بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش پلیمر

سنتز بعضی از کامپوزیت‌های پلی استایرن و بررسی جذب یون سرب (۲+) از محلول‌های آبی توسط آنها

استاد راهنما:

دکتر مرتضی حاجیان

استاد مشاور:

دکتر غلامعلی کوهمره

پژوهشگر:

حامد نظرپورفرد

مرداد ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب برنتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی ازتحقیق موضوع این پایان‌نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش پلیمر آقای حامد نظرپورفرد

تحت عنوان

سنتز بعضی از کامپوزیت‌های پلی استایرن و بررسی جذب یون سرب (۲+) از محلول‌های آبی توسط آنها

در تاریخ ۹۱/۵/۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر مرتضی حاجیان با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۲- استاد مشاور پایان‌نامه دکتر غلامعلی کوهمره با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

۳- استاد داور داخل گروه دکتر احمدرضا خسروپور با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۴- استاد داور خارج از گروه دکتر امیر عبدالملکی با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

امضای مدیر گروه

سپاس خدای راکه:

خود، وجود است،

وجود را بوجود آورد،

قادر، مهربان و بخشنده است،

پیشرفت جامعه را در گرو راستی، درستی، مساوات، تلاش، علم‌اندوزی، سخت‌کوشی، صداقت و انسان دوستی قرار داد،

اندیشه، علم، حق، عدالت، بخشش، ادب، شعور و هر آنچه که از واژه وجود، بهره‌ای برده است در ید قدرت اوست،

عقل، تدبیر، ادب و راستی را آفرید،

عدالت را ابزار زیبایی جامعه قرار داد،

تندیس حق را زیبا ساخت،

دروغ را زشت به تصویر کشاند،

باران را علت آبادانی قرار داد،

علم را وسیله دانایی بنیان نهاد،

پیشرفت را به اراده، تلاش، تفکر و زحمت نیازمند نمود،

تضادهای زیبا مثل اسید وباز، ترش و شیرین، سختی و نرمی، پلیمرهای آمورف و بلوری، عدم و بود، راستی و دروغ را دارای وجود کرد،

نسیم، دریای آرام، آرامش و امنیت را زیبا ساخت و طوفان و دریای مواج را ناگوار و ترس آور خلقت کرد،

با قدرت خود، انسانی را که ماه‌ها، چند فرسخ را طی می‌نمود، بر پیمودن هزاران کیلومتر و سفر به کرات دگر در کمترین زمان، توانا نمود،

علم شیمی را از کیمیاگری به شیمی تجزیه، آلی، معدنی، شیمی فیزیک، شیمی دریا، فیتوشیمی، شیمی پلیمر، شیمی کاربردی، بیوشیمی واصل نمود،

ریزترین‌ها را درشت و درشت‌ترین‌ها را کوچک می‌نماید،

برهمه چیز قادر و بیناست،

بر تمام امورش، نظم، قانونمندی، مساوات و اعتدال حکمفرماست،

و شکر و سپاسش واجب و استفاده درست و مناسب از نعمت‌هایش باید است.

