

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی مازندران

دانشکده علوم زمین

گروه آب‌شناسی و زمین‌شناسی زیست‌محیطی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی

عنوان

بررسی شیمی آب و ژئوشیمی رسوبات بستر رودخانه کاکارضا، استان
لرستان

سیده مریم حیات الغیب

استاد راهنما

دکتر افشین قشلاقی

استاد مشاور

دکتر هادی جعفری

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم بر.....

محضر امام زمان (عج)

و در و مادرز حمتش و مهربانم

که بود نشان تاج افتخاری است بر سرم و نشان دلیلی است بر بودنم

مشکر و قدردانی:

سر تعظیم بر آستان استادان بزرگواری فرومی آورم که سخاوتمندانه چراغ راهنمایی و هدایت فرا روی این جانب داشتند تا توانستم به یاری خداوند بزرگ از این خان دشوار زندگی تحصیلی خود نیز بگذرم و قدم در راهی بگذارم که هرگامش خدمتی به ملت و کشورم باشد.

بی گمان برای اینجانب آسان نیست که بتوانم آن گونه که سزاوار نگاه استادان فرزانه ام باشد سخنی بر زبان آورم و مراتب سپاسگزاریم را بیان کنم. بر خود لازم می دانم از راهنمایی های ارزنده استاد اندیشمندی همچون دکتر افشین قشلاقی به عنوان استاد راهنما، که در تمامی بخش های این پایان نامه اینجانب ریااری نمودند، کمال مشکر و قدردانی را بنمایم. همچنین از جناب آقای دکتر مهدی جعفری که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند، سپاسگزاری می کنم. از طرف دیگر ستایش بی حد و شمارم را تقدیم می کنم به تک تک اعضای خانواده ام. بخصوص برادران عزیزم احسان، محسن و علی و خواهرم مانی که علی رغم مشکلات فراوان، همیشه همراه و تکیه گاه من بودند.

از عوامل و کارکنان شرکت سهامی آب منطقه ای لرستان، مهندس امید سیفی مدیر عامل محترم شرکت آب منطقه ای لرستان، مهندس زید علی، مهندس ابراهیمی و سرکار خانم برمه زیار که در این راه مریاری کردند و نیز به جهت حمایت مالی پروژه کمال مشکر و قدردانی را دارم.

از تمامی اساتید و کارمندان محترم دانشکده، دکتر کرمی، دکتر فرقانی، دکتر دهر آژما، دکتر قاسمی، دکتر صادقان، دکتر طاهری، دکتر حافظی مقدس، دکتر کاظمی و سرکار خانم مهندس فارسی، مهندس میرباقری و جناب آقای مهندس خانعلی زاده تقدیر و تشکر می نمایم. از دوستان مهربانم خانم با، شاکری، عبدالمی، آتش سودا، دستان، اهنری، حسینی، خراسانی، کاظمی، آذپیکان، غیورانه کمال مشکر و قدردانی را دارم. همچنین از همکاران و همراهان دوستان دوران تحصیل خانم حیدرپور، خانم کاظمی و به ویژه دوست عزیز و همسنگیم خانم رستمی تقدیر و تشکر می نمایم.

چکیده:

