

مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 9

1443 هـ . 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير

أ. د. ناصر سعد الدين

رئيس التحرير

أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث , وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
 3. أهداف البحث و أسئلته.
 4. فرضيات البحث و حدوده.
 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
 7. منهج البحث و إجراءاته.
 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
 9. نتائج البحث.
 10. مقترحات البحث إن وجدت.
 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
- أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
- ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
- ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
- ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر ، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى .
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة .
وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة, اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابية مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.
مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News ,
Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
42-11	فاطمة مردود د. معن سلامة د. عمار زقزوق	أنموذج شبكة عصبونية صناعية للتنبؤ بالتبخر الشهري من محطة سد الرستن
70- 43	د.م. حنان كامل درويش	تصميم وتطوير تطبيق نظام معلومات جغرافية مستقل <i>BVM_GIS</i> لكشف وإدارة مخالفات البناء
94-71	د.م. شعبان حديد	إعداد خطة طوارئ لاحتقال انهيار افتراضي لسد الأبرش
110-95	د. صفاء محمود الديب	الدراسة الهيدرولوجية لحوض السعن (بادية حماه)

أنموذج شبكة عصبونية صناعية للتنبؤ بالتبخّر

الشهري

من محطة سد الرستن

طالبة الدكتوراه: م. فاطمة مردود

كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

إشراف الدكتور: معن سلامة + د. عمار زقزوق

ملخص

يعتبر التبخّر مكوناً أساسياً في الدورة الهيدرولوجية، وهو يلعب دوراً مؤثراً في تطوير وإدارة الموارد المائية. الهدف من الدراسة إلى التنبؤ بالتبخّر الإنائي الشهري في محطة حمص المناخية باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية. وقد اعتمدت الدراسة من أجل ذلك على القيم الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية فقط كمدخلات، واعتمدت التبخّر الإنائي الشهري كمخرج للشبكة. استُخدمت خوارزمية الانتشار العكسي في عملية تدريب وتحقيق الشبكة مع تغيير طرائق التدريب وعدد الطبقات الخفية وعدد العصبونات في كل طبقة منها، وقد أظهرت النتائج القدرة الجيدة للشبكة العصبونية الصناعية ذات الهيكلية 1-12-2 على التنبؤ بقيم التبخّر الإنائي الشهري وبمعامل الارتباط الكلي (R) 96.4% وبجذر متوسط مربعات الأخطاء (RMSE) 34.52 mm/month لمجموعة البيانات الكلية، وقد أوصت الدراسة باستخدام تقنية الشبكات العصبونية الصناعية لتحديد العناصر الأكثر تأثيراً على التبخّر.

الكلمات المفتاحية: التبخّر الإنائي، الشبكات العصبونية الصناعية، خوارزمية الانتشار العكسي، التنبؤ.

Artificial Neural Network Model to Estimat Monthly Evaporation in AL- RASTAN Reservoir Station

ABSTRACT

Evaporation is a major meteorological component of the hydrologic cycle, and it plays an influential role in the development and management of water resources. The aim of this study is to predict of the monthly pan evaporation in Homs meteostation using Artificial Neural Networks (ANNs), which based on monthly air temperature and relative humidity data only as inputs, and monthly pan evaporation as output of the network.

The network was trained and verified using a back-propagation algorithm with different learning methods, number of processing elements in the hidden layer(s), and the number of hidden layers. Results shown good ability of

(2-12-1) ANN to predict of monthly pan evaporation with total correlation coefficient equals 96.4 % and root mean square error equals

34.52 mm/month for the total data set. This study recommends using the artificial neural networks approach to identify the most effective parameters to predict evaporation.

Keywords: Pan Evaporation, Artificial neural networks, Back-propagation algorithm, Prediction

مقدمة

تتسم الموارد المائية بأهمية متميزة قد تفوق باقي الموارد الاقتصادية الأخرى، حيث أنها تعدّ حجر الزاوية في تطوير النشاطات الزراعية والصناعية والاقتصادية المختلفة، وتمثل المعلومات الهيدرولوجية العامل الأساس لتقويم الوضع المائي ووضع دراسات الموازنة المائية التفصيلية في أية منطقة. يعتبر التبخر أحد أهم العوامل الهيدرولوجية، ويعرّف بأنه فقدان جزيئات الماء من السطح المائي إلى الغلاف الجوي [1]، وقد نالت دراسة هذا العامل اهتمام العديد من الباحثين بغرض إيجاد طريقة غير مباشرة لتقديره بالاعتماد على العوامل المناخية الأخرى المرتبطة به، فأجريت العديد من الدراسات لهذا الغرض.

حيث قام كل من (Keskin and Terzi (2006 بدراسة نماذج من الشبكات العصبونية الصناعية (ANN) واقتراحها كمنهج بديل لتقدير التبخر من بحيرة Eirdir . هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نماذج ANN لتقدير التبخر اليومي اعتماداً على بيانات الأرصاد الجوية ومقارنة نتائجها مع نتائج نموذج بنمان، بالإضافة إلى تقييم قدرة الشبكة العصبونية الصناعية على تقدير قيم التبخر بمقارنة نتائجها مع قيم حوض التبخر، وتضمنت بيانات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة قيم القياسات اليومية لكل من درجة حرارة الهواء والماء، وساعات سطوع الشمس، والإشعاع الشمسي، والضغط الجوي، والرطوبة النسبية وسرعة الرياح . وأظهرت النتائج أن نماذج الشبكة العصبونية الصناعية تعطي نتائج أكثر دقة من نموذج بنمان في تقدير التبخر من بحيرة Eirdir [13].

حيث قارن (Eslamian, S.S. et al. 2008) بين النوعين من نماذج الشبكات العصبونية الصناعية (FFNNs , SMVs) في تقدير التبخر الشهري في خمس محطات في إيران وذلك بالاعتماد على القيم الشهرية للرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح، بالإضافة إلى الهطول المطري، وكانت نتائج كل من الأسلوبين جيدة مع أفضلية لنماذج SVMs حيث بلغت قيمة معامل الارتباط 0.94 و0.936 في

نماذج FFNNs ونماذج SVMs على الترتيب، أما قيمة متوسط مربعات الأخطاء فقد بلغت 1265.22 و 40.98 في الأنموذجين على الترتيب أيضاً [8].

وأجرى (Boroomand. et al. 2011) دراسة لتقدير التبخر الإنائي الشهري باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية في إيران، حيث دُرِّبَت الشبكة باستخدام القيم الشهرية للإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة الصغرى والعظمى والرطوبة النسبية الصغرى والعظمى وسرعة الرياح، وكانت معاملات الارتباط خلال مرحلتي التدريب والاختبار 97.4% و 97.3% على الترتيب، وكان الخطأ النسبي الأعظمي في المرحلتين على الترتيب 18% و 24%، وقد تم الاستنتاج على أن أسلوب الشبكات العصبونية الصناعية هو أسلوب ملائم لتمثيل الظاهرة وقادر على تقدير قيمها بشكل دقيق [5].

أما (Kumar, P. et al 2012) فقد أجرى دراسة مشابهة لتقدير التبخر الإنائي الشهري في الهند باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية اعتماداً على قيم الرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح، واستنتج القدرة الجيدة لهذه النماذج في عملية التقدير، حيث بلغ معامل الارتباط 0.9311 خلال مرحلة التدريب و0.9863 خلال مرحلة الاختبار، أما قيمة جذر متوسط مربعات الأخطاء فقد بلغت 1.07 mm/day خلال مرحلة التدريب، 0.9326 mm/day خلال مرحلة الاختبار [12].

في حين قام (Singh, S.K. et al.2013) بدراسة لتقدير التبخر نتح اليومي في مجموعة من المحطات المناخية في الهند باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية، بالاعتماد على قيم درجات الحرارة الصغرى والعظمى، الرطوبة النسبية الصغرى والعظمى، الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح كمدخلات لمشبكات العصبونية، أما المخرجات فكانت قيم التبخر نتح اليومي المقيسة باستخدام الـليزيمتر، وقد أظهرت النتائج إمكانية استخدام نماذج الشبكات العصبونية الصناعية بمعامل ارتباط 0.9824 خلال مرحلة التدريب و 0.9448 خلال مرحلة الاختبار [16].

وقارن (Al-Aboodi, Ali.2014) بين نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيّفي ANFIS والانحدار الخطّي في تقدير التبخّر الإنائّي الشهري، ووجد أن نظام ANFIS يحسّن من الدقّة بحدود 5 % حيث بلغت قيمة جذر متوسط مربّعات الأخطاء RMSE في نموذجي ANFIS والانحدار الخطّي 63.596 mm/month و 64.42 mm/month على الترتيب، أما معامل الارتباط R فقد بلغ 0.987 و 0.938 في نموذجي ANFIS والانحدار الخطّي على الترتيب [4].

في حين قارن (Dalkilic, Y. et al.2014) بين نماذج الشبكات العصبونية الصناعية ومعادلة بنمان التجريبيّة في تقدير التبخّر الإنائّي اليومي، وأظهرت النتائج أفضليّة نماذج الشبكات العصبونية من النوع LMANN التي تعتمد على خوارزمية Levenberg-Marquardt في عمليّة التدريب حيث بلغت قيمة متوسط مربّعات الأخطاء لهذا النوع من الشبكات خلال مرحلة الاختبار 2.27 mm²/day [7].

كما قام عمار، حيدر، عليان (2014) بتشكيل أنموذج شبكة عصبونية صناعية لتقدير التبخّر الشهري في المنطقة السهلية من الساحل السوري اعتماداً على درجة الحرارة الجافة والرطوبة، حيث تبين أنه يمكن استخدام الشبكات العصبونية الصناعية متعددة الطبقات وذات الانتشار العكسي للخطأ في تقدير التبخّر نتح الشهري في المنطقة السهلية من - الساحل السوري بمتوسط خطأ يساوي إلى 0.00292 [3] أما (Pakhale, G.k. et al.2015) فقد قام بدراسة لتقدير التبخّر نتح المرجعي اليومي في حوض Ameleke في أثيوبيا باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية مستخدماً فيها الأداة MARS في تحديد الهيكلية وعدد العصبونات الأكثر ملاءمة لمشبكة العصبونية، وقارن النتائج مع طريقة بنمان مونتيتش، فتبيّن أن الشبكات العصبونية هي الطريقة الأفضل، ويمكن اعتمادها من أجل السيناريوهات المستقبلية [15].

يتبين من استعراض الدراسات السابقة الاهتمام الكبير في إيجاد نماذج قادرة على التنبؤ بقيم التبخر كونه يشكل أحد المكونات الأساسية للدورة الهيدرولوجية، ولما له من تأثير مهم على عملية الموازنة المائية، حيث وجد في هذه الدراسات:

- تفوق الشبكة العصبونية ال و تقانات الذكاء الصناعي Artificial Intelligence على الطرائق الرياضية والاحصائية الأخرى المعتمدة في تقدير التبخر.
- تطبيق تقانات الذكاء الصناعي مؤخراً في الدراسات الحديثة للتنبؤ بالتبخر حيث أعطت نتائج أدق بالمقارنة مع النماذج التجريبية.

أهمية البحث وأهدافه:

تبرز أهمية التقدير الدقيق للتبخر في تخطيط وتنمية الموارد المائية ولعلاقته بتصميم شبكات الري وإدارة النظم الهيدرولوجية والهيدروليكية والزراعة يهدف البحث إلى التنبؤ بالتبخر الشهري من محطة سد الرستن في محافظة حمص عن طريق وضع نموذج شبكة عصبونية صناعية بالاعتماد على القيم الوسطية الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية فقط، وبالتالي إمكانية إجراء دراسات الموازنة المائية التفصيلية ووضع الخطط المستقبلية في سبيل تنمية وإدارة الموارد المائية المتاحة في المنطقة والإفادة منها بالشكل الأمثل.

موقع منطقة البحث:

جُمعت البيانات من المحطة المناخية في سد الرستن في محافظة حمص التي تقع في المنطقة الوسطى من الجمهورية العربية السورية، على ارتفاع 300 متر عن مستوى سطح البحر، وعلى خط عرض (45 ' 34 °) شمالاً وخط طول (43 ' 36 °) شرقاً. ويبين الشكل (1) موقع المحطة المدروسة.



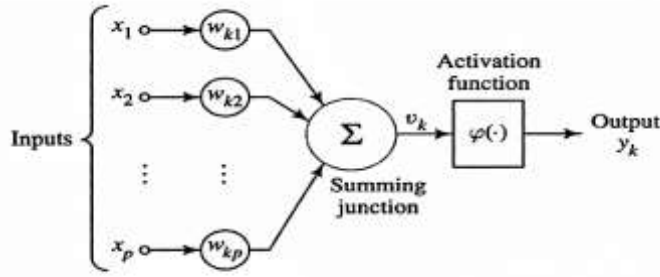
الشكل (1): موقع المحطة المدروسة

المواد وطرائق البحث:

الشبكات العصبونية الصناعية (Artificial Neural Networks) ANNs:

هي تقنيات حسابية مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، ومكونة من وحدات معالجة بسيطة هذه الوحدات عبارة عن عصبونات (Neurons) أو عُقد (Nodes)، والتي لها خاصية عصبونية، حيث أنها تقوم بتخزين المعرفة العلمية والمعلومات التجريبية لجعلها متاحة للاستخدام وذلك عن طريق ضبط الأوزان [14].

يوضح الشكل (2) آلية عمل عصبون صناعي ومكوناته الأساسية، حيث تقوم (ANN) بمعالجة البيانات على التوازي (Parallel) مما يوفر سرعة عالية في الأداء تمكنها من حل المشاكل المعقدة التي تضم فرضيات كثيرة ومعلومات متغيرة بشكل سريع وفعال.



الشكل (2): كيفية عمل العصبون الاصطناعي

هناك العديد من الشبكات العصبونية الصناعية المستخدمة في معالجة أنماط البيانات، وكل نوع من هذه الأنواع له خصوصية في البنية وآلية معالجة المعلومات من خلال عدد ونوع العقد في كل طبقة بالإضافة إلى نوع دوال التنشيط وآلية تعديل الأوزان، وقد تم اختيار الشبكة العصبونية أمامية التغذية ذات الانتشار العكسي للخطأ (Backpropagation Feedforward) التي اكتسبت الكثير من الاهتمام في مجال التنبؤ بالطقس [17].

1- المكونات الأساسية للشبكة العصبونية الصناعية:

تتألف الشبكات العصبونية من المكونات الأساسية الآتية أو بعضاً منها على الأقل [20]، وهذه المكونات هي: طبقة الدخل -طبقة الخرج- الطبقات الخفية-الوصلات البينية (الأوزان).

1. طبقة الدخل (Input Layer):

تتكون طبقة الدخل من مجموعة من الوحدات أو عناصر المعالجة (Nodes) التي تعمل على توزيع القيم المدخلة إليها من الوسط الخارجي إلى الطبقة الخفية التي تليها عبر الارتباطات والتي بناءً عليها ستكون النتائج.

2. طبقة الخرج (Output Layer):

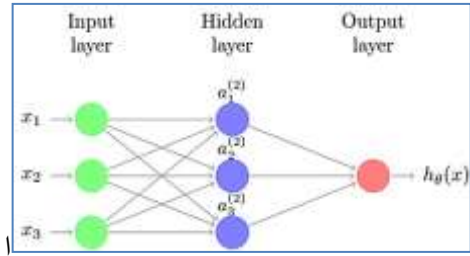
هي الطبقة الأخيرة التي تقع عند المخرج، حيث تقوم عناصر المعالجة فيها باستلام الإشارات من الطبقة الخفية السابقة لتعالجها حسابياً بشكل مشابه تماماً للطبقات الخفية، حيث يتم الحصول على النتائج النهائية، وهي تساهم مع الدخل في تكوين ذاكرة الشبكة.

3. الطبقات الخفية (Hidden Layers):

وهي مجموعة الطبقات البينية التي تقع بين طبقتي الدخل والخرج، وتكون مكونة من طبقة واحدة أو أكثر وذلك حسب حجم المشكلة وطبيعتها، وتعد العنصر الأساسي في حفظ واستعادة ذاكرة الشبكة، والأبحاث المتعلقة بالشبكات العصبونية تشير إلى عدم وجود أسلوب قياسي في تحديد عدد الطبقات الخفية أو عدد العصبونات في كل منها، وعادةً يتم بالتجريب حتى الوصول إلى الأداء الأفضل [18].

4. الوصلات البينية (الأوزان) (Weights):

هي عبارة عن وصلات اتصال بين الطبقات المختلفة تقوم بربط الطبقات مع بعضها أو الوحدات داخل كل طبقة مع الوحدات الأخرى عبر الأوزان التي تكون مصاحبة أو مرافقة مع كل وصلة بينية، ومهمة هذه الوصلات نقل البيانات أو الإشارات الموزونة بين وحدات المعالجة أو الطبقات، الشكل (2) يوضح المكونات الأساسية لشبكة عصبونية صناعية.



الشكل (3): نموذج معماري لشبكة عصبونية صناعية.

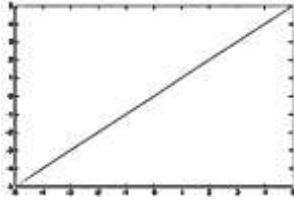
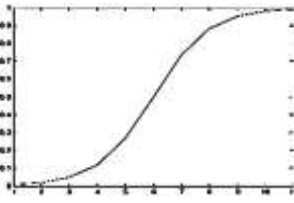
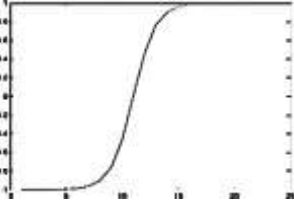
يعتبر تعيين القيم الابتدائية للأوزان (Initializing weights) عملية بالغة الأهمية، فالتخمين الأولي الأقرب إلى القيم المثلى للأوزان يساعد على تعميم أسرع للشبكة؛ مع هذا لا توجد طريقة معينة للقيام بتخمين أولي جيد للأوزان، لذا فإنها تعتمد على تعيين قيم ابتدائية عشوائية بشكل آلي [10].

2-3-2-2 توابع التحويل (Transfer Function):

إن تابع التحويل يطبق على خرج العصبون، ويجب أن يمتلك الخواص التالية: أن يكون تابعاً مستمراً؛ أن يكون قابلاً للاشتقاق ومشتقه سهل الحساب؛ أن يكون انسيابياً غير متناقصاً [19].

ويوضح الجدول (1) أهم توابع التحويل (Transfer Function) أو توابع التنشيط (Activation Function) المتوفرة في برنامج (Matlab).

الجدول (1): دوال التحويل ضمن بيئة برنامج (Matlab)

اسم التابع	الرسم البياني	الصيغة الرياضية
التابع الخطي Linear (Purelin): يعطي خرجاً يحمل نفس قيمة الدخل المقدم إليه.		$F(net) = net$
تابع السيغمويد المنطقي Sigmoid Logistic (logsig) يعطي خرجاً ثنائياً [0, 1].		$F(net) = \frac{1}{1 + e^{(-net)}}$
تابع السيغمويد ثنائي القطبية أو تتابع الظل القطعي Tangent Sigmoid (tansig): يعطي		$F(net) = \frac{2}{1 + e^{-2*net}} - 1$

خرجاً ثنائي القطبية [-1,+1].		
------------------------------	--	--

تقييس البيانات

يتم بعد تجميع البيانات تحويل جميع القيم إلى قيم بين ال 0 وال 1 وذلك قبل إدخالها إلى الشبكة من خلال عملية التقييس التي يمكن إجراؤها بعدة طرق، وفي هذه الدراسة تم اعتماد المعادلة الآتية في عملية التقييس [11] :

$$P_{norm} = 0.5 \left[\frac{P - P_{mean}}{P_{max} - P_{min}} \right] + 0.5 \quad (1)$$

حيث:

P : القيمة الأصلية P_{mean} : متوسط القيم P_{max} أعلى قيمة P_{min} أدنى قيمة P_{norm} القيمة بعد التقييس

تستخدم هذه القيم خلال مراحل بناء الشبكة العصبونية الاصطناعية، ثم تُعاد القيم التي تنتج بعد إجراء عملية المحاكاة Simulation إلى حالتها الأصلية قبل التقييس .

طريقة معادلة ايفانوف:

وتستخدم معادلة ايفانوف في حساب التبخر من السطوح المائية الحرة بالاعتماد على القيم الوسطية الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وفق ما يلي [9]:

$$E = 0.0018. (T + 25)^2 (100 - RH) \quad (2)$$

حيث أن:

T: القيمة الوسطية الشهرية لدرجة حرارة الهواء .

RH : الرطوبة النسبية % .

E: التبخر في الشهر mm.

معايير التقييم

يوجد العديد من المعايير لمقارنة بين الشبكات العصبونية وتحديد الشبكة ذات الدقة الأفضل، وفي هذه الدراسة تم اعتماد قيم جذر متوسط مربعات الأخطاء RMSE ومعامل الارتباط R والتي تعطى بالعلاقات كما يلي [4]:

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{N} \right]^{0.5} \quad (3)$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}) \cdot (O_i - \bar{O})}{\left[\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \cdot \sum_{i=2}^n (O_i - \bar{O})^2 \right]^{0.5}} \quad (4)$$

حيث أن:

P_i : القيمة المتنبأ بها. \bar{P} : المتوسط الحسابي لمقيم المتنبأ بها. N: عدد البيانات
 O_i : القيمة المقيسة. \bar{O} : المتوسط الحسابي للقيم المقيسة.

