تعیین ابعاد بهینه بلوک در استخراج معادن سنگ تزئینی به روش سیم برش الماسه

نوشته: دکترکامران گشتاسبی* و داود خدادادی*

Determination of Optimum Block Size in the Mining of Ornamental Stones by Diamond Wire

By: Dr. K.Goshtasbi* & D. Khodadadi*

چکیده

در بحث استخراج سنگهای تزیینی به روش سیم برش الماسه، یکی از مهم‌ترین مسائل برای استخراج اصولی و بهینه ازنظر فنی و اقتصادی ، تعیین مناسب ابعاد بلوک استخراجی است، به گونه‌ای که روند عملیات استخراج از نظر فنی با مشکل مواجه نشود و ایمنی کار نیز مورد توجه قرار گیرد و همچنین از لحاظ اقتصادی هزینه کمتری تحمیل شود. این مقاله، نتایج حاصل از تحقیق در معدن سنگ تزیینی لایبید را ارائه می‌دهد که هدف آن به دست آوردن ابعاد بهینه بلوک با توجه به شرایط خاص این معدن اعم از شرایط زمین شناسی، ژئوتکنیکی و توانایی دستگاههای موجود مورد استفاده در معدن است.

این روش یک روند کلی دارد که با توجه به شرایط خاص، برای هر معدن سنگ تزیینی که از نظر روش استخراج در محدوده این بحث باشد ، کاربرد دارد . برای تعیین ابعاد بهینه بلوک، هزینه‌هایی که تغییرات ابعاد بلوک بر روی آنها تأثیر می گذارد ، اعم از هزینه‌های حفاری ، برش و قواره سازی و دیگر هزینه های مرتبط با آنها ، مورد بررسی قرار گرفته است . سپس نمودار مجموع هزینه‌ها برای واحد حجم سنگ در ابعاد مختلف به دست آمده است . در معدن یاد شده، ابعاد ۸×٤/٥×٦ متر به ترتیب به عنوان طول ، عرض و ارتفاع بلوک بهینه در نظر گرفته شده است. افزایش ابعاد و کامل شدن نسبت ابعاد بلوک قواره به بلوک اصلی از جمله نکات مهم در کاهش هزینه است و این روند تا جایی قابل قبول است که منجر به ایجاد مشکلات فنی نشود و همچنین کاهش چشمگیر هزینه های استخراج را در پی داشته باشد.

کلید واژه‌ها: سنگ تزیینی(ساختمانی) ، ابعاد بهینه ، سیم برش الماسه، معدن لایبید

Abstract

Generally, determination of suitable block size,is one of the most essential factor for optimum and economic excavation. In mining ornamental stones by diamond wire it must be such that it does not cause any problems with regard to excavation sequences, be safe and also reduce the costs. This paper presents the results of an investigation which was carried out in Laybid ornamental stone mine. The aim of this research, was to determine the optimum block size with regard to geological and geotechnical conditions and machinary used in this mine. The method has a general trend which can then be applied to any mine with similar excavation method by considering the special conditions of that mine.The optimum block size is determined by calculating operation costs such as excavation, cutting, etc. These calculations were carried out for various block sizes and various graphs plotted. In this mine the optimum block size was determined to be 6x4.5x8 meters for length, width and height of the block respectively. The increase in block dimentions and suitable block dimentions with regard to the main block is an important factor for cost reduction. This procedure will be acceptable up to a point where excavation costs decrease greatly and also no technical problems occur.

Key words : Ornamental (Building) stones, optimum block size, diamond wire, Laybid

1– مقدمه

یکی از مهم‌ترین ذخایر معدنی ایران، معادن سنگهای تزیینی است که مصارف گوناگونی در زندگی انسان دارند. مهم‌ترین گسترش جغرافیایی سنگهای تزیینی ایران، در طول نوار سراسری از شمال باختر تا مرز پاکستان و نوار سنندج- سیرجان است (مجموعه مقالات، ۱۳۷۰). در استخـــراج معادن سنگ تزیینی ، هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم زیادی دخالت دارند . اما برخی از این هزینه‌ها، بسته به ابعاد بلوکهای استخراجی، متغیر هستند که از آن جمله می‌توان به هزینه‌های حفاری ، برش ، قواره سازی و دیگر هزینه‌های مرتبط باآنها اشاره کرد. بنابراین، با تعیین ابعاد مناسب برای

