



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی-گرایش اقتصادی

زمین شیمی و منشأ آلودگیهای ناشی از ترکیبات هیدروکربنی و  
پسابهای صنعتی و شهری رودخانه تمبی مسجدسلیمان

به وسیله‌ی

زینب باورصاد شانکیان

استاد راهنما

دکتر فرید مَر

شهریور ماه ۱۳۸۸



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

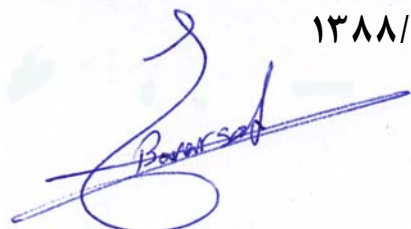
به نام خدا

## اظهارنامه

اینجانب زینب باورصاد شانکیان (۸۵۰۳۴۰) دانشجوی رشته‌ی زمین‌شناسی گرایش اقتصادی دانشکده علوم اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: زینب باورصاد شانکیان

تاریخ و امضا: ۱۳۸۸/۶/۳۰



به نام خدا

زمین شیمی و منشأ آلودگیهای ناشی از ترکیبات هیدروکربنی و پسابهای  
صنعتی و شهری رودخانه تمبی مسجدسلیمان

به وسیله ی :

زینب باورصاد شانکیان

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم  
برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی :

زمین شناسی اقتصادی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه :

دکتر فرید مر، استاد بخش علوم زمین (رئیس کمیته)

دکتر سروش مدبری، استادیار بخش علوم زمین دانشگاه تهران

دکتر ضرغام محمدی، استادیار بخش علوم زمین

شهریور ماه ۱۳۸۸

تقدیم به:

تقدیم به روشانی های زندگیم

پدر و مادر مهربانم

و

استاد ارجمندم



## سپاسگزاری

اکنون که پس از سه سال تلاش بی وقفه، دفتر تحصیل در این مقطع به آخرین سطرهای خود رسیده است، لازم است نامی از کسانی برده شود، که گرمای وجودشان، همچون نور امیدی بود در شبهای سرد شیراز. کسانی که در طوفانهای سهمناک زندگی، همانند درختی کهن پناه من بودند و ایمان داشتم که در روزهای سخت، هرگاه به اطراف بنگرم، آنها را کنار خویش خواهم یافت. اما پیش از هر چیز این خداوند مهربان بود که همواره مرا در پناه خویش داشت و لطف او همواره شامل حال این بنده کمترین بوده است.

زندگی در شیراز، هر چند سخت و سرد بود، اما مجالی بود برای آشنایی با اساتید بزرگی که ستارگان درخشان آسمان علم این مرز و بوم هستند. **دکتر فرید مر**، که چگونه اندیشیدن را به من آموخت و مانند پدری دلسوز همیشه در تمام سختی‌ها در کنارم بودند. **دکتر مدبری**، که آشنایی با ایشان از افتخارات من در طول زندگی بوده است. ایشان با وجود مشکلات و مشغله فراوان، همواره راهنما و راهگشای مشکلات من بودند. **دکتر محمدی**، که با وجود زمان بسیار کوتاه، با صبر و حوصله به مطالعه این رساله پرداخته و راهنمایی‌های ارزشمند ایشان، جوابگوی بسیاری از مشکلات من بود. بر خود فرض می‌دانم که از دکتر بهرام علیزاده، رئیس دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید چمران اهواز، که امکان استفاده از آزمایشگاه نفت آن دانشگاه را فراهم نمودند، کمال تشکر و قدردانی را نمایم. آقای دکتر علیرضا زراسوندی، از بخش زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز و دکتر عباس شیرمردی از بخش شیمی دانشگاه شیراز و همچنین آقایان هاشم صرافدخت، افشین قشلاقی، مهدی خراسانی‌پور و علی اسمعیلی و نیز خانم‌ها فرقانی، غلامی، شانه‌سازتشکر می‌کنم. از آقایان اوشنی و زاهدی و نیز خانم زائری، مسئول آزمایشگاه زمین‌شیمی بخش علوم زمین دانشگاه شیراز، خانم‌ها فرخی و فرحمنند نیز سپاسگزاری می‌کنم.