النتائج والمناقشة:

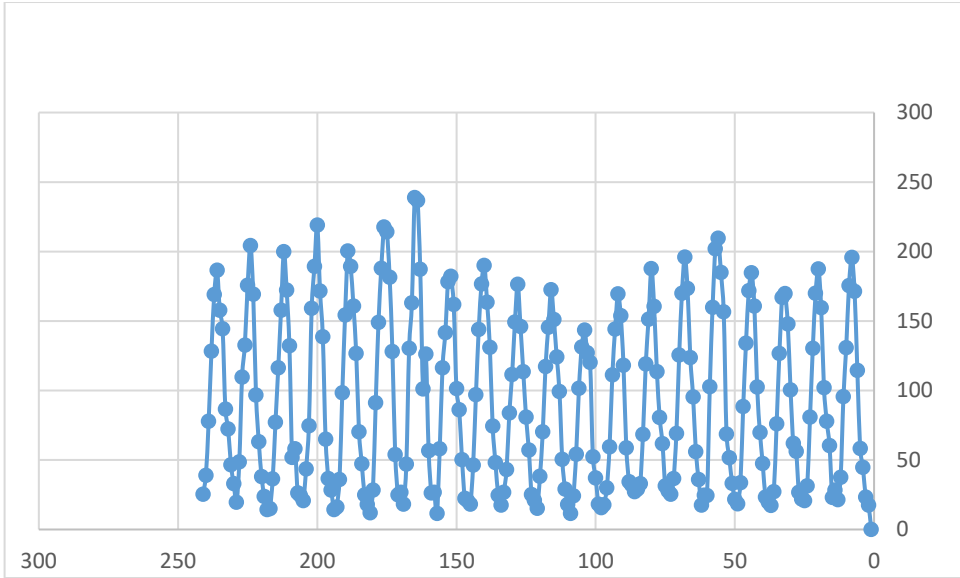
جمعت البيانات المتوفرة في محطة سد الرستن المناخية موضوع البحث في الفترة الممتدة بين عامي (1980-1999) ثم قُيِّست باستخدام المعادلة (1) وأدخلت إلى الشبكة العصبونية الصناعية المكوّنة من عصبونين في طبقة الدخل لمشبكة ممثّلين لمقيم الوسطية الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية، يقابلها عصبون واحد في طبقة الخرج ممثل لقيمة التبخر الشهري، وتضمنت هذه البيانات 240 قيمة شهرية تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات للتدريب والتحقق والاختبار وفق عدة نسب من خلال مجموعة من التجارب، وتبين أنّ التقسيم الأفضل والذي يعطي النتائج الأكثر دقة هو: 70% لمجموعة التدريب و 20% لمجموعة التحقق و 10% لمجموعة الاختبار وذلك لتقارب المؤشرات الإحصائية (المتوسط الحسابي والانحراف المعياري) بين المجموعات الثلاث بالاعتماد على نسب التقسيم هذه،

وبالتالي تضمّنت مجموعة التدريب على 168 قيمة شهرية وعلى 48 قيمة في مجموعة التحقق 24 قيمة لمجموعة الاختبار .

استخدمت في هذه الدراسة، خوارزمية الانتشار العكسي (BP) من النوع LM (Levenberg-Marquardt) في تدريب الشبكات العصبونية ذات التغذية الأمامية (Feedforward)، حيث تعد خوارزمية LM من التقنيات المثالية التي عادة ما تكون أسرع وأكثر موثوقية من خوارزميات الانتشار العكسي الأخرى ويحتوي الجدول (1) على بعض المؤشرات الإحصائية للعوامل المناخية المستخدمة ، ويبين الشكل (4) قيم التبخّر الشهري في كلّ مجموعة من المجموعات.

الجدول (2) : بعض المؤشرات الإحصائية لعوامل المناخية المستخدمة

	الرطوبة النسبية %	درجات الحرارة °C	التبخّر mm/month
المتوسط الحسابي	60.2	17.9	91.99
الانحراف المعياري	11.1	7.61	62.27
أكبر قيمة max	238.9	96.1	30.7
أصغر قيمة min	11.6	43.1	4.1



الشكل: (4) بيانات التَّبَحْر الشهري المستخدمة في الدراسة

استُخدم برنامج MATLAB وحزم الأدوات الملحقة به في عملية بناء الشبكات العصبونية وتدريبها، حيث أُجري عدد كبير جداً من التجارب على شبكات عصبونية ذات بُنى مختلفة من خلال التغيير في عدد العصبونات في الطبقة الخفية وتوابع التفعيل المستخدمة في كل من الطبقة الخفية وطبقة الخرج لمشبكة، وكذلك من خلال التغيير في الخوارزميات المستخدمة في تدريب الشبكة، حيث تُرَبِّت كل شبكة من هذه الشبكات 1000 مرة ثم حسبت قيمة جذر متوسط مربعات الأخطاء RMSE ومعامل الارتباط R لكل مجموعة من المجموعات .

بيّنت النتائج أن توابع التفعيل ذات الدالة القطعية Sigmoid Function هي الأفضل وتناسب طريقة التقييس المستخدمة، وأن خوارزمية التدريب (LM) Levenberg–Marquardt تساعد في الوصول إلى أقل قيمة لجذر متوسط مربعات الأخطاء RMSE

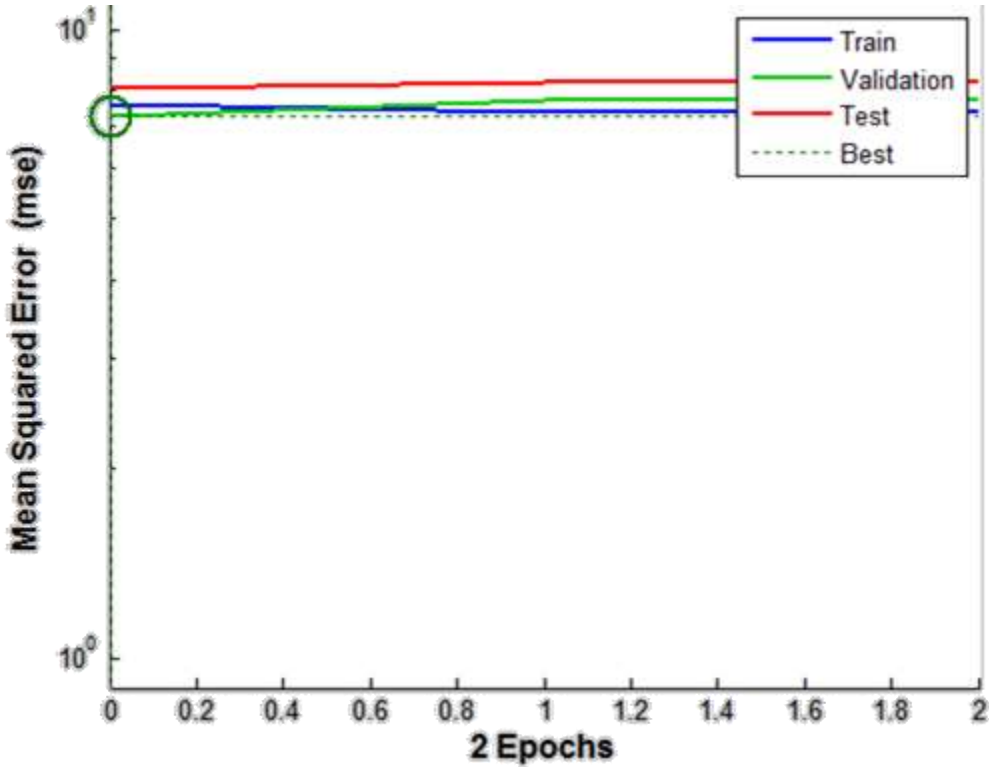
نلاحظ أن الشبكة العصبونية الصناعية التي تحتوي على اثنا عشر عصبون في الطبقة الخفية
ANN(2,12,1)

التي تعتمد على تابع التفعيل Tan Sigmoid هي الأفضل، حيث كانت قيم جذر متوسط
مربعات الأخطاء RMSE

الكلية خلال المراحل الثلاث 34.52mm/month

ويظهر الشكل (5) أداء هذه الشبكة والتناقص في قيمة متوسط مربع الخطأ خلال مرحلة

تدريب الشبكة Train



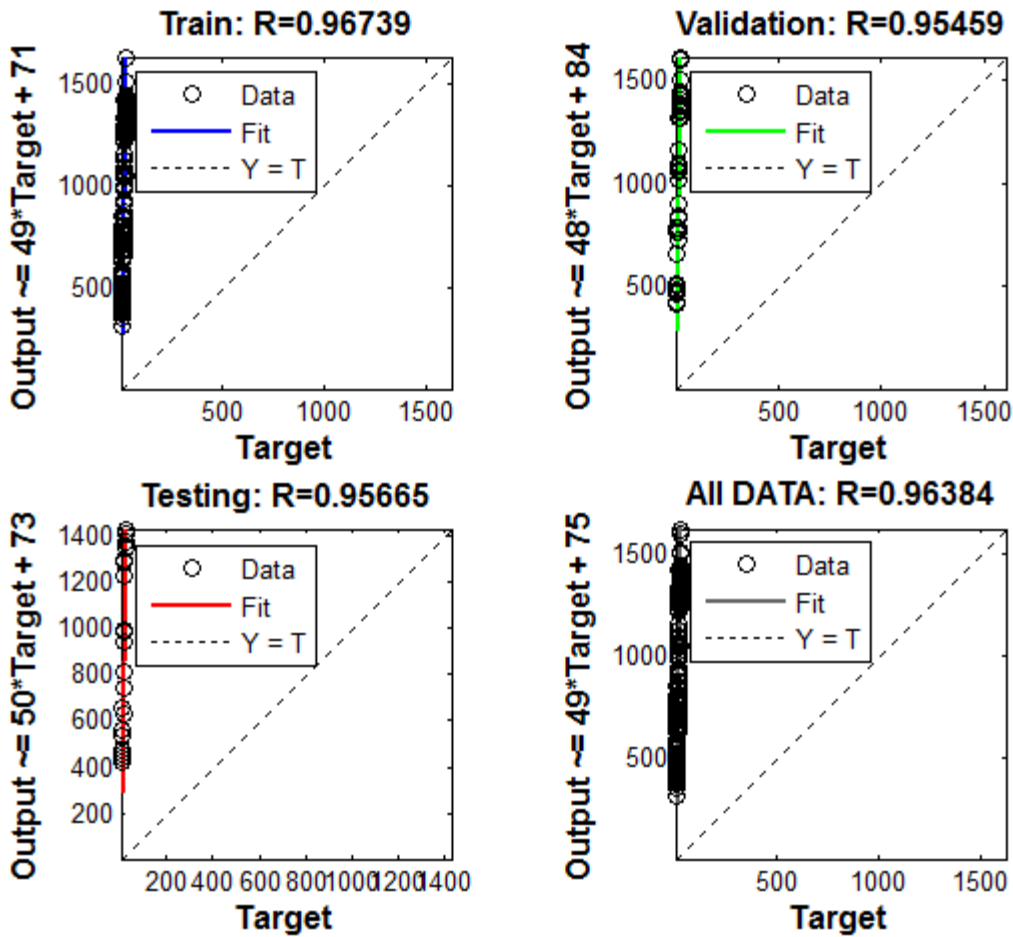
الشكل (5): أداء الشبكة (2,12,1) خلال مراحل التدريب والتحقق والاختبار

وبالإضافة إلى ذلك فقد أعطت الشبكة العصبونية الصناعية ذات الهيكلية (2-12-1) قيمة عالية
لمعامل

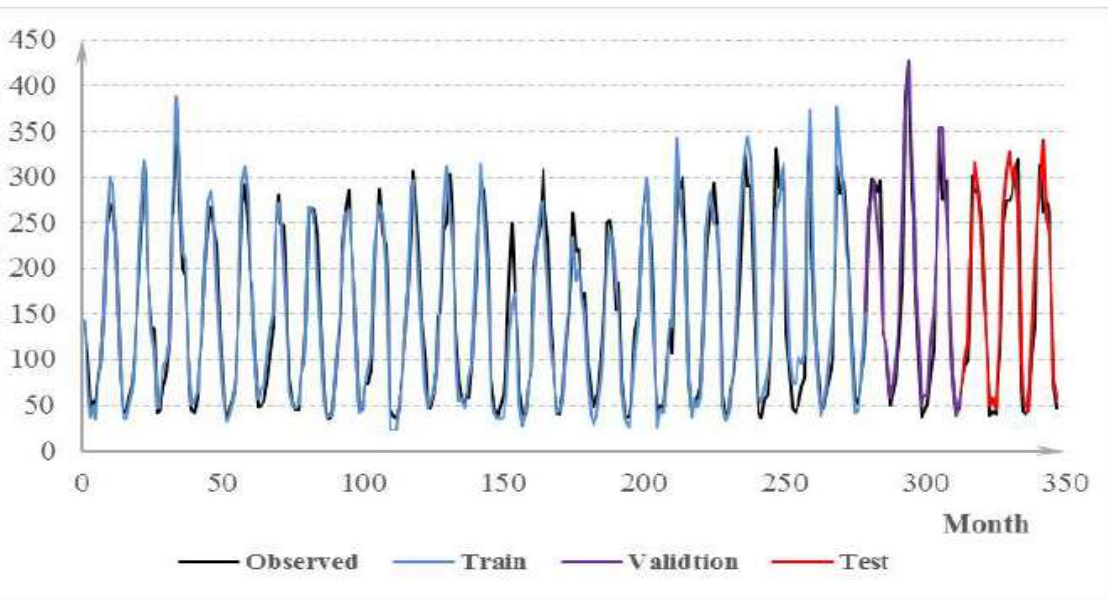
الارتباط بين القيم المقاسة والقيم الناتجة عن الشبكة، حيث كانت خلال مراحل التدريب والتحقق
والاختبار على الترتيب: 96.7%, 95.4%, 95.6%, أما قيمة الارتباط الكلية فقد بلغت

96.4% وذلك كما هو موضح في الشكل (6). في حين يظهر الشكل (7) مقارنة بين القيم الحقيقية والقيم المنتبأ بها الناتجة عن الشبكة خلال المراحل المختلفة من عملية بناء الشبكة.

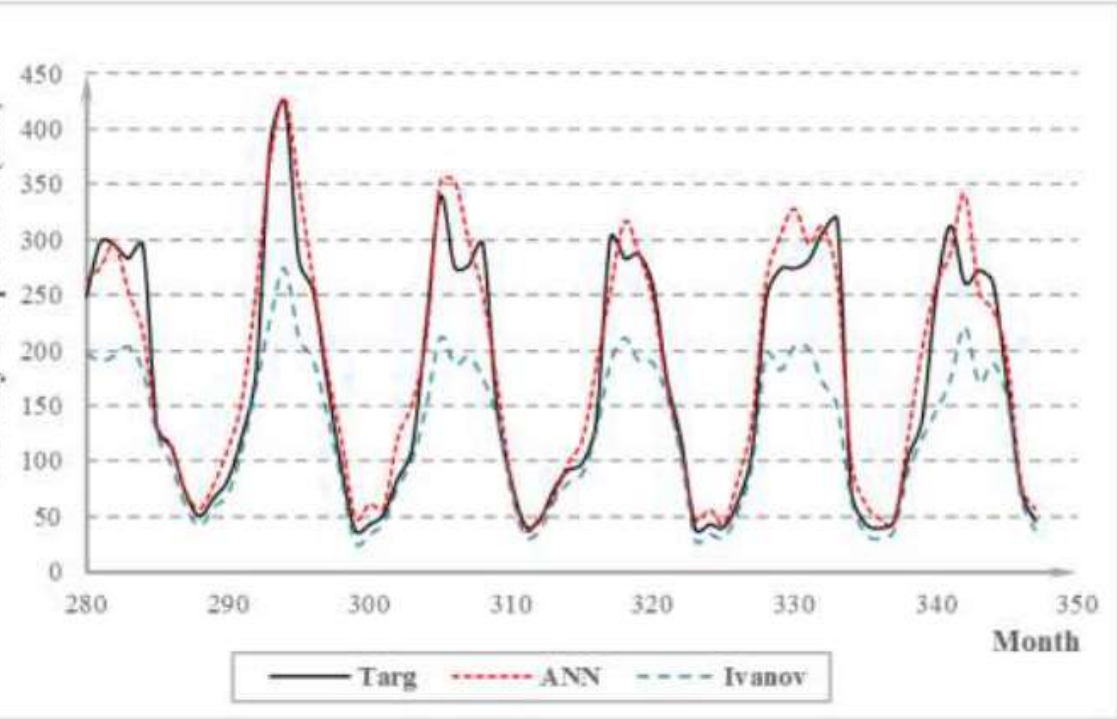
ومن جهة أخرى حُسبت بغرض المقارنة قيم التبخر الإنائى الشهري باستخدام معادلة ايفانوف التي تعتمد على القيم ذاتها المستخدمة كمدخلات للشبكة العصبونية الصناعية، أي القيم الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، فأظهرت النتائج ضعفاً في تمثيل قيم الظاهرة، حيث بلغت قيمة جذر متوسط مربعات الأخطاء RMSE على كامل مجموعة البيانات 62.3 mm/month، ومعامل الارتباط الكلي 95.4 % ، ومثلت نتائج المقارنة مع نتائج الشبكة العصبونية الصناعية في الشكل (8) ، وذلك على قيم فترتي التحقق والاختبار لمشبكة العصبونية الاصطناعية، أي على قيم لم تستخدم في عملية تدريب الشبكة.



الشكل (6): الارتباط بين القيم المقيسة والمنتبأ بها.



الشكل (7): مقارنة بين قيم التَّبَحْر الحقيقية والقيم الناتج عن الشبكة خلال مراحل التدريب والتحقّق والاختبار



الشكل (8): مقارنة بين القيم الحقيقية للتبخّر الشهري والقيم الناتجة عن الشبكة العصبونية الصناعية

والقيم الناتجة عن (معادلة ايفانوف) خلال مرحلتي التحقّق والاختبار فقط.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- أثبتت ال شبكة العصبونية الاصطناعية ذات الهيكلية 1-12-2 وبمعامل الارتباط الكلي 96.4% ويجذر متوسط مربعات الأخطاء 34.52 mm/month لمجموعة البيانات الكلية، قدرتها على التنبؤ بالتبخّر الشهري في محطة الرستن المناخية.
- 2- بينت المقارنة بين طريقتي الشبكات العصبونية الصناعية ومعادلة ايفانوف أن الشبكات العصبونية هي الأفضل في عملية التقدير والتنبؤ بقيم التبخر الشهري، حيث بلغ جذر متوسط مربعات الأخطاء لمجموعة البيانات الكاملة 34.52 و 62.3 mm/month في طريقتي الشبكة العصبونية الصناعية ومعادلة ايفانوف على الترتيب،

- في حين بلغ معامل الارتباط الكلي 96.4% و 95.4% في الشبكة العصبونية الصناعية ومعادلة ايفانوف على الترتيب.
- 3- أظهرت النتائج الموثوقة العالية لمشبكات العصبونية الصناعية في عملية التقدير والتنبؤ بالتبخر الشهري بالاعتماد على قيم درجة الحرارة والرطوبة النسبية فقط.
- 4- يوصى بإجراء دراسة تحليل حساسية قيم التبخر للعوامل المناخية باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية، وتحديد أكثر العناصر تأثيراً على قيمة التبخر لمحمول على أكبر دقة ممكنة في عملية التنبؤ.

المراجع:

- 1- بكر، ذر انتصار. *إستخدام نموذج (ARIMA) في استكمال السمسمة الزمنية لقيم التبخر في مدينة بغداد*. مجلة جامعة ديالى، العدد 10، 2014.
- 2 - رشد، صفوان ناظم؛ رشيد، خيرى بدل؛ زكي، عزة حازم. *مقارنة بين اسلوبي الشبكات العصبونية الاصطناعية والمربعات الصغرى للنماذج الخطية وغير الخطية مع التطبيق*. المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (21). 2012، 246 - 265.
- 3- عمار، غطفان؛ حيدر، باديه؛ عليان، ميس. *تقدير التبخّر من سطح الماء في المنطقة السهلية من الساحل السوري باستخدام الشبّكة العصبونية الصناعيّة المؤتمر الدولي الأول للهندسة المدنية جامعة تشرين 4-6 آب 2014*.

4-AL-ABOODI, A.H. *Evaporation Estimation Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Linear Regression*. Eng. &Tech. Journal, Vol. 32, Part (A), No.10, 2014.

5-BOROOMAND-NASAB, B; JOORABIAN, M. *Estimating Monthly Evaporation Using Artificial Neural Networks*. Journal of Environmental Science and Engineering, 5, 2011, 88-91.

6- BASHEER, I, A ; HAJMEER, M . *Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application*. Journal of Microbiological Methods 43, 2000, 3-31.

7-DALKILIC, Y; OKKAN, U; BAYKAN, N. *Comparison of Different Approaches in Daily Pan Evaporation Prediction*. Journal of Water Resource and Protection, 6, 2014, 319-326.

- 8-ESLAMIAN, S. S; GOHARI, S. A; BIABANKI, M; MALEKIAN, R;
Estimation of Monthly Pan Evaporation Using Artificial Neural Networks and Support Vector Machines. Journal of Applied Sciences 8 ,19, 2008, 3497-3502.
- 9- FILIMONOVA, M; TRUBETSKOVA, M. *Calculation of evaporation from the Caspian Sea surface.* International Symposium on Stochastic Hydraulics, 2005.
- 10- JAIN, S. K; SINGH, V. P 2003- Applications of artificial neural networks to water resources. Water and Environment International Conference (WE-2003), Bhopal, India.
- 11- KUMAR, M; RAGHUWANSHI, N. S; SINGH, R; WALLENDER, W. W;
PRUITT, W. O. *Estimating Evapotranspiration using Artificial Neural Network.* Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2002.
- 12-KUMAR, P; TIWARI, A. K. *Evaporation Estimation Using Artificial Neural Network.* International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 4, No. 1, 2012.
- 13-KESKIN, K.P. TERZI, O. *Artificial Neural Network Models of Daily Pan Evaporation.* J. Hydrologic Engrg. 11(1), 2006, 65-70.
- 14- MAKRIDAKIS, S; WHEELWRIGHT, S. C; HYNOMAN, R. J
1998- **Forecasting Methods and Application.** New York: John Wiley & Sons
- 15-PAKHALE, G. K; NALE, J. P; TEMESGEN, W. B; MULUNEH, W. D.
Modelling Reference Evapotranspiration Using Artificial Neural Network: A Case Study of

Ameleke watershed, Ethiopia. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 5, Issue 4, 2015.

16-SINGH, S.K; LAI, C; SHARMA, D.K; MATHUR, S; SHAGI, N.C; CHAND, K. *Comparison of measured and predicted Evapotranspiration using Artificial Neural Network model*. Journal of Academia and Industrial Research. Vol. 1, No 12, 2013, 816-819.

17- VANRULLEN, R. *The power of the feed-forward sweep*. *Advances in Cognitive Psychology*, vol. 3, no. 1-2, 2007, 167-176.

18- WILMOT, C.G; MEI, B 2005- *Neural Network Modeling of Highway Construction Costs*. Journal of Construction Engineering and Management ASCE.

19- ZUPAN, J 1994- *Introduction to Artificial Neural Network (ANN) Methods*. Department of Chemistry, University Rovira Virgili, Tarragona, Spain.

20- ZURADA, J. M 1992. *Introduction to Artificial Neural Systems*. West Publishing Company, U.S.A.

تصميم وتطوير تطبيق نظام معلومات جغرافية

مستقل BVM_GIS لكشف وإدارة

مخالفات البناء

د.م. حنان كامل درويش*

الملخص

تعد مخالفات البناء من التحديات الأساسية التي تواجه البلدان النامية والتي تحتاج إلى تقنيات وأدوات ذكية لكشفها بسهولة وبتكلفة منخفضة وبالتالي إدارتها ومعالجتها بأفضل الوسائل. يرتكز البحث المقدم على استخدام تكنولوجيا المعلومات من خلال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والصور عالية الدقة المكانية للمساعدة في التخطيط الحضري في البلدان النامية وكشف مخالفات البناء وإدارتها.

