بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامي

واحد شاهرود

دانشکده مهندسی شیمی

پايان نامه براي دريافت درجه کارشناسي ارشد « M.Sc.»

گرایش:محیط زیست

عنوان :

گیاه پالایی عنصر آرسنیک توسط گیاه آبزی تیرکمان آبی

استاد راهنما:

دکتر امین خادمی

استاد مشاور:

دکتر سید رضا فاطمی طلب

نگارش :

ایمان امیری

پاییز 1392

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Shahrood Branch

Faculty of Engineering Department of Chemical Engineering
((M.Sc.)) Thesis
On Environment

Subject:

ARSENIC ELEMENT HERB PURIFY WITH ALISMATACEAE HYDROPHYTE

Thesis Advisor:
Amin Khademi Ph.D.

Consulting Advisor:
Seyd Reza Fatemi Talab Ph.D.

By:
Iman Amiri

2013

با تشکر و سپاس از آقایان دکتر خادمی و فاطمی طلب که در راه تهیه و تدوین این پایان نامه از هیچ کوشش و استعانتی دریغ ننمودند

به پیشگاه یگانه گوهر زندگیم

مادرم

که همواره برایم اسوه صبر و فداکاری است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده..... 1

مقدمه..... 2

فصل اول : کلیات

1-1.اهداف تحقیق..... 4

1-1-1.اهداف اصلی..... 4

1-1-2.اهداف فرعی..... 4

1-2.سوابق تحقیق..... 4

1-2-1. سوابق داخلی..... 4

1-2-2. سوابق خارجی..... 7

فصل دوم :

2-1. آرسنیک..... 11

2-1-1. خواص فیزیکی..... 11

2-1-2. خواص شیمیایی..... 11

2-1-3. منابع تولید..... 12

2-1-4. مصارف عمده..... 12

2-1-5. تاثیرات زیست محیطی..... 13

2-2. تیرکمان آبی..... 13

2-2-1. گیاهچه..... 14

2-2-2. محل رشد و پراکنش..... 14

2-2-3. اندام های رویشی..... 14

2-2-4. اندام های زایشی..... 14

2-3. روش های گیاه پالایی..... 15
2-3-1. *Rhyzofiltiration*..... 15
2-3-2. *Phytostabilization*..... 16
2-3-3. *Phytovolatilization*..... 16
2-3-4. *Phytoextraction*..... 17
2-3-5. *Phytodegration*..... 18
2-4. روش های حذف فلزات سنگین..... 19
2-4-1. اسمز معکوس..... 19
2-4-2. الکترودیالیز..... 19
2-4-3. الترافیلتریشن..... 19
2-4-4. تبادل یونی..... 19
2-4-5. جذب زیستی..... 19
2-4-6. رسوب شیمیایی..... 20
2-5. روشهای اندازه گیری فلزات سنگین..... 20
2-5-1. روشهای شیمیائی کالریمتریک..... 20
2-5-2. روشهای دستگاهی..... 20
2-5-2-1. طیف سنجی جذب اتمی (AAS)..... 20
2-5-2-2. طیف سنجی جذب اتمی همراه با سیستم فلیم (FAAS)..... 21
2-5-2-3. طیف سنجی جذب اتمی همراه با کوره گرافیتی (GFAAS)..... 21
2-5-2-4. طیف سنجی جذب اتمی همراه با سیستم تولید هیدرید (MHS)..... 22

فصل سوم :

3-1. مشخصات منطقه مورد مطالعه..... 24
3-1-1. موقعیت جغرافیایی..... 24
3-1-2. وضعیت آب و هوایی..... 25
3-1-3. اقلیم منطقه مورد مطالعه..... 25

2-3. روش تحقیق 27

1-2-3. تعیین ایستگاه نمونه برداری 27

2-2-3. زمان نمونه برداری 28

3-2-3. نحوه نمونه برداری 28

4-2-3. تعیین میزان آرسنیک در نمونه ها 28

5-2-3. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات 29

فصل چهارم :

