Archive of SID

فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی
سال ۷ (۱۳۹۰)، شماره ۱: ۶۲-۵۳
www.appliedgeology.ir

بررسی اثرات مخرب زیست‌محیطی ناشی از برداشت بی‌رویه مصالح رودخانه‌ای (شن و ماسه) در محورهای اصلی برداشت شهر مشهد

نرجس قهرمانی*[1]، محمد غفوری[1] ، غلامرضا لشکری پور[1] و غلامرضا غلامی[2]

۱) گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، na.ghahremani@gmail.com

۲) واحد ژئوتکنیک شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد

*) عهده‌دار مکاتبات

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۸ ؛ تاریخ دریافت اصلاح شده: ۹۰/۳/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۸ ؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۰/۵/۲۵

چکیده

سنگ‌ها ماندگارترین مصالح ساختمانی هستند که از تخت جمشید ایران تا اهرام مصر سالیان سال پایدار مانده‌اند. مصالح خرده سنگی که اصطلاحاً به آن شن و ماسه گفته می‌شود، پر مصرف‌ترین مصالح ساختمانی هستند. پیشرفت تمدن بشری در امر احداث سازه، نیاز بشر به شن و ماسه را افزایش داده‌است. برداشت‌های بی‌رویه جهت تامین نیاز بشر، لزوم حفظ بستر و حریم رودخانه‌ها و نیز حفظ هویت آن و اجتناب از بهم خوردن تعادل موجود در محیط‌زیست رودخانه توجه به جلوگیری از برداشت بی‌رویه مصالح رودخانه‌ها را بیش از پیش مطرح ساخت. اما برداشت بدون برنامه‌ریزی این‌گونه مصالح اثرات مخربی بر پیکره محیط‌زیست دارد. در این مقاله سعی شد تا با انجام بازدیدهای میدانی از محورهای اصلی تامین‌کننده شن و ماسه شهر مشهد (محور سرخس، کلات، فریمان و فردوسی) به بررسی اثرات مخرب و غیرمستقیم استحصال مصالح رودخانه‌ای بر محیط‌زیست پرداخته شود و پیشنهاداتی جهت جایگزینی و استفاده از مصالح نوین ساختمانی ارائه گردد. مصالح کوهی در محور سرخس (به علت تجمع واحدهای شن شویی در این محور) به عنوان مطالعه موردی در این مقاله انتخاب گردیده و آزمایشات مختلفی بر روی آن‌ها انجام گردید، نتایج نشان‌دهنده مقاومت فشاری ٤٢٠ تا ٤٥٠ kg/cm^2 می‌باشند. حجم این توده آهکی به وسیله نرم‌افزار جی‌آی‌اس (GIS) محاسبه و حدود ۱۰٤٤/۳۷ میلیون تن تخمین زده شده است. مقاومت بالا و حجم مناسب این منبع کوهی استفاده از این مصالح را به‌عنوان جایگزین مناسب مصالح رودخانه‌ای تایید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: مصالح رودخانه‌ای، شن و ماسه، برداشت بی‌رویه، اثرات زیست‌محیطی، مصالح کوهی(شکسته‌شده).

۱- مقدّمه

در سالیان اخیر استفاده از شن و ماسه، به همراه پیشرفت انسان در عرصه‌های مختلف، کاربرد بیشتری یافته است. تهیه بتن که کاربرد روزافزون آن در عمران و آبادانی مناطق بسیار آشکار است، راه‌سازی و ساخت بزرگراه‌ها و صنایع ا ز قبیل موزاییک‌سازی و شیشه‌سازی نمونه‌هایی از عمده موارد مصرف شن و ماسه به شمار می‌آیند که ضرورت استفاده از این منابع را اجتناب ناپذیر می‌سازد.

اثرات و زیان‌های مخرب برداشت مصالح آبرفتی از رودخانه‌ها و اراضی کشاورزی در بعضی از شهرهای کشور(همانند استان گلستان و شهر گرگان) به اوج رسیده و باعث بروز مشکلات فراوانی شده‌است به گونه‌ای که برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای در این شهر ممنوع شده است.

برداشت مصالح از رودخانه‌ها مستقیماً هندسه آبراه و تراز کف را تغییر می‌دهد، که عواملی مانند انحراف جریان، انباشت رسوبات و حفاری گودال‌های عمیق می‌تواند در این خصوص مؤثر باشد. برداشت مصالح از رودخانه‌ها می‌تواند با حفر ترانشه، ایجاد حفره در کف رودخانه یا برداشت سطحی تپه‌های شن (برداشت همه مصالح یک تپه شنی بالاتر از یک خط فرضی) صورت گیرد. در هر حال، ریخت‌شناسی قبلی آبراه دگرگون شده و کمبود موضعی رسوب پدید می‌آید. البته ایجاد شیار یا حفره، باعث شستگی بالا دست نیز می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت مصالح رودخانه‌ای علاوه بر تغییرات مستقیم بر محیط اطراف در رودخانه، می‌تواند باعث ایجاد فروافتادگی آبراه، درشت‌دانه کردن کف و ناپایداری جانبی رودخانه نیز گردد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۱۳۸٤).

