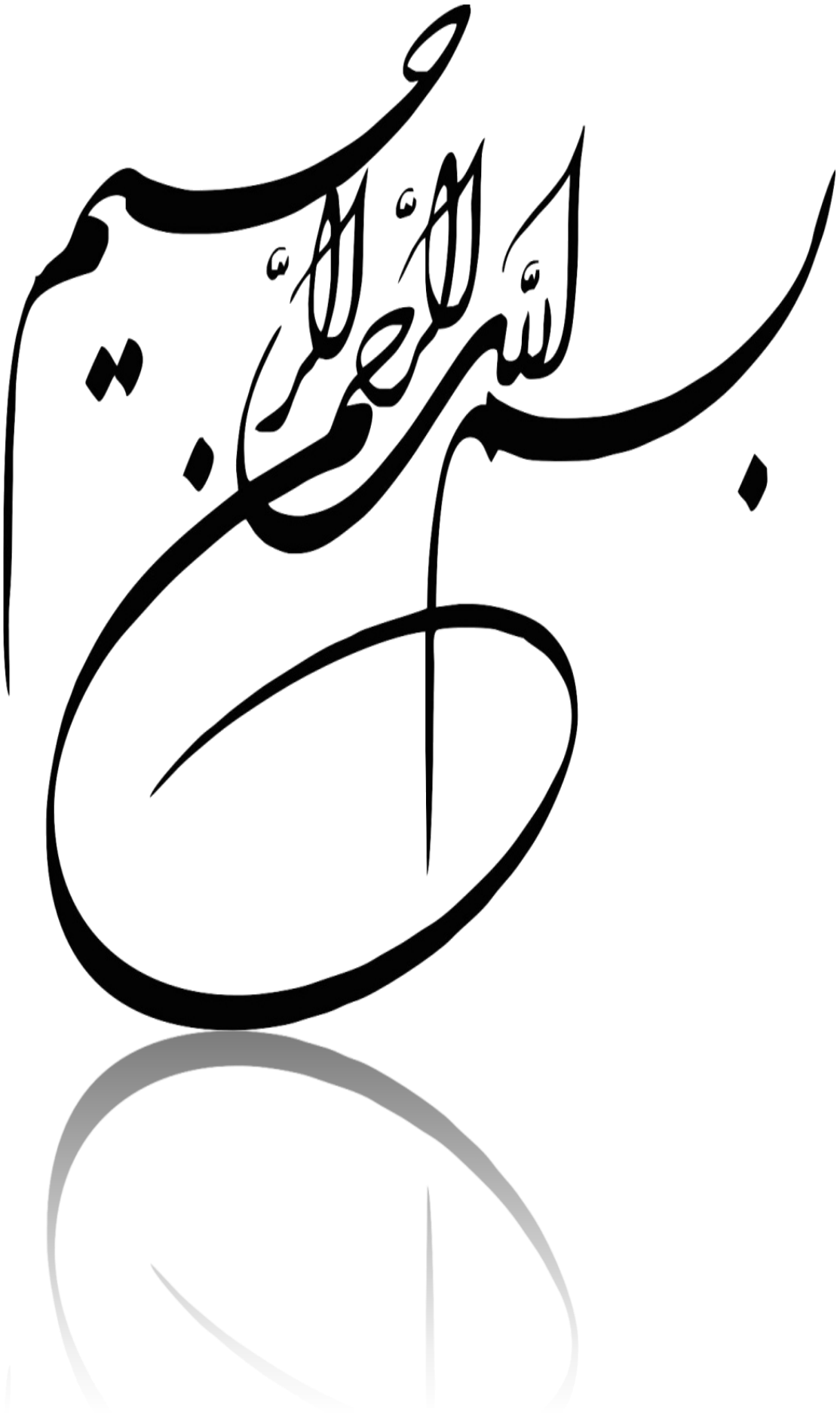
بسم الله الرحمن الرحيم

تعهد نامه اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب کلثوم صدارتی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۸۹۳۳۴۹۳۱۰۴ که در تاریخ ۹۲/۰۶/۳۰

از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان **تعیین روند تغییرات رسوب معلق حوزه های منتخب در چند دهه اخیر** دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.
۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام ونام خانوادگی دانشجو:

امضا

تاریخ

دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری

تعیین روند تغییرات رسوب معلق حوزه‌های منتخب در چند دهه اخیر

اساتید راهنما:

دکتر اباذر اسمعلی عوری – دکتر محمود عرب‌خدری

پژوهشگر:

کلثوم صدارتی

شهریور ۱۳۹۲

دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مرتع آبخیزداری

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری

تعیین روند تغییرات رسوب معلق حوزه‌های منتخب در چند دهه اخیر

پژوهشگر:

کلثوم صدارتی

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی بسیار خوب

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
اباذر اسمعلی عوری محمود عرب‌خدری	استادیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
مجید رئوف جوانشیر عزیزی	استادیار	داور	

شهریور ۱۳۹۲

با احترام

تقدیم به

پسر و همسرم

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم از استاد محترم جناب آقای دکتر اباذر اسمعلی که در طی انجام این تحقیق مرا راهنمایی کرده اند کمال تشکر و قدردانی را به جای آورم.

