

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۰۲۷۵۷



دانشگاه سوادکوه

دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی تجزیه (MSc)

سنتز کلیکس [۴] رسورسین آرن  
هیدروکسامیک اسیدها و بررسی خواص یون  
دوستی و انتقال فاز آنها

فرهاد قره باغی

استاد راهنما:

دکتر ناصر دلالی

استاد مشاور:

دکتر علی رضانی

کتابخانه مرکزی  
دانشگاه سوادکوه

۱۳۸۷ / ۸ / ۳۲

زمستان ۱۳۸۶

۱۵۲۶۳۷

تقدیم به پدر و مادر بسیار عزیزه

که

همواره وجود پرصلابتشان بزرگترین سرمایه

زندگیام بوده است

و

تقدیم به همسر مهربانه

## با تشکر و قدردانی از :

-استاد راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر ناصر دلالی که در به پایان رساندن این رساله از راهنمایی ایشان بهره‌مند بوده‌ام. امیدوارم باز هم توفیق کسب علم و فیض از محضر ایشان را داشته باشم.

- استاد مشاور جناب آقای دکتر علی رضانی.

- اساتید مدعو آقای دکتر علی نیا و آقای دکتر نوروزی.

- از سایر اساتید محترم و کارکنان بخش های مختلف در گروه شیمی.

- دوستان عزیزم آقایان علی کریمی، امیر تفنگچی و سایر دوستانی که جای جای این پایان‌نامه، نشانی از حضور پاک و صمیمی آنهاست و امیدوارم که همیشه موفق و سربلند باشند.

- همچنین از خانواده عزیزم و همسر مهربانم که در این راه با تمام وجود کمک و راهنمایی کردند.



### صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۲۴۵۵۹

تاریخ: ۱۴/۱۲/۸۶

تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

بای فرهاد قره باغی رشته شیمی گرایش تجزیه

عنوان: سنتز کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسیدها و بررسی خواص یون دوستی و انتقال فاز آن ها

ریخ ۸۶/۱۲/۸ با حضور هیأت محترم دوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

بول (با درجه: ..... امتیاز: .....):  
 دفاع مجدد  مردود

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۹۹/۱۷-۱۶)

۳- خوب (۹۹/۱۵-۱۴)


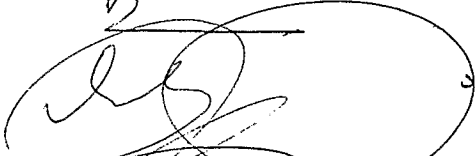


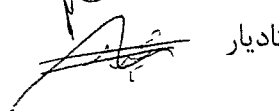
۴- قابل قبول (۹۹/۱۳-۱۲)

امضاء

رتبه علمی

نام و نام خانوادگی

عضو هیأت داوران

	استادیار	دکتر ناصر دلالی	استاد راهنما
	استاد	دکتر علی رضانی	استاد مشاور
	استادیار	دکتر سیاوش نوروزی	استاد ممتحن داخلی
	استادیار	دکتر مختار علی نیا	استاد ممتحن داخلی
	استادیار	دکتر مجید جعفریان امیری	نماینده تحصیلات تکمیلی

دکتر نعمت... ارشدی  
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر محمدعلی اسم خانی  
سرپرست آموزشی و تحصیلات تکمیلی  
دانشکده علوم  
۱۴/۱۲/۸۶