امروزه آبرفت‌های رودخانه‌ای اصلی‌ترین منابع تأمین شن و ماسه هستند، اما کمبود منابع رودخانه‌ای مناسب و خطرات زیست‌محیطی که استخراج این گونه منابع به همراه دارد، نظرها را به سوی تولید مصالح سنگ‌دآن‌های از سنگ کوهی معطوف داشته است (تخم‌چی و سروش ۱۳۸۳). برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، اگرچه منافع بیشماری را برای عده‌ای محدود فراهم می‌آورد و پروژه‌های عمرانی نیز از آن بهره‌مند می‌گردند، ولی با این حال اگر در قالب ضوابط فنی و طبق دستورالعمل‌های کنترل‌کننده انجام نگیرد، قطعاً موجب آثار منفی در بهم‌زدن تعادل طبیعی رودخانه، تخریب زمین‌های اطراف، آبزیان و زیستگاه‌های پرندگان و جانوران منطقه خواهد شد. از سوی دیگر، اگر برداشت شن و ماسه تحت اصول فنی مناسب و نیز مدیریت صحیح صورت گیرد، نه‌تنها تبعات منفی آن به حداقل می‌رسد، بلکه عملکرد رودخانه و پایداری آن نیز افزایش می‌یابد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۱۳۸٤).

۲- بحث

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی با ۲۰٤ کیلومتر مربع مساحت، در شمال‌شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ٦۰ درجه و ۳٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوضه آبریز کشف‌رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۹۸۵ متر است. بر اساس سرشماری عمومی سال ۱۳۸۵ این شهر با ۲٤۱۰۸۰۰ نفر جمعیت دومین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران است و بدلیل توسعه حرکتهای عمرانی در دهه‌های اخیر، برداشت‌های بی‌رویه از شن و ماسه موجود در بستر و حریم رودخانه‌ها و اراضی مستعد کشاورزی بدون رعایت قوانین مربوطه و حفظ حریم رودخانه‌ها و سایر سازه‌های متقاطع با بستر رودخانه صورت گرفته است. در نتیجه بحران جدی در تغییرات دانه‌بندی مصالح رودخانه‌ای، تغییرات مورفولوژی و هندسه رودخانه‌ها و همچنین از بین رفتن اراضی مناسب کشاورزی و ایجاد گودال‌های بسیار عمیق در اطراف سازه‌های مختلف بوجود آمده است.

بر طبق بررسی‌های میدانی وسیعی که در این خصوص در منطقه صورت گرفت، مشخص شد در حال حاضر محل‌های برداشت شن و ماسه در محدوده شهر مشهد، در چهار منطقه و مطابق تصاویر (۱ و ۲) پراکنده شده‌اند:

محور فریمان که شامل ۱۵ واحد شن شوئی در سنگ بست با فاصله ۳۵ کیلومتر از مرکز شهر

محور سرخس که شامل ٤۰ واحد شن شوئی در منطقه تنگل شور با فاصله ۲۰ کیلومتر از مرکز شهر

محور کلات که شامل ۱۰ واحد شن شوئی در جاده کلات با فاصله ۲۰ کیلومتر از مرکز شهر

محور فردوسی که شامل ۱۰ واحد شن شوئی در جاده فردوسی با فاصله ۳۷ کیلومتر از مرکز شهر.

در ایران براساس قوانین میزان موافقت اصولی تعین شده توسط اداره کل دفتر فنی و مهندسی استانداری‌ها در خصوص میزان برداشت در سال، برای هر واحد بصورت رسمی ۵۰ هزار مترمکعب درسال می‌باشد. آمار تعداد کل معادن تامین‌کننده شن و ماسه مشهد در چهار محور اصلی این شهر، در سال ۱۳۸۸ مجموعاً ۵٦ معدن و در سال ۱۳۸۹، ۷٤ معدن است (تصویر ۳) که درصد رشد آن ۳۲/۱٤ درصد می‌باشد (انجمن صنفی کارفرمایی شن‌شویی‌های استان خراسان رضوی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹).

۷۰ درصد از کل شن و ماسه موردنیاز کلان شهر مشهد از محور سرخس تأمین می‌شود. ۹۹ درصد معادن تامین‌کننده شن و ماسه در زمین‌های شخصی و تنها تعداد ٦ معدن در محدوده حریم رودخانه‌ای قرار می‌گیرد.

با توجه به تعداد شن‌شوئی موجود در اطراف مشهد، لذا کل برداشت مجاز برابر ۳/۲۵ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. درحالی که میزان برداشت واقعی بطور متوسط هر واحد ۱۵۰ هزار مترمکعب درسال می‌باشد لذا با احتساب شن‌شویی در اطراف شهر مشهد، لذا کل برداشت برابر ۱۰ میلیون مترمکعب در سال خواهد بود. برای مثال در محدوده کال تنگل‌شور حدود ۳/۵ میلیون مترمکعب در سال مجوز رسمی جهت برداشت وجود دارد و این درحالی است که برداشت‌کنندگان ۳ تا ٤ برابر این ظرفیت را از بستر رودخانه و اراضی مناسب کشاورزی اطراف آن برداشت می‌کنند. باید توجه داشت که آمار فوق بدون در نظرگرفتن واحدهای بتن آماده دارای شن‌شوئی می‌باشد.

