



انتقال رقابتی از بین غشا مایع توده‌ای حاوی ۱۱, ۸, ۴, ۱- تتراآزاسیکلو تترادکان-۵ و ۷-دیون

مرضیه سادات حسینی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، نیشابور، ایران

ملیحه سادات حسینی

دانشیار، عضو هیئت علمی تمام وقت، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، نیشابور، ایران

Mshosseini1991@yahoo.com

چکیده

بررسی انتقال رقابتی در محلول‌های تیزاب سلطانی و بافر ۵ به وسیله فرآیند غشا مایع توده‌ای حاوی ۱۱, ۸, ۴, ۱-تتراآزاسیکلو تترادکان-۵ و ۷-دیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. انتقال یون‌های Cd^{2+} , Cr^{2+} , Mg^{2+} , Ni^{2+} , Ag^{+} (غلظت اولیه ۰/۰۱ مولار) از محلول تیزاب سلطانی ۶ مولار و عبور از محلول دی‌کلرومتان حاوی ۱۱, ۴, ۸, ۱-تتراآزاسیکلو تترادکان-۵ و ۷-دیون به محیط آب مقطر (فاز دریافتی) پس از ۲۴ ساعت انجام شد. سپس این انتقال به وسیله ۴ حلال آلی شامل کلروفرم، دی‌کلرومتان و تتراکلرید کربن و نیتروبنزن مورد بررسی قرار گرفت. روند انتقال در این حالت به صورتی بود که از محیطی با اسیدبته کم‌تر (بافر ۵) به محیطی با اسیدبته بیش‌تر (بافر ۳) انتقال فلزات انجام می‌شد. مدت زمان انتقال ۲۴ ساعت و در شرایط دمای محیط بود. پس از انجام کار نتایج زیر حاصل شد:

DCM>CF>NB>TCC

در محیط بافر ۵

DCM بیش‌ترین انتقال در محیط

Mg^{2+} > Cr^{2+} > Ag^{+} > Ni^{2+} > Cd^{2+} سلطانی در محیط تیزاب سلطانی Ni^{2+} > Cd^{2+} > Mg^{2+} > Ag^{+} > Cr^{2+}

کلید واژه: انتقال رقابتی- ۱ و ۴ و ۸ و ۱۱-تتراآزاسیکلو تترادکان-۵ و ۷-دیون-بافر ۵- تیزاب سلطانی

۱- مقدمه

۷-دیون با جرم مولکولی $228/29 \text{ g.mol}^{-1}$ ساخت شرکت سیگما آلدریچ و آب مقطر دیونیزه.

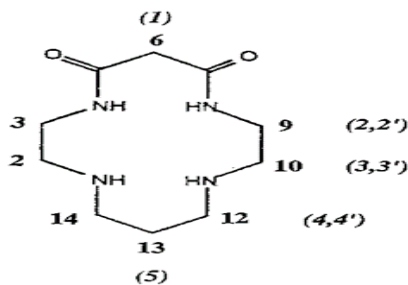
دستگاه‌ها

دستگاه pH متر مدل corning 130، اسپکترومتر جذب اتمی شعله‌ای ساخت شرکت Varian، ترازو آنالیتیکال Mettler با دقت $0/0001 \text{ g}$ مدل D316Hanig sen/w، اسپکترومتر FTIR مدل AVATAR370 در رنج $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ، سل غشا مایع با مشخصات CM4.50 قطر دهانه خارجی، CM2.25 قطر دهانه داخلی و CM100 ارتفاع شیشه جداکننده فاز از سطح پایین سل.

کرون اتر ۱، ۴، ۸، ۱۱، تتراآزاسیکلوتترادکان-۵ و ۷-دیون و خواص آن

trans-[Ru(NO)X(dioxocyclam)], X=Cland OH, dioxocyclam=(1,4,8,11-tetraazacyclotetradecane-5,7-dione)

کشش نیتروسیلی در ۱۸۴۶ سانتی‌متر رادر مقابل ۱۸۷۵ سانتی‌متر مشابه نشان می‌دهد که نشان دهنده قدرت‌دهندگی الکترون‌های پای لیگاند دپروتونه dioxocyclam است در صورتی که فلز مرکزی نیکل باشد و به‌نوبه خود یک گروه NO^+ تشکیل می‌دهد. پس از پیوند کئوردیناسیون لیگاند dioxocyclam درگیر تبادل سطحی H/D در NH و پروتون‌های C-6 می‌شود. کمپلکس نیکل با لیگند که قبلاً شناسایی شده نشان می‌دهد در دمای زیر ۵۰ درجه سانتی‌گراد کمپلکس برای نیکل ایجاد می‌شود [۷].