از جناب آقای دکتر محمود عرب خدری که موضوع پایان نامه را در قالب مجموعه فعالیت های پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری پیشنهاد داده و در تمام مراحل و جزئیات پژوهش از راهنمایی های ایشان بهره مند بوده ام، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید گرانقدر جناب آقایان دکتر مجید رئوف و دکتر جوانشیر عزیزی که زحمت داوری پایان نامه را تقبل فرمودند و جناب آقای دکتر معراج شرری مدیر گروه محترم و نماینده تحصیلات تکمیلی قدردانی می نمایم.

در پایان از خانواده، همسر، پدر و مادر و همچنین خواهر عزیزم و دیگر دوستان گرامی کمال تشکر و قدردانی را داشته و برای همگی آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون دارم.

نام خانوادگی دانشجو: صدارتی نام: کلثوم

عنوان پایان‌نامه: تعیین روند تغییرات رسوب معلق حوزه‌های منتخب در چند دهه اخیر

استاد (اساتید) راهنما: دکتر اباذر اسمعلی عوری و دکتر محمود عرب‌خدری

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: مهندسی منابع طبیعی گرایش: آبخیز داری دانشگاه: **محقق اردبیلی**

دانشکده: فناوری کشاورزی و منابع طبیعی تاریخ دفاع: ۹۲/۰۶/۳۰ تعداد صفحات:۱۱۲

چکیده:

باور عمومی در ایران حاکی از افزایش مقدار فرسایش و رسوب سالانه در بیشتر حوزه‌های آبخیز است. این باور بر اساس برآوردهای کارشناسی و تجربی بوده و مبنای تحقیقاتی و اندازه‌گیری معینی ندارند. پژوهش‌های پیشین به دلیل ضعف داده‌های ورودی و اشکال در روش ارزیابی نتوانسته‌اند صحت و سقم این موضوع را به خوبی روشن کنند. در این پژوهش تلاش شده است روند تغییرات رسوب معلق رودخانه‌ها در هفت ایستگاه سیرا ،سرخاب، رودک، کره-سنگ، لوشان، قزاقلی و گیلوان که بعد از بررسی‌های متعدد جهت انجام این تحقیق مناسب تشخیص داده شدند مورد ارزیابی قرار دهد. جهت بررسی روند از سه روش هیدرولوژیکی، کروسکال-والیس و همبستگی کندال استفاده گردید. از آن‌جا که تغییرات مقدار رسوب تابعی از تغییرات دبی و غلظت جریان می‌باشد علاوه بر بررسی مقدار رسوب، دبی جریان و غلظت رسوب به صورت جداگانه تحلیل و روند آن‌ها تعیین گردید. با توجه به اهمیت جریان-های سیلابی در حمل رسوب معلق، روند تغییرات متغیرهای مورد بررسی یک‌بار در کل دبی، و بار دیگر فقط در دبی‌های موثر بالا انجام پذیرفت. به‌علاوه تحلیل‌ها در دو قالب ۱) کل دوره آماری و ۲) تقسیم آن به چند بازه زمانی بررسی شد. از بین سه روش تحلیل روند در این تحقیق روش هیدرولوژیکی انعطاف‌پذیری بالایی نسبت به دو روش دیگر داشته و می‌توان داده‌ها را از جهات مختلف با یکدیگر مقایسه نمود. نتایج بدست آمده از آن دقیق‌تر و قابل اطمینان‌تر نسبت به دو روش دیگر است. از بین هفت ایستگاه مورد مطالعه در این تحقیق روند غلظت و وزن رسوب در دبی‌های موثر در پنج ایستگاه در کل دوره کاهش یافته است (هر چند در چند ایستگاه اندکی افزایش در میانه دوره مشاهده گردید) و تنها در دو ایستگاه روند افزایشی مشاهده شد. بنابراین افزایش فرسایش و تولید رسوب در ایران که پیش از این بسیار از آن سخن به میان آمده بود براساس داده‌ها و اطلاعات موجود برای تمام مناطق ایران صادق نیست و برای هر منطقه باید بصورت موردی مورد مطالعه قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: روند رسوب، دبی موثر، روش هیدرولوژیکی، روش آماری، ایران

