۱۴۱۵۴

**دانشکده علوم پایه**

**گروه شیمی**

**گرایش شیمی تجزیه**

# استفاده ازجاذب های بیولوژیکی و معدنی در حذف یون های فلزات سنگین از نمونه های محیطی

از :

**محمد علی پاک سرشت**

استاد راهنما:

**دکتر مجید آروند**

استادان مشاور:

**دکتر رضا انصاری و دکتر بابک نوروزی**

۱۳۸۹/۷/۳

**شهریور ۱۳۸۸**

دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه گیلان

۱۴۱۵۸۳

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که همواره مشوق من بوده اند

# به نام خداوند بخشنده مهربان

با تقدیر و سپاس فراوان از استاد راهنمای عزیز و گرانقدرم

## جناب آقای دکتر مجید آروند

از اینکه لطف و عنایت شما همواره شامل حال من بودو انصافا" فراتر از یک استاد بر گردن من حق دارید و در همه حال از راهنمایی و ارشادهای ارزشمندتان شود بردم، صمیمانه قدردانی می کنم. استاد عزیزم من خودم را مدیون زحمات شما می دانم و از خداوند تبارک و تعالی برای شما سعادت، سلامت و توفیقات روز افزون مسالت دارم.

از استادان بزرگوارم

## جناب آقای دکتر بابک نوروزی و دکتر رضا انصاری

که بر من منت گذاشتند و مشاورت پایان نامه را بر عهده گرفتند، کمال قدردانی را دارم.

استادان بزرگوارم

**جناب آقای دکتر محمدعلی زنجانچی و دکتر علی محمدخواه**

از اینکه زحمات زیادی را متقبل شده اید تا جرعه ای از علم و دانش خود را به من بیاموزید و آنرا در زندگی به کار گیرم، بسیار متشکرم و از اینکه داوری پایان نامه را بر عهده گرفتید، کمال قدردانی را دارم.

با سپاس فراوان از

آقای دکتر علی اکبر، آقای دکتر علی قنادزاده، آقای دکتر خلیل طباطبائیان که شاگردی این عزیزان افتخاری بود که نصیب من شد.

باسپاس فراوان از

پدر، مادر، پدر، مادر و سایر بستگان عزیزم که همواره مشوق من بوده اند و دعای خیر آنها همواره شامل حال من بود، از خداوند منان برای این عزیزان آرزوی سلامتی و سعادت را دارم.

