جودة الكتل الصخرية لتصميم القطع في جبل خندمة بمدينة مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية

تهامي جميل علي عبدالقديم

أ.د. عباس عيفان قهيدى الحارثى

ملخص الدراسة

يقع المشروع التطويري على جبل خندمة المطل على الحرم المكي الشريف من الناحية الشرقية وبالقرب من المنطقة المركزية بمدينة مكة المكرمة.

ويتكون جبل المشروع جيولوجيا من صخور الديورايت والجرانوديورايت والكوارتزديورايت مع بعض متداخلات من صخر الجابرو والأمفيبولايت. ويتخلل تلك الصخور عدد من نطاقات التصدع والتشققات. وتم ملاحظة وجود ردم في بعض الشعاب والممرات المائية ومسارات الطرق في أرض المشروع، ناتجة من أعمال القطع والتهذيب للصخور. وتصنف تضاريس موقع المشروع من منطقة جبلية وعرة وشديدة الانحدار في معظمها ويتراوح منسوبها عن سطح البحر بين ٣٦٠ و ٦٠٠ متر.

وتتضمن الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة التالي :

- تقييم حالة الكتلة الصخرية في منطقة الدراسة لأغراض القطع الصخري الهندسية.
- تقييم استقرار القطع الصخري.
- تقييم كمي للقطع الصخري والردم.
- تقييم تأثير جيولوجية وتضاريس الموقع والخواص الهندسية للكتل الصخرية على استقرار القطع الصخري.
- اقتراح نظام الدعم المناسب للأماكن غير المستقرة.

ولتحقيق تلك الاهداف فقد تم تحديد ثلاثة مهام مختلفة وذلك على النحو التالي:

المهمة الأولى : إنشاء وتصور النموذج الجيولوجي والجيولوجي الهندسي.

المهمة الثانية : نمذجة التصنيف الكتلي للصخور ورسم الخرائط الجيولوجية الهندسية لأغراض تحليل استقرار المنحدرات.

المهمة الثالثة : تصميم ونمذجة أعمال القطع الصخري لنطاقات منطقة المشروع وطريقة الحفر ونظم الدعم اللازم للطرق الرئيسية في موقع المشروع وفقا للمخطط الرئيسي وإعداد جداول الكميات لأعمال القطع الصخري والردم.

تم في هذه الدراسة تطبيق التحليل باستخدام تقنيات متقدمة تشمل التقييم باستخدام نظام الكتلة الصخرية (RMR) لدراسة جودة الصخر وطريقة التقييم باستخدام نظام تصنيف المنحدرات الصخرية (SMR) لدراسة حالات الاستقرارية للقطع وطريقة النمذجة العددية لتحليل الإجهادات.

كما تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط النهائية مع الأخذ في الاعتبار جيولوجية وتضاريس الموقع بناء على نتائج الفحص الميداني ، والكشف عن حجم المخاطر الناتجة من تدخل الانسان لجميع المنحدرات الحرجة وتقييمها واقتراح الحلول الهندسية المناسبة للتعامل معها.

وتمت الاستعانة بالخرائط الجيولوجية لمنطقة المشروع بهدف إيضاح الوحدات الصخرية المختلفة والتراكيب الجيولوجية المختلفة كالفوالق والصدوع والتشققات التي تمر في منطقة

المشروع وتقييم تأثيرها على ثباتية واستقرار الكتل الصخرية ومدى تأثيرها على أعمال القطع الصخري والتهذيب.

أظهر تقييم موقع المشروع باستخدام نظام تصنيف الكتل الصخرية (RMR) أن حالة الكتل الصخرية السطحية بوضعها الحالي في جبل خندمة غير مناسبة كأساسات للمباني بسبب كونها مجواة وبها بعض التشققات كما أن وضع المنحدرات في الصخور السطحية في حال تهذيبها غير آمنه بسبب التجوية وتواجد التشققات بالاضافة إلى وجود كتل صخرية منفصلة في الأجزاء العلوية من الجبل. في حين أظهر تصنيف نوعية الكتل الصخرية تحت السطحية أن حالة الكتل الصخرية تحت السطحية في جبل خندمة مناسبة لأن توضع عليها أساسات المباني وإمكانية تهذيبا وتقطيعا عند أعماق تتراوح بين ٥ و ١٠ أمتار من السطح.

أما تقييم موقع المشروع باستخدام نظام تصنيف المنحدر الصخري (SMR) فقد أظهر أن صخور جبل خندمة تحت السطحية تتراوح بين المستقرة والمستقرة تماما ومن الصعب قطعها وتهذيبها لصلابتها وقلة التشققات بها وبذلك يمكن التحكم بها أثناء عمليات القطع الصخري والتهذيب.

أظهر تحليل استقرارية مناطق القطع (أنواع الانهيار المحتمل) إمكانية تواجد ثلاثة أنماط من الانهيارات المحتملة تم تحديدها في جبل خندمة وهي الانهيار على مستوى و الانهيار الوتدي والانهيار الانقلابي وأن جميع مناطق القطع والتسوية غير مستقرة جزئيا وتحتاج إلى تقدير عوامل الأمان والسلامة وأنواع الدعم المطلوب. كما أظهر تحليل الاجهاد في مناطق الردم أن الازاحة الاجمالية والعمودية تزداد مع زيادة سماكة مناطق الردم ، في حين أن الازاحة الرأسية قد انخفضت.

