IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol.26 ،No. 1, June 2021, pp. 78-89
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

تخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل واعداد خطة طوارئ الفيضان في مدينة الموصل

مصطفى سالم مصطفى
msmafr@uomosul.edu.iq

ثائر محمود الطائي
t.altaiee@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ الاستلام: 5/8/2020 تاريخ القبول: 15/11/2020

الخلاصة

أجريت عملية تقدير الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل للمنطقة المحصورة بين سد الموصل امتدادا الى جنوب مدينة الموصل بالاعتماد على خرائط الغمر الناتجة من محاكاة موجة الفيضان باستخدام أنموذج (IBER) الهيدروديناميكي ولسيناريوهات خزن (300 و310 و320 و330 و335) متر فوق مستوى سطح البحر. قُدِّرَ اعداد السكان المعرضين لخطر الفيضان لأدنى وأقصى منسوب خزن لجانبي مدينة الموصل الأيمن والأيسر والذي بلغ عددهم (749625-257886) نسمة وللتجمعات السكنية بين سد الموصل ومدينة الموصل (47925-10685) نسمة على التوالي. استخدمت طريقة (Saqib Ehsan,2009) لتقدير الخسائر البشرية لمنطقة الدراسة، قدرت اعداد الخسائر البشرية عند عدم وجود زمن للتحذير لأدنى وأقصى منسوب خزن وقد بلغت (372958-17452) شخص على التوالي. حسبت المسافات التي تبعد الأماكن الامنة عن مجرى النهر وكانت (3.09) كم للساحل الأيمن و(5.27) كم للساحل الأيسر عند منسوب خزن 335م. كما تم إيجاد معدل سرعة ارتفاع مياه الفيضان وزمن بقاء الفيضان في جميع احياء الموصل حتى انحساره كاملا لجميع سيناريوهات الخزن. تم اعداد مخطط اشعار طوارئ لسيناريو انهيار سد الموصل مع اهم التوصيات والإجراءات الواجب القيام بها اثناء كارثة الانهيار.

الكلمات المفتاحية:

الخسائر البشرية; انهيار السدود; خطة الطوارئ; قسوة الفيضان

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq

==========

1. المقدمة (Introduction):

تعد السدود من المشاريع الستراتيجية العملاقة المتعددة الأهداف وذات الفوائد الإيجابية العائدة للسكان لما تقدمه من خدمات وخاصة للمناطق التي تقع على الانهار في مؤخرها باعتبارها واحدة من اهم الوسائل لتخفيف مخاطر الفيضان وتوفير مورد مائي لاستخدامه للزراعة ومياه الشرب في المواسم التي تقل فيها الإيرادات المائية وكذلك لتوليد الطاقة الكهربائية فضلاً عن الاستفادة من خزاناتها كأحواض صناعية لتربية الأسماك ناهيك عن اعتبارها كمواقع سياحية. بالرغم من ان هذه السدود تقدم كل هذه الخدمات للمناطق التي تقع في مؤخرها الا ان أي فشل يحدث فيها سيؤدي الى حدوث عواقب ومخاطر مدمرة لها، حيث ان موجة الفيضان التي ستنتج عن انهيار السد ستكون أكبر بعدة مرات من أقصى تصريف فيضاني تصميمي للسد (Probable Maximum Flood PMF) والذي يعمل على إزاحة مساحات كاملة بكل ما تشغله من سكان وبنى تحتية [1].

وبالرغم من ان الجهات المسؤولة عن تشغيل السدود وادارتها يمتلكون ثقة كبيرة وعالية من ان هذه المنشآت تعمل بصورة سلسة وآمنة وانها سوف لن يحدث فيها أي فشل الا ان العديد من الكوارث التي حدثت نتيجة انهيار السدود في الماضي والتي أدت الى حدوث خسائر كبيرة في الممتلكات الخاصة والعامة وفي كثير من الأحيان الى خسائر بشرية جعلت مالكي هذه السدود ومشغليها يأخذون بنظر الاعتبار المخاطر المتوقعة التي ستحدث نتيجة انهيارها والتخطيط والإدارة المتكاملة لخطط الطوارئ المقترحة من قبلهم لتقليل الخسائر في الأرواح البشرية والممتلكات الى اقل حد ممكن[2] .

ترتكز المخاطر الناتجة عن انهيار السدود بالدرجة الأساسية على حجم خزينها المائي فضلاً عن بُعد المناطق الآهلة بالسكان عن هذه السدود، حيث ان انهيارها يؤدي الى حدوث اطلاقات كبيرة غير مسيطر عليها من المياه والرسوبيات حاملة معها بقايا الحطام التي تلاقيها الموجات الفيضانية في طريقها والتي تزيد من القوة التدميرية لحياة الانسان والبنى التحتية [3].

ان تقييم الاثار الناتجة عن انهيار السدود يعد عاملا مهما في اي دراسة متكاملة من ناحية سلامة السدود وتشغيلها وتحليل مخاطرها والتي تتطلب تخمينات للخسائر البشرية الناتجة فضلاً عن الخسائر المادية المتمثلة بالبنى التحتية لجميع القطاعات في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مؤخر السدود، كما ان تقييم مخاطر الفيضان الناتجة عن انهيارها تزود المختصين مؤشرات عن الخسائر الناتجة عن هذا الانهيار والتي يمكن تقليلها باستخدام خيارات انشائية او غير انشائية في مؤخر هذه السدود. ولتحقيق هذا الهدف يتحتم تحليل مخاطر انهيار السدود قيد التخطيط خلال الدراسات الاولية ومراحل التصميم قبل التنفيذ وكذلك للسدود المنفذة اصلاً التي تؤدي الى خسائر بشرية لا قدَّر الله في حالة انهيارها.

تعد الخسائر في الارواح البشرية من أقسى الخسائر التي تحدث نتيجة انهيار السدود وذلك لعدم إمكانية تعويض الارواح البشرية المفقودة، لذا بات من الضروري في اي دراسة متكاملة مختصة بسلامة السدود وتشغيلها تخمين الخسائر البشرية الناتجة عن انهيارها وللأسباب الآتية [4]:

- تقليل مخاطر سلامة الفرد المتعلقة بالسدود.
- تقييم المخاطر الحالية والمستقبلية للسدود.
- اتخاذ قرارات ملزمة لتقليل المخاطر في الاراضي المعرضة للفيضان بطرائق انشائية او غير انشائية.
- تقييم تكلفة تدابير الحد من المخاطر في المناطق المتضررة.
- تطوير كفاءة التحذير وخطط الاخلاء.

صمم الباحثون (Li, W., et. al, 2019) [5] نموذج لتخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الفيضانات التي تحدث نتيجة انهيار السدود وهو نموذج تقييم ضبابي متغير (Variable Fuzzy Evaluation Model). جمع الباحثون اهم العوامل التي تؤثر على اعداد الخسائر البشرية الناتجة عن انهيار السدود بالاعتماد على البيانات الإحصائية الموثقة وقسَّموا هذه العوامل الى ثلاثة مجاميع. شملت المجموعة الأولى مؤشرات مؤثرة على مخاطر الفيضان والتي تشمل ارتفاع السد وسعة الخزان وقسوة الفيضان، والمجموعة الثانية تضمنت مؤشرات حول احتمالية تعرض الفرد للفيضان وتضمنت البُعد عن السد وزمن التحذير ووقت حدوث انهيار السد، اما المجموعة الثالثة شملت عوامل لها علاقة وثيقة بأعداد الخسائر التي تحدث نتيجة الانهيار وتضمنت اعداد السكان المعرضين للخطر ومدى فهم السكان لقسوة الفيضان ومدى قابلية الشخص على اخلاء نفسه. تم تطبيق هذا النموذج على ثمانية سدود تعرضت للانهيار وتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع النتائج الحقيقية فكانت النتيجة بوجود توافق كبير بينهما.

استعرض الباحثون (Norkhairi, F. F., et. al, 2018) [6] اهم الطرائق المستخدمة لتقدير الخسائر البشرية الناتجة عن انهيار السدود والتي تم ايجادها وتطويرها في السنوات الأخيرة. اختار الباحثون اهم طريقتين من هذه الطرائق وتطبيقها على حالتي دراسة. الطريقة الأولى هي طريقة (Dam Safety Office DSO-99-06) وطريقة (Life Safety Model LSM). تم تطبيق الطريقة الأولى على خزان (Dongwushi) في الصين وطبقت جميع الخطوات المتبعة في هذه الطريقة لتخمين الخسائر البشرية للمناطق الواقعة في مؤخر السد. اما الطريقة الثانية فقد طبقت على سد (Malpasset) في فرنسا وتم اتباع الخطوات المبنية عليها هذه الطريقة لتخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار لهذا السد. وفي النهاية أجرى الباحثون مقارنة بين الطريقتين المستخدمتين لتخمين هذه الخسائر من حيث فوائد ومحددات الاستخدام لكل طريقة.