فهرست مطالب | صفحه

## فصل اول: مقدمه و تئوری


مقدمه ..... ۲

۱-۱ مقدمه ای بر جذب سطحی ..... ۲

۱-۲ جذب فیزیکی ..... ۴

۱-۳ جذب شیمیایی ..... ۶

۱-۳- ۱ جذب غیر الکترولیت ها ..... ۹

۱-۳-۲ جذب الکترولیت ها ..... ۹

۱-۳-۲-۱ نظریه فرامکین ..... ۱۳

۱-۳-۲-۲ نظریه شیلو ..... ۱۳

۱-۴ ایزوترم های جذب ..... ۱۳

۱-۴-۱ ایزوترم لانگمویر ..... ۱۴

۱-۴- ۲ ایزوترم فروندلیش ..... ۱۶

۱-۴- ۳ ایزوترم BET ..... ۱۷

۱-۴- ۴ ایزوترم تمکین ..... ۱۸

۱-۵ شیمی کادمیم ..... ۱۹

۱-۵-۱ ویژگی های کادمیم ..... ۲۰

۱-۵-۲ تاریخچه ..... ۲۰

۱-۵-۳ پیدایش ..... ۲۰

۱-۵-۴ ایزوتوپ ها ..... ۲۱

۱-۵-۵ کاربردها ..... ۲۱

۱-۶ روش های شناسایی واندازه گیری کادمیم به روش اسپکترو فتومتری ..... ۲۱

فهرست مطالب | صفحه


۱-۷ شیمی کیتین، کیتوسان و مشتقات آن ..... ۲۲

۱-۷-۱ ساختار کیتین و کیتوسان ..... ۲۲

۱-۷-۲ کیتین و سایر پلی ساکاریدها ..... ۲۳

۱-۷-۲-۱ مشتقات پلی ساکاریدی ..... ۲۴

۱-۷-۲-۲ مواد پایه پلی ساکاریدی ..... ۲۵

۱-۷-۲-۳ پلی ساکاریدهای دارای پیوند عرضی نامحلول ..... ۲۵

۱-۸ تهیه کیتوسان ..... ۲۸

۱-۸-۱ خالص سازی کیتین ..... ۲۸

۱-۸-۲ استیل زدایی کیتین ..... ۲۹

۱-۹ خصوصیات شیمی فیزیکی کیتوسان ..... ۲۹

۱-۹-۱ درجه‌ی N – استیلاسیون ..... ۲۹

۱-۹-۲ وزن مولکولی ..... ۳۰

۱-۹-۳ حلالیت ..... ۳۱

۱-۹-۴ خصوصیات بلوری ..... ۳۲

۱-۱۰ علت ایجاد مشتقات کیتوسان ..... ۳۳

۱-۱۰-۱ کیتوسان با تقاطع عرضی ..... ۳۳

۱-۱۰-۲ مشتقات کربوکسیل دار ..... ۳۴

۱-۱۰-۳ مشتقات سولفوردار ..... ۳۵

۱-۱۰-۴ مشتقات فسفردار ..... ۳۵

۱-۱۱ سایر مشتقات ..... ۳۶

## فصل دوم: عملیات تجربی


۲-۱ مقدمه ..... ۳۸

۲-۱-۱ ابزار و مواد مورد استفاده ..... ۳۸

۲-۱-۲ تهیه محلول کادمیم از نمک کادمیم سولفات ۳ آبه ..... ۳۹

۲-۱-۳ روش اندازه گیری کادمیم ..... ۴۰

۲-۱-۴ اسپکتروفتومتری یون کادمیم ..... ۴۰

۲-۱-۵ بررسی اثر دما ..... ۴۱

۲-۱-۶ بررسی زمان تماس ..... ۴۱

۲-۱-۷ بررسی میزان جاذب ..... ۴۲

۲-۱-۸ بررسی اثر pH ..... ۴۲

۲-۱-۹ بررسی میزان تأثیر غلظت اولیه ..... ۴۲

۲-۱-۱۰ بررسی های ترمو دینامیکی ..... ۴۲

۲-۱-۱۱ بررسی های سینتیکی ..... ۴۳

۲-۲- بررسی جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داه شده بر روی پرلیت ..... ۴۳

۲-۲-۱ بررسی جذب کادمیم در سیستم پیوسته ستونی ..... ۴۴

۲-۲-۲ حجم نمونه گذاری در ستون ..... ۴۴

۲-۲-۳ آزمایشات جاری و منحنی شکست ..... ۴۴

۲-۲-۴ بازیابی جاذب ..... ۴۵

۲-۳ استفاده از مشتقات کیتوسان در فرآیند جذب کادمیم ..... ۴۵

۲-۴ سنتز مشتق کیتوسان توسط ۳و۴- دی متوکسی بنزآلدهید (Chi-DMB) ..... ۴۵

۲-۵ بررسی مشتق دی آلدهید دار کیتوسان (فرآیند ایجاد تقاطع عرضی با دی آلدهید) (Chi-PDB) ..... ۴۶

۲-۵-۱ سنتز مشتق کیتوسان در حضور دی آلدهید..... ۴۷

۲-۶ بررسی جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB پوشش داده شده بر روی بنتونیت..... ۴۸

