

مركز البيان للدراسات والتخطيط
Al-Bayan Center for Planning and Studies



محاكاة موجة فيضان نهر دجلة في مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل

ثائر محمود الطائي - أنس محمد محمود رشيد



ترجمة وتحرير مركز البيان للدراسات والتخطيط

عن المركز

مركز البيان للدراسات والتخطيط مركز مستقل، غير ربحي، مقره الرئيس في بغداد. مهمته الرئيسة، فضلاً عن قضايا أخرى، تقديم وجهة نظر ذات مصداقية حول قضايا السياسات العامة والخارجية التي تخصّ العراق بشكل خاص ومنطقة الشرق الأوسط بشكل عام. ويسعى إلى إجراء تحليل مستقل، وإيجاد حلول عملية جليّة لقضايا معقدة تهّم الحقلين السياسي والأكاديمي.

**الاراء الواردة في هذه الدراسة لاتعبر بالضرورة عن اتجاهات
يتبناها مركز البيان للدراسات والتخطيط**

www.bayancenter.org
info@bayancenter.org
PO Box 2268 Jadiriya, Baghdad

محاكاة موجة فيضان نهر دجلة في مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل

ثائر محمود الطائي¹ وأنس محمد محمود رشيد²

الملخص

يعتبر سد الموصل الذي يقع على نهر دجلة، أحد أكبر المشاريع الهيدروليكية في شمال العراق. وقد أختير كحالة دراسية لمحاكاة موجة الفيضان الناتجة عن انهيار السد الافتراضي بسبب مشاكل تتعلق بأساساته التي يعاني منها الملةء الأولي له في عام 1985، ويصنف سد الموصل على أنه من السدود الإملائية ذات الحجاب الطيني وذي ارتفاع قدره حوالي 105 متر، وسعة تخزينية قدرها 11.1 مليار متر مكعب.

يهدف البحث الى محاكاة موجة الفيضان في نهر دجلة، ودراسة خصائصها نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل، وكذلك تقدير المساحات المتضررة في مصب السد، ولا سيما في مدينة الموصل التي تقع على بعد 60 كم منه، وذلك بتطبيق نموذج حاسوبي وباستخدام نظام المعلومات الجغرافية. وقد اعتمدت عدة سيناريوهات (عدة مستويات خزنية) لاشتغال السد لمحاكاة موجة الفيضان الناتجة عن الانهيار. وقد استنتج البحث احتمال انغمار مدينة الموصل عند مستوى 235.3 متر فوق مستوى سطح البحر، وبتصريف لموجة الفيضان قدره 207632 متر مكعب بالثانية، وبسرعة جريان للموجة قدرها 3.5 متر بالثانية عند افتراض انهيار السد عند منسوب خزني اعظم مقداره 330 متر فوق سطح البحر. وسيتم وصول موجة الفيضان مدينة الموصل بعد نحو 5.5 ساعة من بدء انهيار السد، ووصول أقصى عمق مياه قدره 25.3 متر فوق مستوى قعر نهر دجلة في مدينة الموصل بعد نحو تسع ساعات من انهيار السد، وأن المساحة المغمورة المقدرة بين موقع السد والموصل هي 252 كيلومتر مربع. وتصل نسبة المساحة المغمورة في مدينة الموصل الى نحو 54 % من المساحة الكلية للمدينة. وسوف يتم استتباع موجة الفيضان في مقطع مجرى نهر دجلة بين موقع السد ومدينة الموصل ليتم تأخير القيمة العظمى لتصريف موجة الفيضان الناتجة عن الانهيار بنسبة 38 % الى 48 %. وقد تم تحديد المنشآت الأساسية التي ستغمرها مياه الفيضان في مدينة الموصل، إذ تعد هذه المعلومات ذات قيمة أساسية خاصة للمؤسسات التي تعنى بتهيئة خطط الطوارئ والإخلاء في المدينة لتقليل الاخطار في المتعلقة بحياة الساكنين مؤخر السد.

كلمات البحث: الغمر، سد الموصل، الفيضانات، فشل السد.

1. استاذ مساعد- مركز بحوث السدود والموارد المائية- جامعة الموصل- العراق

2. مدرس- مركز بحوث السدود والموارد المائية- جامعة الموصل- العراق

المقدمة

يعتبر السد موضوعاً متنازعا عليه، ابتداءً بفوائده، والآثار المترتبة على بنائه على النظام البيئي، وانحيار المجتمعات المحلية، والأمراض الوبائية. هذا بالإضافة إلى أن فشل السد الكبير إذا ما حدث مباشرة، قد يؤدي إلى خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات. غالباً ما تستفيد دراسات تقييم المخاطر لفشل سدود الضفاف من استخدام أساليب التنبؤ بالانهيارات التي تم تطويرها من تحليل أخطاء السد التاريخية. وعلى نفس المنوال، فإن التنبؤ بذروة تدفق الانهيارات قد يستخدم أيضاً علاقات مطورة من بيانات دراسة الحالة. يمكن أن يكون سبب فشل السد بسبب انغماره لعدم قدرة الأتية على تحمل التدفق الكبير إلى الخزان، من خلال التسرب أو الأنابيب عبر السد، أو على طول القنوات الداخلية، وشرايح منحدر الضفة، وأضرار الزلازل، وانجراف السدود الترابية من الزلازل أو الانهيارات الأرضية، أو الموجات المتولدة داخل الخزان. عندما يتم حرق السد، يحدث فيضان كارثي يشبه تسرب المياه المحجوزة من خلال فجوة في قناة المصب. ويعتمد الرسم المائي لتدفق الطوفان بسبب فشل السد على عوامل كثيرة. تشمل العوامل الأساسية الخصائص الفيزيائية للسد، وحجم الخزان ووضع الفشل. أما المقاييس التي تتحكم في حجم ذروة التفريغ وانحدار الرسم المائي فتشمل أبعاد الانهيار، وطريقة وطول الفترة الزمنية للانهيار من أجل تطويرها، وعمق وحجم المياه المخزنة في الخزان، والتدفق إلى الخزان في وقت الفشل. وتلخص دراسة (Middlebrooks 1952) أسباب الفشل في 220 سداً أرضياً خلال الفترة 1850 - 1950، ومدى تواتر حدوثها قبل فترة الثمانينات، والعمل التحليلي القليل الذي تم القيام به على الوصف العددي لآليات الفشل.

إن مدى تضرر منطقة المصب من موجة الفيضانات الناجمة عن انهيار السد الافتراضي هي وظيفة كل من ذروة موجة الفيضانات ومسافة المصب وعرض النهر في موقع معين. هناك عامل مرتبط به، وهو وقت انتقال موجة الفيضان Attalla, 2002، ويجب توجيه موجة الفيضانات من نقطة المصب حيث لن يكون هناك عواقب سلبية لأثر الفشل.