طور الباحث (Saqib Ehsan, 2009) [4] طريقة لتخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الفيضانات المتطرفة (بوجود او عدم وجود انهيار للسدود) في مؤخر السد وتحليل تأثيره على المناطق المعرضة الى الغمر. قام الباحث بإضافة عدة عوامل تؤثر في تخمين الخسائر البشرية لم يتم الاخذ بها بنظر الاعتبار في الطرائق السابقة ومن هذه العوامل الفئات العمرية للسكان الذين يشغلون منطقة الفيضان ونوع المساكن التي يعيش فيها السكان من حيث مواد البناء وعدد الطوابق الموجودة في المسكن ومدى المستوى الصحي وسلامة الابدان للسكان فضلاً عن مدى سهولة عمليات الاخلاء وتوفر الطرق المناسبة في حال حصول الفيضان. استخدم الباحث في هذه الدراسة سد (Mangla) الواقع على نهر (Jhelum) في باكستان نموذجاً لتقييم الخسائر البشرية الناتجة عن الفيضانات المتطرفة منه.

اما الباحثون (Aboelata, M. A., & Bowles, D. S., 2003) [7] فقد اوجدوا أنموذج حاسوبي أطلقوا عليه (Utah State University, USU) بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والغاية منه تطوير طريقة لتخمين الخسائر البشرية المستخدمة لتقييم مخاطر سلامة السدود وتخطيط حالات الطوارئ. اساس هذا الأنموذج مبني على جمع وتصنيف حوادث الفيضانات التي حصلت في فترات سابقة والتي كانت في معظمها ناتجة من انهيار السدود. قسّم الباحثون هذا الأنموذج الى أربع مركبات اساسية كل قسم يحاكي ما ينتج منه الفيضان. القسم الاول يحاكي المناطق المغمورة بمياه الفيضان والقسم الثاني يحاكي فقدان الملاذ الآمن للسكان والقسم الثالث يحاكي زمن التحذير والاخلاء والقسم الاخير يعمل على تقدير الخسائر البشرية الناتجة من الفيضان بالاعتماد على نتائج النماذج الثلاثة الاولى.

2. دوافع واهداف البحث (Motives & Objectives of the Research):

أنشأ سد الموصل شمال مدينة الموصل التي تضم ما يقارب (1600000) نسمة موزعين على جانبي مدينة الموصل الأيمن والأيسر [8]. وهو أكبر السدود الموجودة في العراق ويعد حسب التصنيفات العالمية المعتمدة من السدود الكبيرة [9]، لذا فإن أي فشل يحدث في السد سيعرض السكان الذين يشغلون هذه المنطقة الى خطر كبير خصوصا ان سد الموصل يعاني ومنذ تشغيله من مشكلة الذوبان المستمر للصخور الجبسية والانهيدرايت الموجودة في اساساته نتيجة الضغط المتزايد على اساساته والناتج عن عمليات خزن المياه في بحيرة السد. ونتيجة لهذا الذوبان المستمر لهذه الصخور فقد اوصت الجهة الاستشارية للسد على ضرورة القيام بأعمال التحشية الدورية المستمرة بمادة الاسمنت لتقوية الاساسات طيلة عمر السد الافتراضي.

يهدف البحث الى تقدير اعداد السكان المعرضين الى خطر الفيضان لمنطقة الدراسة التي تشمل مدينة الموصل والتجمعات السكنية الواقعة بين سد الموصل ومدينة الموصل فضلاً عن تخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي (Momentary Failure) لسد الموصل ولمناسيب خزن (300 و310 و320 و330 و335) متراً فوق مستوى سطح البحر واعداد خطة طوارئ الفيضان في مدينة الموصل.

3. وصف منطقة الدراسة (Study area description):

يعد سد الموصل الذي تم إنشاؤه في محافظة نينوى على نهر دجلة من أكبر السدود في العراق ويبعد 60 كم شمال غرب مدينة الموصل. تمتد منطقة الدراسة على طول مجرى نهر دجلة من سد الموصل والى جنوب مدينة الموصل. تعد المناطق المحصورة بين

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

سد الموصل ومدينة الموصل من الأراضي الزراعية الخصبة التي تشتهر بوفرة انتاجها الزراعي ويوجد فيها الكثير من القرى والتجمعات السكنية المتفرقة المنتشرة بين هذه الأراضي الزراعية. اما مدينة الموصل فيغلب عليها الطابع العمراني الحضري مقارنة بالقرى الواقعة شمالها، والشكل (1) يوضح حدود منطقة الدراسة.

الشكل (1): حوض منطقة الدراسة.

4. منهجية العمل (Methodology):

1.4. تخمين الخسائر البشرية (Life losses estimation):

اعتمدت في هذه الدراسة الطريقة المستخدمة من قبل الباحث [4] لتخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل وتعد طريقة معدلة لما توصل اليه الباحث [10]الذي توصّل في طريقته بعد ان جمع بيانات إحصائية للخسائر البشرية التي رافقت انهيار العديد من السدود ان اهم العوامل التي تؤثر على اعداد الخسائر البشرية في مؤخر السدود هي قسوة الفيضان وزمن التحذير ومدى فهم واستيعاب السكان لخطر الفيضان وقد صنّف قسوة الفيضان الى ثلاث اقسام قسوة عالية ومتوسطة وقليلة وصنّف زمن التحذير الى ثلاث أصناف وهي لا يوجد تحذير وتحذير قليل يتراوح بين (15-60) دقيقة وتحذير كافي عندما يكون زمن التحذير اكثر من (60) دقيقة واستنتج جدول يمثل نسب الوفيات من العدد الكلي للسكان القاطنين في منطقة الفيضان بالاعتماد على هذه العوامل الثلاثة وكما مبين في الجدول (1).

جدول (1): معدل الوفيات الموصى بها لتقدير الخسائر في الأرواح البشرية نتيجة انهيار السدود [10].

قسوة الفيضان	زمن التحذير (دقيقة)	مدى فهم قسوة الفيضان	معدل الوفيات (نسبة السكان المتوقع ان يفقدوا حياتهم)	
			النسبة المقترحة	حدود النسبة المقترحة
عالية	لا يوجد تحذير		0.75	1.0 – 0.3
	60 – 15	غامض	تستخدم نفس القيم أعلاه وتطبق على السكان الذين سوف يبقون في حوض الفيضان بعد اعلان الإنذار بحدوث الخطر	
		واضح		
	أكثر من 60	غامض		
		واضح		
متوسطة	لا يوجد تحذير		0.15	0.35 – 0.03
	60 – 15	غامض	0.04	0.08 – 0.01
		واضح	0.02	0.04 – 0.005
	أكثر من 60	غامض	0.03	0.06 – 0.005
		واضح	0.01	0.02 – 0.002
قليلة	لا يوجد تحذير		0.01	0.02 – 0.0
	60 – 15	غامض	0.007	0.015 – 0.0
		واضح	0.002	0.004 – 0.0
	أكثر من 60	غامض	0.0003	0.0006 – 0.0
		واضح	0.0002	0.0004 – 0.0

2.4. قسوة الفيضان (Flood severity):

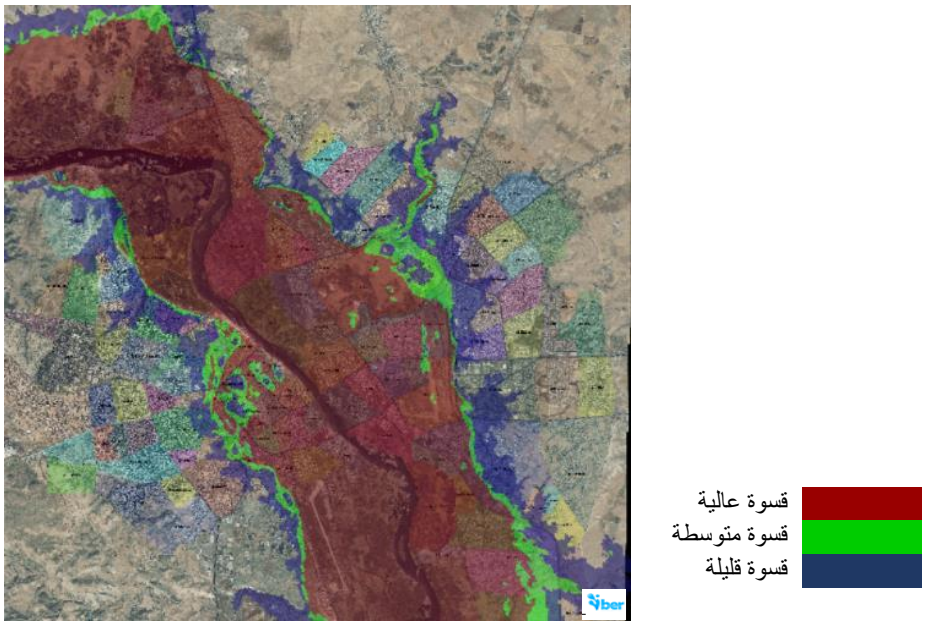
تعد قسوة الفيضان مقياس للدمار المتوقع ان يحدث للبنايات والخسائر في الأرواح البشرية نتيجة الفيضان المتولد عن الفشل في السدود. يوجد العديد من المعايير التي تحدد قسوة الفيضان والتي تعتمد بالدرجة الأساسية على أقصى تصريف فيضاني ومدى انتشار الفيضان وعمق الفيضان فضلاً عن سرعة موجة الفيضان. اعتمد في هذه الدراسة التصنيف المعد من قبل [11] والذي يعتمد في حساب قسوة الفيضان على معامل (DV) والناتج عن حاصل ضرب سرعة موجة الفيضان (V) وعمق الفيضان (D)، والجدول (2) يوضح اصناف قسوة الفيضان حسب هذا التصنيف.