## فهرست مطالب



### فصل اول : مقدمه

۲	۱-۱ - ماکروسیکل‌ها.....
۲	۱-۱-۱- اترهای تاجی.....
۳	۱-۱-۲- کریپتاندها.....
۴	۱-۱-۳- اسفراندها.....
۴	۱-۱-۴- کلیکس آرن‌ها.....
۵	۱-۱-۵- کلیکس رسورسین آرن‌ها.....
۸	۱-۱-۵-۱- کنفورماسیون‌های کلیکس رسورسین آرن‌ها..... ۱-۱-۵-۲- بررسی ساختاری کلیکس رسورسین آرن‌ها و
۹	اثر آن برگزینش پذیری این لیگاندها.....
۱۰	۱-۱-۵-۳- کاربرد کلیکس رسورسین آرن‌ها.....
۱۱	۱-۲-۲- مروری بر خواص شیمیایی لیگاندهای هیدروکسامیک اسید.....
۱۲	۱-۲-۱- اثر استخلاف بر خواص هیدروکسامیک اسیدها.....
۱۶	۱-۳-۱- شیفنی لانتانیدها و اکتنیدها.....
۱۷	۱-۳-۱- شیمی لانتانیدها.....
۱۷	۱-۳-۲- شیمی اکتنیدها.....
۱۸	۱-۳-۳- روش‌های جداسازی لانتانیدها و اکتنیدها.....
۱۹	۱-۳-۳-۱- روش رسوب‌گیری.....
۲۰	۱-۳-۳-۲- روش تبادل یون.....
۲۱	۱-۳-۳-۳- استخراج حلالی.....
۲۲	۱-۴-۱- معرفی فرایند استخراج.....
۲۲	۱-۴-۱- معرفی فرایند استخراج حلالی (استخراج مایع-مایع).....
۲۴	۱-۴-۲- تعاریف و اصطلاحات در فرایند استخراج.....
۲۵	۱-۴-۳- انتخاب حلال.....
۲۶	۱-۴-۴- مکانیسم فرایندهای استخراج.....

	۱-۴-۴-۱- استخراج به روش حلال پوشی
۲۶	.....(استخراج با لیگاند خنثی)
	۲-۴-۴-۱- استخراج به روش تعویض کاتیون
۲۷	.....(استخراج با لیگاند اسیدی)
۲۹	.....۳-۴-۴-۱- استخراج به روش تعویض آنیون
۲۹	.....۴-۴-۴-۱- استخراج با تشکیل جفت یون
۳۰	.....۵-۴-۴-۱- استخراج تعاونی
۳۱	.....۵-۱- معرفی فرآیند انتقال از درون غشاء مایع
۳۱	.....۱-۵-۱- اصول روش انتقال از درون غشاء مایع
۳۲	.....۲-۵-۱- مکانیزم‌های انتقال
۳۲	.....۱-۲-۵-۱- انتقال غیر فعال
۳۳	.....۲-۲-۵-۱- انتقال تسهیل یافته ساده
۳۴	.....۳-۲-۵-۱- انتقال تسهیل یافته با استفاده از حامل
۳۴	.....۴-۲-۵-۱- انتقال جفت شده در جریان مخالف
۳۵	.....۳-۵-۱- تکنیک‌های انتقال غشاء مایع
۳۶	.....۱-۳-۵-۱- انتقال از درون غشاء مایع توده‌ای (BLM)
۳۷	.....۲-۳-۵-۱- انتقال از درون غشاء مایع نگه‌داشته شده (SLM)
۳۹	.....۳-۳-۵-۱- انتقال از درون فیلم مایع (LFP)
۴۱	.....۴-۳-۵-۱- انتقال از درون غشاء مایع امولسیون (ELM)
	.....۴-۵-۱- مقایسه روش انتقال از درون غشاء مایع با
۴۲	.....روش استخراج مایع-مایع
۴۳	.....۶-۱- هدف پروژه حاضر

## فصل دوم: بخش تجربی

۴۵	.....۱-۲- مواد و دستگاه‌های مورد استفاده
	.....۲-۲- مواد و دستگاه‌های مورد استفاده در سنتز لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن
۴۶	.....هیدروکسامیک اسید
۴۶	.....۳-۲- تهیه لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسید
۴۷	.....۴-۲- تهیه محلول مادر لانتانیم و استاندارد کردن آن

۴۷	۵-۲ تهیه محلول مادر توریم و استاندارد کردن آن .....
۴۸	۶-۲ تهیه محلول اورانیم و استاندارد کردن آن .....
۴۸	۷-۲ روش تهیه بافرها .....
۴۸	۸-۲ روش انجام استخراج .....
۴۹	۹-۲ محاسبه درصد استخراج .....
۴۹	۱۰-۲ آزمایشهای انتقال .....
۵۰	۱۱-۲ محاسبه درصد انتقال .....
۵۱	۱۲-۲ اندازه‌گیری یون‌های لانتانیم، اورانیم و توریم به روش اسپکتروفتومتری ..