۲-۱- آثار منفی برداشت شن و ماسه از رودخانه و اراضی کشاورزی

اثرات منفی که در اثر برداشت مصالح از رودخانه‌ها به‌وجود می‌آید بسیار زیاد و جبران‌ناپذیر هستند. برداشت بی‌رویه و غیرفنی مصالح ساختمانی (شن و ماسه) از رودخانه‌ها که نوعی دخل و تصرف در آن

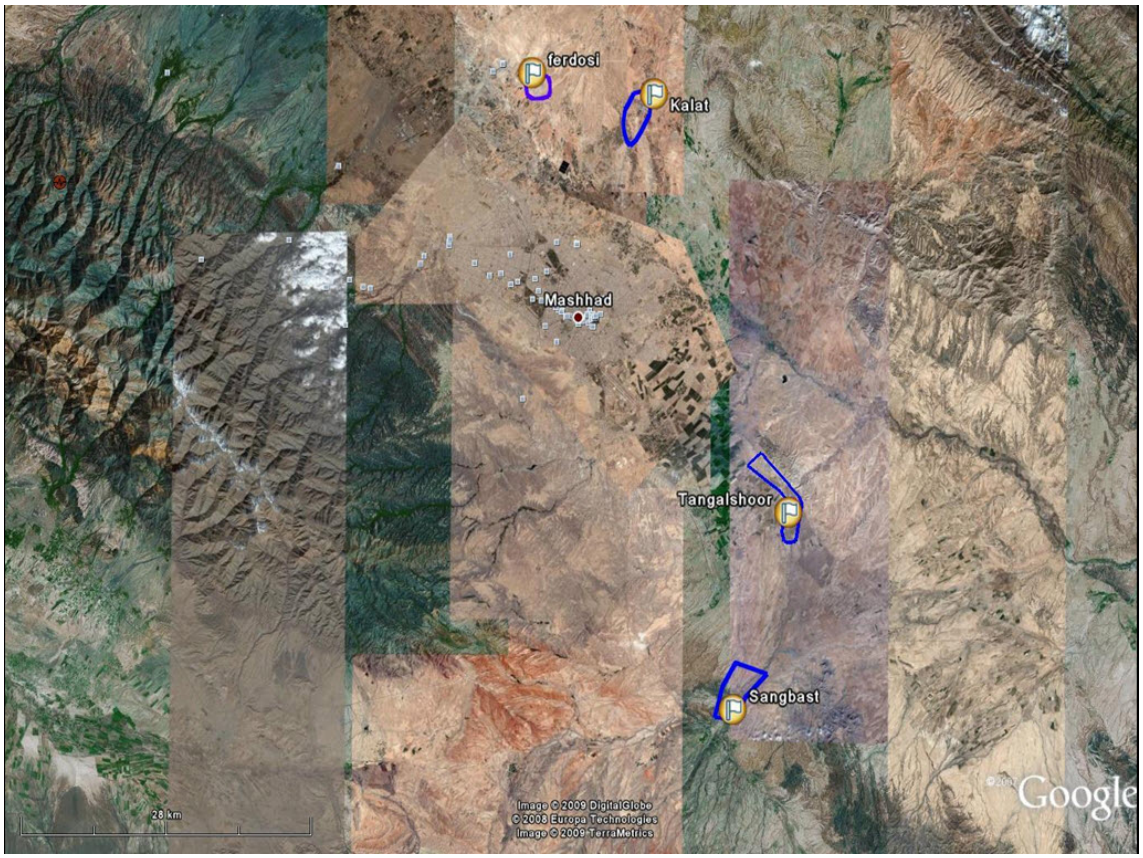
www.SID.ir

Archive of SID

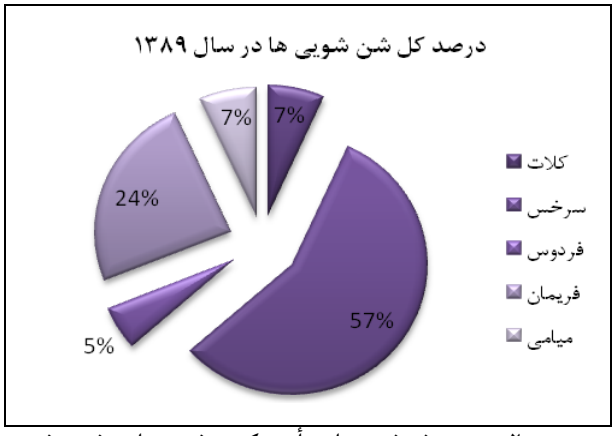
به شمار می‌آید، آثار منفی فراوانی را به دنبال دارد. بسته به حجم و میزان برداشت و نیز روش، زمان و مکان برداشت، اثرات آن‌ها می‌تواند در ابعاد هیدرولیکی، مورفولوژی، زیست محیطی و اقتصادی نمایان گردد. این تغییرات محدود به محل استخراج و برداشت نیست بلکه کیلومترها بالاتر و پایین‌تر از آن ظاهر می‌شود (دانشفر و محمدی ۱۳۸۵).