هناك العديد من الأدوات المتاحة اليوم لتحليل فشل السدود والرسوم المائبة الناتجة عن التدفق. من أفضل الاستخدامات المعروفة والأكثر استخداماً هي خدمة الطقس الوطنية، نموذج التنبؤ بانحيار السد DAMBRK، ومركز الرسوم المائبة للفيضانات التابع لفيلق مهندسي الجيش الأمريكي، ومركز الهندسة الهيدرولوجية (1981)، ونموذج التنبؤ بانحيار السد المسط SMPDBK Wetmore and Fread 1983 واحدة من هذه النماذج هي نموذج التنبؤ بانحيار فيضان السد الذي يعتبر الأكثر استخداماً على نطاق واسع (Wurbs) 1987. ناقشت وقارنت حالة النماذج الفنية المتاحة في ذلك الوقت، وأوصت باستخدام DAMBRK أو SMPDBK تبعاً لمستوى الدقة اللازمة والموارد وإدخال البيانات المتاحة، وتحاكي نماذج فيضان انهيار السد، مثل ((DAMBRK

1984 (Fread) و (Fread) ، 1993 (FLDWAV)، التدفق من الخزان وعبر وادي المصب الناجم عن انهيار متنامي في السد. تركز هذه النماذج جهدها الحسابي على تتبع الرسم المائي للتدفق. ويعتبر تطوير الانهيار مثاليا كعملية معيارية، يحددها شكل الانهيار، والحجم النهائي، والوقت اللازم لتطوره (غالبا ما يسمى ذلك وقت الفشل)، وقد قارنت دراسة 1987 (Thompson) أيضاً بين DAMBRK و SMPDBK، وأوصت باستخدام SMPDBK كأداة فحص و DAMBRK لتحليل أكثر تفصيلاً.

أما دراسة 1988 (Babb and Mermel) فقد لخصت أكثر من 600 من حوادث السدود في جميع أنحاء العالم، ولكنها تفتقر الى معلومات مفصلة ذات جودة عالية في معظم الحالات. خلال فترة الثمانينات، قام العديد من الكتاب بجمع قواعد بيانات من دراسات الحالة الموثقة جيداً لمعايير الانهيار أو ذروة التدفق من الانهيار. SCS, 1981; Singh and Snorrason 1982; MacDonald and Langridge_Monopolis, 1984; Costa, 1985; Froehlich, 1987, (1995b; and Singh and Scarlatos, 1988).

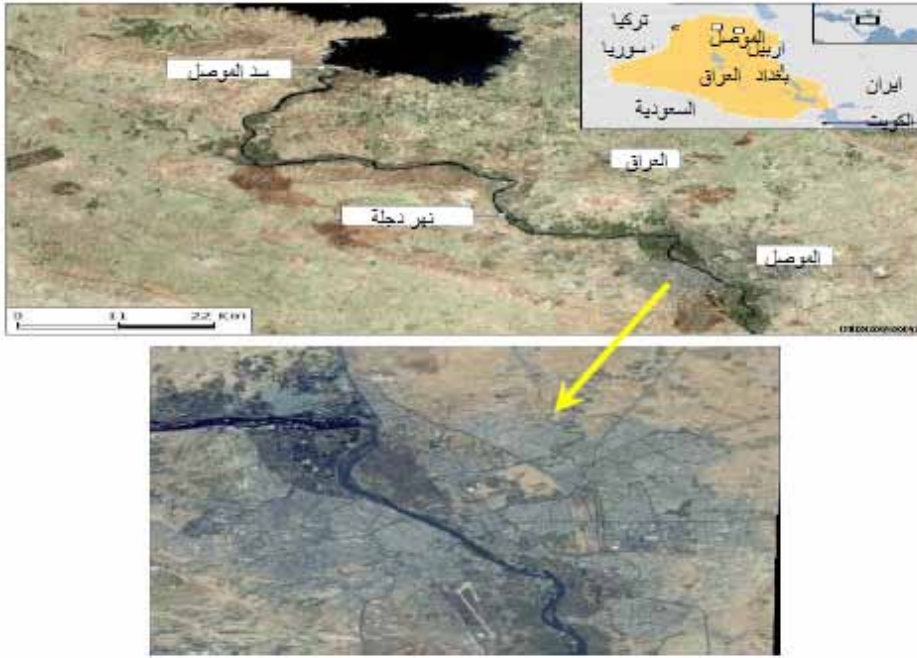
عرض المشكلة

بما أن سد الموصل هو واحد من المشاريع الاستراتيجية الأكثر أهمية في العراق، فإن أي خلل أو فشل قد يحدث في السد لا يسمح الله، ستكون له آثار كارثية على السكان الذين يعيشون في اتجاه مجرى النهر وبشكل خاص، على مدينة الموصل الواقعة على نهر دجلة على بعد 60 كيلومتراً من موقع السد، وبوجود 1.7 مليون من السكان، الشكل (1).

المشكلة الأساسية في هذا السد هو في التدهور المستمر في أسس السد التي تحتوي على الجبس والأهيدريت التي تذوب تحت تأثير تخزين المياه في خزان السد مما يؤدي الى بعض الظواهر مثل الكسور والتسربات التي تحتاج إلى علاج مستمر لتعزيز هذه الأساسات.

تم الانتهاء من بناء سد الموصل ووضعه موضع التنفيذ في عام 1986، وجاءت مشكلة تحلل الجبس تحت أساسات السد، ومنذ ذلك الوقت تجري المعالجة من خلال الحشو والحقن لتأمين السد نتيجة لهذه المشكلة، ظهرت الكثير من الظواهر الجيولوجية المقلقة مثل التسرب في الجانب الأيسر، والانزلاقات في جانب السد الأيمن من مرتفع السد، والتجاويف في عمق الأساسات، والتصدعات القريبة جداً من الجانب الأيسر للسد على مسافة 60 متر من المفيض بزيادة في كميات التسرب من الينابيع في هذه المنطقة. (WWW.The Mosuldams press statement.mht, 2007). لذلك فمن المهم والإلزامي التنبؤ بالفيضانات التي نجمت عن انهيار السد بسبب هذه الأسباب. يمكن أن تتحقق هذه المهمة من خلال تطوير نموذج لانهيار السد مثل نموذج SMPDBK والنظر في حجم

تخزين المياه، ومستوى الماء والسرعة والوقت الذي تستغرقه موجة الفيضانات من السد إلى منطقة المصب. ويمكن حينها اكمال خريطة للمنطقة التي ستغمرها المياه، وتقدير الخسائر الناتجة عن هذا الحادث. كما يمكن أن تكون هذه المعلومات مفيدة في التخطيط واتخاذ تدابير إعلان الكوارث وإجلاء السكان الذين يعيشون في منطقة المصب.



