





باسمه تعالی

### تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین وسیله گواهی می شود خانم سودابه قره محمودلی در تاریخ ۹۲/۶/۲۴ از پایان نامه ۶ واحدی خود با عنوان: تغییرپذیری زمانی مقدار و ویژگی های ریختسنجی رسوبات معلق و بستر در اثر برداشت معادن مختلف شن و ماسه، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آن را برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تأیید می نمایند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	استاد	دکتر سید حمیدرضا صادقی	استاد راهنمای اصلی
	استادیار	دکتر عبدالواحد خالدی درویشان	استاد ناظر
	استادیار	دکتر مهدی وفاخواه	استاد ناظر
	دانشیار استادیار	دکتر کاویان	استاد ناظر (خارجی)
	استادیار دانشیار	دکتر حمیدرضا مرادی	نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

## آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

**مقدمه:** با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوان پایان نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

**ماده ۱-** حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

**ماده ۲-** انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

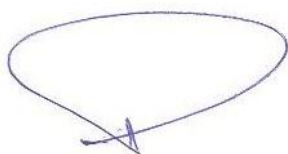
**تبصره:** در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

**ماده ۳-** انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

**ماده ۴-** ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

**ماده ۵-** این آیین نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم الاجرا است.

اینجانب **سودابه قره‌محمودلی** دانشجوی رشته مهندسی آبخیزداری ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۰ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان نامه/ رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق‌الذکر به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع به نام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خودم سلب نمودم.



تاریخ و امضا:

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی آبخیزداری است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی استاد محترم، جناب آقای دکتر سید حمیدرضا صادقی، از آن دفاع شده است.»

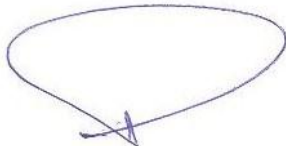
ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سودابه قره محمودلی دانشجوی رشته مهندسی آبخیزداری مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:



سودابه قره محمودلی

تاریخ و امضا



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده منابع طبیعی  
گروه مهندسی آبخیزداری

پایان نامه کارشناسی ارشد

تغییرپذیری زمانی مقدار و ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر در اثر برداشت  
معادن مختلف شن و ماسه

پژوهش‌گر  
سودابه قره‌محمودلی

استاد راهنما  
دکتر سید حمیدرضا صادقی

شهریور ۱۳۹۲

## تقدیر و شکر:

باسپاس بی انتہا بہ نگاہ ایزد متان، بدین وسیلہ از زحمات ارزندہ و حسن تدبیر کلیہ اساتید و دوستانی کہ در انجام این تحقیق مرایاری و مساعدت نمودند، شکر و قدردانی می نمایم و توفیق روز افزون آن ہارا از خداوند سبحان مسئلت دارم، خصوصاً از:

- تلاش های مداوم و کوشش های مستمر استاد فرزینجہ و فرزندانم؛ جناب آقای دکتر سید حمید رضا صادقی کہ زحمت راہنمایی این پایان نامہ را بر عہدہ داشتند و در کمال سعہ صدر، با حسن خلق و فروتنی، از بیچ لگی در این عرصہ بر من دریغ نمودند و بانصالح بسیار ارزندہ و شایستہ، در بہت حرچہ بہتر شدن این پایان نامہ، ہموارہ ہادی من بودند.

- اساتید فرزندانہ و دلسوزم؛ جناب آقایان دکتر مہدی وفاخواہ، دکتر عبدالواحد خالدی درویشان و دکتر عطا اللہ کاویان اساتید داوڑ کہ قبول زحمت فرمودند و داوڑی پایان نامہ بندہ را بر عہدہ گرفتند.

- استاد گرامی؛ جناب آقای دکتر حمید رضامادی نمایندہ محترم تحصیلات تکمیلی کہ زحمت مدیریت جلسہ را منتقل شدند شکر می کنم.

از مسئولین محترم آزمایشگاہ آقایان مہندی بورو کرمانشاهی و سرکار خانم قمبری صمیمانہ سپاسگزارم.

- از دوستان عزیز و بزرگوایم سرکار خانم ہارضوان علیجانی، صفری عزیز، مریم دانشگر، انیس نوری، آمنہ ملک پوروزینب خزباوی

و آقای مهندس حسین خیرفام کہ در انجام نمونہ برداری کمک و یاوڑم بودند بی نہایت سپاسگزارم.

