فصلنامه علمی- تخصصی زمین‌شناسی و محیط زیست
سال اول، شماره ۳، پائیز ۱۳۸٦

ویژگی‌ها و خصوصیات ژئوتکنیکی سنگدانه‌های مصرفی در سد کرخه

رسول اجل لوئیان، لیلا فاتحی

گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

سد خاکی کرخه واقع بر رودخانه کرخه در ۲۵ کیلومتری جنوب باختری شهر اندیمشک قرار دارد.حجم عظیم مصالح مصرفی در پوسته و بتن سرریز آن ، مطالعه سنگدانه های مصرفی را ضروری می سازد. در این مقاله سعی بر انجام مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیکی محدوده سد و اطراف آن و بالاخص محل های برداشت مصالح قرضه گردیده است، این مطالعات شامل زمین شناسی، زمین ریخت شناسی، لیتواستراتیگرافی، زمین شناسی ساختمانی و منابع قرضه که مشتمل بر دانه بندی و طبقه بندی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، آزمون سلامت سنگ و آزمون لوس آنجلس مصالح مصرفی می باشد. با توجه به نتایج آنالیزهای XRF انجام شده بر روی مصالح قرضه کانی های کوارتز و کلسیت از درصد قابل توجهی برخوردار هستند که به لحاظ واکنش قلیایی- سیلیسی قابل ملاحظه می باشد.

واژگان کلیدی: سنگدانه، زمین شناسی مهندسی، سد ، کرخه

مقدمه

رودخانه کرخه که سومین رودخانه ایران از نظر آبدهی محسوب می شود، از مناطق میانی و جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس در نواحی غرب و شمال غرب کشور سرچشمه می‌گیرد و پس از طی مسافتی در حدود ۹۰ کیلومتر در امتداد شمال به جنوب سرانجام در مرز مشترک ایران و عراق به مرداب هورالعظیم می‌ریزد. سد کرخه واقع بر رودخانه کرخه حدود ۲۵ کیلومتری شمال باختری اندیمشک در طول جغرافیایی "۵۰ '۱۲ °٤۸ خاوری و عرض جغرافیایی "۰۰ '٤۹ °۳۲ شمالی واقع گردیده است. از نظر آب و هوایی، حوزه آب ریز کرخه به اقلیم ویژه دریای مدیترانه تعلق دارد. نوسان درجه حرارت هوا در محل ساختگاه سد حداقل ٤/۲ و حداکثر ۵۳/٦ درجه سانتیگراد می باشد.

این سد خاکی با هسته رسی دارای طول تاج سد ۳۰۳۰ متر و عرض تاج سد ۱۲ متر می باشد که عرض سد در پی آن ۱۱۰ متر و ارتفاع سد از پی ۱۲۷ متر می باشد. برای ساختن این سد عظیم حجم مصالح پوسته ۱۹/٦ میلیون متر مکعب مصرف گردیده است. سرریز این سد از نوع اوجی با شوت دریچه دار می باشد که در جناح راست بدنه سد واقع گردیده است. ظرفیت تخلیه سرریز ۱۸۲٦۰ متر مکعب در ثانیه بوده و دارای طول کل (با احتساب طول حوضچه آرامش و کانال خروجی) ۱۱۱۷ متر و عرض ۱۱۰ متر می‌باشد. از آنجائی که حجم بتن مصرفی در سرریز سد کرخه معادل ۷۵۸ هزار متر مکعب می‌باشد. بدین لحاظ مصالح دانه ای زیادی را در بر گرفته و مطالعه سنگدانه های مصرفی ضرورت دارد.

بـــحث

منطقه مورد مطالعه در حاشیه جنوب باختری زون چین خورده زاگـرس واقـع گردیـده اسـت، کـه ذیـلاً بطـور مختصر به آن پرداخته می شود. زمـین ریخـت شناسـی حاکم بر منطقـه از نـوع بـدبوم (Bad land) مـی باشـد. ارتفاعات محدوده طرح را عمدتاً رسوبات کنگلـومرایی سازند بختیاری و گروه فارس تشکیل می دهد. رسوبات کنگلـومرایی دارای ژئومورفولـوژی هـزار دره اسـت. آبراهه ها و مسیلهای ایجاد شده بـسیار متعـدد و برخـی بسیار عمیق بوده و دارای دیواره های تقریباً عمودی می باشد. روند آبراهه ها، اکثراً منطبق بر روندهای ساختاری سنگهای زیرین آن می باشد.

