

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
مهندسی علوم خاک - فیزیک و حفاظت خاک

بررسی برخی شاخص‌های کیفیت رسوب در رودخانه گرگانرود استان گلستان

پژوهش و نگارش:

کامران احمدی‌گلی

استاد راهنما:

دکتر فرشاد کیانی

اساتید مشاور:

دکتر مجتبی بارانی مطلق

دکتر اسماعیل دردی‌پور

تابستان ۱۳۹۲

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود؛ بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱- قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲- قبل از چاپ پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳- انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب کامران احمدی گلی دانشجوی رشته‌ی مهندسی علوم خاک- فیزیک و حفاظت خاک مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر مهربانم که نبض نفس‌های امروزم را بزرگی روحشان، نشیده و بودنم هدیه‌ی سبز آنهاست.

برادران عزیزم،

استاد ارجمندی عزیز دکتر فرشاد کیانی، دکتر سهیلا ابراهیمی، یونس خالدیان، صادقی

و

شهر قشنگ مهاباد

تقدیر و تشکر

سپاس خداوندیگنا که در تمام سختات زندگی یاریم نمود و یاد او است آرمش، بخش وجودم.

بر دستان پدر و مادر عزیز و مهربانم که پشتیبان همیشگی ام بوده اند بوسه میزنم.

از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر فرهاد کیانی به خاطر مساعدت های فراوانش کمال تشکر را دارم. از اساتید مشاور محترم جناب آقای دکتر تجوی بارانی مطلق و دکتر اسماعیل دودی پور به جهت تمام محبت ها سپاسگزارم. از اساتید محترم جناب آقای دکتر محمد نادی پهلونی، دکتر افشین سلطانی، دکتر محمدی نائینی و سرکار خانم ابراهیمی نهایت تشکر را دارم. از نماینده تحصیلات تکمیلی سرکار خانم دکتر سهیلا ابراهیمی که مدیریت جلسه دفاع اینجانب را بر عهده داشتند تشکر می کنم.

از کارشناسان گروه علوم خاک و علوم دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جناب آقای مهندس علاءالدین و جناب آقای مهندس عجمی و جناب آقای مهندس حسن پور تشکر می کنم. از کارکنان شرکت آب منطقه ای جناب آقای مهندس رسولی، مهندس کابلی، و سرکار خانم مهندس قلی زاده و اداره مرکز تحقیقات جناب آقای مهندس مفیدی به خاطر کمک ایشان تشکر می کنم. از استاد عزیز جناب آقای دکتر حبیب خداوردیلو، دکتر شهبازی و دکتر عبدالرحمان خضری کمال تشکر را دارم.

در پیمان از همه دوستان صمیمی که در طی این دوران همراه من بوده اند به ویژه آقایان مهندس خالدیان، معروفی نیا، بک محمدی، رحیمی، عبدالله زاده، جعفری هنر، عبادی، شهبازی، و خانم ها خانم مهندس صادقی، جعفری، ایمانیان، زبردی، آخا، یوسفی، رحیم زاده، نوروزی و سایر دوستان و بهکلاسی ما تشکر می نمایم و یاد و خاطره همکاری ما و همراهی های این عزیزان در دهنم خواهد ماند.

