

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم
بخش زمین شناسی
پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش
زیست محیطی

بررسی پراکندگی و منشأ آرسنیک در آب‌های زیرزمینی دشت راین و
اثرات بالقوه زیست محیطی آن

مؤلف :

مهری نظری

استاد راهنما :

دکتر احمد عباس نژاد

بهمن ماه ۱۳۹۰



این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش زمین شناسی

دانشکده علوم

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: مهری نظری

استاد راهنما: آقای دکتر احمد عباس نژاد

داور ۱: آقای دکتر رضا درخشانی

داور ۲: آقای دکتر غلامرضا کمالی

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده: خانم دکتر منصوری

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به:

تقدیم به پدر فداکار و مادر صبورم:

آنانکه وجودم برایشان همه درد بود و وجودشان برایم همه مهر. توانشان رفت تا به توانایی برسم، سپید موی گشتند تا سپید روی بمانم. آنانکه فروغ نگاهشان و گرمی کلامشان و روشنی دلهایشان سرمایه‌ی جاودانگی زندگی من است. راستی قامت در شکستگی قامتشان تجلی یافت. در برابر وجود گرامیشان زانوی ادب می‌نهم و با دلی مملوء از عشق و محبت و خضوع بر دستانشان بوسه می‌زنم.

تقدیم به برادران عزیزم:

ستون‌های استوار زندگی ام، آنانکه قدم‌هایم به اتکای همراهیشان استحکام یافت.

تقدیم به خواهرمهربانم:

او که محبت بی‌دریغش همراه همیشگی من است.

تشکر و قدردانی :

الهی سپاس تورااست که با سرانگشت پرودگاریت درهای علم را بر ما گشودی.

ابتدا سپاس ویژه من، نثار استاد عزیز و گرانقدرم، **جناب آقای دکتر احمد عباس نژاد** که مرا از دانش و بینش خود، بهره مند ساختند و محبت بی دریغ و علم وسیعشان، چراغ امید را در دلم، همواره روشن ساخت و مرا بر طلب علم، تشویق نمود.

سپاس از استادان محترم، جناب آقای دکتر کمالی و جناب آقای دکتر درخشانی که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند.

و از دوستان و تمامی بزرگوارانی که در این مسیر مرا یاری کردند، تقدیر و تشکر می کنم؛ چرا که برای هر رسیدنی مسیری است و پیمودن هر مسیر را هزاران دریچه ناامیدی و صدها بن بست است که جز با همدلی و همدردی دوستان، امکان پیمودن آنها به آسانی میسر نیست.

چکیده:

دشت راین با وسعتی حدود ۱۹۲۹ کیلومتر مربع بخشی از حوزه آبریز کویر لوت محسوب می‌گردد که درحاشیه جنوب غربی کویر لوت و دامنه شرقی کوه هزار و به فاصله حدود ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی کرمان واقع شده است. این منطقه از نظر جغرافیایی در محدوده ۱۳'، ۵۷° تا ۵۴'، ۵۷° طول شرقی و ۲۳'، ۲۹° تا ۵۲'، ۲۹° عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود ۲۶۰۰ متر می‌باشد. با توجه به قرارگیری منطقه در مجاورت کمر بند آتشفشانی ارومیه - دختر و نقش فوران‌ها و سنگ‌های آتشفشانی و فعالیت‌های هیدروترمال در تمرکز آرسنیک و اهمیت این عنصر در محیط زیست، مطالعه بر روی آرسنیک در آب‌های زیرزمینی دشت انجام گرفت. در این مطالعه به منظور ارزیابی پراکندگی و منشأ آرسنیک، از ۲۹ منبع آب زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه) نمونه‌برداری شد و غلظت As، کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی (HCO_3^- ، SO_4^- ، Cl^- ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، K^+ ، Na^+)، فلوراید، نترات و پارامترهای EC، TDS، قلیائیت و سختی کل در نمونه‌های آب تعیین گردید. بر اساس این داده‌ها، نقشه‌های هم‌غلظت و نمودارهای همبستگی ترسیم شدند و سپس با روش‌های آزمون مؤلفه اصلی (PCA) و آنالیز خوشه‌ای (CA) مورد تجزیه و تحلیل‌های آماری قرار گرفتند. تغییرات غلظت آرسنیک در منطقه بین ۰/۱ ppb تا ۲۴۸/۴ ppb با میانگین ۲۱/۶ ppb می‌باشد. براساس تجزیه و تحلیل آماری، آرسنیک در منطقه با pH همبستگی مثبت نشان می‌دهد. دو عامل اصلی تزریق آب‌های هیدروترمال به سفره آب زیرزمینی و واجدبی از اکسید و هیدرواکسیدهای آهن به عنوان عوامل افزایش غلظت آرسنیک شناخته شدند.

