دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا

د. نادر صيام
قسم الجغرافيا ــ كلية الآداب
جامعة دمشق

الملخص

لقد بينت دراسة الاتجاهات المطرية [1] في عشرين محطة في سورية أنه يجب فحص الأهمية الإحصائية للاتجاهات المشتقة بأي طريقة لتحديد أكانت جوهرية حقيقية أم ظاهرية تحدث بالمصادفة. ويجب عدم اعتمادها البتة دون إجراء هذا الفحص. لذلك فإن الاتجاهات المطرية المشتقة بطريقة المتوسطات المتحركة تقريبية غير موائمة، ليس لأنها غير دقيقة فقط بل لعدم إمكان فحص أهميتها الإحصائية أيضاً.

ويفضل لهذا الغرض استخدام الاتجاهات المشتقة بالطرق الرياضية مثل طريقة المتوسطات النصفية (Semi-means) وطريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (Straight-line regression) المعروفة أحياناً بطريقة المربعات الصغرى (least squares method) لأنها أكثر دقة ويمكن تحديد أهميتها الإحصائية.

يجب فحص الاتجاهات المطرية المشتقة بطريقة المتوسطات النصفية قبل اعتمادها بطريقة فحص الأهمية الإحصائية للفرق بين المتوسطات

[1] يشتمل التهطال على كل من الأمطار والثلج والبرد والندى. لكن بما أن معظمه يحدث في سورية على شكل أمطار. استخدمت في هذه الدراسة كلمة الأمطار عوضاً عن التهطال للدلالة على كل أشكال التهطال المختلفة.

| x1 – x2 | 2 S.E، وبطريقة الفحص (t) ستيودنت (t student's test) الإحصائي.

تظل الاتجاهات المطرية المشتقة بعلاقة انحدار الخط المستقيم الأكثر دقة من غيرها. ويجب عند استخدامها أن تجري فحوص الأهمية الإحصائية لكل من معامل ارتباطها (r) ومعامل انحدارها (b) بطريقة الفحص t الإحصائي أيضا. وحساب معامل تقريرها أو تفسيرها (r^2) والخطأ المعياري للتقدير (S.E) وحساب النسبة المئوية للانحراف المعياري (S%)، والأهم من ذلك كله حسب القيمة الحقيقية لمعامل الانحدار (b) عند مستوى الأهمية الإحصائية ٩٥٪.

لاحظت الدراسة وجود اتجاهات مطرية ضعيفة متزايدة في ٦ محطات ومتناقصة في ١٤ محطة، وأثبتت الفحوص الإحصائية المختلفة عدم أهميتها جميعها إحصائيا، وهي جميعا ظاهرية غير جوهرية أو حقيقية، ومرفوضة إحصائيا وتحدث مصادفة.

١ــ مقدمة:

لقد ظهرت منذ بداية العقد السابع من هذا القرن، بعيد حدوث كارثة المحل الشهيرة التي اجتاحت إقليم السهل[1] السوداني الإفريقي ومناطق أخر من العالم، دراسات عديدة (ونستانلي Winstanley ١٩٧٣ و ١٩٧٤ – هوتن وودويل ١٩٨٩ – شنيدر ١٩٩٠) تعتقد بأن مناخ الأرض يتغير ويتجه نحو الجفاف.

وكما يبدو فإن هذه الفكرة قد أثرت في كثير من الباحثين، الذين عمدوا بدورهم إلى الاهتمام بها والعمل على تأكيدها.

فلجأ بعضهم إلى تحليل السجلات المطرية السنوية في مواقع مختلفة من العالم بغية إيجاد علاقات إحصائية بيانية ورياضية تظهر اتجاهات مطرية متناقصة خلال سلاسل زمنية محدودة وطويلة إلى حد ما، وقد عرض هير (Hare ١٩٧٧) مثل هذه الاتجاهات في كل من أغاديس (Agadez) في النيجر، وأبانشي (Abeche) في تشاد، وأليس سبرننجز (Alice Springs) في استراليا، وجودبور في الهند، وفونيكس (Phonix) في الولايات المتحدة الأمريكية. كما وجد مثلها في بعض محطات الأقطار العربية المجاورة مثل الأردن (شحادة ١٩٧٨) والعراق (الجبوري Al-Jaboory ١٩٨٥)، وفي بعض المحطات في سورية (موسى ١٩٨٨)، وأكدت الدراسة الأخيرة وجود وجهة عامة للتناقص المطري في سورية.

عادة تستخدم في تحليل السلاسل الزمنية المطرية، وتحديد اتجاهاتها أربع طرائق إحصائية وهي: طريقة الرسم اليدوي البسيطة، وطريقة المتوسطات المتحركة

---

[1] تستخدم كثير من الدراسات تسمية الساحل السوداني الإفريقي، وهذا خطأ شائع ناجم عن تعريب التسمية عن اللفظ الأجنبي لكلمة (Sahel). وقد بين أوليفر (Oliver – ١٩٨١ ص١٧٤) أن هذه التسمية اشتقت أصلاً من كلمة (سهل) العربية التي تعني (Border) باللغة الإنكليزية لذلك فالأصح أن تستخدم تسمية السهل السوداني الإفريقي.

(Runing Means)، وطريقة المتوسطات النصفية (Semi-avreages) والطريقة الرياضية المعروفة بطريقة انحدار الخط المستقيم (Straight Line Regression) أو طريقة المربعات الصغرى (Least Squares).

لكن المثير حقاً أن تعمد الدراسات إلى رسم أو حساب خط اتجاه الأمطار خلال السلاسل الزمنية، واعتماده مكتفية باتجاهه الظاهري، دون أن تخضعه لفحص إحصائي لبيان أهميته الإحصائية ومقدار الثقة التي يتمتع بها، وبيان أكان حقيقياً أم ظاهرياً يحدث بمجرد المصادفة فالمشكلة لاتتعلق باشتقاق خط الاتجاه وحساب انحداره وبالطريقة المستخدمة في ذلك فحسب، وإنما بالأهمية الإحصائية لهذا الاتجاه أيضاً، فالاكتفاء برسم خط الاتجاه فقط ينضوي على نتائج مضللة بقصد أو من دون قصد.

لذلك لايمكن الاعتماد على الطريقة اليدوية لرسم خط الاتجاه المطري، ليس لأنها طريقة تقريبية وغير دقيقة ويدخل العامل الشخصي فيها (قاسم وخلاق ١٩٨٨) فقط، بل لعدم إمكان إخضاعها إلى فحص يبين أهميتها الإحصائية أيضاً. وينطبق الأمر ذاته على طريقة المتوسطات المتحركة، التي بالإضافة إلى ذلك يصعب بواسطتها تحديد اتجاه الأمطار عندما يكون انحداره طفيفاً. لذلك يفضل استخدام هذه الطريقة للموازنة بين متوسطات فترات في السلسة الزمنية المطرية، وليس من أجل إيجاد علاقات مشتركة بين تغيرات الأمطار والزمن (جريجوري Gregory ١٩٧٠، ص ٢٤١ – ٢٤٢).

تعد طريقة المتوسطات النصفية من الطرق الرياضية السهلة، وتمكن من حساب اتجاه الأمطار كمياً، بالإضافة إلى إمكان إخضاع نتائجها إلى فحص الأهمية الإحصائية، ولهذا فإنها تفضل عن كل من الطريقتين السابقتين، مع تأكيد عدم اعتماد الاتجاه المشتق بواسطتها دون إجراء هذا الفحص الإحصائي للأهمية (جريجوري ١٩٧٠، ص ١٣٣ – ١٤٤، كروي Crowe ١٩٧١، ص ٥٢٣ – ٥٢٨، أوليفر ١٩٨١، ص ٢١١ – ٢١٢).