- از زحمات بی شائبہی جناب آقایان دکتر عبدالواحد خالدی درویشان، دکتر ہرمن سہرابی و مهندس رؤف مصطفی زادہ و حمید یوسفی

شکر میکنم.

- ہمچنین دوستان عزیزم سرکار خانم ہالہام نوروزی و مهندس محبوبہ کیانی ہرچگانی و پری سعیدی کمال شکر و قدردانی را دارم.

- پاس از بمکلاسی های عزیزم سرکار خانم بارضوان علیجانی وزینب حزباوی و جناب آقایان بهزاد عادل، مهدی عبدی، سیاوش طائی، سعید جانی زاده، محمد علی ذاکری، امین فاخر و سعید خسرو یکی که همایشان رسم بهتر زیستن را به من آموخت. و مراد طی انجام این پایان نامه مورد لطف خود قرار داده اند.

- از خانواده عزیزم که در تمامی مراحل زندگی همواره حامی و پشتیبان من بوده اند و با حمایت بی شائبه و همه جانبه شان توان پیچیدن این مسیر را همیان نمودن نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

این پایان نامه را ضمن تشکر و سپاس بیکران و در کمال افتخار و امتنان تقدیم می نمایم به:

خانواده عزیز و مهربانم

و

استاد بزرگوار و کرامی ام



## چکیده

تحلیل رفتار هیدرولیکی و هیدرولوژیکی رودخانه‌ها نقش مهمی در مدیریت بهینه آن‌ها ایفا می‌کند. بر همین اساس، بررسی عوامل مؤثر طبیعی و دخالت‌های انسانی بر تغییر رفتار رودخانه‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. برداشت مصالح شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها باعث تغییر ویژگی‌های هیدرولیکی و هندسی رودخانه‌ها می‌شود که مشکلات متعددی را به‌همراه دارد. حال آن‌که مطالعات مربوط به تأثیر معادن مختلف برداشت شن و ماسه بر رفتار رسوبی رودخانه‌ها کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. لذا پژوهش حاضر به بررسی تأثیر معادن واز علیا با شدت برداشت کم و به‌صورت دستی، واز سفلی با برداشت نیمه سنگین و معدن آلسرود با برداشت تجهیزات سنگین در استان مازندران بر میزان غلظت و دانه‌بندی رسوبات معلق و بستر و ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر به‌صورت ماهانه از بهمن ۱۳۹۰ تا دی ۱۳۹۱ پرداخته شده است. تحلیل نتایج حاصل از دانه‌بندی لیزری رسوبات معلق و هم‌چنین دانه‌بندی و ریخت‌سنجی رسوبات بستر با استفاده از پردازش تصویر و کاربرد نرم‌افزارهای GIAS و GRADISTAT در نمونه‌های برداشت شده از مقاطع بالادست و پایین‌دست معادن مذکور نشان داد که وقوع بارش، سطح و مقدار فعالیت معادن و تغییرپذیری مؤلفه‌های مؤثر بر انتقال رسوب از قبیل ریزش دیواره‌ها، تغییر شیب و دبی حاصل از معدن کاوی در بستر رودخانه، از عوامل مؤثر بر تغییرات زمانی ویژگی‌های مورد بررسی در مقاطع بوده‌اند. هم‌چنین بر طبق نتایج بررسی‌های آماری، دامنه تأثیرپذیری متغیرهای مطالعاتی از فعالیت‌های ناشی از برداشت معدن شن و ماسه در اغلب متغیرها غیر معنی‌دار ( $P > 0.07$ ) ارزیابی شد. عدم استمرار فعالیت معادن مزبور و طبعاً عدم تأثیر دراز مدت دخالت‌های ناشی از آن‌ها و فاصله محل‌های نمونه‌برداری از معادن مورد مطالعه در کنار تأثیرگذاری برداشت معادن در فاصله محدود را می‌توان به‌عنوان دلایل عمده عدم وجود اثر معنی‌دار معادن برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات معلق و بستر و ریخت‌سنجی رسوبات بستر در رودخانه‌های مورد بررسی محسوب نمود.