واژگان کلیدی: آرسنیک، آب زیرزمینی، دشت راین، کمر بند آتشفشانی ارومیه - دختر

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲-۱۲	فصل اول: کلیات.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- موقعیت جغرافیایی دشت راین.....
۶	۳-۱- راه‌های ارتباطی.....
۸	۴-۱- اهداف پژوهش.....
۹	۵-۱- مراحل پژوهش.....
۹	۶-۱- مطالعات پیشین.....
۱۳-۴۱	فصل دوم: آرسنیک.....
۱۴	۱-۲- ویژگی فیزیکی و شیمیایی آرسنیک.....
۱۵	۲-۲- دیاگرام Eh-pH.....
۱۷	۳-۲- کاربرد آرسنیک.....
۱۸	۴-۲- تجزیه آرسنیک.....
۱۸	۱-۴-۲- تجزیه میدانی.....
۱۹	۲-۴-۲- تجزیه آزمایشگاهی.....
۲۰	۵-۲- منابع ورود آرسنیک به محیط زیست.....
۲۰	۱-۵-۲- منابع انسان زاد.....
۲۲	۲-۵-۲- منابع طبیعی.....
۲۳	۱-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در کانی‌ها.....
۲۵	۲-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در خاک‌ها.....
۲۷	۳-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در سنگ‌ها و رسوبات.....
۲۹	۴-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در دریاچه‌ها.....
۲۹	۵-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در دریاها.....
۳۰	۶-۲-۵-۲- فراوانی آرسنیک در هوا.....
۳۰	۷-۲-۵-۲- منابع ژئوترمال.....
۳۱	۶-۲- آرسنیک و معدن.....

۳۲	۷-۲- آرسنیک در آب زیرزمینی.....
۳۲	۱-۷-۲- منابع آلودگی آرسنیک در آب زیرزمینی.....
۳۵	۲-۷-۲- جذب آرسنیک در رسوبات آبخوان.....
۳۶	۸-۲- حد مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی.....
۳۷	۹-۲- روش‌های حذف آرسنیک.....
۳۷	۱-۹-۲- زاج سفید(انعقاد آلوم).....
۳۷	۲-۹-۲- اسمز معکوس.....
۳۸	۳-۹-۲- آلومینای فعال.....
۳۸	۴-۹-۲- نانو ذرات آهن صفر.....
۳۹	۵-۹-۲- گرانول‌های هیدرواکسید آهن فریک.....
۴۰	۶-۹-۲- تبادل یونی.....
۴۰	۷-۹-۲- جذب زیستی.....
۴۰	۸-۱۰-۲- تصفیه با آهک.....
۴۲-۷۹	فصل سوم: محیط طبیعی
۴۳	۳- محیط طبیعی منطقه.....
۴۳	۱-۳- توپوگرافی.....
۴۴	۲-۳- زمین شناسی دشت راین.....
۴۴	۱-۲-۳- جایگاه زمین شناسی منطقه در تقسیم بندی ایلات رسوبی و تکتونیکی ایران.....
۴۵	۲-۲-۳- چینه شناسی.....
۴۷	۱-۲-۳-۳- مزوزوئیک.....
۴۷	۱-۱-۲-۳-۳- ژوراسیک.....
۴۸	۲-۱-۲-۳-۳- کرتاسه.....
۴۹	۲-۲-۳-۳- سنوزوئیک.....
۴۹	۱-۲-۲-۲-۳- ائوسن.....
۴۹	۱-۲-۲-۲-۲-۳- سازند رازک.....
۵۰	۲-۱-۲-۲-۲-۳- مجموعه آتشفشانی هزار.....
۵۱	۳-۲-۲-۳-۳- اولیگوسن.....
۵۱	۳-۲-۲-۳-۳- نئوژن.....

