Archive of SID

دکتر ایرج جباری، استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه
هوشنگ فرضی، دانش آموخته کارشناسی ارشد از دانشگاه رازی کرمانشاه
شماره مقاله: ۷۶۲
شماره صفحه پیاپی ۱۵۷۴۳-۱۵۷۶۰

E. Yazdani, Ph.D
M. Touiserkani, M.A
E.mail: Ir_Jabbari@Yahoo.com

تولید شن و ماسه و نتایج آن در تغییر الگوی حمل بار رسوب رودخانه رازآور

چکیده

بخشی از مجرا و دشت سیلابی رودخانه رازآور با برداشت مصالح شن و ماسه بشدت تغییر یافته است و اکنون دینامیک جریان و رسوب آن با ایجاد کارخانه‌های تولید شن و ماسه به شیوهٔ دیگری رقم می‌خورد و نتایج آن نیز به نوع دیگری در ریخت شناسی بستر منعکس می‌شود. برای بررسی شیوهٔ تغییرات در دینامیک حمل رسوب و موفولوژی بستر، دبی آب و رسوب در یازده نوبت از سه نقطه پیرامون سه محل تولید شن و ماسه از کف رودخانه رازآور نمونه‌گیری گردید. آنالیز واریانس و فاکتور آنالیز این داده‌ها نشان داد که در محل برداشت مصالح، مقدار بار معلق رود بشدت افزایش می‌یابد، ولی بتدریج از مقدار غلظت آن کاسته می‌شود، تا این که بعد از تقریباً ۶۰۰ متری سرچشمهٔ آلودگی رود، دوباره از نظر حمل رسوب به همان حالت سابق خود برمی‌گردد. از این رو، نیمکت‌های شنی و گسترش مجرا در فاصله کمتر از ۶۰۰ متری کارخانه‌ها با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه رازآور، برداشت شن وماسه، تغییر بار رسوب، گل آلودگی رود

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مجاری آبرفتی به وسیله دخالت‌های مختلف طبیعی و انسانی ناپایدار می‌گردند. انسان به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم در مجاری رودخانه‌ای تأثیر می‌گذارد. لایروبی و برداشت شن و ماسه از رسوبات رودخانه‌ای، نمونه‌ای از دخالت مستقیم انسان و ایجاد سازه‌ها و تأثیر حرکات پروانه کشتی که موجب آشفتگی رودخانه می‌گردد، نمونه‌هایی از دخالت غیر مستقیم انسان است (وزارت نیرو، ۱۳۸۲، ۴). شام[1] و همکاران (۱۹۸۴)، سیمون و هاپ[2](۱۹۸۶)و سیمون(۱۹۸۹) نشان دادند که در طی این تغییرات در طول زمان، رود چه توالی‌ای از اشکال بستری را پشت سر می‌گذارد. مجاری به وسیلهٔ تغییر ریخت شناسی، بار رسوب و ویژگی‌های آب شناسی در برابر آشفتگی‌ها واکنش نشان می‌دهد. سازگاری رود می‌تواند کوتاه مدت و در حدود فضایی محدود انجام گیرد یا این که در دورهٔ زمانی طولانی‌تر و در کل سامانه‌های رودخانه‌ای صورت گیرد.

با افزایش جمعیت و نیاز به منابع شن و ماسه، اثر دخالت‌های مستقیم انسان در مجاری رودخانه‌ای زیاد می‌گردد و در این راستا، دشت‌های سیلابی نزدیک شهرهای بزرگ که مفیدترین و در دسترس ترین منابع ماسه و شن را دارند، در معرض مهاجمات ویژه‌ای قرار می‌گیرند.

این برداشت‌ها تأثیرات ناخوشایندی را در دینامیک رودخانه‌ها و چشم انداز نواحی رودخانه‌ای به جا می‌گذارند. میزان این تأثیرات و نحوهٔ آنها بستگی به مقدار برداشت‌ها دارد. در بسیاری از نقاط ایران، برداشت‌ها به اندازه‌ای صورت گرفته است که حتی شکل ظاهری بستر رودخانه‌ها را دستخوش تغییر کرده و آن‌ها را به گودالی بزرگ تبدیل نموده است. گزارش‌های وزارت نیرو (۱۳۷۴، ۴) وحسینی(۱۳۷۳، ۷-۸) دربارهٔ استان گیلان و مازندران نمونه‌ای از عوارض این برداشت‌ها است. البته، در سال‌های اخیر برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها ممنوع شده و اینک مجاور رودخانه‌ها معمولاً به

1 -Schumm
2 - Simon and Hupp

www.SID.ir

Archive of SID

محل تولید شن و ماسه اختصاص یافته است؛ یعنی، سنگ‌ها و ماسه‌ها از محل دیگر به آن جا حمل شده، خرد و الک و سپس شستشو می‌شوند. در طی این فرآیند، دپوهای پشت سرندی در بستر و کرانه‌های رودخانه و گل آلودی رود در نتیجه ی شست و شوی ماسه‌ها، از مهمترین عوارضی است که در محیط رخ می‌دهد. دپوها باعث انسداد و تنگ شدن مجرا در مقابل عبور سیلاب شده و همچنین کاهش ظرفیت مجرا در مقابل عبور سیلاب و فرسایش کناری و پدیده‌های وابسته به آن که جانسون و بیوک[3](۱۹۹۹) آن را توضیح می‌دهند، می‌شوند و گل آلودی دینامیک رودخانه را تغییر می‌دهد.

