

رسالة محمد



دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

رساله جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی

گرایش زمین شناسی زیست محیطی

عنوان پایان نامه:

**مطالعه، شناسایی و بررسی تأثیرات زیست محیطی**

**ریزگردهای رادیواکتیو ناشی از فعالیت های معدنی اورانیوم**

**ساغند (یزد)**

استاد راهنما:

دکتر مرتضی رزم آرا

اساتید مشاور:

مهندس خالق خشنودی

مهندس محمدرضا نیک گفتار

نگارنده:

مجتبی نعیمی

بهمن ماه ۱۳۹۱

## اظهار نامه

اینجانب **مجتبی نعیمی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی دانشگاه فردوسی مشهد، نگارنده‌ی پایان‌نامه **مطالعه، شناسایی و بررسی تاثیرات زیست محیطی ریزگردهای رادیواکتیو ناشی از فعالیت‌های معدنی اورانیوم ساغند (یزد)** تحت راهنمایی **آقای دکتر مرتضی رزم‌آرا** متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه فردوسی مشهد» و یا «Ferdowsi University of Mashhad» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ و امضای دانشجو:

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیم بہ:

مکانہ منجی عالم بشریت، حضرت بقیۃ اللہ الاعظم (عج)

و

مادر عزیزم، دریای بی کران فداکاری و عشق کہ وجودم

برایش ہمہ رنج بود و وجودش برایم ہمہ مهر...

## قدردانی

حم و پاس پروردگار یکتا را که لطف و کرم بی‌کرانش اینجانب را نیز در بر گرفت تا به وسع توان خویش گامی کوچک در گستره علم و معرفت بردارم و به بهمنشینی رحروان علم و دانش منتظران نمودم و میرگشت تا از خرمن دانش و تجربه بزرگان و نیک اندیشان خوشه‌چینی کرده باشم. حال که بایاری خداوند متعال و در سایه حضرت علی ابن موسی الرضا (ع) نکارش این پایان نامه به انجام رسید بر خود لازم می‌دانم که از زحمات و راهبانی‌های استادان خود قدردانی نمایم.

از استاد عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر مرتضی رزم آرا که قبول زحمت فرموده و با سه صدر و حوصله فراوان در طول انجام پایان نامه به اینجانب کمک نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم و همچنین در تمام مراحل اجرایی این تحقیق، علاوه بر معلم دین برای من معلم اخلاق نیز بودند امید به آنکه توانسته باشم گوشه‌ای از زحمات آن عزیز را جبران نمایم.

از استادان مشاور بزرگوارم علی‌الخصوص جناب آقای مهندس خالق ششودی که با راهبانی‌های ارزشمندشان مرا یاری نمودند و همچنین از سازمان انرژی اتمی ایران بخاطر پشتیبانی اینجانب در انجام این تحقیق مینهایت سپاسگزارم.

از جناب آقایان دکتر محمد غنوری و دکتر ظاهر رضا لشکری پور که داوران پایان نامه را پذیرفته و نظرات بسیار سازنده‌ای را در اختیار اینجانب نهادند بسیار سپاسگزارم.

از خانواده محترم و عزیزم که در طی سالهای تحصیل اینجانب زحمات زیادی را متقبل شده اند کمال تقدیر و تشکر را نموده، سلامت و بهروزی ایشان را از درگاه خداوند منان آرزو دارم.

پاسم برایتان بی‌پایان و کلامم ناتمام

مجتبی نعیمی

## چکیده

معدن اورانیوم ساغند در استان یزد در ۱۸۰ Km شمال شرق شهر یزد و ۴۰ Km شرق دهکده‌ی ساغند واقع شده است. کانسار آهن-اورانیوم (Fe-U) ساغند در اثر پدیده‌های متاسوماتیک هیدروترمال درجه حرارت بالا ایجاد شده است. تأثیرات هیدروترمال قوی بر روی سنگ‌های میزبان اولترامافیکی در معدن اورانیوم ساغند، موجب ایجاد غنی‌شدگی آهن و عناصر کمیاب در این معدن شده است. علاوه بر این، در طی آلتراسیون سیالات دمای بالا، تحرک‌پذیری اورانیوم و توریم به طور بارزی افزایش یافته است.

