

تعیین شاخص کیفیت توده سنگ (RQD) بر اساس درزه ها در سنگ های اولترابازیک جنوب مشهد

زهرة نوربخش رزمی^{1*}، غلامرضا لشکری پور²، محمد غفوری³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

2، 3- استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

zohre_noorbakhsh@yahoo.com

چکیده

شهر مشهد در پهنه آبرفتی - سیلابی شمال شرق کوه های بینالود و جنوب غربی کوه های کپه داغ قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر مشهد و از لحاظ تقسیم بندی زمین شناسی در محدوده زمین درز (Suture zone) بین ارتفاعات بینالود و کپه داغ واقع شده و شامل سنگ های افیولیتی و دگرگونی است. سنگ های اولترابازیک بخشی از افیولیت های مشهد را تشکیل می دهند. علت اصلی این تحقیق توسعه شهر مشهد و تأثیر درزه ها در ناپایداری شیب ها و ترانشه های ایجاد شده در این محدوده می باشد. در این مقاله به بررسی نقش درزه ها در تعیین شاخص کیفیت توده سنگ (RQD) در سنگ های اولترابازیک جنوب مشهد پرداخته شده است. در این راستا به منظور محاسبه RQD از روش خط برداشت (Scanline) و نیز محاسبه Wjd (تراکم وزنی درزه) استفاده شده است و نتایج به دست آمده همخوانی مناسبی را با معادله تجربی ارائه شده بین Jv (تعداد درزه ها در واحد حجم) و RQD نشان می دهند.

کلمات کلیدی: شاخص کیفیت توده سنگ، تراکم وزنی درزه، خط برداشت، اولترابازیک

1- مقدمه

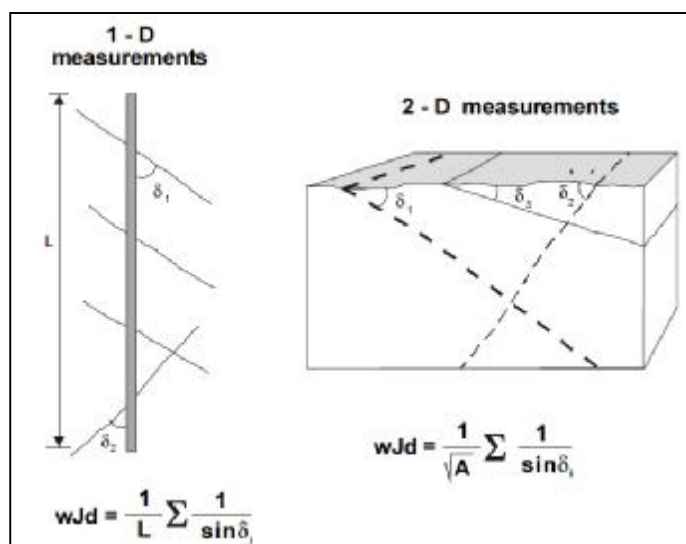
شاخص کیفیت توده سنگ (RQD) اولین بار توسط Deere در سال ۱۹۶۳ معرفی شد و به طور گسترده ای در طراحی معادن و فضاهاى زیرزمینی و غیره استفاده شده است. این شاخص نقش مهمی در آنالیز رفتار توده سنگ دارد و پارامتر مهمی در زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک است. RQD به طور مستقیم از طول قطعات مغزه حفاری شده به دست می آید و با تغییر طول مغزه، مقادیر RQD نیز تغییر می یابد (Wen et al., 2012). یکی از دلایل مهم استفاده از شاخص کیفیت توده سنگ کاربرد آن در طبقه بندی Q و RMR است (Palmstrom, 2005). محققین زیادی در این رابطه مطالعاتی را انجام داده اند که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

Choi and Park در سال ۲۰۰۴ شکستگی ها را در حالت ۲ بعدی مطالعه کردند، نتایج آنها نشان داد که هنگامی که طول خطوط برداشت کوچک است مقادیر RQD افزایش می یابد و در یک طول بحرانی ثابت باقی می ماند. Wen و همکارانش در سال ۲۰۱۳ تغییرات RQD را با طول خط برداشت در یک شبکه سه بعدی از شکستگی ها بررسی کردند. Palmstrom نیز در سال ۲۰۰۵ به محاسبه این شاخص بر اساس الگوی درزه ها پرداخته است.

2- مشخصات درزه ها

2-1- تراکم وزنی درزه (Wjd)

روش تراکم وزنی درزه منجر به ارتقاء مشخصات درزه داری توده سنگ می شود. این پارامتر برای دست یابی به اطلاعات بهتر از گمانه ها یا مشاهدات سطحی به کار می رود. این روش مبتنی بر اندازه گیری زاویه بین هر درزه و سطح یا گمانه است.