رودخانه کاکارضا یکی از رودخانه‌های مهم استان لرستان است، که در حوضه آبخیز چغلوئندی جریان دارد. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی کیفیت هیدروشیمیایی آب و ژئوشیمی رسوبات بستر رودخانه و بررسی شدت آلودگی آنها است. برای این منظور ۱۵ نمونه آب و ۱۵ نمونه رسوب در طول رودخانه برداشت گردید. جهت بررسی کیفیت آب رودخانه غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی، نیترات و فلزات سنگین اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت فلزات سنگین و برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی (میزان ماده آلی، بافت و pH) در نمونه‌های رسوب با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از بررسی‌های کیفی نمونه‌های آب نشان می‌دهد که کیفیت آب بیشتر تحت تأثیر واحدهای سنگی (به ویژه سازندهای آهکی) است. غلظت یون‌های اصلی در طول رودخانه تقریباً روند کاهشی نشان می‌دهد که علت آن رقیق‌شدگی آب رودخانه به علت افزایش دبی در طول رودخانه است. تیپ آب رودخانه بی‌کربناته کلسیک و pH آن قلیایی بدست آمد که در رده آب‌های سخت قرار می‌گیرد. فرآیندهای مانند انحلال، تبادل یونی و ورودی‌های انسان‌زاد موجب تغییرات غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها و نهایتاً تغییر کیفیت آب رودخانه شده‌اند. همچنین با محاسبه شاخص اشباع‌شدگی مشخص شد که نمونه‌های آب نسبت به کانیهای کلسیت، دولومیت و آراگونیت در حالت نزدیک اشباع و نسبت به ژیپس، هالیت و انیدریت حالت تحت اشباع دارند. آب رودخانه همچنین از نظر شرب بر اساس نمودار شولر در رده خوب و از نظر مصارف کشاورزی بر اساس نمودار ویلکاکس کمی شور و مناسب برای آبیاری است. از نظر غلظت فلزات سنگین آب رودخانه کاکارضا آلودگی نشان نمی‌دهد و غلظت هر یک از فلزات پایین‌تر از مقادیر مجاز توصیه شده به وسیله WHO است. در مورد نمونه‌های رسوب نتایج حاصل از دانه‌سنجی نشان داد که رسوبات رودخانه دارای چهار بافت گراول ماسه‌ای، ماسه گراولی، گراول، ماسه‌ای گلی و گراول است. دامنه تغییرات ماده آلی در نمونه‌های رسوب کم می‌باشد (۰/۶ - ۱/۱۸ درصد)، همچنین pH نمونه‌ها به علت آهکی بودن سازندهای اطراف رودخانه در رده قلیایی قرار می‌گیرد. نتایج اندازه‌گیری‌های ژئوشیمیایی بر روی نمونه‌های رسوب نیز نشان داد که مس و نیکل در برخی نقاط و کادمیم در تمامی نقاط نمونه‌برداری دارای غلظتی بالاتر از میانگین جهانی رسوبات غیرآلوده هستند، در حالی که سرب، آهن، کروم، روی و آرسنیک پایین‌تر از آن می‌باشند. محاسبه میانگین ضریب غنی‌شدگی نیز مشخص ساخت که رسوبات نسبت به کروم بدون غنی‌شدگی، نسبت به نیکل بدون غنی‌شدگی تا غنی‌شدگی اندک، نسبت به مس بدون غنی‌شدگی تا غنی‌شدگی اندک، نسبت به روی غنی‌شدگی اندک، کادمیم غنی‌شدگی متوسط تا نسبتاً شدید، نسبت به سرب بدون غنی‌شدگی تا غنی‌شدگی اندک و نسبت به آرسنیک غنی‌شدگی متوسط تا نسبتاً شدید است. با محاسبه ضریب زمین‌انباشت نیز معلوم گردید که فلزات کروم، آهن، نیکل، مس، سرب و آرسنیک در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رده غیر آلوده قرار می‌گیرند و کادمیم در ایستگاه شماره ۲ در رده غیر آلوده، در ایستگاه شماره ۴ در رده کمی آلوده و در سایر ایستگاه‌ها در رده غیر آلوده تا کمی آلوده قرار می‌گیرد. براساس نتایج حاصل از تحلیل آماری چند متغیره نیز می‌توان چنین استنباط کرد که فلزات آهن، نیکل، روی و کروم دارای منشاء عمدتاً زمین‌زاد بوده و فلزات سرب، کادمیم و آرسنیک به احتمال زیاد دارای منشاء انسان‌زاد هستند.

کلمات کلیدی: رودخانه کاکارضا، آلودگی، رسوب، آب، لرستان

لیست مقالات استخراج شده از پایان نامه

- ارزیابی کیفیت آب رودخانه کاکارضا به منظور امکان استفاده از آن برای مصارف شرب و کشاورزی، دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده فنی شهید مفتح همدان وابسته به دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تیر ۹۲.

- غلظت و روند تغییرات فلزات سنگین (نیکل، کادمیم، سرب و آرسنیک) در آب رودخانه کاکارضا (استان لرستان)، هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست، دانشگاه مشهد، آبان ۹۲.

- ارزیابی آلودگی و منشاء فلزات سنگین (آهن، مس، سرب و روی) در رسوبات رودخانه کاکارضا (استان لرستان)، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین‌المللی و تخصصی علوم زمین، دانشگاه رشت، بهمن ۹۲.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- بیان مسئله
۳	۳-۱- اهداف تحقیق
۴	۴-۱- ضرورت انجام تحقیق
۵	۵-۱- روش انجام تحقیق
۵	۶-۱- خصوصیات منطقه مورد مطالعه و مشخصات حوضه آبرگیر
۷	۸-۱- شرایط آب و هوایی منطقه
۸	۹-۱- پوشش گیاهی منطقه
۸	۱۰-۱- ساختار پایان نامه

فصل دوم: زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۱۰	۱-۲- مقدمه
۱۰	۲-۲- چینه شناسی عمومی منطقه
۱۱	۱-۲-۲- سنگهای آتشفشانی ژوراسیک
۱۱	۲-۲-۲- آهک رودیست دار و اوریتولین دار کرتاسه زیرین
۱۱	۳-۲-۲- آهک مارنی آبی رنگ کرتاسه بالایی
۱۳	۴-۲-۲- شیل، ماسه سنگ و کنگلومرای سازند امیران
۱۳	۵-۲-۲- آهک مارنی ائوسن
۱۳	۶-۲-۲- آهک توده ای سفید رنگ سازند آسماری
۱۳	۷-۲-۲- آهک مرجانی
۱۴	۸-۲-۲- مارن، ماسه سنگ و آهک
۱۴	۹-۲-۲- کنگلومرای بختیاری
۱۴	۱۰-۲-۲- کنگلومرای سخت نشده
۱۵	۱۱-۲-۲- آبرفت های جوان