بلوکهای استخراجی می‌توان هزینه های مذکور را تا حد قابل قبول کاهش داد که رعایت مسائل فنی و ایمنی استخراج نیز از عوامل مهم و مؤثر در آن خواهد بود . به طور کلی، از عوامل تأثیر گذار بر ابعاد، می‌توان به عوامل زمین شناسی و ژئوتکنیکی ،عوامل فنی مانند توان دستگاههای استخراج از جمله توانمندی دستگاههای حفاری ، دستگاههای برش ، جکهای هیدرولیک برای جا به جایی و عوامل دیگر همچون ابعاد مورد نیاز بازار و کارخانه‌ها اشاره کرد. به طور معمول، استخراج و جدا سازی یک بلوک سنگ تزیینی ، نیاز به حفر سه چال عمود بر هم ، مانند دستگاه محورهای مختصات فضایی دارد، به گونه‌ای که این سه چال، در یک نقطه به یکدیگر می‌رسند . پس از حفر چالها، سه سطح پهلو، پشت و کف بلوک با دستگاه برش به وسیله سیم برش الماسه، بریده خواهد شد. در آخر پس از بریده شدن، بلوک توسط جکهای هیدرولیک یا بالشتکهای هوایی ، از جبهه کار جدا و واژگون می‌شود. شکل ۱ بلوک جدا شده از پله استخراجی را نشان می‌دهد. این امر به دلیل ایجاد فضای کار و قواره سازی بلوک استخراج شده، انجام می شود. شایان ذکر است که منظور از ابعاد بهینه بلوک، ابعادی است که مسائل ایمنی کار در آن رعایت شده باشد. دوم اینکه مسائل فنی استخراج را امکان پذیر سازد و سوم هزینه‌های استخراج تا حد ممکن کاهش یابد (حجازی، ۱۳۷۴).

۲- توان دستگاهها

مهم‌ترین مسئله در حفاری چالها بویژه چالهای افقی برای استخراج بلوکها این است که چال انحراف نداشته و یا در حد بسیار ناچیز باشد. انحراف چال باعث از دست رفتن نقطه تلاقی سه چال عمود بر هم خواهد شد. بنابراین، تا جایی می‌توان حفاری افقی را ادامه داد که انحراف چال باعث از بین رفتن نقطه تلاقی نشود . دستگاههای برش باید توان حرکت دادن سیم الماسه را داشته باشند. در این حالت، نیروی مقاوم ، نیروی اصطکاک بین سیم و سنگ یا به عبارت دیگر نیروی اصطکاک بین سیم و محیط سطح برش بلوک سنگ است. در این حالت، باید بیشترین طول در گیر سیم الماسه را در نظر گرفت. این میزان طول با توجه به قدرت دستگاه ، جنس سنگ ، نوع سیم الماسه ، ضریب اصطکاک بین سنگ و سیم، وتنش کششی مجاز سیم الماسه تعیین می‌شود. پس از بریده شدن سطوح ، باید بلوک را با هدف قواره سازی و ایجاد فضای کار برای استخراج بلوک بعدی، واژگون کرد. در هنگام واژگون سازی بلوک، باید برآیند بردار نیروی وزن بلوک از سطح قاعده استقرار بلوک خارج شود و در بلوکهای خیلی پهن چنین کاری دشوار است. بنابراین، افزایش پهنای بلوک تا حدی امکان پذیر است که در مرحله واژگون سازی، عملیات استخراج با مشکل مواجه نشود در ضمن باید قدرت جکهای هیدرولیک و فاصله بازشوندگی آنها را نیز در نظر گرفت.

