التوزيع الزماني المكاني للمتساقطات ونظام احتمالات المطر في محافظة بعلبك الهرمل

فراس العس

الملخص

يُركّز هذا البحث على دراسة الخصائص المطريّة لمحافظة (بعلبك الهرمل) التي تقع شمال شرق لبنان، بين سلسلتي جبال لبنان الشرقيّة والغربيّة، بالاعتماد على معطيات (٨) محطّات رصد جوي موجودة في المنطقة، وذلك لتحديد صورة النظام المطري خلال الفترة (٢٠٠٠-٢٠١٩) وتكمن أهميّة البحث لما لهذه المنطقة الزراعيّة من خصوصيّة مناخيّة ضمن إطار المناخ المتوسطي، وقد استعملت طرق إحصائيّة متعدّدة (المتوسط، الوسيط، الخميس الأعلى والأدنى، معامل التغيّر، الانحدار، الارتباط، ومعامل التساقط النسبي..) تمّت دراسة: - التوزيع المكاني للمتساقطات- النظام المطري الفصلي والشهري- نظام احتمالات المطر- عدد الأيّام المطيرة وكثافة المطر (الشدة المطريّة). تشير النتائج إلى الارتباط الكبير بين الأمطار والارتفاع وبين الأمطار والموقع على خطوط الطول. تمتدّ الفترة الرطبة بين (تشرين أوّل وشهر أيّار) ويعتبر شهر كانون الثاني أكثر الشهور مطرًا، تعرف بعض محطّات المنطقة (القاع - جبولة) قمّة مطريّة ثانويّة في شهر نيسان. كما لا تطابق ما بين الوسيط والمتوسط الحسابي، فالوسيط هو دائمًا أقلّ من المتوسط وهذا يدلّ على عدم انتظام كميّة الأمطار. والفروقات ما بين الأمطار التي تتجاوز الـ٢٠% و ٨٠% كبيرة جدًّا وهذا ما يدلّ على تغيريّة كبيرة في معدلات التساقط بين سنة

* الجامعة اللبنانية "كلية الآداب والعلوم الإنسانية"، firaseless@gmail.com.

وأخرى. تتميّز كميّة الأمطار بالتذبذب للشهر نفسه بين سنة وأخرى. في حين أنّ عدد أيّام المطر قليل والزخّات المطريّة فجائيّة وقويّة، وهذا يعود إلى تأثير الدورة الهوائيّة العامّة ونماذج الطقس التي تتكرّر فوق المنطقة.

الكلمات المفاتيح: المتساقطات، معامل التساقط النسبي، ظاهرة الفوهن، بعلبك – الهرمل.

مقدّمة

تعتبر منطقة بعلبك الهرمل أفقر المناطق اللبنانيّة بالمتساقطات، وهذا ما يؤثّر على مظاهر الحياة فيها بشكل عام، إذ تشكّل المتساقطات المصدر الرئيسي للمياه سواء السطحيّة أو الجوفيّة في هذه المنطقة شبه الجافة، وخاصّة مع غياب المشاريع المائيّة بشكل عام صغيرة كانت أو كبيرة، مثل سدّ العاصي الذي وعد به سكّان المنطقة منذ تأسيس دولة لبنان ولا يزال وعدًا قيد التنفيذ. تعاني محافظة بعلبك الهرمل من الإهمال المزمن من الدولة اللبنانيّة؛ فهي من المناطق الطرفيّة البعيدة عن المركز والاهتمام، في دولة عزّزت قطاع المصارف والخدمات وأهملت القطاع الأوّلي وخاصّة في العقود الأربعة الأخيرة. وتعتمد بعلبك الهرمل على الزراعة بشكل أساسي في تأمين مداخيل سكّانها، لكنّ قلّة المياه تقلّل من القدرة الاقتصاديّة والحيويّة، فهي تضعف التربة التي تتعرّض في فترات الجفاف وانحباس المطر إلى التدهور في بنيتها وخواصّها الفيزيائيّة والكيميائيّة، وبالتالي تراجع الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانيّة والبشريّة.

إنّ دراسة التوزّع الزماني– المكاني للمتساقطات في المناطق الجافّة وشبه الجافّة، تحظى بأهميّة جغرافيّة واقتصاديّة كبيرة، فهي تسهم في حسن استغلال هذا المورد، ومعرفة كميّة المتساقطات ونوعها

وفتراتها وقوّتها ومخاطرها، وتوزيعها اليومي الشهري والفصلي.. وبالتالي تحسين مستوى الأمن الغذائي وتقليص بقعة الفقر وتعزيز التنمية الزراعيّة المستدامة في بلد مثل لبنان يستورد للأسف معظم احتياجاته الزراعّية. كما أنّ الترابط وثيق بين الفقر وانعدام الأمن الغذائي؛ فالأسر ذات الدخل المنخفض تنفق نسبة كبيرة من مدخولها لشراء المواد الغذائيّة، وتتأثّر بتقلّبات الأسعار وارتفاع سعر صرف العملة الصعبة وخاصّة في فترات الصراع السياسيّ والاضطراب والكوارث الطبيعيّة كما حدث مؤخّرًا مع جائحة كورونا.

١. منطقة الدراسة

تقع محافظة بعلبك الهرمل في القسم الشمالي الشرقي من سهل البقاع اللبناني، وتتميّز بموقعها بين سلسلتي جبال لبنان الشرقيّة والغربيّة، (في ظلّ أعلى قمم السلسلة الغربيّة التي تفصلها عن المؤثّرات البحريّة الملطّفة)، تمتدّ هذه المنطقة من الحدود السوريّة شمالًا حتّى محافظة البقاع جنوبًا بامتداد يبلغ ٨٠ كلم تقريبًا، وبارتفاع وسطي يقدر بـ(٩٠٠ مترًا) عن سطح البحر.

أمّا التربة في هذه المنطقة فهي فقيرة والغطاء النباتي متبعثر على شكل واحات متفرّقة من الشجيرات، وأنواع من الشوكيّات ونباتات المناطق الشبه الصحراويّة. إنّ نسبة كبيرة من السكّان يعملون في الزراعة ويعتمدون عليها في معيشتهم بشكل مباشر أو غير مباشر، وخاصّة الزراعات البعليّة المعتمدة على الأمطار، وتقسم السنة إلى فترتين، فترة حارّة جافّة وفترة باردة ممطرة، وتتميّز المنطقة بقلّة الأمطار وتغيّراتها السنويّة واختلاف معدّلاتها بين أجزاء المنطقة الشماليّة والجنوبيّة، حيث تسجّل في بعلبك ما يقارب الـ٤٠٠ ملم وتنخفض إلى أقلّ من ٢٠٠ ملم سنويًّا في القاع، هذا فضلًا عن تذبذب الأمطار بين سنة وأخرى. يلعب هطول الأمطار بشكل عام دورًا مهمًّا للغاية في منطقة البحر الأبيض المتوسّط التي

تتميّز بعدم انتظام المتساقطات وتوزيعها غير المتكافئ (الجفاف الصيفي) (Toth; 1987). أمّا النظام الحراري فيميل إلى القاريّة، وهناك فروقات حراريّة كبيرة بين الليل والنهار، وبين الفصل البارد والحارّ، فضلًا عن ذلك تنخفض درجة الحرارة شتاءً وترتفع في فصل الصيف ويترافق هذا الارتفاع مع جفاف شديد يدوم عدّة أشهر.

وتكمن المشكلة الرئيسيّة في المناخ المتوسّطي فضلًا عن فجائيّة الأمطار وسقوطها في فترة قصيرة، في أنّ الفصل الممطر يكون باردًا ونموّ النبات فيه ضعيف أو متوقّف فلا تستفيد النباتات من الأمطار. وهنا، تظهر الحاجة للريّ ولمعرفة بداية الفصل الممطر ونهايته وفترات الهطول وكيفيّة توزّع الأمطار اليومي، الشهري والفصلي.

إنّ محافظة بعلبك الهرمل تمثّل أكثر من ٣٠% من مساحة لبنان، وفيها مساحات شاسعة من الأراضي غير المستغلّة اقتصاديًّا، والمشكلة في البقاع الشمالي لا تقتصر على كونه المنطقة الأقلّ مطرًا في لبنان، بل أيضًا على طول فترة الجفاف، إضافة إلى التذبذبات الكبيرة التي تميّز بداية ونهاية الفصل الممطر، الفصل الأكثر أهميّة بالنسبة إلى الزراعة، من هنا تكمن أهميّة دراسة التوزيع الزماني المكاني للمتساقطات، ونظام احتمالات المطر وعدد أيّام المطر وقوّته، لما لذلك من آثار كبيرة على مختلف الأنشطة البشريّة والطبيعيّة الموجودة في المنطقة، ومقارنته بالمناطق اللبنانيّة الأخرى وخاصّة الساحليّة والجبليّة لإظهار خصوصيّة المنطقة ومدى الاختلاف مع المناطق الأخرى.