- ۵۱ کواترنری ۳-۲-۲-۳
- ۵۲ رسوبات آبرفتی قدیمی ۱-۳-۲-۲-۳
- ۵۲ رسوبات آبرفتی جدید ۲-۳-۲-۲-۳
- ۵۲ رسوبات آبرفتی بستر آبراه‌های ۳-۳-۲-۲-۳
- ۵۵ جایگاه مورفوتکتونیک منطقه ۳-۳
- ۵۵ گسل گودر-گزک ۱-۳-۳
- ۵۵ گسل راین ۲-۳-۳
- ۵۶ گسل گلباف (گوک) ۳-۳-۳
- ۵۷ چین‌ها ۴-۳
- ۵۷ ژئومورفولوژی ۵-۳
- ۵۸ کوهستان ۱-۵-۳
- ۵۸ دشت ۲-۵-۳
- ۵۸ پرتگاه گسلی ۳-۵-۳
- ۵۸ اینسلیبرگ ۴-۵-۳
- ۵۹ پدیمت ۵-۵-۳
- ۵۹ باهادا ۶-۵-۳
- ۵۹ کفه‌رسی ۷-۵-۳
- ۵۹ مخروطه افکنه ۸-۵-۳
- ۶۰ خاک شناسی ۶-۳
- ۶۲ پوشش گیاهی ۷-۳
- ۶۳ حیات وحش ۸-۳
- ۶۳ آب و هوا ۹-۳
- ۶۴ بارندگی ۱-۹-۳
- ۶۸ دما ۲-۹-۳
- ۷۰ رطوبت هوا ۳-۹-۳
- ۷۲ تبخیر ۴-۹-۳
- ۷۴ ایام یخبندان ۵-۹-۳
- ۷۴ باد ۶-۹-۳

۷۶	..... ۷-۹-۳- اقلیم منطقه
۷۸	..... ۱۰-۳- آب‌های سطحی
۷۸	..... ۱-۱۰-۳- رودخانه تهرود
۷۸	..... ۲-۱۰-۳- رودخانه راین
۷۹	..... ۳-۱۰-۳- رودخانه کوه هزار
۷۹	..... ۴-۱۰-۳- رودخانه ظهروود
۸۰-۹۳	فصل چهارم: محیط انسانی
۸۱	..... ۱-۴- انسان و محیط زیست
۸۱	..... ۲-۴- جغرافیای انسانی
۸۱	..... ۱-۲-۴- بخش راین
۸۳	..... ۲-۲-۴- شهر راین
۸۳	..... ۳-۲-۴- دهستان حسین آباد گروه
۸۵	..... ۴-۲-۴- دهستان راین
۸۸	..... ۳-۴- کاربری اراضی
۸۸	..... ۱-۳-۴- مرتعداری
۸۸	..... ۲-۳-۴- کشاورزی
۸۹	..... ۳-۳-۴- جنگلداری
۸۹	..... ۴-۳-۴- اراضی حفاظت شده
۸۹	..... ۴-۳-۴- اراضی زراعی
۸۵	..... ۵-۳-۴- اراضی بایر
۹۰	..... ۷-۳-۴- منابع آب
۹۰	..... ۸-۳-۴- آبی‌پروری
۹۰	..... ۹-۳-۴- اراضی شهری و ساخته شده
۹۰	..... ۱۰-۳-۴- گردشگری
۹۱	..... ۶-۴- سیستم فاضلاب شهری
۹۱	..... ۷-۴- صنایع و معادن
۹۲	..... ۱-۷-۴- معدن سنگ مرمر سبز گدار سیاه راین
۹۲	..... ۲-۷-۴- معدن سنگ مرمر قلعه حسنعلی

۹۲	..... معدن مرمر صورتی
۹۴-۱۰۸	..... فصل پنجم: آب زیرزمینی
۹۵	..... آب زیرزمینی
۹۶	..... ۱-۵- ویرگیهای هیدروژئولوژیکی آبخوان آبرفتی دشت راین
۹۷	..... ۱-۱-۵- بخش شمالی
۹۸	..... ۲-۱-۵- بخش جنوبی
۹۹	..... ۲-۵- مشخصات هیدرودینامیکی سفره آب زیرزمینی
۹۹	..... ۳-۵- نقشه‌های تراز و عمق آب زیرزمینی
۱۰۱	..... ۴-۵- وضعیت بهره برداری از آب زیرزمینی
۱۰۱	..... ۵-۵- مصرف آب زیرزمینی
۱۰۳	..... ۶-۵- بیلان آب زیرزمینی
۱۰۳	..... ۱-۶-۵- پارامترهای تغذیه
۱۰۵	..... ۲-۶-۵- پارامترهای تخلیه
۱۰۷	..... ۷-۵- اثر سازندهای زمین شناسی بر منابع آب
۱۰۹-۱۷۲	..... فصل ششم: هیدروژئوشیمی
۱۱۰	..... ۶- هیدروژئوشیمی
۱۱۲	..... ۱-۶- نمونه برداری
۱۱۳	..... ۱-۱-۶- آنالیز نمونه‌ها
۱۱۵	..... ۲-۱-۶- کنترل کیفیت نتایج بدست آمده
۱۱۵	..... ۱-۲-۱-۶- حساسیت یا حد آشکارسازی
۱۱۵	..... ۲-۲-۱-۶- دقت
۱۱۹	..... ۳-۲-۱-۶- صحت
۱۲۰	..... ۲-۶- بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی آب
۱۲۴	..... ۱-۲-۶- دما
۱۲۶	..... ۲-۲-۶- pH
۱۲۷	..... ۳-۲-۶- سختی کل
۱۲۹	..... ۴-۲-۶- هدایت الکتریکی
۱۳۰	..... ۵-۲-۶- کل مواد جامد محلول

