الملاءمة المكانية لحصادِ مياهِ الأمطارِ في محافظة النماص بالمملكة العربية السعودية

Spatial Suitability for Rain Water harvesting in AL Namas Governorate, Kingdom of Saudi Arabia

إعداد

نورة بنت عبد الله بن يحيى الأسمري

Noura Abdullah Yahya Al-Asmari

د. سلافة حاج الصافي

Dr. Sulafa Hajj Al Safi

الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/jasg.2022.263619

استلام البحث : ١٥ / ٨ / ٢٠٢٢

قبـــول النشر : ٨ / ٩ / ٢٠٢٢

الأسمري ، نورة عبد الله يحيى و الصافي ، سلافة حاج (٢٠٢٢). الملاءمة المكانية لحصادِ مياهِ الأمطارِ في محافظة النماص بالمملكة العربية السعودية. ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، مج٥، ع(١٥) ، ص ص ١١١ -١٥٦.

https://jasg.journals.ekb.eg

الملاءمة المكانية لحصادِ مياهِ الأمطارِ في محافظة النماص بالمملكة العربية السعودية

المستخلص :

هدفت الدراسة إلى معرفة خصائص الهطول في محافظة النماص، وتقدير حجم المياه الجارية في أحواضها، وعليه يتم تحديد المناطق الأكثر ملاءمة لإنشاء مشاريع خزن مياه الأمطار. حيث اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائ التحليلي، والأسلوب التحليلي الكارتوجرافي، والذي يدرس الظاهرة من خلال الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية، وخرائط التربة، واستخدامات الأراضي، والذي ساهم في توفير البيانات الجغرافية للمنطقة، كما تم الاعتماد على الأسلوب الكمي لحساب متوسطات الهطول لمحطة منطقة الدراسة والمناطق المجاورة لها للفترة (٢٠٠٣- ٢٠١٨م)،كما تمت دراسة الخصائص المطرية للمنطقة واحتمالية التساقط وفترات الرجوع فيها، وحساب المنحنى العددي (Curve Number) CNs وذلك باستخدام ArcGIS وعليه تم تطبيق عدد من المعادلات لحساب حجم الجريان السطحي الذي ساهم في تحديد المناطق الأكثر ملاءمة لإنشاء مشاريع حصاد مياه الأمطار اعتماداً على عدد من المعايير المناسبة لطبيعة المنطقة. وبذلك توصلت الدراسة إلى أن الأمطار المتساقطة على محافظة النماص كانت على مدار فصول السنة، حيث إن الجزء الأكبر منها يكون في فصل الربيع، كما ودلت قيم احتمالية سقوط الأمطار وفترة رجوعها في المنطقة على أنها تتسم بالطابع العشوائي والمتذبذب على مدار السنوات المدروسة، وايضاً أظهرت نتائج تقدير حجم الجريان السطحي على ضخامة حجم المياه الجارية في احواض المنطقة والبالغ متوسطها (١٣٩,٨) مليون م^{3}، كما وتوصلت الدراسة الى تحديد أفضل المواقع لإقامة أنظمة حصاد؛ وذلك في حوضي وادي ترج و وادي بدوه بمعدل ١٩موقعاً، تتراوح كمية الجريان فيها من ٢٣ الى٤٣مليون م^{3}خلال السنة، وعليه فإن النتائج المقترحة لمواقع الحصاد لم تتوافق مع أي من المشاريع المقامة حالياً في المحافظة، ويعد افضل المواقع المقترحة ذو متوسط موزون بلغ ٧,٦ وبمعدل جريان يتراوح بين (٢٦ إلى ٢٨ مليون م^{3})، وهنا تكمن أهمية النتائج المقترحة والتي ستساهم بشكل فعال في استغلال الموارد المائية غير المستغلة في المحافظة، كما وتوصي الدراسة بإعطاء الاهتمام الأكبر بتأسيس بنية تحتية متناسبة مع طبيعة المنطقة لاحتواء أمطار السيول والاستفادة منها وتخزينها بالشكل الصحيح.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

Abstract

The present study aimed to identify the characteristics of precipitation in Al-Namas Governorate, and estimating the volume of running water in its basins, and accordingly identifying the most suitable areas for constructing rainwater storage projects. The study is based on the analytical inductive approach, and the cartographic analytical method, which investigates the phenomenon by relying on topographic maps, soil maps, and land uses, which contributed to the provision of geographical data for the region. As well, the study relied on the quantitative method to calculate the average precipitation for the station of the study area and the surrounding areas for the period (2003-2018). The rain characteristics of the area, the probability of precipitation and the return periods in them were studied, and the curve number (CN) was calculated using ArcGIS and accordingly a number of equations for calculating the volume of surface runoff that contributed to determining the most suitable areas for the establishment of rainwater storage projects based on a number of criteria appropriate to the nature of the region. Thus, the study concluded that the rain falling on Al-Namas governorate was throughout the seasons of the year, as the largest part of it is in the spring, and the values of the probability of rainfall and the period of its return in the region indicated that it is characterized by a random and fluctuating nature over the years studied. Also, the conclusions demonstrated the results of estimating the volume of surface runoff based on the magnitude of the volume of running water in the basins of the region, with an average of (139.8) million m3. As well, The study also concluded to identify the best sites for establishing storage systems in the basins of Wadi Al-Tarj and Wadi Badawi. With an average of 19 sites, the amount of runoff ranges from 23 to 43 million cubic meters during the year. Accordingly, the proposed results for storage sites do not match any of the existing projects

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

in the governorate. And that the best proposed sites recorded a weighted average of 7.6 and a run-off rate ranging between (26 to 28 million cubic meters), and here lies the importance of the proposed conclusions that will effectively contribute to the exploitation of untapped water resources in the province.. The study also recommends paying greater attention to establishing an infrastructure commensurate with the nature of the area to contain the torrential rain, benefit from it and store it properly.

المقدمة:

يعد تعدد مصادر المياه في أي منطقة عاملاً أساسياً يساهم في نموها وازدهارها، حيث تسهم بشكل مباشر في نشوء الحضارات الإنسانية من خلال قيام الأنشطة الزراعية، والصناعية وغيرها من الأنشطة التي بدورها تتقدم الحضارات والبلدان، ففي المناطق الجافة وشبه الجافة حرص الإنسان منذ القدم على جمع مياه الأمطار والمياه السطحية؛ لتأمين احتياجاته في الشرب والزراعة، كما في جنوب الأردن وصحراء النقب. والعرب الأنباط هم أول من اهتموا بتطوير تقنيات حصاد المياه؛ لغرض استخدامها في الأنشطة الزراعية والتجارية، كما في السودان كان استخدام تقنيات حصاد المياه عبارة عن حفر أحواض في الأرض الطينية أو الصلبة لاستخدامها في اغراض الزراعة واشرب للإنسان، والحيوان (آل الشيخ، ٢٠٠٦م).

كما وتُعد تقنيات حصاد مياه الأمطار مُهمة جداً وفعالة في التقليل من تفاقم مشكلة المياه، وتوفير مورد يعتمد عليه، وخصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث احتلت منطقة الشرق الأوسط في عام ٢٠٠٦ م الترتيب ما قبل الأخير في قلة مصادر المياه المتجددة والتي بلغت ٤٨٣ مليون م^3، يليها دول شمال أفريقيا التي بلغت ١٠٧ مليون م^3 (القحطاني و إسماعيل، ١٤٣٣هـ)، أما ما يخص الموارد المائية في الوطن العربي فقد تميزت بندرتها وتدني نوعيتها، وبناءً عليه تزايد الاهتمام بوضع المياه في المنطقة في العقود الأخيرة؛ نظراً للحاجة الماسة لها، وأصبحت عاملاً مهماً ومعياراً يعكس مدى التقدم والتطور (الخرابشة و غنيم، ٢٠٠٩م).

وتعد تقنية حصاد مياه الأمطار RWH (Rainwater Harvesting) واحدة من أهم الوسائل لجعل كل قطرة من المياه ذات قيمة، ويستحق جمعها واستغلالها، وأهمية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تطبيق هذه السياسة في المملكة عموماً، وفي منطقة الدراسة خصوصاً؛ لذلك شجع المسؤولون والمشرعون على الموارد المائية في المملكة العربية السعودية على تشجيع RWH؛ لتجنب حالات الجفاف الحادة (Shereif, 2014).

مشكلة الدراسة:

تقع المملكة العربية السعودية ضمن النطاق الجاف وشبه الجاف (الشريف،١٩٩٣م)، مما يجعلها تواجه تحديات كبيرة؛ للاستخدام غير المستدام لمواردها، ولوقوعها دون خط "ندرة المياه" وفقاً لمؤشر اليونيسكو (القحطاني و إسماعيل، ١٤٣٣هـ)، وعلى الرغم من تنوع الموارد المائية فيها ومحدوديتها من حيث الكمية إلا أنها تعد من أكثر الدول استهلاكاً للمياه؛ نتيجة للتطور الذي تشهده في جميع مجالاتها (الفقي، ٢٠٠٨م)، حيث قُدر الاستخدام الإجمالي لمياه الشرب في المملكة وذلك بمصدريه: مياه التحلية والمياه الجوفية إلى ما يقارب ٣١٢٩ مليون م^3 وذلك في عام ٢٠١٦م، وبلغت نسبة الاستهلاك للمياه الجوفية ومياه السدود إلى١,١٨٢مليون م^3 أي ما يقارب ٣٨% من إجمالي الاستهلاك (مكتبة البيانات المفتوحة، ٢٠١٨م)، ويشكل القطاع الزراعي المستهلك الأكبر للمياه في المملكة وذلك بنسبة ٨٤% من إجمالي الطلب على المياه، مما يجعل استخدام المياه في القطاع الزراعي تحدياً بيئياً؛ وذلك نظراً لاعتماده على الموارد غير المتجددة (وزارة البيئة والمياه والزراعة، ٢٠١٨م).

وتشمل المياه السطحية الجارية التي تنتج من تساقط الأمطار من الموارد المستغلة التي يقتصر استخدامها بشكل أكبر في الأجزاء الجنوبية الغربية من المملكة، حيث تتميز المنطقة بأنها أكثر أجزاء المملكة هطولاً للأمطار (الشريف، ١٩٧٦م)، وفي منطقة عسير تحديداً قُدِّر متوسط كمية مياه الأمطار السنوية بنحو ٥٧.٨٨٤ مليون م^{3}وذلك في المدة ١٩٦٠- ٢٠٠٧م، حيث يتبخر منها ما يقارب ٤٩.٤٠٥ مليون م^3 أي بنسبة ٨٥%، وتجري منها مياه سطحية قدرت بـ٥.٥٨٢ مليون م^3 أي بنسبة ١٠%، وتتغذى المياه الجوفية بنحو ٢,٨٢٧ مليون م^3 أي بنسبة ٥% (القحطاني و إسماعيل، ١٤٣٣هـ). وبالتالي فإن هناك كميات هائلة من المياه السطحية المهدرة في المنطقة والتي إن استُغلت بشكل صحيح أصبحت مورداً يُعتمد عليه، بحيث يساهم في تقليل الطلب على المياه الجوفية غير المتجددة، أما ما يخص منطقة الدراسة فقد تميزت بوقوعها ضمن إقليم المرتفعات الجبلية لمنطقة عسير الذي يتميز عن الأقاليم الأخرى باستقباله أكبر كمية من الأمطار الموزعة على جميع فصول السنة، حيث بلغ متوسط الهطول المطري لمحافظة النماص ٣٩١ ملم^3 (الشريف، ١٩٧٦م)، وبناءً على ذلك ركزت الدراسة على كيفية الاستفادة من تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، في تحديد مواقع لإنشاء خزانات حصاد؛ وذلك للاستفادة منها في توفير مصادر إضافية للمنطقة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١- دراسة الخصائص المطرية لمنطقة الدراسة.

٢- تقدير حجم الجريان السطحي في الاحواض المائية.

٣- اختيار المناطق الملائمة لحصاد مياه الأمطار في محافظة النماص.

موقع منطقة الدراسة:

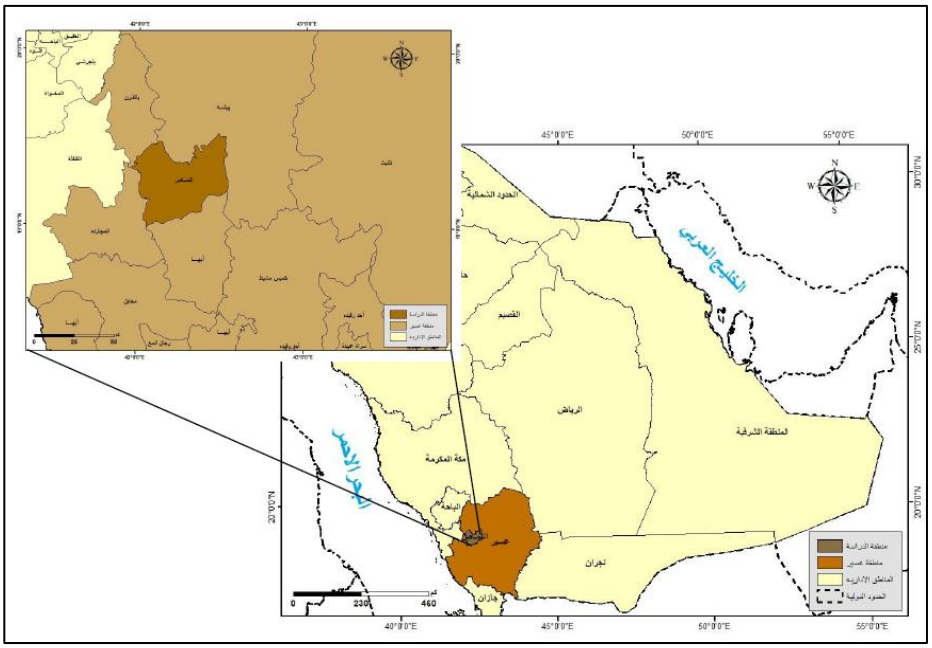
الحدود الزمانية: تعتمد الدراسة على البيانات الإحصائية والمتمثلة في بيانات الأمطار للمحطة التابعة لمحافظة النماص ومحطات المناطق المجاورة لها (تنومة، بللسمر، سبت العلايا، المجاردة، صمخ) للفترة (٢٠٠٣-٢٠١٨م)، الصادرة من إدارة تنمية موارد المياه بمنطقة عسير التابعة لوزارة البيئة والمياه والزراعة.

الحدود المكانية: تقع محافظة النماص في الجزء الشمالي لمنطقة عسير بمساحة تقدر (٢١٣٢كم^{٢})، يتبعها مركز بني عمرو كما في شكل(١)، حيث تمتد بين دائرتي عرض (٠٠ ١٩° ،٣٠ ١٩°) شمالاً وخطي طول (٠٠ ٤٢°، ٣٠ ٤٢°) شرقاً، ويحدها من الغرب محافظة المجاردة، ومحافظة بارق، ومن الشمال محافظة بلقرن، ويحدها من الشرق محافظة بيشة، ومن الجزء الجنوبي محافظة تنومة.

