



جامعة الموصل

كلية الهندسة

تأثير الابعاد التصميمية والزلازل الأرضية على استقرار السدود
الترابية (منطقة الدراسة: سد مكحول)

رسالة ماجستير

علي عادل جليل جرجيس

إلى:

إلى مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم

هندسة السدود والموارد المائية

بإشراف كل من

أ.م. د. موفق عبو عواد

أ.م. د. عبد الوهاب محمد يونس

المستخلص

يعد استقرار السدود الترابية جانبًا حاسمًا في ضمان سلامتها ووظيفتها. تُستخدم السدود الترابية بشكل شائع في تطبيقات مختلفة، بما في ذلك الري والطاقة الكهرومائية وإمدادات المياه والترفيه والسيطرة على الفيضانات. ويعتمد استقرار هذه السدود على عوامل مثل التصميم، وخصائص المواد، والقدرة على مقاومة القوى الداخلية والخارجية. أحد الاعتبارات الرئيسية لتحقيق الاستقرار هو إمكانية التسرب عبر السد وتحتة. يمكن أن يؤدي التسرب إلى التآكل أو الظاهرة الانبوبية، مما يعرض سلامة السد للخطر وربما يتسبب في فشله. بالإضافة إلى ذلك، تأثير القوى الخارجية مثل الزلازل تعتبر حاسمة في تقييم وتعزيز استقرار السدود الترابية. بشكل عام، يعد اتباع نهج شامل للتصميم والتحليل والإدارة المستمرة ضروريًا لضمان استقرار وسلامة هذه الهياكل الهندسية المهمة. لذلك درسَ هذا البحث التسرب واستقرار المنحدرات لسد مكحول، الذي يقع على نهر دجلة بمسافة 16 كم شمال جسر الفتحة و30 كم شمال شرقي مدينة بيجي ضمن محافظة صلاح الدين. واستعملت النمذجة العددية بناءً على طريقة العناصر المحددة وبمساعدة برنامج Geo-Studio 2012 وفروعه (/ SEEP W، QUAKE / W، SLOPE / W). تم استخدام برنامج SEEP/W لغرض تحليل قيمة التسرب المارة خلال جسم وأساس سد مكحول، وكانت نتيجة تحليل الحالة المسقرة من ضمن المعايير التصميمية، حيث بلغت قيمة التدفق خلال السد ($4.74E-08 \text{ m}^3/\text{sec}$) عند المنسوب (150 m.a.s.l)، وقد وُظف برنامج SLOPE/W لتحليل استقرارية منحدرات السد وحساب معامل الأمان عند مناسيب مختلفة (الحالة المستقرة، وحالة الانخفاض السريع لمياه الخزان)، وبيّنت نتائج معامل الأمان أنَّ منحدرات السد آمنة، حيث بلغت قيمة معامل الأمان لمنحدر

مقدم السد (1.881) عند المنسوب (150 m.a.s.l). كذلك تم اجراء التحليل الديناميكي باستعمال طريقتين الأولى طريقة شبه السكوني (Pseudo-Static) وهي الطريقة الأولى في التحليل الديناميكي باستخدام برنامج SLOPE/W، والثانية طريقة العناصر المحددة باستخدام برنامج QUAKE/W. عند استخدام برنامج (QUAKE/W) للتحليل الديناميكي من خلال طريقة العناصر المحدودة، وبالتحديد مع الأخذ في الاعتبار التأثير الزلزالي لزلزال كاليفورنيا عام 1940 (El Centro)، ومن ثم إدخال السجل الزمني للزلزال حسب التسارع الزلزالي، وبعد الانتهاء من إدخال خصائص كل من تربة جسم السد وأساساته يتم تشغيل الأنموذج، والحصول على نتائج النمذجة في الحالة الديناميكية ومعاملات أمان لمنحدرات السد تحت تأثير زلازل متفاوتة الشدة ووفق تغيرات مناسيب مياه البحيرة فضلاً عن حساب الإزاحات الأفقية وضغط ماء المسام، وبعد الاطلاع على معايير التصميمية (USACE 2003) وجد أن السد في وضع مستقر في الحالات المذكورة أعلاه. وكذلك تم دراسة بعض المتغيرات في الأبعاد الهندسية لجسم السد (ميل مقدم ومؤخر السد، ارتفاع السد، منسوب الماء في بحيرة السد)، إن نتائج دراسة هذه المتغيرات كانت آمنة حسب المعايير التصميمية (USACE 2003). وأخيراً تم إجراء تحليل التفريغ السريع (Rapid Drawdown) خلال (2،3،7) أيام، وأظهرت نتائج هذه الدراسة ان منحدر مقدم السد في وضع آمن عند التفريغ السريع.