شکل ۱: کرون اتر ۱، ۴، ۸، ۱۱-تتراآزاسیکلوتترادکان-۵ و ۷-دیون [۷]

با پیشرفت علم و تکنولوژی و نیاز روز افزون به محیط زیستی عاری از هرگونه آلودگی، سیستم‌های جداسازی هرروزه با پیشرفت‌های چشم‌گیری روبه‌رو بوده‌اند. یکی از بزرگ‌ترین اهداف در طراحی این سیستم‌ها، بازدهی بالا، انتخاب‌گری و مصرف انرژی کم بوده است. در این راستا سیستم‌های غشایی که دارای مولفه‌های فوق‌می‌باشند به وجود آمده‌اند. از جمله می‌توان به ایجاد غشاهای مایع که از لحاظ انتخاب-گری نسبت به غشاهای عادی دارای کارایی بیش‌تری می‌باشند اشاره کرد [۳-۱]. وجود کرون اترها در این غشاهای باعث افزایش عمل‌کرد و انتخاب‌گری می‌شود [۴]. در این تحقیق تلاش شده تا غشا مایع توده‌ای با استفاده از کرون اتر ۱، ۴، ۸، ۱۱-تتراآزاسیکلوتترادکان-۵ و ۷-دیون (شکل ۲) ساخته شود. این کرون اتر به‌خاطر وجود گروه‌های N در ترکیب خود توانایی انتقال یون‌های بسیاری را با بازدهی مختلف را دارد [۵].

۲- مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی مورد استفاده:

استیک اسید با جرم مولکولی $60/05 \text{ g.mol}^{-1}$ ، استات سدیم با جرم مولکولی $82/03 \text{ g.mol}^{-1}$ ، فرمیک اسید با جرم مولکولی $46/03 \text{ g.mol}^{-1}$ ، فرمات سدیم با جرم مولکولی $68/01 \text{ g.mol}^{-1}$ ، دی‌کلرومتان با جرم مولکولی $84/93 \text{ g.mol}^{-1}$ ، تترا کلرید کربن با جرم مولکولی $153/82 \text{ g.mol}^{-1}$ ، کلروفرم با جرم مولکولی $119/38 \text{ g.mol}^{-1}$ ، نیترو بنزن با جرم مولکولی $123/06 \text{ g.mol}^{-1}$ ، اسید کلریدریک با جرم مولکولی $36/46 \text{ g.mol}^{-1}$ و اسید نیتریک با جرم مولکولی $63/01 \text{ g.mol}^{-1}$ ، نیترات نیکل با جرم مولکولی $79/290 \text{ g.mol}^{-1}$ ، نیترات کروم با جرم مولکولی $400/15 \text{ g.mol}^{-1}$ ، نیترات کادمیوم با جرم مولکولی $308/47 \text{ g.mol}^{-1}$ ، نیترات منیزیم با جرم مولکولی $256/41 \text{ g.mol}^{-1}$ و نیترات نقره با جرم مولکولی $169/87 \text{ g.mol}^{-1}$ ساخت شرکت Merck، کرون اتر ۱، ۴، ۸، ۱۱-تتراآزاسیکلوتترادکان-۵ و

آماده سازی کرون اتر ۱, ۴, ۸, ۱۱، تترا آزا سیکلو تترادکان ۵- و ۷-دیون

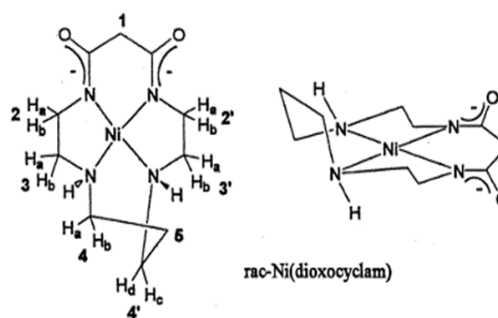
طبق معادله زیر مقدار گرم مورد نیاز برای ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۱ مولار کرونا تر ۱, ۴, ۸, ۱۱، تترا آزا سیکلو تترادکان ۵- و ۷-دیون را به دست می‌آوریم

$$0.001 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100\text{ml}}{1000\text{ml}} \times 1\text{L} \times \frac{228.29\text{grX}}{1\text{mol}} = 0.022829\text{grX}$$

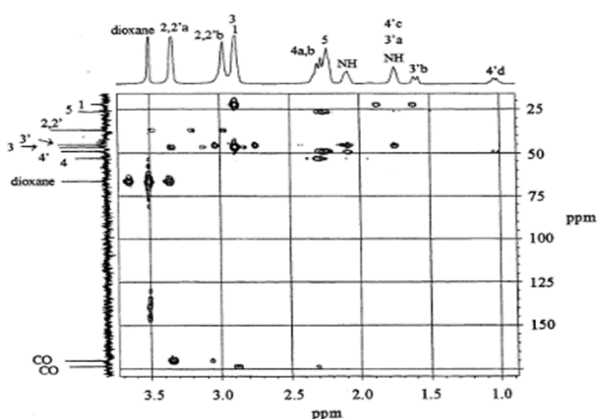
سپس این مقدار گرم را درون بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و تا خط نشانه حلال (دی‌کلرو متان-تتراکلرید کربن-کلروفرم-نیتروبنزن) به آن اضافه کرده و هم می‌زنیم تا به خوبی حل شود.