تفتقر محافظة بعلبك الهرمل إلى المشاريع المائيّة وإلى الدراسات المناخيّة الجادّة والشاملة، والدراسة الوحيدة المتكاملة عن مناخ لبنان كانت للباحث الفرنسي (Blanchet) سنة ١٩٧٦ والباقي ليس إلّا مقالات تتناول بعض عناصر المناخ أو نماذج طقس معيّنة، وهي لنفس الباحث أو لبحّاثة آخرين مثل الدكتورة (Traboulsi) والأب (Plassard)، والتي تطرّقت إلى عناصر المناخ وخاصّة بيروت.

٢. منهجيّة الدراسة

٢. ١. عرض المعطيات المطريّة

من أجل جمع المعطيات المناخيّة، تمّت الاستعانة بمعطيات دائرة الأرصاد الجويّة في مطار بيروت ومصلحة الأبحاث الزراعيّة LARI. وقد أثّرت عدّة عوامل على نوعيّة المعطيات المناخيّة في محطّات الرصد الجوي:

- الكثافة المنخفضة للمحطّات المناخيّة الموجودة في المنطقة من جهة وتوزيعها بشكل غير متكافئ من جهة أخرى لا تسهل علينا دراسة عنصر مناخي مهمّ مثل المتساقطات.
- فجوات في الملاحظة وتدوين المعطيات بسبب: (الأحداث اللبنانيّة، ضعف الصيانة عند تعطّل المحطّات، غياب الموظّفين، والانقطاع الدائم للتيّار الكهربائي). لذلك تمّ تقدير قيم البيانات المفقودة واحتسابها من خلال الاستعانة بقيم المحطّات المجاورة التي تخضع لظروف مناخيّة مشابهه وتقع في المنطقة الجغرافيّة نفسها. تمّ إنشاء وملء البيانات المفقودة باستخدام النماذج الإحصائيّة. وقد تمّ حساب تصحيح هطول الأمطار الشهري بطريقة النسبة rapport. وقد تمّ تصحيح القيم السنويّة Correlation من خلال ما يسمى طريقة التراكم المزدوج.

٢. ٢. الطرق الإحصائيّة

تمّ استخدام المعطيات لخمس محطّات مناخيّة في بعلبك الهرمل خلال ٢٥ سنة هذه المحطّات هي محطّة دورس – محطّة جبولة – محطّة الفاكهة – محطّة الهرمل– محطّة دير الأحمر– محطّة القاع. وتمت الاستعانة بمحطّات بيروت والبيدر واللقلوق وزحلة للمقارنة مع المنطقة الساحليّة والجبليّة ولمعالجة وتصحيح البيانات والمعطيات المناخيّة.

بالإضافة إلى الطرق الإحصائيّة التقليديّة كالمتوسّطات – معامل التغيّر – الانحدار الخطّي – معامل الارتباط، وسيتمّ اعتماد الطرق الإحصائيّة التالية:

- الخُميسات Quintiles: الخُميس الأدنى أو الـQ1 وهو قيمة المتغيّر بحيث أنّ ٢٠% من القياسات أقلّ منه، وهو يمثّل احتمال قيمة متدنّية سنة من ٥ سنوات. أمّا الخُميس الأعلى Q4 فيمثّل قيمة المتغيّر بحيث أنّ ٨٠% من القياسات أقلّ منه، وهو يمثّل أيضًا احتمال قيمة مرتفعة سنة من ٥ سنوات. وهذا يعني أنّ ٦٠% من القيم محصورة بينهما. أمّا القيم أعلى من الـQ1 وأعلى من Q4 فهي تمثّل قيم الأحداث الاستثنائيّة.
- معامل التساقط النسبي **(Relative Pluviometric Coefficient)** هو حاصل قسمة معدّل المتساقطات الفعلي لشهر معّين على معدل المتساقطات الوهمي fictive، والذي يساوي معدّل المتساقطات السنوي مقسوم على ٣٦٥ يوم ومضروبًا بعدد أيّام الشهر (Musset R., 1935). يساعدنا هذا المعامل في تحديد الأشهر الرطبة والجافّة وموقع وعدد القمم المطريّة، تتوافق المعامِلات الأكبر من ١ مع (الشهور الممطرة) وتلك الأقلّ من ١ مع (أشهر الجفاف).

٣. النظام المطري

٣. ١. التوزيع المكاني للمساقطات

يتمتّع لبنان بحكم موقعه على الشاطىء الشرقي للبحر الأبيض المتوسّط في المنطقة المعتدلة الشماليّة، بمناخ متوسّطي معتدل، شتاؤه ممطر ومعتدل وصيفه حارّ وجافّ. تهطل معظم الأمطار في الفترة الممتدة من **(تشرين الأول حتّى أيّار)** لكن هناك عوامل عديدة تؤثّر في توزع هذه الأمطار بين مختلف المناطق اللبنانيّة، وتعتبر الجبال بامتدادها من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي أبرز هذه

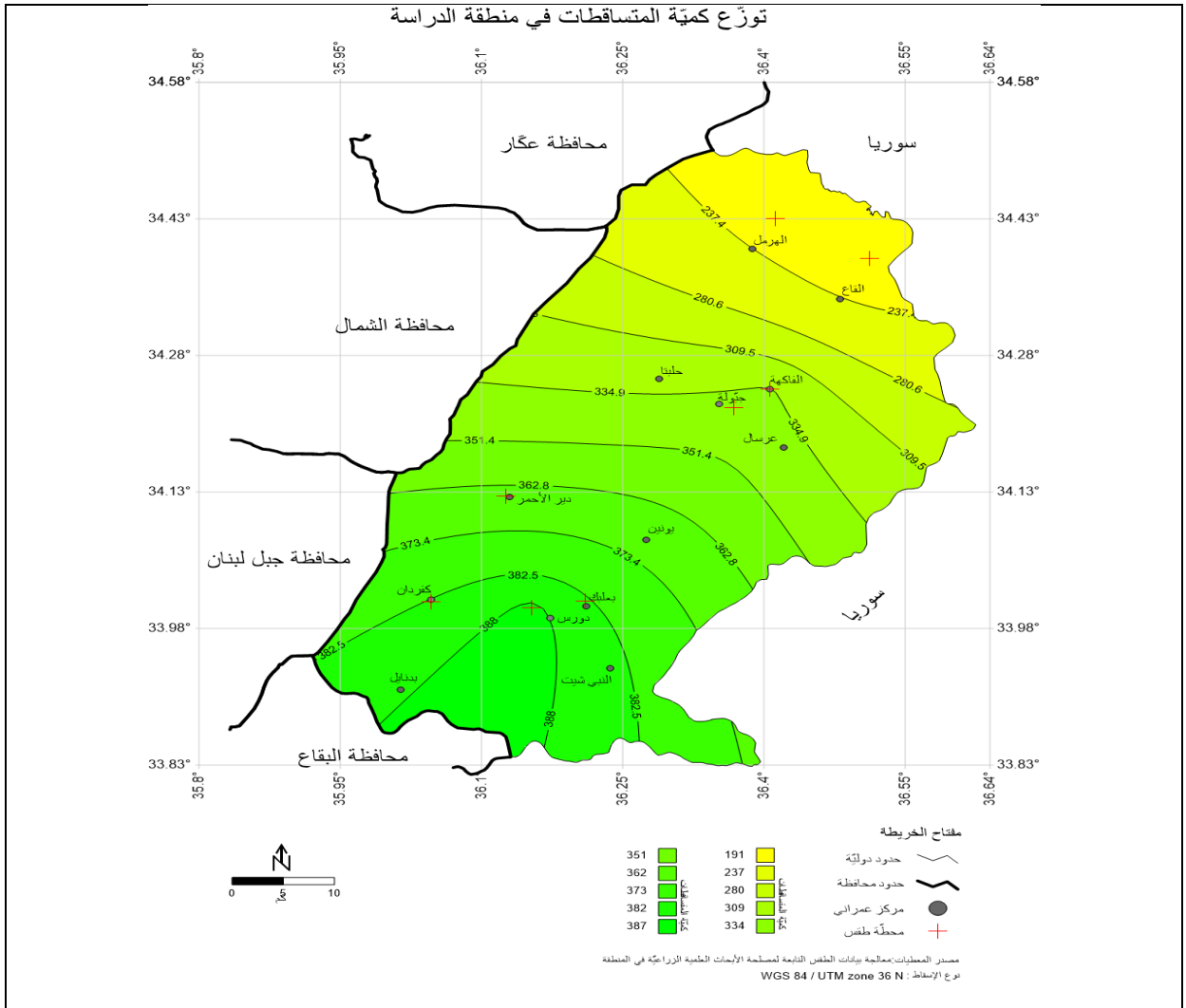
العوامل. وهذا ما تظهره الخارطة المطريّة. فتتلقّى المنطقة الساحليّة متساقطات تتراوح ما بين (٧٠٠ ملم و٩٠٠ ملم) (٨٥٠ في طرابلس) و(٨٣٠ ملم في بيروت) (Blanchet; 1976).