برداشت مصالح رودخانه‌ای موجب ایجاد حفره‌هایی در بستر شده و با بهم‌خوردن تعادل رسوبات رودخانه سبب می‌شود که ظرفیت حمل رودخانه را در پایین دست گودال بیشتر کرده و موجبات کف‌کنی آن را فراهم آورد. این تغییر، پارامترهایی نظیر شیب‌بستر و عمق جریان را دستخوش تغییر می‌کند.

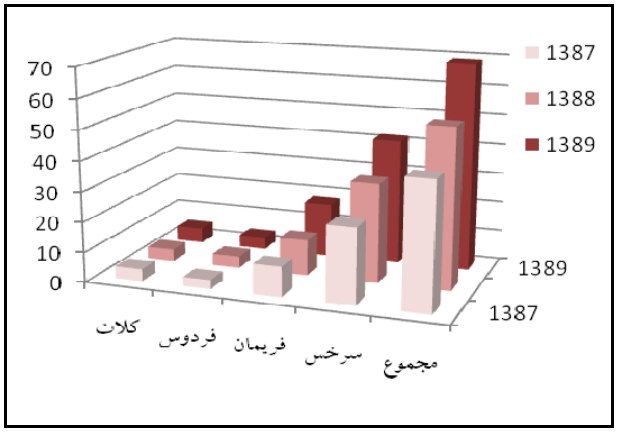
برداشت مصالح از محل‌های مختلف باعث ایجاد حفره‌هایی در بستر



تصویر ۱- تصویر ماهواره‌ای از چهار محور اصلی تامین‌کننده شن و ماسه در مشهد



تصویر ۲- درصد شن‌شویی‌های تأمین کننده شن و ماسه شهر مشهد



تصویر ۳- نمودار روند افزایشی شن‌شویی‌ها در محورهای اصلی تأمین‌کننده شن و ماسه شهر مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

شده که در آینده نزدیک باعث کاهش سرعت اجرا و افزایش هزینه‌های ایجاد زیرساخت‌ها از جمله راه و راه‌آهن و خطوط انتقال آب، گاز خواهد شد (تصویر ٤). تولید شن و ماسه به روش شستشو مصالح رودخانه‌ای باعث ایجاد آلودگی محیط‌زیست و کاهش نفوذپذیری لایه‌های سطحی خواهد شد. تل‌ماسه‌ها و بستر رودخانه‌هایی که آبده آبی کمی دارند، اغلب به عنوان منابع مناسبی از شن و ماسه برای ساخت و سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ١٣٨٤).

تصویر ٤- عمق برداشت بیش از حدمجاز در محور کلات- زمستان ١٣٨٩

٢-٢- فرسایش بستر و ساحل رودخانه

برداشت مصالح از رودخانه‌ها عموماً موجب ایجاد حفره‌ها و حوضچه‌های بزرگی در مسیر جریان رودخانه می‌گردد و با افزایش عمق جریان ورودی و کاهش سریع سرعت آن، بخشی از رسوبات در حال حمل در این حوضچه‌ها ترسیب می‌شوند. بنابراین رسوبات جریان خروجی از حوضچه حفاری شده بسیار کمتر از ظرفیت حمل رسوب جریان رودخانه می‌باشد. این امر، موجب به‌هم خوردن تعادل و توازن عمومی رودخانه گشته و پارامترهای مختلف هیدرولیکی آن مانند عمق‌جریان، شیب‌بستر و بار رسوبی جریان دستخوش تغییر خواهند شد. در اطراف مشهد و بر روی شاخه‌های کشف‌رود، بند و سازه‌های آبی زیادی احداث شده است. رواناب گل‌آلود محصول این واحدها مستقیم به سمت این سازه‌ها حرکت می‌کند و با پرکردن مخازن و افزایش رسوب در آن‌ها باعث کاهش طول‌عمر این سازه‌ها می‌گردد (تصویر ٥).

تصویر ٥- تخریب بستر ساخته شده بر رودخانه در اثر سیلاب ناشی از برداشت بی‌رویه مصالح رودخانه‌ای

برداشت بیش از حدمجاز باعث حفاری‌های عمیق‌تر و غیراصولی در منطقه گردیده است به نحوی که عمق زیاد این چاله‌ها نه تنها باعث تخریب مورفولوژی محیط گردیده است بلکه در برخی موارد کف منطقه برداشت به سفره آب زیرزمینی رسیده و باعث آلودگی آب و همچنین تبخیر و از بین‌رفتن آب می‌گردد (تصاویر ٦، ٧ و ٨).

تصویر ٦- گودال بسیار عمیق برداشت مصالح در محور کلات

٢-٣- آبشستگی پای پل و لوله‌های عبوری از بستر رودخانه

یکی از آثار منفی و بسیار محسوس برداشت مصالح ساختمانی از رودخانه‌ها، صدمات جبران‌ناپذیری است که به تأسیسات و سازه‌های موجود در مسیر رودخانه وارد می‌شود (تصاویر ٩ و ١٠). از دیگر تبعات فرسایش رودخانه ناشی از برداشت شن و ماسه، می‌توان به تخریب لوله‌های عبوری از بستر رودخانه مانند لوله‌های گاز، نفت و آب و نیز سیفون‌های معکوس می‌باشد.

