PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دانشکده فنی و مهندسی
بخش عمران - گروه محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد

مطالعات گیاه پالایی در حذف نیترات در مقیاس آزمایشگاهی

فاطمه فلاحی

استاد راهنما
دکتر بیتا آیتی

استاد مشاور
دکتر حسین گنجی دوست

مهر 1388

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تقدیم به

پدر فاضل و فداکارم و مادر صبور و مهربانم

که همچون چراغی روشنی بخش راه زندگیم بوده اند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سپاسگزاری

حمد و سپاس ایزد منان را که لطف به ثمر رساندن این مهم را به اینجانب عنایت نمود.

سپاس بیدریغ از استاد گرامی ام سرکار خانم دکتر آیتی که در تمام مراحل این تحقیق همواره راهنما و راه گشایم بودند.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر گنجی دوست که در این تحقیق با مشاوره های خود مساعدت لازم را مبذول داشتند سپاسگزارم.

همچنین شایسته است از جناب آقای دکتر نصرت الله صفائیان، آقای دکتر عسگری و دوستان عزیزم سرکار خانم مهندس جوادی و برزگر و آقای مهندس اشراقی که در طول انجام این تحقیق یاریم نمودند قدردانی نمایم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چکیده

نیترات یکی ازمهمترین مواد سمی و بیماریزای موجود در آب آشامیدنی به شمار می رود. میزان نیترات بخصوص در مناطق شمالی کشور ایران، به دلیل استفاده زیاد از کودهای نیتراته به میزان زیادی درآب های سطحی و زیرزمینی افزایش پیدا کرده و دارای اثرات مهلک بر سلامتی انسان است.

هدف از انجام این تحقیق، شناخت گیاهان بومی تالاب های حاشیه جنوبی دریای خزر، شناسایی گونه های مناسب آبزی برون آ (نی، بامبو و نخل مرداب)، پرورش در محیط آزمایشگاهی به روش هیدروپونیک و پتانسیل آنها در حذف نیترات از آب می باشد.

به منظور سنجش توانایی گیاه پالایی سه گونه گیاه نی، بامبو و نخل مرداب برای حذف نیترات، از سه راکتور با غلظت های اولیه 25 mg/L NO_3^-/N و 20 و 15، یک راکتور حاوی کود کامل امکس و یک گلدان شاهد استفاده شد. هر یک از این آزمایشات یک ماه به طول انجامید و تغییرات غلظت، درصد حذف، رشد گیاه، وزن تر و خشک نمونه های گیاهی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل حاکی از قابلیت نسبتاً بالای گیاه نی برای حذف نیترات از آب نسبت به بامبو و نخل مرداب می باشد. این گیاه توانست در بالاترین غلظت حدود 95% نیترات را از آب جذب نماید. میانگین حذف نیترات در بامبو از تخل مرداب بیشتر و حدود 85% و در گونه نخل مرداب 70% می باشد. میان وزن خشک گیاهی و راندمان حذف گونه ها رابطه مستقیمی وجود داشت و بیشترین میزان جذب نیترات درریشه و ریزوم گیاه مشاهده شد.

کلمات کلیدی: نیترات- گیاه پالائی- آبزی برون آ- نی- بامبو- نخل مرداب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار 1