- ۳-۲- ژئومورفولوژی منطقه ۱۵
- ۳-۲-۱- تیپ کوهستان ۱۵
- ۳-۲-۲- تیپ تپه و ماهور ۱۶

فصل سوم: مروری بر مطالعات پیشین

- ۳-۱- مقدمه ۱۸
- ۳-۲- منابع آلوده‌کننده رودخانه‌ها ۱۹
- ۳-۲-۱- منابع طبیعی آلودگی رودخانه‌ها ۱۹
- ۳-۲-۱-۱- آب باران ۱۹
- ۳-۲-۱-۲- واکنش با سنگ و خاک ۲۰
- ۳-۲-۲- منابع انسان‌زاد آلودگی رودخانه‌ها ۲۳
- ۳-۲-۲-۱- فعالیت‌های صنعتی ۲۳
- ۳-۲-۲-۲- فاضلاب‌های شهری و روستایی ۲۴
- ۳-۲-۲-۳- فعالیت‌های کشاورزی ۲۶
- ۳-۳- مطالعات انجام شده در منطقه ۲۷

فصل چهارم: مواد و روش‌ها

- ۴-۱- مقدمه ۳۰
- ۴-۲- نمونه‌برداری ۳۰
- ۴-۲-۱- نمونه‌برداری از آب رودخانه ۳۳
- ۴-۲-۲- نمونه‌برداری از رسوب رودخانه ۳۳
- ۴-۳- اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تعیین غلظت فلزات در نمونه‌های رسوب ۳۴
- ۴-۳-۱- آزمون دانه‌بندی ۳۴
- ۴-۳-۲- اندازه‌گیری pH نمونه‌های رسوب ۳۴
- ۴-۳-۳- اندازه‌گیری درصد ماده آلی نمونه‌های رسوب ۳۵
- ۴-۳-۴- تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب ۳۶
- ۴-۴- تعیین غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی و فلزات سنگین در نمونه‌های آب ۳۶
- ۴-۵- اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب ۳۷
- ۴-۵-۱- اندازه‌گیری pH و EC نمونه‌های آب ۳۷

- ۳۷-۶-۴- ارزیابی شدت آلودگی در رسوبات
- ۳۷-۶-۴-۱- ضریب غنی‌شدگی (Enrichment Factor)
- ۳۸-۶-۴-۲- ضریب زمین‌انباشت (Geoaccumulation Index)
- ۳۹-۷-۴- تحلیل‌ها و روش‌های آماری
- ۳۹-۷-۴-۱- ضریب همبستگی (Correlation Coefficient)
- ۴۰-۷-۴-۲- روش تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis)
- ۴۰-۷-۴-۳- روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی (Principle Component Analysis)

فصل پنجم: ارزیابی کیفیت و آلودگی آب رودخانه کاکارضا

- ۴۲-۱-۵- مقدمه
- ۴۲-۲-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب و روند تغییرات آنها در طول رودخانه
- ۴۲-۲-۵-۱- pH نمونه‌های آب
- ۴۴-۲-۵-۲- هدایت الکتریکی (EC) و جامدات حل شده (TDS)
- ۴۵-۲-۵-۳- سختی کل (TH)
- ۴۷-۳-۵- غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی در آب رودخانه و روند تغییرات آنها در طول رودخانه
- ۴۷-۳-۵-۱- سدیم (Na^+)
- ۴۸-۳-۵-۲- کلسیم (Ca^{2+})
- ۴۹-۳-۵-۳- منیزیم (Mg^{2+})
- ۴۹-۳-۵-۴- پتاسیم (K^+)
- ۵۰-۳-۵-۵- بی‌کربنات (HCO_3^-)
- ۵۱-۳-۵-۶- سولفات (SO_4^{2-})
- ۵۲-۳-۵-۷- کلر (Cl^-)
- ۵۳-۳-۵-۸- نترات (NO_3^-)
- ۵۴-۴-۵- تیپ و رخساره هیدروشیمیایی نمونه‌های آب رودخانه کاکارضا
- ۵۷-۵-۵- فرآیندهای کنترل‌کننده ترکیب شیمیایی آب رودخانه
- ۵۷-۵-۵-۱- بررسی شاخص اشباع‌شدگی نمونه‌های آب نسبت به کانیهای اصلی
- ۵۹-۵-۵-۲- نمودار گیبس
- ۶۰-۵-۵-۳- نسبت‌های یونی