باوجود این، بر اثر برداشت شن و ماسه از بستر و کناره‌های رودخانه‌ها، مشخص نیست که چه حجمی از رسوب تولید می‌شود و این گل آلودگی که در جریان آب رخ می‌دهد، تا چه مسافتی ادامه پیدا می‌کند که در فرآیند ریخت شناسی رودها مؤثر واقع می‌شود. در این تحقیق، سعی خواهد شد که ارتباط بین محل‌های برداشت شن و ماسه و تولید رسوب مشخص و بررسی شود که تغییرات بار رسوبی در رودخانه رازآور در شمال کرمانشاه که از برداشت شن و ماسه و یا ورود پساب کارخانه‌ها به آب رود ناشی می‌شود، تا چه مسافتی از رودخانه ادامه پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، تغییرات به وجود آمده در بار رسوبی رودخانه تا چه مسافتی از رود به حالت عادی حمل رسوب باز می‌گردد.

پیشینهٔ تحقیق

تغییر در ریخت شناسی و حمل رسوب رودخانه‌ای در واکنش به تغییرات محیطی در سال‌های اخیر در محیط‌های مختلف تحقیق شده است (فریرز و بیررلی[4]، ۱۹۹۹ چن[5] و همکاران، ۲۰۰۱؛کندلف[6] و همکاران ۲۰۰۲؛ لیبولت[7] و همکاران، ۲۰۰۲). این تغییرات

3 - Johnson and Byyok
4 - Fryirs, K., Brierley
5 - Chen
6 - Kondolf
7 - Lie´bault

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند به درجات مختلف و در وسعت‌های متفاوت رخ دهد. در حوضه‌های رودخانه‌ای که استخراج شن و ماسه از میزان طبیعی پرشدگی در طی سیلاب‌ها فراتر می‌رود، یا جایی که موانعی جلو حرکت رسوب را به قطعات پایین‌تر می‌گیرند، تغییرات معنی داری در شکل هندسی و مورفولوژی دشت سیلابی رخ می‌دهد(هاروی و شام[۸]، ۱۹۸۷؛ ویزگا[۹]، ۱۹۹۱؛ کندلف[۱۰]، ۱۹۹۴). نیکلاس[۱۱] و همکارانش(۱۹۹۹). با توسعهٔ مدل سادهٔ تک بعدی تغییر مجرا، تفسیرهای مفصل تری پیرامون تغییرات زمانی و مکانی میزان بریدگی و پهن شدگی پایین دست سد آلفیوس[۱۲] در یونان بین سال‌های ۱۹۶۷ و ۱۹۹۶ پدید آوردند. محققان نتیجه گرفتند که پست شدگی بستر در واکنش به برداشت ذخایر رسوب از پایین سد و استخراج شن و ماسه در انتهای پایین دست رود، باعث افزایش شیب مجرا و حرکت خط شکست‌ها[۱۳] به سمت بالادست می‌شوند. رینالدی و سیمون[۱۴](۱۹۹۸) با مقایسهٔ نیمرخ‌های مختلف بستر رودخانه آرنو[۱۵] در ایتالیا نشان دادند که در ۱۵۰ سال گذشته، این رود واکنش‌هایی را در برابر فعالیت‌های مختلف انسانی، از قبیل عریض شدن بستر رود و تغییرات در پایین دست رود از خود نشان داده است.

تغییرات کوچک و مقطعی در مجاری رودخانه‌ای نیز می‌تواند واکنش‌های ویژه‌ای را از سوی بستر به دنبال داشته باشد. محمودی و نوحه گر(۱۳۸۲) معتقدند که حوضچه‌های برداشت در بستر رودخانه‌ها در نتیجه برداشت رسوب به وجود می‌آیند که بر روی فرآیندهای فعال فرسایش و رسوبگذاری رودخانه اثر می گذارند. بین سال‌های ۱۹۵۹ تا ۱۹۷۳ از مجرای رود جورجز[۱۶] تقریباً ۲ میلیون تن مواد برداشت شده است. در این رود در اثنای برداشت، خندق‌های نامنظمی با عمق ۱۵ متری بریده شده است و برگشت مواد

8 - Hrvey and Schumm
9 - Wyzga
10 -Kondolf
11 -Nicholas
12 -Alfios
13 - Knick point
14 - Rinaldi and Simon
15 - Arno
16- Georges

www.SID.ir

Archive of SID

ریز و آبی که در حین برداشت به رودخانه بر می‌گشت، باعث آشفتگی زیاد رود در مکان‌هایی که نزدیک محل برداشت بودند، گردید ودر نتیجه، زیست آبی به وسیلهٔ کاهش نفوذ نور به مخاطره افتاد. این تغییرات در ریخت شناسی مجرا باعث کاهش بار رسوب و محرک فرسایش ساحل و بستر می گردد که ممکن است پل‌ها، منازل و سایر ساختمان‌های احداث شده در کنار ساحل رود را تهدید کند (وارنر و پیک آپ[17]،۱۹۷۵).

مشکلات ناشی از برداشت مصالح در رودخانهٔ کانزاس آمریکا باعث گردید که برای اولین بار اداره مهندسان هیدرولوژی آمریکا به این مسأله توجه کند و با اعمال برخی تغییرات و تصحیحات، برنامهٔ hec-6 برای شبیه‌سازی مسأله برداشت شن و ماسه توسعه داده شود (وانونی[18] و همکاران ۱۹۸۲).

