

جداسازی کروم از پساب صنایع آبکاری با استفاده از پوششها و کامپوزیت های

پلیمری و مقایسه با جاذب های تجارتي

مجید ریاحی سامانی^۱ سید مهدی برقی^۲

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

۲- عضو هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف

خلاصه

در این تحقیق به بررسی امکان استفاده از پلیمرهای هادی در جداسازی کروم از پساب صنایع آبکاری پرداخته شده و نتایج با جاذبهای سطحی مختلف مقایسه شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد در میان پلیمرهای هادی، پلی آنیلین با ۵۹/۶ درصد حذف عملکرد مطلوبی در حذف یون کروم دارد ولی پلی پیروول با ۸/۲ درصد حذف عملکرد مطلوبی در حذف یون کروم از پساب صنایع آبکاری ندارد. در این تحقیق همچنین به بررسی تأثیر کامپوزیت پلیمرهای هادی در حذف کروم پرداخته شد که نتایج حاصله نشان می دهد در کامپوزیت پلیمرهای هادی و پلی وینیل الکل درصد حذف کروم نسبت به حالت معمولی بالاتر است. در کامپوزیت پلی آنیلین و کوارتز درصد حذف کروم از پساب نسبت به حالت معمول کاهش یافته ولی در کامپوزیت پلی پیروول و کوارتز درصد حذف کروم از پساب نسبت به حالت معمول افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: پلی آنیلین، پلی پیروول، کامپوزیت، جداسازی کروم، پساب صنایع آبکاری

مقدمه

از زمان پیدایش پلیمرها، کاربرد این پلیمرها به عنوان یک عایق در ذهن تصور می شد ولی با پیشرفت علم پلیمر گروه جدیدی از پلیمرها سنتز شده اند که رسانای جریان الکتریسیته می باشند و پلیمرهای هادی نامیده می شوند. به این پلیمرها اصطلاحاً فلزهای مصنوعی نیز گفته می شود. پلیمرهای هادی دارای خواص جالب نوری و الکتریکی می باشند. از مهمترین پلیمرهای هادی می توان پلی پیروول (PPV)، پلی آنیلین (PAN)، پلی تیوفن (PTh) و ... را نام برد [۱]. در چند دهه اخیر تلاش زیادی در جهت بهبود کیفیت و خواص پلیمرهای هادی صورت گرفته است، یکی از این راهها استفاده از پلیمرهای هادی به عنوان پوشش روی ذراتی از قبیل سیلیس، تنگستن یا آغشتن پودر اکسید فلزی به فیلم پلیمری است [۲-۴]. تحقیقات زیادی در زمینه پلیمرهای هادی از قبیل پلی تیوفن، پلی پیروول [۵-۷] و پلی آنیلین [۸،۹] که در مقابل هوا پایداری خوبی دارند انجام شده است. در تهیه کامپوزیت پلیمرهای هادی با موادی از قبیل پلی وینیل کلرید [۱۱] پلی وینیل الکل [۶] و الاستومرهای پلاستیک که خواص مکانیکی و نوری خوبی دارند و همچنین تهیه کامپوزیت هایی که در آب محلول باشند تلاش های زیادی به عمل آمده است [۱۴-۱۲]. در این تحقیق با توجه به سطح فعال این پلیمرها به بررسی تأثیر پلی آنیلین و پلی پیروول و کامپوزیت های آنها در جداسازی یون کروم از پساب آبکاری پرداخته شده است و نتایج با جاذب های سطحی مختلف مقایسه شده است.

تجربی

در این بخش مشخصات مواد مصرفی، دستگاهها و روش های مورد استفاده برای تهیه پلیمرهای هادی و کامپوزیت آنها در روش حذف کروم از پساب صنایع آبکاری بررسی شده است.

عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر -

دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

E-mail: m.riahisamani@yahoo.com

Tel: ۰۳۱۲۳۲۶۰۰۱۱-۱۴ Fax: ۰۳۱۲۳۲۶۰۰۸۸

عضو هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی-دانشگاه صنعتی شریف -^۲

مواد

کلیه آزمایشات روی پساب صنایع آبکاری انجام شده است. در پساب مورد استفاده PH برابر $2/40$ و غلظت یون کروم $28ppm$ به دست آمد. همه مواد مورد آزمایش دارای درجه خلوص بالایی بوده و بدون خالص سازی بیشتر مصرف شده اند. بجز مونومر پیروول و آنیلین که قبل از استفاده، تقطیر و در یخچال نگهداری شده است. برای تهیه محلول ها از آب مقطر یون زدوده استفاده شده است. پتاسیم یدات، فریک کلرید آبدار، پلی وینیل الکل ($\bar{M}_w = 72000$ و PVA) و سولفوریک اسید و مونومرهای پیروول و آنیلین همگی از شرکت مرک تهیه شده اند. رزین کاتیونی پیروولیت 302 و رزین کاتیونی آمبرجت به ترتیب ساخت شرکت های پیروولیت و آمبرجت و پودر کوارتز (خاک فولر) از شرکت فلوکا به دست آمده اند.

برای تهیه نمونه ای از پلی آنیلین $0/3gr$ پتاسیم یدات به $50cm^3$ سولفوریک اسید یک مولار منتقل و با استفاده از همزن مغناطیسی محلول یکنواختی حاصل شده است و در حالی که محلول همزده می شد $0/5cm^3$ مونومر تازه تقطیر شده آنیلین به آن اضافه شده است. واکنش در دمای محیط به مدت ۵ ساعت پایان یافته و پلیمر حاصل توسط کاغذ صافی جدا شده است و پس از چند دفعه شسته شدن توسط آب مقطر یون زدایی شده در دمای محیط خشک شده و مصرف شده است.

برای تهیه نمونه ای از پلی پیروول ابتدای $4g$ فریک کلرید آبدار در $50cm^3$ آب مقطر حل شده است تا محلول یکنواختی حاصل گردد. سپس $0/5cm^3$ مونومر پیروول تازه تقطیر شده به محلول آبی کلرید که به کمک همزن مغناطیسی در حال بهم خوردن بوده اضافه شده است. واکنش در دمای محیط و زمان ۵ ساعت پایان یافته و پلیمر حاصل توسط کاغذ صافی جدا شده و پس از چند دفعه شستشو با آب مقطر یون زدایی شده در دمای محیط خشک شده و مصرف شده است.

در تهیه کامپوزیت های پلی پیروول و پلی آنیلین، پلی وینیل الکل و خاک فولر به عنوان ماده افزودنی مصرف شده است. شرایط تهیه کامپوزیت پلیمرها در جدول ۱ خلاصه شده است. نحوه تهیه کامپوزیت ها مثل تهیه پلیمر بوده فقط قبل از اضافه کردن پلیمر ابتدا ماده افزودنی به محلول اضافه شده و پس از به هم خوردن و یکنواخت شدن مونومر تازه تقطیر شده اضافه شده و بقیه مراحل ادامه یافته است.

جدول ۱: شرایط تهیه کامپوزیت پلیمرهای هادی

کامپوزیت های پلی پیروول		کامپوزیت های پلی آنیلین	
کوارتز (خاک فولر) $50 gr/lit$	پلی وینیل الکل $1/5 g/lit$	کوارتز (خاک فولر) $50 gr/lit$	پلی وینیل الکل $1/5 g/lit$
پیروول $0/15 mol/lit$	پیروول $0/15 mol/lit$	آنیلین $0/1075 mol/lit$	آنیلین $0/1075 mol/lit$
فریک کلرید آبدار $80 gr/lit$	فریک کلرید آبدار $80 gr/lit$	پتاسیم یدات $6 gr/lit$	پتاسیم یدات $6 gr/lit$
زمان واکنش ۵ ساعت	زمان واکنش ۵ ساعت	زمان واکنش ۵ ساعت	زمان واکنش ۵ ساعت
دمای واکنش معمولی	دمای واکنش معمولی	دمای واکنش معمولی	دمای واکنش معمولی

