



1985 ✓



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد شیمی - گرایش شیمی فیزیک

عنوان:

مطالعه ثابت پایداری تشکیل کمپلکس اورانیوم (VI) با سولفوناتو کلیکس [۴]رن

نگارنده:

روح اله احمدی الموتی

استاد راهنما:

دکتر کریم زارع

استاد مشاور:

دکتر فرخ قریب

تاریخ دفاع

تابستان ۱۳۸۸

۱۳۸۸/۱۰/۲۷

کتابخانه مرکزی
تاسیس ۱۳۵۷

۱۲۹۴۵۷



دانشگاه شهید بهشتی

بسمه تعالی

تاریخ
شماره
پیوسته

« صور تجلسه دفاع پایان نامه دانشجویان دوره کارشناسی ارشد »

تهران ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳ اوین

تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره ۸۸/۶/۹/۲۰۰/۹۳۸۰/ذ مورخ ۸۸/۶/۹ جلسه هیأت
داوران ارزیابی پایان نامه آقای روح اله احمدی الموتی به شماره شناسنامه ۱۶۱۷ صادره
از قزوین متولد ۱۳۵۹ دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته شیمی - شیمی
فیزیک
با عنوان:

بررسی ثابت تشکیل کمپلکس اورانیوم (VI) با سولفوناتو کلیکس [۴] آرن

به راهنمایی:

آقای دکتر کریم زارع

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۸۸/۶/۲۰ تشکیل گردید و براساس رأی
هیأت داوری و با عنایت به ماده ۲۰ آئین نامه کارشناسی ارشد مورخ
۷۵/۱۰/۲۵ پایان نامه مزبور با نمره درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

۱۹/۲۵

۱- استاد راهنما: آقای دکتر کریم زارع

۲- استاد مشاور: آقای دکتر فرخ قریب

۳- استاد داور: آقای دکتر سید ابوالفضل سید سجادی

۴- استاد داور و نماینده تحصیلات تکمیلی: آقای دکتر محمد حسن پیروی

پیروی

با تقدیر و تشکر از:

اساتید بزرگوارم، آقای دکتر کریم زارع و جناب آقای دکتر فرخ قریب که مسئولیت راهنمایی و مشاوره پایان نامه اینجانب را بر عهده داشته اند.

جناب آقایان دکتر محمد حسن پیروی و دکتر سید ابوالفضل سید سجادی که با صبر و شکیبایی و همکاریهای صادقانه خود، حق بزرگی را بر گردن اینجانب نهاده، و نیز داوری پایان نامه مرا پذیرفتند.

تمام دوستان عزیز بویژه آقایان علی فرج تبار و مرتضی جباری

و نیز سایر عزیزانی که نامشان آورده نشده ولی در طول این مدت زحمات زیادی را متحمل شده اند.

تقدیم به:

پدر بزرگووارم که مهر او مرا مایهٔ صفاست

مادر مهربانم که عشق او مرا مایهٔ بقاست

و همسر عزیزم که چشمه خروشان مهربانی و مایه وفاست

و همهٔ عزیزانی که در گوشهٔ قلبم کلبه ای دارند

فهرست

چکیده

۱	مقدمه
۶	فصل اول: اورانیوم و کلیکس آرن
۷	۱-۱-۱ فلز اورانیوم
۷	۱-۱-۱-۱ خصوصیات
۹	۱-۱-۲ کاربردها
۱۰	۱-۱-۳ تاریخچه
۱۱	۱-۱-۴ منابع
۱۱	۱-۱-۴-۱ هشدارها
۱۱	۱-۱-۵ ترکیبات اورانیوم
۱۲	۱-۲-۱ کلیکس آرن:
۱۶	۱-۲-۱-۱ جداسازی و تخلیص
۱۷	۱-۲-۲-۱ نقطه ذوب
۱۹	۱-۲-۲-۳ pK_a :
۲۰	۱-۳-۱ خواص طیفی
۲۰	۱-۳-۱-۱ طیف NMR
۲۱	۱-۳-۲-۱ طیف مادون قرمز
۲۱	۱-۳-۳-۱ طیف ماوراء بنفش
۲۱	۱-۳-۴-۱ طیف جرمی
۲۲	۱-۴ نامگذاری