با این حال، این تغییرات بسته به شدت دخالت‌ها و تغییراتی که در بستر و حوضهٔ آبریز به وجود می‌آید، بتدریج روبه کاهش می‌گذارد. پژوهش‌های لئوپولد و ایمت(۱۹۷۲) بر روی واتزبرنچ[19] نزدیک واشنگتن دی سی و تحقیقات هامر[20] (۱۹۷۲در فیلادلفیا نشان می‌دهد که مجاری رودخانه پس از توقف دستکاری‌های انسانی بر روی آن‌ها بتدریج تثبیت شده، با شرایط جدید خود را سازگار می‌کنند. در خصوص برداشت شن و ماسه از بستر رود، رینالدی و همکارانش(۲۰۰۵) دریافتند که حجم این سازگاری در واکنش به استخراج شن و ماسه به کیفیت و میزان برداشت رسوب از مجرا بستگی دارد. کینغتن (۱۹۹۹) نشان داد که بستر رودخانه رینگامورا در شمال تاسمانی در واکنش بستر رود به معدن کاوی در حاشیهٔ بستر این رود، کاهش دانه‌های متوسط اندازه را تا مسافت ۱۰ کیلومتری ادامه می‌دهد. با وجود این، روشن شدن تغییرات در دینامیک حمل رسوب در برابر گل آلودگی کوچکی که در بستر ایجاد می‌شود، ممکن است در طول زمان به تغییرات ریخت شناسی بزرگی منجر شود.

17- Wwarner and picaup
18- Vanoni
19-Watts Branch
20-Hammer

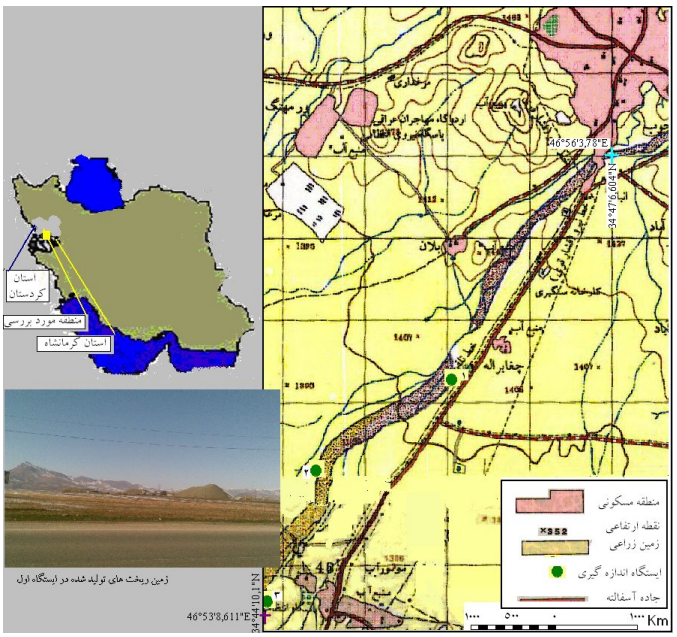
www.SID.ir

Archive of SID

معرفی منطقهٔ مورد بررسی

رودخانهٔ رازآور از زیر حوضه‌های اولیهٔ حوضه آبریز کرخه و از شاخه‌های مهم و رودخانهٔ قره سوست که در بخش کامیاران - سنندج و بخش مرکزی شهرستان کرمانشاه واقع شده است. شاخه‌های اولیهٔ آن از دامنه‌های شمالی میردال که در امتداد کوه‌های بلند "پرو" و در ۳۰ کیلومتری شمال کرمانشاه قرار دارد، سرچشمه می گیرد. طول این رودخانه ۸۰ کیلومتر و وسعت حوضه آبریز آن بالغ بر ۱۶۰۰ کیلومتر مربع است، این رودخانه دارای آب دائمی بوده، متوسط آبدهی سالیانهٔ آن در یک دورهٔ ۳۱ ساله حدود ۲۹۶.۴ میلیون متر مکعب در روستای حجت آباد اندازه گیری شده است.

میانگین سالانهٔ درجهٔ حرارت در این منطقه ۱۳/۱ درجه سانتی گراد و میانگین بارش بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی متر است. بیشتر گسترهٔ استان کردستان از دید زمین شناسی در زون ایران مرکزی و سنندج سیرجان قرار دارد و تنها بخش کوچکی در جنوب در زون زاگرس رورانده قرار دارد که این بخش همان ناحیهٔ بررسی شده در این پژوهش است.



شکل۱: نقشه توپوگرافی منطقه مورد بررسی در رودخانه رازآور و موقعیت کارخانه‌های انتخاب شده

www.SID.ir

Archive of SID

منطقهٔ مورد بررسی بخشی از رودخانه رازآور را در مسافت تقریباً ۱۰ کیلومتری در جنوب شهرستان کامیاران و در مرز بین استان کردستان و کرمانشاه در برمی‌گیرد(شکل۱). رود رازآور در این منطقه وارد دشت آبرفتی بزرگی می‌شود و بستر خود را در آن چندین متر به عمق برده، پهنایش را نیز گسترش می‌دهد. برداشت شن و ماسه در این دشت، عوارض متعددی، از قبیل گودال‌ها، تپه‌ها و شیارهای متعدد به جا گذاشته است و اکنون نیز فعالیت‌های تولید شن و ماسه به گونهٔ دیگری در آن جریان دارد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی شیوهٔ واکنش دینامیک رودخانه در برابر تولید شن و ماسه از نه کارخانهٔ موجود بر روی رودخانه تعداد سه کارخانه که به فاصله ۱/۳ تا ۱/۵ کیلومتری از همدیگرفاصله داشتند، برای نمونه انتخاب شدند (شکل ۲). در محل هر یک از کارخانه‌ها سه نقطه به فاصلهٔ ۱۰۰؛ ۲۰۰ و ۵۰۰ متری از محل کارخانه به عنوان نقاط نمونه برداری و اندازه گیری در نظر گرفته شدند. در کل نه نقطه یا محل برای برداشت نمونه تعیین شد تا تغییرات بار رسوبی رودخانه در قبل و بعد از محل‌های برداشت یا همان کارخانه‌ها- که در این پژوهش ایستگاه نامیده می‌شود- معلوم گردد. در ضمن در هریک از نقاط نمونه برداری از تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۸۵ تا ۸ تیر ۱۳۸۶ یازده بار نمونه برداری به عمل آمد. از این یازده بار، نه بار آن در زمان‌هایی بود که رودخانه دارای آب بود و دو بار دیگر مربوط به فصل تابستان می‌گردید که در واقع، آب رودخانه خشک شده بود، ولی برداشت‌ها و فعالیت کارخانه‌ها همچنان ادامه داشت(پیوست الف).

