



مکان یابی و بررسی ویژگی های ژئوتکنیکی منابع قرضه ریزدانه سد گلول

حیدر رستگار ثانی* 1، غلامرضا لشکری پور 2، محمد غفوری 3

استادگروه زمین شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

استادگروه زمین شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

دانشجوی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

rastegarsany@gmail.com

چکیده

تامین منابع قرضه سد های خاکی یکی از مباحث اساسی در مطالعات امکان سنجی احداث سدها می باشد که در برخی موارد عدم امکان تامین منابع قرضه با ویژگی های ژئوتکنیکی مناسب و با صرفه اقتصادی، احداث سد را توجیه ناپذیر می نماید. در این مقاله ضمن بررسی موقعیت و مکان تامین منابع قرضه ریز دانه سد گلول شیروان، ویژگی های ژئوتکنیکی آن از قبیل دانه بندی، واگرایی، نفوذپذیری و تراکم مورد ارزیابی قرار گرفته و در پایان نتایج بدست آمده تحلیل و ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی:

مکانیابی، قرضه ریزدانه، واگرایی، نفوذپذیری، تراکم.

Location and evaluation the geotechnical propertie of small grain sources in Goloul dam

Mohammad Ghafouri

Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad

Golam Reza Lashkaripour

Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad

Heydar Rastegarsany

MSc student, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract: *One of the basic dicusses in dam possibility studies, is provid the prest sources in dam structures. In some cases unable to provid the good and economical useable sources, reason to unjustify the dam building. In this paper evaluate the location, grain size distribution, dispersion, permeability and compaction of Goloul dam in Shirvan. And in final acquired resultes, analized and reperedented.*