1-4. میزان غلظت آرسنیک در آب دریاچه 31

2-4 مقایسه میزان جذب آرسنیک اندام های مختلف تیرکمان آبی و میزان 31

1-2-4. مقایسه میزان جذب آرسنیک در ساقه تیرکمان آبی در ماه های مختلف 31

2-2-4. مقایسه میزان جذب آرسنیک در برگ تیرکمان آبی در ماه های مختلف 33

3-2-4. مقایسه میزان جذب آرسنیک در ریشه تیرکمان آبی در ماه های مختلف 34

4-2-4. مقایسه میزان اسیدیته آب دریاچه مورد مطالعه 36

5-2-4. مقایسه میزان جذب آرسنیک در اندام های مختلف تیرکمان آبی در ماه های مختلف..... 37

3-4. نسبت غلظت در اندام هوایی به زیرزمینی 39

فصل پنجم :

1-5. بحث و نتیجهگیری 41

1-1-5. جذب آرسنیک در ساقه 41

2-1-5. جذب آرسنیک در برگ 41

3-1-5. جذب آرسنیک در ریشه 41

2-5. پیشنهادات 42

پیوست ها

نمودارها

پ -1. 46

پ-2 46

پ-3. 47

فهرست نمودارها

عنوان صفحه

نمودار 3-1: نمودار آمبرومتریک شیراز 26

نمودار 4-1: اثر زمان بر میزان غلظت آرسنیک در ساقه تیرکمان آبی 32

نمودار 4-2: اثر زمان بر میزان غلظت آرسنیک در برگ تیرکمان آبی 34

نمودار 4-3: اثر زمان بر میزان غلظت آرسنیک در ریشه تیر کمان آبی 35

نمودار 4-4: اثر زمان بر میزان اسیدیته در آب دریاچه مورد مطالعه 37

نمودار 4-5: اثر زمان بر میزان غلظت آرسنیک در اندام های تیرکمان آبی و میزان اسیدیته آب دریاچه 38

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

جدول 2-1: خواص فیزیکی عنصر آرسنیک 11

جدول شماره 2-2: خواص شیمیایی آرسنیک.....12

جدول 3-1: آمار شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه (دوره 1372 تا 1392) 25

جدول 4-1: میزان غلظت آرسنیک در آب دریاچه در ماه های مورد مطالعه 31

جدول 4-2: تجزیه واریانس میزان جذب آرسنیک در ساقه گونه تیرکمان آبی 31

جدول 4-3: نتایج آزمون دانکن در مورد اختلاف میانگین جذب آرسنیک در ساقه گونه تیر کمان آبی در ماه های مورد مطالعه..... 32

نمودار 4-1: اثر زمان بر میزان غلظت آرسنیک در ساقه تیرکمان آبی 33

جدول 4-5: نتایج آزمون دانکن در مورد اختلاف میانگین جذب آرسنیک در برگ گونه تیر کمان آبی در ماه های مورد مطالعه..... 33

جدول 4-6 : تجزیه واریانس میزان جذب آرسنیک در ریشه گونه تیرکمان آبی 34

جدول 4-7: نتایج آزمون دانکن در مورد اختلاف میانگین جذب آرسنیک در ریشه گونه تیر کمان آبی در ماه های مورد مطالعه..... 35

جدول 4-8: تجزیه واریانس میزان اسیدیته آب دریاچه مورد مطالعه 36

جدول 4-9: نتایج آزمون دانکن در مورد مقایسه اختلاف میانگین میزان اسیدیته آب دریاچه در ماه های مورد مطالعه..... 36

جدول 4-10: تجزیه واریانس میزان اسیدیته آب دریاچه مورد مطالعه 37

جدول 4-11: نتایج آزمون دانکن در مورد مقایسه اختلاف میانگین میزان جذب آرسنیک در اندام های مختلف مورد مطالعه..... 38

جدول 4-12: نسبت غلظت آرسنیک در اندام هوایی به زیرزمینی در گونه تیرکمان آبی.....39