تهیه سل غشا مایع توده‌ای

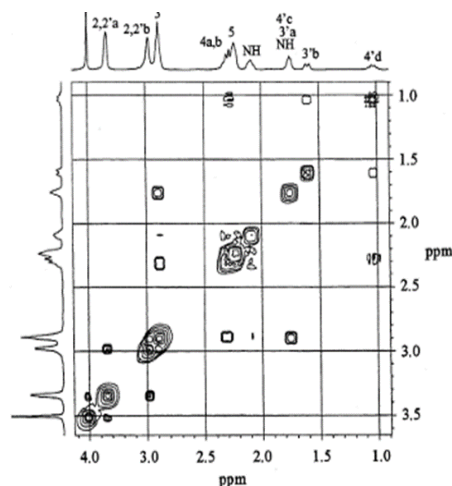
سل به صورت آماده خریداری می‌شود. ابتدا مگنت تفلونی وارد سل شده و سل روی استایرر قرار می‌گیرد. محلول فاز آلی را به وسیله یک پیست به صورتی که نوک پیست دقیقاً نزدیک سطح زیری سل باشد، وارد ستون می‌کنیم (حجم فاز آلی ۱۰۰ میلی‌لیتر است). توجه می‌کنیم که دیواره ستون در قسمت بالا به هیچ وجه با فاز آلی در تماس نباشد. پس از ساکن شدن محلول آلی محلول مرجع را به همین صورت روی محلول آلی در دهانه داخلی سل ریخته باید سرعت ورود محلول به پایین باشد تا از دیواره جداکننده دو فاز آبی نشد نکند (حجم محلول مرجع ۱۰ میلی لیتر است). محلول فاز دریافتی را به روش مشابه قبل درون دهانه خارجی می‌ریزیم (حجم فاز دریافتی ۳۰ میلی لیتر است). در مرحله آخر استایرر را با سرعت ۱۰۰ RPM روشن کرده روی سل درپوش پلیمری قرار می‌دهیم و ۲۴ ساعت فرصت می‌دهیم تا عمل انتقال انجام شود.



شکل ۲: تشکیل کمپلکس نیکل با کرون اتر ۱, ۴, ۸, ۱۱-
تترا آزا سیکلو تترادکان ۵- و ۷-دیون [۷]



شکل ۳: اسپکتروم C-H cosy کمپلکس [Ni(dioxocyclam)] در
دمای ۲۵ درجه و حلال دوتریم [۷]



شکل ۴: اسپکتروم H-H cosy کمپلکس [Ni(dioxocyclam)] در
دمای ۲۵ درجه و حلال دوتریم [۷]

تهیه محلول بافر ۵

مقدار $34/02 \text{ gr}$ از استات سدیم را با $25/44$ میلی لیتر استیک اسید را با هم مخلوط کرده و محلول حاصل را با آب دیونیزه به حجم 250 میلی لیتر می‌رسانیم.

تهیه محلول بافر ۳

مقدار $2/94$ میلی لیتر سدیم فرمات را با $22/06$ میلی لیتر فرمیک اسید را با هم ترکیب کرده و به حجم 1 لیتر می‌رسانیم.

تهیه محلول تیزاب سلطانی (۶M)

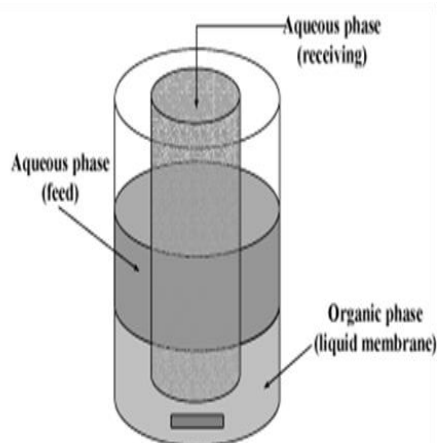
نسبت $1:3$ از مخلوط HNO_3 (2M) و HCl (4M) را با هم ترکیب کرده و محلول مرجع را با این مخلوط به حجم 100 می‌رسانیم.