تظل طريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (علاقة الارتباط) الرياضية أفضل وأدق الطرق جميعها، وتمكن من اشتقاق اتجاه واضح، ويمكن إخضاعه لعدة فحوص إحصائية للأهمية (جوروجوري ١٩٧٠، ص ١٨٧ – ٢٢٧ و ص ٢٤٦ – ٢٥٥، أوليفر ١٩٧٣، ص ٤٦٨ – ٤٧٣)، كما تؤكد هذه الدراسات وغيرها (كروي ١٩٧١، ص ٥٢٨ – ٥٣٠، أوليفر ١٩٨١، ص ٢٠١ – ٢٠٣) ضرورة حساب معامل ارتباط انحدار الخط المستقيم، وإخضاعه مع معامل الانحدار لفحص الأهمية الإحصائية قبل اعتماده. وتؤكد الدراسات المذكورة جميعها ضرورة استخدام معطيات مطرية صحيحة موثوق بها في عمليات حساب الاتجاهات المطرية، والابتعاد عن استخدام قيم مقدرة أو مشكوك في صحتها من أجل جعل السلسلة الزمنية أطول.

٢– أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى اشتقاق اتجاهات الأمطار خلال سلاسل زمنية لفترات طويلة قدر المستطاع في بعض من محطات الرصد الجوية الرئيسية في سورية، وإخضاع هذه الاتجاهات لشتى فحوص الأهمية الإحصائية المتوافرة للتأكد من صحتها وبيان أكانت اتجاهات حقيقية تتمتع بأهمية إحصائية عالية أم أنها مجرد اتجاهات ظاهرية ليس لها أي أهمية إحصائية مهمة وتحدث مصادفة.

٣– طرق البحث ووسائله:

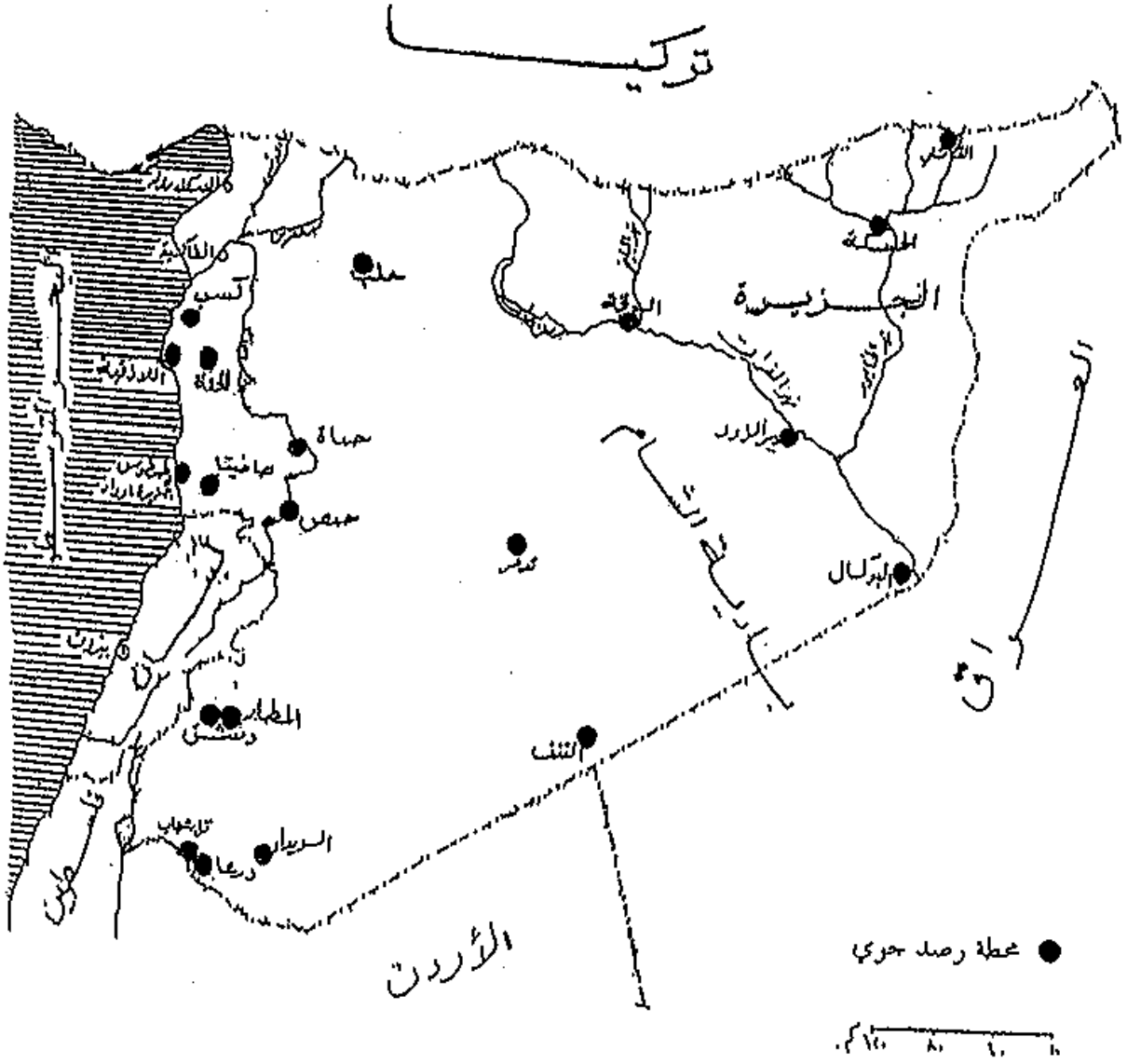
استخدمت في هذه الدراسة جميع البيانات المطرية الشهرية المتوافرة لدى مديرية الأرصاد الجوية لعشرين محطة رصد رئيسية مبعثرة في أنحاء البلاد (الشكل ٣–١). ويظهر الجدول (٣–١) المواقع الفلكية لهذه المحطات على درجات العرض والطول.

تراوحت مدة البيانات المستخدمة بين ٣٣ – ٤٧ سنة في جميع المحطات عدا محطة اللاذقية التي لم يتجاوز طولها ٢٧ سنة فقط. والحقيقة توجد فترات مطرية أطول من ذلك لبعض المحطات، ويعود تاريخها إلى ماقبل عام ١٩٣١ لكنها غير دقيقة ومتقطعة (موسى ١٩٨٨). لذلك لايمكن استخدامها والاعتماد عليها في الدراسات المناخية الموضوعية، وقد نصحت مديرية الأرصاد الجوية بعدم استخدامها في تعيين الاتجاهات المطرية، والاكتفاء بالبيانات الموثوق بها والمدققة والمعتمدة من قبلها فقط.

ولتعيين الاتجاهات العامة للإمطار خلال السلاسل الزمنية لكل محطة، حسبت من البيانات المطرية الشهرية كميات الأمطار الهاطلة في كل سنة مطرية، أو زراعية (من ١ أيلول إلى ٣١ آب). فتراوح عدد السنوات المطرية المحسوبة بين ٣١ و ٤٦ سنة مطرية (زراعية) في المحطات جميعها، و ٣٦ سنة في محطة اللاذقية. ويبين الجدول (٣-١) الفترة الزمنية وعدد السنوات المطرية المستخدمة في كل محطة، بالإضافة إلى متوسط أمطار السنوات المطرية وانجرافاتها المعيارية (σ) التي حسبت في هذه الدراسة لاستخدامها في فحوص الأهمية الإحصائية للاتجاهات.