از همکاری دکتر سیرتی و مهندس مهربان و همچنین کارشناسان محترم آزمایشگاه سازمان حفاظت محیط کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بجاست که از دوست عزیزم خانم فاطمه پارسایی که در طول این سالهای سخت، همدم و همراه من بود نیز کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. و نیز از خانواده عزیزم که همواره امید بخش زندگیم بودند و در مشکلات و سختی‌ها همراه و راهنمایم بودند سپاسگزارم. همچنین لازم می‌دانم از برادران عزیزم کوروش و بردیا که انجام نمونه‌برداری، بدون کمک‌هایشان امکان‌پذیر نبود تشکر ویژه داشته باشم. از مهندس سید علیرضا حسام که در طول تحصیل از مشاوره‌های سودمندشان بهره‌مند بوده‌ام کمال تشکر و قدردانی را دارم.

مهرتان افروز.

شهریور ۱۳۸۸

## چکیده

### زمین شیمی و منشأ آلودگیهای ناشی از ترکیبات هیدروکربنی و پسابهای صنعتی و شهری رودخانه تمبی مسجدسلیمان

به کوشش

#### زینب باورصاد شانکیان

وجود چشمه‌های نفتی در منطقه نفت‌خیز مسجدسلیمان و ورود پسابهای شهری و صنعتی به آبراهه اصلی مسجدسلیمان، و در نهایت رودخانه تمبی موجب آلودگی این رودخانه شده است. از آبراهه اصلی مسجدسلیمان برای شرب دام استفاده می‌شود و از سوی دیگر رودخانه تمبی از نظر گردشگری و تفریحی دارای اهمیت ویژه-ای در منطقه است، در نتیجه آلودگی آن می‌تواند اثرات قابل توجهی بر زیست بوم سامانه‌های منطقه بر جای بگذارد. در این پژوهش غلظت فلزات بالقوه سمناک، اکسیژن خواهی شیمیایی و زیست شناختی، میزان نیترات، نیتریت و آمونیاک، آنیونها، کاتیونها و هیدروکربنهای آروماتیک چندحلقه ای (PAH) در نمونه‌های آب اندازه-گیری شدند. علاوه بر این، غلظت فلزات بالقوه سمناک، درصد کربنات، دانه‌بندی، pH، کل ترکیبات نفتی کل (TPH)، کربن آلی کل (TOC) و هیدروکربنهای آزاد (S1) در نمونه‌های رسوب تجزیه شدند. برای تعیین مهمترین فاز انتقال دهنده رسوبات از روش استخراج ترتیبی استفاده شد. همبستگی بین فلزات و ترکیبات نفتی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی رسوب و گسترش آلودگی تعیین، و منابع احتمالی نیز ارائه شده است. در نهایت، غلظت آلاینده ها با غلظت اثر آستانه (TEC)، و غلظت اثر احتمالی (PEC) مقایسه شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که دست کم بخشی از هیدروژن سولفید موجود در منطقه ناشی از فعالیت‌های زیستی است. بررسی ضرایب غنی شدگی نشان داد بیشترین غنی‌شدگی فلزات در رسوبات منطقه دره خرسان است. بررسی غلظت فلزات بالقوه سمناک موجود در رسوب، به روش استخراج ترتیبی نشان می‌دهد که آهن، کروم، مس و روی، بیشتر در فاز باقی مانده تجمع یافته‌اند. کادمیم، نیکل، کبالت و سرب، دارای بیشترین زیست دسترس پذیری و در نتیجه بیشترین خطر زیست محیطی هستند. همچنین ترکیبات PAH به طور منفرد، در برخی موارد و در مناطقی خاص آلودگی نشان می‌دهند.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: مقدمه</b>
۱-۱-۱	ضرورت موضوع و اهداف تحقیق.....
۲-۱-۲	روش تحقیق.....
۳-۱-۳	موقعیت جغرافیایی و وضعیت اجتماعی مسجد سلیمان.....
۴-۱-۴	معرفی منابع احتمالی آلودگی.....
۴-۱-۵	مروری بر تحقیقات گذشته.....
	<b>فصل دوم: کلیات</b>
۱-۲-۱	مقدمه.....
۲-۲-۲	آلاینده‌های آلی.....
۱-۲-۲-۱	انواع مواد آلاینده.....
۲-۲-۲-۲	هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای.....
۲-۲-۲-۲-الف	ویژگیهای شیمیایی هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای.....
۲-۲-۲-۲-ب	منشاء هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای.....
۳-۲-۳	فلزات سنگین.....
۱-۳-۲-۱	منشاء فلزات سنگین.....
۱-۳-۲-۱-۱	سنگهای ماگمایی.....
۲-۱-۳-۲-۲	سنگهای رسوبی.....
۳-۱-۳-۲-۳	سنگهای دگرگونی.....
۴-۱-۳-۲-۴	تشکیل خاک.....
۵-۱-۳-۲-۵	منابع انسانزاد فلزات سنگین.....
۲-۳-۲-۲	فلزات سنگین در سامانه‌های آبگین.....
۳-۳-۲-۳	اثرات بوم‌سم‌شناسی.....