### فصل سوم: نتایج و بحث

۵۳	۱-۳ سنتز و شناسایی لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسید .....
۵۳	۱-۱-۳ سنتز و شناسایی لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن .....
۵۸	۲-۱-۳ سنتز و شناسایی اکتا استر کلیکس [۴] رسورسین آرن .....
۶۵	۳-۱-۳ سنتز و شناسایی لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسید .....
	۲-۳ بهینه کردن شرایط استخراج یونهای لانتانیم، توریم و اورانیم توسط
۷۱	لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسید .....
۷۱	۱-۲-۳ توزیع لیگاند بین دو فاز آبی و آلی .....
۷۲	۲-۲-۳ بررسی اثر pH بر میزان استخراج .....
۷۳	۳-۲-۳ اثر غلظت لیگاند بر مقدار استخراج .....
۷۵	۴-۲-۳ بررسی اثر زمان بر میزان استخراج .....
۷۶	۵-۲-۳ اثر حلال بر استخراج یون‌های لانتانیم و توریم و اورانیم .....
۷۸	۶-۲-۳ بررسی اثر نمک و غلظت آن بر استخراج .....
۸۱	۷-۲-۳ تعیین استوکیومتری کمپلکسهای یون‌های لانتانیم، اروپیم و توریم .....
۸۴	۸-۲-۳ بررسی اثر مزاحمت سایر عناصر بر استخراج .....
۸۵	۳-۳ جداسازی .....



۸۶	.....انتقال.....۴-۳
۸۷	.....۱-۴-۳ اثر پارامتر زمان بر انتقال یونهای لانتانیم ، اورانیم و توریم.....
۸۹	.....۲-۴-۳ بررسی اثر غلظت HCl بر انتقال یونهای لانتانیم ، اورانیم و توریم.....
۹۱	.....۵-۳ مطالعه ترمودینامیک استخراج یونهای لانتانیم، توریم و اورانیم.....
۹۴	.....۶-۳ نتیجه گیری.....
۹۴	.....پیشنهادها.....
۹۶	.....مراجع.....

## چکیده

در کار حاضر یک لیگاند از گروه ماکروسیکلها (کلیکس رسورسین آرن ها) سنتز و جهت افزایش توان کمپلکس کنندگی و استخراج آن ، با گروههای عاملی هیدروکسامیک اسید استخلاف گردید. سپس جهت بررسی توانایی این لیگاند در استخراج یونهای فلزی کاتیونهایی از گروه لانتانیدها و اکتینیدها چون (لانتانیم ، توریم و اورانیم) انتخاب شد. اثر حلالهای دی کلرو متان ، اتیل استات و تولوئن بر روی استخراج بررسی گردید و ترتیب استخراج در تمامی این حلالها بصورت  $UO_2 > Th > La$  بود.

تاثیر متغیرهایی چون pH ، زمان ، دما و غلظت لیگاند ، بر راندمان استخراج یونهای مزبور مورد بررسی قرار گرفت. توابع ترمودینامیکی حاصل از مطالعه اثر دما ، توجیه علمی مناسبی نداشت. در مرحله بعد انتقال یونهای لانتانیم و توریم و اورانیم از غشای مایع حاوی دی کلرومتان توسط لیگاند کلیکس [۴] رسورسین آرن هیدروکسامیک اسید بررسی شد و تاثیر متغیرهای تجربی بر روی انتقال این یونها مورد مطالعه قرار گرفت.

# فصل اول

مقدمه

## مقدمه

در کار حاضر به دلیل اینکه لیگاند مورد استفاده در کارهای تجزیه ای تلفیقی از ماکروسیکلها و هیدروکسامیک اسیدها می باشد ، در ابتدا مقدمه ای در مورد این دو گروه از ترکیبات و سپس فلزات مورد استفاده توضیحاتی ارائه خواهد شد .

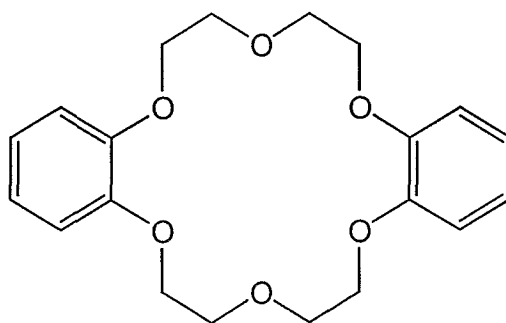
### ۱-۱- ماکروسیکلها

شیمی اترهای تاجی ، کلیکس آنرها و سیکلو دکسترینها در طول ۲۵ سال اخیر بطور قابل ملاحظه ای گسترش یافته است که در کل به آنها سوپرا مولکول یا ماکروسیکل گفته می شود. ماکروسیکلها به طور معمول مولکولهای بزرگی هستند که شامل یک یا چند حلقه می باشند. این ترکیبات دارای حفره هایی با اندازه های مختلف هستند و گروههای عاملی متفاوتی روی بستر این ترکیبات قرار می گیرند و به این ترتیب خواص یون دوستی آنها را در کمپلکس کردن یونهای فلزی تحت تأثیر قرار می دهند [۱].