Keywords: *Location, small grain prest, dispersion, permeability, compaction.*

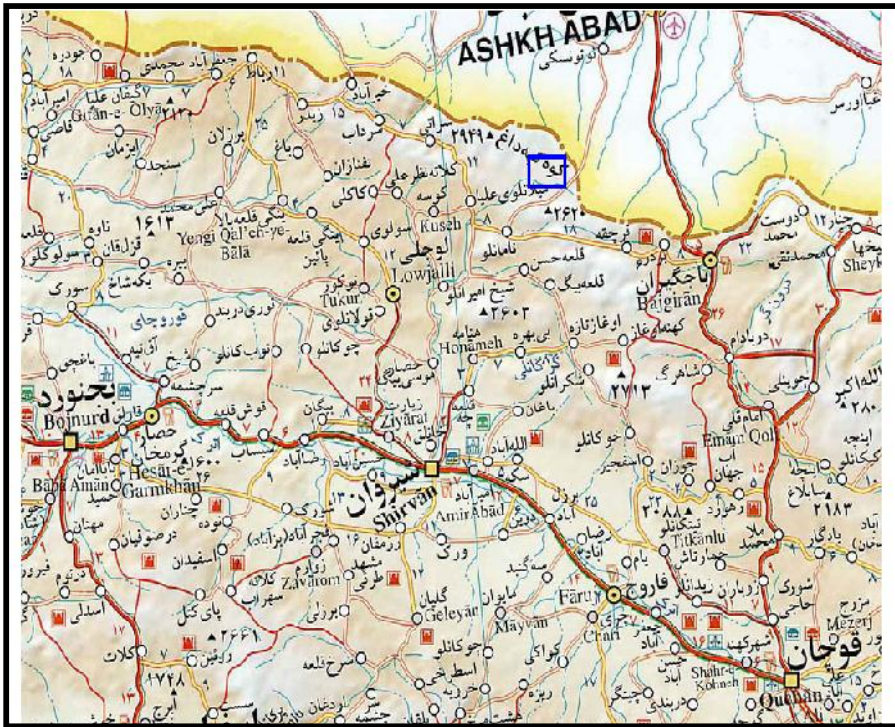


مقدمه

مطالعه و بررسی امکان احداث سد بر روی رودخانه گلول یکی از پروژه های آبی است که در راستای نیل به اهداف اساسی تامین آب کشاورزی و استفاده از آبهای رودخانه های مرزی بعمل می آید. مکانیابی و بررسی پارامترهای مورد نیاز منابع قرضه ریزدانه مورد استفاده در هسته رسی سدها و همچنین توجه به بعد مسافت، امکان حمل مواد، جاده دسترسی و شرایط هزینه ای در مراحل اولیه امکانسنجی احداث سدها قرار میگیرد. شرایط خاص هسته رسی به لحاظ تراکم پذیری، نفوذ ناپذیری و زهکشی آب از بدنه سد، ضرورت انجام مطالعات کافی بر روی خصوصیات منابع قرضه ریزدانه را ایجاب نموده و نیازمند آن است که مطالعه ای همه جانبه و از دیدگاههای مختلف انجام شود و نه تنها از نظر گامهای فنی بلکه در ارتباط با مسائل اقتصادی طرح تامین مصالح ساختمانی را نباید از نظر دور داشت. لذا به جهت اینکه تامین مصالح بخش عمده ای از بار مالی عملیات اجرایی را بدنبال دارد مطالعات منابع قرضه با هدف تهیه و تامین مصالح مورد نیاز طرح از نزدیکترین منبع با حداقل هزینه و با خصوصیات فیزیکی شیمیایی مناسب انجام شده است.

موقعیت جغرافیایی و مسیر دسترسی به سد

منطقه مورد مطالعه در استان خراسان شمالی، شهرستان شیروان، بخش سرحد، دهستان جیرستان و در محدوده روستاهای سیرسپرانلو، ملوانلو، کالت مانلو، تخت چرمه، میلانلو، زیندانلو و نامانلو قرار دارد. جهت دسترسی به منطقه مورد مطالعه در جاده بجنورد - شیروان حرکت نموده و پس از طی مسافت حدود 60 کیلومتر از شهر بجنورد در سه راهی زیارت وارد جاده زیارت شده و به سمت نامانلو حرکت می کنیم. بعد از روستای نامانلو با عبور از جاده صعب العبور به طول حدود 4 کیلومتر و جاده خاکی به مسافت حدود 7 کیلومتر به طرف مرز ترکمنستان وارد منطقه حفاظت شده گلول و رودخانه مورد مطالعه می رسیم. جاده دستیابی به محل پروژه از مرکز استان حدود 140 کیلومتر است که 100 کیلومتر آسفالتی و 40 کیلومتر خاکی می باشد.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی و مسیر دسترسی به سد

زمین شناسی منطقه احداث سد

سد مخزنی گلول شیروان در زون کپه داغ با ساخت رسوبی قرار می گیرد. در این منطقه تشکیلات رسوبی متعلق به کرتاسه زیرین و آشکوب اپتین می باشد. تشکیلات زمین شناسی محل محور سد از قدیم به جدید به شرح ذیل است.

سازند تیرگان: این سازند با لیتولوژی آهکی است. آهکهای این مجموعه از لایه های ضخیم تا توده ای اولیتی و زیست آواری با میان لایه هایی از سنگ آهک مارنی و شیل آهکی است. ستبرای زیاد لایه ها و به ویژه تراکم و سختی سنگ آهک ها باعث شده تا این



سازند از واحدهای چهره ساز بین ردیفهای آواری سازند شورپیچه و نهشته های مارنی - شیلی سرچشمه باشد. در محل محور سد سازند تیرگان در فاصله حدود یکصد متری پایین دست محور رخنمونهای با رخساره پرتگاهی دارد و در محور سد در بستر رودخانه زیر لایه های شیلی در عمق حدود 35 متری از سطح زمین قرار میگیرند. عمق این سازند از تکیه گاه راست به چپ افزایش می یابد. نسبت به محور سد شیب لایه بندی به سمت بالادست بوده و ضخامت لایه بندی ها بین 2 متر تا 30 سانتیمتر متغیر می باشد.