۳۷	۲-۳-۴- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی عناصر
۳۷	۲-۳-۴-۱- آرسنیک
۴۱	۲-۳-۴-۲- کادمیم
۴۵	۲-۳-۴-۳- کروم
۴۸	۲-۳-۴-۴- مس
۵۱	۲-۳-۴-۵- سرب
۵۴	۲-۳-۴-۶- مولیبدن
۵۷	۲-۳-۴-۷- نیکل
۵۸	۲-۳-۴-۸- روی
۶۱	۲-۳-۴-۹- کبالت

### فصل سوم: زمین شناسی

۶۳	۳-۱- جایگاه زمین شناسی
۶۳	۳-۱-۱- کمر بند رانده زاگرس
۶۴	۳-۱-۲- کمر بند چین خورده زاگرس
۶۵	۳-۱-۳- ناحیه دشت ساحلی
۶۶	۳-۲- چینه شناسی
۶۶	۳-۲-۱- سازند بختیاری
۶۶	۳-۲-۲- سازند آغا جاری
۶۹	۳-۲-۳- سازند میشان
۷۰	۳-۲-۴- سازند گچساران
۷۱	۳-۳- زمین ریخت شناسی
۷۲	۳-۴- میدان نفتی مسجد سلیمان

### فصل چهارم: روشهای تجزیه و تحلیل

۷۴	۴-۱- مقدمه
۷۵	۴-۲- روشهای نمونه برداری
۷۵	۴-۲-۱- انتخاب محل نمونه برداری
۷۶	۴-۲-۲- نمونه برداری و آماده سازی آب
۷۷	۴-۲-۲- الف- نمونه برداری از آب برای تجزیه آنیونها و کاتیونها

۴-۲-۲-ب- تعیین میزان اکسیژن خواهی زیست‌شناختی و شیمیایی.....	۷۸
۴-۲-۲-ج- نمونه‌برداری از آب برای تجزیه ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای.....	۷۸
۴-۲-۳- نمونه‌برداری از محیط زمین‌شیمیایی رسوب.....	۷۸
۴-۲-۳-الف- نمونه‌برداری از رسوب برای تجزیه فلزات کم مقدار.....	۷۹
۴-۲-۳-ب- نمونه‌برداری از رسوب برای تجزیه ترکیبات آلی.....	۷۹
۳-۳- اندازه‌گیریهای صحرائی.....	۷۹
۴-۴- روشهای تجزیه‌ای.....	۸۱
۴-۴-۱- روش تجزیه نمونه‌های آب.....	۸۲
۴-۴-۱-الف- تجزیه ترکیبات غیر آلی در نمونه‌های آب.....	۸۲
۴-۴-۱-ب- اندازه‌گیری کل ذرات محلول در آب (TDS).....	۸۲
۴-۴-۱-ج- تعیین غلظت ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای (PAH).....	۸۳
۴-۴-۲- روش تجزیه نمونه‌های رسوب.....	۸۴
۴-۴-۲-۱- تجزیه غلظت کل فلزات کم‌مقدار.....	۸۴
۴-۴-۲-۲- تعیین غلظت فلزات به روش استخراج شیمیایی چند مرحله‌ای.....	۸۵
۴-۴-۲-۳- تعیین مقدار ماده آلی و کربنات در رسوب.....	۸۶
۴-۴-۲-۴- تعیین مقدار TOC و پارامترهای نفتی.....	۸۷
۴-۴-۲-۵- تجزیه ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای (PAH).....	۸۹
۴-۴-۲-۶- تعیین TPH نمونه‌های رسوب.....	۹۱
۴-۵- روشهای آماری.....	۹۱
۴-۵-۱- اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها.....	۹۱
۴-۵-۲- مقایسه میانگین چند جامعه.....	۹۵
۴-۵-۳- تحلیل مؤلفه اصلی و تحلیل عاملی.....	۹۵

## فصل پنجم: بحث

۵-۱- مقدمه.....	۹۷
۵-۲- شرایط فیزیکی - شیمیایی سامانه آبگین.....	۹۸
۵-۲-۱- بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه‌های آب.....	۱۰۵
۵-۲-۲- بررسی رخساره‌های شیمیایی نمونه‌های آب.....	۱۰۷
۵-۲-۳- طبقه‌بندی نمونه‌های آب با استفاده از روشهای آماری.....	۱۱۱
۵-۲-۴- بررسی عوامل مؤثر در تغییر خصوصیات آب شیمیایی.....	.....