فصل اول: کلیات

1-1- مقدمه 4

1-2- تاریخچه 5

1-3- فرایندهای گیاهی 5

1-3-1- استخراج گیاهی، تجمع گیاهی و جذب گیاهی 7

1-3-2- تثبیت گیاهی 9

1-3-3- تصفیه ریشه ای و تصفیه گیاهی 10

1-3-4- تجزیه ریشه ای 12

1-3-5- تجزیه گیاهی، تغییر شکل گیاهی 12

1-3-6- تبخیر گیاهی 13

1-3-7- کنترل هیدرولیکی 13

1-3-8- ایجاد نوارهای بافری و ردیف های درختان سواحل رودخانه 14

1-4- کاربرد گیاه پالایی در حذف آلاینده ها 14

1-4-1- پالایش آبهای زیرزمینی توسط گیاه پالایی 16

1-5 مزایا و معایب گیاه پالایی 17

1-6- طراحی یک واحد گیاه پالایی 17

1-6-1- انتخاب گیاه 18

1-6-2- توانایی تصفیه 18

1-6-3- تراکم کاشت 19

1-6-4- آبیاری، داده های کشاورزی و نگهداری 19

1-6-5- سطح آب زیرزمینی و میزان تعرق گیاه 20

1-6-6- سرعت جذب آلودگی و جذب آلودگی 20

1-7- تحلیل عوامل موثر بر ناموفقیت طرح 21

1-8- بیوتکنولوژی و بهبود فرایند گیاه پالایی 22

1-9- مصرف تولیدات گیاه پالایی 23

فصل دوم: نیتروژن و اثرات آن

2-1 مقدمه 25

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2-2- ویژگی های فیزیکوشیمیایی نیترات 25
2-3- منابع آلودگی نیترات در آب 27
2-4- اثرات نیترات 28
2-5- استانداردهای نیترات در آب 29
2-6- آلودگی آب ایران به نیترات و عوارض بهداشتی نیترات 30
2-7- روش های حذف نیتروژن از آب 31
2-7-1- روش های فیزیکی 31
2-7-1-1- رقیق سازی 31
2-7-1-2- اسمز معکوس 32
2-7-1-3- الکترودیالیز 33
2-7-2- روش شیمیایی 33
2-7-2-1 تبادل یونی 33
2-7-3- روش بیولوژیکی 34
2-7-3-1- دنیتریفیکاسیون بیولوژیک هتروتروفیک 35
2-7-3-2- دنیتریفیکاسیون بیولوژیک اتوتروفیک 36
2-7-3-3- بیوراکتورهای غشایی 36
2-7-3-4- گیاه پالایی 37

فصل سوم: مطالعات کتابخانه ای
3-1- مقدمه 40
3-2- مروری بر استفاده از گیاهان آبزی 40
3-3- گیاه پالایی به وسیله گیاه نی 45
3-3-1- حذف نوترینت (نیترات و فسفات از آب توسط ماکروفیت ها 48

فصل چهارم: روش تحقیق، مواد و وسائل آزمایشگاهی
4-1- مقدمه 52
4-2- روش تحقیق 52
4-2-1- انتخاب گیاه جهت گیاه پالایی برای حذف نیترات 52
4-2-1-1- فیزیولوژی گیاه نی 53
4-2-1-2- فیزیولوژی گیاه بامبو 56
4-2-1-3- فیزیولوژی گیاه نخل مرداب 57
4-2-2- راه اندازی سیستم 58
4-2-2-1- تکثیر گیاهان 59
4-2-2-2- انتقال نمونه های گیاهی به پایلوت های آزمایشگاهی 60

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-2-2-3- اندازه گیری میزان نیترات در باغات سیب در منطقه طالقان 60
4-2-2-4- آماده سازی محلول ها 62
4-2-2-5- شروع آزمایشات 63
4-2-2-5- اندازه گیری پارامترها 63
4-2-3-1- پارامترهای کنترلی 64
4-2-3-2- پارامترهای اصلی 64
4-2-4- روش انجام آزمایشات 64
4-2-4-1- مواد شیمیایی مورد استفاده جهت انجام آزمایشات 64
4-2-4-2- تجهیزات مورد استفاده 65

فصل پنجم: نتایج و بحث

5-1- مقدمه 67
5-2- تعیین زمان مناسب در کاهش نیترات 67
5-3- نتایج حاصل از انجام آزمایشات 68
5-3-1- نتایج آزمایش در گیاه نی 68
5-3-1-1- بررسی حذف نیترات 68
5-3-1-2- روند رشد در طول آزمایشات 71
5-3-1-3- میانگین pH آب 72
5-3-1-4- بررسی بیومس گیاهی 73
5-3-2- نتایج آزمایش در گیاه بامبو 75
5-3-2-1- بررسی حذف نیترات 75
5-3-2-2- روند رشد در طول آزمایشات 77
5-3-2-3- میانگین pH آب 78
5-3-2-4- بررسی بیومس گیاهی 79
5-3-3- نتایج آزمایش در گیاه نخل مرداب 80
5-3-3-1- بررسی حذف نیترات 80
5-3-3-2- روند رشد در طول آزمایشات 82
5-3-3-3- میانگین pH آب 83
5-3-3-4- بررسی بیومس گیاهی 83
5-4- مقایسه نتایج در سه گونه گیاهی 85
5-4-1- راندمان حذف نیترات 85
5-4-2- بررسی تغییرات pH 86
5-4-3- بررسی بیومس گیاهی 87
5-5- مقایسه نتایج با سایر محققین 87