سازند سرچشمه : سازند سرچشمه با لیتولوژی مارنی بصورت موازی روی سازند تیرگان واقع شده و پی سنگ اصلی سد را تشکیل می دهد. این سازند شامل لایه های به ضخامت 2 تا 30 سانتیمتر می باشد. رخنمون این واحد لیتولوژیکی تکیه گاه چپ را بطور کامل در بر گرفته است و در جناح راست و بستر رودخانه با پوششی از رسوبات آبرفت کواترنر پوشیده شده است. ضخامت این سازند در محور سد از حدود 10 متر تا بیش از یکصد متر می باشد که حداقل آن در جناح راست و نزدیک به سرریز بوده و به سمت چپ بر ضخامت آن افزوده میشود. لیتولوژی این سازند از دو بخش تشکیل شده است . لایه های مارنی و مارن آهکی به رنگ خاکستری مایل به آبی که بخش زیرین سازند را تشکیل می دهند و دیگری شیلهای آهکی خاکستری تیره که دارای میان لایه هایی از سنگ آهک زیست آواری به ضخامت کمتر از یک متر می باشد. این رگه های آهکی در جناح چپ و در رقوم ارتفاعی بالا قابل رویت میباشد.

سازند کنگلومرای کواترنر: در جناح راست توده سنگ کنگلومرای قرار گرفته است که از سختی و سیمانناسیون پایین برخوردار است . لیتولوژی این کنگلومرا عمدتاً قلوه سنگهای آهکی است که ابعاد آن از 10 تا 75 سانتیمتر متغیر بوده و دارای یک ماتریکس ریزدانه گلی می باشد . ضخامت این واحد لیتولوژیکی در جناح راست 8 الی 12 متر می باشد. این لایه کنگلومرا بصورت ناپیوستگی دگر شیبی روی سازند قدیمی سرچشمه قرار گرفته است.

رسوبات آبرفتی و واریزه ای کواترنر : رسوبات آبرفت رودخانه ای و واریزه ای جدیدترین واحد چینه ای منطقه است رسوبات آبرفتی رودخانه ای در بستر رودخانه گسترده شده و حاصل عمل فرسایش رودخانه گلول است این رسوبات به استناد حفاری گمانه های انجام شده دارای حداکثر 3 متر می باشد. دانه بندی این مصالح ذرات ماسه و گراول در ابعاد 1 سانتیمتر تا 15 سانتیمتر در ماتریکسی از سیلت و ماسه ریز می باشد . این رسوبات عمدتاً زاویه دار بوده و از جنس شیلهای آهکی و بعضاً خرده سنگهای آهکی و ماسه سنگ آهکی با



گوشه های تیز و کشیده می باشند. لیتولوژی و ابعاد و فرم ذرات رسوبات آبرفتی متأثر از لیتولوژی حوزه آبریز و فاصله حمل می باشد. رسوبات واریزه ای و خاکهای برجا از دیگر واحدهای رسوبی عهد حاضر است. گسترش این رسوبات عمدتاً در پای دامنه ها و سطوح شیب دار می باشد. ضخامت رسوبات واریزه ای به عواملی چند از قبیل لیتولوژی و جنس سنگ بستر، شرایط آب و هوایی و اقلیم منطقه و شدت هواز دگی و ... بستگی دارد که در محل طرح سد گلول شیروان با توجه به وضعیت توپوگرافی و شرایط زمین شناسی در جناح راست رودخانه مقداری از این رسوبات دیده می شوند که دارای ضخامت نسبتاً کمی می باشند. ضخامت این رسوبات حداکثر به 2 متر می رسد که روی زون هوازده سنگ پی این تکیه گاه قرار میگیرد.