فهرست نقشه ها

عنوان صفحه

نقشه 3-1: موقعیت منطقه مورد مطالعه 24

نقشه 3-2: پهنه بندی اقلیم استان فارس 26

نقشه شماره 3-3: عکس ماهواره ای منطقه مورد مطالعه 27

منابع و ماخذ

فهرست منابع فارسی 43

فهرست منابع غیر فارسی 44

چکیده به زبان انگلیسی

..... 48

چکیده

آرسنیک یکی از مهم ترین آلاینده های آب های سطحی و زیرزمینی است که اثرات زیانبار آن بر سلامتی انسان و طبیعت اثبات شده است، لذا در طی سال های اخیر روش گیاه پالایی در حذف آلاینده های مختلف از آب مورد توجه محققین قرار گرفته است. این تحقیق با هدف بررسی امکان استفاده از گیاه تیرکمان آبی در جهت کاهش یا حذف آرسنیک از آب دریاچه کشتارگاه صنعتی شیراز صورت گرفت. به منظور سنجش توانایی گیاه تیرکمان آبی در جذب آرسنیک از آب، این گیاه در اسفند ماه در اطراف دریاچه مذبور کشت و در پایان ماه های مختلف بهار و تابستان نمونه هایی از برگ، ریشه و ساقه جمع آوری گردید و میزان غلظت آرسنیک موجود در هر یک از آنها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازهگیری شد. همچنین برای تعیین میزان اسیدیته و غلظت آرسنیک در آب نمونه هایی از آن برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج بررسی نشان می دهد که میزان جذب در اندام زیرزمینی بیش از اندام های هوایی بوده بطوریکه ریشه، ساقه و برگ به ترتیب با 5/89، 2/75 و 1/29 ppm بیشترین میزان جذب را دارند. همچنین میزان انتقال از ریشه به اندام های هوایی در این گیاه پایین می باشد. سایر نتایج نشان می دهد که با افزایش دمای هوا و تبخیر آب دریاچه، میزان اسیدیته از فروردین تا شهریور ماه کاهش می یابد و در طی این مدت میزان غلظت آرسنیک در آب دریاچه افزایش می یابد. همچنین بررسی های صورت گرفته حاکی از این است که با گرم شدن هوا در نتیجه کاهش اسیدیته و افزایش غلظت آرسنیک در آب دریاچه، میزان غلظت این عنصر در اندام های مختف گیاه تیرکمان آبی نیز افزایش می یابد، بطوریکه بیشترین میزان غلظت آرسنیک در شهریور ماه مشاهده می شود.

