التطرفات المطرية القصوى في جبل صبر –اليمن
دراسة في جغرافية المناخ

د. محمد توفيق محمد (*)

مقدمة

تتسم عناصر المناخ– كما هو معروف– بالتذبذب والتغير في قيمها، مكانيا و زمانيا، وان كانت هذه التذبذبات أو التغيرات يكون مداها أكثر وضوحا في بعض العناصر دون غيرها، فالحرارة مثلا؛رغم تميزها بمدي تذبذبي لا باس به [1]، إلا انها لا ترقي الي تذبذبات الأمطار والتي تبدو أكثر وضوحا؛حيث تتراوح تذبذباتها مابين يوم قاحل تماما، و آخر ممطر وبغزارة شديدة جدا؛ وربما يحدث ذلك في المكان نفسه؛ وهكذا الحال بالنسبة للشهور أو الأعوام. وتزداد هذه التذبذبات والتغيرات المطرية بشكل واضح في المناطق المدارية لاسيما عند مقارنتها بعنصر الحرارة بها، والذي يتسم بها غالبا بالتجانس.

وخلال تذبذب العناصر المناخية فهي تسجل قيما متطرفة سواء علي مستوي – فترة الرصد–أو المستوي السنوي أو الشهري أو اليومي أو حتى علي مستويات اقل زمنيا، ولهذه التطرفات تأثيرها الواضح والكبير علي مختلف جوانب الحياة رغم ندرة تكرارها علي فترات زمنية متقاربة.

لذا باتت التطرفات المطرية تحظي باهتمام بالغ علي المستوي البحثي لتأثيرها الذي يصعب أن تغفله الذاكرة، لما يترتب عليها من آثار ايجابية وسلبية؛كتوفيرها للمياه وتغذية الخزانات الجوفية فضلا عن دورها في ظاهرة السيول– في المناطق الجافة، والفيضانات و الانزلاقات في المناطق الرطبة، والتي غالبا ما يصعب مواجهاتها لاسيما عند حدوثها

(*) قسم الجغرافيا – كلية الآداب– جامعة سوهاج.

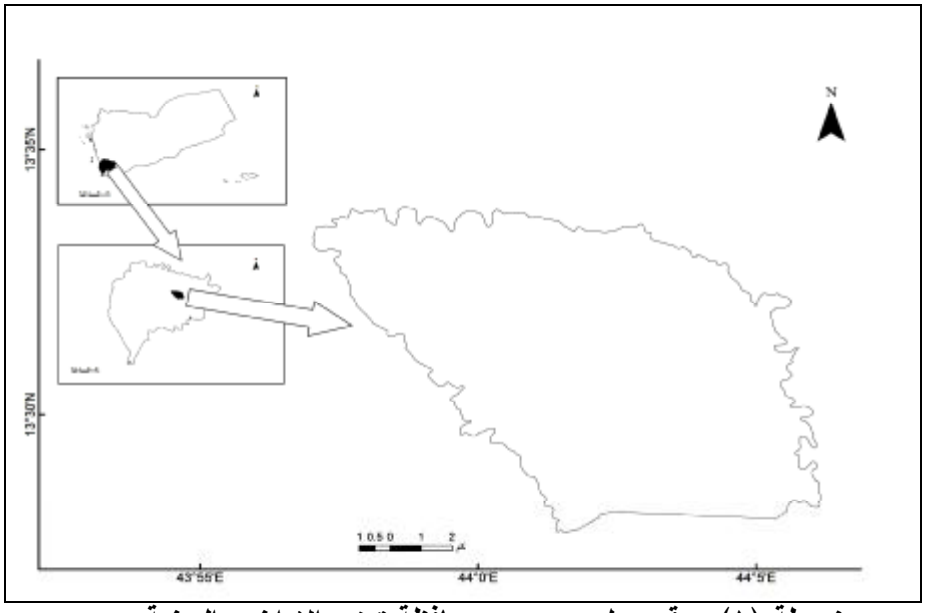
[1] لا يتعدي المدى الحراري المطلق علي مستوي الكرة الأرضـــية، (١٢٦م) وهـــو الفرق بين اعلي وادني حرارة مطلقة ســـجلت وهمـــا (٥٨ م) فـــي منطقـــة العزيزيـــة بليبيـــا، و(–٦٨ م)فـــي منطقـــة فرخويانـــسك بـــسيبيريا علـــي التوالي.(الباحث)

بمناطق جبلية مأهولة بالسكان – كما هو الحال بمنطقة جبل صبر – والتي تمثل بدورها المجال الجغرافي لهذا البحث.

وعن جبل "صبر" فهو يقع في الجنوب الغربي من الأراضي اليمنية ممتدا فيما بين دائرتي عرض (١٣,٢٥ ° – ١٣,٣٧ ° شمالا)، وخطي طول(٣٤,٥٥ ° – ٤٤,٠٦ ° شرقا) – خريطة (١)، وتبلغ مساحته نحو (٣٠٧،٧كم ٢)بما يمثل (٣،١٪) من مساحة محافظة تعز الإجمالية والبالغة (١٠٠٢١ كم ٢)، ويتراوح ارتفاعه مابين (١٥٠٠–٣٠٠٠م) بالنسبة لمستوي سطح البحر، و توجد به قمة العروس وارتفاعها (٢٩٨٧م) وهي بذلك ثالث اعلي القمم ارتفاعا في اليمن– بعد قمة جبل النبي شعيب (٣٧٦٠م) والتي تعد بدورها اعلي قمم شبه الجزيرة العربية ارتفاعا عن مستوي سطح البحر – وقمة جبل الطيال (٣٥٠٠م) شمال شرق مدينة صنعاء، وقد خول له موقعه (جبل صبر) من ناحية، وارتفاعه من ناحية أخري إلي اعتراض مسار الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الصيفية الرطبة ليصبح بذلك من أهم المناطق اليمنية استقبلا لسقوط الأمطار في ذلك الفصل.

ويتميز جبل "صبر" بأنه هرمي الشكل جرانيتي التكوين في معظم أجزائه(محمد عبد الباري القدسي، ١٩٨٨، ص ٧) كما يتميز بالانحدار الشديد في أعلاه، والذي يقل تدريجيا كلما اتجهنا صوب أقدامه، وتنحدر علي جانبيه العديد من الأودية.

ومما يميز جبل "صبر" عن غيره من غالبية الجبال، كونه منطقة جاذبة للسكان، حيث يقطنه نحو (٢٣٤٣٣١) نسمة موزعين علي مديرياته الثلاث (صبر الموادم (١٠٩٥٣٣)، و المسراخ (١٠٠٢٥٤)، ومشرعة وحدنان (٢٤٥٤٤نسمة) بما يوازي (٩,٧٪) من سكان محافظة تعز– التي ينتمي بدوره إليها أداريا–والتي يبلغ إجمالي عدد السكان بها (٢,٢٤ مليون نسمة) طبقا لتعداد ٢٠٠٤م.(الجمهورية اليمنية، الجهاز المركزي للإحصاء، صنعاء ٢٠٠٩).



خريطة (١) موقع جبل صبر من محافظة تعز والاراضى اليمنية

١- أهمية البحث ودوافع دراسته:

يستمد هذا البحث أهميته من خلال تعرضه لجانب من أهم جوانب الأمطار وهو تطرفاتها القصوى، لاسيما في منطقة جبلية مأهولة بالسكان، وما لهذه التطرفات من دور بارز سواء علي الجوانب الطبيعية أو البشرية بها؛ من خلال ما يترتب عليها أحيانا من جريان سيلي وما يصاحبه من آثار سلبية عديدة كانهيار المدرجات الزراعية وتدمير التربة والمباني وانقطاع حركة المرور وربما فقد الأرواح [1] أو ما تساهم به هذه التطرفات المطرية – في حالة اعتدالها– من دور مباشر في تغذية ورفد مناطق تجميع الأمطار أو حصادها بالمياه والتي تساهم بدورها في ممارسة غالبية الأنشطة البشرية بمنطقة البحث كالزراعة والرعي، وهكذا يتضح أن للتطرفات المطرية ا أثارا سلبية وأخري ايجابية، إذ أنها كما يشير احد الباحثين تعطي الحياة غالبا بيد(البركات) وتأخذها أحيانا بيد أخري(اللعنات) (عادل رفقي عوض، ٢٠٠٥، ص ١٣).

[1] شهدت المنطقة حالات عديدة من فقد الأرواح نتيجة لغزارة الأمطار وما يترتب عليها من جريان كان آخرها ما نشرته جريدة الجمهورية اليمنية بتاريخ ١٣/ابريل ٢٠٠٩م.

ومما يزيد من أهمية دراسة التطرفات المطرية بجبل "صبر" أن أثارها الايجابية أو السلبية ليست حكرا علي منطقة جبل "صبر" فحسب إنما تتعداها إلي المناطق القريبة منها والمحيطة بها، ومن أهم هذه المناطق مدينة تعز التي تقع عند أقدام هذا الجبل.

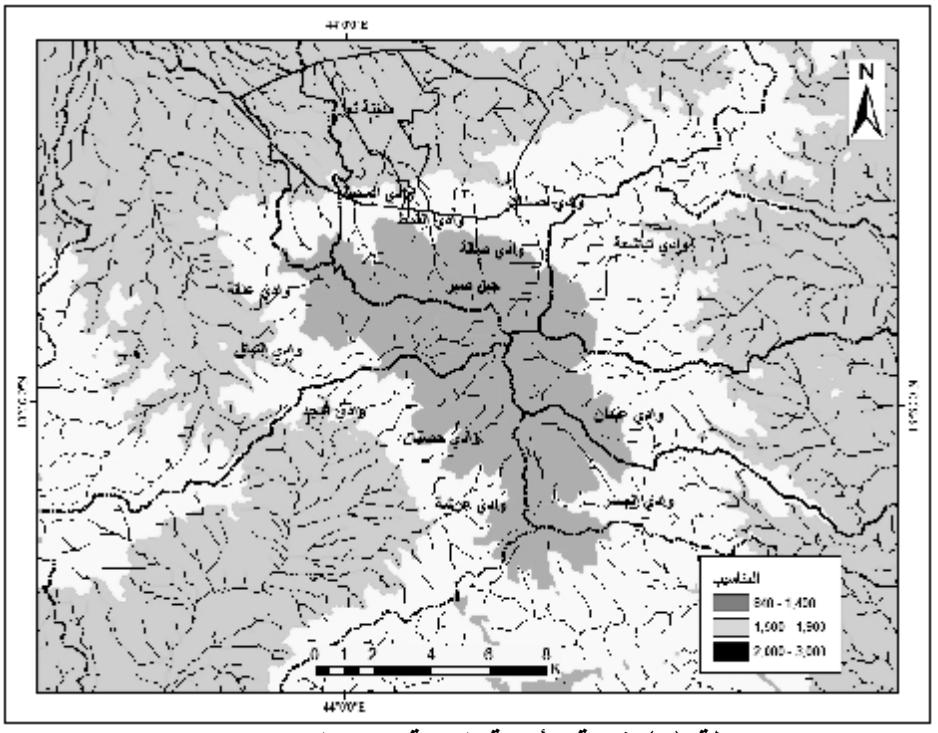
أما عن دوافع دراسة الموضوع- فالي جانب الدافع البحثي والعلمي- فمن بينها ندرة الأبحاث التي تناولت التطرفات المطرية بمنطقة البحث في بحث مستقل – في حدود علم الباحث المحدود، إلي جانب رغبته المساهمة ولو بقدر ضئيل في حل أزمة ندرة المياه بالمنطقة، من خلال إمكانية الاستفادة الكاملة من فترات التطرفات المطرية القصوى (الفترات السمان) لصالح الفترات الجافة (العجاف)، فضلا عن أهمية مثل هذه الأبحاث في التحذير من الأخطار المرتبطة بموضوعها للتمكن من تلافيها.

وبالنسبة لمبررات اختيار جبل صبر ليصبح مجالا جغرافيا للبحث، فلكونه من أكثر مناطق اليمن مطرا فضلا عن كونه منبعا لمعظم الأودية الرئيسية التي تغذي المناطق المحيطة وتؤثر فيها. ومن هذه الأودية:خريطة (٢)

- **الأودية الغربية:-وهي تعتبر أهم الروافد لوادي الضباب وهي وادي عتبة ووادي النباق.**
- **الأودية الجنوبية الغربية:-وتشكل بدورها الروافد الرئيسية لوادي بني خولان وهي وادي عرض ووادي حصبان ووادي النجد.**
- **الأودية الشمالية[1]:- وهي التي تنحدر باتجاه تعز وأهمها وادي صالة، كلابة، ووادي حسنات، وادي المحبة، ووادي القمط،**

[1] تعتبر هذه المجموعة من الأودية من أهم الأودية التي تتبع روافدها من جبل صبر، لكونها تترك آثارا ملموسة علي كافة جوانب الأنشطة بمدينة تعز التي تقع إلي الشمال منه ولهذا أولت الحكومة اليمنية- من خلال المساعدات الخارجية- اهتماما كبيرا بهذه الأودية من خلال التفكير في التحكم في الجريان السطحي بها بغرض حماية المدينة من الفيضانات وذلك بتنفيذ مشروع (التطوير البلدي وحماية تعز من الفيضانات)، الذي تم انجاز مرحلتين منه حتى الان(٢٠١٢م) وسيتم تنفيذ المرحلة الثالثة منه فى وقت لاحق، وان كان هناك بعض

وتلتقي هذه الأودية مع وادي الحوبان لتصب في الحوجلة ومن ثم سد العامرة.[1].



خريطة (٢) شبكة الأودية النابعة من جبل صبر

- **الأودية الجنوبية الشرقية:–ويعتبر وادي ورزان أكبرها وتصب فيه العديد من الأودية الفرعية المنحدرة من جبل صبر ومنها وادي عبدان ووادي الجسر.**

التحفظات علي المشروع، سواء من ناحية طريقة التنفيذ او من ناحية أولويـــة الاهتمام بمنطقة منابع هذه الأودية المتمثلة في منطقة جبل صبر.(الباحث).

1 انشأ سد العامرة في منطقة عصيفرة في عام ١٩٩٦ وهو عبارة عـــن حـــاجز مشيد من الأحجار التي تنتهي عنده السيول المنحدرة من خلال القنـــوات التـــي أعدها مشروع حماية تعز من كوارث السيول والتـــي تنقـــل ميـــاه الأمطـــار المنحدرة من جبل صبر راجع (عبد القوي سيف، نظير بـــشير، ٢٠٠٢) وقـــد تمت صيانته عام ٢٠٠٥ مما ساعد علي إعادة تأهيله كجزء من نظام السيطرة علي السيول بالمنطقة.، (عصام السالم، ٢٠٠٩)

و يبلغ مجموع أطوال هذه الأودية عموما (٤١٢ كم)، وإجمالي مساحتها نحو (١٠٢٤ كم٢) والتي تمثل نسبة (١٧,٩) من إجمالي مساحة حوض تعز البالغة تقريبا (٥٧٣٣ كم٢).