استُخدمت خرائط الغمر وخرائط توزيع قسوة الفيضان الناتجة عن محاكاة موجة الفيضان الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي والمعدة من قبل [12] والتي استخدم فيها أنموذج (IBER) الهيدروديناميكي ثنائي الابعاد لتخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار وإدارة خطط الطوارئ اثناء الفيضان. والشكل (2) يوضح توزيع قسوة الفيضان لمدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل وعند منسوب خزني (335) متراً فوق مستوى سطح البحر.

جدول (2): أصناف قسوة الفيضان حسب [11]

قسوة الفيضان	السرعة V (m/s)	العمق D (m)	DV (m^2/s)
قسوة قليلة	D×V		اقل من 3
قسوة متوسطة	D×V		بين (3-7)
قسوة عالية	D×V		أكبر من 7

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (2): خريطة توضح حدود وتوزيع قسوة الفيضان داخل مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل عند منسوب خزني 335م.

3.4. جمع البيانات الإحصائية للسكان (Collection of population statistical data):

تعد البيانات الإحصائية للسكان من اهم البيانات التي على أساسها يتم تخمين وتقدير اعداد الخسائر المتوقعة بين صفوف السكان نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل. جمعت البيانات الإحصائية للساكنين في منطقة الدراسة الممتدة على مجرى نهر دجلة من دائرة إحصاء نينوى ومديرية بلدية الموصل. تتكون مدينة الموصل من تسع قطاعات بلدية موزعة على جانبيها الأيمن والأيسر وبواقع خمس قطاعات في الجانب الأيسر وأربعة قطاعات للجانب الأيمن من المدينة، تتألف مدينة الموصل من (253) حياً سكنياً موزعة على هذه القطاعات والتي يشغلها (1,600,000) نسمة [8]. اما القرى والنواحي الواقعة على مجرى نهر دجلة بين موقع سد الموصل ومدينة الموصل والتي سوف تتأثر بمياه الفيضان فقد بلغت (23) ناحية وقرية ويشغلها (49,237) نسمة [13].

قُدِّرت اعداد السكان المعرضين لخطر الفيضان نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل بعد الاستعانة بخرائط الغمر التي تم الحصول عليها من محاكاة الانهيار ومن البيانات الإحصائية للسكان الذين يشغلون منطقة الدراسة وكما موضحة بالجدول (3).

كما تم حساب زمن وصول موجة الفيضان الى مدينة الموصل فضلاً عن زمن الوصول الى أقصى امتداد مساحة غمر بمياه الفيضان للمدينة وكما موضحة في الجدول (4).

جدول (3): اعداد السكان المعرضين لخطر الفيضان لمنطقة الدراسة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل.

منسوب الخزن في السد (متر منسوب الخزن في السد	عدد السكان المعرضين للخطر (نسمة)			
	الساحل الأيمن لمدينة الموصل	الساحل الأيسر لمدينة الموصل	المجمعات السكنية بين سد الموصل ومدينة الموصل	المجموع
300	37221	220665	10685	268,571
310	59652	328621	23376	411,649
320	102598	432100	33927	568,625
330	185553	506109	41289	732,951
335	216904	532721	47954	797,579

جدول (4): زمن وصول موجة الفيضان وزمن أقصى امتداد غمر لمدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل.

منسوب الخزن في السد (متر فوق مستوى سطح البحر)	زمن وصول موجة الفيضان (ساعة)	زمن أقصى امتداد مساحة غمر (ساعة)
300	4.79	10.83
310	3.29	8.33
320	2.61	7.29
330	2.08	6.52

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

335	1.86	6.11

4.4. تطبيق طريقة Saqib Ehsan (Apply Saqib Ehsan Method):

تم تطبيق طريقة الباحث [4] في تخمين الخسائر البشرية الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل، حيث أضاف الباحث عوامل أخرى على الطريقة المستخدمة من قبل الباحث [10] والتي لها تأثير كبير على اعداد الضحايا في المنطقة المعرضة للفيضان وكما موضحة في المعادلة (1) التي توصل اليها:

$$LOL_i = PAR_i * FAT_{BASE} * F_{sv} * F_{age} * F_{mt} * F_{st} * F_h * F_{war} * F_{ev} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان:

LOL_i: اعداد الخسائر البشرية في المنطقة (i).

PAR_i: اعداد السكان المعرضين للخطر في المنطقة (i).

FAT_{BASE}: معدل الوفيات الأساسي (النسب المقترحة جدول 1).

F_{sv}: معامل يعتمد على قسوة الفيضان ويكون قيمته (1) للقسوة العالية و(0.3) للقسوة للمتوسطة و(0.1) للقسوة القليلة.

F_{age}: معامل يعتمد على أصناف الفئات العمرية لسكان منطقة الدراسة. تصنف الفئات العمرية حسب هذا المعامل الى ثلاث مجاميع، المجموعة (A) التي نسبة أعمارهم اقل من (10) سنوات وأكبر من (65) سنة والمجموعة (B) التي نسبة أعمارهم بين (10-15) سنة والمجموعة (C) التي نسبة أعمارهم بين (15-64) سنة. ويحسب قيمة هذا المعامل حسب المعادلة (2):

$$F_{age} = 1.25 * A\% + 1.1 * B\% + 0.8 * C\% \quad \ldots. (2)$$

بلغت نسب الفئات العمرية في العراق والتي تم اعتمادها كنسب سكانية لمنطقة الدراسة في المجموعة (A=30%) وفي المجموعة (B=12.3%) وفي المجموعة (C=57.7%) وذلك بالاعتماد على تحليل تطور هرم النمو السكاني في العراق [14]. حسبت قيمة هذا المعامل وكانت (0.9719).

F_{mt}: معامل يعتمد على نوعية مواد البناء المستخدمة في بناء الوحدات السكنية وتكون قيمته تساوي (1) للوحدات السكنية المبنية بالطابوق والبلوك الكونكريتي وقيمته (1.5) للوحدات السكنية المبنية بالطين والمواد الضعيفة. افترضت قيمة هذا المعامل مساوية لـ (1) كون الأغلبية العظمى للوحدات السكنية مبنية من البلوك الكونكريتي.

F_{st}: معامل يعتمد على عدد الطوابق التي تتألف منها الوحدات السكنية ويكون قيمته تساوي (1) في المناطق التي تكون قسوة الفيضان فيها عالية وقيمته تساوي (S%-1) في المناطق التي تكون قسوة الفيضان متوسطة او قليلة حيث تمثل (S%) نسبة الوحدات السكنية التي تتألف أكثر من طابق واحد. يختلف قيمة هذا المعامل للمناطق التي تقع داخل الموصل عن المناطق التي تقع خارجها. تم عمل مسح ميداني لتقدير عدد الوحدات السكنية التي تتألف أكثر من طابق واحد في مدينة الموصل وللتجمعات السكنية بين سد الموصل ومدينة الموصل والتي بلغت نسبتها في مدينة الموصل (90%) وبذلك يكون قيمة هذا المعامل (0.1) وللمناطق التي تقع خارج مدينة الموصل فقد بلغت نسبتها (20%) وبذلك يكون قيمة هذا المعامل (0.8).

