مجلة جامعة البيضاء - المجلد (5) - العدد (5) - ديسمبر 2023م

إمكانية حصاد مياه الأمطار الموسمية من أسطح مدينة القضارف الجامعية- تواوا

محمد عبد الله داؤد محمد
قسم الجغرافيا – كلية التربية – جامعة القضارف – السودان
dawoodirr888@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.56807/buj.v5i5.518

الملخص

جاءت الدراسة بعنوان إمكانية حصاد مياه الأمطار الموسمية من أسطح مدينة القضارف الجامعية. تنبع أهمية الدراسة من أهمية المياه كعنصر مهم للحياة؛ وبالتالي من المهم توفرها في المجمعات السكانية ومن ضمنها المدينة الجامعية، حيث تقل فيها المياه في موسم الجفاف الذي يمتد لحوالي ستة أشهر بعد توقف هطول الأمطار. لذا يعتبر حصاد المياه مهم للاستخدامات المختلفة في المدينة الجامعية خاصة سكن الطالبات. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي في حساب مساحات المباني وحساب كميات الأمطار ومعامل الجريان ومن ثم تطبيق معادلة حصاد المياه. وتم جمع بيانات الدراسة من موقع Nasa power للبيانات المناخية ونموذج الارتفاع الرقمي بدقة 30 مترا والبيانات المناخية لهيئة الأرصاد الجوية. وتم استخدام Google earth pro في رسم الأسطح. كما تم استخدام برنامج ArcMap في عمليات التحليل الهيدرولوجي لاستخراج الرتب النهرية واتجاه جريان الماء والتحليل الطبوغرافي لمعرفة انحدار منطقة الدراسة. ومن أهم النتائج أن كمية الأمطار في منطقة الدراسة كافية لأنشاء مرافق حصاد المياه وأسطح المباني ذات معامل جريان عالية.

الكلمات مفتاحية: معامل الجريان – مدينة القضارف – التحليل الهيدرولوجي – التحليل الطبوغرافي.

The possibility of harvesting seasonal rainwater from the roofs of Gadarif University city- Tawawa

Abstract

The importance of this study stems from the importance of water as an important element for life and therefore it should be available at gathering communities, including the University City of Gadarif, where water decreases during the drought season, which extends to six months after rainfall. Therefore, water harvesting is considered important for various uses in the University Cit, especially at female student hostels. The study used the experimental approach in calculating building areas, rainfall amounts and runoff coefficient, and then the water harvesting equation was applied. The study data was collected from the NASA Power site for climate data and the digital height model with a resolution of 30 meters. Google Earth Pro was used to draw the surfaces. The ArcMap program was also used in hydrological analysis operations to extract river ranks, the direction of water flow, and topographic analysis to determine the slope of the study area. One of the most important results is that the amount of rain in the study area is sufficient to establish water harvesting facilities and building roofs are with high flow coefficient.

***Keywords**: Runoff factor- Al-gadarif town- Hydrological analysis- Topographic analysis.*

مقدمة:

تعتبر المياه أحد العناصر الضرورية للحياة على كوكب الأرض، ويعتبر الغلاف المائي أحد الأغلفة الرئيسة التي تتكون منها الكرة الأرضية؛ الذي يعتبر علماً واسعاً يشمل كل أشكال المياه وطرق تجميعها على سطح الأرض؛ كما أن "صحة الإنسان ورفاهيته وأمنه الغذائي يتوقف على وفرة المياه، والتنمية الصناعية. " (أبو سمور والخطيب، 1999،ص10) . "وتعتبر إدارة مياه الأمطار عن طريق ما يعرف بحصاد المياه من الوسائل المتاحة للتصدي لشح المياه "(اللوزي، 2002، ص14). وتعتبر الأمطار من أكثر الموارد الطبيعية أهمية في البيئات الجافة وشبه الجافة لأنها تمثل المصدر الوحيد لجريان المياه السطحية وتغذية المخزون الجوفي خاصة في المناطق التي تنعدم فيها الجريان الدائم للمياه، لذا تصبح تقنية حصاد المياه أكثر ملائمةً لدعم الموارد المائية الشحيحة.

ويُقصد بحصاد المياه: "تجميعها في عدة أشكال خلال فترة زمنية من الدورة الهيدرولوجية التي تبدأ من وصول الأمطار إلى أسطح المباني أو الأرض وحتى مرحلة الجريان في شكل سيول، أو بتحويل جزئي لتصريف الأودية والأنهار، أو حجز مياه الأنهار أو الأودية والخيران الموسمية عن طريق بناء سدود، أو منشآت تحويلية بهدف التخزين والاستفادة من هذه المياه في أوقات انعدام هطول الأمطار أو أوقات الجفاف، حيث يقل التصريف أو يتوقف جريان الأودية. وتشكل الاستفادة من تجميع مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة التي غالباً ما تهطل فيها الأمطار خلال أشهر قليلة من السنة أهمية كبري تفوق مثيلاتها في المناطق الرطبة، وتزداد أهميتها في المناطق التي تنعدم أو تقل فيها مصادر أخري كالمياه الجوفية أو الينابيع. وتصبح في هذه الحالة الوسيلة الأكثر جدوىً لتأمين حياة الإنسان والحيوان والنبات. ولكن عمليات حصاد المياه ترتبط دائماً ببعض العوامل الأساسية كالظروف المناخية السائدة أو طبيعة التربة؛ إلا أن حسن استثمار واستخدام المتوفر من مياه الأمطار مهما كانت قليلة يؤمن مصادر أساسية للمياه في بعض الحالات. لذا إستخدمت العديد من الدول تقانات حصاد المياه منذ القدم خاصة سكان المناطق المرتفعة على سفوح الجبال، حيث يتم حفر قنوات تحول إليها مياه الجريان السطحي الناتجة عن هطول الأمطار وتحفظ في برك أو مستودعات تُستخدم للشرب ولأغراض الري بعد توقف هطول الأمطار". (اللوزى :2002، ص20) .وبما أن معظم أجزاء السودان تقع في الأقليم الجاف وشبه الجاف يعتمد بصورة كبيرة على الموارد المائية التي تؤثر فيها تذبذب الأمطار التي تغذي النيل والخيران الموسمية والمياه الجوفية، فقد مارس الإنسان فيه أنماطا عدة من النظم والأساليب منذ قديم الزمان للاستفادة من تلك الموارد المائية بعدة طرق تقليدية؛ فخزن المياه في أشجار التبلدي والحفائر.