کلمات کلیدی: تیرکمان آبی، آرسنیک، گیاه پالایی، فاضلاب کشتارگاه

مقدمه

آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین با توجه به اثرات آن ها در به خطر افتادن سلامتی انسان ها، سمیت گیاهان و اثرات طولانی مدت که بر حاصلخیزی خاک می گذارند، تبدیل به یک نگرانی جهانی شده است (Tu,2002). فلزات سنگین آلاینده های پایداری هستند که در برابر تجزیه مقاوم می باشند و با تجمع در رسوبات میتوانند به عنوان یک مسئله مخاطره آمیز در ابعاد مختلف و بطور جدی محل زیست انسان ها و سایر موجودات زنده را به خطر بیاندازند(Mehrag,2003). از متداول ترین فلزات سنگین در مناطق آلوده آرسنیک است که از منابع گوناگون به زیست بوم، پیکره گیاهان و در نهایت زنجیره غذایی راه یافته و خسارات جدی به بار می آورند (Zhao,2009). پاک سازی آب ها و خاک های آلوده به راه حلی فنی، کارآمد و ارزان نیاز دارد(رضی کرد محله، 1387). تکنولوژی های پالایشی رایج مانند ته نشینی شیمیایی، استخراج با حلال، جداسازی غشایی، تبادل یونی، اسمز معکوس، جذب بیولوژیکی و ... دارای هزینه های بالای عملیاتی بوده و بطور کلی غیر اقتصادی می باشند و در نهایت موجب آلودگی بخشی دیگری از زیست بوم می گردند(تقی زاده، 1387)و(Chaney,1997). بنابراین نیاز به بکار گیری روش های موثرتر که افزون بر رفع آلودگی در محل، کم هزینه بوده و اثرات جانبی آن سلامت محیط زیست را به خطر نیاندازد، بسیار حیاتی است(Pivetz,2001). در سال های اخیر پژوهشگران روش نوینی را با استفاده از گیاهان برای پالایش آلودگی ها بنیان نهاده اند که گیاه پالایی نام گرفته است. گیاه پالایی یک تکنیک در حال گسترش و دوستدار محیط زیست است که از گیاهان مناسب برای پالایش محیط زیست آلوده استفاده می کند(Singh,2000). گیاه پالایی به روش های مختلفی انجام می گیرد که هر کدام مکانیسم متفاوتی برای پالایش مناطق آلوده دارند(Raskin,2000). از انواع روش های گیاه پلایی می توان به ریشه صافی، گیاه تثبیتی، گیاه تصعیدی و گیاه جذبی اشاره نمود(Kumar,1995). گیاه جذبی در بین انواع روش های گیاه پالایی، رایج ترین است و در اغلب تحقیقات بر این جنبه تاکید شده است(Lasat,2003). در گیاه جذبی دو گروه از گیاهان مورد توجه هستند: گونه های گیاهی فرا انباشت که قادر به تجمع و مقاومت به سطوح بالایی از فلزات هستند و گونه های گیاهی با زیست توده بالا که تجمع کمتر فلز را با تولید زیست توده بالا جبران می کند(Singh,2000).

با توجه به ذبح انواع دام وطیور در کشتارگاه صنعتی شیراز و ورود اجزاء لاینفک ذبح مانند خون و محتویات معده و روده دام ها به فاضلاب کشتارگاه و تجمیع این موارد با فاضلاب انسانی و سایر روان آب ها و ورود این موارد به دریاچه کشتارگاه صنعتی شیراز و به دنبال آن ورود انواع آلاینده ها بخصوص فلزات سنگین و برخی مواد قلیایی به داخل دریاچه که می تواند منجر به اختلال در اکوسیستم منطقه و حتی آلوده کردن آب های زیرزمینی گردد ، لذا تصفیه و حذف آلودگی ها از این دریاچه حیاتی بنظر می رسد .

هدف از این تحقیق بررسی نوع گونه گیاه تیر کمان ابی و همچنین توانایی آن در گیاه جذبی فلز سنگین ارسنیک است.

فصل اول

اهداف و سوابق

1-1.اهداف تحقیق

1-1-1.اهداف اصلی

بررسی میزان جذب آرسنیک در اندام های مختلف گیاه تیرکمان آبی

بررسی تاثیر زمان و PH آب در میزان جذب آرسنیک در گیاه تیرکمان آبی

1-1-2.اهداف فرعی

کاهش هزینه های تصفیه

رسیدن به یک چرخه تصفیه دایمی

1-2.سوابق تحقیق

1-2-1. سوابق داخلی

سازمان پارکها و فضاي سبز شهرداري تهران (1373)، در بررسي ميزان جذب سرب در برخی از گونه های زینتی پارکهاي شهر تهران، به اين نتيجه رسيد كه ميزان جذب سرب در گونه های مورد مطالعه در فصل زمستان به ترتيب ماگنوليا < پاپيتال < برگ بو < سرو < كاج < ترون بوده و بيشترين ميزان جذب سرب در برگهاي اين گياهان در فاصله زمانی اواسط دی ماه تا اوایل اسفند ماه اتفاق افتاده است. در حاليكه ميزان جذب سرب در گونه های مورد مطالعه در فصل تابستان به ترتيب كاج < پاپيتال < ترون < ماگنوليا < برگ بو < چنار بوده و بيشترين غلظت سرب در اين گياهان در اواخر شهريور ماه مشاهد شده است.