برای انجام نمونه‌برداری از خروجی کارخانه‌ها، پساب‌هایی را که با استفاده از آب چاه‌هایی که به منظور شست و شوی شن و ماسه حفر شده‌اند و به صورت مستقیم وارد بستر رودخانه می‌شدند، مبنا قرار داده شد. از این رو، در فصول خشک ۱۰۰ متری قبل از ایستگاه آب رودخانه خشک بود، ولی در ۲۰۰ متری بعد از ایستگاه آب بسیار گل آلودی

www.SID.ir

Archive of SID

در رود جاری می گردید و در ۵۰۰ متری بعد از ایستگاه به مقدار بسیار زیادی از گل آلودی آب کاسته می‌شد و در ایستگاه‌های بعد هم این فرآیند ادامه داشت.

برای اندازه‌گیری میزان دبی در هر یک از نقاط نمونه برداری، سرعت آب توسط مولینه و عمق متوسط آن به وسیلهٔ خط کش‌های مدرج و سطح مقطع به وسیلهٔ مترهای پارچه‌ای بلند اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که نمونه گیری رسوب در شرایط صفر تا ۱۶/۹ مترمکعب در ثانیه انجام گرفت. معمولاً میانگین دبی ایستگاه‌ها و نقاط نمونه‌گیری نوسان‌های جزیی را در طول نمونه‌گیری نشان داد. ایستگاه دوم کمی کمتر از دو ایستگاه قبلی و بعدی بود و در هر ایستگاه به طور متوسط از نقطهٔ اول اندازه‌گیری تا نقطه آخر افزایش داشت (جدول ۱).

جدول ۱: ویژگی‌های دبی آب در طول نمونه گیری در سه ایستگاه اندازه گیری و در موقعیت‌های نمونه گیری (در ۱۰۰ متری قبل، ۲۰۰ متری و ۵۰۰ متری بعد از کارخانه‌ها)
برحسب مترمکعب بر ثانیه

ایستگاه (کارخانه)	تعداد	میانگین	انحراف معیار	نقاط نمونه گیری	تعداد	میانگین	انحراف معیار
ایستگاه اول	۳۳	۵/۴۸۳	۴/۷۸۵	نقاط اول	۳۳	۵/۴۸۲	۴/۷۸۷
ایستگاه دوم	۳۳	۵/۴۵۰	۴/۷۷۰	نقاط دوم	۳۳	۵/۴۹۴	۴/۷۷۴
ایستگاه سوم	۳۳	۵/۴۹۷	۴/۷۷۳	نقاط سوم	۳۳	۴/۵۰۴	۴/۷۶۶
مجموع	۹۹	۵/۴۹۳	۴/۷۲۷	مجموع	۹۹	۵/۴۹۳	۴/۷۲۷

به منظور اندازه گیری دبی رسوب رودخانه نیز در فواصل گفته شده از کارخانه نمونه ای از آب رودخانه به میزان یک لیتر برداشت شد و بعداً نمونه‌های برداشت شده از کاغذهای صافی به منظور به دست آوردن دبی خالص رسوب گذرانده شد. سپس رسوبات

www.SID.ir

Archive of SID

به دست آمده خشک گردید و به وسیلهٔ ترازوهای دقیق دیجیتالی وزن و یادداشت شد و دبی رسوب به صورت گرم در هر لیتر از آب رودخانه در ثانیه به دست آمد(پیوست الف).

سرانجام، برای تشخیص تغییرات رخ داده از نظر میزان رسوب در فواصل معین، داده‌های به دست آمده دربارهٔ دبی رسوب با روش آنالیز واریانس در نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل قرار گردید.

جدول۲: ویژگی‌های دبی رسوب در طول نمونه گیری در سه ایستگاه اندازه گیری و در نقاط نمونه‌گیری (بر حسب کیلو گرم در مترمکعب درثانیه)

ایستگاه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	نقطه نمونه گیری	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد
اول	۳۳	۴/۷	۱۴/۷۸	۲/۲۷	اول	۳۳	۰/۰۸۱	۰/۰۴۹	۰/۰۰۸
دوم	۳۳	۲/۴۸	۷/۹۳	۱/۳۸	دوم	۳۳	۶/۸۵	۱۶/۴۲	۲/۸۶
سوم	۳۳	۱/۵۹	۵/۲۱	۰/۹۱	سوم	۳۳	۱/۸۳	۴/۳۰	۰/۷۵
مجموع	۹۹	۲/۹۲	۱۰/۱۲	۱/۰۲	مجموع	۹۹	۲/۹۲	۱۰/۱۲	۱/۰۱