إمكانية تهذيب وتقطيع صخور الموقع عند أعماق تتراوح بين ٥ و ١٠ أمتار من السطح، وأن البعد المناسب لأنماط أبعاد مناطق القطع والتهذيب ١,٥م *١,٥م وبعمق ٢م وقطر الحفر ٦٤مم. كما أن مناطق القطع غير المستقرة تحتاج إلى تدعيم لزيادة عامل الأمان وذلك باستخدام نظام تصنيف المنحدرات الصخرية (SMR) ونظام تصنيف الكتل الصخرية (RMR).

لذا فإنه من الضروري أن يتم تحديد مواقع الصدوع النشطة ومناطق القص على خريطة المخطط النهائي لتطوير مشروع جبل خندمة وذلك بعد أن تتم أعمال القطع والتهذيب للأجزاء العلوية من الصخور السطحية. كما ينبغي الأخذ في الاعتبار عند وضع التصميم النهائي للمشروع إتباع ما ورد في دليل البناء السعودي بشأن دليل زلزالية المنشآت ومدى تأثير الصدوع النشطة ومناطق القص إن وجدت.

ROCK MASS QUALITY FOR CUT DESIGN IN JABAL KHANDAMAH, MAKKAH CITY

BY

TUHAMI JAMIL ABDULQADIM

Prof. ABBAS AIFAN AL-HARTHI

ABSTRACT

Jabal Khandamah is one of the highly rigid and steep mountains. It is located in the eastern side of Makkah Al- Mukarramah City adjacent to and in the east of the Holly Mosque (Al-Haram). A part of the proposed Jabal Khandamah Development Project includes the construction of several multi-storied buildings, roads, bridges.

The main purpose of this study is:-

a) Evaluating the rock mass condition in the study area for rock cut engineering purposes.
b) Assessing the stability of the rock cuts.
c) Assessing the quantity of the rock cuts and rock fills,
d) Evaluating the effect of geology, geomorphology and the engineering properties on the stability conditions of rock cuts, and
e) Recommending the required support system of unstable locations and cuts.

These purposes were distributed in three different tasks as follows:-

1. Constructing and visualizing Geological & Engineering Geological model
2. Rock mass classification modeling and mapping for engineering geological purposes in terms of slope stability analysis
3. Design and modeling of cut/fill zones, and method of excavation systems and the required support systems for the main road in the project site.

In this study, analysis was done using more advanced techniques namely the Rock Mass Rating (RMR) (Bieniawski, 1989), the Slope Mass Rating (SMR) (Romana, 1993), DIPS (Rocscience Inc, 2011) and numerical modeling using SLIDE (Rocscience Inc, 2011).

The Geographic Information System (GIS) was used to produce the final map taking into consideration the geology and topography based on the results of the investigation, the detection of the hazard magnitude for all critical man-made slopes has been assessed and the engineering solutions were suggested.

The quality of surface rock masses of Jabal Khandamah were classified into three classes:-

1. The best class has basic RMR range between 82% and 87% and classified as very good quality rock masses (class I), (Very hard and competent rock mass); it represents about 5.5% of the total area of the mountain.
2. The second class has a basic RMR range between 63% and 79% and classified as good quality rock masses (class II) (very hard, but fractured and weathered rock mass); it represents about 24.5% of the total area of the mountain.

3. The third zone has a basic RMR range between 52% and 67% and classified as Fair to good quality rock masses (class II-III) (hard, fractured and weathered rock mass); it represents about 70% of the total area of the mountain.

Therefore, the surface conditions of the study locations are not accepted for foundation projects as they are weathered and fractured.

The quality of subsurface rock masses in Jabal Khandamah were classified into two classes:-

1. The best class has basic RMR range between 82% and 92% and are classified as Very good quality rock masses (class I) (very hard and competent rock mass); it represents about 30% of the study mountain.
2. The second class has basic RMR range between 69% and 80% and are classified as good quality rock masses (class II) (very hard, fractured rock mass); it represents about 70% of the mountain.

Both classes of subsurface condition are accepted for foundation projects and hard to cut.

The stability quality of Jabal Khandamah surface rocks for cut purposes using SMR classification system are categorized into three categories as:-

1. Completely stable to Stable zone (representing 29% of the area)
2. Partially stable zone (representing 43% of the area)
3. Unstable slopes to completely unstable zone (representing 28% of the area)

The stability quality of Jabal Khandamah subsurface rocks for cut purposes using SMR classification system are classified into two categories as:-

1. Completely stable to Stable zone (representing 63% of the area)
2. Partially stable zone (representing 37% of the area)

In general, the subsurface rock stability conditions are ranging between partiality stable to completely stable. It is hard, less fractured and can be controlled during cut and break.

Three modes of potential failures including Plane, Wedge and Toppling failure are identified. All cut and leveling zone are partially unstable and need to estimate the Safety factors and the required stability supports.

The total and horizontal displacements are increased with increasing in backfill thickness, while, the vertical displacements are decreased. The horizontal displacements expected in the retaining walls must be supported by their thicknesses and by applying anchor bolts every 2.5m * 2.5m spaced.