شاه منصوري (1374)، در بررسي اكولوژيك آلودگي ناشي از سرب در رودخانه زاينده‌رود دريافت كه در فصل تابستان غلظت سرب در نمونه‌هاي برداشتي افزايش محسوسي نسبت به ساير فصول دارد. همچنين جلبكهايي كه در نقاط پايين دست رودخانه رشد بيشتري دارند، داراي غلظت بيشتری نسبت به نقاط بالا دست مي‌باشند. از طرفي غلظت سرب در خاك سطحي بيش از خاك عمقي بوده و در فواصل نزديك به رودخانه، غلظت سرب در خاك بيش از ساير نقاط مي باشد.

طيبي (1377)، در بررسي توانايي جلبكهاي آب شيرين در جذب فلزات سنگين به اين نتيجه رسيد كه ميزان جذب عناصر با گذشت زمان افزايش يافته و به مرگ جلبكها و توليد توده جلبكي منتج مي گردد. همچنين نتايج حاكي از آن است كه با توجه به فراواني و سهولت در جمع آوري، كشت و پرورش جلبكها مي توان از آنها به عنوان جاذب هاي بيولوژيك فلزات سنگين استفاده نمود.

كشاورز شكري (1383)، در بررسي تأثير اسيديته خاك بر روي قابليت دسترسي مواد مغذي N.P.K و فلزات سنگين در روند رشد توده هاي دست كاشت توسكاي ييلاقي، افرا پلت و كاج تدا به اين نتيجه رسيد كه بين فلزات سنگين از جمله كادميوم، جيوه و سرب به عنوان آلاينده خاك، با مشخصات رويشي

درختان در تمامي توده هاي دست كاشت مورد نظر يك رابطه معكوس وجود دارد به نحوي كه با افزايش اين عناصر ميزان مواد مغذي به ويژه پتاسيم كاهش يافته و در نتيجه رشد گياه متوقف ميگردد.

يوسف زاده و همكاران (1385)، در بررسی ميزان جذب و توانايی تحمل گياه نی در جذب و انباشت عنصر آرسنيک دريافتند كه گياه ني قادر به جذب ميزان قابل توجهی آرسنيک مي باشد كه از اين مقدار 65% در ريزوم و ريشه گياه انباشته شده است . همچنين نتايج نشان ميدهند كه اين گياه مي تواند به عنوان يك گونه بردبار به آرسنيك معرفي شود.

كريمي وپرمهر (1387)، در مطالعه ای با عنوان بررسي ميزان آرسنيك در آب، خاك و محصولات كشاورزي منطقه بيجار دريافتند كه آب های منطقه بيجار آلوده به آرسنيک می باشد. همچنين دريافتند كه اين آلودگی به خاک اين منطقه نيز وارد شده است. نتايج مطالعات حاكی از آن است كه اين آلودگی توسط گياه گندم كه كشت غالب منطقه است به خوبی جذب شده و بدين ترتيب به چرخه غذايی بوميان منطقه راه يافته است.

نادري و همكاران (1388)، در بررسی تكنيک های گياه پالايی جهت حذف فلزات سنگين، مروری كوتاه بر فن آوری گياه پالايی و برخی از روش های افزايش كارايی آن دارند. آنان همچنين دريافتند موثر بودن فرآيند جذب فلزات سنگين از خاک توسط گياهان، وابسته به ميزان دسترسی گياه به فلز مورد نظر می باشد.

عشقی و همكاران (1388)، در بررسی گونه های گياهی در اطراف معدن سنگ گلالی كه از مناطق آلوده به فلزات سنگين به شمار می آيد دريافتند كه 6 گونه گياهی در اين منطقه زندگی می كنند كه توانايی فوق انباشت فلزات سنگين را دارا می باشند و از آن ها می توان برای پاكسازی نواحی آلوده استفاده نمود.

شايسته و همكاران (1388)، در مطالعه بر روي بيومس ريشه و ساقه و محتواي كلروفيل گياه *Isatis cappadocica* و گياه خاكشير *Isatis cappadocica* از همان خانواده به اين نتيجه رسيدند كه افزايش غلظت آرسنيك اثر معني داري بر روي بيومس و محتواي كلروفيل گياه *I. cappadocica* ندارد در حالي كه در گياه خاكشير كاهش 63 درصدي بيومس بخش هوايي را نشان می دهد. همچنين نتايج حاكی از آن است كه گياه *I. cappadocica* يك گياه بيش انباشتگر آرسنيك است. ايشان همچنين دريافتند كه تغييرات ژنتيكي در يك يا چند ژن باعث اين مقاومت در برابر غلظت هاي خيلي زياد آرسنيك است.