چکیده

این کار تحقیقاتی از اثراتی که فلزات سنگین و یون سرب (۲+) بر کیفیت آب و همچنین بر سلامتی انسان، پرندگان و حیوانات دارند، منشا گرفت. در این کار تحقیقاتی، مطالعات بر سنتز پلی‌استایرن خالص و کامپوزیت‌های پلی‌استایرن با کربن فعال و پودر برگ درخت متمرکز شده است و علاوه بر سنتز آنها، جذب سطحی سرب (۲+) از محلول‌های آبی توسط این مواد نیز بررسی شده است. معمولا روش‌های فراوانی برای برداشتن آلاینده‌هایی مثل ترکیبات سمی آلی (بنزن، فنول‌ها، نیتروبنزن‌ها، کلروبنزن‌ها، استایرن و...) و فلزات سنگین (سرب، کادمیم، کبالت، کروم، منگنز، روی، جیوه و...) وجود دارد. از آنها می‌توان اسمز معکوس، الکترولیز، الکتروفورز، رسوب دادن شیمیایی و جذب سطحی فیزیکی و شیمیایی نام برد که از میان آنها، روش جذب سطحی در این کار پژوهشی استفاده شده است. در زمینه جذب سطحی، مواد زیادی وجود دارند که توانایی جذب ترکیبات آلی و فلزات سنگین در آنها وجود دارد. گرافن، گرافیت، گرافن اکسید، گرافیت اکسید، کربن فعال، نانولوله کربن ، دوده، خاک رس، زئولیت، پلیمرهای جاذب نمونه‌هایی از مواد جاذب می‌باشند که در این کار تحقیقاتی از کربن فعال، پودر برگ درخت، پلی‌استایرن و کامپوزیت‌های پلی‌استایرن با پودر برگ درخت و کربن فعال در نقش مواد جاذب استفاده شده است. به روش پلیمرشدن سوسپانسیون و پلیمرشدن سوسپانسیون درجا به ترتیب، پلی‌استایرن خالص و کامپوزیت‌های آن تهیه شدند و در انتهای فرایند پلیمرشدن، ذرات پلیمر و کامپوزیت به صورت گرانولی بدست آمدند. بعد از تهیه پلی‌استایرن و کامپوزیت‌های آن، خواص جذبی آنها مورد بررسی قرار گرفت و معلوم شد که پلی‌استایرن، کربن فعال، پودر برگ درخت، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، توانایی جذب یون سرب (۲+) را از محیط آبی دارند. بعد از آشکار شدن پتانسیل جذب یون سرب (۲+) در این مواد، جذب سطحی آنها با هم مقایسه شد و اثر پارامترهای مختلف (میزان ماده جاذب، غلظت اولیه یون سرب (۲+) و زمان تماس) روی میزان جذب بررسی شد.

کلید واژه‌ها: آلاینده‌ها، یون‌های فلزات سنگین، سرب (۲+)، جذب سطحی، پلی‌استایرن، کامپوزیت پلیمری.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- پلی استایرن ۱