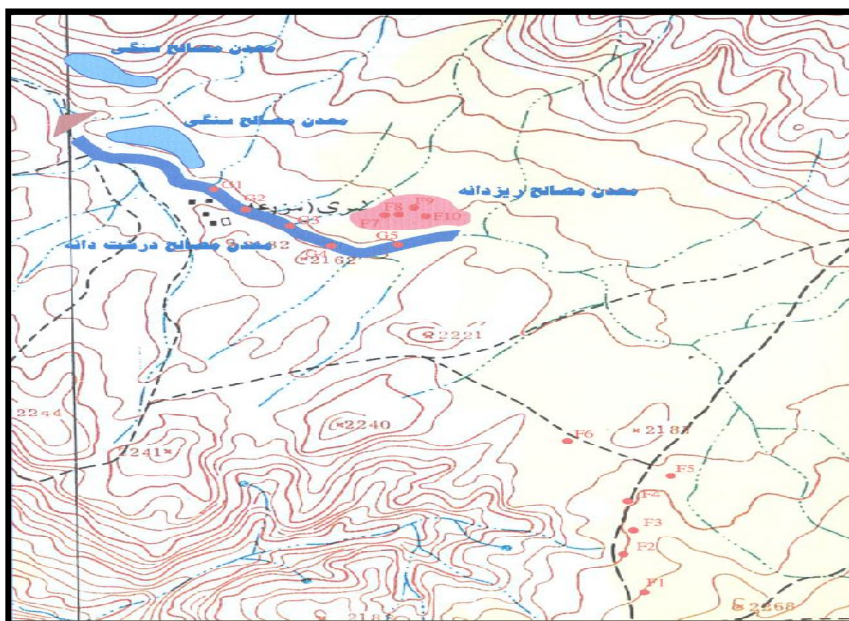
کلیات و روش بررسی

سد گلول شیروان با توجه به راه دسترسی به محل سد و ژئومورفولوژی سایت انتخابی جهت احداث از نوع خاکی نا همگن تعریف شده است. بخش مهم سدهای نا همگن هسته نفوذناپذیر است که در این پروژه هسته رسی مد نظر قرار گرفته است زمین شناسی منطقه رخساره سنگی رسوبی شامل سازندهای آهکی تیرگان و شیل و مارن سرچشمه متعلق به کرتاسه و رسوبات آبرفتی دوران چهارم را نشان می دهد. رسوبات آبرفتی محدوده طرح حاصل فرسایش سازندهای آهکی و مارنی است که با توجه به شرایط ژئومورفولوژی و توپوگرافی محل رسوبگذاری، تفکیک دانه بندی مصالح درشت دانه و ریزدانه انجام شده است. گسترش نهشته های ریزدانه رسی در فاصله حدود 3 تا 5 کیلومتری بالادست سد در تراسهای حاشیه رودخانه و در دامنه تپه ماهورها که تبدیل به اراضی کشت دیم شده است دیده می شود. دانه بندی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی این مصالح آنها را برای استفاده در هسته ناتراوا سد مناسب کرده است.

برای شناسایی مصالح ریزدانه هسته رسی سد در مسیر راه دسترسی به سد 6 حلقه گمانه به شماره F1 تا F6 و در تراس آبرفتی ریزدانه حاشیه رودخانه (معدن A) 4 حلقه گمانه به نام های F7 تا F10 به روش دستی حفر و از لایه های یک متری نمونه برداری جهت ارسال به آزمایشگاه انجام شده است. از نظر خصوصیات فیزیکی اولیه و حجم معدن هر دو محدوده دارای شرایط مناسبی جهت استفاده در هسته رسی هستند و لیکن مصالح تراس حاشیه رودخانه یکنواخت تر بوده، شاخص پلاستیسیته متعادل تری داشته، حجم ذخیره آن



تکافوی مصالح مورد نیاز هسته رسی سد را نموده و امکان برداشت، بارگیری و حمل از آن ساده تر می باشد، لذا این محدوده بعنوان معدن قرصه ریزدانه برگزیده شده و آزمایشات تکمیلی شامل تراکم، تحکیم، نفوذپذیری، سه محوری و شیمیایی روی نمونه های F7 تا F10 انجام شده است.