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

6-1- مقدمه 90
6-2- جمع بندی 90
6-3- پیشنهادات 91

فهرست منابع 92

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 1-1- روش ها و مکانیسم های اصلی در کاهش انواع آلاینده ها 14
جدول 1-2- مروری بر تکنولوژی گیاه پالایی انجام شده بر روی آبهای زیرزمینی 16
جدول 1-3- مزایا و معایب گیاه پالایی 17
جدول 2-1- ویژگی فیزیکوشیمیایی نیترات و نیتریت 26
جدول 2-2- ارگانیسم های تثبیت کننده نیتروژن در طبیعت 37
جدول 3- 1- نتایج پساب خروجی با فیلتر سنگی- گیاه نی در ناسا 41
جدول 3- 2- نتیجه تصفیه پساب داخل ساختمان از طریق گلخانه هیدروپونیک 42
جدول 3- 3- گیاهان استفاده شده در تصفیه فاضلاب ها در جهان 43
جدول 3- 4- بررسی نتایج در گیاهان جدول 3-3 44
جدول 3- 5- مروری بر برخی تحقیقات صورت گرفته توسط گیاه نی 47
جدول 3- 6- کاهش برخی آلاینده های فاضلاب شهری در نیزارها 47
جدول 4- 1- شناسایی طبقه بندی علمی نی 55
جدول 4- 2- شناسایی طبقه بندی علمی بامبو 57
جدول 4- 3- طبقه بندی علمی نخل مرداب 58
جدول 4- 4- میزان نیترات در آب 4 چاه در طالقان 61
جدول 4- 5- غلظت نیترات در پایلوت های آزمایشگاهی 63
جدول 5- 1- وزن تر و خشک گیاه نی در هر گلدان (گرم) 73
جدول 5- 2- وزن تر و خشک گیاه بامبودر هر گلدان (گرم) 79
جدول 5- 3- وزن تر و خشک گیاه نخل مرداب در هر گلدان (گرم) 84
جدول 5- 4- تحلیل و مقایسه برخی مطالعات صورت گرفته 88

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل 1-1- شماتیکی از فرایندهای گیاه پالایی 7
شکل 1-2- فرایند گیاه پالایی مناسب برای حذف برخی عناصر موجود در جدول تناوبی 15
شکل 2-1- پارامترهای مهم در چرخه نیتروژن 26
شکل 4-1- ریشه اصلی نی بهمراه ریزوم ها 54
شکل 4-2- نی در منطقه طالقان در تابستان 55
شکل 4-3- نی در اطراف سد طالقان 56
شکل 4-4- ریشه لاکی بامبو 56
شکل 4-5- نخل مرداب (گلخانه ای در تهران) 58
شکل 5-1- ارتفاع نسبی برابر نی ها در شروع آزمایشات 71
شکل 5-2- مقایسه کیفیت رشد و سبزینگی مناسب کلروفیل در نی ها 72
شکل 5-3- مقایسه روند رشد ساقه نی ها در گلدان 72
شکل 5-4- وضعیت بامبوها در ابتدای آزمایشات 77
شکل 5-5- بیشترین رشد برگ گیاه بامبو در گلدان4 78
شکل 5-6- بیشترین رشد ساقه نخل مرداب در گلدان شماره 4 83