وتقع تحديداً على سلسلة جبال السروات التي تمتد من الجنوب الغربي للجزيرة العربية إلى الشمال الغربي، ويعد هذا الجزء من أعلى المناطق بالمملكة العربية السعودية، حيث يزيد ارتفع بعض أجرائها عن ٣٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، ويغلب على طبيعة المنطقة تضاريسها الوعرة والجبلية، وخصوصاً الانحدار الكبير من الجهة الغربية باتجاه سهول تهامة حيث تبلغ زاوية الانحدار ٦٠-٨٠ درجة، كما يوجد بعض القمم الجبلية شاهقة الارتفاع مثل جبل منعة بالقرب من تنومة، وتحديداً جنوب محافظة النماص، وهو عبارة عن كتلة جرانيتيه، ويعتبر أعلى جبال غرب عسير الشمالية، ويبدو في شكل هضبة ضخمة بارتفاع ٢٩٥٠ متر فوق سطح البحر(سالم ،٢٠٠٦م)، وأيضاً جبل مِرير، وجبل الضُور، وجبل حِرفة، حيث بلغ ارتفاعها (٢٧٢٥، ٢٥٢١، ٢٤٩١) متراً على التوالي.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل ١: موقع محافظة النماص.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية.

أهمية الدراسة:

تحقيقاً للتنمية المستدامة للأجيال، وتأمين احتياجاتها المستقبلية من المياه في المنطقة، يتطلب مواجهة التحديات المتصلة بندرة المياه ومحدودية مصادرها من خلال استغلال الأوقات المطرية، وتحقيق الكفاءة لاستخدام الموارد الأرضية غير المستغلة من المياه (القحطاني و إسماعيل، ١٤٣٣هـ)، حيث إن دراسة جمع مياه الأمطار وحصادها لم تكن وليدة الصدفة، بل جاءت بعد نجاحها من خلال تجارب الدول المجاورة والمشابهة للظروف نفسها، ففي دولة السودان بلغ متوسط الإيرادات في بعض الأودية المقامة فيها مشاريع الحصاد إلى حوالي ١٩٨٠٣٤ مليون متر مكعب (مكي، ٢٠٠٦م)، كما توجد تجارب ناجحة في دولة الإمارات العربية المتحدة، وفلسطين، والأردن وغيرها من الدول، وأولت المملكة اهتماماً لهذا الموضوع، فقد نفّذ معهد الأمير سلطان مشروع الملك فهد لحصاد مياه الأمطار والسيول وخزنها بالمملكة عموماً. حيث أنشئ في المملكة ما يقارب ٢٢٠ سدّا مقاماً في بطون الأودية الرئيسة(آل الشيخ، ٢٠٠٦م)، وفي عام ٢٠١٦م بلغ إجمالي السدود باختلاف

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أغراضها في المملكة إلى ما يقارب ٥٠٨ سدّا، وتصل سعة تخزينها ٢.٢٥٠.٠٤٣ متراً مكعباً (وزارة البيئةوالمياه والزراعة، ٢٠١٦م).

وبناءً على الحقائق العلمية فإن السدود المقامة في بطون الأودية تكون ذات فوائد محدودة جداً؛ وذلك نتيجة لتعرضها للملوثات الخارجية، وتجمع الرواسب التي تقلل وتمنع تسرب المياه إلى باطن الأرض مما يجعلها معرضة للتبخر دون الاستفادة منها، حيث لا بد من إقامة سدود بصورة صحيحة في منطقة الدراسة خصوصاً، حيث يمكن إنشاء خزانات أرضية ذات شبكات تصفية تكون ذات كلفة اقتصادية أقل ومردود مائي كبير؛ لتنقل المياه من خزانات الحصاد بصهاريج لأصحاب المناطق الزراعية والرعوية، وحماية المياه من التلوث والتبخر، وهنا تكمن أهمية الدراسة في تحديد المناطق الملاءمة لإنشاء خزانات أو مستجمعات لحصاد مياه الأمطار في محافظة النماص، حيث إن المنطقة تحقق أهم المعايير لنجاح الحصاد فيها والذي بدوره يقلل من الاعتماد على الموارد غير المتجددة من المياه الجوفية، وعليه فإن للدراسة دوراً فعالاً في الإسهام والدعم في صناعة القرار، وإن مثل هذا النوع من الدراسات لم يعطَ الاهتمام الكافي في المنطقة.

الدراسات السابقة:

تناولت عدد من الدراسات العربية، والعالمية أهمية تنمية الموارد المائية واستدامتها، واقتراح الحلول لشح المياه، وتقليل الضغط على المصادر غير المتجددة والاستغلال الأمثل لها، ومن أهمها مايلي:

دراسة **(حميد، ٢٠١٦م)** التي هدفت إلى التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام SCS (CN) لحوض وادي المر الجنوبي شمال العراق، حيث اعتمد الباحث في دراسته المنهج التحليلي الكمي وتطبيق المعادلات الرياضية اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وبناءً على ما سبق فقد توصل الباحث إلى أن الجريان السطحي في الحوض بلغ ٢٥٨.٥ ملم ، وتتراوح فيه بين (٢٩٣-١٩١) ملم، كما أظهرت نتائج تقدير حجم الجريان السطحي المائي السنوي إلى نحو ٤٠ مليون م^{3}، أي بنسبة ٣٧.٠٧% من حجم الجريان السطحي السنوي في الحوض، وبذلك يوصي الباحث بتوظيف تقنيتي الـ RS و GIS، لما لها من دور بارز للحصول على نتائج عالية الدقة.

وتعد دراسة **(الشرقاوي،٢٠١٨م)** التي أظهرت أهمية تطبيق نموذج حساب تدفق السيول من مصلحة التربة الأمريكية SCS التي هدفت إلى تقدير كمية التدفق اليومي لسيول أودية النقيب، والوطاة، والعوشز، والودي، والعود الرافدة لوادي

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الرمة التي تمتد على مصباتها المنطقة العمرانية لمدينة بريدة بتطبيق نموذج SCS، ولقد أظهر تطبيق هذا النموذج الهيدرولوجي أن متوسط تدفق الذروة للسيول لأوقات الرجوع الممتدة من ٥ حتى ١٠٠ سنة يتراوح بين٦٣,٩م/ثانية بحوض وادي العوشز و٢٥٠,١ م/ثانية بحوض وادي الوطاة، ونتج عنه متوسط تدفق نوعي أظهر أن حوض وادي العود هو أكثر الأحواض قدرة على تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية بمتوسط تدفق نوعي قدره ٣,٠٠ م/ثانية/كم٢، وأن حوض وادي العوشز هو أقل الأحواض المدروسة قدرة على تحويل مياه الأمطار إلى مياه جريان سطحي بمتوسط تدفق نوعي قدره ٠,٢٧م/ثانية/كم٢، وأوصى الباحث بتطبيق نموذج SCSللاستفادة منه في تقدير الموارد المائية للسيول باستخدام بيانات النموذج الرقمي (DEM) على أحواض مائية أخرى لا تحتوي مجاريها على محطات هيدرومترية في المملكة العربية السعودية.

تناول **(Saboory,2014)** في دراسته تطبيق نظم المعلومات الجغرافية لاختيار مواقع مشاريع حصاد المياه المناسبة في خلم شمال أفغانستان، حيث اعتمد في دراسته على خرائط الغطاء الأرضي وخريطة DEM وأيضا المجموعة الهيدرولوجية للتربة والبيانات المناخية للمنطقة، وأجري مسح اجتماعي في منطقة الدراسة لتحديد المعايير من أجل تحديد المواقع المناسبة، حيث أظهرت نتائج الدراسة إلى وجود عددٍ من المناطق المناسبة لإنشاء مشاريع الحصاد، وإخراج خريطة تحدد تلك المناطق التي بدورها تعالج معظم مشكلات نقص المياه في الزراعة.

ودرس **(Shereif,2015)** أهمية حصاد مياه الأمطار في المملكة المتحدة، وبالأخص الجزء الجنوبي الشرقي من إنجلترا؛ بسبب تزايد النمو السكاني والتغير المناخي، وإن هذ الجزء يتصف بندرة الأمطار عن شمال وغرب إنجلترا، وأن هذا النوع من الدراسة يسهم بتقليل مخاطر الفيضانات وتحسين البيئة في المنطقة، حيث اعتمد الباحث في منهج دراسته على اختيار معايير تحديد مناطق الحصاد وجمع البيانات المكانية من خرائط التربة والغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي والخريطة الطبوغرافية للمنطقة، وتقدير معامل الجريان السطحي، وبذلك أُنتِجت خرائط لحصاد الأمطار وتغذية المياه الجوفية، حيث توصل الباحث إلى أن المناطق الغربية والجنوبية للمملكة هي مناطق مناسبة لـ RWH (Rainwater harvesting)، التي بدورها تكون مفيدة لصناع القرار ومخططي الموارد المائية في المملكة المتحدة، وأوصى الباحث بإجراء المزيد من الدراسات المختلفة لتقنيات تجميع مياه الأمطار في المنطقة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

منهجية الدراسة وأساليبها:

تحقيقاً لأهداف الدراسة فقد تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي التحليلي، والذي يهدف إلى جمع البيانات اللازمة لإعداد الدراسة، وذلك عن طريق الملاحظة الدقيقة للظواهر في صورتها الجزئية، كما تم الاعتماد على كلٍّ من:

أولًا: الأسلوب الكارتوجرافي: حيث يعتمد هذا الأسلوب على دراسة الظاهرة، من خلال الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية، وخرائط التربة، والمرئيات الفضائية التي بدورها تساعد في توفير معلومات عن جغرافية منطقة الدراسة.

ثانيًا: الأسلوب الكمي: وذلك لتقدير كلٍّ من:

- متوسطات هطول الأمطار لكل من محطة (النماص، تنومة، بللسمر، سبت العلايا، المجاردة، صمخ) وذلك في الفترة(٢٠٠٣-٢٠١٨م).
- حساب احتمالية سقوط الأمطار وتحديد فترة رجوعها في محطة النماص، وذلك عن طريق تطبيق المعادلات الآتية:

(Dunne & Leopold, 1978) $p = \frac{m}{n+1}$ x 100 (١)

حيث إن:

P:احتمالية تكرار كمية الأمطار الهاطلة.

m:رتبة كمية الأمطار في الترتيب التنازلي.

n:عدد سنوات التسجيل.

(Dunne & Leopold, 1978) $Ri = (n+1)/m$ (٢)

حيث إن:

Ri: فترت الرجوع بالسنة.

n:عدد سنوات التسجيل.

m:رتبة كمية الأمطار.

- استخلاص قيم المنحنى العددي CNs (Curve Numbers)، والذي يوضح حالة الغطاء الأرضي وهيدرولوجية التربة، حيث إن المجموعة الهيدرولوجية لتربة HSG (Hydrologic Soil Group) قد حُدِّدت من قبل مصلحة التربة الأمريكية SCS (Soil Conservation Service)، اعتماداً على معدل سرعة انتقال الماء من خلالها كما في جدول(١)، إذ إن القيمة المرتفعة لـ CNs تدل على الأسطح الأقل نفاذية والأكثر قدرة على توليد جريان سطحي مرتفع.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول١: المجموعة الهيدرولوجية للتربة

صنف التربة	عمق الجريان	نوع التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين
B	متوسط	طبقة رملية أقل عمقاً من الصنف A مع معدل ارتشاح متوسط
C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة.
D	عالٍ	طبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم أو طبقة صخرية عارية.

المصدر: (USDA,1986).

وبناءً عليه يتم تقدير الجريان السطحي الذي يعتمد على تحليل بعض المعطيات الطبيعية في منطقة الدراسة كالأمطار، والتربة، واستخدامات الأراضي، بتطبيق عدد من المعادلات الرياضية ضمن بيئة Arc Map، والتي تعد من أهم الطرائق والأساليب الرياضية المستخدمة في حساب الجريان السطحي(USDA,1986).

وهي على النحو الآتي:

$$Q=\frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia)+S} \qquad \text{(USDA,1986: 2/1)}$$

حيث إن:

Q: عمق الجريان السطحي (ملم).

P: كمية الأمطار الساقطة (ملم).

S: التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي.

Ia: المستخلصات الأولية قبل بدء الجريان السطحي كالتسرب والاستقبال من النبات والتبخر.

- ويحسب S بالصيغة الرياضية التاليه:

$$S=\frac{1000}{CN}-10$$

حيث تمت إعادة صياغة المعادلة لتحويلها من وحدة البوصلة إلى المقياس المتري، وذلك عن طريق ضرب الأرقام الثابتة في المعادلة في 25.4 لتحويلها الى(ملم)، وبناءً عليه صيغت المعادلة بالشكل الآتي:

$$S=\frac{25400}{CN}-254 \qquad (٣) \qquad \text{(غانم، ٢٠٠٨م)}$$

ووجد أن Ia تعادل بوجه عام خُمس قيمة S وتحسب كالتالي:

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

$$Ia = 0.2\ S \qquad (٤)$$

وبجبر قيمة S حولت الصيغة الرياضية لمعادلة عمق الجريان السطحي كالتالي:

$$Q=\frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \qquad (٥)$$

- حساب حجم الجريان السطحي السنوي V(Runoff Velocity) على مستوى الخلايا والأحواض.

$$V=Q*A \qquad (٦) \qquad (USDA,1986)$$

حيث إن:

V: حجم الجريان السطحي السنوي (م^{٣}).

Q: عمق الجريان السطحي السنوي (ملم).

A: مساحة حوض التصريف (م^{٢})، علماً بأن ابعاد الخلية الواحدة (٣٠م٣٠xم).

- **مصادر بيانات الدراسة.**

تعتمد هذه الدراسة بشكل أساسي على البيانات الثانوية المتمثلة في البيانات الرسمية الصادرة عن المؤسسات الحكومية، ويمكن تصنيفها على النحو الآتي:

- المراجع من الكتب، والمجلات العلمية، والدراسات، والبحوث، والإحصاءات، والتقارير الصادرة من عدد من الجهات والدوائر الحكومية مثل هيئة الأرصاد وحماية البيئة، والهيئة العامة للإحصاء، وهيئة المساحة الجيولوجية.

- البيانات الإحصائية والمتمثلة في بيانات الأمطار للمحطات التابعة لمنطقة الدراسة، والمناطق المجاورة لها للفترة (٢٠٠٣-٢٠١٨م)، الصادرة من إدارة تنمية موارد المياه بمنطقة عسير التابعة لوزارة البيئة والمياه والزراعة.

- البيانات المكانية والمتمثلة في كل من:

أ- قاعدة البيانات المكانية الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة، التي تحتوي على مجموعة من الطبقات من ضمنها طبقة المنطقة الإدارية عسير ولمحافظات التابعة لها، والتي من خلالها تم ربط البيانات وتطبيق عدد من التحليلات لمنطقة الدراسة ضمن برنامج GIS.