شکل ۲ - محل حفرگمانه ها بر روی نقشه توپوگرافی منطقه

آزمایشات شیمیایی

آزمایشهای شیمیایی انجام شده روی نمونه های ارسالی شامل تعیین درصد گچ و آهک و سایر عناصر کاتیونی در عصاره اشباع بوده است که در جدول شماره ۱ آورده شده است. همانگونه که در جدول دیده می شود از هر معدن دو نمونه انتخاب و در



صد گچ و آهک آنها اندازه گیری شده است. درصد گچ نمونه ها کمتر از حد از مجاز بوده و بین 0.018 تا 0.041 و مقدار آهک بین 6.8 تا 70 درصد گزارش شده است. مقادیر پایین متعلق به معدن شماره دو میباشد که به عنوان معدن منابع قرضه ریز دانه انتخاب شده است.

برای تشخیص خاصیت واگرایی خاک ها تعیین عناصر کاتیونی روی دو نمونه انجام که براین اساس نمونه F10 در محدوده خاکهای غیرواگرا و نمونه F7 در محدوده حدواسط واقع می گردند.

جدول 1- نتایج آزمایشات شیمیایی بر روی نمونه ها

شماره گمانه	K+ meq/li t	Na+ meq/li t	Mg++ meq/li t	Ca++ meq/li t	Na %	SA R	CaSo 4	CaCo 3	T.D.S meq/li t
F3							0.036	35.79	
F5							0.041	65.90	
F7	0.163	7.83	3.6	5.05	47.0 5	3.76	0.018	15.34	16.64
F10	0.212	2.39	4.55	5.3	19.2	1.08	0.018	6.81	12.45

بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

این آزمایشات شامل دانه بندی و حدود اتربرگ، تراکم، تحکیم، آزمایشهای تعیین مقاومت برشی خاک و تعیین خصوصیات هیدرولیکی آن می باشد.

دانه بندی و طبقه بندی

اولین آزمایش فیزیکی انجام شده به منظور شناخت و ارزیابی خواص خاک دانه بندی و تعیین حدود اتربرگ است که طبق استاندارد های ASTM انجام گردیده است. خلاصه نتایج بدست آمده در جدول شماره 2 آورده شده است که مصالح عمدتا در گروه خاکهای رسی



لاغر قرار گرفته اند . گمانه های F7 تا F10 که در محدوده معدن منتخب حفر شده اند
یکنواخت تر و دارای مشخصات مناسب تر می باشند.

جدول 2- دانه بندی گمانه های اکتشافی قرضه ریز دانه

گمانه	عمق (m)	LL %	PI %	طبقه بندی خاک	توصیف خاک
F1	4	36/3	16/4	CL	رس لاغر شن دار
F2	4	56/8	31/7	GC	شن رسی همراه با ماسه
F3	4	40/4	22/1	CL	رس لاغر شن دار
F4	4	45	15/6	GM	شن سیلتی
F5	2	37	12/3	ML	سیلت ماسه دار
F6	2	36/7	11/9	GM	شن سیلتی همراه با ماسه
F7	5	27/2	8/4	CL	رس لاغر
F8	5	29	14/2	CL	رس لاغر
F9	4	30/2	13/7	CL	رس لاغر
F10	4	31/9	15/6	CL	رس لاغر

بررسی واگرایی خاک

واگرایی پدیده ای است فیزیکی شیمیایی که بر اثر آن ذرات خاک رس در مجاورت آب چسبندگی خود را از دست داده و یکدیگر را دفع می نمایند بطوریکه ذرات مذکور به صورت معلق در آب در آمده و به سهولت و با انرژی بسیار کمی از محیط شسته میشوند. پتانسیل واگرایی و فرسایش در یک خاک معین بستگی به عوامل متعددی از جمله کانی شناسی، شیمی خاک و نمکهای محلول در آب منفذی خاک و آب جاری مجاور دارد. اینگونه خاکها حتی در مقایسه با خاکهای نرم غیرچسبنده مانند ماسه نرم بر اثر جریان آب با سرعت کم نیز



به سرعت فرسایش می یابند. ذرات خاکهای رسی واگرا در آبهای جاری نیز از خود واکنش نشان داده و ذرات خاک بصورت معلق در آب در می آیند.