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار 4-1- مراحل راه اندازی سیستم و شروع آزمایشات 62
نمودار 5-1- زمان مناسب برای بیشترین میزان کاهش نیترات توسط نی ها در 7 روز 67
نمودار 5-2- زمان مناسب برای بیشترین میزان کاهش نیترات توسط بامبو ها در 7 روز 67
نمودار 5-3- زمان مناسب برای بیشترین میزان کاهش نیترات توسط نخل مرداب ها در 7 روز 68
نمودار 5-4- درصد حذف نیترات توسط نی در گلدان 1 در طی یکماه (ورودی 15mg/L) 69
نمودار 5-5- درصد حذف نیترات توسط نی در گلدان 2 در طی یکماه (ورودی 20mg/L) 69
نمودار 5-6- درصد حذف نیترات توسط نی در گلدان 3 در طی یکماه (ورودی 25mg/L) 70
نمودار 5-7- درصد حذف نیترات توسط نی در گلدان 4 در طی یکماه (حاوی کود) 70
نمودار 5-8- درصد حذف نیترات توسط نی در گلدان 5 در طی یکماه (گلدان شاهد) 70
نمودار 5-9- تغییرات pH ورودی و خروجی در گلدان ها با گونه گیاهی نی 73
نمودار 5-10- تغییرات بیومس گیاهی نی در قسمت های هوایی گیاه 74
نمودار 5-11- تغییرات بیومس گیاهی نی در قسمت های زیر آب گیاه 74
نمودار 5-12- درصد حذف نیترات توسط بامبو در گلدان 1 در طی یکماه (ورودی 15mg/L) 75
نمودار 5-13- درصد حذف نیترات توسط بامبو در گلدان 2 در طی یکماه (ورودی 20mg/L) 76
نمودار 5-14- درصد حذف نیترات توسط بامبو در گلدان 3 در طی یکماه (ورودی 25mg/L) 76
نمودار 5-15- درصد حذف نیترات توسط بامبو در گلدان 4 در طی یکماه (حاوی کود) 76
نمودار 5-16- درصد حذف نیترات توسط بامبو در گلدان 5 در طی یکماه (گلدان شاهد) 77
نمودار 5-17- تغییرات pH ورودی و خروجی در گلدان ها با گونه گیاهی بامبو 78
نمودار 5-18- تغییرات بیومس گیاهی بامبو در قسمت های هوایی 79
نمودار 5-19- تغییرات بیومس گیاهی بامبو در قسمت های زیر آب 80
نمودار 5-20- درصد حذف نیترات توسط نخل مرداب در گلدان 1 در طی یکماه (15mg/L) 81
نمودار 5-21- درصد حذف نیترات توسط نخل مرداب در گلدان 2 در طی یکماه (20mg/L) 81
نمودار 5-22- درصد حذف نیترات توسط نخل مرداب در گلدان 3 در طی یکماه (25mg/L) 81
نمودار 5-23- درصد حذف نیترات توسط نخل مرداب در گلدان 4 در طی یکماه (حاوی کود) 82
نمودار 5-24- درصد حذف نیترات توسط نخل مرداب در گلدان 5 در طی یکماه (گلدان شاهد) 82
نمودار 5-25- تغییرات pH ورودی و خروجی در گلدان ها با گونه گیاهی نخل مرداب 83
نمودار 5-26- تغییرات بیومس گیاهی نخل مرداب در قسمت های هوایی 84
نمودار 5-27- تغییرات بیومس گیاهی نخل مرداب در قسمت های زیر آب 85
نمودار 5-28- میانگین راندمان حذف نیترات در سه گیاه 85
نمودار 5-29- میانگین تغییرات pH در سه گیاه 86

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نمودار 5-30- بیومس گیاهی در سه گیاه 87

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پیش گفتار

قرن بیستم قرن تغییر روابط انسان با سیاره ای بود که روی آن زندگی می کرد. در این قرن پیشرفت های علمی آلودگی هایی را در پی داشت که کیفیت زندگی را نه تنها برای انسان ها بلکه برای همه موجودات به خطر انداخت. تا چند دهه گذشته، از مشکلات زیست محیطی که امروز دامنگیر جهان شده نامی در میان نبود. آلودگی، منابع بسیار متنوعی دارد که از جمله آن پساب ها و پسماندهای تصفیه نشده یا نیمه تصفیه شده انسان و حیوان، آلودگی هوای فضاهای بسته و باز، استفاده گسترده از حشره کش ها و مواد شیمیایی مضر دیگر، پسماندهای کارخانه ها، پساب های شهری و کشاورزی، زباله های دفن شده و بسیاری از مواد رنگی و...جزو این منابع آلودگی هستند.

هزینه خریداری و نگهداری سیستم های تصفیه کننده این آلاینده ها برای کشورهای جهان سوم و روستاهای دورافتاده بسیار گزاف و توانایی فنی بالایی جهت استفاده از این تجهیزات مورد نیاز است. اما راه حل بهتری پیش رو است، راه حلی آماده و به قدمت حیات در کره زمین.