تستند آلية العمل المقترحة في هذا البحث على تطوير تطبيق (GIS) مرتكز على قاعدة بيانات رقمية كاملة لمنطقة الدراسة بهدف تحديد مخالفات المباني وطباعة الخرائط والتقارير الخاصة بها.

تم تسمية التطبيق المطور: نظام المعلومات الجغرافية لإدارة مخالفات المباني (BVM_GIS) (Buildings Violation Management_GIS)، ويشكل نظام مطور خصيصاً للمراقبة الحضرية والسيطرة على ظاهرة البناء العشوائي غير المرخص.

يسمح التطبيق بكشف المخالفات عن طريق البحث حسب اسم المنطقة الإدارية، اسم الحي أو عن طريق إحداثيات محددة، ويمكن كشفها أيضاً من خلال المقارنة البصرية وخرائط كشف التغيرات. كما يحتوي على كامل أدوات التصفح والاستعلام التي توفرها برامج نظم المعلومات الجغرافية. ويتميز عنها بسهولة البحث والتقارير المعدة خصيصاً لموضوع إدارة المخالفات وبسهولة استخدامه من قبل المستخدمين العاديين وغير الاختصاصيين، بالإضافة إلى الوثوقية من خلال الحماية التي يقدمها لمنع تعديل تقارير المخالفات.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، تطوير تطبيقات GIS، إدارة مخالفات البناء.

* أستاذ مساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية.

* Associate Professor, Department of Topographical Engineering, Faculty of Civil Engineering, AlBaath University, Homs, Syria.

Design and Development of a Standalone Application of Geographic Information System (BVM_GIS) for detecting and managing Building Violations

Dr.Eng.Hanan DARWISHE*

Abstract

Building violations are among the main challenges facing developing countries, which need smart technologies and tools to detect them easily and at low cost and thus manage and treat them in the best ways. The presented research is based on the use of information technology through GIS and high resolution imagery to aid urban planning in developing countries and to detect and manage building violations.

The suggested methodology in this research is built on the development of a standalone GIS application based on a digital database for the study area to identify violations and print maps and their reports.

The developed application is named (BVM_GIS) (Building Violation Management GIS) as a specially developed system for urban monitoring and controlling the phenomenon of random construction.

The application allows detecting violations using search by the name of the administrative region, the name of the district or by specific coordinates, and it can also detect through visual comparison and change detection maps. It contains full browsing and query tools provided by GIS programs. The application is characterized by the easy search and prepared reports for managing violations, and it is easy to use by ordinary and non-specialist users. In addition to the reliability through the protection that it provides to prevent modifying violation reports.

Key Words: GIS, GIS Application development, Buildings violation management.

1 مقدمة

تواجه المدن في البلدان النامية مجموعة من التحديات الصعبة والتي غالباً ماتكون غير مؤهلة للتعامل معها. تتمثل التحديات الأساسية في النمو الحضري غير الرسمي والافتقار إلى الامتثال لتصاريح البناء والقيام بالمخالفات. تستدعي هذه المشكلة البحث عن أدوات ومقاربات جديدة ومبتكرة تسمح بالاستجابة الفعالة للمخططين الحضريين لمواجهة التحديات القائمة.

تعتمد الأساليب التقليدية في كشف المخالفات على جمع البيانات على أساس المسوحات الميدانية، وهي عملية متعبة ومكلفة ولا تسمح بكشف كامل المخالفات، بالإضافة إلى اعتمادها على التقارير الورقية، مما يسمح بعملية التعديل بالمخالفات ولا يضمن توثيق كافة المخالفات في مكان واحد، ويشكل عبء على أصحاب القرار بعدم تمكينهم من الاطلاع على كافة البيانات وأخذ القرارات المناسبة أو القيام بعملية التخطيط الحضري على أسس سليمة. تقدم أدوات تكنولوجيا المعلومات من خلال التقنيات الجيومكانية كنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد حلول ذكية لإدارة هكذا نوع من المشاكل المكانية.

يعتبر نظام المعلومات الجغرافية (GIS) علم قائم بحد ذاته يعتمد على أداة تكنولوجية تهدف إلى فهم الجغرافيا وتمثيل العالم الحقيقي ضمن جهاز الحاسب وبالتالي محاكاة كافة الظواهر الموجودة على سطح الكرة الأرضية، مما يسمح باتخاذ قرارات ذكية متعلقة بهذه الظواهر [1]. تم استخدام هذه التكنولوجيا من قبل عدد كبير من الباحثين وتراوحت تطبيقاتها بين التخطيط والإدارة الحضريين، من التخطيط الرئيسي إلى مراقبة المباني وتخطيط المرور والنقل وتطوير البنية التحتية.

قام [2] بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في كشف مخالفات البناء في نيجيريا وبينت النتائج أنه يمكن كشف وإثبات المخالفات والانتهاكات من قبل مكتب التخطيط بدقة معقولة دون الحاجة لنشر عدد ضخم من الموظفين لكشفها ميدانياً.

كما تم تطوير نظام للرصد التلقائي الدوري والكشف عن مباني جديدة بمساحات كبيرة في اليونان، مع السيطرة الميدانية على مواقع محددة والكشف الفوري عن الأبنية غير الرسمية حتى قبل اكتمالها، يستند الإجراء المقترح على استخدام الصور المجسمة عالية الدقة وتطبيق تلقائي للكشف عن التغييرات، وذلك عن طريق الحساب والمقارنة بين نماذج الأسطح الرقمية (DSM) في توقيتين مختلفين وتقنيات استخراج المباني [3].

في [4] تم اقتراح منهجية قائمة على نظم المعلومات الجغرافية لتحديد إمكانات النمو المستقبلية في منطقة إسلام آباد في باكستان، تم استخدام بيانات السكان وصور الأقمار الصناعية من النوع SPOT، وتم استخدام تحليل التراكم الموزون لاستخراج إمكانات النمو المستقبلي النسبية في المنطقة، وفرت المنهجية المعتمدة في بحثهم معلومات مفيدة عن المناطق التي من المرجح أن تصبح حضرية في المستقبل مقارنة بالمناطق الأخرى، وتبين أنها تمثل حلاً فعالاً من حيث التكلفة لصانعي السياسات للمساعدة في التخطيط المستقبلي لاستخدام الأراضي ومراقبة البناء.

في سورية، صدر "قانون مخالفات البناء" الأخير بالمرسوم التشريعي رقم (40) تاريخ 20 أيار 2012 لحد من البناء العشوائي والمخالف لنظام ضابطة البناء. كما صدر مجموعة من القوانين الأخرى التي تحدد وتصف الأبنية داخل المدن والبلدات والقرى من حيث ارتفاعها ومساحتها ومواصفاتها الهندسية اللازمة، ومدى متانتها وملاءمتها للشكل العام، وبطريقة تتوافق مع طاقات البنى التحتية مثل الطرق والصرف الصحي والكهرباء والماء والهاتف، وإمكانية استيعاب المركبات والقيام بواجب النظافة بالشكل اللائق. وقد عرّف المشرع السوري في المادة (1) من المرسوم التشريعي رقم (40) البناء المخالف بأنه، "البناء الذي يشاد من دون ترخيص، أو أعمال البناء المخالفة للترخيص الممنوح".

من هنا وجدنا ضرورة استثمار الإمكانيات الكبيرة لنظم المعلومات الجغرافية للمساعدة في تطبيق القانون وكشف مخالفات المباني بطريقة سهلة وسريعة وموثوقة.

2 هدف البحث وأهميته

يهدف البحث إلى تقديم برنامج حاسوبي معتمد على تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد عالية الدقة المكانية لكشف وإدارة مخالفات المباني. يتم تحميل البرنامج على الحاسب وتقوم الجهات المسؤولة باستخدامه والاستفادة منه في كشف مخالفات البناء بسرعة وكفاءة، مما يسهل العمل ويوفر الوقت والجهد. كما يقدم تمثيل حقيقي للوضع الحالي والسابق من خلال خرائط زمنية، ويسمح بطباعة تقارير خاصة تحتوي على بيانات المبنى المخالف مع خريطة تحدد موقعه والموقع العام، مما يسمح بإدارة هذه المخالفات وضبطها.

تكمن الأهمية الخاصة للبحث في توفير أدوات ذات كفاءة عالية وموثوقة للمساهمة في عملية التطوير الحضري والتخطيط والتقليل من التجاوزات المحتملة في مجال إدارة المخالفات من خلال حصر العمل بمنصة واحدة مع ضوابط صارمة يقدمها البرنامج تمنع أي تعديل بالمخالفات.

يمكن تطبيق المنهجية المتبعة في البحث والاستفادة منها لبناء نظام دعم قرار ذكي قادر على إدارة عملية النمو العشوائي وضبطها في كامل الجمهورية العربية السورية أو حتى في أي بلد من البلدان النامية.

3 مواد وطرائق البحث

3.1 البرامج والأدوات المستخدمة

- برنامج (ArcGIS) :

تم الاعتماد بشكل أساسي في هذا البحث على برنامج ArcGIS المكتبي والمطور من قبل معهد بحوث النظم البيئية (ESRI) [5]، وهو عبارة عن برنامج متكامل من برمجيات أنظمة المعلومات الجغرافية. يتكون (ArcGIS) المكتبي من أربعة تطبيقات متكاملة: ArcMap، ArcCatalog، ArcGlobe، و ArcScene. في هذا البحث تم العمل على ArcCatalog لإنشاء قاعدة البيانات المكانية، وعلى ArcMap لإظهار البيانات المكانية وتعديلها ومعالجتها وعلى كائنات مكتبة الـ Arcobjects لتطوير الواجهات الخاصة بالتطبيق المستقل BVM_GIS لإدارة المخالفات.

- كائنات مكتبة الـ (Arcobjects)

يزود برنامج ArcGIS المنتج من قبل ESRI المستخدمين بمجموعة من مكونات الـ COM (Component Object Model) والتي تدعى ArcObjects، وعن طريق هذه المكونات يمكن برمجة أنظمة المعلومات الجغرافية. وتأتي أهمية تقنية الـ COM من اختصار الوقت والجهد اللازمين في البرمجة، حيث يمكن كتابة قطعة من التعليمات البرمجية مرة واحدة وإعادة استخدامها مراراً وتكراراً باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات التطوير، بالإضافة إلى

إمكانية استخدام كائنات الـ COM المكتوبة باللغات المختلفة مع أي لغة برمجة نريدها [6]
[7].

ويمكن تعريف الـ ArcObjects على أنها مجموعة من المنصات المستقلة، ونماذج البيانات الجغرافية المعتمدة على البرمجة كائنية التوجه والمكتوبة بالأساس بلغة C++. تقدم الـ ArcObjects خدمات لدعم وبناء حلول لأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، كما أنها تمثل الأساس في بناء كافة تطبيقات برنامج الـ ArcGIS، وقد تم تطويرها تدريجياً لتناسب مع متطلبات مطوري أنظمة المعلومات الجغرافية ومستخدميه [8].

- برنامج (Visual Studio)

الفيجول ستوديو هو بيئة تطوير متكاملة مقدمة من قبل مايكروسوفت تتيح برمجة التطبيقات المختلفة (برمجة واجهة المستخدم الرسومية، البرامج النصية، بالإضافة لمواقع وتطبيقات وخدمات الويب)، وذلك بالاعتماد على حزمة برمجية تتضمن مجموعة من لغات البرمجة الكائنية التوجه مثل Visual Basic .NET و C#.

(.NET) هي تقنية لمايكروسوفت التي من شأنها إعادة استخدام تقنية COM، مع مساعدة ما يسمى تكنولوجيا التشغيل المتداخل. في هذه الحالة سوف يتم نقل كائنات COM إلى فئات .NET.. للعمل مع ArcObjects في بيئة التطوير المتمثلة بالفيجول ستوديو، وبعد تثبيته مع برنامج الـ ArcGIS يتم توليد مجموعة من مجمعات .NET. الأولوية ذات التشغيل المتداخل والمسماة PIAs (primary interop assemblies) ومكتبات كائنات الـ COM، لإدارة التفاعل COM-.NET.

3.2 تطوير تطبيقات نظم معلومات جغرافية

عندما لا تفي برامج نظم المعلومات الجغرافية بحل مشكلة مكانية معينة أو عندما يقترح العميل مشروع سطح مكتب GIS جديد، يوجد خياران برمجيان على الأقل لتطوير برنامج قائم على GIS: إما بناء تطبيق GIS مستقل، أو تطوير ما يسمى امتداد أو مكون إضافي

(plugin, extension). كل نهج له خاصيته، تحدياته وفوائده لكل من المطور والمستخدم النهائي أو العميل [9].

يُعرف الامتداد على أنه برنامج كمبيوتر يتفاعل مع ملف تطبيق مضيف لتعزيز القدرة على نوع معين من التحليل. بمعنى آخر، هو توسيع قدرات التطبيق المضيف ويجب أن يكون التطبيق قيد التشغيل حتى يتم تشغيل الامتداد.

يمكن تعريف تطبيق سطح مكتب GIS مستقل على أنه ملف تطبيق برمجي يستخدم واجهة برمجة تطبيقات GIS لاكتساب وظائف GIS، لكنها تعمل بشكل مستقل عن أي ملف تطبيق مضيف آخر قابل للتنفيذ. يمكن أن يكون التطبيق المستقل أسهل في الصيانة من التطبيق القائم على المكونات الإضافية بسبب السيطرة الكاملة للمطور على كامل قاعدة الكود.

حدد [9] خمسة جوانب مهمة تتعلق بعملية اتخاذ القرار بشأن إنشاء مكون إضافي أو تطبيق مستقل. وهي تشمل مستوى مهارة نظم المعلومات الجغرافية للمستخدمين النهائيين، ووظائف نظم المعلومات الجغرافية المطلوبة من قبل العميل، سهولة التطوير لمطور نظم المعلومات الجغرافية، الوصول الآمن الذي يحتاجه العميل وأداء الحواسيب التي تقوم بتشغيل التطبيق. يوجد أمثلة كثيرة عن تطوير تطبيقات نظم معلومات جغرافية مستقلة [10] [11] [12] أو كمكونات إضافية [13] [14] ولأداء مهام متعددة وفي مجالات مختلفة.

النتائج ومناقشتها: تطوير واجهات المستخدم وإمكانيات التطبيق BVM_GIS

تختلف مشاريع تطوير تطبيقات GIS مستقلة حسب الهدف من التطبيق، ولكن يوجد عدد من الخطوات المتضمنة في كل عملية تطوير.

تعتمد دورة تطوير نظم المعلومات الجغرافية على الفلسفة القائلة بأننا نقرر أولاً المهام الواجب إنجازها من قبل نظام المعلومات الجغرافية ثم نقرر كمرحلة ثانية كيف سينجز هذا النظام كل مهمة.

تبدأ عملية التطوير من تخطيط المشروع وتحديد الأجوبة المطلوب من التطبيق الإجابة عنها، ثم تتم عملية تصميم قاعدة البيانات اللازمة للعمل، تبدأ بعدها عملية بناء التطبيق الأولي بتصميم الواجهات المرئية للمستخدم وتكوين مكونات الخريطة وإضافة كافة الكائنات والأدوات، تليها عملية إضافة المكتبات اللازمة لعمل الأوامر الأساسية في التطبيق، وكتابة

الشيفرات البرمجية وربطها بالأدوات والوظائف المرئية، يتم فيما بعد اختبار التطبيق وحل المشاكل عن طريق التكرار والإصلاح (الشكل 1).



الشكل 1: مراحل تطوير نظام معلومات جغرافية مستقل

- تخطيط المشروع وتحديد مهام التطبيق Project Planning

سنقوم بداية بتحديد مهام نظام المعلومات الجغرافية المراد تطويره، والذي تم تسميته كما ذكرنا سابقاً BVM_GIS الذي يشكل نظام معلومات جغرافية مكتبي باللغة العربية لإدارة مخالقات المباني، يمكننا تحديد مهام البرنامج بالنقاط التالية: تعتبر كشف المخالفات من أول مهام التطبيق وستكون سنة 2012 هي السنة المرجعية وتمثل سنة إصدار المرسوم التشريعي الخاص بالمخالفات في سورية وسيتم البحث عن المباني التي تم تشييدها بعد هذا العام بدون ترخيص، المهمة الثانية للنظام هي إنجاز تقرير خاص بالمخالفة بطريقة أوتوماتيكية عن طريق سحب البيانات من التطبيق وتزويده بالخرائط والمعلومات اللازمة، تتمثل المهمة الأخيرة بإنشاء نظام حماية للتطبيق لمنع العبث بالتقارير الصادرة عنه.

- تصميم قاعدة البيانات Database design

تعتبر مرحلة تصميم قاعدة البيانات مرحلة عالية الأهمية والحساسية نظراً لأن التصميم الناجح يؤدي إلى مشروع ناجح والعكس صحيح.

تمت عملية تصميم قاعدة البيانات الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية BVM_GIS من خلال ثلاث مراحل أساسية: تمثلت المرحلة الأولى بمرحلة التصميم التصوري (Conceptual

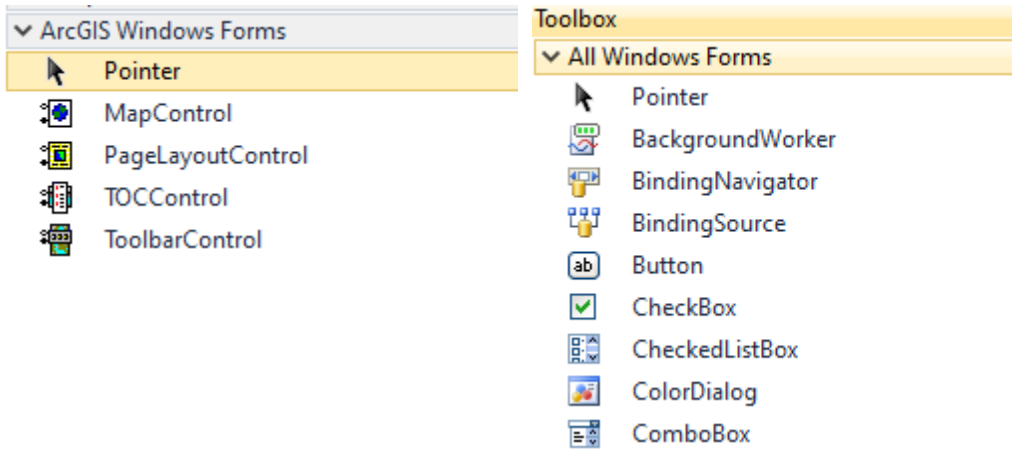
(Design)، حيث تركزت هذه المرحلة على تحديد أهم البيانات التي يمكن الاعتماد عليها لإدارة المخالفات وذلك حسب الأهداف والمهام المحددة مسبقاً. المرحلة الثانية التصميم المنطقي (Logical Design)، في هذه المرحلة تم استخدام البرنامج ArcGIS Diagrammer لتصميم مخطط قاعدة البيانات، حيث تم تحديد المجموعات المعلوماتية الداخلة في الدراسة ووضعها ضمن قاعدة البيانات، كما تم اختيار نظام الإحداثيات الستيريوغرافي السوري لكافة البيانات. أهم البيانات اللازمة هي الصور الفضائية عالية الدقة المكانية خلال سنوات متعددة، شبكات الطرق، المناطق الإدارية، الأحياء، ويمكن إضافة كافة الطبقات المتوفرة كمحطات الباصات، دور العبادة، المدارس، المشافي. المرحلة الثالثة هي التصميم الفيزيائي (Physical Design)، إذ تم تنفيذ تصميم قاعدة البيانات المكانية في برنامج ArcGIS، وبدأت عملية التصميم باستيراد ملف الـ XML لمخطط قاعدة البيانات، ومن ثم بدأت عملية تحميل البيانات التي تم تجميعها سابقاً وتحضيرها، وتم تجربة قاعدة البيانات ومراجعتها وتصحيحها وفقاً للتصميم الأولي. بالنسبة لمنطقة الدراسة تم العمل على اعتبار أن البرنامج سيتم استخدامه في كافة محافظات الجمهورية العربية السورية، لذلك سيتم تزويده بقائمة منسدة للتنقل بين المحافظات، حيث تم تحميل بيانات محافظة دمشق مع صورتين فضائيتين عالية الدقة المكانية من النوع QuickBird في الأعوام 2012 و 2018، وأيضاً بيانات محافظة طرطوس مع صور QuickBird في الأعوام 2012 و 2020، حيث سيتم اختبار التطبيق من خلال هذه البيانات، وسيتم العمل على استكمال البيانات من قبل الجهة التي ستقوم باستخدامه كونه بحاجة لفريق كامل للعمل.

- تصميم الواجهات المرئية للتطبيق Visual interfaces design

تم تصميم الواجهات المرئية للمستخدم للتطبيق ضمن برنامج Visual Studio وإضافة كافة مكونات الخريطة والأدوات. يوجد العديد من المكتبات الممكن استخدامها في برمجة نظم المعلومات الجغرافية، وتعد مكتبات برنامج ArcGIS من أقوى الخيارات وأكملها وأسهلها في إنجاز تطبيقات نظم معلومات جغرافية مستقلة وقوية.

يزيد إنشاء تطبيقات GIS قائمة بذاتها باستخدام ArcGIS Engine أو ArcObjects من الوظائف المتاحة مع توفير تجربة مستخدم قابلة للتخصيص. يمكن لهذه التطبيقات الاستفادة من وظائف الـ GIS المتاحة من خلال ArcObjects دون الحاجة إلى استخدام تطبيقات ArcGIS for Desktop. حيث يمكننا ومن خلال ArcObjects تطوير تطبيقات نظام Windows مستقلة مع وظائف GIS المضمنة، ويمكن عند تطوير تطبيق واجهة مستخدم رسومية مخصصة (GUI) استخدام Windows Forms والتي من خلالها يتم إنشاء تطبيقات مشابهة لـ ArcMap في الشكل والأسلوب. توفر التطبيقات المستقلة للمستخدم النهائي ملفاً تنفيذياً يركز على احتياجات GIS الخاصة بالتطبيق ويوفر وظائف GIS اللازمة، وتتيح للمستخدمين استخدامه بشكل مستقل دون استخدام تطبيقات ArcGIS for Desktop.

ضمن برنامج Visual Studio تم تصميم الواجهة المرئية الأساسية بالاستعانة بصندوق أدوات Toolbox وخصوصاً Windows Forms و ArcGIS Windows Forms (الشكل 2)، تم إضافة المكونات التالية اللازمة لعمل الواجهة الرئيسية: كائنين من MapControl، TOCControl، 3 كائنات من ToolbarControl، 4 كائنات من القوائم المنسدلة Label 4، Button 15، GroupBox 4، StatusStrip، ComboBox، TrackBar.