روش انجام کار

آزمایش‌های انتقال یون به وسیله غشا مایع توده‌ای به وسیله سل‌های متحدالمرکز استاندارد (تصویر ۵) انجام می‌شود که در آن فاز آبی مرجع (۱۰ سانتی‌متر)، فاز آبی دریافتی (۳۰ سانتی‌متر) و فاز آلی جداکننده (۱۰۰ سانتی‌متر) است. تمام این آزمایش‌ها در دمای محیط انجام می‌شود. لایه آلی توسط هم‌زن مغناطیسی با پوشش تفلون با سرعت پایین هم‌زده می‌شود. به طوری که که دو مخلوط آلی و آبی با هم ترکیب نشوند.

روش کار در مرحله انتقال رقابتی در محیط تیزاب سلطانی

برای تهیه محلول تیزاب سلطانی مقدار 100 cc از مخلوط ۱ به ۳ اسید کلریدریک ۴M و اسید نیتریک ۲M تهیه می‌کنیم و مخلوط نیترات نقره، نیترات نیکل، نیترات کروم، نیترات کادمیم، نیترات منیزیم (۰/۰۱M) را با آن تهیه می‌کنیم (فاز مرجع).



شکل ۵: سل غشا مایع [۵]

تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول مرجع ۰/۰۱ مولار

طبق معادله زیر مقدار گرم مورد نیاز برای 100 میلی لیتر محلول استوک $0/01$ مولار کادمیوم، نیکل، کروم، نقره و منیزیم را به دست می‌آوریم

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 1 \text{ L} \times \frac{236.42 \text{ gr Cd}^{2+}}{1 \text{ mol}} = 0.23642 \text{ gr Cd}^{2+}$$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 1 \text{ L} \times \frac{256.41 \text{ gr Mg}^{2+}}{1 \text{ mol}} = 0.25641 \text{ gr Mg}^{2+}$$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 1 \text{ L} \times \frac{169.87 \text{ gr Ag}^{+}}{1 \text{ mol}} = 0.16987 \text{ gr Ag}^{+}$$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 1 \text{ L} \times \frac{290.79 \text{ gr Ni}^{2+}}{1 \text{ mol}} = 0.29079 \text{ gr Ni}^{2+}$$

$$0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 1 \text{ L} \times \frac{400.15 \text{ gr Cr}^{2+}}{1 \text{ mol}} = 0.40015 \text{ gr Cr}^{2+}$$

سپس این مقدار گرم از جامد نمک نیترات عناصر را برداشته داخل یک بالن ژوژه 100 می‌ریزیم و تا خط نشانه به آن بافر ۵ و یا تیزاب سلطانی اضافه می‌کنیم. در نهایت محلول مرجع مورد نظر را از این محلول تهیه می‌کنیم. محلول مرجع تا پایان کار درون فویل آلومینیومی در محیطی که از نظر تغییر دما و برخورد مستقیم نور در امان باشد نگه‌داری می‌شود.

ومورد بررسی قرار گرفت [۶]. در هر دوره از حمل و نقل آزمایش، نمونه هر دو فاز آبی از لحاظ محتوای فلزی توسط دستگاه جذب اتمی مورد بررسی قرار گرفت.

۳- یافته‌ها و بحث

انتخاب حلال

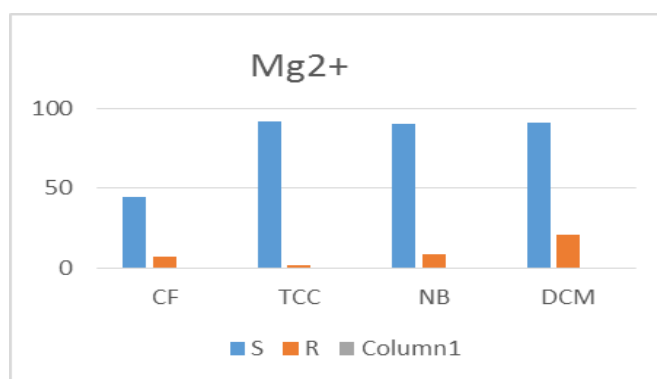
پس از انجام سیکل‌های ۲۴ ساعته در محیط بافر ۵ نتایج حاصل از انتقال عناصر در حلال‌های مختلف به دست آمد که به صورت تفکیک شده در نمودارهای زیر مشاهده می‌شود.

روش کار در مرحله انتقال رقابتی در محیط بافر ۵

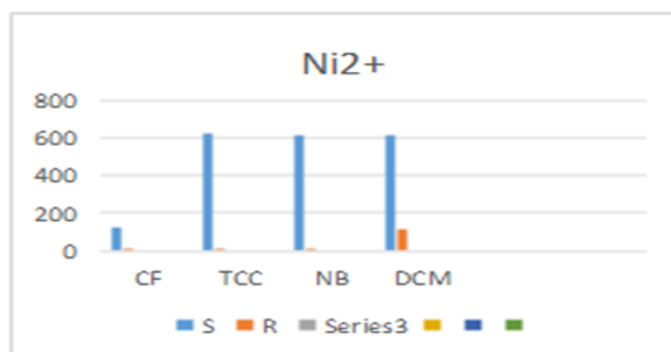
فاز آبی مرجع حاوی مخلوط نترات نقره، نترات نیکل، نترات کادمیم، نترات کروم، نترات منیزیم (۰/۰۱M) می‌باشد که با بافر ۵ (اسید استیک-استات سدیم) به حجم رسیده‌اند. فاز آبی دریافتی محلول بافر ۳ (اسید فرمیک-فرمات سدیم) می‌باشد.

