تقييم خطر ثباتية الميول وطرق المعالجة على طول عقبة ريده، بجبل السودة، بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

محمد محسن الكثيري

إشراف : أ.د عباس بن عيفان الحارثي

المستخلص

إن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم خطر ثباتية الميول وإيجاد طرق العلاج المناسبة وذلك على طول طريق عقبة ريده شمال غرب مدينة أبها على جبل السودة التابعة لإمارة منطقة عسير.

نجد أن الطبيعة الجيولوجية لمنطقة الدراسة تكاد تكون معقدة، ويرجع ذلك للعمليات الداخلية المكونة للارتفاعات الشاهقة والتراكيب الجيولوجية لمنطقة الدراسة وجبل السودة بشكل عام، و تعد صخور المنطقة ضمن مجموعة بيش وشمل مسار الطريق صخور متحولة من الميتابازلت، ميتا جابرو، ميتا ديوريت، سلات، و كرسيتال تف.

يربط هذا الطريق بعض القرى الموجودة على امتداد السهل الساحلي بجبل السودة ومنه إلى مدينة أبها حيث يعد جبل السودة ومدينة أبها من المناطق السياحية والتي يتوافد الزوار إليها وخاصة في فصل الصيف، حيث يبلغ طول مسار طريق عقبة ريده حوالي ٩كم وعرض ٦م للمسارين، ويبلغ منسوب أعلى نقطة للطريق حوالي ٢٨٠٠م فوق سطح البحر وأقل نقطة له تبلغ حوالي ١٥٠٠م فوق سطح البحر، و يمر هذا الطريق بالعديد من منكشفات الميول الطبيعية والغير طبيعية، حيث تتنوع جيولوجياً وهندسياً نوعية المواد الأرضية لهذه المنكشفات، و تتراوح ارتفاعات القطوع والمنحدرات بين عدة أمتار إلى ٥٥متراً فوق مستوى الطريق. يتعرض هذا المسار لتساقط الصخور خصوصاً خلال وبعد هطول الأمطار مما يسبب في إغلاق مسار الطريق خلال تلك الفترات.

تم تقسيم مسار الطريق إلى ثلاث وسبعون محطة منها أربع عشرة موقع صنف من منكشفات الرواسب الترابية وتسع وخمسون موقع صنف من المنكشفات الصخرية، حيث تم تعيين الخواص الهندسية الحقلية والمعملية للتربة والصخر واللازمة في عملية التصنيف والمستخدمة في تقييم استقرارية وثباتية الميول الترابية والصخور. وكذلك وصف الكتل الصخرية من خلال الخصائص الجيولوجية الهندسية طبقاً للجمعية الجيولوجية بلندن ١٩٧٧ وإشارات النتائج إلى تقسيم مواقع الكتل الصخرية إلى عشرة نطاقات صخرية مختلفة.

تم استخدام التصنيف الجيوميكانيكي أو التقييم العددي للكتل الصخرية (RMR)، والمقترح بواسطة بينيوسكي ١٩٨٩ لأغراض الميول الصخرية، حيث أوضحت الدراسة أن خمس مواقع صنفت على أنها ميول صخرية من الدرجة الثانية (II) جيدة الجودة ، وأربع وعشرون موقع من الدرجة الثالثة (III) رديئة الجودة ، وثمانية مواقع من الدرجة الرابعة (IV) ، وأثنان وعشرون موقع ميول صخرية من الدرجة الخامسة والأخيرة (V) والتي تعد رديئة جداً.

) (USCSتم تصنيف منكشفات التربة السطحية اعتمادا على نظام التصنيف الموحد للتربة والمستخدم لتحديد أنواع التربة من خلال الخصائص الهندسية لها، أوضحت النتائج إلى أن هناك أربع أنواع بشكل عام من التربة للمواقع المدروسة وهي كاتالي:

- ثلاث مواقع عبارة عن (Silty Gravel with Sand to Clayey gravels, gravel-sand-clay mix.) وترمز بـ (GM_GC).
- سبع مواقع (Silty sand, sand-silt mix.) وترمز بـ (SM).
- ثلاث مواقع تربة من النوع (Inorganic clays, sandy clay) ويرمز لها بـ (CL).
- موقع واحد تربة من نوع (Silty sand, sand-silt mix. to Clayey sand, sand-clay mix.)ويرمز بالرمز (SM - SC).