ب- خريطة أنواع التربة الرئيسية اعتماداً على بيانات أطلس الموارد الأرضية التابع لوزارة البيئة والمياه والزراعة بمقياس ١:٦٠٠,٠٠٠.

ج- خريطة طبوغرافيه للمنطقة، بمقياس رسم ١:١٠٠٠,٠٠٠.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

د- مرئية فضائية لمنطقة الدراسة، للقمر Sentinel سنة ٢٠١٩م ذات وضوح مكاني ١٠م.
ه- نموذج بيانات الارتفاعات الرقمية (DEM) لمنطقة الدراسة بدرجة وضوح ٣٠م.
و- خريطة نفاذية التربه، اعتماداً على أطلس التربة التابع لوزارة البيئة والمياه والزراعة بمقياس ١:٢٥٠,٠٠٠.

البرامج الحاسوبية:

برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map-V10.8.1, Arc Pro) وبرنامج (ERDAS) .

خطوات العمل

لتحقيق أهداف الدراسة سيتم عمل قاعدة بيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، على النظام الإحداثي (UTM_Zone_38N) لإجراء التحليلات المكانية، بتطبيق عدد من الخطوات، لمعالجة البيانات وإجراء المعادلات لتقدير حجم الجريان السطحي، والمتمثلة في الخطوات التالية:

- إنشاء طبقة تمثل توزيع الهطول في منطقة الدراسة، وذلك اعتماداً على متوسط التساقط للفترة (٢٠٠٣ -٢٠١٨م) لجميع المحطات المدروسة.
- عمل تصنيف مراقب (Supervised Classification) للمرئية الفضائية ذات دقة مكانية ١٠م، لتحديد أنواع الغطاء الأرضي في المنطقة، وأيضاً تحديد استخدامات الأرض.
- إنشاء طبقة توضح أصناف الترب الهيدرولوجية بطريقة (SCS)، من خلال مطابقة خصائص كل صنف مع كل نوع من أنواع الترب التابعة لتصنيف الأمريكي، كما ويتم حساب مساحات كل صنف من أصناف التربة الهيد ولوجيه (كلم^{2}).
- استخلاص الخصائص الهيدرولوجية للمجاري والأحواض المائية لمنطقة الدراسة اعتماداً على بيانات (DEM) بدقة ٣٠م.
- استخلاص قيم CNs وذلك بدمج طبقتي استعمالات الأرض وطبقة تصنيف المجموعات الهيدرولوجية لتربة، اعتماداً على الحالة الثانية (AMS-II) Antecedent Soil Moisture Condition، والتي تعد إحدى الحالات الثلاث لرطوبة التربة، حيث إن الحالة الأولى للتربة الجافة، والحالة الثانية هي الحالة الاعتيادية والتي تشترط وجود التربة الجافة مع أمطار متوسطة الهطول، أما بالنسبة للحالة الثالثة فتشترط سقوط الأمطار خفيفة إلى غزيرة بحيث تكون التربة مشبعة بالماء .
- حساب مُعامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي(S).
- حساب معامل الاستخلاص الأولي(Ia)، اعتماداً على نتائج (S).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- يتم حساب عمق الجريان السطحي اعتماداً على معطيات (CNs, S,Ia) وأيضاً يعتمد على طبقة بيانات متوسطات الهطول.
- حساب حجم الجريان اعتماداً على بيانات مساحات الأحواض المائية وبيانات عمق الجريان السطحي.

كما أن اختيار المواقع المثالية لإنشاء مشاريع الحصاد، اعتماداً على البيانات والمعايير التي سيتم تطبيقها وتتناسب مع طبيعة المنطقة كما هو موضح في جدول (٢)، حيث تمر مراحل تحديد المناطق الملائمة للحصاد بعدد من الخطوات وهي على النحو التالي:

- تحويل طبقة بيانات نفاذية التربة، من طبقة خطيه الى نقطيه.
- اشتقاق بيانات الانحدار من خلال نموذج (DEM) لمنطقة الدراسة.
- استخلاص طبقة توضح نطاقات البعد عن مراكز القرى والمناطق الحيوية التابعة لها.
- تصنيف معطيات كل طبقة حسب الأفضلية لكل معيار.
- تقدير كمية المياه الجارية في كل خلية من خلايا المجاري المائيه لكل حوض، اعتماداً على طبقة بيانات عمق الجريان وطبقة Flow Direction.
- اشتقاق طبقة نقطيه من طبقة المجاري المائيه بواسطة أداة Feature Verticesto point.
- استخراج طبقة توضح قيم بيانات الجريان عند كل نقطه من الطبقة النقطية.

جدول٢ : الشروط والمعايير لاختيار الأماكن الأكثر ملاءمة لمشاريع الحصاد .

الشروط	الشروط التفضيلية
نفاذية التربة - soil Texture	التربة الاقل نفاذية (سم/ساعة)
الانحدار- slope	الانحدار الأقل والأنسب للحصاد (درجة)
البعد من المناطق الحيوية	المناطق ذات القرب المناسب (كم)
حجم الجريان السنوي- Volume Runoff	< ٢٣ مليون م ^{٣}
المتوسط الموزون لإجمالي المعايير	٥ >

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

التحليل والمناقشة:

دراسة الخصائص المطرية لمنطقة الدراسة

التحليل الكمي والوصفي للخصائص المطرية في محافظة النماص: حيث تختلف معدلات الأمطار الشهرية المتساقطة في منطقة الدراسة، وذلك بناءً على بيانات التساقط المسجلة خلال الفترة (٢٠٠٣-٢٠١٨م) في محطة النماص، ومن خلال جدول(٣) وشكل(٢) تبين بأن أعلى متوسط للهطول سُجل في شهر أبريل بحوالي٦٣,١٧ ملم، ويليه شهر مايو٣٢,٠١ملم، ويكاد ينعدم التساقط في شهري أكتوبر وسبتمبر بمتوسط بلغ ٧,١، ٢,٠٢ ملم على التوالي، كما أن متوسط الأمطار المتساقطة تختلف من فصل إلى آخر، ففي فصل الصيف يصل متوسط الأمطار المتساقطة إلى حوالي ٥٠,٤٢ ملم، بينما في فصل الربيع يصل متوسط التساقط إلى ١٠٧,٥٣ملم، وفي فصل الشتاء يصل إلى ٥٨,٧١ ملم، ويعد فصل الخريف أقل فصول السنة تساقطاً وذلك بمقدار ٣٠,٢٩ ملم، وعليه فإن تساقط الأمطار يكون على مدار السنة نتيجة لتكون السحب الركامية خصوصاً في المرحلة الانتقالية وبالتحديد فصل الربيع، الذي تصاحبه رياح وعواصف رعدية تنتج عنها أمطار بكميات كبيرة تتسبب في سيول جارفة.

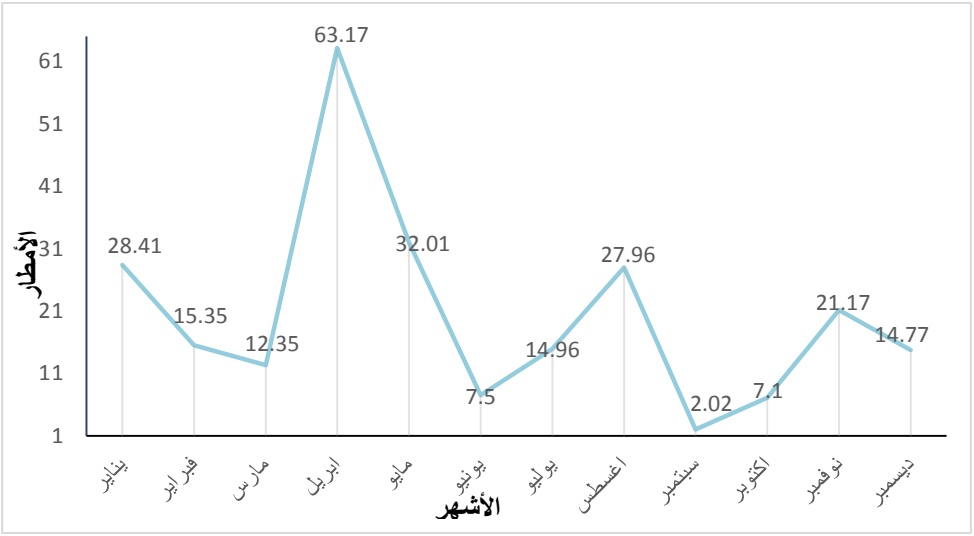
جدول ٣: متوسط الأمطار الشهرية (ملم) لمحطة النماص من عام (٢٠٠٣ -٢٠١٨ م) .

الشهر	المجموع	الشهر	المجموع
يناير	٢٨,٤١	يوليو	١٤,٩٦
فبراير	١٥,٣٥	اغسطس	٢٧,٩٦
مارس	١٢,٣٥	سبتمبر	٢,٠٢
ابريل	٦٣,١٧	اكتوبر	٧,١
مايو	٣٢,٠١	نوفمبر	٢١,١٧
يونيو	٧,٥	ديسمبر	١٤,٧٧

المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٢: متوسط الأمطار الشهرية (ملم) لمحطة النماص من عام (٢٠٠٣ -٢٠١٨ م) .

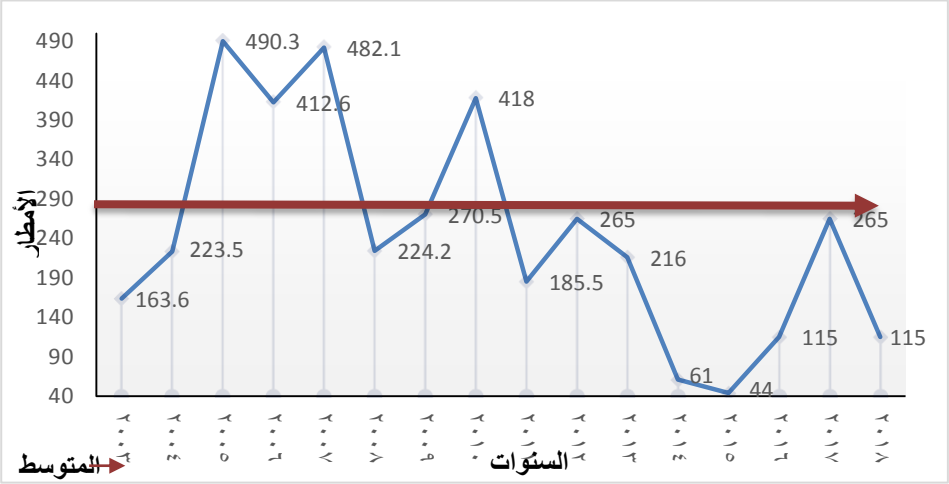


المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

ويتضح من خلال شكل (٣)، أن كمية الأمطار السنوية في محطة النماص تتميز بالتذبذب من سنة إلى أخري خلال السنوات المدروسة، حيث بلغت أعلى كمية للأمطار المتساقطة في سنة ٢٠٠٥م (٤٩٠,٣) ملم وأقل كمية سنة ٢٠١٥م (٤٤) ملم، أما بنسبة لعدد السنوات التي تقل فيها كمية التساقط عن المتوسط (٢٨٩,١١) ملم، فبلغت ١٣ سنة بينما وصل عدد السنوات التي زادت فيها كمية الأمطار عن المتوسط إلى ٤سنوات.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٣: كمية الأمطار السنوية (ملم) من عام (٢٠٠٣-٢٠١٨ م) لمحطة النماص



المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

فترات الرجوع واحتمالية سقوط الأمطار في محافظة النماص: المقصود بها هي الفترة الزمنية المتوقع تكرار كمية معينة من الأمطار، ويعد حسابها من الأمور المهمة عند القيام بالمشاريع البشرية، مثل تخطيط المدن ومد الطرق، ومن الجانب الطبيعي حفظ التربة وصيانة العديد من الموارد الطبيعية (ابو سموره و الخطيب، ١٩٩٩م)، حيث يتم حسابها عن طريق تحديد أعلى كمية تساقط في كل السنوات المدروسة للمحطة، وتُرتب ترتيباً تنازلياً وتعطى كل قيمة للتساقط رُتبة حسب تسلسلها، فأعلى كمية تحمل رتبة (١) وهكذا، وبناءً عليه يتم تطبيق معادلات فترة الرجوع ونسبة احتمالية السقوط، والتي تم توضيحها في منهجية الدراسة معادلة (١)،(٢).

وجاءت النتائج حسب ما يظهر في جدول (٤)، حيث احتلت المرتبة الأولى كمية هطول بلغت ٤٩٠,٣ ملم وذلك في عام ٢٠٠٥م، والتي تكون احتمالية رجوعها كل١٧سنة بنسبة تتجاوز ٥%، وتزيد نسبة احتمالية الرجوع إلى أكثر من ٢٣% عند كمية هطول٤١٢,٦ملم وذلك بفترة رجوع تتجاوز ٥ سنوات، كما ويحتمل حدوث هطول مطري بمقدار ٢٦٥ملم مرة كل سنتين وذلك بنسبة احتمالية تصل إلى٤١%، أما الهطول الذي يقل عن ١٨٥,٥ ملم احتمالية سقوطه تزيد عن ٦٤%، ومن المُلاحظ أن نسبة احتمالية الرجوع تزيد كلما قلت كمية الهطول السنوي.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول٤: كمية الأمطار السنوية (ملم) المحتمل سقوطها وفترة رجوعها في محطة النماص (٢٠٠٣-٢٠١٨م)

السنة	كمية الأمطار(ملم)	ترتيب كمية الأمطار	فترة الرجوع (بالسنة)	احتمالية سقوط الأمطار (%)
٢٠٠٥	٤٩٠,٣	١	١٧,٠٠	٥,٩
٢٠٠٧	٤٨٢,١	٢	٨,٥٠	١١,٨
٢٠١٠	٤١٨	٣	٥,٦٦	١٧,٦
٢٠٠٦	٤١٢,٦	٤	٤,٢٥	٢٣,٥
٢٠٠٩	٢٧٠,٥	٥	٣,٤٠	٢٩,٤
٢٠١٢	٢٦٥	٦	٢,٨٣	٣٥,٣
٢٠١٧	٢٦٥	٧	٢,٤٢	٤١,٢
٢٠٠٨	٢٢٤,٢	٨	٢,١٣	٤٧,١
٢٠٠٤	٢٢٣,٥	٩	١,٨٩	٥٢,٩
٢٠١٣	٢١٦	١٠	١,٧٠	٥٨,٨
٢٠١١	١٧٥,٥	١١	١,٥٥	٦٤,٧
٢٠٠٣	١٦٣,٦	١٢	١,٤٢	٧٠,٦
٢٠١٦	١١٥	١٣	١,٣١	٧٦,٥
٢٠١٨	١١٥	١٤	١,٢١	٨٢,٤
٢٠١٤	٦١	١٥	١,١٣	٨٨,٢
٢٠١٥	٤٤	١٦	١,٠	٩٤,١

المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الاختلاف بين كمية الأمطار في محطة النماص والمحطات المجاورة لها.: تتفاوت كميات الأمطار بالمحطات المدروسة برغم من قربها الجغرافي من محافظة النماص، وذلك يعود إلى عدد من العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على اختلاف كمية التساقط في محطات الدراسة، والغرض من تضمين المحطات المجاورة لمنطقة الدراسة هو الحصول على صور واضحة وشاملة تمكن من المقارنة، بدلاً من معاملة المنطقة بمعزل عن المناطق المجاورة لها، وعند النظر إلى جدول (٥) وشكل (٤) نجد أن النماص تحتل المرتبة الأولى في كمية الأمطار المتساقطة، والذي بلغ ٤٦٢٥,٧ ملم، يليها محافظة سبت العلايا بكمية تساقط بلغت ٢٥١,١٩ ملم، بينما تحتل محافظة بللسمر المرتبة الثالثة بنحو ٣٢٢٤ ملم، أما بنسبة للمحطات المتبقية فجاءت كميات التساقط فيها أقل من ٢٥٠٠ ملم.