الشكل (1) خريطة موقع الدراسة

هدف البحث

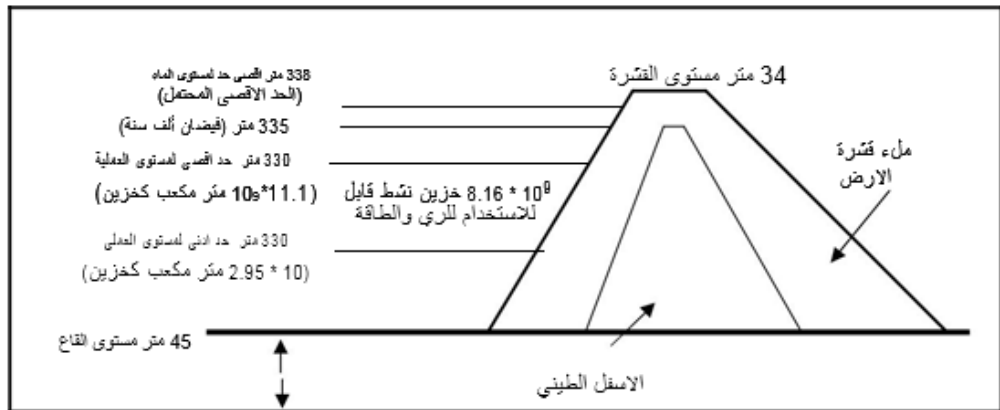
للاسباب المذكورة جميعها آنفاً، فإن الهدف من هذا البحث هو محاكاة موجة الفيضانات في نهر دجلة الى المصب بسبب الانهيار الافتراضي لسد الموصل، ووصف منطقة الغمر وتركيزها في مدينة الموصل، وتوقع أقصى عمق يغطي المدينة من خلال إعداد خرائط ترسم هذه المناطق التي ستغمرها الفيضانات على طول نهر دجلة، والتي تشير إلى الوقت الذي ستستغرقه موجة الفيضانات على طول النهر.

سيتم استخدام نموذج (SMPDBK) لمثل هذه المشكلة. وقد تم اعتماد هذا النموذج نظرا لبساطته، ولأنه يسمح بتحقيق الانهيار الجزئي التي تحدث على مدى فترة محدودة من الزمن.

أما المعادلات الأساسية التي سيستخدمها النموذج فهي معادلات Saint Venant equations للتدفق غير المستقر، والتي هي معادلات استمرارية وزخم مبنية على أساس الحفاظ على معادلات الكتلة والزخم. يمكن لهذا العمل البحثي أن يكون مفيداً في إنجاز خطط الإخلاء التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار من قبل الجهة المسؤولة في حال كان هناك احتمال لانهيار السد، لتلافي المخاطر والأضرار التي قد تحدث في الحياة والممتلكات على مصب السد.

وصف سد الموصل

تم بناء سد الموصل عام 1985، وهو بارتفاع 100 متر، وهو من السدود الإملائية ذات الحاجب الطيني. يعتبر السد مشروعاً متعدد الأغراض للسيطرة على الفيضانات ولتخزين المياه بسعة 11.11 مليار متر مكعب عند الحد الأقصى، ولتوليد الطاقة الكهربائية واستغلال الخزان لأغراض الري والسياحة. يقع السد على نهر دجلة، على مسافة 60 كم من مدينة الموصل في الشمال والتي يسكنها 1.7 مليون نسمة. ويبين الشكل (2) المقطع العرضي للمستويات العملية للسد.



الشكل (2) رسم تخطيطي لسد الموصل

توقع متغيرات الانهيار

من أجل تنفيذ محاكاة فيضان السد، تم حساب متغيرات الاحتراق، وتقديمها كمدخل لنموذج انهيار السد وتتبع الفيضانات تستند كل هذه الأساليب على تحليل بيانات الانحدار التي تم جمعها من حالات فشل السد الفعلية. وقد تم اختيار المعادلات من Von Thum and Gillette (1988) and MacDonald (1984) and Singh and Snorrason (1984) and Langridge Monopolis (1984) and Froehlich (1995a) and Bureau of reclamation (1990) وتطبيقها لتقدير

عرض الانهيار ووقت الفشل أو وقت الاحتراق الذي سيتم تطويره بالكامل (الجدول 1).

اعتمدت تلك المعادلات على تحليل دراسة حالة كبيرة لفشل السدود الفعلية لأسباب عديدة، والمعادلات المستخدمة في بيانات السد الأساسية المتعلقة بارتفاع الماء في الخزان، وحجم التخزين في الخزانات وارتفاع الخرق . وقد تم فحص كل تلك المعادلات المختارة، ومعايرتها في العديد من السدود الفاشلة للتأكد من جدوى تطبيقها، باستثناء MacDonald and Langridge Monopolis التي أعطت قيما مبالغاً فيها أكبر من الآخريات، ولذلك لن يتم الاعتماد عليها في العمل الحالي.

ويبين الجدول 2 القيم الموصى الحالية لعرض الخرق ووقت الفشل لخمسة سيناريوهات لمنسوب المياه من الخزانات التي تم تغذيتها من خلال نموذج SMPBRK ، وإدخال البيانات لعملية المحاكاة. يمثل مستوى المياه في الخزان الظرف اليومي الاعتيادي أو المشمس (أي السد أثناء فشل الحوض الاعتيادي)، وهذا لأن فشل السد الافتراضي الحالي قد تم افتراضه بسبب الأنابيب أو فشل التسرب في الأساسات سد كشرط حقيقي الآن في سد الموصل.