روش تهیه فاز آلی

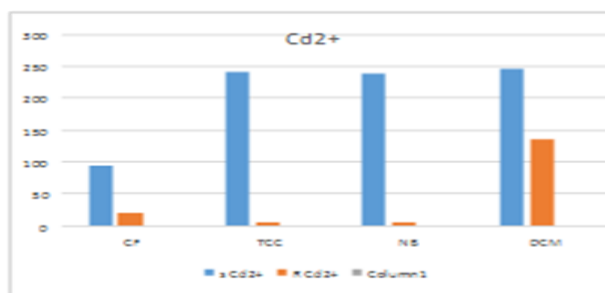
فاز آلی در هر دو محیط یکسان است و حاوی کرون اتر ۱۱، ۸، ۴، ۱-تتراآزاسیکلوترادکان-۵ و ۷-دیون (۰/۰۱ M) می‌باشد که در حلال‌های تراکلرید کربن، ۱ و ۲ دی کلرو متان و کلروفرم و نیترو بنزن به صورت جداگانه حل شد



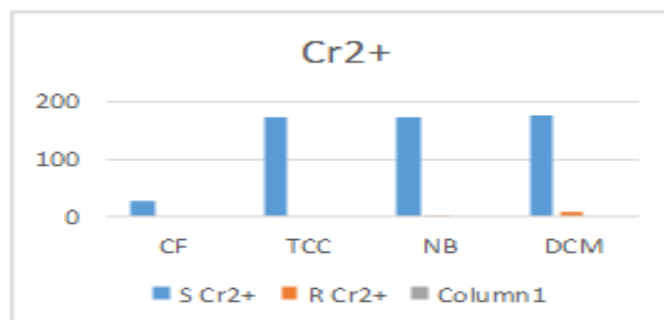
نمودار ۱: بررسی غلظت منیزیم در دو فاز R (دریافتی) و S (مرجع) برحسب ppm در حلال‌های CF (کلروفرم)، TCC (تراکلرید کربن)، NB (نیتروبنزن) و DCM (دی کلرومتان)



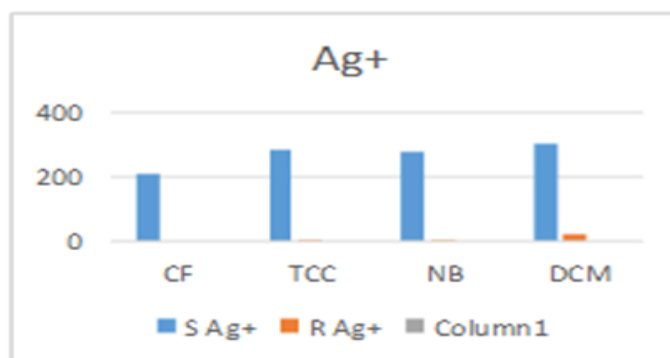
نمودار ۲: بررسی غلظت نیکل در دو فاز R (دریافتی) و S (مرجع) برحسب ppm در حلال‌های CF (کلروفرم)، TCC (تراکلرید کربن)، NB (نیتروبنزن) و DCM (دی کلرومتان)



نمودار ۳: بررسی غلظت کادمیم در دو فاز R (دریافتی) و S (مرجع) برحسب ppm در حلال های CF (کلروفرم)، TCC (تتراکلرید کربن)، NB (نیتروبنزن) و DCM (دی کلرومتان)



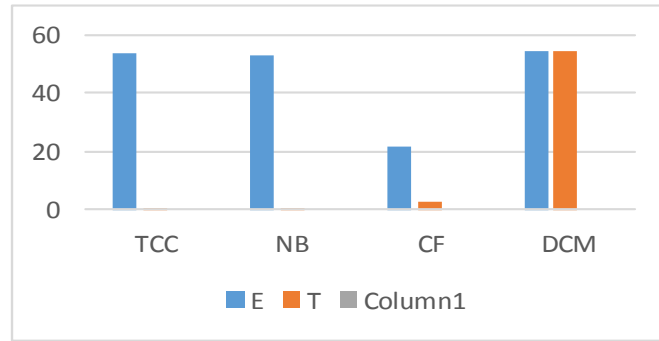
نمودار ۴: بررسی غلظت کروم در دو فاز R (دریافتی) و S (مرجع) برحسب ppm در حلال های CF (کلروفرم)، TCC (تتراکلرید کربن)، NB (نیتروبنزن) و DCM (دی کلرومتان)