٣- الدراسات السابقة:

لم يحظ موضوع التطرفات المطرية القصوى بشكل خاص، والتطرفات المناخية بشكل عام[1] باهتمام كبير من الجغرافيين، علي الرغم من إشارتهم إلي أهميتها من ناحية والتعرض لبعض من جوانبها من ناحية أخري.(بدر الدين يوسف محمد احمد، ١٩٩٣، ص ٧٥).

و من بين الدراسات التي تطرقت لفكرة البحث أو تناولت احد جوانبه في أبحاثها ما يلي:

- **دراسة: بدر الدين يوسف (٢٠٠٦م) وكانت عن: تطرف العناصر المناخية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة من (١٩٦٦-٢٠٠٠). وقد اهتمت هذه الدراسة بتطرفات عناصر الحرارة والأمطار والعواصف الرعدية والضباب والمنخفضات الجوية والرياح والعواصف الرملية- بالمملكة، وتأثير هذه التطرفات علي بعض الأنشطة البشرية بها، وقد اعتمدت الدراسة علي (٢٨محطة مناخية). وتعتبر هذه الدراسة- في حدود علم الباحث- بمثابة الدراسة العربية الرائدة في هذا الموضوع.**
- **دراسة Cebulak,E.,: وآخرين (٢٠٠٠م) وعنوانها: أحداث التطرفات المطرية في غرب منطقة Carpathians- الواقعة بين بولندا وسلوفاكيا. وقد اعتمد هذا البحث علي عدد ضخم من المحطات المطرية (١٢٠٠محطة) والتي يعمل البعض منها منذ ١٩٤٩م دون انقطاع، وقد حدد الباحث وزملاؤه اليوم المتطرف مطريا بأنه ذلك اليوم الذي تستقبل خلاله أجهزة المطر ما يساوي أو يزيد عن ١٠٠ مم.وحاول هؤلاء الباحثين تفسير حدوث هذه**

[1] وقد يعزى ذلك الى أن اهتمامات علم المناخ فى البدء كانت منصبة فقط على المتوسطات والمعدلات للظواهر الجوية فى منطقة ما، مع إهماله للقيم المتطرفة، وقد بدا الاهتمام بهذه الموضوعات بفضل جهود كل من العالمين كونارد Konard(١٩٣٦) و وردWard(١٩١٨) حيث أشارا الى ضرورة ذلك فى الدراسات المناخية. راجع (شاهر جمال اغا، ١٩٧٨، ص ١٦)

التطرفات المطرية من خلال ربطها بالأوضاع السينوبتكية المسيطرة علي المنطقة.

- دراسة: Ramesh ,K.V.,(2008)٪Goswami,P. وتناولت تحليل تحديات وإدارة مخاطر التطرفات المطرية القصوى في الهند. ومما أشارت إليه هذه الدراسة أن اليوم يعتبر متطرف مطريا أذا ما بلغت أمطاره علي الأقل ٢٥٠ مم أو ما يزيد عن ذلك.
- دراسة: (Rory Walsh ,1999) وتعرضت لأحداث الطقس المتطرفة، مع التركيز علي الأعاصير المدارية.

ويبدو من عرض الدراسات السابقة أنها قد تعرضت لفكرة الموضوع أو جانب من جوانبه في مناطق مختلفة من العالم.

أما فيما يتعلق بالدراسات التي اتخذت من منطقة البحث مجالا جغرافيا لها فضلا عن تناولها لعنصر الأمطار بالمنطقة بصفة عامة، فمن بينها دراسة (محمد احمد ٢٠٠٩) وعنوانها: المدرجات الزراعية في جبل صبر.، وكذلك دراسة (تهاني عباس عقلان ٢٠١٠)وكانت عن: الإمكانيات الجغرافية لحصاد مياه الأمطار في جبل صبر وكلاهما تحدث عن الأمطار بالمنطقة بشكل موجز وتحديدا عن معدل الكمية وفصلية السقوط.

و يعزي الإقبال المتواضع علي دراسة التطرفات المناخية بصفة عامة– بما فيها التطرفات المطرية– إلي عدد من الأسباب من بينها؛ندرة الاتفاق وصعوبتها علي تعريفات محددة لهذه التطرفات، فضلا علي أن غالبية التطرفات المناخية موضعية في حدوثها وتأثيرها ومتغيرة في حجمها وحدتها وتكرارها، إلي جانب صعوبة توقع أماكن ومواعيد حدوثها، وان تأثيرها لا يتوقف فقط علي خصائص هذه التطرفات– رغم أهميتها– أنما علي عوامل بشرية عديدة منها؛نمط استخدام الأرض، ومستوي دخل الأفراد وتنظيمهم، وطبيعة المجتمع، ومدي دقة التنبؤ بمواعيد حدوث هذه التطرقات والتحذير منها، ونظم إخلاء المناطق المضارة evacuation systems كل ذلك يزيد من صعوبة تحليل التطرفات ومن ثم صعوبة بحثها.

٣– أهداف البحث:

يهدف البحث إلي تحقيق عدة جوانب يمكن سردها فيما ما يلي:

- تحديد مفهوم التطرفات المطرية واهم أنماطها وسماتها ومنهجية تحديدها بمنطقة البحث.

- التعرف علي التطرفات المطرية القصوى خلال مختلف المستويات الزمنية (سنوية- فصلية – شهرية – يومية).مع توضيح السمات الكمية لهذه التطرفات بالمنطقة.
- الكشف عن طبيعة تركز التطرفات المطرية القصوى بالمنطقة، ومدي غزارتها بها.
- التعرف علي فاعلية التطرفات المطرية القصوى واهم نتائجها بالمنطقة.
- عرض أهم صور تكيف منطقة البحث مع هذه التطرفات المطرية القصوى.
- وضع آلية يمكن من خلالها الاستفادة القصوى من التطرفات المطرية القصوى بالمنطقة أو علي الأقل كيفية مواجهتها.
- توفير اكبر قدر من المعلومات عن التطرفات المطرية القصوى لاستخدامها كقاعدة معلوماتية عند التخطيط للتنمية المستدامة بمنطقة البحث.

٤- بيانات البحث وطريقة المعالجة:

اعتمد البحث علي البيانات المطرية اليومية لمحطة لمعقاب والتي تقع في عزلة المعقاب ضمن مديرية صبر الموادم بمنطقة البحث، والتي بدأ تشغيلها منذ ١٩٩٧ ومازالت تعمل حتى الآن، وهي تتبع الهيئة العامة للموارد المائية (NOWRA).وعن لموقع الفلكي للمحطة فهي تقع علي دائرة عرض(٣١ ١٣ °) شمالا، وخط طول(٠٢ °44) شرقا، ويبلغ منسوبها فوق مستوي سطح البحر نحو(٢٦٠٠م).وهي محطة آلية التشغيل.

وبالنسبة لمعالجة البيانات وتحليلها فقد سارت على النحو التالي:

٤-١- إدخال البيانات المطرية والحرارية إلي الحاسب الآلي وتحديدا علي برنامج الإكسيلEXCEL.

٤-٢- تحديد كمية المطر المطلقة بالمنطقة سواء علي مستوي السنوات او الشهور او الأيام من خلال خاصية Sort ببرنامج الإكسيل.

٤-٣- تحديد طبيعة التطرفات المطرية المطلقة بالنسبة لمعدلها، من خلال المعادلة التالية:

طبيعة التطرفات المطرية المطلقة =١٠٠- المعدل / اكبر قيمة مطرية سجلت *١٠٠).

ويمكن التعرف علي طبيعة مدي التطرفات المطرية بالنسبة للمعدل (بمعني هل التطرفات المطرية المطلقة قريبة من المعدل ام بعيدة عنه ؟) من خلال ناتج المعادلة، حيث تشير القيمة ١٠٠ إلي وضوح التطرفات بينما يقل وضوحها باقتراب ناتج هذه المعادلة من القيمة صفر.ويمكن تطبيق هذه المعادلة سواء علي المستوي السنوي أو الشهري أو اليومي للأمطار.

٤-٤-حساب تركز التطرفات المطرية المطلقة؛ لأهميتها بالنسبة لتحديد جدواها وقوة تأثيرها– من خلال المعادلة التالية:

= مجموع كمية الأمطار (مم)/ عدد الساعات الممطرة (أو عدد الأيام الممطرة).

٤-٥ – تحديد فاعلية التطرفات المطرية القصوى من خلال معادلتي ديمارتون De Martonne التاليتين:

المعادلة الاولي:ف =م/ح+١٠ وتستخدم لتحديد فاعلية الأمطار السنوية،

والثانية:ف= ١٢م/ح+١٠ لتحديد الفاعلية علي المستوي الشهري

وعن المتغيرات المستخدمة بالمعادلتين فهما عنصري الأمطار (مم) ويرمز لها بحرف (م) ودرجة الحرارة بالدرجة المئوية ويرمز لها بحرف (ح).وفي ضوء ناتج اي من هاتين المعادلتين يمكن تحديد فاعلية المطر بالمنطقة.[1]

٤-6 حساب الموازنة المائية القصوي للمنطقة بالاعتماد علي معادلتي خوسلا (Khosla) وخروفه(علي العنانزة، ١٩٩٦، ص ١٦٢) وتأخذ معادلة خوسلا الصيغة التالية: LM=TM-32/9,5

حيث أن: LM **تمثل مقدار الفاقد من المياه عبر التبخر والنتح المحتمل بالبوصة.[2]**

و TM **المعدل الشهري لدرجة الحرارة بالنظام الفهرنهيتي.**

أما بالنسبة لمعادلة خرفه فهي تأخذ الصيغة التالية:

---

1 إذا كان ناتج اي من المعادلتين اقل من ٣٠ كانت المنطقة ذات فاعليـــة مطريـــة قليلة (جافة) والعكس صحيح.

2 تم تحويل القيم المطرية من ملليمترات الى سنتمترات وبوصات وكذلك الحـــرارة من النظام مئوي الي الفهرنهيتي سواء لتطبيق المعادلتين او لحساب الموازنـــة المائية.(الباحث).

Et =P/3(c)1.31

حيث ان Et تمثل مقدار التبخر والنتح المحتمل (بالسم).

P النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الشهري بالنسبة للسنة.

C المعدل الشهري لدرجة الحرارة بالنظام المئوي.

وما أن فرغ الباحث من التحليل الكمي، حتى قام برسم ا أشكاله، وأخيرا كتابته بصورته الحالية.

أولا: التطرفات المطرية: المفهوم والسمات والأنماط

يتعرض هذا المبحث لأنماط التطرفات المطرية، وقبل الخوض في ذلك؛ ارتأت الدراسة أن تعرض لمفهوم التطرفات المناخية وأنواعها حيث أن الأول (التطرفات المطرية) جزء من الثاني (التطرفات المناخية). أما فيما يتعلق بمفهوم التطرفات المناخية EXTREMES OF CLIMATE فهو مصطلح يشير إلي القيم القصوى والدنيا التي يتم تسجيلها سواء علي مستوي اليوم أو الشهر أو الموسم او السنة او خلال فترة الرصد بشكل مطلق لأي من عناصر المناخ فى منطقة ما (JOHN WHITTOW,1984,P.184). وبالطبع تحدث التطرفات المناخية في كل بقعة من بقاع العالم ولكن بمفهوم نسبي إلي حد ما، والمتفق عليه أن لكل عنصر مناخي – بما فيها المطر– تطرفات مطلقة سجلت علي مستوي العالم ملحق (١).

وبالنسبة لمفهوم التطرفات المطرية فالمقصود بها أنها تلك القيم المطرية العظمي والصغرى التي سجلت بمنطقة ما سواء علي مستوي اليوم أو الشهر أو الفصل أو سنوات الرصد، ونظرا لثبات التطرفات المطرية الدنياوالتى تشير الى عدم سقوط المطر تماما فهي لا تحظ باهتمام كبير؛ علي العكس من التطرفات المطرية القصوى.

وفيما يتعلق بالتطرفات المطرية القصوى، فينبغي ان نشير الي أنها تضم نمطين الأول: وهو التطرفات المطرية القصوى المطلقة و يقصد بها تلك القيم المطرية التي تسجل كأعلى قيمة خلال فترة الرصد بمختلف مراحلها وهذا ما سيركز عليه البحث الحالي، أما فيما يتعلق بالنمط الثاني من التطرفات المطرية القصوى فهو التطرفات المطرية القصوى العادية؛ وهي بدورها تمثل قيم مطرية كبيرة بالنسبة إلي معدلها.

وعن منهجية تحديد القيم المطرية القصوى المطلقة في مكان ما فهذا أمر لا يحتاج الي توضيح، أما فيما يتعلق بوضع قيمة (عتبة) محددة للتطرفات المطرية العادية فهذا يتوقف علي اعتبارات عديدة منها طبيعة مناخ المنطقة لاسيما سمات الأمطار بها من حيث الكمية، والفاعلية حيث أن ما يمكن اعتباره تطرف مطري في إقليم ما قد لا يكون كذلك في إقليم آخر؛ ولهذا تختلف الأبحاث حول تحديد اليوم المتطرف مطريا ففي الهند مثلا فان اليوم المتطرف مطريا هو ما تساوي أمطاره أو تزيد عن (٢٥٠ مم/ يوم)، (Ramesh ,K.V., (2008٪Goswami,P.)، بينما في وسط أوربا هو ما يساوي أو يزيد عن (١٠٠مم / يوم). (Cebulak,E.,: وآخرون (٢٠٠٠م).

وإجمالا، تتوقف درجات خطورة التطرفات المناخية علي قوة هذه التطرفات وشدتها ومن البديهي أن تكون العلاقة بينهما علاقة طردية موجبة راجع (Walsh,R.1999,P.52).

ثانيا:معدل كمية الأمطار السنوية والفصلية في منطقة البحث:

تنال منطقة جبل صبر– نظرا لموقعها وارتفاع منسوبها– كمية من الأمطار يقدر معدل كميتها السنوية بنحو(٩٠١مم) خلال الفترة من (١٩٩٨–٢٠٠٩م)، وهي بذلك تعتبر جزءا من ضمن احدي الجزر المطرية الثلاث [1] في الأراضي اليمنية.(شاهر جمال اغا، ١٩٨٢، ص ١٧٦).