۱۱۹	۵-۲-۵- تحلیل همبستگی یونها به کمک نمودارهای ترکیبی
۱۲۰	۵-۲-۶- بررسی فسفات و نترات
۱۳۱	۵-۲-۷- اکسیژن خواهی زیست شناختی و شیمیایی
۱۳۴	۵-۲-۸- فلزات کم مقدار
۱۳۷	۵-۲-۹- بررسی ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای (PAH)
۱۳۸	۵-۲-۱۰- بررسی کیفیت آب برای مصارف مختلف
۱۳۹	۵-۲-۱۰- الف- بررسی کیفیت آبهای سطحی از نظر کشاورزی
۱۴۱	۵-۲-۱۰- ب- کیفیت آبهای سطحی برای استفاده دام
۱۴۱	۵-۲-۱۰- ج- بررسی کیفیت آبهای سطحی از نظر حیات آبریان
۱۴۳	۵-۳-۳- زمین شیمی محیط رسوبی
۱۴۳	۵-۳-۱- ویژگیهای عمومی رسوبات منطقه
۱۴۶	۵-۳-۲- فلزات سنگین
۱۶۴	۵-۳-۳- گونه سازی فلزات سنگین
۱۹۳	۵-۳-۴- ترکیبات هیدروکربنی

### فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۲۰۴	۶-۱- نتیجه گیری
۲۰۸	۶-۲- پیشنهادات برای مطالعات آتی

### فهرست منابع

۲۱۰	منابع فارسی
۲۱۱	منابع انگلیسی

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۰	(جدول ۱-۲): فلزات کم‌مقدار در کانی‌های سنگ‌ساز
۲۴	(جدول ۲-۲): میانگین غلظت برخی از فلزات سنگین در محیطها و مواد طبیعی
۲۵	(جدول ۳-۲): غلظت فلزات سنگین در خاکسترهای بجای مانده از سوختن زغالسنگ
۲۸	(جدول ۴-۲): طبقه‌بندی یونهای فلزی بر اساس قاعده پیرسون و تمایل هر گروه برای تشکیل کمپلکس با لیگاندهای خاص
۳۰	(جدول ۵-۲): مقادیر آرسنیک در محیطهای مختلف
۳۹	(جدول ۶-۲): برخی سموم مورد استفاده که دارای آرسنیک در ترکیب خود می‌باشند
۴۱	(جدول ۷-۲): مقادیر کادمیم در محیطهای زمین‌شناسی مختلف
۴۴	(جدول ۸-۲): غلظت کروم در محیطهای مختلف
۴۷	(جدول ۹-۲): مقادیر مس در محیطهای مختلف
۵۰	(جدول ۱۰-۲): مقادیر سرب در محیطهای مختلف
۵۳	(جدول ۱۱-۲): مقادیر مولیبدن در محیطهای مختلف
۵۶	(جدول ۱۲-۲): مقادیر نیکل در محیطهای مختلف
۵۸	(جدول ۱۳-۲): مقادیر روی در محیطهای مختلف
۶۰	(جدول ۱-۴): موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری نمونه‌های آب
۷۷	(جدول ۲-۴): موقعیت نقاط نمونه‌برداری نمونه‌های آب برای تعیین مقدار (PAH)
۷۷	(جدول ۳-۴): موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری برای تجزیه نمونه‌های رسوب با استفاده از روش استخراج ترتیبی
۷۹	(جدول ۴-۴): موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری نمونه‌های رسوب برای تجزیه TPH، TOC، PAH
۸۱	(جدول ۵-۴): روش تجزیه عناصر برای نمونه‌های آب
۸۳	(جدول ۶-۴): روش تجزیه عناصر برای نمونه‌های رسوب
۸۵	(جدول ۷-۴): پارامترهای اندازه‌گیری شده با دستگاه راک ایول