ومما تقدم يمكن القول: إن تطوير تقنيات حصاد المياه يظل أحد أهم الآليات لتنمية الموارد المائية الموسمية المتمثلة في الأودية والخيران والمنخفضات الطبيعية مما يمكِّن من الاستفادة من هذه المياه في الاستخدامات الحياتية المختلفة؛ من توفيرٍ لمياه الشرب للإنسان والحيوان والزراعة وإثراء الغطاء النباتي، وللاستخدامات المنزلية المختلفة.

مشكلة البحث: أن مدينة القضارف تهطل بها قدر كبير من الأمطار؛ فإذا تم حصادها بالوسائل العلمية يمكن أن يكفي المنطقة لموسم المطر التالي. كما أن التحكم في العوامل الطبيعية التي تؤثر في حصاد المياه تعطي نتائج إيجابية. ومن هنا يمكن تلخيص مشكلة البحث في الأسئلة التالية:

1. حصاد المياه في المدينة الجامعية تكون ذات فاعلية كبيرة في حل مسألة شح المياه؟
2. مساحات أسقف المباني في المدينة الجامعية ذات معامل جريان عالٍ وبالتالي يتم حصاد مياه بكميات كبيرة؟
3. الشبكة الهيدرولوجية للمدينة الجامعية مناسبة لأنشاء حفير أو سد صغير عليها؟

أهداف البحث:

- معرفة مساحة أسقف المباني التي تساعد على حصاد المياه.
- حساب كمية المياه التي تهطل في المنطقة طبقا لموقع Nasa powerللبيانات المناخية والهيئة العامة للأرصاد الجوية.
- عمل خريطة كنتورية وشبكة هيدرولوجية لمعرفة اتجاه الجريان وفقا لانحدار المنطقة من جبل تواوا.
- حساب كمية المياه التي يمكن حصادها في موسم أمطار 2021م.

أهمية البحث:

- لفت الانتباه إلى ضرورة الاهتمام بكميات الأمطار التي تهطل في المدينة الجامعية وكيفية الاستفادة منها.
- توفير بيانات عن كميات الأمطار وإنشاء شبكة هيدروغرافية للجريان السطحي من خلال التحليل الهيدرولوجي.
- إنشاء خريطة كنتورية للمنطقة من خلال التحليل الطبوغرافي.

فرضيات البحث:

- ترجع شح المياه في المدينة الجامعية إلى عدم حصاد مياه الأمطار.
- كمية الأمطار الهاطلة في المدينة الجامعية تغطي حاجة الماء في موسم الجفاف إذا ما تم حصادها.
- الشبكة الهيدرولوجية والخريطة الطبوغرافية ملائمان لأنشاء مشروع حصاد مياه في المدينة الجامعية كالحفير أو سد صغير.

منهجية البحث: من أجل تحقيق أهدف الدراسة والوصول إلى نتائج علمية استخدم الباحث المنهج التاريخي والوصفي والتحليلي.

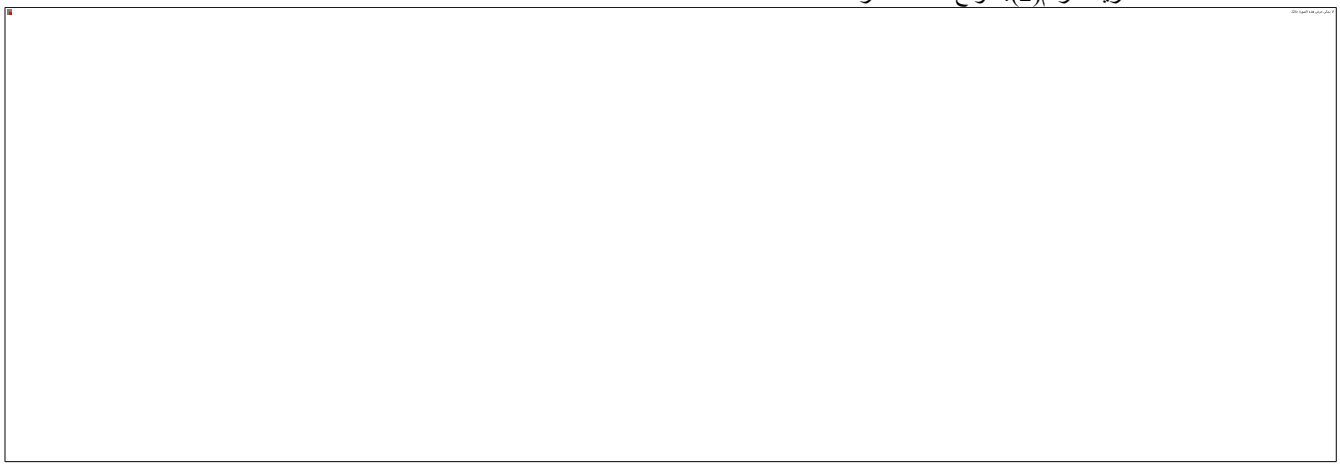
مصادر جمع البيانات والمعلومات: تم جمع المعلومات من الكتب والمراجع ومن مواقع البيانات الجغرافية مثل (Nasa power,Geo fabric,DivaGIS,USGS) والبيانات المناخية من الهيئة العامة للأرصاد الجوية. وتم استخدام برنامج ArcMap في عمل التحليلات الهيدرولوجية والطبوغرافية من خلال الاستفادة من نموذج الارتفاع الرقمي بدقة 30متر.