ابزار و روش ها

همزن مغناطیسی مدل $MK 20$ ، ترازوی تجزیه ای مدل $FR 200$ ، دستگاه جذب اتمی $Perkin- elemr$ مدل 2380 و PH متر $P-M-T$ مدل 2002 جهت انجام آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفته اند. جهت جداسازی کروم از پساب صنایع آبکاری از رئاكتور اختلاط کامل منقطع ($CMBR$) استفاده شده است. به این منظور $100cm^3$ از پساب داخل بشر آزمایشگاهی ریخته شد و $0/5g$ گرم جاذب به آن اضافه شده است و توسط همزن مغناطیسی با دور 300 دور در دقیقه به مدت 30 دقیقه اختلاط صورت گرفته است. سپس با عبور دادن محلول از کاغذ صافی جاذب را از سیال جدا کرده و غلظت کروم در نمونه ها توسط دستگاه جذب اتمی محاسبه شده است. جهت مقایسه عملکرد جاذب های مختلف، کلیه شرایط واکنش از قبیل دما، زمان تماس، مقدار جاذب، دور گردش همزن، حجم پساب برای همه نمونه ها یکسان در نظر گرفته شده است.

نتایج و بحث

تأثیر جاذب های سطحی مختلف و مبادله کننده های کاتیونی

طبق نتایج تأثیر جاذب های سطحی مختلف و مبادله کننده های کاتیونی در جدول ۲ ماکزیمم حذف کروم مربوط به مبادله کننده کاتیونی نوع پیروولیت 302 با $85/7$ درصد حذف و مینییم حذف مربوط به خاک فولر (کوارتز) با $14/3$ درصد حذف می باشد. اولویت حذف کروم در پساب مورد استفاده برای جاذب های مصرفی با توجه به جدول ۲ به ترتیب برای مبادله کننده کاتیونی پیروولیت 302 ، مبادله کننده کاتیونی آمبرجت، بنتونیت، آنتراسیت، خاک فولر (کوارتز) می باشد

تأثیر پلی آنیلین و پلی پیروول

طبق نتایج تأثیر پلیمرهای هادی در جدول ۳ پلی آنیلین با $59/6$ درصد حذف نسبت به پلی پیروول با $8/2$ درصد حذف، عملکرد بهتری داشته است. با مقایسه جداول ۲ و ۳ اولویت حذف برای جاذب های مختلف و پلیمرهای هادی به شرح زیر به دست آمده است.

پلی پیرول > خاک فولر > آنتراسیت > بنتونیت > پلی آنیلین > مبادله کننده کاتیونی آمبرجت > پیرولیت ۳۰۲ مبادله کننده کاتیونی

طبق این نتایج پلی پیرول کمترین درصد حذف را دارد ولی پلی آنیلین درصد حذف بسیار خوبی دارد و با توجه به قیمت ارزان آن می توان آن را به عنوان یک جاذب در صنعت تصفیه آب و فاضلاب مطرح ساخت.

جدول ۲: تأثیر جاذب های سطحی مختلف در جداسازی کروم

کوارتز (خاک فولر)	بنتونیت	آنتراسیت	مبادله کننده کاتیونی آمبرجت	مبادله کننده کاتیونی پیرولیت ۳۰۲	جاذب
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	غلظت اولیه [ppm]
۲۴	۱۹	۲۳	۵/۷	۴	غلظت نهایی [ppm]
۱۴/۳	۳۲/۱	۱۷/۹	۷۹/۶	۸۵/۷	درصد حذف (%)