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- وضعیت تولید رسوب در جهان ۳

۱-۱-۲- وضعیت تولید رسوب در ایران ۴

۱-۱-۳- روند تغییرات رسوب، عوامل ایجاد روند و پیامدهای آن ۵

۱-۲- اهمیت و ضرورت بررسی روند فرسایش و رسوبدهی در ایران ۸

۱-۳- اهداف ۱۰

۱-۴- سوالات تحقیق ۱۰

۱-۵- فرضیه‌ها ۱۰

۱-۶- تعریف مفاهیم و اصطلاحات ۱۰

۱-۶-۱- دبی جریان ۱۰

۱-۶-۲- رسوب ۱۱

۱-۶-۳- رسوب معلّق ۱۱

۱-۶-۴- نمونه‌برداری رسوب ۱۱

۱-۶-۵- منحنی سنجه رسوب ۱۲

۱-۶-۶- منحنی سنجه رسوب یک خطی ۱۲

۱-۶-۷- منحنی سنجه رسوب حد وسط دسته ها ۱۲

۱-۶-۸- دبی مؤثر ۱۲

۱-۶-۹- منحنی تداوم جریان(USBR) ۱۲

۱-۶-۱۰- روند ۱۲

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲-۱- مقدمه ۱۴

۲-۲- روند دما و بارش ۱۴

۲-۳- روند کیفیت آب ۱۴

۲-۴- روند دبی ۱۹

۲-۵- روند رسوب ۱۹

۲-۶ نتیجه‌گیری ۲۱

عنوان	صفحه

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مشخصات جغرافیایی ایران ۲۴
۳-۲- بارندگی ایران ۲۴
۳-۳- ایستگاه‌ها و آمار رسوب و جریان موجود در ایران ۲۵
۳-۴- بررسی کیفیت آمار موجود، محدوده‌های مطالعاتی و معیارهای انتخاب ایستگاه ۲۵
۳-۵- محدودیت‌ها و مشکلات اندازه‌گیری و برآورد رسوب ۲۸
۳-۶- روش اندازه‌گیری غلظت رسوب ۲۹
۳-۷- روش‌های آماری تعیین روند رسوب ۳۰
۳-۷-۱- ضریب همبستگی کندال ۳۰
۳-۷-۲- آزمون کروسکال- والیس ۳۱
۳-۷-۳- همبستگی پیرسون ۳۱
۳-۷-۴- روش من-کندال ۳۲
۳-۸- روش‌های هیدرولوژیک تعیین روند رسوبدهی ۳۴
۳-۸-۱- بررسی روند تغییرات جریان سالانه ۳۴
۳-۸-۲- تفکیک اندازه گیری های مربوط به دبی های بالا ۳۵
۳-۸-۳- ارزیابی روند دبی موثر ۳۶
۳-۸-۴- ارزیابی روند کل داده‌های غلظت و وزن رسوب ۳۶
۳-۸-۵ - ارزیابی روند کل داده‌های غلظت و وزن رسوب در دبی‌های موثر ۳۶
۳-۸-۶- بررسی روند تغییرات غلظت و وزن رسوب در چند بازه زمانی ۳۶
۳-۸-۶-۱- بررسی روند تغییرات غلظت و وزن رسوب متوسط در دبی های موثر ۳۷
۳-۸-۷- تحلیل روند وزن رسوب حمل شده در هر دهه ۳۷
۳-۸-۸- جمع‌بندی و تحلیل روند کلی منطقه ۳۸

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- تفکیک دبی موثر ۴۲
۴-۲- میانگین متحرک حجم جریان سالانه ۵۰
۴-۳- پراکنش وزن و غلظت رسوب نمونه‌های اندازه گیری شده نسبت به زمان ۵۶
۴-۳-۱- پراکنش وزن و غلظت نمونه‌های اندازه گیری شده نسبت به زمان برای تمام دبی‌ها ۵۶
۴-۳-۲- پراکنش وزن و غلظت نمونه‌های اندازه‌گیری شده نسبت به زمان برای دبی‌های موثر ۵۸
۴-۴- روند تغییرات وزن و غلظت متوسط رسوب ۵۹

عنوان	صفحه

۴-۵- بررسی روند تغییرات غلظت و وزن رسوب متوسط در دبی های موثر ۷۵
۴-۶- تحلیل روند رسوبدهی بازه‌های زمانی بدست آمده با استفاده از ضریب اصلاحی پارامتری ۷۷
۴-۷- بررسی روند با استفاده از آزمون‌های آماری ۷۹
۴-۷-۱ محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای کندال با آزمون یک طرفه ۷۹
۴-۷-۲ محاسبه روند با استفاده از آزمون کروسکال والیس ۸۱