لتحديد خط الاتجاه العام للأمطار في المحطات المذكورة استخدمت طريقة المتوسطات المتحركة لمدة ١٠ سنوات في بعض المحطات من أجل الموازنة. واستخدمت كل من طريقة المتوسطات النصفية، وطريقة انحدار الخط المستقيم في المحطات جميعها.

عند استخدام طريقة المتوسطات النصفية، قسمت كل سلسلة زمنية في كل محطة إلى فترتين متساويتين، أو شبه متساويتين ــ حيث كان عدد سنوات السلسلة الزمنية مفردا.



شكل (٣-١) محطات الرصد المستخدمة في الدراسة

الجدول (٣-١):

المحطات المختارة في الدراسة، وموقع كل منها على درجات العرض والطول. والفترة الزمنية المستخدمة في كل منها محددة بعدد السنوات المطرية (١ أيلول – ٣١ آب)، والمتوسطات المطرية السنوية وانحرافاتها المعيارية (σ).

المحطة	درجة العرض شمالا °	درجة العرض شمالا ′	درجة الطول شرقا °	درجة الطول شرقا ′	الفترة الزمنية (السنة المطرية)	عدد السنوات	متوسط الأمطار مم	σ
دمشق المزة	٢٩	٣٣	٣٦	١٤	١٩٥١/٥٠ – ١٩٩٢/٩١	٤٢	٢١٣,١٤	٧٥,٥٢
دمشق المطار	٢٥	٣٣	٣٦	٢١	١٩٥٦/٥٥ – ١٩٩٢/٩١	٣٧	١٣٧,١١	٥٩,٢٨
التنف	٢٩	٣٣	٣٨	٤٠	١٩٥٩/٥٨ – ١٩٩٢/٩١	٣٤	١٠٥,٠٥	٥٤,٢١
مد درعا	٣٦	٣٢	٣٦	٠٦	١٩٥٩/٥٨ – ١٩٩٢/٩١	٣٤	٢٦٤,٤٩	٨٨,١٨
تل شهاب	٤٢	٣٢	٣٥	٥٩	١٩٥٩/٥٨ – ١٩٩٢/٩١	٣٤	٣٣٤,٣٢	١٠٢,٢٦
السويداء	٤٢	٣٢	٣٦	٣٥	١٩٥٩/٥٨ – ١٩٩٢/٩١	٣٤	٣٥٤,٠٧	١٠١,٧١
حمص	٤٥	٣٤	٣٦	٤٣	١٩٥١/٥٠ – ١٩٩٢/٩١	٤٢	٤٣٦,١٢	١٣٤,٣٢
تدمر	٣٣	٣٤	٣٨	١٨	١٩٤٧/٤٦ – ١٩٩٢/٩١	٤٦	١٣٣,٧٨	٥٣,٥٣
حماة	٠٨	٣٥	٣٦	٤٥	١٩٥١/٥٠ – ١٩٩٢/٩١	٤٢	٣٣٧,٩١	٩٦,٧٧
حلب	١١	٣٦	٣٧	١٣	١٩٤٧/٤٦ – ١٩٩٢/٩١	٤٦	٣٢٦,٥٣	٨٥,١٨
طرطوس	٥٤	٣٤	٣٥	٥٢	١٩٥٨/٥٧ – ١٩٩٢/٩١	٣٥	٨٦٦,٣٢	٢٤١,٥٠
صافيتا	٤٩	٣٤	٣٦	٠٨	١٩٦٠/٥٩ – ١٩٩٢/٩١	٣٣	١١٢٥,٠٧	٢٧٢.٩٨
اللاذقية	٣٠	٣٥	٣٥	٤٧	١٩٦٨/٦٧ – ١٩٩٢/٩١	٢٦	٧٨٠,١٩	٢١٠,٤٧
الحفة	٣٦	٣٥	٣٦	٠٢	١٩٥٨/٥٧ – ١٩٩٢/٩١	٣٥	١٠٨٣,١٠	٢٨٨,٨٥
كسب	٥٦	٣٥	٣٥	٥٩	١٩٦٠/٥٩ – ١٩٩١/٩٠	٣١	١٣٩٩,٣٩	٤٢٥,٣١
الرقة	٥٧	٣٥	٣٩	٠٠	١٩٥٨/٥٧ – ١٩٩٢/٩١	٣٥	٢٠٠,٥١	٧٤,٧٨
دير الزور	٢٠	٣٥	٤٠	٠٩	١٩٤٧/٤٦ – ١٩٩٢/٩١	٤٦	١٥٦,٤٨	٦٨,٣٩
أبو كمال	٢٥	٣٤	٤٠	٥٥	١٩٦١/٦٠ – ١٩٩٢/٩١	٣٢	١٢٩,٩١	٥٥,٦١
الحسكة	٣٠	٣٦	٤٠	٤٥	١٩٥٨/٥٧ – ١٩٩٢/٩١	٣٥	٢٧٥,٥٠	١٠٨,١٣
القامشلي	٠٣	٣٧	٤١	١٣	١٩٥٣/٥٢ – ١٩٩٢/٩١	٤٠	٤٤١,٩٦	١٤٤,٢٧

وحسب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري (σ) لكل فترة، ثم حدد خط الاتجاه العام للسلاسل الزمنية المطرية، الذي يمر بالمتوسطين النصفيين، وحسب معامل ميلانه b من العلاقة التالية:

١-٣

$$b = \frac{\overline{X}_2 - \overline{X}_1}{T_2 - T_1}$$

هنا : $\overline{x_1}$ و $\overline{x_2}$ = متوسطا الفترة الأولى والثانية على التوالي، T_1 و T_2 = الزمن المقابل لكل من المتوسطين على التوالي وتقع كل منهما في منتصف الفترة الزمنية الخاصة بها.

أخضع كل متوسطين نصفيين من كل سلسلة لفحص الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. الإحصائي $S.E\left|x_1 - x_2\right|$ لبيان أكانت توجد فروق مهمة إحصائية بينهما عند مستوى الاحتمال ٥٪ (2 S.E). ويحسب S.E من العلاقة التالية:

٢-٣

$$S.E\left|X_1 - X_2\right| = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2}}$$

حيث : $S.E\left|x_1 - x_2\right|$ = الخطأ المعياري للفرق، (σ_1 ، σ_2 =) أفضل تقدير للانحراف المعياري للمتوسط الأول والمتوسط الثاني على التوالي n_1, n_2 = عدد الحالات في الفترة الأولى، والفترة الثانية على التوالي.

كما استخدم فحص الأهمية (t) ستيودنت (t student's test) الإحصائي لبيان أهمية الفرق بين كل متوسطين عند مستوى الأهمية ٥٪ أيضا، وتحسب (t) كما يلي:

(٣-٣)

$$t = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2}}}$$

وقورنت قيمة (t) المحسوبة من هذه العلاقة مع قيمة (t) المجدولة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪ ذلك بعد أن حسبت درجة الحرية (d.f) للفترتين حيث:

٤-٣

$$d.f = n_1 + n_2 - 2$$

عند استخدام طريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (علاقة الارتباط) لتعيين الاتجاهات المطرية، حسبت في كل محطة علاقة انحدار الأمطار (y) على الزمن (x) المتمثلة في معادلة الخط المستقيم.