۱۳۱	..... ۶-۲-۶ کلرید
۱۳۳	..... ۷-۲-۶ سدیم
۱۳۵	..... ۸-۲-۶ پتاسیم
۱۳۶	..... ۹-۲-۶ کلسیم
۱۳۸	..... ۱۰-۲-۶ منیزیم
۱۳۹	..... ۱۱-۲-۶ سولفات
۱۴۱	..... ۱۲-۲-۶ بی کربنات
۱۴۲	..... ۱۳-۲-۶ قلیائیت
۱۴۳	..... ۱۴-۲-۶ نیترات
۱۴۶	..... ۱۵-۲-۶ فلوراید
۱۴۹	..... ۱۶-۲-۶ سرب
۱۵۱	..... ۱۷-۲-۶ سلیوم
۱۵۳	..... ۱۸-۲-۶ آرسنیک
۱۵۳	..... ۳-۶ تجزیه و تحلیل کیفیت آب از نظر هیدروژنولوژی
۱۵۳	..... ۱-۴-۶ دیاگرام پایپر
۱۵۳	..... ۲-۴-۶ دیاگرام استیف
۱۵۶	..... ۵-۶ طبقه بندی آب از نظر نوع مصرف
۱۵۶	..... ۱-۵-۶ کیفیت آب برای شرب
۱۵۶	..... ۱-۱-۵-۶ دیاگرام شولر
۱۵۷	..... ۲-۵-۶ کیفیت آب برای آبیاری (کشاورزی)
۱۶۱	..... ۱-۲-۵-۶ درصد سدیم
۱۶۳	..... ۲-۲-۵-۶ نسبت جذب سدیم
۱۶۵	..... ۳-۲-۵-۶ دیاگرام ویلکوکس
۱۶۵	..... ۳-۵-۶ کیفیت آب برای صنعت
۱۶۹	..... ۶-۶ نمودارهای پراکنش
۱۷۳-۲۰۱	..... فصل هفتم: آرسنیک در آب‌های زیرزمینی منطقه
۱۷۴	..... ۱-۷ مقدمه
۱۷۶	..... ۲-۷ پراکنندگی آرسنیک در محدوده مورد مطالعه

۱۸۰	۳-۷- تحلیل آماری
۱۸۰	۳-۷-۱- توزیع آرسنیک
۱۸۱	۳-۷-۲- ضریب همبستگی و نمودار پراکنش
۱۸۵	۳-۷-۳- آنالیز مؤلفه اصلی
۱۸۹	۳-۷-۴- آنالیز خوشه‌ای
۱۹۱	۳-۷-۴- اثرات بالقوه زیست‌محیطی آرسنیک
۱۹۲	۳-۷-۴-۱- سمیت آرسنیک
۱۹۳	۳-۷-۴-۲- راه‌های مواجهه و ورود آرسنیک
۱۹۴	۳-۷-۴-۳- مواجهه انسان با آرسنیک
۱۹۴	۳-۷-۴-۱- مواجهه شغلی
۱۹۴	۳-۷-۴-۲- مواجهه غیرشغلی
۱۹۴	۳-۷-۴-۵- اثرات آرسنیک بر گیاهان و میکروارگانیسم‌ها و حیوانات
۱۹۵	۳-۷-۴-۶- اثرات آرسنیک بر سلامتی انسان
۱۹۶	۳-۷-۴-۱- مسمومیت حاد
۱۹۶	۳-۷-۴-۲- مسمومیت مزمن
۱۹۷	۳-۷-۴-۷- سرطان زایی آرسنیک
۲۰۲-۲۰۴	فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادها
۲۰۳	نتیجه گیری
۲۰۴	پیشنهادها
۲۰۵-۲۱۶	منابع
۲۰۶	منابع فارسی
۲۱۳	منابع انگلیسی
۲۱۶	منابع الکترونیکی