F_h : معامل يعتمد على الصحة العامة للسكان وتعتمد قيمته على نسبة الاصحاء والمعاقين بين السكان ويتم إيجاد قيمته باستخدام معادلة (3):

$$F_h = 1 * H\% + 1.25 * D\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

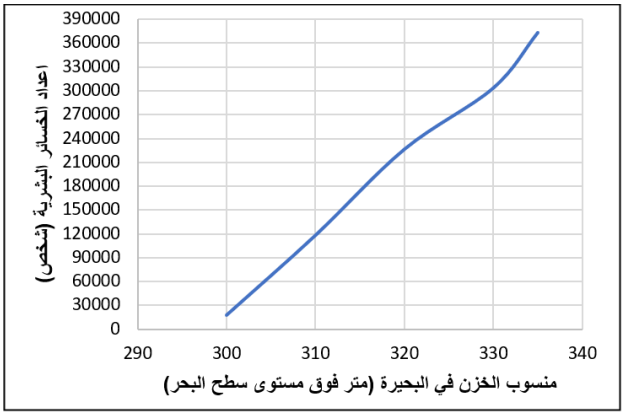
حيث (H) نسبة الاصحاء بين السكان و(D) نسبة المعاقين بين السكان. حسب احصائيات وزارة التخطيط العراقية فقد قدّرت نسبة المعاقين بين السكان في عموم العراق (4.4%) [15]. وبذلك تكون قيمة هذا المعامل (1.011).

F_{war}: معامل يعتمد على الزمن الذي تم البدء فيه بتحذير السكان بحدوث موجة الفيضان وقيمته تساوي (1) عندما لا يوجد تحذير للسكان ويساوي (0.7) عندما يكون زمن التحذير يتراوح بين (15-60) دقيقة وقيمته تساوي (0.3) عندما زمن التحذير أكثر من (60) دقيقة.

F_{ev}: معامل يعتمد على سهولة الاخلاء والاجلاء وتعتمد قيمة هذا المعامل على كفاءة التحذير وعلى التسهيلات المتاحة للإجلاء وسهولة التنقل الى الأماكن الآمنة. استخدم الباحث [4] قيمة هذا المعامل نفس القيم في المعامل (F_{wa}) وذلك لأنه الى لحظة اعداد دراسته لم يتم إيجاد او تقدير قيمة لهذا المعامل.

5. النتائج (Results):

بعد جمع وتهيئة كافة البيانات اللازمة لتخمين اعداد الخسائر البشرية في الأرواح نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل تم تطبيق الطريقة المستخدمة من قبل الباحث [4] ولجميع ازمنة التحذير المعتمدة حسب هذه الطريقة. أظهرت النتائج ان اعداد الخسائر البشرية المتوقعة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي في صفوف السكان في حالة عدم وجود زمن للتحذير لأدنى وأقصى منسوب خزني معتمد في الدراسة (300 و335) مترا كانت (17,452 و372,958) شخص على التوالي والشكل (3) يوضح العلاقة بين منسوب الخزن في البحيرة واعداد الخسائر المتوقعة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي عند كل منسوب خزني ولكامل منطقة الدراسة.

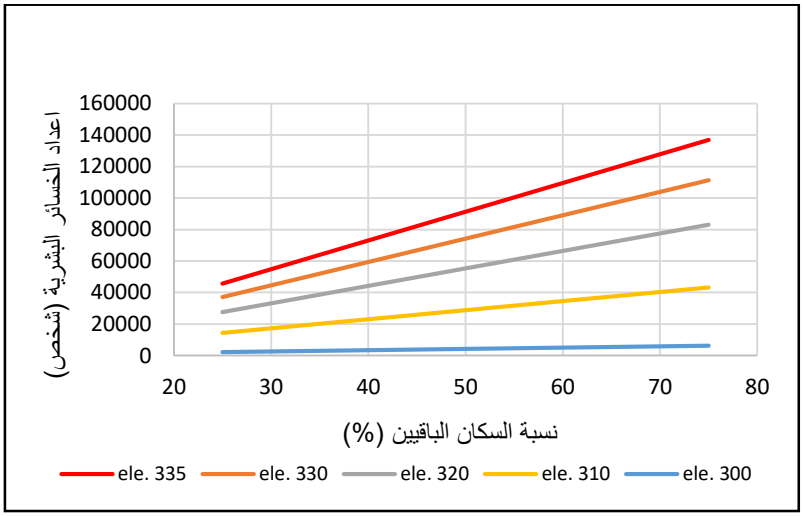


المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

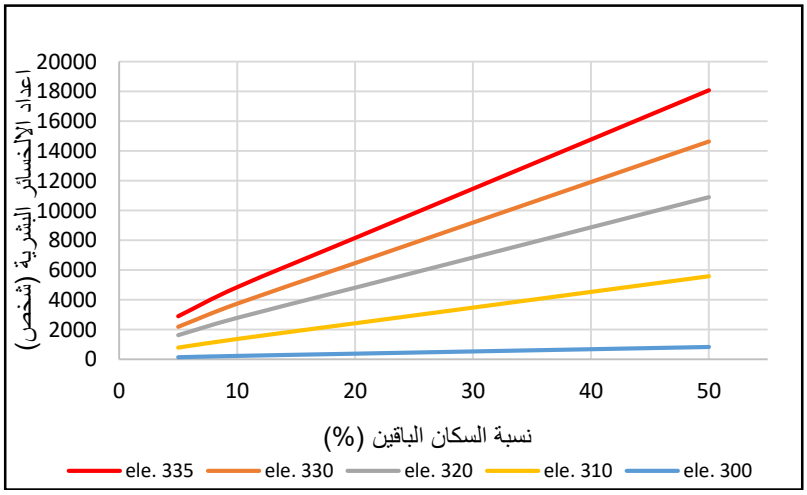
الشكل (3): مخطط العلاقة بين منسوب الخزن في البحيرة واعداد الخسائر البشرية المتوقعة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل لكل منسوب خزن عند عدم وجود زمن تحذير.

وفي حالة وجود زمن تحذير يتراوح بين (15-60) دقيقة فإن تخمين اعداد الخسائر البشرية يعتمد على عدد السكان الذين سوف يبقون في المنطقة شديدة القسوة للفيضان ويلازمون منازلهم كما موضح في الجدول (1). أجريت تقديرات للخسائر البشرية لعدة سيناريوهات بالاعتماد على عدد السكان الباقين في مناطقهم اما لعدم توفر الوقت الكافي للنزوح او لعدم مقدرتهم البدنية على اخلاء مساكنهم واعمارهم وكذلك لعدم ادراكهم لخطورة كارثة الفيضان او عدم سماعهم للتحذير. اعتمدت في التحليل نسب السكان الباقين (25 و35 و45 و55 و65 و75)% من عدد السكان الذين يشغلون المنطقة شديدة القسوة باعتبار ان هناك فرصة لعدد من السكان بإمكانهم النزوح هذه المناطق باتجاه الأماكن الآمنة، والشكل (4) يمثل اعداد الخسائر في الأرواح البشرية عند وجود زمن تحذير بين (15-60) دقيقة ولجميع سيناريوهات الخزن.

اما في حالة وجود زمن تحذير أكثر من (60) دقيقة فان تخمين اعداد الخسائر البشرية يعتمد ايضاً على عدد السكان الذين سوف يبقون في المنطقة شديدة القسوة للفيضان. وبنفس الطريقة أجريت تقديرات الخسائر البشرية لعدة سيناريوهات خزن بالاعتماد على عدد السكان الباقين في المناطق الخطرة واعتمدت نسب السكان الباقين (5 و10 و20 و30 و40 و50)% من عدد السكان الكلي باعتبار ان هناك فرصة اكبر للسكان بإمكانهم النزوح من هذه المناطق باتجاه الأماكن الامنة. والشكل (5) يمثل اعداد الخسائر في الأرواح البشرية عند وجود زمن تحذير أكثر من (60) دقيقة ولجميع سيناريوهات الخزن.



الشكل (4): مخطط العلاقة بين منسوب الخزن في البحيرة واعداد الخسائر البشرية المتوقعة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل عند كل منسوب خزن عند وجود زمن تحذير بين (15-60) دقيقة.



الشكل (5): مخطط العلاقة بين منسوب الخزن في البحيرة واعداد الخسائر البشرية المتوقعة نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل عند كل منسوب خزن عند وجود زمن تحذير أكثر من (60) دقيقة.