شکل 1 - روش محاسبه Wjd در طول خط برداشت یا گمانه و در سطح زمین

و بر طبق نظر (Palmstrom 1996)، تراکم وزنی درزه به صورت زیر تعریف می شود:

برای اندازه گیری در سطوح سنگی:

$$wjd = (1/\sqrt{A}) \sum (1/\sin \delta) = (1/\sqrt{A}) \sum f_i \quad (4)$$

برای اندازه گیری در طول گمانه یا خط برداشت:

$$wjd = (1/L) \sum (1/\sin \delta) = (1/L) \sum f_i \quad (5)$$

δ : زاویه تقاطعی سطح مشاهده ای یا گمانه و درزه منفرد

A: مساحت مشاهده شده بر حسب متر مربع

L: طول مقطع اندازه گیری شده در مغزه حفاری شده یا خط برداشت

در این روابط f_i فاکتور پیشنهادی palmstrom است، در واقع برای حل مشکل زوایای تقاطعی کوچک و ساده سازی مشاهدات، زوایا به بخش هایی تقسیم می شوند و برای هر طبقه f_i مشخصی انتخاب می گردد (جدول ۲).

جدول 2- رابطه بین اندازه زوایه و فاکتور fi

زاویه (δ) بین درزه و سطح یا گمانه برحسب درجه	فاکتور fi
> 60	1
31 - 60	1/5
16 - 30	3/5
< 16	6

2-2- تعداد درزه ها در واحد حجم (J_v)

در بسیاری از موارد درجه درزه داری مهم ترین فاکتور برای پایداری توده های سنگی است. J_v یک اندازه گیری ساده از درجه درزه داری توده سنگ است. این فاکتور همچنین در سیستم طبقه Q برای ارزیابی ساپورت سنگ در حفاری های سنگی مختلف نیز استفاده می شود (Palmstrom, 1982).

پارامتر J_v به صورت زیر تعریف شده است (Palmstrom, 2005) و تقریباً معادل با W_{zd} می باشد:

$$J_v = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_i} \right) \quad (6)$$

Si: فضای بین درزه ها در هر دسته درزه

جدول 3- رابطه بین مقادیر J_v و درجه درزه داری توده سنگ (Palmstrom, 2005)

	درجه درزه داری توده سنگ					
	خورد شده	خیلی زیاد	زیاد	متناسب	کم	خیلی کم
J_v	> 60	30 - 60	10 - 30	3 - 10	1 - 3	< 1