از جمله مهم ترین و پرکاربردترین ماکروسیکل های سنتزی می توان به اترهای تاجی، کریپتاند ها، اسفراند ها و کلیکس آنرها و به تازه گی کلیکس رسورسین آنرها که شباهت زیادی به کلیکس آنرها دارند اشاره داشت. که در ادامه بحث به معرفی آنها پرداخته می شود .

### ۱-۱-۱- اترهای تاجی

در سال ۱۹۶۲ پدرس<sup>۱</sup> هنگام سنتز پلی اترها محصول فرعی را به طور تصادفی تشخیص داد که اولین اتر تاجی بود (شکل ۱-۱) [۲].

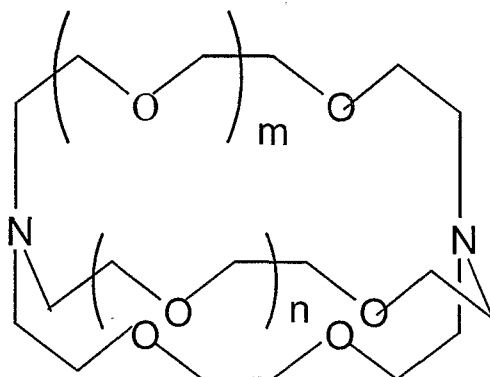


شکل ۱-۱- دی بنزو- ۱۸- کراون - ۶، اولین اتر تاجی سنتز شده توسط پدرس

بعدها تعداد زیادی از انواع مختلف این ترکیبات سنتز شد که قابلیت کمپلکس کردن کاتیون‌های مختلف را از طریق اتم‌های اکسیژن موجود در حلقه داشتند. علاوه بر این، پوشش آلی دوست قرار گرفته بر بستر اتری این ترکیبات منجر به حل شدن ترکیب در حلال‌های آلی می‌شود که خود امتیازی مهم برای استفاده از این ترکیبات در فرآیندهای استخراج و سایر تعادل‌های چند فازی یون‌های فلزی است.

### ۱-۱-۲- کریپتاند‌ها

در سال ۱۹۶۸ ترکیباتی که دارای یک حفره کروی سه بعدی درون مولکولی بوده و دارای حداقل دو حلقه می‌باشند، توسط لن<sup>۱</sup> به دلیل شکل فضایی ویژه کریپتاند، مشتق کلمه یونانی Cryptos به معنی غار، نامگذاری شدند [۳]. در شکل ۱-۲ ساختار کریپتاند ارائه شده است.



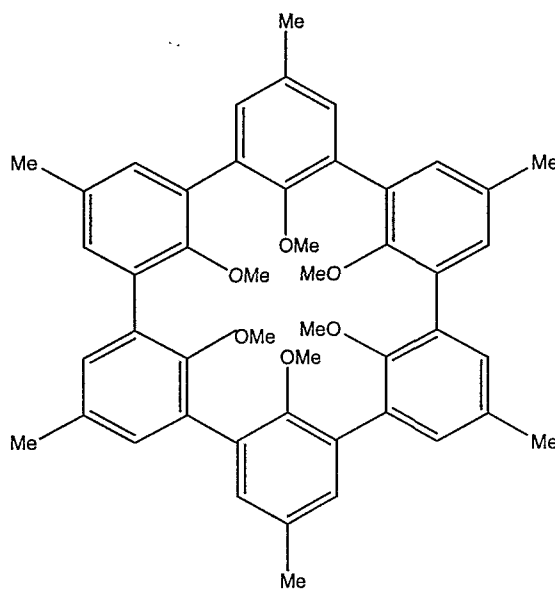
شکل ۱-۲ ساختار کلی کریپتاند‌ها

کریپتاند‌ها برای کمپلکس کردن یون‌های فلزی کروی (فلزات قلیایی و قلیایی‌خاکی) مناسب هستند و می‌توانند؛ با کاتیون‌های متفاوت ولی دارای باریکسان به صورت انتخابی تشکیل کمپلکس دهند. کاتیون‌ها از طریق اتم‌های اکسیژن و نیتروژن با حلقه کوردینه می‌شوند و گروه‌های متیلنی پوشش آلی دوست حلقه را تشکیل می‌دهند.