جدول رقم (١) إحداثيّات المحطّات المدروسة وكميّة المتساقطات

المحطّة	درجة عرض	درجة الطول	الارتفاع /متر	كميّة المتساقطات
الهرمل	36.412194	٠٠٣٤,٤٣٠٦	٦٤٠	216
القاع	36.337611	34.234847	٦٥٧	198
الفاكهة	36.242154	34.242112	١٠٦٠	337
جبولة	36.337611	34.234847	٨٤٠	210
دورس	36.153133	٢٠٣٤,٠٠٣١	1110	389
بعلبك	٤٢٣١٣٦,١٢	٢٢١٢٣٤,٠٠	١١٧٠	٤٠٧
دير الأحمر	34.133333	36.133333	1000	341
كفردان	34.009472	36.046434	1080	384
زحلة	35.542102	33.502115	٩٢٠	520
بيروت	35.290000	33.480000	15	٨٣٠

تتزايد المتساقطات مع الارتفاع على السفح الغربي للسلسلة الغربيّة حيث تسجّل محطّة اللقلوق الواقعة على ارتفاع ١٧٠٠ مترًا حوالي ١٥٠٠ ملم (Blanchet; ٧٦) تجتاز الكتل الهوائيّة الحاجز الجبلي الغربي متّجهة نحو البقاع بعد أن تكون قد أفرغت جزءًا كبيرًا من رطوبتها فوق هذه السلسلة

الجبليّة، تصل هذه الكتل إلى منطقة البقاع جافّة خاصّة فوق محافظة بعلبك الهرمل وخاصّة في قسمها الشمالي (الهرمل –القاع) نظرًا لوجود هذه المنطقة في ظلّ أعلى قمم السلسلة الغربيّة، وذلك بسبب ظاهرة الفوهن وهكذا تقلّ الأمطار من الجنوب إلى الشمال (خريطة رقم ١)، فكلّما ارتفعت السلسلة الجبليّة قلّت أمطار المنطقة الواقعة في ظلّها فنرى أنّ المتساقطات لا تتجاوز في محطّة القاع الـ١٩٨ ملم الهرمل وإلى ٢١٦ ملم الهرمل (المنصورة)، وتسجّل محطّة جبولة إلى ٢١٠ ملم (ومن الجدير ذكره أنّ خطّ الـ٢٠٠ ملم هو حدّ الزراعات البعليّة أي دونه لا تنجح الزراعات التي تعتمد على مياه الأمطار).



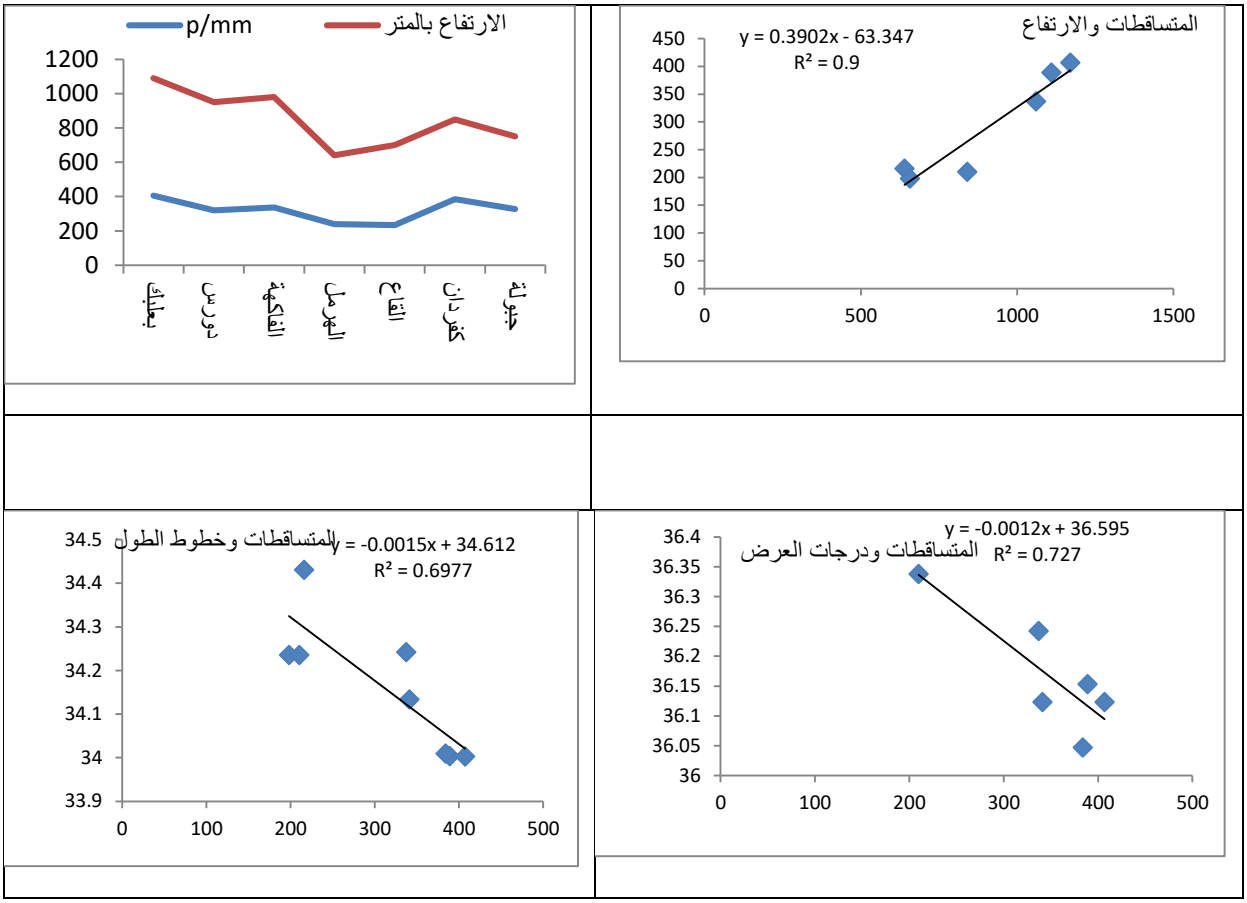
خريطة رقم (١) تظهر كميّة المتساقطات السنويّة في محافظة بعلبك الهرمل

يحيط خطّ ما دون ٢٣٧ ملم منطقة شاسعة بين بلدة القاع وما بعد الحدود اللبنانيّة السوريّة منطقة القاع – القصير (خريطة رقم ١). تزداد الأمطار بالاتجاه جنوبًا فتسجّل محطّة الفاكهة حوالي ٣٣٧ ملم ومحطّة دورس ٣٨٩، أمّا في محطّة بعلبك فإنّها تصل إلى ٤٠٧ ملم (جدول رقم ١).

إنّ تناقص المتساقطات شمالًا، يقابله ارتفاع قمم السلسلة الغربيّة التي يزداد سمكها وارتفاعها كلّما تقدّمنا شمالًا من بعلبك إلى الهرمل، وهذا يدلّ أنّ للتضاريس الأثر الحاسم في تحديد كميّة المتساقطات الهاطلة على هذه المناطق، وهذا ما تظهره العلاقة ما بين كميّة الأمطار السنوية ودرجات العرض، والتي تفسّر ٩٠% من تغيريّة الأمطار المكانيّة في البقاع الشمالي (رسم بياني رقم ١).

- يظهر معامل الارتباط بين الأمطار وعامل الارتفاع (رسم بياني رقم ١) في هذه المحطّات علاقة كبيرة جدًّا ٩٤%، فكلّما زاد الارتفاع ازدادت كميّة المتساقطات، فإنّ محطّات الهرمل وجبولة والقاع الأقلّ ارتفاعًا، تتلقّى كميّة متساقطات أقلّ من محطّات كفردان ودير الأحمر المرتفعتين نسبيًّا، أو من محطّتي بعلبك والفاكهة الواقعتين على السفح الغربي للسلسلة الشرقيّة، وفي الواقع إنّ الهواء بعد اجتيازه للسلسلة الغربيّة يهبط، فتزداد حرارته ويصبح أكثر جفافًا، أمّا بعد اجتيازه سهل البقاع، وعند الأقدام الغربيّة للسلسلة الشرقيّة يبدأ بالارتفاع فيتمدّد من جديد ويعود ليستجمع بعضًا من الرطوبة على السفح الغربي للسلسلة الشرقيّة. وهكذا تتلقّى محطّة (الفاكهة وبعلبك) كميّة أكبر من المتساقطات، وبالتالي تصبح العلاقة بين المتساقطات ودرجات الطول كبيرة فتفسّر ٨٤% من تغيريّة الأمطار المكانيّة (رسم بياني رقم ١).

رسم بياني رقم (١) العلاقة بين المتساقطات والارتفاع / درجات العرض/ درجات الطول في بعلبك الهرمل



٣. ٢. الأمطار الشهريّة

تعتبر الأمطار من أكثر العناصر المناخيّة أهميّة في المنطقة حيث تلعب الدور الأبرز في اقتصاديّاتها، والنظام المطري هو الذي يحدّد الرزنامة الزراعيّة من خلال تحديد موعد الحراثة، رشّ البذور والحصاد (الفترة الانتقاليّة بين الصيف والشتاء). ويرتبط ظهور المحاصيل ارتباطًا مباشرًا بالأمطار الأولى التي تلي عدّة شهور من الجفاف المطلق (من ٥ إلى ٧ أشهر اعتمادًا على السنة والمنطقة) (جدول رقم ٢). في الشتاء، نلاحظ تباطؤًا، وتوقّفًا للنشاط النباتي؛ الربيع هو فترة الإزهار والإثمار، أمطاره تسبّب نجاح المحاصيل والحصاد في الصيف (Traboulsi; 2004).

