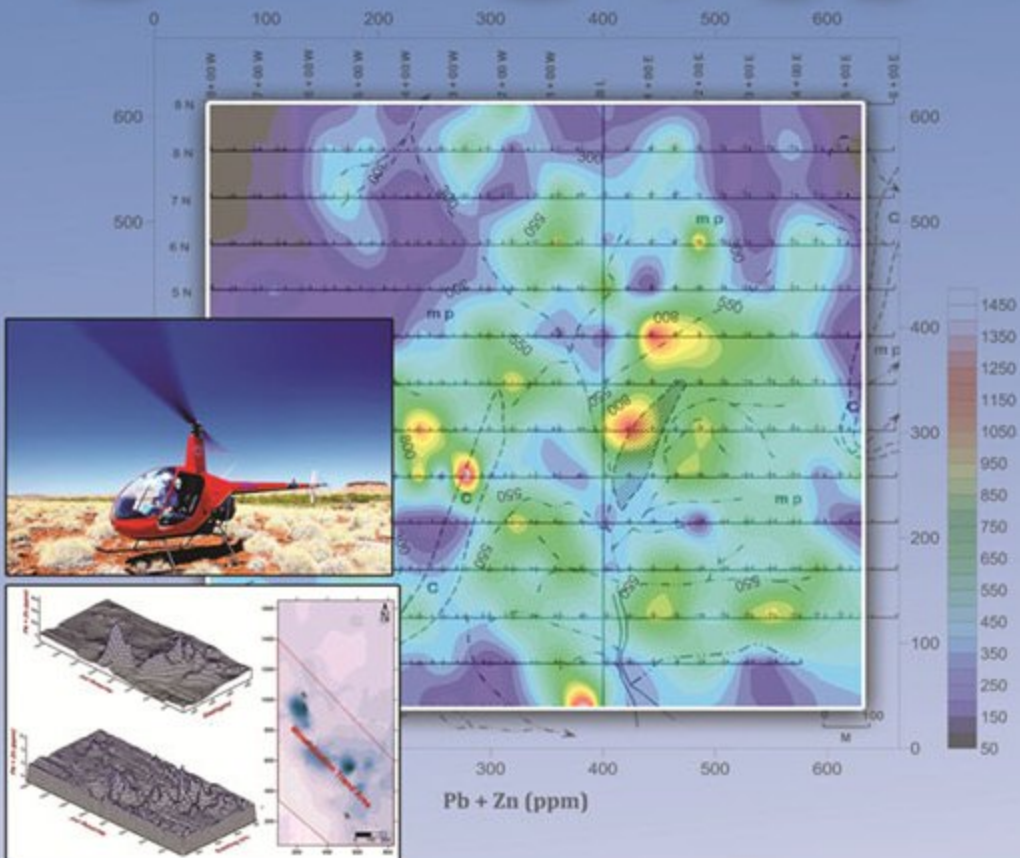


مسائل کاربردی در ژئوشیمی اکتشافی



تألیف:

مهندس علی اثنی عشری

دکتر محمد رضا حسین نژاد

۲-۲۱۲

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مسائل کاربردی در ژئوشیمی اکتشافی

تألیف :

مهندس علی اثنی عشری

کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن

دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر محمدرضا حسین نژاد

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

واحد اراک

سخن ناشر

جای خرسندی و شکر بسیار است که در آستانه تابش پرتوهای حیات‌بخش اسلام بر پهنه زمین، خود را در زمانی می‌یابیم که اندیشه اصلاح نه تنها عبث نیست که پیمودن راه‌های کمال و رشد در هر بعدی از ابعاد انسانی هموارتر و شدنی‌تر می‌نماید. وظیفه سنگین آنان که در این دوره و در این سرزمین مقدس زندگی می‌کنند بس سنگین و دشوار است و به طور خاص مسئولیت دانشگاه و دانشگاهیان در کنار حوزه‌های مقدس علمیه جایگاهی حساس و تعیین‌کننده در روند حرکت اجتماع دارد. تلاش پیگیر و همه‌جانبه برای بریدن بندهای وابستگی، جهاد مقدسی است که باید از دانشگاه و حوزه شروع شود و انتشار کتب علمی از سوی ما کوششی است در راستای آنچه ذکر آن رفت. بدیهی است که این کوشش زمانی به نتیجه مفید می‌رسد که به طور مداوم از سوی استادان، دانشگاهیان و اندیشمندان متعهد مورد انتقاد و پیشنهادات سازنده قرار گیرد.

اینک که چاپ اول این کتاب تقدیم دانشگاهیان ارجمند و مشتاق علم می‌گردد جای دارد از تمامی عزیزانی که در آماده‌سازی و تدوین آن تلاش نموده و زحمات زیادی را متحمل شده‌اند تشکر و قدردانی به عمل آید.