٢-٤- تعلیق موادرسوبی و آثار آن بر آبزیان

روان‌آب‌هایی که در اثر آب‌شویی شن و ماسه (بعد از بهره‌برداری) وارد رودخانه‌ها می‌شوند، ممکن است دارای تراکم زیادی از ذرات ریز باشند. رسوبات و نهشته‌های حاصل از این منابع، میزان نفوذ نور به داخل آب را کاهش داده و سرانجام ته‌نشینی این ذرات ریز، بستر رودخانه را زیر لایه‌ای از نهشته قرار می‌دهد. پیامدهای رسوب مواد ریز و معلق سبب اختلال در تنفس و فتوسنتز گیاهان آبزی غوطه‌ور در آب شده، میزان رشد آن‌ها را کاهش داده و سبب مرگ آن‌ها می‌شود (U. S. army corps of engineers 2002).

www.SID.ir

Archive of SID

تصویر ۷- جمع شدن آب در گودال‌های برداشت مصالح (قسمت جنوب غربی منطقه تنگل شور-جاده سرخس)

تصویر ۸- حجم بالای گودبرداری برای برداشت مصالح رودخانه‌ای واقع در ۲/۵ کیلومتری جنوب غرب کارخانه سیمان کلات (به مقیاس تصویر توجه شود کامیون‌های ده‌تن که در مقایسه با حجم چاله‌های ایجاد شده بسیار کوچک هستند)

www.SID.ir

Archive of SID

تصویر ۹- تخریب تاسیسات در اثر برداشت بی‌رویه مصالح از رودخانه - زمستان ۱۳۸۹

تصویر ۱۰- آب‌شستگی پایه پل‌ها که این خود در اثر برداشت بی‌رویه مصالح از رودخانه می‌باشد - زمستان ۱۳۸۹

تصویر ۱۱- تعلیق موادرسوبی و گل‌آلوده شدن آب- رودخانه کشف‌رود، پاییز ۱۳۸۹

شستشوی مصالح برداشت‌شده باعث گل‌آلود نمودن دائمی آب باقی مانده رودخانه‌ها می‌شود که این امر به نوبه خود باعث افت کیفیت و شفافیت آب و در نتیجه آن از بین‌رفتن زیستگاه جانوران و آبزیان می‌گردد (تصاویر ۱۱ و ۱۳).

۲-۵- تأثیر منفی در جذب توریست

همان‌گونه که گفته شد، بسته به شدت، حجم و عمق برداشت مصالح، احتمال تبدیل شدن گودال‌های برداشت به گنداب‌های آب و پرشدن آن ها از جلبک‌ها وجود دارد، که در این صورت، نهایتاً کیفیت زیبایی‌شناسی چشم‌اندازهای رودخانه کم شده و میزان توریست‌ها را به شدت کاهش می‌دهد (تصویر ۱۲). همچنین از بین‌رفتن جزایر کوچک که زیستگاه پرندگان آبی است و معمولاً به عنوان یکی از قطب‌های گردشگری کشور مطرح می‌باشد، نیز از اثرات این امر می‌باشد.

گسترش روزافزون این واحدها در زمین‌های کشاورزی، نه‌تنها باعث از بین‌رفتن فرصت‌های شغلی در بخش کشاورزی و همچنین کم‌شدن محصولات می‌گردد بلکه بعد از اتمام ذخیره این واحدها،چاله‌های باقی مانده از آن‌ها باید پر شوند اما خاک دست‌ریزی که در این چاله‌ها ریخته می‌شود مشکلات عمده‌ای از جمله تحکیم ثانویه در اثر اعمال بار و تنش و ترافیک ایجاد نموده که خود باعث تخریب راه و مشکلات بعدی آن می‌شود (تصویر ١٤).

۲-۶- پتانسیل‌های معادن سنگ موجود در اطراف مشهد

با توجه به وجود پتانسیل‌های مناسب در اطراف شهر مشهد طرح تولید شن و ماسه کوهی به صورت متمرکز و یا حداکثر در سه نقطه قابل بررسی می‌باشد که این مناطق به شرح زیر می‌باشند (تصویر ۱۵):

- جاده سرخس جنب رادارخانه نیروی هوایی- فاصله ۲۰ کیلومتر
- جاده کلات، جنب کارخانه سیمان - فاصله ۲۵ کیلومتر
- نزدیک روستای اندروخ- فاصله ۲۵- ۳۰ کیلومتر

هر سه منطقه معرفی شده در یک راستا قرار دارند و از نظر جنس و ساختار تقریباً یکسان هستند. این مناطق از مصالح آهکی به سن ژوراسیک تشکیل شده‌اند.