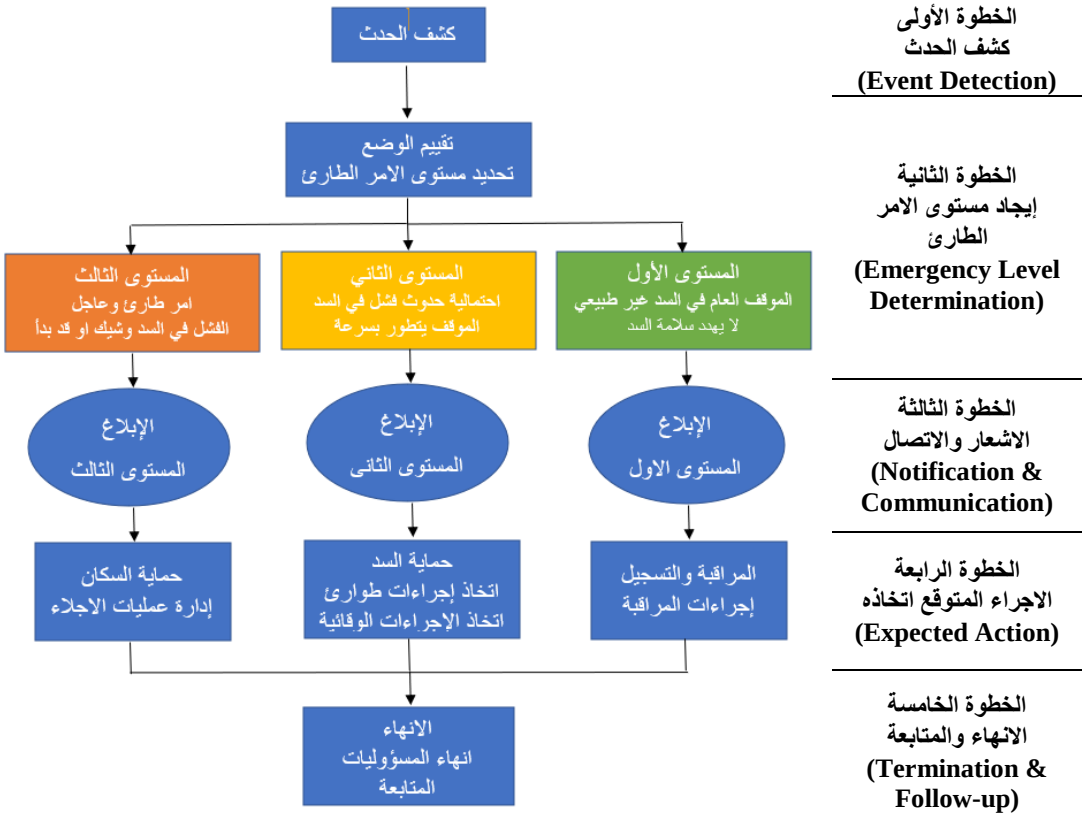
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

6. الخطوات الرئيسية في خطة طوارئ انهيار سد الموصل (The main steps of emergency plan due to Mosul Dam failure):

تعد خطة الطوارئ من الإجراءات الاستثنائية التي يتم اتخاذها عند حدوث امر غير مألوف خارج عن المعايير الطبيعية المتعارف عليها كالحرائق الضخمة والزلازل والتلوث الاشعاعي والاوبئة، وينطبق هذا الامر على سد الموصل عند اكتشاف حدث غير اعتيادي او امر طارئ في السد. تعد خطط الطوارئ المرتبطة بسلامة وتشغيل سد الموصل بمثابة خارطة طريق لإدارة حالات حدوث فيضانات كبيرة مفترضة خاصة إذا كانت هذه الفيضانات ناتجة عن حدوث فشل في السد وانتشار هذه الموجات الفيضانية للمناطق الواقعة في مؤخر السد. تعد خطط الطوارئ وثيقة رسمية تحدد الظروف الطارئة والمحتملة حدوثها في السد، فضلاً عن تحديد الإجراءات الواجب اتباعها لتقليل الخسائر في الأرواح والممتلكات. تعد خطط الطوارئ المصممة والمنفذة بدقة وعناية من الخطوات الإيجابية المهمة التي يمكن اجراؤها من قبل المسؤولين في السد فضلاً عن الدوائر والمؤسسات المعنية في الدولة وذلك لتحقيق اهداف سلامة السد. وينطبق هذا الامر على سد الموصل عند اكتشاف حدث غير اعتيادي او امر طارئ فيه وتتألف خطط الطوارئ المرافقة لحادثة انهيار سد الموصل من المحاور التالية:

- الإجراءات التي يتخذها المسؤولين في سد الموصل لمعالجة وتخفيف المشكلة في السد.
- الإجراءات التي يتخذها المسؤولين في السد وبالتنسيق مع الجهات المسؤولة عن إدارة حالات الطوارئ على مستوى البلد وعلى مستوى المحافظة للاستجابة السريعة في حالة حدوث انهيار في السد.
- الإجراءات التي يتبعها المسؤولين في السد لإصدار رسائل التحذير المبكرة والانذار للسلطات المحلية والمركزية في حالات الطوارئ.
- خرائط الغمر التي تساعد فريق إدارة الطوارئ لتحديد مواقع السكان المعرضين للخطر الذين تتطلب أماكنهم تدابير وقائية وتحذيرات وخطط اجلاء.
- تحديد مسؤوليات جميع المشاركين في إدارة خطط الطوارئ وكيفية تنسيق المسؤوليات.

ولتفعيل خطة طوارئ متكاملة في السد يجب القيام بخمس خطوات أساسية وهي كشف الحدث وايجاد مستوى الامر الطارئ والاشعارات والاتصالات والإجراءات المتوقع اتخاذها والخطوة الأخيرة الانهاء والمتابعة والشكل (6) يمثل مخطط يوضح هذه الخطوات الخمسة [16].



الشكل (6): مخطط خطوات تنفيذ خطة طوارئ انهيار سد الموصل [16].

يبدأ مخطط الطوارئ الخاص بسد الموصل بالخطوة الأولى والمتمثلة بكشف الحدث غير الطبيعي الذي تم تحديده في السد من قبل الفريق الهندسي والفني الذي يراقب سلامة السد على مدار الساعة. عندما يلاحظ المراقب أي امر طارئ او حالة غير طبيعية في السد تبدأ الخطوة الثانية وذلك بإبلاغ رئيس قسم سلامة سد الموصل والذي بدوره يباشر بالتشاور الفوري مع الفريق الهندسي لتقييم مستوى الامر الطارئ من قبل الكادر الفني والهندسي المسؤول عن سلامة السد والذي يكون على ثلاث مستويات، عند

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المستوى الأول يكون الموقف العام في السد غير طبيعي ولكنه لا يهدد تشغيل او سلامة السد ومن الممكن معالجة هذا الخلل، وفي المستوى الثاني يكون الموقف اشد ومن الممكن ان يتطور الامر في النهاية وقد يؤدي الى احتمال حدوث انهيار في السد وينتج عنها فيضانات فجائية كبيرة وضخمة تنتشر في المناطق الواقعة مؤخر السد، الا انه لا يوجد تهديد آني من حدوث انهيار في السد، اما عند المستوى الثالث يكون الموقف خطر للغاية عندما يكون الفشل في السد قد حدث او على وشك ان يحدث ولا يمكن إيقافه او معالجته والفيضانات الكبيرة والمفاجئة سوف تحدث للمناطق الواقعة مؤخر السد.

تتضمن الخطوة الثالثة الاشعارات والتبليغات لكل مستوى من مستويات الامر الطارئ، عندما يكون الامر الطارئ عند المستوى الأول فان الاشعارات سوف تكون محصورة ضمن الكادر الهندسي والفني والاداري لموقع سد الموصل ولا يوجد حاجة لنقل هذا الاشعار الى المناطق الواقعة مؤخر السد. اما اذا كان الامر الطارئ عند المستوى الثاني فيجب ان تشمل الاشعارات والاتصالات جميع الجهات المسؤولة بتنفيذ خطة الطوارئ والمتمثلة بالكادر الفني والإداري لسد الموصل فضلاً عن الحكومة المركزية في بغداد للحصول على الدعم الكامل والاسناد خلال هذا الامر الطارئ وكذلك الحكومة المحلية في مدينة الموصل ويجب ان يكون التنبيه واضح بانه قد حدث امر طارئ في السد وهناك احتمال ان يحدث انهيار في السد، واذا كان الامر الطارئ عند المستوى الثالث فان الاشعارات يجب ان تكون لجميع الجهات الموجودة في المستوى الثاني ويجب ان يكون التنبيه بان الانهيار في السد قد وقع او ان الانهيار واقع لا محالة منه.

اما الخطوة الرابعة فإنها تتضمن الاجراء المتوقع اتخاذه لكل مستوى من مستويات الامر الطارئ. عندما يكون الامر الطارئ عند المستوى الأول ففي هذه الحالة لا يوجد مخاطر من حدوث انهيار في السد ويجب القيام بأعمال الصيانة الطارئة الفورية من قبل الكادر الهندسي لمعالجة هذا الخلل الذي حدث في السد ويجب متابعة هذا الامر باستمرار الى ان يتم معالجة هذا الخلل بصورة كاملة، اما اذا كان الامر الطارئ عند المستوى الثاني فيجب على مدير السد ان يوجه فريق الصيانة وسلامة السد للقيام بأعمال المعالجة الضرورية للخلل الذي حدث في السد إضافة الى ذلك يقوم مدير السد بإبلاغ جميع الجهات المسؤولة عن تنفيذ خطة الطوارئ انه قد حدث خلل في السد وهناك احتمال ان يحدث انهيار في السد وعلى الجهات المسؤولة عن اخلاء السكان الاستعداد للقيام بأعمال الاخلاء عند تطور الامر ويجب على مدير السد ابلاغ السلطات في مؤخر السد عن آخر التطورات التي تحدث باستمرار. اما إذا كان الامر الطارئ عند المستوى الثالث فيجب على مدير السد ان يبلغ السلطات في مؤخر السد ان الانهيار قد وقع او على وشك الحدوث ويجب القيام بعمليات الاخلاء والاجلاء لجميع السكان الذين يشغلون مناطق الغمر بمياه الفيضان بصورة فورية.