فصل اول:

کلیات

آب الفبای آبادانی و سرچشمه حیات است. آب زیرزمینی یکی از مهمترین منابع تأمین آب شیرین مورد نیاز انسان می‌باشد و بعد از یخچال‌ها و یخ پهنه‌ها بزرگترین منبع آب شیرین دنیاست. درحالی که تنها ۰/۰۶ درصد از کل آب‌های موجود در روی زمین می‌باشد، ولی این حجم کوچک، بیش از ۹۰ درصد آب شیرین دنیا را تشکیل می‌دهد (شهریاری، ۱۳۸۶). امروزه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، برای مصارفی چون کشاورزی، صنعت و شرب، توسعه زیادی پیدا کرده است. در مناطق خشک و دور از رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین، غالباً تنها راه تأمین آب برای مصارف مختلف استفاده از منابع آب زیرزمینی است. حتی درنقاطی که آب‌های سطحی به قدر کافی موجود باشد؛ ممکن است آب‌های زیرزمینی ترجیح داده شود (صداقت، ۱۳۸۶). در حال حاضر در جهان، حدود ۶۰ درصد آب آشامیدنی، ۱۵ درصد مصارف خانگی و ۲۰ درصد آب آبیاری از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود (عسکری و همکاران، ۱۳۸۹). در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک جهان مثل ایران، اصلی‌ترین منابع آب، ذخایر آب زیرزمینی می‌باشد. به طوری که منابع آب زیرزمینی در ایران حدود ۷۷/۸ درصد مصارف شرب، صنعت و کشاورزی را تأمین می‌کند (فاتحی مرج و همکاران، ۱۳۹۰).

در سال‌های اخیر رشد فعالیت کشاورزی، صنعتی شدن و شهرنشینی باعث افزایش چشم‌گیر تقاضا برای آب شیرین و کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک در بسیاری از قسمت‌های جهان شده است (Raju et al., 2011). تباهی و نابود سازی آب‌های شیرین، رفته رفته به مشکل و معضل بزرگی تبدیل شده و احتمال بروز کشمکش‌های درون مرزی و ستیزهای برون مرزی را فراهم آورده است. مسئله آب به ویژه در کشورهای خاورمیانه که از منابع آب کافی محرومند، از اهمیت خاصی برخوردار است. اگرچه آب منبع قابل تجدید و تأمین است ولی ظرفیت آب‌های مناسب زمین محدود و در برابر فعالیت‌های روزمره آدمی بسیار آسیب‌پذیر است و میزان مصرف آب در سطح جهانی از دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی پیوسته روبه فزونی نهاده است (عباس جعفری، ۱۳۸۷). افزایش روز افزون جمعیت و بالا رفتن استانداردهای زندگی در بسیاری از کشورها موجب نیاز روزافزون به آب برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و خانگی شده است. آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مهمترین منابع تأمین‌کننده آب با چالش‌های متفاوتی مانند افت سطح آب زیرزمینی، کاهش نرخ بارندگی و آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبرو است (شمعانیان و همکاران، ۱۳۸۴).

آب از اصلی ترین عوامل محدودیت پایدار در دستیابی به توسعه پایدار است به خصوص در مواردی که علاوه بر محدودیت های کمی، منابع آبی از نظر کیفی نیز در معرض تهدید جدی قرار داشته باشد (دینی و همکاران، ۱۳۸۵). از این رو توجه خاص درباره پایش کمی و کیفی این چنین منابعی می تواند نقش اساسی در توسعه پایدار در آینده نزدیک ایفا نماید. آلودگی منابع آب یکی از دغدغه های اصلی در راه توسعه پایدار می باشد. پایش کمی و کیفی این منابع نقش اساسی در توسعه پایدار در آینده نزدیک ایفا می نماید (و ثوق، ۱۳۸۹).