- ۶۰ $\frac{Cl^{-}}{Na^{2+}}$ نسبت ۱-۳-۵-۵
- ۶۳ $\frac{SO_4^{2-}}{Ca^{2+}}$ نسبت ۲-۳-۵-۵
- ۶۴ $\frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + SO_4^{2-}}$ نسبت ۳-۳-۵-۵
- ۶۵ ۶-۵- رده‌بندی کیفی نمونه‌های آب برای مصارف شرب
- ۶۶ ۷-۵- رده‌بندی کیفی نمونه‌های آب برای مصارف کشاورزی
- ۶۷ ۱-۷-۵- درصد سدیم
- ۶۸ ۲-۷-۵- نمودار ویلکاکس
- ۶۹ ۳-۷-۵- کربنات سدیم باقی‌مانده (RSC)
- ۷۰ ۸-۵- تغییرات غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب رودخانه کاکارضا
- ۷۱ ۱-۸-۵- کادمیم
- ۷۳ ۲-۸-۵- نیکل
- ۷۳ ۳-۸-۵- آرسنیک
- ۷۵ ۴-۸-۵- مس
- ۷۷ ۵-۸-۵- سرب
- ۷۹ ۶-۸-۵- روی
- ۷۹ ۷-۸-۵- کروم
- ۸۲ ۹-۵- تعیین بار فلزی آب رودخانه

فصل ششم: ارزیابی کیفیت و آلودگی رسوبات بستر رودخانه کاکارضا

- ۸۶ ۱-۶- مقدمه
- ۸۶ ۲-۶- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رسوبات بستر رودخانه کاکارضا
- ۸۶ ۱-۲-۶- بافت نمونه‌های رسوب
- ۸۸ ۲-۲-۶- pH نمونه‌های رسوب
- ۸۸ ۳-۲-۶- میزان ماده آلی (OM) نمونه‌های رسوب
- ۸۹ ۳-۶- غلظت فلزات سنگین و تغییرات تمرکز آنها در نمونه‌های رسوب
- ۹۰ ۱-۳-۶- آرسنیک (As)

۹۲.....	۲-۳-۶- کادمیم (Cd)
۹۴.....	۳-۳-۶- سرب (Pb)
۹۵.....	۴-۳-۶- مس (Cu)
۹۷.....	۶-۳-۶- آهن (Fe)
۹۸.....	۷-۳-۶- کروم (Cr)
۹۹.....	۸-۳-۶- روی (Zn)
۱۰۱.....	۹-۳-۶- نیکل (Ni)
۱۰۳.....	۴-۶- ارزیابی آلودگی رسوبات با استفاده از شاخص‌های ژئوشیمیایی
۱۰۳.....	۱-۴-۶- ضریب غنی‌شدگی (Enrichment Factor)
۱۰۵.....	۲-۴-۶- ضریب زمین‌انباشت (Geoaccumulation Index)
۱۰۶.....	۵-۶- تحلیل‌های آماری داده‌ها
۱۰۷.....	۱-۵-۶- تحلیل همبستگی داده‌ها
۱۰۸.....	۲-۵-۶- تحلیل خوشه‌ای (Clustral Analysis) داده‌ها
۱۰۹.....	۳-۵-۶- روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱۱۴.....	۱-۶- مقدمه
۱۱۵.....	۲-۶- ارزیابی کیفیت و آلودگی آب رودخانه کاکارضا
۱۱۷.....	۴-۶- کیفیت و آلودگی رسوبات بستر رودخانه کاکارضا
۱۲۰.....	۴-۶- پیشنهادها
۱۲۱.....	منابع

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه ۶
- شکل (۲-۱): حوضه آبرگیر محدوده مورد مطالعه ۷
- شکل (۱-۲): نقشه زمین‌شناسی حوضه چغلوندی ۱۲
- شکل (۱-۴): موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۳۲
- شکل (۲-۴): نمای از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه ۳۳
- شکل (۳-۴) طبقه‌بندی بافت رسوب بر اساس مثلث فولک (۱۹۵۴) ۳۵
- شکل (۱-۵): روند تغییرات pH آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۴
- شکل (۲-۵) الف، ب و ج): روند تغییرات EC، TDS و ارتباط بین آنها در آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۵
- شکل (۳-۵): روند تغییرات سختی کل نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۶
- شکل (۴-۵): روند تغییرات غلظت سدیم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۷
- شکل (۵-۵): روند تغییرات غلظت کلسیم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۸
- شکل (۶-۵): روند تغییرات غلظت یون منیزیم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۴۹
- شکل (۷-۵): روند تغییرات غلظت پتاسیم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۵۰
- شکل (۸-۵): روند تغییرات بی‌کربنات در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۵۱
- شکل (۹-۵): روند تغییرات سولفات در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۵۲
- شکل (۱۰-۵): روند تغییرات کلر در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۵۳
- شکل (۱۱-۵): روند تغییرات غلظت نترات در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۵۳
- شکل (۱۲-۵): نمودار پایپر و موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی آن ۵۵
- شکل (۱۳-۵): نمودار استیف نمونه‌های آب در طول رودخانه ۵۶
- شکل (۱۴-۵) الف، ب): شاخص اشباع‌شدگی برای نمونه‌های آب نسبت به کانیهای اصلی ۵۹
- شکل (۱۵-۵): نمودار گیبس (Gibbs, 1970) و موقعیت نمونه‌های آب مورد مطالعه بر روی آن ۶۰
- شکل (۱۶-۵): نسبت کلر به سدیم در ارتباط با انحلال‌هالیت ۶۱
- شکل (۱۷-۵): نمودار تغییرات غلظت کلر در مقابل غلظت سدیم برای نمونه‌های آب مورد مطالعه ۶۲
- شکل (۱۸-۵): نمودار شاخص کلرو - آلکالین برای نمونه‌های مورد مطالعه ۶۳
- شکل (۱۹-۵): نسبت سولفات به کلسیم در ارتباط با انحلال ژپس ۶۳
- شکل (۲۰-۵): نمودار تغییرات غلظت (SO_4^{2-}) در مقابل غلظت (Ca^{2+}) برای نمونه‌های مورد مطالعه ۶۴