٥-٣

$$y = a + bx$$

فحسب ثابتا كل علاقة، a (نقطة الأساس أو البداية) و b (معامل الانحدار). وحسب معامل ارتباطها (r) أيضا. ولبيان أهميتها الإحصائية، حسب لكل منها معامل التفسير (r^2). والخطأ المعياري للتقدير (S.E) من العلاقة التالية:

٦-٣

$$S.E = \sigma_y . \sqrt{.1 - r^2}$$

كما حسب الانحراف المعياري النسبي (σ ٪) لها كما يلي:

(٧-٣)

$$\%\sigma = \frac{S.E}{\bar{y}} .100$$

هنا: $\overline{y}$ = متوسط المتغير التابع (الأمطار).

ثم حددت الأهمية الإحصائية لمعامل ارتباط كل منهما (r) عند مستوى الأهمية ٥٪ باستخدام فحص t ستيودنت. وتحسب (t_r) من العلاقة التالية:

٨-٣

$$t_r = \frac{r.\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

ثم قورنت قيمة (t_r) المحسوبة من هذه العلاقة مع قيمة (t) المجدولة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪. وذلك بعد حساب درجة الحرية (d.f) من العلاقة:

٩-٣

$$d.f = n-2$$

حيث: n = عدد الأزواج المستخدمة في السلسلة المطرية الزمنية.

ثم أخضع معامل الانحدار (b) إلى فحص الأهمية الإحصائي t ستيودنت أيضا، وحسبت t_b من العلاقة:

١٠-٣

$$t_b = \frac{b.\sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}{\sigma_x}$$

هنا: y = المتغير التابع (الأمطار)، σ_x = الانحراف المعياري للمتغير المستقل (الزمن) وباقي الرموز كما هو مبين سابقا.

قورنت قيمة (t) المحسوبة من العلاقة السابقة بقيمة (t_b) المجدولة عند الأهمية الإحصائية ٥٪.

وأخيراً حسبت قيمة الخطأ المعياري لمعامل الانحدار ($S.E_b$) كما يلي:

٣-١١

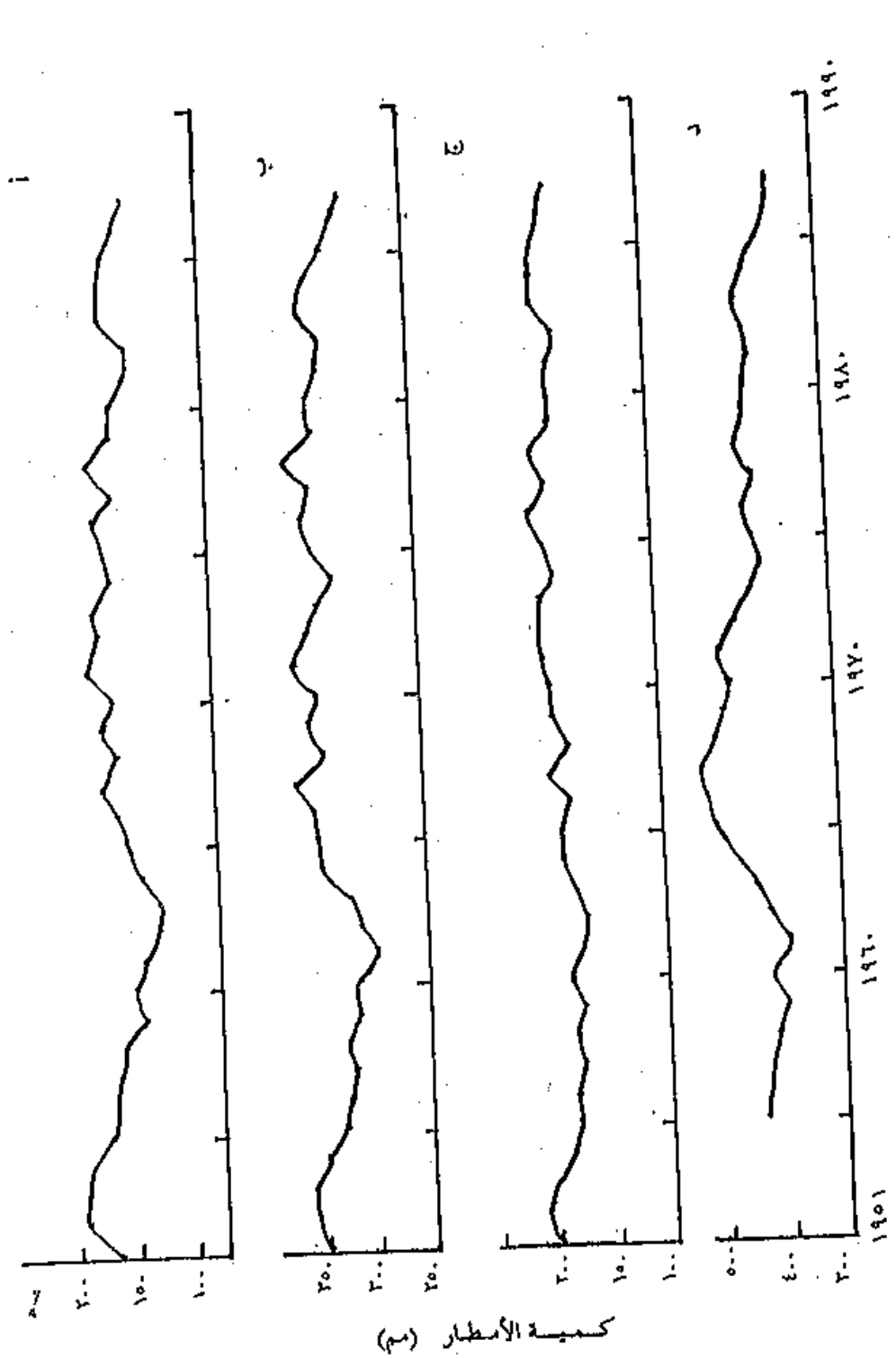
$$S.E_b = \frac{S.E}{\sigma_x \sqrt{n}}$$

النتائج والمناقشة:

٤-١ اتجاه الأمطار بطريقة المتوسطات المتحركة:

يبين الشكل (٤-١) أربعة نماذج لمتجهات مطرية أعدت بطريقة المتوسطات المتحركة لفترات ١٠ سنوات لكل من محطة دير الزور (أ) وحلب (ب) وتدمر (ج) وحمص (د). وتظهر جلية صعوبة تحديد خط اتجاه الأمطار بوضوح وبشكل قاطع من هذه النماذج كما لايمكن إخضاع خطوط الاتجاه المطري هذه إلى أي نوع من الفحوص الإحصائية يساعد على تحديد أهميتها أو اتجاهها بشكل كمي. وقد بين قاسم وحلاق (١٩٨٨ ص١٤) عدم خلو الاتجاه المشتق بهذه الطريقة من آثار قوى أخرى – لاتمكن هذه الطريقة من الكشف عنها ــ لذا يفضل الاستعاضة عنها بالطرق الرياضية.

وبالحقيقة لايمكن الكشف عن العوامل الأخر المؤثرة في خط الاتجاه المشتق بأي طريقة مالم تتم فحوص إحصائية لها تحدد تأثير هذه العوامل. بالإضافة إلى ذلك فقد لاحظت دراسة ستيرينجر (Stringer ١٩٧٢ ص٨٧) إمكان طريقة المتوسطات المتحركة تحويل القيم العظمى إلى قيم صغرى أو بالعكس أحياناً، لأن الإجراء المتبع في حساب المتوسطات لايعطي إلا وزناً ضئيلاً جداً للقيم التي تقع في وسط الفترات. وقد بينت نتائج الدراسة الحالية أنه بسبب تداخل السنين مع بعضها بعضاً عند حساب المتوسطات المتحركة للفترات المتتابعة، يكفي أن توجد سنتان أو ثلاث سنوات قليلة الأمطار جدا، أو كثيرة الأمطار جدا، خلال فترة عشر سنوات حتى يظل تأثيرها راسخا مستمرا في متوسطات عشر فترات سابقة وعشر فترات لاحقة لها. فيلاحظ من نماذج المتوسطات المتحركة للأمطار المبينة في الشكل (٤-١) وجود تدن ملحوظ في



الشكل ٤ – ١ : أربعة نماذج لاتجاهات الأمطار حُسبت بطريقة المتوسطات المتحركة لمدة ١٠ سنوات لكل من : محطة دير الزور (أ) ، حلب (ب) ، تدمر (ج) ، حمص (د) .