وإنّ احتساب معامل التساقط النسبي CPR (جدول رقم ٣) يظهر ما يلي:

- يتميّز البقاع الشمالي بمناخ متوسّطي يتدرّج نحو القاريّة نظرًا لوجوده بين السلاسل الجبليّة العالية (أي في ظلّ المطر). فالسنة المطريّة تقسم إلى قسمين: الفصل الممطر ويمتدّ من (تشرين أوّل حتّى أيار) حيث تتحرّك مراكز الضغط المرتفع جنوبًا (نحو مدار السرطان)، وذلك حسب حركة الشمس الظاهريّة، تاركة المنطقة المتوسطيّة تحت تأثير الرياح الغربيّة الممطرة، أي تحت تأثير المنخفضات الجويّة المصحوبة بالاضطرابات، بينما الفصل الجافّ يمتدّ من (حزيران حتّى أيلول) أمّا الأمطار الفعليّة تبدأ من تشرين الثاني حيث معامل المطر النسبي يتجاوز الوحدة (CPR >1).
- تتعلّق الأمطار المتوسطيّة بالدورة المتوسطيّة الطوليّة أي أنّ الأودية الباردة تتناسب مع نماذج الطقس المضطرب، أمّا الرؤوس الحارّة فتتناسب مع طقس مستقرّ.
- تنحبس المتساقطات في محافظة بعلبك الهرمل صيفاً (حزيران، تموز، آب، أيلول) ويترافق هذا الانحباس مع ارتفاع الحرارة. تبدأ الأمطار بالهطول ابتداءً من شهر تشرين الأوّل حتّى شهر أيّار، وتبلغ ذروتها في فصل الشتاء (يعتبر شهر كانون الثاني الشهر الأكثر مطرًا) في كلّ المحطّات المدروسة مسجّلة قمّة مطريّة شتويّة، تنخفض كميّة المتساقطات تدريجيًّا بعد هذه الذروة وصولًا إلى الانقطاع شبه التامّ في بداية شهر حزيران، ويمتدّ نظريًّا حتّى أيلول وذلك نظرًا لسيطرة مراكز الضغط المرتفع شبه المداريّة (أو الجزء الهابط من خليّة هادلي) في الطبقات العليا من الغلاف الجوي. ومن الملاحظ أنّ الأمطار في بعض المحطّات (القاع وجبولة) تعود لترتفع في شهر نيسان مسجّلة قمّة مطريّة ربيعيّة ثانية (جدول رقم ٣).

وبالمقارنة بمحطّة بيروت الساحليّة، والتي تبلغ فيها المتساقطات (ضعفين إلى ثلاثة أضعاف ما يسقط في محافظة بعلبك الهرمل) فإنّ المتساقطات تبلغ ذروتها في أشهر الشتاء (والقمّة المطريّة في شهر كانون الثاني ١٩٢ ملم)، إذ تنخفض المعدلات الشهريّة تدريجيًّا في أشهر الربيع (لا يوجد قمّة مطريّة ثانية) وتصبح الأمطار نادرة في فصل الصيف.

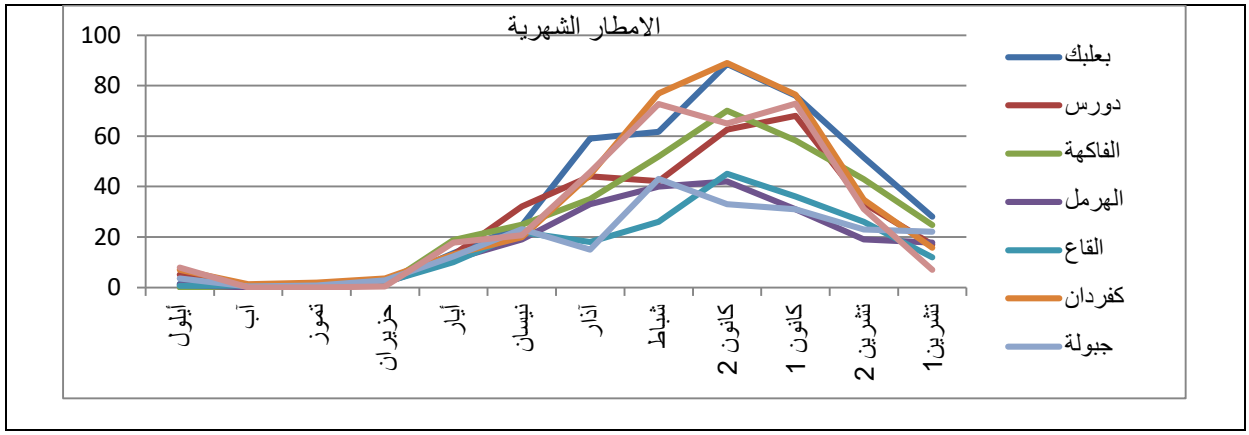
وهكذا تظهر بشكل واضح حقيقة النظام المطري المتوسّطي في محافظة بعلبك الهرمل (رسم بياني ٢ و٣)، فكلّ المحطّات لها النظام المطري نفسه حيث إنّها تتميّز بقمّة شتويّة تقع في شهر كانون الأوّل أو كانون الثاني ونسبتها من المعدل السنوي ما يقارب الـ٢٠% (٢١,٨% في **بعلبك**، ١٧,٤% في **دورس**، ٢١% في **الفاكهة**، ١٩,٤% في **الهرمل**، ٢١% القاع، ٢٣% في كفردان، ٢٠,٤% في جبولة). والملاحظ وجود قمّة مطريّة ربيعيّة ثانويّة في بعض المحطّات، وذلك في شهر آذار أو نيسان بعد انخفاض نسبي بلغت نسبتها من المعدل السنوي ٢١% في محطّة جبولة و١١% في محطّة القاع.

جدول رقم(٢) الأمطار الشهريّة

المحطّة	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيّار	حزيران	تموز	آب	أيلول
بعلبك	28	52	76	89	62	59	25	14	2	0	0	1
دورس	17	33	68	63	42	44	32	13	2	0	0	5
الفاكهة	25	43	58	70	52	35	25	19	1	0	0	0
الهرمل	18	19	31	42	40	33	19	11	2	0	0	1
القاع	12	26	36	45	26	18	22	٠١	٢	0	1	1
كفردان	16	35	76	89	77	45	20	13	4	2	1	7

جبولة	22	23	31	33	43	15	23	12	3	1	0	4
دير الأحمر	7	31	73	65	73	46	21	18	0	0	0	8
بيروت	46	130	186	193	156	97	51	17	2.7	0.4	0.3	7

رسم بياني يمثّل رقم (٢) الأمطار (ملم) الشهرية في المحطّات المدروسة

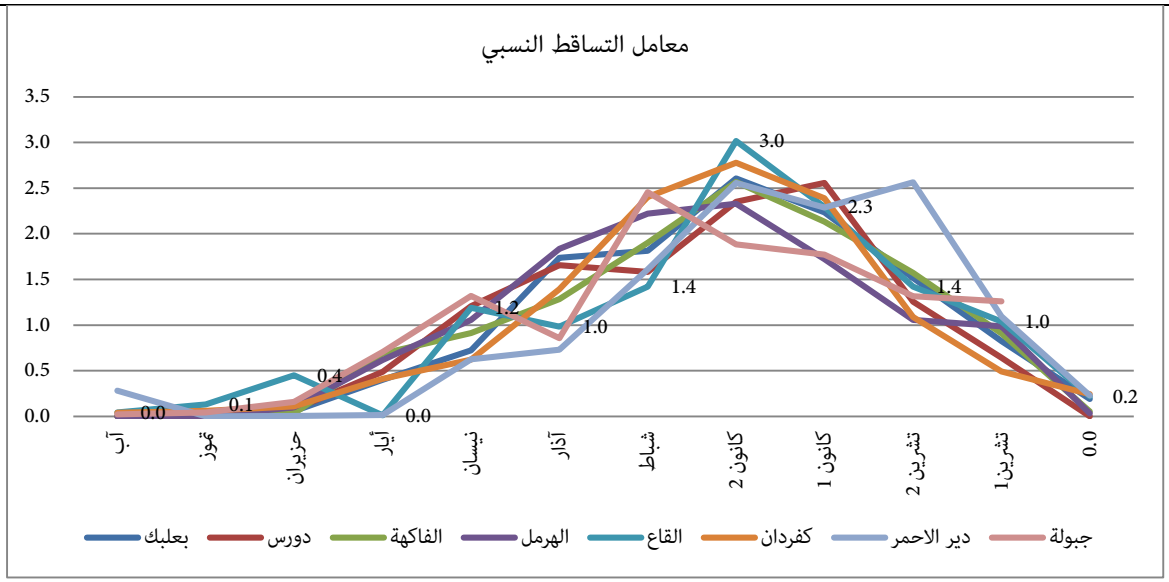


جدول رقم (٣) يمثّل معامل التساقط النسبي الشهري في محطّات بعلبك الهرمل

المحطّة	أيلول	تشرين١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيّار	حزيران	تموز	آب
بعلبك	0.0	0.8	1.5	2.2	2.6	1.8	1.7	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0
دورس	0.2	0.6	1.3	2.6	2.4	1.6	1.7	1.2	0.5	0.1	0.0	0.0
الفاكهة	0.0	0.9	1.6	2.1	2.6	1.9	1.3	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0
الهرمل	0.1	1.0	1.1	1.7	2.3	2.2	1.8	1.1	0.6	0.1	0.0	0.0