- شکل (۵-۲۱): نمودار تغییرات غلظت (Ca^{2+}) در مقابل غلظت ($Ca^{2+} + SO_4^{2-}$) برای نمونه‌های مورد مطالعه ۶۵
- شکل (۵-۲۲): نمودار شولر برای نمونه‌های آب مورد مطالعه ۶۶
- شکل (۵-۲۳): نمودار ویلکاکس و قرارگیری نمونه‌های آب مورد مطالعه بر روی آن ۷۰
- شکل (۵-۲۴): روند تغییرات غلظت کادمیم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۷۲
- شکل (۵-۲۵): روند تغییرات غلظت نیکل در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۷۴
- شکل (۵-۲۶): روند تغییرات غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۷۵
- شکل (۵-۲۷): روند تغییرات غلظت مس در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۷۶
- شکل (۵-۲۸): روند تغییرات غلظت سرب در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۷۸
- شکل (۵-۲۹): روند تغییرات غلظت روی در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۸۰
- شکل (۵-۳۰): روند تغییرات غلظت کروم در نمونه‌های آب در طول رودخانه کاکارضا ۸۲
- شکل (۵-۳۱): نمودار فیکلین (Ficklin) و موقعیت نقاط نمونه‌برداری روی آن ۸۳
- شکل (۶-۱): بافت نمونه‌های رسوب مورد مطالعه بر اساس طبقه‌بندی فولک (۱۹۵۴) ۸۷
- شکل (۶-۲): تغییرات pH نمونه‌های رسوب در طول رودخانه کاکارضا ۸۸
- شکل (۶-۳): تغییرات درصد مواد آلی در نمونه‌های رسوب رودخانه کاکارضا ۸۹
- شکل (۶-۵): روند تغییرات غلظت آرسنیک در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۱
- شکل (۶-۶): روند تغییرات غلظت کادمیم در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۳
- شکل (۶-۷): روند تغییرات غلظت سرب در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۴
- شکل (۶-۸): روند تغییرات غلظت مس در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۶
- شکل (۶-۹): روند تغییرات غلظت آهن در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۷
- شکل (۶-۱۰): روند تغییرات غلظت کروم در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۹۹
- شکل (۶-۱۱): روند تغییرات غلظت روی در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۱۰۰
- شکل (۶-۱۲): روند تغییرات غلظت نیکل در رسوبات بستر رودخانه کاکارضا ۱۰۲
- شکل (۶-۱۳): میانگین ضریب غنی‌شدگی برای فلزات مورد مطالعه در رسوبات رودخانه کاکارضا ۱۰۵
- شکل (۶-۱۴): میانگین ضریب زمین‌انباشت برای فلزات مورد مطالعه در رسوبات رودخانه کاکارضا ۱۰۶
- شکل (۶-۱۵): نمودار شاخه درختی برای غلظت فلزات مورد مطالعه در رسوبات رودخانه کاکارضا ۱۰۹
- شکل (۶-۱۶): دو مؤلفه اصلی استخراج شده از ساختار اولیه داده‌ها با $Eigenvalue > 1$ ۱۱۱
- شکل (۶-۱۷): بارگذاری متغیرهای مربوط به غلظت فلزات بر روی نمودار دو بعدی ۱۱۲