در صورت تمایل به تهیه نسخه‌های بیشتر، می‌توانید با دفاتر زیر تماس حاصل نمایید:

- ✓ تهران - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی‌عصر (عج) - جنب مؤسسه نمایندگی‌های فرهنگی ایران - نمایندگی کتاب جهاد دانشگاهی؛ تلفن: ۶۶۴۸۷۶۲۶-۰۲۱
- ✓ تهران - خیابان انقلاب اسلامی - ابتدای خیابان آزادی - خیابان دکتر قریب - پلاک ۷ - کتابیران؛ ۶۶۵۶۶۵۱۰-۰۲۱
- ✓ اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز فروش جهاد دانشگاهی؛ تلفن: ۳۹۱۲۵۹۴ - ۰۳۱۱
- ✓ اصفهان - خیابان آمادگاه - کوچه فتح‌آباد - پلاک ۹۰ - علم گستر سپاهان؛ تلفن: ۲۲۱۹۹۷۸/۹ - ۰۳۱۱
- ✓ شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۳۹۱۲۵۹۴ - ۰۳۱۱

دانشگاه صنعتی اصفهان

واحد چاپ و نشر مرکز جهاد دانشگاهی

فهرست مطالب

۱	سؤالات
۳	بخش اول : بررسی های شناسایی
۵	سؤال ۱ : تأثیر داده های جغرافیایی و زمین شناسی در تعیین حد آستانه، ایالت کلرادو، ایالات متحده آمریکا
۱۳	سؤال ۲ : ارائه تفسیر سنگ شناسی با استفاده از داده های بررسی شناسایی چند عنصری رسوبات آبراهه ای، زیمبابوه
۲۱	سؤال ۳ : شناسایی آنومالی های با اهمیت نیکل با استفاده از داده های بررسی شناسایی چند عنصری رسوبات آبراهه ای، زامبیا
۲۸	سؤال ۴ : شناسایی گرانیتهای حاوی کانی سازی قلع به روش لیتوژئوشیمیایی، جزایر انگلستان
۳۵	سؤال ۵ : ارزیابی داده های بررسی مقدماتی به روش شبکه بندی به منظور شناسایی کانی سازی اورانیوم، ایالت نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۴۳	سؤال ۶ : بررسی هیدروژئوشیمیایی در یک منطقه خشک با هدف اکتشاف اورانیوم، ایالت نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۴۷	سؤال ۷ : بررسی ژئوبوتانی در استرالیای غربی
۵۱	بخش دوم: بررسی های پی جویی
۵۳	سؤال ۸ : نقش فاکتورهای رقت در تفسیر داده های حاصل از رسوبات آبراهه ای، ایالت نوادا، آمریکا
۶۱	سؤال ۹ : بررسی هیدروژئوشیمیایی با هدف یافتن نشانه هایی از کانی سازی مس، سرزمین های شمال غربی کانادا
۶۶	سؤال ۱۰ : بررسی رسوبات آبراهه ای در یک منطقه خشک واقع در آفریقای جنوبی
۷۲	سؤال ۱۱ : بررسی آنومالی های طلا در خاک های ایالت کارولینای شمالی، ایالات متحده آمریکا
۷۶	سؤال ۱۲ : تهیه شدگی طلا از رخنمون سنگ های مافیکی ایالت بریتیش کلمبیا، کانادا
۸۰	سؤال ۱۳ : اکتشاف اورانیوم در جنوب شرق ایالات متحده از طریق شستشوی نمونه ها با محلول رقیق اگزالیک اسید
۸۴	سؤال ۱۴ : عملیات اکتشافی در یک اندیس سولفیدی ولکانوژنیک، آفریقای جنوبی
۸۸	سؤال ۱۵ : تخمین میزان طلا در مواد لاوکشویی شده و اهمیت کانی های موجود در این مواد، جورجیا، آمریکا
۹۳	سؤال ۱۶ : تحلیل داده های بیوژئوشیمیایی با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره، نیوزیلند

