

مبانی متالورژی و اکتشاف اورانیوم

دکتر تیمور اسلام کیش (عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)
مهندس محمد یوسفی (کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن)

سرشناسه :
 عنوان و نام پدید آور :
 مشخصات نشر :
 مشخصات ظاهری :
 شابک :
 وضعیت فهرست نویسی :
 موضوع :
 موضوع :
 موضوع :
 شناسه افزوده :
 رده بندی کنگره :
 رده بندی دیویی :
 شماره کتابشناسی ملی :

: اسلام کیش، تیمور، ۱۳۹۲ -
 : میانی متالورژی و اکتشاف اورانیوم / تیمور اسلام کیش، محمد یوسفی.
 : تهران: انتشارات علم و دانش، ۱۳۹۲.
 : ۹۶ ص: مصور، جدول، نمودار .
 :
 : فیبا
 : متالورژی
 : اورانیوم — متالورژی
 : کانه های اورانیوم — اکتشاف های زیر زمینی
 : یوسفی، محمد، ۱۳۶۰ -
 : ۱۹۳۲ الف ۲م / ۲۶۴ QE
 : ۵۵۳/۱
 : ۳۱۷۲۹۲۳



نام کتاب : میانی متالورژی و اکتشاف اورانیوم

تألیف : تیمور اسلام کیش، محمد یوسفی

ناشر : علم و دانش

نوبت چاپ : اول، ۱۳۹۲

لیتوگرافی / چاپ / صحافی : چاووش / جهان قلم

شمارگان : ۱۱۰۰ جلد

قیمت : ۵۰۰۰ تومان

مرکز توزیع: پخش نگاه نو

تهران - میدان انقلاب خ گارگر جنوبی، بین خ روانمهر و خ لبانی نژاد، کوچه سرود پلاک ۱۰ واحد ۱

تلفن: ۰۳ و ۶۶۴۶۹۶۰۱ تلفکس: ۶۶۴۱۸۰۴۵

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۳	فصل اول
۳	کانی‌شناسی اورانیوم و عناصر پرتوزا
۴	۱-۱: تاریخچه
۷	۲-۱: کانی‌شناسی اورانیوم
۱۰	۱-۲-۱: اورانینیت و پچبلند
۱۵	۲-۲-۱: بتافیت
۱۵	۳-۲-۱: دیویدیت
۱۶	۴-۲-۱: برانریت
۱۶	۵-۲-۱: گامیت
۱۶	۶-۲-۱: کوفینایت
۱۷	۷-۲-۱: زیثیت
۱۷	۸-۲-۱: پارسونیت
۱۷	۹-۲-۱: فرانکولیت
۱۷	۱۰-۲-۱: کارنوتیت
۱۸	۱۱-۲-۱: اورانوفان
۱۸	۱۲-۲-۱: بولتودیت
۱۸	۱۳-۲-۱: مونازیت
۱۹	فصل دوم
۱۹	متالورژی اورانیوم
۲۰	۱-۲: متالورژی اورانیوم و تشکیل کانسارهای اورانیوم در تکامل زمین
۲۲	۲-۲: رفتار اورانیوم در پدیده‌های میگماتیزاسیون و آناکسی
۲۳	۳-۲: تشکیل کانسارهای مهم اورانیوم
۲۵	۴-۲: رده بندی کانسارهای اورانیوم
۲۶	۱-۴-۲: کانسارهای اورانیوم منسوب به دگرشیمی ها
۲۹	۲-۴-۲: کانسارهای اورانیوم آبی متمرکز در دگرشیمی‌های فرعی فائروژنیک
۳۰	۳-۴-۲: کانسارهای اورانیوم ماسه سنگی

