



ارزیابی پارامترهای مقاومتی پی سنگ ساختگاه سد ونیار تبریز

هادی امیرانلوی

مربی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز- گروه زمین شناسی- تبریز ایران

dashbaghcha@gmail.com

چکیده

از آنجایی که اغلب سازه های مهندسی همچون سدها و تونلها در توده های سنگی بنا می-گردند، شناخت ویژگیهای مقاومتی توده سنگ در طراحی اینگونه سازه ها از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا در این پژوهش با استفاده از نتایج حاصل از گمانه های اکتشافی، مطالعات سطحی و آزمایشگاهی به ارزیابی پارامترهای مقاومتی پی سنگ ساختگاه سد و نیار پرداخته شد.

در این نوشتار ابتدا ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی نمونه های اخذ شده از توده سنگ مورد ارزیابی قرار می گیرند. در مرحله بعدی طبقه بندی ژئو مکانیکی پی سنگ مورد بحث قرار گرفته در انتها پارامترهای مقاومتی توده سنگ با استفاده از شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) و معیارهای شکست هوک و براون و موهر- کلمب مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

کلمات کلیدی: و نیار، پی سنگ، مقاومت

۱- مقدمه

سد مخزنی و نیار که يك سد سنگریزه ای با هسته رسی غیر قابل نفوذ می باشد یکی از چندین سد مخزنی در طرح عمرانی حوضه آبریز آجی چای تبریز می باشد و طول آن ۳۰۷ متر، ارتفاع از پی ۹۳/۷ متر، عرض تاج ۱۰ متر، حجم مصالح بدنه ۲/۷ میلیون متر مکعب، طول سر ریز ۵۱۵ متر، عرض سرریزی ۴۰ متر، حدکثر ظرفیت سر ریز ۱۴۲۰ متر مکعب در ثانیه ، طول دریاچه سد ۳۲ کیلومتر، که در شمال غرب کشور در ۳ کیلومتری غرب روستای و نیار و ۵ کیلومتری شمال شرق تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۷ دقیقه شمالی قرار دارد.



۲- طبقه بندی ژئو مکانیکی پی سنگ ساختگاه سد و نیار

طبقه بندی ژئو مکانیکی یا امتیاز توده سنگ (RMR) ابتدا در سال ۱۹۷۳ توسط بیناوسکی ارائه گردید. این رده بندی چندین بار توسط ارائه دهنده آن اصلاح گردید جدیدترین نسخه آن مربوط به سال ۱۹۸۹ می باشد که در این پژوهش از این نسخه استفاده شده است. در این طبقه بندی شش پارامتر اساسی مورد استفاده قرار میگیرند که تمامی آنها در محل قابل اندازه گیری میباشند و عبارتند از [هراتی م. ۱۳۷۴]

(الف) مقاومت فشاری تک محوری ماده سنگ

(ب) شاخص کیفی سنگ (RQD) (ج) فاصله ناپیوستگی ها

(د) وضعیت ناپیوستگی ها (و) جهت ناپیوستگی ها

(ه) وضعیت آب زیر زمینی

در طبقه بندی ژئو مکانیکی هر یک از ویژگیهای ناحیه ای سنگ بصورت کمی ارزش گذاری می شود آنگاه بر اساس مجموع امتیازهای حاصل از این ارزش گذاری ها، امتیاز توده سنگ (RMR) مشخص می شود. بر اساس مجموع امتیازهای حاصل از این امتیاز بندی که بین صفر تا صد تغییر می کند، میتوان توده های سنگی را از نظر کیفی رده بندی نمود. [هراتی م. ۱۳۷۴]

در این پژوهش با استفاده از داده های مربوط به گمانه های اکتشافی و آزمایشهای مقاومت فشاری تک محوری و برداشتهای صحرایی ناپیوستگی ها، پارامترهای فوق تعیین گردیده اند. و در نهایت مقدار (RMR) توده سنگی ساختگاه بین ۵۴ تا ۱۳ بدست آمده است که بر اساس رده بندی ژئو مکانیکی توده سنگی ساختگاه در رده سنگهای ضعیف تا نسبتا خوب قرار می گیرد.



