

الموازنة المائية المناخية في شرق منطقة عسير بالمملكة العربية

السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د/ فاطمة محمد محمود شعبان

mi_me46@yahoo.com

ملخص

تهدف دراسة الموازنة المائية المناخية إلى تحديد كميات المياه الساقطة على منطقة ما ، وعلى الكميات المفقودة من هذه المياه سواءً عن طريق التبخر أو التسرب ، وذلك لتحديد الفائض والعجز المائي زمنياً ومكانياً ، وبطبيعة الحال تتحكم مجموعة من العوامل في هذه الموازنة منها الأمطار وفاعليتها ، وكذلك التبخر الفعلي ، ومعدلات التسرب ، والخصائص الشكلية للوحدات التضاريسية المستقبلية لمياه الأمطار، لذلك سوف تهتم هذه الدراسة بفاعلية المطر، والموازنة المائية بمنطقة شرق عسير، مع التطبيق على حوض وادي تثليث بالمنطقة ، حيث إنه يمثل وحدة تضاريسية كبيرة في المنطقة نستطيع التعامل معها كماً في دراسة كميات المياه الساقطة عليه ، وحساب كميات المياه المتسربة منه ، واشتملت الدراسة على ثلاث محطات مناخية ، وعلى البيانات المناخية للفترة من (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) ، واستخدمت الباحثة برامج نظم المعلومات الجغرافية في معالجة البيانات حيث تم الإعتماد على برنامج arc gis 10.2 في رسم وتصنيف وتحليل الخرائط ، واتضح من الدراسة أن يزداد العجز المائي كلما اتجهنا شمال منطقة الدراسة على عكس المناطق الجنوبية ، وأن أقصى فاعلية للمطر تتواجد في ظهران الجنوب ، وأقلها تتواجد في تثليث ، كما تبين أنه بلغ حجم الجريان السطحي في حوض وادي تثليث بنحو ١٠٠٠.٢٢ مليون م^٣ ، كما بلغ أعلى صافي للجريان في حوض وادي تثليث الأعلى ، وأقلها لحوض وادي ابو حرمل .

كلمات مفتاحية:

الموازنة المائية، المناخية، فاعلية المطر، التبخر الفعلي، معدلات التسرب.

المقدمة:

اتجهت الدراسات المناخية الحديثة إلى المجالات التطبيقية ، ومنها الموازنات المائية في الكثير من المناطق ، ذلك من أجل تقييم وتعظيم كميات المياه والإستفاده منها ، وكذلك تقليل الفاقد من المياه سواء بالتسرب ، أو التبخر، حيث ترتبط الموازنة المائية المناخية بعلم المناخ بصور متعددة ، فتهتم الموازنة المائية بدراسة العلاقة بين المدخلات المائية المتمثلة في الأمطار ، والمخرجات المتمثلة في التبخر والتسرب ، وتعود أهمية الموازنة المائية لتقييم أثارها في الإستخدام الزراعي ، ومشاريع التنمية ، واعتمدت الدراسة على تقسيم منطقة الدراسة إلى أحواض ثانوية ، ثم دراسة الخصائص الشكلية لهذه الأحواض ، ومعرفة أكثر الأحواض استقبالاً للأمطار وكذلك أكثرها فقداً للمياه سواء بالتبخر، أو التسرب ، ومن ثم معرفه الحصاد المائي على مستوى هذه الأحواض ، وقد سعت الباحثة إلى دراسة عدة نقاط ، وهي الخصائص الطبيعية المؤثرة على الميزانية المائية ، كالخصائص التضاريسية والمناخية لمنطقة شرق عسير ، وكذلك دراسة فاعلية المطر بمنطقة الدراسة ، وبالتالي دراسة الموازنة المائية ، ومن ثم دراسة صافي الجريان المائي زمانياً ومكانياً بمنطقة الدراسة .

أهداف الدراسة: حيث هدفت الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١- التعرف على الموازنة المائية في شرق عسير سواء بالعجز أو بالفائض المائي.

٢- التعرف على الفقد المائي بمنطقة الدراسة سواء بالتبخر أو بالتسرب.

٣- الوقوف على أنسب الطرق لقياس القيمة الفعلية للمطر، وتحديد نوع المناخ السائد طوال السنة بمنطقة الدراسة.

٤- تحديد أكثر المناطق مطراً بمنطقة الدراسة، ومحاولة الاستفادة منها في الزراعة في ظل ظروف الجفاف السائدة.

منهجية الدراسة وأساليبها:

اعتمدت الباحثة على المنهج الإقليمي في دراسة إقليم المنطقة ، وإبراز خصائصه الجغرافية ، ثم المنهج الوصفي والتحليلي في تناول البيانات المدروسة سواء من العناصر المناخية ، واستعانته الباحثة بأساليب مختلفة في تحليل العلاقات بين العناصر المناخية ، مثل الأسلوب الإحصائي ، والأسلوب الكارتوجرافي ، والأسلوب التحليل المكاني في دراسة الموازنة المائية للمنطقة ، كما إتمدت الباحثة على البيانات المناخية الصادرة من هيئة الأرصاد الجوية بجدة بيانات غير منشورة للفترة من (١٩٨٥ : ٢٠١٩) م وعلى المحطات المناخية (خميس مشيط ، تثليث ، ظهران الجنوب) .

فروض الدراسة:

تتركز فروض الدراسة في زيادة العجز المائي كلما اتجهنا شمال منطقة الدراسة على عكس المناطق الجنوبية شديدة الارتفاع، كما تسعى الدراسة من التأكد من قلة العجز المائي في فصل الربيع على العكس من فصل الصيف.

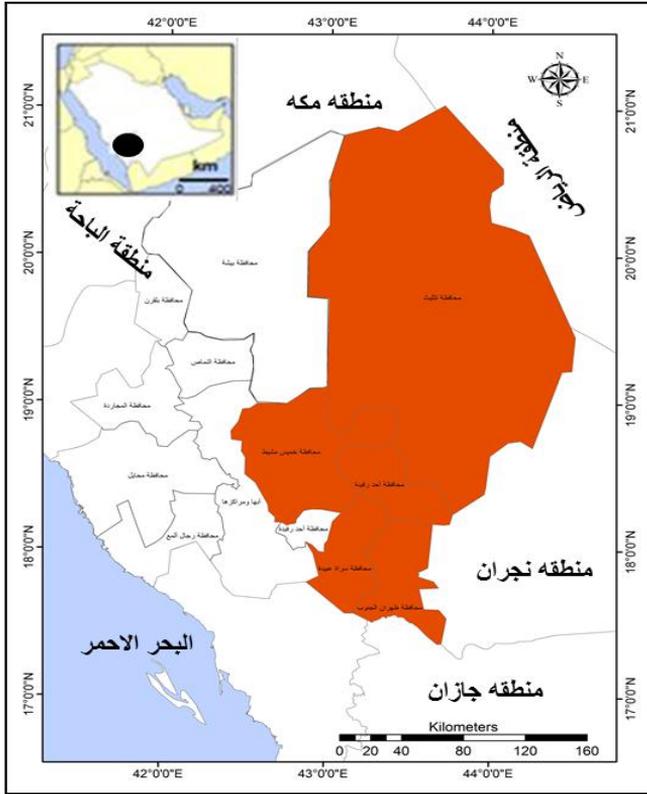
الدراسات السابقة:

تتعدد الدراسات الخاصة بالموازنة المائية ومنها: دراسة عطا (٢٠٠١) الموازنة المائية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية، ودراسة عطا(٢٠٠٥)

التبخّر والموازنة المائية في ابها بالمملكة العربية السعودية، كذلك دراسة السمنى (٢٠١٣) الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء، ودراسة الجراش (١٩٨٨) الميزان المائي المناخى فى المملكة العربية السعودية، ودراسة حمودة (١٩٧٧) للموازنة المائية فى الجزائر، ودراسة ابو غرسة (٢٠١٥) القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية فى منطقة سرت.

وقد سعت الباحثة إلى دراسة كمية المياه الواردة بمنطقة الدراسة عن طريق الأمطار، وحساب كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر والتسرب، فضلاً عن دراسة أكبر أحواض منطقة الدراسة وهو حوض وادى تثليث، وذلك لدراسة طبيعة الأرض نفسها ومعرفة خصائصها لأنها المستقبل الأول للمياه، وايضاً لمعرفة مدى قدرتها على فقدان المياه، ثم دراسة فاعلية المطر بمنطقة الدراسة، وبالتالي دراسة الموازنة المائية وصولاً لدراسة صافي الجريان المائى زمنياً ومكانياً بمنطقة الدراسة.

موقع منطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة بشرق منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية بين دائرتى عرض (٣٠ - ١٧ ° و ٢١ ° شمالاً) وخطي طول (١٩ - ٤٢ ° و ٤٥ - ٤٤ ° شرقاً) وتبلغ مساحة المنطقة نحو ٣٦٥٥٤ كم^٢، وتشتمل شرق منطقة عسير على محافظات (تثليث ، وخميس مشيط ، وظهران الجنوب وأحد رفيدة ، وسراه عبيدة) ، حيث تحد منطقة الدراسة من الشرق منطقتى الرياض ، ونجران ومن الجنوب جازان ، ومن الغرب محافظات بيشة، وابها، وأحد رفيدة



المصدر : المخطط الهيكلي لمنطقة عسير ، التقرير الاول المعلومات الأساسية والاوزاع الراهنة، ١٤١٧، ١٩٩٧ .

شكل (١) موقع منطقة شرق عسير

أولاً: الخصائص الطبيعية المؤثرة على الميزانية المائية

تتنوع الخصائص الطبيعية المؤثرة على الميزانية المائية في منطقة شرق عسير ما بين الخصائص التضاريسية والمناخية بالمنطقة ويمكن تناولها كما يلي:

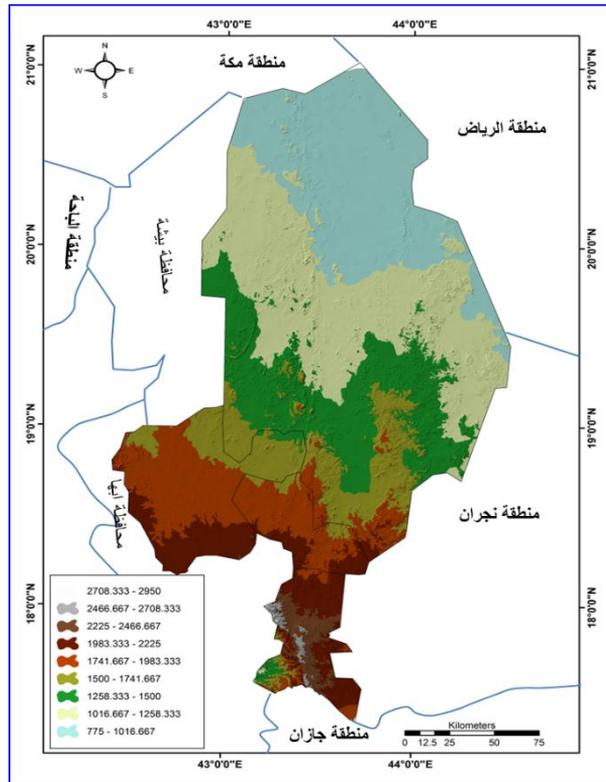
١- الخصائص التضاريسية لمنطقة شرق عسير

تعد التضاريس المستقبل الأول لكميات الأمطار الساقطة، وبطبيعة الحال تختلف جميع أو تشتت كميات المياه تبعاً لإختلاف التضاريس، حيث

(الموازنة المائية المناخية في شرق منطقة عسير...) د. فاطمة محمد محمود شعبان

أنها تمثل الوعاء الذي تتجمع فيه المياه ، أو المسطح التي تنتشت فيه المياه، وبصفة عامة تتباين التضاريس في منطقة الدراسة، حيث تميل إلى الإنخفاض نحو القسم الشرقي، حيث تقع جزء منها في مرتفعات عسير مثل محافظات سراة عبيدة ، وخميس مشيط ، وظهران الجنوب، بينما تمثل محافظة تنليلث جزء من هضبة عسير التي ينحدر سطحها تدريجياً نحو الشرق، والشمال تبعاً لميل القاعدة الجيولوجية، وتخترق سطحها القمم البركانية (الحرات) الخادمة، والطفح البركاني الشاسع من فتات الصخور المتآكلة من الجبال، كما تمثل التلال سمة مميزة بالإضافة إلى الحرات حيث توجد التلال بنمط متكرر، وتشكل الهضبة الشرقية مع مرتفعات جبال السروات قسم (عسير السراة)، ويمكن تتبع التضاريس تبعاً للمحافظات الخمس المدروسة كما يتضح من شكل (٢)، ومنه يتضح أنه تتميز محافظة تنليلث بتدرج تضاريس السطح حيث يتراوح إرتفاعاتها بين (٧٥٠ إلى ٢٢٥٠ متراً)، وتتركز المناطق الجبلية في الجزء الجنوبي من المحافظة ، وأهمها جبل القهره، الفرع، ضبا، الجنادل، الحبول، بينما تتميز محافظة ظهران الجنوب بارتفاعها عن سطح البحر حيث يقع أغلبها بمنطقة سلسلة جبال سراة عسير، حيث يبلغ أقصى ارتفاع لها ٢٩٥٠م، ويقل الارتفاع تدريجياً جنوباً بتهامة ظهران الجنوب (الربوعه)، حيث وجود منحدرات وهضاب وجبال وأودية ويتراوح إرتفاعها من (٢٥٠- ٢٠٠ م)، و تتميز منطقة الدراسة بإرتفاعها عن سطح البحر ، حيث يقع أغلبها بمنطقة سلسلة جبال سراة عسير حيث يبلغ أقصى إرتفاع لها، بينما يقل الإرتفاع تدريجياً جنوباً بتهامة سراة عبيدة (الفرشه وادي الحيا) حيث وجود منحدرات وهضاب وجبال وأودية بينما تتميز محافظة خميس مشيط بسهولة

موقعها مع تدرج تضاريس بسيط للسطح، حيث تتراوح إرتفاعاتها بين (١٥٠٠ إلى ٢٢٥٠ متراً)، وتتركز المناطق الجبلية في الجزء الجنوبي من المحافظة، وأهمها جبل الحرشة ، كما تنتشر بعض المناطق الجبلية في شرق وشمال المحافظة، ومعظم أراضي المحافظة عبارة عن فترات كنتورية عريضة المساحة يمكن إعتبارها أراضي منبسطة، وبذلك يتضح تدرج الإتجاه العام لمنطقة الدراسة من أعلى منطقة في ظهران الجنوب بارتفاع ٢٩٥٠ م إلى أقل ارتفاع في محافظة تثليث بارتفاع ٧٥٠ م .