- بخش سوم : بررسی های تفصیلی**
- ۹۹
 سؤال ۱۷ : آنومالی های مس در دامنه تپه ای واقع در ایالت بریتیش کلمبیا، کانادا
- ۱۰۱
 سؤال ۱۸ : بررسی آنومالی های موجود در رسوبات آبراهه ای، خاکها و اندود سطح سنگها و رابطه آنها با
- ۱۰۷
 کانی سازی در منطقه، جنوب شرق ایالات متحده
- ۱۱۳
 سؤال ۱۹ : عیار بالای سرب و تمرکز ضعیف روی در خاک های ایالت یوکون، شمال غرب کانادا
- ۱۱۸
 سؤال ۲۰ : بررسی یک آنومالی غیرعادی روی در آفریقای جنوبی
- ۱۲۳
 سؤال ۲۱ : غنی شدگی سوپرژن طلا و نقره در یک محیط مرطوب و گرمسیری، نیکاراگوئه
- ۱۲۷
 سؤال ۲۲ : الگوی پراکندگی عناصر در کانسارهای اورانیوم تیپ هلالی، ایالت وایومینگ، آمریکا
- ۱۳۷
 سؤال ۲۳ : بررسی هیدروژئوشیمیایی آب های زیرزمینی در یک محیط مرطوب و گرمسیری، سرزمین های
 شمالی استرالیا
- ۱۴۶
 سؤال ۲۴ : روش های نمونه برداری از خاک در منطقه ای با پیشینه یخزاری آلپی، ایالت بریتیش کلمبیا،
 کانادا
- ۱۵۵
 سؤال ۲۵ : مقایسه عیار منگنز در گونه گیاهی آلیکسیا با میزان این عنصر در خاک های منطقه نیوکالدونیا،
 نیوزیلند
- بخش چهارم : بررسی های مرحله ای**
- ۱۵۹
 سؤال ۲۶ : بررسی شناسایی رسوبات آبراهه ای در چهارگوش کیاسی، فیجی
- ۱۶۹
 سؤال ۲۷ : بررسی پی جویی در رسوبات آبراهه ای منطقه ناکورو، فیجی
- ۱۷۶
 سؤال ۲۸ : بررسی ژئوشیمیایی خاک های منطقه ناکورو، فیجی
- ۱۸۸
 سؤال ۲۹ : بررسی پی جویی در رسوبات آبراهه ای حوضه آبریز راماریک، فیجی
- ۱۹۷
 سؤال ۳۰ : بررسی ژئوشیمیایی خاک های حوضه آبریز راماریک، فیجی
- ۲۰۹
 سؤال ۳۱ : بررسی شناسایی رسوبات آبراهه ای در منطقه برازیلاندیا، برزیل
- ۲۲۲
 سؤال ۳۲ : بررسی پی جویی در رسوبات آبراهه ای و خاک های منطقه برازیلاندیا، برزیل
- ۲۳۳
 سؤال ۳۳ : بررسی ژئوشیمیایی خاک های منطقه برازیلاندیا، برزیل
- بخش پنجم : بررسی های متفرقه**
- ۲۴۷
 سؤال ۳۴ : ترسیم منحنی فراوانی تجمعی برای داده های مطالعات اکتشافی در فیجی
- ۲۴۹
 سؤال ۳۵ : اکتشاف سری نوکلئیدهای ناپایدار حاصل از واپاشی اورانیوم در ایالت ساسکاچوان کانادا
- ۲۵۶
 سؤال ۳۶ : برنامه ریزی برای معدنکاری در ایالت وایومینگ با بررسی سری نوکلئیدهای ناپایدار حاصل از
 واپاشی اورانیوم، آمریکا
- ۲۷۰
 سؤال ۳۷ : اختلاف نتایج تجزیه ای ۲ آزمایشگاه مختلف برای میزان طلای دو نمونه کاملاً مشابه، آریزونا،
 ایالات متحده آمریکا
- ۲۷۷
 سؤال ۳۸ : ژئوشیمی در مرحله آسیا، آریزونا، ایالات متحده آمریکا
- ۲۸۲
 سؤال ۳۹ : جستاری بر امکان بهره برداری پلاتین و کبالت از ذخایر اکسید منگنز حوزه اقیانوس آرام
- ۲۸۷
 سؤال ۴۰ : کاربرد ژئوشیمی در اکتشاف الماس، آفریقای جنوبی
- ۳۰۱