بالنسبة لتقييم خطر الانهيارات للميول المكونة لمسار الطريق فقد تم استخدام عدة تقنيات جيوتقنية وجيوميكانيكية مختلفة وذلك بحسب حالة الميول وطبيعتها، حيث تم التقييم على النحو التالي:

) (RHRS * التقييم من خلال تطبيق نظامين من أنظمة التصنيف و التقييم العددي لخطر تساقط الصخور على طول مسار الطريق، حيث تم تطبيقهم على جميع المواقع.

وأشارت النتائج (Oregon State Highway Division) - النظام الأول والأساسي والمتبع من قبل إلى وجود أربع وعشرون موقع عالي الخطورة وله تأثير على الطريق وتحتاج لمعالجة فورية وخمس وعشرون موقع متوسط الخطورة و أربع وعشرون موقع منخفض الخطورة.

) وأشارت (Colorado State Highway - النظام الثاني باستخدام النظام المحدث والمتبع من النتائج إلى أن هناك أربع وعشرون محطة تتميز بأنها قليلة الخطورة إلى آمنة ولها تقييم عددي أقل من ٣٠٠ نقطة، وستة عشر محطة تتميز بأنها قليلة الخطورة إلى متوسطة ويتراوح تقييمها العددي من ٣٠٠-٤٠٠ نقطة، وتسع محطات تتميز بأنها متوسطة الخطورة وتتراوح قيمها من ٤٠٠-٥٠٠ نقطة، وثلاثة عشر محطة تتميز بأنها متوسطة إلى عالية الخطورة ويتراوح تقيمها العددي من ٦٠٠-٧٠٠ نقطة، أما بالنسبة للنطاقات العالية الخطورة وجد أن هناك إحدى عشر موقع يتميز بنطاقات عالية الخطورة حيث أن تقييمها العددي يزيد عن ٧٠٠ نقطة.

) باستخدام المساقط الشبكية Discontinuities* التقييم من خلال تحليل بيانات التراكيب الجيولوجية (وذلك لتعيين احتمالية الانهيار ونوعه للمواقع التي تسيطر التراكيب DIPSوذلك من خلال برنامج ال الجيولوجية في نمط انهيارها سواء كان الانزلاق على مستوى واحد، أو انزلاق على مستويين أو انهيار انقلابي وتم استنتاج الآتي:

١ - بالنسبة للانزلاق على مستوى واحد نجد أن هناك أثنى عشر موقع لها احتمالية الانزلاق وهي تشمل محطة رقم (٦٨،٦٧،٦٦،٤٣،٣٦،٣٤،٢٦،٢١،٢٠،١٧،١١).

٢ - بالنسبة للانزلاق على مستويين نجد أن هناك سبع مواقع لها احتمالية الانزلاق وهي تشمل المحطات التالية:

(٤٣،٢٣،٢١،٢٠،١٨،١٧،٨).

٣ - بالنسبة للانهيار الانقلابي وجد أن هناك ثلاث مواقع لها احتمالية الانهيار الانقلابي وهي تشمل محطة رقم (٣٦،٣٤،٩).

وذلك SLIDE) باستخدام برنامج ال Limit Equilibrium * التقييم من خلال تحليل حالة الاتزان (للمواقع ذات الأسطح الترابية و التي قد تشمل الانهيارات الدورانية وتحديد معامل الأمان لها، حيث أشارت النتائج إلى أن هناك أربع مواقع لها قيمة معامل الأمان أقل من واحد وهي المحطات التالية: (٦١،٥٩،٤٦،٤٤).

* بالنسبة للسقوط الحر للكتل الصخرية فقد تم اختيار أربع مواقع مختلفة من حيث الارتفاع وطبيعة سطح الميل العام للمنكشف، إضافة إلى اختلاف حجم البلوكات الصخرية وذلك لعمل محاكاة تجريبية في الحقل ، وذلك لتقييم مدى وكيفية سقوط الكتل الصخرية من ROCKFALLومن ثم نمذجتها من خلال برنامج حيث القفز والتدحرج والعوامل المؤثرة في ذلك حيث تمت المحاكاة الحقلية على كلاً من المحطات التالية: (١٢-٢٦-٣٨-٥١)، ومن خلال المحاكاة الحقلية تم استنتاج الآتي:

١- الميل يزيد عن ٨٥ درجة نجد أن ميكانيكية الحركة عبارة عن سقوط "Fall"

٢- الميل أقل من ٨٥ درجة وطبيعة سطح الميل عبارة عن تربة أو عالية التجوية فإن ميكانيكية الحركة تكون عبارة عن دحرجة "Rolling "

٣ - الميل أقل من ٨٥ درجة وطبيعة ونوع سطح الميل عبارة عن سطح غير متجوي وصلب فإن ميكانيكية الحركة تكون عبارة عن ارتطام وارتداد "Bouncing" وهذه الحالة تعد الأكثر تأثيرا على الطريق ويزيد التأثير بزيادة حجم الكتلة وارتفاع الميل.