نمودار ۵: بررسی غلظت نقره در دو فاز R (دریافتی) و S (مرجع) برحسب ppm در حلال های CF (کلروفرم)، TCC (تتراکلرید کربن)، NB (نیتروبنزن) و DCM (دی کلرومتان)

جدول ۱- مقایسه درصد استخراج E و انتقال T در حلال های دیکلرو متان (DCM)، تتراکلرید کربن (CCL4)، کلروفرم (CHCL3) و نیتروبنزن (NB)

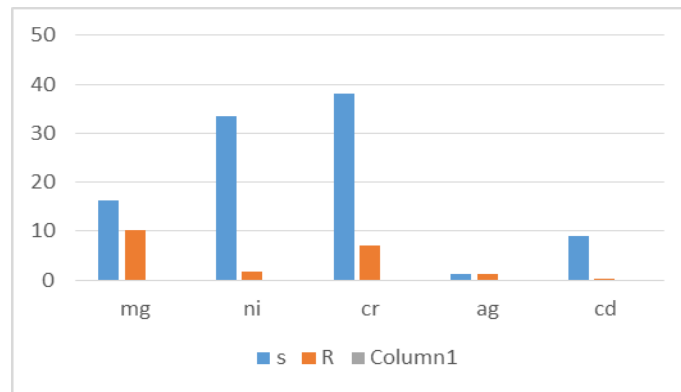
T.DCM	E.DCM	T.CF	E.CF	T.NB	E.NB	T.TCC	E.TCC	
۳۸/۴۰	۲۱/۰۸	۰/۱	۴/۱۳	۰/۲۳	۲۱/۱۸	۰/۰۶۲	۲۱/۳۱	Ni ²⁺
۰/۱۶۷	۴/۳۱	۰	۰/۶۶	۰/۰۰۷	۴/۳۱	۰	۴/۳۱	Cr ²⁺
۱/۶۴	۳/۵۶	۱/۵۴	۱/۳۳	۰/۱۲	۳/۵۱	۰/۰۶	۳/۵۸	Mg ²⁺
۱/۱۹	۱۷/۷۶	۰	۱۲/۳۲	۰/۱۶	۱۶/۳۲	۰/۱۲	۱۶/۶۸	Ag ⁺
۴/۴۰	۷/۹۷	۰/۶۸	۳/۰۷	۰/۲۲	۷/۷۹	۰/۱۴	۷/۷۹	Cd ²⁺
۴۵/۷۹	۵۴/۶۸	۲/۳۲	۲۱/۵۱	۰/۷۳	۵۳/۱۱	۰/۳۸	۵۳/۶۷	TOTAL



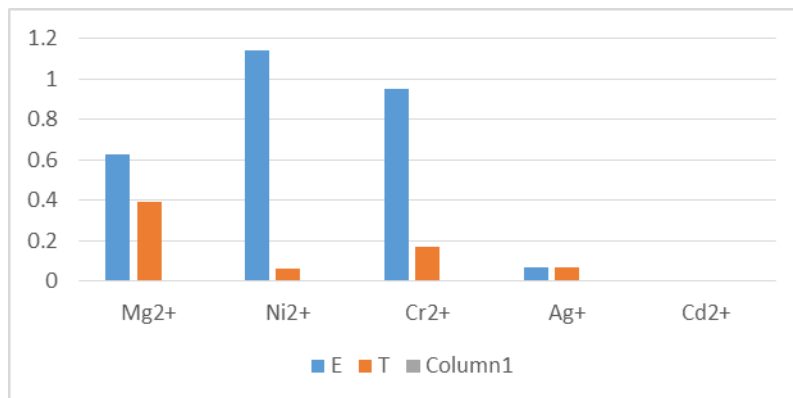
نمودار ۶: مقایسه درصد استخراج E و انتقال T در حلال‌های دیکلرو متان (DCM)، تتراکلرید کربن (CCL4)، کلروفرم (CHCL3) و نیتروبنزن (NB) با توجه به نمودار ۶ و جدول ۱ بهترین حلال برای بررسی رقابتی انتقال، DCM انتخاب شد

بررسی رقابتی در محیط تیزاب سلطانی

نمودار ۷ نتایج حاصل از انتقال رقابتی یون‌های کروم، نیکل، کادمیوم، نقره و منیزیم را در محیط تیزاب سلطانی (فاز منبع) و آب مقطر دیونیزه (فاز دریافتی) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و حلال آلی DCM را نشان می‌دهد.