- ۱-۵-۵- سنتز کلیکس [۴] آرن: ۲۳
- ۱-۵-۱- سنتز یک مرحله ای در محیط بازی ۲۳
- ۱-۵-۲- سنتز یک مرحله ای در محیط اسیدی ۲۴
- ۱-۵-۳- سنتز چند مرحله ای ۲۴
- ۱-۵-۴- سنتز کلیکس آرن های غیر متقارن و کایرال ۲۵
- ۱-۶- کاربرد ترکیبات کلیکس آرن: ۲۶
- فصل دوم: ثابت پایداری کمپلکس و کمپلکس های کلیکس آرن ۳۳
- ۱-۱-۱- ثابت پایداری کمپلکس های فلزی ۳۴
- ۱-۱-۲- عوامل داخلی موثر بر ثابت پایداری ۳۵
- ۱-۱-۳- تاثیر عوامل محیطی بر ثابت پایداری ترکیبات کئوردینانسونی ۳۷
- ۱-۳-۱- اثر دما بر ثابت پایداری ۳۷
- ۱-۳-۲- اثر فشار بر ثابت پایداری ۳۹
- ۱-۳-۳- اثر قدرت یونی بر ثابت ۴۰
- ۲-۲- روش های اندازه گیری ثابت های پایداری ۴۷
- ۲-۱-۲- مطالعات اسپکتروفوتومتری در اندازه گیری ثابت پایداری ۴۸
- ۲-۱-۱- مطالعات فوتومتری سیستم های دو جزئی ۴۹
- ۲-۱-۲- مطالعات اسپکتروفوتومتری سیستم های چند جزئی ۵۱
- ۲-۱-۲-۱- اندازه گیری اسپکتروفوتومتری در PH ثابت ۵۱
- ۲-۱-۲-۲- اندازه گیری اسپکتروفوتومتری بصورت تابعی از PH ۵۲
- ۲-۳- تشکیل کمپلکس در کالیکسارن ها ۵۴
- ۲-۳-۱- تشکیل کمپلکس های کالیکسارن ها با کاتیون های فلزی ۵۵

۵۶.....	۲-۳-۲ لیگاندهای حلقوی و گزینش یون فلزی
۵۸.....	۳-۳-۲ فلزات قلیایی و ماکروسیکل های طبیعی
۵۹.....	فصل سوم فعالیت های تجربی
۶۰.....	۱-۳ مواد شیمیایی
۶۰.....	۲-۳ دستگاهها
۶۱.....	۳-۳ اندازه گیری ضریب جذب مولی فلز و کلیکس و جداول
۶۶.....	۴-۳ محاسبه ثابت های پایداری کمپلکس های دی اکسو اورانیوم با UO_2^+ با سولفوناتو کلیکس ۴ آرن و جداول
۷۹.....	فصل چهارم بحث و نتیجه گیری
۸۰.....	۱-۴ بحث و نتیجه گیری
۸۴.....	منابع

چکیده

ثابت تشکیل کمپلکس سولفوناتو کلیکس [۴] آرن با یون اورانیوم (VI) (UO_2^{2+}) در ۲۵ درجه سانتیگراد مطالعه شده است مطالعه به روش اسپکتروفوتومتری در ناحیه UV با استفاده از نرم افزار Squad انجام گرفته است.

نتایج محاسبات نشان داده است که یک گونه کمپلکس با فرمول UO_2L تشکیل می گردد. پایداری کمپلکس تشکیل شده در pH های متفاوت بررسی شد. نشان داده شده است که در pH کمتر از ۱/۵ کمپلکس به شدت ناپایدار بوده و ثابت تشکیل آن پایین است و در حد خطای آزمایشی می باشد و در pH=2 کمپلکس ناپایدار و ثابت آن قابل اندازه گیری است و در pH=3 کمپلکس پایداری بیشتری دارد و ثابت آن نیز قابل ملاحظه می باشد.