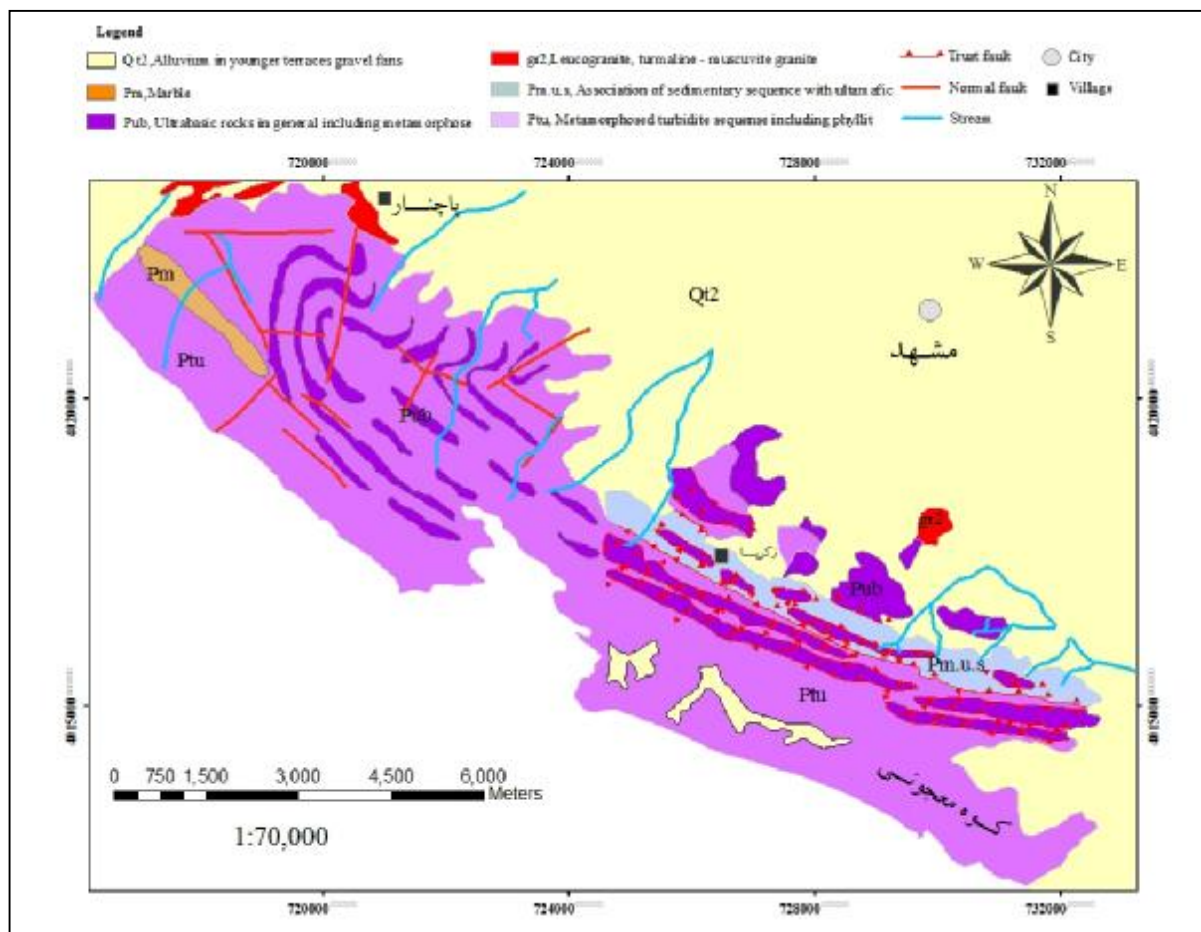
3- زمین شناسی منطقه

از نظر زمین شناسی گستره مشهد به ترتیب از شمال به جنوب شامل پهنه کپه داغ، محدوده زمین درز و ارتفاعات بینالود می باشد. منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر مشهد و در محدوده زمین درز قرار دارد، این محدوده بین ارتفاعات بینالود و کپه داغ واقع شده و شامل سنگ های افیولیتی و دگرگونی است. مجموعه افیولیتی و سنگ های مرتبط با آن، نوارهایی به طول دهها کیلومتر با راستای شمال غرب - جنوب شرق را در دامنه شمالی ارتفاعات بینالود تشکیل می دهند. این محدوده، محل برخورد قطعات لیتوسفری ایران در جنوب و قطعه لیتوسفری توران در شمال است که با بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس همراه بوده است (Alavi, 1991).

سنگ های اولترابازیک عمده ترین سنگ های مجموعه های افیولیتی ایران هستند. اولترابازیک های مشهد عمدتاً شامل دونیت و ورلیت است که به ظاهر با دگرگونی های مشهد تناوب دارند. (Majidi (1980 معتقد است که سن سنگ های مذکور پرمین می باشد و در اثر رخداد هرسی نین، گاهی تا رخساره آمفیولیت دگرگون شده اند (آقا نباتی، ۱۳۸۹).

مهم ترین گسل موجود در منطقه گسل سنگ بست - شاندیز به طول ۷۷ کیلومتر است که نقش مهمی در ایجاد درزه های موجود در محدوده مورد مطالعه دارد. شیب این گسل به سمت شمال شرق است که سبب رانده شدن بقایای پالئوتتیس بر روی کنگلومرای ژوراسیک زیرین - میانی شده است. گسل سنگ بست - شاندیز به صورت یک گسل مورب لغز (راستگرد، دارای

مؤلفه راندگی) است و درزه های منطقه در دو سیستم موازی جبهه راندگی و عمود بر جبهه راندگی تشکیل شده اند. سن این گسل را می توان پس از ژوراسیک در نظر گرفت (قنادان، ۱۳۸۸).



شکل 2- نقشه زمین شناسی رقومی شده جنوب مشهد (برگرفته از نقشه زمین شناسی 1:100000 مشهد و طبقه)

4- روش ها

در این پژوهش به بررسی و ارزیابی RQD و Wjd در ترانشه ایجاد شده در سنگ های الترابازیک واقع در انتهای بلوار هفت تیر پرداخته شده است. در این راستا از روش خط برداشت (روش یک بعدی) برای محاسبه پارامترهای مذکور، استفاده شده است. خط برداشت هایی به طول ۱۰، ۳، ۲ و به ترتیب با زوایای صفر، ۴۵ و ۹۰ درجه نسبت به سطح افق در ترانشه های ایجاد شده در نظر گرفته و در هر ۳ راستا، مقادیر RQD و Wjd اندازه گیری شده است. بر طبق نظر Palmstrom (1996)، مقادیر Wjd تقریباً معادل با Jv است (به همین دلیل فقط مقادیر Wjd گزارش شده است). این نکته قابل ذکر است که برای محاسبه Wjd زاویه تقاطع بین خط برداشت و درزه اندازه گیری شده است و با استفاده از معادله (۵)، تراکم وزنی درزه در حالت یک بعدی اندازه گیری و به منظور محاسبه RQD علاوه بر روش خط برداشت از معادله زیر (Palmstrom, 2005) نیز استفاده شده است:

$$RQD = 110 - 2.5 Jv \quad (v)$$

و بدین ترتیب توده سنگ منطقه مورد مطالعه بر اساس رده بندی RQD و Jv طبقه بندی گردیده است.