۳۱۱	بخش ششم : بررسی های اکتشافی در سطح کشور
۳۱۳	سؤال ۴۱ : توصیف ژنز کانسار سرب و روی عمارت با استفاده از شاخص های ژئوشیمیایی
۳۲۳	سؤال ۴۲ : کاربرد پارامترهای آماری در شناسایی آنومالی های شاخص فلزات پایه و طلا در شمال استان همدان
۳۳۲	سؤال ۴۳ : بررسی توجیهی به منظور طراحی سازه و شبکه بهینه نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای در حوضه آبریز وَرزته ، غرب استان اصفهان
۳۳۹	سؤال ۴۴ : اکتشاف ژئوشیمیایی ذخایر پلاسری طلا و موناژیت در شمال شهرستان خمین
۳۴۸	سؤال ۴۵ : بررسی امکان بهره برداری طلا از افیولیت های زون ایران مرکزی
۳۵۵	پاسخها
۳۵۷	پاسخ سؤال ۱ : تأثیر داده های جغرافیایی و زمین شناسی در تعیین حد آستانه، ایالت کلرادو، ایالات متحده آمریکا
۳۶۱	پاسخ سؤال ۲ : ارائه تفسیر سنگ شناسی با استفاده از داده های بررسی شناسایی چند عنصری رسوبات آبراهه ای، زیمبابوه
۳۶۵	پاسخ سؤال ۳ : شناسایی آنومالی های با اهمیت نیکل با استفاده از داده های بررسی شناسایی چند عنصری رسوبات آبراهه ای، زامبیا
۳۶۹	پاسخ سؤال ۴ : شناسایی گرانیت های حاوی کانی سازی قلع به روش لیتوژئوشیمیایی، جزایر انگلستان
۳۷۴	پاسخ سؤال ۵ : ارزیابی داده های بررسی مقدماتی به روش شبکه بندی به منظور شناسایی کانی سازی اورانیوم، ایالت نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۳۸۰	پاسخ سؤال ۶ : بررسی هیدروژئوشیمیایی در یک منطقه خشک با هدف اکتشاف اورانیوم ، ایالت نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۳۸۴	پاسخ سؤال ۷ : بررسی ژئوبوتانی در استرالیای غربی
۳۸۷	پاسخ سؤال ۸ : نقش فاکتورهای رقت در تفسیر داده های حاصل از رسوبات آبراهه ای، ایالت نوادا، ایالات متحده آمریکا
۳۹۶	پاسخ سؤال ۹ : بررسی هیدروژئوشیمیایی با هدف یافتن نشانه هایی از کانی سازی مس، سرزمین های شمال غربی کانادا
۴۰۰	پاسخ سؤال ۱۰ : بررسی رسوبات آبراهه ای در یک منطقه خشک واقع در آفریقای جنوبی
۴۰۵	پاسخ سؤال ۱۱ : بررسی آنومالی های طلا در خاک های ایالت کارولینای شمالی، ایالات متحده آمریکا
۴۰۸	پاسخ سؤال ۱۲ : تهی شدگی طلا از رخنمون سنگ های مافیکی ایالت بریتیش کلمبیا، کانادا
۴۱۳	پاسخ سؤال ۱۳ : اکتشاف اورانیوم در جنوب شرق ایالات متحده از طریق شستشوی نمونه ها با محلول رقیق اگزالیک اسید
۴۱۶	پاسخ سؤال ۱۴ : عملیات اکتشافی در یک اندیس سولفیدی ولکانوژنیک، آفریقای جنوبی
۴۱۹	پاسخ سؤال ۱۵ : تخمین میزان طلا در مواد لاکشویی شده و اهمیت برخی کانی های موجود در این مواد، ایالت جورجیا، ایالات متحده آمریکا