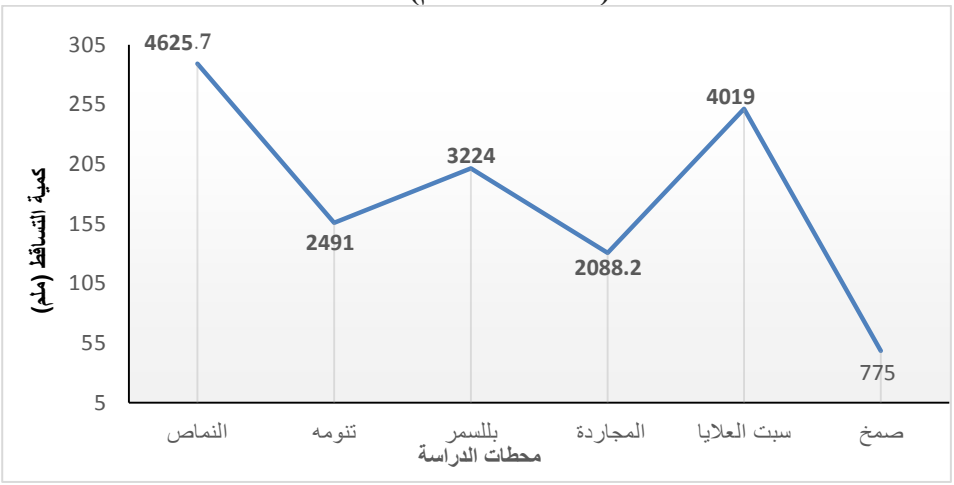
جدول ٥: كمية التساقط المطري السنوي(ملم) للمحطات المدروسة من عام (٢٠٠٣-٢٠١٨م) .

السنة	النماص	سبت العلايا (بلقرن)	المجارده	بللسمر	تنومه	صمخ
٢٠٠٣	١٦٣,٦	٢٩١,١	٠	٢٢,٥	٣٤	٠
٢٠٠٤	٢٢٣,٥	٣٤٠,٤	٣٢,٦	٢٤١,٧	١٦٦	٧١
٢٠٠٥	٥٨٩,٧	٢٧٤,٢	٠	٣٥٥,٣	٩٢	٧٠
٢٠٠٦	٤١٢,٦	٣٢٣,٣	٢٠٨,٥	٣٩٦,٢٥	٤٧٧	٩٨
٢٠٠٧	٨٨١,٦	٢٧٦,٣	١٠٠,٥	١٦٢,٥	٨٤	١٦
٢٠٠٨	٢٣٣,٢	١٦٥,٦	٢٨٨	٢١٧,٥	٤٣	٢٥
٢٠٠٩	٣٩٢	٢٧٢,٥	٢٠١	٢٤,٥	٤٢	٤١
٢٠١٠	٤١٨	٣٥١,١	٠	٢٢٢,٧٥	١٣٦	٤٢
٢٠١١	٢٣٠,٥	٢٢٨,٥	٠	١٢٨	١١٩	١٤
٢٠١٢	٢٦٥	٢١٠,٥	٠	٢٣٧	٣٦٤	٧٧
٢٠١٣	٢١٦	١٦٢,٥	٢٢٥,٩	٢٧٩,٥	١٠٨	٧٤
٢٠١٤	٦١	١٧٦	٠	١٤١,٥	١٦٣	١٨
٢٠١٥	٤٤	١٧٧	٢٠٤,٢	١٧٤,٥	٦٨	٧٤
٢٠١٦	١١٥	٤٠٧	٣٠٢,٥	٣١٣,٥	٤١٧	١٢٢
٢٠١٧	٢٦٥	٢٩٥	٢١٦	١٥١	١١٨	٣٣
٢٠١٨	١١٥	٦٨	٣٠٩	١٥٦	٦٠	٠
المجموع	**٤٦٢٥,٧**	**٤٠١٩**	**٢٠٨٨,٢**	**٣٢٢٤**	**٢٤٩١**	**٧٧٥**
المتوسط	**٢٨٩,١١**	**٢٥١,١٩**	**١٣٠,٥١**	**٢٠١,٥**	**١٥٥,٦٩**	**٤٨,٤٤**

المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل ٤: كمية التساقط المطري (ملم) للمحطات المدروسة من عام (٢٠٠٣-٢٠١٨م).

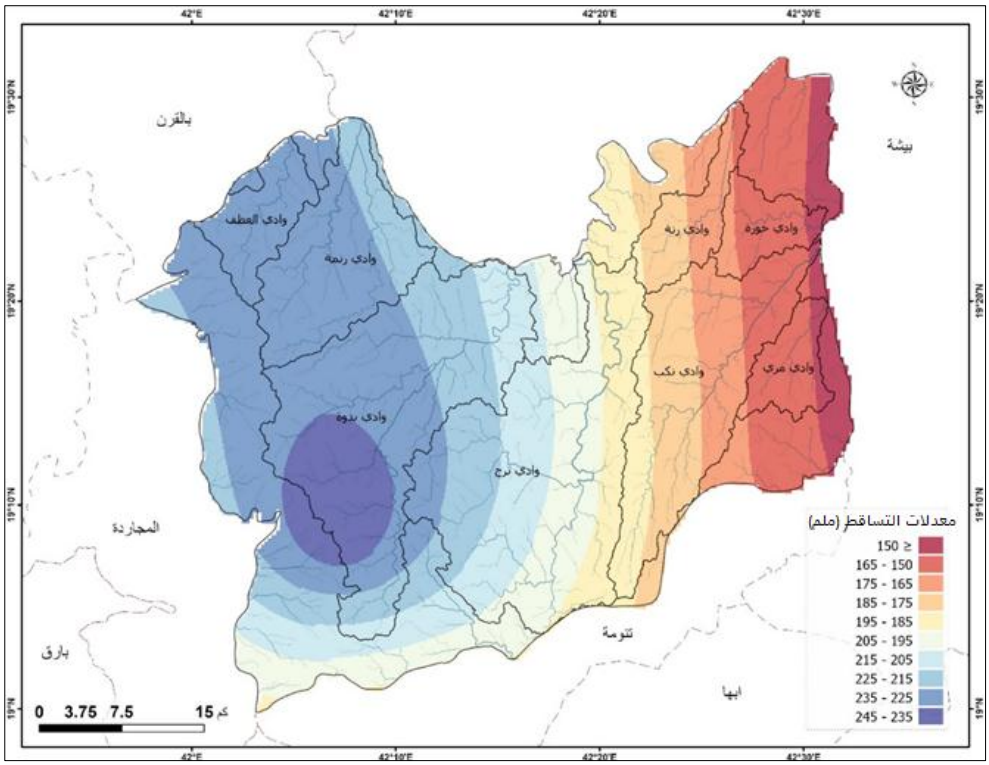


المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة.

وبناءً على قيم المتوسطات المستخرجة لجميع المحطات المدروسة، تم عمل اشتقاق مكاني بواسطة أداة (IDW)، والتي تقوم بالتنبؤ وإعطاء قيم للمواقع غير الـمُقاسة، بحيث أن القيم المقاسة والأقرب إلى مواقع التنبؤ لها تأثير أكبر على القيم المتوقعة القريبة فضلاً عن البعيدة، يعني ذلك بأن القيم المعلومة لها تأثير محلي يتضاءل مع المسافة كما هو موضح في شكل(٥)، وذلك للحصول على صورة شاملة ومقاربة لواقع توزيع الأمطار في المنطقة، وعليه يمكن حساب معدلات الجريان السطحي للمجاري والأحواض المائية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٥: معدلات التساقط (ملم) للمنطقة بناءً على متوسطات محطات الدراسة للفتره (٢٠٠٣-٢٠١٨م) للمحطات المدروسة



المصدر: إعداد الباحثة اعتماد على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة (٢٠٠٣-٢٠١٨م)-

- **تقدير حجم الجريان السطحي في الاحواض المائية.**

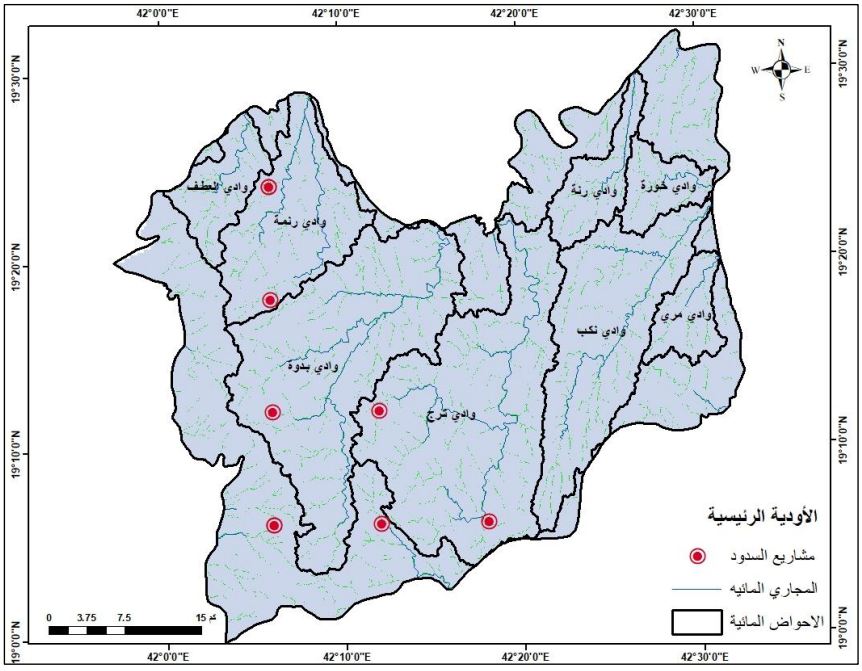
- **خصائص الأحواض في منطقة الدراسة:** تم تحديد الأحواض المائية في المنطقة، وحساب مساحة كل حوض كما في جدول (٦)، وايضاً من خلال الشكل (٦) والذي يوضح المجاري الرئيسية والأحواض التابعة لها، وايضاً مواقع السدود المقامة حالياً في المنطقة والتي من الممكن مقارنتها بالمواقع المقترحة والتي سيتم التوصل إليها في نهاية هذا الفصل.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول٦: مساحات الأحواض المائية في منطقة الدراسة

الحوض	المساحة (كم^2)	النسبة (%)
وادي العطف	٦٩,٤٤	٣,٢٥
وادي بدوة	٣٧٦,٥٤	٢٧,٦٤
وادي ترج	٣٩٦,٦٥	١٨,٥٨
وادي خورة	٥١,٨٤	٢,٤٣
وادي رنة	٦٥,٠٠	٣,٠٥
وادي رنمة	١٧٤,٥٥	٨,١٨
وادي مري	٥١,٢٢	٢,٤٠
وادي نكب	٢٤٣,٧٠	١١,٤٢
أحواض أخرى	٧٠٥,٥٦	٣٣,٠٥

شكل٦: المجاري والأحواض المائ ية في منطقة الدراسة ومواقع مشاريع السدود الحالية



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **الخصائص الهيدرولوجية لتربة المنطقة**: لخصائص التربة تأثير على كمية الجريان السطحي الناتج عن التساقط المطري، حيث لابد من أخذها بعين الاعتبار في عمليات حساب حجم الجريان، ومن خلال معطيات خريطة التربة حسب التصنيف الأمريكي التابعة لأطلس الموارد الأرضية، تم تصنيف كل نوع حسب المجموعات الهيدرولوجية (A-B-C-D) تبعاً لخصائصها الفزيائية (USDA, 1986)، ويتضح من خلال جدول(٧) وشكل(٧) التصنيف، وهو كالنحو التالي:

- التربة من الفئة A: والتي تمثل المنطقة التي يقل فيها الجريان السطحي وتحتوي على تربة طمبية ورملية، والتي تغطي الجزء الأكبر من مساحة منطقة الدراسة حيث توجد في الجبال والتلال والتي تكون على نطاقين الجهة الشرقية للمنطقة وأيضاً النطاق الغربي ويمتد من الجنوب ويضيق في الشمال وتقدر مساحته بنحو١٧٥٤,٢٢كم^{٢}وبنسبة تزيد عن ٨١%من مساحة منطقة الدراسة.

- التربة من الفئة B: هي تربة ذات قوام خشن لمتوسط الخشونة، وذات عمق متوسط، حيث تغطي مناطق السهول الرسوبية والمنحدرات المدرجة بمساحة تبلغ ١٢١,٦٨كم^{٢} وذلك بنسبة ٥% من مساحة المحافظة.

- التربة من الفئة C: تتميز هذه التربة بنفاذية متوسطة إلى ضعيفة حيث تغطي مناطق السهول الصخرية في المنطقة بمساحة بلغت ٧,٩٨كم^{٢} وبنسبة ٠,٣٧% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

- فئة التربة D: تتميز هذه الفئة بأنها أقل الفئات قدرة على امتصاص الماء والتي تكون ذات قوام طيني وناعم مما يسبب نشوء الجريان السطحي، حيث تنحصر هذه الفئة في المراوح الرسوبية والمنحدرات السفلية في المنطقة بمساحة تبلغ ٢٥٦,٧٩كم^{٢} بنسبة ١٢% من المساحة.