نیترات یکی از مهمترین آلاینده ها است که از منافذ خاک عبور نموده و به سرعت وارد آبهای زیرزمینی می شود و تهدید موجود برای منابع آب شرب معرفی شده است. به طوریکه بخش قابل ملاحظه ای از آب های زیرزمینی که مصرف شرب دارند در ایالات متحده دارای غلظت بیش از حد استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا و سازمان بهداشت جهانی می باشند. در کشور ما نیز هنوز تحقیق جامعی در زمینه پراکنش جغرافیایی آلودگی منابع آبی کشور به نیترات انجام نشده ولی گزارشات حاکی از میزان بالای نیترات در اکثر مناطق شمالی کشور، به دلیل مصرف زیاد کودهای ازته می باشد. آب آلوده به نیترات برسلامت انسان اثرات آشکاری دارد و لزوم حذف و تصفیه آن را مشخص می کند.

با توجه به اینکه یکی از ویژگی های طبیعت از بین بردن مواد آلاینده می باشد می توان از نقش گیاهان در این پالایش استفاده نمود. ایران از کشورهایی است که از لحاظ تنوع گیاهی بسیار غنی می باشد در نتیجه شناسایی و به کارگیری فلورهای موجود در این سرزمین برای پالایش آلودگی ها بسیار

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

آسان، در دسترس و از لحاظ اقتصادی بسیار با صرفه است. با افزایش روز افزون تقاضا برای آب، نیاز انسان به تصفیه و بازیافت این ماده حیاتی بیش از پیش افزایش یافته است از این رو شناسایی و بهره گیری از توانایی و ظرفیت گیاهان موجود در پاکسازی آلاینده نیترات از منابع حیاتی آب که هم از لحاظ زیست محیطی و هم اقتصادی توجیه پذیر است از ضرورت های انجام این تحقیق می باشد. اهداف این تحقیق عبارتند از:

- بررسی میزان نیترات در چند چاه آب موجود در منطقه طالقان
- بررسی فرایند گیاه پالایی در روش حذف نیترات
- بررسی راندمان حذف نیترات از آب با استفاده از گیاهان موجود در ایران
- انجام یک مطالعه آزمایشگاهی جهت ارزیابی حذف نیترات با سه گیاه نی، بامبو و نخل مرداب

بدین منظور در فصل اول کلیاتی در خصوص فناوری گیاه پالایی، تاریخچه، فرایندهای موجود در گیاه پالایی و تشریح هریک از فرایندها، مکانیسم گیاه در حذف آلودگی ها، حذف آلاینده ها توسط گیاه از آب، عوامل موثر در طراحی یک واحد گیاه پالایی و مصرف تولیدات گیاهی ارائه می شود. فصل دوم به منابع آلاینده نیترات در آب، اثرات نیترات بر سلامتی، استانداردهای تصویب شده برای میزان نیترات در آب، آلودگی منابع آب ایران به نیترات و روش های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی در حذف نیترات اختصاص دارد. در فصل سوم به نتایج برخی از مطالعات انجام شده در زمینه انتخاب گیاه و استفاده از آنها برای حذف نیترات از آب و فاضلاب در ایران و جهان پرداخته می شود. در فصل چهارم نحوه انجام تحقیق، شامل انتخاب نوع گیاه، تکثیر گیاه، محلول سازی و کنترل سیستم بررسی می شود. در فصل پنجم نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص میزان حذف نیترات، تولید میزان بیومس گیاهی در سیستم ارائه و مورد بحث قرار می گیرد و در آخر در فصل ششم نتایج حاصل از تحقیق جمع بندی شده و پیشنهاداتی در خصوص ادامه کار تحقیقاتی ارایه می گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل اول

کلیات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1-1- مقدمه

آلودگی محیط زیست به وسیله مواد آلاینده حاصل از فعالیتهای گوناگون بشری از جمله کشاورزی، صنعتی، هسته ای و شهری سبب ایجاد مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی شده است. امروزه با درک مشکلات زیست محیطی به وجود آمده، تلاشهای فراوانی به منظور پاکسازی محیط زیست صورت گرفته است و بدین منظور روشهای مختلفی ابداع و به کار گرفته شده است.

ازطرفی هزینه های بسیار گزاف روشهای فیزیکی و شیمیائی، سبب تلاش در جهت دست یابی به روشهای ارزان تری شده است. بدین ترتیب از منابع بیولوژیکی برای پاکسازی محیط زیست آلوده از انواع آلاینده کمک گرفته شده است. از جمله این روشها، استفاده از برخی گیاهان و میکروارگانیسم هائی است که سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شوند که به زیست پالائی[1] معروف می باشد.