در هنگام فعالیت‌های معدن‌کاری در طی مراحل انفجار، سنگ‌شکنی، برش، دریل‌کاری، باربرداری، دمپ و نیز نقل و انتقال کانه‌های اورانیوم، ریزگردهای مختلفی ایجاد می‌شوند. بعلاوه در طی این فرآیندها، رادیوم و دیگر محصولات واپاشی کانه‌های اورانیوم، آزاد می‌شوند که مخاطرات زیست‌محیطی آن از اورانیوم موجود در باطله‌ها و مراکز فرآوری بااهمیت‌تر می‌باشند.

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و ریزکاوشر الکترونی مجهز به آشکارساز WDS و سیستم تصویر آنالیزی، به منظور مطالعه‌ی فابریک اولیه، ریزریخت‌شناسی (میکرومورفولوژی)، ترکیب شیمیایی و توزیع اندازه‌ی ذرات ریزگرد مورد استفاده قرار گرفت. اندازه، نسبت ذرات و ترکیب شیمیایی آنها بوسیله SEM (روش EDX) ولی ترکیب فازهای کانی‌شناسی ذرات توسط WDS-EPMA مورد مطالعه قرار گرفتند. آنالیزهای SEM نشان دادند که مواد ریزدانه عمدتاً از ذراتی با اشکال نامنظم تشکیل شده‌اند. آنالیزهای ۴۶ ذره منفرد نشان داد که همه ذرات، آگرگاتیایی از کانیهای متفاوت بوده و تعدادی از ذرات نیز حاوی اورانیوم، توریم و سولفور می‌باشند.

نتایج مطالعات ژئوشیمیایی-زیست‌محیطی در معدن نشان داد که گردوغبار حاصل از تجهیز معدن و بهره‌برداری مواد معدنی در کلیه نواحی محیط معدنکاری زیرزمینی انتشار می‌یابند.

گردوغبارات ناشی از سنگ‌شکن‌ها بخاطر اینکه دارای میزان میانگین بالایی از عناصر از جمله S (۱۱/۶۱۳٪)، Si (۱۹/۲۹۳٪)، Mo (۲۳/۸۴۴٪)، Mg (۶/۱۹٪)، Ba (۶/۵۶٪)، Y (۱۴/۵۵۷٪)، Al (۲/۰۵٪)، Nd (۲/۶۹٪)، Pb (۹/۱۴۱٪)، Sb (۲/۴۱۱٪) و Cd (۱۵/۷۱٪) می‌باشند، مشکل زیست‌محیطی مهمی تلقی می‌شوند. گردوغبارات ناشی از فرآیندهای انفجار، خردایش، برش و انتقال کانه‌های اورانیوم (در مکان‌های بدون کنترل)، به دلیل اینکه به طور میانگین در حدود ۲۵٪ از ذراتشان کوچکتر از  $10\ \mu\text{m}$  می‌باشند، خطر بزرگی برای سلامتی انسان محسوب می‌شوند. فرآیندهای استخراج و فرآوری نیز می‌تواند مقادیر زیادی از گردوغبارات فرار را تولید نماید که هنگامی که در حالت غیرکنترل شده ایجاد شوند، پتانسیل بزرگی برای به مخاطره انداختن سلامتی پرسنل مستقر در معدن محسوب می‌شوند. از این رو شناسایی، اندازه‌گیری و پایش مستمر آثار زیست‌محیطی ریزگردها و انجام تکنیک‌های ضروری برای رفع این رخدادهای ضروری است.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
I.....	چکیده فارسی .....

### فصل اول - کلیات

۲.....	۱-۱) مقدمه .....
۲.....	۲-۱) موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه .....
۴.....	۳-۱) آب و هوا.....
۵.....	۴-۱) ژئومورفولوژی.....
۵.....	۵-۱) موقعیت اجتماعی.....
۵.....	۶-۱) پوشش گیاهی.....
۶.....	۷-۱) اهداف مطالعه .....
۶.....	۸-۱) پیشینه ی مطالعاتی.....
۷.....	۹-۱) روش تحقیق.....
۸.....	۱۰-۱) زمین شناسی و سنگ شناسی منطقه ی مورد مطالعه.....
۱۶.....	۱۱-۱) ویژگی های سنگ شناسی، کانی شناسی و کانی سازی اورانیوم ساغند.....
۱۸.....	۱۲-۱) دگرسانی و متاسوماتیسم در منطقه ی مورد مطالعه.....
۲۰.....	۱۳-۱) مشخصات بلوک معدنی ۲ معدن اورانیوم ساغند.....