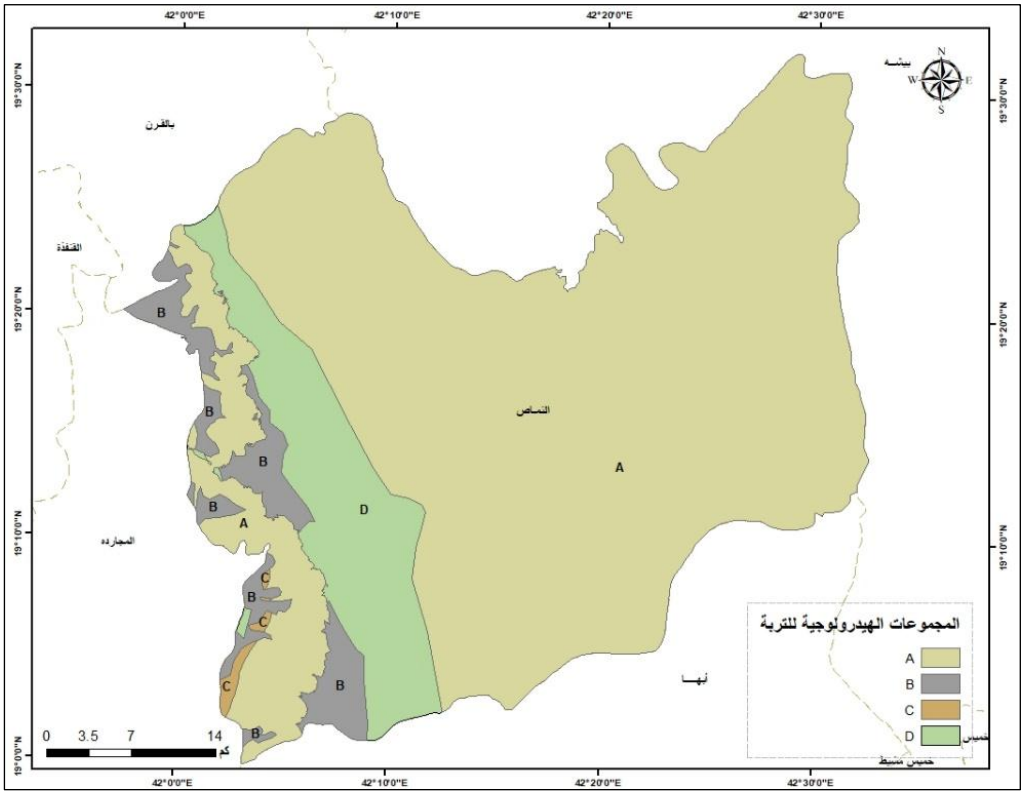
جدول ٧: توزيع المجموعات الهيدرولوجية على أنواع التربة في منطقة الدراسة

أنواع التربة حسب تصنيف الأمريكي(١)	أصناف بطريقة(SCS)(٢)	المساحة (كم^{٢})	النسبة المئوية%
توري أورثنتس	A	١٨٠,٦٨	٨,٤٤
كالسي أورثيدز	B	٥٦,٧٣	٢,٦٥
توري سامنتس	A	١٥٧٣,٥٤	٧٣,٥١
توري فلوفنتس-توري سامنتس	B	٦٤,٩٥	٣,٠٣
ليثك توري أورثنتس- زيرو أورثنتس	C	٧,٩٨	٠,٣٧
كالسي أورثيدز و توري أورثنتس	D	٢٥٦,٧٩	١٢
المجموع		٢١٤٠,٧	١٠٠

المصدر: (١) اطلس الموارد الأرضية لوزارة البيئة والمياه والزراعة ١٤١٥ ه، (٢) (USDA RT55, 1986).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٧: المجموعات الهيدرولوجية لتربة منطقة الدراسة.



المصدر: أطلس الموارد الأرضية لوزارة البيئة والمياه والزراعة ١٤١٥ ه، (USDA RT55, 1986).

- **كمية الأمطار الساقطة:** تعد الأمطار المصدر الرئيسي لنشوء وتكون الجريان السطحي، ولحساب حجم الجريان يتطلب تقدير كمية الامطار الساقطة على المنطقة، وذلك بناءً على اشتقاق متوسطات كمية الامطار السنوية خلال ١٦ سنة لكل من محطة منطقة الدراسة والمناطق المجاورة لها بواسطة أداة (IDW)، والتي تم اشتقاقها في (شكل ٥)، حيث نجد أن معدلات المطر في منطقة الدراسة تتراوح بين (١٥٠- ٢٤٥) ملم وذلك على مستوى الخلايا.

-

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **استخدامات الأرض والغطاء الأرضي:**

يؤثر الغطاء الأرضي و استخدامات الأراضي على حجم الايراد المائي في الأحواض المائية، حيث تم تصنيف الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض بناءً على بيانات المرئية الفضائية(Sentinel 2019) ذات دقة ١٠م، حيث تم عمل تصنيف مراقب (Supervised Classification) للمرئية الفضائية، لتحديد أنواع الغطاء الأرضي في المنطقة، وأيضاً تحديد استخدامات الأرض، وذلك من خلال تجميع بصمات طيفية لكل فئة من فئات التصنيف اعتماداً على أداة (Signature Editor) في برنامج (ERDAS)، حيث احتوى الغطاء الأرضي على عدد من الظواهر منها الأودية الرئيسية ومناطق سفوح الجبال وغطاء النبات الطبيعي والغابات والمراعي والأراضي الزراعية، ومناطق الفضاء، كما هو موضح من خلال جدول (٨) و شكل (٨).

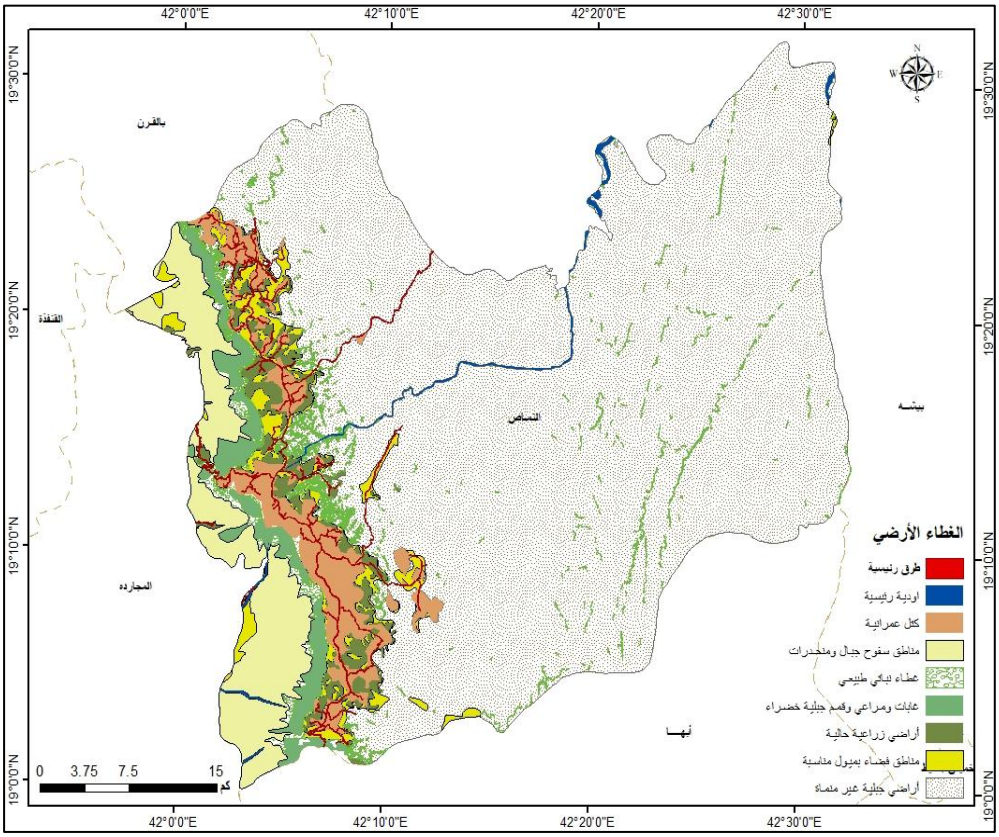
جدول٨: بيانات الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض بمحافظة النماص.

نوع الغطاء الأرضي	المساحة/ كم^{٢}	المساحة %
طرق رئيسية	١٣,٢٩	٠,٦
أودية رئيسية	١٠,١٧	٠,٤٦
مناطق سفوح جبال ومنحدرات.	١٥٧,٤٢	٧,١
كتلة عمرانية.	١٠٤,٣٣	٤,٦٩
غطاء نباتي طبيعي.	٤٢,٥٩	١,٩٢
غابات ومراعي وقمم جبلية خضراء.	٥٨,٠٤	٢,٦١
أراضٍ زراعية حالية	١٠١,١٨	٤,٥٦
مناطق فضاء بميول مناسبة	٩٤,٩٢	٤,٢٧
أراضٍ جبليه غير منماة	١٦٣٩,١٥	٧٣,٧٩
المجموع	٢٢٢١,٠٩	%١٠٠

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات المرئية الفضائية ٢٠١٩ Sentinel .

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٨: تصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي لمحافظة النماص.



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات المرئية الفضائية ٢٠١٩ Sentinel .

حساب الجريان السطحي

قامت مصلحة صيانة التربة الامريكية (SCS) بإجاد صيغ رياضية لحساب الجريان السطحي، والتي يعتمد عليها في الدراسات الهيدرولوجية الامريكية (الغامدي،١٩٩١م)، وهي عبارة عن عدد من المعادلات الرياضية والتي تتطلب ما يلي:

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

استخلاص قيمة المنحنى العددي(CNs) لأحواض محافظة النماص:

تعبر قيم CNs عن مدى استجابة الاسطح للجريان، وذلك من خلال دمج طبقتي المجموعة الهيدرولوجية للتربة وطبقة استعمالات الأرض من خلال خوارزمية Raster Calculator واستخلاص قيم المنحنى العددي، اعتماداً على جداول تابعة لتقرير الصادر من مصلحة صيانة التربة الامريكية (Technical Release 55) حيث يتم أخذ قيم المنحنى العددي وفقاً لمسمى الغطاء الأرضي حسبUSDA و ما يقابله من صنف التربة الهيدرولوجية، وذلك اعتماداً على الحالة المعتدلة للرطوبة المسبقة للتربة (AMS-II)، والتي تعد الحالة الثانية هي ما يؤخذ بها غالباً في المناطق شبه الجافة لاستخلاص قيم CNs (USDA RT55, 1986) . وعليه فقد بلغت قيم CNs (٢٨) قيمة كما هو موضح من خلال الجدول(٩) وشكل(٩)، والتي تتراوح بين (٣٩) للمناطق الأكثر نفاذية و(٩٨) للمناطق ذات نفاذية أقل والأكثر إمكانية لتوليد الجريان السطحي.

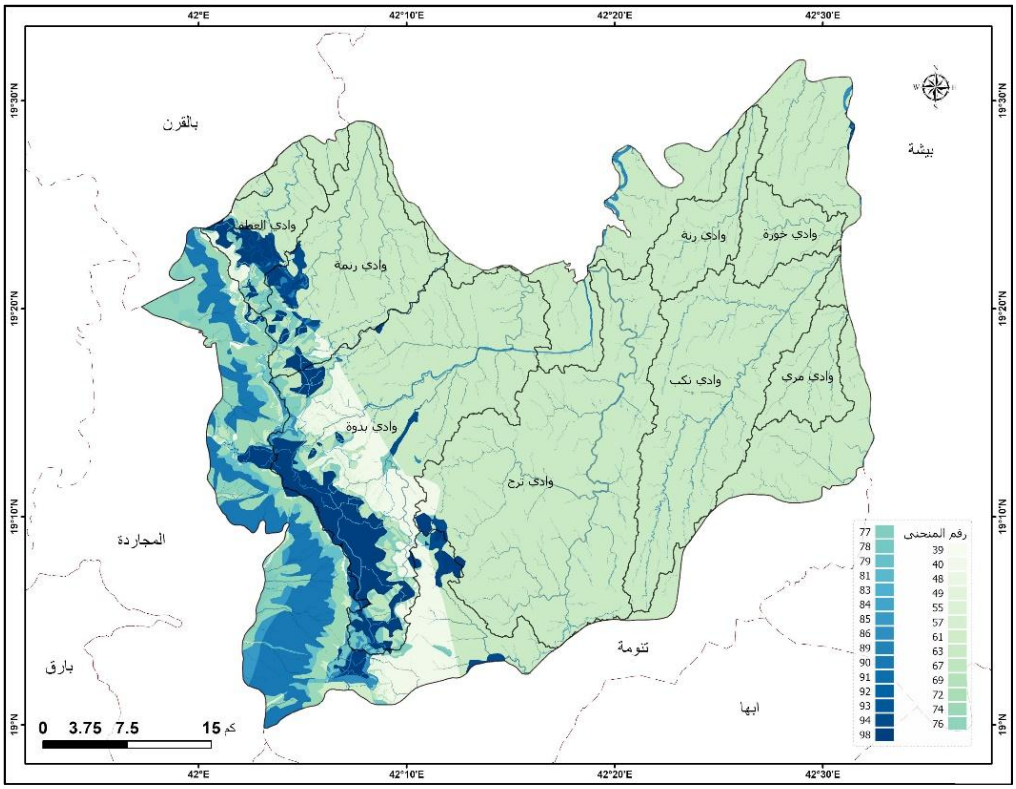
جدول٩: قيم CNs (Curve Number) . قيم CNs للمجموعات الهيدرولوجية للتربة

الغطاء الأرضي	استعمالات الأراضي حسب USDA *	A	B	C	D
الأودية الرئيسية	Desert shrub—major plants include saltbush, geasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus.	٥٥	٧٢	٨١	٨٦
الطرق الرئيسية	Streets and roads Paved; open ditches (including right-of-way)	٨٣	٨٩	٩٢	٩٣
الكتل العمرانية	Paved parking lots, roofs, driveways, etc	٩٨	٩٨	٩٨	٩٨
غطاء نباتي طبيعي	Fair condition (grass cover 50 to 75%)	٤٩	٦٩	٧٩	٨٤
أراضي زراعية حالية	Row crops	٦٧	٧٨	٨٥	٨٩
غابات ومراعي وقمم جبلية خضراء	Good condition (grass cover >75%)	٣٩	٦١	٧٤	٨٠
مناطق سفوح جبال ومنحدرات	Fallow	٧٦	٨٥	٩٠	٩٣
أراضي جبلية غير منماه	Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	٤٠	٤٨	٥٧	٦٣
مناطق فضاء بميول مناسب.	Fallow	٧٧	٨٦	٩١	٩٤

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map، *Technical 2-7 Release 55 Urban Hydrology for Small Watersheds .