۱-۱-۱- تاریخچه ۱

۱-۱-۲- کاربردهای پلی‌استایرن ۳

۱-۱-۳- تبادلگرهای یونی ۴

۱-۲- کامپوزیت و نانوکامپوزیت ۵

۱-۲-۱- کامپوزیت چیست؟ ۵

۱-۲-۲- مزایای مواد کامپوزیتی ۶

۱-۲-۳- کامپوزیتهای پلیمری ۶

۱-۲-۴- نانوکامپوزیت چیست؟ ۷

۱-۲-۵- نانوکامپوزیتهای پلیمری ۸

۱-۲-۶- روشهای تهیه کامپوزیت و نانوکامپوزیت ۸

۱-۲-۶-۱- روش محلول ۸

۱-۲-۶ -۲- روش مذاب ۹

۱-۲-۶-۳- روش پلیمرشدن درجا ۹

۱-۳- آلاینده‌ها ۱۰

۱-۳-۱- ترکیبات آلی ۱۰

۱-۳-۲- فلزات سنگین ۱۱

۱-۳-۲-۱- سرب و اثرات آن بر محیط زیست ۱۲

۱-۴- روشهای حذف آلاینده‌ها از محیط ۱۳

۱-۴-۱- جذب سطحی ۱۴

۱-۴-۱-۲- جذب سطحی فیزیکی ۱۴

۱-۴-۱-۳- جذب سطحی شیمیایی ۱۴

۱-۵- موادی که قادر به جذب مواد شیمیایی هستند ۱۵

۱-۵-۱- جذب توسط سطحی توسط گرافن ۱۵

۱-۵-۲- جذب سطحی توسط گرافن اکسید ۱۷

۱-۵-۳- جذب سطحی توسط گرافیت ۱۹

عنوان **صفحه**

۱-۵-۴- جذب سطحی توسط گرافیت اکسید ۲۰
۱-۵-۵- جذب سطحی توسط نانولوله کربن تک دیواره ۲۲
۱-۵-۶- جذب سطحی توسط نانولوله کربن چند دیواره ۲۲
۱-۴-۷- جذب سطحی توسط کربن فعال..... ۲۳
۱-۵-۸- جذب سطحی توسط خاک رس ۲۴
۱-۵-۹- جذب سطحی توسط امبرلیت..... ۲۵
۱-۵-۱۰- جذب سطحی توسط NDA-100 ..... ۲۶
۱-۵-۱۱- سوپر جاذب‌های پلیمری ۲۸
۱-۵-۱۲- جذب سطحی توسط غشاهای پلیمری پیوندی..... ۲۹
۱-۵-۱۳- مشخصات جذب سطحی بعضی از مواد پلیمری حاوی گروههای اولفین ۳۰
۱-۵ -۱۴- جذب سطحی توسط دوده..... ۳۱
اهداف ۳۲
فصل دوم: بخش تجربي ۳۳
۲-۱ دستگاه‌های شناسایی..... ۳۳
۲-۱-۱- طیف سنجی ماورابنفش- مرئی ۳۳
۲-۱-۲- پراش سنجی اشعه ایکس ۳۳
۲-۱-۳- طیف‌سنجی مادون قرمز..... ۳۴
۲-۱-۴- طیف سنجی جذب اتمی ۳۴
۲-۱-۵- کروماتوگرافی ژل تراوایی ۳۴
۲-۱-۶- دستگاه تعیین نقطه ذوب ۳۵
۲-۲ مواد مصرفی ۳۵
۲-۳- جداسازی بازدارنده از استایرن خالص ۳۶
۲-۴- سنتز پلی‌استایرن به روش سوسپانسیون..... ۳۶
۲-۵- سنتز کامپوزیت پلی‌استایرن با کربن فعال ۳۷
۲-۶- سنتز کامپوزیت پلی‌استایرن با پودر برگ درخت (دسته: ligustrum-sp) ۳۸
۲-۷- تهیه محلول‌های سرب (۲+) ۳۹
۲-۸- آزمایش جذب سطحی ۳۹
۲-۸-۱- آزمایش بررسی اثر زمان..... ۴۰

عنوان **صفحه**

۲-۸-۲- آزمایش بررسی اثر مقدار جاذب ۴۰

۲-۸-۳- آزمایش بررسی اثر غلظت اولیه ۴۱

۲-۹- آزمایش جذب اتمی (طیف سنجی جذب اتمی)..... ۴۱

اهداف ۴۲

بخش سوم: بحث و نتیجه‌گیری ۴۳

۳-۱- شناسایی پلی‌استایرن ۴۳

۳-۱-۱- حلالیت..... ۴۳

۳-۱-۲- تست شعله..... ۴۴

۳-۱-۳- کروماتوگرافی ژل تراوایی ۴۴

۳-۱-۴- طیف سنجی فرابنفش- مرئی ۴۷

۳-۱-۵- طیف سنجی پرتو مادون قرمز ۴۷

۳-۲- بررسی تهیه کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ۴۸

۳-۲-۱- طیف سنجی پراش سنجی اشعه ایکس ۴۹

۳-۲-۱-۱- طیف سنجی پراش اشعه ایکس برای شناسایی کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال..... ۴۹

۳-۲-۱-۲- طیف سنجی پراش اشعه ایکس برای شناسایی کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ۵۲

۳-۲-۲- طیف سنجی پرتو مادون قرمز ۵۴

۳-۲-۳- طیف سنجی فرابنفش مرئی ۶۰

۳-۲-۴- تست نقطه ذوب..... ۶۶

۳-۳- بررسی جذب سطحی یون سرب (۲+) از محلولهای آبی..... ۶۶

۳-۳-۱- بررسی جذب سطحی یون سرب (۲+) از محلول آبی توسط کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و مطالعه اثر پارامترهای مختلف بر جذب سطحی ۶۷

۳-۳-۱-۱- اثر میزان جاذب بر جذب یون سرب (۲+)..... ۶۸

۳-۳-۱-۲- اثر زمان تماس بر جذب یون سرب (۲+) ۶۹

۳-۳-۱-۳- اثر غلظت اولیه یون سرب بر اندازه جذب سطحی ۷۱

۳-۳-۲- بررسی جذب سطحی یون سرب (۲+) از محلول آبی توسط کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و مطالعه اثر پارامترهای مختلف بر جذب سطحی..... ۷۳