**واژه‌های کلیدی:** بار رسوبی، دانه‌بندی رسوبات، رفتار رسوبی رودخانه، ریخت‌سنجی رسوبات

**فصل اول مقدمه و کلیات**

۱	۱-۱ مقدمه
۲	۱-۱-۱ ضرورت انجام پژوهش
۳	۲-۱-۱ اهداف پژوهش
۳	۳-۱-۱ سوالات پژوهش
۴	۴-۱-۱ فرضیه‌های پژوهش
۴	۲-۱ کلیات و مفاهیم
۴	۱-۲-۱ رسوب
۴	۲-۲-۱ بار معلق
۵	۳-۲-۱ بار بستر
۵	۴-۲-۱ بستر رسوبی
۵	۵-۲-۱ غلظت رسوب
۵	۶-۲-۱ بار رسوبی
۶	۷-۲-۱ دانه‌بندی ذرات رسوبی
۶	۸-۲-۱ شاخص‌های اندازه رسوبات
۶	۹-۲-۱ آشفتگی جریان
۷	۱۰-۲-۱ آستانه حرکت ذرات رسوبی

**فصل دوم پیشینه پژوهشی**

۸	۱-۲ مقدمه
۸	۲-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور
۱۳	۳-۲ مطالعات انجام شده در داخل کشور
۱۵	۴-۲ جمع‌بندی

**فصل سوم مواد و روش‌ها**

۱۶	۱-۳ معادن مورد مطالعه
۱۷	۱-۱-۳ معدن واز علیا
۱۸	۲-۱-۳ معدن واز سفلی
۱۹	۳-۱-۳ معدن آله‌رود
۲۰	۴-۱-۳ ویژگی‌های فیزیوگرافی آبخیزهای مطالعاتی
۲۱	۵-۱-۳ ویژگی‌های اقلیمی آبخیزهای مطالعاتی
۲۲	۶-۱-۳ ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی آبخیزهای مطالعاتی
۲۳	۷-۱-۳ ویژگی‌های هیدرولوژیکی آبخیزهای مطالعاتی
۲۳	۸-۱-۳ ویژگی‌های خاک‌شناسی آبخیزهای مطالعاتی

۲۴	۹-۱-۳ ویژگی‌های پوشش گیاهی آبخیزهای مطالعاتی
۲۵	۱۰-۱-۳ ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی آبخیزهای مطالعاتی
۲۵	۲-۳ روش پژوهش
۲۵	۱-۲-۳ مطالعات اولیه
۲۶	۲-۲-۳ انجام مطالعات تکمیلی و تعیین موقعیت و شناسنامه معادن
۲۶	۳-۲-۳ تعیین محل‌های نمونه‌برداری
۲۷	۴-۲-۳ نمونه‌برداری از رسوبات در مقاطع انتخابی
۲۷	۵-۲-۳ اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف غلظت و دانه‌بندی بار معلق و دانه‌بندی و ریخت‌سنجی رسوبات بستر
۳۲	۶-۲-۳ تهیه بانک داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و انجام مقایسه‌های آماری

#### فصل چهارم نتایج

۳۵	۱-۴ مقدمه
۳۶	۲-۴ نتایج مربوط به غلظت رسوبات معلق در معادن مطالعاتی
۳۷	۳-۴ نتایج مربوط به دانه‌بندی رسوبات معلق در معادن مطالعاتی
۳۷	۴-۴ نتایج مربوط به دانه‌بندی رسوبات بستر در معادن مطالعاتی
۶۲	۵-۴ نتایج مربوط به ریخت‌سنجی رسوبات بستر
۶۲	۶-۴ نتایج آزمون‌ها و مقایسه‌های آماری

#### فصل پنجم بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۷۸	۱-۵ مقدمه
۷۹	۲-۵ بررسی نتایج غلظت بار معلق در مقیاس‌های زمانی مختلف در معادن مطالعاتی
۸۵	۳-۵ بررسی نتایج مربوط به دانه‌بندی بار معلق در معادن مطالعاتی
۸۷	۴-۵ بررسی نتایج مربوط به دانه‌بندی رسوبات بستر در معادن مطالعاتی
۹۱	۵-۵ بررسی نتایج حاصل از ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در معادن مطالعاتی
۹۳	۶-۵ بررسی نتایج حاصل از مقایسه‌های آماری
۹۵	۷-۵ جمع‌بندی نتایج
۹۷	۸-۵ پیشنهادها