آرسنیک یکی از آلاینده های مهم منابع آب زیرزمینی می باشد که از طریق هوازدگی سنگ ها، استفاده از کودهای شیمیایی، آفت کش ها، فاضلاب صنایع، فعالیت های معدن کاری و غیره به درون آب راه می یابد و اثرات سوئی بر سلامت انسان می گذارد. آلودگی آب زیرزمینی به آرسنیک به یکی از معضلات زیست محیطی در بسیاری از کشورها به ویژه در بنگلادش، هند، چین، شیلی، آرژانتین و غیره تبدیل شده است. در ایران هنوز مطالعات گسترده ای در این زمینه صورت نگرفته است اما با ادامه پایش منابع آب در کشور، هر ساله بر تعداد روستاهای شناسائی شده ی آلوده به آرسنیک افزوده می گردد. از آنجا که تنها منبع آب مورد نیاز مردم در بسیاری از مناطق ایران به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشکی همچون استان کرمان از سفره های آب زیرزمینی تأمین می گردد بنابراین بررسی سفره های آب زیرزمینی آن از لحاظ آلودگی به آرسنیک مهم می نماید.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی دشت راین

محدوده مطالعاتی راین با کد ۴۶۲۱ با وسعتی حدود ۱۹۲۹ کیلومتر مربع بخشی از حوزه آبریز کویر لوت از حوضه های ۳۰ گانه کشور و جزء حوزه آبریز فلات مرکزی از حوضه های ۶ گانه اصلی کشور محسوب می گردد که در حاشیه جنوب غربی کویر لوت و دامنه شرقی کوه هزار و به فاصله حدود ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی کرمان واقع شده است (شکل ۱-۱).

این محدوده از نظر جغرافیایی در مختصات ۱۳° - ۵۷° تا ۵۴° - ۵۷° طول شرقی و ۲۳° - ۲۹° تا ۵۲° - ۲۹° عرض شمالی قرار دارد (شهریاری، ۱۳۸۶).

از نظر تقسیمات اداری- سیاسی کشور، گستره محدوده مطالعاتی در بخش راین شهرستان کرمان از استان کرمان واقع و کانون های شهری آن منحصر به راین می باشد (آب منطقه ای کرمان، ۱۳۸۲). دشت های مجاور محدوده عبارتند از: در شمال کرمان - باغین، در غرب قریه العرب، در شرق گلباف (گوک)، در جنوب شرق کشیت و در جنوب ساردوئیه.

حدود ۴۴ درصد از وسعت محدوده مطالعاتی را آبرفت و بقیه را نواحی کوهستانی و کوهپایه- ای تشکیل می‌دهند. بلندترین نقطه محدوده مطالعاتی، کوه هزار به ارتفاع ۴۴۵۶ متر از سطح دریا است که در جنوب غرب منطقه واقع شده و پست‌ترین نقطه دشت به ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریا در نقطه خروجی در جنوب شرق دشت می‌باشد. ارتفاع متوسط محدوده مطالعاتی نیز حدود ۲۶۰۰ متر بوده که حدود ۳۴ درصد از مساحت کل محدوده را تشکیل می‌دهد و حاکی از مرتفع بودن دشت می‌باشد (شهریاری، ۱۳۸۶).

کشیدگی حوضه دارای امتداد تقریبی جنوب شرقی- شمال غربی بوده و دشت آبرفتی نیز در همین جهت کشیدگی پیدا نموده است. این دشت توسط کوهستان‌هایی متشکل از سنگ‌های آذرین، آهکی، ماسه سنگی و سایر سنگ‌های رسوبی احاطه شده و سطح آن به وسیله آبرفت‌هایی که از تخریب این کوه‌ها حاصل شده و توسط سیلاب‌ها حمل و ته نشین شده‌اند پوشیده است. کوه عسکرو با ارتفاع ۲۹۰۰ متر در شمال و کوه هزار با رخساره آذرین با ارتفاع حدود ۴۴۰۰ در جنوب، قله مرتفع منطقه را تشکیل می‌دهند. رشته کوه‌های کم ارتفاع و باریکی از نهشته‌های نئوژن در امتداد کشیدگی حوضه، از آبرفت سربرآورده و دشت را به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌کنند. شهر راین بر روی این ارتفاعات بنا شده است.

شیب دشت حدود ۳ در هزار به طرف جنوب شرقی می‌باشد. آبخوان دشت از نوع آزاد است. ضخامت لایه آبدار در منطقه راین حدود ۱۵۰ متر و عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی بین ۱۵ تا ۸۰ متر متغیر است (شکل ۱-۲).

جریان‌های سطحی دشت به صورت فصلی و آبراهه‌های کوچک و بزرگ عموماً در شمال و غرب دشت به وجود آمده‌اند. زهکش اصلی محدوده مطالعاتی راین، رودخانه موقتی راین یکی از زیر شاخه‌های رودخانه تهرود می‌باشد. رودخانه تهرود پس از عبور از دشت بم نهایتاً به دشت لوت می‌ریزد (آب منطقه ای کرمان، ۱۳۸۲).