الشكل 2: صندوق أدوات Toolbox (ArcGIS Windows Forms, Windows Forms)

- استيراد المكتبات Libraries import

يتم استدعاء المكتبات اللازمة للعمل كخطوة أولية قبل عملية التطوير وكتابة الشيفرات البرمجية اعتماداً على NET. و ArcObjects. إن تطوير البرمجيات هو مشروع مكلف ويستغرق وقتاً طويلاً ولكن الاعتماد على نموذج (COM) ونماذج البرمجة NET. يسهل العمل عن طريق كتابة جزء من التعليمات البرمجية مرة واحدة وإعادة استخدامها من قبل مستخدمين آخرين بشكل متكرر باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات التطوير.

نموذج COM هو أكثر من مجرد تقنية، إنها منهجية لتطوير البرمجيات. يحدد COM بروتوكولاً يربط أحد مكونات البرنامج أو الوحدة بأخرى. باستخدام هذا البروتوكول، من الممكن بناء مكونات برامج قابلة لإعادة الاستخدام يمكن تبادلها ديناميكياً في نظام موزع.

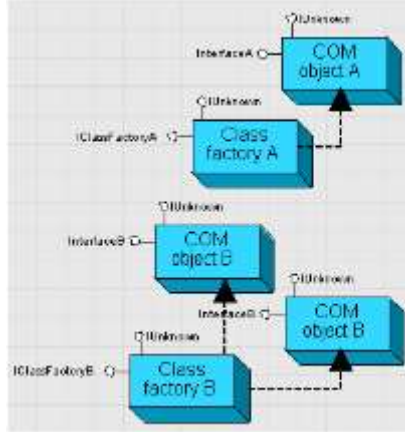
يعرّف COM أيضاً بأنه نموذج برمجة يُعرف باسم البرمجة القائمة على الواجهة (interface-based programming). تقوم الكائنات بتغليف طرق المعالجة والبيانات التي تميز كل كائن تم إنشاء مثل له خلف واجهة محددة تماماً.

بنية COM تعتمد على العميل/الخادم Server/Client. يوفر الخادم بعض الوظائف، ويستخدم العميل هذه الوظيفة. يسهل COM الاتصال بين العميل والكائن. يمكن أن يكون الكائن، في نفس الوقت، خادماً لعميل وعميل لبعض خدمات الكائنات الأخرى (الشكل 3).



الشكل 3: العميل/الخادم لبنية COM

داخل كل خادم، يوجد كائن يسمى مصنع فئة (Class factory) يتفاعل معه وقت تشغيل COM لإنشاء مثل لفئة معينة. لكل فئة COM مقابلة، هناك مصنع فئة. عادة، عندما يطلب العميل كائناً من الخادم، يقوم مصنع الفئة المناسب بإنشاء كائن وتمرير هذا الكائن إلى العميل (الشكل 4).



الشكل 4: مصنع فئة (Class factory)

يبين الجدول رقم 1 أهم التجميعات assemblies من ArcObjects التي تم الاعتماد عليها واستيرادها لتحقيق عمل الوظائف الأساسية للتطبيق BVM_GIS المطور.

جدول 1: التجميعات assemblies من ArcObjects التي تم استخدامها في التطبيق

BVM_GIS

اسم التجميعية assembly	وظيفتها
Geodatabase	يحتوي على أنواع لجميع التعريفات المتعلقة بالوصول إلى البيانات. يتم تعريف كل من أنواع البيانات التالية: Features, tables, networks, and triangulated irregular networks (TINs) في تجميعية قاعدة البيانات الجغرافية.
Display	تحتوي على المكونات التي تدعم الرسم والترميز (drawing symbology) إلى جهاز الإخراج. يتم تعريف عروض الشاشة والرموز والألوان وكانات الملاحظات، بالإضافة إلى الكائنات الداعمة لها في هذه التجميعية.
SystemUI	يحدد بشكل أساسي الأنواع المستخدمة بواسطة مكونات واجهة المستخدم UI components في نظام ArcGIS، تم تعريف الواجهات مثل ITool و ICommand، في هذه التجميعية.
DataSourcesGDB	تحتوي على ال workspace لحفظ البيانات المخزنة في الصيغة الشعاعية والمترسية التي تدعمها قواعد البيانات الجغرافية المخزنة في نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية (RDBMS).
System	هي مكتبة ذات المستوى الأدنى في بنية ArcGIS وتحتوي على مكونات تعرض الخدمات المستخدمة بواسطة المكتبات الأخرى.
Geometry	تحتوي على الكائنات الهندسية الأساسية مثل Polygon و Point و Polyline وتحدد أيضاً المرجعية المكانية لكل من أنظمة الإحداثيات المسقط والجغرافية.
Application Developer	وتتضمن ADF.Connection ADF.Core ADF.ADF.Local و ADF.Connection.Core و ADF.Connection.Local

Framework (ADF)	توفر الفئات الأساسية .NET. ومعرفات فريدة لفئة المكونات (CATIDs).
Carto	تحتوي على كائنات لعرض البيانات، مثل كائنات PageLayout و Map بالإضافة لطبقات الخريطة والإخراج لجميع أنواع البيانات المدعومة. تحتوي هذه التجميعية أيضاً على كائنات MxdServer و MapServer التي تستخدمها الخوادم لعرض بيانات الخريطة في بيئة عميل / خادم.
Output	تحتوي على الكائنات المطلوبة لإنشاء خريطة الإخراج أو PageLayouts إلى كل من الطابعات والرسومات أو التصدير إلى ملفات من نوع محدد.
Framework	يوفر المكونات الأساسية لدعم مكونات وتطبيقات واجهة المستخدم .UI.

كما تم استدعاء مجموعة من المكتبات الأخرى مثل System.Windows.Forms والذي يحتوي على فئات لإنشاء التطبيقات المستندة إلى Windows والتي تستفيد بشكل كامل من ميزات واجهة المستخدم الثرية المتوفرة في نظام التشغيل Microsoft Windows. مكتبة System.Security.AccessControl والتي توفر عناصر البرمجة التي تتحكم في الوصول إلى الإجراءات المتعلقة بالأمان وتدقيقها على الكائنات القابلة للتأمين. مكتبة System.Security.Cryptography الذي يوفر خدمات التشفير، بما في ذلك التشفير الآمن للبيانات وفك تشفيرها، بالإضافة إلى العديد من العمليات الأخرى، مثل التجزئة وتوليد الأرقام العشوائية ومصادقة الرسائل. بالإضافة للمكتبتين Microsoft.Office.Interop.Word و System.Drawing والتي توفران إنشاء تقارير وورد خاصة ورسم كائنات ضمنها لإدراج الخرائط والبيانات. وتبين الأسطر البرمجية التالية جزء من الكود الذي يمثل عملية استيراد المكتبات اللازمة قبل البدء بكتابة الشيفرات البرمجية:

```
Imports ESRI.ArcGIS.Geodatabase
Imports ESRI.ArcGIS.Controls
Imports ESRI.ArcGIS.SystemUI
Imports ESRI.ArcGIS.Framework
Imports ESRI.ArcGIS.Carto
Imports ESRI.ArcGIS.Display
Imports Microsoft.Office.Interop.Word
Imports ESRI.ArcGIS.DataSourcesGDB
Imports System.IO
Imports System.Drawing
Imports System.Windows.Forms
Imports ESRI.ArcGIS.Geometry
Imports ESRI.ArcGIS.esriSystem
Imports System.Security.Cryptography
Imports ESRI.ArcGIS.Output
```

Imports ESRI.ArcGIS.ADF
Imports System.Security.AccessControl

- كتابة الشيفرات البرمجية Code writing

تتمثل المرحلة الأهم في عملية التطوير بكتابة الشيفرات البرمجية وربطها بالأدوات والوظائف المرئية، وسنبين كمثال جزء من الكود الخاص بعملية البحث عن المناطق حسب اسم المنطقة الإدارية، تبدأ العملية عن طريق الاتصال بطبقة بيانات المناطق المخزنة ضمن الـ geodatabase ومن ثم يتم انشاء الاستعلام عن طريق فلتر استعلام خاص QueryFilter واستخدام إحدى الطرق الخاصة به والمسماة WhereClause الخاصة بالبحث حسب الاسم المختار ضمن القائمة المنسدلة. لتبدأ عملية البحث في قاعدة البيانات اعتماداً على IFeatureCursor ضمن حلقة والذي يضمن البحث ضمن كافة الصفوف ليعطينا نتيجة البحث التي تتطابق مع اسم المنطقة الإدارية المختار. وتبين الأسطر البرمجية التالية جزء من الكود الخاص بعملية البحث حسب اسم المنطقة الإدارية.

Try

```
Dim pselectedlayer As ILayer = getlayerByName("المناطق")
Dim pfeaturelayer As IFeatureLayer = pselectedlayer
Dim pfeatureclass As IFeatureClass = pfeaturelayer.FeatureClass

Dim pquery As IQueryFilter = New QueryFilter
Dim sName As String = ComboBox1.SelectedItem.ToString

pquery.WhereClause = "UPPER(المنطقة_اسم) Like '%'" & sName & "%'"
Dim pfeaturecursor As IFeatureCursor = pfeatureclass.Search(pquery,
False)
Dim pfeature As IFeature = pfeaturecursor.NextFeature
Do Until pfeature Is Nothing
```

يبين (الشكل 5) مخطط المشروع النهائي class diagram للتطبيق BVM_GIS والذي يعرض الأجزاء المختلفة من الكود والفئات المتعددة المكونة له.



الشكل 5: مخطط class diagram للتطبيق المطور BVM_GIS

- الاختبار وإصلاح المشاكل عن طريق التكرار والإصلاح Application testing and problems solving

بعد الانتهاء من كتابة الشيفرات البرمجية تبدأ عملية اختبار التطبيق وكشف المشاكل عن طريق التكرار والإصلاح.

سنتين فيما يلي آلية عمل التطبيق: لا يمكن الدخول إليه دون امتلاك اسم المستخدم وكلمة المرور سواء من قبل المدير (الشكل 6,a) أو أي مستخدم آخر (الشكل 6,b). ويقوم المدير بمهمة إدارة وتحديد عدد المستخدمين من خلال إضافة مستخدمين جدد أو تعديل وحذف مستخدمين موجودين مسبقاً (الشكل 6,c).



الشكل 6: a) الدخول الى برنامج BVM_GIS عن طريق المدير، b) الدخول الى برنامج BVM_GIS عن طريق المستخدم، c) البحث عن مستخدم موجود أو إضافة مستخدم جديد عن طريق المدير، d) واجهة التطبيق الأساسية BVM_GIS

بعد إدخال اسم مستخدم وكلمة مرور صحيحة يتم الدخول إلى واجهة المستخدم الأساسية والتي صممت لتكون بسيطة وجذابة وتعمل بطريقة مشابهة لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (الشكل 6,d). أي تحتوي على الإمكانيات الأساسية لأي برنامج GIS، وهي تتألف من ثلاثة أقسام: الأول لعرض الخريطة، والثاني لعرض جدول المحتويات الذي يبين مجموعة الطبقات

المضافة إلى الخريطة، أما الثالث فيبين موقع عام للمنطقة المعروضة في القسم الثاني ويتم الإشارة إلى امتداد الموقع بمربع أحمر محدداً بدقة المنطقة المعروضة. بالإضافة لمجموعة من أشرطة الأدوات. تحتوي أشرطة الأدوات على مجموعة من الأيقونات والتي تمثل الوظائف الأساسية لأي برنامج GIS.

يحتوي شريط الأدوات الأول والمرتب بشكل عمودي (مشار إليه بصندوق أحمر منقط في الشكل 6,d) على الوظائف الأساسية لفتح المشاريع وإضافة البيانات الجغرافية. ويتكون من أدوات قادرة على تنفيذ مجموعة من الأوامر كفتح ملف من النوع (mxd)، إضافة الطبقات من الأنواع المختلفة (shapefile, geodatabase, Rasters, Server Data, Layer files)، عرض الصور الفضائية بتركيبة لونية حقيقية وطباعة التقارير.

ويحتوي شريط الأدوات المرتب بشكل أفقي (مشار إليه بصندوق أصفر منقط في الشكل 6,d) على أدوات التكبير والتصغير بشكل يدوي أو عن طريق نسبة ثابتة، أداة تحريك الخريطة، أداة للعرض الكامل للبيانات، وأداتي التنقل بين المشهد السابق واللاحق، بالإضافة لأداة اختيار أي عنصر من الخريطة. كما يحتوي أيضاً على مجموعة من وظائف البحث والاستعلام، كالاستعلام عن البيانات الوصفية المرتبطة بأي عنصر، ويمكن إجراء القياسات الأساسية كقياس طول خط، محيط أو مساحة لأي شكل في الخريطة، كما يمكن الذهاب إلى أي نقطة استناداً إلى إحداثياتها.

الأيقونة على شكل منظار تسمح بالبحث وإيجاد أي عنصر بالكتابة في مربع البحث. الأيقونة على شكل X تسمح بالخروج من الأداة المفعلة حالياً، ويمكن اختيار مقياس الرسم الذي نريده من خلال شريط أدوات خاص.

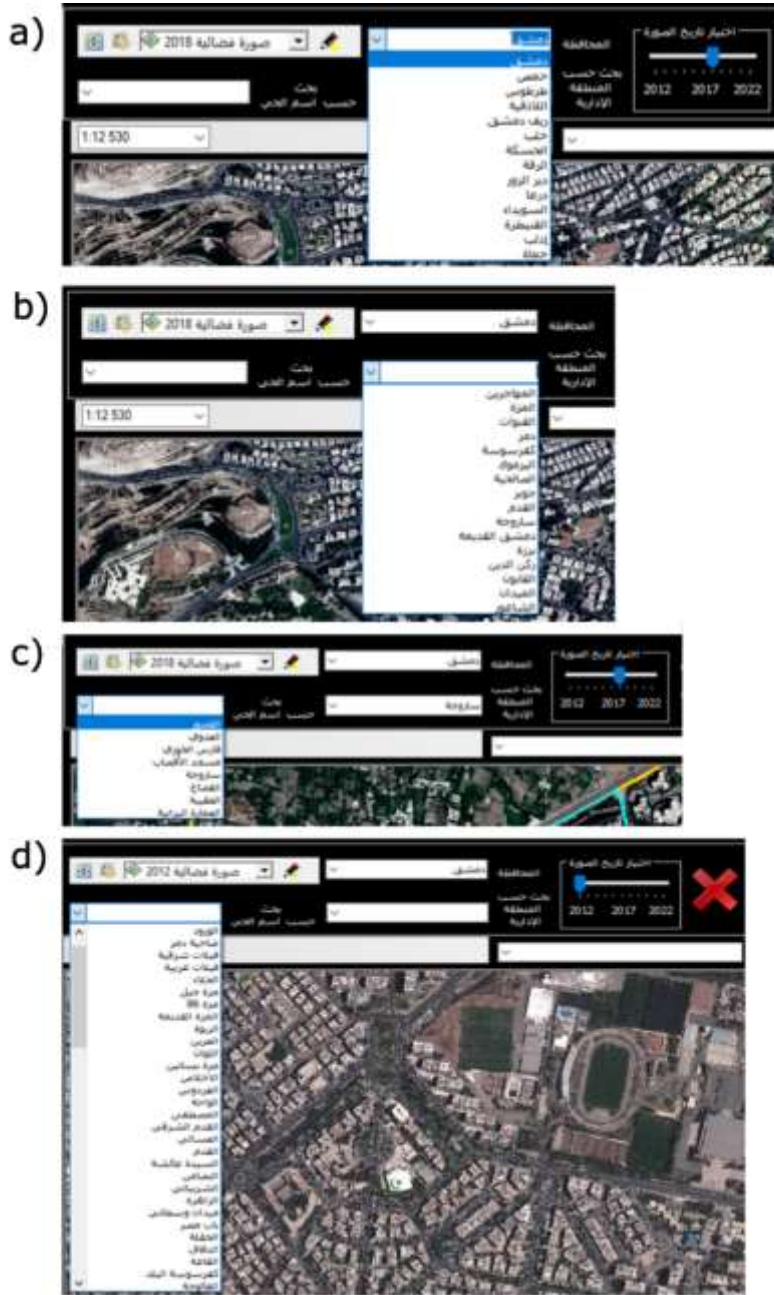
الشريط الزمني تحت اسم اختيار تاريخ الصورة (الشكل 7,a) يضم صور فضائية لعشر سنوات من العام 2012 وحتى عام 2022. تم اختيار العام 2012 كنقطة انطلاق وذلك لصدور المرسوم الخاص بالمخالفات والذي تحدثنا عنه سابقاً. الصور المتوفرة حالياً لمحافظة دمشق الأعوام 2012 و 2018 ومحافظة طرطوس للأعوام 2012 و 2020. وكما ذكرنا سابقاً بأننا نقدم نموذج عن عمل البرنامج ويحتاج إلى استكمال البيانات خلال الأعوام المذكورة من قبل الجهة التي ستعتمده، كما يمكن تعديل الشريط الزمني بإضافة أعوام إضافية.

للكشف عن المخالفات ضمن البرنامج يوجد عدة خيارات. من أهم الميزات التي يقدمها التطبيق آلية سهلة جداً للبحث، حيث يتم بداية اختيار محافظة محددة من القائمة المنسدلة الحاوية على المحافظات الـ 14 (الشكل 7,a). عند اختيار المحافظة يتم تحميل أسماء المناطق الإدارية ضمن قائمة منسدلة خاصة فيها (الشكل 7,b)، ويمكن البحث ضمن المنطقة الإدارية كاملة باختيارها من القائمة أو اختيار حي محدد ضمنها. فبمجرد اختيار منطقة إدارية يتم أولاً تحديد المنطقة وتكبيرها ضمن الخريطة وتحميل كافة أحيائها ضمن القائمة المنسدلة الخاصة بالأحياء (الشكل 7,c). باختيار الحي من القائمة يتم تحديده والتركيز عليه في الخريطة ويتم البحث ضمن الحي المحدد ومقارنة الخرائط بين أي عام والعام 2012.

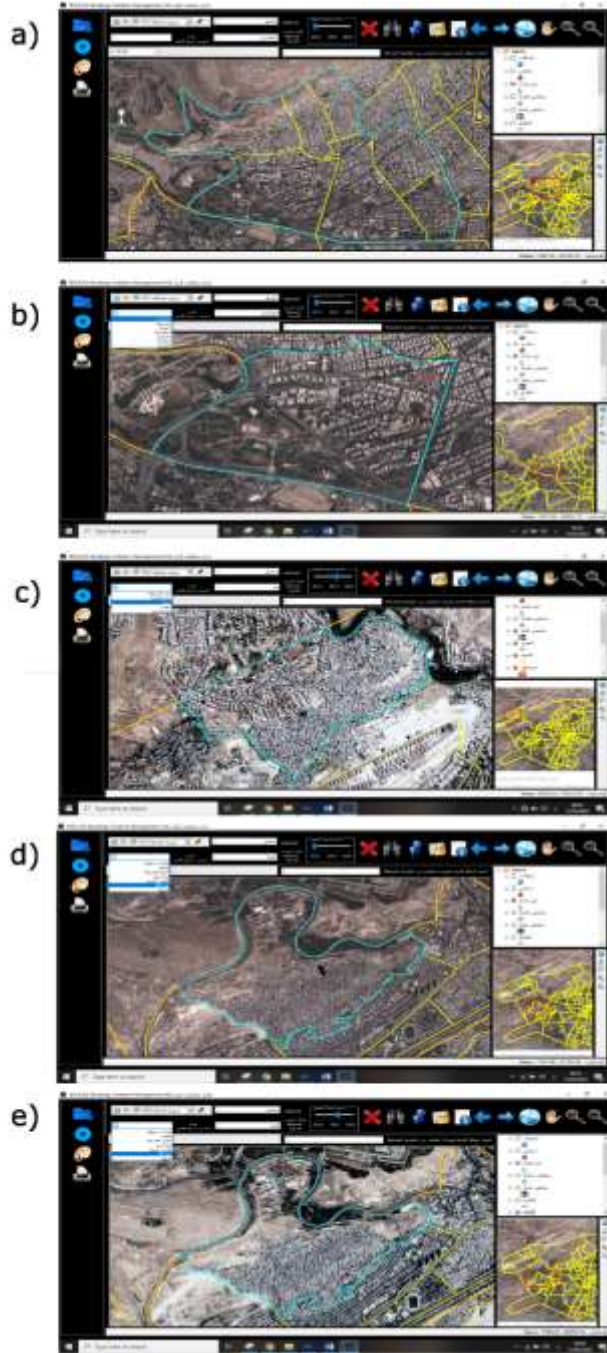
كما يمكن البحث مباشرة ضمن الأحياء، حيث عند اختيار المحافظة يتم تحميل كافة الأحياء بالقائمة المنسدلة الخاصة فيها (الشكل 7,d).

يوضح (الشكل 8,a) مثال عن البحث ضمن المنطقة الإدارية (المهاجرين) في محافظة دمشق للعام 2012 وكيف تم تحديده والتركيز عليه ضمن الخريطة عند اختياره من القائمة. للبحث ضمن أحياء منطقة المهاجرين يمكن اختيار اسم الحي من القائمة المنسدلة فيتم تحديده والتكبير عليه بشكل تلقائي ضمن الخريطة (الشكل 8,b).

ويبين (الشكل 8,c) مثال آخر للبحث ضمن حي الورود الموجود ضمن منطقة دمر خلال العام 2018. ويظهر الموقع العام للحي في الخريطة الجانبية ويتم تحديده بمربع باللون الأحمر. يوضح (الشكل 8,d) حي مزة 86 في العام 2012، و(الشكل 8,e) نفس الحي في العام 2018.