مقدمه

شیمی کئوردیناسیون

برای سالیان دراز ترکیبات کئوردیناسیون فقط مورد توجه شیمیدانان نظری و معدنی بودند، اما امروزه این ترکیبات در زمینه های مختلف از جمله شیمی تجزیه، سنتز مواد آلی، فرایندهای بیولوژیکی کاربردهای زیادی پیدا کرده اند. شاید مهمترین آنها ترکیباتی باشند که بطور طبیعی یافت می شوند؛ نظیر کلروفیل، کمپلکس جالبی از منیزیم، که نقش اصلی در فتوسنتز گیاهان دارد و هموگلوبین، یک کمپلکس از آهن، که ناقل اکسیژن در خون می باشد. بسیاری از ترکیبات ساده معدنی نیز در واقع کمپلکس هستند (۱).

ترکیبات کئوردیناسیون یا کمپلکسها مجموعه ای متشکل از یک اتم مرکزی (معمولاً فلز واسطه) که توسط چند آنیون یا مولکول احاطه شده و در آن ظرفیت فلز غالباً از حالت متداول آن بیشتر است. هر کمپلکس بسته به مجموع بارهای اتم مرکزی و یونها و مولکولهایی که آن را احاطه می کنند ممکن است کاتیونی، آنیونی یا خنثی باشد.

مطالعه و بررسی کمپلکسها برای درک مفاهیم پیوند شیمیایی و آگاهی یافتن از قواعد و قوانین حاکم بر شیمی (به ویژه شیمی معدنی) و فراگیری آن نقش بسزایی دارد. تعداد کمپلکسهای موجود تقریباً بی شمار است و بر اثر سنتز نا محدود این مواد توسط شیمیدانان مرتباً بر تعداد آنها افزوده می شود؛ همین موضوع اهمیت آنها را نمایان می کند.

بیشتر تحقیقاتی که امروزه در زمینه شیمی معدنی انجام می گیرد، درباره ترکیبات کئوردیناسیون است. به همین دلیل، برخی نشریات نظیر *Cood.chem Rew.*، بطور کامل به این موضوع اختصاص داشته و قسمت اصلی چندین نشریه معتبر دیگر مثل *Organometallic*، *Inorg.chem* و ... نیز به سنتز این ترکیبات می پردازند. در چند دهه اخیر شاخه های جدید و جالبی از شیمی معدنی، از جمله شیمی آلی فلزی، شیمی ترکیبات خوشه ای و ... شکل گرفته و توسعه یافته اند که تقریباً بطور کامل از نظر موضوع به شیمی کئوردیناسیون ارتباط می یابند.

کمپلکسهای فلزات واسطه به دلایلی همچون رنگی بودن، داشتن خصیصه های مغناطیسی متفاوت، تنوع و پایداری، بیشتر از کمپلکسهای عناصر غیر واسطه مورد توجه شیمی دانان می باشند. برای مطالعه و شناسایی این ترکیبات نه تنها اغلب روشهای فیزیکی متداول در شیمی قابل کاربرد هستند بلکه برخی از روشهای طیف سنجی تقریباً فقط مختص آنهاست. یکی از این روشها که در سالهای اخیر برای مطالعه این ترکیبات گسترش چشمگیری داشته، تکنیک دیفراکسیون اشعه ایکس بوده است.

اما آنچه مسلم است، پایه گذار شیمی کئوردیناسیون مدرن آلفرد ورنر^۱ می باشد که در سال ۱۸۶۶ در فرانسه متولد و بیشتر عمر خود را در زوریخ گذراند. ورنر اولین مقاله خود را درباره این موضوع در سال ۱۸۹۱ در سن ۲۵ سالگی ارائه داد و در سال ۱۹۱۳ جایزه نوبل را برای این کار به وی اهدا کردند. ورنر که در ابتدا یک شیمیدان آلی بود بر اثر جذابیت رنگ های گوناگون این ترکیبات، به

^۱. Alfred Werner

مطالعه و بررسی گسترده آنها کشیده شد و بر اساس شواهد تجربی موجود در زمان خود و مشاهدات تجربی که به عمل آورده بود توانست تئوری خود را در ارتباط با ترکیبات کئوردیناسیون ارائه دهد که این تئوری امروزه نیز بدون تغییرات جدی قابل قبول است. شواهد تجربی آن زمان محدود به دو سری اطلاعات زیر است :

۱- کلریدهای قابل یونیزه شدن: وقتی که کبالت آمین ها با محلول نیترات نقره واکنش داده شوند، همه یونهای کلرید به طور آنی در دمای اتاق رسوب پیدا نمی کنند. بر اساس این واقعیت ، ورنر ارتباط کلریدهای غیر یونیزه شدن با کبالت را کووالانسی در نظر گرفت.