۳-۳-۲-۱- اثر مقدار جاذب ۷۴

۳-۳-۲-۲- اثر زمان تماس بر میزان جذب ۷۵

عنوان صفحه

۳-۳-۲-۳- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر میزان جذب سرب توسط جذب کننده‌ها ۷۷
۳-۳-۳- مقایسه جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، پودر برگ درخت، کربن فعال، کامپوزیت‌های پلی-استایرن/ پودر برگ درخت و پلی‌استایرن/ کربن فعال ۷۹
۳-۳-۳-۱- اثر میزان جاذب ۷۹
۳-۳-۳-۲- اثر زمان ۸۱
۳-۳-۳-۳- مطالعه اثرغلظت اولیه یون سرب (۲+) ۸۲
۳-۵- نتیجه‌گیری ۸۵
پیوست الف ۸۷
الف- ۱- بررسی جذب یون سرب توسط زرده تخم مرغ ۸۷
الف-۲- اثر میزان جاذب ۸۸
الف-۳- اثر زمان تماس ۸۸
پیوست ب ۹۰
ب-۱- استایرن ۹۰
ب-۱-۱- تاریخچه ۹۰
ب-۱-۲- خواص فیزیکی شیمیایی استایرن خالص ۹۰
ب-۲- چطور پی به وجود استایرن ببرید اگر با آن کار می‌کنید ۹۲
ب-۳- استفاده از استایرن ۹۲
ب-۴- اثرات استایرن بر سلامت انسان ۹۲
ب- ۵- خلاصه خطر سلامتی حاصل از استایرن ۹۳
ب-۵-۱- چشم، بینی، حلق و ششها ۹۳
ب-۵-۲- پوست ۹۳
ب-۵-۳- سیستم عصبی ۹۴
ب-۵-۴- کبد و کلیه‌ها ۹۴
ب-۵-۵- سرطان ۹۴
ب-۵-۶- سیستم تناسلی ۹۵
منابع و مآخذ ۹۶

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱- روش سنتز و ساختار پلی‌استایرن ۲

شکل۱-۲- بعضی از نمونه‌هایی رزین‌های تبادل یونی، بر اساس کوپلیمرهای استایرن- دی وینیل بنزن ۴

شکل ۱- ۳- تصویر یک اکسترودر، جهت تولید و فرایند کردن مواد پلیمری توسط مخلوط کردن مذاب ۹

شکل ۱-۴- شمای راکتور لازم برای فرایند پلیمرشدن سوسپانسیون، امولوسیون و پلیمرشدن درجا.....۱۰

شکل ۱- ۵- ساختار فضایی گرافن ۱۵

شکل ۱-۶- گرافن مادر تمام شکل‌های گرافیتی ۱۶

شکل ۱- ۷- ساختار فضایی گرافن اکسید ۱۷

شکل ۱-۸- ساختار فضایی گرافیت ۲۰

شکل ۱- ۹- ساختارهایی از گرافیت عاملدار شده ۲۱

شکل ۱-۱۰- ساختار نانولوله کربن الف) تک دیواره ب) چند دیواره ج) مقایسه آنها با هم ۲۳

شکل ۱-۱۱- جذب سالیسیلیک اسید و سولفو سالیسیلیک اسید توسط NDA-100.....۲۷

شکل ۱-۱۲- جذب سالیسیلیک اسید و سولفو سالیسیلیک اسید توسط NDA-99 .....۲۷

شکل ۱-۱۳- واکنش ویتیگ برای بدست آوردن جاذبهای پلیمری حاوی گروههای اولفین ۳۱

شکل ۲-۱- دستگاه طیف نور سنجی جذب اتمی ۳۴

شکل ۲-۲- الف) راکتور واکنش، جهت سنتز پلی‌استایرن به روش پلیمرشدن سوسپانسیون ب) پودر پلی-
استایرن سنتز شده ۳۷

شکل ۲-۳- الف) راکتور واکنش جهت تهیه کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال به روش پلیمرشدن
سوسپانسیون درجا ب) پودر کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال شده ۳۸

شکل ۲-۴- الف) راکتور واکنش، جهت تهیه کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت به روش پلیمرشدن
سوسپانسیون درجا ب) پودر کامپوزیت پلی‌استایرن/ برگ سنتز شده ج) مقایسه پلی‌استایرن (بالا) با
کامپوزیت پلی‌استایرن/ برگ (پایین) و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن (وسط) ۳۹