جبولة	0.2	1.3	1.3	1.8	1.9	2.5	0.9	1.3	0.7	0.2	0.0	0.02
القاع	0.0	1.0	1.4	2.3	3.0	1.4	1.0	1.2	0.0	0.4	0.1	0.0
كفردان	0.2	0.5	1.1	2.4	2.8	2.4	1.4	0.6	0.4	0.1	0.1	0.0
دير الأحمر	0.24	1.096	2.57	2.29	2.56	1.61	0.73	0.62	0.01	0	0	0.28

رسم بياني رقم (٣) يمثّل معامل التساقط النسبي الشهري في محطّات بعلبك الهرمل



٣. ٣. الأمطار الفصليـّة:

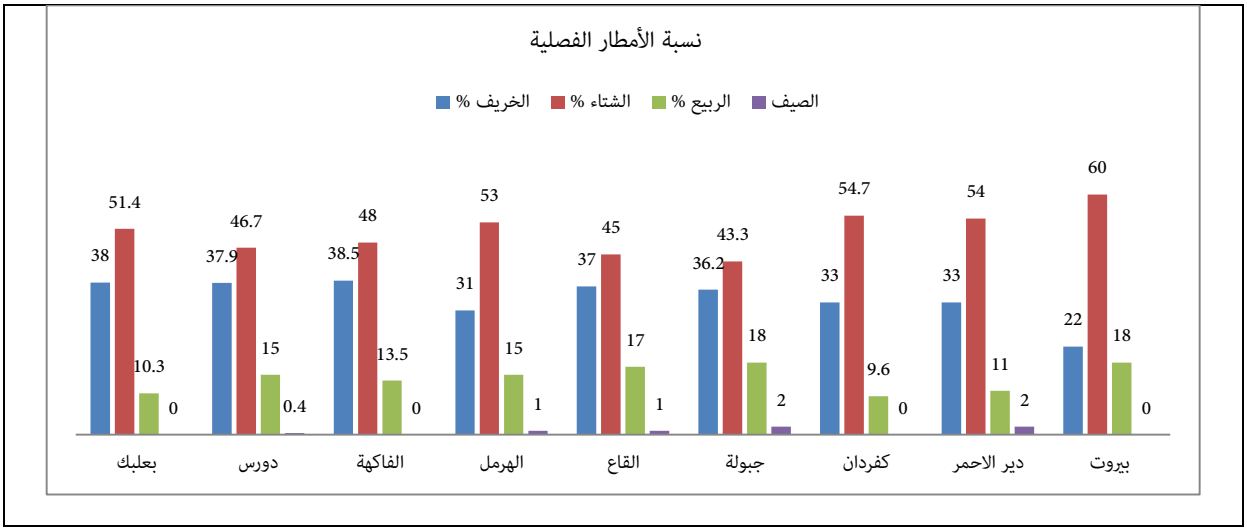
كما تبيّن لنا سابقًا يمتدّ الفصل الممطر من (تشرين أوّل حتّى شهر أيّار). في هذه الفترة، تتحرّك الشمس ظاهريًّا نحو مدار الجدي، فتتحرّك معها خليّة هادلي نحو الاستواء، تاركة المنطقة المتوسطيّة تحت تأثير خليّة فيريل. ويتعرّض المناخ المتوسطي في هذه الفترة من السنة للكتل الهوائيّة الباردة والاضطرابات الجويّة.

مع بداية فصل الخريف، تبدأ أولى الكتل الهوائيّة بالوصول إلى الحوض الشرقي للمتوسط وتصبح الظروف مؤاتية لهطول أولى الزخّات المطريّة في أواخر أيلول وبداية تشرين الأوّل، تأتي الأمطار الخريفيّة في المرتبة الثانية من حيث الكميّة بعد الأمطار الشتويّة، فهي تشكّل ما بين ٣١ و٣٨% من المجموع السنوي في محطّات بعلبك الهرمل (٣٨% في بعلبك ودورس و٣٨,٥% في الفاكهة و٣٧% في محطّة القاع تنخفض هذه النسبة إلى ٣١% في محطّة الهرمل بينما تحظى الأمطار الخريفية بـ٣٣% في محطّات كفردان ودير الأحمر). بالمقارنة مع محطّة بيروت الساحلية فإنّ نسبة الأمطار الخريفيّة هي ٢٢% فقط (رسم بياني رقم ٤).

يتميّز مناخ بعلبك الهرمل، كما المناخ المتوسطي بأمطار مركّزة في فصل الشتاء، حيث تمثّل هذه الأمطار ما بين ٤٣ و٥٥% من الأمطار السنويّة في كلّ المحطّات المدروسة (٤٣,٣% في محطّة جبولة، ٥١,٤% في بعلبك، ٥٤,٧% في محطّة كفردان، ٤٨% الفاكهة، ٥٣% الهرمل) بينما تصل هذه النسبة إلى حوالي ٦٠ % في المنطقة الساحلية كمحطّة بيروت مثلًا (Blanchet, 76).

أمّا الأمطار الربيعيّة فتشكّل نسبة مهمّة في هذه المنطقة حيث تتجاوز الـ(١٠%) في كلّ المحطّات، وتزداد نسبة الأمطار الربيعيّة في المنطقة المدروسة كلّما اتجهنا نحو الشمال وذلك على حساب الأمطار الشتويّة في معظم المحطّات (١٠,٣% في بعلبك و١٥% في محطّة دورس والهرمل، ١٣,٥% في الفاكهة، ١٧% في محطّة القاع و١٨% في محطّة جبولة، أمّا في كفردان ودير الأحمر فهي على التوالي ٩,٦ و١١%). وتسجّل الأمطار الربيعيّة في محطّة بيروت الساحلية حوالي ١٨% من النسبة العامة (رسم بياني رقم ٤).

رسم بياني رقم (٤) يمثّل نسبة الأمطار الفصليّة إلى المعدل السنوي في بعلبك الهرمل



تنشط في هذا الفصل عدّة نماذج للطقس المضطرب مثل نموذج الخماسين الذي ينتهي عادة بأمطار غزيرة، أو نموذج النقطة الباردة، والذي يسبّب أمطارًا أكثر غزارة في المناطق الداخليّة من المناطق الساحليّة، بسبب سخونتها الشديدة إذ إنّ وجود نقطة باردة في الطبقات العليا يؤدّي إلى فروقات حراريّة عاموديّة (ما بين السطح والطبقات العليا) كبيرة جدًّا، وبالتالي تساقط أمطار غزيرة. في فصل الصيف، أي خلال الفترة بين حزيران وأيلول، تتحرّك الشمس ظاهريًّا نحو مدار السرطان (في النصف الشمالي للكرة الأرضية وتتحرّك معها خليّة هادلي شمالًا، وهكذا تسيطر على المنطقة المتوسطيّة مراكز الضغط المرتفع الموجودة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي (أي الجزء الهابط من خليّة هادلي). وينحسر التيّار العلوي النفاث شمال خط العرض ٤٠ درجة نحو المنطقة المعتدلة ويسيطر الاستقرار والجفاف على المنطقة المتوسطيّة.

٣. ٤. دراسة تكراريّة الأمطار (أو نظام احتمالات المطر في محافظة بعلبك الهرمل)

إنّ الدراسة التكراريّة للمتساقطات تظهر حقيقة النظام المطري والفترات الحرجة للمزروعات. تسمح هذه الطريقة بالتمييز ما بين كميّات المطر الوسيطة (Medians) وكميّة الأمطار القصوى التي تسقط مرّة كلّ خمس سنوات أو مرّتين كلّ عشر سنوات، وهذا ما يسمح لنا بإيجاد طرق لحماية التربة وصرفها، وبحسب أنّ هذه الطريقة ضروريّة لتحديد الفترة الأفضل زمنيًّا للزراعة، (حراثة الأرض لرشّ البذور والحصاد)، أي لتشكيل رزنامة زراعيّة.