شکل (۱-۱): موقعیت دشت راین در میان حوضه‌های ۶ گانه، ۳۰ گانه (الف) و دشت‌های استان کرمان (ب)

شکل (۲-۱): موقعیت محدوده مورد مطالعه در تصویر ماهواره‌ای

۳-۱- راه‌های ارتباطی

شهر راین در فاصله ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرق شهر کرمان و در مسیر جاده کرمان به بم قرار دارد. دستیابی به محدوده مورد مطالعه از جمله شهر راین از طریق جاده آسفالتی است که در میانه راه اصلی کرمان به بم از آن منشعب شده و به سمت غرب ادامه می‌یابد. محورهای مهم ارتباطی این شهر به شرح ذیل است:

✓ محور راین- سه راهی راین که به شهرهای بم (سمت شرق) و کرمان (سمت غرب) ملحق می‌گردد.

✓ محور راین به ساردوئیه و جیرفت

شکل (۳-۱): راه‌های ارتباطی به راین (نقشه ۱:۲،۵۰۰،۰۰۰ راه‌های ایران، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۸۸)

۴-۱- اهداف پژوهش

شبه فلز آرسنیک یکی از سمی‌ترین و خطرناک‌ترین عناصر شناخته شده در آب آشامیدنی می‌باشد. حوادث آلودگی آرسنیک در آب زیرزمینی و بیماری ناشی از آن به طور گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان از جمله بنگلادش، هند، چین، ویتنام، آرژانتین، شیلی، مکزیک و غیره گزارش شده است. حضور آرسنیک غیرآلی در سفره‌های آب زیرزمینی در اغلب موارد منشأ زمین شناسی دارد. نظریه خواص سمی و سرطان‌زایی آرسنیک و انواع عوارض ناشی از مصرف طولانی مدت آب آلوده به آرسنیک در انسان (برای مثال سرطان پوست، ریه، مثانه، بیماری‌های پوستی و عروقی، قانقاریا، دیابت و غیره) بررسی و توجه به مشکلات حاصل آرسنیک مهم می‌نماید.

استان کرمان براساس نقشه پراکندگی آرسنیک در اطلس زمین‌شناسی پزشکی ایران که توسط سازمان زمین‌شناسی در سال ۱۳۸۸ تهیه گردیده به دلیل قرارگیری در مجاورت کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر نسبت به سایر استان‌های کشور از نظر آلودگی آب زیرزمینی به آرسنیک از ریسک بالاتری برخوردار است (شکل ۴-۱). با توجه به مجاورت محدوده مورد مطالعه با کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر و نقش قابل توجه فوران آتشفشانی و سنگ‌های آتشفشانی و سیستم‌های هیدروترمال مربوطه در تمرکز آرسنیک در سفره‌های آب زیرزمینی انتظار می‌رود غلظت آرسنیک در این دشت بالاتر از حد مجاز (۱۰ میکروگرم بر لیتر) باشد.

شکل (۴-۱): پراکندگی آرسنیک در ایران (سازمان زمین شناسی، ۱۳۸۸)

از آنجا که منابع آب زیرزمینی در دشت راین تنها منبع تأمین آب برای مصارف خانگی، آبیاری و صنعتی محسوب می‌گردد از این رو مطالعه آب زیرزمینی در این محدوده اهمیت دارد.

در این مطالعه سعی می‌شود که پراکندگی و منشأ آرسنیک در آب‌های زیرزمینی دشت راین مورد بررسی قرار گرفته و به اثرات بالقوه زیست‌محیطی آن و ارائه راهکار در جهت حذف آن پرداخته شود.