فهرست مطالب | صفحه

## فصل سوم: بحث و نتیجه گیری


۳-۱ بررسی برهم کنش یون کادمیم با معرف کادیون ..... ۵۰

۳-۲ بررسی جذب کادمیم توسط کیتوسان در روش پیمانه ای ..... ۵۰

۳-۲-۱ مقایسه انواع جاذب ها ..... ۵۰

۳-۲-۲ اثر زمان تماس بر میزان جذب ..... ۵۲

۳-۲-۳ اثر دما بر میزان جذب یون کادمیم توسط کیتوسان ..... ۵۳

۳-۲-۴ اثر میزان جاذب کیتوسان بر روی جذب ..... ۵۵

۳-۲-۵ بررسی تغییرات غلظت اولیه کادمیم بر روی جذب توسط کیتوسان ..... ۵۶

۳-۲-۶ اثر pH بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان ..... ۵۷

۳-۲-۷ ایزوترم های جذبی کیتوسان ..... ۵۹

۳-۲-۸ بررسی سینتیک فرآیند جذب ..... ۶۲

۳-۳ بررسی جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داه شده بر روی پرلیت ..... ۶۴

۳-۳-۱ اثر زمان تماس بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۶۴

۳-۳-۲ اثر دمای سیستم برمیزان جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان پوشانده شده بر روی پرلیت ..... ۶۵

۳-۳-۳ اثر تغییرات میزان جاذب کیتوسان پوشش داده شده بر پرلیت بر روی میزان جذب کادمیم ..... ۶۷

۳-۳-۴ بررسی محدوده ی خطی بودن فرآیند جذب ..... ۶۸

۳-۳-۵ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۷۰

۳-۳-۶ ایزوترم های جذبی کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۷۱

۳-۴ بررسی ایزوترم های جذب و واجذب کادمیم در ستون فعال ..... ۷۲

۳-۵ بهره گیری از مشتقات کیتوسان در فرآیند جذب کادمیم ..... ۷۴

۳-۵-۱ بررسی طیف IR جاذب Chi-DMB ..... ۷۴

فهرست مطالب | صفحه


۳-۵-۲ اثر زمان بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق کیتوسان آلدهید دار شده (Chi-DMB)..... ۷۶

۳-۵-۳ اثر دما بر روی جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۷۷

۳-۵-۴ تأثیر میزان اولیه جاذب مشتق شده با آلدهید بر روی میزان جذب کادمیم..... ۷۹

۳-۵-۵ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۸۰

۳-۵-۶ بررسی ایزوترم های جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۸۲

۳-۵-۷ بررسی سینتیک فرآیند جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۸۳

۳-۵-۸ بررسی مشتق دی آلدهید دار کیتوسان ( فرآیندایجاد تقاطع عرضی با دی آلدهید)..... ۸۵

۳-۵-۹ بررسی طیف IR مشتق دی آلدهید دار کیتوسان (Chi-PDB)..... ۸۵

۳-۵-۱۰ اثر دما بر روی جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB..... ۸۷

۳-۵-۱۱ اثر زمان بر روی جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB..... ۸۸

۳-۵-۱۲ تأثیر میزان اولیه ی جاذب Chi-PDB بر روی میزان جذب کادمیم..... ۸۹

۳-۵-۱۳ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB..... ۹۰

۳-۵-۱۴ بررسی ایزوترم های جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB..... ۹۲

۳-۶ بررسی جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت..... ۹۳

۳-۶-۱ بررسی طیف DRS مشتق Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت..... ۹۳

۳-۶-۲ اثر دما بر روی میزان جذب کادمیم توسط Chi-DMB نشانده شده بر روی بنتونیت..... ۹۴

۳-۶-۳ اثر میزان اولیه جاذب Chi-DMB پوشانده شده روی بنتونیت بر میزان جذب کادمیم..... ۹۵

۳-۶-۴ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت..... ۹۶

۳-۶-۵ بررسی ایزوترم های جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت..... ۹۸