- (جدول ۴-۸): نتیجه آزمون کولموگراف - اسمیرنف و آزمون شاپیرو - ویلک برای داده‌های بیکربنات..... ۹۰
- (جدول ۵-۱): ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و یونهای اصلی نمونه‌های آب ..... ۹۴
- (جدول ۵-۲): آمار توصیفی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و یونهای اصلی نمونه‌های آب..... ۱۰۰
- (جدول ۵-۳): نتایج تحلیل مولفه اصلی بر روی یونهای اصلی آب..... ۱۰۱
- (جدول ۵-۴): ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای آب شیمیایی..... ۱۰۷
- (جدول ۵-۵): نتایج تحلیل عاملی بر روی نمونه‌های آب..... ۱۱۶
- (جدول ۵-۶): نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های آب برای تعیین میزان مواد مغذی..... ۱۱۹
- (جدول ۵-۷): مقادیر BOD و COD نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه..... ۱۲۳
- (جدول ۵-۸): غلظت فلزات کم‌مقدار در نمونه‌های آب منطقه..... ۱۳۲
- (جدول ۵-۹): غلظت ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای موجود در نمونه‌های آب ..... ۱۳۵
- (جدول ۵-۱۰): حداکثر مقدار مجاز عناصر کم مقدار در آب آبیاری..... ۱۳۸
- (جدول ۵-۱۱): غلظت بیشینه توصیه شده عناصر و ترکیبات شیمیایی در آب آشامیدنی دامهای اهلی ..... ۱۴۱
- (جدول ۵-۱۲): مقادیر مجاز پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آب برای ادامه حیات آبریان..... ۱۴۲
- (جدول ۵-۱۳): ویژگی‌های عمومی رسوبات منطقه..... ۱۴۲
- (جدول ۵-۱۴): ضرایب همبستگی پیرسون عناصر با خصوصیات عمومی رسوب..... ۱۴۴
- (جدول ۵-۱۵): ضریب همبستگی بین عناصر آلومینیم، کروم، مس، آهن، منگنز، نیکل، وانادیم، روی و سرب، گوگرد، فسفر، کبالت و کادمیم..... ۱۴۴
- (جدول ۵-۱۶): طبقه بندی کیفی رسوب..... ۱۴۵
- (جدول ۵-۱۷): ضرایب غنی شدگی عناصر کبایت، کروم، مس، آهن، نیکل، فسفر، گوگرد، وانادیم، روی، آرسنیک، مولیبدن، سرب و استرانسیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۴۵
- (جدول ۵-۱۸): آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع آهن در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۵۳
- (جدول ۵-۱۹): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع آهن در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۵۵
- (جدول ۵-۲۰): آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع نیکل در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۵۵
- (جدول ۵-۲۱): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع نیکل در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۶۵
- (جدول ۵-۲۲): آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع مس در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۶۶
- (جدول ۵-۲۳): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع مس در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۶۸
- (جدول ۵-۲۴): آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع کروم در فازهای زمین شیمیایی..... ۱۶۹

- جدول ۵-۲۵): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع کروم در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۱
- جدول ۵-۲۶): آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع کبالت در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۲
- جدول ۵-۲۷): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع کبالت در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۴
- جدول ۵-۲۸): نتایج آزمون غیرپارامتری Friedman برای توزیع کادمیم در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۵
- جدول ۵-۲۹): نتایج آزمون غیرپارامتری Friedman برای توزیع سرب در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۷
- جدول ۵-۳۰): نتایج آزمون ANOVA دوسویه برای توزیع روی در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۷۸
- جدول ۵-۳۱): نتایج آزمون Benferroni برای توزیع روی در فازهای زمین‌شیمیایی..... ۱۸۰
- جدول ۵-۳۱): رده بندی کیفی رسوب بر اساس شاخص زمین انباشت..... ۱۸۳
- جدول ۵-۳۳): شاخصهای غنی‌شدگی کادمیم در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۸۵
- جدول ۵-۳۴): شاخصهای غنی‌شدگی کبالت در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۸۶
- جدول ۵-۳۵): شاخصهای غنی‌شدگی کروم در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۸۹
- جدول ۵-۳۶): شاخصهای غنی‌شدگی مس در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۸۹
- جدول ۵-۳۷): شاخصهای غنی‌شدگی نیکل در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۹۰
- جدول ۵-۳۸): شاخصهای غنی‌شدگی سرب در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۹۰
- جدول ۵-۳۹): شاخصهای غنی‌شدگی روی در فازهای مختلف رسوب نسبت به زمینه منطقه..... ۱۹۰
- جدول ۵-۴۰): نتایج تجزیه ترکیبات و پارامترهای هیدروکربنی..... ۱۹۱
- جدول ۵-۴۱): ضرایب همبستگی پیرسون بین ترکیبات معدنی و پارامترهای نفتی..... ۱۹۵
- جدول ۵-۴۲): ارزیابی کیفیت رسوب رودخانه تمبی بر اساس TEC..... ۲۰۲
- جدول ۵-۴۳): ارزیابی کیفیت رسوب رودخانه تمبی بر اساس PEC..... ۲۰۳

## فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
تصویر ۱-۱ - نقشه راههای دسترسی به منطقه.....	۳
تصویر ۱-۲ - نمونه‌ای از بی‌فنیل‌های چند کلره (PCB).....	۱۲
تصویر ۲-۲ - ساختار ۱۶ ترکیب از هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای.....	۱۵
تصویر ۳-۲ - فرایندهای عمده مؤثر بر سرنوشت هیدروکربن‌های آروماتیک نفت‌زاد و آذرزاد در محیط آبگین.....	۱۷
تصویر ۴-۲ - افقهای خاک در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب.....	۲۳
تصویر ۵-۲ - جذب و تبادل کاتیونها بر سطح بیرونی مواد آلی.....	۳۱
تصویر ۶-۲ - توزیع برخی از فلزات سنگین در فازهای جامد نمونه‌های خاک.....	۳۴
تصویر ۷-۲ - پتانسل نسبی جذب و زیست‌انباشت در گروه‌های مختلف گیاهان.....	۳۵
تصویر ۸-۲ - راهبردهای متفاوت آبیان در مقابل جذب و انباشت فلزات سنگین.....	۳۶
تصویر ۹-۲ - گونه‌های شیمیایی آرسنیک در شرایط مختلف pH و Eh.....	۳۸
تصویر ۱۰-۲ - توزیع گونه‌های مختلف کروم در شرایط مختلف pH و Eh.....	۴۶
تصویر ۱۱-۲ - جذب سطحی مس توسط سازندهای مختلف خاک به عنوان تابعی از pH.....	۵۰
تصویر ۱۲-۲ - توزیع گونه‌های مختلف سرب به عنوان تابعی از pH و Eh.....	۵۲
تصویر ۱۳-۲ - توزیع گونه‌های مختلف مولیبدن در شرایط مختلف pH و Eh.....	۵۵
تصویر ۱۴-۲ - توزیع گونه‌های مختلف کبالت در شرایط مختلف pH و Eh.....	۶۱
تصویر ۱-۳ - موقعیت منطقه مورد مطالعه در میان پهنه‌های ساختاری زاگرس.....	۶۵
تصویر ۲-۳ - نقشه زمین‌شناسی محدوده مسجدسلیمان.....	۶۷
تصویر ۳-۳ - ستون چینه‌شناسی زاگرس.....	۶۸
تصویر ۴-۳ - رخنمون سازند آجاجاری در شمال مسجدسلیمان.....	۶۹
تصویر ۵-۳ - رخنمون سازند میشان در محدوده شهرستان مسجدسلیمان.....	۷۰
تصویر ۶-۳ - نمایی از سازند گچساران و چشمه نفتی رخنمون یافته در آن.....	۷۱