جدول (۱) امتیاز بندی پارامترهای امتیاز توده سنگ (بنیادسکی ۱۹۸۹)

توده سنگی پی سد						پارامتر
امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	امتیاز	
۲	۶	۶	۱۰	۳	۳	مقاومت تک محوری
۳	۸	۸	۸	۳	۳	(RQD) شاخص کیفی سنگ
۱۰	۱۰	۸	۸	۵	۵	فاصله داری درزها
۱۰	۱۰	۲۰	۲۵	۱۰	۱۰	وضعیت ناپیوستگیها
۱۰	۱۵	۱۰	۱۰	۱۰	۷	وضعیت آب زیرزمینی
-۷	-۷	-۷	-۷	-۷	-۱۵	جهت داری درزه ها
۲۹	۴۲	۴۶	۵۴	۲۴	۱۳	امتیاز توده سنگ (RMR)

۳- تخمین پارامترهای مقاومتی پی سنگ ساختگاه سد

جهت طراحی و پایداری حفاریات زیرزمینی، سطوح شیبدار سنگی و پی سنگی لازم است تخمین مهندسی خوبی از پارامترهای مقاومتی توده سنگ داشته باشیم. یکی از روشهای تعیین این پارامترها معیارهای تجربی گسیختگی توده سنگ می باشند که از دقت قابل قبولی نیز برخوردار است. در این پژوهش جهت تعیین پارامترهای مقاومتی توده سنگ ساختگاه سد و نیار از معیار هوک و براون و معیار موهر کلمب استفاده شده است.

۳-۱- تعیین شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI)

شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) توده سنگی پی سد مطابق ذیل مستقیماً از طبقه بندی (RMR) مربوط به سال ۱۹۸۹ بدست آمده است. [هراتی م. ۱۳۷۴]

$$GSI=RMR-5$$

(۱) برای (RMR>23)

با توجه به مطالب فوق شاخص مقاومت زمین شناختی پی سنگ ساختگاه سد برای حالت ضعیف ۳۱ تخمین زده شده است.



۳-۲- معیار هوك و براون

شكل عمومي معيار شكست هوك و براون (۱۹۹۵) براي توده سنگ درزه دار توسط را بطه زير.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c [m_m \sigma_3 / \sigma_c + s]^a \quad (۲)$$

که (σ_c) مقاومت فشاری سنگ بکر m, a, s پارامترهای توده سنگ می باشند با توجه به اینکه در توده سنگی مورد مطالعه GSI > 25 می باشد در نتیجه پارامترهای توده سنگ مطابق روابط زیر محاسبه می گردند. [شوری پی. آر. Hock E. et al 1997, Bell F. G 2000, ۱۳۸۰]

$$m_m = m_i \exp [gsi - 100 / 28] \quad (۳)$$

$$S = \exp [GSI - 100 / 9] \quad (۴)$$

ثابت m_i در معادله (۳) مربوط به سنگ بکر بوده که در سنگهای منطقه مورد مطالعه برابر ۱۰ در نظر گرفته می شود. پس از تعیین پارامترهای m_m, a, s برای توده سنگ در جدول (۲) آورده شده است. مشخصات دیگری مانند مقاومت کششی، مقاومت تراکمی تک محوری و مدول یانگ توده سنگ را با استفاده از روابط زیر به دست آورد.

برای مقاومت کششی توده سنگ [Bell F. G 2000, Hock E. et al 1997]

$$\sigma_t = 1.2 \sigma_c [m_m - (m_m^2 + 4s)^{-5}] \quad (۵)$$

برای مقاومت تراکمی توده سنگ [Bell F. G 2000, Hock E. et al 1997]

$$\sigma_{cm} = \sigma_c \cdot s \quad (۶)$$

برای مدول یانگ توده سنگ بر حسب Gpa [Bell F. G 2000, Hock E. et al 1997]

$$E_m = \sqrt{\sigma_c / 100} * 10^{(gsi - 10) / 40} \quad (۷)$$

که این رابطه برای حالت σ_c بزرگتر از 100 Mpa به کار میرود.