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات (dem) القمر الصناعي Landsat 7
شكل (٢) الفئات التضاريسيه في منطقة شرق عسير

وبطبيعة الحال تزداد درجات الإنحدار فى المناطق الجنوبية الأشد ارتفاعاً مما يساهم فى شدة جريان المياه فى هذه المناطق وبالتالي يقلل من مقدار تسرب المياه.

٢- الخصائص المناخية فى منطقة شرق عسير

سوف يتم الإعتماد على محطات (تثليث، وظهران الجنوب، وخميس مشيط) حيث تغطى هذه المحطات منطقة الدراسة وبياناتها كما فى جدول (١).

جدول (١) الموقع الفلكى ومناسيب المحطات المناخية (تثليث، وظهران الجنوب، وخميس مشيط) الممثلة لمنطقة شرق عسير

| الارتفاع م | الموقع الفلكى | | المحطة |
|---------------|---------------|-------------|--------------|
| | خط الطول | دائره العرض | |
| ١١٨٠ | ٥٤٣ - ٣١ | ٥١٩ - ٣٢ | تثليث |
| ٢٠٢٠ | ٤٣٥ - ٣٧ | ٥١٧ - ٤٠ | ظهران الجنوب |
| ١٩٩٠ | ٤٢٥ - ٤٤ | ١٨٥ - ١٨ | خميس مشيط |

المصدر: إمارة منطقة عسير، ٢٠١٨ م.

ويمكن تحليل الخصائص المناخية العامة للمنطقة كما يتبين من جدول (٢) الذي يوضح العناصر المناخية المدروسة بمحطات تثليث، وظهران الجنوب، وخميس مشيط.

درجة الحرارة:

تتميز جنوب منطقة الدراسة وغربها بالإعتدال الحرارى بصفة عامة نظراً لوجود المرتفعات على عكس شمال منطقة الدراسة ، والتي تتميز بالإرتفاع النسبى لدرجات الحرارة ، حيث بلغ أعلى معدل لدرجة الحرارة السنوية ٢٤.٨ °م فى محطة تثليث، وأقلها فى محطة خميس مشيط ١٢.٦ °م، وبدراسة أعلى

المعدلات الفصلية لدرجة الحرارة نجد أن يمثلها فصل الصيف ، والذي سجل أعلى معدلات لدرجات الحرارة في كل المحطات، وإن تميز بالإرتفاع النسبي في محطة تثليث ليصل إلى ٣١.٧ م[°] صيفاً، وأقلها لمحطة خميس مشيط ١٤.٩ م[°]، أما عن أقل الفصول إنخفاضاً في درجات الحرارة فكان لفصل الشتاء الذي يتراوح بين (١٠.٥ : ١٨.١) م[°]، كان أعلاها لمحطة تثليث وأقلها لمحطة خميس مشيط ، وتؤثر درجة الحرارة على كميات المياه المفقودة بالتبخر، حيث يوجد علاقة طردية بين درجة الحرارة والتبخر، وبالتالي نجد أن أعلى معدلات للتبخر بمنطقة الدراسة تتواجد في محافظة تثليث كما سوف يتضح لاحقاً .

الرياح:

يتقارب المعدل السنوي للرياح بمحطات منطقة الدراسة ليبليغ (١٠.١): (١٠.٧) كم / ساعة، حيث كان أعلاها لمحطة ظهران الجنوب، وأقلها لمحطة خميس مشيط، بينما كان أعلى معدل فصلي للرياح بالمحطات سجلته محطتي خميس مشيط وظهران الجنوب بنحو (١٠.٧، ١١.٥) كم / الساعة على التوالي، أما عن أعلى معدل فصلي لسرعة الرياح لمحطة تثليث فكان لفصل الخريف ليسجل ١٣.١ كم / الساعة.

وتسود الرياح الموسمية الجنوبية، والجنوبية الغربية في معظم شهور السنة على منطقة الدراسة، حيث تؤدي إلى سقوط كميات كبيرة من الأمطار خاصة في فصل الربيع، وأوائل الصيف، كما تهب على المنطقة خلال فصل الشتاء الرياح الشرقية، والشمالية الشرقية، خاصة على المناطق الشمالية،

والشرقية، وفي الصيف تتعرض هذه المناطق لهبوب التيارات الحارة الجافة القادمة من صحراء الربع الخالي محملة بذرات الرمال، مما تجعل الجو محملا بالرمال العالقة، وتصبح الرؤية رديئة (حيدر، ١٩٧٨، ص ٧٠).

جدول (٢) المعدل السنوي والفصلي و الشهري لبعض العناصر المناخية في محطات خميس مشيط ، تثليث ، ظهران الجنوب (للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٩ م

| المحطة | العنصر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | ابريل | مايو | يونيو | يوليو | اغسطس | سبتمبر | اكتوبر | نوفمبر | السنوى |
|------------------|---------------------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| خميس مشيط | الحراره °م | ١٠.٤ | ١٠.١ | ١١.١ | ١٢.٢ | ١٣.٤ | ١٤.٢ | ١٤.١ | ١٥ | ١٥.٥ | ١٣.١ | ١١ | ١١.١ | ١٢.٦ |
| | | ١٠.٥ | | | ١٣.٣ | | | ١٤.٩ | | | ١١.٧ | | | |
| | الرياح كم/الساعه | ٩.٧ | ١١ | ١١.٦ | ١١.٢ | ١١ | ١٠.٢ | ١٠ | ١٠.٨ | ١٠.١ | ١١.١ | ١٠.٤ | ١٠ | ١٠.١ |
| | | ١٠.٧ | | | ١٠.٤ | | | ١٠.٣ | | | ١٠.٥ | | | |
| كمية المطر مم | ٠.٩ | ٣.٩ | ٣.١ | ١١ | ٢٧.٢ | ١٦.١ | ٢.٢ | ١.٨ | ٢.٨ | ٠.٠٤ | ٢.٣ | ٣.٩ | ٧٥.٢ | |
| | ٧.٩ | ١٠.٥ | ٥٤.٣ | ٧٧.٢ | ٦.٨ | ٩ | ٦.٢٤ | ٨.٣ | | | | | | |
| تثليث | الحراره °م | ١٧.٥ | ١٧.٤ | ١٩.٤ | ٢٢.٣ | ٢٥.٢ | ٢٨.٧ | ٣٠.٨ | ٣١.٣ | ٣٢.٩ | ٢٨.٦ | ٢٣.٨ | ٢٠.١ | ٢٤.٨ |
| | | ١٨.١ | | | ٢٥.٤ | | | ٣١.٧ | | | ٢٤.٢ | | | |
| | الرياح كم/الساعه | ١٢.٥ | ١٠.٤ | ٩.٨ | ١٣.٥ | ١٠.١ | ٨.٦ | ١١.٣ | ١٠.٩ | ١٤.٥ | ١٤.٩ | ١٢.٣ | ١٢.١ | ١٠.٤ |
| | | ١٠.٩ | | | ١٠.٧ | | | ١٢.٢ | | | ١٣.١ | | | |
| كمية المطر مم | ٠.٥ | ٧.٢ | ٠.٨ | ١٢.٣ | ١٢.٩ | ٢.٣ | ٠ | ٠.٢ | ١.١ | ٠.١ | ٠ | ٠.٧ | ٣٨.١ | |
| | ٨.٥ | ٢٢.٣ | ٢٧.٥ | ٧٧.٢ | ١.٣ | ٣.٤ | ٠.٨ | ٢.١ | | | | | | |
| ظهران الجنوب | الحراره °م | ١٣.٨ | ١٣.٩ | ٢٥.٥ | ١٨.٨ | ٢٠.٣ | ٢١.٩ | ٢٤.٥ | ٢٥.٧ | ٢٦.٤ | ٢٤.١ | ١٩.٥ | ١٢.٧ | ١٩.٢ |
| | | ١٣.٤ | | | ٢٠.٣ | | | ٢٥.٥ | | | ١٨.٨ | | | |
| | الرياح كم/الساعه | ٩.٣ | ١٢ | ١٣.١ | ١٣.٣ | ١٠.٩ | ٩.٦ | ١٠.٣ | ١٠.٩ | ١٠.١ | ١١.٢ | ٩.٦ | ٧.٩ | ١٠.٧ |
| | | ١١.٥ | | | ١١.٣ | | | ١٠.٤ | | | ٩.٦ | | | |
| كمية المطر مم | ٤.١ | ٨.٤ | ١٠.٧ | ٢٩ | ٤٥.٥ | ٢٣ | ٢.٩ | ١٢.٤ | ١٥.٦ | ٠.٥ | ٤.٥ | ٣.٤ | ١٦٠ | |
| | ٢٣.٢ | ١٤.٥ | ٩٧.٥ | ٦٠.١ | ٣٠.٩ | ١٩.٣ | ٨.٤ | ٥.٣ | | | | | | |

المصدر: مصلحة الأرصاد الجوية، جدة، المملكة العربية السعودية، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٨٥:٢٠١٩ م.

الأمطار:

تتسم المنطقة بالتباين في التوزيع السنوي للأمطار كما يتضح من شكل (٣)، حيث تنصدر محطة ظهران الجنوب أعلى كمية مطر سنوى بمنطقة الدراسة لتبلغ ١٦٠ مم أى ما يمثل ٥٨.٥ % من إجمالي كمية

الأمطار بمنطقة الدراسة، بينما كان أقل كمية مطر سنوى بمحطة تثليث ٣٨.١ مم لتمثل ١٣.٩ ٪، أما خميس مشيط فبلغت نسبة الأمطار بها ٢٧.٢ ٪ من إجمالي كمية الأمطار بمنطقة الدراسة.

ونظراً لسيادة الأمطار الموسمية بمنطقة الدراسة فقد سجل فصل الربيع أكبر كمية مطر فصلى بكل محطات منطقة الدراسة ، ليلبلغ (٧٢.٢ ٪، ٧٢.٢ ٪، ٦٠.١ ٪) لخمس مشيط وتثليث وظهران الجنوب على التوالي، وكان أعلى كمية أمطار لمحطة ظهران الجنوب ٩٧.٥ مم، وأقلها لمحطة تثليث ٢٧.٥ مم، فى حين سجلت محطة خميس مشيط ٥٤.٣ مم، حيث نجد أن كمية الأمطار تزداد كلما اتجهنا جنوباً وجنوب غرب ، ويرجع ذلك إلى تأثير عامل الإرتفاع ، ولإتجاه الرياح الغربية التي تمر فوق مياه البحر الأحمر مما يزيد من رطوبتها ويدعم الإستقرار الجوي ، وبالتالي تزداد غزارة الأمطار نتيجة لإصطدام الرياح بالحواجز الجبلية ثم صعودها لأعلى حيث تتخفض درجة الحرارة مع الإرتفاع مما يؤدي لتكاثف بخار الماء وسقوط الأمطار.

ويحتل شهر إبريل المرتبة الأولى من شهور العام ككل من حيث كمية الأمطار بمنطقة الدراسة ، حيث تبلغ كمية المطر لهذا الشهر ٤٥.٥ مم فى محطة ظهران الجنوب و ١٢.٩ مم فى محطة تثليث، و ٢٧.٢ مم فى محطة خميس مشيط، وبصفة عامة تتزايد كميات الأمطار فى فصل الربيع نتيجة التقاء الكتل الهوائية فوق البحر الأحمر، ويليه فصل الشتاء الذى يسجل المرتبة الثانية ، وذلك فى محطتى خميس مشيط ، وتثليث بنسب (١٠.٥ ٪،

٢٢.٣٪) على التوالي، أما محطة طهران الجنوب فقد سجل فصل الصيف المركز الثاني لها بعد فصل الربيع بنسبة ١٩.٣٪، ويرجع ذلك إلى تأثير المنخفضات الجوية التي تتحرف من البحر المتوسط وتتقدم جنوباً على طول البحر الأحمر حتى شمال المنطقة، بينما تكون الأمطار الساقطة في فصل الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة الضغط الذي ينتج عنه زيادة في سرعة الرياح القادمة من البحر الأحمر في الغرب، وبالتالي زيادة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة الرطبة إضافة لتأثير الرياح الجنوبية والرياح الغربية الرطبة، كما تزداد كمية الأمطار شرق منطقة الدراسة خلال هذا الفصل حيث منطقة الإصدار الواقعة في مهب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطبة مما يؤدي لزيادة الأمطار المرافقة .