في الخطوة الخامسة من خطة الطوارئ يتم فيها الإعلان عن انهاء خطة الطوارئ التي قد أعلن عنها للمستوى المحدد بعد انجاز كافة الخطوات والإجراءات المتعلقة بتنفيذ خطة الطوارئ وان الشخص المسؤول عن إدارة السد هو الشخص الوحيد الذي لديه الصلاحية لإنهاء حالة الطوارئ التي تم الإعلان عنها [17].

7. مخطط اشعار الطوارئ لسد الموصل (Mosul Dam Emergency Notification Flowchart):

يعد مخطط اشعار الطوارئ من أحد المخططات الرئيسية والعناصر المهمة الموجودة ضمن خطط الطوارئ المتكاملة. يمثل هذا المخطط سلسلة التواصل بين الأشخاص المسؤولين عن تنفيذ خطة الطوارئ المقترحة ويجب ان يتضمن هذا المخطط أسماء الأشخاص وعناوينهم الوظيفية وأماكن عملهم وأرقام هواتفهم وكل شخص يُذكر في هذا المخطط هو مسؤول عن تبليغ اشخاص آخرين مسؤولين عن تنفيذ جانب معين من خطة الطوارئ كما يجب ان توضح المسؤولية الدقيقة للشخص المكلف تنفيذها ضمن الخطة وتتضمن خطة الطوارئ المتعلقة بالسدود الأشخاص المدرجة عناوينهم [18]:

1- مدير سد الموصل.
2- مسؤولو إدارة الطوارئ في محافظة نينوى والمنظمات ذات الصلة.
3- وكالات إدارة الطوارئ على مستوى العراق.
4- السكان وأصحاب الممتلكات الذين يقعون مباشرة مؤخر السد داخل حدود الفيضان المحتمل حيث يكون وقت الإنذار المتاح محدودًا.
5- المسؤولين عن إدارة وتشغيل السدود ومشاريع الموارد المائية مؤخر سد الموصل.

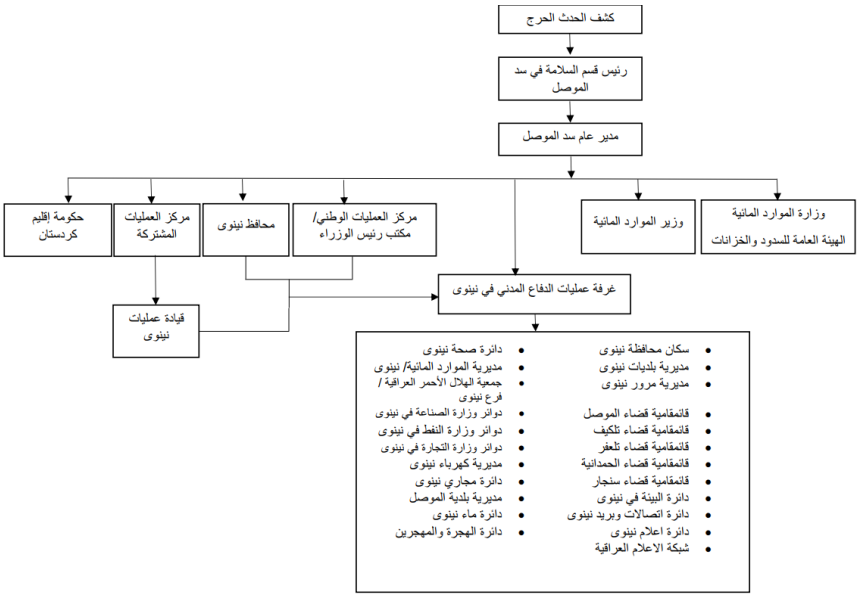
يبدأ مخطط الطوارئ الخاص بسد الموصل بالفريق الهندسي والفني الذي يراقب سلامة السد على مدار الساعة. عندما يلاحظ المراقب أي امر طارئ او حالة غير طبيعية في السد فإنه يقوم بإبلاغ رئيس قسم سلامة سد الموصل والذي بدوره يباشر بالتشاور الفوري مع الفريق الهندسي لتقييم حالة السد ومن ثم يتم اشعار مدير سد الموصل حول مستوى الامر الطارئ الذي تم تحديده. عندما يكون الامر الطارئ عند المستوى الثاني او الثالث فيجب على مدير مشروع سد الموصل هو نقل هذا التحذير الى الجهات العليا في الحكومة المركزية بالعاصمة بغداد والتي تشمل مركز العمليات الوطني / مكتب رئيس الوزراء ومركز العمليات المشتركة ووزارة الموارد المائية / الهيئة العامة للسدود والخزانات والسيد وزير الموارد المائية كما يتم إبلاغ حكومة إقليم كردستان فضلاً عن محافظة نينوى لكون مدينة الموصل من أولى المدن التي ستواجه خطر الموجات الفيضانية في حالة انهيار السد والمتمثلة بالسيد محافظ نينوى وغرفة عمليات الدفاع المدني في نينوى والتي تتفرع واجباتها في التبليغ والتنسيق مع عدة جهات والشكل (7) يمثل مخطط اشعار الطوارئ لسد الموصل [19] مُعَدّلة من قبل الباحث بعد إضافة جهات اتصال لها دور في عمليات الاجلاء والاخلاء.

8. خطط الاخلاء في مدينة الموصل (Evacuation plans in Mosul City):

تعد عمليات اخلاء السكان واجلائهم من المناطق المعرضة للفيضان الى المناطق الآمنة من اهم الإجراءات التي يتم اتخاذها عند اعلان حالة الطوارئ في أوقات الفيضانات ونجاح هذه العملية بأقل عدد ممكن من الخسائر تعد مقياسا لكفاءة خطة الطوارئ المنفذة لحماية الأرواح البشرية من الهلاك. يوجد الكثير من العوامل التي تؤثر على كفاءة خطط الاجلاء منها كفاية زمن التحذير وطبيعة الظروف الجوية، ووقت الاجلاء وظروف الطرق المستخدمة للإجلاء من ناحية إمكانية استخدام المركبات او السير على الاقدام كوسيلة للنزوح والتحديد المسبق للوجهة المراد التوجه اليها.

ولتنفيذ خطط الاجلاء للسكان المعرضين لخطر الفيضان في مدينة الموصل من قبل الجهات المكلفة بالقيام بهذه المهمة لابد ان تتوفر لديها الكثير من المعلومات والبيانات الدقيقة والتي على

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

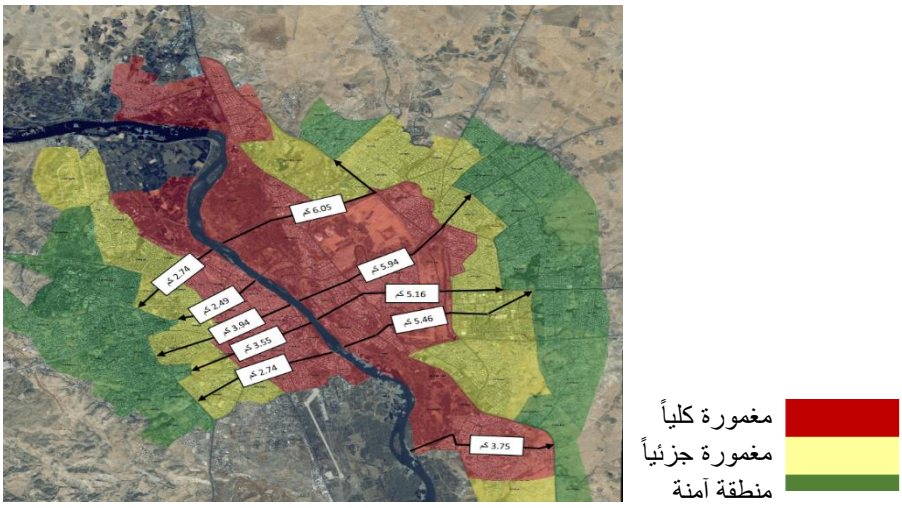


الشكل (7): مخطط اشعار الطوارئ عند حدوث انهيار لسد الموصل

أساسها يتم اختيار افضل سيناريوهات يتم استخدامها لإخلاء السكان منها خرائط توضح الأماكن التي ستتعرض للغمر جراء انهيار السد واعداد السكان المعرضين للخطر وأماكن تواجدهم وزمن وصول موجة الفيضان للمنطقة المعنية والزمن الذي تستغرقه موجة الفيضان لغمر اكبر مساحة وبُعد الأماكن الآمنة التي لن يصلها مياه الفيضان عن حافة مجرى النهر فضلاً عن سرعة ارتفاع مياه الفيضان وزمن بقاء مياه الفيضان لحين انحسارها. تعد جميع هذه البيانات ضرورية لتهيئة كافة الاحتياجات اللوجستية التي تساعد في اكمال هذه العملية بأقصى سرعة ممكنة وبكفاءة عالية.