تصویر ۱۲- گل‌آلودشدن رودخانه در اثر جریان آب از میان لایه‌های فرسایش‌پذیر و تخریب بستر رودخانه- رودخانه کشف‌رود، پاییز ۱۳۸۹

www.SID.ir

Archive of SID

تصویر ۱۳- تصویر ماهواره‌ای از یک شن‌شویی و گل‌آلود نمودن آب موجود در منطقه (تنگل شور- جاده سرخس)

تصویر ١٤- گسترش واحد شن‌شویی در اراضی کشاورزی در مسیر کنارگذر مشهد-کلات

۲-۷- ویژگی‌های مصالح شکسته در محور سرخس

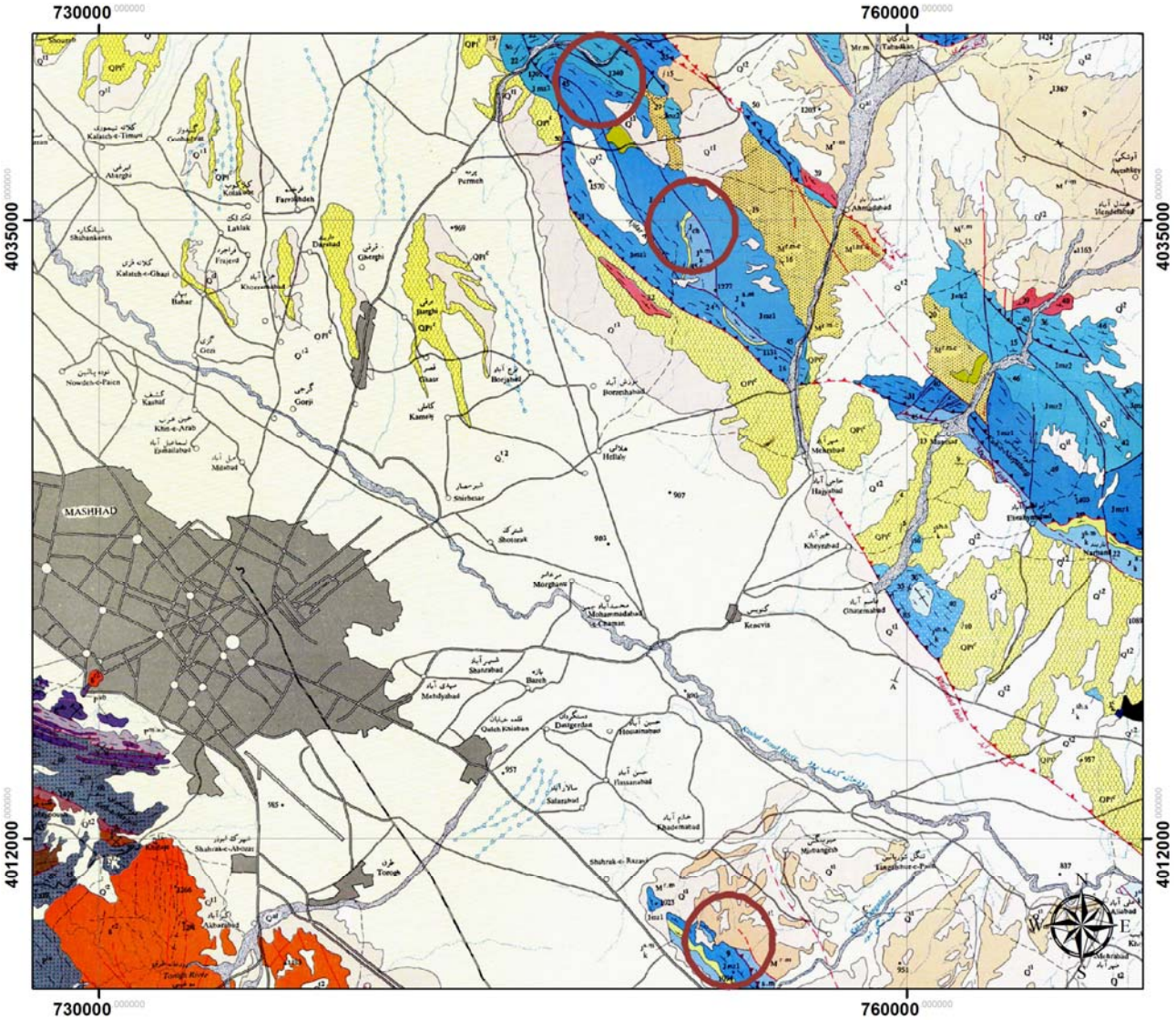
علت اشاره به محور سرخس از آن جهت می‌باشد که بر اساس آمار و اطلاعات موجود تمرکز و تجمع شن‌شویی‌ها در این محور قرار گرفته است (تصویر ١٦). ویژگی‌های منحصر به‌فرد مصالح شکسته استفاده از آن‌ها را اقتصادی می‌نماید. از جمله اینکه؛ دانه‌های شکسته دارای زاویه اصطحکاک داخلی زیاد بوده و همچنین تیزگوشه بودن و

www.SID.ir

Archive of SID

عدم لغزش دانه‌ها روی هم کاربرد آن‌ها را در راه‌سازی مخصوصاً روسازی راه بیشتر کرده است (صادقی و رفعتی ۱۳۸٤). ماسه‌های شکسته به‌علت اصطحکاک داخلی زیاد، به سختی روی همدیگر لغزیده و زیر چرخهای وسائل نقلیه بهتر مقاومت کرده و نیروهای وارده از چرخ اتومبیل را بهتر تحمل می‌نماید. این امر سبب می‌گردد که خیلی دیرتر از شن و ماسه طبیعی زیر چرخ‌های وسایل نقلیه فتیله شده و در نتیجه جاده دیرتر موج برمی‌دارند (بروکس و همکاران ۱۳۸٤). این نوع مصالح در شرایط مساوی دارای مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به شن و ماسه طبیعی هستند (Wu et al. 2001). ابعاد ماسه و شن شکسته کاملاً در اختیار مصرف‌کننده است زیرا ابعاد آن به‌وسیله الک‌های مخصوص تعیین می‌شود (دانشفر و محمدی ۱۳۸۵). بتن ریخته شده با شن و ماسه شکسته یکنواخت‌تر و همگن‌تر از شن و ماسه‌طبیعی است. هم‌چنین مقاومت این نوع بتن بیشتر از بتن ساخته شده با مصالح گردگوشه می‌باشد (RómelSolís-Carcaño & Moreno 2008).