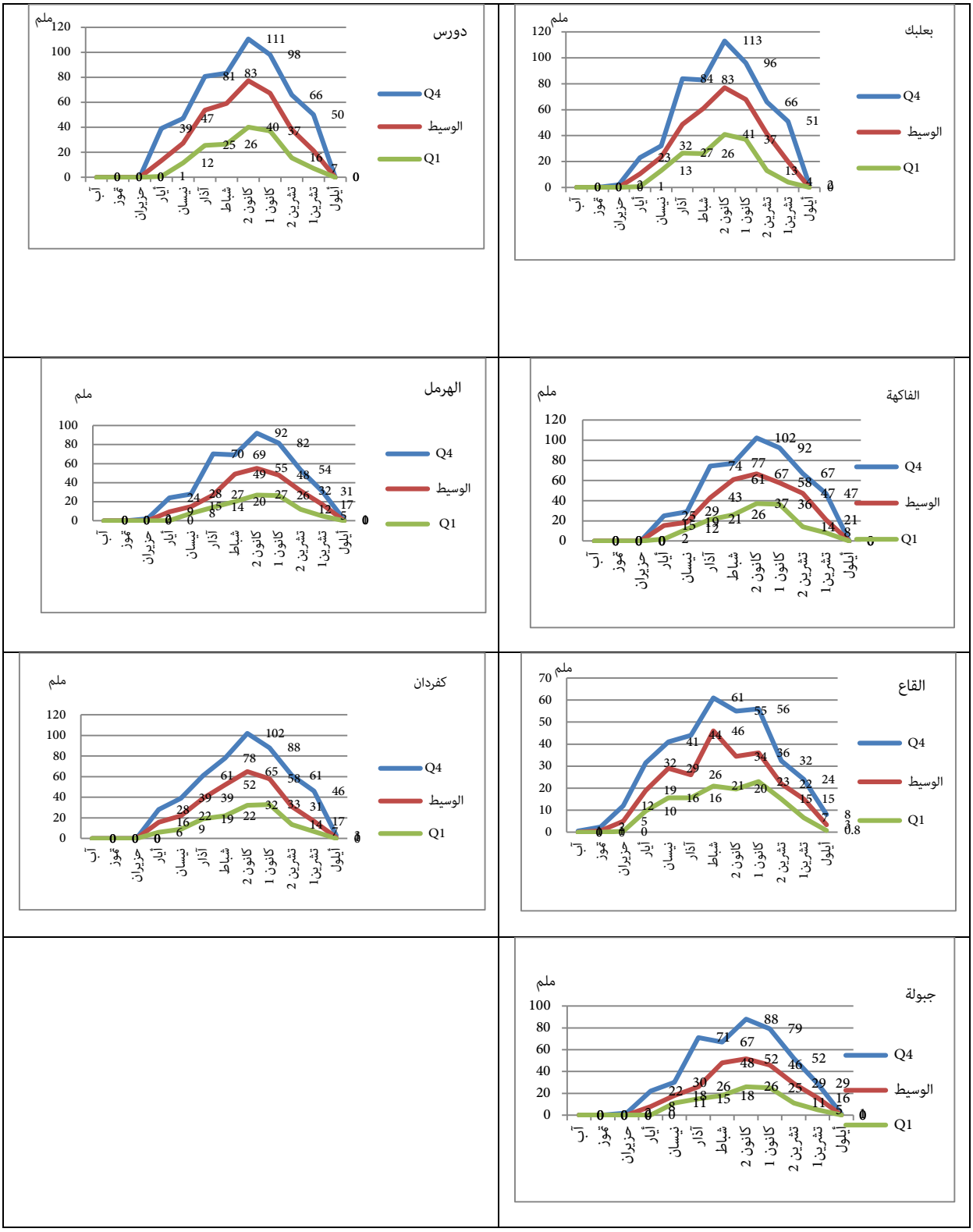
لقد تمّ تطبيق هذه الطريقة على المعطيات الشهريّة في محطّات (بعلبك الهرمل) وذلك لاحتساب كميّات المطر على المستويات الآتية ٢٠%، ٥٠%، ٨٠%، والتي تتناسب مع كميّات المطر المتجاوزة مرّتين كلّ عشر سنوات، خمس مرات كلّ عشر سنوات وثمان مرات كلّ عشر سنوات.

تظهر لنا الرسوم البيانية للمحطّات المناخيّة في بعلبك الهرمل (رسم بياني رقم ٥) عدم تطابق ما بين الوسيط والمتوسّط الحسابي؛ فالوسيط هو دائمًا أقلّ من المتوسط في محطّات بعلبك والهرمل ولكن دون أن يبتعد عنه كثيرًا، وعدم التطابق هذا يدلّ على عدم انتظام كميّة الأمطار.

إنّ الفروقات ما بين الأمطار التي تتجاوز الـ٢٠% و٨٠% كبيرة جدًّا وهذا ما يدلّ على تغيريّة كبيرة في معدلات التساقط بين سنة وأخرى. (تمّ التركيز في البحث على دراسة ومقارنة الدلالات الإحصائيّة في الأشهر الأكثر مطرًا التي تعرف قمّة مطريّة شتويّة أو ربيعيّة خاصّة شهري (كانون الثاني ونيسان)).

تقارب قيمة الخُميس الأعلى Q4 (الخُميس الأعلى يمثّل القيمة بحيث أنّ ٨٠% من القياسات أقلّ منه) الـ٥٠ ملم في شهر تشرين الأوّل وتبلغ أكثر من ٥٠ ملم في الفترة الواقعة بين (تشرين الثاني – آذار) في معظم المحطّات المدروسة وتنخفض إلى ما دون ذلك في شهري نيسان وأيّار.

رسم بياني رقم (٥) يمثّل نظام احتمالات المطر في محطّات بعلبك الهرمل



في الفترة الرطبة من السنة:

إنّ كميّة المطر المتجاوزة مرّتين كلّ عشر سنوات (رسم بياني رقم ٥) هي أكثر من الوسيط بـ١,٤ مرّات تقريبًا ذلك في شهر كانون الثاني في محطّة بعلبك ودورس بينما تقريبًا هي ١,٦ مرّة في محطّة الهرمل والقاع جبولة وكفردان، بينما تسجّل ١,٥٢ مرّة في محطّة الفاكهة ودير الأحمر. لا تختلف قيم الـQ4 في محطّة بيروت الساحلية عن محطّات بعلبك الهرمل إذ تسجّل ١,٤٥.

في شهر نيسان، سجّلت قيم الـQ4 قيمًا أكبر من الوسيط بحوالي مرّة ونصف إلى مرّتين في محطّات بعلبك الهرمل، إذ تسجّل على التوالي (١,٣٩ مرة في محطّة بعلبك) (١,٨٦ في الهرمل) (١,٧٤ في دورس) (١,٥٢ في الفاكهة) (١,٥٦ في كفردان) (١,٦١ في القاع) (١,٦٦ في جبولة) (٢ في دير الأحمر) (رسم بياني رقم ٥).

وفي بداية ونهاية الفصل الممطر فإنّ عدم الانتظام كبير أيضًا، إذ إنّ قيم الـQ4 هي أكبر من الوسيط بحوالي مرّة ونصف إلى ثلاث مرات في شهر تشرين الأوّل فتسجّل: (٢,٥٥ في محطّة بعلبك) (١,٨ في الهرمل) (٢,٣ في دورس) (٢,٢٣ في الفاكهة) (٢,٧ في كفردان) (١,٦ في القاع) (١,٨ في جبولة) (٣ مرات في دير الأحمر).

أمّا شهر أيّار في بعلبك وفي سنة ممطرة (مرّتين من عشرة) تكون المتساقطات ٢,١ مرة أكبر من قيمة الوسيط الـMedian (٢,٦٦ في الهرمل) و(٣ مرات في دورس) و(١,٦٦ في الفاكهة) (١,٧٥ في كفردان) (١,٦٨ في القاع) (٢,٧ في جبولة) و(٤,٦ في دير الأحمر) و(مرّتين في بيروت) (رسم بياني رقم ٥).

في الفترة الجافّة من السنة:

إنّ عدم الانتظام كبير أيضًا لأنّ قيمة الخُميس الأدنى Q1 أقلّ من الوسيط. (الخُميس الأدنى يمثّل القيمة بحيث أنّ ٢٠% من القياسات أقلّ منه، أي خطورة كميّة متساقطات منخفضة مرّة كلّ ٥ سنوات). فقد بلغ الفارق بين الوسيط والخُميس الأدنى ما نسبته أكثر من ثلاثة أضعاف في شهر تشرين الأوّل وتشرين الثاني في كلّ المحطّات. أمّا في شهري كانون الأوّل وكانون الثاني فقد قارب الضعفين تقريبًا، وفي شهر شباط وآذار ونيسان فقد تراوح بين ضعفين إلى ثلاثة أضعاف في كلّ المحطّات المدروسة، وفي شهر أيّار يصبح الفارق كبيرًا ومع تدنّي القيم في بعض المحطّات إلى ما يقارب الصفر تصبح الدلالة الإحصائيّة غير معبّرة عن الواقع بشكل صحيح (رسم بياني رقم ٥).

من ناحية أخرى، لم تتجاوز قيمة في بداية الفصل الممطر الـQ1 الـ٨ ملم في تشرين الأوّل في محافظة بعلبك الهرمل وكانت دون الـ١٦ ملم في تشرين الثاني في كلّ المحطّات أيضًا، ارتفعت في كانون الأوّل لكنّها بقيت دون الـ٣٧ ملم، بلغت قيمة الـQ1 ذروتها في شهر كانون الثاني لكنّها لم تتجاوز الـ٤٠ ملم، تتراجع هذه القيم في شباط فلا تتجاوز الـ٢٦ ملم، وهي دون الـ٢٧ ملم في شهر آذار، وإلى ما دون الـ١٦ ملم في شهر نيسان، أمّا في شهر أيّار فتتدنّى هذه القيم إلى ما دون الـ١٠ ملم (رسم بياني رقم ٥).

فالفرق بين القيم القصوى كبير جدًّا في المنطقة المدروسة، فمن خلال مقارنة القيمة الدنيا Minimum بالقيمة القصوى Maximum تبيّن أنّ القيمات القصوى قد تساوي عشرات أضعاف القيمات الدنيا، وهذا دليل على الاختلاف الكبير في كميّة المتساقطات للشهر نفسه خلال سنوات مختلفة.