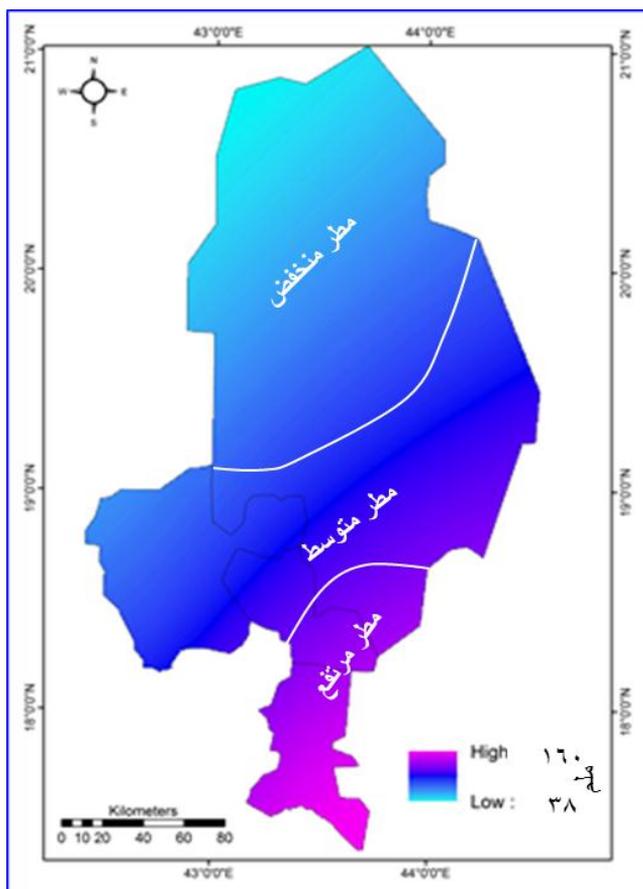
أما أقل الفصول مطراً فكان لفصل الخريف، وذلك لكل محطات منطقة الدراسة بنسب (٨.٣٪، ٢.١٪، ٥.٣٪) لخميس مشيط وتثليث وطهران الجنوب على التوالي، ويرجع أمطار فصل الخريف نظراً لأن الكتل الهوائية الرطبة نسبياً والمعتدلة الحرارة تأخذ محل الكتلة الهوائية الجافة متأثرة بحركة الشمس الظاهرية صوب الجنوب، كما أن الكتل الهوائية الرطبة القادمة من المحيط الأطلنطي والبحر المتوسط تأخذ في الهبوب من آن إلى آخر على الأجزاء الشمالية من المملكة وقد تسقط الأمطار في أواخر هذا الفصل (سيف، ١٩٩٨م: ص٧٧).

ومن تحليل شكل (٣) يمكن أن نقسم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق تبعاً لكميات الأمطار

الساقطة على المنطقة وهي كما يلي:

- نطاق الأمطار المرتفعة:

وفيه يبلغ كمية الأمطار السنوية ١٦٠ مم، وتبلغ مساحة هذا النطاق نحو ١٨ ٪ من مساحة المنطقة، وتتركز في القسم الجنوبي من المنطقة، وخاصة محافظة ظهران الجنوب وتزيد كميات الأمطار في هذا النطاق كلما اتجهنا جنوباً.



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٢)
شكل (٣) التوزيع المطري السنوي في منطقة شرق عسير

- نطاق الأمطار المتوسطة:

ويبلغ كمية الأمطار السنوية في هذا النطاق نحو ٧٠ مم، ويتركز تقريباً في القسم الأوسط من المنطقة، وتصل مساحة هذا النطاق نحو ٤٠٪ من مساحة المنطقة، وتزيد كمية الأمطار في هذا النطاق كلما اتجهنا غرباً، وخاصة في محافظة خميس مشيط بسبب هبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطبة، كما تزيد الارتفاعات في القسم الغربي من هذا النطاق بصورة كبيرة.

- نطاق الأمطار المنخفضة:

بصفة عامة يبلغ متوسط كمية المطر السنوي في هذا النطاق ٣٥ مم، حيث تقل كمية الأمطار كلما اتجهنا شمالاً بصورة عامة، وخاصة في محافظة تنثيث، ويشكل هذا النطاق ما يقارب ٤٢٪ من مساحة منطقة الدراسة.

ثانياً: فاعلية المطر في منطقة شرق عسير

يمكن تناول خصائص المطر بشرق عسير من خلال معرفة مدى تركزه في محطات منطقة الدراسة، ومعرفة القيمة الفعلية لهذه الأمطار وذلك كما يلي:

- تركيز الأمطار بمنطقة الدراسة:

لمعرفة مدى تركيز المطر بشرق عسير يمكن دراسة بعض المعايير لمعرفة التفاوت في التوزيع ومن أهم هذه المعايير ما يلي:

أ - قرينة لورنز:

ترجع أهمية دراسة قرينة لورنز لمعرفة مدى التفاوت في توزيع الأمطار وتركز معدلات الأمطار بمنطقة الدراسة ، ويوضح الجدول (٣) تطبيق لمنحنى لورنز لقياس تركيز المطر المكاني من خلال المعادلة الآتية .

$$I = (A - R) / (M - R)$$

جدول (٣) تطبيق قرينة لورنز لتركيز المطر بمنطقة شرق عسير

| المحطة | معدل الأمطار التكرارات المطلقة | التكرارات النسبية | التراكمات النسبية التراكمية A | توزيع منتظم تراكمي | توزيع منتظم تراكمي R | توزيع مركز تراكمي |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| تثليث | ٣.٢ | ١٤.٠٣ | ١٤.٠٣ | ٣٣.٣٣ | ٣٣.٣٣ | ١٠٠ |
| خميس مشيط | ٦.٣ | ٢٧.٦٣ | ٤١.٣٧ | ٣٣.٣٣ | ٦٦.٦٦ | - |
| ظهران الجنوب | ١٣.٣ | ٥٨.٣٤ | ١٠٠ | ٣٣.٣٣ | ١٠٠ | - |
| المجموع | ٢٢.٨ | ١٠٠ | ١٥٥.٤ | ١٠٠ | ٢٠٠ | ٣٠٠ (M) |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد بجدة من (١٩٨٥-٢٠١٩) م

أشارت نتائج تطبيق المعادلة أن تبلغ قرينة لورنز نحو (٠.٤٤) على منطقة شرق عسير، وهو بذلك يتميز بالتوزيع المكاني شبه المنتظم، وذلك لصغر ناتج قرينة لورنز، وجدير بالذكر أن التوزيع المركز المنتظم لا يرتبط بكمية المطر فقد تكون الكمية صغيرة وذات توزيع مكاني منتظم والعكس صحيح.

ب- القيمة الفعلية للمطر بمنطقة الدراسة :

هناك العديد من المعايير لمعرفة القيمة الفعلية للمطر، وسوف يتم منها دراسة فاعلية المطر لديمارتون، ومعيار كوبن، كذلك معادلة شرف.

١- القيمة الفعلية للمطر تبعاً معيار ديمارتون :

اعتمد ديمارتون في معياره على عنصرى الحرارة والمطر لتحديد فاعلية المطر، مستخدماً المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة وكمية المطر، وقد اعتمد في معياره على الصيغة التالية:

$$\text{الفاعلية السنوية} = \text{ف} = (\text{م} / \text{ح} + ١٠) \quad \text{الفاعلية الشهرية} = \text{ف} = (\text{م} / \text{ح} + ١٠) \times ١٢$$

حيث م = كمية الأمطار مم
١٠) قيمة ثابتة
ح = معدل درجة الحرارة م °
(على حسن موسى ، ١٩٨٩ ، ٣٨) .

ويتحدد ناتج فاعلية المطر على أساس إذا كان الناتج أقل من (٥) فانه يتميز بالجفاف وتصبح شبه جافة إذا تراوح ناتج المعامل بين (٥ - ١٠)، فى حين تصبح رطبة إذا كان الناتج أكثر من (١٠) (على حسن موسى، ١٩٨٩، ص ٣٩)، ويمكن تطبيق معيار ديمارتون على مستوى شهور منطقة الدراسة وذلك من خلال الجدول (٤).

أظهرت نتائج فاعلية المطر السنوية لديمارتون أن أقصى فاعلية للمطر السنوى تتواجد فى ظهران الجنوب والتي صنفتها المعيار بالمناخ شبه الجاف، فى حين صنفت محطتى تثليث وخميس مشيط بالمناخ الجاف، وكان أعلى فاعلية للأمطار الفصلية فى المحطات لفصل الربيع، والذي بلغ (١٤) فى ظهران الجنوب والتي تصنف بالمناخ الرطب نظراً لتخطى قيمة المعيار أكثر

من ١٠، كما وصلت قيم شهوره (١٢، ١٨، ١٢) في مارس وابريل ومايو على التوالي، ثم المناخ شبه الجاف في فصل الربيع بخميس مشيط (٩.٢) وصنفت ايضاً بالمناخ الجاف في باقى فصول السنة، بينما صنفت تثليث بالمناخ الجاف وذلك في كل فصول السنة نظراً لارتفاع درجة الحرارة وقلة الأمطار، وجدير بالذكر أنه بالرغم من أن منطقة الدراسة يغلب عليها المناخ الجاف تبعاً لمعيار ديمارتون، إلا أن تحدث أمطار فجائية في بعض الأيام تسبب السيول.

جدول (٤) فاعلية المطر الشهرية والفصلية في محطات شرق عسير في ضوء معيار (ديمارتون ١٩٢٨)

| المحطة | نتائج التطبيق | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر |
|-----------------|---------------|--------|--------------|---------|----------|---------|---------|----------|-------|---------|-------------|--------|--------|
| تثليث | ن | ٠.٢ | ٤.١ | ٠.٤ | ٥.٥ | ٥.١ | ٠.٨ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ |
| | ح | جاف | جاف | جاف | شبه جاف | شبه جاف | جاف | جاف | جاف | جاف | جاف | جاف | جاف |
| النتائج الفصلية | | | ٤.٦ جاف | | ١٠.٨ رطب | | | ٠.٤ جاف | | | ٠.٣ جاف | | |
| خميس مشيط | ن | ٠.٨ | ٣ | ٢ | ٩ | ٠.٤ | ١١ | ١ | ١ | ١ | ٠ | ٢ | ٣ |
| | ح | جاف | جاف | جاف | شبه جاف | شبه جاف | شبه جاف | جاف | جاف | جاف | جاف | جاف | جاف |
| النتائج الفصلية | | | ٧.٥ شبه جافة | | ٤٠.٨ رطب | | | ٤.٥ جاف | | | ٥.٣ شبه جاف | | |
| ظهران الجنوب | ن | ٢.٩ | ٦ | ٨.٤ | ١٠.٥ | ٢٠.٢ | ١٠ | ١.١ | ٤.٨ | ٥.٩ | ٠.٢ | ٢.٣ | ٢.٦ |
| | ح | جاف | شبه جاف | شبه جاف | رطب | رطب | رطب | جاف | جاف | شبه جاف | جاف | جاف | جاف |
| النتائج الفصلية | | | ١٧.٣ رطب | | ٤٨ رطب | | | ١٢.١ رطب | | | ٤.٤ جاف | | |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على تطبيق معيار ديمارتون وجدول (٢)، الرموز الواردة في الجدول

ن : وهي تعنى ناتج تطبيق المعادلة ح : حالة الشهر

(الموازنة المائية المناخية في شرق منطقة عسير...) د. فاطمة محمد محمود شعبان

٢- القيمة الفعلية للمطر تبعاً لمعيار كوبن :

تم الإعتماد على المعادلة التالية والتي تعتمد على فصلية المطر وهي كما يلي:

$$\text{القيمة الفعلية للمطر (A)} = \text{كمية المطر السنوي بالسنتيمتر (p)} / \text{المعدل السنوي لدرجة الحرارة المنوية (T)}$$

ويتطبيق هذه المعادلة على محطات منطقة الدراسة سواء فصلياً، أو سنوياً كانت النتائج كما في جدول (٥)

جدول (٥) فاعلية المطر الشهرية في محطات شرق عسير في ضوء معيار (كوبن)

| سنوى | فصل الخريف | فصل الصيف | فصل الربيع | فصل الشتاء | | |
|------|------------|-----------|------------|------------|---------|--------------|
| ٧.٥ | ٠.٦٢ | ٠.٦٨ | ٠.٥٤ | ٠.٧٩ | المطر | مخيم مشيطة |
| ١٢.٦ | ١١.٧ | ١٤.٩ | ١٣.٣ | ١٠.٥ | الحراره | |
| ٠.٦ | ٠.٠٥ | ٠.٠٤ | ٠.٠٤ | ٠.٠٧ | م كوبن | |
| ٣.٨ | ٠.٠٨ | ٠.١٣ | ٠.٢٧ | ٠.٨٥ | المطر | تثليث |
| ٢٤.٨ | ٢٤.٢ | ٣١.٧ | ٢٥.٤ | ١٨.١ | الحراره | |
| ٠.١٥ | ٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠١ | ٠.٠٤ | م كوبن | |
| ١٦ | ٠.٨٤ | ٣.٠٩ | ٩.٧٥ | ٢.٣٢ | المطر | ظهران الجنوب |
| ١٩.٢ | ١٨.٨ | ٢٥.٥ | ٢٠.٣ | ١٣.٤ | الحراره | |
| ٠.٨٣ | ٠.٠٤ | ٠.١٢ | ٠.٤٨ | ٠.١٧ | م كوبن | |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جداول (٥) مع التطبيق على معامل كوبن

يتضح من الجدول وجود تباين مكاني وزماني للقيمة الفعلية للمطر ، حيث تزيد القيمة السنوية الفعلية للمطر في محطة ظهران الجنوب لتصل إلى ٠.٨٣ ، وكذلك في محطة خميس مشيط ، لتصل إلى ٠.٦ ، وتقل هذه القيمة في محطة تثليث لتصل إلى ٠.١٥ ، ويرجع هذا التباين إلى اختلاف كميات الأمطار في هذه المحطات، والتي ترتفع في جنوب منطقة الدراسة وغربها، وتنخفض في الشمال، وكذلك اختلاف درجات الحرارة، كما يتضح

وجود تباين زمانى للقيمة الفعلية للمطر فى المحطات ، حيث تزيد القيمة الفعلية للمطر فى محطة ظهران الجنوب فى فصول الربيع والشتاء وتبلغ (٠.٤٨ و ٠.١٧) على التوالي، وفى محطة خميس مشيط فى فصول الشتاء والخريف بقيم (٠.٠٧ و ٠.٠٥) على التوالي ، بينما فى محطة تثليث تزيد هذه القيم فى فصول الشتاء والربيع (٠.٠٤ و ٠.٠١) على التوالي، ويرجع ذلك للتباين فى كميات الأمطار واختلاف درجات الحرارة فى هذه الفصول، حيث ترتفع كمية الأمطار فى ظهران الجنوب ، ويليهما خميس مشيط ، وتقل فى تثليث ، فى حين يحدث العكس بالنسبة لدرجة الحرارة، لترتفع درجة الحرارة فى تثليث، وتقل فى خميس مشيط و ظهران الجنوب نظراً لإرتفاعهما.