در این روش از قابلیت گیاهان، باکتریها، قارچها، گلسنگها، جلبکهای آب شیرین و غیره برای پاکسازی و رفع آلودگی و پاکسازی خاک، آب و هوا از آلاینده ها استفاده می شود. بعضی از گیاهان می توانند به طور کامل و یا جزئی مواد آلاینده موجود در خاک، لجن، رسوبات، آبهای زیرزمینی و سطحی و هوا را در خود جمع کنند که به این فرآیند گیاه پالائی یا انباشت گیاهی[2] گفته می شود. گیاه پالائی از دو واژه Phyto=plant به معنای گیاه و Remediation=Correct evil پالایش آلودگی، شامل یک سری تکنولوژی هایی می باشد که در پاکسازی سایت های آلوده از گیاهان استفاده می گردد. امروزه با شناخت بیشتر این تکنولوژی درک بهتری از فعالیت های زیستی پیچیده طبیعی در تصفیه و پاکسازی محیط به دست آمده است.

اساس گیاه پالائی، یک روش مناسب برای پالایش خاک و آب، جذب آلاینده ها یا محصور شدن آنها به وسیله گیاهان می باشد.

1.Bioremediation
2.Phyto remediation, Agro remediation, Green remediation, Botano remediation, Vegetative remediation

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1-2- تاریخچه

اگرچه فناوری های وابسته به استفاده ازگیاهان درچندین سال اخیر مورد توجه قرار گرفته اند، فرایند گیاه پالایی به طور طبیعی از ابتدای پیدایش بشر در محیط زیست صورت می گرفته است.

در خلال دهه 1970 میلادی و پس از آن گیاهان به طور وسیعی مورد آزمایش قرار گرفتند و به منظور پاکسازی خاک های آلوده به فلزات در مرداب های مصنوعی[1] استفاده شدند.

استفاده گسترده از تکنیک های گیاه پالایی توسط سازمان های دولتی و خصوصی در دهه 1980 آغاز گردید. اصطلاح Phytoremediation در سال 1991 توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا[2] برای این تکنیک به کار برده شد و اولین بار در سال 1993 در یک مقاله علمی اشاره گردید.

در اواخر دهه 1990 کاربردهای جدیدی از گیاه پالایی کشف شد و این فرایند به عنوان یک فناوری جدید علمی مورد توجه قرار گرفت. درحال حاضر این تکنیک به عنوان یک زمینه تحقیقاتی مستقل و پراستفاده مطرح است (Russel، 2005).

1-3- فرایندهای گیاهی[3]

گیاه پالائی بهره گیری از فرایندهای طبیعی موجود در گیاهان می باشد. گیاه پالایی شامل حذف آلودگی با استفاده از گیاهانی است که قادرند ترکیبات آلوده ناشی از فلزات، آفت کش ها، حلال ها، مواد منفجره، نفت خام و مشتقات آنها و دیگر انواع آلودگی را در خود نگهداری، تجزیه یا حذف کنند. برای هر نوع خاص از آلاینده ها، فرایند گیاه پالائی متفاوتی وجود دارد که ممکن است در برگیرنده انواع مختلفی از گیاهان باشد.

این فرایندها شامل جذب آب و مواد شیمیائی و متابولیسم مواد داخل گیاه می باشد. مسیر جذب مواد غذائی می تواند آلاینده های مشابه از لحاظ رفتار و ترکیبات شیمیائی را نیز جذب کند. به عنوان

1.Wetland
2.Environmental Protection Agency (EPA)
3.Plant Processes

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال، کادمیم می تواند به علت شباهت به کلسیم و روی توسط گیاه جذب شود. همچنین آرسنیک نیز به علت شباهتهائی که با فسفات دارد از این مسیرها جذب شود (Meagher،2000).