فهرست جدول‌ها

- جدول (۴-۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری از آب و رسوب در طول رودخانه کاکارضا ۳۱
- جدول (۴-۲): حد آشکار سازی دستگاه ICP-MS آزمایشگاه زرآما برای فلزات مورد بررسی ۳۶
- جدول (۴-۳): حد آشکار سازی دستگاه AAS آزمایشگاه زاگرس آبناس فارس برای فلزات مورد بررسی ۳۷
- جدول (۴-۴) رده بندی مقادیر ضریب غنی‌شدگی ۳۸
- جدول (۴-۴) رده‌بندی مولر بر مبنای ضریب زمین‌انباشت در تعیین آلودگی رسوبات ۳۹
- جدول (۵-۱): غلظت و میزان برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب رودخانه کاکارضا ۴۳
- جدول (۵-۲): طبقه‌بندی کیفی آنها بر اساس سختی کل ۴۶
- جدول (۵-۳): غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها و تیپ و رخساره نمونه‌های آب رودخانه کاکارضا ۵۵
- جدول (۵-۴): شاخص‌های ارزیابی کیفی آب آبیاری و مقادیر آنها برای نمونه‌های آب موجود مطالعه ۶۷
- جدول (۵-۵): رده‌بندی کیفی نمونه‌های آب براساس شاخص درصد سدیم ۶۸
- جدول (۵-۶): درصد نمونه‌های آب مورد مطالعه در رده‌های کیفی SAR ۶۹
- جدول (۵-۷): رده‌بندی کیفی نمونه‌های آب براساس کربنات سدیم باقی‌مانده (RSC) ۷۰
- جدول (۵-۸): غلظت برخی فلزات سنگین در نمونه‌های آب رودخانه کاکارضا ۷۱
- جدول (۶-۱): پارامترهای فیزیکوشیمیایی و رسوب‌شناسی در نمونه‌های رسوب ۸۷
- جدول (۶-۲): غلظت برخی فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب مورد مطالعه ۹۰
- جدول (۶-۳): ضریب غنی‌شدگی فلزات برای نمونه‌های رسوب رودخانه کاکارضا ۱۰۳
- جدول (۶-۴): ضرایب زمین‌انباشت فلزات برای نمونه‌های رسوبات رودخانه کاکارضا ۱۰۶
- جدول (۶-۵): همبستگی فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکوشیمیایی رسوبات ۱۰۷
- جدول (۶-۶): نتایج حاصل از روش تحلیل مؤلفه اصلی بر روی غلظت فلزات در نمونه‌های رسوب ۱۱۰
- جدول (۶-۷): دو مؤلفه اصلی استخراج شده از ساختار اولیه داده‌ها پس از چرخش بر روی Varimax ۱۱۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

رودخانه‌ها یکی از منابع اساسی تأمین‌کننده آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت به حساب می‌آیند، از این رو حفظ این منابع با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی یکی از وظایف مهم در حوضه محیط‌زیست است (جوادی و همکاران، ۱۳۸۵). از طرف دیگر رودخانه‌ها نقش مهمی در حمل فاضلاب‌های شهری، صنعتی و رواناب زمین‌های کشاورزی ایفا می‌کنند و بدین علت به راحتی تحت تأثیر آلودگی قرار می‌گیرند. تغییر کیفیت آب رودخانه یکی از عواملی می‌باشد که به طور مستقیم بر سلامت انسان‌ها و زندگی آنها تأثیر می‌گذارد، بنابراین ضروری است که اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های کیفی آب رودخانه‌ها، کنترل آلودگی و مدیریت منابع آنها جمع‌آوری شود (Fan et al., 2010). آلودگی آب و رسوب رودخانه‌ها دارای دو منشاء زمین‌زاد و انسان‌زاد است. از جمله منابع زمین‌زاد و طبیعی می‌توان به فرسایش و هوازدگی سنگها و ورودی‌های جوی اشاره نمود. منابع انسان‌زاد نیز شامل منابعی چون کشاورزی، صنعت و معدن‌کاری است، که به دو شکل نقطه‌ای (مانند پساب‌های صنعتی) و غیر نقطه‌ای (مانند رواناب‌های ناشی از مناطق شهری و زمین‌های کشاورزی) وارد آب رودخانه‌ها می‌شوند (Li et al., 2009).

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی، فلزات سنگین (Heavy metal) می‌باشند. این فلزات ممکن است توسط عوامل طبیعی و یا انسان‌زاد وارد اکوسیستم رودخانه‌ها شوند. بخشی از این فلزات به صورت محلول در آب باقی مانده ولی بخش مهمی از آنها در داخل رسوبات ته‌نشین می‌شوند که در مراحل بعد ممکن است از سطح رسوبات واجذب شده و مجدداً وارد محیط آب شوند. در اثر استفاده از این آب‌ها برای مصارف کشاورزی و آشامیدن این فلزات به زنجیره غذایی راه می‌یابند (Suthar et al., 2009).

رودخانه کاکارضا یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان لرستان در حوضه آبرگیر چغلوندی است که از آن برای تأمین آب آشامیدنی، صنایع و آبیاری زمین‌های کشاورزی منطقه استفاده می‌شود. این مطالعه با

هدف بررسی و ارزیابی ویژگی‌های کیفی و میزان آلودگی آب و رسوب این رودخانه صورت گرفته است.

۱-۲- بیان مسئله

حفظ و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور به حساب می‌آید. اغلب برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس پتانسیل بالقوه منابع آب سطحی و زیرزمینی آن کشور است. بدیهی است که جهت آگاهی از کیفیت منابع آب باید اندازه‌گیری‌ها و پایش‌های زیست‌محیطی انجام گیرد. رودخانه‌ها به عنوان مهم‌ترین منابع آب سطحی هستند و بدین علت کسب اطلاعات جامع در مورد ویژگی‌های کیفی آنها از لحاظ مدیریت و برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت است (جعفری سلیم، ۱۳۸۸).