٣- القيمة الفعلية للمطر تبعاً لمعادلة شرف

تم التطبيق على معادلة شرف (١٩٥١) وذلك لمقارنة نتائج هذه المعادلة مع المعايير المستخدمة سابقاً فى إيجاد القيمة الفعلية للمطر، ويمكن الحصول على النتائج بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{القيمة الفعلية للمطر (E) = كمية المطر السنوى بالمليمتر (p) / المعدل}$$

$$\text{السنوى لدرجة الحرارة المئوية (T) + ٩ .}$$

يتضح من تحليل جدول (٦) وجود تباين مكانى وزمانى للقيمة الفعلية للمطر، حيث تزيد القيمة الفعلية للمطر فى محطة ظهران الجنوب لتصل إلى ٥.٦، وتليها محطة خميس مشيط ٣.٤، وأخيراً محطة تثليث ١.١٢، وذلك بطبيعة الحال نتيجة إختلاف كميات الأمطار على هذه المحطات، وكذلك التباين فى درجات الحرارة.

وكذلك وجد تباين زمانى فى القيمة الفعلية للمطر على مستوى الفصول، وعلى مستوى الشهور باختلاف المحطات، حيث تزيد القيمة فى فصول الربيع والشتاء (٣.٣٢ و ١.٠٣) على التوالى فى محطة طهران الجنوب، وتزيد فى نفس الفصول (٢.٤٣ و ٠.٤) على التوالى فى محطة خميس مشيط، وكذلك فى نفس الفصول (٠.٧٩ و ٠.٣١) على التوالى فى محطة تثليث.

جدول (٦) فاعلية المطر الشهرية والفصلية والسوية فى محطات شرق عسير فى ضوء معادله شرف

| المحطة | العنصر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | ابريل | مايو | يونيو | يوليو | اغسطس | سبتمبر | اكتوبر | نوفمبر | السوى |
|--------------|--------------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| خميس مشيط | كمية المطر | ٠.٩ | ٣.٩ | ٣.١ | ١١ | ٢٧.٢ | ١٦.١ | ٢.٢ | ١.٨ | ٢.٨ | ٠.٠٤ | ٢.٣ | ٣.٩ | ٧٥.٢ |
| | الحراره | ١٠.٤ | ١٠.١ | ١١.١ | ١٢.٢ | ١٣.٤ | ١٤.٢ | ١٤.١ | ١٥ | ١٥.٥ | ١٣.١ | ١١ | ١١.١ | ١٢.٦ |
| معدله شرف | معدله شرف | ٠.٠٤ | ٠.٢٠ | ٠.١٥ | ٠.٥١ | ١.٢٠ | ١.٢١ | ٠.٠٩ | ٠.٠٧ | ٠.١١ | ٠.٠ | ٠.١١ | ٠.١٩ | ٣.٤ |
| | تثليث المطر | ٠.٥ | ٧.٢ | ٠.٨ | ١٢.٣ | ١٢.٩ | ٢.٣ | ٠ | ٠.٢ | ١.١ | ٠.١ | ٠ | ٠.٧ | ٣٨.١ |
| الحراره | الحراره | ١٧.٥ | ١٧.٤ | ١٩.٤ | ٢٢.٣ | ٢٥.٢ | ٢٨.٧ | ٣٠.٨ | ٣١.٣ | ٣٢.٩ | ٢٨.٦ | ٢٣.٨ | ٢٠.١ | ٢٤.٨ |
| | معدله شرف | ٠.٠١ | ٠.٢٧ | ٠.٠٢ | ٠.٣٩ | ٠.٣٧ | ٠.٠٢ | ٠ | ٠ | ٠.٠٢ | ٠ | ٠ | ٠.٠٢ | ١.١٢ |
| ظهران الجنوب | كمية المطر | ٤.١ | ٨.٤ | ١٠.٧ | ٢٩ | ٤٥.٥ | ٢٣ | ٢.٩ | ١٢.٤ | ١٥.٦ | ٠.٥ | ٤.٥ | ٣.٤ | ١٦٠ |
| | الحراره | ٢٣.٢ | ٢٧.٥ | ٣٠.٩ | ٣٠.٩ | ٢٣.٢ | ٢٧.٥ | ٣٠.٩ | ٨.٤ | ٢٣.٢ | ٢٧.٥ | ٣٠.٩ | ١٢.٧ | ١٩.٢ |
| معدله شرف | معدله شرف | ٠.١٢ | ٠.٢٣ | ٠.٢٦ | ١.٦ | ١.٤ | ٠.٦٣ | ٠.٠٧ | ٠.٧١ | ٠.٤٨ | ٠.٠١ | ٠.١١ | ٠.١٥ | ٥.٦ |
| | ظهران الجنوب | ١٠.٣ | ١٣.٤ | ١٠.٧ | ٢٠.٣ | ٢٧.٥ | ٣٠.٩ | ٣٠.٩ | ٢٥.٥ | ٢٣.٢ | ٢٧.٥ | ٣٠.٩ | ١٢.٧ | ١٩.٢ |

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على (٢) مع التطبيق على معادله شرف

و كانت أعلى قيمة فعلية شهرية فى شهر مارس فى محطة ظهران الجنوب والتي بلغت ١.٦ ، وفى شهر ابريل فى محطة خميس مشيط والتي بلغت

١.٢ ، وفى شهر مارس فى محطة تثليث بمقدار ٠.٣٩ ، ويرجع ذلك بطبيعة الحال لإرتفاع قيم المطر والحرارة فى هذه الشهور .

مما سبق يتضح من مقارنة نتائج المعايير المدروسة لقياس القيمة الفعلية للمطر على المستوى المكانى والزمانى نجد أن هناك تقارب شديد فى النتائج بين هذه المعايير سواء على المستوى المكانى أو الزمانى، حيث اتفقت جميع المعايير التى تم تطبيقها على ارتفاع فاعلية المطر فى فصل الربيع، وانخفاض الفاعلية فى فصل الصيف والخريف، وكذلك وجود علاقة طردية قوية بين كميات الأمطار والقيمة الفعلية للمطر بلغت ٠.٨٤، ووجود علاقة عكسية بين القيمة الفعلية للمطر ودرجات الحرارة بلغت -٠.٧٦ .

ثالثا: الموازنة المائية فى شرق عسير (حوض وادى تثليث)

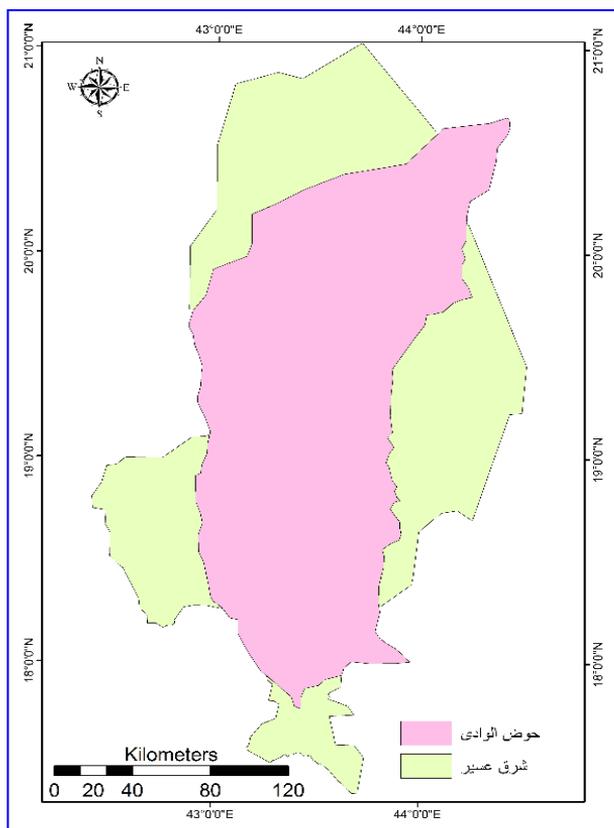
تعد الموازنة المائية من المعايير الهامة لمعرفة مدى الإحتياجات المائية لأي منطقة ومنها يمكن تحديد مدى الإنتفاع من هذه المياه حق الاستفادة، وخاصة فى المناطق التى تعاني من قلة وندرة المياه، والموازنة المائية هى تحديد العلاقة بين عناصر الدورة الهيدرولوجية الطبيعية من خلال العلاقة بين الأمطار الساقطة على منطقة ما مع مجموع ما تفقده هذه المنطقة من مياه بأشكال مختلفة. وتعد الموازنة موجبة (فائض مائى) فى حالة تفوق المدخلات على المخرجات فى حين تعد سالبة (عجز مائى) إذا حدث العكس وتكون متعادلة بالتساوى كلا منهما (السمنى، ٢٠١٣، ص ٥١٠) و تتنوع عناصر الموازنة المائية فى أى منطقة بين مصادر المياه (الأمطار) ، وما بين الفاقد من هذه المياه (التبخر والتسرب) وقد تم اختيار حوض وادى تثليث لتطبيق

الموازنة المائية فى شرق عسير حيث أنه وحدة تضاريسية تغطى حوالى ٨٥٪ من منطقة الدراسة شكل (٤) وسوف يتم ذلك عن طريق دراسة كميات المياه الساقطة فى الحوض من خلال دراسة الأمطار وحجم المياه الساقطة على حوض وادى تتليث ، وأحواضه الثانوية بمعرفة الخصائص الموفومتريية للحوض ، ثم دراسة فاقد المياه من خلال دراسة التبخر والتسرب فى الحوض ، ومن ثم استنتاج صافى المياه فى حوض وادى تتليث ، ويمكن حساب كميات المياه الساقطة عليها بالطرق الكمية ، وسوف يتم تناول هذه العناصر كما يلى :

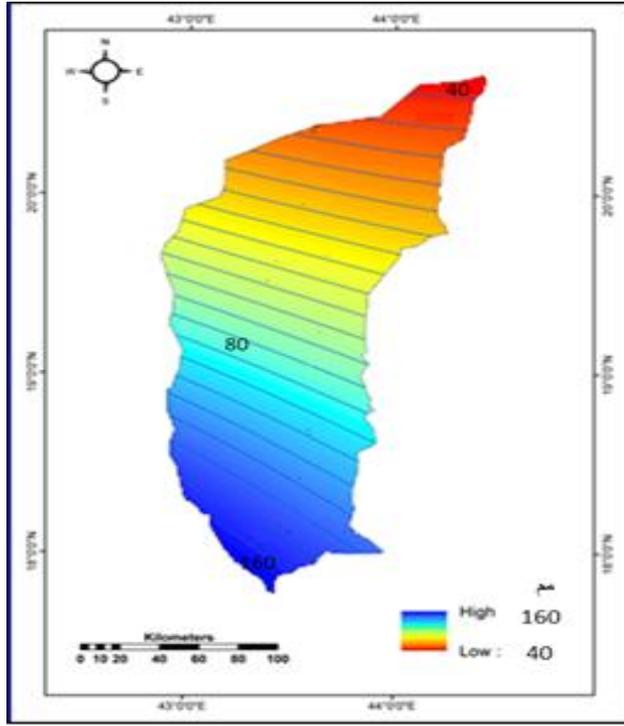
١- الأمطار:

يتطلب حساب الموازنة المائية معرفة كميات المياه الساقطة، ثم حساب الفاقد من هذه المياه سواء عن طريق البخر أو النشع ، والتسرب، وتم اختيار وحدة تضاريسية ممثلة لمعظم أجزاء مساحة شرق عسير (حوض وادى تتليث) والتي تمثل مساحتها نحو ٣١٤٢٠ كم^٢، والتي تمثل نحو ٨٥.٩ ٪ من مساحة منطقة الدراسة، كما يتضح من جدول (٤)، وحيث إن نقطة البداية لكل دراسات الموازنة المائية هى إيجاد معدل عمق الساقط المطري على الأحواض المائية المدروسة والحسابات الدقيقة لكميته هى الخطوة الرئيسية فى عملية الموازنة (Saqr, 1990,p 35) لذلك استخدمت الباحثة طريقة خطوط تساوى المطر، فى رسم خرائط المطر حيث تعد أفضل الطرق إلا أنه من الضرورى إعادة رسم هذه الخرائط بصورة مستمرة تبعاً لتغير قيم الأمطار، ويمكن بعد ذلك أن نخرج من هذه الخرائط بقيم رقمية لكميات الأمطار فى الحوض ، وذلك بإيجاد المساحة المحصورة بين كل خطين متتالين ثم ضرب هذه المساحة فى متوسط مجموع الخطين، ويلي ذلك جمع النواتج من كل

خطين متتاليين، وتقسّم على مجموع مساحة الحوض و يكون الناتج هو متوسط الأمطار الموزونة في الحوض كما أنه يمكن الحصول على طول خط المطر المتساوي ،
حيث تم رسم خريطة تساوي الأمطار السنوية شكل (٥) وكذلك خرائط تساوي الأمطار الشهرية كما يتضح من الشكل (٦).



شكل (٤) حوض وادي تثليث بالنسبة الى منطقة شرق عسير



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (٢)
شكل (٥) توزيع المطر السنوي بحوض وادي تثليث

من تحليل شكلي (٥ و ٦) يمكن القول أن كمية الأمطار تزداد بصفة عامة كلما اتجهنا جنوباً ، وأن أغلب الأمطار التي تسقط على منطقة عسير خلال فصل الربيع حيث يحتل المرتبة الأولى من فصول السنة من حيث كمية الأمطار المتساقطة والتي تكون نتيجة التقاء الكتل الهوائية فوق البحر الأحمر (الأحيدب، ١٩٩٨م ،ص ٢٣) ، والتي تؤدي إلى زيادة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة وهذه الأمطار ترافقها العواصف الرعدية و أغلبها يسقط بعد الظهر ، إضافة إلى تأثير منخفض السودان الموسمي .
ونلاحظ أن كميات الأمطار المتساقطة تصل أقصاها في شهري مارس وإبريل على جميع محطات منطقة الدراسة ثم تأخذ في التناقص النسبي خلال مايو ويونيو ويوليو لتعاود الإرتفاع مرة أخرى بعد شهر أغسطس .