-حدود الدراسة: تقع ولاية القضارف فلكياً بين خطي طول (31″ 37′ 33°) - (50″ 43′ 36°) شرقا، وبين دائر دائرتي عرض (43″ 56′ 12°) - (21″ 51′ 15°) شمالا. أما من الناحية الجغرافية تحدها من الشمال والشمال الغربي ولاية الخرطوم ومن الشرق والشمال الشرقي ولاية كسلا، ومن الجنوب والجنوب الشرقي دولة اثيوبيا ومن الغرب ولايتي سنار والجزيرة. خريطة رقم (1). وتبلغ مساحة ولاية القضارف حوالي (75263 كلم^2). (على:2009،ص32).أما بلدية القضارف التي توجد فيها المدينة الجامعية تقع بين خطي طول35.313 و 35.437درجة شرقا ودائرتي عرض 13.961و14.092درجة شمالا في مساحة تقدر بحوالي 119كلم^2.وتقع المدينة الجامعية (تواوا) جغرافيا في بلدية القضارف عاصمة الولاية والتي تقع في شرق السودان، ويعتبر جبل تواوا أهم الملامح الجغرافية للمدينة الجامعية حيث أخذت المدينة الجامعية اسم الجبل. وتقع فلكيا عند التقاء خط طول 35° 20' E شرق مع دائرة عرض 14° 3' 40" N شمال على ارتفاع يتراوح ما بين 574-600 متر فوق مستوى سطح البحر وتقدر مساحة بحوالي 4.1كلم^2. خريطة رقم(2). وتوجد في المدينة الجامعية عدد 5 كليات وهي الهندسة، الاقتصاد، التربية، الحاسوب، والزراعة إضافة إلى عمادة الطلاب وعمادة المكتبات والشؤون العلمية ومجمع مكاتب الإدارة التي بها مكتب المدير والوكيل وإدارة المعلومات وإدارة الاستثمار. كل هذه المباني يرتادها عدد كبير من الطلبة والعاملين بالجامعة واصحاب الأغراض والذي لا يقل متوسط عددهم اليومي عن (3000نسمة) في الأيام العادية ولكن العدد يرتفع إلى أكثر من ذلك أيام الامتحانات والمناسبات. ويسكن بالداخلية حوالي 500 طالبة بصورة مستديمة، ويستهلكون حوالي (200 متر^3) من الماء في اليوم مما يحتم على الجامعة توفير المياه للاستخدامات المختلفة لهؤلاء الناس؛ بالإضافة إلى حاجة الأشجار والمقاهي في المدينة الجامعية من المياه.

خريطة رقم(1): ولايات السودان

المصدر: عمل الباحث من بيانات SDN ADMIN و Google Earth.

خريطة رقم(2): موقع منطقة الدراسة



المصدر: موقع osm و Google Earth، بتصرف.

الدراسات السابقة: -

دراسة: بشار منير يحي عثمان الشكرجي(2002م)بعنوان: دراسة الأنظمة الهيدرولوجية و حصاد مياه الأمطار في المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، مركز التحسس النائي، جامعة الموصل، العراق. هدفت الدراسة إلى مراقبة النظم الهيدرولوجية واجراء التحليل المورفومتري لاحواض التصريف السطحية ودراسة خريطة استخدامات الأرض والغطاء النباتي والتحليل المورفولوجي لسطح الأرض. ومن أهم نتائج الدراسة أن المنطقة تهدر كمية كبيرة من مياه الأمطار ما لم يتم حصادها، ثم اختار بعض التقنيات الملائمة لحصاد المياه. وحددت الدراسة الأماكن الملائمة لإقامة مشاريع حصاد المياه. تعتبر هذه الدراسة من الدراسات المهمة التي يمكن الاستفادة منها ويستعان بمنهجيتها في الدراسات الخاصة بحصاد المياه.

دراسة: إبراهيم عبدالله قائد درويش(2022م) بعنوان: تحديد أنسب المواقع لحصاد مياه السيول في حوض وادي الضباب جنوب غرب مدينة تعز باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الثاني. هدفت الدراسة إلى بناء نموذج ملائمة مكاني يحدد أنسب المناطق لحصاد مياه الأمطار في الحوض من خلال دمج عدة معايير كالتركيب الجيولوجي والخصائص الجيومورفولوجية والانحدار وكمية الأمطار والتربة وشبكة التصريف وعمق الجريان السطحي وأغطية استعمالات الأرض والبعد من التجمعات السكنية والطرق. وذلك باستخدام أدوات نظم الملائمة المكانية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. ومن أهم نتائج الدراسة أن نسبة المساحة عالية الملائمة بلغت 1.9% من مساحة الحوض والمساحة متوسطة الملائمة كانت74% والمساحة ضعيفة الملائمة24.09%.تعتبر هذه الدراسة مهمة جدا يمكن الاستعانة بالمنهجية التي تم استخدامها في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

دراسة: اسجي على بركات كندي الربيعي(2021م)بعنوان: تقييم هيدروجيومورفولوجي لحوض وادي أبو دلاية في أقليم الجزيرة لأغراض الحصاد المائي، رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، العراق. هدفت الدراسة إلى معرفة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة بالتركيز على الخصائص المناخية وتقدير حجم الجريان السطحي للمياه. ومن أهم النتائج أن منطقة الدراسة تتصف بجريان عالي وذلك وفقا لنوعية التربة وتم اختيار أربعة مواقع لاقامة سدود ترابية بغرض حصاد المياه في الحوض.