بلندترین نقـاط در رسـوبات کنگلـومرایی ۵۷۹ متـر از سطح دریا در کوه بن تله واقع است و در کوه بادام بـه ۷۷۵ متر می رسد.

رودخانه کرخه در محدوده مورد مطالعه به طـور کلـی از شمال به جنوب جریان دارد و پیچ و خـم هـای آن با روندهای ساختاری حاکم بر منطقه هم جهت است.

رسوبات گروه فارس، نیز دارای ریخت شناسی بـدبوم بوده و روند عمـومی آنهـا منطبـق بـر رونـد عمـومی رشته‌های زاگرس اسـت. کـوه هـای تـشکیل شـده از سازندهای مذکور در جهت شـمال بـاختری- جنـوب خاوری کـشیده شـده انـد و بلنـدترین نقطـه در روی محور طاقدیس دالپری حدود ٤٧٠ متر از سـطح دریـا ارتفاع دارد.

سازندهای مختلف زمین شناسی از زمان الیگوسـن تـا عهد حاضر در محدوده مـورد بررسـی بیـرون زدگـی داشـته و رسـوبات کنگلـومرایی بختیـاری بـه طـور دگرشـیب بـر روی سـازندهای گـروه فـارس قـرار گرفته اند.

کنگلومرای بختیـاری سـنگ کـف دشـت خوزسـتان را تشکیل می دهد و بیشترین منبع برای مصالح مصرفی در سد خاکی کرخه به شمار می‌روند. سـازند بختیـاری بـه سن پلیوسن- پلیستوسن از کنگلومرای ناهمگن تـشکیل یافته و ترکیب آن قلـوه سـنگهای متوسـط تـا بـزرگ از جنس آهک و دولومیت است که دارای زیست آوری‌ها (Bioclasts) و میـان آواری‌هـایی (Intraclasts) ماننـد کوارتز و قطعات پیریت و اکسیدهای آهن می باشد کـه توسط ماتریکس کربناته به صورت ضعیفی سیمانته شده است.

رسـوبات کـواترنری، بـه صـورت مـواد واریـزه ای، واریزه ای دامنه ای، رسوبات تشکیل دهنده پادگانه‌هـای آبرفتی و مخـروط افکنـه هـا و رسـوبات آبرفتـی بـستر رودخانه را تشکیل می دهند [۱].

از نقطه نظر زمین ساختی ، این ناحیه در شمال پلاتفـرم عربی واقع شـده و سـاختگاه سـد و منـاطق مخـزن در بخشهای شمالی کفه دزفـول قـرار دارد. گـستره مـورد مطالعه در آن سوی مرز جنوب غربی رشـته کـوه چـین خورده زاگرس واقع است که منطقه تپـه‌هـای دامنـه ای نامیده می شود[٤].

مهمترین شکل ساختاری که در ناحیه مشاهده مـی‌شـود خمیدگی جبهه کوه های رشته کـوه زاگـرس اسـت کـه گستره مورد مطالعه در محل تقعـر ایـن خمیـدگی قـرار دارد. خطواره های ساختاری و گسل‌ها غالباً روند شمال باختری- جنوب خاوری داشته و در دو سوی خمیدگی حالت رفتار برشـی نـسبت بـه هـم و نـسبت بـه میانـه خمیدگی متفاوت است [٤].

مطالعه منابع قرضه

منابع قرضه مصرفی در پوسته سد و بخش بتنـی سـرریز پـر کننـده سـد کرخـه از معـادن G1 و G3 (تـصویر ۱)

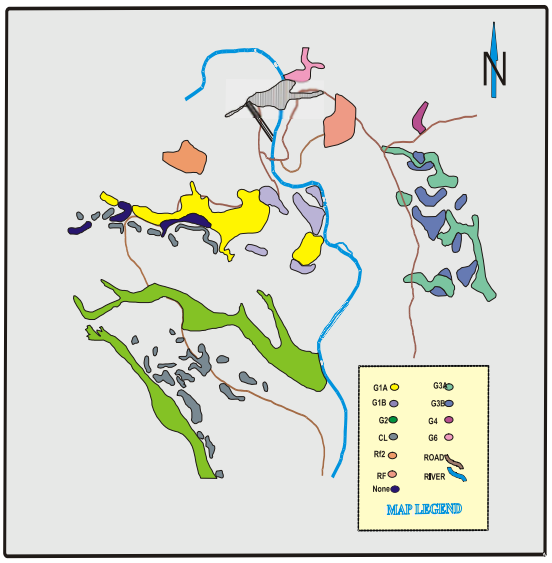
برداشت شده است. بر اساس نتایج آزمایشات مصالح بخش $G1_A$ که عمدتاً در قسمت میانی آبراهه واقع شده، بسیار تمیز بوده و میزان دانه ریز آن کمتر از ۵ درصد است. در حالی که بخش $G1_B$ که در قسمت انتهایی آبراهه G1 قرار دارد، دارای میزان ۵ تا ۱۰ درصد مصالح ریز دانه بوده که شاخص خمیری کم دارند. مصالح نواحی $G1_B$ و $G1_C$ (قسمت ابتدایی و میانی آبراهه) عمدتاً کنگلومرای هوازده محلی می باشد و به همین علت ریزدانه آنها بیشتر از بخش $G1_A$ می‌باشد.