چکیده

با مطالعه شاخص‌های کیفیت رسوب، می‌توان به درک میزان آلودگی منابع آبی و نیز درک تعادلات شیمیایی بین آب و رسوب پی برد. این تحقیق به منظور بررسی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی رسوبات رودخانه گرگانرود استان گلستان به منظور بررسی کیفیت رسوب، غلظت، و میزان هدرروی صورت گرفت. به این منظور در طول رودخانه چهار سد (بوستان، گلستان، وشمگیر و خواجه نفس) انتخاب و از رسوبات ورودی و خروجی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری، به تعداد ۶۶ نمونه و تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش فاکتوریل طرح آشیانه‌ای در ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که میزان هدرروی مواد آلی در رسوبات ورودی از ۰/۸۹ تا ۱/۶۸ و در خروجی از ۱/۲۸ تا ۲ درصد متغیر است. میانگین هدرروی نیتروژن در رسوبات ورودی از ۰/۰۳۷ تا ۰/۰۸۶ و در رسوبات خروجی از ۰/۰۲۹ تا ۰/۰۶۹ درصد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی داری بین سدهای مهم در شاخص‌های هدایت الکتریکی و واکنش رسوب وجود دارد و مقدار آنها به ترتیب در ورودی‌ها ۱/۶۰ تا ۵/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر، ۷/۳۸ تا ۷/۷۵ و در خروجی‌ها از ۴/۳۵ تا ۷/۵۷ دسی‌زیمنس بر متر، ۷/۱ تا ۷/۶۷ برآورد گردید. مقدار فسفر ورودی از ۱۳/۳۷ تا ۴۲/۱۸ و در خروجی‌ها از ۲۱ تا ۲۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم تغییر یافت. میزان آهن ورودی از ۱۸۰۳ تا ۴۴۴۰ و در خروجی از ۲۵۹۳ تا ۵۰۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود نتایج مربوط به شاخص‌های فیزیکی خصوصیات رسوب در موقعیت‌های مختلف حوضه نشان داد که تفاوتی معنی‌داری بین این شاخص‌های جرم مخصوص حقیقی، سطح ویژه، توزیع اندازه ذرات وجود دارد. نتایج شاخص‌های کیفی رسوب نشان داد که رسوبات حوضه مورد تحقیق دارای غنی‌شدگی و تجمع کمی بوده و اکثر عناصر در مقایسه با مقیاس جهانی دارای آلودگی خیلی کمی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت رسوب، گرگانرود، سد، استان گلستان

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

- ۱-۱- فرسایش و رسوبزائی..... ۲
- ۲-۱- اهداف و فرضیات..... ۷

فصل دوم/ بررسی منابع

- ۱-۲- مطالعات انجام گرفته در داخل کشور..... ۱۰
- ۲-۲- مطالعات انجام گرفته در خارج کشور..... ۱۱

فصل سوم/ مواد و روش‌ها

- ۱-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه..... ۱۶
- ۲-۳- اقلیم منطقه مورد مطالعه..... ۱۷
- ۳-۳- توپوگرافی و فیزیوگرافی حوضه..... ۱۷
- ۴-۳- پوشش گیاهی و کاربری اراضی..... ۱۸
- ۵-۳- زمین‌شناسی و مواد مادری..... ۲۰
- ۶-۳- مطالعات اولیه..... ۲۱
- ۷-۳- روش و مراحل تهیه دقیق نقاط نمونه برداری..... ۲۱
- ۸-۳- مطالعات آزمایشگاهی..... ۲۲
- ۹-۳- آزمایش‌های فیزیکی..... ۲۲
- ۱۰-۳- آزمایش‌های شیمیایی..... ۲۲
- ۱۱-۳- آزمایش‌های بیولوژیکی..... ۲۴
- ۱۲-۳- تجزیه تحلیل آماری..... ۲۴
- ۱۳-۳- مطالعات سنجش مقدار رسوب..... ۲۴