۳۳	۴-۴-۲: کانسارهای اورانیوم مرتبط با گرانیت ها
۳۴	۵-۴-۲: کانسارهای اورانیوم نوع کالکریت
۳۴	۶-۴-۲: کانسارهای اورانیوم آتشفشانی
۳۷	۷-۴-۲: کانسارهای اورانیوم متاسوماتیت
۳۹	۸-۴-۲: کانسارهای اورانیوم رسوبی- رسوبی دگرگونی، تفریق نشده (در رگه ها و زونهای برشی)
۴۰	۹-۴-۲: کانسارهای اورانیوم پایپ های برشی فروریخته
۴۱	۱۰-۴-۲: کانسارهای چند فلزی کمپلکس اورانیوم- هماتیت-یرش
۴۲	۱۱-۴-۲: کانسارهای اورانیوم کوارتز قلوه ای- کنگلومرا پروتروزوئیک
۴۴	۱۲-۴-۲: کانسارهای اورانیوم سطحی
۴۶	۱۳-۴-۲: کانسارهای اورانیوم نفوذی
۴۸	۱۴-۴-۲: کانسارهای استوک ورک مرتبط با شیل های کربن دار اورانیومی
۴۹	۱۵-۴-۲: کانسارهای بیتومنس اورانیومی - سنگ آهک کاتاکلاستی
۵۰	۱۶-۴-۲: کانسارهای لوتایت (دریاچه ای) کربن دار اورانیومی
۵۱	۱۶-۴-۲: کانسارهای آلی فسفات اورانیوم دار
۵۱	۱۷-۴-۲: کانسارهای فسفریتی معدنی- شیمیایی اورانیوم دار
۵۳	۱۸-۴-۲: کانسارهای زغالسنگ/لیگنایت اورانیوم دار
۵۴	۱۹-۴-۲: کانسارهای چینه ای شیل سیاه اورانیوم دار
۵۵	۲۰-۴-۲: کانسارهای دگرگونی و دگرگونی مجاورتی
۵۶	۵-۲: رده بندی اسکیروف
۵۷	۶-۲: دیاگرام مثلی

فصل سوم..... ۵۸

ژئوشیمی اورانیوم..... ۵۸

۵۹	۱-۳: مقدمه
۶۳	۲-۳: باریونی و کاتی شناسی اورانیوم
۶۴	۳-۳: قابلیت انحلال اورانیوم در محلول های آبدار
۷۲	۴-۳: جابجایی اورانیوم
۷۲	۵-۳: نهشته شدن اورانیوم
۷۴	۶-۳: پارامترهای منبع سیال (شکل ۳-۵ و ۳-۶)
۷۴	۷-۳: پارامترهای منبع اورانیوم (شکل ۳-۹)
۷۵	۸-۳: میزان تحرک سیالات
۷۷	۹-۳: پارامترهای معبر محلول ها (شکل ۳-۹)

۷۷	۱۰-۳: پارامترهای نهشتگی
۷۸	۱۱-۳: منابع و ذخایر اورانیوم و توریم کشف شده در ایران
۸۰	فصل چهارم
۸۰	روش‌های اکتشاف اورانیوم
۸۱	۱-۴: کلیات روش‌های اکتشافی مورد استفاده عناصر پرتوزا
۸۱	۲-۴: نقشه برداری زمین شناسی
۸۲	۳-۴: ژئوفیزیک اکتشافی
۸۲	۴-۴: اکتشاف رادیومتریکی هوابرد
۸۲	۵-۴: اکتشاف رادیومتریکی زمینی
۸۲	۶-۴: روش شناسایی رادون
۸۳	۷-۴: اسپکترومتری گاما در گمانه
۸۳	۸-۴: برداشت‌های مغناطیس هوابرد
۸۳	۹-۴: برداشت‌های الکترومغناطیسی هوابرد
۸۳	۱۰-۴: ژئوشیمی اکتشافی
۸۳	۱-۱۰-۴: روش‌های ژئوبوتانی
۸۴	۲-۱۰-۴: روش‌های بیوژئوشیمیایی
۸۴	۳-۱۰-۴: هیدروژئوشیمی
۸۵	۴-۱۰-۴: مطالعات فرا طیفی هوابرد
۸۶	فهرست منابع

آشنایی با ذخایر و مواد معدنی از اکتشاف تا تحویل آن به صنعت، نیازمند طی مراحل متعددی است که مجموعه آن را معدنکاری می نامند. در دهه های اخیر در فنون معدنکاری پیشرفت های زیادی صورت گرفته است و کتب و گزارشات متعددی توسط متخصصین این فن برای استفاده عموم این حرفه به چاپ رسیده است. مواد معدنی و از جمله اورانیوم پایه صنعت هستند و هر روزه با گذشت زمان بر کاربرد مواد معدنی و بخصوص اورانیوم به عنوان نسل جدید انرژی افزوده می شود. چاپ اول کتاب حاضر در چهار فصل تدوین گردیده است. در فصل اول سعی شده کلیاتی در خصوص کانیهای اورانیوم و خصوصیات آنها بطور مختصر مطرح شود. در فصل دوم متالورژی و شکل گیری کانسارهای اورانیوم بیان شده است. فصل سوم کتاب در ارتباط با ژئوشیمی اورانیوم و پارامترهای سیالات درگیر مطرح شده و در فصل چهارم مطالبی در خصوص روشهای اکتشاف اورانیوم به اختصار گردآوری شده است.