مطالعه بر روی منابع G3 نشان می دهد که فقط بخش $G3_A$ دارای مصالح شن ماسه دار تمیز می‌باشد و عمدتاً مصالح درون آبراهه را شامل می‌شود. بخش $G3_B$ در کنگلومرای هوازده واقع گردیده و میزان ریزدانه‌های آن بین ۵ تا ۱۰ درصد با خاصیت خمیری زیاد می‌باشد.

مصالح دیگری همچون RF2 (در بخش رویی کنگلومرایی BK2) و نیز SA (در محل سرریز) نیز مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایشهای شاخص خمیری و طبقه‌بندی خاک و با توجه به ناحیه‌بندی هر یک از منابع قرضه تعدادی از نمونه‌های منابع قرضه به عنوان معرف انتخاب گردیده و بر روی آنها آزمایش های تعیین دانسیته حداکثر و حداقل و سه محوری (CD) انجام شده است، بیشترین آزمایش‌های بر روی معادن $G1_A$ و $G3_A$ متمرکز گردیده است (جدول ۱و۲).

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های تعیین دانسیته حداکثر و حداقل

منبع قرضه	شماره نمونه	دانسیته حداکثر (gr/cm^3)	دانسیته حداقل (gr/cm^3)
$G1_A$	۱	۲,۲۷	۱,۹۹
	۲	۲,۱۲	۱,۷٤
	۳	۲,۰۹	۱,۷٤
	٤	۲,۱۱	۱,۷۷
	٥	۲,۱٦	۱,۸۷
$G3_A$	۱	۲,۰۰	۱,۸۳
	۲	۲,۰۰	۱,۸۱
	۳	۲,۰۷	۱,۸۳
	٤	۱,۹۹	۱,۷٥
	٥	۲,۰۳	۱,۷۷
RF2	۱	۲,۰۷	۱,۸۰
	۲	۲,۰۷	۱,۸٤
	۳	۲,۰۷	۱,۸۳
	٤	۲,۰۳	۱,۸۰
SA	۱	۲,۰۹	۱,۸۸
	۲	۲,۱۰	۱,۸۹
	۳	۲,۰۳	۱,۸۸
	٤	۲,۰۹	۱,۹۰



شکل ۱- نقشه شماتیک محل برداشت منابع قرضه مقیاس ۱:۱۰۰۰۰

جدول ۲ - نتایج آزمایشهای سه محوری CD بر روی مصالح درشت دانه تمیز- نمونه های اشباع

منبع قرضه	شماره نمونه	دانسیته خشک (gr/cm^3)	دانسیته نسبی (gr/cm^3)	زاویه اصطکاک داخلی (درجه) در فشار (کیلوگرم بر سانتیمترمربع)			
				۲	٤	۷	۱۰
$G1_A$	۱	۲,۰۲	۷۵	٤۱	۳٦	۳۵	۳۵
	۲	۲,۰۰	۷۵	۳۷	۳۵	۳۹	۳۸
	۳	۲,۰۲	۸۵	٤۱	۳٦	٤۰	۳۸
	٤	۲,۰۸	۷۵	٤٤	٤۰	٤۲	٤۲
$G3_A$	۱	۱,۹۱	۸۰	٤۰	۳٦	۳۵	۳۵
	۲	۱,۸۷	۸۰	۳٤	۳۰	۳۳	۳٤
	۳	۱,۹٤	۸۰	۳۷	۳۵	۳۵	۳۵
RF2	۱	۲,۰۳	۸۰	٤۳	٤۰	٤۰	۳۹
SA	۱	۱,۹۰	۸۰	٤۱	۳٦	۳۷	۳۸