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل چهارم: نتایج و بحث

۲۶	۱-۱-۴- نتایج آنالیز ورودی.....
۲۶	۱-۱-۱-۴- جرم مخصوص حقیقی.....
۲۶	۱-۱-۲-۴- توزیع اندازه ذرات رسوب.....
۲۷	۱-۱-۳-۴- درصد اشباع.....
۲۸	۱-۱-۴-۴- شکل ذرات رسوب.....
۳۱	۱-۱-۴-۱-۴- زاویه ذرات رسوب ورودی.....
۳۲	۱-۱-۴-۲-۴- طول قطر ذرات رسوب.....
۳۲	۱-۱-۴-۳-۴- سختی ذرات رسوب.....
۳۲	۱-۱-۴-۴-۴- گردی ذرات رسوب.....
۳۲	۱-۱-۴-۵-۴- کرویت ذرات رسوب.....
۳۵	۱-۱-۴-۵-۴- سطح ویژه رسوب.....
۳۷	۲-۲-۴- نتایج مربوط به تجزیه تحلیل خصوصیت فیزیکی رسوب خروجی از سدها.....
۳۷	۲-۲-۱-۴- جرم مخصوص حقیقی.....
۳۹	۲-۲-۲-۴- توزیع اندازه ذرات.....
۴۰	۲-۲-۳-۴- درصد اشباع رسوبات خروجی.....
۴۱	۲-۲-۴-۴- شکل ذرات رسوب به روش بینوکولر.....
۴۱	۲-۲-۴-۱-۴- زاویه ذرات رسوب.....
۴۲	۲-۲-۴-۲-۴- طول قطر.....
۴۳	۲-۲-۴-۳-۴- سختی ذرات رسوب.....
۴۳	۲-۲-۴-۴-۴- گردی ذرات رسوب.....
۴۴	۲-۲-۴-۵-۴- کرویت.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۶	۴-۲-۵- سطح ویژه رسوب
۵۰	۴-۳-۳- بررسی خصوصیات شیمیایی کیفیت رسوبات ورودی به سدهای مورد مطالعه
۵۰	۴-۳-۱- مواد آلی
۵۲	۴-۳-۲- کربنات کلسیم
۵۳	۴-۳-۳- کربن ناپایدار
۵۳	۴-۳-۴- نیتروژن
۵۵	۴-۳-۵- هدایت الکتریکی
۵۶	۴-۳-۶- واکنش رسوب
۵۷	۴-۳-۷- سدیم
۵۷	۴-۳-۸- کلسیم
۵۸	۴-۳-۹- پتاسیم
۵۸	۴-۳-۱۰- منیزیم
۶۰	۴-۳-۱۱- شاخص‌های اثرات سمیت فسفر
۶۳	۴-۳-۱۲- ظرفیت تبادل کاتیونی
۶۵	۴-۳-۱۳- آهن
۶۷	۴-۳-۱۴- روی
۷۰	۴-۳-۱۵- محاسبه هدرروی عناصر غذایی
۷۴	۴-۳-۱۶- نتایج مربوط به ضریب همبستگی ورودی
۷۹	۴-۳-۱۷- تنفس میکروبی
۸۰	۴-۴-۴- نتایج مربوط به آنالیز خروجی
۸۰	۴-۴-۱- مواد آلی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸۲	۴-۴-۲- کربنات کلسیم
۸۳	۴-۴-۳- کربن ناپایدار
۸۳	۴-۴-۴- نیتروژن
۸۶	۴-۴-۵- هدایت الکتریکی
۸۷	۴-۴-۶- واکنش رسوب
۸۸	۴-۴-۷- سدیم
۸۹	۴-۴-۸- کلسیم
۸۹	۴-۴-۹- پتاسیم
۹	۴-۴-۱۰- منیزیم
۹۱	۴-۴-۱۱- فسفر
۹۴	۴-۴-۱۲- ظرفیت تبادل کاتیونی
۹۶	۴-۴-۱۳- آهن
۹۸	۴-۴-۱۴- روی
۱۰۱	۴-۴-۱۵- مقادیر هدرروی عناصر غذایی
۱۰۳	۴-۴-۱۶- نتایج مربوط به آنالیز ضریب همبستگی خصوصیت شیمیایی رسوب خروجی
۱۰۷	۴-۴-۱۷- تنفس میکروبی
فصل پنجم: نتیجه گیری	
۱۱۲	۵-۱- نتیجه گیری در بخش آماده سازی داده ها
۱۱۶	پیشنهادات
۱۱۸	منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

۲۱	جدول ۳-۱ سدهای مورد بررسی در رودخانه گرگانرود استان گلستان
۳۳	جدول ۴-۱ نتایج تجزیه واریانس شکل ذرات رسوب
۳۵	جدول ۴-۲ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکی مورد تحقیق
۳۶	جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس سطح ویژه رسوب
۳۹	جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکی مورد تحقیق
۴۵	جدول ۴-۵ نتایج تجزیه واریانس شکل ذرات رسوب
۴۸	جدول ۴-۶ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای مورد تحقیق
۵۱	جدول ۴-۷ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی رسوب مورد تحقیق
۵۵	جدول ۴-۸ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی رسوب مورد تحقیق
۵۵	جدول ۴-۹ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین‌انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی
۶۳	جدول ۴-۱۰ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین‌انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی
۶۴	جدول ۴-۱۱ نتایج تجزیه واریانس ظرفیت تبادل کاتیونی در حوضه مورد تحقیق
۶۷	جدول ۴-۱۲ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین‌انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی آهن
۶۹	جدول ۴-۱۳ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای کم مصرف شیمیایی در حوضه مورد تحقیق
۷۰	جدول ۴-۱۴ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین‌انباشت و مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی روی
۷۱	جدول ۴-۱۵ مقدار عناصر در خاک، پوسته زمین، و در رسوبات حوضه مورد تحقیق
۷۱	جدول ۴-۱۶ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۲ ساله، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱ (فاز تبادلی + محلول) در موقعیت‌های مختلف ورودی حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
۷۲	جدول ۴-۱۷ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۲ ساله ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در موقعیت‌های مختلف ورودی حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
۷۲	جدول ۴-۱۸ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۱۲ ساله، ۱۳۸۰، ۱۳۹۱ (فاز تبادلی + محلول) در موقعیت‌های مختلف ورودی حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
۷۳	جدول ۴-۱۹ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۱۲ ساله ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ در موقعیت‌های مختلف ورودی‌های حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