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۵-۱- دبی موثر ۹۰
۵-۲- روند جریان آب ۹۰
۵-۳- انتخاب بهترین روش جهت تحلیل روند ۹۲
۵-۴- روند غلظت و وزن رسوب ۹۳
۵-۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۴
۵-۶- آزمون فرضیات ۹۵
فهرست منابع ۹۷
پیوست‌ها ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

عنوان | **صفحه**

شکل ۳-۱ موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۸
شکل ۳- ۲-نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق ۴۰
شکل ۴-۱ منحنی سنجه حدوسط دسته‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۴۳
شکل ۴-۲ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر کره‌سنگ ۵۱
شکل ۴-۳ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر رودک ۵۲
شکل ۴-۴ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر سیرا ۵۲
شکل ۴-۵ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر سرخاب ۵۳
شکل۴-۶ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر قزاقلی ۵۳
شکل ۴-۷ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر گیلوان ۵۴
شکل ۴-۸ میانگین متحرک نه ساله جریان های کل و موثر لوشان ۵۴
شکل۴-۹ پراکنش وزن وغلظت تمام نمونه های اندازه گیری شده نسبت به زمان در ایستگاه سیرا ۵۷
شکل ۴-۱۰ پراکنش وزن و غلظت نمونه های اندازه گیری شده نسبت به زمان در دبی موثر در ایستگاه سیرا ۵۸
شکل ۴-۱۱ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه سرخاب ۶۰
شکل ۴-۱۲ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه سرخاب ۶۰
شکل ۴-۱۳ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه سرخاب ۶۱
شکل ۴-۱۴ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه رودک ۶۲
شکل ۴-۱۵ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه رودک ۶۲
شکل ۴-۱۶ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه رودک ۶۳
شکل ۴-۱۷ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه سیرا ۶۴
شکل ۴-۱۸ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه سیرا ۶۴

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱۹ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه سیرا	۶۵
شکل ۴-۲۰ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه کره‌سنگ	۶۶
شکل ۴-۲۱ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه کره‌سنگ	۶۶
شکل ۴-۲۲ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه کره‌سنگ	۶۷
شکل ۴-۲۳ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه لوشان	۶۷
شکل ۴-۲۴ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب مشاهده ای در چهار دهه مورد مطالعه در ایستگاه لوشان	۶۸
شکل ۴-۲۵ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه لوشان	۶۸
شکل ۴-۲۶ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در سه دهه مورد مطالعه در ایستگاه قزاقلی	۶۹
شکل۴-۲۷ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب معلق مشاهده ای در سه دهه مورد مطالعه در ایستگاه قزاقلی	۶۹
شکل ۴-۲۸ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه قزاقلی	۷۰
شکل ۴-۲۹ نمودار روند تغییرات وزن متوسط رسوب معلق مشاهده ای در سه دهه مورد مطالعه در ایستگاه گیلوان	۷۱
شکل ۴-۳۰ نمودار روند تغییرات غلظت متوسط رسوب معلق مشاهده ای در سه دهه مورد مطالعه در ایستگاه گیلوان	۷۲
شکل ۴-۳۱ نمودار ستونی دبی متوسط اندازه‌گیری شده جریان‌ها هم‌زمان با ثبت غلظت رسوب در ایستگاه گیلوان	۷۲
شکل ۴-۳۲ روند غلظت رسوب متوسط حاصل از دبی موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه	۷۶
شکل ۴-۳۳ روند وزن رسوب متوسط حاصل از دبی موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه	۷۶
شکل ۴-۳۴ تغییرات رسوبدهی متوسط سالانه در دهه‌های بدست‌آمده از منحنی سنجه یک خطی اصلاح شده توسط ضریب پارامتری در ایستگاه مورد مطالعه	۷۸