نتیجه گیری نهایی..... ۱۰۰

پیشنهاد برای کارهای آینده..... ۱۰۱

## فهرست شکل ها

شکل ۱-۱ پنج نوع از ایزومرهای جذب..... ۳

شکل ۱-۲ ایزوترم جذب آمونیاک روی کربن فعال..... ۴

شکل ۱-۳ ظرفیت آزاد اتم های جاذب..... ۶

شکل ۱-۴ تئوری های هلمهولتز (الف)، گای چاپمن (ب) و اشترن (ج) برای توصیف لایه دوگانه الکتریکی. در این شکل محور عمودی پتانسیل جذب و محور افقی فاصله گونه جذب شونده از جاذب را نشان میدهد..... ۱۱

شکل ۱- ۵ توصیف لایه دوگانه الکتریکی در تئوری اشترن (محور عمودی پتانسیل و محور افقی فاصله گونه جذب شونده از جاذب)..... ۱۲

شکل ۱-۶ اساس تئوری معادله BET..... ۱۷

شکل ۱-۷ چگونگی ارتباط ثابت های سرعت فرآیند جذب و میعان با آنتالپی واکنش..... ۱۸

شکل ۱-۸ شمای فیزیکی فلز کادمیم ..... ۱۹

شکل ۱-۹ ساختار کیتین..... ۲۲

شکل ۱-۱۰ ساختار کیتوسان..... ۲۳

شکل ۱-۱۱ مکانیسم پیشنهادی برای واکنش EPI با سیکلودکسترین. (A) مرحله ایجاد پیوند عرضی، (B) پلیمریزاسیون معرف ایجاد کننده پیوند عرضی و (C) هیدرولیز پیوند زنی مونو اپی کلرو هیدرین که منجر به تولید مونو اتر گلیسرول می شود..... ۲۷

شکل ۲-۱ طیف جذبی محلول کادیون ..... ۴۰

شکل ۲-۲ طیف جذبی محلول $Cd^{2+}$ ۱ × ۱۰ $^{-۳}$ مولار یون $Cd^{2+}$ (a)، طیف جذبی محلول $Cd^{2+}$ ۱ × ۱۰ $^{-۳}$ مولار یون $Cd^{2+}$ + ۰/۰۰۳ g/L کادیون (b) و طیف جذبی محلول $Cd^{2+}$ ۱ × ۱۰ $^{-۳}$ مولار یون $Cd^{2+}$ + ۰/۰۰۱ g/L کادیون(c)..... ۴۱

شکل ۳- ۱ مقایسه انواع جاذب ها (دما: ۲۵ $^{o}$C، میزان جاذب: ۰/۱ گرم، حجم محلول: ۱۰ میلی لیتر، غلظت اولیه کادمیوم سولفات: ۳ ppm)..... ۵۱

شکل ۳- ۲ اثر زمان تماس بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان (دما: $^{o}C$ ۲۵، میزان جاذب: ۰/۰۱ گرم، حجم محلول: ۱۰ میلی لیتر، غلظت اولیه کادمیم سولفات: ۱ ppm)..... ۵۳

شکل ۳-۳ اثر دما بر میزان جذب یون کادمیم توسط کیتوسان (میزان جاذب: ۰/۰۱ گرم، حجم محلول: ۱۰ میلی لیتر، غلظت اولیه کادمیم سولفات: ۱ ppm)..... ۵۴

شکل ۳-۴ اثر میزان جاذب کیتوسان بر روی جذب کادمیم (دما: $^{o}C$ ۲۵، حجم محلول: ۱۰ میلی لیتر، غلظت اولیه کادمیوم سولفات: ۱ ppm)..... ۵۶

شکل ۳-۵ بررسی تغییرات غلظت اولیه کادمیم بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان..... ۵۷

شکل ۳-۶ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان..... ۵۸

شکل ۳-۷ منحنی تغییرات $C_e/q_e$ بر حسب $C_e$ برای جاذب کیتوسان..... ۶۰

شکل ۳- ۸ منحنی تغییرات $\log q_e$ بر حسب $\log C_e$ برای جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان..... ۶۰