۹۸	فهرست مراجع
----	-------------

## فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

۱۷	موقعیت قرارگیری معدن‌های مورد مطالعه در استان مازندران	شکل ۱-۳
۱۸	برداشت شن و ماسه توسط مردم محلی در بالادست معدن واز علیا	شکل ۲-۳
۱۸	مقطع برداشت نمونه‌ی رسوب معلق در بالادست (سمت راست)، پایین‌دست (سمت چپ) معدن واز علیا	شکل ۳-۳
۱۹	محل برداشت شن و ماسه در پایین‌دست معدن واز سفلی	شکل ۴-۳
۱۹	مقطع برداشت نمونه‌ی رسوب معلق در بالادست (سمت راست)، پایین‌دست (سمت چپ) معدن واز سفلی	شکل ۵-۳
۲۰	برداشت شن و ماسه از محل دپوی در معدن آتش رود	شکل ۶-۳
۲۰	مقطع برداشت نمونه‌ی رسوب معلق در (سمت راست)، پایین‌دست (سمت چپ) بالادست معدن آتش‌رود	شکل ۷-۳
۳۰	مراحل اندازه‌گیری غلظت بار معلق در محیط آزمایشگاهی	شکل ۸-۳
۳۱	مراحل اندازه‌گیری مقادیر بار بستر در محل نمونه‌برداری	شکل ۹-۳
۳۱	تصویری از مقاطع ذرات رسوبات بستر به‌منظور تعیین شعاع دواير تیزترین گوشه و بزرگ‌ترین دایره محاط در ذرات رسوبی	شکل ۱۰-۳
۳۴	نمودار جریان‌ی مراحل مختلف اندازه‌گیری بار معلق و رسوبات بستر و تحلیل نتایج آن در معادن مورد مطالعه	شکل ۱۱-۳
۳۸	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز علیا در فصل بهار	شکل ۱-۴
۳۹	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز علیا در فصل تابستان	شکل ۲-۴
۴۰	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز علیا در فصل پاییز	شکل ۳-۴
۴۱	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز علیا در فصل زمستان	شکل ۴-۴
۴۲	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز سفلی در فصل بهار	شکل ۵-۴
۴۳	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز سفلی در فصل تابستان	شکل ۶-۴
۴۴	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز سفلی در فصل پاییز	شکل ۷-۴
۴۵	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن واز سفلی در فصل زمستان	شکل ۸-۴
۴۶	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن آتش‌رود در فصل بهار	شکل ۹-۴
۴۷	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن آتش‌رود در فصل تابستان	شکل ۱۰-۴
۴۸	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن آتش‌رود در فصل پاییز	شکل ۱۱-۴
۴۹	نتایج حاصل از دانه‌بندی بار معلق معدن آتش‌رود در فصل زمستان	شکل ۱۲-۴
۵۰	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز علیا در فصل بهار	شکل ۱۳-۴
۵۱	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز علیا در فصل تابستان	شکل ۱۴-۴
۵۲	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز علیا در فصل پاییز	شکل ۱۵-۴
۵۳	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز علیا در فصل زمستان	شکل ۱۶-۴

## فهرست شکل‌ها

۵۴	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز سفلی در فصل بهار	شکل ۴-۱۷
۵۵	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز سفلی در فصل تابستان	شکل ۴-۱۸
۵۶	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز سفلی در فصل پاییز	شکل ۴-۱۹
۵۷	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن واز سفلی در فصل زمستان	شکل ۴-۲۰
۵۸	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن آلهش رود در فصل بهار	شکل ۴-۲۱
۵۹	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن آلهش رود در فصل تابستان	شکل ۴-۲۲
۶۰	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن آلهش رود در فصل پاییز	شکل ۴-۲۳
۶۱	نمودار توزیع اندازه ذرات معدن آلهش رود در فصل زمستان	شکل ۴-۲۴