- ۴۲۲ پاسخ سؤال ۱۶: تحلیل داده‌های بیوژئوشیمیایی با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره، نیوزیلند
- ۴۲۴ پاسخ سؤال ۱۷: آنومالی‌های مس در دامنه تپه‌ای واقع در ایالت بریتیش کلمبیا، کانادا
- ۴۲۷ پاسخ سؤال ۱۸: بررسی آنومالی‌های موجود در رسوبات آبراهه‌ای، خاک‌ها و اندود سطح سنگها و رابطه آنها با کانی‌سازی در منطقه، جنوب شرق ایالات متحده
- ۴۳۱ پاسخ سؤال ۱۹: عیار بالای سرب و تمرکز ضعیف روی در خاک‌های ایالت یوکون، شمال غرب کانادا
- ۴۳۶ پاسخ سؤال ۲۰: بررسی یک آنومالی غیرعادی روی در آفریقای جنوبی
- ۴۴۰ پاسخ سؤال ۲۱: غنی‌شدگی سوپرژن طلا و نقره در یک محیط مرطوب و گرمسیری، نیکاراگوئه
- ۴۴۶ پاسخ سؤال ۲۲: الگوی پراکندگی عناصر در کنسارهای اورانیوم تیپ هلالی، ایالت وایومینگ، ایالات متحده آمریکا
- ۴۵۲ پاسخ سؤال ۲۳: بررسی هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی در یک محیط مرطوب و گرمسیری، سرزمین‌های شمالی استرالیا
- ۴۶۰ پاسخ سؤال ۲۴: روش‌های نمونه‌برداری از خاک در منطقه‌ای با پیشینه یخزاری آلپی، ایالت بریتیش کلمبیا، کانادا
- ۴۶۸ پاسخ سؤال ۲۵: مقایسه عیار منگنز در گونه گیاهی آلکسیا با میزان این عنصر در خاک‌های منطقه نیوکالدونیا، نیوزیلند
- ۴۷۰ پاسخ سؤال ۲۶: بررسی شناسایی رسوبات آبراهه‌ای در چهارگوش کیاسی، فیجی
- ۴۷۶ پاسخ سؤال ۲۷: بررسی پی‌جویی در رسوبات آبراهه‌ای منطقه ناکورو، فیجی
- ۴۸۱ پاسخ سؤال ۲۸: بررسی ژئوشیمیایی خاک‌های منطقه ناکورو، فیجی
- ۴۸۹ پاسخ سؤال ۲۹: بررسی پی‌جویی در رسوبات آبراهه‌ای حوضه آبریز راماکریک، فیجی
- ۴۹۵ پاسخ سؤال ۳۰: بررسی ژئوشیمیایی خاک‌های حوضه آبریز راماکریک، فیجی
- ۵۰۰ پاسخ سؤال ۳۱: بررسی شناسایی رسوبات آبراهه‌ای در منطقه برازیلاندیا، برزیل
- ۵۱۳ پاسخ سؤال ۳۲: بررسی پی‌جویی در رسوبات آبراهه‌ای و خاک‌های منطقه برازیلاندیا، برزیل
- ۵۲۵ پاسخ سؤال ۳۳: بررسی ژئوشیمیایی خاک‌های منطقه برازیلاندیا، برزیل
- ۵۴۰ پاسخ سؤال ۳۴: ترسیم منحنی فراوانی تجمعی برای داده‌های مطالعات اکتشافی در فیجی
- ۵۴۴ پاسخ سؤال ۳۵: اکتشاف سری نوکلئیدهای ناپایدار حاصل از واپاشی اورانیوم در ایالت ساسکاچوان کانادا
- ۵۵۴ پاسخ سؤال ۳۶: برنامه‌ریزی برای معدنکاری در ایالت وایومینگ با بررسی سری نوکلئیدهای ناپایدار حاصل از واپاشی اورانیوم، آمریکا
- ۵۶۰ پاسخ سؤال ۳۷: اختلاف نتایج تجزیه‌ای دو آزمایشگاه مختلف برای میزان طلای دو نمونه کاملاً مشابه، آریزونا، ایالات متحده آمریکا
- ۵۶۶ پاسخ سؤال ۳۸: ژئوشیمی در مرحله آسیا، آریزونا، ایالات متحده آمریکا
- ۵۷۰ پاسخ سؤال ۳۹: جستاری بر امکان بهره‌برداری پلاتین و کبالت از ذخایر اکسید منگنز حوضه اقیانوس آرام
- ۵۷۹ پاسخ سؤال ۴۰: کاربرد ژئوشیمی در اکتشاف الماس، آفریقای جنوبی
- ۵۸۶ پاسخ سؤال ۴۱: توصیف ژنز کنسار سرب و روی عمارت با استفاده از شاخص‌های ژئوشیمیایی
- ۶۰۰ پاسخ سؤال ۴۲: کاربرد پارامترهای آماری در شناسایی آنومالی‌های شاخص فلزات پایه و طلا در شمال استان همدان

- پاسخ سؤال ۴۳: بررسی توجیهی به منظور طراحی سایز و شبکه بهینه نمونه‌برداری از رسوبات آبراه‌های در حوضه آبریز ورزنه، غرب استان اصفهان
۶۱۴
- پاسخ سؤال ۴۴: اکتشاف ژئوشیمیایی ذخایر پلاستیکی طلا و موناژیت در شمال شهرستان خمین
۶۲۱
- پاسخ سؤال ۴۵: بررسی امکان بهره‌برداری طلا از افیولیت‌های زون ایران مرکزی
۶۳۶
- ۶۴۵ واژه‌نامه
- ۶۶۱ نمایه

پیشگفتار

توسعه بخش معدن از مهم‌ترین ابزارهای تحقق چشم‌انداز توسعه اقتصادی کشور است و رسیدن به توسعه پایدار در بخش معدن بدون شک نیازمند سیستم‌های آموزشی توانمند و به روز می‌باشد. شکی نیست که در طی سال‌های اخیر در زمینه گسترش کمی و کیفی آموزش عالی و تربیت کارشناسان نخبه در این رشته تلاش‌های زیادی صورت گرفته اما منابع آموزشی مناسب و به ویژه کاربردی به همان میزان رشد نداشته‌اند. در راستای کاهش این معزل کتاب **مسائل کاربردی در ژئوشیمی اکتشافی** به تألیف رسید. امید است که با تهیه این کتاب کاربردی و آموزشی، گامی کوچک برای دستیابی به این مطلوب برداشته باشیم. پرواضح است که رشته ژئوشیمی اکتشافی در طی دو دهه گذشته، شاهد پیشرفت‌های زیادی بوده است و اطلاعات به دست آمده در زمینه این رشته در طول این مدت، رشد چشمگیری را نشان می‌دهد. گام‌های برداشته‌شده در این رشته آنچنان سریع و بی‌وقفه بوده است که به اعتراف بسیاری از پژوهشگران علوم زمین، گنجاندن این حجم از اطلاعات در یک پایگاه داده‌ای در حال گسترش و یا یاد کردن از آن به عنوان یک آستانه پیشرفت، امری غیرممکن است. با این همه، به نظر می‌رسد که اغلب نیروهای دانش آموخته، کارآمد و فعال این رشته که اخیراً وارد عرصه عملیاتی شده‌اند، در درک بسیاری از مفاهیم اساسی و پایه مطرح در این رشته، با مشکلاتی مواجه هستند؛ این در حالی است که بسیاری از این مفاهیم برای کسانی که برای دوره‌های طولانی مدت، تجربه عملی و کاربردی به کارگیری آنها را داشته‌اند کاملاً آشکار و بدیهی می‌نماید. این وضعیت ما را بر آن داشت تا متعاقب همکاری با هر دو قشر، یعنی کارشناسانی که از ژئوشیمی در برنامه‌های اکتشافی خود استفاده می‌کنند و نیز دانشجویانی که باید حجم انبوهی از مطالب مربوطه را فراگیرند، این مجموعه را تألیف و به چاپ برسانیم.