دراسة: نادية قاسم محمد الزرفي(2021م)بعنوان: التقييم الهيدرولوجي لإمكانية حصاد مياه الأمطار في بادية المثنى (وادي الخضاري-دراسة تطبيقية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة المثنى، العراق. هدفت الدراسة إلى نمذجة المعطيات الطبيعية من خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية من أجل تحديد مدي فاعلية حصاد مياه الأمطار في منطقة الدراسة، وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها تحديد أفضل الأماكن لإقامة مشروع لحصاد المياه.

دراسة: محمد غازي الحنفي(د.ت) دور أسطح الاعتراض الحضرية كالأبنية والشوارع في جمع مياه الأمطار و تنمية الموارد المائية المحلية.دراسة مائية ميدانية تحليلية في البيئة الحضرية لجامعة عمر المختار-البيضاء- الجبل الأخضر- الجماهيرية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار. هدف الدراسة تقوم على تأمين المياه للحرم الجامعي أثناء فترة الجفاف وذلك من خلال معرفة التصريف السطحي لمياه الأمطار. ومن أهم نتائج الدراسة أن المياه المنصرفة في الحرم الجامعي يمكن تأمينها لفترة الجفاف حال حصادها. ومن أهم التوصيات: العمل على جمع مياه الأمطار الساقطة على الشوارع وتخزينها في خزانات مناسبة للاستفادة منها في الري التكميلي للحدائق وأشجار المدن الجامعية. والعمل على جمع المياه الساقطة على أسطح المباني وتخزينها لتنمية المياه المحلية والعمل على عدم هدر مياه الأمطار الجارية حتى لا تتسبب في عمليات النحت والتعرية.

هذه الدراسة من الدراسات المهمة جدا لأن أهدافها مشابهة حيث يقول الباحث في ملخص دراسته "أن عملية تشجير الحرم الجامعي تتطلب ري الأشجار في موسم الجفاف بالصيف إلا أن كمية مياه الجامعة لا تكفي للري، لأن المجمع السكني والجامعة يعانيان من نقص المياه المنزلية على طول السنة لذلك فكرنا جديا بأنه كي تتحسن البيئة في الحرم الجامعي يجب تأمين موارد مائية إضافية وخاصة في فصل الجفاف الذي يدوم لحوالي ستة أشهر". لذا يتفق الباحث مع هذه الدراسة تماما حيث تكون المياه في المدينة الجامعية شحيحة في موسم الصيف وأن الأشجار والحدائق وغسيل العربات والاستخدامات الشخصية تحتاج إلى الكثير من المياه. وتتعمق المشكلة عندما تتعطل آليات آبار المياه حيث يتم شراء المياه وهذا يكلف خزينة الجامعة، وأيضا تظهر مسألة الأمن المائي بعدم وصول الماء في الزمان والمكان المحددين. لذا يتوجب عمليات حصاد المياه من أسطح المباني، ومعظم الأسقف تتمتع بمعامل جريان عالي يفوق 0,9 وأن كمية الأمطار التي تهطل بالمكان تفوق 600 مم في السنة. كما أن للمدينة الجامعية مساحة واسعة وطبوغرافية فريدة بسبب وجود جبل تواوا الذي أخذت منه المدينة الجامعية الاسم.كما ان حصاد المياه مهمة للثروة الحيوانية من ابقار وضان وماعز

التابعة لمزرعة الجامعة والري التكميلي للعلف ومهم أيضا لمشتل الجامعة وسكن الطالبات وللاستخدامات المختلفة.

مفهوم حصاد المياه: تأتي أهمية حصاد المياه في السودان في الاستفادة من موارد المياه السطحية لتطوير الإنتاج الزراعي وتأمين مياه الشرب في المناطق الجافة وإحداث تغيرات اجتماعية واقتصادية داعمة للإنتاج الزراعي والحيواني، كما أن استدامة النشاط الإنتاجي في ظروف تذبذب معدلات الأمطار تتم بإتاحة كميات مياه إضافية عن طريق الري التكميلي للإبقاء بالاحتياجات المائية للمحاصيل، إذ إن الفوائد التي يمكن أن يحققها حصاد المياه من زيادة في الإنتاج هي السبيل الأجدى لمقابلة العجز في الفجوة الغذائية والمائية التي يمكن أن تتزايد بتزايد عدد السكان. وتتميز معظم المناطق الجافة وشبه الجافة بالسودان بأمطار محدودة في الزمان والمكان؛ "(كتاب مؤتمر حصاد المياه في السودان، 2003م، ص545).ويطلق مصطلح الحصاد المائي على "أية عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تنفذ على الأرض أو على أسقف المباني من أجل الاستفادة من المياه سواء بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها أو تخفيف سرعة الجريان الزائد أو بطريقة غير مباشرة وذلك بتجميع المياه لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية أو الشرب أو سقاية الحيوان أو تغذية المياه الجوفية". (صديق وآخرون، 2002، ص2).ويُعرَّف حصاد المياه "بأنه جمع مياه الأمطار في أي شكل من الأشكال خلال مرحلة معينة من الدورة الهيدرولوجية، تبدأ من وصول مياه الأمطار إلى أسطح المباني أو الأرض حتى مرحلة الجريان في شكل مسيلات أو بتحويل جزئي لتصريف الأنهار أو حجز المياه عن طريق بناء السدود في المجري المائي بهدف التخزين والاستفادة من المياه في أوقات التحاريق حيث يقل التدفق الطبيعي للنهر" .(ليوبد،1984،ص25).

