

اللهم صل على محمد  
وآله الطيبين الطاهرين  
الذين هم الصالحين  
الجميعين



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای رضا کتال پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان کاربرد پلی پیرول برای حذف

فلزات سنگین (کروم. روی و...) و حذف نیترات از آب در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۲

ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و

پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - مهندسی شیمی پیشنهاد

می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر حسن بهلوانزاده	استاد	
استاد مشاور	دکتر عبدالصمد زرین قلم مقدم	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر مهرداد منطقیان	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمدحسن خانی	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر مهرداد منطقیان	دانشیار	

### آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته  
سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی

سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **رضانکال** دانشجوی رشته **معلمی** مقطع **ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **رضانکال**

تاریخ و امضا: **رضانکال**

**۹۰/۱۱/۲۶**

### آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱۶ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۲ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب..... دانشجوی رشته..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مقطع..... دانشکده..... دانشگاه..... مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:.....

تاریخ:.....

۱۳۸۸  
۲۶ / ۱۱ / ۹۰



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه/سمینار دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - جداسازی

**کاربرد پلی پیروول برای حذف فلزات سنگین (کروم، روی و ....) و حذف نیترات در**

**آب**

دانشجو:

**رضا کتال**

استاد راهنما:

**دکتر حسن پهلوانزاده**

استاد مشاور:

**دکتر عبدالصمد زرین قلم**

زمستان ۱۳۹۰

## تأییدیه هیات داوران

(برای پایان نامه)

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه آقای:

را با عنوان:

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی تأیید می کند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
			۱- استاد راهنما
			۲- استاد مشاور
			۳- استاد مشاور
			۴- استاد ممتحن
			۵- استاد ممتحن
			۶- نماینده گروه

تعمیرات

دو شرح فروزان زندگی

دروماد  
پ

تشکر و قدانی

انجام این دو تمر مقدور بود مگر در سایه عنایت نردان پاک و مساعدت ملکی تر پهلوان زاکله بر خود لازم عملزم از ایشا تقیرو تشکر

نمایم.



از دوستان و همراهان ارجمندم جناب آقایان میزبانان یلده نژاده، علی نژاده فرح، فرح میرغلا من، فرما ز مردار، ضیاء من، اسفندیار کمال اشکر  
را دارم و برای این عزیزان آرزوی موفقیت من کنم.

## چکیده

پروژه حاضر به بررسی جذب یون‌های سرب و نیترات از محلول آبی و پساب‌های واقعی به کمک جاذب‌های پلی‌پیرول (PPy) و پلی‌پیرول پوشش داده شده بر روی خاک اره (PPy/SD) می‌پردازد. این آزمایش‌ها در سیستم ناپیوسته انجام شد. شناسایی ساختار جاذب‌های سنتز شده در این پروژه توسط دو دستگاه پارامترهای تجربی pH، زمان تماس، غلظت اولیه فلز و دما بر جذب سطحی مطالعه شده است. در نهایت برای بررسی کارایی جاذب‌ها این مواد در تصفیه پساب واقعی بکار برده شدند.

بنابرآزمایش‌های انجام شده، pH بهینه جذب سرب به کمک جاذب پلی‌پیرول (PPy) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ۶ است. با افزایش زمان تماس میزان جذب افزایش می‌یابد و بعد از گذشت ۱۲ دقیقه به حالت تعادل می‌رسد. ظرفیت جذب سرب توسط PPy با افزایش دما افزایش می‌یابد. بالاترین میزان جذب در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد. میزان راندمان حذف در شرایط بهینه و در غلظت اولیه ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ۹۵.۱۲٪ بوده است. اطلاعات تعادلی بدست آمده در محدوده غلظت اولیه سرب و دمای مطالعه شده با ایزوترم فرنرلیچ تطابق مناسبی دارد. ارزیابی اطلاعات تجربی به منظور بررسی سینتیک جذب سطحی سرب به کمک جاذب PPy نشان می‌دهد که جذب سطحی سرب از معادله شبه درجه دوم تبعیت می‌کند. مقادیر پارامترهای ترمودینامیکی ( $\Delta H$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ) نشان می‌دهد که جذب سطحی سرب در محدوده دمایی ۲۲۳-۲۹۳ کلوین امکان پذیر، خودبخودی و گرماگیر است.