۲- رسانایی مولی: روش دیگر برای تعیین تعداد یونهای حاصل از یک کمپلکس، اندازه گیری رسانایی الکتریکی آن در یک محلول می باشد(۲).

نظریه کئوردیناسیون ورنر پایه مکانیک کوانتومی ندارد. لذا نمی تواند در مورد خواص مغناطیسی و طیف های کمپلکسها توضیحی ارائه کند و همچنین قادر به تشریح ماهیت والانس یا به اصطلاح امروز پیوند کئوردینانسی نیست. در حال حاضر، سه نظریه برای تشریح پیوند در کمپلکسهای فلزی به کار می رود :

الف - نظریه پیوند والانس (V.B.T) : این نظریه در بررسی ساختار و خواص مغناطیسی کمپلکسهای فلزی بسیار موفق است ولی در توجیه طیف های جذبی این ترکیبات، ناتوان می باشد. نظریه پیوند والانس، پیوندهای کئوردیناسیونی را به عنوان پیوندهایی با خصلت کووالانسی در نظر می گیرد.

ب - نظریه میدان بلور الکترواستاتیکی (C.F.T): در این نظریه، پیوند بین فلز و لیگاند کاملاً یونی در نظر گرفته می شود و یون های فلزی و لیگاند ها به صورت بارهای نقطه ای در فضای کمپلکس فرض می شوند که برهمکنش های الکترواستاتیکی بین آنها حکمفرماست. این نظریه، قادر است خواص مغناطیسی و تغییرات ممان مغناطیسی اغلب کمپلکسها را با دما تفسیر و پیش بینی نماید و همچنین در مقایسه با نظریه پیوند والانس درک روشنتری از خواص ساختمانی کمپلکسها ارائه می دهد.

ج - نظریه اوربیتال مولکولی (M.O.T): در این نظریه سعی شده هر دو خصالت کووالانسی و یونی در پیوندهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد. با به کارگیری این تئوری در توضیح پیوند شیمیایی مربوط به ترکیبات فلزات واسطه، نه تنها به همان نتایج کیفی حاصل از کاربرد نظریه میدان بلور می رسیم؛ بلکه خیلی از پدیده هایی که با مدل الکترواستاتیکی میدان بلور قابل تفسیر نبودند، می توان کم و بیش تفسیر کرد. این دیدگاه، نسبت به روش میدان بلور واقعی تر بنظر می رسد زیرا همپوشانی بین اوربیتالهای اتمی را به شرط داشتن تقارن لازم، به هر نسبت مجاز می داند (۳).

فصل اول

اورانیوم و کلیکس آرن

۱-۱-۱ فلز اورانیوم

فلز اورانیوم یکی از سنگینترین عناصر جدول تناوبی است که فلزی سمی، رادیواکتیو و براق به رنگ سفید مایل به نقره ای می باشد و به گروه آکتینیدها تعلق دارد. ایزوتوپ ^{235}U به عنوان سوخت در راکتورهای هسته ای استفاده می شود. معمولاً اورانیوم در مقادیر بسیار ناچیز در خاک، آب، گیاهان و در بدن جانوران از جمله انسان یافت می شود.

۱-۱-۱-۱- خصوصیات

اورانیوم هنگام عمل پالایش به رنگ سفید مایل به نقره ای فلزی با خاصیت رادیو اکتیوی ضعیف می باشد که کمی از فولاد نرم تر است. این فلز چکش خور، رسانای جریان الکتریسیته و کمی پارامغناطیس می باشد. چگالی اورانیوم ۶۵ درصد بیشتر از چگالی سرب می باشد. اورانیوم استخراج شده از معادن می تواند به صورت شیمیایی به دی اکسید اورانیوم و دیگر گونه های قابل استفاده در صنعت تبدیل شود.

برخی از خواص فیزیکی عنصر اورانیوم در جدول (۱-۱) گردآوری شده است (۴ و ۶۷).