- تصویر ۴-۱ - فرایند اکتساب داده‌های زیست‌محیطی ..... ۷۴
- تصویر ۴-۲ - موقعیت نقاط نمونه برداری آب و رسوب ..... ۷۶
- تصویر ۴-۳ - موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری نمونه‌های رسوب برای تجزیه ترکیبات آلی ..... ۸۰
- تصویر ۴-۴ - دستگاه قابل حمل WTW مدل multi 340i ..... ۸۱
- تصویر ۴-۵ - دستگاه پیرولیز راک ایول ۶ آزمایشگاه نفت دانشگاه شهید چمران ..... ۸۸
- تصویر ۴-۶ - دستگاه GC-MS برای تجزیه TPH و PAH ..... ۹۱
- تصویر ۴-۷ - نمودار Q-Q برای داده‌های بیکرنات در نمونه‌های آب ..... ۹۳
- تصویر ۴-۸ - نمودار Q-Q بدون روند برای داده‌های بیکرنات در نمونه‌های آب ..... ۹۴
- تصویر ۴-۹ - نمودار جعبه‌ای برای داده‌های بیکرنات در نمونه‌های آب ..... ۹۴
- تصویر ۵-۱ - نمودارهای تعادل یونی نمونه‌های آب و مقدار خطای تجزیه برای هر نمونه ..... ۱۰۲
- تصویر ۵-۲ - نمودار Eh-pH نمونه‌های آب ..... ۱۰۴
- تصویر ۵-۳ - نمایی از یک چشمه نفتی در منطقه سی‌برنج و آلودگی شدید آب ..... ۱۰۵
- تصویر ۵-۴ - نمودار پایپر برای نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه ..... ۱۰۶
- تصویر ۵-۵ - نمودار مؤلفه اول در برابر مؤلفه دوم برای نمونه‌های آب ..... ۱۰۸
- تصویر ۵-۶ - نمودار مؤلفه اول در برابر مؤلفه سوم برای نمونه‌های آب ..... ۱۰۸
- تصویر ۵-۷ - نمودار دوگانه مؤلفه اول در برابر مؤلفه دوم ..... ۱۰۹
- تصویر ۵-۸ - نمودار دوگانه مؤلفه اول در برابر مؤلفه سوم ..... ۱۰۹
- تصویر ۵-۹ - دندوگرام نمونه‌های آب بر اساس یونهای سولفات، سدیم، کلر و بیکرنات ..... ۱۱۱
- تصویر ۵-۱۰ - نمودارهای شعاعی نمونه‌های آب ..... ۱۱۲
- تصویر ۵-۱۱ - نمودارهای استیف نمونه‌های آب ..... ۱۱۳
- تصویر ۵-۱۲ - نمایش نمونه‌های آب در نمودار گیبس ..... ۱۱۷
- تصویر ۵-۱۳ - نمایش غلظت کلسیم در برابر سولفات ..... ۱۲۰
- تصویر ۵-۱۴ - نمایش غلظت کلسیم در برابر گوگرد کل ..... ۱۲۱
- تصویر ۵-۱۵ - نمایش غلظت سولفات در برابر گوگرد کل ..... ۱۲۱
- تصویر ۵-۱۶ - نمونه دستی از ژئوس‌های آلوده به گوگرد. برداشت شده از مجاور یک چشمه نفتی ..... ۱۲۳
- تصویر ۵-۱۷ - نمودار غلظت گوگرد کل (بر حسب میلی‌مولار) نسبت به Eh ..... ۱۲۳
- تصویر ۵-۱۸ - نمودار ترکیبی کلسیم و منیزیم در برابر بیکرنات و سولفات ..... ۱۲۴
- تصویر ۵-۱۹ - نمودار ترکیبی Na/Cl در مقابل EC ..... ۱۲۴

- تصویر ۵-۲۰ - نمودار نسبت وزنی Na/Cl در مقابل EC..... ۱۲۵
- تصویر ۵-۲۱ - هیستوگرام غلظت فسفات در آبهای سطحی منطقه مورد مطالعه..... ۱۲۷
- تصویر ۵-۲۲ - تغییرات فسفات در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۲۷
- تصویر ۵-۲۳ - تغییرات فسفر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۲۸
- تصویر ۵-۲۴ - هیستوگرام غلظت نیترات در آبهای سطحی منطقه مورد مطالعه..... ۱۲۸
- تصویر ۵-۲۵ - تغییرات نیترات در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۲۹
- تصویر ۵-۲۶ - غلظت گونه‌های مختلف شیمیایی در آبهای سطحی منطقه مورد مطالعه..... ۱۳۰
- تصویر ۵-۲۷ - هیستوگرام مقادیر اکسیژن‌خواهی زیست‌شناختی در آبهای سطحی منطقه  
مورد مطالعه..... ۱۳۲
- تصویر ۵-۲۸ - تغییرات اکسیژن‌خواهی زیست‌شناختی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۳۳
- تصویر ۵-۲۹ - نمایی از آبراهه ورودی از منطقه سی‌برنج و لکه‌های نفتی موجود بر سطح  
آب..... ۱۳۴
- تصویر ۵-۳۰ - تغییرات غلظت آهن در نمونه‌های آب..... ۱۳۵
- تصویر ۵-۳۱ - پایداری گونه‌های مختلف آهن در شرایط مختلف Eh و pH..... ۱۳۶
- تصویر ۵-۳۲ - تغییرات غلظت منگنز در نمونه‌های آب..... ۱۳۶
- تصویر ۵-۳۳ - تغییرات غلظت روی در نمونه‌های آب..... ۱۳۷
- تصویر ۵-۳۴ - تعیین منشاء ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای با استفاده از نسبت آروماتیک‌های  
سنگین به سبک..... ۱۳۸
- تصویر ۵-۳۵ - موقعیت نمونه‌های آب منطقه بر روی نمودار اصلاح شده ویلکوکس..... ۱۴۰
- تصویر ۵-۳۶ - تغییرات آلومینیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۶
- تصویر ۵-۳۷ - تغییرات آهن در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۷
- تصویر ۵-۳۸ - تغییرات منگنز در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۷
- تصویر ۵-۳۹ - تغییرات مس در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۸
- تصویر ۵-۴۰ - تغییرات سرب در ایستگاه‌های نمونه‌بردا..... ۱۴۸
- تصویر ۵-۴۱ - تغییرات روی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۹
- تصویر ۵-۴۲ - تغییرات کروم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۴۹
- تصویر ۵-۴۳ - تغییرات کبالت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۵۰
- تصویر ۵-۴۴ - تغییرات نیکل در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۵۰
- تصویر ۵-۴۵ - تغییرات وانادیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۵۱
- تصویر ۵-۴۶ - تغییرات کادمیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری..... ۱۵۱