نمودار ۷: غلظت یون‌های Cd^{2+} , Ag^{+} , Cr^{2+} , Ni^{2+} , Mg^{2+} (برحسب PPM) در فاز R (دریافتی) و S (مرجع) در محیط تیزاب سلطانی و حلال DCM پس از ۲۴ ساعت در دمای محیط

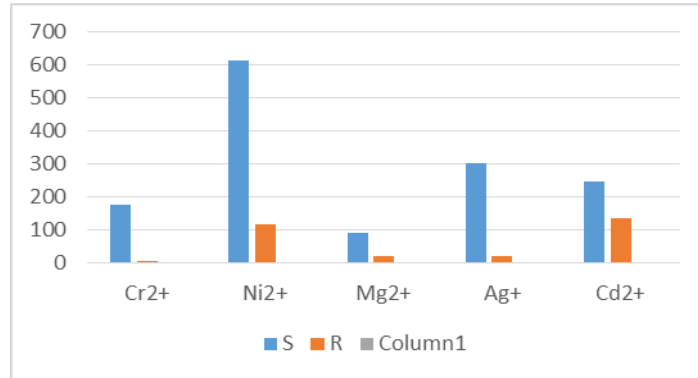


نمودار ۸: درصد E (استخراج) و T (انتقال) یون‌های Cd^{2+} , Ag^{+} , Cr^{2+} , Ni^{2+} , Mg^{2+} در محیط تیزاب سلطانی و حلال DCM پس از ۲۴ ساعت در دمای محیط

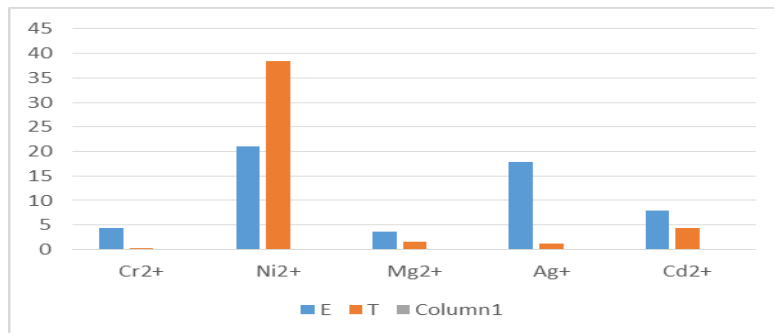
بررسی رقابتی در محیط بافر ۵

بافر ۳ (فاز دریافتی) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و حلال آلی DCM را نشان می‌دهد.

نمودار ۹ نتایج حاصل از انتقال رقابتی یون های کروم، نیکل، کادمیوم، نقره و منیزیم را در محیط بافر ۵ (فاز منبع) و

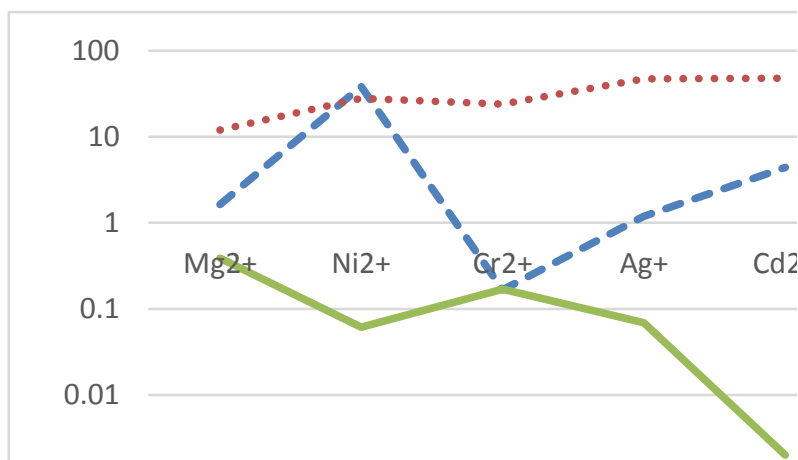


نمودار ۹: غلظت یون های $Cd^{2+}, Ag^{+}, Cr^{2+}, Ni^{2+}, Mg^{2+}$ (برحسب PPM) در فاز R (دریافتی) و S (مرجع) در محیط بافر ۵ و حلال DCM پس از ۲۴ ساعت در دمای محیط



نمودار ۱۰: درصد E (استخراج) و T (انتقال) یون های $Cd^{2+}, Ag^{+}, Cr^{2+}, Ni^{2+}, Mg^{2+}$ در محیط بافر ۵ و حلال DCM پس از ۲۴ ساعت در دمای محیط