هذه المتوسطات حصل في كل المحطات التي تعود سجلاتها إلى عام ١٩٥٧ ومـــاقبل. واستناداً للسجلات المطرية التي تعود في بعض المحطات إلى ما قبل عام ١٩٥٠، بـدأ ظهور هذا التدني في متوسط الفترة الممتدة بين ١٩٤٩ و ١٩٥٨، وبلغ حده الأدنـــى في متوسط الفترة الممتدة بين ١٩٥٧ و ١٩٦٦، وانتهى في متوسط الفترة الممتدة بيـن ١٩٤٩ و ١٩٥٨، وبلغ حده الأدنى في متوسط الفترة الممتدة بيـــن ١٩٥٧ و ١٩٦٦، وانتهى في متوسط الفترة الممتدة بين ١٩٦٣ – ١٩٧٢. وبذلك يكـــون ظـــاهراً فـــي حوالي ١٤ متوسطاً متحركاً، يقع نصفها قبل متوسط الفـــترة الدنيـــا ١٩٥٧.– ١٩٦٦ ونصفها الآخر بعده. ويعود هذا التدني أساساً إلى قلة الهطولات المطرية خلال ثـــلاث سنوات مطرية متتابعة ٥٨/١٩٥٧ و٥٩/١٩٥٨ و٦٠/١٩٥٩، حيث لم تتجاوز كمياتها نصف المعدلات المطرية السنوية للمحطات المبينة في الجدول (٣-١) إلا قليلاً. ولـــم يظهر التدني المذكور في المتوسطات المتحركة في المحطات التي تعود سجلاتها إلـــى مابعد سنة ٦٠/١٩٥٩. وهذا ينسجم مع مابينـــه جريجـــوري (١٩٧٠ ص٢٤٤) مـــن استحالة تحديد علاقات تعليلية مشتركة من خطوط اتجاه المتوسطات المتحركـــة بيـــن تغيرات الأمطار والزمن.

وباعتقادنا تظل هذه الطريقة تقريبية لايمكن الاعتماد عليها في اشتقاق خطـــوط اتجـــاه يعتمد عليها، لكن يمكن أن تساعد في إعطاء فكرة عامة عن اتجاه مظاهر ذات طبيعـــة اتجاه واضحة، كما هو الحال في دراسات اتجاهات تزايد عدد السكان أو إنتاج بعـــض الموارد الطبيعية. أما في حال اشتقاق اتجاهات ظواهر عشوائية الحدوث مثل الأمطـــار فيفضل اللجوء إلى الطرق الرياضية، التي تمكن من إيجاد خطوط اتجاه محسوبة بدقـــة من جهة، وتمكن من إجراء فحوص لأهميتها الإحصائية تؤكد صحتها، أو ترفضها من جهة ثانية.

٤-٢ اتجاه الأمطار بطريقة المتوسطات النصفية:

يظهر الجدول (٤-١) ملخصا لطريقة حساب اتجاه الأمطار بطريقة المتوسطات النصفية الرياضية للمحطات العشرين كلها المستخدمة في هذه الدراسة. ويظهر فيه متوسط عمل فترتين نصفيتين (x_2 , x_1) لكل محطة، وعدد سنوات كل فترة (n_2 و n_1)، ومعامل ميلان الخط المار في متوسطي الفترة (b)، والذي يمثل خط اتجاه الأمطار في المحطة، حسب من العلاقة (٣-١). يتضح من قيم معامل الميلان (b) أن هناك ٦ محطات ذات اتجاه مطري متزايد (+)، و١٤ محطة ذات اتجاه مطري متناقص (-). ويلاحظ أن جميع الاتجاهاته ذات قيم ميلان بسيطة، تراوحت قيمها الموجبة بين +٠,١٠ في محطة الحسكة و+٢,٥٧ في محطة تل شهاب، وتراوحت قيمها السالبة بين -٠,٤١ في محطة دير الزور و-١٠,١٥ في محطة كسب. وتبين الأشكال (٤-٢) إلى (٤-٥) أربعة اتجاهات مطرية حسبت بطريقة المتوسطات النصفية لكل من محطة دمشق المطار والسويداء ودير الزور والقامشلي على شبيل المثال.

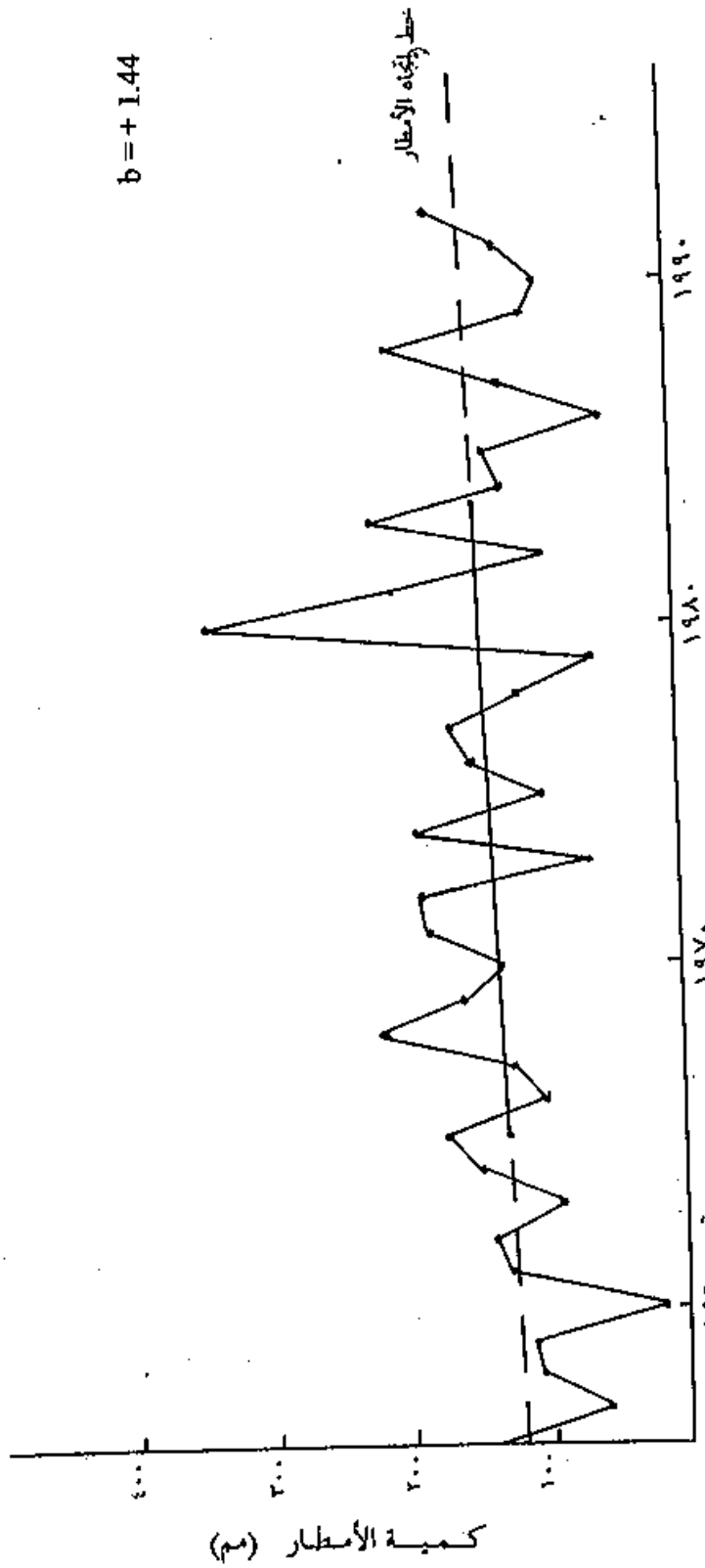
الجدول (٤-١) : المتوسطات النصفية لكميات الأمطار السنوية للفترة الزمنية الأولى (x_1) والثانية (x_2)، وقيمة معامل الميلان (b) للخط الواصل بينهما (منحنى الاتجاه) محسوبة من العلاقة (٣-١) في محطات الدراسة.