دانه بندی و طبقه بندی

نتایج آزمایش های دانه بندی و حدود آتربرگ بر روی هر یک از منابع قرضه G1وG3 در جدول های شماره(۳و٤) آمده است. این نتایج نشان می دهد که در ناحیه قرضه$G1_A$ مصالح عموماً از نوع GW می‌باشد و در ناحیه قرضه$G1_B$ و$G3_B$ مصالح از نوع‌های GP-GM و GW-GM طبقه بندی گردیده است. مصالح ناحیه قرضه$G3_A$ عموماً از نوع GW قرار دارد [۲ و۳].

جدول ۳ - نتایج آزمایش نشانه بر روی نمونه های منبع قرضه G1

ردیف	عمق به متر	طبقه بندی (نوع مصالح)	LL	PI	%<200	%<3"
۱	۲	GP-GM	۲۱	NP	۱۰	۹۷
۲	۱,۸	GP-GC	۲٦	۵	٦	۹٦
۳	۳	CL	٤۵	۲۰	۸۸	۱۰۰
٤	۵	GP-GM	۲۲	NP	۷	۹٦
۵	٤	GP-GC	۳۰	۱۱	۸	۱۰۰
٦	۲,۵	GP-GM	۲۵	۳	۱۳	۱۰۰
۷	۱	GW	–	–	۵	۱۰۰
۸	٤	GW-GC	۳۵	۷	٦	۹٦
۹	۱	GW	–	–	۲	۱۰۰
۱۰	۵	GW	–	–	٤	۹۷

جدول ٤ - نتایج آزمایش نشانه بر روی نمونه های منبع قرضه G3

ردیف	عمق به متر	طبقه بندی	LL	PI	%<200	%<3"
۱	۱,۵	GW-GC	۳۰	۱۳	٦	۱۰۰
۲	۲,۲	GP			۳	۸۸
۳	۰,۳	GP-GM	۷۱	۲۱	۱۰	۹۷
٤	۳,۸	GM	۸۱	۳۳	۲۰	۹۸
۵	۲,۲	GM	۹۰	۳٦	۱۸	۹۰
٦	۲,۵	GP-GM	٦٤	۲٤	۱۳	۹۵
۷	٤,۳	GP			۵	۹۷
۸	۱,۲	GM	۷۸	۳۸	۲۳	۹۸
۹	۳	GP			۵	۹۸
۱۰	۱,۵	GM	۷٦	۲٦	۲۳	۱۰۰

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مصالح

بر اساس مطالعات میکروسکوپی انجام شده ونتایج XRF بر روی نمونه ها (جدول ۵)، مصالح از نظر کانی شناسی عمدتاً دارای کانی‌های متشکه سنگهای رسوبی مانند کلسیت، کوارتز و چرت می‌باشد (شکل – ۲). شکل دانه ها نیمه گرد تا مدور و رنگ دانه‌ها الوان تا خاکستری تیره و روشن می باشد [٦].

شکل ۲- مقاطع میکروسکوپی منابع قرضه XPL 40

جدول ۵- نتایج آزمون XRF بر روی منابع قرضه

Sample	G1	OG1	SP1
SiO_2	۵۷/۲۳	۵۵/۰۱	۵۸/۱٤
Al_2O_3	۲/۰۷	۱/۸۲	۲/۰٤
Fe_2O_3	۲/۲٦	۲/٤۷	۲/۳٦
CaO	۱۹/٤۳	۱۸/۹۰	۱۷/۹۳
Na_2O	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۳۵
MgO	۰/۷۲	۱/٦٦	۱/۵٤
K_2O	۰/٤۱	۰/٤۲	۰/۳۹
TiO_2	۰/۲۳	۰/۲۲٦	۰/۲۰۸
MnO	۰/۰٦۲	۰/۰۳۹	۰/۰٤۵
P_2O_5	۰/۰۵۷	۰/۱۷٤	۰/۰٦۷
L.O.I.	۱۷/۱	۱۹/۲۲	۱۷/۰۳

وزن مخصوص حقیقی مصالح gr/cm^2 ۱/۲۰ بوده و بر اساس آزمایشات سه محوری زاویه اصطکاک داخلی مصالح بین ۳۰ تا ۳۵ درجه و ضریب چسبندگی آنها بین ۰/۳ تا ۰/٦ کیلوگرم بر سانتی متر مربع (نمونه های غیر اشباع) تغییر می‌نماید.