شکل ۲-۵- یک نمونه منحنی کالیبراسیون برای محلولهای استاندارد سرب (۲+).....۴۲

شکل ۳-۱- مکانیسم عملکرد کروماتوگرافی ژل تراوایی ۴۴

شکل ۳-۲- کروماتوگرام (منحنی کروماتوگرافی ژل تراوایی) پلی‌استایرن سنتز شده ۴۶

شکل۳-۳- طیف پراش پرتو ایکس پلی‌استایرن ۵۰

شکل ۳-۴- طیف پراش پرتو ایکس کامپوزیت پلی‌استایرن با کربن فعال.....۵۱

شکل ۳-۵- طیف پراش پرتو ایکس کربن فعال ۵۱

عنوان صفحه

شکل ۳-۶- طیف پراش اشعه ایکس برای پودر برگ درخت ۵۲
شکل ۳-۷- طیف پراش اشعه ایکس برای کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ۵۳
شکل ۳-۸- طیف پراش اشعه ایکس برای پلی‌استایرن خالص ۵۳
شکل ۳-۹- طیف پرتو مادن قرمز پلی‌استایرن ۵۵
شکل ۳-۱۰- طیف پرتو مادن قرمز کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۵۶
شکل ۳-۱۱- طیف پرتو مادن قرمز کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ۵۷
شکل ۳-۱۲- مقایسه طیف پرتو مادون قرمز پلی‌استایرن و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال.....۵۸
شکل ۳-۱۳- مقایسه طیف پرتو مادون قرمز پلی‌استایرن و کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ۵۹
شکل ۳-۱۴- طیف فرابنفش- مرئی پلی‌استایرن ۶۱
شکل ۳-۱۵- طیف فرابنفش- مرئی کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۶۲
شکل ۳-۱۶- طیف فرابنفش- مرئی کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت.....۶۳
شکل ۳-۱۷- مقایسه طیف فرابنفش- مرئی پلی‌استایرن و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال.....۶۴
شکل ۳-۱۸- مقایسه طیف فرابنفش- مرئی پلی‌استایرن و کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت. ۶۵
شکل ۳-۱۹- اثر میزان جاذب بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کربن فعال.....۶۷
شکل۳-۲۰- اثر زمان تماس بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و پلی کربن فعال.....۷۰
شکل۳-۲۱- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر میزان جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کربن فعال.....۷۱
شکل۳-۲۲- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی استایرن، کامپوزیت پلی-استایرن/ کربن فعال و کربن فعال ۷۲
شکل ۳-۲۳- اثر میزان جاذب بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت ۷۴
شکل ۳-۲۴- اثر زمان تماس یون، بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی-استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت ۷۶
شکل ۳-۲۵- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر میزان جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی-استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت ۷۷

عنوان صفحه

شکل ۳-۲۶- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی-استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت ۷۸
شکل ۳-۲۷- اثر میزان جاذب بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پودر برگ درخت، کربن فعال، پلی استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۸۰
شکل ۳-۲۸- اثر زمان تماس بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۸۱
شکل ۳-۲۹- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر کاهش غلظت یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۸۳
شکل ۳-۳۰- اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۸۴
شکل الف-۱- اثر میزان جاذب بر جذب یون سرب (۲+) از محلولهای آبی توسط زرده تخم مرغ ۸۸
شکل الف-۲- اثر زمان تماس بر جذب یون سرب (۲+) توسط زرده تخم مرغ ۸۹