در پایان بر خود لازم می دانیم از آقای مهندس میلاد کردی که ویراستاری علمی این کتاب را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی کنیم.

تیمور اسلام کیش

محمد یوسفی

اردیبهشت ۹۲

بحران انرژی و محدود بودن ذخائر رو به اتمام نفت و اندیشه جایگزینی انرژی فسیلی توسط انرژی های دیگر به ویژه انرژی اتمی نظر دانشمندان و مکتشفین را به اهمیت فراوان عناصر رادیواکتیو در دهه های اخیر مشغول داشته است. امروز عناصر رادیو اکتیو از نقش و اهمیت زیادی برخوردار می باشند به طوریکه این عناصر به ویژه اورانیوم از جایگاه ویژه ای در زمینه مسائل سیاسی نظامی، تولید انرژی، اقتصادی، پزشکی و کشاورزی و صنعتی برخوردار است و تمرکز آن در هر نقطه از زمین می تواند حساسیت زیادی ایجاد کند. اورانیوم، مشخصاً یک کانی کمیاب است و به صورت *Trace* در کانی های اصلی مثل کوارتز و فلدسپات مشاهده می شود. علل حضور اورانیوم در این کانی ها عبارتند از: جانشینی ایزومورفیک در شبکه، تجمع در نقاط نقص شبکه، جذب در امتداد نقاط غیر کامل شده بلور و مرز دانه ها، انکلوزیون به عنوان ریزبلورهای کانی اورانیوم. اورانیوم عنصری است بسیار متحرک که این تحرک در اثر تمایل آن به اکسید شدن و ایجاد یون های اورانیل (UO_2^{2+}) با حلالیت بیشتر می باشد. اورانیوم، بطور عمده در محلول های پگماتیتی و گرمایی درجه حرارت بالا متمرکز می شود. ترکیبات صنعتی اورانیوم شامل فرو اورانیوم که برای وارد کردن خواص ویژه در فولاد استفاده می شود، تترا فلورو اورانیوم که در نیروگاه های اتمی کاربرد دارد، هگزافلورور اورانیوم که برای جدا کردن ایزوتوپ های اورانیوم بکار می رود، اکسیدهای اورانیوم که برای ساختن لعاب در سرامیک سازی بکار می رود و دی اکسید اورانیوم که بعنوان سوخت راکتورهای اتمی استفاده می شود. بطور کل کاربرد اورانیوم را می توان در سیستم های نظامی، در نیروگاه های هسته ای، در صنایع بهداشتی و غذایی و پزشکی جلوگیری از ریشه زدن جوانه ها در انبارها نگهداری میوه و سبزی و گوشت، برای آزمایشات اتصالات در حفاری ها و پیدا کردن نشانی ها و بررسی اندازه پوشش های فلزی، در ساخت ایزوتوپ های با بهای کم، در اشعه درمانی و رادیولوژی، در سوخت کشتی و زیردریایی و هواپیماها، در تهیه مواد شیمیایی، در رنگ سازی و لعاب های کوزه گری، در تولید رنگ دانه های زرد و شفاف برای عینک های عینک های رنگی، ساخت لعاب در صنعت سرامیک سازی، داروسازی، تبدیل آب شور به شیرین، بعنوان کاتد در لامپ های فتوالکتریکی، برای افزایش حد کشسانی و استحکام و نیتروژن زدایی فولادها خلاصه کرد. چند معدن بزرگ اورانیوم در جهان می توان معدن روزینگ در نامیبیا، که بزرگترین تولید کننده اورانیوم دنیاست، ذخایر طلا و اورانیوم حوضه وایت واترزاند در آفریقای جنوبی و معدن منطقه بن کرافت و معدن فلات کلرادو و اونتاریو را نام برد. در ایران مناطق تالمنسی و مس کنی، معدن بایچه باغ میانه، ناحیه گورچین در شمال تبریز، حوضه عروسان در خور و بیابانک، حوضه نفتی خوزستان، چشمه گل در شمال خراسان همراه با زغال سنگ و منطقه جوبند در آذربایجان را می توان نام برد. دارا بودن تکنولوژی استفاده و فراوری این عناصر به ویژه اورانیوم بعنوان عنصری راهبردی در بسیاری از موارد سیاسی نظامی می تواند یک برگ برنده محسوب شود. در زمینه تولید انرژی باید اذعان داشت که با دارا بودن تکنولوژی پالایش این عنصر می توان به یک منبع بزرگ و عظیمی از انرژی دسترسی پیدا نمود زیرا انرژی حاصل از ۱ کیلوگرم این عنصر (اورانیوم) معادل انرژی حاصل از احتراق ۳۰۰۰ تن ذغال سنگ مرغوب و آنها از نوع آنتراسیت است. به کارگیری فلزات رادیو اکتیو مانند اورانیوم و توریم در نیروگاه های