وبذلك فإن تقانات حصاد المياه هي العمليات الفنية والهندسية التي يقوم بها الإنسان بغرض جمع المياه بأية طريقة مناسبة. إذاً يمكن القول: إن حصاد المياه هي عملية تركيز لمياه الأمطار الهاطلة وتخزين مياه الجريان السطحي بعدة طرق لاستخدامها على نحو مفيد عند شح المياه. تساعد حصاد المياه في التنمية المستدامة في البيئات الجافة وشبه الجافة والرطبة وشبه الرطبة. وهي تُعد من أحسن السبل في تحقيق مجموعة من الأهداف البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

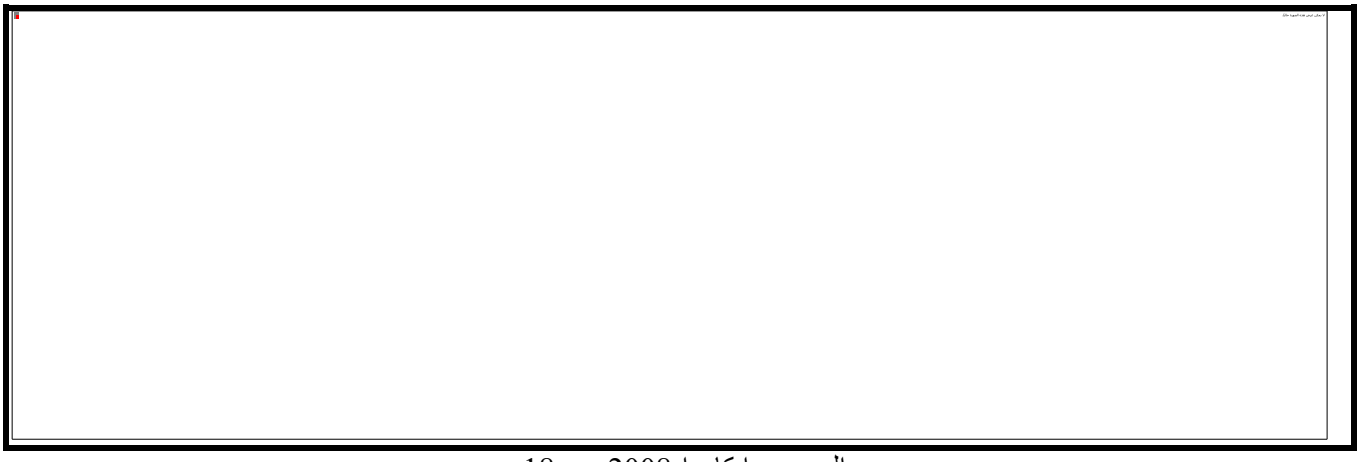
- الأهداف البيئية: "تتمثل في الحماية من السيول والفيضانان وزيادة كثافة الغطاء النباتي ونمو حشائش المرعى كما تزيد من التنوع الحيوي بشتى أنواعه وتزيد من كمية الأمطار التي تسقط بالمنطقة.

- الأهداف الاجتماعية: التقليل من حدة الفقر والجوع والبطالة وزيادة دخل الأسرة ورفع مستوى المعيشة كما تشجع على الاستثمار في مجال حصاد المياه.

- الأهداف الاقتصادية: من الأهداف الاقتصادية تكثيف وتنويع المحاصيل الزراعية وزيادة الإنتاج والإنتاجية وتنمية الثروة الحيوانية والغابية وتساعد على الاستغلال المرشد والفعلي لموارد المياه وصيانة التربة والغابات.

يلاحظ أن أساليب حصاد المياه المستخدمة على نطاق واسع في المناطق الجافة وشبه الجافة تختلف من منطقة لأخرى على حسب كمية المياه المحصودة والغرض من استخدامها. شكل رقم(1)

شكل رقم(1) طرائق حصاد المياه



المصدر: إيكاردا،2008، ص18.

حصاد المياه من أسقف المباني (Roof Top Catchment): " تُعد سطوح الأبنية من أكثر الوسائل الملائمة لجمع مياه الأمطار، إذ إن كامل مياه الأمطار الهاطلة على السطوح يمكن أخذها عن طريق الأنابيب النازلة إلى الأحواض الأرضية "(Thomas& Martinson,2007,p58).وأن استخدام أسطح المباني كوسيلة لتجميع المياه من الأساليب المستخدمة

على نطاق واسع وتستخدم في المناطق التي يكون فيها معدل المطر السنوي عاليا سواء كان في المناطق الجافة أو الرطبة. ومن مميزاته أنه يتيح حصاد مياه الأمطار قبل سقوطها على سطح الأرض؛ إذ يتم اعتراضها بواسطة أسقف المباني وبالتالي لا تحتاج إلى عمليات تنقية كبيرة، وتستخدم مباشرة للأغراض المنزلية؛ بالإضافة إلى سهولة وقلة التكاليف نسبيا. ويتم الحصاد المائي بواسطة السبلوقة أو عن طريق قنوات أسمنتية أو أنابيب بلاستيكية توضع على امتداد السقف. ويتم تخزينها في صهاريج أو أحواض أو براميل.