ويتجلي تأثير الارتفاع علي زيادة الأمطار بمنطقة البحث عند مقارنة تأثيره علي أمطار منطقة المخا – التي لا يتعدي معدل كميتها من الأمطار (٣٥ مم) رغم موقعها علي ساحل البحر الأحمر؛ وذلك لانخفاض منسوبها لأقل من (٤م). وبذلك يمكن أن نقلل من تأثير البعد عن المسطحات المائية في أمطار

[1] تشير خريطة الأمطار في الأراضي اليمنية إلي وجود ثلاث مناطق مطرية رئيسية هي: المنطقة الأولي: وتقع في شمال البلاد وتحديدا إلي الغرب مـــن منطقـــة صعدة ولا تقل أمطارها عن (٤٠٠مم) وقد تزيد لتصل الي (٦٠٠مـــم)، أمـــا المنطقة الثانية: فهي تتمركز في أواسط المرتفعات اليمنية الغربيـــة بمنطقـــة المحويت وتصل بها الأمطار الي (٨٠٠مم)سنويا.وبالنسبة للمنطقـــة الثالثـــة – والتي تنتمي إليها منطقة الدراسة– فهي تقع في الجنوب الغربـــي مـــن الـــيمن وتضم منطقة اب وتعز وسمارة وتتراوح أمطارهـــا مـــابين (٦٠٠مـــم إلـــي ١٥٠٠مم) وهذه الجزيرة تعتبر أغزر بقاع اليمن أمطارا.راجع (شاهر جمال اغا، ١٩٨٢)

المنطقة، بالمقارنة بتأثير الارتفاع عليها.وفي هذا الصدد يري احد الباحثين أن غياب السلاسل الجبلية- في هذه المناطق- يؤدي إلي انخفاض تدريجي في أمطارها (Riehl,1965,P.220).

وفيما يتعلق بالتفاوت المكاني للأمطار السنوية بالمنطقة فهو محدود جدا نظرا لصغر مساحتها(٣٠٧ كم ٢) وان كان ذلك لا ينفي وجود بعض الاختلافات المحلية من مكان لآخر حيث من المتوقع زيادة كمية الأمطار السنوية نسبيا في الجوانب الغربية والجنوبية من المنطقة-بالمقارنة بالمناطق الأخرى منها- بسبب مواجهتها للرياح الممطرة.

أما عن التباينات الزمنية للأمطار فهي واضحة سواء علي المستوي السنوي او الفصلي أو الشهري إذ تتراوح الأمطار سنويا مابين (٧٥٠- ١٠٦٠ مم) جدول (١). وفي ضوء ذلك يمكن تصنيف سنوات الدراسة مطريا إلي:

- سنوات غزيرة جدا (رطبة[1]):وهي التي تزيد أمطارها عن (١٠٠٠مم) وتمثلها سنوات ٢٠٠٠، ١٩٩٨حيث بلغ إجمالي الأمطار في السنة الأولي (١٠٦٢مم) وفي الثانية (١٠٤٢مم).

- سنوات غزيرة (شبه رطبة):وتتراوح أمطارها مابين (٥٠٠مم – ١٠٠٠مم) وتمثلها بقية سنوات فترة الدراسة.

ويتضح مما سبق غلبة السنوات شبه الرطبة بمنطقة البحث وان كانت اقرب إلي السنوات الرطبة في قيمها لاقترابها من الحد الأدنى من السنوات الرطبة وهو(١٠٠٠مم).

وعن التوزيع الفصلي للأمطار؛ فهي تتركز في بعض الفصول من العام دون الأخرى حيث ينال فصل الصيف النصيب الأكبر من معدل كمية الأمطار السنوية (ثلثي الكمية تقريبا)، وعن السبب فهو تحرك الفاصل المداري(Inter Tropical Convergence Zone (I.T.C.Z نحو الشمال وسيطرته علي الأراضي اليمنية بداية من شهر يونيو- الذي يعتبر البداية الحقيقية لموسم الأمطار الصيفية – وما يترتب علي هذا الوضع من جذب

[1] من المتفق عليه بين علماء المناخ أن المناطق الجافة هي التي تنال كمية من الأمطار السنوية اقل من (٢٥٠مم) بينما تتراوح أمطار المناطق شبه الجافة مابين (٢٥٠- ٥٠٠مم) أما المناطق شبه الرطبة فتتراوح أمطارها مابين (٥٠٠- ١٠٠٠مم) بينما = تصبح المنطقة رطبة إذا ما تراوحت أمطارها مابين (١٠٠٠- ٢٠٠٠مم) راجع (حسن سيد احمد أبو العينين، ١٩٩٦، ص ٤٤٦).

وهبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية القادمة من المسطحات المائية نحو مناطق الضغط الجوي المنخفض فوق الصحاري العربية، وتتميز هذه الرياح بحملها لكميات كبيرة من الرطوبة عند اعتراض المرتفعات لها – كما هو الحال في منطقة البحث – فهي تسقط ما بها من أمطار. (عوض إبراهيم الحفيان ٢٠٠٤، ص ١٣٥). ونتيجة لتغير الأوضاع في فصل الشتاء و تحرك الفاصل مابين المداري(I.T.C.Z) صوب الجنوب وسيطرة الضغط الجوي المرتفع فوق قارة أسيا وما يترتب علي ذلك من هبوب رياح شمالية شرقية جافة؛ يسود الجفاف بالمنطقة لطبيعة مصدر هذه الرياح التي تهب من اليابس. وهذا ما يوضحه كل من الجدول (١) والشكل (١) ومنهما يتضح:

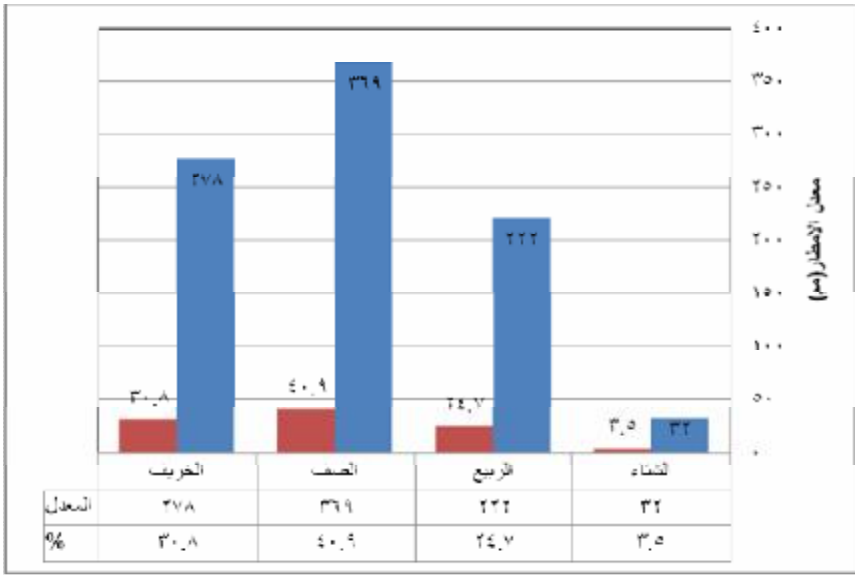
- أن فصل الصيف تتراوح كمية أمطاره مابين (٤٦٧مم الى (٢٥٢مم) وهو بدوره يستأثر بنحو (٤١٪) من المعدل السنوي للأمطار بالمنطقة ولا يقل نصيبه خلال أي من أعوام الدراسة عن (٢٤ ٪) من أمطارها، كما في عام (٢٠٠٠م)وتزداد هذه النسبة أحيانا لتصل الي (٥٥ ٪) من إجمالي الأمطار كما هو الحال فى عام (٢٠٠٢م).
- يأتي فصلي الخريف والربيع بعد فصل الصيف من حيث نصيبهما من المعدل السنوي للأمطار بمنطقة الدراسة بنسبة (٣١٪) للخريف، (٢٥٪) للربيع.اذ تتراوح كمية أمطار الخريف مابين (٤٩٤ ممم) و (٩٤ مم) بينما تتراوح أمطار الربيع مابين (٣١٩مم) و (٤ مم)

جدول (١) المعدل السنوي والفصلي للأمطار بمنطقة البحث (١٩٩٨- ٢٠٠٩ م)

العام	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		المجموع السنوي
	م. كمية المطر(مم)	٪ من الأمطار السنوية	م.كمية المطر(مم)	٪ من الأمطار السنوية	م.كمية المطر(مم)	٪ من الأمطار السنوية	م.كمية المطر(مم)	٪ من الأمطار السنوية	
١٩٩٨	١٢٨,٥	١٢,٣	٢٤٨	٢٣,٨	٤٢٥	٤٠,٨	٢٤١	٣٢,١	١٠٤٢,٥
١٩٩٩	٠,٥	٠,١	٢١٢,٥	٢٤,٦	٣٠٧,٥	٣٥,٦	٣٤٣,٥	٣٩,٨	٨٦٤
٢٠٠٠	١,٥	٠,١	٣١٥	٢٩,٧	٢٥١,٥	٢٣,٧	٤٩٤	٤٦,٥	١٠٦٢
٢٠٠١	١٦	١,٦	٣١٩	٣٢	٣٢٨,١	٣٢,٩	٣٣٣	٣٣,٥	٩٩٦,٥
٢٠٠٢	٤٨,٥	٥,٥	٢٢١	٢٤,٩	٤٩١	٥٥,٤	١٢٦,٥	١٤,٣	٨٨٧
٢٠٠٣	٥٧	٧,٦	٧٨	١٠,٣	٤٠٤,٥	٥٣,٦	٢١٤,٥	٢٨,٤	٧٥٤
٢٠٠٤	٠	٠	١٨٦,٣	٢٢	٣٥٦,٥	٤٢,١	٣٠٤,٥	٣٥,٩	٨٤٧,٣
٢٠٠٥	٦٩,٥	٧,٤	٣٣٢	٣٥,٢	٢٩٧,٥	٣١,٥	٢٤٤,٥	٢٥,٩	٩٤٣,٥
٢٠٠٦	٣	٠,٣	٢٣٩,٥	٢٥,٧	٤٢٨	٤٥,٩	٢٦٢	٢٨,١	٩٣٢,٥
٢٠٠٧	٢٤,٥	٣,٥	٢٩٠,٥	٤١,١	٢٩٩	٤٢,٣	٩٣,٥	١٣,٢	٧٠٧,٥
٢٠٠٨	–[1]	–	–	–	–	-	–	–	–
٢٠٠٩	٢,٥	٠,٣	٤	٠,٥	٤٦٦,٥	٥٣,٧	٣٩٦,٥	٤٥,٦	٨٦٩,٥
المعدل	٣٢	٣,٥	٢٢٢	٢٤,٧	٣٦٩	٤٠,٩	٢٧٨	٣٠,٨	٩٠١

المصدر:الجدول من حساب الباحث بالاعتماد علي الملحق(٣)

[1] تشير العلامة (–) الواردة في هذا الجدول وبقية جداول البحث إلي عدم توفر بيانات.



شكل (١) التوزيع الفصلي للأمطار(مم) بمنطقة البحث للفترة من ١٩٩٨– ٢٠٠٩م

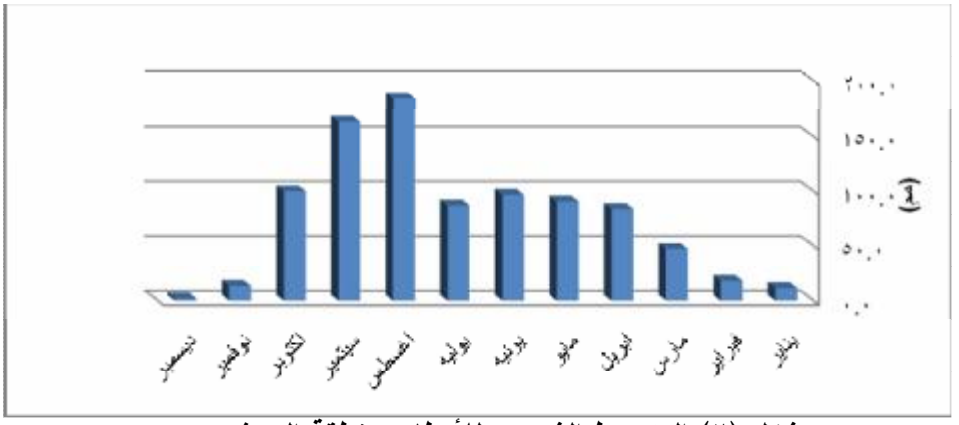
- **يعتبر فصل الشتاء من اقل الفصول التي تشهد أمطارا بمنطقة الدراسة حيث لا تزيد كمية أمطاره فى اى سنة من سنوات الدراسة بالمنطقة عن(١٢٨مم) وهو بذلك لا يتعدي نصيبه من المعدل السنوي للأمطار نحو (٣,٥٪).**

ويتضح مما سبق أن التباينات الفصلية للأمطار بالمنطقة تتسم بالوضوح وتلك سمة تتميز بها المناطق المدارية

واعتمادا علي بيانات الملحق (٢) والشكل (٢)، اللذين يوضحان الأمطار الشهرية بالمنطقة؛ يمكن الإشارة إلي الآتي:

- **أن الشهور الممطرة بالمنطقة– الشهور التي تزيد نسبة أمطارها عن (١٠ ٪) من المعدلات السنوية للأمطار–.(مهدي أمين التوم، ١٩٧٤، ص ٦٤) غالبا ما تكون هى شهور مايو ويونيه أغسطس وسبتمبر و أكتوبر؛ ويبلغ المعدل الشهري بها علي الترتيب (٩٠، ٩٧، ١٨٥، ١٦٤، ١٠٠مم) بنسبة (١٠، ١١، ٢٠,٥، ١٨، ١١ ٪) من معدل كمية المطر السنوي بالمنطقة علي الترتيب.راجع بيانات الملحق (٢). بينما لا يتعدي معدل أمطار شهري ديسمبر**

ويناير (٢,٢، ١٣ مم) علي الترتيب، و أن نسبة اي منهم لا تزيد عن (٥٪) من المعدل السنوي للأمطار بالمنطقة، وهما بذلك يعدا ن شهرا الجفاف بالمنطقة



شكل (٢) المتوسط الشهري للأمطار بمنطقة البحث

ثالثا: التطرفات المطرية القصوى:

١- التطرفات المطرية السنوية القصوي:

يشير تحليل بيانات الجدول (١) الذي يوضح المعدل السنوي لكمية الأمطار بمنطقة البحث خلال فترة الرصد من (١٩٩٨- ٢٠٠٩ م) الي أن أقصي تطرف مطري مطلق سجل خلال هذه الفترة بلغ نحو (١٠٦٢ مم) عام (٢٠٠٠م). وهذه القيمة تعتبر صغيرة جدا بمقارنتها بالتطرفات المطرية السنوية المطلقة التي سجلت علي مستوي العالم – راجع الملحق(١).