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول۳-۱ ایستگاه‌های منتخب مرحله اول که مورد استفاده قرار نگرفتند	۲۷
جدول۳-۲ مشخصات ایستگاه های مورد استفاده در این تحقیق	۲۷
جدول ۳-۳ دسته‌بندی شیب نمودارها جهت بررسی روند	۳۴
جدول ۴-۱ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه سرخاب	۴۴
جدول ۴-۲ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه رودک	۴۵
جدول ۴-۳ سهم رسوب حمل شده در دهک های احتمال وقوع جریان در ایستگاه سیرا	۴۶
جدول ۴-۴ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه قزاقلی	۴۷
جدول ۴-۵ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه کره سنگ	۴۷
جدول ۴-۶ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه لوشان	۴۸
جدول ۴-۷ سهم رسوب حمل شده در دهک‌های احتمال وقوع جریان در ایستگاه گیلوان	۴۹
جدول ۴-۸ تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه	۵۰
جدول ۴-۹ وضعیت حجم جریان ایستگاه‌های مورد مطالعه	۵۵
جدول ۴-۱۰ خلاصه روند تغییرات وزن و غلظت رسوب معلق مشاهده‌ای ایستگاه‌های مورد مطالعه برای تمام دبی‌ها	۵۷
جدول ۴-۱۱ خلاصه روند تغییرات وزن و غلظت رسوب معلق مشاهده‌ای ایستگاه‌های مورد مطالعه برای دبی‌های موثر	۵۹
جدول۴-۱۲ روند غلظت و وزن رسوب ایستگاه‌های مورد مطالعه با تفکیک دبی‌های موثر و غیر موثر	۷۴
جدول۴-۱۳ روند دبی جریان ایستگاه‌های مورد مطالعه با تفکیک دبی‌های موثر و غیر موثر	۷۵
جدول ۴-۱۴ بررسی روند غلظت و وزن رسوب متوسط حاصل از دبی موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه	۷۶
جدول ۴-۱۵ ضریب همبستگی کندال بین پارامتر های دبی، غلظت و وزن رسوب با زمان در ایستگاه‌های مورد مطالعه (کل داده‌ها)	۸۰
جدول ۴-۱۶ ضریب همبستگی کندال بین پارامتر های دبی، غلظت و وزن رسوب با زمان در ایستگاه‌های مورد مطالعه(داده‌های موثر)	۸۱
جدول ۴-۱۷ نتایج آزمون کروسکال والیس در ایستگاه سیرا	۸۲
جدول ۴-۱۸ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه سیرا	۸۲
جدول ۴-۱۹ نتایج آزمون کروسکال والیس در ایستگاه سرخاب	۸۲
جدول ۴-۲۰ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهک‌های مختلف در ایستگاه سرخاب	۸۳
جدول ۴-۲۱ نتایج آزمون کروسکال والیس در ایستگاه رودک	۸۳
جدول ۴-۲۲ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه رودک	۸۳

عنوان	صفحه

جدول۴-۲۳ نتایج آزمون کروسکال والیس برای ایستگاه کره‌سنگ ۸۴
جدول ۴-۲۴ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه کره‌سنگ ۸۴
جدول۴-۲۵ نتایج آزمون کروسکال والیس برای ایستگاه لوشان ۸۵
جدول ۴-۲۶ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه لوشان ۸۵
جدول۴-۲۷ نتایج آزمون کروسکال والیس در ایستگاه قزاقلی ۸۵
جدول ۴-۲۸ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه قزاقلی ۸۶
جدول۴-۲۹ نتایج آزمون کروسکال والیس برای ایستگاه گیلوان ۸۶
جدول ۴-۳۰ مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در دهه‌های مختلف در ایستگاه گیلوان ۸۶
جدول ۴-۳۱ ارزیابی نتایج آزمون کروسکال‌والیس برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در یک نگاه ۸۷
جدول ۴-۳۲ ارزیابی روند ایستگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در یک نگاه ۸۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

فرآیند فرسایش، حمل و تحویل رسوب جزیی از چرخه جهانی تغییرات سطح زمین و مولفه‌ی اصلی از سیستم هموارسازی سطح زمین می‌باشد و نقش مهمی در تخریب اراضی، توسعه خاک و توزیع منابع خاک در جهان دارد (والینگ وفانگ، ۲۰۰۳) [۱]. مقدار زیادی رسوب توسط رودخانه‌ها حمل می-گردد که دارای پیامدهای مهمی در عملکرد چرخه جهانی تغییرات سطح زمین است. بسیاری از فرآیندها در سطح زمین از جمله چرخه ژئوشیمیایی، کیفیت آب، مورفولوژی کانال، توسعه دلتا و اکوسیستم‌های آبزی و زیستگاه‌های آبی توسط رودخانه‌ها انجام می‌گیرد.