## فهرست جداول

۳۰	رابطه بین ثابت مارکویت (K) و فاکتور شکل (S.F)	جدول ۱-۳
۳۶	مقادیر غلظت بارمعلق اندازه‌گیری شده قبل و بعد از معدن‌های مورد مطالعه	جدول ۱-۴
۶۳	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات معلق در بالادست و پایین‌دست معدن شن و ماسه واز علیا در ماه‌های مختلف	جدول ۲-۴
۶۴	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات معلق در بالادست و پایین‌دست معدن شن و ماسه واز سفلی در ماه‌های مختلف	جدول ۳-۴
۶۵	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات معلق در بالادست و پایین‌دست معدن شن و ماسه آالش‌رود در ماه‌های مختلف	جدول ۴-۴
۶۶	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در بالادست معدن شن و ماسه واز علیا در ماه‌های مختلف	جدول ۵-۴
۶۷	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در پایین‌دست معدن شن و ماسه واز علیا در ماه‌های مختلف	جدول ۶-۴
۶۸	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در بالادست معدن شن و ماسه واز سفلی در ماه‌های مختلف	جدول ۷-۴
۶۹	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در پایین‌دست معدن شن و ماسه واز سفلی در ماه‌های مختلف	جدول ۸-۴
۷۰	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در بالادست معدن شن و ماسه آالش‌رود در ماه‌های مختلف	جدول ۹-۴
۷۱	آماره‌های مربوط به ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر در پایین‌دست معدن شن و ماسه آالش‌رود در ماه‌های مختلف	جدول ۱۰-۴
۷۲	سطح معنی‌داری حاصل از آزمون t جفتی برای بررسی اثر معدن شن و ماسه در ماه‌های مختلف بر متغیرهای اندازه‌گیری شده رسوبات معلق	جدول ۱۱-۴
۷۳	سطح معنی‌داری حاصل از آزمون t جفتی برای بررسی اثر معدن شن و ماسه در ماه‌های مختلف بر متغیرهای اندازه‌گیری شده رسوبات بستر	جدول ۱۲-۴
۷۴	سطح معنی‌داری حاصل از آزمون GLM برای بررسی تفاوت متغیرهای اندازه‌گیری شده رسوبات معلق در فصل‌های مختلف و رودخانه‌های مطالعاتی	جدول ۱۳-۴
۷۵	سطح معنی‌داری حاصل از آزمون GLM برای بررسی تفاوت متغیرهای اندازه‌گیری شده رسوبات بستر در فصل‌های مختلف و رودخانه‌های مطالعاتی	جدول ۱۴-۴

# فصل اول

مقدمه و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

سامانه‌های رودخانه‌ای به‌عنوان شریان‌های اصلی زیست‌بوم‌های زمینی تلقی می‌شوند و مجموعه‌ای از فعالیت‌های طبیعی و انسانی زمینه‌ساز تغییر و تحول در آن می‌باشد. شن و ماسه رودخانه‌ها که در معرض انتقال مداوم آب قرار دارند منابع مشخصاً مطلوبی از مصالح رودخانه‌ای می‌باشند زیرا مواد ریزدانه آن‌ها همراه با بار معلق توسط جریان آب حمل شده و رسوبات بادوام با دانه‌بندی مناسب به‌جا گذاشته می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۸). در این میان استخراج شن و ماسه<sup>۱</sup> برای پروژه‌های مختلف عمرانی یکی از مقوله‌های اجتناب‌ناپذیر در امور توسعه‌ای تلقی می‌شود. برداشت شن و ماسه فواید اقتصادی و اجتماعی متعددی داشته ولی مشکلات زیست محیطی را نیز به‌همراه دارد. این مشکلات زمانی مشهود است که برداشت شن و ماسه بیش از تولید طبیعی آن باشد (Ashraf و همکاران، ۲۰۱۱). به‌نحوی که برداشت معدن شن و ماسه افزایش بار رسوبی، کاهش کیفیت آب، بی‌ثباتی بستر جریان و افزایش عمق و عرض کانال و تخریب زیرساخت‌های سازه‌ای را در پی دارد (Rinaldi و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین افزایش روز افزون جمعیت همراه با افزایش برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها به‌منظور فعالیت‌های اقتصادی است که باعث تغییر در رفتار پویای رودخانه‌ها، الگو و میزان انتقال رسوب توسط جریان می‌شود (جباری و فرضی، ۱۳۸۸). رسوبات انتقالی توسط جریان رودخانه‌ای به‌صورت بار معلق<sup>۲</sup> و بار بستر<sup>۳</sup> می‌باشند. بار معلق به رسوباتی اطلاق می‌گردد که به‌واسطه‌ی آشفتگی جریان، به‌مدت قابل توجهی به‌صورت معلق بوده و به‌وسیله‌ی جریان