شکل ۳- ۹ منحنی $\log q_e-q_t$ بر حسب زمان برای سه غلظت مختلف از یون کادمیم بر طبق معادله سینتیکی درجه اول..... ۶۳

شکل ۳- ۱۰ منحنی $t/q_t$ بر حسب زمان برای سه غلظت مختلف از یون کادمیم بر طبق معادله سینتیکی درجه دوم..... ۶۳

شکل ۳- ۱۱ اثر زمان بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان..... ۶۵

شکل ۳- ۱۲ اثر دمای آزمایش بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان نشانده شده بر روی پرلیت..... ۶۶

شکل۳-۱۳ اثرتغییرات میزان جاذب بر روی جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت..... ۶۸

شکل ۳-۱۴ تغییرات جذب محلول زیر صافی به عنوان تابعی از غلظت کادمیم سولفات برای جاذب کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت..... ۶۹

شکل ۳- ۱۵ اثر pH بر روی جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان پوشش داده شده بر سطح پرلیت (میزان جاذب: ۰/۰۳ گرم، حجم محلول: ۵ میلی لیتر، غلظت اولیه کادمیم: ۱ ppm)..... ۷۱

شکل ۳-۱۶ منحنی تغییرات $C_e/q_e$ بر حسب $C_e$ برای جاذب کیتوسان پوشانده شده بر روی پرلیت ..... ۷۱
شکل ۳- ۱۷ منحنی تغییرات $\log q_e$ بر حسب $\log C_e$ برای جاذب کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۷۲
شکل ۳-۱۸ منحنی شکست جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۷۳
شکل ۳-۱۹ منحنی واجذب کادمیم از کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت ..... ۷۳
شکل ۳- ۲۰ طیف IR جاذب Chi-DMB ..... ۷۵
شکل ۳-۲۱ اثر زمان بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB ..... ۷۷
شکل ۳- ۲۲ اثر دما بر روی جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB ..... ۷۸
شکل ۳- ۲۳ تأثیر میزان اولیه جاذب Chi-DMB بر روی میزان جذب کادمیم ..... ۸۰
شکل ۳- ۲۴ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB ..... ۸۱
شکل ۳- ۲۵ منحنی تغییرات $C_e/q_e$ بر حسب $C_e$ برای جاذب Chi-DMB ..... ۸۲
شکل ۳-۲۶ منحنی تغییرات $\log q_e$ بر حسب $\log C_e$ برای جاذب Chi-DMB ..... ۸۳
شکل ۳- ۲۷ بررسی سینتیک درجه اول برای فرآیند جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB ..... ۸۴
شکل ۳- ۲۸ بررسی سینتیک درجه دوم برای فرآیند جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB ..... ۸۴
شکل ۳- ۲۹ طیف IR جاذب Chi-PDB ..... ۸۶
شکل ۳- ۳۰ اثر دما بر میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-PDB ..... ۸۸
شکل ۳- ۳۱ تأثیر زمان بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-PDB ..... ۸۹
شکل ۳- ۳۲ تأثیر مقدار جاذب Chi-PDB بر روی میزان جذب کادمیم ..... ۹۰
شکل ۳- ۳۳ تغییرات جذب کادمیم بر حسب pH برای جاذب Chi-PDB ..... ۹۱
شکل ۳-۳۴ منحنی تغییرات $C_e/q_e$ بر حسب $C_e$ برای جاذب Chi-PDB ..... ۹۲
شکل ۳- ۳۵ منحنی تغییرات $\log q_e$ بر حسب $\log C_e$ برای جاذب Chi-PDB ..... ۹۲
شکل ۳- ۳۶ طیف DRS بنتونیت (a) و مشتق Chi-DMB نشانده شده بر روی بنتونیت (b) ..... ۹۳
شکل ۳-۳۷ اثر میزان اولیه جاذب Chi-DM B پوشانده شده روی بنتونیت بر میزان جذب کادمیم ..... ۹۶

شکل ۳- ۳۸ اثر pH محلول بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت ..... ۹۷