<sup>۱</sup>J.M.Lehn

### ۱-۱-۳ - اسفراندها

این ترکیبات ماکروسیکل اولین بار توسط کرام<sup>۱</sup> سنتز شدند [۴]. اسفراندها به عنوان واکنشگرهای کمپلکس‌کننده گزینشی عمل می‌کنند و کمپلکس‌های پایداری با کاتیون‌های قلیایی تشکیل می‌دهند. شکل ۱-۳ نمونه‌ای از ساختار این ترکیبات را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳ ساختاریک اسفراند

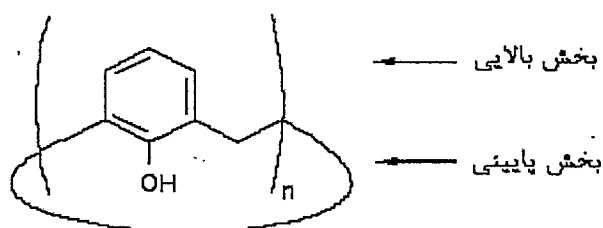
### ۱-۱-۴ - کلیکس‌آرن‌ها

کلیکس‌آرن‌ها ترکیباتی حلقوی هستند که از واحدهای فنلی تشکیل شده‌اند این واحدهای فنلی توسط گروه‌های متیلنی به هم متصل می‌شوند و حلقه با اندازه‌های مختلف را تشکیل می‌دهند. گوتش<sup>۲</sup> اصطلاح "کلیکس" را به واسطه شباهت شکل مخروطی تترامر این مولکول در حالت جامد به گلدان (کلیکس در زبان یونانی به معنی گلدان است) و پسوند "آرن" را به جهت حضور حلقه‌های آروماتیک در دیواره مولکول انتخاب کرد [۵]. قسمتی از مولکول که در آن گروه‌های هیدروکسیل قرار دارند به دلیل جمع‌تر بودن دهانه آن، به قسمت پایین گلدان شباهت دارد و

<sup>۱</sup>D.J.Cram

<sup>۲</sup>C. D. Gutsche

"بخش پایینی"<sup>۱</sup> گفته می‌شود و طرف دیگر مولکول با دهانه بازتر را "بخش بالایی"<sup>۲</sup> می‌نامند. شکل ۱-۴ ساختاریک کلیکس آرن را نشان می‌دهد.



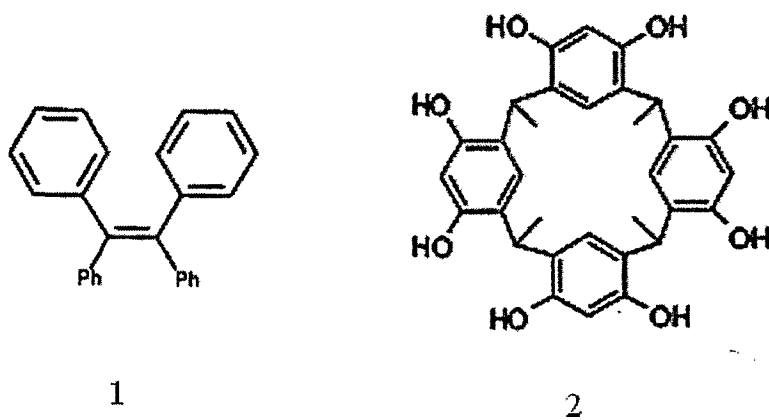
شکل ۱-۴ ساختار اصلی کلیکس [n] آرن‌ها

### ۱-۱-۵- کلیکس رسورسین آرن‌ها

در سال ۱۸۷۲ آدلف ون بایر<sup>۳</sup> در یک مطالعه کلی سنتز یک سری از ترکیبات رنگی بر پایه فنولی را در موقع افزودن اسید سولفوریک غلیظ به مخلوطی از بنزآلدید و رسورسینول گزارش کرد که محصول قرمز رنگی می‌داد و در محیط قلیایی ارغوانی می‌شد و وقتی گرم می‌شد یک ترکیب کریستالی بدست می‌آمد. چند سال بعد مایکل مشخصات آن ترکیب را اینگونه بدست آورد که ماده ای کم محلول ؛ با دمای ذوب بالا و ماده بلوری با فرمول  $(C_{12}H_{10}O_2)_n$  که آن مشتق ترکیب  $(C_{12}H_8(OCOCH_2)_2)_n$  بود. او با این داده ها نشان داد که محصول با ترکیب شدن یک به یک (۱:۱) بنزآلدید و رسورسینول و از دست دادن یک اکی والان آب تشکیل می‌شود. او ساختار غیر محتمل ۱ را پیشنهاد کرد که بعدا این ساختار بوسپله فابرو<sup>۴</sup> رد شد