تعد مدينة الموصل من أكبر المدن في العراق التي ستتعرض الى مخاطر الفيضان نتيجة أي انهيار يحدث في السد كونها أقرب مدينة الى سد الموصل فضلاً عن كثافة الاعداد السكانية التي تشغل هذه المدينة. لتنفيذ خطط الاجلاء في المدينة يجب نقل هؤلاء الأشخاص من أماكنهم الأولية الى المناطق الآمنة التي لن يصلها مياه الفيضان. تختلف بُعد المناطق الآمنة في جانبي مدينة الموصل الأيمن والأيسر عن حافة مجرى نهر دجلة وذلك لطبيعة طوبوغرافية المناطق في المدينة.

بعد اعتماد خرائط الغمر المستنبطة من نموذج (IBER) لمحاكاة الانهيار اللحظي الافتراضي لسد الموصل والمعدة من قبل [12] تم إيجاد المسافات التي تبعد المناطق الامنة لجانبي مدينة الموصل الأيمن والأيسر عن حافة مجرى النهر والتي تراوحت بُعد الأماكن الامنة لسيناريو الانهيار الافتراضي اللحظي عند منسوب خزن (335) متر للجانب الأيمن (3.09) كم وللجانب الأيسر (5.27) كم، كما تم رسم خرائط توضح فيها الاحياء المغمورة كلياً وجزئياً والاحياء الآمنة عند هذا المنسوب والشكل (8) يمثل خريطة توضح بُعد الأماكن الآمنة عن حافة مجرى النهر ولعدة مسارات رئيسة لجانبي مدينة الموصل الأيمن والأيسر فضلاً عن الاحياء المغمورة كليا وجزئيا والاحياء الامنة لسيناريو الانهيار الافتراضي اللحظي عند منسوب خزن (335)م.



الشكل (8): خريطة الاحياء المغمورة كليا وجزئيا والآمنة لمدينة الموصل وبُعد الأماكن الامنة عن حافة النهر لسيناريو الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل عند منسوب خزن (335) مترا.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إضافة الى ذلك تم حساب سرعة ارتفاع مياه الفيضان في المناطق المغمورة اضافة الى زمن بقاء مياه الفيضان لسيناريو الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل وذلك للاستفادة من هذه المعلومات من قبل الجهات المعنية بخطط الطوارئ وكذلك الساكنين المعرضين للفيضان لاتخاذ اجراءاتهم قبل واثناء وبعد حدوث الفيضان. تم ايجاد معدل صعود مياه الفيضان في كل حي من الاحياء السكنية في مدينة الموصل وذلك باستنتاج عمق مياه الفيضان في كل حي وخلال فترات زمنية مختلفة بدءاً من وصول مياه الفيضان الى الحي وانتهاءً بالزمن الذي استغرق للوصول الى اقصى عمق فيضاني وبقسمة اقصى عمق فيضاني على الزمن الذي استغرق للوصول الى هذا العمق حُسِبَ معدل سرعة ارتفاع مياه الفيضان. اما زمن بقاء مياه الفيضان فقد تم ايجاده بدءاً من زمن وصول موجة الفيضان الى كل حي سكني وانتهاءً بالزمن الذي انحسر فيه مياه الفيضان من كل حي بصورة كاملة، حيث يتيح نموذج (IBER) بإيجاد جميع معلمات الفيضان في أي فترة زمنية اثناء المحاكاة والتي على ضوءها تم إيجاد سرعة ارتفاع مياه الفيضان وزمن بقاءه، والجدول (5) يوضح معدلات سرعة ارتفاع مياه الفيضان وزمن بقاؤه لقسم من الاحياء السكنية لجانبي مدينة الموصل.

جدول (5): معدل سرعة ارتفاع مياه الفيضان وزمن بقاء الفيضان حتى انحساره نتيجة الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل ولأحياء مختارة من مدينة الموصل.

اسم الحي	سرعة ارتفاع مياه الفيضان (م/ساعة)					زمن بقاء مياه الفيضان (ساعة)				
	ele.300	ele.310	ele.320	ele.330	ele.335	ele.300	ele.310	ele.320	ele.330	ele.335
العربي	0.72	2.39	4.4	6.12	6.34	10	18.33	25	31.11	31.11
الاندلس	0.97	2.01	4.95	5.94	6.81	14.72	35	35.5	36.67	36.67
المهندسين	1.43	2.64	6.39	7.89	8.26	26.67	40	41.11	41.3	43.61
النبي يونس	غير مغمور	1.8	2.26	4.06	5.9	غير مغمور	22.78	23.88	24.44	30.55
الغفران	0.73	1.37	2.8	3.92	5.81	16.67	33.89	35	36.55	37.5
فلسطين	غير مغمور	غير مغمور	2.76	2.9	4.47	غير مغمور	غير مغمور	13.88	18.88	20.5
حاوي الكنيسة	1.91	4.43	5.66	6.72	7.73	33.94	41.9	41.67	42.22	49.16
الشفاء	غير مغمور	غير مغمور	2.42	4.07	4.97	غير مغمور	غير مغمور	10	16.44	19.6
خزرج	غير مغمور	غير مغمور	غير مغمور	2.08	2.7	غير مغمور	غير مغمور	غير مغمور	11.77	12.11
شيخ أبو العلا	غير مغمور	1.62	2.47	2.8	3.56	غير مغمور	17.22	23.88	24.44	25
باب جديد	غير مغمور	1.44	3.21	3.67	5.15	غير مغمور	16.67	23.88	25	27.7
الطيران	1.36	1.14	2.81	3.6	5.55	17.22	22.77	24.1	30.55	36.11

9. بعض التوصيات والإجراءات المقترحة خلال انهيار سد الموصل في ظروف الطوارئ (Some recommendations & actions proposed during the failure of Mosul Dam in emergency conditions):

نتيجة للظروف الاستثنائية التي سترافق الفيضانات الكبيرة الناتجة عن انهيار السدود يكون من الضروري على الجهات المسؤولة من تنفيذ خطط الطوارئ فضلاً عن السكان الذين يشغلون الأماكن المعرضة للخطر ان يتخذوا بعض الإجراءات التي قد تكون سبباً في نجاة السكان من مياه الفيضانات.

فيما يخص الإجراءات التي يمكن اتخاذها من قبل الجهات المسؤولة لتنفيذ خطط الطوارئ في مدينة الموصل والتي تساعد على تقليل اعداد الخسائر البشرية والتي تعد متاحة وممكن تنفيذها، ومن هذه الإجراءات:

1- استخدام صافرات الإنذار التحذيرية والتي من الضروري ان يتم نشرها على جميع المناطق الواقعة على مجرى النهر بحيث تغطي مداها جميع المناطق التي ستكون معرضة الى خطر الغمر.
2- استخدام وسائل الاشعار المسموعة والمرئية كوسيلة لنشر اشعارات الإنذار والتنبيه والتي يتم تنشيطها من قبل السلطات المحلية والمركزية والتي تتضمن رسائل صوتية تحذيرية وتوجيهية للسكان واشعارهم بآخر التطورات التي وصلت اليها كارثة الفيضان.
3- التنسيق مع شبكات الاتصال المتنقلة (الموبايل) لتفعيل أنظمة الاتصال الالي على الهواتف المتنقلة والتي عند الإجابة عليها يكون جواب المتصل عبارة عن رسالة صوتية تحذيرية للسكان.
4- التنسيق مع دائرة الأوقاف في محافظة نينوى للقيام بدورين أساسيين وهما استخدام الجوامع والكنائس كوسيلة لتحذير السكان عبر مكبرات الصوت اثناء حدوث الكارثة فضلاً عن استخدام المساجد والجوامع في الاحياء الآمنة كمراكز إيواء مؤقتة للسكان النازحين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

اما الإجراءات الواجب اتباعها من قبل السكان اثناء الفيضانات والتي تكون سببا لتقليل الخسائر في صفوفهم:

1- على جميع السكان التحرك الفوري ومغادرة المنطقة التي ستتعرض للغمر بالسرعة الممكنة وسلوك الطرق المستقيمة قدر الإمكان والتي تكون عمودية على مجرى النهر وكما موضحة في الشكل (8) لان الطرق الفرعية سوف تستهلك كثير من الوقت المتوفر للنزوح ويجب التوجه الى أماكن عالية.
2- تجنب السير بالطرق الموازية لمجرى النهر او الجسور التي تقطع النهر لأنهم قد يكونون عرضة لمياه الفيضانات.
3- اخذ الاحتياجات الضرورية والمهمة كالأدوية والمستمسكات الرسمية.
4- تجنب قيادة المركبات في الطرقات المغطاة بالمياه لان السيارات ستكون معرضة للانجراف بمياه الفيضان.
5- التوجه الى اعلى مكان في المنزل (على أسطح المنازل) عند عدم التمكن من مغادرة المنزل وعدم البقاء داخل المنزل.
6- استماع التوصيات المستمرة من قبل السلطات المحلية عن طريق أجهزة الراديو للتعرف على تطورات الموقف.