جدول (۲) بیانگر پارامترهای مقاومتی توده سنگ ساختگاه سد و نیار بر اساس مقاومت معیار شکست هوک و براون می باشد.

مقدار	واحد	پارامتر	
۱,۲۶۳		mm	پارامترهای توده سنگ
۰,۰۰۱۶		S	
۰,۸۲		a	
۲,۸۸	Mpa	σ_{cm} مقاومت تراکمی توده سنگ	
۰,۱۱	Mpa	σ_t مقاومت کششی توده سنگ	
۲,۱۵	Gpa	E_m مدول یانگ توده سنگ	

۳-۳- معیار موهر- کلمب

شکل عمومی معیار موهر-کلمب برای توده سنگی مطابق رابطه ذیل می باشد. [Bell F.G2000, Hock E. etal1997]

$$\sigma_1 = \sigma_{cm} + k \sigma_3 \quad (۸)$$

رابطه فوق بیانگر یک رابطه خطی بین تنش اصلی بیشینه (σ_1) و تنش اصلی کمینه (σ_3) می باشد و (k) ضریب زاویه خط مذکور بوده و (σ_{cm}) نیز بیانگر مقاومت تک محوری توده سنگ می باشد.

با استفاده از معیار موهر کلمب می توان مقاومت چسبندگی (c) و زاویه اصطکاک داخلی توده سنگ را به کمک روابط زیر بدست آورد. [Hock E. etal1997, Bell F.G2000]

$$\Phi = \text{Arcsin}[k-1/k+1] \quad (۹)$$

$$C = \sigma_{cm} / \sqrt{2} k \quad (۱۰)$$

بر اساس روابط بالا چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی توده سنگ سد و نیار محاسبه گردیده و مقادیر زیر به دست آمدند.

$$\Phi = 36.8 \quad C = 17.97$$



۴- نتیجه گیری

- میانگین شاخص کیفی سنگ (RQD) از ۳ تا ۸ متغییر بوده و از دیدگاه طبقه بندی دیر و میلر ۱۹۸۹ این سنگها در رده بد قرار می گیرند.
- بر اساس طبقه بندی ژئومکانیکی (RMR) پی سنگ سد و نیار در رده سنگهای ضعیف تا بسبتاً خوب قرار می گیرد.
- با استفاده از معیار شکست هوک- براون، مقاومت تراکمی تک محوری توده سنگ ساختگاه، ۲,۸۸ مگا پاسگال مقاومت کششی توده سنگ ساختگاه، ۰,۱۱ مگا پاسگال و مدول یانگ توده سنگ ساختگاه، ۲,۱۵ گیگا پاسگال محاسبه گردید.
- با استفاده از معیار شکست موهر-کلمب چسبندگی توده سنگ ساختگاه، ۱۷,۹۷ مگا پاسگال و زاویه اصطکاک داخلی توده سنگ ساختگاه، ۳۶,۸ درجه محاسبه گردید.

۵- منابع

- ۱- امیرانلوی، ه. ۱۳۸۰، «مطالعه خواص مهندسی پی سنگ و منابع قرضه سنگی و نیار» پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا.
- ۲- شئوری، پی. آر. ۱۳۸۰، «معیارهای تجربی گسیختگی در سنگ» ترجمه اجلوئیان، رسول و محمدی داود، انتشارات دانشجو همدان، ۲۰۵ صفحه.
- ۳- وفائیان، م. ۱۳۷۶، «خواص مهندسی سنگها، تئوریهها و کاربردهای اجرایی»، انتشارات ارکان، ۴۴۸ صفحه.
- ۴- هراتی، م. ۱۳۷۴، «طبقه بندی مهندسی سنگها در ارتباط با طراحی فضاهای زیر زمینی»، ناشر مترجم، ۱۶۸ صفحه.

5-Bell,F.G.2000,"Engineering Properties of Soil and Rocks",Black Well Science

6-Bell,F.G.1992,"Properties and Behaviour of Rocks and Rock Masses",Engineering in Rock Masses, Butter Worth,Heinmann.

7-Hoek,E.etal.1997,"Practical timates of Rock Mass Strength,"Int.J.Rock Mech.Min.Sci.vol34,no8,pp1165-1185.