تعتمد كمية المياه المحصودة من أسطح المباني على كمية الأمطار المتوفرة بالمنطقة ومساحة السطح اللاقط للماء (المسقط المائي) ونوعية السطح الذي يمر عبره الماء. ووفقاً لاختلاف السطح يختلف معامل سريان الماء فيه، فالسطح غير النفَّاذ الناعم معامله يصل إلى (0,9). ويقل المعامل مع زيادة خشونة السطح أي أن الإرتباط بينهما عكسي. وتحسب كمية الماء من سطح المبنى بالمعادلة التالية:

$$(Q = CiA)$$

حيث :

Q = التدفق المتوقع (متر^3/ ثانية). جدول رقم(5).

C = معامل الجريان .جدول رقم (1).

i = شدة هطول المطر (ملم/ ساعة) أو كمية المطر السنوي في المنطقة. جدول رقم (2).

A = مساحة المسقط المائي (السطح/ متر^2). جدول رقم (5) والخريطة رقم(3).

جدول رقم (1): معامل جريان الأسطح

نوع السطح	معامل الجريان	نوع السطح	معامل الجريان
مناطق سكنية متفرقة	0,5-0,3	مجمعات سكنية	0,75-0,6
مناطق صناعية خفيفة	0,8-0,5	مناطق زراعية محروثة	0,5
مناطق صناعية ثقيلة	0,9-0,6	التلال	0,7
الغابات	0,3	تربة رملية منبسطة ميل 2%	0,1-0,005
سقف الزنك	اكثر من 0,9	تربة رملية منحدرة ميل 7%	0,2-0,15
السقف المسلح	09،-0,6	تربة مزيج ذات ميل 2-7%	0,22-0,18
الاسبستس	09،-0,8	الحشائش	0,2

المصدر: Thomas& Martinson,2007 و الشكرجي،2002م.

وبناءً على معلومات معادلة حصاد المياه و بيانات الجدول رقم (1) يتم تحديد كمية المياه المحصودة و حجم مرفق التخزين. وعلى فرضية تجميع (85%) من كمية الأمطار الساقطة في منطقة الدراسة خلال الموسم المطري 2021م جدول رقم(2) مع الوضع في الإعتبار أن الـ(15%) تفقد بالبخر والدفقة الأولى وفواقد أخري .

وبذلك تكون معادلات حساب المياه المحصودة من أسطح المباني في منطقة الدراسة على النحو التالي: -

معامل الجريان × كمية المطر/ملم.....(1)

ناتج المعادلة (1)÷ 1000 للتحويل إلى المتر^3 .....(2)

ناتج المعادلة(2) × مساحة المستجمع .....(5).

الجدول رقم (3) يوضح مجموع الأمطار والمتوسط الفصلي للأمطار في الفترة من 2012م إلى 2022م، حيث تلاحظ انخفاض الأمطار في الأعوام 2006 و2007 وارتفاعها في العام 2021م. والجدول رقم (4) يوضح متوسط الأمطار الشهري في الفترة من 2012 إلى 2022م حيث تلاحظ ارتفاع كمية الأمطار في شهري يوليو واغسطس. ويمكن القول: إن عملية حصاد المياه في المدينة الجامعية لها فاعلية كبيرة نسبة لكثرة الأسطح وارتفاع معامل الجريان والحاجة إلى المياه في أشهر الصيف.

جدول رقم(2) كمية الأمطار/ملم في المدينة الجامعية حسب الأشهر في موسم 2021م

الشهر	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	المجموع
كمية المطر/ملم	55	470	203	217	945

المصدر: عمل الباحث من بيانات موقع Nasa power للبيانات المناخية لسنة2021م.

جدول رقم (3) المتوسط الفصلي ومجموع الأمطار/ملم في منطقة الدراسة

السنة	2012م	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022م
مجموع الأمطار	280	343	601	591	875	711	844	844	781	1300	888
المتوسط الفصلي	40	69	86	74	125	119	121	121	112	300	111

المصدر: عمل الباحث من بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

جدول رقم (4) المتوسط الشهري للأمطار / ملم في الفترة من 2012م – 2022م

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المتوسط	0.5	0.5	0.5	2.9	72	66	196	220	105	67	2.9	1.3

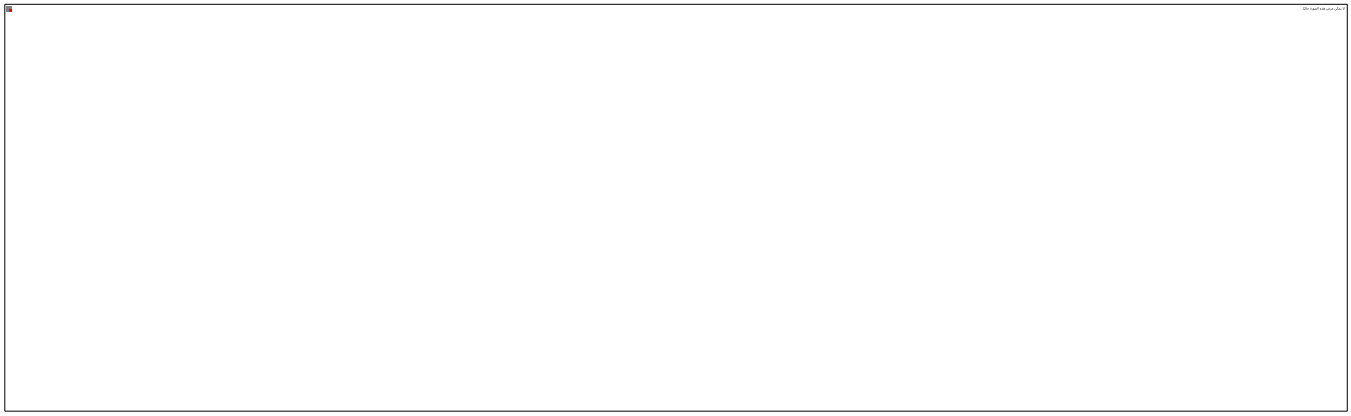
المصدر: عمل الباحث من بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