۷۴	جدول ۲۰-۴ ضریب همبستگی خصوصیت فیزیکی و شیمیایی
۷۷	جدول ۲۱-۴ ضریب همبستگی خصوصیت عناصر شیمیایی کم مصرف و پرمصرف
۷۹	جدول ۲۲-۴ نتایج تجزیه واریانس تنفس میکروبی در رسوب ورودی‌های سدهای مورد تحقیق
۸۵	جدول ۲۳-۴ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی نیتروژن
۸۵	جدول ۲۴-۴ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی خروجی مورد تحقیق
۸۶	جدول ۲۵-۴ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی خروجی مورد تحقیق
۹۳	جدول ۲۶-۴ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی فسفر
۹۴	جدول ۲۷-۴ نتایج تجزیه واریانس ظرفیت تبادل کاتیونی در رسوبات خروجی
۹۶	جدول ۲۸-۴ نتایج تجزیه واریانس پارامترهای کم مصرف شیمیایی مورد تحقیق
۹۷	جدول ۲۹-۴ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی
۱۰۰	جدول ۳۰-۴ ارتباط میزان اندیس شاخص زمین انباشت و توصیف مقادیر غنی‌شدگی و میزان آلودگی روی
۱۰۰	جدول ۳۱-۴ مقدار عناصر در خاک، پوسته زمین، رسوبات و حوضه مورد تحقیق
	جدول ۳۲-۴ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی (فاز تبادلی + محلول) ۲ ساله در موقعیت‌های
۱۰۱	مختلف خروجی حوضه مورد تحقیق
	جدول ۳۳-۴ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۲ ساله ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ در موقعیت‌های مختلف
۱۰۱	خروجی‌های حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
	جدول ۳۴-۴ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۱۲ ساله، ۱۳۸۰، ۱۳۹۱ (فاز تبادلی + محلول) در
۱۰۲	موقعیت‌های مختلف خروجی حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
	جدول ۳۵-۴ مقدار رسوب و هدرروی عناصر غذایی ۱۲ ساله ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ در موقعیت‌های مختلف
۱۰۲	ورودی‌های حوضه مورد تحقیق بر حسب کیلوگرم
۱۰۳	جدول ۳۶-۴ نتایج همبستگی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی
۱۰۶	جدول ۳۷-۴ نتایج مربوط به آنالیز ضریب همبستگی عناصر کم مصرف و پرمصرف
۱۰۸	جدول ۳۸-۴ نتایج تجزیه واریانس تنفس میکروبی در رسوب خروجی سدهای مورد تحقیق