وللتعرف علي طبيعة التطرفات السنوية المطلقة للأمطار بالمنطقة عن معدلها العام والذي يبلغ (٩٠١مم)، فقد تم تطبيق معادلة وضوح التطرف المطري القصوي، وبلغت النتيجة تقريبا (١٥ ٪) مما يعني أن قيمة التطرفات ليست كبيرة جدا بالنسبة للمعدل السنوي للأمطار بالمنطقة وفي هذا إشارة الي تجانس نسبي لمجموع الأمطار السنوية بالمنطقة وعدم التفاوت الشديد فيما بينها، ومما يؤكد تلك النتيجة ويدعمها بقوة؛ أن القيمة

التالية لقيمة التطرف المطري السنوي المطلق بالمنطقة بلغت نحو (١٠٤٢,٥مم) وذلك فى عام(١٩٩٨م)– أي بفارق ضئيل لا يزيد عن (١٩,٥ مم) تقريبا عن قيمة التطرف المطرية بالمنطقة والبالغة (١٠٦٢مم)كما سبق الذكر.

وعلي الرغم من تميز المناطق المدارية بشكل عام – التي تنتمي إليها منطقة البحث– بارتفاع معامل الاختلاف المطري بها حيث يتراوح أحيانا ما بين (٤٠ ٪– ١٠٠ ٪) (UNESCO 1977) إلا انه لا يتعدي بالمنطقة (١٣ ٪) وهذا ما يؤكد مرة أخري أن التطرفات المطرية السنوية المطلقة بها غير واضحة.

٢– التطرفات المطرية الفصلية المطلقة:

يتبين من الجدول (٢) والشكل (٣) أن التطرفات المطرية الفصلية بالمنطقة تختلف من فصل لآخر حيث تكون أكثر ارتفاعا خلال فصلى الصيف والخريف، وتقل في فصلي الربيع والشتاء – وان كانت تلك القاعدة لها بعض الاستثناءات.

جدول (٢) السمات الإحصائية للتطرفات المطرية الفصلية بمنطقة البحث(١٩٩٨–٢٠٠٩م)

الفصل	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
تطرفات المطر المطلقة(مم)	١٢٨,٥	٣٣٢	٤٩١	٤٩٤
سنة التسجيل	١٩٩٨	٢٠٠٢	٢٠٠٥	٢٠٠٠
معدل الأمطار(مم)	٣٢	٢٢٢,٣	٣٦٨,٦	٢٧٧,٦
معامل الاختلاف (٪)	١٢٧	٤٦,٢	٢١,٣	٤١,٥
طبيعة التطرف المطري(٪)	٧٥	٣٣	٢٥	٤٤

الجدول من حساب الباحث: اعتمادا على بيانات الجدول (١).

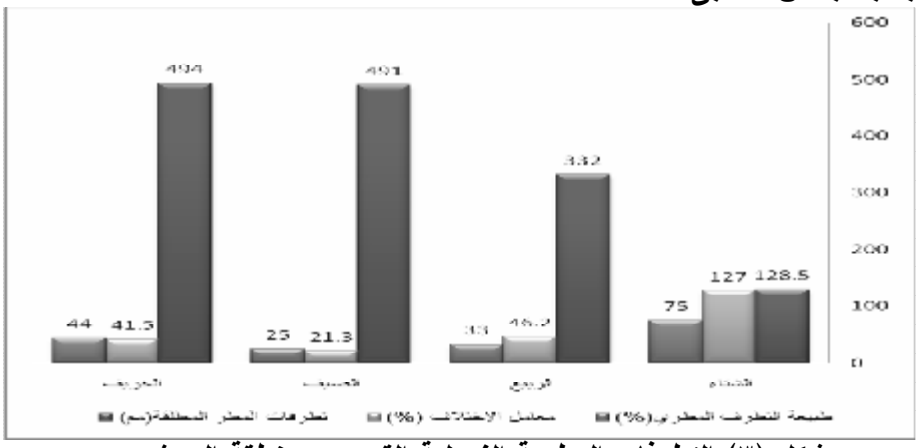
بلغت التطرفات المطرية الشتوية المطلقة بالمنطقة (١٢٨,٥ مم)وسجلت في عام (١٩٩٨ م)، وهي تعد تطرفا كبيرا بالنسبة للأمطار خلال هذا الفصل التي يبلغ معدلها نحو (٣٢مم) تقريبا – أربعة أضعاف المعدل الفصلي. وقد أظهرت نتائج تطبيق معيار طبيعة التطرف المطري خلال هذا الفصل ان قيمة التطرف كبيرة نسبيا مقارنة بالنسبة للمعدل الفصلي حيث بلغت نحو (٧٥ ٪).وان معامل الاختلاف وصل الي (١٢٧٪). ويعزي هذا الأمر إلي ان الأمطار خلال هذا الفصل نادرة وقليلة – كما سبق الذكر– وان كان أحيانا يتلقي كميات كبيرة من الأمطار علي فترات زمنية متباعدة وذلك في حالة تأثر المنطقة ببعض حالات عدم الاستقرار الجوى. كما حدث خلال عام ١٩٩٨م.

أما فيما يتعلق بالتطرفات المطرية الصيفية المطلقة فقد وصلت إلى (٤٩١مم) وكان ذلك في عام (٢٠٠٢م) وعلي الرغم من ازدياد قيمتها – مقارنة بتطرفات فصل الشتاء– إلا إنها لا تزيد كثيرا عن معدل كمية الأمطار خلال هذا الفصل، والذي تبلغ قيمته (٣٧٠ مم) ولهذا لا تسجل تطرفات هذا الفصل معامل اختلاف كبير عن قيمه الأخرى حيث لا تتعدي (٢٢) ناهيك عن ان قيمة التطرف المطري لهذا الفصل تبلغ (٢٥ ٪) وفى هذا إشارة الي تجانس القيم المطرية أثناء فصل الصيف خلال مختلف سنوات الرصد بمنطقة البحث.

وبالنسبة للتطرفات المطرية القصوى خلال الاعتداليين، فكما يوضحها الجدول (٣) فهي تبلغ (٣٣٢مم) بالنسبة للربيع وقد سجلت في عام ٢٠٠٢م، (٤٩٤مم) في الخريف وسجلت في عام ٢٠٠٠م. ويلاحظ أن تطرفات فصل الخريف هي اكبر القيم التي سجلت علي مستوي الفصول بالمنطقة وان كانت تقترب منها جدا قيمة فصل الصيف، بينما تحتل قيمة فصل الربيع الترتيب الثالث.

وعلي الرغم من ارتفاع قيمة التطرف المطري خلال فصل الخريف بالمنطقة إلا أن ناتج تطبيق معيار التطرف المطري بها خلا ل هذا الفصل بلغ (٤٤٪)، مما يشير وبوضوح إلي تطرف هذه القيمة عن المعدل خلال

هذا الفصل، بالمقارنة بقيمة خلال الصيف (٢٥٪) التى تتسم كميات الأمطار به بالتجانس النسبى.



شكل (٣) التطرفات المطرية الفصلية القصوى بمنطقة البحث

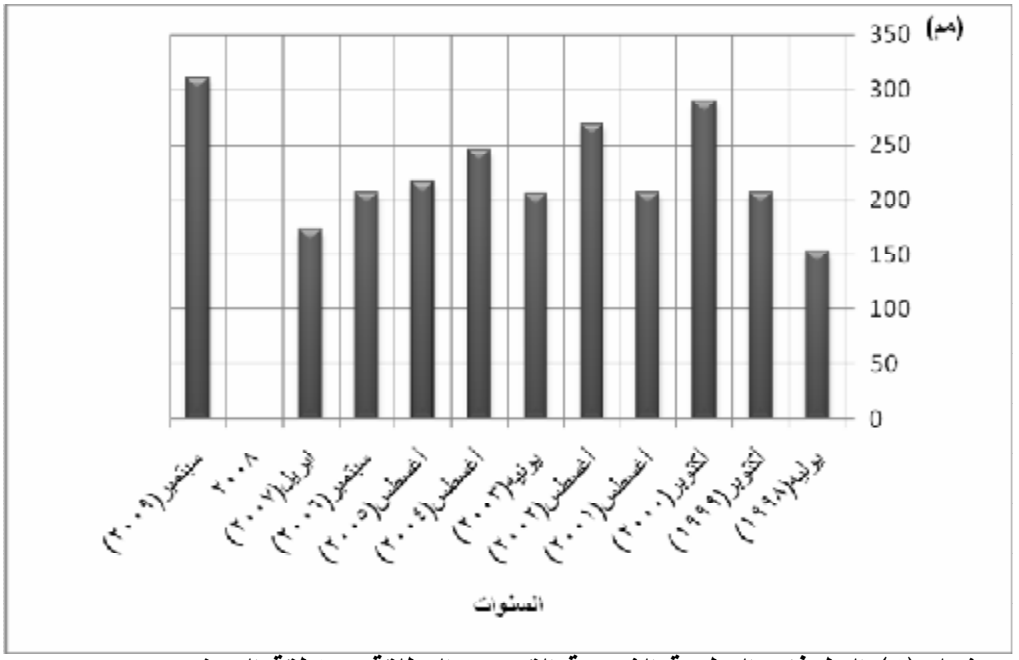
٣– التطرفات المطرية الشهرية القصوى:

يختلف التوزيع الزمني للتطرفات المطرية القصوى الشهرية من عام لآخر، سواء من حيث كمية المطر او من حيث ميعاد تسجيلها، فأحيانا ما تصل كمية المطر القصوى لبعض الشهور إلي (٣١١ مم) في سنة ما وأحيانا لا تتعدي (١٤٢ مم) في سنوات أخري، وقد تسجل هذه الكميات في احد الشهور فى سنة ما او في غيره من الشهور فى سنة أخرى.جدول (٣) شكل (٤).

جدول (٣) التطرفات المطرية الشهرية القصوى بمنطقة البحث (١٩٩٨-٢٠٠٩م)

العام	ميعاد التطرفات المطرية الشهرية القصوى ومقدارها ومعدلها			معامل الاختلاف(٪)	طبيعة التطرف (٪)
	الميعاد	مقدار التطرفات(مم)	المعدل(مم)		
١٩٩٨	يوليه	١٥٣,٥	٨٧,٤	٦١,٥	٦٠
١٩٩٩	أكتوبر	٢٠٧	١٠٠,١	٩٢,٢	٥٢
٢٠٠٠	أكتوبر	٢٨٩,٥	١٠٠,١	٩٢,٢	٦٥
٢٠٠١	أغسطس	٢٠٦,٨	١٨٤,٥	٢٨,٣	١١
٢٠٠٢	أغسطس	٢٦٨,٦	١٨٤,٥	٢٨,٣	٣١
٢٠٠٣	يونيه	٢٠٥,٥	٩٦,٨	٥٠,٨	٥٣
٢٠٠٤	أغسطس	٢٤٥,٥	١٨٤,٥	٢٨,٣	٢٥
٢٠٠٥	أغسطس	٢١٦,٥	١٨٤,٥	٢٨,٣	١٥
٢٠٠٦	سبتمبر	٢٠٧	١٦٤	٤٢,٣	٢١
٢٠٠٧	ابريل	١٧٣	٨٤,٣	٧٢	٥١
٢٠٠٩	سبتمبر	٣١٠,٥	١٦٤	٤٢,٣	٤٧

الجدول من إعداد الباحث.



شكل (٤) التطرفات المطرية الشهرية القصوى المطلقة بمنطقة البحث (١٩٩٨– ٢٠٠٩)

يتضح من خلال بيانات الجدول (٣) والشكل (٤)ما يلي:

- **أن التطرفات المطرية الشهرية القصوى بمنطقة البحث لا تقل عن (١٧٣ مم) وهذا ما حدث خلال شهر ابريل من عام (٢٠٠٧ م) بينما بلغ أقصي تطرف مطري شهري حوالي(٣١١ مم) وكان من نصيب شهر سبتمبر خلال عام (٢٠٠٩م) وعلي الرغم من ذلك فهي تعتبر تطرفات شهرية محدودة مقارنة بالتطرفات المطرية القصوى الشهرية علي مستوي العالم.راجع الملحق (١) إلا إنها في الوقت نفسه تفوق قليلا التطرفات المطرية الشهرية التي سجلت بمنطقة الخليج العربي والتي بلغت (١٨٠مم) وذلك في الكويت خلال شهر ديسمبر من عام ١٩٥٦، (١٢٥مم) بالشارقة في ابريل من عام ١٩٥٧ م.(عبد الملك علي إبراهيم الكليب، ١٩٩٠، ص ٨٠).**
- **تتركز غالبية التطرفات المطرية الشهرية القصوى بالمنطقة في شهر أغسطس (سجلت به أربعة تطرفات) يليه شهري أكتوبر سبتمبر وسجل بكل منهما علي حدة تطرفان، ثم شهور ابريل ويونيه ويوليه**

وسجل بكل منها تطرف مطري واحد. أي أن التطرفات الشهرية لا ترتبط بشهر معين وان كانت تتركز وتتضح في بعض الشهور.

- لم تسجل بمنطقة البحث أية تطرفات مطرية قصوى خلال شهور الشتاء. وهذا أمر متوقع لكونه يمثل الفصل غير الممطر بالمنطقة.

وبهدف التعرف علي طبيعة التطرفات المطرية القصوى الشهرية بالمنطقة مقارنة بالقيم المطرية الأخرى التي تسجلها هذه الشهور، تم حساب معامل الاختلاف، فضلا عن تطبيق معيار طبيعة التطرف المطري، واتضح من خلالهما:

- ارتفاع قيم معامل الاختلاف لبعض التطرفات المطرية القصوى الشهرية عن نظيرتها الأخرى، كما هو الحال في شهور أكتوبر حيث بلغت قيمة المعامل به (٩٢,٢) وفي ابريل (٧٢) ويوليه(٦١,٥) ويونيه(٥٠,٨) بينما تنخفض هذه القيمة في شهور سبتمبر لتصل الي (٤٢,٣) وفي أغسطس(٢٨,٣)، ويعزي ذلك الأمر إلي أن شهري سبتمبر وأغسطس يستقبلا كميات كبيرة من الأمطار تتميز بالتجانس خلال مختلف الأعوام علي العكس من الشهور الأخرى التي تستقبل أحيانا كميات متفاوتة مابين كميات كبيرة أحيانا و صغيرة أحيانا أخري.
- تتفق نتائج تطبيق معيار طبيعة التطرفات المطرية مع قيم معامل الاختلاف حيث لا تقل عن (٥٠٪) بمنطقة البحث بالنسبة لشهور ابريل (٥١٪) وأكتوبر (٥٢٪، ٦٣ ٪) ويونيه (٥٣٪) ويوليه (٦٥٪) وهي قيم مرتفعة، وتعني تطرف القيم المطرية القصوى لهذه الشهور عن معدلها، بينما تنخفض هذه القيم عن (٥٠ ٪) في شهري سبتمبر (٤٧ ٪) وأغسطس، مما يشير إلي اقتراب قيم تطرفات الشهرين من معدلهما.