تولید رسوب انعکاسی از اهمیت و مقدار فرآیندهای فرسایشی و منابع رسوب در قسمت‌های بالادست حوضه و چگونگی انتقال و ذخیره رسوب از لحظه حرکت مواد فرسایشی از نقطه جدایی تا خروجی حوضه است (هدلی[۲] و همکاران، ۱۹۸۵). بنابراین پدیده تولید رسوب پیچیده‌تر از فرسایش بوده و عوامل زیادی روی آن موثر هستند؛ این عوامل به طور مستقیم تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی هستند. حمل رسوب و ذرات خاک توسط رودخانه‌ها به اقیانوس‌ها، دریاها و گودی-های دیگر در برگیرنده مسیر مهمی در چرخه ژئوشیمیایی جهانی عناصر است. به عنوان مثال، تخمین زده شده است که بیش از ۹۰ درصد از عناصر مانند فسفر، نیکل، منگنز، کروم، سرب، آهن و آلومینیم توسط رودخانه‌ها جابه‌جا می‌شود. علاوه بر این، لودویگ[۳] و همکاران (۱۹۹۶) تخمین زده‌اند که حدود ۴۳ درصد از کل کربن آلی زمین به اقیانوس‌ها توسط رودخانه‌ها همراه ذرات خاک حمل می‌شود (والینگ و فانگ، ۲۰۰۳). از طرف دیگر تغییرات محیطی- انسانی در مقیاس جهانی موجب افزایش

۱-Walling & Fang
۲-Hadley
۳-Ludwig

فعالیت فرآیند زمین ریختی و جریان‌های رسوبی در قسمت‌های زیادی از جهان شده است (تورنر و همکاران، ۱۹۹۰) [۱]. بنابراین آگاهی از میزان رسوب حمل شده و روند تغییرات آن ضروری است.

۱-۱-۱- وضعیت تولید رسوب در جهان

تقریباً تمام اطلاعات درباره تولید رسوب در سطح جهان مربوط به تولید رسوب معلق است. کمبود اطلاعات در مورد باربستر رودخانه‌ها مانع هر گونه تلاشی برای بررسی تولید رسوب کل (مجموع بار بستر و بار معلق) است (هدلی و همکاران، ۱۹۸۵). وجود مشکلات متعدد در مورد اندازه‌گیری بار بستر باعث کمبود اطلاعات در این زمینه شده است (والینگ و وب ، ۱۹۸۷) [۲].

در مقیاس جهانی کوچکترین مقادیری که برای تولید رسوب معلق ذکر کرده‌اند کمتر از دو تن در کیلومتر مربع در سال است. حداکثر تولید رسوب معلق در سطح جهان برای رودخانه Lo Ho در چین گزارش شده است. به مرور زمان و با افزایش اطلاعات تولید رسوب معلق در مقیاس جهانی، مقادیر حداکثر گزارش شده به تدریج افزایش یافته‌اند بطوری‌که در حال حاضر مقادیر بالای ۱۰۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال برای چند رودخانه گزارش شده است (هدلی و همکاران، ۱۹۸۵) از میان رودخانه های بزرگ دنیا، رودخانه گنگ یا براهماپوترا دارای بیشترین تولید رسوب معلق کل (۱۶۷۰×۱۰^{۶}تن در سال) و رودخانه زرد چین دارای بیشترین غلظت رسوب (۲۲ کیلوگرم در متر مکعب) هستند. رودخانه زرد دومین رودخانه از نظر میزان تولید رسوب معلق کل (۱۰۸۰×۱۰^{۶}تن در سال) است.

موریس و فان[۳] (۱۹۹۸) به نقل ازجانسون[۴] تغییرات تولید رسوب معلق ۱۳۵۸ رودخانه جهان را برای حوضه‌هایی به مساحت۳۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع و در مجموع حدود ۱۶ میلیون کیلومتر مربع ارائه داده‌اند[۵]، با توجه به نتایج تحقیق آن‌ها بالاترین کلاس تولید رسوب ویژه بیشتر از هزار تن بر کیلومتر مربع در سال می‌باشد که فقط ۸ درصد کل مساحت حوضه‌های مورد مطالعه را در مقیاس جهانی به خود اختصاص داده است. ولی مقدار تولید رسوب ویژه آن ۶۹ درصد رسوب کل در مقیاس جهانی است. حوضه‌هایی که کمتر از ۵۰ تن در کیلومتر مربع در سال تولید رسوب ویژه دارند تقریباً نصف مساحت کل ایستگاه‌های مورد مطالعه را شامل می‌شوند.

۱-Turner
۲-Walling & Webb
۴-Morris & Fan
۵-Jansson

۱-۱-۲- وضعیت تولید رسوب در ایران

در کشور ما اطلاعات کمی از میزان فرسایش، انتقال رسوب و رسوب‌گذاری وجود دارد و بین اندازه‌گیری‌ها و برآوردهای انجام شده نیز اختلاف زیادی مشاهده می‌شود. جوان بودن تحقیقات در این رشته و کامل نبودن اندازه‌گیری‌های درازمدت رسوب، مانع از دست یابی به اعداد قابل اعتماد شده است (عرب خدری و همکاران، ۱۳۸۲). چند برآورد کشوری در سال‌های اخیر انجام شده است که خلاصه‌ای از آن‌ها ارائه می‌شود.