هنا: n_1 و n_2 عدد سنوات الفترة الزمنية الأولى والثانية على التوالي.

المحطة	X_1	n_1	X_2	n_2	* b
دمشق المزة	٢٢٥,٦٦	٢١	٢٠٠,٥٩	٢١	- ٢,٣٩
دمشق المطار	١٣٠,٨٢	١٩	١٤٣,٧٦	١٨	+ ١,٤٤
التنف	١١٠,٤٧	١٧	٩٩,٦٥	١٧	- ١,٢٧
سد درعا	٢٨٣,٩٨	١٧	٢٤٤,٩٧	١٧	- ٤,٥٩
تل شهاب	٣٢٣,٣٨	١٧	٣٤٥,٢٢	١٧	+ ٢,٥٧

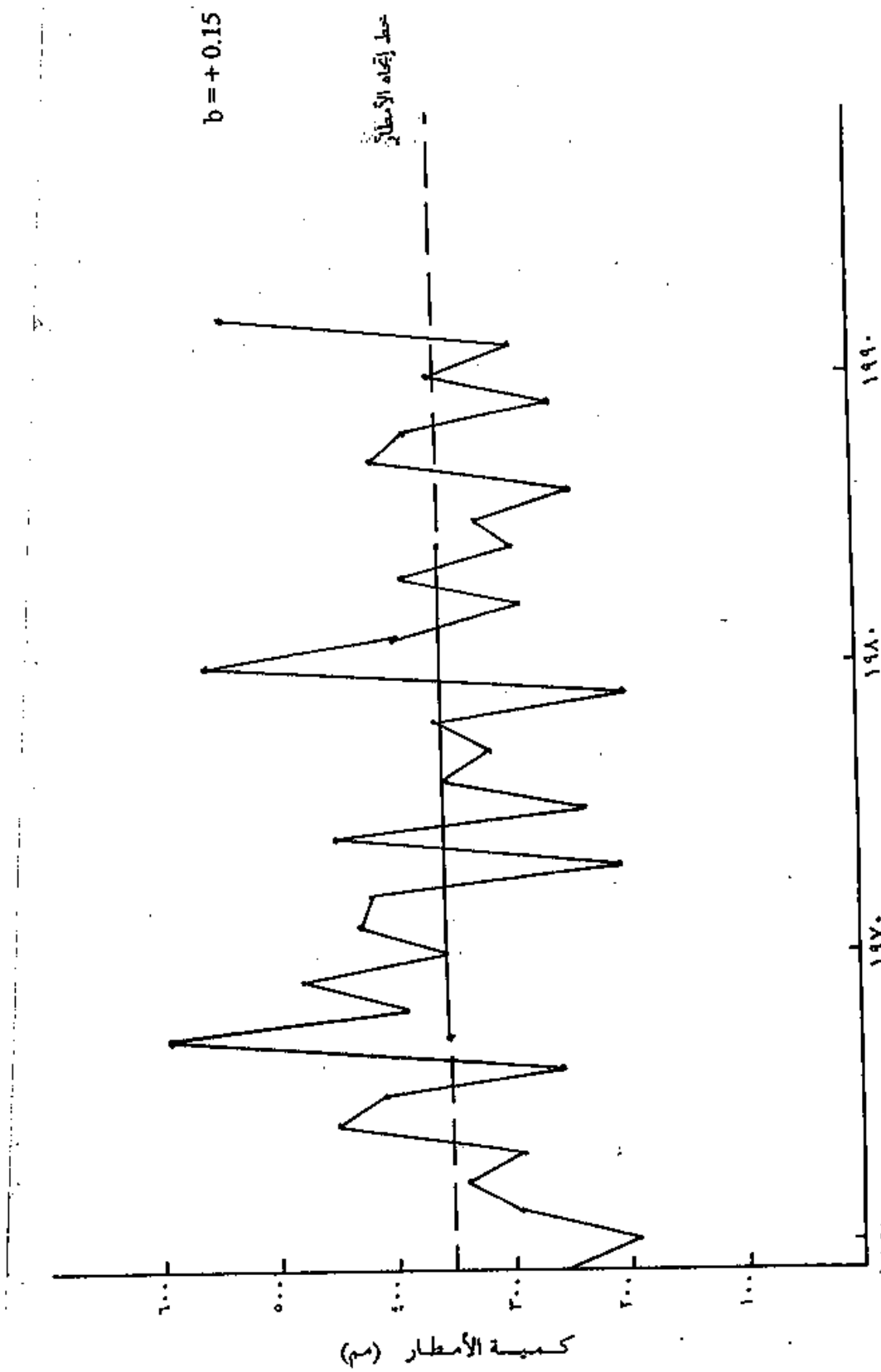
السويداء	٣٥٦,٣٦	١٧	٣٥٧,٦٥	١٧	+ ٠,١٥
حمص	٤٦٩,١٣	٢١	٤٠٨,٥٥	٢١	– ٥,٧٧
تدمر	١٣٦,٨٩	٢٣	١٣٠,٦٥	٢٣	– ٠,٥٤
حماة	٣٣٤,٢٨	٢١	٣٤١,٥٢	٢١	+ ٠,٦٩
حلب	٣٣٦,٢٩	٢٣	٣١٦,٧٦	٢٣	– ١,٧٠
طرطوس	٨٧٠,٣٦	١٨	٨٦٢,٠٧	١٧	– ٠,٩٨
صافيتا	١١٣٩,٠٨	١٦	١١١١,٩٣	١٧	– ٣,١٩
اللاذقية	٨٠٦,٤٩	١٣	٧٥٣,٨٨	١٣	– ٨,٠٩
الحفة	١٠٩٢,٠٠	١٨	١٠٧٣,٥٧	١٧	– ٢,١٧
كسب	١٤٤١,٣٠	١٥	١٣٦٠,٠٩	١٦	– ١٠,١٥
الرقة	١٩٦,٥٩	١٨	١٩٢,٠٧	١٧	– ٠,٥٣
دير الزور	١٥٨,٨٣	٢٣	١٥٤,١٤	٢٣	– ٠,٤١
أبو كمال	١٢٨,٠٣	١٦	١٣١,٦٦	١٧	+ ٠,٤٣
الحسكة	٢٦٩,٢٧	١٨	٢٧٠,١٢	١٧	+ ٠,١٠
القامشلي	٤٧٩,١٢	٢٠	٤٠٤,٨١	٢٠	– ٧,٤٣

(*) يكون منحى الاتجاه متزايدا حيث تكون قيمة b موجبة (+)، ويكـــون متناقصـــا حيث تكون قيمة b سالبة (–).