ومما ينبغي الإشارة إليه أن كبر أو صغر قيم التطرف المطري القصوى لا علاقة لها بكمية الأمطار، فقد يكون الفرق كبيرا بين القيم المطرية القصوى وبين المعدل رغم صغرهما نسبيا ككمية، وقد يكون الفرق

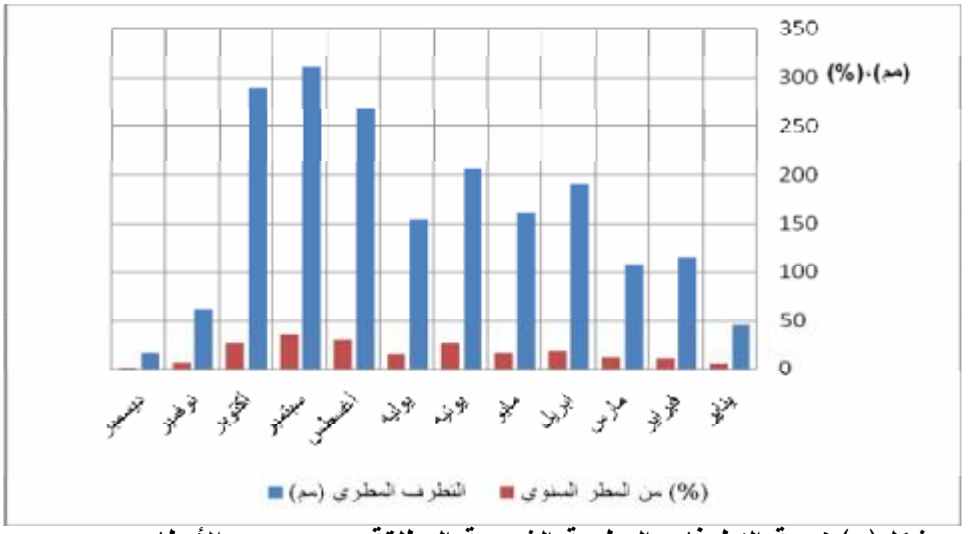
صغيرا بينهما – بين المعدل والقيمة القصوى– علي الرغم من ارتفاع مجموعهما المطري كل علي حده.

وبعد أن تناول البحث التطرفات المطرية الشهرية المطلقة خلال كافة السنوات، سيعرض فى السطور التالية لهذه التطرفات ولكن لكل شهر علي حده؛ بغية التعرف علي أقصي تطرف مطري مطلق سجل في كل شهر من هذه الشهور بمنطقة البحث، خلال فترة الرصد، نظرا لأهمية هذه التطرفات المطرية في جوانب تطبيقية عديدة أهمها الزراعة و التخطيط لشبكة التصريف المطري بالمنطقة ومخرات ومجاري السيول بها جدول(٤)

جدول (٤) التطرفات المطرية الشهرية القصوى لمختلف الشهور بمنطقة البحث(١٩٩٨–٢٠٠٩م).

الشهر	مقدار التطرف المطرى وميعاده		المجموع السنوي للأمطار (مم)	نسبة التطرفات الشهرية من مجموع الامطار السنوية(٪)	معدل تغير القيم المطرية المتطرفة الشهرية عن معدلها (٪)
	(مم)	السنة			
يناير	٤٦	٢٠٠٢	٨٨٦,٩	١٥،٢	٢٥٩,٤
فبراير	١١٤,٥	١٩٩٨	١٠٤٢,٥	١١	٤٧٢,٥
مارس	١٠٧	١٩٩٩	٨٦٤	١٢,٤	١٠٥,٨
ابريل	١٩١	٢٠٠٠	١٠٦٢	١٨	١٠٦
مايو	١٦١,٥	٢٠٠١	٩٩٦,٥	١٦,٢	٦٢,١
يونيه	٢٠٥,٥	٢٠٠٣	٧٥٤	٢٧,٣	١٢٤,١
يوليه	١٥٣,٥	١٩٩٨	١٠٤٢,٥	١٤,٧	٨٢,٧
أغسطس	٢٦٨,٦	٢٠٠٢	٨٨٦,٩	٣٠,٣	٤٦,٦
سبتمبر	٣١٠,٥	٢٠٠٩	٨٦٨,٥	٣٥,٨	١٠٨
أكتوبر	٢٨٩,٥	٢٠٠٠	١٠٦٢	٢٧,٣	١٨١,١
نوفمبر	٦٢	٢٠٠٥	٩٤٣,٥	٦,٦	٣٥٩,٣
ديسمبر	١٦	٢٠٠١	٩٩٦,٥	١,٦	٦٢٧,٣

– الجدول من إعداد وحساب الباحث.



شكل(٥) نسبة التطرفات المطرية الشهرية المطلقة من مجموع الأمطار السنوية فى منطقة البحث

يشير كل من الجدول (٤) والشكل (٥) إلي الآتي:

- وجود تباين ملحوظ في قيم التطرفات المطرية الشهرية المطلقة من شهر لآخر حيث تتراوح ما بين (٣١٠,٥ مم) و(١٦مم) بمدي مطرى قدره (٢٩٤,٥مم) وهي قيمة كبيرة تؤكد فصلية الأمطار بالمنطقة.

- تطرفات شهور الشتاء لا تتعدي(١١٤,٥مم) بل تنخفض لتصل إلي (١٦مم) كما في ديسمبر. بينما لا تقل تطرفات الاعتدالين عن (٦٢مم) وتزداد لتصل إلي (٣١٠,٥مم) كما هو الحال في شهر سبتمبر.أما تطرفات شهور الصيف فهي لا تقل عن (١٥٤مم) وتصل إلي أقصي حد لها في أغسطس (٢٦٩مم).

- اكبر قيمة تطرف مطري شهري مطلقة شهدتها المنطقة كانت في سبتمبر وبمقدار (٣١٠,٥مم) بينما بلغت اقل قيمة تطرف (١٦مم) وكانت في ديسمبر. وهذا ما يتفق مع التوزيع الشهري للأمطار بالمنطقة بشكل عام.

–يزداد معدل تغير التطرفات المطرية الشهرية المطلقة عن معدل الأمطار لكل شهر بشكل كبير في غالبية شهور الشتاء حيث يصل إلي أقصي قيمة له في شهر ديسمبر (٦٢٧ ٪) ثم شهر فبراير (٤٧٢٪) ويناير (٢٥٩٪) وكذلك في بعض شهور الخريف نوفمبر (٣٥٩٪) أكتوبر (١٨١٪)، بينما ينخفض في شهور الصيف والربيع حيث لا يتعدي (١٠٩٪) بل ينخفض ليصل إلي (٤٦,٦٪) كما في شهر أغسطس.ويعزي ذلك لتقارب قيم التطرفات من المعدلات في شهور الصيف والربيع، والعكس صحيح بالنسبة لشهور الشتاء والخريف لكونها أحيانا تشهد رخات مطرية كبيرة مما يترتب عليها زيادة الفجوة بين التطرفات والمعدلات بها.

٤–التطرفات المطرية اليومية القصوى:

تعتبر دراسة التطرفات المطرية اليومية القصوى أكثر أهمية من التطرفات السنوية والفصلية والشهرية ويعزي ذلك الأمر إلي تركزها في فترة زمنية اقل، ومن ثم وضوح تأثيرها علي مختلف الجوانب الطبيعية والأنشطة البشرية، لهذا غالبا ما يشار – عند دراسة الأمطار– إلي مفهوم اكبر كمية مطر سجلت خلال يوم واحد والتي أحيانا ما تكون اكبر من معدل الأمطار الشهري والسنوي، لاسيما في المناطق المدارية– الصحراوية أو شبه الصحراوية.

وتشير بعض الأبحاث إلي أن التطرفات المطرية اليومية بالمناطق المدارية فضلا عن عدم انتظام كمياتها فهي لا تتوزع بالتساوي علي مجموع الساعات اليومية إنما تتركز في بعض الأجزاء التي لا تزيد عن ساعة أو ساعتين، مما يزيد من تركزها (Agrew ,C.T 1998.P.,32)، وهذا ما تشهده غالبا منطقة البحث – حيث تسقط الأمطار – عند سقوطها بعد العصر ولا تستمر لأكثر من ساعة.

وعلي الرغم من ندرة تكرار الأحداث المطرية ذات الكثافة المرتفعة بالمناطق المدارية –الأمطار القصوى– إلا أن تأثيرها الهيدرولوجي عند

حدوثها فهو كبير؛ لاسيما في المناطق ذات الانحدارات الشديدة والتي يغطي سطحها طبقة رقيقة من المواد المفككة، حيث يؤدي وصول المنطقة للتشبع نتيجة للتركز المطري إلي التحرك القوي لهذه المفتتات مترتبا عليها حدوث تدمير وتخريب بسبب السيول غير المتوقعة. ولهذا يقال أن السكان في هذه المناطق يموتون غرقا لا عطشا. More people have drowned in desert rivers than have perished from thirst (Nir , 1974, p.25)

وعن التطرفات المطرية اليومية القصوى بمنطقة البحث، فهذا ما يوضحه الجدول (٥) والشكل (٦) ويتضح منهما ما يلي:

- أن اكبر قيمة مطرية يومية مطلقة سجلت بمنطقة البحث بلغت نحو (٨٣مم) وكان ذلك في التاسع من أكتوبر لعام ١٩٩٨م وشكلت نحو (٤٨ ٪)، (٨٪) من مجموع الأمطار الشهرية والسنوية علي الترتيب.ورغم صغر هذه القيمة عند مقارنتها بمثيلاتها في مناطق أخري إلا أنها ينبغي وضعها في الاعتبار لطبيعة المنطقة الجبلية من ناحية وطبيعة المناخ السائد بها من ناحية اخرى.

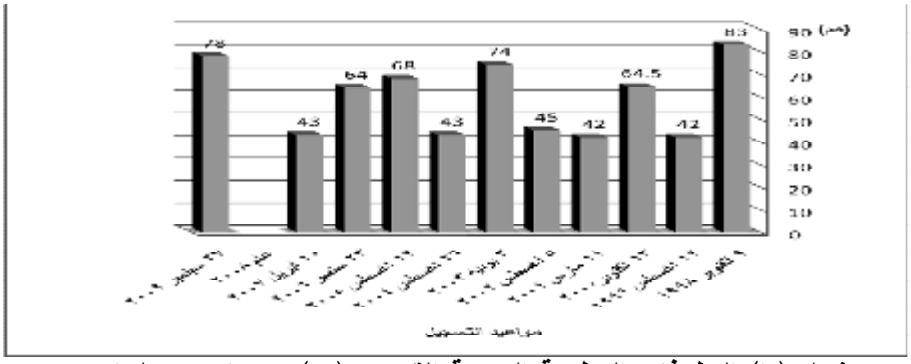
- لا تقل التطرفات المطرية اليومية بالمنطقة- بأي من أعوام الدراسة- عن (٤٢مم) وهذا ما حدث خلال أعوام (١٩٩٩) في ١٢ أغسطس، (٢٠٠١) في ١١ مارس و، ١٦ أغسطس.

جدول (٥) التطرفات المطرية اليومية القصوى بمنطقة البحث (١٩٩٨–٢٠٠٩م)

العام	اكبر كمية مطر سجلت خلال يوم (مم)	تاريخ التسجيل		٪ من مجموع الأمطار الشهرية	٪من مجموع الأمطار السنوية	الأمطار الشهرية (مم)	الأمطار السنوية (مم)
		اليوم	الشهر				
١٩٩٨	٨٣	٩	أكتوبر	٤٧,٧	٨	١٧٤	١٠٤٢,٥
١٩٩٩	٤٢	١٢	أغسطس	٣٢,٢	٤,٩	١٣٠,٥	٨٦٤
٢٠٠٠	٦٤,٥	١٣	أكتوبر	٢٢,٣	٦,١	٢٨٩	١٠٦٢
٢٠٠١	٤٢	١١	مارس	٣٩,٣	٤,٢	١٠٧	٩٩٦,٥
	٤٢	١٦	أغسطس	٢٠	٤,٢	٢١٠	٩٩٦,٥
٢٠٠٢	٤٥	٥	أغسطس	١٦,٩	٥,١	٢٦٧	٨٨٧
٢٠٠٣	٧٤	٣	يونيه	٣٥,٩	٩,٨	٢٠٦	٧٥٤
٢٠٠٤	٤٣	٢٦	أغسطس	١٧,٥	٥,١	٢٤٦	٨٤٧,٣
٢٠٠٥	٦٨	١٢	أغسطس	٣١,٣	٧,٢	٢١٧	٩٤٣,٥
٢٠٠٦	٦٤	٢٣	سبتمبر	٣٠,٩	٦,٩	٢٠٧	٩٣٢,٥
٢٠٠٧	٤٣	١٠	ابريل	٢٤,٩	٦,١	١٧٣	٧٠٧,٥
٢٠٠٨	–	–	–	–	–	–	–
٢٠٠٩	٧٨	٢٧	سبتمبر	٢٥,١	٩	٣١١	٨٦٩,٥

الجدول من حساب الباحث.

- تتركز التطرفات المطرية اليومية في شهور معينة دون الأخرى ومن بين هذه الشهور شهر أغسطس، الذي شهد خمسة تطرفات، وشهري سبتمبر وأكتوبر وشهد كل منهما تطرفيين، أما ابريل ويونيه ومارس فقد شهد كل منهم تطرفا واحدا فقط.

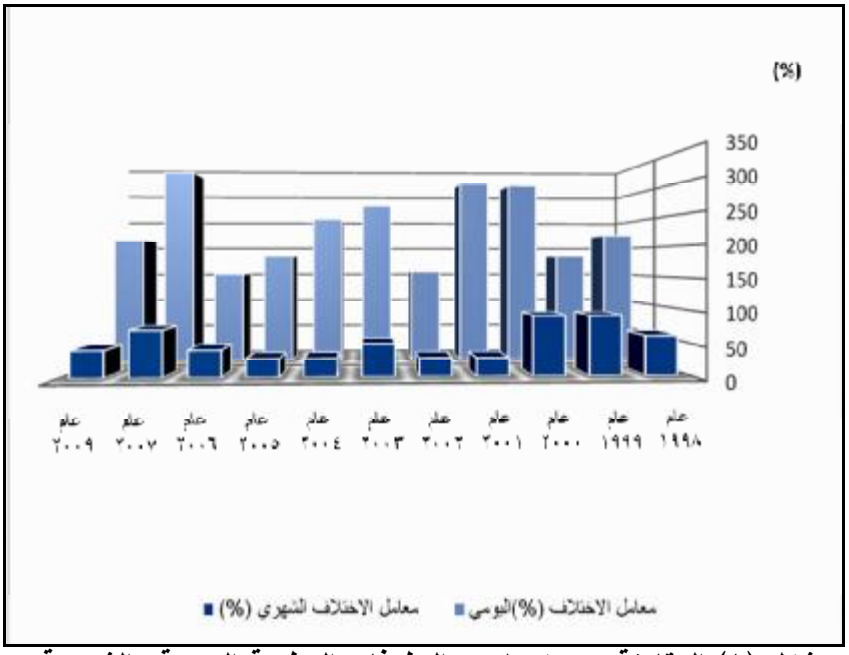


شكل (٦) التطرفات المطرية اليومية القصوى(مم) وميعاد تسجيلها (١٩٩٨- ٢٠٠٩ م).