<sup>1</sup>Lower rim  
<sup>2</sup>Upper rim  
<sup>3</sup>A.V.Baeyer  
<sup>4</sup>Fabre

و بلاخره در سال ۱۹۴۰ نیردرل و وگل<sup>۱</sup> چندین محصول تراکمی را بین آلدئید ها و رسورسینول مطالعه کردند آنها با استفاده از بررسی وزن مولکولی نشان دادند که نسبت رسورسینول و آلدئید باید (۴:۴) باشد در نتیجه ساختار<sup>۲</sup> را پیشنهاد کردند. و سرانجام این ساختار در سال ۱۹۶۸ توسط ارتمن و کورکرز<sup>۲</sup> با استفاده از پراش اشعه X به اثبات رسید. بطور عمومی به اینگونه ترکیبات رسورسین آرن نام نهادند در کل ترکیباتی که دارای حلقه های رسورسینول متصل شده به یکدیگر از طریق اتمهای کربن در دو موقعیت اورتو (نسبت به گروه های هیدروکسید) می باشند کلیکس رسورسین آرن نامیده می شوند. و یا آن ترکیباتی که از فرآیندهای القا بازی تراکم فنولها و فرمالدهید حاصل می شود، کلیکس آرن و ترکیباتی که از فرآیند های تراکم اسیدی رسورسینول و استالدئید حاصل می شوند، کلیکس رسورسین آرن نامیده می شوند. تعداد حلقه های فنولی در این ترکیبات می تواند ۴، ۶، ۸ باشد. که این تعداد نشانگر ابعاد حفره مولکول می باشند. [۶]

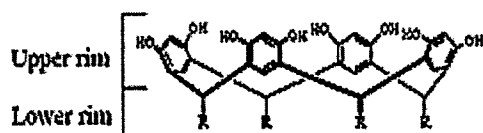


شکل ۱-۵



کلیکس رسورسین آرنها بساده گی و با راندمان بالایی در یک مرحله سنتز می شوند که اغلب با واکنش تراکمی بین رسورسینول و آلدییدهای آلیفاتیک یا آروماتیک و با کاتا لیزور اسیدی انجام می گیرد. کلیکس رسورسین آرنها همانند کلیکس آرنها ترکیباتی هستند که بطور معمول در آب نامحلول می باشند و تنها در برخی حلال های آلی قابل حل هستند. کلیکس رسورسین آرنها همانند کلیکس آرن های استخلاف نشده، اسیدهای ضعیفی هستند که به تنهایی در محیط های اسیدی و خنثی قادر به کمپلکس کردن کاتیون های فلزی نیستند [۷]. ولی در محیط های بازی برای استخراج برخی کاتیونها مانند لانتانیدها بکار رفته اند [۸]. از مشخصه ها و ویژگی های کلیکس رسورسین آرنها که باعث ایجاد تنوع وسیعی در خواص یون گزینی این مولکولها نسبت به سایر لیگاندها از جمله اترهای تاجی، کریپتاند ها و... شده اند عبارتند از:

۱. سنتز کلیکس رسورسین آرن های استخلاف نشده در عین حساسیت بالا ، ساده، سریع و یک مرحله ای می باشد . [۹].
۲. استخلاف کردن بستر کلیکس رسورسین آرنها توسط گروه های مختلف کمپلکس کننده در موقعیت هیدروژن های فنلی (بخش بالایی) منجر به ایجاد خواص یون دوستی متفاوت می شود [۱۰].