طالبی و همكاران (1388)، در مطالعه ای با عنوان تأثيرغلظت هاي مختلف آرسنيك بر خصوصيات رشدي گياه لوبيا در محيط كشت آبي دريافتند كه فقط طول گياه و وزن خشك اندام هوايي تحت تاثير غلظت هاي مختلف آرسنيك قرار گرفته اند و تعداد غلاف، وزن خشك غلاف و وزن ريشه از غلظتهاي آرسنيك متاثر نشدند.

حقي و همكاران (1388)، در مطالعه بر روی گياه يونجه توانايي اين گياه در جذب و انباشت فلزات آرسنيک را بررسی كردند. در اين پژوهش ميزان انباشت آرسنيک در بافتهاي گياه يونجه در غلظتهاي مختلف اين فلز اندازهگيري شد. همچنين نتايج نشان داد كه در حضور آرسنيک كاهش معنی داری در خصوصيات مورفولوژيك و فيتوشيميايي يونجه مورد ايجاد می شود.

صفاري (1390)، در بررسی سه گونه گیاهی بیدگیاه یا آگروپیرون (*Agropyrum repens*) و فستوکا (*Festuca arundinakea*) و مرغ (*Cynedon dactylon*) در حذف ترکیبات فلزات سنگین از خاک دریافت که پس از یک فصل رشد گیاه آگروپیرون (*Agropyrum repens*) نقش موثرتری را در جذب فلزات سنگین نسبت به دو گیاه فستوکا (*Festuca arundinakea*) و مرغ (*Cynedon dactylon*) داراست.

رضایی و همکاران (1390)، در مطالعه بر روی دو نوع خاك (خاك هاي آلوده طبيعي به آرسنيك وخاك تيمار شده با آرسنيك) و پنج گونه گیاه شامل لوبیا، شاهي، اسفناج، کاهو و تربچه و با هدف جذب آرسنیک دریافتند که در خاك هاي آلوده طبیعی بیشترین غلظت آرسنیك در اندام هوايي و ریشه و به ترتیب در گیاه تربچه و گیاه کاهو انجام می پذیرد. همچنین نتایج نشان دهنده آن بود که در خاك تیمار شده با آرسنیک، با افزایش غلظت آرسنیك در تیمارهاي مختلف جذب این عنصر در ریشه و اندام هوايي کلیه گیاهان کشت شده افزایش یافت. همینطور در گیاهان کشت شده در این خاك ها علایمي چون نکروز، کلروز و به تاخیر افتادن گلدهي و رشد مشاهده گردید.

شیرافروس و همکاران (1390)، به مطالعه ای بر روی چهار گونه گیاه آبزی *Alisma plantgo*، *Scirpus bulrush*، *Typha latifolia* ، *Phragmites australis* و با هدف سنجش میزان جذب آرسنیک به وسیله آنان پرداختند.نتیجه مطالعات حاکی از آن بود که دو گونه *Scirpus* و *Phragmites* بالاترین انباشت آرسنیك را در اندامهاي زیرزميني نشان دادند و همچنین میزان انباشت در اندامهاي زیرزميني نیز اختلاف معنی داري را با میزان انباشت در اندامهاي هوايي نشان داد.

خداشناس و شریفي یزدي (1390)، به بررسی گیاه *Phragmites* در جذب فلزات سنگین پرداخته اند. همچنین به بررسی احتمال فوق انباشت گیاهان مختلفي از خانواده هاي *Poaceae*، *Fabaceae* ، *Brassicaceae*، *Asteraceae* و *Amaranthaceae* از خانواده گندمیان تحقیق شده است.نتایج حاکی از آن است که تعداد زیادي از این گونه هاي گیاهي داراي توانایي انباشت گیاهي هستند.