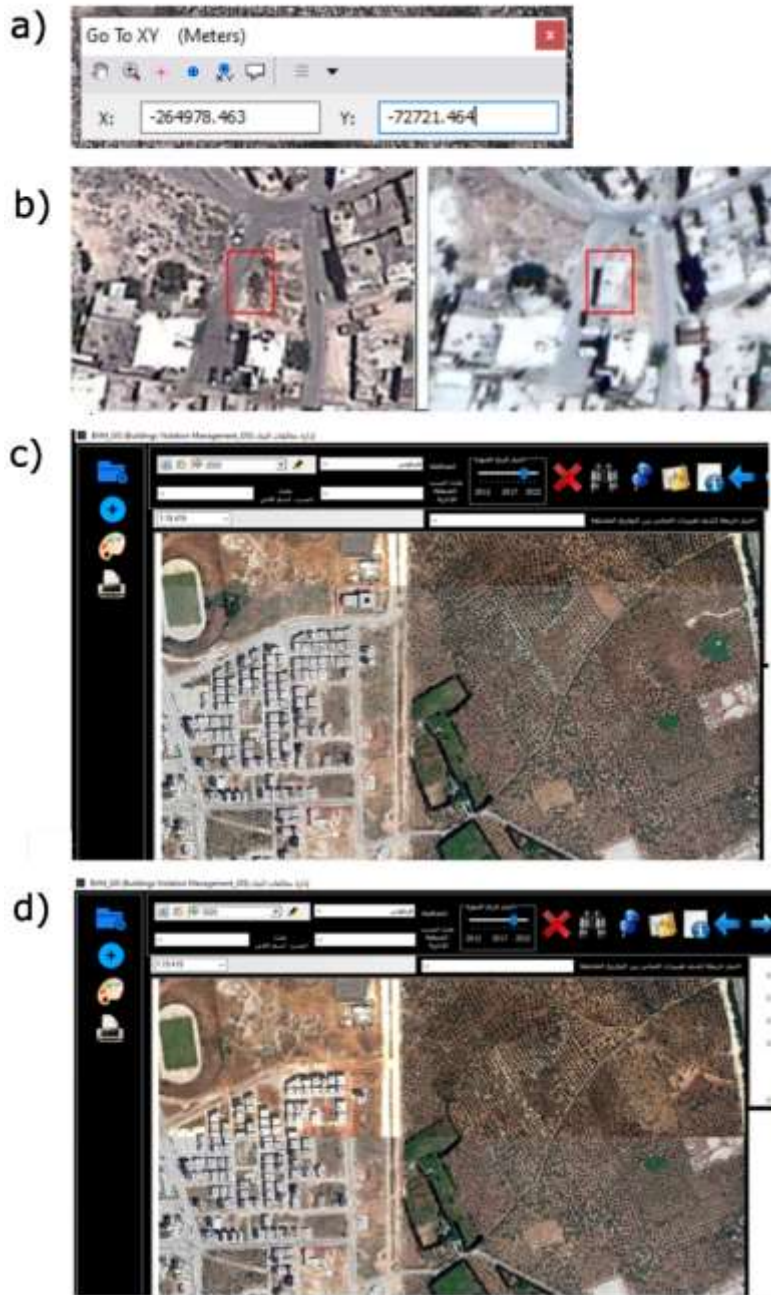
الشكل 7: a) البحث ضمن محافظة محددة، b) البحث حسب المنطقة الإدارية، c) البحث حسب أحياء منطقة إدارية محددة، d) البحث ضمن أحياء المحافظة



الشكل 8: a) البحث عن المنطقة الإدارية (المهاجرين) في العام 2012 b) البحث حسب اسم الحي عام 2012 ، c) البحث حسب اسم الحي (الورود) عام 2018 ، d) حي المزة 86 في العام 2012، e) حي المزة 86 في العام 2018

يمكن البحث أيضاً عن طريق إحداثيات محددة وذلك في حال ورود شكوى أو اكتشاف المخالفة حقلياً. ويتم ذلك عن طريق الأداة التي تحمل أيقونة مسمار، حيث يتم وضع الإحداثيات ضمن النافذة (الشكل 9,a)، ويقوم التطبيق بتحديد نقطة مكان الإحداثيات تماماً وتتم المقارنة بين صورة العام 2012 وصور باقي الأعوام لمعرفة تاريخ المخالفة، ويبين (الشكل 9,b) مثال عن مبنى مشاد في صورة 2018 وغير موجود في صورة 2012 ، ويجب التنويه بأن هذا المثال هو فقط للتوضيح وهو لا يتطابق مع الإحداثيات الموضوعة في (الشكل 9,a).

يمكن كشف الأبنية الجديدة أيضاً عن طريق الأداة swipe والتي تعمل على إزاحة صورة فوق صورة لتتم المقارنة البصرية بين الصورتين، حيث يمكن تحديد منطقة إدارية محددة أو حي محدد من خلال عمليات البحث التي يقدمها التطبيق ومن ثم المقارنة بين الصور ودراسة حالة الأبنية الجديدة في المنطقة في حال كانت مرخصة أو مخالفة (الشكل 9,c) (الشكل 9,d).



الشكل 9: a) تحديد نقطة حسب إحداثيات محددة، b) تحديد مبنى مخالف حسب إحداثيات محددة، c) المقارنة البصرية بين الصور باستخدام الأداة swipe (مثال 1)، e) المقارنة البصرية بين الصور باستخدام الأداة swipe (مثال 2)

لكشف تغيرات المباني بين تاريخين محددين بطريقة أوتوماتيكية، يجب البحث لإيجاد منهجية تعتمد على خوارزمية للكشف بطريقة سهلة وغير مكلفة، خصوصاً بأننا سنحتاج لتطبيق هذه المنهجية عدة مرات بين كل عامين متتاليين أو أي عامين محددين.

تعد تقنية الكشف عن التغيير بناءً على صور الاستشعار عن بعد متعددة الأوقات طريقة فعالة للحصول على معلومات عن تغيير المباني وكشف الأبنية الجديدة بين الوقتين. ومع ذلك، مع التحسين المستمر لدقة صور الاستشعار عن بعد، تواجه طرق الكشف عن التغيير التقليدية صعوبة كبيرة في استخراج تغييرات المبنى بالضبط [15]. تتمثل إحدى الصعوبات في إزاحة المباني بين صور الاستشعار عن بعد متعددة الأوقات بسبب زوايا الرؤية المختلفة لأجهزة الاستشعار وصعوبة أخرى تتمثل في الظلال.

يحتاج موضوع تطوير منهجية خاصة للكشف التلقائي عن تغيرات المباني بحثاً مستقلاً، ومع ذلك وللانتهاء من عملية برمجة التطبيق قمنا بتزويده بقائمة منسدلة تحتوي على خرائط كشف التغييرات بين أي عامين مختلفين (الشكل 10,a)، وسيتم تحميل هذه الخرائط فيما بعد حيث يكفي تخزينها ضمن مسار محدد لتعمل ضمن البرنامج دون الحاجة لإعادة البرمجة.

ويبين (الشكل 10,b) المباني الموجودة في العام 2020 ولم تكن مشيدة بعد في العام 2009 لمنطقة في مدينة طرطوس وقد تم تحضير هذه الخرائط اعتماداً على التصنيف غير المراقب لكشف التغييرات ومن ثم تم تحديدها ورسمها بطريقة يدوية.

بعد تحديد المخالفة يمكن طباعة تقرير عن البناء باختيار زر الطباعة الذي يسحب كافة البيانات ويديرها ضمن ملف قالب وورد، ويدير صورتين للبناء المخالف واحد عن قرب وواحدة تبين الموقع العام، كما يقوم بإدراج إحداثيات مركز البناء، واسم الشخص الذي أعد التقرير.

ومنعاً لتعديل وتغيير التقرير يتم بنفس وقت طباعة التقرير كملف وورد إرسال نسخة من التقرير بصيغة pdf وحفظها ضمن ملف مخفي في مسار محدد يحدده المدير أو الشخص المسؤول عن التدقيق بحيث يتمكن من مطابقة التقارير المعدة مع التقارير الأصلية الصادرة عن البرنامج. وتتم مطابقة التقارير عن طريق إحداثيات مركز العقار المدرجة ضمن تقرير الورد مع ملفات الـ pdf المخفية والمخزنة تحت اسم إحداثيات مركز العقار (الشكل 10,c).

ويوضح (الشكل 10,d) مثال عن تقرير المخالفة.



الشكل 10: a) القائمة المنسدلة لخرائط كشف تغييرات المباني ، b) المباني المكتشفة في صورة عام 2020 ولم تكن موجودة في عام 2009 ضمن أحد مناطق طرطوس، c) تقارير المخالفات المخزنة بشكل مخفي ، d) مثال عن تقرير المخالفة، e) فتح وقل مجلد قاعدة البيانات

كمرحلة أخيرة لحماية البيانات ومنع الدخول إليها أو تعديلها إلا من قبل المسؤولين تم تطوير كود خاص بقفل مجلد البيانات الحاوي على الـ Geodatabase. ويجب بداية فتح هذا المجلد كأول خطوة عند فتح التطبيق، حيث يتم فتح واجهة خاصة عند تشغيل التطبيق ويجب اختيار (فتح القفل لمجلد البيانات) ويتم فك القفل عن طريق إدخال اسم المستخدم وكلمة المرور. عند الانتهاء من العمل على التطبيق وإغلاقه يجب أن يقوم المستخدم بقفل قاعدة البيانات من جديد باختيار (قفل مجلد البيانات) (الشكل 10,e).

4 الاستنتاجات والتوصيات

تعاني البلدان النامية من مشكلة التوسع العمراني العشوائي غير المرخص، وتعتمد جودة التخطيط الحضري في مدن العالم الثالث على مدى اعتمادها للأساليب والتقنيات الحديثة وتكنولوجيا المعلومات.

إطار عمل تكنولوجيا المعلومات المعتمد على المساهمة البرمجية المقدمة لتطوير تطبيق نظم معلومات جغرافية مستقل لكشف مخالفات البناء وإدارتها، كما هو موضح في هذا البحث، سيوفر أداة هامة وفعالة لمساعدة الجهات المسؤولة على معالجة أهم تحدياتها بسهولة وكفاءة والتحكم في التطورات المستقبلية من خلال منصة واحدة تجمع كافة البيانات اللازمة للإدارة الحضرية.

تسمح المنهجية المقدمة التعامل مع الماضي والحاضر بشكل مناسب في الوقت ذاته من خلال الصور الفضائية عالية الدقة المكانية في الأزمنة المختلفة.

تسمح الأدوات ووسائل البحث المتوفرة في التطبيق بكشف مخالفات البناء بسهولة، وتسمح بتحرير تقارير للمخالفات بطريقة أوتوماتيكية ودمج كافة البيانات والخرائط الخاصة بالمخالفة وجمعها ضمن مكان واحد وبسريرة تمنع عملية التعديل والتجاوزات.

يبقى التحدي الأساسي لجعل التطبيق يعمل بكفاءة عالية من خلال تزويده بخرائط كشف التغييرات بين الأعوام المختلفة، والذي يتطلب البحث عن خوارزمية ودمجها ضمن منهجية للاستخراج الأوتوماتيكي للمباني من صور الاستشعار عن بعد عالية الدقة المكانية.

بين البحث أهمية الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية وتحديداً عملية التطوير كتجربة مخصصة للمستخدم ضمن تطبيق مستقل، بالإضافة إلى أهمية صور الاستشعار عن بعد عالية الدقة المكانية والتي تمثل أهم مصدر للبيانات في موضوع إدارة مخالفات البناء.

5 المراجع

- [1] Burrough, Peter A., Rachael A. McDonnell, and Christopher D. Lloyd. Principles of geographical information systems. Oxford university press, 2015.
- [2] Ahmed, A., F. Umar, and Y. A. Bununu. "ICT solutions for smart urban governance: lessons from GIS applications in assessing irregularities and development control violations in Hanwa neighbourhood of Zaria, Nigeria."
- [3] Ioannidis, C., Psaltis, C., & Potsiou, C. (2007). Towards a strategy for suburban informal building control through automatic change detection. Arbitrary and National Economy, the Need of the Real Estate Market for Modern Cadastre and Spatial Planning, TEE, ATM, WPLA, FIG, 28-31.
- [4] Adeel, M. (2010). Methodology for identifying urban growth potential using land use and population data: A case study of Islamabad Zone IV. Procedia Environmental Sciences, 2, 32-41
- [5] ESRI, "ArcGIS Desktop: Release 10.2," Redlands CA. 2013.
- [6] BURKE, R.. Getting Started with ArcObjects, ESRI Redlands, California,2004. pp. 1-62.
- [7] BURKE P. R. Getting to Know ArcObjects, Esri Press, 2003. 436p.
- [8] JACKSON B. J. Exploring ArcObjects, ArcUser April-June 2000, 28–31.
- [9] Aburizaiza, A. O., & Ames, D. P. (2009, February). GIS-enabled desktop software development paradigms. In 2009 International Conference on Advanced Geographic Information Systems &

Web Services (pp. 75-79). IEEE.

[10] Puspita, Ika Arum. "ManTool: Application as Manufacturing Tools for Resources Management based on GIS." *International Journal of Innovation in Enterprise System* 5.01 (2021): 1-11.

[11] د. م. حنان درويش, د. م محمد عبود, و د. م. فادي عز الدين شعبان. " مساهمة برمجية في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية للمساعدة في عملية التقييم العقاري: تطوير تطبيق مكتبي RE_3D GIS." *مجلة جامعة البعث، سلسلة العلوم للهندسة المدنية والمعمارية* (2019).

[12] د. م. حنان درويش, د. م فادي عز الدين شعبان, و د. م. إياد محمد عباس, "تصميم وتطوير برنامج أنظمة معلومات جغرافية مستقل M_GIS لإدارة البلديات باستخدام DotNET و ArcObjects" - *مجلة جامعة البعث، سلسلة العلوم للهندسة المدنية والمعمارية* (2017).

[13] Duarte, Lia, Pedro Silva, and Ana Cláudia Teodoro. "Development of a QGIS plugin to obtain parameters and elements of plantation trees and vineyards with aerial photographs." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 7.3 (2018): 109.

[14] د. م. حنان كامل درويش. "تطوير امتداد plugin ضمن برنامج QGIS لاستخراج المناطق العمرانية من الصور الفضائية بطرق الذكاء الاصطناعي واعتماداً على التقنيات الجيومكانية المفتوحة." *سلسلة العلوم للهندسة المدنية و المعمارية* 43.20 (2021).

[15] Zhong, Chen, et al. "Building change detection for high-resolution remotely sensed images based on a semantic dependency." 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). IEEE, 2015.

إعداد خطة طوارئ لاحتمال انهيار افتراضي لسد الأبرش

الدكتور المهندس: شعبان حديد*

الملخص

يهدف البحث إلى إعداد خطة طوارئ للتخفيف من الآثار المدمرة للموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار سد الأبرش، وقد تم إعطاء توصيف دقيق للمنطقة المدروسة الممتدة من السد حتى مصب نهر الأبرش في البحر الأبيض المتوسط، كما أوضح البحث مدى تأثير الموجة الفيضانية على القرى والمنشآت والطرق الواقعة خلف السد، وبناء عليه تم إعداد خطة طوارئ تتضمن مجموعة من الإجراءات الواجب اتباعها لمنع أو للتخفيف من الآثار السلبية للموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار.

الكلمات المفتاحية: سد الأبرش - خطة طوارئ - انهيارات السدود.

* أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية - قسم هندسة وإدارة الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا

Preparation of Contingency Plan For possibility of hypothetical collapse of Al- Abrash Dam

Abstract

The research aims to prepare a Contingency Plan for Reducing the Effects of the Flood Wave Resulting from Al-Abrash Dam Collapse. Gives an expanded detailed description of the studied zone between Al-Basel Dam and the estuary of Al-Abrash River on the Mediterranean Sea. The research explains the effect of the flood wave on the villages, Facilities and roads which located behind the dam. According to the studied collapse scenario an Contingency Plan is proposed which includes several procedures for the prevention and alleviation of adverse effects of the flood wave caused by the collapse.

Keywords: Contingency Plan – Dam Failures – Al-Abrash Dam

1. مقدمة:

نظراً للمخاطر الكبيرة الناجمة عن انهيارات السدود والتي يتوقع لها أن تكون مدمرة وكارثية لما تسببه من أضرار مادية وبشرية كبيرة، بدأت بعض الدول بتخصيص الموارد المادية والطاقات البشرية للاستفادة القصوى من التقنيات الحديثة للحصول على المعلومات الصحيحة بدقة وسرعة، حيث إن اتخاذ القرارات الصحيحة في الوقت المناسب يرتبط بشكل كبير بتوافر المعلومات ودرجة موثوقيتها والتي تعد من العوامل الضرورية للتخفيف من الآثار السلبية للموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار.

ومن هنا تأتي أهمية البحث من خلال تسليط الضوء على مفهوم انهيارات السدود سواء كان هذا الانهيار متوقعاً وناجماً عن السلوك الشاذ لعمل السد أو غير متوقع كالزلازل والحروب وعمليات التخريب المتعمدة، لذلك لا بد من فهم كيفية حدوث الانهيار بشكل دقيق ومفصل من خلال إنشاء عدة سيناريوهات لحالات الانهيار الافتراضي المتوقعة وبناء عليها يتم اختيار الطرق والأساليب العلمية لنقادي الآثار الناجمة عن هذا الانهيار أو التقليل منها قدر الإمكان. يعرف السد بأنه منشأة تستخدم في تجميع مياه الجريان السطحي بهدف تخزينها في فترة الفيضان، لتستخدم في سد الاحتياجات المائية عند الضرورة [1].

يعرف انهيار السد بأنه حركة أحد أجزاء السد أو أساساته، وبالتالي عدم قدرة السد على الاحتفاظ بالماء، الأمر الذي يؤدي إلى تدفق كميات كبيرة من المياه، مما يعرض حياة الناس وممتلكاتهم للخطر، انهيار السد يبدأ عادة بخلل غير مكتشف في سلوك السد ووظائفه (تآكل وتخريب تدريجي غير مراقب) يسبب فيما بعد أضراراً جسيمة أو كارثية [3].

2. هدف البحث:

إعداد خطة طوارئ للتخفيف من الآثار المدمرة للموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار سد الأبرش في حالة التخزين الأعظمي.

3. منطقة الدراسة:

تمتد المنطقة المدروسة بين البحر المتوسط غرباً وحوض نهر العاصي شرقاً وحوض نهر بانياس شمالاً والحدود الدولية السورية اللبنانية جنوباً حيث تبلغ مساحة هذه المنطقة حوالي (2490 km^2) ، ويسود في المنطقة مناخ متوسطي يتميز بشتاء رطب كثير الأمطار ومعتدل الحرارة، وبصيف رطب مع درجات حرارة عالية، أما الرياح في المنطقة فقد تم تحديد سرعتها واتجاهها بناء على محطة صافيتا حيث بلغ المتوسط اليومي لسرعة الرياح في فصل الصيف حوالي $(3-3.2 \text{ m/s})$ وفي باقي الفصول $(8.5-9.5 \text{ m/s})$ ، تتميز المنطقة بتضاريس جبلية تتركز في القسم العلوي والأوسط من منطقة الدراسة وتصل ارتفاعاتها إلى (200 m) عن سطح البحر لتتحول بعدها إلى منطقة سهليه في المناطق القريبة من شاطئ البحر والتي لا تتجاوز ارتفاعاتها عدة أمتار عن سطح البحر.

4. مواد وطرق البحث:

4-1- الأدوات المستخدمة في البحث:

- برنامج التحليل النهري (Hec-Ras): هو عبارة عن مجموعة برمجيات هندسية تسمح بتأدية الحسابات الهيدروليكية للجريان المستقر وغير المستقر باتجاه واحد إضافة إلى حسابات حركة الرسوبيات وتحليل درجات حرارة المياه ومن ثم تخزين البيانات وتحليلها وإدارتها وإعطاء تقارير بشكل مخططات وجداول، وهو يمثل نسخة مطورة من برنامج Hec-2، يعتمد البرنامج على معادلات saint venant في تحليل الجريان ضمن المجرى المائي [4].
- برنامج Google Earth: هو برنامج مصمم من قبل شركة غوغل يقوم بعرض الكرة الأرضية عن طريق صور جوية مأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية، ومن خلاله يمكن التعرف على العديد من معالم سطح الأرض، كما يستخدم أيضاً في تحديد مسارات الأنهار ورصد شبكات الطرق وأماكن توضع المنشآت والقرى والتجمعات السكنية [5].

4-2- إعداد النموذج:

بعد الحصول على كافة البيانات اللازمة لإعداد النموذج من بيانات جيومترية وتشمل (طول نهر الأبرش - أماكن التعرجات والانحناءات التي يتعرض لها مسار النهر - الميل الطولي - أبعاد المقاطع العرضية - موقع المنشآت المقامة على النهر وبعدها عن السد) وبيانات هيدروليكية تشمل (تدفق النهر وسرعة الجريان فيه - عمق الماء ضمن المجرى وتغيراتها ويتم الحصول عليها إما من محطات القياس المنتشرة على طول المجرى أو من خلال القياس المباشر - معامل خشونة سرير النهر والصفين)

وبعد تمثيل ومعالجة البيانات ضمن بيئة Gis تم الحصول على نموذج كامل للمنطقة المدروسة بدءاً من السد وحتى مصب النهر في البحر الأبيض المتوسط.

تمت معايرة النموذج في عدة مواقع من النهر من خلال مقارنة قيم ارتفاعات الماء المقاسة عند تدفقات مختلفة في عدة مقاطع من النهر مع قيم ارتفاعات الماء الناتجة عن ادخال نفس التدفقات للنموذج، حيث كلما زاد معدل التقارب بين القيم المحسوبة والمقاسة كلما كان النموذج أكثر مطابقة للواقع.

وبعد التحقق من مطابقة النموذج للواقع بنسبة %96 تم اجراء الدراسات الخاصة بالموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار سد الأبرش.

4-3- الدراسات المرجعية:

- محاكاة الانهيار الافتراضي للسدود البيتونية (حالة دراسية سد باستورا) (2012) [6]
- يهدف البحث إلى بناء نموذج رياضي لمحاكاة الانهيار الافتراضي لسد باستورا (يقع في شمال العراق على مسافة 30Km من مدينة أربيل) ودراسة اثار الموجة الفيضانية الناجمة عنه.
- قام الباحث بإجراء عدة سيناريوهات للانهيار مع تغيير متحول واحد هو عرض فتحة السد بهدف الوصول إلى أعظم تصريف خارج من السد، وللتنبؤ بموجة الفيضان وحساب منحنى التدفق من السد تم استخدام البرنامج الحاسوبي (Hec-Ras) الذي يستند على معادلات (saint venant) ذات البعد الواحد للجريان غير المستقر.

توصل الباحث إلى تحديد حجم الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار وأعظم منسوب للماء في (11) مقطع من النهر خلف السد، و تم تحديد مستوى الإنقاذ ووضع خطة طوارئ.

• **تطبيق نموذج رياضي للتنبؤ بسلوك انتشار الموجة الفيضانية في الأنهار (2010)[7]**

يهدف البحث إلى دراسة سلوك انتشار الموجة الفيضانية في الأنهار الطبيعية استناداً إلى المعادلات الهيدروديناميكية Saint-Venant، يقوم هذا النموذج بحل المعادلات التفاضلية الجزئية بالاستعانة بطريقة الفروقات المحدودة، وحل المعادلات الجبرية غير الخطية التكرارية باستخدام خوارزمية نيوتن رافسون.

ومن أهم النتائج التي توصل إليها الباحث: إظهار التأثير الكبير لكل من ميل سرير النهر ومعامل خشونته على سلوك انتشار موجة الفيضانات، التعرف على كيفية تقدم الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار مع الزمن، والعوامل المؤثرة على سلوك انتشارها.