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱ نمونه‌ای از لایه‌های سنگریزه و رسوب در سواحل رودخانه ۴
- شکل ۱-۲ گونه‌ای از مارماهی جوان بعد از لایروبی رسوبات رودخانه ۵
- شکل ۱-۳ موقعیت حوضه آبخیز گرگانرود در استان گلستان ۱۶
- شکل ۲-۳ نقشه شیب و نقشه ارتفاع حوضه آبخیز گرگانرود ۱۸
- شکل ۳-۳ نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز گرگانرود ۲۰
- شکل ۳-۴ نقشه زمین‌شناسی استان گلستان ۲۱
- شکل ۱-۴ میانگین جرم مخصوص حقیقی رسوبات مورد مطالعه ۲۶
- شکل ۲-۴ درصد پارامترهای فیزیکی مورد بررسی در ورودی حوضه مورد تحقیق ۲۸
- شکل ۳-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (ورودی سد بوستان ایستگاه تمر) ۲۹
- شکل ۴-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (ورودی سد گلستان، پل کوسه، کلاله) ۲۹
- شکل ۵-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (ورودی وشمگیر، مینودشت) ۳۰
- شکل ۶-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (ورودی سد خواجه‌نفس) ۳۰
- شکل ۷-۴ اندازه زاویه شکل ذرات رسوب در حوضه مورد تحقیق ۳۱
- شکل ۸-۴ درصد خصوصیات فیزیکی شکل ذرات رسوب خروجی حوضه مورد تحقیق ۳۳
- شکل ۹-۴ اندازه قطر و زاویه شکل ذرات رسوب در حوضه مورد تحقیق ۳۴
- شکل ۱۰-۴ مقایسه میانگین سطح ویژه رسوب حوضه مورد تحقیق ۳۷
- شکل ۱۱-۴ میانگین جرم مخصوص حقیقی رسوبات خروجی از سدهای مورد تحقیق ۳۸
- شکل ۱۲-۴ درصد پارامترهای فیزیکی مورد بررسی در خروجی حوضه مورد تحقیق ۴۱
- شکل ۱۳-۴ مقایسه میانگین اندازه زاویه شکل ذرات رسوب در حوضه مورد تحقیق ۴۲
- شکل ۱۴-۴ مقایسه میانگین اندازه قطر شکل ذرات رسوب در حوضه مورد تحقیق ۴۳
- شکل ۱۵-۴ درصد خصوصیات فیزیکی شکل ذرات رسوب خروجی حوضه مورد تحقیق ۴۴
- شکل ۱۶-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (خروجی سد بوستان ایستگاه تمر) ۴۴
- شکل ۱۷-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (خروجی سد گلستان) ۴۵
- شکل ۱۸-۴ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (خروجی سد وشمگیر) ۴۶

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۴-۱۹ نمونه شکل ذرات رسوب به روش بینوکلر (خروجی سد خواجه‌نفس)..... ۴۶
- شکل ۴-۲۰ مقایسه میانگین سطح ویژه رسوبات خروجی سدهای مورد مطالعه..... ۴۸
- شکل ۴-۲۱ مقایسه میانگین مقدار مواد آلی در رسوبات مورد تحقیق..... ۵۱
- شکل ۴-۲۲ مقایسه میانگین مقدار پارامترهای شیمیایی در رسوبات مورد تحقیق..... ۵۳
- شکل ۴-۲۳ مقایسه میانگین نیتروژن در رسوبات مورد تحقیق..... ۵۴
- شکل ۴-۲۴ مقایسه میانگین تغییرات هدایت الکتریکی در حوضه مورد تحقیق..... ۵۶
- شکل ۴-۲۵ مقایسه میانگین تغییرات واکنش در حوضه مورد تحقیق..... ۵۷
- شکل ۴-۲۶ مقایسه میانگین عناصر در رسوبات ورودی سدهای مورد تحقیق..... ۵۹
- شکل ۴-۲۷ مقایسه میانگین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در رسوبات ورودی به سدهای مورد تحقیق..... ۶۵
- شکل ۴-۲۸ بررسی آهن در رسوبات حوضه ورودی به سدهای مورد مطالعه..... ۶۶
- شکل ۴-۲۹ میزان روی در رسوبات مورد تحقیق..... ۶۹
- شکل ۴-۳۰ مقایسه میانگین تنفس میکروبی سدهای مورد تحقیق..... ۸۰
- شکل ۴-۳۱ مقایسه میانگین درصد مواد آلی در رسوبات خروجی حوضه مورد تحقیق..... ۸۲
- شکل ۴-۳۲ مقایسه میانگین مقدار پارامترهای شیمیایی در رسوبات مورد تحقیق..... ۸۳
- شکل ۴-۳۳ مقایسه میانگین درصد نیتروژن در رسوبات خروجی حوضه مورد تحقیق..... ۸۴
- شکل ۴-۳۴ مقایسه میانگین تغییرات هدایت الکتریکی در حوضه مورد تحقیق..... ۸۷
- شکل ۴-۳۵ مقایسه میانگین تغییرات واکنش رسوب در حوضه مورد تحقیق..... ۸۸
- شکل ۴-۳۶ مقایسه میانگین پارامترهای مورد تحقیق..... ۹۳
- شکل ۴-۳۷ مقایسه میانگین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در رسوبات مورد تحقیق..... ۹۵
- شکل ۴-۳۸ بررسی آهن در حوضه مورد تحقیق..... ۹۷
- شکل ۴-۳۹ مقایسه میانگین روی در حوضه مورد تحقیق..... ۹۹
- شکل ۴-۴۰ مقایسه میانگین تنفس میکروبی در رسوب خروجی سدهای مورد تحقیق..... ۱۰۹