نتایج و بحث

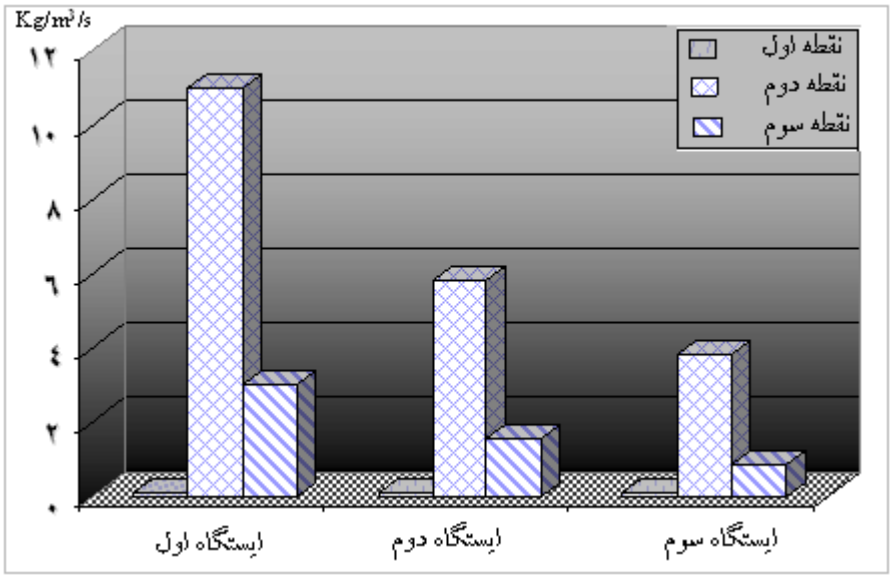
نتایج حاصل از نمونه برداری رسوب در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد که دبی رسوب بین صفر تا تقریباً ۶۳ $Kg/m^3/s$ تغییر می‌کند و به طور متوسط مقدار رسوب در ایستگاه (کارخانه)اول بیشتر از دو ایستگاه بعدی بوده است؛ به عبارت دیگر، در ایستگاه‌های بعدی مقدار رسوب کاهش یافته است (جدول ۲ و شکل ۲). این موضوع به یکسان بودن دبی آب رودخانه در هر بار نمونه برداری در فواصل و ایستگاه‌های مختلف و فعالیت بیشترکارخانه‌های اول نسبت به کارخانه‌های دیگر برمی‌گردد. این کارخانه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور شست و شوی ماسه، آب را از رودخانه پمپ کرده، بعداً به همراه پساب‌ها به رودخانه باز می‌گردانند.

با وجود این، نتایج ناشی از آنالیز واریانس نمونه‌ها نشان داد که این تغییرات از نظر آماری معنی دار نیستند و ایستگاه‌های مختلف رود را تقریباً در یک سطح گل آلود می‌کنند($P > ۰/۰۵$، $F_{۲و۳۰} = ۰/۸۵۹$) (جدول ۳). از سوی دیگر، نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس نمونه‌ها برای مقایسه داده‌های نقاط قرینه در ایستگاه‌های سه گانه نشان می دهد که مقدار رسوب حمل شده در ۱۰۰ متری قبل از سرچشمه آلودگی در هر سه محل یکسان بوده است و اگر این مقایسه در ۲۰۰ متری و ۵۰۰ متری بعد از محل آلودگی نیز انجام گیرد، باز تفاوت معنی داری نشان نخواهد داد($P > ۰/۰۵$، بترتیب $F_{۲و۳۰} = ۰/۳۹۵$، $F_{۲و۳۰} = ۰/۵۲۸$ ، $F_{۲و۳۰} = ۰/ ۴۶۲$)؛ به عبارت دیگر، اگر سه نقطهٔ پیرامون کارخانه‌های برداشت شن و ماسه به طور قرینه باهم مقایسه شوند، از نظر حمل رسوب شرایط یکسانی را دارا هستند(جدول ۳).



شکل ۲: تغییرات دبی رسوب در سه نقطه اندازه گیری در ایستگاه‌های منتخب

www.SID.ir

Archive of SID

ولی، تغییرات رسوب در نقاط سه گانه (۱۰۰ متری قبل از ایستگاه و ۲۰۰ و ۵۰۰ متری بعد از ایستگاه) معنی دار بوده است و این در ایستگاه‌های مختلف تفاوتی نداشته است ($F_{۲و۳۰}$ =۰/۸۵۹ ،P > ۰/۰۵)؛ به عبارت دیگر، با استناد به نتایج فاکتور آنالیز(جدول ۳)، در همهٔ ایستگاه‌ها تفاوت معنی داری در مقدار رسوب نقاط نمونه گیری مشاهده شده است و مقایسه نقاط با یکدیگر نشان می‌دهد که همهٔ کارخانه‌ها تأثیر خیلی زیادی را در گل آلودی رودها به جا می‌گذارند ($F_{۲و۹۶}$ =۴/۲۴۶ ،P < ۰/۰۵) (جدول ۳). مقایسه‌های چندگانه با استفاده از آزمون تیوکی نشان داد که در ایستگاه‌های دوم ؛ یعنی در فاصلهٔ ۲۰۰ متری بعد از کارخانه‌ها، حمل رسوب به طور معنی داری نسبت به دو نقطهٔ ۱۰۰ متری قبل از کارخانه و ۵۰۰ متری بعد از کارخانه تفاوت دارد؛ به عبارت دیگر، رود در محل برداشت رسوب بشدت گل آلود می‌گردد و این آلودگی تا ۵۰۰ متری ادامه پیدا می‌کند. در این محل مقدار حمل رسوب تفاوت زیادی با مقدار رسوب قبل از کارخانه‌ها ندارد و تقریباً به شرایط عادی باز می‌گردد(جدول۴)؛ به عبارت دیگر، اختلاف فاحش در بار رسوب رودخانه در فواصل ۱۰۰ متری قبل از کارخانه‌ها و ۲۰۰ متری بعد از آن‌ها مشاهده می‌شود. فاکتور آنالیز داده‌ها نشان می‌دهد که این تغییرات در هر سه ایستگاه تقریباً به یک اندازه صورت گرفته است و تفاوت تغییرات حمل رسوب در ایستگاه‌های مختلف معنی دار نبوده است($F_{۴و۳۰}$ =۰/۴۱۰ ،P > ۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: نتایج فاکتور آنالیز برای تفاوت معنی دار حمل رسوب در ایستگاه‌ها، سه نقطه اندازه گیریو تغییرات انجام شده در هر سه نقطه اندازه گیری نسبت به ایستگاه‌ها