اورانیوم در صنعت به سه گونه آلفا (Orthohombic)، بتا (Tetragonal) و گاما (Body-centered cubic) وجود دارد. دو ایزوتوپ مهم آن اورانیوم ^{235}U و اورانیوم ^{238}U می باشند که اورانیوم ^{235}U مهمترین نوع ایزوتروپ برای استفاده در راکتورهای و ساخت سلاحهای هسته ای است و تنها ایزوتوپی است که در طبیعت وجود دارد. ایزوتوپ اورانیوم ^{238}U با جذب نوترون ها به ایزوتوپ رادیو اکتیو تبدیل می شود که سپس به ایزوتوپ پلوتونیوم ^{239}Pu تبدیل می شود.

جدول (۱-۱): برخی از خواص شیمی فیزیکی عنصر اورانیوم

خواص عمومی	
Uranium, U, ۹۲	نام، علامت اختصاری، شماره
اکتینید ها	گروه های شیمیایی
f و ۷	دوره، بلوک
19050 kgm^{-3}	جرم حجمی
نقره ای روشن	رنگ
خواص اتمی	
۲۳۸/۰۲۸۹ amu	وزن اتمی
۱۷۵ pm	شعاع اتمی
۱۸۶ pm	شعاع واندروالس
$[\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$	ساختار الکترونی
اورتورومبیک	ساختار کریستالی
خواص فیزیکی	
جامد	حالت ماده
۱۴۰۵ K	نقطه ذوب
۴۴۷۰ K	نقطه جوش
۴۷۷ kJ/mol	گرمای تبخیر
۲۹۳/۱۵ K در ۳۱۵۵ m/s	سرعت صوت
متفرقه	
۱/۳۸ درجه پائولینگ	الکترونگاتیویته
۱۲۰ J/kg·K	ظرفیت گرمایی ویژه
$3/6 \times 10^6 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$	رسانایی الکتریکی
۵۹۷/۶ kJ/mol	اولین پتانسیل یونیزاسیون
۱۴۲۰ kJ/mol	دومین پتانسیل یونیزاسیون

ایزوتوپ مصنوعی اورانیوم ^{233}U نیز توسط بمباران نوترونی به ایزوتوپ توریوم ^{232}Th تبدیل می شود. اورانیوم اولین عنصرایست که برای شکافت هسته ای مورد استفاده قرار گرفت. برای نمونه با بمباران نوترونی، ایزوتوپ اورانیوم ^{235}U به ایزوتوپ اورانیوم ^{236}U با نیمه عمر کوتاه تبدیل شده و بلافاصله به دو هسته کوچکتر تقسیم می شود که این عمل انرژی زیادی آزاد کرده و نوترون های بیشتری تولید می کند. اگر این نوترون ها توسط هسته اورانیوم ^{235}U دیگری جذب شوند این فرایند دوباره اتفاق می افتد (۴ و ۶۷).

۱-۲-۱- کاربردها:

فلز اورانیوم بسیار سنگین و چگال می باشد. از اورانیوم در بعضی از کشورها برای ساخت محافظ برای تانک ها و ساخت قسمتهایی از موشک ها و ادوات جنگی استفاده می شود. همچنین از اورانیوم غنی شده برای تامین سوخت ناوها و زیردریایی های هسته ای استفاده می شود. اورانیوم به کار گرفته شده در سلاحهای هسته ای تا درصد بالایی غنی می شود که این مقدار بصورت تقریبی ۹۰ درصد می باشد. مهمترین کاربرد اورانیوم در بخش غیر نظامی، تامین سوخت نیروگاههای تولید انرژی هسته ای است که در آنها اورانیوم ^{235}U به میزان ۲ الی ۳ درصد غنی می شود. با توجه به نیمه عمر بالای ایزوتوپ اورانیوم ^{238}U از آن برای تخمین سن سنگهای آتشفشانی استفاده می شود. اورانیوم ^{235}U در راکتورهای هسته ای بریدر^۱ به پلوتونیوم تبدیل می شود و پلوتونیوم نیز در ساخت بمبهای هیدروژنی مورد استفاده قرار می گیرد. در ساخت ماده شیمیایی نگاتیو عکاسی ترکیبی از اورانیوم به صورت نترات اورانیوم به کار برده می شود. از فلز اورانیوم در ساخت اشعه X با انرژی بالا نیز استفاده می شود (۵).