10. الاستنتاجات (Conclusions):

من خرائط الغمر المستنبطة من محاكاة موجة الفيضان الناتجة عن الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل والمعدة من قبل الباحث [12] قدرت اعداد السكان المعرضين لخطر الفيضان في مدينة الموصل لأدنى وأقصى منسوب خزني (300-335) مترا لتبلغ بحدود (257886 و749625) شخص على التوالي وللتجمعات السكانية الواقعة بين سد الموصل ومدينة الموصل نحو (10685 و47925) شخص على التوالي. وباعتماد طريقة (Saqib Ehsan, 2009) وازمنة التحذير المتوفرة بلغت اعداد الخسائر البشرية عند عدم وجود زمن تحذير للفيضان لأدنى وأقصى منسوب خزني نحو (17452 و372958) شخص على التوالي. اما في حالة وجود زمن التحذير قدره (15-60) دقيقة فقد افتُرض ان نسبة عدد السكان الذين سوف يبقون في المنطقة شديدة الخطورة للفيضان بين (25 -75)% من عدد السكان الكلي الذين يشغلون هذه المنطقة، حيث قدرت الخسائر البشرية لأقصى وادنى منسوب خزني نحو (6333 – 136921) و(213 – 45676) شخص لنسبتي السكان (25% و75%) الذين سوف يبقون في المنطقة شديدة الخطورة للفيضان على التوالي. اما في حالة وجود زمن تحذير اكثر من (60) دقيقة فقد افترض ان نسبة السكان الذين سوف يبقون في المنطقة شديدة الخطورة بين (5 – 50)% من عدد السكان الكلي الذين يشغلون هذه المنطقة، فقد قدرت اعداد الخسائر البشرية لأقصى وادنى منسوب خزني عند بقاء نسبة (5% و50%) من السكان في هذه المنطقة نحو (828 – 18071) و(133-2889) شخص على التوالي.

بلغ معدل المسافات التي تبعد المناطق الآمنة عن مركز مجرى نهر دجلة لجانب مدينة الموصل الأيمن نحو (3.09) كم وللجانب الأيسر للمدينة (5.27) كم لسيناريو الانهيار الافتراضي اللحظي لسد الموصل ولمنسوب خزني (335) متر. كما تم حساب معدل سرعة ارتفاع مياه الفيضان في المناطق المغمورة وزمن بقاءه في جميع احياء مدينة الموصل حتى انحساره كاملا ولجميع مناسيب الخزن.

أُعِدَّ مخطط اشعار طوارئ انهيار سد الموصل مع بعض التوصيات والإجراءات الواجب القيام بها من قبل الجهات المسؤولة عن تنفيذ خطط الطوارئ فضلاً عن السكان المعرضين لخطر الفيضان من اجل الحفاظ على سلامتهم.

المصادر (References):

[1] A. Doğan, M. V. Mohsen & R. Emmanuel ,"Role of Flood Warning System on Reduction Loss of Life in Dam Break Scenarios". Fourth National Symposium on Dam Safety at Elazig-Turkey, 2014.

[2] F.David, "Developing Emergency Action Plans for Dams". Technical Report. General Water Commission, Ministry of Water Resources, River Development & Ganga Rejuvenation, Government of India. 2016.

[3] Y.F. Xiong, "A dam break analysis using HEC-RAS". Journal of Water Resource and Protection, Vol. 3, No. 6, p.370. 2011.

[4] E.Saqib, "Evaluation of Life Safety Risks Related to Severe Flooding". PHD dissertation faculty of Civil and Environmental Engineering, University of Stuttgart, Germany. 2009.

[5] Li, W., Li, Z., Ge, W. and Wu, S., (2019). "Risk evaluation model of life loss caused by dam-break flood and its application". Water, Vol. 11, No. 7, p.1359.

[6] F. F. Norkhairi, S. Thiruchelvam, & H. Hasini, "Review methods for estimating loss of life from floods due to dam failure". International Journal of Engineering and Technology (UAE), Vol. 7, No. 4, P. 93-97. 2018.

[7] M. A. Aboelata, & D. S. Bowles, "A Model for Estimating Dam Failure Life Loss". Proceedings of the Australian Committee on Large Dams Risk Workshop, Launceston, Tasmania, Australia. , 2003.

[8] Nineveh Governorate. Mosul Municipality Sector. Mosul City annual sectors survey, 2019.

[9] FEMA "Federal Guideline for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents for Failure". United States Federal Emergency Management Agency, P-949, Washington, DC, USA, 2013.

[10] W. J. Graham, "A procedure for estimating loss of life caused by dam failure". US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1999.

[11] P. Reiter, "Loss of life caused by dam failure: the RESCDAM LOL method and its application to Kyrkosjarvi dam in Seinajoki". Final Report of PR Water Consulting Ltd.: Helsinki, Finland. 2001.

[12] Al-T.M.Thair & M. S. Mustafa, "Hydrodynamic Simulation of Flood Due to Hypothetical Momentary Mosul Dam Failure" Accepted to publish in Tikrit Journal of Engineering Sciences according to electronic message acceptance No. 7/24/58 dated in 2020.

[13] Republic of Iraq, Ministry of Planning, Nineveh Statistics Directorate, 2019.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

[17] TCEQ, "Guidelines for Developing Emergency Action Plans for Dams in Texas". Dam Safety Program, Critical Infrastructure Division, Texas Commission on Environmental Quality, USA. 2019.

[18] NJDEP, "Guidelines for Developing an Emergency Action Plan". New Jersey, Department of Environmental, Protection Dam Safety, Trenton, NJ 08625. 2011.

[19] Ministry of Water Resources, "Emergency Action Plan (EAP), Mosul Dam". Tigris River, Ninawa, Iraq. 2019.

[14] S. D. Mahdi & H. K Alyaa., "Analyzing the population pyramid in Iraq from a human development perspective". Diyala Journal for Humanities, No. 70. Pp 580-604. 2016.

[15] Repuplic Of Iraq, Ministry of Planning, (2016), Indicators of the National Disability Survey in Iraq.

[16] N. F. M.Said, L. M.Sidek, , Z.Mustafa, F. H.Mansor, & M.B.Jamal, Emergency Action Plan for Public Safety Around the Juaseh Dam, Johor. In International Conference on Dam Safety Management and Engineering (pp. 115-124). Springer, Singapore. 2019.

Life Losses Estimation Due to Hypothetical Momentary Mosul Dam Failure & Prepare Emergency Flood Action Plan for Mosul City

Mustafa S. Mustafa
msmafr@uomosul.edq.iq

Thair M. Al-Taiee
t.altaiee@uomosul.edu.iq

Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

Abstract:

The life loss resulting from the momentary hypothetical failure of Mosul Dam for the area between Mosul Dam extending to the south of Mosul City was estimated depending on inundation maps resulting from flood wave simulation using IBER hydrodynamic model for storage elevation scenarios (300, 310, 320, 330 and 335) meters above sea level. The estimated number residents exposed to the flooding risk at minimum and maximum Mosul Lake storage elevation scenarios for the left and right sides of Mosul City were (257886-749625) person and for the residential communities between Mosul Dam and Mosul City were (10685-47925) person respectively. Saqib Ehsan (2009) approach was used to estimate the life losses for the study area. The human losses were estimated when there was no available warning time for minimum and maximum lake storage levels to be (17452 & 372958) persons respectively. The distances between safe places from the river center were calculated to be (3.09) km for the right side and (5.27) km for the left side of Mosul City at the lake storage elevation of 335 meter above sea level, so the average flood rise velocity and flood survival time till flood were recession completely was calculated for all the lake storage scenarios. An emergency notification action plan has been proposed for the Mosul Dam failure scenario with the most important recommendations and procedures to be under consideration during the flood disaster.

***Key words**:*

Life losses; Dams failure; Emergency plan; Flood severity.

www.manaraa.com