Sig.	F	Mean Square	df	Type III Sum of Squares	Source
,186	1,452	143,429	8	1147,432(a)	Corrected Model
,004	8,564	846,054	1	846,054	Intercept
,019	4,129	407,879	2	815,759	Points
,427	,859	84,885	2	169,771	Station
,801	,410	40,476	4	161,903	STAITON * Points
		98,792	90	8891,281	Error
			99	10884,767	Total
			98	10038,714	Corrected Total

a R Squared = ,114 (Adjusted R Squared = ,036)

جدول۴ : نتایج حاصل از آزمون تیوکی برای نمونه‌های رسوب برداشت شده در فواصل معین کارخانه‌های تولید شن و ماسه در رود رازآور

(I) نقطه نمونه گیری	(J) نقطه نمونه گیری	اختلاف میانگین (I-J)	اشتباه استاندارد	Sig.	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
1.000	2.000	-6.79436(*)	2.420076	,017	-12.55561	-1.03312
	3.000	-1.74142	2.420076	,753	-7.50267	4.01982
2.000	1.000	6.79436(*)	2.420076	,017	1.03312	12.55561
	3.000	5.05294	2.420076	,098	-.70831	10.81419
3.000	1.000	1.74142	2.420076	,753	-4.01982	7.50267
	2.000	-5.05294	2.420076	,098	-10.81419	.70831

* اختلاف میانگین در سطح ۰۵/. معنی دار است.

بررسی داده‌ها وجود تفاوت‌های جزئی را در مقدار دبی آب در ایستگاه‌ها و نقاط اندازه‌گیری آشکار می‌سازد (جدول‌های ۱ و۲)که این تفاوت‌ها ممکن است نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. آزمون آنالیز واریانس نمونه‌ها نشان داد که این تفاوت‌ها کاملاً تصادفی هستند($P > ۰/۰۵$، $F_{۹۶ و ۲} = ۰$) و بنابراین، اندازه گیری‌ها در شرایط کاملاً

www.SID.ir

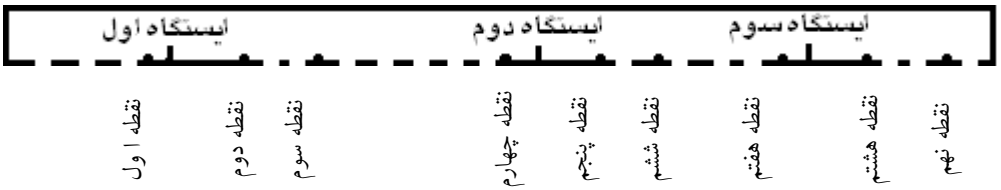
Archive of SID

مساوی از نظر حجم دبی صورت گرفته است.از سوی دیگر، علی رغم تغییرات در دبی رسوب در ایستگاه های مختلف که حاصل عملکرد متفاوت کارخانه ها وحجم برداشت‌های رسوب متفاوت آن ها سرچشمه می‌گیرد،آزمون های آماری نشان داد که این تغییرات نیز قابل چشم پوشی هستند و نمی‌توانند در نتایج به دست آمده خلل وارد کنند.

نکتهٔ مهمی که در نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود، معنی دار بودن تفاوت حمل رسوب تنها در نقاط قبل و بعد از هر ایستگاه است. از آن جا که این محل‌ها بترتیب در ۱۰۰ متری قبل از ایستگاه یا کارخانه برداشت مصالح و ۲۰۰ متری بعد از آن قرار دارد، این موضوع نشان می‌دهد که میزان حمل رسوب تا ۲۰۰ متری بعد از هر محل برداشت رسوب به یقین افزایش می‌یابد، اما معنی دار نبودن تفاوت ارقام غلظت رسوب بین نقاط دوم و سوم(شکل ۳) بعد از هر ایستگاه نشان می‌دهد که هر چند که مقدار رسوب تا حد قابل ملاحظه ای تا ۵۰۰ متری بعد از هر ایستگاه کاهش می‌یابد، اما این تفاوت هنوز به حد نقطهٔ قبل از محل برداشت مصالح نرسیده است. اگر به این مسأله نبود تفاوت معنی دار بین نقاط ۱۰۰ متری قبل از هر ایستگاه (اول، چهارم و هفتم در شکل ۳)که توسط آنالیز واریانس صورت گرفت، اضافه شود، درخواهیم یافت که رود قطعاً در فاصلهٔ یک کیلومتری بین ایستگاه ها به تعادل دست پیدا می‌کند؛ با وجود این، نبود تفاوت معنی دار بین نقاط دوم بعد از هر ایستگاه(۵۰۰ متری) و نقاط قبل از هر ایستگاه نشان می‌دهد که این تفاوت خیلی مهم نیست. از این رو، اگر به فاصلهٔ ۵۰۰ متری دور از هر ایستگاه رقم کوچک؛ مثلاً ۱۰۰ متری اضافه شود، می‌توان با اطمینان بیشتری بیان داشت که رودها در مسافتی تقریباً ۶۰۰ متری بعد از برداشت مصالح به حالت اولیهٔ خود از نظر حمل رسوب دست پیدا می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳: ایستگاه ها و موقعیت نقاط اندازه گیری نسبت به آن ها. خطوط پر معنی دار بودن تفاوت حمل رسوب و خطوط منقطع معنی دار نبودن آن را در مسافت بین نقاط نمونه گیری نشان می‌دهد.