١- الخصائص المورفومترية لحوض وادي تثليث

مما لا شك فيه أن الأحواض هي المستقبل الأول لمياه الأمطار على الأرض، ومن ثم تختلف كميات المياه الفائضة على هذه الأحواض تبعاً لنوع الصخور، وكذلك أشكال الأحواض المستقبلية للمياه، سواء كانت أحواض ثانوية أو أحواض رئيسية، ومن ثم كان لابد من دراسة الخصائص الشكلية للحوض كما يتضح من أشكال (٧ و ٨) وجدول (٧):

جدول (٧) بعض المعاملات المورفومترية الشكلية في حوض وادي تثليث

| الحوض | المساحة كم ^٢ | المساحة (%) | معامل الشكل | الاستدارة |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|-----------|
| وادي تثليث الاعلى | ٨١٩٥ | ٢٦.١ | ٠.٨٥ | ٠.٢٦ |
| وادي طريب | ٧٤١٢ | ٢٣.٦ | ٠.٧٤ | ٠.٤٥ |
| وادي الثفين | ٣١٢٦ | ٩.٩ | ٠.٦٤ | ٠.٦٩ |
| وادي ملح | ٥١٢٥ | ١٦.٤ | ٠.٧٢ | ٠.٥٥ |
| وادي ابوحرمل | ٢٢٤٧ | ٧.١ | ٠.٧٨ | ٠.٥٩ |
| وادي ذريعين | ٥٣١٥ | ١٦.٩ | ٠.٦٩ | ٠.٧٦ |
| الحوض | ٣١٤٢٠ | ٪ ١٠٠ | ٠.٨١ | ٠.٤١ |

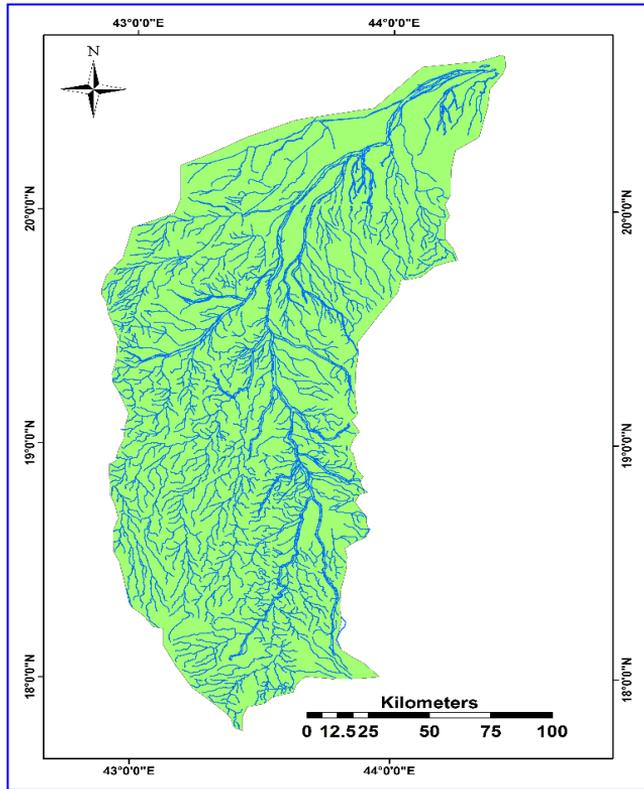
المصدر: من إعداد الباحثة نموذج اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem)

• مساحة الحوض:

بطبيعة الحال كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها الحوض، حيث تتباين مساحة الأحواض الثانوية في الحوض الرئيسي كما يتبين من شكل رقم (٨)، حيث كان أكبرها مساحتة هو حوض وادي تثليث الأعلى بمساحة ٨١٩٥ كم^٢، والذي يمثل ٢٦.١ ٪ من المساحة الكلية للحوض، وأقلها مساحة هو حوض وادي أبو حرمل بمساحة ٢٢٤٧ كم^٢، والذي يشغل ٧.١ ٪ من المساحة الكلية لحوض وادي تثليث، وبذلك بلغت مساحة حوض وادي تثليث ٣١٤٢٠ كم^٢.

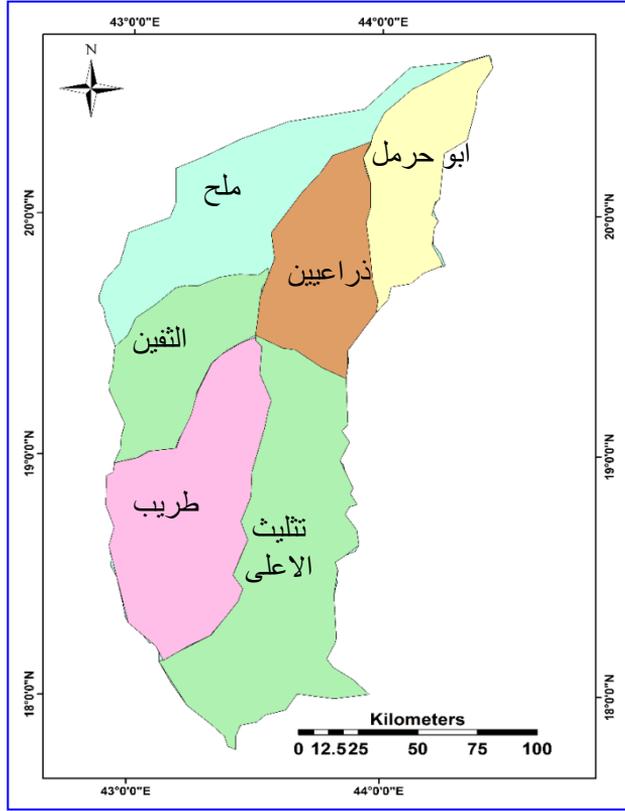
• معامل الشكل:

يفيد معامل الشكل في معرفة شكل الحوض حيث كلما زاد المعامل زاد خطر الجريان السيلى وذلك بسبب استقبال كميات مياه أكبر، ويبلغ معامل شكل الحوض ٠.٨١ حيث تدل هذه القيمة على أن شكل الحوض يميل إلى الشكل المستطيل، حيث تتجمع المياه في مناطق عند مصبات الأودية، بينما اختلفت هذه القيمة من حوض ثانوى إلى آخر، حيث بلغت أعلاها في حوض وادى تتلث الأعلى ٠.٨٥، بينما كانت أقل الأحواض الثانوية في حوض وادى الثفين بنحو ٠.٦٤.



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات الاقمار الصناعيه (dem)

شكل (٧) شبكة التصريف بحوض وادى تتلث



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات الاقمار الصناعيه (dem)

شكل (٨) الاحواض الثانويه بحوض وادي تثليث

• نسبة الاستدارة:

تفيد دراسة نسبة استدارة الأحواض إلى أن الأحواض المستديرة تتجمع فيها مصاب غالبية الروافد في منطقة واحدة مركزية ، ومع حدوث عمليات جريان في تلك الروافد فإن الجريان يصل غالباً إلى تلك المنطقة المركزية في آن واحد تقريباً ، وينجم عن ذلك الوصول إلى قمة تصريفية عالية مفاجئة، ويرتبط بها حدوث سيول سريعة كبيرة ومدمرة (أحمد سالم صالح، ١٩٨٢ ، ص ٣٥) وبلغ معدل الاستدارة في حوض وادي تثليث ٠.٤١ وبذلك يميل الحوض إلى المستطيل ، ذلك لبعده عن الشكل المستدير، حيث إن معامل

الاستدرة كلما اقترب من الواحد كلما كان أقرب إلى الدائرة والعكس صحيح ، بينما تفاوتت هذه القيمة داخل الحوض لتصل إلى أقلها في حوض وادي تثليث الأعلى ٠.٢٦ ، وأعلىها في حوض وادي ذراعين ٠.٧٦ . وذلك تأكيداً على أن الحوض يميل إلى الشكل المستطيل، والذي يستقبل كميات مياه أكبر.

• أكثر الأحواض الثانوية استقبالاً للمياه

بعد دراسة الخصائص الشكلية لحوض وادي تثليث يمكن استنتاج أكثر الأحواض الثانوية ملائمة لاستقبال أكبر كمية مياه، حيث نجد أن حوض وادي تثليث الأعلى هو الأكبر مساحة وكذلك هو الحوض الأكثر قيمة في معامل الشكل، حيث وصل إلى ٠.٨٥، وبالرغم أنه من الأحواض التي تميل إلى الشكل المستطيل، إلا أنه أكثر الأحواض الثانوية المرشحة لإستقبال أكبر كمية من مياه السيول.

كميات الجريان السطحي في حوض وادي تثليث:

باستخدام خريطة معدلات سقوط الأمطار السنوية شكل (٥) وشكل (٧) وكذلك بحساب مساحة كل فئة مطرية في كلاً من الحوض الرئيسي والأحواض الثانوية، يمكن حساب حجم المطر الساقط على كل حوض ثانوي، وذلك بحساب مساحة كل فئة مطرية داخل الحوض وضربها في قيمة الفئة لينتج حجم المياه في الحوض.

جدول (٨) مساحة وحجم الجريان السيلفي في حوض وادي تثليث وأحواضه الثانوية مليون م^٣

| حوض وادي | تثليث الاعلى | طريب | الثفين | ملح | ابوحرمل | ذراعين | الحوض |
|--------------------------------|--------------|-------|--------|-------|---------|--------|--------|
| مساحة الحوض كم ^٢ | ٨١٩٥ | ٧٤١٢ | ٣١٢٦ | ٥١٢٥ | ٢٢٤٧ | ٥٣١٥ | ٣١٤٢٠ |
| حجم الجريان السيلفي | ٢٤.٢٣ | ٢١.٥٦ | ١٣.٧٢ | ١٧.٢٣ | ٩.٢٥ | ١٤.٢٣ | ١٠٠.٢٢ |
| النسبة المئوية للجريان السيلفي | ٢٤.٢ | ٢١.٥ | ١٣.٧ | ١٧.٢ | ٩.٢ | ١٤.٢ | %١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على اشكال (٥ و ٧) باستخدام برنامج arc gis10.3

بلغ حجم الجريان السطحي في حوض وادي تثليث ١٠٠.٢٢ مليون مم^٣، موزعة على الأحواض الثانوية داخل الحوض، حيث كان أعلاها في حوض وادي تثليث الأعلى بكمية ٢٤.٢٣ مليون مم^٣ وبنسبة ٢٤.٢ ٪ من النسبة الكلية للجريان السيلبي بالحوض، ويليه حوض وادي طريب بقيمة ٢١.٥٦ مليون مم^٣ وبنسبة ٢١.٥ ٪ من الحوض ككل، وأدناها في حوض وادي أبو حرمل بكمية ٩.٢٥ مليون مم^٣، وبنسبة ٩.٢ ٪ من الحوض، ويمكن إرجاع ذلك إلى تباين مساحات الأحواض الثانوية داخل حوض وادي تثليث.

٢- التبخر

يمكن أن نميز بين نوعين من التبخر الأول وهو التبخر الفعلي وهو عبارة عن كمية المياه المفقودة من التربة والنباتات في حاله رطوبتها الطبيعية، والثاني هو التبخر المحتمل، وهو الحدود العظمى لدرجه استهلاك الماء من قبل النباتات (موسى، ٢٠٠٣، ص ٢٤٥) ويمكن دراسة التبخر في منطقته الدراسة كما يتضح من جدول (٩).

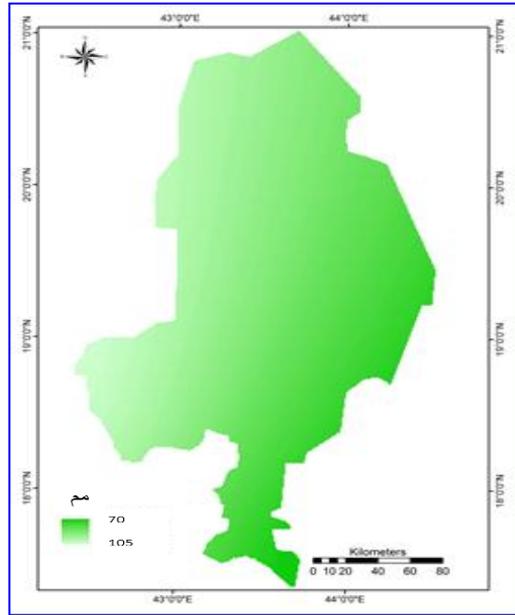
جدول (٩) معدلات التبخر الشهرية والسنوية مم لمحطات خميس مشيط وتثليث وظهران الجنوب خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٩ م

| المحطة | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | ابريل | مايو | يونيو | يوليو | اغسطس | سبتمبر | اكتوبر | نوفمبر | السنوى |
|---------------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| خميس مشيط | ٤.٩ | ٤.٦ | ٤.٣ | ٤.٦ | ٥.٤ | ٥.٩ | ٧.٦ | ٧.٥ | ٧.٧ | ٥.٩ | ٥.٢ | ٤.٨ | ٥.٧ |
| المعدل الفصلى | ٤.٦ | | ٥.٣ | | ٧.٦ | | ٥.٣ | | | | | | |
| تثليث | ٧.٥ | ٨.٤ | ٧.٥ | ٨.٥ | ٨.٦ | ١٠.٦ | ١٠.٥ | ١٠.٨ | ١٠.٢ | ٨.٢ | ٨.١ | ٧.٩ | ٨.٩ |
| المعدل الفصلى | ٧.٨ | | ٩.٢ | | ١٠.٥ | | ٨ | | | | | | |
| ظهران الجنوب | ٥.٢ | ٥.٥ | ٥.٢ | ٧.٩ | ٧.٥ | ٨.٢ | ٩.٩ | ٩.٥ | ٨.٥ | ٨.٢ | ٦.١ | ٥.٩ | ٧.٣ |
| المعدل الفصلى | ٥.٣ | | ٧.٨ | | ٩.٣ | | ٦.٧ | | | | | | |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات مصلحة الأرصاد الجوية، جدة، المملكة العربية السعودية، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٨٥: ٢٠١٩ م.