• **تقييم المخاطر الناجمة عن انهيار سد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (2001)[8]**

يهدف البحث إلى تحديد الآثار الناجمة عن انهيارات السدود بالاعتماد على طرق المحاكاة العددية ونظم المعلومات الجغرافية، حيث تم استخدام البيانات التي تنتجها نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج نموذج الارتفاعات الرقمي كقيم أولية للموديل FLDWAV الذي يقوم بدراسة انتشار الموجة الفيضانية ومحاكاتها في المنطقة الواقعة خلف السد المعرض للانهيار، حيث يقدم هذا الموديل (ارتفاع الماء وزمن وصول الموجة في كل مقطع من المقاطع المدروسة خلف السد).

تضمن البحث دراسة عدة سيناريوهات للانهيار الافتراضي لسد Alibeyköy في إسطنبول، وتوصل الباحث إلى أن السيناريو الأخطر من النوع overtopping وبناء عليه تم رسم خرائط الغمر والاستفادة منها في تحديد درجة الخطورة والأضرار الناجمة عن الانهيار وإجراء العديد من الاحتياطات طويلة وقصيرة الأجل للسيطرة على الفيضانات، وأشار الباحث أيضاً إلى مدى أهمية ونجاح استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد خرائط الغمر وإنشاء أنظمة الإنذار المبكر.

- **تحليل انهيار السدود باستخدام برنامج ال Hec-Ras و Hec-Georas (2011)[9]**

يهدف البحث إلى دراسة الأسباب والعوامل المؤدية إلى انهيار السدود عن طريق تصميم عدة سيناريوهات وتحديد قيمة الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار والأضرار الناتجة عنها، حيث تم العمل بمساعدة برنامج (Hec-Ras) وبرنامج (Hec-Georas) من أجل الحصول على بيانات رقمية دقيقة من برنامج ال GIS. توصل البحث إلى النتائج الآتية:

1- انهيار السد هو عملية معقدة وشاملة وآلية الانهيار الفعلية غير مفهومة بشكل جيد، حيث إن النماذج الفيزيائية القائمة والنماذج الرياضية لم تتمكن من تفسير آليات انهيار السد بشكل مطابق تماما للواقع.

2- التغيرات في معاملات فتحة الانهيار لم تكن ذات تأثير كبير على ارتفاعات الغمر الأعظمية خلف السد.
- **محاكاة الانهيار الافتراضي للسدود الركامية (حالة دراسية سد USIO في طاجاكستان) (2006) [10]**

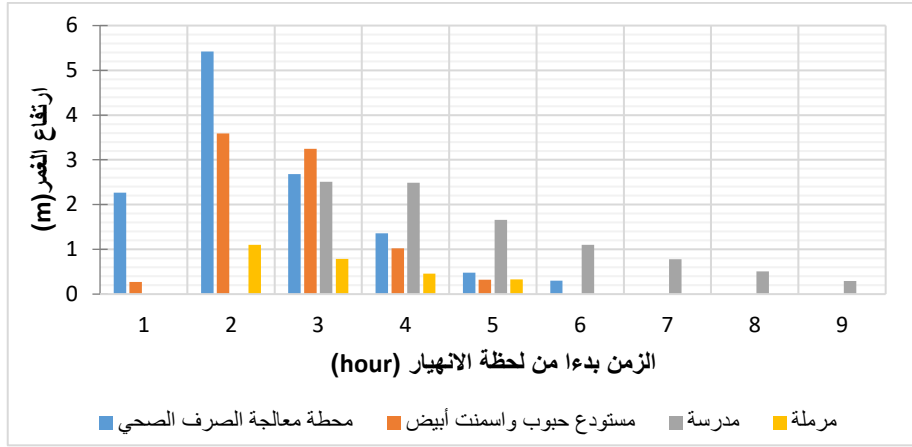
الهدف من الدراسة تحديد حجم وآثار الموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار سد (USIO) باستخدام النموذج ذو البعد الواحد الذي وضعه (Denlinger and Iverson/2001)

قام الباحث بتطبيق عدة سيناريوهات للانهيار الافتراضي بحجوم مختلفة للفيضان واستخدم النموذج الهيدروليكي المعروف باسم (DAMBRK)، وبناء عليه توصل إلى رسم مخطط الفيضان للمنطقة المدروسة وزمن وصول الموجة الفيضانية وتحديد ارتفاع الغمر، وساعدت نتائج هذه الدراسة في تطوير نظام للإنذار المبكر، والذي هو عنصر من أنشطة شركة USGS الشاملة المتعلقة بالأخطار في بحيرة ساريز (بحيرة السد USOI)، حيث تقوم الشركة بالتدريب على تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية (GIS) للمهندسين في طاجاكستان والمتخصصين في إدارة الكوارث.

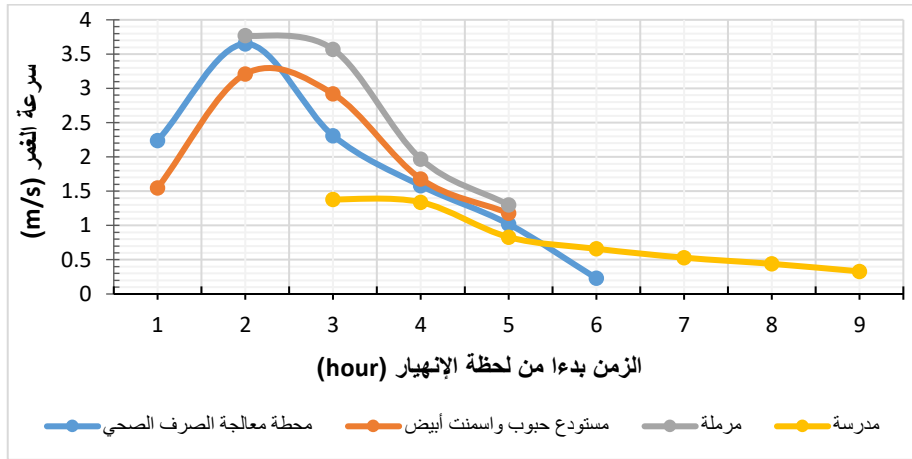
5. آثار الموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار سد الأبرش:

5-1- تأثير الموجة الفيضانية على المنشآت الواقعة خلف السد:

تبين من الدراسة أن جميع المنشآت تتعرض للغمر باستثناء معمل الأعلاف ومحطة ضخ الصرف الصحي بسبب ارتفاع مناسيبها عن المنسوب الأعظمي للموجة الفيضانية، ويبين الشكلين (2،1) ارتفاع وسرعة الغمر في المنشآت بدءاً من لحظة الانهيار.



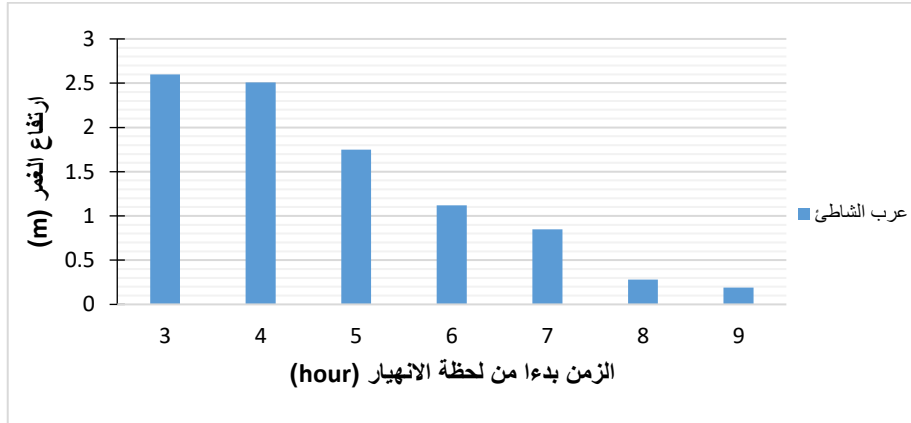
الشكل (1): ارتفاع الغمر في المنشآت الواقعة خلف السد



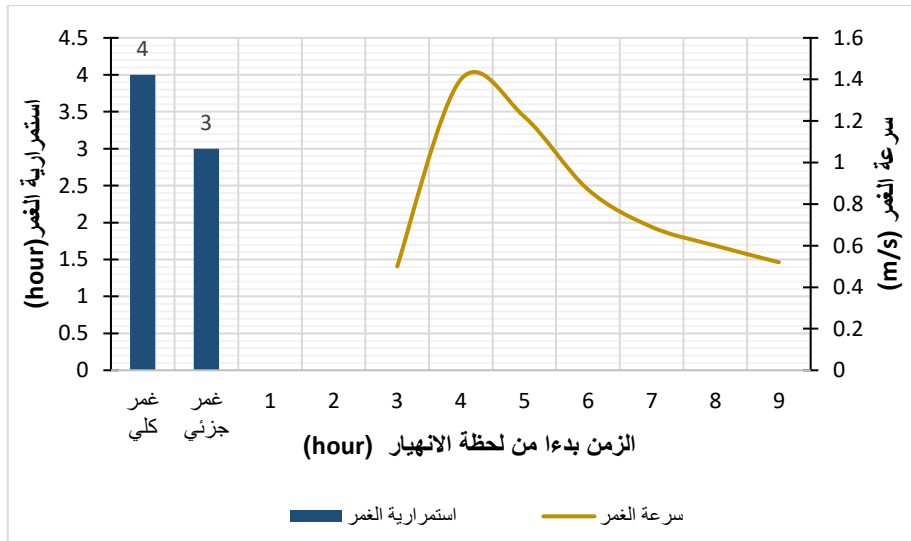
الشكل (2): سرعة الغمر للمنشآت الواقعة خلف السد

5-2- تأثير الموجة الفيضانية على القرى الواقعة خلف السد:

لا تتعرض جميع القرى الواقعة خلف السد للغمر بسبب مناسبتها المرتفعة باستثناء عرب الشاطئ، ويبين الشكلين (3،4) ارتفاع وسرعة الغمر في قرية عرب الشاطئ بدءاً من لحظة الانهيار.



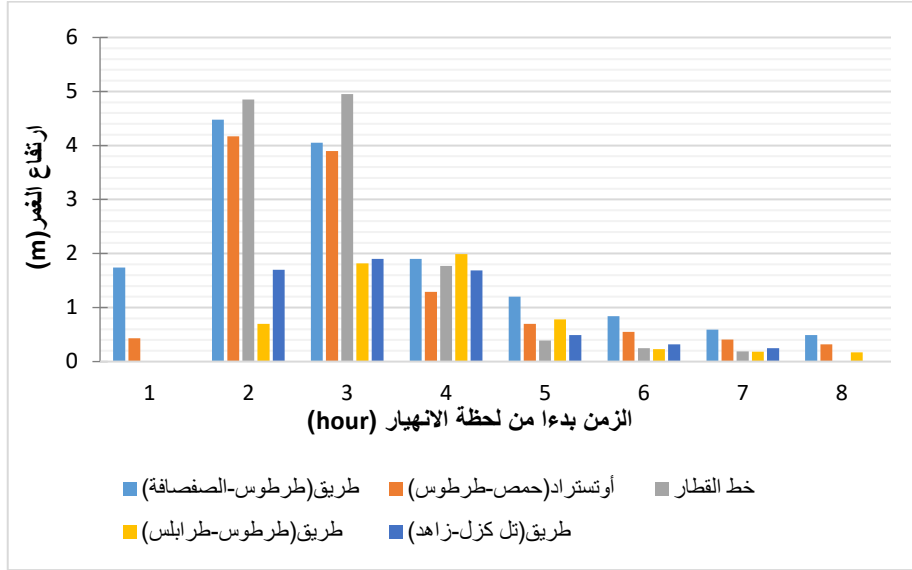
الشكل (3): ارتفاع الغمر في منطقة عرب الشاطئ



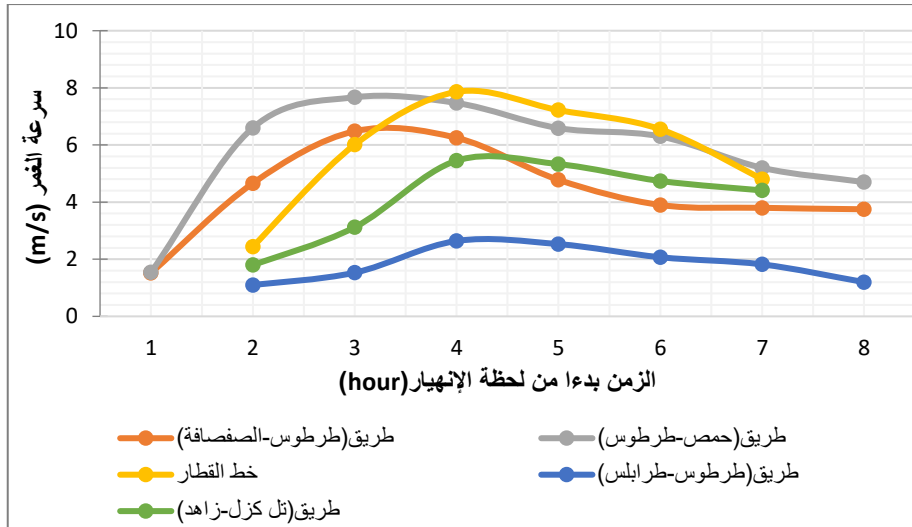
الشكل (4): سرعة واستمرارية الغمر في منطقة عرب الشاطئ

5-3- تأثير الموجة الفيضانية على الطرقات الواقعة خلف السد:

تتعرض جميع الطرقات الواقعة خلف السد للغمر، يبين الشكلين (5،6) ارتفاع وسرعة الغمر في جميع الطرقات بدءاً من لحظة الانهيار.



الشكل (5): ارتفاعات الغمر في الطرقات الواقعة خلف السد



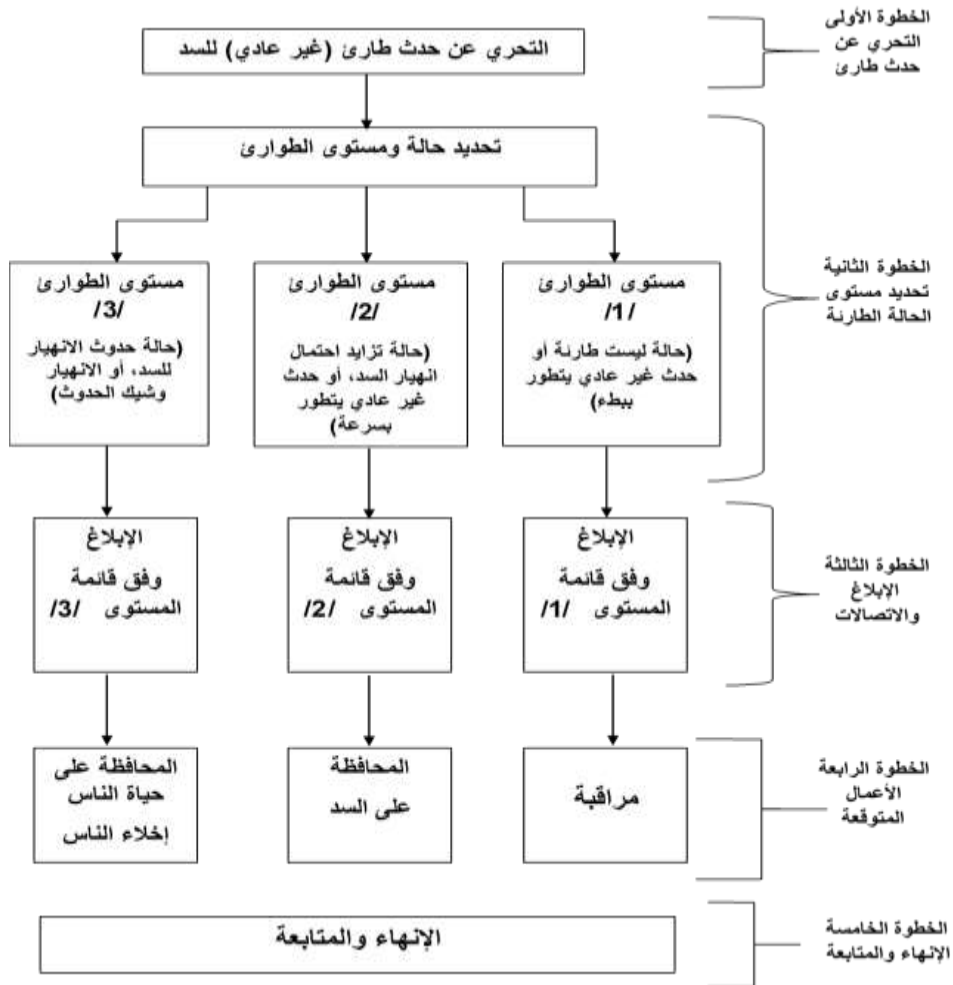
الشكل (6): سرعة الغمر للطرقات الواقعة خلف السد

6. إعداد خطة طوارئ لتخفيف آثار الموجة الفيضانية الناجمة عن انهيار السد:

6-1- تعريف خطة عمل الطوارئ: الوثيقة الأساسية الرسمية التي تحدد حالات الطوارئ الكامنة للسد، وتحدد الإجراءات والأعمال المخططة مسبقاً الواجب اتباعها لمنع أو التخفيف من حدوث خسائر في الأرواح والممتلكات، كما أنها تحدد الأعمال التي يجب على مالك السد أن يتخذها لتلطيف وتخفيف المشاكل خلف السد، حيث إن حالة الطوارئ للسد هي أية حالة غير متوقعة قد تنشأ أثناء تشغيل واستثمار السد وتعرض سلامته للخطر [11].

6-2- مخطط مراحل إدارة كارثة انهيار سد: [12]

يبين الشكل (7) مخطط مراحل إدارة كارثة الانهيار.



الشكل (7): مخطط مراحل إدارة كارثة انهيار السد

6-3- تحديد حالة ومستوى الطوارئ: [2]

يبين الجدول (1) مستوى الحالة الطارئة وفقاً لكل حادثة.

الجدول (1): تحديد مستوى الحالة الطارئة

دليل تحديد مستوى الحالة الطارئة		
مستوى الطوارئ	الحالة	الحادث
1	قناة أساسية مسدودة بشكل كبير بأنقاض أو متضررة إنشائياً	أفنية التصريف
1	قناة أساسية ترشح بمياه موحلة (عكرة)	
2	قناة طوارئ مسدودة بشكل كبير بأنقاض أو أتربة أو أشجار	
2	قناة أساسية مسدودة بأنقاض وتنشأ بركة بشكل سريع	
1	مكتب إدارة الطوارئ (الأرصاد الجوية) تصدر تحذير بإمكانية حدوث فيضان في منطقة ما.	الفيضان
2	ارتفاع التخزين وصل إلى الارتفاع (تجاوز الارتفاع الأعظمي المسموح به وفقاً لشروط الاستثمار الآمن للسد) المحدد مسبقاً للإبلاغ.	
3	ارتفاع التخزين يصل الارتفاع المحدد مسبقاً لإعطاء الإنذار بالبدء بإجراءات الإخلاء للسكان في الحوز السفلي	
3	جريان المياه في قناة المفيض يغمر الطرق والسكان في منطقة الحوز السفلي	
3	جريان مياه الفيضان تعلو قمة السد (تنسكب من فوق قمة السد)	

تتمة الجدول (1)

1	مناطق تسرب جديدة في (أو) قرب السد	التسرب
1	ملاحظة مناطق فورانات للمياه عند الحوز السفلي للسد	
2	ملاحظة فورانات عند الحوز السفلي للسد مع جريان مياه ذات مظهر عكر	
2	مناطق تصريف جديدة مع جريان مياه عكرة أو ازدياد في معدل الجريان (ازدياد في غزارة المياه المنصرفة الجديدة)	
3	تسرب مع تصريف أكبر من الحد ود المسموحة	حفر فجوات
2	ملاحظة حفر جديدة في منطقة التخزين أو على السد	
3	حفر يزداد حجمها بشكل سريع	تشقق جسم السد
1	شقوق جديدة في جسم السد (عرض الشق أكبر من 0.6 سم) بدون تسرب للمياه من خلال هذه الشقوق	
2	شقوق في السد مع تسرب	
1	حركة / انزلاق مرئي لمنحدر جسم السد	حركة جسم السد
3	حدوث انزلاقات متلاحقة مفاجئة أو بسرعة لمنحدرات جسم السد	
1	قراءات مساعدة وراء قيم محددة مسبقاً	الوسائل
1	زلزال قابل للقياس يمكن الشعور به أو مسجل على (أو) ضمن (80) كم من السد.	الزلازل
2	زلزال يسبب ضرر مرئي للسد أو منشأته الملحقة	
3	زلزال يسبب تحرير (غير مسيطر عليه) للماء من السد	

6-4-4- خطة الطوارئ الخاصة بسد الأبرش:

6-4-1- البيانات الأساسية الخاصة بالسد:

البيانات الأساسية لخطة عمل الطوارئ الخاصة بسد الأبرش

- 1- **الهدف:** حماية السكان والممتلكات من الآثار المدمرة للموجة الفيضانية الناتجة عن انهيار السد أو تعرضه لحالة طارئة تؤدي الى تحرير كميات كبيرة من المياه باتجاه الحوز السفلي.
- 2- **معلومات عامة عن السد:**
 - اسم السد: الأبرش.
 - المحافظة التابع لها: طرطوس
 - الموقع: يقع سد الأبرش على نهر الأبرش في محافظة طرطوس عند قرية اليازدية ويبعد 7km عن مدينة صافيتا و 20km جنوب شرق مدينة طرطوس.
 - نوع السد: ركامي يتكون من ردميات غضارية ورملية وحصى نهريه و ردميات صخرية مع نواة غضارية.
 - أقرب محافظة بالنسبة للسد: طرطوس.
 - اسم النهر الذي يقع عليه السد: الأبرش.
 - الجهة المسؤولة عن استثمار ومراقبة السد: مديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس.
 - الهدف من السد: الري، توليد الطاقة الكهربائية.
 - ارتفاع السد: 50 م.
 - حجم التخزين الأعظمي: 103 M.m³
 - منسوب قمة السد عن سطح البحر: 116.6 m.
 - مساحة بحيرة التخزين: 689 ha.
 - الحجم الميت: 3 M.m³.
 - القدرة التصريفية للمفيض: 514.73 m³/s.
 - طول السد: 733 m.
 - عرض قمة السد: 8 m.
 - درجة الخطر الكامن للسد: عالية.
 - تصنيف السد من حيث الأهمية: عالية.
 - عدد السكان (في منطقة الحوز السفلي للسد) المعرضين للخطر: 2000 نسمة.