این نتیجه همانند نتایجی است که کینغتن(۱۹۹۹، ۳۴۰)، رینالـدی و سـیمون (۱۹۹۸، ۷۰)، وارنر و پیـک آپ(۱۹۷۵، ۳۲۵-۳۳۳) در واکـنش بسـتر بـه تغییـرات بـزرگ در حوضه‌های آبخیز به دست آوردند.اگر این تغییرات به مکان ویژه‌ای مربوط گردد طبیعـی است که رود در زمان ویژه‌ای نیز همانند آن نتایجی که لئوپولد و ایمت (۱۹۷۲، ۲۷-۳۵) و هامر (۱۹۷۲، ۱۵۳۰-۱۵۴۰) در مقیاس تغییرات در ابعاد شهری به آن رسیدند، در ابعـاد کوچک برداشت مصالح در بخش کوچکی از رود نیز به آن خواهند رسید؛ با این تفـاوت که تعادل یابی بعد از توقف فعالیت‌ها در مدت زمان کوتاه صورت خواهد پذیرفت.

نتیجه گیری

برداشت مصالح از بستر رود باعث می‌گردد که رود تا ۲۰۰ متری منبع آلاینده بشدت گل آلود شود و برای به دست آوردن تعادل تا ۶۰۰ متـری سرچشـمه، رسـوب خـود را بتدریج ته‌نشین سازد. نتیجهٔ این تغییر دینامیک رود به صورت گسترش نیمکت‌های شـنی در این مسافت از بستر رودخانه نمایان می‌شود و این خود نیز گسترش پهنای بستر را بـه دنبال می‌آورد. البته، نتیجهٔ این تغییرات در مقیاس زمانی ممکن است مانند همان تفسـیری باشد که نیکلاس و همکارانش (۱۹۹۹، ۱۳۵) دربارهٔ حوضهٔ الفیوس در یونان انجام دادند؛ یعنی این که پسروی سواحل و ناپایداری بستر به مدت حتی چندین سـال بعـد از توقـف معدن کاوی عارضهٔ عمومی رودخانه باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مأخذ

۱- حسینی موسی، بهمن.(۱۳۷۳). برداشت های بی رویه شن و ماسه از رودخانه های استان مازندران و آثار سـو آن. ***مجموعـه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه***، اهواز.

۲- محمودی، فرج الله؛ نوحه گر، احمد.(۱۳۸۲). بررسی اثرات برداشت مصالح(شن و ماسه) بر شکل بستر و رژیم رودخانه میناب، ***پژوهش‌های جغرافیایی***،شماره ۴۵، صص۴۵-۵۸.

۳- وزارت نیرو، معاونت امور آب.(۱۳۷۴). بررسی بهره‌برداری از تأسیسات منابع آب سازمان آب منطقه‌ای مازندران، ***گـزارش گروه نظارت بر بهره برداری***. گزارش شماره ۸.

۴- وزارت نیرو.(۱۳۸۲). *راهنمای فرسایش و حفاظت رودخانه‌ها*، **نشر سازمان مدیریت منابع آب ایران.**

5-Chen, Z., Li, J., Shen, H., Zhanghua, W., 2001. Yangtze River of China: historical analysis of discharge variability and sediment flux. Geomorphology 41, 77–91

6-Fryirs, K., Brierley, G.J., 1999. Slope–channel decoupling in Wolumla catchment, New South Wales, Australia: the changing nature of sediment sources following European settlement.Catena 35, 41–63.

7- Hammer, TR., (1972), Stream channel enlargement due to urbanization. *Water Resources Research*, 8,1530-40.

8- Harvey, M. D. and Schumm, S. A. 1987. Response of Dru Creek, California, to land change, gravel mining and dam closure. *Erosion and sedimentation in the Pacific Rim* (Proceedings of the Corvallis Symposium), IAHS Publication No. 165,451-460.

9- Johnson, G.Strickland, M. and D. Byyok 1999. Quantifying Impacts to riparian wet lands associated reduced flows along the Greybull river. Wyoming, *wetlands*, 71-77.

10- Kinghton A. D., 1999, the gravel – sand transition in a disturbed catchment's, *Geomorphology*, 27, 325-341

11- Kondolf, G. M. 1994. Geomorphic and environmental effects of in stream gravel mining. *Landscape and Urban Planning*, **28**, 225-243.

Kondolf, G.M., Pigay, H., Landon, N., 2002. Channel response to
increased and decreased bedload supply from land use change: contrast between two catchments. Geomorphology 45, 35– 51

12- Leopold, L.B. and Emmett, w. w., (1972), Some rates of geomorphological processes, *Geographica Polonica*, 23, 27-35.