- **إن نسبة أمطار التطرفات اليومية القصوى بالشهور الانتقالية – شهور فصلي الربيع والخريف- تكون كبيرة من إجمالي أمطارها، بالمقارنة بتطرفات شهور الصيف، حيث لا تقل عن (٢٢٪) وتزداد لتصل إلي (٤٧٪). بينما لا تتعدي نسبة تطرفات الصيف (٣٣٪) وتنخفض لتصل إلي(١٦٪)كما هو الحال في شهر أغسطس، ويعزي هذا الأمر بطبيعة الحال إلي ان معظم أيام[1] شهر أغسطس بالمنطقة تشهد أمطارا كبيرة علي العكس من أيام الشهور الانتقالية التي لا تسقط بها الأمطار إلا في أيام محدودة والتي قد تكون أمطارها نسبيا كبيرة مما يزيد من نسبتها من أمطار تلك الشهور.**
- **قد تشهد بعض الأعوام تطرفين متساويين للأيام الممطرة، وهذا ما حدث في سنة (٢٠٠١) حيث شهد هذا العام تطرفا مقداره (٤٢مم / يوم) في يومي ١١ مارس، وكذلك في١٦ أغسطس من نفس العام.**

و بمراجعة بيانات الجدولين (٢) و (٤) ومقارنتهما مع بيانات الجدول (٥) يتضح منها أن التطرفات المطرية اليومية القصوى أكثر وضوحا من التطرفات الشهرية والفصلية بالنسبة لمعدل اي منها.وهذا ما يظهره بوضوح الشكل (٧).

[11] يبلغ معدل الأيام الممطرة في شهر أغسطس نحو (١٧) يوم بينما لا يتعدي نفس المعدل (١٠ايام) وينخفض ليصل إلي (يومين) بالنسبة للشهور الانتقالية بالمنطقة.راجع الملحق (٣).(الباحث).



شكل (٨) المقارنة بين خصائص التطرفات المطرية اليومية والشهرية بمنطقة البحث

ويتبين من قراءة بيانات الجدول (٦) أيضا أن قيمة معامل الاختلاف للتطرفات اليومية تبلغ أقصى قيمة لها في شهور ابريل (٣٣٢) ومارس (٣١٥) و ويونيه (٢٧٤) وأغسطس (٢٥١)وأكتوبر(٣١٥)، (٢٢٢) وسبتمبر (٢١٢) ويلاحظ أن غالبيه هذه الشهور شهور انتقالية، بينما تنخفض هذه القيم في شهر أغسطس– شهر الأمطار بلا منازع– حيث لا تزيد عن (٢٥١).

وبالنسبة لقيم معامل التطرف المطري بالنسبة للتطرفات اليومية القصوى عن معدلها فهي لا تقل عن (٧١٪) وتزداد في بعض الأيام لتصل إلي (٩١٪) كما هو الحال بالنسبة ليومي الحادي عشر من مارس–٢٠٠١، والعاشر من ابريل–٢٠٠٧ م راجع بيانات الجدول (٦) وهذا ما يؤكد وبشدة وضوح التطرفات المطرية اليومية القصوى عن معدلها وتلك سمة تتميز بها الأمطار بشكل عام والأمطار في المناطق الجافة بشكل خاص علي

اعتبار أنها لا تعرف الانتظام في المكان ولا الزمان ولا الكمية ولا عدد الأيام الممطرة.

جدول(٦)الخصائص الكمية للتطرفات المطرية اليومية القصوى بمنطقة البحث (١٩٩٨-٢٠٠٩م)

العام	التطرف	ميعاد التسجيل		المعدل اليومي	معامل	طبيعة التطرف
	اليومي (مم)	اليوم	الشهر	للأمطار (مم)	الاختلاف (٪)	المطري (٪)
١٩٩٨	٨٣	٩	أكتوبر	١١,٢	٢٢٢	٧٨
١٩٩٩	٤٢	١٢	أغسطس	١٢,٤	١٨٤	٧١
٢٠٠٠	٦٤,٥	١٣	أكتوبر	٦,٢	٣١١	٩٠
٢٠٠١	٤٢	١١	مارس	٤	٣١٥	٩١
	٤٢	١٦	أغسطس	٩,٢	١٦٨	٧٨
٢٠٠٢	٤٥	٥	أغسطس	١٠,٣	١٥٧	٧٧
٢٠٠٣	٧٣,٥	٣	يونيه	٨	٢٧٤	٨٩
٢٠٠٤	٤٣	٢٦	أغسطس	٥,١	٢٥١	٨٨
٢٠٠٥	٦٨	١٢	أغسطس	١٢,٤	١٨٤	٨٢
٢٠٠٦	٦٣,٥	٢٣	سبتمبر	١٢	١٥٣	٨٠
٢٠٠٧	٤٣	١٠	ابريل	٣,٩	٣٣٢	٩١
٢٠٠٩	٧٨	٢	سبتمبر	١٠,٨	٢١٢	٦٨

الجدول من حساب الباحث

رابعا: معاملات تركز و غزارة التطرفات المطرية القصوى:

تعد كمية الأمطار من أهم محددات تركز الأمطار في منطقة ما، ونظرا لطبيعة الأمطار القصوى في منطقة البحث لاسيما من حيث كونها تمثل اكبر كمية مطر تشهدها سواء علي مستوي السنوات أو الشهور أو الأيام كان من الضروري التعرض لمستويات تركزها وغزارتها بالمنطقة علي اعتبار انها ستكون وبدون شك اعلي قيم تركز تشهدها المنطقة وما لهذه القيم من

أهمية بالنسبة للمخطط الذي يجب عليه وضعها في الاعتبار وإلا يعتمد فقط علي المعدلات والمتوسطات التي كثيرا ما تكون مضللة.

وللوصول إلي نتائج دقيقة عن غزارة الأمطار وتركزها، يفضل أن يتم حسابها علي مستويات زمنية صغيرة جدا (دقائق أو ساعات) لتتعاظم صور الاستفادة منها. ونظرا لعدم توافر بيانات بالمنطقة حول هذه المستويات سيتم حسابها علي المستويات السنوية والشهرية و اليومية (كل ٢٤ساعة).

١– معامل تركز التطرفات المطرية القصوى السنوية والشهرية:

تشير بيانات الجدول (٦) إلي غزارة التطرفات المطرية القصوى السنوية والشهرية، ومن خلالهما يمكن تحديد ملامح هذا التركز فيما يلي:

جدول (٦) معدل تركز التطرفات المطرية القصوى (مم/يوم)بمنطقة البحث[1]

الشهر	ى	ف	م	ا	م	ى	ى	ا	س	أ	ن	د	السنوى
التركز(مم/ يوم)	١١,٥	١٩,١	١١,٦	١٥,٩	٨,١	١٥,٨	٩	١٣,٤	١٤,٨	٢٠,٧	٢٠,٧	١٦	٩,٥

الجدول من حساب الباحث

–ان قيمة تركز كمية التطرفات المطرية السنوية القصوى تبلغ (٩,٥مم / يوم) وهي رغم ارتفاعها بالنسبة للسنوات الأخرى بالمنطقة إلا انها مازالت تدخل ضمن نطاق الأمطار الخفيفة.وان كان من الممكن أن يترتب عليها تدفق سيلي لاسيما وان المنطقة ذات طبيعة جبلية منحدرة.

–تتباين قيمة التركز المطري الشهري القصوى من شهر لآخر بالمنطقة حيث تتراوح مابين (٢١–٨مم /يوم) بمدي قدره(١٣) وهو مدي متوقع في منطقة تتسم بموسمية أمطارها.

–بلغ اكبر تركز مطري شهري بالمنطقة (٢١مم /يوم) وهو من نصيب شهري أكتوبر ونوفمبر، يليهما شهر فبراير(١٩مم/يوم)، ويعزي ارتفاع التركز في شهر أكتوبر إلي ارتفاع كمية الأمطار نسبيا، أما بالنسبة

[1] تم حساب التركز من خلال قسمة التطرفات المطرية الشهرية القصوى علي عدد الأيام الممطرة خلال كل شهر من شهور التطرف وكذلك الحال بالنسبة لتركز التطرفات السنوية (الباحث)

لنوفمبر وفبراير فيعزي الأمر بهما إلي انخفاض عدد الأيام الممطرة(٣يوم)، (٦يوم) علي التوالي.وهذا ما ينطبق أيضا علي شهري يناير(١١,٥مم /يوم) وديسمبر(١٦مم /يوم). وأي كان سبب التركز فارتفاعه يترتب عليه سيول لاسيما أن زاد عن (٣٠مم/يوم) وهذا ما تقترب منه تطرفات شهري أكتوبر ونوفمبر.

– تسجل اقل نسبة في شهر مايو (٨مم/يوم) نظرا لسقوط كمية الأمطار به خلال عدد كبير من الأيام (٢٠ يوم) ولنفس السبب تنخفض قيم تركز الأمطار في شهور يوليه (٩مم/يوم) وأغسطس (١٣,٤مم/يوم) وسبتمبر(١٤,٨مم/يوم)حيث تصل عدد أيامها الممطرة إلي(١٧، ٢٠، ٢١ يوما علي الترتيب).

وينبغي التنويه إلي أن كل من تركز التطرفات المطرية السنوية والشهرية بالمنطقة لا يعطي صورة صادقة تماما لطبيعة هذه التركزات وغزراتها لكونها ناتجة عن وضع نظري متمثل في قسمة الكمية علي عدد الأيام دون مراعاة لتفاوت الأمطار مابين يوم وآخر داخل هذه الأيام، لهذا كان من الضروري تناول تركز التطرفات المطرية علي مستوي كمية المطر اليومية والتي ستكون معبرة بشكل أفضل عن تركز التطرفات الممطرة اليومية.

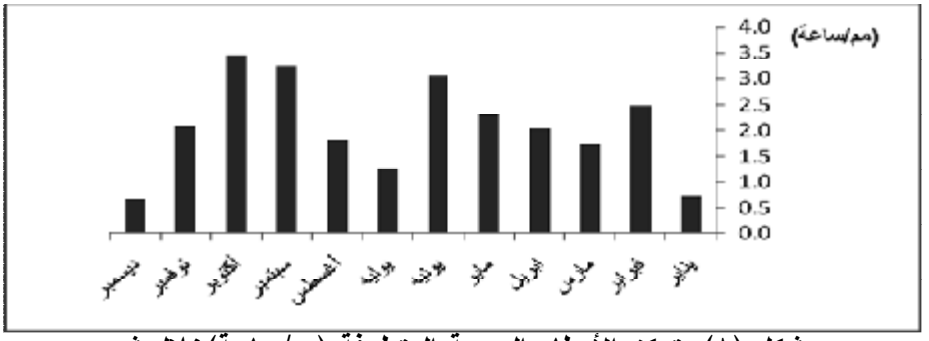
٢– معامل تركز التطرفات المطرية القصوى اليومية:

يوضح الجدول (٧) والشكل (٨) التطرفات المطرية اليومية خلال مختلف الشهور بالمنطقة وهي في الوقت نفسه تعبر عن تركز هذه التطرفات خلال اليوم(مم/يوم)، وللتعرف علي التركز/ساعة (مم/ ساعة) بالمنطقة تم قسمة هذه القيم علي عدد ساعات اليوم؛ وان كان هذا الوضع افتراضي إلا انه لن يكون اقل من الواقع بأي حال من الأحوال حيث أن تركز الأمطار يزيد عن ذلك نظرا لان الأمطار بالمنطقة –كغيرها من المناطق المدارية– لا تتوزع بها علي طول ساعات اليوم بالتساوي وإنما تتركز في بعض ساعاته دون الأخرى وهذه سمة من سمات الأمطار بالمنطقة.

جدول (٧) تركز التطرفات المطرية اليومية بمنطقة البحث

الشهور	ي	ف	م	ا	م	ي	ي	ا	س	أ	ن	د
(مم /٢٤ ساعة)	١٧,٥	٥٩,٥	٤٢	٤٨,٥	٥٥,٥	٧٣,٥	٣٠,٥	٤٣,٥	٧٨	٨٣	٥٠	١٦
(مم/ساعة)	٠,٧	٢,٥	١,٨	٢	٢,٣	٣,١	١,٣	١,٨	٣,٣	٣,٥	٢,١	٠,٧

الجدول من حساب الباحث



شكل (٨) تركز الأمطار اليومية المتطرفة (مم/ساعة)خلال شهور السنة بمنطقة البحث

يشير كل من الجدول (٧) والشكل (٨) للنقاط التالية:

– أن التركز المطري خلال التطرفات اليومية القصوى بالمنطقة يتفاوت تفاوتا ملحوظا حيث يتراوح مابين (١٦مم/يوم– ٨٣مم/يوم) بمدي يبلغ مقداره (٦٧).

– تعتبر التطرفات اليومية التي شهدتها شهور أكتوبر وسبتمبر ويونيه وفبراير من أكثر التطرفات تركزا بالمنطقة حيث لا تقل عن (٦٠ مم /يوم) وتزيد لتبلغ (٨٣مم /يوم)(٣,٥مم / ساعة)، وهذا ما حدث في التاسع من أكتوبر عام ١٩٩٨م.

– اقل قيم للتركز المطري اليومي كانت من نصيب شهري يناير وديسمبر وتبلغ (١٨ مم / يوم).

– لا تقل قيم التركز لبقية الشهور عن (٣٠مم/ يوم) وهي قيمة يترتب عليها حدوث ظاهرة السيول كما سبق الإشارة.

ويلاحظ من خلال العرض السابق لقيم تركز القيم المتطرفة السنوية والشهرية واليومية انها أكثر وضوحا بالنسبة للقيم اليومية وهي التي يجب الأخذ بها ووضعها في الاعتبار عند التخطيط لأية مشروعات مرتبطة بالتركز المطري بالمنطقة، نظرا لان الأولي والثانية– التطرفات السنوية والشهرية– تكون علي مستويات زمنية اكبر مما يترتب عليها عدم وضوح التطرفات.