شرایط بهینه جذب نیترات توسط پلی‌پیرول پوشش داده شده بر روی خاک اره (PPy/SD)، pH=۶، زمان تماس ۲۰ دقیقه و میزان جاذب ۰.۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آبی بوده است. بررسی سینتیک واکنش نشان داد که داده‌ها از معادله درجه دوم پیروی می‌کنند. همچنین داده‌های تعادلی با ایزوترم فرنرلیچ تطابق خوبی نشان داده‌اند. بررسی اثر دما نشان داد که افزایش دما تاثیر مثبت در راندمان حذف دارد. با بررسی ترمودینامیک فرایند این موضوع مشخص شد که فرایند خودبخودی و گرماگیر است.

**کلید واژه:** جذب، پلی‌پیرول، نیترات، سرب، محلول آبی.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د	فهرست علائم و نشانه‌ها.....
ه	فهرست جدول‌ها.....
و	فهرست شکل‌ها.....
۱	<b>فصل ۱- مقدمه</b> .....
۱-۱	تعریف فلزات سنگین.....
۱-۱-۱	ویژگی‌های فلزات سنگین.....
۱-۱-۲	منابع انتشار فلزات سنگین در محیط زیست.....
۱-۲-۱-۱	منابع طبیعی.....
۱-۲-۱-۲	منابع ناشی از فعالیت‌های انسانی.....
۲-۱	<b>سرب</b> .....
۱-۲-۱	خواص کلی سرب.....
۲-۲-۱	تاریخچه سرب.....
۳-۲-۱	صنایع استفاده کننده از سرب.....
۴-۲-۱	جذب و متابولیسم سرب در بدن.....
۵-۲-۱	سرب در طبیعت.....
۳-۱	<b>نیتروژن</b> .....
۱-۳-۱	مضرات نیترات.....
۲-۳-۱	منشاهای نیترات در آبهای زیرزمینی.....
۱-۲-۳-۱	مواد زاید.....
۲-۲-۳-۱	زباله‌های حیوانی.....
۳-۲-۳-۱	فاضلاب شهری.....
۴-۲-۳-۱	فاضلاب صنعتی.....
۵-۲-۳-۱	کشاورزی.....
۳-۳-۱	اشکال شیمیایی نیتروژن.....
۴-۳-۱	اثرات نیترات بر روی انسان.....
۵-۳-۱	اثرات نیترات بر روی حیوانات.....
۶-۳-۱	اثرات نیترات بر روی محیط زیست.....
۷-۳-۱	استاندارد مقدار نیترات برای آب آشامیدنی.....
۴-۱	<b>پلیمرهای هادی (پلی پیرول)</b> .....
۱-۴-۱	تعریف.....
۲-۴-۱	چگونگی رسانش الکتریکی در پلیمرها.....

۲۲	توجیه رسانندگی در پلیمرهای هادی	۳-۴-۱
۲۳	اکسیژن ، عامل محدود کننده کاربرد پلیمر های هادی	۴-۴-۱
۲۴	پلی پیروول	۵-۴-۱
۲۵	روش های حذف فلزات سنگین	۵-۱
۲۶	روش های فیزیکی	۱-۵-۱
۲۶	روشهای شیمیایی	۲-۵-۱
۲۷	روشهای بیولوژیکی	۳-۵-۱
۲۷	روش های حذف نیترات	۶-۱
۲۸	تبادل یون انتخابی	۱-۶-۱
۲۹	اسمز معکوس	۲-۶-۱
۳۰	الکترودیالیز	۳-۶-۱
۳۲	روش تقطیر	۴-۶-۱
۳۲	روش های بیولوژیکی حذف نیترات	۵-۶-۱
۳۲	جذب	۷-۱
۳۳	جذب سطحی	۱-۷-۱
۳۵	کاربرد فرایند جذب سطحی	۱-۱-۷-۱
۳۷	عوامل مؤثر بر فرآیند جذب نوع و خصوصیات جسم جاذب	۲-۷-۱
۳۷	نوع و خصوصیات جسم جاذب	۱-۲-۷-۱
۳۷	نوع و خصوصیات ماده جذب شونده	۲-۲-۷-۱
۳۸	میزان اختلاط و بهم زدن فاز سیال	۳-۲-۷-۱
۳۸	pH محیط عمل	۴-۲-۷-۱
۳۹	ایزوترمهای جذب سطحی	۸-۱
۳۹	ایزوترم مدل لانگمیر	۱-۸-۱
۴۰	ایزوترم مدل فرنرلیچ	۲-۸-۱
۴۱	ایزوترم مدل دابنین-رادشکویچ	۳-۸-۱
۴۲	سینتیک جذب:	۹-۱
۴۲	مدلهایی که در آنها نفوذ کنترل کننده عملیات جذب است	۱-۹-۱
۴۲	مدلهایی که در آن جذب شیمیایی در سایت های جاذب کنترل کننده عملیات جذب است:	۲-۹-۱
۴۵	مقدمه	۲- فصل
۴۵	تاریخچه	۱-۲
۴۶	مروری بر مطالعات گذشته در حذف سرب	۲-۲
۴۹	مروری بر مطالعات گذشته در حذف نیترات	۳-۲
۵۴	مقدمه	۳- فصل
۵۴	مواد مورد نیاز در آزمایش	۱-۳
۵۴	روش انجام آزمایشات:	۲-۳