۳- محاسبه هزینه‌های استخراج بلوک

۳-۱- هزینه حفاری بلوک استخراجی

برای محاسبه هزینه های حفاری باید به هزینه‌های استهلاک دستگاه ، تعمیر و نگهداری ، سرمته ، دستمزد کارکنان و هوای فشرده ، توجه کرد. برای محاسبه هزینه هوای فشرده ، باید هزینه‌های استهلاک، تعمیر و نگهداری، سوخت، روغن و دستمزد نیز در نظر گرفته شود و در نهایت، مجموع هزینه‌های بالا برای یک متر حفاری تعیین می‌شود (مد نی، ۱۳۷۵) . همچنین پس از جداسازی بلوک بزرگ (اصلی) و واژگون کردن آن برای آماده سازی و قواره سازی , بلوک واژگون شده به طولهای n متری برش داده می‌شود. شکل ۲ شیوه حفاری، مقدار سطح برش و قواره سازی در بلوک استخراجی را نشان می‌دهد. برای عبور سیم، چالهای افقی در سطحی که بر روی کف پله قرار گرفته حفاری خواهد شد. با توجه به مطالب گفته شده، مقدار حفاری هر بلوک و هزینه مربوط به آن، با توجه به هزینه هر متر حفاری محاسبه می‌شود. هزینه حفاری مورد نیاز به ازای واحد حجم ماده معدنی از رابطه ۱ به‌دست خواهد آمد (خدادادی، ۱۳۸۱).

$$D=\frac{\left[x+y+\left(\frac{x}{n}\right)\times h\right]\cdot E}{x\cdot y\cdot h} \qquad (۱)$$

- x = طول بلوک (m)
- y = عرض بلوک (m)
- h = ارتفاع بلوک (m)
- D = هزینه حفاری واحد حجم سنگ (ریال بر متر مکعب)
- E = هزینه هر متر حفاری (ریال بر متر)
- n = طول بلوک مبنا (طول تقسیمات اولیه) (متر) (شکل ۲)

۳-۲- هزینه برش بلوک استخراجی

برای محاسبه هزینه برش، باید هزینه‌های استهلاک، تعمیرات و نگهداری، انرژی (برق)، سیم برش، دستمـــــزد و آب برای خنک کردن سیم برش، در نظر گرفت. برای محاسبه هزینه برق نیز در صورت استفاده از مولد ، استهلاک ژنراتور ، تعمیر و نگهداری، سوخت، روغن و دستمزد کاربرد نیز در نظر گرفته می‌شود. در نهایت، مجموع هزینه‌های بالا، برای یک متر مربع سطح برش محاسبه می‌شود. هر بلوک به طور معمولی باید از سه جهت پهلو، پشت و کف بریده شود بنابراین هزینه برش به ازای واحد حجم ماده معدنی از رابطه ۲ به دست می‌آید.

$$Z=\frac{[x.y+x.h+y.h].F}{xyh} \qquad (۲)$$

Z= هزینه برش سطح به ازای واحد حجم ماده معدنی(ریال بر متر مکعب)

F = هزینه برش واحد سطح ماده معدنی(ریال بر متر مربع)

۳-۳- هزینه قواره سازی بلوک استخراجی

بر اساس شکل ۲- الف، بلوک جدا شده از جبهه کار پس از واژگون شدن (شکل ۲- ب) به طولهای n متری تقسیم می شود بهتر است n را برابر یکی از ابعاد قواره مورد نیاز در نظر گرفت. سپس بلوکهایی با ابعاد n ×h ×y به دست می‌آید (شکل ۲- ج) که باید به قواره‌های نهایی تقسیم شود (شکل۲- د) . پس بلوک مبنا (اولیه) ابعادی به ارتفاع h و عرض y و طول n خواهد داشت (شکل۲- ج). برای قواره سازی این بلوک به یک یا چند مرحله برش n×h متر مربعی و یک یا چند مرحله برش n×y متر مربعی نیاز است (شکل۲- د) . به ازای افزایش هر n متر از طول بلوک، محاسبات هزینه های استخراج بلوک تکرار می شود .