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- مشخصات پلیمر شبکه‌ای NDA-100 .....۲۸
جدول ۱-۲- ماکسیمم جذب یونهای فلزات سنگین، توسط انواع غشا آبدوست در دمای ۳۰ که توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شده است ۳۰
جدول ۱-۳- نسبت گزینش پذیری پلی اتیلن دانیسته پایین- پیوندی- اکریلیک اسید/ ۴- وینیل پیریدین به سمت فلزات موجود در محلول ۳۰
جدول ۲-۱- مواد مصرفی در این کار تحقیقاتی.....۳۵
جدول ۲-۲- داده‌های لازم برای رسم منحنی کالیبراسیون (جذب بر حسب غلظت) ۴۲
جدول ۳-۱- تست حلالیت پلیمر (پلی‌استایرن) سنتز شده در این مطالعه.....۴۳
جدول ۳-۲- انواع وزن مولکولی و پراکندگی وزن مولکولی برای استایرن سنتز شده در این مطالعات.....۴۵
جدول ۳-۳- مقایسه طول موج و درصد عبور بعضی‌از پیک‌ها بین پلی‌استایرن و کامپوزیت‌هایش.....۶۰
جدول ۳-۴- مقایسه جذب و طول موج پیک‌های پلی‌استایرن و کامپوزیتهای آن در طیف سنجی فرابنفش- مرئی ۶۶
جدول ۳- ۵– داده‌های مربوط به بررسی اثر میزان جاذب بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کربن فعال.....۶۹
جدول۳-۶- داده‌های مربوط به بررسی اثر زمان تماس بر درصد جذب یون سرب (۲+)، توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و پلی کربن فعال ۷۰
جدول۳-۷- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر میزان جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کربن فعال.....۷۲
جدول ۳-۸- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال و کربن فعال.....۷۳
جدول ۳-۹- داده‌های مربوط به بررسی اثر میزان جاذب بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت.....۷۵
جدول ۳-۱۰- داده‌های مربوط به بررسی اثر زمان تماس بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت.....۷۶
جدول ۳-۱۱- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر جذب سرب (۲+) توسط پلی استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت ۷۸

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱۲- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و پودر برگ درخت.....۷۹
جدول ۳-۱۳- داده‌های مربوط به بررسی اثر میزان جاذب بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت ، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی‌استایرن/ کربن فعال ۸۰
جدول ۳-۱۴- داده‌های مربوط به بررسی اثر زمان تماس بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پودر برگ درخت، کربن فعال، پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت و کامپوزیت پلی‌استایرن/کربن فعال ۸۲
جدول ۳-۱۵- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر کاهش غلظت یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی-استایرن/ کربن فعال ۸۳
جدول ۳-۱۶- داده‌های مربوط به بررسی اثر غلظت اولیه یون سرب (۲+) بر درصد جذب یون سرب (۲+) توسط پلی‌استایرن، کامپوزیت پلی‌استایرن/ پودر برگ درخت، پودر برگ درخت، کربن فعال و کامپوزیت پلی-استایرن/ کربن فعال ۸۴
جدول ب-۱- خواص استایرن ۹۱

List of abbreviations

ABS	Acrylonitryle butadiene styrene
CNT	Carbon nanotube
EPS	Expanded polystyrene
FTIR	Furrier transform infrared
GO	Grapheme oxide
GNSs	Graphene nanosheets
HDPE	High density polyethylene
LDPE	Low density polyethylene
MWNT	Multi walled nanotube
NDA-100	Trade name of a hypercrosslinked polymeric adsorbent
NDA-99	Trade name of a hypercrosslinked polymeric adsorbent
PMEA	Polymethoxy ethyl acryl amide
PVAc	Polyvinyle acetate
PMMA	Polymethyl metha acrylate
PTFE	Polytetrafloroethylene
PAN	Polyacrylonitryle
PS	Polystyrene
PVC	Polyvinylcholoride
PP	Polypropylene
RGO	Reduced graphene oxide
SWNT	Single walled nanotube
SEM	Scanninng electron microscopy
SIS	Styrene isoperene styrene

SAN	Styrene acrylonitryle
S-EB-S	Styrene ethylene butadiene styrene
S-DVB	Styrene divinyl benzene
SBR	Styrene butadiene rubber
TEM	Transmition electron microscopy
UV-VIS	Ultra vielot- visible
XRD	X-ray differaction
XPS	X-ray photoelectron spectroscopy