جدول رقم(5): كمية المياه المحصودة من الأسقف المختارة بالمدينة الجامعية

الموقع	مساحة المستجمع/ متر^2	نوع السقف	معامل الجريان	85% من كمية الأمطار	كمية المياه المحصودة/متر^3
إدارة الجامعة	1119	أسمنت مسلح	0,7	800	626
كلية الهندسة	417	اسبستس	0,8	800	266
المكتبة المركزية	617	أسمنت	0,7	800	346
كلية التربية	1330	زنك	0,9	800	958
كلية الاقتصاد	1352	زنك	0,9	800	972
كلية الحاسوب	404	زنك	0,9	800	291
مجمع مكاتب الوسط	305	زنك	0,9	800	220
سكن الطالبات 1	466	أسمنت مسلح	0,7	800	261
سكن الطالبات 2	398	أسمنت مسلح	0,7	800	223
قاعات الاستثمار	118	زنك	0,9	800	85
كلية الزراعة	1271	زنك	0,9	800	915
المزرعة	158	زنك	0,9	800	114
إدارة الاستثمار	106	اسمنت مسلح	0,7	800	59
المجموع	8061				5336

المصدر: عمل الباحث من بيانات Google Earth&Nasa power والهيئة العامة للأرصاد الجوية، بتصرف

خريطة رقم(3): المواقع التي تم تطبيق الدراسة عليها



المصدر:عمل الباحث من Google Earth pro. وبرنامج ArcMap بتصرف.

نظم المستجمعات المائية الكبيرة (Macro- Catchments Techniques): توصف نظم المستجمعات الكبيرة ونظم حصاد مياه السيول بجمع مياه الجريان من مستجمع كبير نسبياً وغالباً ما يكون المستجمع مرعى طبيعي أو أرض فلاة أو منطقة جبلية. وتصمم في شكل أحواض ترابية يتم حفرها في الأرض في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان القادمة أما من الوادي أو من منطقة مستجمع مائي كبير، ويتم بناؤها عادة بعمل جدران حجرية أو ترابية وتتراوح الطاقة الاستيعابية لهذه البرك والحفائر من بضعة آلاف من الأمتار إلى عشرات الآلاف من الأمتار المكعبة. كما أن السيول التي تشكل المصدر الأساسي للحصاد المائي تنتج غالباً من عواصف مطرية تتوزع بشكل غير متساوٍ وبتواتر غير منتظم خلال موسم الأمطار، ونظراً للفواقد الكبيرة بالتسرب والتبخر لا يمكن الاعتماد عليها كمصدر مأمون في صورتها الطبيعية للري أو الشرب ما لم يتحدد نظام استثمارها باستخدام طرق الحصاد المائي.

ولذلك فإن مساحة المدينة الجامعية وما بها من طبوغرافيا وانحدار شديد في قمة وإقدام الجبل وخفيف ومثالي داخل المدينة الجامعية حيث تمثل المصرف المثالي لمياه السيول القادمة من الجبل والتي تجري داخل مساحة المدينة الجامعية عبر خطوط كنتور وارتفاعات متباعدة مما يساعد على الجريان الهادئ و تجميع المياه التي يساعد على إنشاء سد مائي أو حفير، كما أن طبوغرافيا المنطقة ساعدت في تشكيل حوض مائي مثالي يمكن حصاد المياه الموسمية منه؛ كما أن خريطة الارتفاعات توضح المساحات الواسعة للارتفاعات المنتظمة خاصة في الجزء الأدنى من حوض الجريان السطحي. خرائط بالأرقام (4) و (5) كما ان النمذجة الهيدرولوجية للمجاري المائية داخل المدينة الجامعية تكون حوضا مثاليا تتجمع فيه عدد ثلاث رتب نهرية بدرجة تحسس

70% هذه الرتب تتجمع أيضا في مكان بعيد عن المباني لذا فهي تمثل أكثر الأماكن مثالية لعمل مشروع حصاد مائي مثل حفير أو سد صغير. خريطة رقم(5). كما أن التحليل الهيدرولوجي واستخراج الرتب النهرية يوضح أنه يمكن إنشاء مشروعات حصاد مياه صغيرة مثل الحفائر أسفل الجبل وفي الرتب النهرية العليا خاصة الرتبة الأولى والثانية في المناطق البعيدة عن الكليات وداخلية الطالبات والمباني الإدارية. خريطة رقم(6).