الجدول رقم (1) عرض الخرق ووقت الفشل

| وقت الفشل بالساعة | عرض الخرق بالمتر | ارتفاع الماء في الخزان بالمتر | مستوى المياه في الخزان فوق مستوى سطح البحر | المؤلف |
|-------------------|------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|
| 1.05 | 155 | 40 | 290 | Von Thum (1990) |
| 1.25 | 189 | 50 | 300 | |
| 1.45 | 205 | 60 | 310 | |
| 1.65 | 230 | 70 | 320 | |
| 1.85 | 255 | 80 | 330 | |
| 3.55 | 388 | 40 | 290 | Froehlich (1995a) |
| 4.23 | 431 | 50 | 300 | |
| 6.00 | 533 | 60 | 310 | |
| 7.57 | 612 | 70 | 320 | |
| 9.30 | 694 | 80 | 330 | |
| 1.32 | 120 | 40 | 290 | Bureau of Reclamation (1988) |
| 1.65 | 150 | 50 | 300 | |
| 1.98 | 180 | 60 | 310 | |
| 2.31 | 210 | 70 | 320 | |
| 2.64 | 240 | 80 | 330 | |
| 0.25 | 175 | 40 | 290 | Singh and Snorrason (1984) |
| 0.44 | 210 | 50 | 300 | |
| 0.62 | 245 | 60 | 310 | |
| 0.82 | 280 | 70 | 320 | |
| 1.00 | 315 | 80 | 330 | |

الجدول رقم (1) عرض الخرق ووقت الفشل الموصى به

| رقم السيناريو | مستوى الماء في السد (فوق مستوى سطح البحر) | ارتفاع الماء | حجم الخزن (10^9) | منطقة سطح الخزان متر (10^6) مربع | عرض الخرق الموصى به بالمتر | وقت الفشل الموصى به بالساعة |
|---------------|---|--------------|----------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 290 | 40 | 1.8 | 120 | 209 | 1.53 |
| 2 | 300 | 50 | 2.5 | 170 | 243 | 1.85 |
| 3 | 310 | 60 | 4.85 | 230 | 291 | 2.44 |
| 4 | 320 | 70 | 7.5 | 300 | 333 | 2.99 |
| 5 | 330 | 80 | 11.1 | 385 | 376 | 3.56 |

فيما يتعلق بشكل الخرق، وصفت السدود الترابية على أنها متفاوتة من ثلاثية الى شبه منحرفة الشكل بحسب معالجة الخرق. ووصفت الغالبية العظمى من الخروق في السد على أنها شبه منحرفة في الدراسات السابقة. وقد اقترحت دراسة (FROEHLICH 1995a) قيمة لجانب انحدار الخرق على افتراض أنه 1.4 لفشل الغمر، أو 0.9 لحالات الفشل الأخرى، مشيرة إلى أن متوسط معامل الانحدار الجانبي لدراسات الحالة الـ 63 من السدود الفاشلة كان ما يقرب من 1. في عملية المحاكاة الحالية باستخدام نموذج SMPDBK، تم اقتراح التسرب أو الأنابيب في جسم السد على أنها سبب فشل السد. أما فيما يتعلق بشكل الخرق، فعلى الرغم من أن النموذج يفترض خرقاً مستطيل الشكل، إلا أن الخرق شبه المنحرف قد تم تحليله عن طريق تحديد عرض الخرق المستطيل الذي يساوي متوسط عرض الخرق شبه المنحرف.

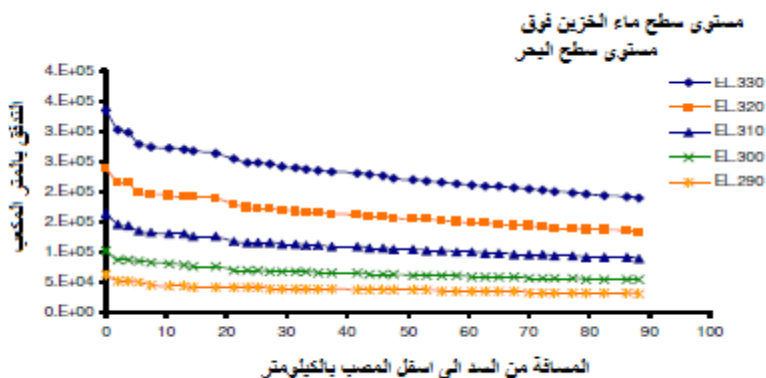
تقترب قناة النهر في المقطع العرضي من مصب المياه إلى كل نقطة تتبع كقناة منشورية. ويتم الحصول على المقاطع العرضية في كل نقطة تتبع من الخرائط الطبوغرافية أو صور الأقمار الصناعية للمنطقة.

أما فيما يتعلق بمعامل الخشونة الذي قد يستخدم في هذا النموذج، ينصح باستخدام ($n = 0.03$) لقناة النهر. تم حساب هذه القيمة ومعايرتها من خلال تطبيق معادلة ماننج للمقطع العرضي الحقيقي بالقرب من محطة الموصل الهيدروليكية للعديد من التصريفات المائية المسجلة في النهر. بالنسبة لضفة النهر، اوصي بـ 0.04 لمعامل خشونة مانينج، في حين اقترح 0.1 داخل مدينة الموصل بسبب المباني الحالية والعديد من العوائق الأخرى.

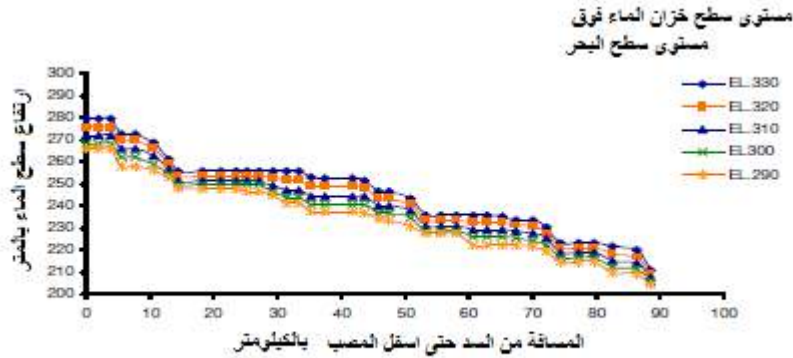
عملية المحاكاة

تم عمل عدة أشواط محاكاة باستخدام نموذج (SMPDBK) الذي تم بناؤه من قبل (Fread 1983). يتطلب النموذج إدخال البيانات المتعلقة بقياس أعماق الخزان، وهندسة السد ومواد الضفة والخزائط الطبوغرافية لمصب النهر التوصل، مع تقدير لمعامل الخشونة على طول وصول النهر، بما في ذلك قناة النهر، وسهل الفيضان على طول النهر، وكذلك الإعاقات الموجودة داخل مدينة الموصل مثل المباني، الخ. تم تغذية نموذج SMPDBK بإدخال البيانات المطلوبة لخمسة سيناريوهات لفشل السدود بحسب ما مذكور في الجدول 2. يتضمن إدخال البيانات احتساب عرض الخرق ووقت الفشل الموصى بها، والمساحة السطحية للخزان، وحجم التخزين، والحد الأقصى للتصريف الكلي من السد، والارتفاع من أسفل المصب للاختراق ومعامل الخشونة لوصول النهر.