جلالیان و همکاران (۱۳۷۳) بر اساس مقادیر رسوبدهی ۲۰ ساله ۱۲۰ ایستگاه رسوب سنجی (برآورد شده توسط جاماب، ۱۳۶۸) تولید رسوب حوزه‌های آبخیز مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آمار و اطلاعات فوق مربوط به ۲۴ زیر حوضه از مجموع ۳۷ زیر حوضه تقسیم بندی آبخیزهای کشور بوده که مساحت آنها بالغ بر ۷۳ میلیون هکتار است. آن‌ها بر اساس آمار ماکزیمم رسوب در سال‌های پرآبی، متوسط سالانه تولید رسوب سطح مورد مطالعه را ۵۴۹ میلیون تن در سال با رسوبدهی ویژه ۷/۵ تن در هکتار در سال (۷۵۰ تن در کیلومتر مربع در سال) و فرسایش خاک ۲۵ تن در هکتار در سال محاسبه کردند.

جاماب (۱۳۷۸) در قالب بررسی جامع آب کشور ۳۶۰ ایستگاه رسوب‌سنجی را بررسی کرده و تولید رسوب حوضه‌های بالادست آن‌ها را برآورد کرده‌اند. در این گزارش‌ها، کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه به ترتیب ۱/۵۸ (حوضه میمه – ایستگاه دهلران) و ۳۰۲۵ (حوضه بار - ایستگاه اریه واقع در کویر مرکزی) تن در کیلومتر مربع بدست آمده است.

عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از داده‌های ۲۰۹ ایستگاه رسوب سنجی، میزان رسوبدهی و فرسایش خاک کشور به ترتیب حدود ۳۵۰ و ۱۰۰۰ میلیون تن در سال و متوسط رسوبدهی ویژه مناطق مورد مطالعه ۲۱۴ تن در کیلومتر مربع در سال برآورد نمود. با توجه به نتایج تحقیقات وی بیشترین رسوبدهی ویژه به حوزه‌های هامون جازموریان، میناب و بلوچستان جنوبی و مارون و زهره در جنوب کشور با بیش از ۷۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال مربوط است. همچنین بررسی‌های وی نشان داد که بطور کلی با افزایش مساحت حوضه، رسوبدهی ویژه اضافه می شود که نشان دهنده فرسایش بیشتر در کوهپایه‌ها نسبت به ارتفاعات است. نتایج بررسی اولیه تعدادی از حوضه‌های دارای رسوبدهی ویژه با بیش از ۱۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال نیز بیانگر آن است که سازندهای حساس به فرسایش، لغزش و

پوشش گیاهی نقش مهمی در تولید رسوب دارند. بررسی‌های تحلیلی نشان داده‌اند که رودخانه‌های ما در مقایسه با رودخانه‌های جهان بدلیل شرایط آب و هوائی، هیدرولوژیکی، زمین شناسی و فشار بیش از حد به اراضی حوزه‌های آبخیز، رسوبات بالاتری را حمل می‌کنند که همواره آسیب‌ها و خسارات زیادی را به دنبال دارند (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین انجام بررسی‌های بیشتر در مورد رسوب رودخانه‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۱-۳ - روند تغییرات رسوب، عوامل ایجاد روند و پیامدهای آن

تغییرات در نرخ فرسایش حوضه‌ها و رسوبدهی رودخانه‌ها دارای پیامدهای مهمی برای جهان، منابع خاک و تولید مواد غذایی است. از آنجا که رسوب نقش مهمی در جریان بسیاری از عناصر کلیدی و مواد مغذی، از جمله کربن در سطح منطقه‌ای و محلی دارد، تغییرات در میزان فرسایش می‌تواند پیامدهای مهمی برای پایداری تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی داشته باشد. همچنین تغییر در بار رسوب رودخانه می‌تواند منجر به مشکلات متعددی گردد. به عنوان مثال، افزایش بارهای رسوب می‌تواند میزان رسوب‌گذاری در مخازن سدها، بستر رودخانه‌ها، انهار و سایر سیستم‌های انتقال آب را افزایش داده و باعث بروز مشکلاتی برای توسعه منابع آب گردد و اثرات نامطلوب بر روی زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های آبزی به ویژه دریاچه‌ها، مرداب‌ها، دلتاها و حتی دریاها و اقیانوس‌ها داشته باشد. در مقابل، کاهش بار رسوب می‌تواند در حفظ کانال‌های رودخانه و سواحل دلتا نقش داشته و باعث کاهش ورود مواد مغذی به اکوسیستم آبزی و ساحل گردد (والینگ، ۲۰۰۹).