1-2-2. سوابق خارجی

Banin (1987)، در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که تجمع سرب در فاصله 5 سانتیمتري عمق خاك داراي بیشترین مقدار بوده و با افزایش عمق خاك میزان غلظت سرب به سرعت کاهش مي یابد.

Sawidz *et al*.,(1995)، در مطالعه خود دریافتند که درختان سوزني برگ در مقایسه باپهن برگان آلودگي ناشي از فلزات سنگین را در مدت زمان طولاني تري از خود بروز مي دهند. همچنین آنها از تعدادي از درختان به عنوان بیومانیتورهاي فلزات سنگین استفاده نمودند و به این نتیجه دست یافتند که پس از ریشه ها، سطوح برگ درختان بیشترین منطقه اي است که انباشت ذرات فلزات سنگین را در خود جاي مي دهد.

Kolarov &Tzvetkova(1996)، در بررسي میزان تجمعات قند، نشاسته، مواد مغذي و فلزات سنگین در چهار گونه درختي *Ailanthus glandulosa DESF., Carpinus betulusL., Tilia argentea* و *Quercus cerris L* و مقایسه آنها در مناطق آلوده و عاري از آلودگي به این نتیجه

رسيدند كه درختان در مناطق آلوده داراي ذخيره پايين تري از قند ونشاسته و ميزان بيشتري از فلزات سنگين هستند. همچنين مقايسه گونه هاي درختي مورد مطالعه نشان داد كه گونه *Quercus cerris L* داراي بيشترين مقاومت در برابر آلودگي هوا مي باشد.

Adler (1996)، در بررسی شیوه های کلی گیاه پالایی در جذب فلزات سنگین اقدام به استفاده از درختان گونه *tridentate Larrea* نمود.نتایج نشان دهنده آن بود که استفاده از گیاهان چند ساله بهتر از کاشت و داشت گیاهان یک ساله است.

Cunningham *et al*.,(1997)، در مطالعه بر روی روش های مختلف گیاه پالایی به بررسی مکانیسم هایی پرداخته اند که تجمع و انتقال فلزات سنگین در گیاهان را سرعت می بخشد.نتایج بیشتر بر روش های کاهش هزینه ها و استفاده از مهندسی ژنتیک در افزایش طیف جذب فلزات سنگین توسط گیاهان تکیه دارد.

Pukacki (2000)، در بررسي واكنشهاي شيميايي سوزنهاي درختان كاج تهران در مقابل آلودگيهاي ناشي از سولفور، فلوراید و فلزات سنگین به وسيله دستگاه فلورسنت كلروفيلي (به منظور تعيين صدمات وارده به دستگاه فتوسنتز گياه) به اين نتيجه رسيدند كه سوزنهاي درختان كاج جنگلي داراي نوعي سازگاري فيزيولوژيكي نسبت به آلودگيهاي زيست محيطي مي باشند و آلودگي ناشي از فلزات سنگين را در مدت زمان طولاني تري از خود بروز مي دهند.

Kabata (2001)، در بررسيهاي خود به اين نتيجه رسيد كه برخي از عوامل خاكي نظير PH پايين و غلظت كم فسفر خاك به عنوان عوامل افزايش دهنده جذب سرب توسط گياهان و انتقال آن از ريشه به اندام هوايي محسوب مي شوند.

Bondada & Ma (2003)، در بررسی میزان جذب آرسنیک توسط نوعی سرخس با نام سرخس عایقدار چینی(*chinese brake fern*) به این نتیجه دست یافتند که آرسنیک جذب شده ابتدا در ریشه تجمع یافته و سپس از ریشه به اندام های فوقانی انتقال مییابد. همچنین دریافتند که تحمل این گیاه در تماس با آرسنیک بسیار بالاست و این ویژگی این گیاه را به یک گیاه فوق انباشتگر در زمینه جذب آرسنیک تبدیل می کند.