فصل اول: مقدمه

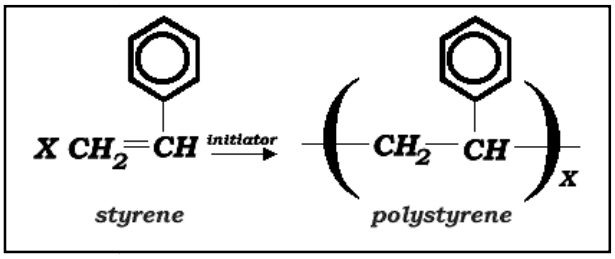
۱-۱- پلی استایرن

۱-۱-۱- تاریخچه

پلی‌استایرن در سال ۱۸۳۹ توسط یک داروساز (ادوارد سیمون[1])، در برلین کشف شد. او توسط یک محلول کربنات سدیم، یک ماده روغنی را از استوراکس[2] (رزین درخت ترکیه‌ای آدامس[3]) استخراج و تقطیر کرد که استایرل[4] نامیده شد. چندین روز بعد او فهمید که استایرل غلیظ شده است. او فرض کرد ماده مذکور بر فرض رخداد اکسیداسیون، استایرن اکسید (استایروکسید) است. سال ۱۸۴۵ جان بلیث[5] دانشمند انگلیسی و اگوستویلهم وان هافمن[6] نشان دادند که در عدم حضور اکسیژن نیز چنین تغییری در استایرول رخ می‌دهد. زیرا مقداری روغن در یک لوله به مدت چند ماه نگهداری شد و کمترین کاهشی در حجم اکسیژن مشاهده نشد و آنها ماده حاصل را متا استایرول نامیدند. آنالیزهای بعدی نشان داد این ماده بطور شیمیایی با استایرول اکسید یکسان است. در سال ۱۸۶۶ مرکلین برتلوت[7] به درستی تشخیص داد که تشکیل متا استایرول از استایرول در طی یک فرایند پلیمرشدن

[1] Eduard Simon
[2] storax
[3] Turkish sweet gum tree liquid ambar orientalis
[4] styrol
[5] John Blyth
[6] August Wilhelm von Hofmann
[7] Marcelin Berthelot

صورت می‌پذیرد. حدود هشتاد سال بعد بر اساس نظریه شیمی دان آلی، هرمان استادینگر[1] فهمیده شد که حرارت دادن استایرول یک واکنش زنجیری را آغاز می‌کند که ماکرومولکولها را تولید می‌نماید. این کارها سر انجام به دریافت ماده‌ای که نام امروزی آن پلی‌استایرن است منجر شد. شرکت فاربن در آلمان شروع به ساخت پلی استایرن نمود به امید آنکه این ماده یک جایگزین برای فلز روی شود و در خیلی از کاربردها موفقیت بدست آمد. آنها یک راکتور را توسعه دادند که پلی‌استایرن را از طریق یک لوله گرم شده اکسترود می‌کرد و یک ابزار برنده، پلی‌استایرن را در شکل قرص ایجاد می‌کرد. فریتز استستنی[2](۱۹۰۸-۱۹۸۵) مهندس شیمی، قبل از سال ۱۹۴۹ دانه‌های پلی‌استایرن منبسط شده را توسط وارد کردن هیدروکربنهای آلیفاتیک مثل پنتان توسعه داد. این دانه‌ها برای بخش‌های قالب‌گیری شده یا صفحات اکسترود شده، ماده اولیه هستند. ساختار بلوری پلی‌استایرن ایزوتاکتیک توسط گیولیو ناتا[3] گزارش شد. در سال ۱۹۵۹ شرکت کوپر در پنسیلوانیا، فوم پلی‌استایرن منبسط[4] را رشد داد. سایز حلقه بنزن از دیگر گروه‌های جانبی (کلر، متیل، هیدروژن) بزرگتر است و توانایی زنجیرهای پلی‌استایرن را برای خم شدن می‌کاهد وبه طور ذاتی با دیگر بخش‌های مولکول تداخل می‌کند که این خواص از بلوری شدن جلوگیری می‌نمایند. بنابراین، پلی‌استایرن لزوما صد درصد آمورف است و تنها مواردی که پلی-استایرن نیمه بلوری تولید می‌کنند روش پلیمرشدن محلول و سوسپانسیون است. در شکل ۱-۱ شمای سنتز پلی-استایرن را مشاهده می‌نمایید که به یک آغازگر جهت فرایند پلیمرشدن نیازمند است [۱].



شکل۱-۱- روش سنتز و ساختار پلی استایرن

[1] Hermann Studinger
[2] Fritz Stastny
[3] Giulio Natta
[4] Expanded polystyrene (EPS)