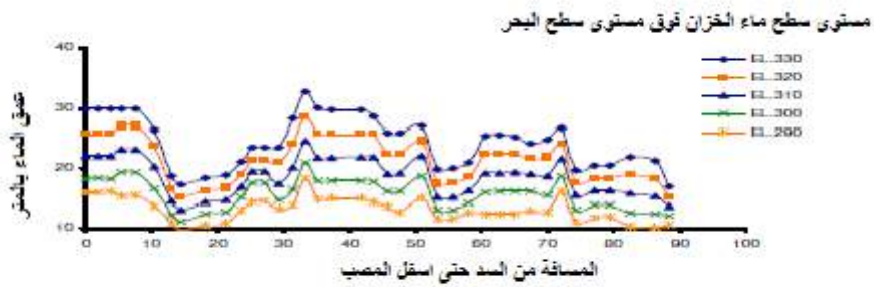
نتيجة لعملية النموذج، كانت مخرجات نموذج خمسة سيناريوهات لفشل سد الموصل هي (330، 320، 310، 300، 290) متر فوق مستوى سطح البحر، التي تتضمن الحد الأقصى للتدفق، والارتفاع الأقصى، وأقصى عمق، ووقت الوصول إلى أقصى عمق لموجة الفيضان على طول مسافة موقع مصب سد الموصل بحسب ما مبين في الأشكال (3،4،5،6). ومن الواضح أن النسب المئوية للحد الأقصى لتخفيف التصريف بين أول مقطع عرضي لوصول النهر لموقع مصب السد (صفر كيلومتر)، والمقطع العرضي مدينة الموصل لخمسة سيناريوهات (45%، 43%، 40%، 39%، 38%) على التوالي. كان وقت الوصول إلى أقصى عمق في مدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد ابتداء من نهاية تكوير الخرق الفاشل (8.74، 7.49، 6.58، 5.99 و 5.52) ساعات على التوالي.



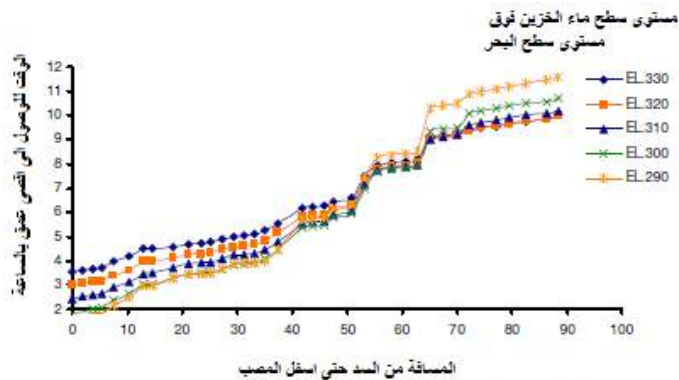
الشكل (3) تصريف الفيضان من السد الفاشل عبر نهر دجلة