سرانجام برای این بلوک مبنا ، G متر مربع برش برای قواره سازی نیاز است. بر اساس طرح قواره سازی، می‌توان از دو روش سیم برش، و پارس و گوه استفاده کرد. در این معدن، از میزان محاسبه شده، G متر مربع سطح قواره سازی برای هر بلوک مبنا ، K درصد توسط سیم برش و بقیه توسط پارس و گوه انجام می شود (که این درصدها با توجه به شرایط عملیات استخراج ، هزینه‌ها و دسترسی به ماشین آلات ، لوازم مصرفی و نیروی انسانی انتخاب می شود). شیوه محاسبه هزینه برش توسط دستگاه، برای برش و قواره سازی ارائه شد. برای تکمیل این بحث، باید هزینه قواره سازی با استفاده از چال موازی، و پارس و گوه نیز محاسبه شود، که درآن هزینه‌های مربوط به یک متر حفاری با چکش (پرفراتور) محاسبه می‌شود و در آخر با تعیین میزان حفاری برای یک متر مربع سطح سنگ، هزینه یک متر مربع جدا سازی با روش چال موازی، و پارس گوه تعیین می‌شـــــود (خدادادی، ۱۳۸۱). با در نظر گرفتن درصدهایی از هر بلوک که با استفاده از سیم الماسه و پارس و گوه، قواره می‌شود، هزینه قواره سازی واحد حجم سنگ از رابطه ۳ محاسبه می شود.

$$M = \frac{\left[\left(\frac{x}{n}-1\right)(h.y)+\left(\frac{x}{n}\right)K.G\right].Q+\left(\frac{x}{n}\right)(1-K).G.P}{xyh} \qquad (۳)$$

M = هزینه قواره سازی واحد حجم سنگ (ریال بر متر مکعب)

x = طول بلوک (m)

y = عرض بلوک (m)

h = ارتفاع بلوک (m)

n = طول بلوک مبنا (m)

K = درصد قواره سازی با سیم برش در بلوک مبنا

Q = هزینه برش سیمی برای هر متر مربع قواره سازی (ریال بر متر مربع)

P=هزینه‌روش‌پارس و گوه برای هر مترمربع‌قواره‌سازی(ریال بر متر مربع)

G = سطح برش مورد نیاز برای قواره سازی بلوک مبنا

بنابراین کل هزینه بلوک استخراج شده وقواره شـده، ازجمع سه هزینه بـالا به دست می‌آید(خدادادی، ۱۳۸۱).

$$T = D + Z + M \qquad (٤)$$

در جدول ۱ ، پایه هزینه های عملیاتی محاسبه شده در یک معـدن خـاص نشان داده شده است. این هزینه‌ها عبارتند از :

- هزینه حفاری ریال بر متر
- هزینه برش با سیم الماسه ریال بر متر مربع
- هزینه قواره سازی با پارس و گوه ریال بر متر مربع

۴- تعیین ابعاد بهینه بلوک

باتوجه به مطالب گفته شده و هزینه‌های محاسبه شده حفاری ، برش و قواره‌سازی ، هزینه واحد حجم سنگ استخراج شده در ابعاد مختلف بلوک محاسبه می‌شود. بدین ترتیب که ابتدا یک عرض و ارتفاع مبنا در نظر گرفته شده و هزینه واحد حجم سنگ برای طولهای متفاوت به دست آورده می‌شود . این افزایش طول تا جایی امکان پذیر است که چال افقی انحراف چشمگیری نداشته باشد. پس از پایان این مرحله، عرض افزایش می‌یابد و با همان ارتفاع، عملیات قبلی در طولهای متفاوت تکرار می‌شود. افزایش عرض تا جایی امکان پذیر است که مانع از واژگون سازی بلوک بعد از برش نشود. بدین ترتیب، در مرحله بعد ارتفاع افزایش می‌یابد و موارد بالا تکرار می شود. افزایش ارتفاع تا جایی قابل بررسی است که شرایط ایمنی و توانایی دستگاه برش در نظر گرفته شود. در آخر جمع هزینه‌های حفاری ، برش و قواره سازی برای واحد حجم ماده معدنی در ابعاد متفاوت محاسبه می‌شود. پس از مراحل بالا جدول و منحنیهای مجموع هزینه استخراجی بلوک در ابعاد متفاوت رسم می‌شود. این کار در معدن مورد نظر برای طولهای ۲ تا ١٤ متر و برای عرضهای ۱/۵ تا ٤/۵ متر و برای ارتفاعهای ٤ تا ۹ متر انجام و ۱۸ عدد نمودار هزینه‌ها و جدول هزینه‌ها تهیه شد. در شکل ۳، نمونه‌ای از نمودار هزینه‌های واحد حجم سنگ در معدن لایبید در ارتفاع ٤ متر و عرض ۱/۵ متر برای طولهای متفاوت ارائه شده است. همچنین جدول۲ هزینه‌های واحد حجم سنگ در ابعاد مختلف را نشان می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری

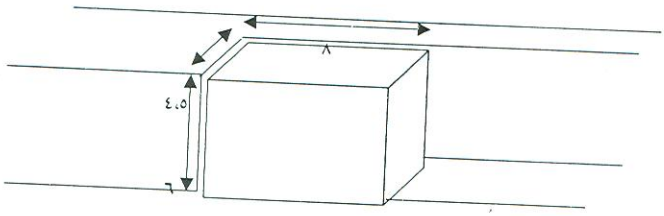
بر پایه تحقیق انجام شده، می‌توان گفت که تعیین ابعاد بهینه بلوک با نگرشی مهندسی و اصولی در هر معدن با توجه به شرایط خاص همان

معدن و توانایی دستگاههای آن امکان پذیر است و از یک روند کلی پیروی می‌کند و یا به عبارت دیگر، برای معادن سنگی که با این روش استخراج می‌شوند، قابل استفاده است. این طراحی برای یکی از معادن لاییید انجام شد و ابعاد بلوک بهینه ۸×٤٫٥×۶ متر به ترتیب به عنوان طول، عرض و ارتفاع تعیین شد. اما در این معدن، در حال حاضر ابعاد بلوک استخراجی به طور میانگین ۳×۲×٦ متر است که بر اساس جدول ۲ حدود ۲۰۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب نسبت به ابعاد بهینه هزینه‌ها بیشتر است.

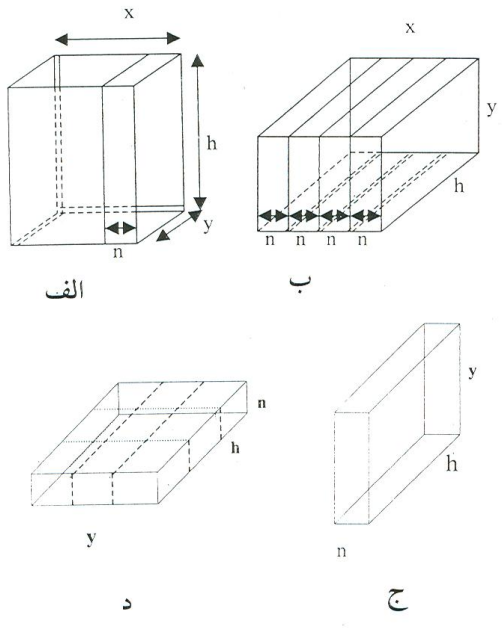
با توجه به نمودار شکل ۳ و جدول ۲ ملاحظه می‌شود برای تمامی ارتفاعها و عرضها، افزایش طول بلوک باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود، اما نمودار جمع هزینه‌ها دارای یک خط مجانب است. به همین دلیل، بیشتر شدن طول بلوک باعث افت هزینه‌ها می‌شود، به گونه‌ای که با افزایش طول به بیش از ۸ متر، دیگر تأثیر چندانی برکاهش هزینه‌ها نخواهد گذاشت (کمتر از ۰/۳ درصد) ضمن اینکه حفاری بیش از ۸ متر انحراف چال افقی را تا از بین بردن نقطه تقاطع چالها افزایش خواهد داد. (به دلیل وزن میله‌های حفاری). این روند در مورد افزایش عرض و ارتفاع نیز به چشم می‌خورد.

همان گونه که در نمودار شکل ۳ ملاحظه می‌شـود با افزایش ابعاد (به عنوان نمونه طول)، هزینه‌های حفاری و برش با سیم الماسه، سر شکن شده و کاهش می‌یابد و با بیشتر شدن ابعاد، از تأثیر این پارامتر کاسته می‌شود. در مورد نمودار هزینه قواره‌سازی، تأثیر افزایش ابعاد معکوس بوده و باعث افزایش هزینه‌ها می‌شود. اما در آخر جمع سه نمودار، (جمع هزینه‌ها) در نتیجه افزایش ابعاد، سیر نزولی دارد .