۳-۳	تجهیزات	۵۶
۳-۴	خاک اره	۵۸
۳-۵	تهیه ی PPy/SD	۵۹
۳-۶	تهیه ی PPy	۵۹
۳-۷	آماده سازی نمونه جهت آنالیز	۵۹
<b>فصل ۴ - مقدمه: ۶۲</b>		
۴-۱	بررسی ساختار جاذب ها به وسیله ی SEM و FTIR	۶۲
۴-۲	بررسی اثر سرعت همزن بر روی راندمان حذف	۶۶
۴-۳	اثر pH بر روی راندمان حذف	۶۸
۴-۴	اثر زمان انجام واکنش بر روی راندمان حذف	۷۰
۴-۵	بررسی سینتیک جذب	۷۱
۴-۶	اثر میزان جاذب بر روی راندمان حذف	۷۶
۴-۶-۱	ایزوترم های جذب	۷۸
۴-۶-۱-۱	ایزوترم لانگمویر	۷۸
۴-۶-۱-۲	ایزوترم فرنرندلیچ	۷۹
۴-۶-۱-۳	مدل دابنین- رادشکوویچ (D-R)	۸۱
۴-۷	اثر غلظت اولیه بر فرآیند جذب	۸۴
۴-۸	اثر درجه حرارت:	۸۵
۴-۹	بررسی ترمودینامیک فرایند	۸۷
۴-۱۰	کاربرد جاذب ها برای حذف نیترات و سرب از پسابهای واقعی	۸۸
۴-۱۱	بررسی جاذب بعد از عمل جذب توسط SEM	۹۰
<b>فصل ۵ - مقدمه: ۹۴</b>		
۵-۱	جمع بندی	۹۴
۵-۲	پیشنهادات	۹۵

## فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
پلی‌پیروول	PPy
پلی‌پیروول کت شده بر روی خاک ااره	PPy/SD
غلظت تعادلی (ppm)	$C_e$
غلظت در زمان t (ppm)	$C_t$
غلظت اولیه (ppm)	$C_i$
انرژی متوسط جذب (kJ/mol)	E
انرژی آزاد گیبس (kJ/mol)	$\Delta G$
آنتروپی جذب (kJ/mol)	$\Delta S$
انتالپی جذب (kJ/mol)	$\Delta H$
ضریب همبستگی	$r^2$
ثابت لانگمویر (l/mg)	$K_L$
ثابت معادله موریس-وهر ( $(\text{mg/g})\text{min}^{1/2}$ )	$K_{id}$
حجم محلول (لیتر)	V
زمان (دقیقه)	t
ثابت معادله فرنرلیچ (شدت جذب)	n
ثابت تعادل ترمودینامیکی	$K_c$
ثابت معادله D-R ( $\text{mol}^2/\text{kJ}^2$ )	$\beta$
ثابت پولانی ( $\text{kJ}^2/\text{mol}^2$ )	$\varepsilon$
ظرفیت جذب در زمان t	$q_t$
ظرفیت جذب در تعادل	$q_e$
جزئی از ماده‌ی محلول در آب است که جذب جاذب	$F_e$