## فصل دوم – تکنیک‌های نمونه‌برداری و سنجش

۲۳	..... (۱-۲) مقدمه
۲۴	..... (۲-۲) تکنیک‌های نمونه برداری
۲۸	..... (۱-۲-۲) جداکننده‌های متوالی
۳۰	..... (۱-۱-۲-۲) جداکننده‌های ساکن
۳۳	..... (۲-۱-۲-۲) جداکننده‌ی نوع اندرسن
۳۴	..... (۱-۲-۱-۲-۲) جداکننده‌ی متوالی پیرامونی ACFM
۳۵	..... (۲-۲-۱-۲-۲) جداکننده‌ی متوالی فشار پایین
۳۶	..... (۳-۲-۱-۲-۲) جداکننده‌های متوالی حجم بالا
۳۶	..... (۳-۱-۲-۲) جداکننده‌های $\alpha$ آنی
۳۷	..... (۴-۱-۲-۲) جداکننده‌ی متوالی ته‌نشست یکنواخت دارای دهانه بسیار ریز
۳۸	..... (۲-۲-۲) روش باتری انتشار برای تعیین اندازه‌ی ذره‌ی ریزگرد
۳۹	..... (۳-۲-۲) جداکننده نوع مرکز
۳۹	..... (۴-۲-۲) جداکننده‌ی نوع برنر
۳۹	..... (۵-۲-۲) نمونه‌گیرهای ۲ بخشی
۴۰	..... (۶-۲-۲) جداکننده‌های متوالی فشرده
۴۰	..... (۷-۲-۲) پمپ‌های نمونه‌گیر محیطی
۴۳	..... (۳-۲) نمونه‌برداری گردوغبارات در محل مورد مطالعه

- ۴۵.....تکنیک‌های آنالیز گردوغبارات.....
- ۴۶.....بررسی‌های میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی (SEM).....
- ۴۷.....بررسی‌های الکترون‌مایکروپروب (EPMA).....

### فصل سوم – مکانیسم‌های تولید گردوغبار و طبقه‌بندی ریزگردها

- ۴۹.....مقدمه (۱-۳).....
- ۵۰.....سازوکار (مکانیسم)های تولید ریزگرد.....
- ۵۰.....سازوکار(مکانیسم)های تولید ریزگرد در منطقه مورد مطالعه.....
- ۵۱.....طبقه‌بندی کلی ریزگردها.....
- ۵۳.....طبقه‌بندی ریزگردهای منطقه‌ی مورد مطالعه.....
- ۵۳.....طبقه‌بندی بر حسب هدف مطالعه.....
- ۵۳.....طبقه‌بندی ریزگردها بر حسب اندازه ذره.....
- ۵۳.....طبقه‌بندی بر حسب سازوکارهای تشکیل برپایه اندازه ذره.....
- ۵۴.....طبقه‌بندی ذرات ریزگرد منطقه‌ی مورد مطالعه بر حسب سازوکارهای تشکیل بر پایه اندازه‌ی ذره.....
- ۵۴.....طبقه‌بندی بر حسب تاثیرات اتمسفری.....
- ۵۵.....طبقه‌بندی ریزگردهای منطقه‌ی مورد مطالعه بر حسب تاثیرات اتمسفری معدن.....
- ۵۵.....طبقه‌بندی بر حسب شکل ذرات.....
- ۵۶.....طبقه‌بندی ریزگردهای منطقه‌ی مورد مطالعه بر حسب شکل ذرات.....
- ۵۷.....طبقه‌بندی گردوغبارها (Dusts).....

- ۵۷.....(۱-۴-۴-۳) طبقه‌بندی بر حسب توزیع اندازه‌ی ذرات.....
- ۵۷..... (Generated) گردوغبار زایشی (۱-۱-۴-۴-۳).....
- ۵۸.....(Airborne) گردوغبار هوابرد (۲-۱-۴-۴-۳).....
- ۵۸.....(Inhalable Dust) گرد و غبار قابل تنفس (۳-۱-۴-۴-۳).....
- ۵۸.....(Respirable Dust) گردوغبار قابل استنشاق (۴-۱-۴-۴-۳).....
- ۵۸.....(Nuisance Dust) گردوغبار مزاحم (۵-۱-۴-۴-۳).....
- ۵۹.....(۶-۱-۴-۴-۳) طبقه‌بندی گردوغبارات مناطق مورد مطالعه بر حسب توزیع اندازه‌ی ذرات.....
- ۵۹.....(۲-۴-۴-۳) طبقه‌بندی بر اساس اثرات فیزیکی و فیزیولوژیکی گردوغبار.....
- ۵۹.....(Toxic Dust) گردوغبار سمی (۱-۲-۴-۴-۳).....
- ۵۹.....(۲-۲-۴-۴-۳) گردوغبارات رادیواکتیو.....
- ۶۰.....(Carcinogenic Dusts) گردوغبارهای مولد سرطان (۳-۲-۴-۴-۳).....
- ۶۰.....(۴-۲-۴-۴-۳) گردوغبار دارای ذرات الیافی شکل.....
- ۶۰.....(Explosive Dusts) گردوغبار قابل احتراق (۵-۲-۴-۴-۳).....
- ۶۱.....(Nuisance Dusts) گردوغبار مزاحم (۶-۲-۴-۴-۳).....
- ۶۱.....(۷-۲-۴-۴-۳) طبقه‌بندی گردوغبارات مناطق مورد مطالعه بر اساس تاثیرات فیزیکی و فیزیولوژیکی گردوغبار.....
- ۶۱.....(۳-۴-۴-۳) طبقه بندی بر اساس اندازه‌ی ذرات گردوغبار.....
- ۶۲.....(۵-۳) منابع تولید گردوغبار.....
- ۶۳.....(۱-۵-۳) منابع گردوغبار در معادن زیرزمینی.....