خامسا:فاعلية التطرفات المطرية القصوى:

تناول البحث فى المبحث السابق تركز التطرفات المطرية وتبين منه زيادة التركز في بعض الشهور وانخفاضها في العض الآخر، وعلي الرغم من دلالة هذه النتائج وقيمتها، إلا أن دراسة فاعلية هذه التطرفات سيزيد من مدي دلالة هذه القيم، ومن ثم إمكانية الاعتماد أو عدم الاعتماد عليها في كل ما يتعلق بالتنمية في المنطقة–أو ما يجاورها من مناطق–سواء في إقامة السدود الصغيرة أو تقنيات حصاد الأمطار أو التخطيط لتلافي مخاطرها.

وعند تحديد فاعلية التطرفات المطرية بالمنطقة اعتمد البحث علي معادلتي الفرنسي ديمارتون وكانت النتائج كما يوضحها الجدول (٨) والشكل (٩).

جدول (٨) فاعلية التطرفات المطرية القصوى السنوية والشهرية بمنطقة البحث

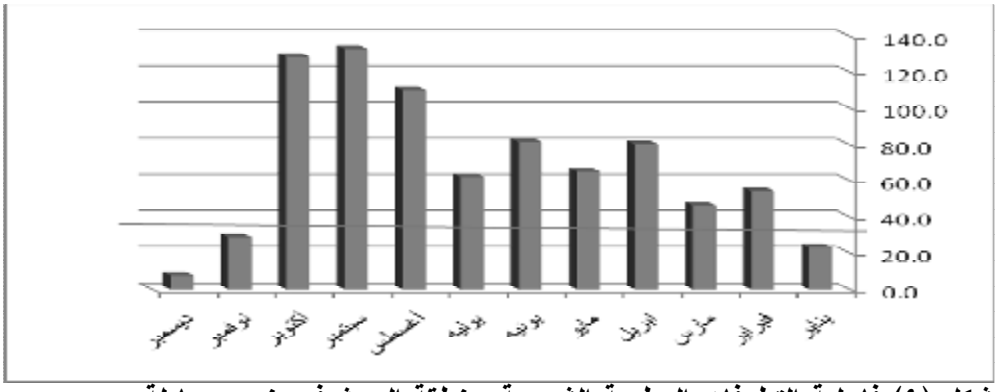
الشهر	ي	ف	م	ا	م	ي	ي	ا	س	أ	السنوية	د	ن
الفاعلية	٢٣	٥٤	٤٦	٨٠	٦٥	٨٢	٦٢	١١٠	١٣٣	١٢٨	٣٩	٨	٢٩

الجدول من حساب الباحث

–تشير الفاعلية المطرية للتطرفات السنوية القصوى إلي دخول المنطقة – عند استقبالها لكميات مطرية لا تقل عن هذه القيمة – في المناخ الرطب.حيث لا تقل قيمة الفاعلية عن (٣٩).

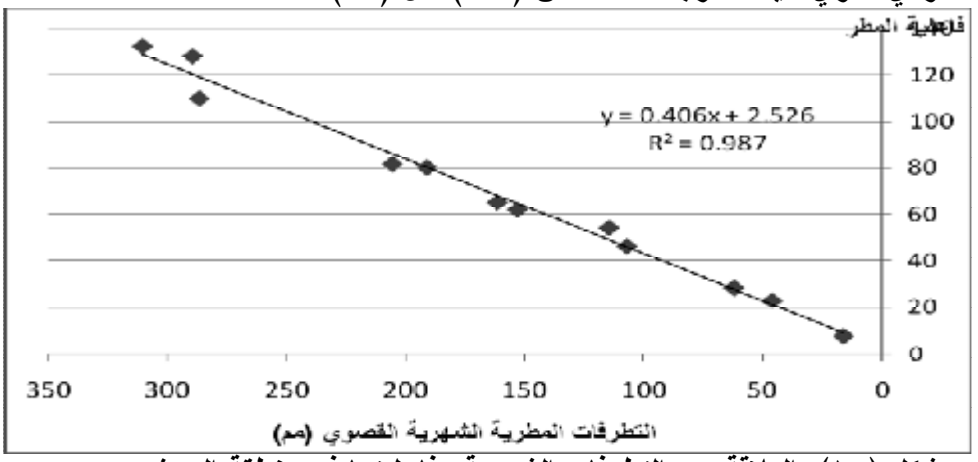
–تتباين قيمة الفاعلية من شهر لآخر بالمنطقة، وتصل إلي ذروتها في شهور سبتمبر وأكتوبر وأغسطس ويونيه وابريل اذ لا تقل بهذه الشهور عن (٨٠) بينما تنخفض لتصل الي اقل من (٨)، كما في شهر ديسمبر.

–ان كل التطرفات المطرية الشهرية القصوى بالمنطقة يترتب عليها سيادة المناخ الرطب بها في غالبية الشهور (تسعة أشهر) بينما يغلب عليها المناخ شبه الرطب في بقية شهور السنة وهي شهور يناير ونوفمبر وديسمبر حيث لا تتعدي فاعلية أي منهم (٢٩).ولذ ينبغي استغلال هذه التطرفات في التغلب علي مشاكل نقص وندرة المياه بالمنطقة سواء في بعض السنوات أو الشهور التي لا تشهد تطرفات مطرية.



شكل (٩) فاعلية التطرفات المطرية الشهرية بمنطقة البحث في ضوء معادلة ديمارتون.

ومن خلال دراسة العلاقة بين قيم تركز التطرفات المطرية الشهرية القصوى وفاعلية الأمطار بالمنطقة تبين مدي وضوحها وشدة ارتباطهما الطردي القوي حيث تقترب العلاقة من (٠,٩)شكل (١٠)



شكل (١٠) العلاقة بين التطرفات الشهرية وفاعليتها في منطقة البحث

سادسا: الموازنة المائية للتطرفات المطرية القصوى:

تبين من دراسة فاعلية التطرفات المطرية بالمنطقة مدي فاعليتها في غالبية الشهور، ولكن الفاعلية بمفردها –رغم أهميتها – لا تكفى للتعرف علي مقدار العجز أو الفائض من المياه بالمنطقة خلال التطرفات المطرية بها لذا كان من الضروري حساب الموازنة المائية لمختلف الشهور بالمنطقة.

ومما يجب الإشارة إليه أن الأبحاث التي تحاول تحديد الموازنة المائية تعتمد علي معدلات ومتوسطات عنصر المطر كعنصر رئيسي في حساب الميزانية المائية- إلي جانب بعض العناصر المناخية الأخرى-وهذا أمر طبيعي ومتوقع. أما بالنسبة للبحث الحالي فسوف يهدف إلي تحديد الموازنة المائية القصوى – أقصي كمية مياه يمكن أن تصل إليها الموازنة بالمنطقة-وذلك بالاعتماد علي التطرفات المطرية القصوى بدلا من استخدام معدلات كمية الأمطار، ومثل هذا النمط من الميزانيات المائية-القصوى-رغم ندرة تكراره إلا انه يجب أن يكون أحد الضوابط التي ينبغي وضعها في الاعتبار عند تصميم الخزانات والسدود ونظم الري الملائمة من ناحية، وكيفية التكيف معها أو مواجهتها من ناحية أخري سواء من خلال إقامة مخرات السيول أو مجاريها. والاهم من كل هذا هو تقدير ما يمكن تجميعه من مياه خلال هذه التطرفات المطرية للاستفادة منه-في الفترات الأقل مطرا- بشتى الطرق وحسن استغلالها وتعظيم الاستفادة منها وتحقيق المقولة .Every drop for crop **وعن الطرق أو المعادلات المستخدمة لتحديد الموازنة المائية بمنطقة ما، فهي متعددة؛ ومنها الطرق المباشرة (مثل الليسومترات وأوعية التبخر والاتمومترات) وغير المباشرة كطريقة دالتون، والطرق الحسابية التجريبية ومنها طريقة بلاني -كريدل، وثورنثويت، وبنمان وخوسلا و خروفه وغيرهم.راجع (محمود حسان عبد العزيز، ١٩٨٠، ص ص١٠٣-١١٢)، (سعيد ابوزيد محمد جنيدي، ٢٠٠٧، ص ص١٠٨-١١٢).**

ولتحديد الموازنة المائية القصوى بمنطقة البحث، فقد تم حساب التبخر نتح القياسي او المحتمل [1] Potential evapotranspiration **بالاعتماد علي معادلتي خوسلا وخروفة وتم الأخذ بمتوسطهما بعد تحويل هذه القيم إلي ملليمترات وأخيرا طرح متوسط المعادلتين(الفاقد) من التطرفات الشهرية القصوى للأمطار بالمنطقة جدول (١٠).**

[1] ويشار إليه أحيانا بالتبخر نتح المرجعي أو الممكن أو المثالي ويقصد بـه تلـك الكمية القصوى المستهلكة من الماء لسطح ممتد ومزروع بمحصول اخـضر نشيط النمو ويغطي سطح الأرض تماما ذو طول متجانس ولا يعاني نقصا من الرطوبة.راجع (فاروق عبد الله الفتياني، ٢٠٠١، ص٧٠).

جدول (١٠) الموازنة المائية القصوى بمنطقة البحث بالاعتماد علي متوسط معادلتي خوسلا وخروفة

الشـــــهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المطر(مم)	٤٦	١١٤,٥	١٥٧	١٩١,٥	٢٠٥,٥	١٥٣,٥	١٢٨,٢	١٢٨,٢	٣١٠,٥	٢٨٤,٥	٦٦	١٩
التبخر(مم)	٤٧,١	٧٣,٢	٨٤,٥	٩٤,٨	٩٧,٢	٩٢,٢	٨٤,٢	٨٤,٢	٨٩,٣	٨٢,١	٧٧,٧	٧١,٩
الموازنة(مم)	٢١,٤	٤٠,٩	٢٢,١	٦٦,٧	١٠٨,٣	٥٨,٩	١٧٦	٢٢٣,٦	٢٢٠,٤	٢٠٢,٤	٢٤,٣	٥٥,٩

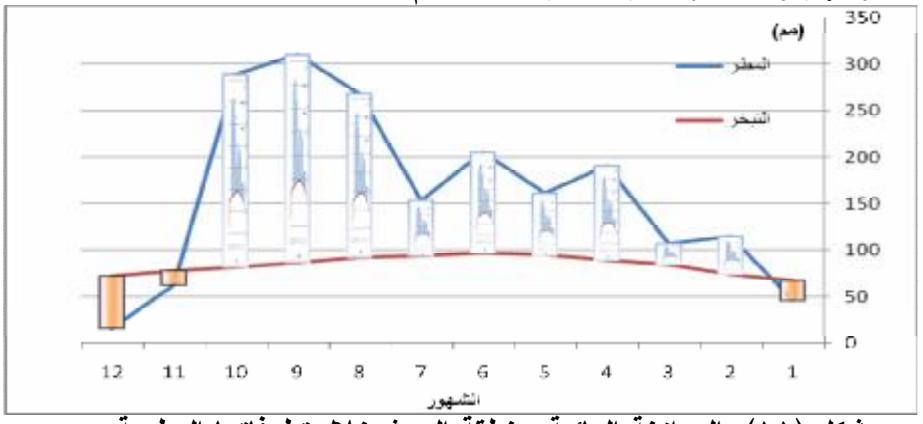
الجدول من حساب الباحث

ويتضح من خلال الجدول (١٠) والشكل (١١) الآتي:

–أن شهور الفائض المائي بالمنطقة عند تطرف الأمطار بها تكون أكثر من شهور العجز حيث يبلغ عدد الشهور الأولي تسعة شهور – تبدأ من فبراير – أكتوبر، بينما تعتبر شهور يناير ونوفمبر وديسمبر شهور العجز المائي حتى في حالة تطرف الأمطار بها.

–يبلغ الفائض المائي بالمنطقة أقصي حد له في شهور سبتمبر ٢٢٤مم وأكتوبر ٢٠٧مم وأغسطس ١٧٦مم.

– لا يقل الفائض المائى بالمنطقة فى الشهور الاخرى– ذات الفائض المائى– عن ٤١مم وحتى بالنسبة لشهور العجز المائى فان العجز بهايكون محدودا حيث لا يتعدى ٥٦مم.



شكل (١١) الموازنة المائية بمنطقة البحث خلال تطرفاتها المطرية

ويوضح الشكل (١٢) القيم العددية للموازنة المائية القصوي لكل الشهور بمنطقة البحث ومنه نستنتج:

– ان القيمة القصوى للموازنة المائية الشهرية بالمنطقة تبلغ (٢٢٤مم) تقريبا وقد حدثت في شهر سبتمبر تليها موازنة شهور أكتوبر (٢٠٧مم) وأغسطس (١٧٦مم) ويونيه (١٠٨مم).وهذا ما يجب مراعاته عند التخطيط لمختلف المشروعات او إمكانية استغلال هذا الفائض. لاسيما وان الفائض خلال هذه التطرفات المطرية يعتبر كبيرا ومن ثم يمكن استغلاله في شهور أخري من نفس العام بل يمكن استغلاله لسنوات أخري إذا ما أحسن تخزينها بشكل فعال لاسيما وان اكبر قيمة للتبخر –نتح ممكن الشهري لا يتعدي(٩٥مم).

شكل (١٢) الفائض والعجز المائي ومقداره بمنطقة البحث

– أن بعض التطرفات المطرية الشهرية القصوى لا يترتب عليها أي فائض مائي(الموازنة بالسالب) كما هو الحال بالنسبة لتطرفات شهور يناير وديسمبر وفبراير.وهذا ما يجب مراعاته عند استهلاك المياه سواء في النشاط الزراعي او غيره من الأنشطة الاخري.

– ان الفائض المائي من التطرفات المطرية القصوى خلال شهر سبتمبر يكفي لاحتياجات المنطقة من المياه اللازمة للنشاط الزراعي لمدة شهرين علي الأقل.