۱-۵- مراحل پژوهش

روش تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- ✓ انجام مطالعات زمینه‌ای و جمع‌آوری اطلاعات مختلف شامل اطلاعات زمین‌شناسی، توپوگرافی، هواشناسی، هیدروژئولوژی، خاک‌شناسی، موقعیت معادن، کاربری اراضی و غیره؛
- ✓ شناسایی مناطق نمونه برداری و تهیه نقشه نمونه برداری؛
- ✓ نمونه برداری؛
- ✓ تجزیه شیمیایی نمونه‌ها (شامل فلزات سنگین آرسنیک، سرب و سلنیوم) توسط آزمایشگاه مرکز بین‌المللی علوم، تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی ماهان و آزمایشگاه آب و فاضلاب روستایی (شامل کاتیون و آنیون‌های اصلی)؛
- ✓ تجزیه و تحلیل آماری نتایج و ترسیم نقشه هم‌غلظت و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای Arc GIS، SPSS، Exel، Photoshap، AqQA؛
- ✓ مشخص نمودن منشأ آرسنیک و بررسی اثرات زیست‌محیطی آرسنیک در دشت؛
- ✓ ارائه راهکار مناسب در جهت حذف آرسنیک در مناطق با ناهنجاری بالا؛
- ✓ نگارش پایان‌نامه در هشت فصل شامل کلیات، آرسنیک، محیط طبیعی منطقه، محیط انسانی منطقه، آب زیرزمینی، هیدروژئوشیمی، آرسنیک در آب زیرزمینی منطقه و نتایج و پیشنهادات؛

۱-۶- مطالعات پیشین

محدوده مورد مطالعه به دلیل قرارگرفتن در ارتفاعات و برخورداری از بارندگی قابل توجه نسبت به سایر حوضه‌های همجوار از پتانسیل آبی بیشتری برخوردار بوده و از نظر کمی نسبت به حوضه‌های دیگر استان مشکلات کمتری داشته و از این رو کمتر مورد توجه قرار گرفته است. اولین مطالعات زمین‌شناسی، مطالعاتی است که توسط زمین‌شناسان یوگسلاو در سال ۱۹۷۳ انجام و تحت عنوان گزارش زمین‌شناسی ناحیه کرمان منتشر شد. در طی این مطالعات، ۲۳ برگ نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از ناحیه کرمان تهیه شد که منطقه مورد مطالعه در نقشه

راین به شماره ۷۴۴۹ که توسط Dimitrijevice و همکاران (۱۹۷۳) تهیه شده، قرار دارد (ملکی، ۱۳۸۳).

مهمترین مطالعات صورت گرفته در منطقه عبارتند از:

✓ سبزه‌ای (۱۳۶۳)، با بررسی‌هایی که در مورد کراترهای منطقه قلعه حسنعلی راین انجام داده است، آنها را نوعی مآر می‌داند که در اثر انفجارات فراتوماگماتیک حاصل شده اند و تشکیل سنگ‌های اولترافیک را شبیه سنگ‌های کافت‌های کنونی شرق آفریقا می‌داند.

✓ رجائیان (۱۳۷۴)، سنگ‌های غنی از پلاژیوکلاز منطقه‌ی بیدوی - دوکستان راین را مطالعه کرده و معتقد است که مجموعه سنگ‌های گابرو و آنورتوزیتی، بازالت‌ها و آندزیت‌ها و مواد آذر آواری همگی محصولات مختلف یک فوران هستند که ماگمای مادر آنها از نوع ماگماهای بازالتی غنی از اکسید آلومینیوم هستند.

✓ مدرسی (۱۳۶۷)، چشمه‌های معدنی آهک ساز قلعه حسنعلی راین را مورد مطالعه قرار داده و آنها را از نوع چشمه‌های بی‌کربنات‌های سرد که از اعماق زمین سرچشمه گرفته و حاوی لیتیم و بور هستند معرفی می‌کند.

✓ پایان نامه کارشناسی ارشد فاطمه شیشه بر از دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۷۲ پتروگرافی، ژئوشیمی و پترولوژی سنگ‌های لامپروئیتی قلعه حسنعلی راین مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، خاستگاه کراترهای قلعه حسنعلی راین مورد مطالعه قرار گرفته است و وقوع فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس و ایران در طول مزوزوئیک و نئوژن و همچنین نقش سه گسل کلمرد، کوهبنان و نایبند که در محدوده کراترها به هم رسیده‌اند را دلیل ماگماتیسیم لامپروئیتی منطقه می‌داند.

✓ گزارش مطالعات کمی و کیفی منابع آب دشت راین توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان که در سال ۱۳۸۲ ارائه گردیده است. در این گزارش در قالب سه جلد به مطالعه هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی دشت راین پرداخته شده است.

✓ پایان‌نامه کارشناسی ارشد لیلا ملکی از دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۸۳ به پترولوژی و آتشفشان‌شناسی مجموعه هزار در جنوب غرب راین پرداخته شده است. براساس مطالعات صورت گرفته، تنوع سنگ‌شناسی مجموعه هزار، شامل سنگ‌های آتشفشانی گدازه و نهشته‌های آذرآواری) و سنگ‌های رسوبی است.