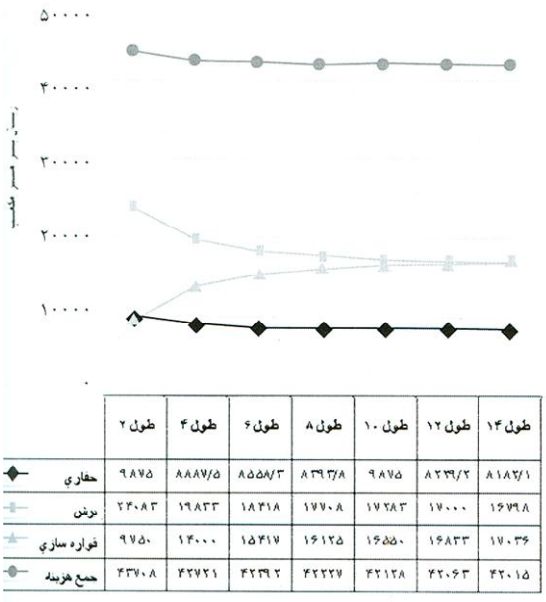
همچنین با توجه به جدول ۲، ملاحظه می‌شود که تنها افزایش ابعاد بلوک باعث کاهش هزینه‌ها نمی‌شود بلکه کامل شدن نسبت ابعاد بلوک قواره به ابعاد بلوک اصلی، عامل مهمی در کاهش هزینه خواهد بود. شایان ذکر است که شاید ابعاد قواره نهایی محصول و مورد درخواست کارخانه‌ها مهم‌ترین عامل در تعیین ابعاد بهینه بلوک باشد، به گونه‌ای که مناسب است ابعاد بلوک اصلی به شکلی در نظر گرفته شود که قواره‌های کامل از آن حاصل شود. در این صورت است که میزان برش برای قواره سازی به حداقل رسیده و در نهایت هزینه‌های استخراج به کمترین حد خواهد رسید. از نکات مهم دیگر، تفاوت هزینه قواره‌سازی به وسیله دستگاه برش، و پارس و گوه است. در حال حاضر با توجه به هزینه‌های محاسبه شده قواره سازی با روش چال موازی، و پارس و گوه ارزان‌تر تمام می‌شود ولی باید کیفیت قواره سازی و محصول به دست آمده را نیز در نظر گرفت، به گونه‌ای که قواره به دست آمده از دستگاه برش، از کیفیت بهتری برخوردار است و اگر در نظر باشد محصول معدن به خارج از کشور صادر شود، این روش مطلوب‌تر خواهد بود.



شکل ۱- بلوک جدا شده از پله استخراجی



شکل۲- شیوه حفاری، مقدار سطح برش و قواره سازی در بلوک استخراجی



شکل ۳- هزینه های واحد حجم سنگ در ارتفاع ٤ متر ، عرض ۱/۵ متر وطولهای مختلف (ابعاد بر حسب متر)

جدول ۱- هزینه های حفاری، برش با سیم الماسه، و قواره سازی با پارس و گوه

هزینه (ریال) عملیات	استهلاک و تعمیرات	هوای فشرده	پرسنلی	مته	سیم الماسه	آب	برق	پارس و گوه	جمع (ریال)
حفاری	١٤٠٠	٥٢٠٠	١٢٠٠	٨٠٠٠	--	--	--	--	١٥٨٠٠
برش با سیم الماسه	٢٥٠٠	--	١٢٠٠	--	١١٥٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	--	١٧٠٠٠
قواره سازی با پارس و گوه	٣٠٠	١٧٠٠	٦٠٠٠	٤٥٠٠	--	--	--	١٠٠٠	١٣٥٠٠

جدول۲- هزینه‌های واحد حجم سنگ در ابعاد متفاوت (ریال بر متر مکعب)