شن و ماسه شکسته اولاً به هیچ‌وجه موادخارجی ندارد و در ثانی درشتی دانه‌ها و درصد آن‌ها در کارهای بتنی کاملاً در اختیار مصرف‌کننده است. در مورد شن و ماسه شکسته حق انتخاب بیشتری وجود دارد. البته جنس این نوع مصالح کاملاً اختیاری نیست و بستگی به ماده‌معدنی نزدیک محل استقرار سنگ‌شکن‌ها دارد. در مورد محل‌استقرار سنگ‌شکن‌ها نیز محدودیت‌هایی مانند فاصله آن تا محل مصرف و همچنین مالکیت معدن وجود دارد. بطور کلی هر قدر سنگ متراکم‌تر بوده و وزن مخصوص آن بیشتر باشد برای تهیه شن و ماسه جهت مصرف در بتن یا راه‌سازی مناسب‌تر است. سنگ‌های انتخاب شده باید یک‌دست بوده و فاقد رگه‌های خاکی باشند (گروه مهندسین مشاور مهر پویان ۱۳۸۸).



تصویر ۱۵- پتانسیل‌های برداشت مصالح کوهی در مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

برای نشان دادن خواص مصالح شکسته شده (کوهی)، ۳ طرح اختلاط با مصالح برداشت‌شده از یک معدن در جاده سرخس آماده شد. مصالح شکسته مورد استفاده در کیلومتر ۱٤ جاده سرخس و در منطقه تنگل شور قرار گرفته است. وسعت این محدوده حدود ۲۰۰ هکتار و حجم تقریبی آن (با توجه به وزن مخصوص نمونه‌ها ۲/۷۱) و استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس (GIS) حدوداً ۱۰٤٤/۳۷ میلیون تن تخمین زده می‌شود. این مصالح آهک و دولومیت سازند مزدوران با سن ژوراسیک بالایی می‌باشد.

این رسوبات دارای مقاومت بالایی هستند. نتایج آزمون مقاومت فشاری این نمونه‌ها در حالت خشک حدود ٤۲۰ تا ٤۵۰ kg/cm^2 و در حالت اشباع ٤۰۰ تا ٤۳۰ kg/cm^2 می‌باشد. اختلاف اندک بین مقاومت خشک و اشباع نمونه ها نشان‌دهنده این امر است که آب تاثیری بر پارامترهای مقاومتی نمونه ها نداشته است (تخم‌چی و سروش ۱۳۸۳). نتایج آزمون سختی نمونه‌ها به‌وسیله چکش اشمیت نیز مقاومت بالای این نمونه‌ها تأیید نموده است.

با توجه به مقاومت بالای سنگدانه‌های شکسته مورد استفاده در طرح اختلاط بتن، مقاومت بتن ساخته شده با این مصالح نیز دارای مقاومت بالا می‌باشد. این مصالح به علت نزدیکی به جاده (فاصله حدود ۵۰۰ متر) و شهر مشهد (فاصله حدود ۱٤ کیلومتر) و همچنین مرغوبیت و مقاومت مناسب خود جایگزین مناسب مصالح رودخانه‌ای بوده و استفاده از این مصالح مشکلات زیست‌محیطی ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای را مرتفع می‌سازد (Kenai et al. 1999, Menadi et al. 2008). جدول ۱ نتایج مقاومت و اسلامپ این نوع بتن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج طرح اختلاط‌های بتن با مصالح شکسته

شماره طرح اختلاط	عیار سیمان kg	اسلامپ cm	نسبت آب به سیمان	وزن بادامی kg/m^3	وزن نخودی kg/m^3	وزن ماسه kg/m^3	وزن مخصوص بتن t/m^3	نتایج مقاومت ۷ روزه kg/cm^2	نتایج مقاومت ۲۸ روزه kg/cm^2
۱	۳۲۵	٦	۰/۵٤	۱۷۹	٦۲٦	۹۸٤	۲/۳۳	۱۹۷/٤	۲۳۸/٤
۲	۳۵۰	۷	۰/۵۳	۱۷۵	٦۱۲	۹٦۲	۲/۳٤	۲۲۵/۵	۳۱٦/۵
۳	۳۷۵	۷	۰/۵۰	۱۷۲	٦۰۳	۹٤۸	۲/۳۵	۲٤۰/۷	۳٤٤/۵

تصویر ۱٦- تجمع واحدهای شن‌شویی در محور سرخس

www.SID.ir

Archive of SID

۳- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های وسیعی که در سطح شهر مشهد انجام شده است می‌توان نتایج زیر را ارائه نمود:

منابع شن و ماسه رودخانه‌ای رو به اتمام می باشند در نتیجه کیفیت و کمیت اینگونه مصالح (شن و ماسه رودخانه‌ای) کاهش شدیدی را نشان می دهد. لذا استفاده از منابع جدید امری اجتناب ناپذیر میباشد.