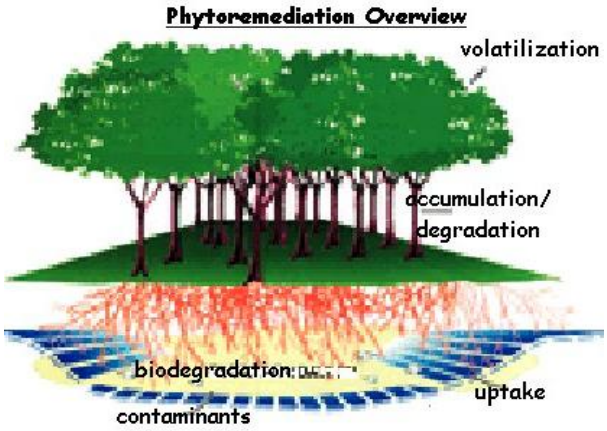
مواد آلاینده محلول در خاک می توانند از طریق اپیدرم[1]، نوار کاسپین[2] و سپس اندودرم[3] ریشه حرکت کرده و پس از جذب، تشکیل پیوند داده یا متابولیز شود. مواد شیمیائی یا متابولیتهای حاصل از آن از اپیدرم عبور کرده و از طریق جریان تعرق به آوند چوبی[4] انتقال می یابد (Zeiger و Taiz،2006).

جذب و انتقال ترکیبات آلی به آبدوستی[5]، حلالیت، قطبی بودن و وزن مولکولی این ترکیبات بستگی دارد. ترکیباتی که دارای آبدوستی بیشتری هستند، پیوند قوی تری با سطوح ریشه یا اجزای جامد تشکیل می دهند در نتیجه در داخل گیاه کمتر منتقل می شوند. ترکیبات آلی که دارای حلالیت زیادی هستند، نمی توانند به اندازه ترکیباتی که دارای حلالیت کمی می باشد جذب ریشه های گیاه شوند و در داخل گیاه انتقال می یابند (Zeiger و Taiz، 2006). برعکس، ترکیبات معدنی قابل حل می توانند به آسانی توسط گیاه جذب شوند. جذب ترکیبات معدنی به داخل گیاه به وسیله مکانیسمهای جذب فعال[6] یا توده ای[7] صورت می گیرد، در حالیکه جذب ترکیبات آلی به طور عمده به وسیله آبدوستی و قطبی بودن آنها کنترل می شود. جذب گیاهی ترکیبات آلی همچنین به نوع گیاه و بسیاری خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک نیز بستگی دارد (رضوانی و نورمحمدی، 1384). فرایند گیاه پالائی شامل استخراج گیاهی[8]، تثبیت گیاهی[9]، تصفیه ریشه ای[10]، تجزیه ریشه ای[11]، تجزیه گیاهی[12]، تبخیر گیاهی[13]،

1.Epiderm
2.Casparian strip
3.Endoderm
4.Xylem
5.Hydrophobicity
6.Active absorption
7.Masss absorption
8.Phyto extraction
9.Phyto stabilization
10.Rhizo filtration
11.Rhizo degradation
12.Phyto degradation, Phyto transformation
13.Phyto volatilization

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

کنترل هیدرولیکی[1]، ایجاد نوارهای بافری و ردیفهای درختان سواحل رودخانه[2] است که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرند (Schnoor و McCutcheon، 2003). شکل شماتیکی از فرایندهای اصلی درگیر در گیاه پالایی در شکل1-1 آورده شده است.



شکل1-1- شماتیکی از فرایندهای گیاه پالایی (Arabidopsis، 2007)

1-3-1- استخراج گیاهی، تجمع گیاهی[3] و جذب گیاهی[4]

استخراج گیاهی شامل جذب مواد آلاینده توسط ریشه و تجمع آن در اندامهای هوائی می باشد. در استخراج گیاهی جذب مواد آلاینده به وسیله ریشه ها و سپس با تجمع این مواد در اندام هوائی گیاه همراه می باشد که عموماً به صورت بیومس گیاهی برداشت و از بین برده می شود. استخراج گیاهی برای فلزات MO، Ni، Pb، Zn، Mn، Hg، Cu، Cr، Co، Cd، Ag، متالوئیدها (Se و As)، مواد رادیو اکتیو (^{238}U، ^{234}U، ^{137}Cs، ^{90}Sr) و غیر فلزات به کار می رود. این مواد داخل گیاه تجزیه نشده و تغییر شکل نمی یابد (Pivetz،2001؛ Salt و همکاران، 1995؛ Baker و همکاران، 1994).

1.Hydrolic Control
2.Buffer Strip and Reparian trees
3.Phytoaccumulation
4.Phytoabsorption

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com