الشكل (4) ارتفاع في موجة الفيضان عبر نهر دجلة

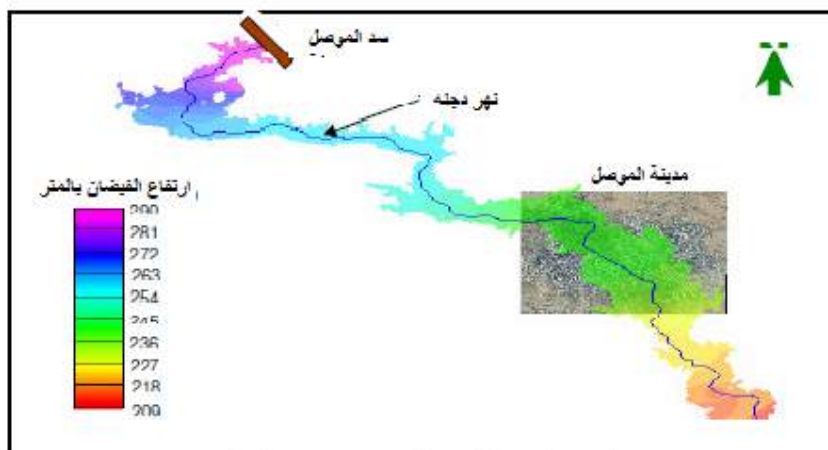


الشكل (5) اعماق الماء لموجة الفيضان عبر نهر دجلة

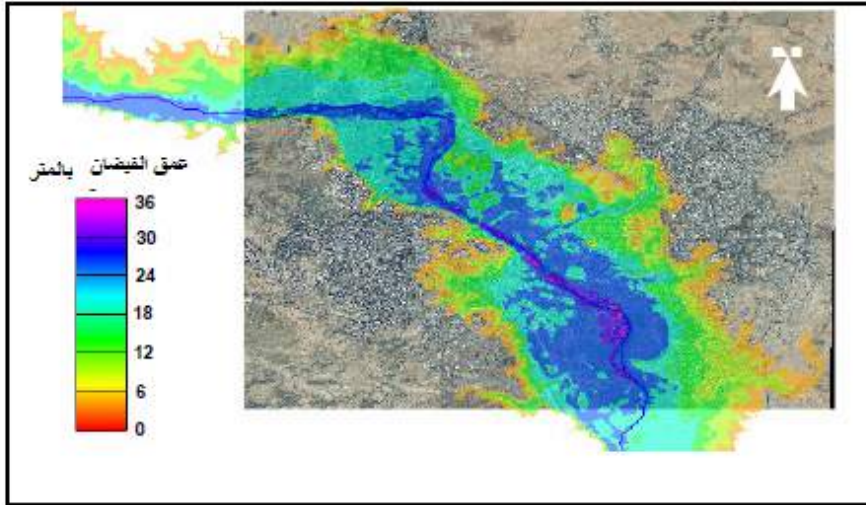


الشكل (6) الوقت للوصول الى اقصى عمق لموجة الفيضان على طول نهر دجلة

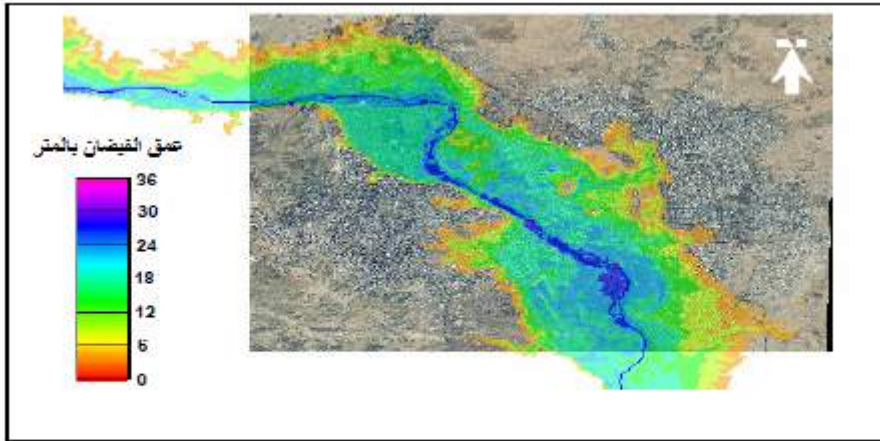
تم تحديد خرائط الحد الأقصى لموجة الفيضانات لوصول نهر دجلة بين موقع السد ومدينة الموصل. ويبين الشكل (7) منطقة الغمر لوصول النهر كله، للسيناريو الرابع لفشل السد (320 متر فوق مستوى سطح البحر). وبينما تظهر الأرقام (8،9،10،11، و 12) الغمر داخل مدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد (فشل السد)، (290، 300، 310، 320، 330) متر فوق مستوى سطح البحر. وقد أظهرت المقارنة بين حالتين لمدينة الموصل قبل وبعد فشل السد للسيناريو الرابع (320 متر فوق مستوى سطح البحر) بحسب ما مبين في الشكل 13. وقد لوحظ، خلال تقييم وتحليل خرائط غمر موجة الفيضانات لمدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد، أن الحد الأقصى لارتفاع المياه داخل المدينة سيكون حوالي 235.2 متر فوق مستوى سطح البحر للسيناريو الأخير من فشل السد (أي 330 متر فوق مستوى سطح البحر)، وأن موجة الفيضانات ستغطي حوالي 53.6% من مدينة الموصل، حيث ستتعرض الضفة الشرقية من المدينة إلى إغراق أكثر قليلاً من الضفة الغربية، بحسب ما هو مبين في الجدول رقم 3. ويرجع ذلك إلى أسباب طبوغرافية وامتداد واسع من البناء في الضفة الشرقية من مدينة الموصل. وتتراوح المنطقة التي ستغمرها المياه في موقع السد ومدينة الموصل للسيناريوهات فشل السد الخمسة، ما بين 152 و 252 كيلومتر مربع على التوالي (الجدول رقم 4) التي تضم أراض زراعية جيدة جدا مزروعة من قبل القرويين الذين يعيشون هناك. وكان وقت الوصول إلى أقصى عمق في مدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد، ابتداء من نهاية تطوير الخرق الفاشل (8.74، 7.49، 6.58، 5.99 و 5.52) ساعات على التوالي.



الشكل (7): منطقة دراسة الحالة الكلية للسيناريو الاسوأ لفشل السد 330 متر فوق مستوى سطح البحر

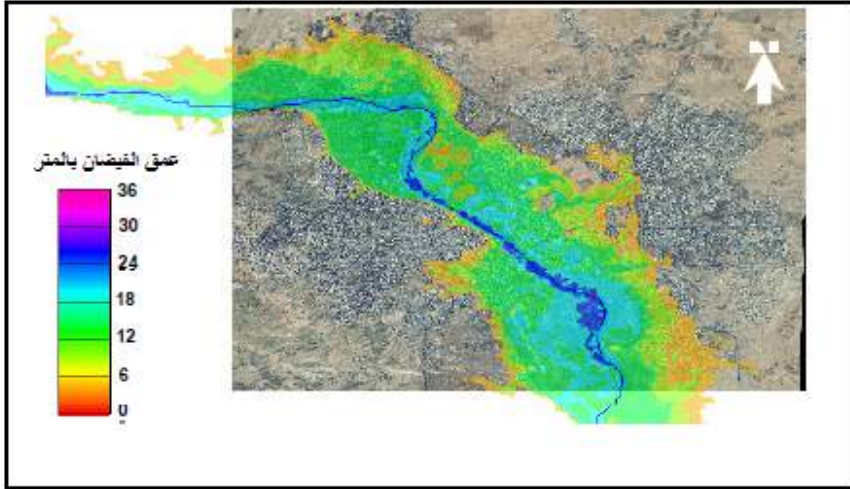


الشكل (8) خريطة عمق الفيضان في مدينة الموصل للسيناريو الخامس لفشل السد
330 متر فوق مستوى سطح البحر

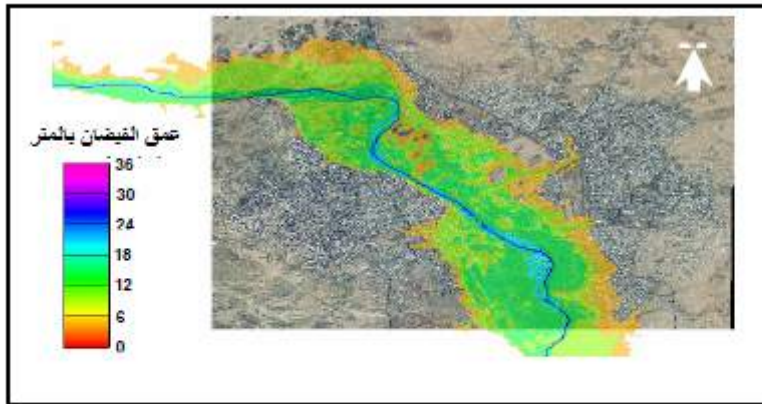


الشكل (9) خريطة عمق الفيضان في مدينة الموصل للسيناريو الرابع، لفشل السد
320 متر فوق مستوى سطح البحر

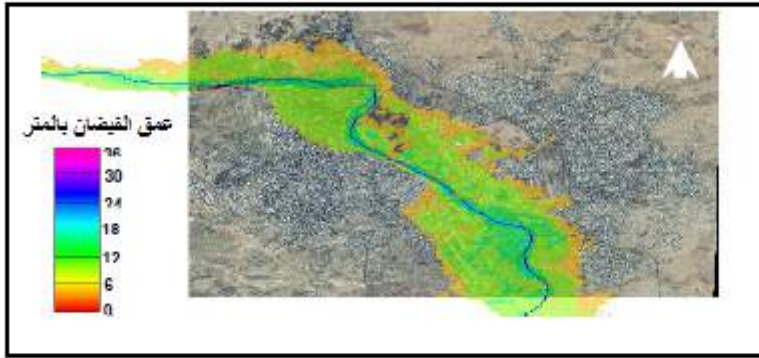
محاكاة موجة فيضان نهر دجلة في مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل



الشكل (10) خريطة عمق الفيضان في مدينة الموصل للسيناريو الثالث لفشل السد 310 متر فوق مستوى سطح البحر



الشكل (11) خريطة عمق الفيضان في مدينة الموصل للسيناريو الثاني لفشل السد 300 متر فوق مستوى سطح البحر



الشكل (12) خريطة عمق الفيضان في مدينة الموصل للسيناريو الاول لفشل السد 290 متر فوق مستوى سطح البحر