به منظور کنترل منابع قرضه ریزدانه رسی از نظر واگرایی، نمونه های میانگین گمانه ها تحت آزمایش هیدرومتری مضاعف، پین هول و آزمایشات شیمیایی قرار گرفتند که نتایج حاصله حاکی از غیر واگرا بودن آنها دارد. علاوه بر این از نظر شیمیایی عناصر کاتیونی آنها در عصاره اشباع تعیین شده که 50 درصد نمونه ها غیر واگرا و 50 درصد دیگر در منطقه حدواسط دو گروه قرار می گیرد که در مجموع مصالح مورد مطالعه غیر واگرا ارزیابی می شوند. در جدول 3 نتایج آزمایش پین هول که بر روی دو نمونه F7 و F10 انجام گرفته است، مشاهده می شود.

جدول 3- نتایج آزمایش پین هول

گمانه	وزن مخصوص خشک	درصد رطوبت	زمان آزمایش (دقیقه)	سرعت جریان (ml/s)	رنگ آب خروجی	طبقه بندی
F7	1/76	15/2	20	1/33	شفاف	غیر واگرا
F10	1/78	14/8	20	0/98	شفاف	غیر واگرا

تراکم و نفوذپذیری

به منظور تعیین رابطه بین وزن مخصوص حداکثر و رطوبت خاک آزمایش تراکم استاندارد به روش AASHTO بر روی نمونه های میانگین گمانه های F10 و F7 ، F1 انجام گردید. متوسط دانسیته خشک حداکثر مصالح پیشنهادی 1/86 گرم بر سانتیمتر مکعب و رطوبت بهینه خاک 14/94 درصد میباشد. همچنین نتایج آزمایشات نفوذپذیری نیز حاکی از نفوذ پذیری بسیار اندک نمونه دارد و همانطور که ملاحظه می گردد نفوذپذیری نمونه های F7 و F10 که در محدوده معدن منتخب حفر شده اند کمتر از F1 می باشد. در جدول شماره 4 نتایج آزمایشات تراکم، نفوذپذیری و سه محوری نشان داده شده است.



جدول شماره 4- نتایج آزمایشات تراکم، نفوذپذیری و سه محوری

نمونه	تراکم		سه محوری (UU)			سه محوری (CU)			
	γ_{max} gr/cm ³	W %	K Cm/sec	C Kg/cm ²	ϕ درجه	C Kg/cm ²	ϕ درجه	C' Kg/cm ²	ϕ' درجه
F1	1/74	18/65	5/27E-7	0/07	25/4	0	22/8	0/03	26/3
F7	1/85	15/12	3/55E-7	0/03	27/5	0/04	26/4	0/04	30/3
F10	1/87	14/75	2/35E-7	0/04	29/3	0/03	26/8	0/09	30/1

تحکیم

آزمایش تحکیم بر روی نمونه های میانگین ریمو لد شده $F1$ ، $F7$ و $F10$ با دانسیته 95 درصد تراکم و رطوبت بهینه، تا فشار نهائی 16 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع انجام شده است. نتایج حاصله در جدول شماره 5 ارائه شده است. براساس دو نمونه مورد آزمایش دامنه شاخص فشردگی در معدن A بین 0.18 - 0.19 می باشد. تورم پذیری پدیده ای فیزیکی شیمیایی است که بدلیل وجود کانی های رسی مستعد و نیز کاتیون های تک ظرفیتی در برخی از خاکها حادث می گردد. شاخص تورم نمونه های معدن منتخب بین 0.016 - 0.017 می باشد که نسبت به نمونه $F1$ کمتر بوده و مناسبتر می باشد. در طی آزمایش تحکیم ضریب نفوذپذیری نیز محاسبه شده است. متوسط نفوذپذیری بدست آمده در این آزمایش از نفوذپذیری روی نمونه های ریمولد شده با 95 درصد تراکم که به روش بار آبی



متغیر اندازه گیری شده است کمتر است که بدلیل افزایش فشردگی بین ذرات بواسطه تحکیم نمونه ها است. با افزایش فشار تحکیم نفوذپذیری کاهش می یابد.