بر حسب تجربه دریافته‌ایم که همکاران فعال در عرصه صنعت و دانشجویان این رشته، که در قالب دوره‌های آموزشی دانشگاهی و یا دوره‌های ارتقاء سطح مهارتی تحت آموزش قرار دارند، هر دو برای درک مفاهیم و فراگیری اصول اساسی مطرح در این رشته، از توانایی لازم برخوردار هستند؛ اما با این حال، هنگامی که از هر یک از این دو خواسته می‌شود تا در مورد نتایج به دست آمده از یک بررسی ژئوشیمیایی تفسیری کارآمد و قابل قبول ارائه دهند و یا به تشریح یک پدیده اکتشافی خاص بپردازند، ضعف آنها در درک چارچوب مسئله آشکار می‌شود. در راستای کاهش این معزل، ما در طول دوره‌های مربوط به درس ژئوشیمی اکتشافی، به طراحی سؤالات ساده‌ای روی آوردیم که همگی بر مبنای نمونه‌های عینی و واقعی برنامه‌های اکتشافی طراحی شده بودند. در ابتدا، این سؤالات به گونه‌ای طرح شد که تنها به یک پاسخ ساده یک خطی نیاز داشتند، اما با گذشت زمان به تدریج پرسش‌های متبوع هر سؤال را پیچیده‌تر کردیم و رفته‌رفته متوجه دو نکته شدیم: (۱) طرح این گونه سؤالات، دانشجویان و صنعتگران را

در درک بهتر بسیاری از جنبه‌های ظریف و غیرقابل اغماض درس ژئوشیمی اکتشافی توانمندتر ساخت؛ (۲) این نوآوری در طرح سؤالات، با استقبال گرمی از سوی دانشجویان مواجه شد به طوری که ما را در طرح سؤالات پیچیده‌تر، بیش از پیش مصمم ساخت. نتیجه این تلاش‌ها کتابی است که پیش روی شماست و همچنان که از نام آن پیداست، یک کتاب کاربردی است. باید برای نکته تأکید کنیم که اگرچه این مجلد یک کتاب کاربردی است اما تمام نکات و ظرایف یک کتاب استاندارد دانشگاهی در آن رعایت شده است. ممکن است عده‌ای تمایل داشته باشند تا از این کتاب به عنوان یک مرجع عملیاتی یا اداری در برنامه‌های اکتشاف ژئوشیمیایی استفاده کنند؛ ما در این باره هیچ‌گونه مخالفتی نداریم و حتی امیدواریم این کتاب، در این زمینه هم مفید واقع شود.