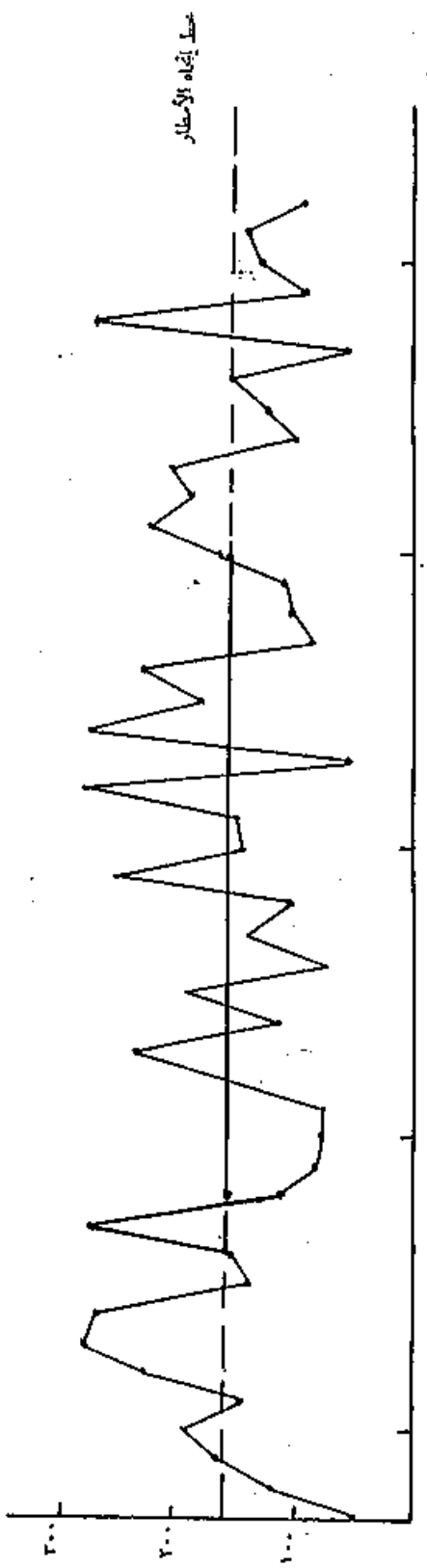
الشكل ٤-٢ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة دمشق المطار محسوباً بطريقة المتوسطات النصفية

حيث : b = معامل ميلان خط إتجاه الأمطار



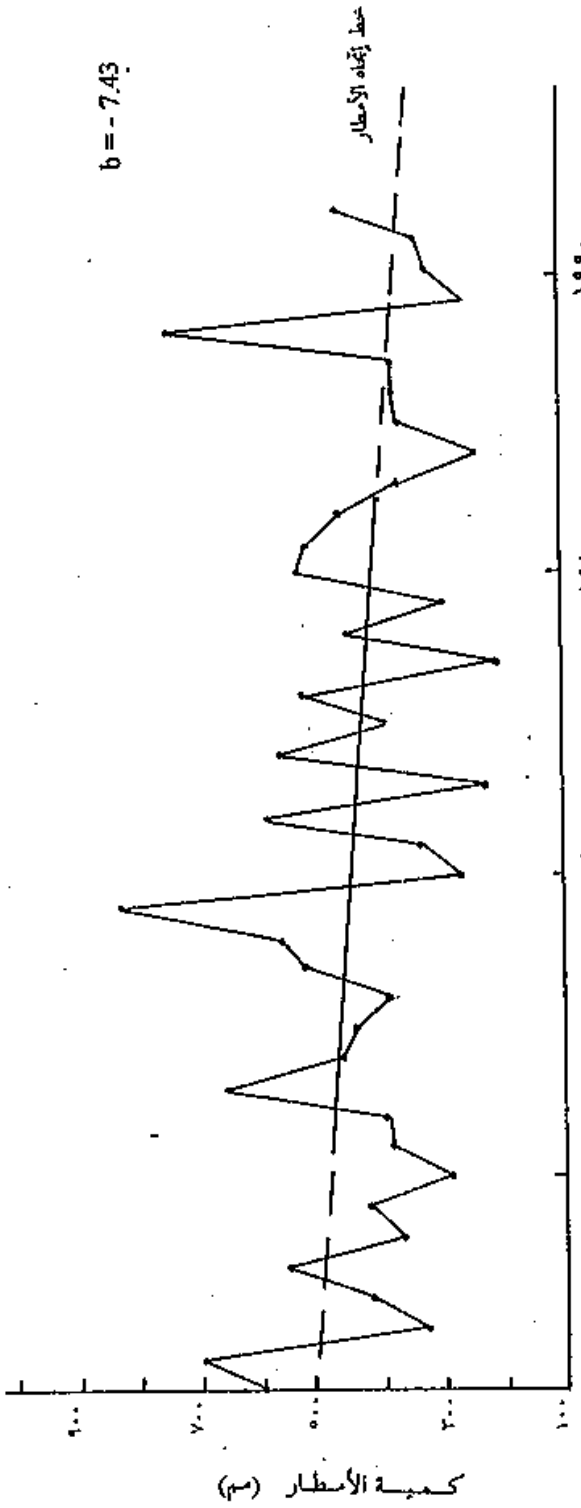
الشكل ٤-٣ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة السويداء محسوباً بطريقة المتوسطات النصفية

حيث : b = معامل ميلان خط إتجاه الأمطار



الشكل ٤-٤ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة دير الزور محسوباً بطريقة المتوسطات النصفية

هنا : b = معامل ميلان خط إتجاه الأمطار



الشكل ٤-٥ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة القامشلي محسوباً بطريقة المتوسطات المتحركة

حيث : b = معامل ميلان خط إتجاه الأمطار

لقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين: $|x_1 - x_2|$ 2 S.E المبين في الجدول (٤-٢)، والمحسوب بالعلاقة (٣-٢)، لا فووق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين في المحطات جميعها عند مستوى الاحتمال ٥٪ إذ جاءت الفروق جميعها بينها أقل بكثير من ضعف الخطأ المعياري للفرق $2S.E\ (X_1 - X_2)$ وبذلك تعد هذه الفروق حاصلة مصادفة، أي احتمال حدوثها يقل كثيرا عن ٥٪. ويشترط لكي يكون الفرق ذا أهمية إحصائية، ومن ثم جوهريا وحقيقيا، أن يزيد عن ضعفين ونصف أو ثلاثة أضعاف الخطأ المعياري للفرق وإلا عد غير مهم إحصائيا ومرفوضا (جريجوري ١٩٧٠ ص١٣٦ - ١٤٤، كروي ١٩٧١ ص٥٢٣ - ٥٢٨). لذلك تعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية سواء أكانت، موجبة أم سالبة، فهي غير مهمة إحصائيا وغير جوهرية أو حقيقية وحادثة بالمصادفة الناجمة عن عشوائية كميات الأمطار السنوية. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي t ستيودنت للفرق بين المتوسطات النصفية، المحسوب بالعلاقة (٣-٣) والمبين في الجدول (٤-٢) هذه النتيجة أيضا. حيث جاءت قيمة t المحسوبة للفرق بين المتوسطات أقل بكثير من قيم t المحددة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪، ويشترط لكي يكون الفرق بين المتوسطات النصفية مهما إحصائيا وجوهريا أن تكون قيم t المحسوبة بالعلاقة (٣-٣) أكثر من قيمة t المحددة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪، وإلا عد حاصلا مصادفة ومرفوضا. (جريجوري ١٩٧٠، اوليفر ١٩٨١ ص٢١١ - ٢١٢). وهكذا تكون الاتجاهات المطرية المحسوبة في محطات الدراسة جميعها حادثة مصادفة وغير جوهرية أو حقيقية.