13- Lie´bault, F., Cle´ment, P., Pie´gay, H., Rogers, C.F., Kondolf, G.M.,

14- Landon, N., 2002. Contemporary channel changes in the Eygues basin, southern French Prealps: the relationship between subbasin variability and watershed characteristics. Geomorphology 45, 53– 66.

15- Nicholas, A. P., Woodward, J. C., Christopoulos, G., Macklin M. G. 1999. Modeling and monitoring river response to environmental change: the impact of dam construction and alluvial gravel extraction on bank erosion rates in the lower Alfios basin, Greece. In Brown, A. G. and Quine, T. A. (eds) *Fluvial Processes and Environmental Change*. John wiley & Sons, 117-137.

16- Rinaldi M. and Simon A. (1998), Bed-Level adjustments in Arno River, central Italy, *Geomorphology*, 22, 57-71.

17- Rinaldi, M., Wyzga, B., Surian, N., 2005. Sediment mining in alluvial
channels: physical effects and management perspectives. River Research and Applications 21, 805–828.

18- Schumm, S.A., 1977. The fluvial system. Hohn Wiley, New York 338 pp.

19- Simon A., Hupp, C.R., 1989. Channel evolution in modified Tennessee channels. In: Proc. Rth Federal Interagency Sedimentation Conference, *Las Vegas*, NV, Vol. 2, pp. 5-82.

20- Simon, A., 1989. A model of channel response in disturbed alluvial channels, *Earth Surface Processes and Land forms*, 14, 11-26.

21- Vanoni, V.A. Born, R.H. and Noris, H.M. (1982) erosion and deposition at a sand and gravel mining operation in San Juan creek. *Organ quanty*, California. DC.271-278.

22- Warner, R.F. and Pickup, G, (1975). Estuary sand dredging: A case study of an environmental problem. *New Zealand Geographical society*: Conference series 8,325-33.

23- Wyzga, B. 1991. Present-day down cutting of the Raba River channel (Western Carpathians, Poland) and its environmental effects. *Catena*, **18**, 551-566.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست الف: مقدار دبی رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها و در زمان‌های مختلف (بر حسب کیلو گرم در مترمکعب در ثانیه)

نام ایستگاه	ایستگاه اول			ایستگاه دوم			ایستگاه سوم		
فواصل / تاریخ	در ۱۰۰ متری قبل از ایستگاه	در ۲۰۰ متری بعد از ایستگاه	در ۵۰۰ متری بعد از ایستگاه	در ۱۰۰ متری قبل از ایستگاه	در ۲۰۰ متری بعد از ایستگاه	در ۵۰۰ متری بعد از ایستگاه	در ۱۰۰ متری قبل از ایستگاه	در ۲۰۰ متری بعد از ایستگاه	در ۵۰۰ متری بعد از ایستگاه
۸۵/۱۲/۱۵	/۱۳۰	/۲۰۰	/۱۵۰	/۱۴۵	/۲۲۰	/۱۷۰	/۱۴۰	/۲۰۰	/۱۵۰
۸۵/۱۲/۲۸	/۱۴۰	/۲۲۰	/۱۵۵	/۱۴۵	/۲۲۰	/۱۶۰	/۱۵۰	/۲۳۰	/۱۷۰
۸۶/۰۱/۱۱	/۰۹۰	/۲۶۰	/۱۰۰	/۰۹۰	/۵۳۰	/۱۷۰	/۱۵۰	/۲۳۰	/۱۷۰
۸۶/۰۱/۲۳	/۰۹۰	/۱۱۰	/۱۰۰	/۰۹۰	/۱۲۰	/۱۰۰	/۰۹۵	/۱۲۵	/۱۰۵
۸۶/۰۲/۰۵	/۱۲۰	/۲۰۰	/۱۳۰	/۱۲۵	/۲۱۰	/۱۴۰	/۱۳۰	/۲۲۰	/۱۳۵
۸۶/۰۲/۱۷	/۰۴۰	/۰۶۰	/۰۴۵	/۰۴۰	/۰۸۵	/۰۵۵	/۰۶۰	/۱۲۵	/۰۷۰
۸۶/۰۲/۲۸	/۰۳۵	/۰۵۰	/۰۴۰	/۰۴۰	/۰۹۰	/۰۶۰	/۰۶۵	/۱۰۰	/۰۷۵
۸۶/۰۳/۰۸	/۰۳۰	/۰۶۰	/۰۴۰	/۰۳۵	/۱۱۰	/۰۵۵	/۰۵۰	/۱۲۰	/۰۷۰
۸۶/۰۳/۲۰	/۰۱۹	/۰۴۰	/۰۲۵	/۰۲۲	/۰۴۷	/۰۲۹	/۰۲۷	/۰۵۰	/۰۳۱
۸۶/۰۳/۲۹	۰	۵۷/۲۲۰	۱۵/۱۱	/۱۴۰	۴۰/۵۵۰	۹/۱۴۵	/۰۵۵	۱۳/۲۷	۳/۰۵
۸۶/۰۴/۰۸	۰	۶۲/۷۷	۱۷/۲	/۱۲۰	۲۱/۷۴	۷/۴۵	/۰۸۰	۲۷/۱۲۰	۵/۵
میانگین	۰/۰۶۳	۱۱/۰۱۷	۳/۰۰۹	۰/۰۹۰	۵/۸۱۱	۱/۵۹۴	۰/۰۹۱	۳/۷۹۹	۰/۸۶۶
انحراف معیار	۰/۰۵۲	۲۴/۲۴۷	۶/۵۱۷	۰/۰۴۸	۱۳/۲۱۳	۳/۳۳۶	۰/۰۴۴	۸/۶۷۸	۱/۷۷۳

www.SID.ir