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- فرسایش و رسوبزائی

امروزه در بیشتر اراضی سرعت فرسایش خاک بیشتر از سرعت تشکیل خاک است در نتیجه باعث تهی شدن منابع خاک و کاهش توانایی حاصلخیزی خاک می‌شود. این ناهمخوانی بین سرعت تشکیل خاک و سرعت هدرروی خاک غالباً نتیجه فعالیت‌های انسانی می‌باشد (زاگولسکی^۱ و جیلارد^۱ ۱۹۹۹). رسوب بنا به تعریف به کلیه ذرات خاک، سنگ و مواد معدنی که در اثر جریان آب از مکانی به مکان دیگر منتقل یا در حال انتقال هستند رسوب اطلاق می‌شود. میزان متوسط فرسایش سالانه در کشور ۳۰ تن در هکتار می‌باشد و در اثر رسوبگذاری و کاهش حجم آب‌گیری سدهای کشور سالانه حدود ۲۰ هزار تن از اراضی کشاورزی آبی که در پایین‌دست سدها واقع هستند با کمبود آب و کاهش محصول در واحد سطح مواجه هستند این کاهش محصول معادل ۶۰ هزار تن غله در سال است پدیده فرسایش و تشدید آن سالانه در حدود ۱۰۰ هزار تن کاهش تولید غله در دیم‌زارها و حداقل ۶۰ هزار تن کاهش تولید علوفه در مراتع را موجب می‌شود (اعتراف ۱۳۷۹). رسوب یکی از دلایل بروز آلودگی در منابع آبی هستند تولید رسوب موجب مشکلات زیست‌محیطی از جمله نابودی جانوران آبی، کاهش تنوع ماهی‌ها و جانوران صدف‌دار، کاهش نفوذ نور خورشید به داخل آب و به تبع آن کاهش فرایند فتوسنتز توسط گیاهان می‌شود.

ثرات بسیار مضر فرایندهای فرسایش از دست رفتن مواد غذایی خاک به وسیله رواناب و رسوب ناشی از فرسایش می‌باشد (راموس و مارتینز کاساس ناواس^۲ ۲۰۰۶). با در نظر گرفتن این موضوع که در حال حاضر ۳۶ درصد زمین‌های کشاورزی جهان در حال از دست رفتن خاک سطحی است، امنیت غذایی ما نیز در معرض خطر قرار دارد (پیمنتل^۳ ۱۹۷۷).

در سال ۱۳۲۸ ادارات بررسی آب و خاک و حفظ منابع در وزارت کشاورزی تشکیل شد. اولین گزارش نسبتاً کامل در مورد فرسایش خاک و لزوم حفاظت آب و خاک در ایران در سال ۱۳۳۷ توسط کارشناسان فائو به زبان انگلیسی تهیه و منتشر شد. این کارشناسان پس از مطالعه خاک‌های مختلف ایران و تهیه گزارش، لزوم ایجاد موسسه‌ای به منظور حفاظت خاک را پیشنهاد کردند و در پی آن، در همان سال کمیته حفاظت خاک در سازمان جنگل‌ها به وجود آمد. در سال ۱۳۳۹ همزمان با شروع

^۱ Zagolski and Gillard

^۲ Ramos

^۳ Pimentel

عملیات احداث سدهای بزرگ مخزنی بویژه سد کرج، متعاقب ارائه گزارش کارشناسان فائو، خطر رسوبگذاری در مخازن این سدها مورد توجه قرار گرفت. در همین سال اولین برنامه آزمایشی حفاظت خاک در حوزه فرعی سیراچال (بخشی از حوزه سد آبخیز کرج) در مساحت ۶۰۰ هکتار به اجراء درآمد. در سال ۱۳۴۶ بخش حفاظت خاک و آب در موسسه خاکشناسی دایر شد و به تدریج ۵ ایستگاه حفاظت خاک و آب در استان های آذربایجان شرقی (تکمه داش)، آذربایجان غربی (حیدرلو)، گیلان (کوئین)، کردستان (خرکه) و چهارمحال و بختیاری (دوتو) تأسیس گردید که مهمترین مطالعه آنها برای ذخیره رطوبت در دیمزارها بوده است. سال ۱۳۴۷ دفتر فنی خاک به منظور مبارزه با فرسایش بادی تثبیت شن‌های روان و افزایش عمر مفید سدهای در حال بهره برداری به ویژه سدهای سفیدرود و امیر کبیر تأسیس گردید. (رفاهی، ۱۳۸۵).