6-4-2- الإجراءت اللازمة لتخفيف آثار الموجة الفيضانية:

بعد دراسة كافة الآثار الناجمة عن الانهيار وتحديد الأماكن المتضررة ودرجة خطورة كل منطقة من حيث ارتفاع وسرعة واستمرارية الغمر تم وضع خطة طوارئ تشمل توكيل مجموعة المهام للقائمين على السد، إضافة الى الجهات المعنية بحالات الكوارث وذلك بهدف الحد من الخسائر الناجمة وحماية الأرواح والممتلكات، وبناء عليه يتم اتخاذ الإجراءات الآتية:

1- مكتب إدارة الطوارئ:

- a) يعمل كمسؤول اتصال رئيسي من أجل تحديد إحدائيات كل أعمال الطوارئ.
- b) إخلاء جميع سكان عرب الشاطئ قبل مرور ساعة ونصف على بدء الانهيار وتوجيههم الى مكان آمن يستوعب عدد السكان، يبين الشكل (8) مكان مقترح لتوجيه سكان عرب الشاطئ.



الشكل (8): مكان آمن لتوجيه سكان عرب الشاطئ

(c) توجيه قوات حفظ النظام لإخلاء جميع المنشآت المعرض للغمر بالسرعة القصوى وفق التسلسل الموضح في الجدول (2).

الجدول (2): تسلسل اخلاء المنشآت عند حدوث الانهيار

المنشأة	التسلسل
محطة معالجة الصرف الصحي	1
مستودع حبوب واسمنت أبيض	2
مرملة	3

(d) إعطاء التعليمات لقسم الشرطة بإغلاق جميع الطرق المؤدية إلى المناطق التي تم إخلائها إضافة إلى الطرقات المحتمل تعرضها للغمر.

(e) المسؤول عن إيقاف حالة الطوارئ وذلك بناء على معاينة السد والتأكد من انتهاء مرحلة الخطر.

2- المهندسين القائمين على تشغيل السد:

(a) تحديد مستوى الطوارئ وذلك من خلال ملاحظة الحالة الطارئة التي يتعرض لها السد وفق الجدول (1).

(b) تبليغ الموظفين وجميع الجهات المعنية بالتصدي للكارثة.

(c) تزويد مكتب الجاهزية بالحالة الطارئة وتطوراتها بشكل مستمر بهدف اتخاذ قرارات تتناسب مع تطور الحالة.

(d) متابعة عملية تطوير خطة الطوارئ والاستعداد لاتخاذ إجراءات التحذير والإخلاء للسكان عندما يتطلب الأمر.

3- قسم الشرطة والإطفاء:

(a) تنفيذ جميع قرارات الاستجابة للكوارث واتخاذ التدابير المناسبة من إخلاء وإغلاق للطرقات ومساعدة السكان المعرضين للخطر.

(b) إيقاف حركة السير على الطرقات المعرضة للغمر ووضع شاخصات على مسافات محددة من الطريق لمنع مرور السيارات وفق الجدول (3).

الجدول (3): أماكن وضع شاخصات منع المرور على الطرقات الواقعة خلف السد

مكان وضع الشاخصة (المسافة عن ضفة النهر) (m)	الطريق
1000	طرطوس-الصفصافة
850	حمص-طرطوس
1700	تل كزل-زاهد
2000	طرطوس-طرابلس

(c) توجيه المارة على الطرقات إلى الأماكن الآمنة، حيث يبين الجدول (4) أقرب مكان آمن لكل طريق.

الجدول (4): أقرب مكان آمن لتوجيه المارة على الطرقات

أقرب مكان آمن يمكن التوجه إليه	الطريق
قرية دير الحجر	طرطوس-الصفصافة
قرية دير الحجر	حمص-طرطوس
قرية الجماسية	تل كزل-زاهد
التوجه الى المكان الأيمن وفق الملحق (8)	طرطوس-طرابلس

(d) تحديث وتطوير خطة الطوارئ بناء على حالة السد وتطوراتها والتعليمات الموجهة من مكتب إدارة الطوارئ

4- المهندس الاختصاصي:

(a) إعطاء بعض الحلول العلاجية والتي من شأنها التقليل من درجة الخطر إذا كان الوقت يسمح.

(b) يساعد القائمين على السد في عمليات الإبلاغ وتحديد مستوى الطوارئ إذا كان الوقت يسمح.

(c) تزويد الجهات القائمة على إدارة الكارثة بتطور حالة السد.

6-4-3- ملاحق خطة الطوارئ الخاصة بالسد:

الهدف من إضافة الملاحق تزويد الجهات المعنية بالمعلومات اللازمة لتسهيل تنفيذ الإجراءات الواجب اتخاذها في حال حدوث الانهيار حيث تتضمن الملاحق كافة المعلومات المساعدة في تنفيذ خطة الطوارئ، وتشمل خريطة الحوض الساكب للأبرش (الشكل: 9)، وزمن التعرض للغمر للقرى والمنشآت والطرق (الشكل: 10)، والمنشآت الملحقة بسد الأبرش (الجدول: 5)

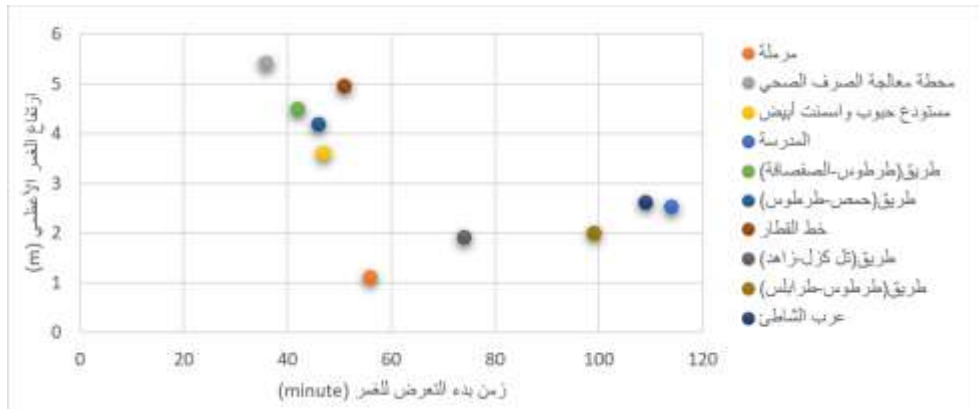
وخرائط توضح أماكن توضع المنشآت والقرى والطرق كما تبين الأشكال (11، 12، 13).

1- خريطة الحوض الصباب للأبرش



الشكل (9): خريطة الحوض الساكب للأبرش

2- زمن بدء التعرض للغمر للطرق والمنشآت والقرى الواقعة خلف السد وارتفاع الغمر الأعظمي



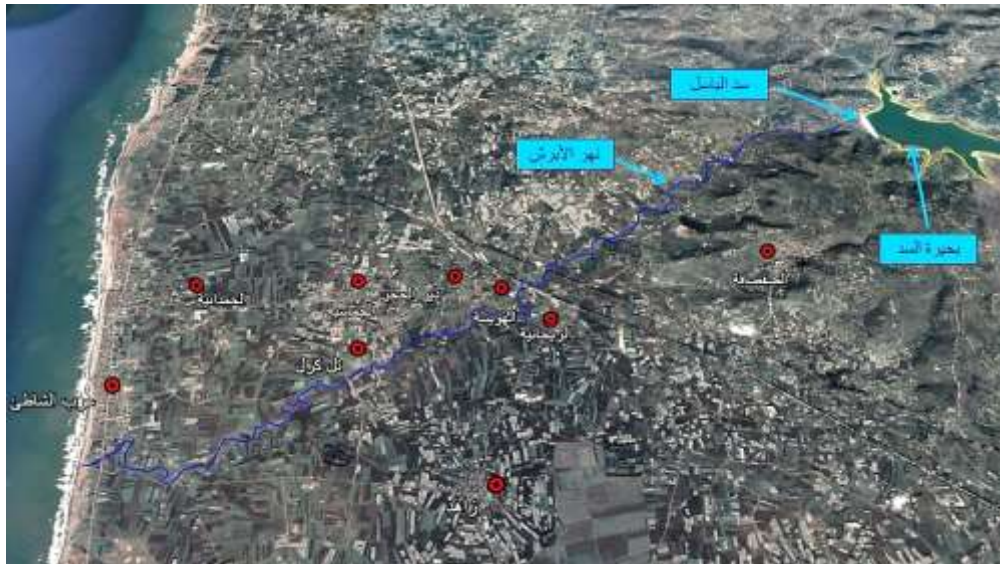
الشكل (10): زمن بدء التعرض للغمر للطرقات والمنشآت والقرى الواقعة خلف السد وارتفاع الغمر الأعظمي

3- المنشآت الملحقة بالسد

الجدول (5): المنشآت الملحقة بسد الأبرش

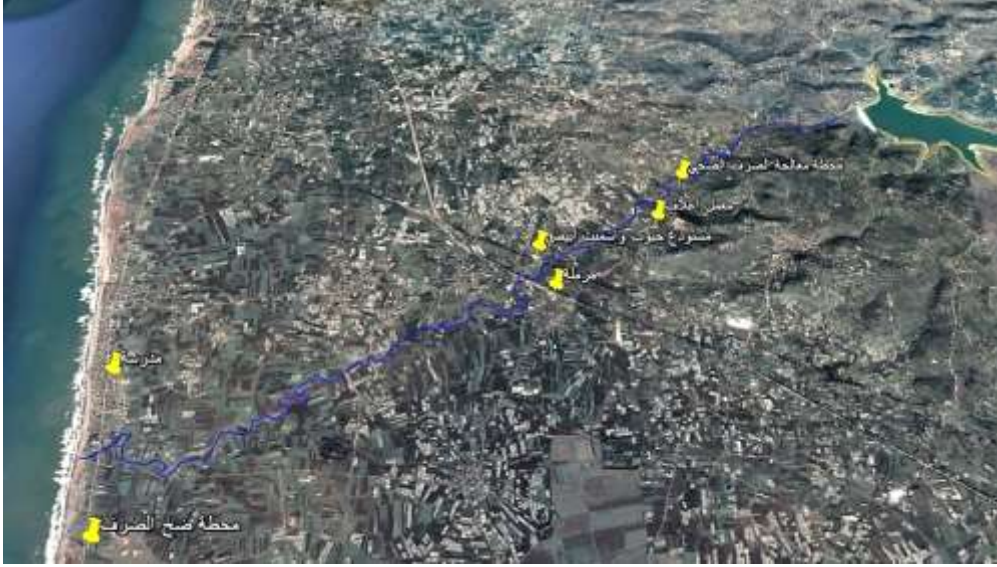
المنشآت الملحقة بالسد	
المفرغ السفلي	طوله (176) متر، يستخدم لتفريغ البحيرة في حالة الطوارئ بتدفق أعظمي (39.5) متر مكعب بالثانية.
المفيض	طوله 512 متر، يصرف غزارة مقدارها (514.73) متر مكعب بالثانية.
صالة الحقن	توجد تحت نواة السد مباشرة، طولها 830 متر، تتوضع فوقها بلاطة بسماكة 0.5 متر، تحوي آبار مراقبة بيزو مترية.
مأخذ الري	يمرر غزارة (10.5) متر مكعب بالثانية إلى القناة الرئيسية.

4- خريطة القرى



الشكل (11): خريطة القرى

5- خريطة المنشآت



الشكل (12): خريطة المنشآت

6- خريطة الطرقات



الشكل (13): خريطة الطرقات

6. الاستنتاجات والتوصيات

أ-الاستنتاجات:

- بناء على دراسة آثار الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار الافتراضي لسد الأبرش تبين ضرورة إعداد خطة طوارئ ووضعها ضمن الإضارة التصميمية الخاصة بالسد.
- محطة معالجة الصرف هي المنشأة الأخطر من حيث ارتفاع وزمن التعرض للغمر.
- الموجة الفيضانية الناجمة عن الانهيار ستصل لمنطقة عرب الشاطئ ذات الكثافة السكانية العالية بعد 1 ساعة و49 دقيقة من بداية الانهيار، وبالتالي سيتجاوز عدد السكان المعرضين للخطر ال 2000 نسمة.
- ستخرج جميع الطرقات الواقعة خلف السد عن الخدمة بعد 1 ساعة و39 دقيقة.

ب-التوصيات:

- تنظيم دورات تدريبية لكافة الجهات المعنية بتنفيذ خطة الطوارئ بهدف رفع جاهزيتها في حال حدوث أي طارئ.
- المحافظة على الغطاء النباتي وتشجير المنطقة على جانبي النهر بهدف التقليل من الآثار السلبية للفيضانات.
- يجب أن تتضمن اضبارة كل سد على خطة طوارئ مبنية على دراسة سيناريوهات الانهيار الافتراضي للسد، لتكون دليلا للتصرف في حال حدوث انهيارات أو فيضانات.

7. المراجع

- 1- حديد، شعبان - ليؤس، الياس (2009) -استثمار وصيانة المنشآت المائية. كلية الهندسة المدنية، جامعة البعث، حمص.
- 2- علي، مرتضى (2009) -خطة الطوارئ المقدمة لإدارة كارثة انهيار سد ترابي، سد الرستن نموذجاً. بحث للحصول على درجة زمالة كلية الدفاع الوطني، الأكاديمية العسكرية العليا، دمشق.
- 3- MAMBRETTI, S., DE WRACHIEN, D. (2009) -Dam-break problems, solutions and case studies. Boston, 347p.
- 4- BRUNNER, G (1995) -HEC-RAS River Analysis System (Hydraulic Reference Manual). Hydrologic Engineering Center, California, 147p.
- 5- GORELICK, N, HANCHER, M, DIXON, M, ILYUSHCHENKO, S, THAU, D, & MOORE, R (2017) Google Earth Engine: Planetary-scale analysis for everyone, Remote sensing of Environment, Vol.202. 18-27.
- 6- ALGHAZALI, N. O., & ALHADRAWI, D. A. (2012) -The Mathematical Model of RCC Dam Break, Bastora Dam as a Case Study. kerbala university, Iraq.
- 7- CHAGAS, P. F., SANTOS, S. H., ANDRADE, C., UETA, V., & SOUZA, R. (2010) -Application of mathematical modeling to study flood wave behavior in natural rivers as function of hydraulic and hydrological parameters of the basin. Federal University of de Ciara, Fortaleza, Brazil.
- 8- SEKER, D., KABDASLI, S., & RUDVAN, B. (2001). Risk assessment of a dam-break using GIS technology. Water Science and Technology, Istanbul Technical University, Turkey.
- 9- XIONG, Y. F. (2011) -A dam break analysis using HEC-RAS. Mississippi State University.

10- RISLEY, J. C., WALDER, J. S., & DENLINGER, R. P. (2006) - Usoi dam wave overtopping and flood routing in the Bartang and Panj Rivers, Tajikistan.

11- Plans, D. E. A. (2013) - Guidelines for Developing Guidelines for Developing Dam Emergency Action Plans, Publication no. 92-22.

12- GAZIOGLU, S. I., VANOLYA, M. M.,& RUKUNDO, E.(2010) - Emergency Action Plan For Damssafety Application For Seyhan Dam In Adana.

الدراسة الهيدرولوجية لحوض السعن (بادية حماه)

الباحثة: د. صفاء محمود الديب

قسم الموارد المائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

المخلص

تم اختيار منطقة الدراسة (حوض السعن) نظراً لأهميته في تأمين الموارد المائية الضرورية لأهالي المنطقة وللثروة الحيوانية، تبلغ مساحته حوالي (300 Km²)، ويقع شمال شرق مدينة سلمية، وهو جزء من حوض البادية، وإجراء دراسة هيدرولوجية لتحديد التدفقات باحتمالات مختلفة، وكان الهدف من البحث إيجاد طريقة في إدارة الموارد المائية للحوض المدروس للحصول على أكبر كمية من الهطولات المطرية في منطقة الدراسة.

تم في هذا البحث تحديد الخصائص الهندسية والفيزيائية للحوض المدروس والحصول على بيانات الهطول المطري من المحطات المناخية المجاورة لمنطقة الدراسة، لحساب الشدات المطرية وزمن تركيز الحوض والتدفق الناتج عن الدراسة الهيدرولوجية باحتمالات مختلفة، إضافة إلى دراسة وتحليل التبخر من السطوح المائية في موقع البحث، من أجل تحديد أفضل الطرق في الحفاظ على الموارد المائية والاستفادة منها.

أخيراً تم إجراء مقارنة بين طريقتين معروفتين في حساب احتمال الضمان للعواصف المطرية والشدات والتصاريف الناتجة عنها وهما معادلة غامبل ومعادلة فوستر-ريبكن، أظهرت النتائج وجود توافق كبير وتطابق بين كلتا الطريقتين، يمكن استخدام طريقة واحدة فقط في الدراسات الهيدرولوجية للمنشآت المائية.

يقترح هذا البحث استخدام طرق حصاد المياه الحديثة، إضافة إلى إنشاء شبكة معلومات مناخية تساهم في الدراسات الهيدرولوجية لزوم حصاد المياه في منطقة الدراسة

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا المياه السطحية-حصاد المياه- التبخر- زمن التركيز.

Hydrological Study of the Sa'an Basin (Badia of Hama)

Dr. Safaa Mahmoud Aldeeb

water Resources Dep- AL- Baath University

Abstract

The study area (Al-Sa'an Basin) was chosen due to its importance in securing the necessary water resources for the people. It has an area of about (300 km²), and is located north-east of Salamiyah city, which is part of the Badia Basin, and a hydrological study was conducted to determine the flows with different possibilities. The research aims to find a way to manage the water resources of the studied basin to get the largest amount of rainfall in the study area.

In this research, the engineering and physical characteristics of the studied basin were determined and rainfall data was obtained from climatic stations adjacent to the study area, to calculate the rain intensities, the basin concentration time and the flow resulting from the hydrological study with different possibilities, in addition to studying and analyzing evaporation from the water surfaces at the research study, in order to determine the best ways to conserve and benefit from water resources.

Finally a comparison between two ways for the guarantee of the possibility of rain storms, and the consequent drainage, which is Gumble equation and Fuster- Ripken equation. The results showed a similar result in the two ways, and both are applicable.

This research suggests the use of modern water harvesting methods, in addition to establishing a climate information network that contributes to hydrological studies for the necessity of water harvesting in the study area.

key words:

Surface water hydrology - water harvesting - evaporation - time concentration.

1- المقدمة:

تعاني المنطقة المدروسة من الفيضانات والسيول شتاءً والجفاف صيفاً، إضافةً إلى قلة عدد محطات القياس المناخية والمائية، حيث أجريت دراسات عديدة من أجل تنمية الموارد المائية في عدد كبير من الأحواض الساكنة في سورية، [4]، وتعد الدراسات التي أنجزتها المنظمة العالمية للزراعة والأغذية (FAO) هامة جداً في معرفة وتحديد كمية المياه المتوفرة في كل حوض والمتجددة في كل عام [6]، [7]، [8]. كما أنجزت منظمة (ICARDA) التابعة للأمم المتحدة الكثير من البحوث والدراسات في مجال حصاد المياه للعديد من الأحواض المائية في الجمهورية العربية السورية [3].

2- الغاية من البحث:

إيجاد طريقة في إدارة الموارد المائية للحوض المدروس للحصول على أكبر كمية من الهطولات المطرية في منطقة البحث.

2- مواد وطرائق البحث:

تمّ في هذا البحث دراسة وتحليل الخواص الفيزيائية للحوض الساكن المدروس، حيث لوحظ وجود فرق واضح بين أعلى نقطة في الحوض وأخفض نقطة منه (مخرج الحوض)، وبالتالي يعتبر هذا الحوض ذو ميل كبير، حيث يبلغ منسوب أعلى نقطة (1050m) وأخفض نقطة (450m).

تمّ حساب زمن تركيز الحوض الساكن باستخدام معادلة كيريش المعروفة عالمياً، إضافةً إلى حساب متوسط الهطول المطري بطريقة (تيسين)، وكذلك حساب الثوابت الإحصائية للهطول المطري.

تمّ الحصول على بيانات قيم التبخر بواسطة حوض تبخر (Class-A) الموجود في بعض المحطات المناخية بمنطقة الدراسة ومحيطها، وحساب التبخر-نتح الحقيقي السنوي (ETR) باستخدام معادلة تورك، إضافةً إلى تحديد الجريان السطحي بالحوض المدروس، وإعداد الموازنة المائية له بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$\Delta S = R - (F + ETR) \dots (mm)$$

ΔS : المخزون المائي

R : الهطول المطري

F : الجريان السطحي

ETR : نتح الحقيقي السنوي التبخر

3- النتائج والمناقشة :

تم إجراء القياسات اللازمة لحساب وتحديد الخصائص الفيزيائية والهندسية للحوض المدروس جدول (1)، بينت النتائج أن مساحة الحوض تبلغ حوالي (300 Km^2)، وهو حوض كبير نسبياً، و يبلغ طول المجرى المائي الرئيسي في الحوض (51 Km). درست الشبكة الهيدروغرافية للحوض الساكب باستخدام طريقة هورتون [1]، يعطي الجدول (2) نتائج الدراسة حيث تبين أن المجرى المائي الرئيسي من المرتبة (6) حسب ترقيم هورتون وبطول كلي (19 Km)، وأن كثافة الشبكة النهرية حسب ترقيم هورتون بلغت (1.83 Km^{-1}) وتعتبر كثافة الشبكة ضعيفة، وبالتالي فإن قيمة التصريف المتشكل عن الهطول المطري ضعيف والضياعات بالرشح كبيرة، بينما وسرعة الجريان صغيرة [2].