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳.....	جدول ۱-۱ بیماری‌های ایجاد شده توسط فلزات سنگین و حداکثر غلظت مجاز آنها در آب.....
۳.....	جدول ۲-۱ استاندارد خروجی فلزات سنگین فاضلاب‌ها.....
۸.....	جدول ۳-۱ سطوح سرب گزارش شده در فاضلاب صنایع مختلف.....
۵۸.....	جدول ۱-۳ مشخصات فیزیکی خاک اره.....
۶۶.....	جدول ۱-۴ هدایت و دانسیته ی خاک اره، PPy/SD & PPy.....
۸۳.....	جدول ۲-۴ معادله ایزوترم و ثوابت ایزوترمهای جذب برای جذب نیترات بر روی PPy/SD.....
۸۳.....	جدول ۳-۴ معادله ایزوترم و ثوابت ایزوترمهای جذب برای جذب سرب بر روی PPy.....
۸۶.....	جدول ۴-۴ اثر دما در راندمان حذف نیترات توسط PPy/SD.....
۸۶.....	جدول ۵-۴ اثر دما در راندمان حذف سرب توسط PPy.....
۸۷.....	جدول ۶-۴ پارامترهای ترمودینامیکی جذب نیترات بر روی PPy/SD.....
۸۷.....	جدول ۷-۴ پارامترهای ترمودینامیکی جذب سرب بر روی PPy.....
۸۸.....	جدول ۸-۴ جدول مشخصات پساب قبل از تصفیه و راندمان حذف بعد از تصفیه با PPy/SD.....



## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۴	شکل ۱-۱ شمایی از شکل پلی پیروول
۲۴	شکل ۲-۱ پلیمریزاسیون شیمیایی پلی پیروول
۶۲	شکل ۱-۴ تصویر SEM از خاک اره قبل از کت شدن با PPy
۶۳	شکل ۲-۴ تصویر SEM از خاک اره بعد از کت شدن با PPy
۶۳	شکل ۳-۴ تصویر SEM از خاک اره بعد از کت شدن با PPy با بزرگنمایی بیشتر
۶۴	شکل ۴-۴ طیف FTIR از PPy/SD
۶۴	شکل ۵-۴ تصویر SEM از PPy
۶۵	شکل ۶-۴ طیف FTIR از PPy
۶۷	شکل ۷-۴ اثر دور همزن بر راندمان حذف نیترات توسط PPy/SD
۶۷	شکل ۸-۴ اثر دور همزن بر راندمان حذف سرب توسط PPy
۶۹	شکل ۹-۴ اثر pH بر روی راندمان حذف نیترات توسط PPy/SD
۷۰	شکل ۱۰-۴ اثر pH بر روی راندمان حذف سرب توسط PPy
۷۱	شکل ۱۱-۴ اثر زمان تماس بر روی راندمان حذف نیترات توسط PPy/SD
۷۱	شکل ۱۲-۴ اثر زمان تماس بر روی راندمان حذف سرب توسط PPy
۷۳	شکل ۱۳-۴ رسم نمودار معادله‌ی خطی شده‌ی موریس-وبر برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۷۳	شکل ۱۴-۴ رسم نمودار معادله‌ی خطی شده‌ی موریس-وبر برای جذب سرب بر روی PPy
۷۴	شکل ۱۵-۴ رسم معادله خطی شده شبه درجه اول برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۷۴	شکل ۱۶-۴ رسم معادله خطی شده شبه درجه اول برای جذب سرب بر روی PPy
۷۵	شکل ۱۷-۴ رسم معادله خطی شده شبه درجه دوم برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۷۵	شکل ۱۸-۴ رسم معادله خطی شده شبه درجه دوم برای جذب سرب بر روی PPy
۷۷	شکل ۱۹-۴ اثر مقدار جاذب در محلول آبی بر روی راندمان حذف نیترات توسط PPy/SD
۷۷	شکل ۲۰-۴ اثر مقدار جاذب در محلول آبی بر روی راندمان حذف سرب توسط PPy
۷۹	شکل ۲۱-۴ رسم معادله خطی شده لانگمویر برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۷۹	شکل ۲۲-۴ رسم معادله خطی شده لانگمویر برای جذب سرب بر روی PPy
۸۰	شکل ۲۳-۴ رسم معادله خطی شده فرندلیچ برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۸۱	شکل ۲۴-۴ رسم معادله خطی شده فرندلیچ برای جذب سرب بر روی PPy
۸۲	شکل ۲۵-۴ رسم معادله خطی شده D-R برای جذب نیترات بر روی PPy/SD
۸۲	شکل ۲۶-۴ رسم معادله خطی شده D-R برای جذب سرب بر روی PPy
۸۵	شکل ۲۷-۴ اثر غلظت اولیه بر ظرفیت جذب نیترات توسط PPy/SD