University of Mosul
College of Engineering



The effect of design dimensions and earthquakes
on the stability of earthen dams (case study:
Makhoul dam)

Ali Adil Jalil Jirjees

M.Sc. Thesis in

Dams & Water Resource Engineering / Dams & Water Resource

Supervision by

Asst. Prof. Dr. Abdelwahab Mohammed Younes

Asst. Prof. Dr. Muwafaq Awad

2023 A.D

1445 A.H

Abstract

The stability of earth dams is a crucial aspect of ensuring their safety and function. Earth dams are commonly used in various applications, including irrigation, hydropower, water supply, recreation, and flood control. The stability of these dams depends on factors such as design, material properties, and the ability to resist internal and external forces. A major consideration for stability is the possibility of seepage through and under the dam. Seepage can lead to corrosion or piping, compromising the integrity of the dam will be in risk and possibly causing it to fail. In addition, the influence of external forces such as earthquakes are crucial in evaluating and enhancing the stability of earthen dams. Overall, a comprehensive approach to design, analysis and ongoing management is necessary to ensure the stability and safety of these important engineering structures. Therefore, this research studied the seepage and slope stability of the Makhul Dam, which is located on the Tigris River, 16 km north of Al-Fatha Bridge and 30 km northeast of the city of Baiji, within Saladin Governorate. Numerical modeling was used based on the finite element method and with the help of Geo-Studio 2012 and its branches (SEEP/W, QUAKE/W, SLOPE/W). The SEEP/W program was used for the purpose of analyzing the value of the seepage passing through the body and foundation of an Makhol dam. The result of the analysis was a stable state according to the design criteria, as the value of the flow through the dam reached ($4.74\text{E-}08 \text{ m}^3/\text{sec}$) at the level (150 m.a.s.l). The SLOPE/W program was used to analyze the stability of the dam slopes and calculate the safety factor at different levels (the stable state and the state of rapid draw down of the water). The results of the safety

factor showed that the dam slopes are safe, as the value of the safety factor for the upstream reached (1.881) at the level (m.a.s.l). 150). The dynamic analysis was also conducted using two methods: the first method involved the pseudo-static approach, which is the primary technique in dynamic analysis using the SLOPE/W program. The second method employed the finite element approach using the QUAKE/W program. When utilizing the QUAKE/W program for dynamic analysis through the finite element method, specifically considering the seismic impact of the 1940 California earthquake (El Centro), the time record of the earthquake was input based on the seismic acceleration. After completing the input of the characteristics of both the soil of the dam body and its foundations, the model was executed, and modeling results were obtained in the dynamic state along with safety coefficients for the dam slopes under the influence of earthquakes of varying intensity and according to changes in lake water levels. Additionally, horizontal displacements and pore water pressure were calculated. After reviewing the design standards (USACE 2003), it was confirmed that the dam is in a stable condition in the aforementioned cases. Some variables were also studied in the geometric dimensions of the dam body (the slope of the upstream and down stream of the dam, the height of the dam, and the water level in the dam lake). The results of studying these variables showed that the dam was safe according to design standards (USACE 2003). Finally, a rapid drawdown analysis was conducted within (2, 3, 7) days, and the results of this study showed that the up stream slope is in a safe position during rapid draw down.