---

<sup>۱</sup>Sand and Gravel Mining

<sup>۲</sup>Suspended Load

<sup>۳</sup>Bed Load



انتقال می‌یابند (یانگ، ۱۳۸۹). حال آن‌که بار بستر به قسمتی از رسوبات کل اطلاق می‌شود که در تماس با بستر و به‌صورت غلتش، لغزش و گاهی به صورت جهش انتقال می‌یابند (Kabir و همکاران، ۲۰۱۲). تعادل حرکت مواد متحرک نیز در لایه‌ی مرزی بستر کانال، با تغییر در رژیم جریان، شکل و زبری مقطع کانال بر هم خواهد خورد (Nalluri و Featherstone، ۲۰۰۱). بر همین اساس برداشت شن و ماسه با تغییر در رژیم جریان باعث تغییر در میزان بار رسوبی انتقالی و فرسایش کنار رودخانه‌ای خواهد شد (Walling و Fang، ۲۰۰۳). هم‌چنین آگاهی از نوع، میزان و نحوه‌ی انتقال کیفی و کمی مقدار بار رسوبی در مقیاس‌های زمانی متفاوت، به‌منظور پایش رفتار هیدرولیکی کانال و جریان متأثر از فعالیت‌های معدن‌کاوی و مدیریت مناسب‌تر برداشت شن و ماسه امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (Salahuddin، ۲۰۰۹). لذا اندازه‌گیری مقدار، کیفیت و چگونگی انتقال بار رسوبی در بازه‌های زمانی معین و تحلیل و بررسی آن، پیامدهای برداشت شن و ماسه در شرایط مختلف را نشان داده و این امکان را به‌وجود می‌آورد تا اقدامات مدیریتی و کنترلی مناسب اتخاذ شود.

### ۱-۱-۱ ضرورت پژوهش

برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه باعث ایجاد تغییر در ویژگی‌های هیدرولیکی و هندسی رودخانه‌ها می‌شود و مشکلات زیست محیطی را نیز به‌همراه دارد. رسوبات بستر به شکل‌های مختلف در سطح و یا نزدیکی بستر رودخانه حرکت می‌کنند و با کاهش توان حمل جریان برجا گذاشته می‌شوند. ولی رسوبات معلق در مسافت بسیار طولانی توسط جریان آب حمل شده و در نهایت در سطح اساس برجا گذاشته می‌شوند. برداشت شن و ماسه باعث تخریب زیستگاه‌های آبزیان (Brown و همکاران، ۱۹۹۸) و افزایش قدرت حمل رسوب در پایین‌دست و افزایش انتقال رسوبات بستری می‌شود (Kondlof و همکاران، ۲۰۰۲) و هم‌چنین میزان گل‌آلودگی و اندازه و نوع رسوبات انتقالی را تغییر می‌دهد (Ashraf و همکاران، ۲۰۱۱). به‌همین دلیل، تأثیرات برداشت شن و ماسه در پژوهش‌های متعددی با تأکید بر بررسی زیست محیطی و ریخت‌سنجی رودخانه مورد توجه قرار گرفته

است. این در حالی است که اثر شن و ماسه از رودخانه‌ها بر تغییرات غلظت و دانه‌بندی رسوبات معلق و دانه‌بندی و ریخت‌سنجی رسوبات بستر کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته و لذا در این پژوهش سعی گردیده است تا تأثیر معادن برداشت شن و ماسه با شرایط مختلف و در شرایط زمانی و طبعاً هیدرولوژیکی متفاوت بر میزان غلظت بار معلق و دانه‌بندی بار معلق و بستر مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

### ۱-۱-۲ اهداف پژوهش

پژوهش حاضر به منظور بررسی نقش سه معدن شن و ماسه در استان مازندران بر تغییر مؤلفه‌های غلظت و دانه‌بندی رسوبات معلق و ریخت‌سنجی رسوبات بستر و به منظور دستیابی به اهداف ذیل برنامه‌ریزی شده است:

- ۱- بررسی تأثیر معادن مختلف برداشت شن و ماسه بر تغییرات ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر.
- ۲- تحلیل تغییرات زمانی و معادن مختلف برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های کلی و ریخت‌سنجی رسوبات.