عرض	ارتفاع	طول ۲	طول ۴	طول ۶	طول ۸	طول ۱۰	طول ۱۲	طول ۱۴
۱/۵	۴	۴۳۷۰۸	۴۲۷۲۱	۴۲۳۹۲	۴۲۲۲۷	۴۲۱۲۸	۴۲۰۶۳	۴۲۰۱۵
۳	۴	۴۰۵۹۲	۳۹۶۰۴	۳۹۲۷۵	۳۹۱۱۰	۳۹۰۱۲	۳۸۹۴۶	۳۸۸۹۹
۴/۵	۴	۳۹۵۵۳	۳۸۵۶۵	۳۸۲۳۶	۳۸۰۷۲	۳۷۹۷۳	۳۷۹۰۷	۳۷۸۶۰
۱/۵	۵	۴۳۸۸۷	۴۳۰۹۷	۴۲۸۳۳	۴۲۷۰۲	۴۲۶۲۳	۴۲۵۷۰	۴۲۵۳۲
۳	۵	۴۱۰۳۳	۴۰۲۴۳	۳۹۹۸۰	۳۹۸۴۸	۳۹۷۶۹	۳۹۷۱۷	۳۹۶۷۹
۴/۵	۵	۴۰۰۸۲	۳۹۲۹۲	۳۹۰۲۹	۳۸۸۹۷	۳۸۸۱۸	۳۸۷۶۶	۳۸۷۲۸
۱/۵	۶	۴۰۷۵۶	۴۰۰۹۷	۳۹۸۷۸	۳۹۷۶۸	۳۹۷۰۲	۳۹۶۵۸	۳۹۶۲۷
۳	۶	۳۸۰۷۸	۳۷۴۱۹	۳۷۲۰۰	۳۷۰۹۰	۳۷۰۲۴	۳۶۹۸۱	۳۶۹۴۹
۴/۵	۶	۳۷۱۸۵	۳۶۵۲۷	۳۶۳۰۷	۳۶۱۹۸	۳۶۱۳۲	۳۶۰۸۸	۳۶۰۵۷
۱/۵	۷	۴۱۳۰۵	۴۰۷۴۰	۴۰۵۵۲	۴۰۴۵۸	۴۰۴۰۲	۴۰۳۶۴	۴۰۳۳۷
۳	۷	۳۸۷۵۲	۳۸۱۸۸	۳۸۰۰۰	۳۷۹۰۶	۳۷۸۵۰	۳۷۸۱۲	۳۷۷۸۵
۴/۵	۷	۳۷۹۰۲	۳۷۳۳۷	۳۷۱۴۹	۳۷۰۵۵	۳۶۹۹۹	۳۶۹۶۱	۳۶۹۳۴
۱/۵	۸	۴۱۷۱۷	۴۱۲۲۳	۴۱۰۵۸	۴۰۹۷۶	۴۰۹۲۷	۴۰۸۹۴	۴۰۸۷۰
۳	۸	۳۹۲۵۸	۳۸۷۶۵	۳۸۶۰۰	۳۸۵۱۸	۳۸۴۶۸	۳۸۴۳۵	۳۸۴۱۲
۴/۵	۸	۳۸۴۳۹	۳۷۹۴۵	۳۷۷۸۱	۳۷۶۹۸	۳۷۶۴۹	۳۷۶۱۶	۳۷۵۹۲
۱/۵	۹	۳۹۸۷۰	۳۹۴۳۱	۳۹۲۸۵	۳۹۲۱۲	۳۹۱۶۸	۳۹۱۳۹	۳۹۱۱۸
۳	۹	۳۷۴۸۵	۳۷۰۴۶	۳۶۹۰۰	۳۶۸۲۷	۳۶۷۸۳	۳۶۷۵۴	۳۶۷۳۳
۴/۵	۹	۳۶۶۹۰	۳۶۲۵۱	۳۶۱۰۵	۳۶۰۳۲	۳۵۹۸۸	۳۵۹۵۹	۳۵۹۳۸

* واحد ابعاد متر است

کتابنگاری

حجازی، م.،۱۳۷۴- "شناخت سنگ تزئینی"- شرکت مجتمع معادن سنگ چینی نیریز

خدادادی، د.، ۱۳۸۱- رساله کارشناسی ارشد،دانشگاه تربیت مدرس

مجموعه مقالات دومین سمینار سنگهای ساختمانی (تزئینی و نما) ،۱۳۷۰- وزارت معادن و فلزات انتشارات آئینه کتاب

مدنی، ح.، ۱۳۷۵- "خدمات فنی در معادن"- انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

*بخش مهندسی معدن، دانشگاه تربیت مدرس

*Departement of mining engineering, Tarbiat Modarres University