الجدول (3) النسب المئوية للمناطق الفائضة على الضفتين الغربية والشرقية في مدينة الموصل

| النسبة المئوية للمنطقة | النسبة المئوية للمنطقة | النسبة المئوية للمنطقة | المنطقة الفائضة | مستوى الماء في السد (فوق مستوى سطح البحر) | |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|---|-----|
| الفائضة الكلية على المنطقة الموصل | الفائضة على الضفة الغربية للنهر | الفائضة على الضفة الشرقية للنهر | على الضفة الغربية للنهر (كيلومتر مربع) | على الضفة الشرقية للنهر (كيلومتر مربع) | |
| 34.50 | 33.08 | 35.61 | 21.5 | 32.41 | 290 |
| 40.10 | 35.90 | 43.18 | 23.33 | 39.29 | 300 |
| 44.30 | 38.50 | 48.49 | 25.03 | 44.13 | 310 |
| 49.60 | 41.16 | 55.69 | 26.75 | 50.68 | 320 |
| 53.60 | 46.18 | 58.99 | 30.02 | 53.69 | 330 |

الجدول (4) النسب المئوية للمناطق الفائضة بين موقع السد ومدينة الموصل لسيناريوهات الفشل الخمسة

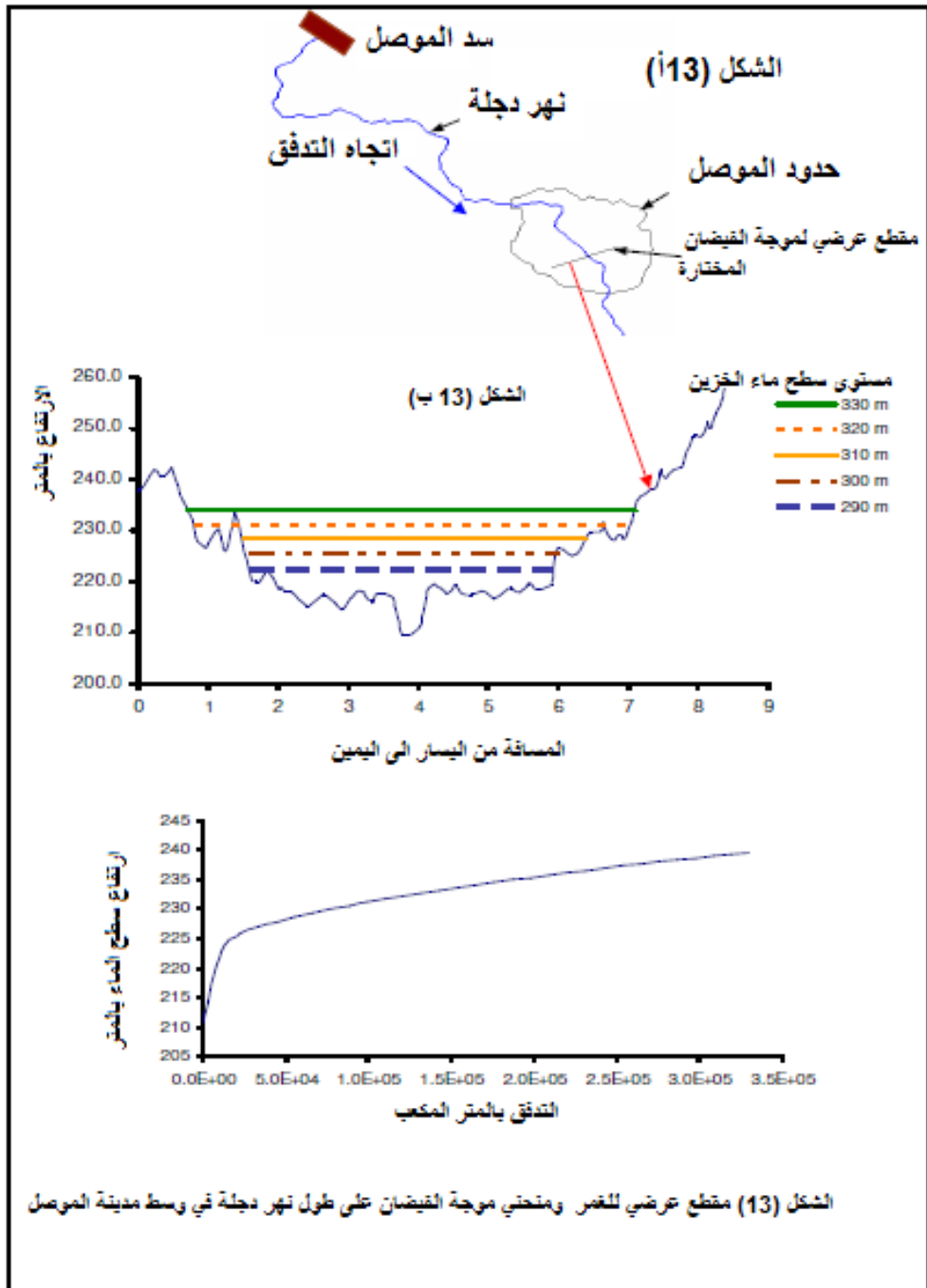
| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | مستوى الماء في السد فوق مستوى سطح البحر |
| 330 | 320 | 310 | 330 | 290 | |
| 252 | 226 | 196 | 174 | 152 | منطقة الفيضان بالكيلومتر المربع |

وقد تم وضع مقطع عرضي مختار في منطقة الغمر داخل مدينة الموصل (على بعد 67.4 كم من موقع مصب السد) للسيناريوهات الخمسة لفشل السد في الشكل 13 (أ - ب) الذي كان أقصى عرض لها في منطقة الغمر حوالي 6.4 كم. وفي حين تم إظهار منحني مستوى تصريف المياه لموجة الفيضانات في مدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد في الشكل 13 (ج). تكون هذه العلاقة مفيدة في تحديد القيم المطلوبة للتصريف المتدفق خلال موجة الفيضانات لأي مستوى مياه منتقى.

نتيجة لغمر مدينة الموصل بسبب فشل سد الموصل، فإن العديد من المنشآت التجارية والتعليمية والصناعية والديموغرافية والطبية، بالإضافة إلى المباني الحكومية وغير الحكومية سيتم غمرها بسبب موجة الفيضانات المتوقعة. ويبين الجدول (5) بعض المنشآت الرئيسية التي سيتم غمرها بالمياه في مدينة الموصل فقط وفقاً لـأسوأ حالة (السيناريو الخامس) لفشل سد الموصل.