Shanker *et al*.,(2005)، در مطالعه اي با عنوان وجود كروم سمي در گياهان به اين نتيجه دست يافتند كه اين فلز تأثيرات نامطلوبي بر روي رشد گياهان اعم از تغيير فرآيند جوانه زني، رشد ريشه ها، شاخه ها و برگها دارد. همچنين نتايج نشان مي دهد كه كروم اثرات زيانباري بر روي فرآيندهاي فيزيولوژيكي گياهان مانند تأثير بر دستگاه فتوسنتز و جريان شيره نباتي دارد.

Fayiga (2005)، در مطالعه ای به توانایی جذب آرسنیک به وسیله گیاه سرخس پرداخته است. نتایج تحقیقات هشت هفته ای حاکی از آن است که هرچه میزان آلودگی در خاک بیشتر شود میزان جذب آرسنیک نیز افزایش می یابد.همچنین نتایج نشان داد که خاک هایی که به وسیله کربنات کلسیم تیمار می شوند , میزان جذب آرسنیک در آن ها به مراتب بیشتر می شود و بیشترین انباشتگی آرسنیک در ریشه این گیاهان اتفاق می افتد.

Grytsyuk *et al*.,(2006)، در تحقيقي با هدف تعيين تأثير فلزات سنگين بر روي بازده محصولات كشاورزي و نيز تأثير خاك در تجمع اين عناصر در گياهان به اين نتيجه رسيدند كه شدت تجمع فلزات سنگين نظير مس، روي، سرب و كادميوم در گياهان به نوع گونه گياهي، نوع خاك، خصوصيات فيزيكوشيميايي فلزات و نيز ميزان آنها در خاك بستگي دارد. همچنين بين تجمع فلزات سنگين در خاكهاي مختلف و ميزان بازده محصولات كشاورزي نوعي همبستگي قوي وجود دارد.

Mikanova (2006)، در مطالعه اي با عنوان تأثيرات فلزات سنگين بر روي برخي از پارامترهاي بيولوژيكي خاك به اين نتيجه رسيد كه كليه فعاليتهاي ميكروارگانيسمهاي خاك تحت تأثير ميزان اين فلزات قرار دارد به نحوي كه با افزايش غلظت اين فلزات، قابليت رشد ميكروارگانيسمها تا حدود 75 درصد كاهش مي يابد. همچنين نتايج نشان مي دهد كه برخي از خصوصيات ميكروارگانيسمهاي خاك به عنوان نشانگرهاي افزايش غلظت فلزات سنگين در خاك عمل مي نمايند .

Zhao *et al*.,(2009) ، در مطاله بر روی سرخس ها و با هدف جذب آرسنیک به وسیله اندام آن ها به این نتیجه رسیدند که سرخس *Pteridaceae* را می توان به عنوان یک گونه بیش انباشتگر در جذب آرسنیک به حساب آورد.

Ma *et al*.,(2009) ، در مطالعه ای بر روی دو نمونه سرخس *pteris vittata & pteris biaurita* به توانایی جذب آرسنیک در ریزوسفر این گیاهان فوق انباشتگرپرداخته اند.طی مطالعات هشت هفته ای مشخص شد که هر دو سرخس توانایی فوق انباشت عنصر آرسنیک را دارا می باشند ولی سرخس *pteris vittata* بسیار کارامدتر است.و این دو گیاه را میتوان به عنوان بیش انباشتگر منظور نمود.

Pigna *et al*.,(2010) به مطالعه و بررسی میزان جذب آرسنیک توسط ریشه, ساقه و دانه گندم و در خاک های آلوده و با دو نوع مختلف آبیاری همت گمارده اند.اولین خاک با آبیاری معمولی و دومین خاک با آبیاری به همراه فسفر نتایج حاکی از آن است که در هر دو حالت میزان جذب بالاست ولی درآبیاری با فسفر این میزان بالاتر است. همچنین مطالعات نشان داده است که ،از آنجا که کودهای فسفاته تاثیر بسیاری در باروری و حاصلخیزی گندم ایفا می کنند پس زمین هایی که گندم آن ها به وسیله فسفر آبیاری شده اند , میزان بیشتری از آرسنیک را جذب می نمایند.