۶۵.....	۳-۵-۱) منابع تولید گردوغبار در مناطق مورد مطالعه.....
۶۵.....	۳-۵-۲) منابع گردوغبار در سطح معادن.....
۶۶.....	۳-۵-۲-۱) منابع گردوغبار در سطح معدن مورد مطالعه.....
۶۶.....	۳-۶) رفتار گردوغبار.....

#### فصل چهارم: مکانیسم‌های تولید گردوغبار و طبقه‌بندی ریزگردهای رادیواکتیو

۶۹.....	۴-۱) مقدمه.....
۶۹.....	۴-۲) گردوغبارات رادیواکتیو.....
۷۰.....	۴-۲-۱) گردوغبارات دارای کانه‌های رادیواکتیو در مناطق مورد مطالعه.....
۷۲.....	۴-۲-۲) ریزگردهای حاصل از واپاشی رادون و تورون.....
۷۳.....	۴-۲-۲-۱) تشکیل ریزگردهای حاصل از تجزیه رادون.....

#### فصل پنجم - تأثیرات زیست محیطی ریزگردها

۷۸.....	۵-۱) مقدمه.....
۷۸.....	۵-۲) پیشینه بیماری‌های گردوغبارات معدنی.....
۷۹.....	۵-۳) بیماری‌های گردوغبارات.....
۸۰.....	۵-۳-۱) سیلیکوزیس.....
۸۳.....	۵-۳-۲) سیدروزیس.....

- ۳-۳-۵) بیماری‌های محتمل پدیدار شونده در پرسنل منطقه‌ی مورد مطالعه..... ۸۴
- ۴-۵) مواد خطرناک سمی و سرطانزا ..... ۸۴
- ۱-۴-۵) کادمیوم..... ۸۴
- ۲-۴-۵) سرب..... ۸۵
- ۳-۴-۵) اورانیوم..... ۸۶
- ۴-۴-۵) رادون..... ۸۶
- ۵-۴-۵) تأثیرات ذرات موجود بر سلامتی انسان در مناطق مورد مطالعه..... ۸۹
- ۵-۵) نقش پارامتر اندازه در تأثیرات زیست‌محیطی..... ۸۹
- ۱-۵-۵) نقش پارامتر اندازه در تأثیرات ریزگردهای مناطق مورد مطالعه..... ۹۲
- ۶-۵) اثرات سلامتی ریزگردها..... ۹۲
- ۷-۵) سازوکارهای ته‌نشست ذرات در سیستم تنفس..... ۹۴
- ۱-۷-۵) سازوکارهای ته‌نشست ذرات مناطق مورد مطالعه در سیستم تنفسی..... ۹۶
- ۸-۵) سازوکارهای پاکسازی ذرات تنفس شده..... ۹۶
- ۹-۵) فاکتورهای مؤثر بر سمیت ذرات معدنی در بدن انسان..... ۱۰۱

#### فصل ششم - ترکیب شیمیایی و میزان غلظت گردوغبارات در مناطق مورد مطالعه

- ۱-۶) تعیین میزان غلظت گردوغبارات در مناطق مورد مطالعه..... ۱۰۴
- ۲-۶) طبقه‌بندی ریزگردهای مورد مطالعه..... ۱۰۵