### ۱-۱-۳ سؤالات پژوهش

پاسخ‌گویی به سؤالات زیر در پژوهش حاضر مد نظر می‌باشد:

- ۱- تأثیر برداشت معادن شن و ماسه بر ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر چیست؟
- ۲- تغییر زمانی تأثیرات برداشت معادن مختلف شن و ماسه بر ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر چگونه است؟
- ۳- ارتباط بین مشخصات معادن مطالعاتی بر ویژگی‌های کلی و ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر چگونه است؟

## ۴-۱-۱ فرضیه‌های پژوهش

به‌منظور دستیابی به پاسخ سئوال‌های مطرح شده، فرضیه‌های ذیل در نظر قرار گرفت:

- ۱- تأثیر برداشت معادن شن و ماسه در زمان‌های مختلف بر مقدار و مؤلفه‌های ریخت‌سنجی رسوب معلق و بستر در پایین‌دست معنی‌دار است.
- ۲- اندازه، موقعیت و شیوه برداشت معادن شن و ماسه بر میزان تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کلی و ریخت‌سنجی رسوبات معلق و بستر مؤثر است.

## ۲-۱ کلیات و مفاهیم

به‌منظور ارائه زمینه‌های لازم تخصصی مربوط به پژوهش حاضر، در ذیل مفاهیم و کلیات اصلی مرتبط با آن با هدف ایجاد هم‌گونی به‌طور اختصار ارائه شده است.

### ۱-۲-۱ رسوب<sup>۱</sup>

رسوب به‌تمامی موادی اطلاق می‌شود که از تخریب پوسته زمین و حمل و نقل آن‌ها به وسیله آب، باد و یخ نتیجه شده یا از اشباع شدن مواد شیمیایی محلول در آب سرچشمه گرفته و در نهایت به‌صورت لایه‌هایی در سطح پوسته جامد زمین ته‌نشین شده‌اند (طالب بیدختی و همکاران، ۱۳۸۲). در هیدرولیک به کلیه ذرات خاک، سنگ و مواد معدنی که در اثر جریان آب از جایی به جای دیگر منتقل شده‌اند و یا در حال انتقال هستند رسوب اطلاق می‌شود (حبیبی، ۱۳۷۹).

### ۲-۲-۱ بارمعلق

بار معلق به رسوباتی اطلاق می‌گردد که به‌واسطه‌ی آشفتگی جریان، به‌مدت قابل توجهی به‌صورت معلق بوده و به‌وسیله‌ی جریان انتقال می‌یابند (یانگ، ۱۳۸۹).

---

<sup>۱</sup>Sediment

### ۱-۲-۳ بار بستر

بار بستر نیز قسمتی از رسوبات کل می‌باشد که در تماس با بستر و به صورت غلتش، لغزش و گاهی به صورت جهش انتقال می‌یابند (Kabir و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین بعضاً حرکت پرشی در اثر نیروی هیدرودینامیکی آب نیز انجام می‌گیرد که این حالت را اصطلاحاً جهش ناگهانی می‌گویند.

### ۱-۲-۴ بستر رسوبی

بستر رسوبی<sup>۱</sup> به مجموعه لایه‌های متشکل از مواد شنی و مواد رسوبی در کف رودخانه گفته می‌شود که اندازه بزرگ‌تری از بار بستر دارند (Parker، ۱۹۹۰). اگر توزیع اندازه بار بستری همانند رسوبات موجود در بستر رودخانه باشد، جریان به یک اندازه بر آن‌ها نیرو وارد کرده و باعث حرکت آن‌ها خواهد شد (Duan و Scott، ۲۰۰۷).

### ۱-۲-۵ غلظت رسوب

رسوب حاصل از یک رودخانه و یا یک حوزه آبخیز در یک دوره زمانی و حجم معین از آب را گویند (طالب بیدختی و همکاران، ۱۳۸۲) میزان رسوب اصولاً بر حسب تن بیان می‌شود و به روش‌های مختلفی از جمله نمونه‌برداری رسوب و رابطه آن با دبی جریان رودخانه تعیین می‌گردد.

### ۱-۲-۶ بار رسوبی<sup>۲</sup>

بار رسوبی به مجموعه رسوباتی اطلاق می‌شود که توسط آب در حرکت هستند. این مواد ممکن است درون جریان به صورت معلق و یا به صورت لغزشی و غلتیدن روی بستر رودخانه و یا هم‌زمان به دو صورت فوق انتقال یابند (حبیبی، ۱۳۷۹).

### ۱-۲-۷ دانه‌بندی ذرات رسوبی

<sup>1</sup>Sedimentary Bed

<sup>2</sup>Sediment Load