جدول (1): الصفات الفيزيائية للحوض الساكب المدروس

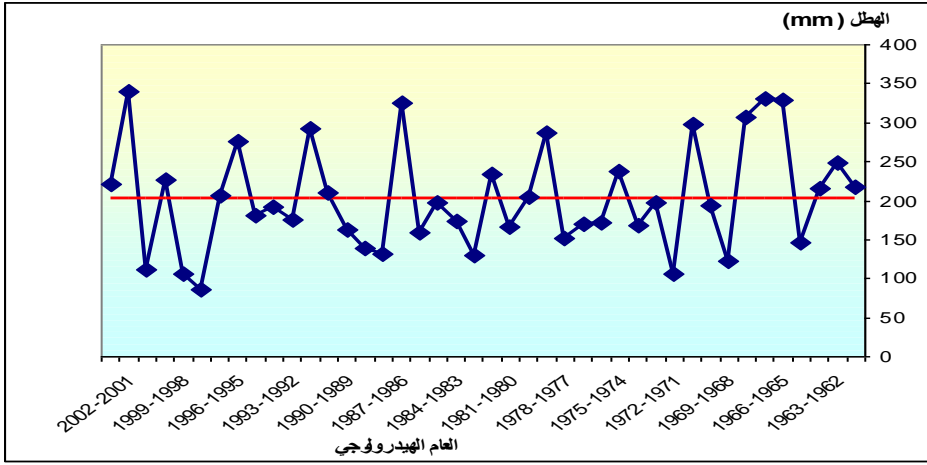
البيان	الصفات الفيزيائية للحوض
300 Km^2	مساحة الحوض
71 Km^2	مساحة الضفة اليمنى
229 Km^2	مساحة الضفة اليسرى
37 Km	طول الحوض
51 Km	طول المجرى الرئيسي
42 Km	طول المستقيم المكافئ للمجرى الرئيسي
1050 m	منسوب أعلى نقطة بالحوض
450 m	منسوب مخرج الحوض

جدول (2): توصيف المجاري المائية في الحوض الساكب المدروس

مرتبة المجرى	عدد المجاري	الطول الكلي (Km)
1	522	247
2	141	150
3	37	88
4	12	34
5	3	10
6	1	19

3-1 الهطول المطري:

تمّ استخدام البيانات المتوفرة في ثلاث محطات مناخية محيطة بالحوض المدروس من أجل دراسة الهطول المطري، يبين (الشكل 1) متوسط الهطول السنوي حيث بلغت قيمته حوالي (203mm/year)، كما يبين أنّ هناك سنوات رطبة يكون فيها الهطول المطري أعلى من المتوسط، وسنوات جافة كان فيها الهطول المطري أدنى من المتوسط، وتمر المنطقة بفترات جافة تشكل 55% من عدد السنوات الكلي، بينما تشكل السنوات الرطبة 45%، لذا لابدّ من إيجاد حلول عملية لشح المياه بمنطقة الدراسة، خاصة إذا ما أخذنا بعين الاعتبار التغيرات المناخية الحاصلة، حيث أنّ هناك مشكلة تكمن في تناقص الهطول في الحوض المدروس (جدول 3). نستنتج من هذا الجدول أنّ هناك انخفاض في متوسط الهطول السنوي، يشكل هذا الانخفاض قيمة كبيرة نسبياً، مما يستدعي أخذه بعين الاعتبار عند إعداد الدراسات المائية في منطقة البحث مثل استخدام الحفائر في حصاد المياه في الحوض المدروس.



الشكل (1): متوسط الهطول السنوي في الحوض الساكب المدروس

جدول (3): معدل الهطول السنوي وعدد السنوات الرطبة والجافة

محطة 3	محطة 2	محطة 1	المحطة المناخية
173	211	232	معدل الهطول السنوي (mm/year)
16	21	16	عدد السنوات الرطبة (الهطول أعلى من المعدل السنوي)
62	81	62	عدد السنوات الجافة (الهطول أدنى من المعدل السنوي)

3-2 زمن التركيز (Tc):

تم استخدام معادلة كيريش لتقدير زمن التركيز في الحوض المدروس، يبين الجدول (4) البيانات اللازمة لحساب زمن تركيز الحوض الساكب باستخدام معادلة كيريش التالية:

$$T_c = (0.868 \times L^3 / H)^{0.385}$$

جدول (4): زمن التركيز في الحوض المدروس

(hour) Tc	H (m)	h° (m)	h (m)	L (km)	A (km ²)
7.55	600	1050	450	51	300

- L: طول المجرى من أبعد نقطة في الحوض حتى مخرج الحوض (km).
H : فرق الارتفاع بين أعلى نقطة من المجرى حتى النقطة المدروسة (m).
h : منسوب مخرج الحوض، h° : منسوب أعلى نقطة منه، A : مساحة الحوض (Km²).

نلاحظ أنّ زمن تركيز الحوض كبير تجاوز السبع ساعات، وهذا يؤثر سلباً على حصاد المياه في الحوض المدروس، حيث يضيع قسم كبير منها بالتسرب ضمن التربة قبل الوصول إلى مخرج الحوض (سدة مائية).

3-3 حساب التدفق الأعظم:

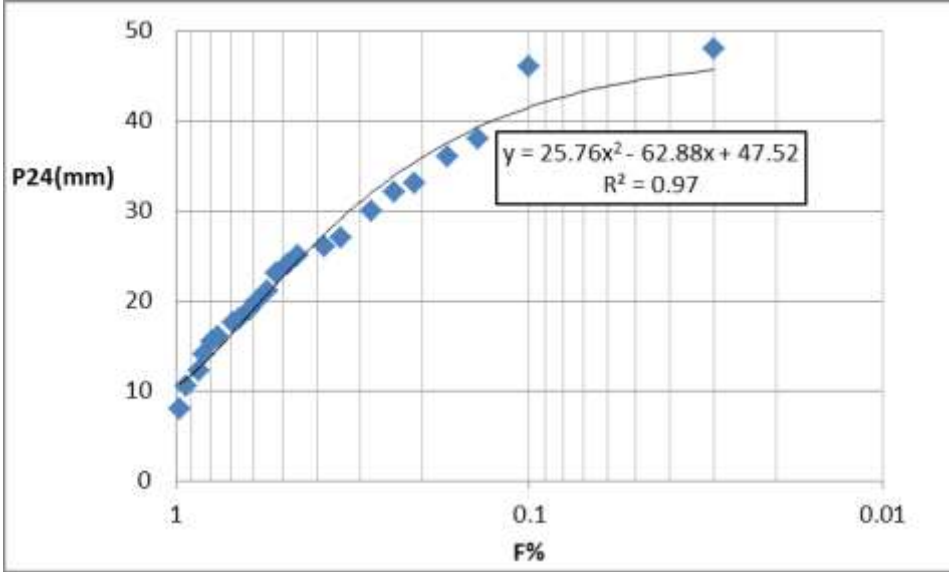
تمّ دراسة وتحليل طريقة غامبل بمقارنتها مع طريقة أخرى معروفة (طريقة فوستر-ريبكن) في حساب احتمال الضمان للهطولات المطرية وشدة العاصفة المطرية والتدفق الناتج عنها. يبين الجدولين (5) و(6) نتائج المقارنة بين هاتين الطريقتين.
تبين الأشكال (2)،(3) وجود توافق كبير بين طريقتي (غامبل) و(فوستر-ريبكن) ، حيث أعطت الطريقتان هطول أعظم يومي (48 mm/day) من أجل احتمال ضمان (1%) الذي يأتي كل مئة عام ، مع معامل تحديد مرتفع في كلا الحالتين (R=97%). بينما بلغ احتمال الضمان كل 50 عام (2%) حسب الطريقتين (45 mm/day)، وهذا يؤكد وجود تطابق النتائج بين الطريقتين.

جدول (5): حساب احتمال الضمان بطريقة غامبل

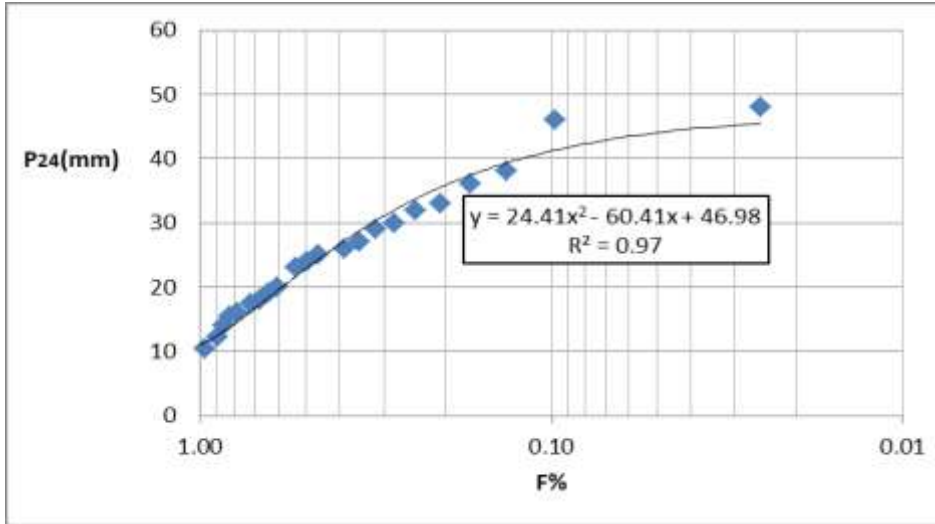
التدفق الأعظم Q (m ³ /s)	احتمال الضمان F%	الشدة المطرية i (mm/h)	الهطول P ₂₄ (mm)	م.
24.9	3	7.6	48.0	1
23.8	10	7.2	46.0	3
19.7	14	6.0	38.0	4
18.7	17	5.7	36.0	5
17.1	21	5.2	33.0	6
16.6	24	5.0	32.0	7
15.6	28	4.7	30.0	8
15.0	31	4.6	29.0	9
14.0	34	4.3	27.0	10
13.5	38	4.1	26.0	11
13.0	45	3.9	25.0	13
12.4	48	3.8	24.0	14
11.9	52	3.6	23.0	15
10.9	55	3.3	21.0	16
10.4	59	3.1	20.0	17
9.9	62	3.0	19.0	18
9.3	66	2.8	18.0	19
9.1	69	2.8	17.5	20
8.8	72	2.7	17.0	21
8.3	76	2.5	16.0	22
8.0	79	2.4	15.5	23
7.3	83	2.2	14.0	24
6.3	86	1.9	12.2	25
6.2	90	1.9	12.0	26
5.4	93	1.7	10.5	27
4.2	97	1.3	8.0	28

جدول (6): حساب احتمال الضمان بطريقة فوستر-ريبكن

التدفق الأعظم Q (m ³ /s)	احتمال الضمان F%	الشدة المطرية i (mm/h)	الهطول P ₂₄ (mm)	م.
24.9	3	7.6	48.0	1
23.8	10	7.2	46.0	3
19.7	13	6.0	38.0	4
18.7	17	5.7	36.0	5
17.1	21	5.2	33.0	6
16.6	24	5.0	32.0	7
15.6	28	4.7	30.0	8
15.0	32	4.6	29.0	9
14.0	35	4.3	27.0	10
13.5	39	4.1	26.0	11
13.0	46	3.9	25.0	13
12.4	50	3.8	24.0	14
11.9	53	3.6	23.0	15
10.9	57	3.3	21.0	16
10.4	61	3.1	20.0	17
9.9	64	3.0	19.0	18
9.3	68	2.8	18.0	19
9.1	71	2.8	17.5	20
8.8	75	2.7	17.0	21
8.3	79	2.5	16.0	22
8.0	82	2.4	15.5	23
7.3	86	2.2	14.0	24
6.3	89	1.9	12.2	25
6.2	93	1.9	12.0	26
5.4	97	1.7	10.5	27
4.2	100	1.3	8.0	28



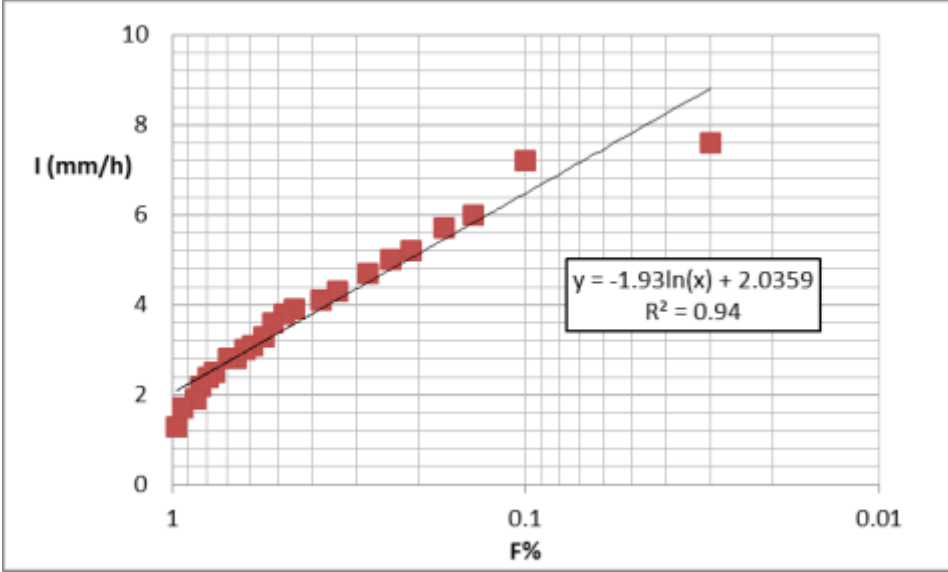
شكل (2): احتمال الضمان للهطول الأعظم اليومي حسب طريقة غامبل



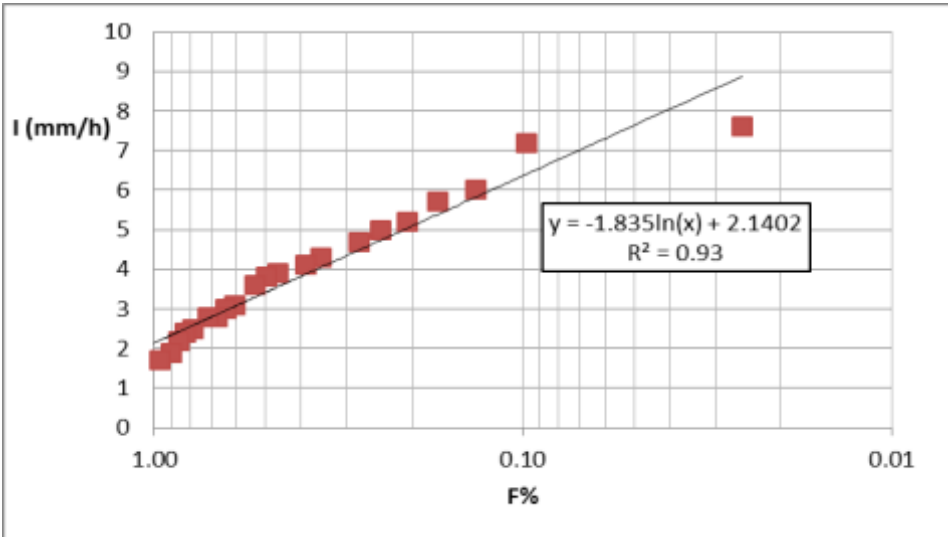
شكل (3): احتمال الضمان للهطول الأعظم اليومي حسب طريقة فوستر-ريبكن

كما لوحظ وجود تطابق بين طريقتي (غامبل) و(فوستر-ريبكن) في حساب الشدة المطرية كما تبينه الأشكال (4)،(5)، حيث أعطت الطريقتان شدة مطرية (10 mm/h) باحتمال ضمان

(1%)، مع وجود اختلاف بسيط بقيم معامل التحديد بين الطريقتين حيث أعطى عامل معامل تحديد (R=94%)، بينما أعطى فوستر-ريبن (R=93%)، بينما بلغ احتمال الضمان كل 50 عام حسب الطريقتين (9 mm/h)، وهذا يؤكد تقارب بين الطريقتين.

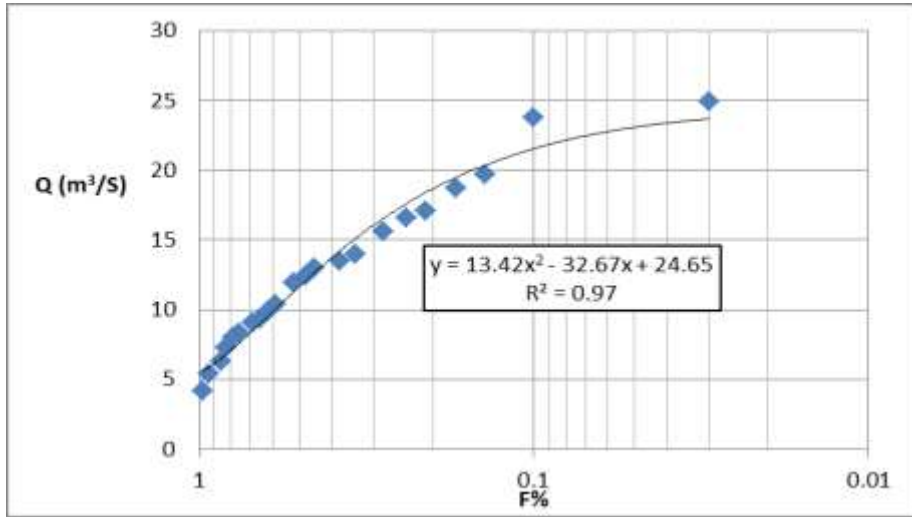


شكل (4): احتمال الضمان للشدة المطرية حسب طريقة غامبل

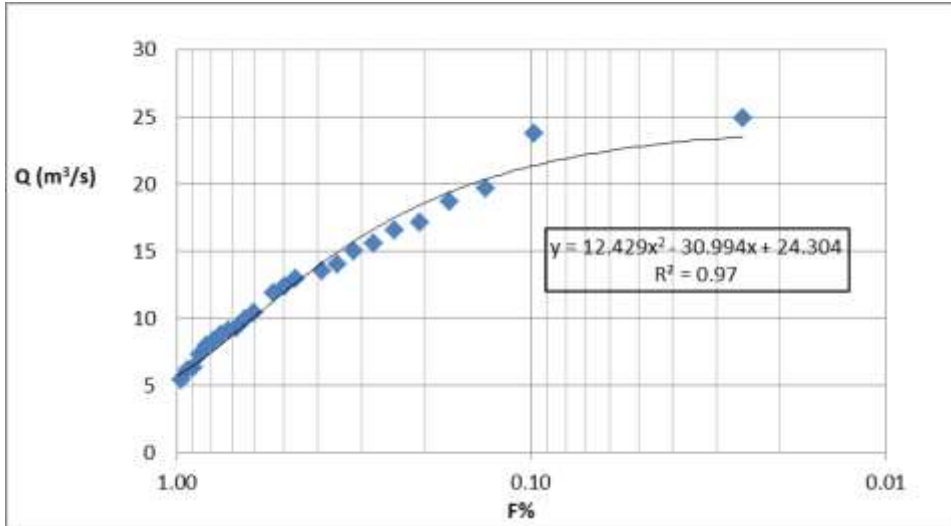


شكل (5): احتمال الضمان للشدة المطرية حسب طريقة فوستر-ريبن

تبين الأشكال (6)،(7) حساب التدفق الأعظم الناتج عن شدة العاصفة المطرية وفق الطريقتين، حيث لوحظ تطابقاً في معامل التحديد ($R=97\%$)، وأعطت الطريقتان تدفق أعظم ($26 \text{ m}^3/\text{s}$) باحتمال ضمان (1%)، بينما من أجل احتمال ضمان (2%) أعطت معادلة غامبل ($24 \text{ m}^3/\text{s}$)، في حين أعطت معادلة فوستر-ريكن تدفق بقيمة ($22 \text{ m}^3/\text{s}$).



شكل (6): احتمال الضمان للتدفق الأعظم حسب طريقة غامبل



شكل (7): احتمال الضمان للتدفق الأعظم حسب طريقة فوستر-ريكن

3-4 حساب التبخر من السطوح المائية:

تمّ حساب كمية المياه المتبخرة من السطوح المائية في منطقة الدراسة باستخدام أحواض التبخر الموجودة في المحطة المناخية في مدينة السلمية (الأقرب إلى منطقة الدراسة). يوضح الجدول (7) النتائج التي تم الحصول عليها، حيث بلغت أكبر قيمة للتبخر اليومي في شهر تموز (13 mm/day)، وأدنى قيمة (1mm/day) كانت في شهري كانون الأول وكانون الثاني، ونلاحظ أن التبخر مرتفع على مدار العام، حيث تجاوزت قيمة التبخر اليومية (6 mm/day) في ستة أشهر من السنة، بسبب هذا التبخر نقصاً كبيراً في كمية المياه الممكن تخزينها في العام والنتيجة عن الهطولات المطرية في منطقة الدراسة.

جدول (7): المتوسط الشهري للتبخر اليومي في منطقة الدراسة (mm/day)

الشهر	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
المتوسط الشهري للتبخر اليومي (mm/day)	9	6	3	1	1	2	3	5	8	11	13	12

تقترح هذه الدراسة إيجاد حلول في الإدارة المثلى للموارد المائية في منطقة الدراسة، تحد من الضياعات المائية بالتبخر، مثل تقنيات الحفائر والسدات الترابية بدلاً من السدود الكبيرة.

4-المقترحات والتوصيات:

- استخدام طرق حصاد المياه الحديثة مثل الحفائر والسدات الترابية، التي تساعد في تنمية الموارد المائية وتقلل من الفاقد المائي بالتبخر نتيجة حجوم التخزين الصغيرة.
- تقترح هذه الدراسة اللجوء إلى الطرق الرومانية في حفظ مياه الهطول المطري في البادية (إنشاء خزانات تجميع مياه الأمطار في الصخور تحت الأرض).
- إنَّ الكلفة الاقتصادية في إنشاء الحفائر والسدات الترابية الصغيرة وكلفة استثمارها وصيانتها أقل بكثير من السدود، وهذا أحد الأسباب الجوهرية في اللجوء إلى هذه الطرق في حصاد المياه.
- إنشاء بنك معلومات لتجميع البيانات المناخية مثل الهطول المطري ودرجات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة الجوية وعدد ساعات السطوع الشمسي الخ، يساهم هذا في الدراسة الهيدرولوجية للمنشآت المائية في منطقة البحث والمناطق القريبة منها.
- عند مقارنة طريقة غامبل مع طريقة فوستر ريبكن في حساب الهطول المطري الأعظم اليومي وشدة العاصفة المطرية الناتجة عنها والتدفق الأعظم الحاصل تبين لنا وجود توافق كبير بين كلا المعادلتين بحيث يمكن استخدام واحدة منهما فقط في الدراسات الهيدرولوجية ولا يوجد مبرر لاستخدام الطريقتين في الحصول على النتائج المطلوبة.
- تسبب عاصفة مطرية تأتي كل مئة عام في منطقة الدراسة حصول تدفق أعظم بقيمة $(26 \text{ m}^3/\text{s})$ ، حيث يمكن الاستفادة من هذا التصريف في إدارة الموارد المائية في منطقة البحث بشكل أمثل.

5- قائمة المراجع :

- 1- الرفاعي فيصل محمود، 1985، الهيدرولوجيا الهندسية، منشورات كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب، ص 206.
- 2- الشبلاق، محمد؛ التجار، محمد هشام، 1995، الهيدرولوجيا، منشورات كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، ص 453.
- 3- عويس ديب وآخرون، 2003، حصاد المياه وتقانات تقليدية لتطوير البيئات الأكثر جفافاً، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا).
- 4- غريغور كونوف، 1972، الطرق الملائمة لدراسة الهيدرولوجيا في القطر العربي السوري، وزارة الأشغال والثروة المائية، مديرية الري والقوى المائية، دمشق، ص 172.
- 5- رمضان أنور، 2006، تطوير إدارة الموارد المائية في حوض البادية باستخدام تقانات حصاد ونشر المياه، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.

References :

6- FAO, 1977 a, Amenagemnt des bassins versans, cahier FAO, conservation des sols, No 1 .

7- FAO, 1977 b, Techniques des bassins versants, cahier FAO, conservation des terres et des eaux en montagne, cahier FAO, conservation des sols No 2 .

8- FAO, 1985, La conservation et L'amenagment des sols dans les pays en developpement . Bull . pedo .de la FAO No. 33 .

9- FAO,1986,Watershed management, Field Manuel, gully control FAO, conservation guide No 13/2