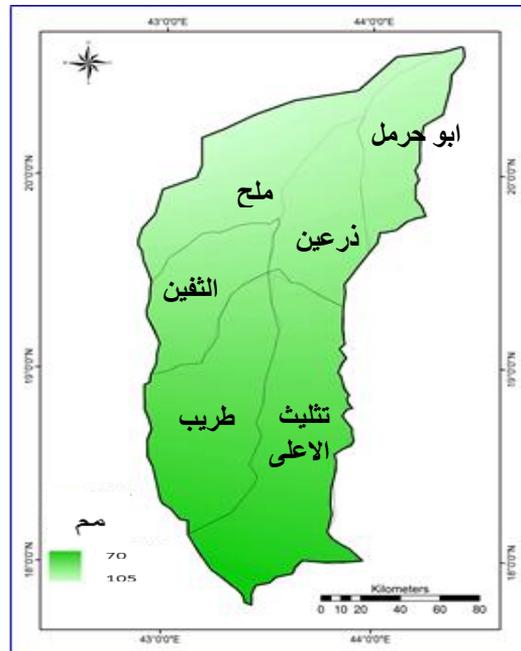
وصلت معدلات التبخر إلى أقصى حد لها بمنطقة الدراسة خلال فصل الصيف حيث وصلت إلى ٣١.٥ مم في محطة تثليث، وتليها محطة ظهران الجنوب بنحو ٢٧.٩ مم، وأخيراً محطة خميس مشيط بنحو ٢٢.٨ مم، نظراً لإرتفاع درجات الحرارة والإنخفاض الشديد في الرطوبة النسبية، مع إرتفاع معدلات سرعة الرياح، كما بلغ أقصى ارتفاع للتبخر في منطقة الدراسة خلال شهري (يونيو _ يوليو) في جميع المحطات.

كما بلغت كمية التبخر السنوي في محطة تثليث نحو ١٠٦.٨ مم، وفي محطة ظهران الجنوب ٨٧.٦ مم، وفي محطة خميس مشيط ٦٨.٤ مم، وبطبيعة الحال نجد أن أعلى معدلات التبخر في محطة تثليث التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة وقلّة معدلات الأمطار بها، حيث يسودها المناخ الجاف، وعن طرق قيم التبخر الفعلي السنوي في هذه المحطات الثلاث تم رسم خريطة التبخر الفعلي على مستوى منطقه شرق عسير كما في شكل (٩) ومن هذا الشكل وخريطة حوض وادي تثليث تم إنتاج شكل (١٠).



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (٩)

شكل (٩) معدلات التبخر في منطقة شرق عسير



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (٩)

شكل (١٠) معدلات التبخر في حوض وادي تثليث

ومن خريطة التبخر الفعلى فى حوض وادى تتليث شكل (١٠) تم حساب كميات التبخر من حوض التصريف وكانت النتائج كما فى جدول (١٠).

جدول (١٠) المساحة والتبخر الفعلى فى حوض وادى تتليث وأحواضه الثانوية

| حوض وادى | تتليث الاعلى | طريب | الثفين | ملح | ابوحرمل | ذرعين | الحوض |
|------------------------------------|--------------|------|--------|------|---------|-------|-------|
| مساحة الحوض كم ^٢ | ٨١٩٥ | ٧٤١٢ | ٣١٢٦ | ٥١٢٥ | ٢٢٤٧ | ٥٣١٥ | ٣١٤٢٠ |
| التبخر الفعلى مليون م ^٣ | ٩.٨٢ | ٨.٨٨ | ٤.٥٥ | ٦.٨١ | ٣.٦٧ | ٥.٦٢ | ٣٩.٣٥ |
| النسبة المئوية للتبخر الفعلى | ٢٥ | ٢٢.٦ | ١١.٦ | ١٧.٣ | ٩.٣ | ١٤.٢ | %١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على شكل (١٠).

بلغ مجموع التبخر الفعلى للحوض ٣٩.٣٥ مليون مم^٣ ويشير هذا المعدل إلى مدى قلة معدلات التبخر بالحوض، وإن كان حوض وادى تتليث الأعلى هو أعلى معدل تبخر فعلى بين الأحواض الثانوية للحوض، ليلبغ ٩.٨٢ مليون مم^٣، وهو بذلك يمثل ٢٥ % من نسبة التبخر الكلية للحوض ككل، ويلىة حوض وادى طريب ٨.٨٨ مليون مم^٣ بنسبة ٢٢.٦ % من نسبة التبخر الكلى للحوض، أما أقل الأحواض للتبخر فكانت لحوض وادى أبوحرمل بنحو ٣.٦٧ مليون مم^٣ وبنسبة ٩.٣ % من نسبة التبخر الكلى للحوض.

٣- معدلات التسرب

يعرف التسرب بأنه حركة الماء خلال المفتتات السطحية والسطح الأصى مروراً من سطح المفتتات وإنهاء إلى حيثما توجد طبقة تعترض طريق انسياب وتسرب المياه.

أما الطاقة التسريبية فيقصد بها معدل إمتصاص التربة أو السطح الصخرى للمياه وتزداد الطاقة التسريبية فى المناطق الجافة، عنها فى

المناطق الرطبة لأن جفاف المنطقة يؤدي إلى جفاف المفتتات والرواسب السطحية وبالتالي يسمح لها بالقدرة الكبيرة على تسريب المياه.

ويشير (Horton, 1945, P. 307) إلى أنه لكي يتفوق التساقط على التسرب وتبدأ عملية الجريان لابد من سقوط المطر بمعدل يتراوح بين ٦ الى ٩ مم/ساعة في حين يشير (Cook and Others, 1982, P. 215) أنه لكي يبدأ الجريان فلا بد من توافر تساقط لا يقل عن ١ مم/دقيقة وبمجموع لا يقل عن ١٠مم.

وهناك عدة عوامل تؤثر على التسرب في أحواض التصريف حيث تتباين قدرة الصخر على التسرب، ويرجع ذلك إلى خصائص السطح ، والمواد التي تغطيه ، ودرجة الانحدار ، وطول فترة المطر، وطول فترة ركود المياه على السطح ، و كمية رطوبة التربة ، ومدى توافر النبات الطبيعي ، وقد وضع (Wilson ,1980, p 46) معادلة يمكن منها الحصول على قيمة التسرب أثناء زمن التباطؤ وهي :

$$\text{مساحة الحوض} \times \text{زمن التباطؤ} \times 0.08 \text{ (مم / دقيقة)}$$

وأمكن الحصول على قياس زمن التباطؤ من المعادلة:

$$TI = KI (A) 0.3 / [sa / Dd]$$

حيث KI = معامل ثابت (٠.٤) للسطوح الجيرية، و ٠.٢٥ للسطوح الرملية والحصوية)، A = مساحة الحوض، sa = متوسط انحدار حوض التصريف

وكانت النتائج كما يتضح من جدول (١١)

جدول (١١) مساحه وزمن التباطؤ فى حوض وادى تثليث واحواضه الثانويه

| حوض وادى | تثليث الاعلى | طريب | الثفين | ملح | ابوحرمل | زرعين | الحوض |
|-----------------------------|--------------|------|--------|------|---------|-------|-------|
| مساحة الحوض كم ^٢ | ٨١٩٥ | ٧٤١٢ | ٣١٢٦ | ٥١٢٥ | ٢٢٤٧ | ٥٣١٥ | ٣١٤٢٠ |
| زمن التباطؤ | ٦.٤ | ٦.٣ | ٥.٦ | ٦.٨ | ٤.٨ | ٤.٦ | ٨.٣ |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على معادله Wilson

من دراسة جدول (١١) بلغت قيمة زمن التباطؤ فى الحوض ككل ٨.٣، وتباينت قيمة زمن التباطؤ فى الأحواض الثانويه لحوض وادى تثليث، فكان أعلاها ٦.٨ فى وادى ملح وأقلها فى حوض وادى ذراعيين بقيمة ٤.٦، وبصفة عامة تزيد قيمة زمن التباطؤ فى الأحواض شديدة الإنحدار والعكس صحيح، ويمكن بعد ذلك تطبيق هذه القيم لايجاد معدلات التسرب فى حوض وادى تثليث كما يلى :

جدول (١٢) مساحة ومعدلات التسرب فى حوض وادى تثليث وأحواضه الثانويه

| حوض وادى | تثليث الاعلى | طريب | الثفين | ملح | ابوحرمل | زرعين | الحوض |
|------------------------------------|--------------|------|--------|------|---------|-------|-------|
| مساحة الحوض كم ^٢ | ٨١٩٥ | ٧٤١٢ | ٣١٢٦ | ٥١٢٥ | ٢٢٤٧ | ٥٣١٥ | ٣١٤٢٠ |
| معدلات التسرب مليون م ^٣ | ٤.١٩ | ٣.٧٣ | ١.٤٠ | ٢.٧٨ | ٠.٨ | ١.٩ | ٢٢ |
| النسبة المئوية للتسريب | ١٩ | ١٦.٩ | ٦.٤ | ١٢.٦ | ٣.٦ | ٨.٦ | ٪١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات جدول (١١)

وصلت قيمة معدلات التسرب إلى ٢٢ مليون م^٣ فى حوض وادى تثليث، وتباين ذلك على مستوى الأحواض الثانويه به، وبلغ أعلى معدلات تسريب بالأحواض الثانويه فى حوض وادى تثليث الأعلى ٤.١٩ مليون م^٣ بنسبة ١٩ ٪ من النسبة الكلية للتسرب فى الحوض ككل، ويلية حوض وادى طريب ٣.٧٣ مليون م^٣، وبنسبة ١٦.٩ ٪، فى حين كان أقل معدل تسريب لحوض وادى أبو حرمل وصلت إلى ٠.٨ مليون م^٣، وبنسبة ٣.٦ ٪ من النسبة الكلية للتسريب.

رابعاً: مؤشرات الموازنة المائية في منطقة الدراسة

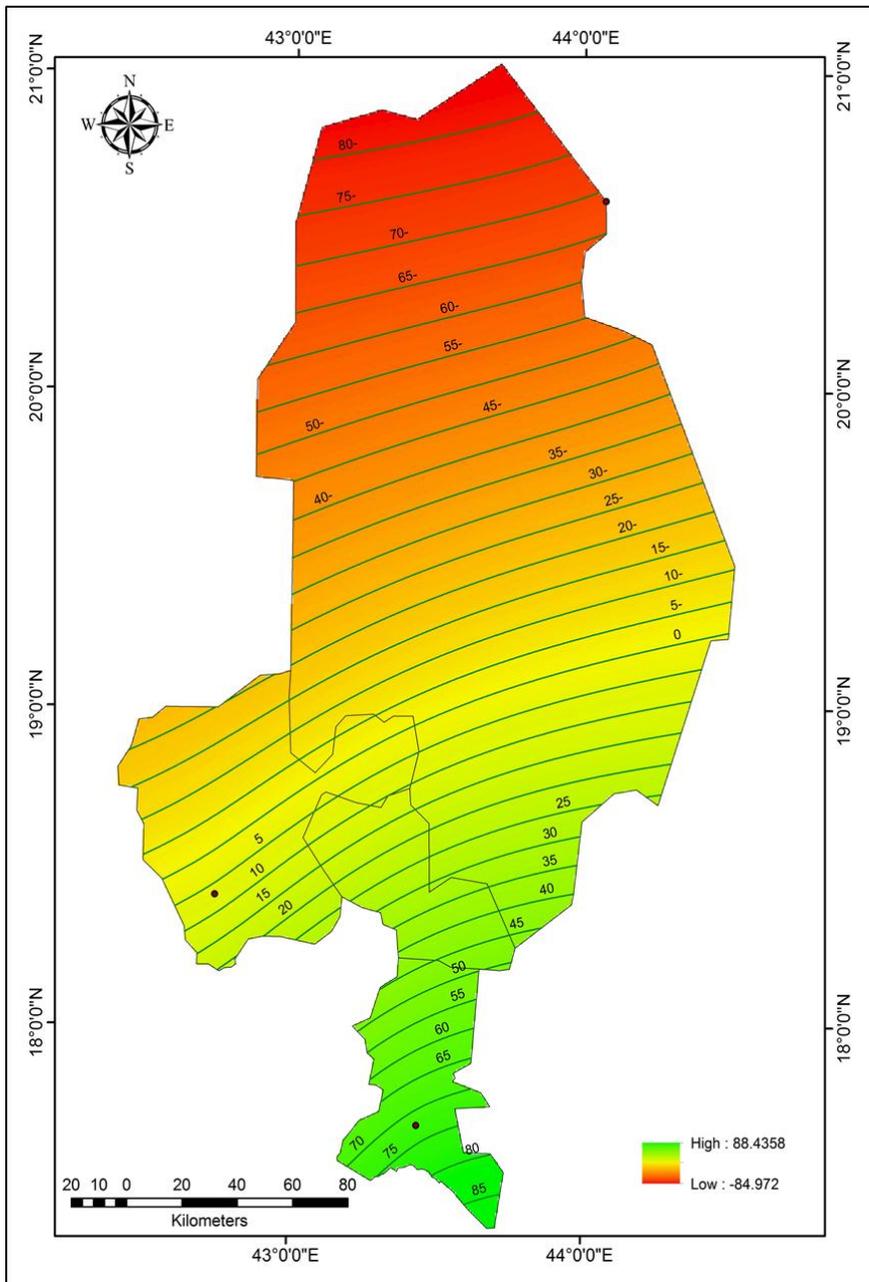
بعد أن تم دراسة كميات المياه الساقطة في الحوض، وكذلك كميات المياه المفقودة سواء بالتبخر أو التسرب في الحوض وأحواضه الثانوية، ويمكن أن نتناول صافي الجريان المائي في الحوض زمانياً ومكانياً كما يلي:

أ - التباين الزمني في الموازنة المائية في منطقة شرق عسير

يمكن الاعتماد في دراسة التباين الزمني للموازنة المائية في شرق منطقة عسير على تقدير كميات الأمطار وكميات التبخر، حيث أنها من العناصر المتغيرة خلال شهور العام، واستبعدت كميات التسرب نظراً لثباتها طول العام، حيث تم وضع هذه البيانات في جدول (١٣) والذي نستخرج منه النقاط التالية: جدول (١٣) حصاد المياه في المحطات المناخية (خميس مشيط وتثليث وظهران الجنوب) خلال أشهر العام للفترة من ١٩٨٥ - ٢٠١٩ م

| المحطة | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | ابريل | مايو | يونيو | يوليو | اغسطس | سبتمبر | اكتوبر | نوفمبر | السوى |
|------------------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| خميس مشيط | ٠.٩ | ٣.٩ | ٣.١ | ١١ | ٢٧.٢ | ١٦.١ | ٢.٢ | ١.٨ | ٢.٨ | ٠.٠٤ | ٢.٣ | ٣.٩ | ٧٥.٢ |
| التبخير | ٤.٩ | ٤.٦ | ٤.٣ | ٤.٦ | ٥.٤ | ٥.٩ | ٧.٦ | ٧.٥ | ٧.٧ | ٥.٩ | ٥.٢ | ٤.٨ | ٦٨.٤ |
| الصافى | ٤- | ٠.٧- | ١.٢- | ٦.٤ | ٢١.٨ | ١٠.٢ | ٥.٤- | ٥.٧- | ٤.٩- | ٥.٨- | ٢.٩- | ٠.٩- | ٦.٨ |
| الصافى الفصلى | - | ٥.٩ | | ٣٨.٤ | | ١٦- | | ٩.٦- | | | | | ٦.٨ |
| تثليث | ٠.٥ | ٧.٢ | ٠.٨ | ١٢.٣ | ١٢.٩ | ٢.٣ | ٠ | ٠.٢ | ١.١ | ٠.١ | ٠ | ٠.٧ | ٣٨.١ |
| التبخير | ٧.٥ | ٨.٤ | ٧.٥ | ٨.٥ | ٨.٦ | ١٠.٦ | ١٠.٥ | ١٠.٨ | ١٠.٢ | ٨.٢ | ٨.١ | ٧.٩ | ١٠٦.٨ |
| الصافى | ٧- | ١.٢- | ٦.٢- | ٣.٥ | ٤.٣ | ٨.٣- | ١٠.٥- | ١٠.٦- | ٩.١- | ٨.١- | ٨.١- | ٧.٢- | ٦٨.٧- |
| الصافى الفصلى | - | ١٤.٤ | | ٠.٥ | | ٣٠.٢ | | ٢٣.٤ | | | | | ٦٨.٧- |
| ظهران الجنوب | ٤.١ | ٨.٤ | ١٠.٧ | ٢٩ | ٤٥.٥ | ٢٣ | ٢.٩ | ١٢.٤ | ١٥.٦ | ٠.٥ | ٤.٥ | ٣.٤ | ١٦٠ |
| التبخير | ٥.٢ | ٥.٥ | ٥.٢ | ٧.٩ | ٧.٥ | ٨.٢ | ٩.٩ | ٩.٥ | ٨.٥ | ٨.٢ | ٦.١ | ٥.٩ | ٨٧.٦ |
| الصافى | ١.١- | ٢.٩ | ٥.٥ | ٢١.١ | ٣٨ | ١٤.٨ | ٧- | ٢.٩ | ٧.١ | ٧.٧- | ١.٦- | ٢.٥- | ٧٢.٤ |
| الصافى الفصلى | ٧.٣ | | | ٧٣.٩ | | ٣ | | ١١.٨ | | | | | ٧٢.٤ |

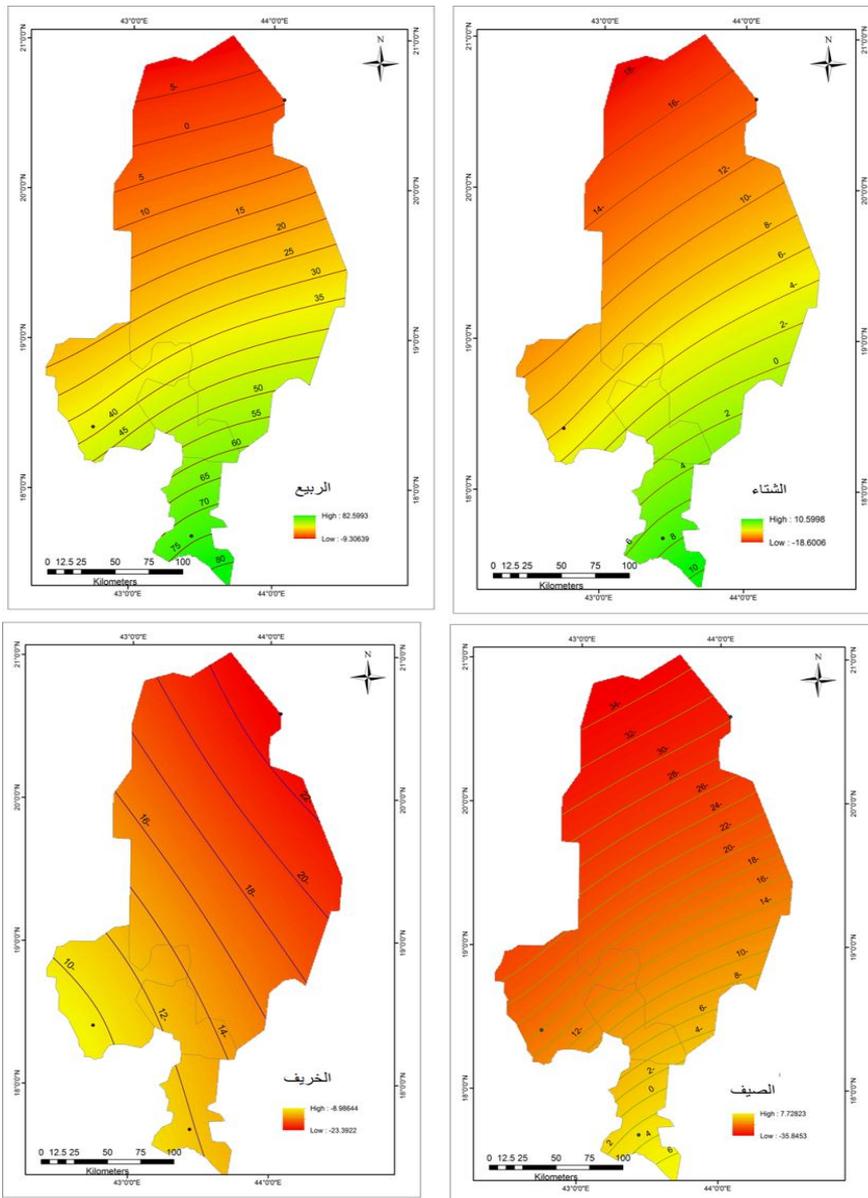
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً جداول رقم (٢ و ٩ و ١٢)



المصدر : من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (١٣)

شكل (١١) معدلات العجز والفائض السنوى بمنطقة شرق عسير

(الموازنة المائية المناخية فى شرق منطقة عسير...) د. فاطمة محمد محمود شعبان



المصدر : من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (١٣)

شكل (١٢) معدلات العجز والفائض خلال فصول العام منطقة شرق عسير

معدلات العجز والفائض المائى السنوى:

يتضح من جدول (١٣) وشكل (١١) أن هناك فائض مائى سنوى فى محافظات ظهران الجنوب وخميس مشيط ، حيث تقدر نسبة مساحة المنطقه ذات الفائض المائى فى منطقة الدراسة نحو ٤٤ ٪ من مساحة منطقته الدراسة ، وذلك بتتبع خطوط تساوى معدلات الفائض (الموجبة) ، ومعدلات العجز (السالبة) ، وتزيد معدلات الفائض المائى كلما اتجهنا جنوباً لتصل إلى ٨٥ مم، ويتمثل ذلك فى محافظة ظهران الجنوب ، نتيجة لعامل الإرتفاع ، حيث يبلغ ارتفاعها ٢٠٢٠ م فوق مستوى سطح البحر، مما كان له الأثر فى زيادة كمية المطر السنوى بها والتي تبلغ ١٦٠ مم، وتشمل ايضاً خطوط تساوى معدلات الفائض الموجبة الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من محافظة خميس مشيط ، والتي يصل ارتفاعها ١٩٩٠ م، وكمية المطر السنوى بها ٧٥.٢ مم، بينما تبلغ مساحة العجز المائى فى المنطقة إلى ما يقارب ٥٦ ٪ من مساحة المنطقة ، حيث تزيد معدلات العجز كلما اتجهنا شمالاً لتصل إلى - ٨٠ مم ، ويرجع ذلك إلى قلة الأمطار، وارتفاع درجة الحرارة بتثليث، وبالتالي زيادة معدلات التبخر، حيث يصل كمية المطر السنوى بها ٣٨.١ مم .

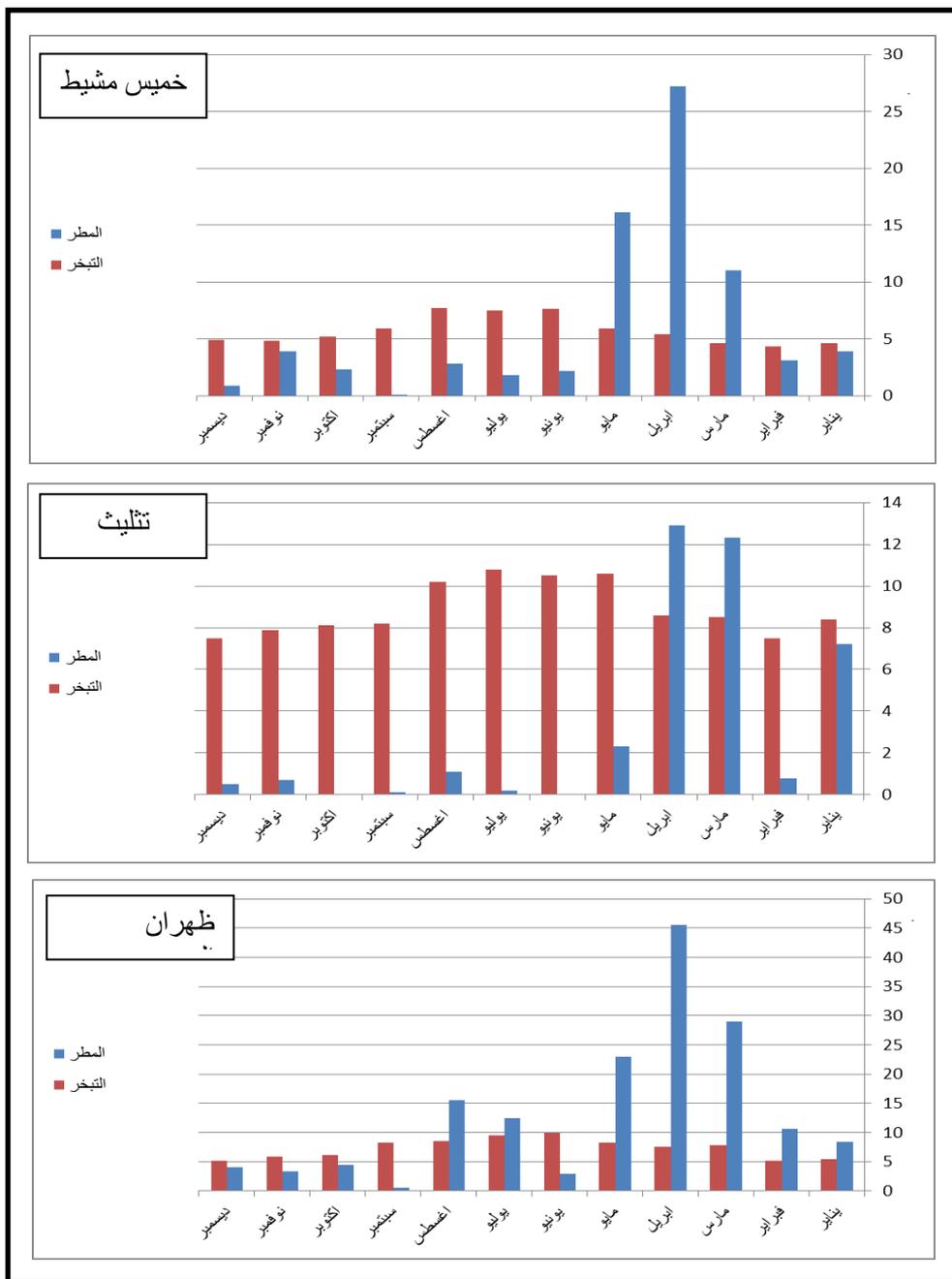
معدلات العجز والفائض المائى الفصلى:

تباينت معدلات العجز والفائض على مستوى فصول العام، كما يتضح من شكل رقم (١٢) حيث يتركز معدلات الفائض فى فصل الشتاء فى المنطقة الجنوبية من منطقة الدراسة ، وذلك لإرتفاع معدلات

الأمطار بظهران الجنوب عن باقى المحطات ، حيث يتواجد هذا الفائض فى محافظة ظهران الجنوب وأجزاء من محافظة خميس مشيط ، وتقدر مساحة المنطقة ذات الفائض المائى بنحو ٢٦ ٪ من مساحة منطقه الدراسة ، ووصلت إلى نحو ١٠ مم ، بينما شكلت باقى المنطقة عجز مائى وصل إلى - ١٨ مم، أما فصل الربيع فقد إزدادت بصورة كبيرة مساحات الفائض المائى ، وذلك لانه أكثر الفصول مطراً بكل منطقة الدراسة لتغطى مساحة تقدر بنحو ٨٦ ٪ من مساحة المنطقة ، ووصلت إلى ٨٠ مم وإن تركزت منطقة العجز المائى فى أقصى الشمال من المنطقة، ووصلت أقصاها إلى -٥ مم، واختلف الوضع تماماً فى فصل الصيف حيث غطت مساحات العجز المائى ما يقارب ٨٨ ٪ من مساحة المنطقة ووصلت إلى -٣٤ مم، وذلك نظراً لإرتفاع درجة الحرارة، وارتفاع معدلات التبخر، وقلة الأمطار، وأخيراً فصل الخريف والذى يعد امتداداً لفصل الصيف ، حيث غطت مساحات العجز المائى أكثر من ٩٦ ٪ من مساحة منطقه الدراسة ووصلت إلى -٢٢ مم .