رودخانه کاکارضا در استان لرستان در طول مسیر خود تحت تأثیر فاضلاب‌های شهری و روستایی و همچنین رواناب‌های کشاورزی اطراف خود قرار دارد. از آب این رودخانه بیشتر جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی و باغات اطراف استفاده می‌شود که مجدداً بخش زیادی از آب مصرفی در این بخش به صورت رواناب‌های کشاورزی وارد جریان آب رودخانه می‌شود، با توجه به استفاده فراوان کشاورزان از کودهای حیوانی و شیمیایی، سموم و آفت‌کش‌ها مقادیر زیادی از این مواد شیمیایی می‌تواند وارد آب رودخانه یا رسوب آن شود. از طرفی واحدهای زمین‌شناختی منطقه متنوع بوده که هر یک دارای ترکیب متفاوتی هستند و بدین ترتیب می‌توانند عناصر متفاوتی را وارد ترکیب آب و رسوبات رودخانه نمایند. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده در بالا و اهمیت این رودخانه در تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و آشامیدنی منطقه، بررسی کیفیت آب و رسوب رودخانه کاکارضا اهمیت زیادی دارد.

۱-۳- اهداف تحقیق

هدف کلی این تحقیق بررسی شیمی آب و ژئوشیمی رسوبات بستر رودخانه کاکارضا و همچنین ارزیابی میزان آلودگی این رودخانه می‌باشد، جهت دستیابی به این هدف، اهداف فرعی زیر نیز دنبال گردید:

- تعیین کیفیت آب رودخانه با استفاده از اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب و تحلیل داده‌های هیدروشیمیایی.
- تعیین نقش زمین‌شناسی منطقه و عوامل انسان‌زاد در آلودگی فلزی آب و رسوبات بستر رودخانه.
- تعیین روند تغییرات غلظت عناصر جزئی (فلزات سنگین) و تعیین شدت آلودگی شیمیایی ناشی از آنها در آب رودخانه کاکارضا.
- تعیین روند تغییرات غلظت فلزات سنگین در رسوبات بستر رودخانه و ارزیابی شدت آلودگی شیمیایی با استفاده از استانداردها و شاخص‌های زیست‌محیطی و ژئوشیمیایی.

۱-۴- ضرورت انجام تحقیق

رودخانه‌ها، منابع حیاتی آب شیرین جهت استفاده در امور کشاورزی، شرب و صنعت به شمار می‌روند. قرارگیری مناطق شهری و روستایی و همچنین مراکز صنعتی در اطراف رودخانه‌ها باعث ورود انواع آلاینده‌ها به آنها می‌شود و چنانچه ورود این آلودگی‌ها از ظرفیت خودپالایی رودخانه بیشتر باشد، در این صورت مشکلات زیست‌محیطی در آنها بروز خواهد کرد. از طرفی دیگر رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله و رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب شده‌اند (کریمیان و همکاران، ۱۳۸۶). امروزه با توجه به قوانین زیست‌محیطی و مسائلی که در ارتباط با آلودگی و کیفیت منابع آب به وجود آمده است لزوم توجه به کیفیت منابع آب به ویژه رودخانه‌ها اهمیت زیادی پیدا کرده است.

با توجه به اهمیت رودخانه کاکارضا در تأمین آب مصرفی زمین‌های کشاورزی اطراف خود و نیز به دلیل انتقال آب این رودخانه به شهر خرم‌آباد به منظور تأمین آب آشامیدنی و همچنین با توجه به اینکه تاکنون پژوهشی در جهت بررسی شرایط زیست‌محیطی رودخانه صورت نگرفته است، لذا ارزیابی کیفیت و میزان آلودگی آب و رسوب این رودخانه ضروری به نظر می‌رسید.

