تقيم ثباتيه سد قاع حظوظا
المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية

إعداد / أنس مجدي المدني إشراف / أ.د./ عبد الله بن سبتان

المستخلص

تعتبر السيول أكبر خطر طبيعي متكرر في المملكة العربية السعودية خاصة تلك التي تهدد المدن، وفي هذا الصدد يعكف المختصون باهتمام كبير في حالة السيول المتجهة للمدينة المنورة. تم بناء سد قاع حظوظا كخط حماية للمدينة المنورة قبل ما يقرب من ٤٠ عاما ولم يتسنى الحصول على دراسات منشورة كافية عن تفاصيل تصميم ذلك السد المهم أو أدائه اثناء السيول في السنين السابقة.

استخلصت هذه الدراسة ان السد من النوع الترابي بارتفاع ٧ أمتار من الرمل المدموك وتوجد في اعلى السد خمسة أودية كبيرة بأحواض تجميع للسيول تصب جميعا في بحيرة السد التي تبلغ مساحتها 35,652كيلومتر مربعا. وفي الفترة التكرارية المساوية 100 عام يبلغ اقصى تدفق للسيل 13,818 متر مكعب في الثانية. تساهم الانحدارات الحادة للجبال المحيطة على زيادة سرعة السيول المتجهة للبحيرة. نظام السد في المنطقة مكون من ثلاثة أجزاء متجاورة بالإضافة لمفيض بسعة كبيرة، وبحيرة شاسعة تبلغ سعتها 107 متر مليون مكعب مما يساعد على السيطرة على كمية كبيرة من مياه السيول، واستنتجت هذه الدراسة ان تصميم السد تم عملة بنظام هيدروليكي فعال لتنظيم تدفق مياه السيول باتجاه المدينة المنورة بشكل آمن.

جوهر هذه الدراسة هو تقييم قدرة السد على الثبات بناء على ابعاد السد نفسه والخصائص الهندسية للتربة والصخور. قدر دفع ماء البحيرة على السد بمقدار 240 كيلونيوتن على المتر المربع، ومقدار أعلى دفع طفو للماء أسفل السد ما يقرب من 53 كيلونيوتن على المتر المربع، وبلغت أقصى كثافة لتربة السد 21.6 كيلونيوتن على المتر المكعب، أما ضغط وزن السد على قاعدة لكل متر طولي فهي في حدود 3,855 كيلونيوتن على المتر المربع.

استنتجت الدراسة أن السد ثابت بعد حساب قيمة عزم هذه القوى المؤلفة من دفع الماء الجانبي وقوة الطفو حول محور دوران السد، أما قيمة تدفق السيل المحسوبة البالغة 13,083متر مكعب في الثانية، فيمكن امرارها بشكل آمن من مفيض السد، فسعته القصوى تبلغ 19,465متر مكعب في الثانية، أي أكبر من تدفق السيل بمقدار48%. هذا التوازن بين ما يتدفق من سيل وما يتم تصريفه من المفيض في نفس الوقت، يمنع تماما ان يصعد مستوى السيل لقمة السد ويتدفق من فوقه وهو أمر خطير. بالإضافة لذلك وكجز من تقصي درجة ثبات السد، تم حساب مقدار انسياب المياه من خلال تربة السد نظريا ووجد انها في حدود 6 أمتار مكعبة لكل متر طولي في السد وهي قيمة ضئيلة، وأن تسرب الماء من خلال تربة قاعدة السد وخروجها من جهة محور دوران السد لن تمثل حالة خطرة، فما تم حسابه بلغ 0.2 بينما يجب ان تكون الحالة الحرجة المسببة للخطر أكبر من 1.0.

الكلمات المفتاحية: السد، الفيضانات، الجريان السطحي، مجرى تصريف المياه، مستجمعات المياه.

EVALUATING THE STABILITY OF QAA HADODA DAM (AL-MADINAH, SAUDI ARABIA)

By /Anas Majdi Almadani **Supervised By /Prof. Abdullah A. Sabtan**

Abstract

Floods are the most frequent natural hazard in Saudi Arabia especially when there is a potential to affect cities. The local authorities are more concerned if the flood is flowing toward the holy city of al Madinah. Qaa Hadoda dam was built more than 40 years ago to protect the northern part of al Madinah. Unfortunately, there is no known published report about the detailed design or historical performance of this important dam.

Based on this study, the dam is an earthfill type of low height (7 m) and made up of compacted sand. The flood water in this area is collected and drained from five large-scale sub-basin, a total area of 35,652 km^2 with a maximum flood peak flow for 100 years is 13,818 million m^3/s. In addition, the surrounding rock slopes are sharp enough for the flood to flow at high speed toward its natural reservoir (Qaa Hadoda). The dam is composed of three adjacent parts including a large spillway. The water reservoir is huge (107 million cubic meters) making it capable to accommodate the tremendous water flood volume. It was found that the dam was designed with an efficient hydrologic system to regulate the water flood toward al Madinah with a safe flow.

The essence of this investigation is to compare the dam dimensions and estimate the related soil and rock properties to evaluate the dam's stability. The flood volume is significant, the lateral water pressure on the dam's upstream face is 240 kN/m^2, and the calculated maximum pore water pressure is about 53 kN/m^2. The soil unit weight of the dam body is measured to be 21.6 kN/m^3. The dam weight per one-meter length created a stress of 3,855 kN/m^2, and this vertical stress is high on the foundation soil (γ = 18 kN/m^3).

When taking the moment of those forces around the dam toe, the dam is found to be adequate to resist the water effect. The flood peak discharge is 13,083 m^3/s, which can be easily handled by the spillway capacity which is 19,465 m^3/s (1,681 x 10^6 m^3/day), greater than the estimated maximum flood peak flow by 48%. While the dam is resisting, so the spillway can drain flood water fast enough to avoid the dam overtopping. The water seepage (q) through foundation soil is $q \approx 6$ m^3/day/m (which is low), and the critical hydraulic gradient (i_{cr}) is under control (i_{cr} = 0.2, less than 1).

Keywords: Dam, Flood, Runoff, Spillway, Watershed