خطط الإخلاء والطوارئ

ينبغي إعداد وتنفيذ خطط الإخلاء من قبل الحكومة المحلية التي لها سلطة على المناطق التي سيتم غمرها. وينبغي أن يتم طلب المساعدة من أفراد الدفاع المدني المحلي في إعداد خطة الإخلاء. وعادة ما تكون وكالات إنفاذ القانون الوطنية والمحلية مسؤولة عن تنفيذ جزء كبير من الخطة. وتشمل الخطة ترسيم المنطقة الذين سيتم إجلاء السكان منها، والطرق التي سيتم استخدامها، وتدابير مراقبة حركة المرور، وتوفير وسائل النقل في حالات الطوارئ، والإجراءات الخاصة للإخلاء ورعاية الناس في المؤسسات مثل المستشفيات، وإجراءات تأمين المحيط والأمن الداخلي للمنطقة، وإجراءات إصدار أمر الإخلاء وإعادة الدخول إلى المنطقة؛ والتفاصيل التي تشير إلى المنظمة المسؤولة عن وظائف محددة والمعدات والموارد البشرية اللازمة. كما يجب تزويد إدارة السد بنسخة من الخطة.



محاكاة موجة فيضان نهر دجلة في مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل

الجدول (5) عدد الانشاءات المتوقع عمرها في مدينة الموصل بحسب السيناريو الخامس

| مسجد | فندق | مرفق اتصالات | اثار و متحف موقع | مركز شرطة | جسر | محطة طاقة |
|----------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 55 | 20 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2 |
| بناية كبيرة | محطة معالجة مياه | خط كهرباء بطول كيلو متر | كنيسة | مطار | مستشفى | بناية حكومية |
| 9 | 5 | 3 | 8 | 1 | 10 | 9 |
| سكان | حديقة عنب كيلو متر مربع | بنايات تعليمية وجامعات | محطة بنزول | طريق معد كيلومتر مربع طول | سكك حديدية كيلومتر طول | ملعب رياضي |
| 100000 | 3 | 45 | 10 | 200 | 7 | 10 |

الاستنتاجات

تم اختيار نموذج SYMDBK نظراً لبساطته وكفاءة محاكاته، وتوقعه لموجة الفيضانات عند انهيار السد الافتراضي في سيناريوهات الفشل المختلفة، وقد تم استخدام النموذج لاستكشاف الجوانب المختلفة لتقييم مخاطر انهيار السد، وحساب خصائص موجة فيضانات المصب لفشل سد الموصل. كما تم تغذية هندسة قنوات النهر الممثلة من خلال المقاطع العرضية التي تم الحصول عليها من الخرائط الطبوغرافية وصور الأقمار الصناعية لوصف التغيرات في عرض قناة النهر والوادي، إلى نموذج SYMDBK باستخدام مرافق نظم المعلومات الجغرافية. وتشير النتائج الرئيسية أن منطقة تبلغ مساحتها 252 كيلومتر مربع على طول نهر دجلة بين موقع السد ومدينة الموصل، والتي تصنف على أنها أراض زراعية جيدة جداً، وتستخدم من قبل القرويين، سيتم غمرها بسبب فشل سد الموصل في أسوأ سيناريو للفشل، وسيكون الحد الأقصى وعمق الفيضانات في مدينة الموصل 25 متر، وارتفاع موجة الفيضان 235.2 متر فوق مستوى سطح البحر، وتصريف الفيضان الأقصى 207632 متر مكعب في الثانية بمتوسط سرعة تدفق قدره 3.5 متر مكعب في الثانية. ستغطي موجة الفيضانات حوالي 54٪ من مدينة الموصل التي ستعرض مناطق الضفة الشرقية من المدينة إلى إغراق أكثر قليلاً من الضفة الغربية. وأخيراً، فإن الوقت للوصول إلى أقصى عمق في مدينة الموصل للسيناريوهات الخمسة لفشل السد تبدأ من نهاية تطوير الخرق الفاشل سيكون (8.74، 7.49، 6.58، 5.99، و5.52) ساعات على التوالي.

REFERENCES:

- Attalla, T.A. (2002). A review on dams and breach parameters estimation. Master of Science Hydrosystem Engineering. Dept. of Civil and Environment. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg. V.A.
- Babb, A.O. and T.W. (1968). Cataloge of dam disasters. Failure and Accidents. Bureau of Reclamation, Washington, D.C.
- Bureau of reclamation (1988). Downstream hazard classification guidelines. ACER.
- Tech. Memorandum No. 11, U.S. Dept. of the Interior. Denver, 57.
- Costa, J.E. (1985). Floods from dam failure. U.S. geological survey, open File, Rep. No. 85-560, Denver, 54.
- Fread, D.L. (1985). DAMBRK: The NWS dam-break flood forecasting model. National weather service. Office of Hydrology. Silver Spring Md.
- Fread, D.L. (1993). NWS FLDWAV model; The replacement of Dam-BRK for dam break flood prediction. Dam safety 93 proc. 10th Annual ASDSO Conf. Association State Dam Safety Officials. Lexington, Ky, 177-184.
- Froehlich, D.C. (1987). Embankment dam break parameters. Hydraulic Eng. Proc. ASCE National Conf. on Hydraulic Eng., New York, 570-575.
- Froehlich, D.C. (1995a). Embankment dam breach parameters revisited. Water

Resources Eng. Proc. 1995 ASCE Conf. on Water Resources Eng., New York. 887-

891.

Froehlich, D.C. (1995b). Peak outflow from breached embankment dam. J. Water

Resources Plan Manage. Div. Am. Soc. Civil Eng. 121(1), 90-97.

HEC-1 (1981). Flood Hydrograph package, USERS Manual, Hydrologic Eng. Center,

U.S. Army Corps of Engineer, Davis, CA.

MacDonald, T.C. and Langridge-Monopolis, J. (1984). Breaching characteristics of

dam failure. J. Hydraulic Eng. 110(5), 567-586.

Middlebrooks, T.A. Earth dam practice in the united states, ASCE Centennial

Transaction paper 2620, 1952. pp 697-722.

Singh, K.P. and Snorrason, A. (1984). Sensitivity of outflow peaks and flood stages to

the selection of dam breach parameters and simulation models, J. Hydrology, 68, 295-

310.

Singh, V.P. and Scarlatos, P.D. (1985). Breach erosion of earthfill dam flood routing

Beed Model, Research Report, Army office, Battelle, Research Triangle Park, North

Carolina, 131p.

Soil Conservation Service (SCS). (1981). Simplified dam breach routing procedure;

Tech Release No. 66 (Rev.1), 39.

Von Thum, J.L. and Gillette, D.R. (1990). Guidance on breach parameters. Internal

Memorandum, U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation Denver, 17.

Wetmore, J.N. and D.L. Fread (1983). The NWS simplified dam break model exution,

Brief national weather service office of hydrology. Silver Spring, Maryland.

Wurbs, R.A. (1987). Dam breach flood wave models. Journal of Hydraulic

Engineering, Vol. 113.

WWW. The Mosul dam Press. (2007). Mosul dam Press. (2007).