جدول 5- نتایج آزمایش تحکیم در فشار حداکثر

نمونه	طبقه بندی خاک	شاخص فشردگی	شاخص تورم	فشار Kg/cm ²	ضریب تراکم پذیری Cm ² /Kg	ضریب تحکیم Cm ² /sec	ضریب نفوذ پذیری Cm/sec
F1	CL	0.220	0.022	16	5.63 E -3	1.42 E -3	7.98 E -9
F7	CL	0.190	0.016	16	4.41E -3	2.01 E -3	8.86 E -9
F10	CL	0.180	.0.17	16	4.68 E -3	2.33 E -3	1.09 E -8

تعیین پارامترهای مقاومت برشی خاک

برای تعیین پارامترهای مقاومت برشی خاک آزمایش سه محوری به روش تحکیم نشده و زهکشی نشده (*uu*) در شرایط اشباع، تحکیم شده زهکشی نشده (*cu*) بر روی نمونه های میانگین گمانه های *F1*، *F7* و *F10* انجام و نتایج حاصله در جدول شماره 4 آورده شده است. آزمایشات فوق بر روی نمونه میانگین از هر گمانه، که با دانسیته تراکم 95 درصد و رطوبت بهینه ریمولد شده اند، انجام شده است.



نتیجه گیری

- منابع قرصه ریز دانه تراسهای حاشیه رودخانه (معدن A) بدلیل خواص شیمیایی مناسب و فاصله کمتر نسبت به محور سد و همچنین دسترسی آسان بدلیل شرایط توپوگرافی مسیر، و ذخیره کافی، بعنوان اولویت اول جهت تامین منابع قرصه منتخب گردید تا سایر آزمایشات فیزیکی و مکانیکی بر روی این محدوده متمرکز گردد.
- خاکهای حاوی نمونه های $F7$ تا $F10$ در رده CL طبقه بندی می شوند که جهت استفاده در سد مناسب می باشند.
- بررسی آزمایشات پین هول و هیدرومتری مضاعف بر روی نمونه های $F7$ و $F10$ نشان دهنده ناواگرا بودن رسهای معدن A بوده که این موضوع با توجه به آزمایشات شیمیایی نیز قابل توجیه می باشد.
- متوسط دانسیته خشک حداکثر مصالح پیشنهادی $1/86$ گرم بر سانتیمتر مکعب و رطوبت بهینه خاک $14/94$ درصد میباشد. همچنین نتایج آزمایشات نفوذپذیری نیز حاکی از نفوذ پذیری بسیار اندک نمونه ها است که جهت استفاده در هسته رسی سد مناسب می باشند.
- متوسط نفوذپذیری بدست آمده در آزمایش تحکیم از نفوذپذیری روی نمونه های ریمولد شده با 95 درصد تراکم که به روش بار آبی متغیر اندازه گیری شده است کمتر است که بدلیل افزایش فشردگی بین ذرات بواسطه تحکیم نمونه ها است.

مراجع

- سازمان جغرافیایی ارتش، نقشه توپوگرافی 1:250000 بجنورد.
- رحیمی، فریدون، قنبری، علی، صادقپور، امیرحسین (1387). "مطالعه پدیده واگرایی در خاکهای ریزدانه و ارزیابی روشهای مختلف شناسایی خاکهای واگرا"، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران.
- رحیمی، فریدون (1385). "سدهای خاکی"، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- شرکت کاوش پی مشهد، (1385). "گزارش منابع قرصه و مصالح ساختمانی سد گلول".