^۱. Breeder

۱-۱-۳- تاریخچه

استفاده از اورانیوم به شکل اکسید طبیعی آن به سال ۷۹ میلادی یعنی زمانی که این عنصر برای ایجاد رنگ زرد به سفال لعابدار اضافه شد، بر می گردد (شیشه های زرد رنگ با یک در صد اورانیوم در نزدیکی ناپل ایتالیا کشف شده است). کشف این عنصر به شیمیدان آلمانی به نام مارتین هنریچ کلاپرس^۱ اختصاص داده شده، که در سال ۱۷۸۹ اورانیوم را از کانسنگ پچبلند^۲ به دست آورد. نام این عنصر بر اساس نام سیاره اورانوس که هشت سال قبل از آن کشف شده بود، برگزیده شد. کلاپرس فلز خالص اورانیوم را کشف نکرد بلکه آن چیزی که او به دست آورد، در حقیقت اکسید اورانیوم بود. این عنصر در سال ۱۸۴۱ به صورت فلزی نقره ای رنگ توسط پلیوت^۳ جداسازی شد. در سال ۱۸۹۶ هنری بکرل^۴ فیزیکدان فرانسوی برای اولین بار به خاصیت رادیو اکتیویته آن پی برد. در سال ۱۹۴۲ با کشف پدیده تبدیل ماده به انرژی، اورانیوم به عنوان ماده ای قدرتمند برای تولید انرژی وارد عرصه انرژی گردید و از آن به بعد انرژی هسته ای به عنوان یکی از اقلام مهم انرژی مطرح شد. امروزه حدود ۴/۳۰۰/۰۰۰ تن از منابع معدنی اورانیوم در کره زمین کشف گردیده و میزان مصرف سالانه اورانیوم در کشورهای مختلف بالغ بر ۶/۵۰۰ تن می شود. انتظار می رود مقدار مصرف تا سال ۲۰۲۰ میلادی به ۷۵/۰۰۰ تن در سال فزونی یابد (۵).

۱. Martin Heinrich Klaproth

۲. Pitchblende

۳. Peligot

۴. Henri Becquerel

۱-۱-۴- منابع :

اورانیوم عنصری طبیعی است که تقریباً در تمام سنگ ها، آب و خاک به میزان کم یافت می شود. و به نظر می رسد که مقدار آن از آنتیموان، برلیوم، کادمیوم، جیوه، طلا، نقره و تنگستن بیشتر و فراوانی در حد آرسنیک و مولیبدنیوم دارا باشد. اورانیوم به مقدار بسیار زیاد در ترکیباتی از قبیل صخره های فسفاتی و کانی های مانند لیگنیت^۱ و مونازیت^۲ یافت می شود، که بیشتر برای مصارف اقتصادی از این منابع استفاده می شود. اورانیوم در صنعت از کاهش هالیدهای اورانیوم توسط فلزات قلیایی یا قلیایی خاکی تولید می شود. همچنین می توان فلز اورانیوم را از طریق الکترولیز محلول مذاب KUF_5 یا UF_4 در $CaCl_2$ و $NaCl$ بدست آورد. اورانیوم خالص نیز از طریق تجزیه حرارتی هالیدهای اورانیوم حاصل می شود (۶).

۱-۱-۵- هشدار ها:

تمام ترکیبات اورانیوم سمی و رادیو اکتیو هستند و حتی در مقادیر بسیار کم به کلیه آسیب می رسانند. افرادی که در کنار تأسیسات هسته ای و یا معادن استخراج اورانیوم زندگی می کنند بیشتر در معرض آلودگی به این عنصر قرار می گیرند. اورانیوم ممکن است که از طریق تنفس یا بلع و یا در موارد استثنایی از طریق جذب پوستی وارد بدن شود (۷).

۱-۱-۶- ترکیبات اورانیوم

ترکیب UF_6 مهمترین ترکیب فلئوریدی اورانیوم می باشد که در فرایند غنی سازی اورانیوم استفاده فراوان دارد. از هیدرید اورانیوم UH_3 نیز به عنوان ماده اولیه در تهیه ترکیبات

^۱. Lignite
^۲. Monazite