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل٩: توزيع قيم (CNs) في منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

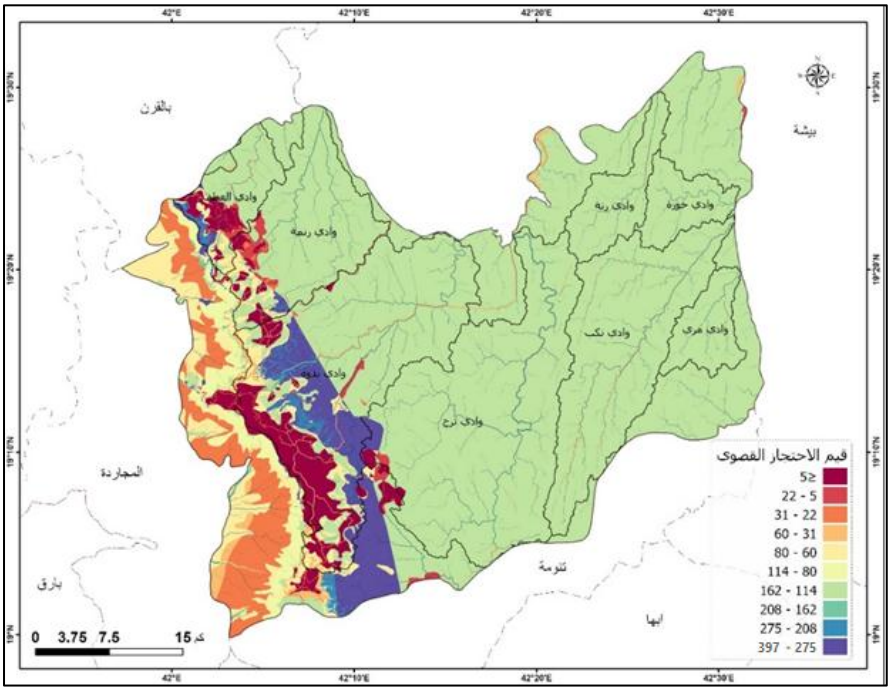
- حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بداء الجريان السطحي(S): يقيس معامل S (Potential Maximum Retention After Runoff) إمكانية الاحتفاظ بالماء في التربة، وذلك بعد بدء الجريان السطحي وتشبع التربة تماماً بالماء وتوقف عملية التسرب، وذلك اعتماداً على نوع التربة والغطاء الأرضي والذي يتمثل في القيم المستخلصة ل(CNs)، حيث تم تطبيق المعادلة (٣) بواسطة اداة Raster Calculator، في برنامج Arc Map و الوصول إلى قيم الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء على مستوى الخلايا في منطقة الدراسة والموضحة في شكل(٥-٦)، حيث دلت القيم القريبة من الصفر إلى تدني إمكانية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

التربة من الاحتفاظ بالماء على الأسطح بعد بدء الجريان السطحي، والذي يؤدي إلى ارتفاع كمية المياه الجارية. كما وان قيمة الوسيط للمعامل (S) تعادل ٢٤٥ملم، وهو رقم ثابت يتمثل في معدل احتفاظ التربة للماء مع معدل المياه الجارية على السطح، والتي تم الحصول عليها من خلال العديد من التجارب التي قامت بها (USDA)، حيث ترتفع إمكانية احتفاظ التربة للماء على السطح كلما زادت قيمة(S) عن قيمة الوسيط (USDA RT55, 1986).

ويتضح من خلال الشكل(١٠) و جدول (١٠)، وجود تباين في توزيع قيم إمكانية احتفاظ التربة بالماء، حيث برزت القيم المستخلصة (٢٧٥-٣٩٧ملم) بأنها اعلى قيم في منطقة الدراسة، والتي تعد اعلى من قيمة الوسيط الثابتة (٢٤٥ملم)، حيث تتميز بالقدرة المرتفعة للاحتفاظ بالماء على سطح التربة والذي بدوره يقلل الجريان السطحي مما ينتج عن ذلك تجمع للمياه في هذه المنطقة، كما وتغطي القيم (١١٤-١٦٢ملم) المساحة الأكبر من منطقة الدراسة والتي ترتفع فيها احتمالية الجريان السطحي مما يقابله قلة إمكانية التربة بالاحتفاظ بالماء و تكون الجريان السطحي.

شكل ١٠: توزيع قيم معامل الإمكانية القصوى على مستوى الخلايا (S) .

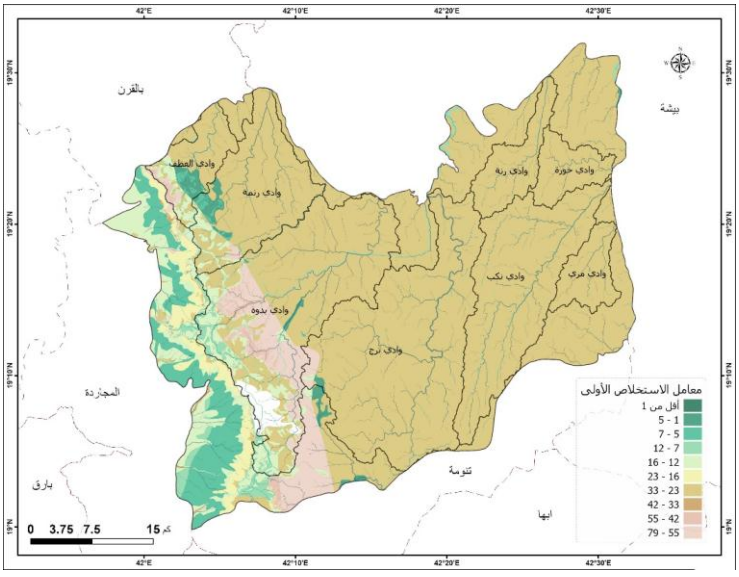


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

حساب معامل الاستخلاص الأولي (Ia): يقوم معامل الاستخلاصIa(Initia abstraction) بتقدير المفقود من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي والتي تُفقد عن طريق التبخر، أو التسرب، أو تجمع المياه في مناطق المنخفضات، وترتبط قيمها بشكل كلي بقيم معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بداء الجريان السطحي (S)، حيث تساوي قيمة(Ia) حسب بيانات مصلحة صيانة التربة الأمريكية ½ قيمة (S)، كما يبلغ قيمة الوسيط الثابت للمعمل (Ia) ٥٠,٨ملم والتي يصبح فيه معدل الاستخلاص الاولي مساوياً لمعدل المياه الجارية على السطح، و اما اذا ارتفعت قيمة (Ia) عن الوسيط دل ذلك على فقدان الامطار وبتالي تنخفض كمية المياه الجارية على السطح (USDA RT55, 1986). واعتماداً على القيم التي تم حسابها لمعامل الإمكانية القصوى (S) تم تطبيق المعادلة(٤) وذلك وفقاً لأداة Raster Calculator، لاستخراج قيم (Ia) حيث أوضحت النتائج من جدول(١٠)، أن أغلب القيم سُجلت أقل من الوسيط البالغ ٥٠,٨ملم، حيث إن المناطق ذات القيم الأعلى من الوسيط تميزت بكثافة في الغطاء النباتي، بينما المناطق الأقل فقد للمياه تحتل النسبة الأكبر من مساحة منطقة الدراسة والموضح من خلال الشكل (١١) حيث توجد غالباً في المناطق الصخرية والمناطق الفقيرة والشبه منعدم فيها الغطاء النباتي.

شكل ١١: توزيع قيم معامل الاستخلاص الأولي (Ia)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول ١٠: قيم CNs وحساب معادلات (S) (Ia)

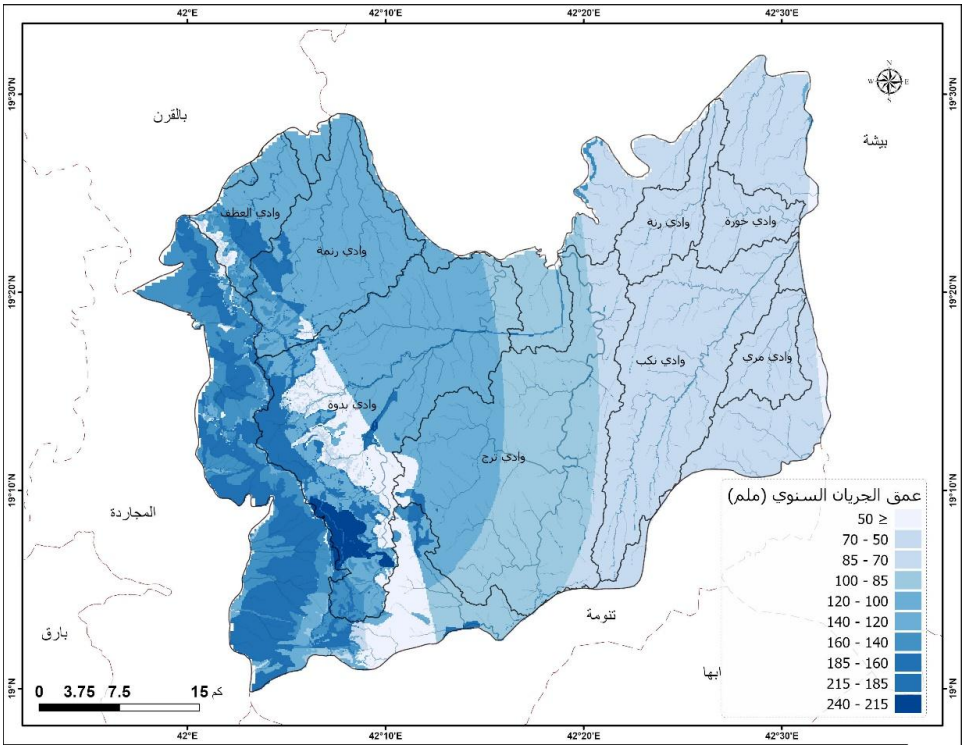
	CNs	S	Ia		CNs	S	Ia
١	٣٩	٣٩٧	٧٩	١٥	٧٨	٧٢	١٤
٢	٤٠	٣٨١	٧٦	١٦	٧٩	٦٨	١٣
٣	٤٨	٢٧٥	٥٥	١٧	٨١	٦٠	١٢
٤	٤٩	٢٦٤	٥٣	١٨	٨٣	٥٢	١١
٥	٥٥	٢٠٨	٤٢	١٩	٨٤	٤٨	١٠
٦	٥٧	١٩٢	٣٨	٢٠	٨٥	٤٥	٩
٧	٦١	١٦٢	٣٣	٢١	٨٦	٤١	٨
٨	٦٣	١٤٩	٣٠	٢٢	٨٩	٣١	٧
٩	٦٧	١٢٥	٢٥	٢٣	٩٠	٢٨	٦
١٠	٦٩	١١٤	٢٣	٢٤	٩١	٢٥	٥
١١	٧٢	٩٩	٢٠	٢٥	٩٢	٢٢	٤
١٢	٧٤	٨٩	١٨	٢٦	٩٣	١٩	٣,٨
١٣	٧٦	٨٠	١٦	٢٧	٩٤	١٦	٣
١٤	٧٧	٧٦	١٥	٢٨	٩٨	٥	١

- **تقدير عمق الجريان(Q):**

يعبرQ (Runoff) عن خلاصة تفاعل الامطار الساقطة مع مكونات و خصائص احواض التصريف، حيث يؤثر نوع الغطاء الأرضي و نفاذية التربة في كمية المياه الجارية، وبناءً عليه فإن تقدير عمق الجريان يتطلب قيمه للأمطار الساقطة (P)، كما ويعتمد على طبقة قيم (S)و (Ia)، حيث طبقة المعادلة الرياضية رقم (٥) ضمن برنامج Arc map إعتماداً على أداة (Calculator Raster)، وتم التوصل الى طبقة تبين أعماق الجريان على مستوى الخلايا والتي تتراوح معدلاتها بين (٥٠ – ٢٤٠ملم) والموضح من خلال شكل(١٢)، كما وتم إستخراج متوسطات اعماق الجريان السطحي لكل حوض والمتمثلة في جدول (١١)، حيث يتضح من خلاله ان ادني متوسط لعمق الجريان بلغ ٥٧ملم وذلك في حوض وادي مري بينما اعلى متوسط للعمق سُجل في حوض وادي العطف بمعدل ١٢٩ملم.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

شكل ١٢: عمق الجريان السنوي (ملم)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول١١: متوسط عمق الجريان السنوي (ملم).

الحوض	متوسط عمق الجريان السنوي (ملم)	المساحة(كم٢)	النسبة (%)
وادي العطف	١٢٩,٢	٦٩,٤٤	٣,٢٥
وادي بدوة	١١٦,٤	٣٧٦,٥٤	١٧,٦٤
وادي ترج	٩٤,٢	٣٩٦,٦٥	١٨,٥٨
وادي خورة	٦٠,٥	٥١,٨٤	٢,٤٣
وادي رنة	٧١,٧	٦٥,٠٠	٣,٠٥
وادي رنمة	١٢١,٢	١٧٤,٥٥	٨,١٨
وادي مري	٥٧,٣	٥١,٢٢	٢,٤٠
وادي نكب	٧٢,٧	٢٤٣,٧٠	١١,٤٢
أحواض أخرى	١٠٩,١	٧٠٥,٥٦	٣٣,٠٥
المجموع	٨٣٢,٣	٢١٣٤,٥	١٠٠

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

- **حساب حجم الجريان السطحي(V):**

يقيس حجم الجريان السطحي V(Runoff Volume)، كمية الجريان اعتماداً على بيانات عمق الجريان و مساحة احواض التصريف، وبتطبيق المعادلة رقم (٦)، حيث إن (Q) يمثل بيانات عمق الجريان السطحي السنوي (ملم) و (A) يمثل بيانات مساحات احواض التصريف (م٢)، علماً بأن ابعاد الخلية الواحدة (٣٠مx٣٠م)، حيث تم حسابها ضمن برنامج Arc map اعتماداً على أداة (Calculator Raster).

وعليه تم التوصل إلى قيم الجريان السطحي على مستوى الخلايا بمعدل يتراوح ما بين(٥٠٠٠- ٢٤٠٠٠) م٣ في السنة كما في شكل(١٣)، و اما بنسبة لحجم الجريان للأحواض الرئيسية فقد سُجل أعلى حجم للجريان السطحي السنوي لحوض وادي بدوة بمقدار ٤٣ مليون م٣ وبنسبة ٢٠% من كمية الجريان السطحي لأحواض المنطقة، ويليه في المرتبة الثانية حوض وادي ترج بنسبة تزيد عن١٧% وحجم جريان بلغ ٣٧ مليون م٣، كما و يتميز حوض وادي رنمة بارتفاع حجم الجريان السطحي فيه مقابل صغر مساحته بنسبة للأحواض السابقة، والذي بلغ حجم جريانه ما يقارب ٢١ مليون م٣ في السنة و بنسبة تصل ٩% من حجم الجريان في المنطقة والموضحة في جدول(١٢).

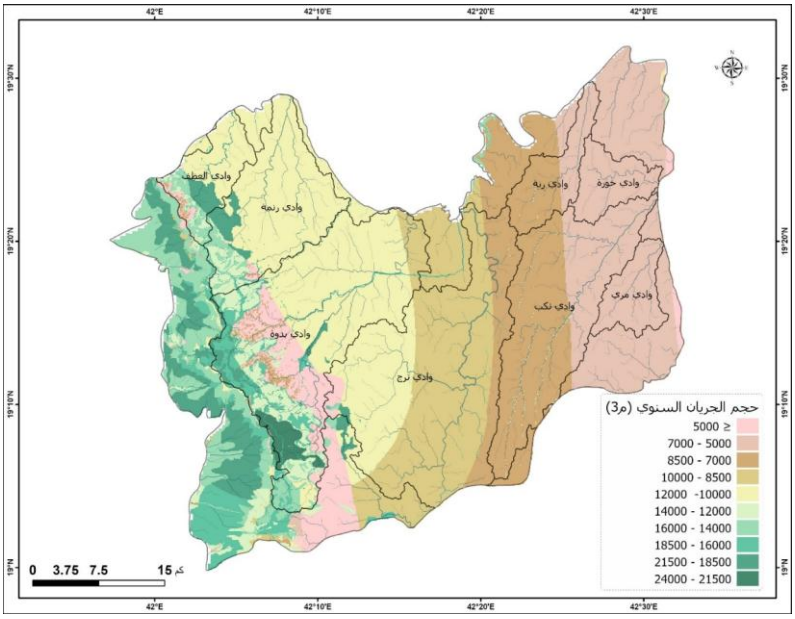
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول١٢: حجم الجريان السطحي السنوي للأحواض .