معدلات العجز والفائض المائى الشهرى:

وصل أعلى معدل عجز مائى شهرى فى محطة تثليث فى شهر يوليو والذي بلغ -١٠.٦ مم، ويتفق ذلك مع الظروف المناخية لهذه المحطة من حيث إرتفاع درجة الحرارة، وقلة الأمطار فى هذا الشهر، بينما كان أعلى فائض مائى فى شهر أبريل فى محطة ظهران الجنوب ذات الحرارة المنخفضة والأمطار الغزيرة، ووصل الفائض المائى فى هذا الشهر ٣٨ مم كما يتضح من شكل (١٣).



شكل (١٣) التباين الزماني في كميات الامطار والتبخير في محطات خمس مشيط وتناليت وظهران الجنوب

ب - التباين المكاني للموازنة المائية في منطقة شرق عسير

تم الاعتماد مكانياً على حوض وادي تثليث والذي يشكل وحدة تضاريسية تمثل نحو ٨٥٪ من مساحة المنطقة، كما أنه تم حساب كميات المياه الساقطة على الحوض وكذلك أحواضه الثانوية، و تم حساب كميات التبخر من هذه الأحواض، وكذلك كميات التسرب، وكانت النتائج كما يتضح من جدول (١٤).

جدول (١٤) صافي الجريان في حوض وادي تثليث وأحواضه الثانوية بمنطقة

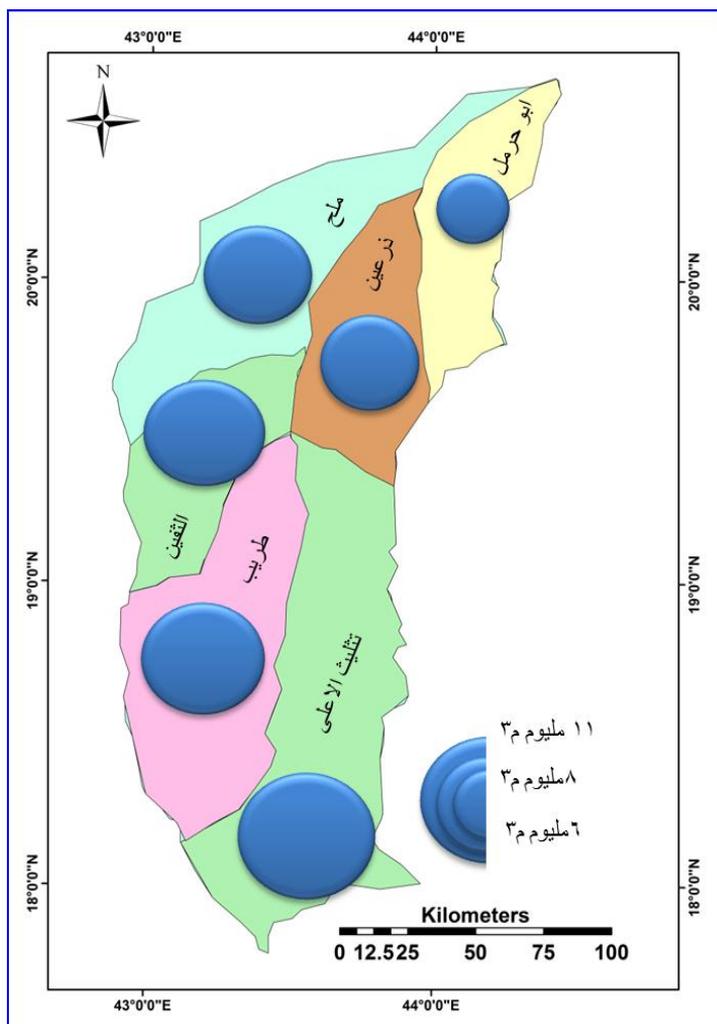
شرق عسير

| حوض وادي | تثليث الأعلى | طريب | الثقنين | ملح | ابوحرمل | نريعين | الحوض |
|--|-----------------|-------|---------|-------|---------|--------|--------|
| كمية المطر الساقطة على الحوض مليون م ^٣ | ٢٤.٢٣ | ٢١.٥٦ | ١٣.٧٢ | ١٧.٢٣ | ٩.٢٥ | ١٤.٢٣ | ١٠٠.٢٢ |
| كميات التبخر الفعلي مليون م ^٣ | ٩.٨٢ | ٨.٨٨ | ٤.٥٥ | ٦.٨١ | ٣.٦٧ | ٥.٦٢ | ٣٩.٣٥ |
| كميات التسرب مليون م ^٣ | ٤.١٩ | ٣.٧٣ | ١.٤٠ | ٢.٧٨ | ٠.٨ | ١.٩ | ١٤.٨ |
| مجموع الفاقد مليون م ^٣ | ١٤.٠١ | ١٢.٦١ | ٥.٩٥ | ٩.٥٩ | ٤.٤٧ | ٧.٥٢ | ٥٤.١٥ |
| صافي الجريان مليون م ^٣ | ١٠.٢٢ | ٨.٩٥ | ٧.٧٧ | ٧.٢٨ | ٤.٧٨ | ٦.٧١ | ٤٦.٠٧ |

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جداول (٨ و ١٠ و ١٢)

- بلغ مجموع صافي الجريان في حوض وادي تثليث نحو ٤٦.٠٧ مليون م^٣، وإن تباين ذلك على مستوى الأحواض الثانوية، حيث كان أعلاها في حوض وادي تثليث الأعلى بمقدار ١٠.٢٢ مليون م^٣، وأقلها في حوض وادي أبو حرمل ٤.٧٨ مليون م^٣.
- بلغت أكبر كمية فقد مائي (مجموع التبخر والتسرب) في حوض وادي تثليث الأعلى بنحو ١٤.٠١ مليون م^٣ وذلك لكبير مساحته، ثم تلى

ذلك حوض وادي طريب بنحو ١٢.٦١ مليون مم^٣، ثم حوض وادي ملح
٩.٥٩ مليون مم^٣، ثم حوض وادي نزعين ٧.٥٢ مليون مم^٣، ثم
الثقنين، وأخيراً حوض وادي أبو حرمل بنحو ٤.٤٧ مليون مم^٣.



المصدر: من عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول رقم (١٤)

شكل (١٤) التوزيع المكاني لصابي الجريات في الاحواض الثانويه لحوض وادي تثليث

النتائج

- تميل التضاريس في منطقة الدراسة نحو الإنخفاض إلى القسم الشرقي، حيث تمتد تضاريسها في خمس محافظات هي (خميس مشيط، تثليث، ظهران الجنوب، سراة عبيدة، أحد رفيدة).
- تتميز منطقة الدراسة بارتفاعها عن مستوى سطح البحر، حيث يبلغ أقصى ارتفاع لها بمنطقة سلسلة جبال سراة عسير، بينما يقل الارتفاع تدريجياً جنوباً بتهامة سراة عبيدة.
- سجل فصل الصيف أعلى معدلات لدرجات الحرارة بمحطات منطقة الدراسة لتتراوح بين (٣١.٧ م°، ١٤.٩ م°) لمحطتي تثليث، وخميس مشيط على التوالي.
- قسمت منطقة الدراسة إلى ثلاثة مناطق رئيسية، وذلك تبعاً لكمية الأمطار الساقطة، وهي نطاق الأمطار المرتفعة، وهي التي تبلغ كمية الأمطار السنوية بها ١٦٠ مم، وتبلغ مساحتها ١٨ ٪، ثم النطاق المتوسط الأمطار والتي تبلغ كمية الأمطار به نحو ٧٠ مم، ويبلغ مساحته ٤٠ ٪ من مساحة المنطقة، وأخيراً نطاق الأمطار المنخفضة ويبلغ كمية الأمطار بهذا النطاق نحو ٣٥ مم، كما يبلغ مساحته ٤٢ ٪ من مساحة منطقة الدراسة.
- اتفقت معايير فاعلية المطر المدروسة بمنطقة الدراسة (ديمارتون، كوبن، شرف) على أن تبلغ أقصى فاعلية للمطر في محطة ظهران

- الجنوب، ثم خميس مشيط، وأخيراً تثليث، كذلك سجل فصل الربيع أعلى فاعلية للأمطار وذلك في كل محطات منطقة الدراسة.
- تميزت نتائج تطبيق قرينة لورنز بمنطقة الدراسة بالتوزيع المكاني شبه المنتظم وذلك لصغر ناتج القرينة حيث بلغ (٠.٤٤).
 - أظهرت نتائج فاعلية المطر لديمارتون أن أقصى فاعلية للمطر تتواجد في محطة طهران الجنوب، وأقل فاعلية للمطر تتواجد في تثليث.
 - تباينت مساحة الأحواض الثانوية بالحوض الرئيسي حيث كان حوض وادي تثليث أكبرهم مساحة لبلغ ٨١٩٥ كم^٢، وأقلها لحوض وادي حرمل ٢٢٤٧ كم^٢.
 - أظهرت دراسة معامل الشكل أن الحوض يميل إلى الاستطالة وذلك لبعده عن الشكل المستدير.
 - بلغ حجم الجريان السطحي في حوض وادي تثليث ١٠٠.٢٢ مليون مم^٣، وكان حوض وادي تثليث به أعلى كمية جريان سيلى ليمثل ٢٤.٢ % من النسبة الكلية للجريان السيلى بالحوض، ويليه حوض وادي طريب ٢١.٥ %.
 - وصلت قيمة التبخر الفعلى لحوض وادي تثليث أقصاها خلال فصل الصيف، نظراً لإرتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية، وقدرت كمية التبخر الفعلى في حوض وادي تثليث ٣٩.٣٥ مليون

- مم ٣، وإن تباينت قيم التبخر الفعلى للأحواض الثانوية بالحوض، فكان أعلاها لحوض وادى تتليث الأعلى ٩.٨٢ مليون مم ٣.
- بلغت قيم معدلات التسرب بحوض وادى تتليث نحو ٢٢ مليون مم ٣، كما وصل معدل التباطؤ ٨.٣.
- وبدراسة صافى جريان الماء فى حوض وادى تتليث بلغ مجموع الجريان الكلى به نحو ٤٦.٠٧ مليون مم ٣، كان أعلاها لحوض وادى تتليث الأعلى، وأقلها لحوض وادى أبو حرمل.

المراجع

اولا: المراجع العربية والمصادر:

- ١- الأحيدب، إبراهيم (١٩٩٨): مناخ المملكة العربية السعودية، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي، المملكة العربية السعودية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- ٢- الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. (١٩٩٩م): التوقعات الفصلية (شتاء وربيع ٢٠٠٠م)، الإصدار الخامس، مركز المعلومات الوثائق العلمية، إدارة المناخ.
- ٣- السمنى، محمد عوض السيد (٢٠١٣) الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبة جزيرة سيناء، دورية الانسانيات، كلية الاداب جامعة الاسكندرية، فرع دمنهور. العدد الحادى والاربعون.
- ٤- حافظ، محمد السيد (٢٠٠٩) القيمة الفعلية للمطر فى ساحل إقليم مريوط، دورية الانسانيات، كلية الاداب جامعة الاسكندرية، فرع دمنهور، العدد الثانى والثلاثين.
- ٥- حيدر، أحمد محمد (١٩٧٨): الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير، مطبوعات نادي أبها الأدبي.
- ٦- سيف، محمود محمد، (١٩٩٨ م): جغرافية المملكة العربية السعودية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- ٧- صالح، أحمد سالم (١٩٨٢) الجريان السيلى فى الصحاري جيومورفولوجية الأودية الصحراوية دراسة مرجعية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة، العدد ٥١.

- ٨- عطا، محمد فوزي (٢٠٠١) التبخر والموازنة المائية فى الاحساء بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٣ العدد ٣٨ الجزء الثانى.
- ٩- عطا، محمد فوزي (٢٠٠٥) التبخر والموازنة المائية فى ابها بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٧ العدد ٤٥ الجزء الأول.
- ١٠- موسى، على حسن (١٩٨٩) الوجيه فى المناخ التطبيقى، دار الفكر، دمشق، سوريا، الطبعة الاولى.
- ١١- موسى، على حسن (٢٠٠٣) الجو وتقلباته، دار الفكر، دمشق، سوريا، الطبعة الاولى.

ثالثا: المراجع الاجنبية:

- 1- Cook, R. U. , Brusden , D. Doorn Kamp J. C., and Jenes , D. K., (1982): Urban Geomorphology in Drylands , Oxford Univ .press, London & New York .
- 2- HORTON, R.E., (1945): Drainage basin characteristic, geophysics. Union. Trans., V., 13, PP. 350-361.
- 3- Saqr. A. Al Amri, 1990, climate and climate craps relationships in southwest region of Saudi Arabia, unpublished. Ph.D. Thesis, Manchester University
- 4- Wilson, E.M. (1980) Engineering Hydrology. Elbs and Macmillan, London

The Climatic Water Balance in the East of Asir in Saudi Arabia Using GIS

Abstract

The study of the climatic water balance aims to determine the quantities of water falling on a region and on the lost quantities of this water, whether through evaporation or Infiltration, in order to determine the surplus and water deficit in time and space. A number of factors control this balance, including Rainfall effectiveness as well as the actual evaporation, Infiltration rates, and shape properties of the terrain units receiving rainwater. Therefore, the study concerns with rain effect and water balance in the east of Asir, with the application to Tathleeth valley basin as it represents a large terrain unit in the region that we can deal quantitatively with it in studying the quantities of water falling on it and in calculating the quantities of water leaking from it. The study included three climatic stations and climatic data for the period from (1985: 2019) the researcher has used the geographical information systems programs in data processing, where it is relied on arc GIs 10.2 in drawing, classifying, and analyzing maps. The water deficit increases in the north of the study area, in contrast to the southern regions the researcher shows that the maximum effect of rain is found in zahran aljanub, and the minimum is found in Tathleeth. It is found that the volume of run-off in Tathleeth valley basin is about 100.22 million m³, and the highest run-off is in Wadi Abou Harmal.

Key Words: Climatic Water Balance, Rainfall effectiveness, Actual Evaporation, Infiltration Rates.