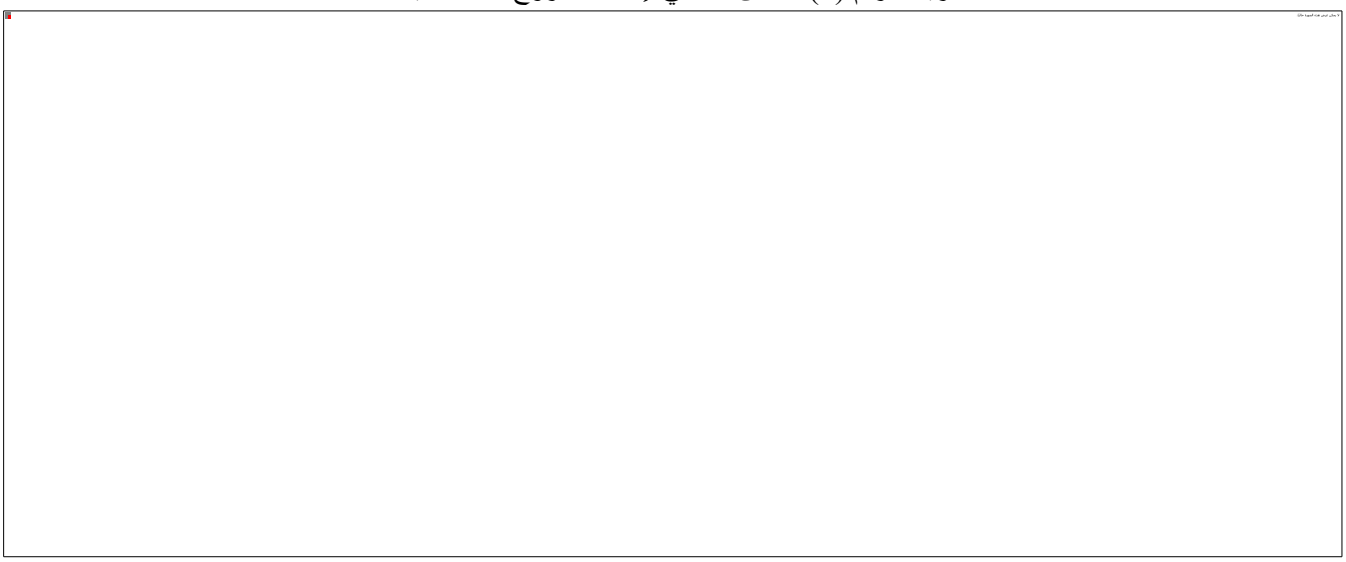
خريطة رقم(4) ارتفاعات منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحث من نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30 متر.

خريطة رقم(5): الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحث من نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30متر وأداة تحليل السطوح في ArcMap.

خريطة رقم (6) المكان المثالي لإقامة مشروع حصاد مياه



المصدر: عمل الباحث من نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30متر أداة التحليل الهيدرولوجي.

خريطة رقم(7) الأماكن الملائمة لإنشاء الحفائر

المصدر: عمل الباحث من نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30 متر وأداة التحليل الهيدرولوجي.

النتائج: بعد تحليل تساؤلات البحث وفرضياتها من خلال برنامج ArcMap10.3. وعمل التحليل الطبوغرافي والتحليل الهيدرولوجي وقياس مساحات أسقف المباني ومعرفة كميات الأمطار تبينت النتائج التالية: -

- الشبكة الهيدرولوجية للمدينة الجامعية مثالية جدا لأنشاء عدد من الحفائر أسفل الجبل او سد صغير في الرتبة الثالثة من المجري المائي.
- حصاد المياه في المدينة الجامعية تكون ذات فاعلية كبيرة في حل مسألة شح المياه لأن مساحات أسطح المباني كبيرة ومعامل جريان الأسطح عالية.
- تساعد حصاد المياه في المدينة الجامعية إلى سد النقص في المياه حال تعطل الآبار أو آليات النقل أو شبكة النقل أو عند شح المياه.
- كمية الأمطار التي تهطل في المدينة الجامعية في بعض المواسم كبيرة جدا مما يوفر كمية كبيرة من المياه إذا ما تم بناء السد أو تم إنشاء الحفير.
- الشبكة الهيدرولوجية والخريطة الطبوغرافية ملائمان جدا لإنشاء مشروع حصاد مياه في المدينة الجامعية كالحفير أو سد صغير لأن الأرض مرتفعة عند أقدام الجبل وتنحدر تدريجيا داخل مساحة المدينة الجامعية وخطوط الكنتور المنخفضة متباعدة وتغطي مساحات كبيرة ومتناسقة بحيث تساعد في إنشاء الحفائر والسد.

-نمط الانحدار في منطقة الدراسة ملائم جدا لأنشاء مرفق لحصاد مياه الجريان السطحي لأن الانحدار شديد في أعلى المنطقة وهين جدا في أدنى حوض النهر مما يساعد على تجميع المياه في الرتب النهرية بحيث يمكن حصادها.

-الخريطة الكنتورية توضح نمط الانحدار البسيط وغير المعقد والذي يساهم في نقل الماء من أعلى الجبل إلى مرفق التخزين.

التوصيات:

-إنشاء خزانات أرضية تتناسب وكمية المياه المحصودة من أسقف المباني.

-إنشاء سد صغير او حفير كبير لتجميع مياه السيول المنحدرة من قمة جبل تواوا.

-استزراع الأشجار حول الكليات وعمل حرم بالأشجار حول المدينة الجامعية وزراعة غابة حول مكان مرفق حصاد المياه المقترح.

- زراعة محاصيل العلف للاستفادة من المياه المحصودة في الري التكميلي.

- إنشاء حفائر صغيرة أسفل الجبل او في الرتبة الأولى أو الثانية في الأماكن البعيدة عن المباني.

المراجع: -

-الشكرجي، بشارمنير يحي عثمان(2002م) دراسة الأنظمة الهيدرولوجية وحصاد مياه الأمطار في المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي، رسالة ماجستير ، جامعة الموصل، العرق.

- احمد، صديق عيسي وآخرون(2003) تعزيز استخدام تقانات حصاد المياه في الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

- المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة(إيكاردا):(2008م) كتاب حصاد المياه.

- أبوسمور، حسن والخطيب، حامد (1999م) جغرافية الموارد المائية، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر عمان

-اللوزي، على سالم وآخرون(2002م) دراسة سبل تطوير الري السطحي والصرف في الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

- ليوبد، ليونان(1984م)الماء هو الأساس، الدار العربية للنشر.

- كتاب مؤتمر حصاد المياه في السودان،2003م.

- Thomas، T.H and Martinson، D.B(2007) Roof Water Harvesting: A Handbook for practitioners. Delft, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre (Technical Paper Series no49)