شکل ۳- ۳۹ منحنی تغییرات $C_e/q_e$ بر حسب $C_e$ برای جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت جهت حذف کادمیم ..... ۹۸

شکل ۳- ۴۰ منحنی تغییرات $logq_e$ بر حسب $logC_e$ برای جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت جهت حذف کادمیم ..... ۱۰۰

## فهرست جداول

جدول ۱- ۱ آنتالپی جذب چند گاز بر یک جاذب یونی مانند کلسیم کلرید..... ۵

جدول ۱-۲ جذب شیمیایی تعدادی از گازها آهن..... ۷

جدول ۳-۱ مقایسه انواع جاذب ها..... ۵۱

جدول ۳-۲ اثر زمان تماس بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان..... ۵۲

جدول ۳-۳ اثر دما بر جذب یون کادمیم توسط کیتوسان..... ۵۴

جدول ۳-۴ اثر میزان جاذب کیتوسان بر روی جذب کادمیم توسط کیتوسان..... ۵۵

جدول ۳- ۵ بررسی تغییرات غلظت اولیه کادمیم بر روی میزان جذب..... ۵۶

جدول ۳- ۶ اثر pH بر روی جذب کادمیم توسط کیتوسان..... ۵۸

جدول ۳- ۷ محدوده فاکتور جداسازی..... ۶۱

جدول ۳- ۸ نتایج فاکتور جداسازی برای جذب کادمیم توسط جاذب کیتوسان..... ۶۱

جدول ۳- ۹ مقادیر $k_{ad}$ و $R^2$ برای غلظت های مختلف کادمیم مطابق معادلات سینتیکی درجه اول و درجه دوم..... ۶۲

جدول ۳-۱۰ اثر زمان تماس بر میزان جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت..... ۶۴

جدول ۳- ۱۱ اثر دمای سیستم بر فرآیند جذب کادمیم توسط کیتوسان نشانده شده بر روی پرلیت..... ۶۶

جدول۳-۱۲ اثر تغییرات میزان جاذب بر روی جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت..... ۶۷

جدول ۳- ۱۳ محدوده ی پاسخ خطی جاذب کیتوسان پوشانده شده بر روی پرلیت..... ۶۹

جدول ۳- ۱۴ تأثیر pH بر روی جذب کادمیم توسط کیتوسان پوشش داده شده بر روی پرلیت..... ۷۰

جدول ۳- ۱۵ اثر زمان بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۷۶

جدول ۳-۱۶ اثر دما بر روی میزان جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB..... ۷۸

فهرست جداول | صفحه


جدول ۳- ۱۷ اثر میزان اولیه جاذب Chi-DMB بر روی میزان جذب کادمیم ..... ۷۹

جدول ۳- ۱۸ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط Chi-DMB ..... ۸۱

جدول ۳- ۱۹ بررسی سینتیک فرآیند جذب کادمیم توسط مشتق Chi-DMB ..... ۸۳

جدول ۳- ۲۰ اثر دما بر فرآیند جذب یون کادمیم توسط جاذب Chi-PDB ..... ۸۷

جدول ۳- ۲۱ اثر زمان بر روی جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB ..... ۸۸

جدول ۳-۲۲ تأثیر میزان اولیه ی جاذب Chi-PDB بر روی میزان جذب کادمیم ..... ۸۹

جدول ۳- ۲۳ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-PDB ..... ۹۱

جدول ۳-۲۴ اثر دما بر میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB پوشانده شده بر روی بنتونیت ..... ۹۴

جدول ۳-۲۵ اثر میزان اولیه جاذب Chi-DMB پوشانده شده روی بنتونیت بر میزان جذب کادمیم ..... ۹۵

جدول ۳-۲۶ اثر pH بر روی میزان جذب کادمیم توسط جاذب Chi-DMB پوشش داده شده برروی بنتونیت.. ۹۷

چکیده:

استفاده ازجاذب های بیولوژیکی و معدنی در حذف یون های فلزات سنگین از نمونه های محیطی

محمد علی پاک سرشت

هدف اصلی این پروژه توسعه و کاربرد کیتوسان و اصلاح کیتوسان بوسیله ۳و۴- دی متوکسی بنزآلدهید (Chi-DMB) به عنوان یک جاذب بیولوژیکی بالقوه، ۴-(۱و ۵-دی پروکسی) دی بنزآلدهید (Chi-PDB) به عنوان عامل ایجاد کننده تقاطع عرضی جهت حذف کادمیم از محلول های آلوده و همچنین استفاده از پرلیت و بنتونیت به عنوان بستر های معدنی، جهت فرآیند پوشش دادن بوده است. این پژوهش همچنین شامل تحقیقاتی بر روی اثر pH، زمان تعادل و سایرمتغیرها بر فرآیند جذب می باشد. تثبیت فرآیند اصلاح شیمیایی و حضور گروه ایمینی در ساختار اصلاح شده کیتوسان از روی طیف های DRS و FT-IR انجام گردید. نتایج بدست آمده از مطالعات سینتیکی و تعادلی بیانگر حذف قابل توجه یون های کادمیم توسط کیتوسان و مشتقات آن بوده است. همچنین یک افزایش قابل ملاحظه در ظرفیت جذب با افزایش مقدار کیتوسان مشاهده گردید. البته این هم راستایی هنگامی که کیتوسان از میزان ۰/۰۱ گرم بیشتر گردد، کاهش یافت. حذف کادمیم توسط Chi-DMB به pH وابسته بود، که بیشینه مقدارجذب در pH برابر ۶ بدست آمد. نتایج تجربی بدست آمده از فرآیند جذب از محلول های حاوی یون $Cd^{2+}$ حاصل از روش اسپکتروفتومتری تطابق مناسبی با ایزوترم لانگمویر داشته و به میزان کمتری با ایزوترم فروندلیچ مطابقت داشت. مکانیزم جذب در برخی موارد به واسطه سینتیک شبه درجه دوم ودر برخی موارد دیگر توسط سینتیک شبه در جه اول تشریح گردید. همچنین مطالعات واجذب نیز انجام گردید.

کلید واژه: فلزات سنگین، جاذب های بیولوژیکی، کیتوسان، کیتین، نمونه های محیطی، اسپکتروفتومتری

Abstract

Using biological and inorganic sorbents in removing of heavy metal ion from environmental samples

Mohammad Ali Pakseresht

The main objective of this work was to develop and application of chitosan and chemically modified chitosan with 3,4-dimethoxy benzaldehyde (Chi-DMB) as a potential biosorbent for removal of Cd in polluted solutions, 4-(1,5-diproxy) dibenzaldehyde (Chi-PDB) as a crosslinking agent and also perlite and bentonite as an inorganic support in order to coating operation. The purpose were also includes the investigation of the effects of pH, equilibrium time, and other parameters on the removal efficiency. The approving of chemical modification and the presence of imine groups in the modified structure of chitosan was confirmed by DRS and FT-IR. The results obtained from equilibrium and kinetic studies showed that there was significant uptake of $Cd^{2+}$ ions by chitosan and its derivatives. There was a considerable increase in sorption capacity with an increase in chitosan amount; however, this parallelism diminished when the chitosan mass exceeded 0.01 g in 5 mL of metal solution. The cadmium uptake by Chi-DMB was found to be pH-dependent, with a maximum at pH 6.0. The experimental data of adsorption from solutions containing $Cd^{2+}$ ion obtained by spectrophotometric method were found to correlate well with the Langmuir isotherm equation and less with freundlich. The adsorption mechanism is some how described by a pseudo second order kinetics and in the other hand by pseudo first order kinetics. Regeneration studies were also carried out.

*Keywords*: Heavy metals, Biosorbents, Chitin, Chitosan, Environmental samples, Spectrophotometry

فصل اول
مقدمه و تئوری