وبعد مقارنة كميّة المتساقطات القصوى والدنيا لشهر كانون الثاني خلال الفترة المدروسة، في كلّ من محطّات بعلبك الهرمل، تبيّن أنّ نسبة (rapport) Max/Min تتراوح بين (٩,٣ أضعاف و٧٠ ضعف) فهي تساوي على التوالي (٩,٦ ضعف في بعلبك) (١٥,١ في دورس) و(١٦,٤ ضعفًا في

الفاكهة) (١٩,١ في القاع) (١٢,٥ في كفردان) (١٤ ضعفًا في جبولة) (١٨,١ ضعفًا في دير الأحمر) بينما وصلت إلى ٦٩,٢ ضعفًا في محطّة الهرمل وذلك عام ١٩٦٨ وهي سنة استثنائيّة من حيث كميّة المتساقطات، بينما هي في بيروت ٩,٤ ضعفًا (جدول رقم ٤).

جدول رقم (٤) الأمطار القصوى والدنيا في كانون الثاني

المحطّة	الكميّة القصوى كانون الثاني	الكميّة الدنيا كانون الثاني	النسبة rapport
بعلبك	٢١٢	٢٢	٩,٦
دورس	٢١١,٦	١٤	١٥,١
الفاكهة	٢٩٣	١٧,٨	١٦,٤
الهرمل	٢٧٧	٤	٦٩,٢٥
القاع	٦٨,٨	٣,٦	١٩,١
كفردان	٢٣٢	١٨,٥	١٢,٥
جبولة	٧٣	٥,٢	١٤
دير الأحمر	٢١١	١١,٦	١٨,١
بيروت	٣٨١	٤٠,٧	٩,٣

جدول رقم (٥) الأمطار القصوى والدنيا في نيسان

المحطّة	الكميّة القصوى	الكميّة الدنيا	النسبة
بعلبك	٦١,١	٠	غير محدّد
دورس	٥٨	٠	غير محدّد
الفاكهة	١١٦	٢,٣	50.4
الهرمل	١٠٣	١,٥	68.6
القاع	٦٧	١,٦	41.8
كفردان	٥٧	٠	غير محدّد
جبولة	٧١	٠,٦	118.3
دير الأحمر	٩٨	١,٣	75.3
بيروت	٢٣٠	٠	غير محدّد

- في شهر نيسان (جدول رقم ٥)، بلغت نسبة الأمطار القصوى على الدنيا نسبًا كبيرة جدًّا، وأحيانًا غير محدّدة، لأنّه في بعض السنوات كان شهر نيسان جافًّا بشكل مطلق، كما في محطّة (بعلبك ودورس وكفردان)، أمّا المحطّات الباقية فقد سجّلت: (الفاكهة ٥٠,٤ ضعفًا) أمّا في (الهرمل ٦٨,٦ ضعفًا) في (القاع كانت النسبة ٤١,٨ ضعفًا) (جبولة ١١٨,٣ ضعفًا) في دير الأحمر ٧٥,٣ ضعفًا في بيروت ٢٣٠ ملم مقابل صفر. ورغم أنّ تدنّي القيمات الدنيا قد يعطي نسبًا غير ذات دلالة إحصائيّة واضحة، إلّا أنّ هذه النتائج تدلّ على تذبذب كبير في كميّة المتساقطات للأشهر نفسها بين سنة وأخرى، وهكذا نستنتج من خلال الدراسة التكراريّة للمتساقطات في منطقة البقاع الشمالي عدم الانتظام الكبير في هذه المتساقطات، إنّ دراسة المتوسّطات تخفي حقيقة

النظام المطري الفعلي!! من هنا، تأتي أهميّة هذه الطريقة المستعملة، خاصّة من الباحثين في علم المناخ الزراعي وتظهر أهميّة هذه الطريقة في دراسة مشاريع الاستصلاح المائي كالسدود والبرك الاصطناعيّة مثلًا.

٣. ٥. عدد أيّام المطر

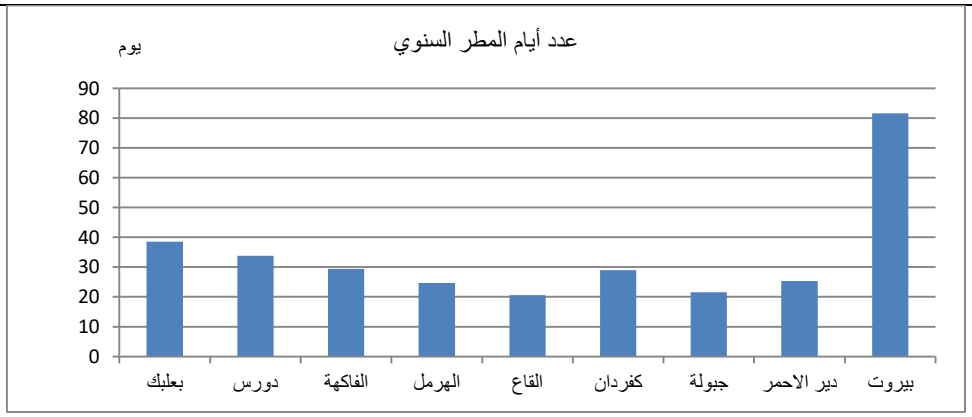
يتناقص عدد أيّام المطر في البقاع الشمالي بالاتجاه نفسه تناقص كميّة الأمطار السنوية (جدول رقم ٦). يتراوح عدد أيّام المطر السنوي بين (٢٠ و٤٠ يومًا) حيث تسجّل (محطّة بعلبك ٣٨,٥ يومًا، (٣٣,٨ في دورس)، (٢٩ يومًا في كفردان)، (٢٥ يومًا في دير الأحمر) بينما ينخفض هذا المعدل إلى (٢٤,٧ في الهرمل) و(٢٩,٤ يومًا في الفاكهة) و(٢١,٦ يومًا في جبولة)، (٢٠,٦ في محطّة القاع) يتجاوز هذا العدد الـ٨٠ يومًا في المحطّات الساحلية (٨٢ يوم في بيروت) ويزداد عدد أيّام المطر فوق المناطق الجبليّة (تسجّل محطّة ضهر البيدر حوالي ٨٦ يومًا (رسم بياني رقم ٦) (Blanchet G., ١٩٧٦).

جدول رقم(٦) يمثّل عدد أيّام المتساقطات (الشهري والسنوي).

المحطّة	تشرين١	تشرين٢	كانون	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيّار	حزيران	تموز	آب	أيلول	مجموع
بعلبك	3.1	4.2	6.8	8.5	4.5	4.3	3.9	3	0	0	0	0.2	38.5
دورس	2.8	3.7	5.1	7.2	4.2	4.2	3.5	3	0	0	0	0.1	33.8
الفاكهة	1.7	3.4	4.2	6	3.8	4.1	3.1	2.5	0	0	0	0.6	29.4

الهرمل	0.6	2.5	3.5	5.1	3.5	3.2	3.3	2.8	0	0	0	0.2	24.7
القاع	0.5	2.3	2.5	4.9	2.6	2.5	2.5	2.8	0	0	0	0	20.6
كفردان	2.1	3.3	3.5	7.1	2.9	4.2	2.8	2.9	0	0	0	0.2	29
جبولة	0.6	2.1	2.9	4.9	2.6	3.1	2.9	2.5	0	0	0	0	21.6
دير الأحمر	1.2	3.2	3.5	5.3	3	3.6	2.5	2.7	0	0	0	0.3	25.3
بيروت	5.6	8.9	12.9	16.3	14.6	12.1	6	2.8	0	0.1	0.1	2.2	81.6