الخاتمة:

تناول هذا البحث التطرفات المطرية القصوى فى جبل "صبر" بالا راضى اليمنية وقد تبين من خلاله ما يلى:

- **أن المعدل السنوى للأمطار بمنطقة البحث بلغ (٩٠١ مم)، بينما بلغ معدل فصل الشتاء خلال ذات الفترة نحو (٣٢مم) والربيع (٢٢٢ مم) والصيف (٣٦٩مم) والخريف (٢٧٨مم).**
- **سجل التطرف المطرى السنوى بالمنطقة نحو(١٠٦٢مم) وكان ذلك خلال عام ٢٠٠٠م، أما بالنسبة للتطرفات المطرية الفصلية فقد بلغت (٤٩١ مم) فى فصل الصيف و (٤٩٤ مم) فى الخريف و (١٢٩مم) فى فصل الشتاء و (٣٣٢ مم) فى فصل الربيع.**
- **شهد شهر سبتمبر اقصى تطرف مطرى بالمنطقة بكمية مطرية مقدارها (٣١١ مم) وكان ذلك فى عام ٢٠٠٩م يليه شهر أكتوبر من عام ٢٠٠٠م بكمية مقدارها (٢٩٠ مم) وكلا من الشهرين ينتميان الى فصل الخريف. بينما لم تشهد شهور الفصول الأخرى قيما مطرية كبيرة تذكر.**
- **غالبية التطرفات المطرية الشهرية القصوى بالمنطقة تتركز في شهر أغسطس (سجلت به أربعة تطرفات) يليه شهري أكتوبر سبتمبر وسجل بكل منهما علي حدة تطرفان، ثم شهور ابريل ويونيه ويوليه وسجل بكل منهم تطرف مطري واحد. أي أن التطرفات الشهرية لا ترتبط بشهر معين وان كانت تتركز وتتضح في بعض الشهور دون غيرها.**
- **أقصى كمية مطر يومية سجلت خلال فترة الدراسة بالمنطقة بلغت (٨٣ مم) وكان ذلك يوم ٩ /١٠ /١٩٩٨ م.**
- **لا تعرف التطرفات المطرية القصوى مواعيد ثابتة سواء على المستوى السنوى او الشهرى او اليومى وتلك سمة تتميز بها الأمطار بمنطقة البحث.**
- **سجلت قيم التطرفات المطرية القصوى السنوية معامل اختلاف صغير بالنسبة لمعدلاتها حيث بلغت (١٥)، وهذا ما يشير الى تجانس كميات الأمطار السنوية مع بعضها البعض بينما يزداد هذا المعامل ليصل الى (٧٥) فيما بين قيم التطرفات المطرية القصوى ومعدلاتها فى فصل الشتاء، يليه فصل الخريف (٤٤) فالربيع (٣٣) وأخيرا فصل الصيف (٢٥).**

- يختلف معامل الاختلاف لقيم التطرفات الشهرية المسجلة بالشهور عن القيم الاخرى المسجلة فى نفس الشهور من شهر الى آخر حيث يصل الى أقصاه فى شهر اكتوبر (٩٢,٢) والى أدناه فى شهر أغسطس حيث يبلغ (٢٨).
- تباينت قيمة معامل طبيعة التطرفات المطرية القصوى بمنطقة الدراسة حيث كانت نسبتها منخفضة على المستوى السنوى مما يعنى تجانسها وتقارب قيمها المطرية بينما زادت هذه النسبة لتصل الى (٧٥٪) و (٩١٪) على مستوى التطرفات الشهرية واليومية على الترتيب وفى هذا إشارة الى التفاوت الكبير بين التطرفات المطرية الشهرية واليومية ومعدلات كل منهما.
- بلغ التركز المطرى أثناء التطرفات السنوية نحو ٩,٥مم/يوم، كما تراوح مابين ٨- ٢١مم /يوم خلال التطرفات الشهرية؛ وكذلك الحال بالنسبة لفاعلية المطر حيث زادت لتصل الى على المستوى السنوى الى ٣٩ ومن ٨- ٨٠ على المستوى الشهرى على الترتيب، وعلى الرغم من استخدام القيم المتطرفة مطريا الا أن سمة التركز والفاعلية تعتبران منخفضتين لاسيما خلال فصول الشتاء والربيع والخريف لانخفاض كمية أمطارهما.
- شهدت المنطقة أعلى فائض مائى خلال شهر سبتمبر وكان مقداره(٢٢٤ مم) يليه شهر أكتوبر بمقدار(٢٠٧مم) بينما لم تشهد اى فائض مائى خلال شهور الشتاء

وتأسيسا على ما توصل إليه البحث من نتائج فهو يوصى بما يلى:

- الاهتمام بدراسة التطرفات المطرية فى المرتفعات اليمنية مع التركيز على ميعاد حدوثها وفترة رجوعها وأسباب حدوثها والعمل على التنبؤء بها بشكل دقيق للاستفادة منها او على الأقل تجنب مخاطرها.
- ضرورة وضع المخطط للقيم المطرية المتطرفة فى اعتباره – على الرغم من فترات رجوعها البعيدة.
- ينبغى الاهتمام بالتطرفات المطرية القصوى فى فصل الصيف بشكل كبير- بالمقارنة بالتطرفات فى الفصول الأخرى- سواء بهدف الاستفادة من خلال حصادها او علي اقل تقدير العمل علي مواجهتها او التكيف معها.
- توطين العمران بمختلف صوره فى المناطق المحمية من الجريان السيلى المصاحب للتطرفات المطرية وذلك بأن تقام على جوانب الأودية؛ مع

تزويد أسطحها بآليات لحصاد مياه الأمطار، وكذا بخزانات كبيرة لاستيعاب الكميات المطرية الكبيرة عند سقوطها.

- **التوسع فى إقامة المدرجات الزراعية مع تدعيم القائم منها بدعامات قوية تمكنها من مواجهة هذه التطرفات المطرية لأهمية هذه المدرجات فى تقليل سرعة جريان المياه و تغذية الخزانات و الحفاظ علي التربة.**
- **إقامة عدد من السدود الاعتراضية والحواجز المائية فى العديد من الأودية للاستفادة من المياه بعد تجميعها.**
- **إنشاء العديد من مخرات السيول والعبارات على طول الطرق البرية التى تتقاطع مع مناطق جريان المياه.**

ملاحق البحث:

ملحق (١) التطرفات المطرية القصوى المطلقة علي مستوي العالم

الفترة الزمنية	اكبر كمية مطر سجلت		تاريخ التسجيل	المكان	الارتفاع عن مستوي سطح البحر	
	مم	بوصة			بالمتر	بالقدم
خلال سنة	٢٦٤٦٧	١٠٤٢	١ أغسطس ١٨٦٠- ٣١ يوليه ١٨٦١	تشاربونجي- ميجالايا -الهند	١٣١٣	٤٣٠٧
خلال شهر	٩٣٠٠	٣٦٦	يوليه ١٨٦١	تشاربونجي- ميجالايا -الهند	١٣١٣	٤٣٠٧
خلال يوم (٢٤)ساعة	١٨٧٠	٧٣,٦	١٦ مارس ١٩٥٢	سيلاوس- جزيرة ريونيون-بالمحيط الهندي	١٢٠٠	٣٩٠٠
	١١٦٦	٤٥,٩	١٥يوليه ١٩١١	باجيو – الفلبين	١٤٨٢	٤٨٦١
خلال ساعة	٣٠٥	١٢	٢٢ يونيه١٩٠٧	هولت	–	–
خلال خمس دقائق	٦٣	٢,٤٨	٢٩ نوفمبر ١٩١١	بوتوبيلو- بنما	–	–
خلال دقيقة واحدة	٣١	١,٢٣	٤ يوليه ١٩٥٦	يونيفيل	–	–

المصدر: - Dunlop,S.(2008) Dictionary of Weather, Second Edition, Oxford University Press.

ملحق(٢) الأمطار الشهرية بمنطقة الدراسة (مم)للفترة (١٩٩٨–٢٠٠٩م)

الشهر العام	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
1998	13.5	114.5	45	90	113	134.5	133.5	137	66.5	174	0.5	0.5
1999	0	0	107	58.5	67	88.5	88.5	150.5	130	207	6.5	0.5
2000	0	0	0	191	124	57.5	93	101	195	250.5	9.5	1.5
2001	0	0	106.5	51	161.5	35.8	82.5	209.8	168.3	146.1	19	16
2002	49	0	32	92	97	71.1	148	208.6	92.2	91.3	0	2.5
2003	17	40	69.5	5.5	3	205.5	94	175	158	52.5	4	0
2004	0	0	28	76.3	82	111	0	245.5	217	85.5	2	0
2005	25	44.5	91.5	104.5	136	63.5	17.5	216.5	167	15.5	62	0
2006	3	0.5	53.5	105	103	79	142.5	206.5	307	21	51	0.5
2007	24	0.5	7.5	173	110	67.5	90	141.5	93	1.5	0	0
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	0	0	0	0	4	117.5	121.5	197.5	310.5	71	15	2.5
المتوسط	11.6	18.2	47.2	84.3	90.9	96.8	87.4	184.5	164.0	100.1	13.6	2.2

- مصدر البيانات: الهيئة العامة للموارد المائية، تعز، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٩٨– ٢٠٠٩م.
- بيانات السنوات المظللة بالجدول غير متاحة لتوقف المحطة عن التشغيل.

ملحق(٣) عدد الأيام الممطرة بمنطقة البحث للفترة (١٩٩٨-٢٠٠٩م)

الشهر / العام	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
١٩٨٨	٧	٦	٥	٤	١٢	١٣	١٧	١٩	١٦	١١	١	١
١٩٩٩	٠	٠	٩	٢	١٢	١٧	١٣	١٧	١٦	١٥	٢	١
٢٠٠٠	٠	٠	٠	١٢	١٢	١٣	١٢	٢٢	١٩	١٤	٦	١
٢٠٠١	٠	٠	٨	٣	٢٠	٦	٨	١٣	١٥	١١	١	١
٢٠٠٢	٤	٠	٤	٥	١٤	١٠	١١	٢٠	١٠	٤	٠	١
٢٠٠٣	٥	٤	٨	٢	٣	١٣	٨	١٤	١٧	٧	١	٠
٢٠٠٤	٠	٠	٢	٧	٦	١٠	٠	١٧	١٨	٧	١	٠
٢٠٠٥	٣	٦	١١	٩	١٢	١٢	٣	١٠	١٦	٦	٣	٠
٢٠٠٦	١	١	٤	٧	١٥	١٣	٢٤	٢٣	١٨	١٠	٨	١
٢٠٠٧	٥	١	١	١٣	٧	١٧	١٦	١٦	١٥	٢	٠	٠
٢٠٠٨	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
٢٠٠٩	٠	٠	٠	٠	٢	١٥	١٣	١٦	٢١	٩	١	٢
المتوسط	٢.	٢	٥	٦	١٠	١٣	١١	١٧	.١٧	٩٠	٢	١

- الملحق من إعداد الباحث بالاعتماد على:
- الهيئة العامة للموارد المائية، تعز، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٩٨- ٢٠٠٩م.
- بيانات السنوات المظللة بالجدول غير متاحة لتوقف المحطة عن التشغيل.

المصادر والمراجع:

أولا: باللغة العربية

١. احمد عقاقبة (٢٠٠٥) خطر الفيضانات في المناطق شبه الجافة، دراسة حالة مدينة العلمة، (ماجستير غير منشورة)، قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة لخضر–باتنة، الجزائر.

٢. الجمهورية اليمنية(٢٠٠٤)، وزارة التخطيط والتعاون الدولي، الجهاز المركزي للإحصاء، صنعاء، جداول النتائج النهائية للتعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت، التقدير الأول، محافظة تعز.

٣. الجمهورية اليمنية، وزارة الزراعة والري، الهيئة العامة للمرتفعات الجنوبية تعز، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٤٤– ٢٠١٠ م.

٤. السيد السيد الحسيني (١٩٨٧) موارد المياه في شبه جزيرة سيناء، رسائل جغرافية، العدد(١٠٠)، الكويت

٥. الهيئة العامة للموارد المائية فرع تعز، بينات مطرية يومية غير منشورة للفترة من ١٩٩٨–٢٠٠٩م (محطة المعقاب).

٦. بدر الدين يوسف محمد احمد (٢٠٠٦ م) تطرف العناصر المناخية في المملكة العربية السعودية ، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، يناير، العدد ١٦، ص ص ٨٥.

٧. بدر الدين يوسف محمد احمد (١٩٩٣) مناخ المملكة العربية السعودية، رسائل جغرافية، العدد (١٥٧)، الكويت

٨. غينيس العالمي للأرقام القياسية (٢٠٠٧).

٩. حسن سيد احمد ابو العينين (١٩٩٦) أصول الجغرافيا المناخية، (ط) مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

١٠. سعيد ابوزيد محمد جنيدي (٢٠٠٧) مبادئ البحث والتطبيق في الماء والري لمحاصيل الحقل والبستان، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة.

١١. شاهر جمال اغا (١٩٧٨) علم المناخ، دمشق.

١٢. ------- (١٩٨٢) التهطال فى اليمن، مجلة دراسات يمنية، مركز البحوث والدراسات اليمنى، صنعاء.
١٣. عادل رفقى (٢٠٠٥) حماية المدن من أخطار الفيضانات، مركز الدراسات والبحوث، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الرياض. العدد ٣٦٠.
١٤. عبد القوى سيف، نضير بشير (٢٠٠٢) دراسة متكاملة عن السدود فى محافظة تعز، الهيئة العامة للموارد المائية، مكتب تعز، قسم الدراسات.
١٥. عبد الملك على إبراهيم الكليب (١٩٩٠) مناخ الخليج العربى، ذات السلاسل، الكويت.
١٦. علي ابوزيد (٢٠٠٣) التباين والتذبذب وانحراف كمية الأمطار في شمال غرب الجماهيرية، مجلة كلية الآداب، جامعة الفاتح، العدد الثاني، ص ص ١٠٣- ١٢٠.
١٧. علي العنانزة (١٩٩٦) الموازنة المائية بناء علي معدلات الأمطار وكميات التبخر والنتح المحتملة في حوض وادي الكرك، مؤتة للبحوث والدراسات، المجلد الحادي عشر، العدد الخامس.ص ص١٤٩-١٩٦.
١٨. عوض إبراهيم الحفيان (٢٠٠٤) الجغرافيا العامة للجمهورية اليمنية، جامعة صنعاء، صنعاء.
١٩. فاروق عبد الله الفتياني وآخرون (٢٠٠١) شبكات الري والصرف –التخطيط والتصميم الهندسي، نور الإسلام للطباعة، الإسكندرية.
٢٠. محمد عبد الباري القدسي (١٩٩٨م): جيولوجية الكتل الجرانيتية (جبل صبر)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة صنعاء.
٢١. محمود حسان عبد العزيز (١٩٨٠) أساسيات هندسة الري والصرف، عمادة شئون المكتبات، الرياض.

ثانيا: المراجع باللغة الانجليزية:

22. Agrew ,C.T.,(1998):Climate, Agriculture And Vegetation in the tropics ,P.P. 21-47 in "Agriculture in the Tropics

,Edited by Webster, C.C., and Wilson,P.N., Third edition ,Blackwell science London.

23. Dunlop,S.(2008) Dictionary of Weather, Second Edition, Oxford University Press
24. Gebulak,E.٪ Others,(2000) Extreme precipitation events in the western Carpathians, P.P. 117-124 , in Images of weather and climate ,Edited by Starkel,B., Institute of geography of the Jagiellonian university ,Cracow.
25. Goswami, P.٪Ramesh,K.V.(2008) Extreme rainfall evens: vulnerability analysis for disaster management and observation system design ,P.P. in Current Science,V0l.,94, No.8,April.
26. Nir ,D. (1974)The Semi Arid World. Longman London.