برداشت بی‌رویه مصالح رودخانه‌ای باعث بروز خطرات زیست‌محیطی عدیده‌ای در کلان شهر مشهد گردیده است. از جمله آن‌ها، تخریب اراضی کشاورزی، کاهش محصولات زراعی، تخریب سازه‌هایی از جمله پل‌های بزرگ، راه و راه‌آهن، خطوط انتقال آب، گاز، فیبرنوری و همچنین از بین رفتن زیستگاه‌ها و مرگ آبزیان می‌باشند. آهک‌های سازند مزدوران که در منطقه مورد نظر بیشتر از نوع دولومیتی هستند، دارای مقاومت بالا (۴۲۰ تا ۴۵۰ kg/cm^2) و حجم مناسبی (۱۰۴۴/۳۷ میلیون تن) می‌باشند و استفاده از آن‌ها به عنوان منبع قرضه کوهی مورد تأیید و تأکید می‌باشد.

این منبع قرضه کوهی بسیار به شهر نزدیک بوده (۱۴ کیلومتری جاده سرخس) و همچنین موقعیت آن دقیقاً در مجاورت جاده اصلی است، در نتیجه هزینه‌های حمل و جابجایی آن نیز کاهش می‌یابد که این امر خود باعث کاهش هزینه‌های اجرایی پروژه‌های عمرانی می‌گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند تا از معاونت برنامه‌ریزی و توسعه – مدیریت توسعه و پژوهش شهرداری مشهد به خاطر حمایت و مساعدتشان در انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی نمایند.

مراجع

اداره کل معادن و فلزات استان خوزستان، ۱۳۸۰، "پروژه اکتشاف و پی‌جویی مقدماتی شن و ماسه کوهی"، *طرح مطالعه و اکتشاف تفصیلی معادن استان*.

انجمن صنفی کارفرمایی شن‌شویی‌های استان خراسان رضوی، ۱۳۸۸، "گزارش آماری شن‌شویی‌های استان".

انجمن صنفی کارفرمایی شن‌شویی‌های استان خراسان رضوی، ۱۳۸۹، "گزارش آماری شن‌شویی‌های استان".

بروکس، جی. جی، رمضانیان‌پور، ع. ا.، شاه نظری، م. ر. و نویل، آ.، ۱۳۸٤، "تکنولوژی بتن"، *انتشارات علم و صنعت، ٤٦٦ ص*.

تخم‌چی، ب. و سروش، ح.، ۱۳۸۳، "بررسی ویژگیهای ژئوتکنیک و اقتصادی آهک و ایگنمبریت سازند قم به منظور جایگزینی با منابع شن و ماسه رودخانه‌ای"، *اولین همایش انجمن مهندسین معدن، تهران، ایران*.

دانشفر، م. و محمدی، الف.، ۱۳۸۵، "بررسی معادن شن و ماسه رودخانه‌ای و راه‌ای جایگزین کردن آن‌ها با معادن شن و ماسه کوهی"، *هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه*.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸٤، "راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای"، *نشریه شماره ۳۳٦ ، ۱۷۵ ص*.

گروه مهندسین مشاور مهر پویان، ۱۳۸۸، "مصالح ساختمانی و دستورالعمل‌های اجرایی"، *انتشارات خدمات فرهنگی پارسه نو، ۳۲۵ ص*.

صادقی، ح. و رفعتی، پ.، ۱۳۸٤، "مصالح ساخت و آزمایشگاه، دانشگاه امام حسین(ع)"، *موسسه چاپ و انتشارات تهران، ٦٦٨ ص*.

Beshr, H., Almusallam, A. A. & Maslehuddin, M., 2003, "Effect of coarse aggregate quality on the mechanical properties of high strength concrete", *Construction and Building Materials, Vol. 17: 97-103.*

Kenai S., Benna Y. & Menadi B., 1999, "The effect of fines in crushed calcareous sand on properties of mortar and concrete", *In: Swamy R. N (ed.), International Conference on Infrastructure Regeneration and Rehabilitation: 253-261.*

Menadi, B., Kenai, S., Khatib, J. & Ait-Mokhtar, A., 2008, "Strength and durability of concrete incorporating crushed limestone sand", *Construction and Building Materials, Elseviar: 625-633.*

RómelSolís-Carcaño, E. I. & Moreno, J. 2008, "Evaluation of concrete made with crushed limestone aggregate based on ultrasonic pulse velocity", *Construction and Building Materials, Vol. 22 (6): 1225-1231.*

U. S. army corps of engineers, 2002, "regulatory plan for commercial dredging activities on the Kansas river".

Wu, K.R., Chen, B., Yao, W. & Zhang, D., 2001, "Effect of coarse type on mechanical properties of high-performance concrete", *Cement and Concrete Research, Vol. 31: 1421-1425.*

www.SID.ir