جدول ٦ – آزمون سلامت سنگ

شماره نمونه	۱	۲	۳	٤	۵	٦
درصد افت وزنی در برابر سولفات سدیم	۰/۳٤	۰/٤۷	۰/۲۱	۰/۱	۰/۲	۰/٤
درصد افت وزنی در برابر سولفات منیزیم	۰/٦۸	۰/۸٤	۰/٤	۰/۲	۰/٤	۰/۷

برای تعیین وضعیت سلامت سنگ یک سری آزمایش سلامت با استفاده از محلول های سولفات سدیم و منیزیم بر روی نمونه های انتخابی صورت گرفته است. خلاصه نتایج این آزمایش ها در جدول ٦ آمده است. داده های جدول ٦ نشان می دهد که مصالح قرضه سرریز سد کرخه از سلامت بالایی برخوردار هستند ، که این موضوع می تواند به علت رودخانه ای بودن مصالح و همچنین زمین شناسی رسوبی و حمل شدن مصالح از سازندهای بالاتر از جمله گروه فارس باشد . مصالح مصرفی چون در طول زمان جابجایی زیادی را متحمل شده است مواد انحلال پذیر و فرسایش پذیر خود را به مقدار زیادی از دست داده است و عموماً از مصالح مقاوم از جمله کوارتز به شکل های مختلف، فلدسپات و قطعات سنگ‌های رسوبی و ...تشکیل شده است[۵]. به

همین دلیل مصالح مزبور مقاومت بالایی در مقابل سولفات‌های سدیم و منیزیم از خود نشان می‌دهند و همچنین با توجه به جدول ۷ که نتایج آزمون لوس آنجلس را بر روی مصالح قرضه سرریز سد کرخه را برای ۵۰۰ دور چرخش نشان می‌دهد، نشانگر آن است که نمونه ها از مقاومت خوبی در برابر سایش برخوردار هستند.

جدول ۷ – آزمون لوس آنجلس

شماره نمونه	۱	۲	۳	٤	٥	٦
درصد افت وزنی در برابر سایش	١٦	٢٣	٢٠	١٤	١٩	١٧

نتیجه‌گیری

با توجه به استفاده فراوان از منابع قرضه در ساخت سرریز بتنی سد کرخه و حجم قابل توجه آن ضرورت بررسی سنگدانه‌های مصرفی از نقطه نظر زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی امری ضروری به نظر می رسد. بدین منظور اقدام به مطالعه و بررسی سنگدانه ها به لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها شد. نتایج طبقه‌بندی بر روی منابع قرضه نشان می دهد که در ناحیه، منبع قرضه $G1_A$ مصالح عموماً از نوع GW می‌باشد. در ناحیه قرضه$G1_B$ و$G3_B$ مصالح از نوع های GP-GM و GW-GM و در ناحیه قرضه$G3_A$ عموماً در رده GW قابل طبقه‌بندی می‌باشند. با توجه به نتایج XRF و XRD بر روی نمونه‌های کوارتز و کلسیت، این نمونه‌ها به لحاظ پتانسیل واکنش قلیایی قابل توجه هستند و لازم است نسبت به آن مطالعه ویژه ای انجام شود[۷].

منابع

۱- درویش زاده،ع.(۱۳۷۱)، زمین شناسی ایران، نشر فردا، ۹۰۱ صفحه.

۲- گزارش سالانه مهاب قدس، طرح کرخه، (۱۳۷۷)، مطالعات مصالح دانه ای پوسته سد کرخه.

۳- گزارش مطالعات سیمان مصرفی در بتن سرریز سد کرخه، (۱۳۷۸)، شرکت مهاب قدس.

٤- نبوی، م .ح.، ۱۳۵۵ ، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۱۰ صفحه.

5- Michel, B., Thiébaut, J., Wackenheim, C., (2003), Intérêt De La Mineralogie Des Granulats Dans La Connaissance Des Risques De L'Alcali-Reaction, Bull. Eng. Geol. Env., Vol. 62, 145-153.

6- Tankut, A. J.,(2002), Use of tuffs from central Turky as assemblage of their petrological properties, cement and concrete research, vol. 32, 629-637.

7- Wakizaka, Y., Inchikawa, K., Nakamura, Y. And S. Anon, 2001, Deterioration Of Concrete Due To Specific Minerals, Proc. Aggregate - Environment And Economy, Finland, Vol. 2, 331-338.