الحوض	متوسط عمق	المساحة	حجم الجريان السنوي	نسبة
وادي العطف	١٢٩,٢	٦٩,٤٤	٨,٩٧	٤,١٤
وادي بدوة	١١٦,٤	٣٧٦,٥٤	٤٣,٨٤	٢٠,٢٢
وادي ترج	٩٤,٢	٣٩٦,٦٥	٣٧,٣٨	١٧,٢٤
وادي خورة	٦٠,٥	٥١,٨٤	٣,١٤	١,٤٥
وادي رنة	٧١,٧	٦٥,٠٠	٤,٦٦	٢,١٥
وادي رنمة	١٢١,٢	١٧٤,٥٥	٢١,١٦	٩,٧٦
وادي مري	٥٧,٣	٥١,٢٢	٢,٩٤	١,٣٥
وادي نكب	٧٢,٧	٢٤٣,٧٠	١٧,٧٢	٨,١٧
أحواض	١٠٩,١	٧٠٥,٥٦	٧٧,٠٠	٣٥,٥٢
المجموع	٨٣٢,٣	٢١٣٤	٢١٦,٨١	١٠٠

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc map.

شكل١٣: حجم الجريان السطحي السنوي (م^3) .



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc map.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

➢ **اختيار المناطق الملائمة لحصاد مياه الأمطار في محافظة النماص**

لنجاح أي نظام حصاد هو اختيار المواقع المناسبة تحت أسس علمية، ومن خلال البيانات والمعلومات المتوفرة وضعت هذه المعايير والأوزان حسب الأهمية والموضحة في جدول (١٣)، بحيث يكون المتوسط الموزون اعلى من(٥) لأجمالي المعايير، كما ولابد من وضع كميه الجريان السطحي في عين الاعتبار عند تحديد المناطق الملائمة وذلك لتقدير كمية المياه المتوقع حصادها، وإنشاء أنظمة الحصد تبعاً لكمية المياه المقدرة، حيث تم اعتماد كميات الجريان التي تكون اعلى من المتوسط والذي بلغ (٢٣٠٠٠,٠٠٠م^{٣})، ومن المهم ذكره أن ما تم اعتماده في هذه الدراسة من معايير لا يُقتصر عليها وإنما يوجد معايير أخرى اجتماعية، واقتصادية، وجيوسياسية، وإنما تم أخذ معايير مناسبة لطبيعة المنطقة وما تعتمد عليه من أنشطة بشرية.

جدول١٣: الشروط والمعايير لاختيار الأماكن الأكثر ملاءمة لحصاد مياه الامطار.

المعايير	النسبة المئوية حسب الأهمية
نفاذية التربة - soil Texture	%٣٠
الانحدار- slope	%٤٠
البعد من المناطق الحيوية	%٣٠
المجموع	**%١٠٠**

تطبيق المعايير ضمن نظم المعلومات الجغرافية:

تم إجراء المعالجة للبيانات المعطاة وتحليها ودمجها وذلك بواسطة الخطوات التالية:

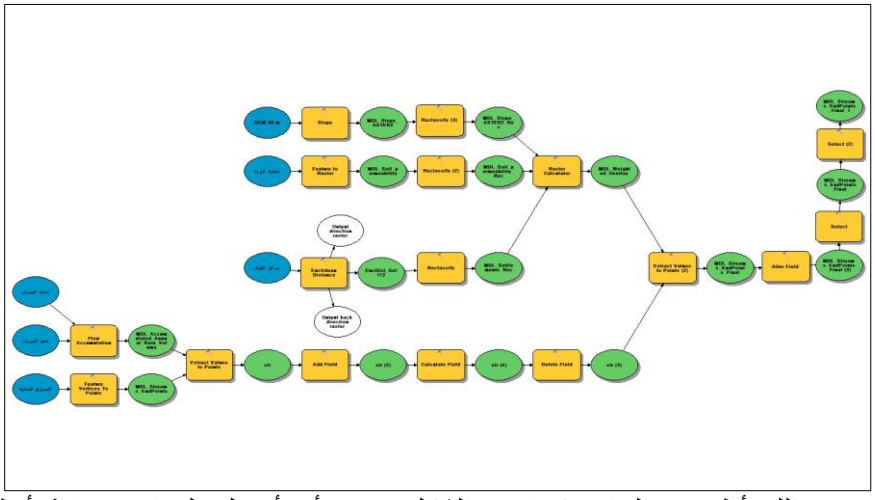
- بناء نموذج (Model Builder) يتوافق مع المعايير التي تم الاعتماد عليها في الدراسة كما في الشكل(١٤).
- تم إدخال طبقة المراكز والقرى التابعة للمنطقة، اشتقاق بواسطة اداة Euclidean Distance والحصول على نطاقات توضح البعد عن القرى، وبناءً عليه يتم عمل تصنيف للمخرجات حسب الأكثر ملاءمة، وذلك بواسطة أداة Reclassify pendientes.
- تم تحويل طبقة بيانات النفاذية المدخلة إلى نظام Raster، وذلك بواسطة اداة Feeture to Raster، وعليه يتم عمل تصنيف للبيانات وفقاً للأكثر ملائمة.
- اعتماداً على طبقة DEM، تم اشتقاق بيانات الانحدار في المنطقة وذلك عن طريق أداة Slop، وبناءً عليه يتم عمل تصنيف الملاءمة وفقاً للمخرجات .
- بواسطة أداة Raster Calculator، يتم إعطاء الاوزان لكل الطبقات التي تم إجراء Reclassify عليها.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- تم اشتقاق بيانات كمية الجريان السطحي على مستوى الخلايا لكل المجاري المائية في المنطقة بواسطة إدخال طبقة عمق الجريان، وطبقة بيانات اتجاهات الجريان السطحي Flo Directionاعتماداً على أداة Flow Accumulation.
- اعتماداً على طبقة المجاري المائية، يتم استخراج طبقة تحتوي على نقاط يتم انشائها في كل بداية ونهاية المجرى، وذلك على مستوى رتب المجاري المائي في منطقة الدراسة، بواسطة أداة Feature Vertices To Points.
- من خلال مُخرج Flow Accumulation وطبقة نقاط المجاري (Endpoints) (Endpoints Streams)، يتم اشتقاق طبقة توضح قيم الجريان السطحي لخلايا البيانات النقطية، وذلك بواسطة أداة Extract Values to Points.

إخراج الخريطة النهائية والتي تمثل المناطق المقترحة على هيئة نقطية، وذلك اعتماداً على أداة(Select)، حيث يتم اختيار المواقع ذات متوسط موزون (<٥) و حجم جريان (< ٢٣ مليون م ^{٣}).

شكل ١٤: (Model Builder)

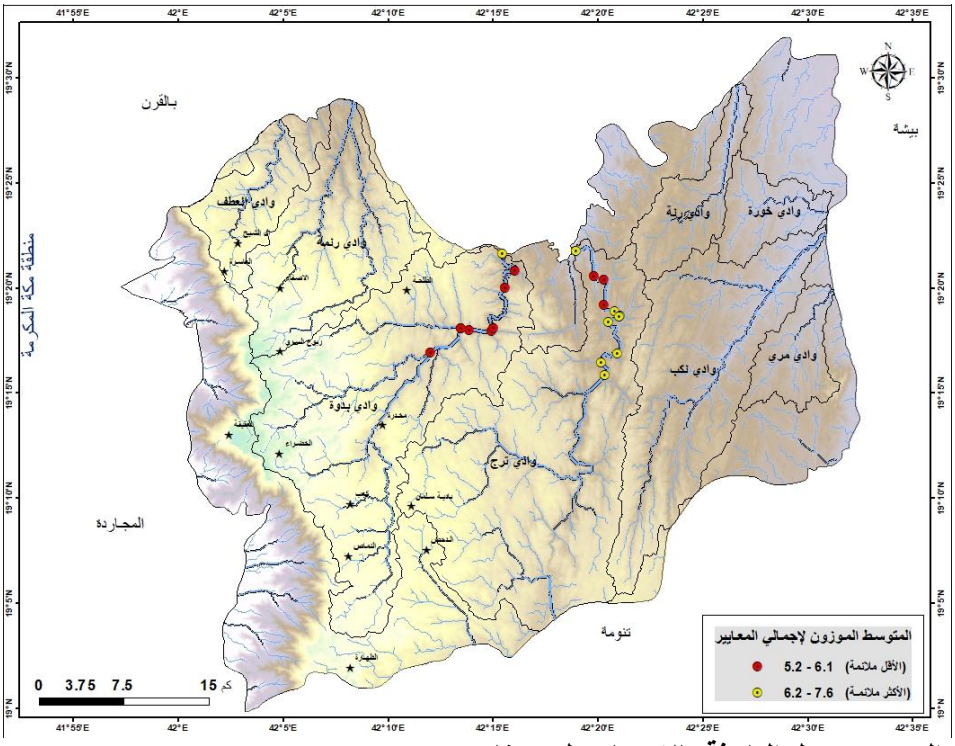


وبذلك أظهرت النتائج كما في الشكل(١٥) بأن أفضل المواقع لإقامة أنظمة الحصاد هي في حوضي وادي ترج و وادي بدوة بعدد١٩ موقعاً، وذلك يعود إلى أنها منطقة شبه منبسطة مقارنة بالأحواض الأخرى التي يكون فيها الانحدار غير متناسب

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

مع إقامته مثل هذا النوع من المشاريع، والتي يصعب إنشاؤها، كما أن جميع المواقع المختارة يتراوح حجم الجريان فيها خلال السنة الواحدة من ٢٣ الى٤٣ مليون م^{٣}، و لأهمية درجة الانحدار في تحديد المناطق ذات الأفضلية، أدى ذلك إلى انحصار المواقع المقترحة في حوضي وادي ترج و وادي بدوه، وعليه تم ترتيب المواقع المختارة حسب الأكثر ملائمة من حيث درجة الأفضلية لإجمالي المعايير كما هو موضح في جدول (١٤)، حيث أن المواقع الأكثر ملائمه يتراوح المتوسط الموزون لأجمالي المعايير فيها بين (٦,٢ الى ٧,٦)، والذي سُجل فيها اعلى متوسط لحجم الجريان البالغ نحو (٤٤ مليون م^{٣})، ويليها المناطق الأقل ملائمة بمتوسط موزون تراوح بين (٥,٢ - ٦,١)، وبالمقارنة بالمشاريع المقامة حالياً في المحافظة حيث إن حوض وادي ترج يحتوي على مشروعين من نوع "سد"، وحوض وادي بدوه يحتوي على سد واحد وهنا تكمن أهمية النتائج المقترحة والتي ستساهم بشكل فعال في استغلال الموارد المائية غير المستغلة في المحافظة .

شكل١٥: المواقع الملائمة لحصاد مياه الأمطار.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc Pro

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول١٤: ترتيب المواقع الأكثر ملائمة حسب الأفضلية لإجمالي المعايير.

م	الإحداثي السيني	الإحداثي الصادي	حجم الجريان السنوي (م٣)	درجة الأفضلية (إجمالي المعايير)	درجة الملائمة
١	٤٢,٣١٥٩٦	١٩,٣٦٣٣٧	٢٨٦٦٨٤٦٤	٧,٦	الأكثر ملائمة
٢	٤٢,٣٤٦٨٧	١٩,٣١٥١٥	٢٦٧٦٦٦١٠	٧,٦	
٣	٤٢,٣٥٠٧	١٩,٣١١٦٣	٢٦٥٦٤٥٧٦	٧,٦	
٤	٤٢,٣٥٠١٣	١٩,٣١١٠٧	٢٥٩٥٤٧٩٠	٧,٢	
٥	٤٢,٣٤١٧٩	١٩,٣٠٦٨٢	٢٥٧٢٩٢٩٢	٧,٢	
٦	٤٢,٣٤٨٨٦	١٩,٢٨١٦٢	٢٤٩٥٥٢٤٢	٧,٢	
٧	٤٢,٣٣٦٢٣	١٩,٢٧٤٥٦	٢٤٥٠٣٦٣٠	٧,٢	
٨	٤٢,٣٣٨٧١	١٩,٢٦٤٧	٢٣٦٢٦٤٨٨	٧,٢	
٩	٤٢,٢٥٧٧٦	١٩,٣٦١١٣	٤٣٧٤٩٩٣٦	٦,٦	
١٠	٤٢,٢٦٧٥٥	١٩,٣٤٧٢٥	٤٢٨٥١٦٠٠	٦,٢	
١١	٤٢,٣٣٠١٩	١٩,٣٤٣٥	٢٨٠٧١٤٥٢	٦	الأقل ملائمة
١٢	٤٢,٣٣٨١	١٩,٣٢٠٥٢	٢٦٩٥٢٢٩٨	٦	
١٣	٤٢,٢٥٩٣٧	١٩,٣٣٤٢	٤٢١٠١٢٤٠	٥,٢	
١٤	٤٢,٢٥٠٣٥	١٩,٣٠١٨٩	٤٠٢٢٢٤٨٤	٥,٢	
١٥	٤٢,٢٤٩٢٣	١٩,٢٩٩٤	٣٩٨٩٨٩١٦	٥,٢	
١٦	٤٢,٢٣١٢٥	١٩,٣٠٠٥	٣٧٩٩٨٧٠٤	٥,٢	
١٧	٤٢,٢٢٤٨٧	١٩,٣٠١٥١	٣٧٨١٧٩٤٤	٥,٢	
١٨	٤٢,٣٣٨٠٦	١٩,٣٤٠٣٢	٢٧٦٩٩٢٧٠	٥,٢	
١٩	٤٢,٢٠٠٥٨	١٩,٢٨٢١٦	٢٥٥٤١٨٣٨	٥,٢	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc Pro

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الخاتمة

النتائج:

يمكن إيجاز أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة فيما يأتي:

- تتشكل الأمطار المتساقطة في المنطقة على مدار فصول السنة، حيث إن الجزء الأكبر منها يكون في فصل الربيع، ويليها الأمطار المتساقطة خلال فصلي الشتاء والصيف، ويكاد ينعدم التساقط في فصل الخريف.
- تقل عدد السنوات التي تزيد فيها كمية الأمطار السنوية عن المتوسط (٢٨٩,١١) ملم، عن عدد السنوات التي تقل فيها كمية الأمطار عن المتوسط والتي بلغت ١٣ سنة.
- دلت قيم احتمالية سقوط الأمطار وفترة رجوعها في المنطقة على أنها تتسم بالطابع العشوائي والمتذبذب على مدار السنوات المدروسة.
- قدرت أعلى كمية للأمطار خلال السنوات المدروسة بفترة رجوع بلغت ١٧سنة واحتمالية تصل ٥%.
- بنسبة لمعدلات الأمطار التي تتراوح بين (٤١٢ و٤٨٢) ملم، بلغت نسبة احتمالية رجوعها أقل من ٢٣%، وفترات رجوع تتراوح من ٤ إلى ٨ سنوات.
- كما تبين أن احتمالية التساقط بلغت ٩٩% للمعدلات التي تتراوح من ٢١٦الى ٤٤ ملم خلال السنة، والتي تميزت بأن فترات رجوعها تكون كل سنة إلى سنتين.
- اثبتت النتائج أن نسبة احتمالية الرجوع تزيد كلما قلت كمية الهطول السنوي.
- كما تميزت المنطقة عن المناطق المجاورة لها بأنها احتلت المرتبة الأولى في معدلات التساقط والذي يبلغ ٢٨٩,١١ ملم في السنة، وبذلك يتبين أثر التضاريس الكبير لهذا التفاوت في معدلات التساقط، مما جعل وقوعها في واجهة الجبال واتجاهها للمؤثرات المناخية المتحركة سبباً في ذلك.
- بناءً على استخدام خوارزميه (IDW)، وجد أن أعماق المطر في الأحواض المدروسة تتراوح بين (١٥٠ -٢٤٥) ملم خلال سنة.
- تم الحصول على قيم (CNs) لأحواض المنطقة وذلك باعتبار أن الحالة المسبقة للرطوبة التربة هي الحالة المعتدلة، حيث بلغ عدد القيم (٢٨) قيمة تتراوح بين (٣٩) للمنطقة الأكثر نفاذية وبين (٩٨) للمنطقة الأقل نفاذية.
- تفاوتت أعماق الجريان السطحي (Q) في الاحواض بين (٥٠ – ٢٤٠) ملم، حيث سُجل أعلى متوسط عمق للجريان في حوض وادي العطف بمعدل(١٢٩,٢) ملم، يليه حوض وادي رنمة بمتوسط بلغ (١٢١,٤) ملم في السنة.
- أظهرت نتائج تقدير حجم الجريان السطحي السنوي(V) البالغ متوسطة (١٣٩,٨) مليون م^{3}على مستوى الأحواض الرئيسية في المنطقة، مما يعني ضخامة حجم المياه الجارية في احواض المنطقة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- اتضح من خلال دراسة أحواض التصريف التباين الكبير في خصائصها الطبغرافية، والمساحة وكثافة التصريف لكل حوض.
- أظهرت النتائج بأن أفضل المواقع لإقامة خزانات حصاد، في حوضي وادي ترج ووادي بدوه والتي بلغت ١٩موقعاً.
- بلغت كمية المياه الجارية في المواقع المقترحة من ٢٣ الى ٤٢ مليون م^{٣}، وذلك خلال السنة الواحدة.
- تعد افضل المواقع المقترحة من حيث درجة الأفضلية حسب إجمالي المعايير، ذات متوسط موزون (٧,٦) بمعدل جريان يتراوح بين٢٨ الى ٢٦ مليون م^{٣} خلال السنه.
- مقارنة بالمشاريع المقامة حالياً في المحافظة لم تتوافق النتائج المقترحة للمواقع مع أي من هذه المشاريع، فقط وقوع ٣ مشاريع من نوع "سد" اثنان منها في أعالي حوض وادي ترج ومشروع في حوض وادي بدوة.

التوصيات:

بناءً على ما توصلت له الدراسة من نتائج، فإنها توصي بالآتي:

- تطوير الدراسات والأبحاث في مجال تقنيات الحصاد، لتحسين وتبني طرق لإدارة مياه الأمطار من حيث الكمية والنوعية.
- إنشاء محطات لقياس كمية الأمطار الساقطة، وأخرى لقياس التصريف لغرض توفير البيانات التي يحتاجها الباحث عند القيام بأبحاث والتي بدورها تساعد على تنمية المنطقة.
- إنشاء مشاريع الحصد في جميع الأحواض مع الأخذ بالاعتبار كمية المياه الجارية في كل حوض.
- توصي الدراسة بإعطاء الاهتمام الأكبر بتأسيس بنية تحتية متناسبة مع طبيعة المنطقة لاحتواء أمطار السيول والاستفادة منها وتخزينها بالشكل الصحيح.
- توصي الدراسة بعمل أبحاث مشابهة للمناطق الأخرى، وإعطاء صور جديدة عن سبل وطرق مبتكرة للاستفادة من هذه المياه المحصودة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصادر والمراجع:

أولاً: العربية

– ابو حجر، آمنة. (٢٠٠٩م). *المعجم الجغرافي*. عمان -الأردن: دار اسامة لنشر و التوزيع.

– ابو سموره، حسن، و الخطيب، حامد. (١٩٩٩م). *جغرافية الموارد المائية*. عمان: دار صفاء لنشر و التوزيع.

– آل الشيخ، عبد الملك عبد الرحمن. (٢٠٠٦م). حصاد مياه الامطار و السيول و أهميته للموارد المائيه في المملكه العربيه السعوديه. *كلية علوم الاغذية و الزراعه - جامعة الملك سعود*. الرياض: المؤتمرالدولي الثاني للموارد المائية و البيئة الجافه. ص٣.

– الأحيدب، إبراهيم سليمان. (١٤١٤ ه). *توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية*. الرياض: جامعة الملك سعود.

– الحسن، عبدالرحمن محمد الحسن. (٢٠١١م). *اقتصاديات المياه و التنمية المستدامة: نحو التحقيق الأمن المائي*. السودان: جامعة محمد خضير بسكرة.

– الحلنقي، عبدالإله جعفر. (٢٠١٢م). *استخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية في حصاد المياه: دراسة حالة ولاية كسلا*. الخرطوم: جامعة النيلين.

– الخرابشة، عاطف علي حامد، و غنيم، عثمان محمد. (٢٠٠٩م). الحصاد المائي في الأقاليم الجافة و شبة الجافة في الوطن العربي. عمان: دار صفاء للنشر و التوزيع. ص٣٨.

– الدليمي، آمنة جبار. (٢٠١٦م). *تقانات حصاد المياه ودورها في إدارة الموارد المائية وإمكانية تنميتها المستدامة في الوطن العربي*. مصر: مجلة البحث العلمي في الآداب - جامعة عين شمس.

– الدعدعي، ماجده عبدالله. (٢٠١٤م). *استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة الحصاد المائي لمياه السيول في منطقة القصيم*. المملكة العربية السعودية : جامعة ام القرى.

– الدويب، ريهام حسن. (٢٠١٢م). *حصاد مياه الأمطارباستخدام نظم المعلومات الجغرافية:حالة تطبيقية الجزء الجنوبي الغربي من محافظة الخليل*. بيرزيت: جامعة بيرزيت.

– الرفاعي، محمود فيصل. (١٩٨٨م). *المعجم الدولي للهيدرولوجيا*. دار طلاس.

– الزقرطي، إبراهيم موسى، و العزيزي، هاني عبدالرحيم. (٢٠٠٧م). معجم *المصطلحات والمفاهيم الجغرافية*. عمان - الأردن: دار مجدولاوي للنشر و التوزيع.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

– الساكني، عبير يحيى أحمد. (٢٠١١م). تقانات حصاد المياه و دورها في تنمية الموارد المائية العربية. الجامعة المستنصرية - مركز المستنصرية للدراسات العربية و الدولية.
– الشطناوي، غادة محمود. (٢٠٠٦م). *تحديد أفضل المواقع لمشاريع الحصاد المائي (السدود و الحفائر) في منطقة البادية الشمالية الشرقية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية* . الأردن: معهد علوم الأرض و الزراعة.
– الشرقاوي، محمد محمود. (٢٠١٨م). *تطبيق نموذج المنحنى المائ لأحادي في تقدير تدفق الذروة لسيول الأودية الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم المملكة العربية السعودية*. القصيم: الجمعية الجغرافية السعودية.
– الشريف، عبدالرحمن صادق. (١٩٧٦م). مناخ إقليم جنوب غرب المملكة العربية السعودية. السعودية: الدارة.
– الشريف، عبدالرحمن صادق. (١٩٨٤م). *جغرافية المملكة العربية السعودية الجزء الثاني إقليم جنوب غرب المملكة*. الرياض: دار المريخ لنشر.
– الشريف، عبد الرحمن صادق. (١٩٩٣م). *جغرافية المملكة العربية السعودية*. الرياض: دار المريخ. ص ١٣١.
– الصالح، محمد عبدالله. (١٤٢٨هـ). موارد المياه. تأليف *موسوعة المملكة العربية السعودية (منطقة عسير)* الرياض: مكتبة الملك عبدالعزيز العامة ص ٦٥ -٧٦.
– الطاهر، عبدالله أحمد. (٢٠١٦م). *خصائص بعض عناصر مناخ المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية*. الرياض: جامعة الملك سعود ص١٩ ، ٢٠.
– الطاهر، عبدالله أحمد. (١٤٢٨هـ). التربة. تأليف *موسوعة المملكة العربية السعودية(منطقة عسير)* الرياض: مكتبة الملك عبدالعزيز العامة ص ٥٤ -٥٩.
– الغزاوي، علي عبد عباس، و الجبوري، زكريا يحيى خلف. (٢٠١٢م). *النمذجة الهيدرولوجية لحصاد مياه السيح السطحي لوادي تارو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS*. المجلة العربية الدولية-المعلوماتية، المجلد الأول،العدد الثاني.
– الفقي، ابراهيم محمد. (٢٠٠٨م). *السعودية..والمياه:موارد محددة..و استهلاك مرتفع*. السعودية: معهد الدراسات الدبلوماسية بوزارة الخارجية السعودية.
– القحطاني، سفر بن حسين، و إسماعيل، صبحي محمد. (١٤٣٣ه). *اقتصاديات الموادر المائيه وادارتها (الأسس و التطبيقات)*. الرياض: كرسي الشيخ محمد العمودي لأبحاث المياه بجامعة الملك سعود.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

– الكليبي، فهد بن محمد. (١٤٢٨هـ). المناخ. تأليف *موسوعة المملكة العربية السعودية(منطقة عسير)*. الرياض: مكتبة الملك عبدالعزيز العامة.ص ٤١- ٤٦.
– اللحياني، زينب صلاح. (٢٠١٣م). *استخدام تقنية الأستشعار عن بعد لدراسة تأثير التغير في المساحات المصمتة بمدينة مكة المكرمة و علاقتها بالمخاطر السيلية*. مكة المكرمة.
– الوليعي، عبدالله بن ناصر. (٢٠٠٨م). *جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية*. الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.
– جرس، سعيد محمود. (٢٠١٥م). *حصاد المياه في قطاع غزة ٢٠١١- ٢٠١٣*. فلسطين: مجلة جامعة فلسطين للأبحاث والدراسات .
– جودت، ندى شاكر. (٢٠١٦م). *حصاد المياه وأثره في تنمية الموارد المائية في العراق*. العراق: آداب الكوفة.
– حميد، دلي خلف. (٢٠١٦م). *التحميل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (CN(SCS لحوض وادي المر الجنوبي- شمال العراق*. تكريت - العراق: قسن الجغرافية ، كلية التربية للعلوم االنسانية ، جامعة تكريت.
– سليم، علي مصطفى. (٢٠١٧م). *حصاد مياه الأمطار في منطقة مصراتة*. ليبيا: المجلة العلمية لكلية التربية.
– غانم، عبد النور علي حازم. (٢٠٠٨م). *اسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة و أسباب السيطرة عليها: دراسة حالة "فيضانات مدينة معبر في اليمن"* (المجلد ٥). الرياض: مجلة تقنية البناء.
– محسوب، محمد صبري، أرباب، محمد إبراهيم، و الغامدي، عبدالله أحمد. (١٩٩٩م). *دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية*. مصر: دار الفكر العربي.
– محمد، محمد عبدالله داؤد، و محمد، أحمد عبدالرحيم حسن. (٢٠١٧م). دور تقانات حصاد المياه في التنمية المستدامة بولاية القضارف- السودان. *المؤتمر الجغرافي الدولي الأول - الفترة من ٩-١١ ديسمبر* (صفحة ١٨٠). المنوفية: جامعة المنوفية- كلية الآداب- مركز البحوث الجغرافية و الكارتوجرافية.
– مكي، عبد اللطيف. (٢٠٠٦م). تقانة حصاد مياه الامطار. الخرطوم، السودان.
– نافع، عقيل، محمد. (بلا تاريخ). *موارد المياه و التوسع الزراعي في المملكة*.
– نافع، فيصل عبدالفتاح. (٢٠١٨م). استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية. المستنصرية، العراق: مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية.
– نصر، مسعود محمد. (٢٠٠٨م). *التقييم الكمي و النوعي لحصاد مياه الأمطار بمنطقة يفرن*. طرابلس: جامعة طرابلس.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصادر الألكترونيه:

– مكتبة *البيانات المفتوحة*.تطور كميات مياه الشرب الموزعة حسب المصادر الرئيسية. (٢٠١٨م). تم الاسترداد من وزارة البيئة والمياه و الزراعة: www.mewa.gov.sa .

– هيئة المساحة الجيولوجية السعودية (٢٠١٧م). *المملكة العربية السعودية حقائق و أرقام*. جدة: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.

– وزارة البيئة والمياه والزراعة (يناير، ٢٠١٨م). *الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠م*. المملكة العربية السعودية.

– وزارة البيئة والمياه والزراعة (٢٠١٦م). *التطور التراكمي لسدود بالمملكة*.

ثانياً: الأجنبية:

- Dieter Prinz, Ahmed Y. Hachum Theib Y. Oweis.
- Fealy. R (2010) "The Irish Agricultural Catchments Programme: catchment .Ireland: Soil Use and Management".
- *Raster*(2019.77) تم الاسترداد من OpenTopography.
- Shereif .H.(2014)"The potential of in situ rainwater harvesting in arid regions:developing a methodology to identify suitable areas using GIS-based decision support system." .Saudi Society for Geosciences
- Shereif H. Mahmoud .(2015) .Monitoring prospective sites for rainwater harvesting and stormwater management in the United Kingdom using a GIS-based decision support system .Verlag Berlin Heidelberg.
- Saboory. moh .(2014)" Application of GIS for selection of suitable water harvesting project sites -A case study on Khulm watershed of Afghanistan" . Annual Congress of JRCSA, At Fukui, Japan.
- Sambhajld. Shinde&Gaikwad V.P.(2016).Application of GIS For GMapping Rainwater Har Vesting potential: Acase Study Of Nidhal Village in Satara District, Maharashtra, INDIA.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

International Journal of Research in Applied,Natural and Social Sciences-

- Thomas Dunne ، Luna Leopold.(1978) *Water In Environmental Planning* .Freeman and company

-USD. (1986).Urban Hydrology for Small Watersheds - Estimating Runoff .

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X