- تصویر ۵-۴۷ - تغییرات گوگرد در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۱
- تصویر ۵-۴۸ - تغییرات فسفر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۲
- تصویر ۵-۴۹ - ضریب غنی‌شدگی کبالت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۶
- تصویر ۵-۵۰ - ضریب غنی‌شدگی کروم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۶
- تصویر ۵-۵۱ - ضریب غنی‌شدگی مس در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۷
- تصویر ۵-۵۲ - ضریب غنی‌شدگی آهن در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۷
- تصویر ۵-۵۳ - ضریب غنی‌شدگی نیکل در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۸
- تصویر ۵-۵۴ - ضریب غنی‌شدگی فسفر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۸
- تصویر ۵-۵۵ - ضریب غنی‌شدگی گوگرد در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۹
- تصویر ۵-۵۶ - ضریب غنی‌شدگی وانادیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۵۹
- تصویر ۵-۵۷ - ضریب غنی‌شدگی روی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۶۰
- تصویر ۵-۵۸ - غنی‌شدگی آرسنیک در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۶۰
- تصویر ۵-۵۹ - ضریب غنی‌شدگی مولیبدن در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۶۱
- تصویر ۵-۶۰ - ضریب غنی‌شدگی سرب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۶۱
- تصویر ۵-۶۱ - ضریب غنی‌شدگی استرانسیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ..... ۱۶۲
- تصویر ۵-۶۲ - توزیع آهن در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ..... ۱۶۵
- تصویر ۵-۶۳ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع آهن در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۶۶
- تصویر ۵-۶۴ - نمودار اثر متقابل برای توزیع آهن در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۶۷
- تصویر ۵-۶۵ - توزیع نیکل در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ..... ۱۶۸
- تصویر ۵-۶۶ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع نیکل در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۶۹
- تصویر ۵-۶۷ - نمودار اثر متقابل برای توزیع نیکل در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۰
- تصویر ۵-۶۸ - توزیع مس در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ..... ۱۷۱
- تصویر ۵-۶۹ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع مس در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۲
- تصویر ۵-۷۰ - نمودار اثر متقابل برای توزیع مس در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۳
- تصویر ۵-۷۱ - توزیع کروم در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ..... ۱۷۴
- تصویر ۵-۷۲ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع کروم در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۵
- تصویر ۵-۷۳ - نمودار اثر متقابل برای توزیع کروم در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۶
- تصویر ۵-۷۴ - توزیع کبالت در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ..... ۱۷۷
- تصویر ۵-۷۵ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع کبالت در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۸
- تصویر ۵-۷۶ - نمودار اثر متقابل برای توزیع کبالت در فازهای زمین‌شیمیایی ..... ۱۷۹

تصویر ۵-۷۷ - توزیع کادمیم در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه	۱۸۰
تصویر ۵-۷۸ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع کادمیم در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۱
تصویر ۵-۷۹ - نمودار اثر متقابل برای توزیع کادمیم در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۲
تصویر ۵-۸۰ - توزیع سرب در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه	۱۸۲
تصویر ۵-۸۱ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع سرب در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۳
تصویر ۵-۸۲ - نمودار اثر متقابل برای توزیع سرب در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۴
تصویر ۵-۸۳ - توزیع روی در فازهای مختلف نمونه‌های رسوب مورد مطالعه	۱۸۵
تصویر ۵-۸۴ - نمودار جعبه‌ای برای توزیع سرب در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۶
تصویر ۵-۸۵ - نمودار اثر متقابل برای توزیع روی در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۷
تصویر ۵-۸۶ - میانگین درصد فلزات در فازهای زمین‌شیمیایی	۱۸۸
تصویر ۵-۸۷ - تغییرات TOC، RC و S1 در ایستگاه‌های نمونه‌برداری	۱۹۴
تصویر ۵-۸۸ - تغییرات TPH و S1+S2 در ایستگاه‌های نمونه‌برداری	۱۹۵