این کتاب تلفیقی از ۴۰ سؤال از پروژه‌های خارجی و ۵ سؤال از پروژه‌های اکتشافی داخلی است. بخش سؤالات خارجی از کتاب *Practical Problems in Exploration Geochemistry* تألیف A. A. Levinson و P. M. D. Bradshaw اقتباس شده و برای بخش داخلی نیز از چند مورد پروژه‌های اکتشافی که در سال‌های اخیر در سطح کشور به اجرا درآمده استفاده گردیده است. بر این اساس، سؤالات در ۶ بخش، تحت این عناوین دسته‌بندی شده‌اند: بررسی‌های شناسایی (بخش ۱)؛ بررسی‌های پی‌جویی (بخش ۲)؛ بررسی‌های تفصیلی (بخش ۳). در بخش ۴ چند مورد از بررسی‌های مرحله‌ای آورده شده است که در واقع سیر تکاملی بررسی‌های اکتشافی در دو مورد از مناطق مورد مطالعه یعنی فیجی و سپر برزیل هستند و همانطور که قبلاً بیان شد، به شکل روندی از بررسی‌های شناسایی، بررسی‌های پی‌جویی و بررسی‌های تفصیلی بیان می‌شوند. سؤالات ارائه شده در بخش ۵ (بررسی‌های متفرقه) کمی مشکل‌ترند و در مقایسه با سایر بخش‌ها، طرح آنها تا حدی ناملموس و غیرمنطقی به نظر می‌رسد؛ لذا تصمیم گرفتیم که این سؤالات را در یک بخش جداگانه جای دهیم و نهایتاً در بخش ۶ نیز چند نمونه از پروژه‌های اکتشافی به اجرا درآمده در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته‌اند و از آنجا که هدف از طرح آنها، آشنایی با نمونه‌های بومی کشور و نیز جمع‌بندی مطالب فراگرفته شده در فصول قبل است، بنابراین ممکن است در مقایسه با پروژه‌های سایر کشورها (که در فصل‌های قبل به آنها پرداخته شده) اندکی حجیم‌تر یا با جزئیات بیشتری به نظر برسند. در این برهه باید خاطرنشان کنیم که مشی اصلی در طرح تمامی این سؤالات، آشنایی دانشجویان با اصول پایه مورد نیاز در این رشته و نیز بالا بردن قابلیت آنها در مدیریت و اجرای عملیتهای اکتشافی مشابه در سطح کشور بوده است.

طبقه‌بندی سؤالات بر این مبنا صورت گرفته است که برخی از آنها ساده و کوتاه هستند و با کمی مطالعه می‌توان به آنها پاسخ گفت اما برخی دیگر پیچیده و مفصل هستند و لذا ممکن است پاسخگویی به آنها به چندین ساعت زمان نیاز داشته باشد. همچنین سؤالات از نظر موقعیت‌های جغرافیایی مورد بررسی،

محیط‌های نمونه‌برداری، ذخایر معدنی و شرایط اقلیمی، از تنوع بالایی برخوردارند. تخمین می‌زنیم که برای پوشش درسی کامل تمام محیط‌های نمونه‌گیری، رژیم‌های متنوع اقلیمی، عناصر بااهمیت و نیز گونه‌های سنگی مهمی که ژئوشیمیست‌ها در اغلب برنامه‌های اکتشافی به اشکال متفاوت به آنها برخوردده‌اند، به بیش از ۱۰۰ سؤال نیازمندیم. اما حقیقتاً باید اذعان کنیم که در هیچ‌یک از سؤالات، به تاریخچه دقیقی از منطقه، به نحوی که بتواند ما را در توجیه ویژگی‌های فوق‌راهنمایی نماید و به ما پاسخ قابل‌قبولی دهد، دسترسی نداشتیم؛ مثلاً در این کتاب، هیچ سؤالی بر مبنای تیل‌های قاره‌ای، رسوبات دریاچه‌ای یا ماسه‌های بادی طرح نشده است؛ همچنین خواننده در هیچ بخشی با مباحث مربوط به اکتشاف فلزات کمیاب (همچون W و Y، Li، Be، Nb) مواجه نخواهد شد. نکته دیگر آنکه، در محاسبات از هر دو نوع یکای متریک و انگلیسی استفاده شده است که حتی در برخی موارد، این نوع کاربردها در قالب یک سؤال است. این تنوع در کاربرد یکاها در درجه اول، به دلیل منابع اصلی مورد استفاده ماست و در درجه دوم اهمیت، حاکی از آن است که این دو سیستم از یکاها همچنان در نقاط مختلف جهان به طور گسترده استفاده می‌شوند و به عبارتی توانایی کار کردن با هر دوی آنها، مستلزم فراگیری دقیق حداقل یکی از آنهاست.

اگرچه رویه انتخاب سؤالات کاملاً دلخواه و اختیاری بوده است اما این طبقه‌بندی به خوبی سیر طبیعی یک برنامه ژئوشیمی اکتشافی را دنبال می‌کند و از فرآیندهای تصمیم‌گیری معمول در این گونه پروژه‌ها در صنعت تبعیت می‌نماید. به نظر می‌رسد این سبک از طبقه‌بندی و ارائه سؤالات، به فهم بهتر دانشجویان از مباحث کاربردی ژئوشیمی اکتشافی کمک شایانی خواهد کرد؛ امروزه ژئوشیمیست‌های حرفه‌ای نوعی روند را برای دوره‌های آموزشی پروژه‌های اکتشافی تعریف کرده‌اند که بر مبنای آن، پیش از آغاز هر بخش از فعالیت‌های صحرایی، ابتدا پاره‌ای از اطلاعات عمومی در مورد منطقه (زمین‌شناسی، اقلیم، توپوگرافی و ...) و نیز گزارشی در مورد نحوه جمع‌آوری نمونه‌ها در اختیار کارآموز قرار می‌گیرد؛ در واقع در این روش، فعالیت‌های صحرایی از ابتدای برنامه حذف شده و اولویت به کارهای مطالعاتی و تحقیقاتی داده شده است. تجربه به خوبی نشان داده است که با بهره‌گیری از این سبک آموزشی، دانشجویان نه تنها قادر خواهد بود تفسیر ژئوشیمیایی بهتری از منابع شناخته‌شده (مثلاً یک توده حاوی مواد معدنی) ارائه دهد بلکه می‌تواند به بررسی پتانسیل منابع مناطق بکر و دست‌نخورده نیز پردازد، در صورت لزوم با قاطعیت رأی به عقیم بودن آن منطقه دهد و نهایتاً بدون هیچ‌واهمه‌ای آن را از فهرست مطالعات حذف نماید و این دقیقاً همان جسارتی است که یک استاد از دانشجویان انتظار دارد!