۳-۶ ترکیب عنصری ریزگردها بوسیله SEM ..... ۱۰۶

۳-۶ تعیین ترکیب شیمیایی ریزگردها با استفاده از تکنیک EPMA ..... ۱۱۲

### فصل هفتم - نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۷ نتیجه گیری ..... ۱۱۷

۲-۷ پیشنهادات ..... ۱۱۹

### منابع

منابع فارسی ..... ۱۲۱

منابع انگلیسی ..... ۱۲۲

## فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه ..... ۳
- شکل (۲-۱) راه‌های دسترسی به منطقه ..... ۴
- شکل (۳-۱) نقشه زمین‌شناسی ایران مرکزی ..... ۱۶
- شکل (۱-۲) تصویر نمادینی از یک جداکننده متوالی ..... ۳۰
- شکل (۲-۲) منحنی بازده برای یک جداکننده ..... ۳۱
- شکل (۳-۲) نمودار یک جداکننده متوالی ..... ۳۲
- شکل (۴-۲) شبیه‌سازی سیستم تنفسی انسان در مراحل جداکننده اندرسن ..... ۳۴
- شکل (۵-۲) جداکننده متوالی پیرامونی ۱ACFM اندرسن ..... ۳۵
- شکل (۶-۲) تصویر نمادین یک جداکننده متوالی فشارپایین ..... ۳۵
- شکل (۷-۲) جداکننده  $\alpha$  آنی ..... ۳۶
- شکل (۸-۲) جداکننده دارای دهانه بسیارریز MOUDI ..... ۳۸
- شکل (۹-۲) طرح ساده‌ای از یک باتری انتشار ..... ۳۹
- شکل (۱۰-۲) نمونه‌گیر ۲ بخشی اندرسن ..... ۴۰
- شکل (۱۱-۲) جداکننده متوالی چندمرحله‌ای فشرده ..... ۴۰
- شکل (۱۲-۲) نمایی از نگهدارنده فیلتر ..... ۴۱
- شکل (۱۳-۲) دیاگرام نمادینی از کالیبراسیون پمپ نمونه‌بردار ..... ۴۲
- شکل (۱۴-۲) پمپ نمونه‌بردار محیطی SKC ..... ۴۴
- شکل (۱-۳) مقایسه‌ی اندازه‌ی ذره ریزگرد با موی انسان ..... ۶۲

- شکل ۳-۲) منابع تولید گردوغبار در معادن زیرزمینی..... ۶۴
- شکل ۳-۳) سازوکارهای اصلی ته‌نشست ذرات در محیط (سامانه‌های تهویه و سیستم تنفسی انسان)..... ۶۷
- شکل ۳-۴) مقایسه اهمیت نسبی حرکت ذره در سازوکارهای ته‌نشینی ثقلی و انتشار براساس اندازه ذره..... ۶۷
- شکل ۴-۱) تصویر BSE نمونه‌ی محل پیکورکاری..... ۷۱
- شکل ۴-۲) تصویر SEM نمونه‌ی محل پیکورکاری..... ۷۱
- شکل ۴-۳) پیک های عناصر موجود (روش EDS) در ریزگردهای نمونه‌های محل پیکورکاری..... ۷۲
- شکل ۴-۴) نمودار واپاشی رادون و محصولات آن ..... ۷۳
- شکل ۴-۵) نحوه‌ی اتصال محصولات واپاشی رادون به ذره‌ی ریزگرد و تولید ریزگرد رادیواکتیو..... ۷۵
- شکل ۴-۶) اتصال محصولات واپاشی رادون به ذره‌ی ریزگرد..... ۷۶
- شکل ۵-۱) ریه فرد مبتلا به سیلیکوزیس..... ۸۳
- شکل ۵-۲) شکل سیستم تنفسی انسان..... ۹۰
- شکل ۵-۳) دیاگرام سیستم تنفسی..... ۹۲
- شکل ۵-۴) بخش‌های متفاوت ته‌نشست ذرات بسته به اندازه..... ۹۳
- شکل ۵-۵) نمایی از سیستم تنفسی انسان..... ۹۸
- شکل ۵-۶) اثرات اندازه، شکل و برهمکنش‌پذیری سطح بر وضعیت ذرات تنفس‌شده..... ۹۸
- شکل ۵-۷) نمایی از ریه‌ی مبتلا به فیبروزیس..... ۱۰۰
- شکل ۶-۱) مقایسه مورفولوژی ریزگردهای معدن اورانیوم ساغند در هنگام پیکورکاری و خاکبرداری..... ۱۰۷
- شکل ۶-۲-الف) تصویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل پیکورکاری تونل (نمونه ۲)..... ۱۰۸