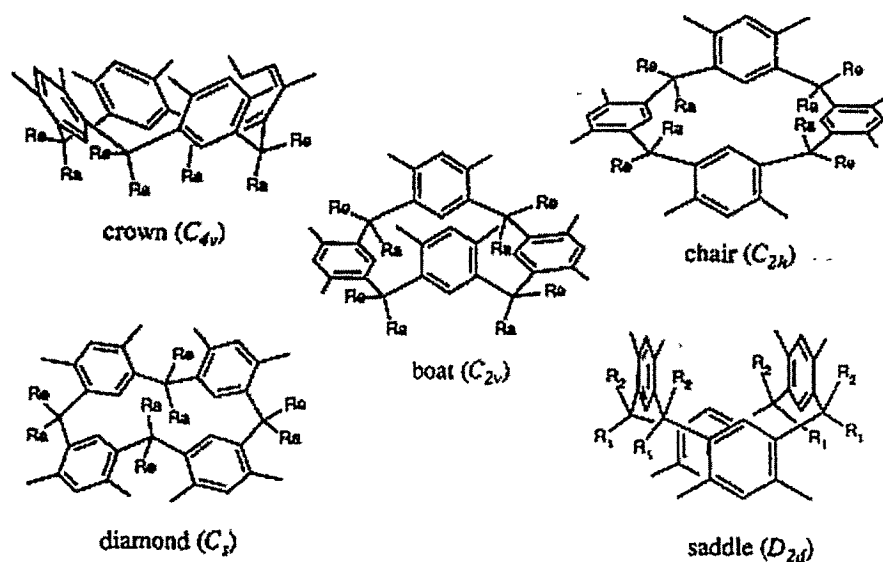
شکل ۱-۶

۳. کلیکس آرنها از یک سری مونومرهای پیوند شده با یکدیگر بوجود می آیند که با تعیین تعداد آنها می توان اندازه حفره یا دهانه آنها را برای انواع اندازه های مولکولهای میهمان تنظیم کرد .

کلیکس رسورسین آرن‌ها بسته به شرایط سنتز دارای کنفورماسیون‌های مختلفی هستند لذا خواص یون‌دوستی آنها قابل تغییر است [۱۱].

### ۱-۵-۱-۱- کنفورماسیون‌های کلیکس رسورسین آرن‌ها

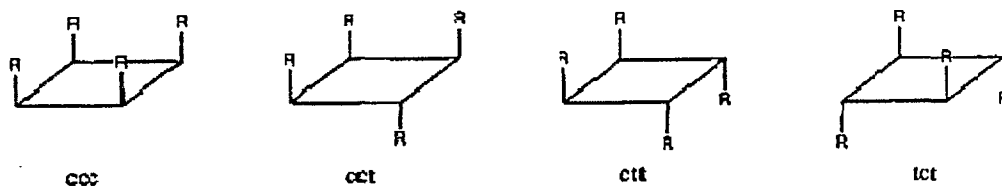
یکی از مشخصه‌های کلیکس رسورسین آرن‌ها انعطاف پذیری کنفورماسیونی آنها است که بر اثر چرخش آزاد واحدهای آروماتیک حول پیوندهای متیلنی، ایزومرهای کنفورماسیونی با حفره‌های مختلف از نظر اندازه و شکل ایجاد می‌شوند [۱۲]. به دلیل وجود پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل در کلیکس [۴] رسورسین آرن‌های استخلاف نشده، مولکول ساختار کنفورماسیونی مخروطی خود را در محلول به همان صورت حالت جامد حفظ می‌کند [۱۳]. هنگامی که هیدروژن‌های فنلی توسط گروه‌های دیگر استخلاف می‌شوند پیوند هیدروژنی شکسته شده و امکان چرخش حلقه‌های آروماتیک بوجود می‌آید. کلیکس [۴] رسورسین آرن‌های استخلاف شده دارای پنج شکل کنفورماسیونی پایدار؛ تاج مانند<sup>۱</sup>، صندلی<sup>۲</sup>، قایقی<sup>۳</sup>، الماسی<sup>۴</sup> وزینی شکل<sup>۵</sup> (شکل ۱-۵) می‌باشند. [۶]



شکل ۱-۷

<sup>۱</sup> crown  
<sup>۲</sup> chair  
<sup>۳</sup> boat  
<sup>۴</sup> diamond  
<sup>۵</sup> saddle

همچنین بر اساس جهت قرار گرفتن استخلافات گروه‌های متیلنی (R-CH-) می‌توان ۴ پیکربندی دیگر برای این ترکیبات در نظر گرفت: [۶]



all-cis (*ccc*), cis-cis-trans (*cct*), cis-trans-trans (*ctt*), and trans-cis-trans (*tct*)

