "فلزات سنگین و محیط زیست"، انتشارات دانشگاه آزاد سنندج، ۱۳۸۵

۲. براتی، امیر هوشنگ، "بررسی منابع آب شرب روستایی بر اساس پارامترهای استاندارد ملی در شهرستان بیجار و قروه از توابع استان کردستان"، انتشارات دانشگاه کردستان، ۱۳۸۳.

3. Kariminezhad,Tahsin, Spatial variability of As and Cd concentration in relation to land use, parent material and soil properties in topsoil’s of northern ghorveh, Kurdistan province Iran Word applied science journal, November 2010

۴. اسماعیلی ساری، عباس، "آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست"، انتشارات نقش مهر، ۱۳۸۱

۵. هادیانی،محمد رسول، "اندازه گیری میزان آرسنیک در مواد غذایی با روش جذب هیدریدی"، اداره کل آزمایشگاه های کنترل غذا و دارو، ۱۳۸۶

۶. سازمان انرژی اتمی،" بررسی و تحقیق جهت تعیین میزان آرسنیک در چندین نوع محصولات کشاورزی، دامی و نمونه های آب روستاهای علی آباد ، گوندک شهرستان بیجار و قوچان ، گیلکلو از شهرستان قروه در استان کردستان"، ۱۳۸۴.

7. Binbing Han, J. Zimbron, M.N. Karim, S.R. Wickramasinghe and Z. Shen (2004):“Arsenic removal by Coagulation and filtration: “Comparison of ground waters from the United States and Bangladesh” Desalination, 169: 231 - 244.
8. XiaoguangI Meng, Sunbaek Bang and George P. Korfiatis (2000): “Effect of silicate, sulfate and carbonate on arsenic removal by ferric chloride”. Water Research, 34: 1255-1261.
9. Ficek, K.J. (1996): “Remove heavy metals with green sand /permanganate” water technology, 19 (4), 84-88.
10. Jonstone R., Heijnen H. (2001): “Safe water technology For arsenic removal” chapter 6 in: United Nations synthesis Report on Arsenic in Drinking water, aaa.who.org.
11. Jain, A., Loeppert, R.H (2000): “Effect of comparing anions on the adsorption of arsenate and arsenic by ferri-hydrite”. Journal Envir. Qual., 29: 1422-1430.
12. Umetus, Y.and Nishimura. T. (2001): “Oxidative precipitation of arsenic (III) with manganess (II) and Iron (II) in dilute acidic solution by Ozone”. Hydrometallurgy, 62: 83-92.
13. Min Jang, Weifang Chen, Jiying Zou, Fred S. Cannon, and Brian A. Dempsey (2007): “Arsenic removal by Iron-modified actived carbon”. Water Research, 41, 1851- 1858.