5- بحث و نتایج

در طی مرحله اجرای پروژه های مهندسی در سنگ (همانند: تونل، معدن و ترنشه های جاده ای)، در صورتی که سطوح سنگی با شاتکریت و ... پوشیده نشده باشد به آسانی می توان شرایط توده سنگ را مشاهده کرد و پارامترهای مختلف اندازه بلوک را با صرف هزینه و زمان کم تر محاسبه کرد. با توجه به تجزیه و تحلیل های انجام شده، مقادیر Wjvd در سه خط برداشت صفر، ۴۵ و ۹۰ درجه به ترتیب برابر با ۲۲، ۲۴، ۲۳ و مقادیر RQD به دست آمده از این روش به ترتیب برابر با ۵۲، ۴۹، ۴۹ است که این مقادیر همخوانی نسبتاً خوبی با RQD محاسبه شده از طریق معادله (۷) دارند.

جدول 4- نتایج محاسبات RQD حاصل از روش خط برداشت و روش تجربی

زاویه خط برداشت	RQD خط برداشت	$RQD=110-2.5Jv$
۰	۵۲	۵۵
۴۵	۴۹	۵۰
۹۰	۴۹	۵۲

با توجه به طبقه بندی RQD توده سنگ در رده ضعیف و با توجه به طبقه بندی Jv در ردیف درجه درزه داری زیاد قرار می گیرد. تعیین شاخص کیفیت توده سنگ با استفاده از تعداد درزه های حجمی ($Jv \sim wjd$) به دلیل سهولت در اجرا و ارزان بودن یک روش کاربردی و مفید است. به دست آوردن RQD از طریق مغزه گیری یک روش زمان بر و پرهزینه است، در مقابل با استفاده از تراکم وزنی ($wjd \sim Jv$) در یک خط برداشت می توان به نتایج واقعی و کاربردی رسید (Keykha, 2011).

6- نتیجه گیری

در این مقاله به ارزیابی RQD از طریق خط برداشت (یک بعدی) و نیز بر اساس تراکم درزه پرداخته شده است. نتایج حاصله نشان می دهند که با ابزاری کاملاً ساده می توان شاخص کیفیت توده سنگ را ارزیابی نمود و این روش به دلیل سادگی در اجرا و کم هزینه بودن روشی مؤثر در تعیین RQD می باشد. توده سنگ مورد مطالعه با توجه به طبقه بندی RQD در رده ضعیف و با توجه به رده بندی Jv در رده توده سنگ با درجه درزه داری زیاد قرار می گیرد.

منابع

- آقاباتی ع.، (۱۳۸۹). زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
قتادان ا.، الماسیان م.، قائمی ف.، نادری ن.، (۱۳۸۸). تحلیل ساختاری ناحیه جنوب مشهد با نگرشی ویژه بر سیستم گسلی سنگ بست - شاندریز. مجله زمین، شماره ۴، صفحات ۹۷-۱۰۶
نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشهد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.



نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰، سازهان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Alavi, M.(1991). "Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran", Geological Society of America Bulletin, Vol. 103(8), pp. 983-992.
- Choi, S.Y. and Park, H.D. (2004). "Variation of rock quality designation (RQD) with scanline orientation and length: a case study in Korea", International Journal Rock Mechanic & Mining Science, Vol. 41, pp. 207-221.
- Deere, D.U., (1963). "Technical description of rock cores for engineering purposes", Felsmechanik und Ingenieurgeologie, Vol. 1(1), pp. 16-22.
- Keykha, H.A. and Huan, B.B.K. (2011). "Determination rock quality designation RQD basis on joints", EJGE, Vol. 16, pp. 522-526.
- Majidi, B., (1980). The geochemistry and origin of the Upper Paleozoic basic and ultrabasic lava of NE Iran. Geol. Surv. Iran; Inter. Rep., 22p.
- Palmstrom A. (1996). "The weighted joint density method leads to improved characterization of jointing", International Conference on Recent Advances in Tunnelling Technology, New Delhi, India.
- Palmstrom, A. (2005). "Measurements of and correlation between block size and rock quality designation (RQD)", Tunnels and Underground Space Technology, Vol. 20, pp. 362-377.
- Wen, Z. and JianPing, C. and Qing, W. and DongHe, M. and CenCen, N. and Wu, Z. (2013). "Investigation of RQD variation with scanline length and optimal threshold based on three-dimensional fracture network modeling", Science China Technological Sciences, Vol. 56(3), pp. 739-748.