- شکل ۶-۲-ب) آنالیزهای EDS ریزگردهای برداشت شده از محل پیکورکاری تونل (نمونه ۲)..... ۱۰۸
- شکل ۶-۳-الف) تصویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۱)..... ۱۰۹
- شکل ۶-۳-ب) آنالیزهای EDS ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۱)..... ۱۰۹
- شکل ۶-۴-الف) تصویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۲)..... ۱۱۰
- شکل ۶-۴-ب) آنالیزهای EDS ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۲)..... ۱۱۰
- شکل ۶-۵-الف) تصویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۲)..... ۱۱۱
- شکل ۶-۵-ب) آنالیزهای EDS ریزگردهای برداشت شده از محل خاکبرداری تونل (نمونه ۲)..... ۱۱۱
- شکل ۶-۶) تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه‌ی محل خاکبرداری..... ۱۱۳
- شکل ۶-۷) تصاویر BSE ریزگردهای برداشت شده از محل پیکورکاری تونل..... ۱۱۴
- شکل ۶-۸) پیک‌های عنصری حاصل از آنالیز EPMA..... ۱۱۴

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱) متوسط ترکیب شیمیایی کانسنگ بلوک شماره ۲..... ۲۱
- جدول ۱-۲) اهداف توصیف ریزگردهای اصلی..... ۲۳
- جدول ۲-۲) روش‌های اندازه‌گیری و نمونه‌گیری استفاده شده برای سنجش ریزگردها..... ۲۶
- جدول ۳-۲) روش‌های اصلی جداسازی ریزگردها..... ۲۷
- جدول ۱-۳) بازه‌های اندازه‌ای ریزگردهای رایج..... ۵۶
- جدول ۲-۳) تقسیم‌بندی ذرات بر حسب اندازه..... ۶۲
- جدول ۵-۱) تأثیرات گاز رادون بر بدن انسان..... ۸۸
- جدول ۱-۶) غلظت گردوغبار قابل تنفس در بخش‌های مطالعه شده معدن..... ۱۰۴
- جدول ۲-۶) ترکیب شیمیایی ریزگردهای محل پیکور کاری..... ۱۱۲
- جدول ۳-۶) ترکیب شیمیایی ریزگردهای محل خاکبرداری..... ۱۱۳

فصل اول:

کلمات

## ۱-۱- مقدمه

مطالعات علمی و مدون ریزگردهای موجود در هوا علمی نوپا بوده و به گذشته‌ای نه چندان دور بر می‌گردد. ریزگردها به‌خاطر سبکی وزن در هوا به صورت معلق بوده و در زون تنفسی انسان توسط وی استنشاق می‌شوند. انواع خطرزای آن برای سلامتی انسان مشکل‌آفرین می‌باشد و موجب بیماری‌هایی از جمله سرطان می‌شوند. بنابراین مطالعه‌ی آن‌ها امری ضروری می‌باشد. از جمله این ریزگردها می‌توان به انواع ریزگردهای معدن و رادیواکتیو اشاره نمود. در معادن اورانیوم بویژه انواع زیرزمینی آن، در طی مراحل معدن‌کاری، ریزگردهای فراوانی تولید و دره‌های داخل معدن منتشر می‌شوند. این ریزگردها از جهت وجود خاصیت رادیواکتیویته و همچنین کانی‌های تشکیل‌دهنده آنها، سلامتی پرسنل معدن را تهدید می‌کند. لذا در برخورد و مواجهه با آنها باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شده و از تجهیزات محافظت شخصی مناسب استفاده گردد. در این تحقیق گردوغبارهای منتشره در معدن زیرزمینی اورانیوم ساغند مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

منطقه‌ی ساغند در ۴۰ km شرق دهکده ساغند، در شمال‌شرق استان یزد (در ایران مرکزی) واقع شده است (شکل ۱-۱). تونل‌های حفاری بصورت شبکه‌ای از تونل‌های اصلی و فرعی می‌باشد که طول کلی هریک از آنها در حدود ۳Km می‌باشد. فاصله بین یزد و دهکده ساغند ۱۸۰km می‌باشد. این منطقه در جنوب کویر بزرگ ایران مرکزی واقع شده است. برای دسترسی به منطقه ۲ مسیر اصلی وجود دارد:

۱- بزرگراه تهران- یزد (شکل ۱-۲)

۲- جاده اصلی طبس- یزد که از میان روستای ساغند عبور می‌کند (شکل ۱-۲)