عوامل مختلفی از قبیل تغییر استفاده از زمین، افزایش فشار جمعیت، توسعه منابع آب و ساخت مخزن، و همچنین تغییرات آب و هوایی بر تغییرات سطح کره زمین موثرند. در برنامه بین المللی زیست محیطی[۱] به این نکته نیز توجه شده که این تغییرات به چه میزان بر سطح کره زمین تاثیر داشته و سطح کره زمین تا چه اندازه در حال تغییر است. آگاهی از چنین تغییراتی در برآورد رسوب انتقال یافته به اقیانوس‌ها نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. از داده‌های اندازه‌گیری شده در دوره‌های مختلف طی ۵۰ سال گذشته یا بیشتر، تخمین‌هایی انجام گرفته است؛ به عنوان مثال، متوسط رسوب سالانه برای رودخانه زرد در چین حدود $۱/۶ \times ۱۰^{۹}$ تن در سال برآورد شده که نشان دهنده حدود ۱۰٪ از کل رسوب جهانی انتقال یافته به اقیانوس‌ها است، بر اساس آمار موجود از ۱۹۵۰تا ۱۹۷۰ بار رسوب در این رودخانه به طور قابل توجهی

۱-International Geosphere Biosphere Programme

به دلیل کاهش بارش، افزایش ذخیره آب و اجرای پروژه‌های جامع و حفاظت آب و خاک کاهش یافته است (مو ۱۹۹۶).[۱]

مهمترین ویژگی‌های مربوط به رسوب در حوزه‌های آبخیز، شامل مقدار رسوبدهی معلق و کف، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و کانی شناسی رسوبات می‌باشد. این ویژگی‌ها را می‌توان از دو دیدگاه تغییرات زمانی و تغییرات مکانی تحلیل نمود. هر یک از این دو نوع تغییرات را می‌توان در مقیاس‌های مختلف مورد بررسی قرار داد. مثلا تغییرات مکانی در مقیاس پلات، دامنه، حوضه آبخیز کوچک، و ... قابل بررسی است. در مورد مقیاس زمانی نیز می‌توان مثلا تغییرات غلظت رسوب را در طول یک رویداد سیل، سالانه و یا بیشتر مورد بررسی قرار داد. امکان بررسی تغییرات رسوب در زمان‌های طولانی‌تر نظیر سده‌ها و هزاره‌های اخیر نیز وجود دارد. در این پژوهش، بررسی تغییرات زمانی مقدار رسوبدهی رودخانه در دهه‌های اخیر به عنوان موضوع اصلی تحقیق انتخاب شده است.

اصولا در دوره‌های طولانی بطور مشخص نوساناتی در حمل رسوب در سطح جهانی و محلی وجود دارد. در صورت وجود داده‌های درازمدت از مقدار رسوب، می‌توان این روند را شناسایی و مطالعه نمود. به دلیل ناکافی بودن داده های لازم، این امر تنها در بعضی مناطق امکان‌پذیر است.

یک راه مناسب برای ارزیابی روند تغییرات در جریان رسوب، بررسی رسوبات انباشته شده دریاچه‌ها و دلتای رودخانه‌ها در یک مقیاس زمانی است (دونا[۲] و همکاران، ۲۰۰۰). به این منظور از فنون سن‌سنجی لایه‌های رسوبی استفاده می‌شود. داده‌های ثبت شده از برنامه‌های پایش طولانی‌مدت رسوب در رودخانه‌ها نیز منبعی مناسب برای ارزیابی روند تغییرات رسوب را فراهم می‌کند (دونا و همکاران، ۲۰۰۰). البته طول دوره‌های آماری داده‌های ثبت شده بندرت بیش از ۵۰ سال است. بعلاوه به دلیل کیفیت پایین این داده‌ها، همه تغییرات دینامیک فرسایش و رسوب اتفاق افتاده بخوبی آشکار نمی‌شود (دونا و همکاران، ۲۰۰۰). فقدان آمار مناسب از بیشتر رودخانه‌های جهان و کوتاه بودن طول دوره آمار داده‌های موجود مانع از آنالیز دقیق تغییرات روند رسوب در جهان شده است.

هر گونه تلاش به منظور بررسی روند موجود در رسوبدهی رودخانه‌های جهان با محدودیت‌هایی نیز به شرح زیر مواجه است (والینگ و فانگ، ۲۰۰۳):

الف- داده‌های رسوبی موجود برای تحلیل روند در مناطق مخلف جهان اندک بوده و دقیق نمی‌باشند.

۱-Mou

۲-Donna