آمار نشان می‌دهد متوسط مقدار رسوب سالیانه از مرز ۷۵۰ تن در کیلومتر مربع و مقدار فرسایش از مرز ۲۵۰۰ تن در کیلومتر مربع گذشته است اطلاعات و آمار موجودی نشان می‌دهد که ۵۹ درصد از ۱۷ حوضه مورد مطالعه در ایران به شدت تخریب یافته‌اند (جلالیان و همکاران ۱۳۷۳).

لایه نازک خاک سطحی به ضخامت تنها چند اینچ در سراسر دنیا سرچشمه پیدایش تمدن‌های بشری بوده است. تمدن‌های اولیه که این خاک سطحی را از دست می‌دادند محکوم به نابودی بودند زیرا ذخیره غذای آنها از بین می‌رفت فرایندهای مخرب نظیر فرسایش، بیابانی شدن اسیدی شدن، شور شدن در اثر پسروری و پیشروی آب‌ها دریاچه‌ها و باقی ماندن رسوبات روی زمین‌های کشاورزی همه این عوامل مختل کننده نظم اکوسیستم‌ها بوده است و امنیت غذایی را به شدت تهدید می‌کند (لال^۱، ۱۹۹۹).

کیفیت رسوب در ارتباط با کیفیت آب سطحی است که ناشی از مکانیسم انحلال مواد آلی و دفع آلودگی در نتیجه تثبیت رسوب و آبشویی آلودگی‌هاست علاوه بر این تامین زنجیره غذایی از عمق رودخانه، از عمده‌ای مکانیسم‌های مهم برای آلودگی موجودات آبی است (مولیگان^۲، ۲۰۱۰).

¹ Lal

² Mulligan et al



شکل ۱-۱- نمونه‌ای از لایه‌های سنگریزه و رسوب در سواحل رودخانه

در سال ۱۹۶۱ انجمن کانادایی ماهی‌شناسی و اقیانوس‌شناسایی، در مطالعه‌ای به بررسی ژئوشیمی محیط‌زیست سطح، رفتار، و دینامیکی فلزات سنگین بر روی رسوبات ساحلی و سوسپانسیون مواد معلق در جنوب شرقی کانادا انجام دادند. برای مطالعه نیاز به بدست آوردن و ابزارهای مناسب برای انتخاب نمونه جهت آماده کردن تکنیک‌ها و شیوه تعیین هر یک از فلزات آلومینیوم، بادیوم، کلسیم، کادمیم، کبالت، مس، آهن، جیوه و شیوه‌ای توسعه یافته برای تعیین کربنات‌ها، کربن آلی که هر یک تحت تاثیر توزیع طبیعی فلزات در رسوبات و سوسپانسیون مواد معلق است رسوب گرچه خاکی فرسایش یافته است اما خود نقش مهمی در اکوسیستم رودخانه‌ها و دریاچه‌ها بازی می‌کند، شکل طبیعی رودخانه‌ها در توزیع و تعادل با مقدار رسوبات انتقال یافته، در اطراف و بیرون از رودخانه‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند حذف رسوب از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و خلیج‌ها، منجر به از دست رفتن یکسری گیاهان و حیواناتی می‌شود که در رسوبات زندگی می‌کنند (انجمن حفاظت محیط زیست اسکاتلند ۲۰۱۰) (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- گونه‌ای از مارماهی جوان بعد از لایروبی رسوبات رودخانه

مسیر رودخانه‌های طبیعی به وسیله رسوبات ریز پر شده اند که این عامل بستگی به فاکتورهای شامل اندازه رودخانه، شیب، بارش، پوشش گیاهی و زمین‌شناسی رودخانه دارد. مسیر طبیعی رودخانه‌ها به وسیله رسوبات پر شده و معمولاً مسیرهای خیلی کوچک با شیب کم و بارش کم و خاک‌های با بافت سنی است (کلاپوکت و همکاران، ۲۰۱۱).