جدول ۳: تأثیر پلیمرهای هادی در جداسازی کروم

مخلوط پلی آنیلین و پلی پیرول به نسبت ۱-۳	مخلوط پلی آنیلین و پلی پیرول به نسبت ۱-۱	پلی پیرول	پلی آنیلین	جاذب
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	غلظت اولیه [ppm]
۲۴/۴	۱۹	۲۵/۷	۱۱/۳	غلظت نهایی [ppm]
۱۲/۸	۳۲/۱	۸/۲	۵۹/۶	درصد حذف (%)

تأثیر کامپوزیت پلیمرهای هادی

طبق نتایج تأثیر کامپوزیت های پلیمرهای هادی، در جدول ۴ برای کامپوزیت پلی وینیل الکل و پلیمرهای هادی مقدار حذف کروم تا حد قابل قبولی بالاتر رفته است و میزان حذف برای پلی آنیلین و پلی پیرول به ترتیب به ۷۳/۹ درصد و ۳۲/۲ درصد رسیده است دلیل این قضیه این است که پلی وینیل الکل یک ماده پایدار ساز است و روی اندازه و شکل و یکنواختی پلیمر حاصل تأثیر می گذارد چراکه مواد افزودنی می تواند به طور فیزیکی جذب پلیمر در حال رشد شود یا به صورت شیمیایی با ذره پلیمر در حال رشد پیوند برقرار کنند (۱۶-۱۲) طبق همین جدول برای کامپوزیت کوارتز (خاک فولر) و پلی آنیلین مقدار حذف کروم کمتر شده و به ۲۹/۶ درصد رسیده است ولی برای کامپوزیت پلی پیرول و کوارتز مقدار حذف کروم افزایش یافته است و به ۳۲/۱ درصد رسیده است.

جدول ۴: تأثیر کامپوزیت پلیمرهای هادی در جداسازی کروم

کامپوزیت پلی پیرول و کوارتز (خاک فولر)	کامپوزیت پلی پیرول و پلی وینیل الکل	کامپوزیت پلی آنیلین و کوارتز (خاک فولر)	کامپوزیت پلی آنیلین و پلی وینیل الکل	جاذب
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	غلظت اولیه [ppm]
۲۳/۲	۱۹	۱۹/۷	۷/۳	غلظت نهایی [ppm]
۱۷/۱	۳۲/۱	۲۹/۶	۷۳/۹	درصد حذف (%)

نتیجه گیری

نتایج به بدست آمده نشان می دهد در میان پلیمرهای هادی پلی آنیلین با ۵۹/۶ درصد حذف کروم از پساب صنایع آبکاری عملکرد مطلوبی دارد ولی پلی پیرول با ۸/۲ درصد حذف کروم کمترین درصد حذف را در میان جاذب های مختلف را دارد. اولویت حذف کروم برای جاذب های مختلف مورد بررسی به شرح زیر بدست آمده است:

خاک فولر (کوارتز) > آنتراسیت > بنتونیت > مبادله کننده کاتیونی آمبرجت > مبادله کننده کاتیونی پیرولیت ۳۰۲

در کامپوزیت پلیمرهای هادی با پلی وینیل الکل درصد حذف کروم از پساب بالاتر رفته است. و برای پلی آنیلین و پلی پیرول به ترتیب ۷۳/۹ و ۳۱/۲ درصد رسیده است. در کامپوزیت پلی آنیلین و خاک فولر (کوارتز) درصد حذف کاهش یافته است و به ۲۹/۶ درصد رسیده است ولی برای کامپوزیت پلی پیرول و خاک فولر (کوارتز) درصد حذف افزایش یافته و به ۱۷/۱ درصد رسیده است. اولویت حذف کروم از پساب برای کامپوزیت های پلیمرهای هادی به شرح زیر به دست آمده است:

کامپوزیت پلی آنیلین و کوارتز > پلی آنیلین > کامپوزیت پلی آنیلین و پلی وینیل الکل

پلی پیرول > کامپوزیت پلی پیرول کوارتز > کامپوزیت پلی پیرول و پلی وینیل الکل

- ١- Aldissi M. and Armes S.P. (١٩٩١), Colloidal Dispersion of Conducting Polymers, Prog. Org. Coat., ١٩, ٢١-٥٨,
- ٢- Bondarenko V.E., Zhuravlev T.S., Efimov O.N. and Nikolaeva G.V. (١٩٩٦), Pulsed Photoconductivity in Composite Polyaniline Polyvinyl Alcohol Films, Synth. Met., ١٠٢, ١٢٢٨-١٢٢٩
- ٣- Campomanes R., Bittencour E.Y. and Campos J.S.C. (١٩٩٦), Study of Conductivity of Polypyrrole-polyvinyl Alcohol Composites Obtained Photochemically, Synth. Met., ١٠٢, ١٢٣٠-١٢٣١
- ٤- Eisazadeh H., Spink G. and Wallace G.G. (١٩٩٥), Electrodeposition of Polyaniline and Polyaniline Composites from Colloidal Dispersions, Polym. Int., ٣٧, ٨٧-٩١,
- ٥- Eisazadeh H., Spinks G. and Wallace G.G. (١٩٩٦), Electrochemical Properties of Conductive Electroactive Conductive Polymeric Colloids, Mater. Forum, ١٦, ٣٤١-٣٤٤
- ٦- Anderson M.R., Matters B.R., Reiss H. and Kaner R.B., Conjugated Polymer Films for Gas Separating, Science, ٢٥٢,
- ٧- Kuwabata S. and Martin C.R. (١٩٩٤), Investigation of the Gas Transport Properties of Polyaniline, J. Membrane Sci., ٩١, ١-١٢
- ٨- Armes S.P., Gattesfed S., Berry J.G., Garzon F. and Agnew S.F. (١٩٩١), Conducting Polymer Colloidal Silica Composites, Polymer, ٣٢, ٢٣٢٥-٢٣٣٠,
- ٩- Ohtani A., Abe M., Ezoe M., Doi T., Miyata T. (١٩٩٦) and Mijake A. Synthesis and Properties of High Molecular Weight Soluble Polyaniline and Its Application to the MB-Capacity Barium Ferrite Floppy Disks
- ١٠- Matsuguchi M., Io G., Sugiyama G. and Sakai Y. (٢٠٠٢), Effect of Antistatic Coating, Synth. Met., ٥٧, ٣٦٩٦
- ١١- NHGas on the Electrical Conductivity of Polyaniline Blend Films Synth. Met., ١٢٨, ١٥-١٩
- ١٢- Guernion N., Ewen R.J., Pihlainen K., Ratcliffe N.M. and Teare G.C. (٢٠٠٦), The Fabrication and Characterization of a Highly Sensitive Polypyrrole Sensor, Synth. Met., ١٢٦, ٣٠١-٣١٠,
- ١٣- Neoh K.G., Tan K.K., Goh P.L., Huang S.W., Kang E.T. (١٩٩٦) Tan Nanocomposites for Metal K.L., Electroactive Polymer-SiO₂ Uptake, Polymer, ٤٠, ٨٨٧-٨٩٣
- ١٤- Gupta R.K., Singh R.A. and Dubey S.S. (٢٠٠٤), Removal of Mercury Ions from Aqueous Solutions by Composite of Polyaniline with Polystyrene, Separat. Purificat. Technol., ٣٨, ٢٢٥-٢٣٢,
- ١٥- Pickup N.L., Shapiro J.S. and Wong D.K. (١٩٩٨), Extraction of Silver by Polypyrrole Films Upon a Base-acid Treatment, Anal. Chim. Acta., ٣٦٤, ٤١-٥٠.
- ١٦- Kaner R.B. (٢٠٠١), Gas, Liquid and Enantiometric Separations Using Polyaniline, Synth. Met., ١٢٥, ٦٥-٧١
- ١٧- Zhou M., Persin M. and Sarrazin J. (١٩٩٦), Methanol Removal from Organic Mixtures by Pervaporation Using Polypyrrole Membranes, J. Membrane. Sci., ١١٧, ٣٠٣-٣٠٩.