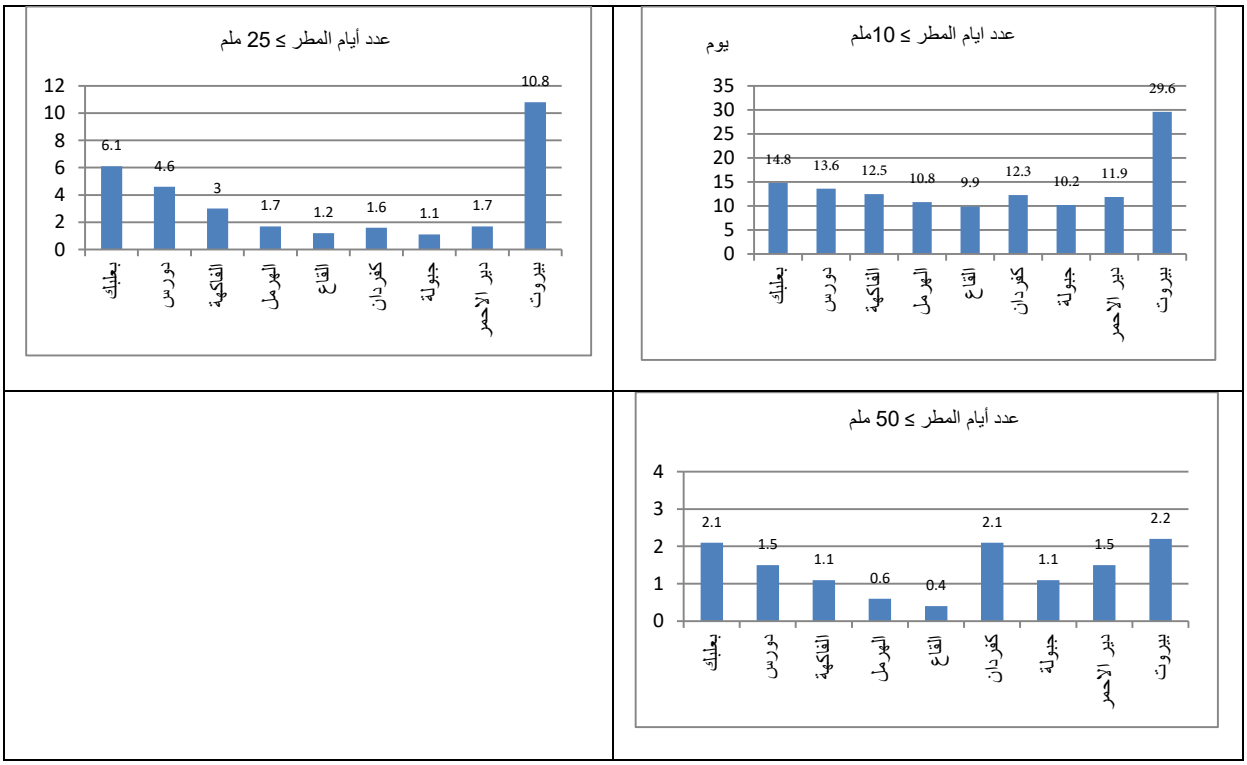
رسم بياني رقم (٦) يمثّل عدد أيّام المطر السنوي في محافظة بعلبك الهرمل



إنّ عدد أيّام المطر أكبر أو يساوي ١٠ ملم تتراوح بين ١٢ و١٥ يومًا في السنة فقط في محطّات محافظة بعلبك الهرمل، بينما تعرف محطّة بيروت ٢٩,٦ يومًا (رسم بياني رقم ٧).

يصبح عدد أيّام المطر أكبر أو يساوي ٢٥ ملم أقلّ بكثير إذ يتراوح بين يوم واحد و٦ أيّام في حين تعرف محطّة بيروت ١٠,٨ يومًا. يتراوح عدد الأيّام ≤ ٥٠ ملم بين ٠,٤ و٢,١ يوم في السنة وهذا الرقم كبير جدًّا قد يساوي ربع المجموع السنوي أو أكثر للمتساقطات في بعض المحطّات، كمحطّة جبولة، أو محطّة الهرمل والقاع، وهذا يدلّ على زخّات مطريّة قويّة وعلى فترات قصيرة موزّعة على عدد قليل من الأيّام. فمثلًا بلغت كميّة المتساقطات في كانون الثاني ١٩٦٩، ٢١٢ ملم في محطّة بعلبك أي أكثر من نصف المعدل العام السنوي، وكذلك في الفاكهة ٢٩٢ ملم من أصل ٣٤٠ ملم وهذا يعني أنّ قوّة المطر تتركّز على عدد قليل من الأيّام، وللأسف فإنّ هذه الأمطار (القويّة) غير مفيدة للزراعة والنبات.

رسم بياني رقن (٧) يمثّل عدد أيّام المطر السنوي (≤ ١٠ ملم) (≤ ٢٥ ملم) (≤ ٥٠ ملم)



ويعود ذلك في أغلب الأحيان، إلى الأمطار المحليّة، الناجمة عن نماذج الطقس التي تتكرّر فوق المنطقة، والتي تؤثّر بشكل استثنائي على كميّات الأمطار ونوعيّتها، كنموذج الخماسين والنقاط الباردة وغيرها.

من جهة أخرى، يحدث تساقط الأمطار في الفصل البارد، حيث يكون النبات متوقّفًا عن النموّ، فالأمطار تهطل في فترة قصيرة، وبشكل فجائي وبقوّة شديدة، وخاصّة الأمطار المحليّة (الربيعيّة) التي تأتي بعد انقطاع وبعد أن تكون الطبقات السطحيّة من التربة قد جفّت، وبالتالي فإنّها لا تستطيع امتصاص هذه الأمطار، وهذا ما يسبّب انجراف هذه التربات وزحلها، وبالتالي تشكيل السيول وهذا ما يحدث في المنطقة كلّ عدّة سنوات وخاصّة في منطقة الفاكهة، ورأس بعلبك. وتتوقّف قوّة تعرية التربة على قوامها، والمعروف أنّ التربة في البقاع الشمالي رمليّة بيضاء أو صفراء غير متماسكة سهلة التفتّت والانجراف. إنّ غزارة الأمطار المنهمرة تضرّ بالنباتات، من خلال غسل الترب الموجودة وكسح الأسمدة الطبيعيّة والكمياويّة المنثورة في الأرض. وتساهم أيضًا في تدمير براعم النبات وأزهاره، كما تعمل على زيادة اندماج الطبقات السطحيّة من التربة. من هنا، تظهر الأهميّة الكبيرة لإقامة مشاريع لاحتواء السيول ومنع الانجراف، وإقامة بحيرات تجميع للاستفادة من هذه الأمطار التي غالبًا ما تذهب سدى، والتي تسبّب الكثير من التخريب في البنى التحتيّة والمشاريع الزراعيّة ومزارع الأسماك على العاصي. أمّا الأمطار الخفيفة المتواصلة فهي أكثر فاعليّة في ترطيب التربة من المطر المنهمر الذي تزيد سرعة هطوله على سرعة تشرّب التربة بالماء (محمد محمود الديب، ١٩٩٧).

الخاتمة

من أهمّ النتائج:

- إنّ التوزيع المكاني للمتساقطات في لبنان يتوافق بشكل كبير مع التضاريس الموجودة ومع الموقع على خطوط الطول ودوائر العرض.
- إنّ ظاهرة الفوهن تلعب دورًا مهمًا في نقص رطوبة الهواء، وبالتالي انخفاض كميّة المتساقطات في منطقة بعلبك الهرمل (الواقعة في ظلّ أعلى قمم سلسلة جبال لبنان الغربية)، مقارنة بالمنطقة الساحليّة أو السفوح المواجهة.
- إنّ خطّ المطر الذي يعتبر حدًّا للزراعات المطريّة ٢٥٠ ملم بالسنة يمّر في هذه المنطقة (الأكثر جفافًا في لبنان).
- إنّ تحليل المعطيات المطريّة لمحطّات بعلبك الهرمل تظهر النظام المطري المتوسطي نفسه أمطار شتويّة (بين تشرين أوّل وأيّار) وجفاف صيفي، تتركّز معظم الأمطار بين (كانون الأوّل وآذار) مع أمطار أقلّ في باقي الأشهر.
- يظهر النظام المطري المتوسّط قمّة مطريّة رئيسيّة في الشتاء (كانون الثاني) وقمّة ثانية ربيعيّة في بعض المحطّات، غالبًا ما تكون في آذار تزداد قيمتها كلّما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال.
- تحتلّ الأمطار الشتويّة المرتبة الأولى من حيث كميّتها وتليها الأمطار الخريفيّة، أمّا الأمطار الربيعيّة فتأتي في المرتبة الثالثة. ويتميّز فصل الصيف بالجفاف المطلق.
- تبيّن الدراسة التكراريّة ٨٠٪ ٥٠٪ ٢٠٪ عدم تطابق ما بين الوسيط والمتوسّط الحسابي، وهذا يدلّ على عدم انتظام كميّة الأمطار، ويُظهر التغيريّة الكبيرة للمتساقطات خلال الفصل الممطر.
- إنّ الفروقات كبيرة جدًا بين الأشهر الممطرة قد تصل إلى عشرات الأضعاف.

- إنّ عدد أيّام المطر قليل في المنطقة لا يتجاوز الـ٤٠ يومًا في السنة كحدّ أقصى في جنوب المنطقة (٣٨,٥ يوم مطر في بعلبك) بينما يقلّ عن ذلك بكثير شمال المنطقة (٢٠,٦ يوم مطر في القاع) تتساقط الأمطار على شكل زخّات قويّة وعلى فترات قصيرة.

المراجع العربيّة

- الديب، محمد محمود (١٩٩٧). **جغرافيّة الزراعة**. لا م: مكتبة الأنجلو المصريّة.
- العسّ، فراس (٢٠٠٤). **المناخ في البقاع الشمالي**، رسالة ماستر، الجامعة اللبنانيّة.
- موسى، علي (١٩٨٦). **التغيّرات المناخيّة**. بيروت: دار الفكر.
- ——— (١٩٨٩). **مناخات العالم**. بيروت: دار الفكر.

المراجع الأجنبيّة

- Morell, M. (1999). *Acquisition et Constitution d'une Information Hydrologique De Base*. *Editions *H*G*A, Bucarest*.
- Traboulsi, M. et Camberlin, P. (2004). *Années arrosées et années sèches au Proche-Orient*. Relation avec la circulation atmosphérique régionale. *Annales de l'Association Internationale de Climatologie, volume 1.*
- Traboulsi, M. (2012). *La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement*. Climatologie, *Revue de l'Association Internationale de Climatologie*.