رسوبات اثر مستقیمی و غیر مستقیمی بر خصوصیات فیزیکی، رفتار و تأمین غذای ماهی‌ها دارد. از عمده اثرات فیزیکی آسیب رساندن به ماهی‌ها مانند سوسپانسیون معلق رسوبات، که محدودیت‌های بر رشد ماهی‌ها و گسترش انواع بیماری‌ها را در بین ماهی‌ها را ایجاد می‌کند (کلاپوکت^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

میزان متوسط فرسایش سالانه در کشور ۳۰ تن در هکتار می‌باشد و در اثر رسوبگذاری و کاهش حجم آب‌گیری سدهای کشور سالانه حدود ۲۰ هزار تن از اراضی کشاورزی آبی که در پایین‌دست سدها واقع هستند با کمبود آب و کاهش محصول در واحد سطح مواجه هستند این کاهش محصول معادل ۶۰ هزار تن غله در سال است پدیده فرسایش و تشدید آن سالانه در حدود ۱۰۰ هزار تن کاهش تولید غله در دیمزارها و حداقل ۶۰ هزار تن کاهش تولید علوفه در مراتع را موجب می‌شود (اعتراف ۱۳۷۹). یکی از اثرات بسیار مضر فرایندهای فرسایش از دست رفتن مواد غذایی خاک به وسیله رواناب و رسوب ناشی از فرسایش می‌باشد (راموس و مارتینز کاساس ناواس^۲، ۲۰۰۶). با در

^۱ Clapcot

^۲ Ramos and Martinez

نظر گرفتن این موضوع که در حال حاضر ۳۶ درصد زمین‌های کشاورزی جهان در حال دست رفتن خاک سطحی است، امنیت غذایی ما نیز در معرض خطر قرار دارد (پیمنتل^۱، ۱۹۷۷).

پژوهش در زمینه‌ی رسوب‌شناسی برای مسایل مهم و حیاتی مانند آبخیزداری، تخلیه رسوب سدهای مخزنی و امور مربوط به حفظ و گسترش منابع آب در سطح کشور دارای اهمیت بسیاری است. انباشت رسوبات در مخازن سدها یکی از بزرگترین مشکلاتی است که در مورد تمام سدها وجود دارد (پازوش، ۱۳۶۱؛ سازمان انرژی اتمی، ۱۳۵۴؛ ویسه و همکاران، ۱۳۷۶).

استفاده از رسوبات لایه رویی شده بعنوان راهی برای بکارگیری مجدد خاک فرسایش یافته است برخی از مواد لایروبی شده ممکن است از نظر بافت، درصد مواد آلی و عناصر غذایی به عنوان خاک سطحی برای اصلاح اراضی حاشیه‌ای در زمین‌های کشاورزی، باغی، یا جنگلی مناسب باشند اما نیاز به مواد آلی مانند کودهای حیوانی و لجن فاضلاب انسانی دارند و مخلوط شوند تا بتوانند حاصلخیزی خاک را افزایش دهند (پراونا^۲ و همکاران، ۲۰۰۷).

شاید بیشترین نگرانی در مورد فسفر مربوط به آلودگی جویبارها و دریاچه‌ها از طریق رواناب سطحی و فرسایش باشد این چنین آلودگی آبی می‌تواند منجر به یوتروفیکاسیون و مرگ آبزیان شود آلودگی آب‌های سطحی با فسفات می‌تواند ناشی از مصرف کودهای شیمیایی فسفره و یا استفاده از مواد آلی زاید صنایع و فضولات کشاورزی باشد (اوستان ۱۳۸۳).

شدت فرسایش آبی در یک منطقه تحت تأثیر ویژگی‌های زمین‌شناسی، شرایط اقلیمی، پستی و بلندی زمین، ویژگی‌های خاک، کاربری اراضی، عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی قرار می‌گیرد. در این میان اهمیت کاربری اراضی به دلیل نقش مؤثر انسان بر آن نسبت به سایر عوامل بیش‌تر است. این عامل به‌ویژه در دهه‌های اخیر با تغییرات گسترده‌ای که در نتیجه پیشرفت فناوری در طبیعت صورت گرفته، نقش زیادی در افزایش مقدار فرسایش داشته است [گارسیا^۳ و همکاران، ۱۹۹۶].

با توجه به میزان فرسایش در استان گلستان و نگرانی از میزان آلودگی ناشی از آن این تحقیق شکل گرفته است.

¹ Pimantal

² Parveena

³ Garsia et al