شکل ۱-۸

### ۱-۱-۵-۲- بررسی ساختاری کلیکس رسورسین آرن ها و اثر آن برگزینش پذیری

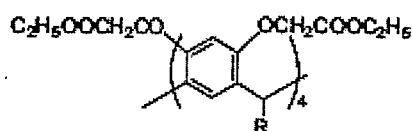
این لیگاندها

ساختار فضایی کلیکس رسورسین آرن ها به شکلی است که شبه حفره های مناسبی جهت پذیرش یون های فلزی ایجاد می نمایند. این ساختار به ویژه از آن جهت دارای اهمیت است که با استخلاف این مولکول ها با گروههای کمپلکس کننده حامل اتم های دهنده اکسیژن ؛ نیتروژن و غیره امکان ایجاد فضایی پذیرنده که متشکل از تعداد زیادی از این اتم ها باشند را به وجود می آورد [۱۶]

دریک کمپلکس میزبان- مهمان، پیوندها از نوع پیوندهای کووالانسی نمی باشند، بلکه بیشتر پیوندهای ضعیف ناشی از برهم کنش لیگاند با کاتیون از نوع واندر والانسی یا نوع داتیو می باشد [۱۷]. توانایی تشکیل کمپلکس های پایدار با ماکروسیکل ها به اندازه نسبی حفره لیگاند و شعاع کاتیون، استخلاف های روی حلقه لیگاند، انعطاف پذیری و همچنین به خصوصیات نرم- سخت و بارکاتیون ونوع حلال بستگی دارد [۱۸]. همچنین سخت بودن و انعطاف پذیری و تغییرات کنفورماسیون لیگاند بر ثابت پایداری کمپلکس و گزینش پذیری لیگاند اثر دارند [۱۹].

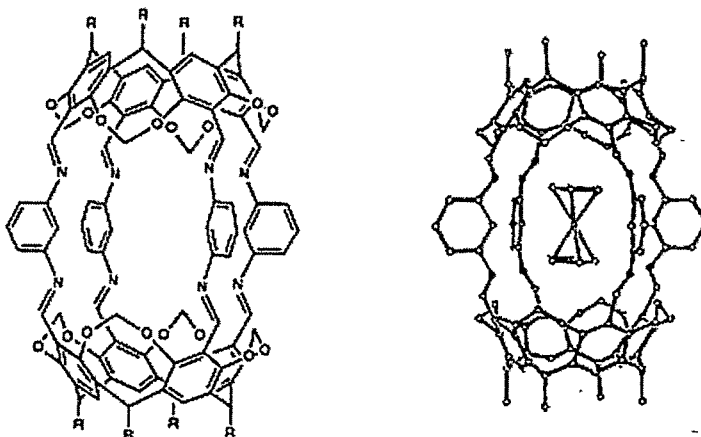
### ۱-۱-۵-۳- کاربرد کلیکس رسورسین آرنها

کلیکس رسورسین آرنها به عنوان یون دوست در روشهای مختلفی مورد توجه قرار گرفته اند. [۲۰]. علاوه براینکه کلیکس رسورسین آرنها در مطالعات استخراج، انتقال و کمپلکس شدن مورد توجه بوده‌اند مانند استخراج برخی فلزات گروه لاتانیدها و اکتینیدها [۸]، امروزه به عنوان یون دوست مناسب در ساختار الکترودهای یون‌گزین به کار گرفته شده‌اند. به طور مثال از متیل کلیکس [۴] رسورسین آرن اکتا متیل استر ارائه شده در شکل (۱-۹) در ساخت حسگر یون‌گزین نقره در سال ۲۰۰۳ [۲۲] استفاده شده است.



شکل ۹-۱

همچنین این ترکیبات بعنوان حفره جهت گیر انداختن انواع مولکولها بکار رفته اند. [۶]



شکل ۱۰-۱

بطور خلاصه این ترکیبات سوپرا مولکولی ساختارهای همه کارای را ایجاد می کنند که در بسیاری زمینه ها کاربرد پذیر هستند. در بین تمام سوپرا مولکولها ، کلیکس [۴] رسورسین آرنها چهار پارهای حلقوی بزرگی هستند که کاربرد های متعددی از جمله مولکولهای میزبان ، غشاهای گزینش پذیر و استخراج مایع - مایع دارند. [۲۴]