اتمی گامی جدید در جهت تأمین نیازهای روز افزون بشر و روند تکاملی تکنولوژی در بهبود استانداردهای زندگی بشمار می آید. اکتشاف این فلزات رادیواکتیو و فلزات همراه آنها مستلزم بکارگیری روش های اکتشافی مختلف ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی و زمین شناسی است. باتوجه به پیشرفت روز افزون جوامع و صنعتی شدن آنها نیاز به تأمین انرژی در آینده یکی از مهمترین دغدغه های بشر خواهد بود. بر پایه آمار آژانس بین المللی انرژی اتمی نیاز اورانیوم در سال ۱۹۹۷ میلادی حدود ۶۱۵۰۰ تن در سال بوده است که این آمار بر پایه پیش بینی آژانس در سال ۲۰۲۰ میلادی به ۷۵۰۰۰ تن نیاز مصرفی در سال خواهد رسید. همین آمار ساده نشان دهنده وسعت نیاز جهانی به اورانیوم است. در کشور عزیزمان ایران نیاز مصرفی اورانیوم در سال ۱۳۸۹ هجری با راه اندازی نیروگاه هسته ای بوشهر جهت تولید برق هسته ای به میزان ۱۰۰۰ مگاوات حدود ۴/۶ تن است و براساس تصمیم مجلس شورای اسلامی جهت توسعه تولید برق با استفاده از توان انرژی هسته ای طرحی به تصویب رسیده است که بر مبنای آن پیش بینی افزایش ظرفیت تولید نیروگاه های هسته ای در ۲۰ سال آینده در دستور کار دولت قرار داده شده است. بر مبنای این طرح ظرفیت تولید راکتور های هسته ای ایران تا سال ۲۰۲۶ میلادی به ۱۶۰۰۰ مگاوات خواهد رسید. بنابراین نیاز مصرفی ایران روند صعودی را طی می کند. در سال ۲۰۱۶ میلادی با پیش بینی تولید ۶۰۰۰ مگاوات برق هسته ای نیاز مصرفی اورانیوم حدود ۲۵۴ تن خواهد بود. در سال ۲۰۲۱ میلادی با پیش بینی تولید ۱۱۰۰۰ مگاوات برق هسته ای نیاز مصرفی اورانیوم حدود ۹۹۵ تن خواهد بود و در نهایت در سال ۲۰۲۶ با پیش بینی تولید ۱۶۰۰۰ مگاوات برق هسته ای نیاز مصرفی اورانیوم حدود ۲۴۷۴ تن خواهد بود. بررسی ظرفیت تولید اورانیوم در ایران نیز بر مبنای اطلاعات آژانس بین المللی انرژی اتمی نشان می دهد تنها مرکز تولید کننده اورانیوم در ایران کارخانه تولید اورانیوم بندرعباس است که با استفاده از سنگ معدن اورانیوم گچین بندرعباس ظرفیت تولید ۲۱ تن اورانیوم در سال را دارد و هم چنین پیش بینی می شود تا سال ۲۰۱۱ نیز کارخانه تولید اورانیوم اردکان با تغذیه ورودی از معدن اورانیوم ساغند ظرفیت تولید ۵۰ تن اورانیوم را داشته باشد. بنابراین با پیشرفت صنعت هسته ای در ایران نیاز به اکتشاف و دستیابی به منابع جدید ماده اولیه این صنعت (اورانیوم) بیش از پیش احساس می گردد.