- شکل ۴-۲۸ اثر غلظت اولیه بر ظرفیت جذب سرب توسط PPy ..... ۸۵
- شکل ۴-۲۹ پساب کارخانه کاغذ و چوب ( a قبل از تصفیه b ) بعد از تصفیه توسط PPy/SD ..... ۸۹
- شکل ۴-۳۰ پساب کارخانه نساجی ( a قبل از تصفیه b ) بعد از تصفیه توسط PPy ..... ۹۰
- شکل ۴-۳۱ تصویر SEM از PPy/SD بعد از جذب نیترات از محلول آبی ..... ۹۰
- شکل ۴-۳۲ تصویر SEM از PPy/SD بعد از تصفیه پساب واقعی ..... ۹۱
- شکل ۴-۳۳ تصویر SEM از PPy بعد از جذب سرب از محلول آبی ..... ۹۱
- شکل ۴-۳۴ تصویر SEM از PPy بعد از تصفیه پساب کارخانه نساجی ..... ۹۲

# فصل ۱

## کلیات

## فصل ۱ - مقدمه

در این فصل ابتدا با تعاریف فلزات سنگین و نیترات آشنا خواهیم شد و در ادامه روش‌ها و منابع مختلف ورود فلزات سنگین و نیترات به محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته سپس به فلز سنگین سرب و نیترات پرداخته و مهمترین خواص و ویژگی‌های فلز سرب و نیترات و اثرات آن بر محیط زیست و انسان شرح داده می‌شود.

### ۱-۱- تعریف فلزات سنگین

در جدول تناوبی به آن تعداد از عناصر که وزن اتمی بالائی داشته و در درجه حرارت اتاق خاصیت فلزی دارند فلز سنگین اطلاق می‌شود. از آنجائی که تعاریف مختلفی برای این عناصر شده و در این طبقه عناصر مختلفی قرار داده شده‌اند باید تنها از اصطلاح فلزات و یا شبهه فلزات استفاده نمود. بر اساس این تعاریف فلزات مس تا بیسموت در جدول تناوبی که دانسیته بیشتر از 5 گرم بر سانتی‌متر مکعب دارند به عنوان فلزات سنگین تعریف شده‌اند. در جدول تناوبی به فلزات گروه ۳ تا ۱۶ در تناوب ۴ و ۴ به بعد فلزات سنگین می‌گویند [۱].

### ۱-۱-۱ ویژگی‌های فلزات سنگین

فلزات سنگین در بیشتر نقاط دنیا در فرم‌های فیزیکی و شیمیایی گوناگون و در غلظت‌های متفاوت به عنوان آلوده کننده محیط زیست مطرح بوده و از طریق پساب‌های صنعتی، مصرف سوخت، تخلیه فاضلاب-های شهری مصرف لجن حاصل از تصفیه فاضلاب به عنوان بارور کننده زمین، به محیط وارد می‌گردند و برای انسان‌ها و دیگر موجودات زنده و محیط زیست اثرات زیانباری را به دنبال دارند. فلزات سنگین مانند کادمیم، سرب و جیوه به دلیل تجمع در بدن انسان‌ها و موجودات زنده مشخصاً خطرناک می‌باشند که این فلزات توسط زنجیره غذایی تغلیظ شده و از این طریق خطر مهمی برای ارگانیسم‌های موجود در بالای زنجیره به شمار می‌روند. میزان سمیت فلزات در شرایط مختلف فرق می‌کند و تابع عواملی چون غلظت،