مقایسه درصد انتقال در دو محیط با تغییرات عدد اتمی



نمودار ۱۱: تغییرات جذب در هر محیط و ارتباط آن با عدد اتمی

جدول ۲- بررسی تغییرات جذب در هر محیط و ارتباط آن با عدد اتمی

تیزاب	عدد اتمی	بافر ۵
۰/۳۹	۱۲	Mg ²⁺ ۱/۶۴
۰/۰۶۱	۲۸	Ni ²⁺ ۳۸/۴
۰/۱۷	۲۴	Cr ²⁺ ۰/۱۶۷
۰/۰۶۹	۴۷	Ag ⁺ ۱/۱۹
۰/۰۰۲	۴۸	Cd ²⁺ ۴/۴

۴- نتیجه گیری

آن به حداقل ممکن می‌رسد در محیط تیزاب سلطانی روند کار تقریباً عکس محیط بافر ۵ می‌شود در این محیط انتقال و استخراج متاثر از حضور اسید است و واکنش‌های احتمالی فلزات با اسید که منجر به تشکیل ترکیباتی با ساختار کاملاً متفاوت نسبت به حالت اتمی می‌شود. بیش‌ترین جذب مربوط به منیزیم است و این می‌تواند به خاطر واکنش منیزیم با هیدروکلریدریک باشد که در نهایت به تشکیل MgCl₂ می‌شود، این ترکیب پایداری بالایی دارد و باعث تغییر در اندازه اتم اولیه می‌شود و الکترون‌گاتیوی بالای کلر باعث پایداری بیش‌تر پیوند و مثبت شدن منیزیم می‌شود که نتیجه آن انجام واکنش تشکیل کمپلس نسبتاً پایداری با کرون اتر است که سبب افزایش انتقال در محیط می‌شود. علت کاهش محسوس انتقال نیکل در این محیط می‌تواند به خاطر تفاوت ساختاری نیکل اتمی با نیکل کلراید باشد.

پس از انجام سیکل‌های ۲۴ ساعته انتقال و مقایسه نتایج حاصل از انتقال در نهایت بهترین حلال برای انجام انتقال دی کلرو متان انتخاب شد.

DCM.45/79%>CF.2.32%>NB.0.73%>TCC.0.8

و پس از انتخاب DCM به عنوان حلال برتر مقدار انتقال در دو محیط بافر ۵ و تیزاب سلطانی بررسی شد که نتایج زیر حاصل شد:

محیط بافر ۵

Ni²⁺.38/40%>Cd²⁺.4/40%>Mg²⁺.1.64%>Ag⁺.1/19%>Cr²⁺.0.167%

تیزاب سلطانی

Mg²⁺.0.39%>Cr²⁺.0.17%>Ag⁺.0.069%>Ni²⁺.0.061%>Cd²⁺.0.002%

براساس عدد اتمی

Mg12<Cr24<Ni28<Ag47<Cd48

میزان انتقال با عدد اتمی در بافر ۵ مشاهده می‌شود که در فلز منیزیم کم‌ترین جذب را داریم که این می‌تواند به خاطر کوچک بودن اتم‌های منیزیم باشد و این که کمپلکس‌های شکننده با کرون اتر تشکیل می‌دهند اما در نیکل به خاطر نزدیک بودن اندازه فلز با فاصله جفت الکترون‌های موجود در کرون به راحتی کمپلکس نسبتاً پایدار را تشکیل می‌دهند (تصویر ۲) که توانایی انتقال و استخراج این فلز را بالا برده است فلزات بعدی همگی دارای این عیب هستند که بسیار بزرگند و به خاطر هم‌پوشانی کامل با جفت الکترون‌های نیتروژن موجود در ساختار کرون کمپلکس به شدت پایداری را ایجاد کرده که با روش کاری ما قابلیت شکستن پیوند را ندارد و انتقال

منابع

- [1] R.D. Noble, J.D. Way, Liquid Membranes. Theory and Applications, American Chemical Society, Washington, DC, 1987.
- [2] T. Araki, H. Tsukube, Liquid Membranes: Chemical Applications, CRC Press, Boca Raton, FL, 1990.
- [3] E. Klein, Affinity Membranes, Their Chemistry an Performance in Adsorptive Separation Process, Wiley, New York, 1991d .
- [4] A.R. Fakhari, M.R. Ganjali, M. Shamsipur, Anal. Chem., 1997, 69, 3693.
- [5] Joseph M. Slocik, Matthew S. Ward, Rex E. Shepherd, Inorganica Chimica Acta 317 (2001) 290-303
- [6] gholam hossein rounaghi.malihe sadat hosseiny.mahmood chamsaz, Springer Science+Business Media B.V. 2010.

[7] Joseph M. Slocik, Matthew S. Ward, Rex E. Shepherd
Synthesis and characterization of meso-
[Ru(NO)Cl(dioxocyclam)] and the ^1H NMR comparison with
[MII(dioxocyclam)] complexes (MII = NiII and PdII) (dioxocyclam =
1,4,8,11-tetraazacyclotetradecane-5,7-dione); *inorganica chimica
acta*; 317; 290-303; 2001