بالنسبة لأنظمة التدعيم للمواقع الخطيرة نجد أنه ليس هناك نظام يربط بينها وبين نتائج أنظمة تساقط الكتل الصخرية (RHRS)، ولكن تم ربط أنظمة تدعيم الميول الصخرية بنظام التقييم العددي للكتل الصخرية (RMR) والمقترح بواسطة(بينيوسكي١٩٨٩) وتطبيق الدليل العام لتصنيف الكتل الصخرية للأغراض الهندسية المعدل بواسطة (الحارثي ٢٠١٠) في تدعيم الميول الصخرية لاقتراح وسائل التخفيف والتدعيم الشاملة والدائمة، إضافة إلى الاستناد للطرق العلاجية والوقائية المختلفة وذلك بحسب حالة كل موقع مثل:

١ - مواقع تحتاج إلى عمل خنادق أسفل الميول مبطنه بحصى حتى تمتص الكتل الساقطة.
٢ - عمل حواجز خرسانية على حد الطريق.
٣ - عمليات تنظيف وإزالة ميكانيكية للكتل الصخرية السائبة والمعلقة.
٤ - عمليات تصريف سطحية كي تقلل من تغلغل المياه داخل الصخور والرواسب.
٥ - الصيانة الدورية لوسائل الحماية والتدعيم مطلب أساسي وخاصة عقب العواصف المطرية.

نستنتج من خلال الملاحظات الحقلية وفحص المواقع الحرجة أن أفضل الطرق للتخفيف من خطر انهيارات قطوع المنحدرات الجبلية هي عملية تدرج المصاطب والتي تتم من خلال أعمال الفصل المسبق والتفجير الحذر وخاصة عند المقاطع العالية الارتفاع، وفي حال التعذر فأنه لابد على أقل تقدير من إجراء حلول وقائية مثل تشييد خنادق أسفل القطوع أو وضع حوائط استنادية وغيرها، حيث تعتمد مواصفات هذه الأعمال على وضعية وحالة القطع أو المنحدر الجبلي.

ASSESSMENT AND MITIGATION OF SLOPE STABILITY HAZARDS ALONG RAYDAH ESCARPMENT, ASIR GOVERNATE, SAUDI ARABIA

By

MOHAMMED M. AL-KATHEERY

Supervised By : Prof. Abbas A. Al-Harthi

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the slopes stability along Raydah descent road NW of Abha city on As Sawdah Mountain affiliated to Asir Region Governorate. The recommended support and mitigation measures to stabilize the unstable slopes and blocks were presented.

Raydah road connects certain villages (Raydah village) on the coastal plain with Sawdah Mountain and Abha city. Sawdah Mountain and Abha are tourist areas attracting visitors throughout the year and especially during summer. Raydah descent road is about 9 km long and 6 meters wide. The highest point rate of the way is about 2800 m above sea level and the lowest point is 1500m above sea level.

The study area rocks are considered of Baish Group. The road track includes metamorphic rock of meta-basalt, meta-gapro, meta-diorite, slate, and crystal tuff. Along Raydah descent, the soil units are essentially consisted of mixtures soil. In the study area the rocks are generally affected by six sets of joints and four sets of small faults or weakness zones are observed in some sites.

The studied road divided into seventy three stations including fourteen sites classified to be from soil surface slopes and fifty nine sites to be from rock cuts slopes.

The description of the rock mass by the Geological Society of London(1977) was used to categorize the studied road. The results show that, the studied road was subdivided into ten zones, while the soil masses were grouped into eight zones based on the difference of soil types and the results of engineering properties for them.

The classification of the rocks using RMR-System was used to classify the rock mass quality for the purposes of rock slopes, while the classification of the soil were classified adopting Unified Soil Classification System (USCS)

The rock fall and stability assessment of slopes cut was done using different techniques including: 1) Rock Fall Hazard Rating-system (RHRS) "Oregon's RHR" and "Colorado's RHR", for each station of studied; 2) DIPS and SLIDE software programs for critical slopes cut according to discontinuity structural control and limit equilibrium for circular failures; 3) Using field simulation and ROCKFALL software program to determine the impact of the rolling and bouncing blocks on the road.

Most of the critical slopes are diffused along of the road. The general recommendations for rock-fall hazards remedial measures are toe ditch construction, building of barriers, surface drainage, and mechanical removal of failing blocks. Rock bolting with wiremesh and systematic shotcrete are the required support system for unstable rock slopes face.