تمامی سؤالات این کتاب بر مبنای داده‌های حاصل از برنامه‌های اکتشافی واقعی تهیه و تنظیم شده است؛ اما در برخی موارد برای حفظ منطق داده‌ها، سعی شده است تغییر و تعدیلی تا حد امکان غیر ملموس

در ساختار داده‌ها یا پارامترهای مؤثر و دخیل در نتایج، اعمال گردد. همچنین پاسخ سؤالات را نیز به شکل یک مجموعه کامل و یکپارچه به ترتیب شماره سؤالات، به پیشنهاد برخی اساتید در نیمه دوم کتاب آورده‌ایم چراکه این عزیزان معتقدند ارائه پاسخ‌ها بلافاصله پس از طرح سؤال، می‌تواند به طور ناخودآگاه از قدرت خلاقیت دانشجویان مستعد بکاهد.

هم اکنون ویراست‌های پایین‌تر این کتاب، به شکلی گسترده توسط زمین‌شناسان حرفه‌ای و مدرسان بخش معدن، در سراسر کانادا و ایالات متحده در حال تدریس است و رمز موفقیت آن، بیان نکات کلیدی در قالبی ساده و روان است. این نکات کلیدی که در اغلب موارد، دانشجویان کم تجربه آنها را مطالبی مبهم و غیرقابل فهم تلقی کرده و متعاقباً در میان انبوه مطالب از آنها صرف نظر می‌کنند، عمدتاً به شکل‌هایی چون یک پیشنهاد ویژه، یک نکته یا توصیه ظریف و یا حتی به شکل یک منبع مطالعاتی به بخش مشخصی از یک کتاب یا مقاله علمی ارجاع داده شده‌اند و از این طریق محتوای کتاب، دانشجویان علاقه‌مند را به چالش هر چه بیشتر می‌طلبد. براین اساس گمان می‌کنیم این کتاب می‌تواند پاسخگوی بسیاری از نیازها و نارسایی‌ها در زمینه تدریس این رشته، در هر دو بخش صنعت و دانشگاه در سطح کشور باشد.

در پایان وظیفه خود میدانیم که از جناب آقای دکتر مجتهدزاده عضو هیئت علمی گروه مهندسی معدن دانشگاه یزد که ایده اولیه تألیف این اثر را مطرح نمودند قدردانی ویژه‌ای داشته باشیم و در کنار آن از آقای دکتر محمد قمی و نیز از جناب آقای دکتر بهرام دانشفر مدرس دانشگاه کارلتن کانادا که ما را از نظرات ارزشمندشان در مورد محتوای کتاب بهره‌مند ساختند و همچنین از آقای مهندس عبدالحسین رجبی و خانم مهندس مهدیه عزیزیان که در بررسی پیش‌نویس‌ها و نسخه‌های اولیه مؤلفین را یاری نمودند و در زمینه ارتقای هر چه بیشتر کیفیت سؤالات ما را از نظراتشان بهره‌مند ساختند قدردانی کنیم. همچنین از استاد محترم جناب آقای سید حسن طباطبایی که زحمت بررسی و ارزیابی علمی اثر را تقبل کردند و نیز از واحد چاپ و انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه صنعتی اصفهان که مسئولیت چاپ و انتشار این اثر را بر عهده گرفتند صمیمانه سپاسگزاریم. به جهت بهبود محتوای اثر در ویراستهای آتی، مشتاقانه پذیرای پیشنهادات، انتقادات و ارزیابی‌های دوستان و همکاران عزیز هستیم.

دکتر محمدرضا حسین نژاد و مهندس علی اثنی‌عشری

Reza.Hosseinnejad@gmail.com ; a.asna_ashari@yahoo.com

دانشگاه علم و صنعت ایران / واحد اراک - زمستان ۱۳۹۲