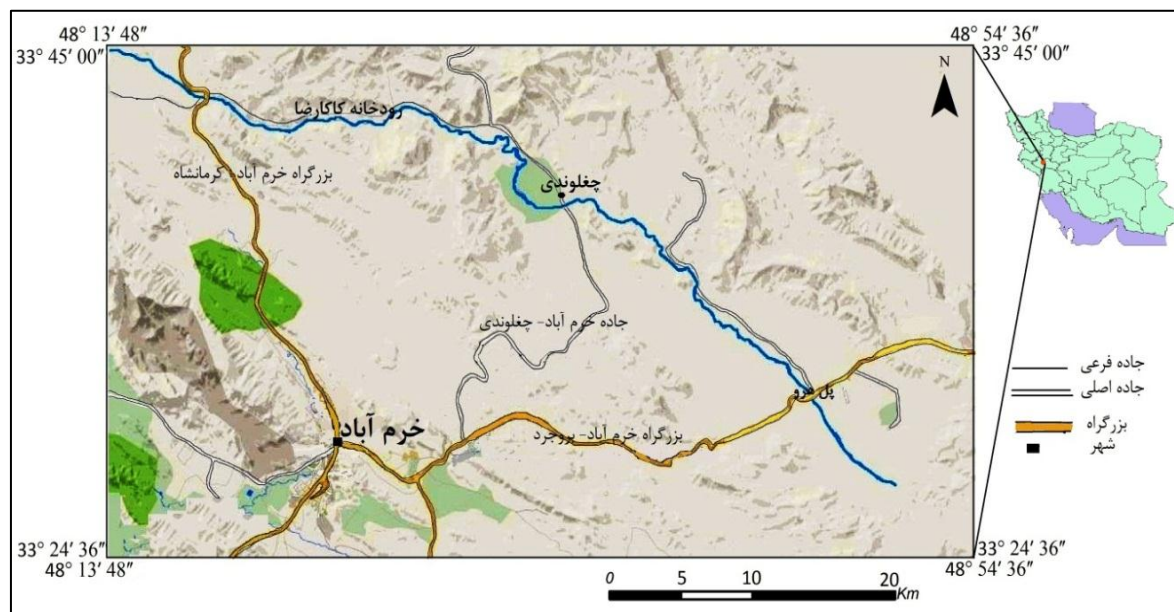
۱-۵- روش انجام تحقیق

جهت دستیابی به اهداف این تحقیق، در ابتدا مطالعات نسبتاً جامعی در زمینه آلودگی آب و رسوبات رودخانه‌ها و همچنین چگونگی حرکت و توزیع آلاینده‌ها در این محیط‌ها با استناد به منابع داخلی و خارجی مختلف صورت گرفت و همچنین کلیه اطلاعات مربوط به منطقه (شامل اطلاعات زمین‌شناسی، هواشناسی، هیدرولوژیکی...) از شرکت آب منطقه‌ای استان تهیه گردید. در مرحله بعد نقاط نمونه‌برداری آب و رسوب رودخانه با توجه به منابع آلاینده و کاربری اراضی، بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی موجود در ۱۵ مکان مختلف در طول رودخانه تعیین و از آنها نمونه‌برداری انجام گردید. آنالیزهای مختلف جهت اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تعیین غلظت فلزات سنگین بر روی نمونه‌های آب و رسوب رودخانه صورت گرفت و نتایج حاصل از این آنالیزها با استفاده از نرم‌افزارها، رسم نمودارها و اشکال مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت با محاسبه شاخص‌های زیست‌محیطی مختلف و مقایسه با استانداردهای بین‌المللی، میزان آلودگی آب و رسوبات رودخانه تعیین گردید.

۱-۶- خصوصیات منطقه مورد مطالعه و مشخصات حوضه آبرگیر

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین طول‌های ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۰۰ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. رودخانه‌ی کاکارضا در شمال شرق شهر خرم‌آباد جریان داشته و از دامنه کوه‌های ازگن و قارون در شرق خرم‌آباد سرچشمه می‌گیرد، و در مسیر خود با عبور از کنار جاده خرم‌آباد- چغلودی از داخل شهر چغلودی نیز عبور می‌کند و در نهایت به رودخانه کشکان می‌ریزد (شکل ۱-۱). طول رودخانه‌ی کاکارضا تقریباً ۸۵ کیلومتر است و مساحت تقریبی حوضه آبرگیر آن ۱۱۸۱ کیلومتر مربع است (شرکت مهندسی مشاور سامان آبراه، ۱۳۹۰). از مهم‌ترین منطقه شهری در این محدوده شهر چغلودی است، که از آب این رودخانه برای

تأمین آب کشاورزی این منطقه استفاده می‌شود (شرکت مهندسی مشاور سامان آبراه، ۱۳۹۰). محدوده مورد مطالعه در حوضه آبرگیر چغلوندی قرار گرفته است، که از نظر مطالعاتی با محدوده‌های الشتر، شیراوند و خرم‌آباد هم‌جوار است.



شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در گوشه‌ی شرقی حوضه آبرگیر کرخه واقع شده است. مساحت تقریبی حوضه آبرگیر چغلوندی ۱۱۸۱ کیلومتر مربع است که از این مقدار سهم دشت و ارتفاعات به ترتیب ۱۹۷/۴ و ۹۸۳/۶ کیلومتر مربع است. وسعت آبخوان این محدوده نیز ۱۶۹/۴ کیلومتر مربع برآورد شده است. حداکثر ارتفاع حوضه از سطح دریا حدوداً ۳۵۶۰ متر و حداقل ارتفاع نیز ۱۴۸۱ متر در خروجی دشت می‌باشد. دبی رودخانه کاکارضا در ایستگاه دهنو در دوره شاخص آماری ۴۰ ساله ۲/۷۷ مترمکعب بر ثانیه و در ایستگاه کاکارضا ۱۲ مترمکعب بر ثانیه محاسبه شده است (شکل ۱-۲).