٤-٣ اتجاه الأمطار بطريقة علاقة الخط المستقيم (علاقة الارتباط الخطية):

يلخص الجدول (٤-٣) علاقات انحدار الخط المستقيم (علاقات الارتباط) التي تمثل اتجاهات الأمطار المحسوبة بالطريقة الرياضية في محطات الدراسة العشرين. ويظهر

فيه ثابتا علاقة الانحدار (a) (نقطة أساس خط الانحدار، وتمثل نقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور الصادات)، و (b) (معامل انحدار الخط المستقيم) ومعامل الارتباط (r) لكل علاقة. ويلاحظ عندما تكون كل من r و b موجبة (+) يكون اتجاه الأمطار متزايدا، وعندما تكون سالبة (-) يكون اتجاه الأمطار متناقصا. وتبين الأشكال (٤-٦) إلى (٤-٩) أربعة خطوط انحدار تمثل الاتجاهات المطرية في كل من محطة الحسكة وتل شهاب وسد درعا والحفة على سبيل المثال.

يتبين من قيم كل من r و b الموجبة والسالبة وجود تطابق بين اتجاهات الأمطار المحسوبة من علاقات الانحدار وبين تلك المحسوبة بطريقة المتوسطات النصفية السابقة (الفقرة ٤-٢). فجاءت خطوط اتجاه الأمطار متزايدة (+) في المحطات الست نفسها التي كانت اتجاهات أمطارها متزايدة بطريقة المتوسطات النصفية. وجاءت خطوط اتجاه الأمطار متناقصة (-) في الأربع عشرة محطة نفسها التي كانت فيها اتجاهات الأمطار متناقصة أيضا.

تدل قيم معامل الارتباط (r) الموجبة، التي تراوحت بين + ٠,٠٢٤ في محطة الحسكة و + ٠,١٩٢ في محطة تل شهاب، وقيمه السالبة التي تراوحت بين - ٠,٠١٩ في محطة سد درعا و - ٠,٣٣٥ في محطة كسب، على وجود علاقات ارتباط خطية موجبة ضعيفة جدا (واهية) بين الأمطار والزمن في ٦ محطات ووجود علاقات ارتباط خطية سالبة ضعيفة جدا وواهية أيضا بين الأمطار والزمن في ١٤ محطة. وقد بين فحص الأهمية الإحصائي t ستيودنت، الجدول (٤-٤) أنها جميعا غير جوهرية أو حقيقية وحدثت مصادفة، إذ لم يرق أي منها إلى مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪، لأن جميع قيم t_r المحسوبة بالعلاقة (٣-٨) جاءت أقل بكثير من قيم t المحددة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪ (جريجوري ١٩٧٠ ص٢٠١ - ٢٠٢، اوليفر ١٩٨١ ص٢٠٢).

الجدول (٤-٢) : فحص الأهمية الإحصائية t ستيودنت (t Student's Test) للفرق بين المتوسطات النصفية لكميات الأمطار السنوية في محطات الدراسة.

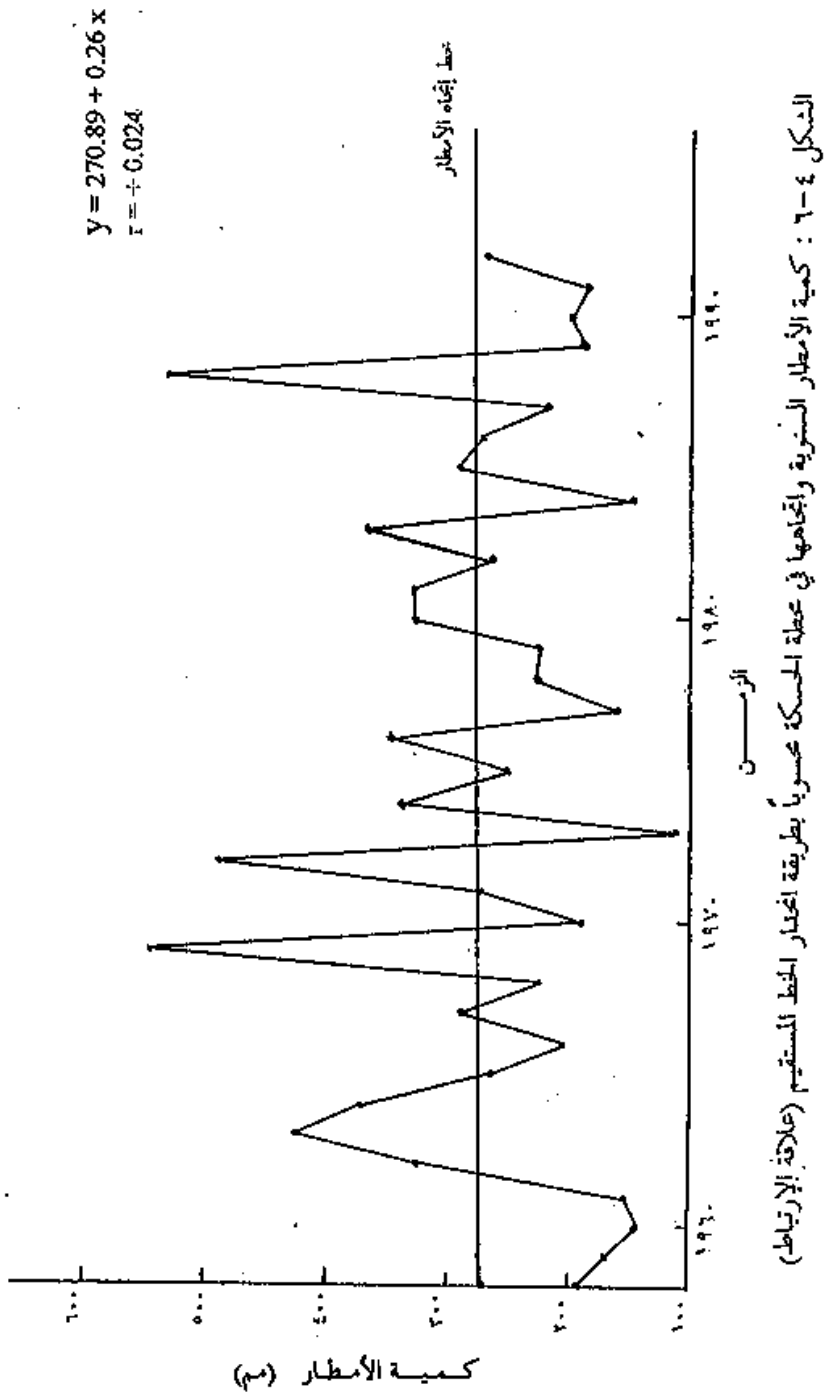
هنا : X_1 و X_2 = متوسط الفترة الزمنية الأولى والثانية على التوالي، (σ_1 و σ_2) الانحراف المعياري للفترة الأولى والثانية على التوالي، $S.E_{|X_1 - X_2|}$ الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين محسوبا من العلاقة (٣-٢)، d . f = درجة الحرية محسوبا من العلاقة (٣-٤)، t = قيمة t المحسوبة من العلاقة (٣-٣)،

t ٥٪ = قيمة t عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪.

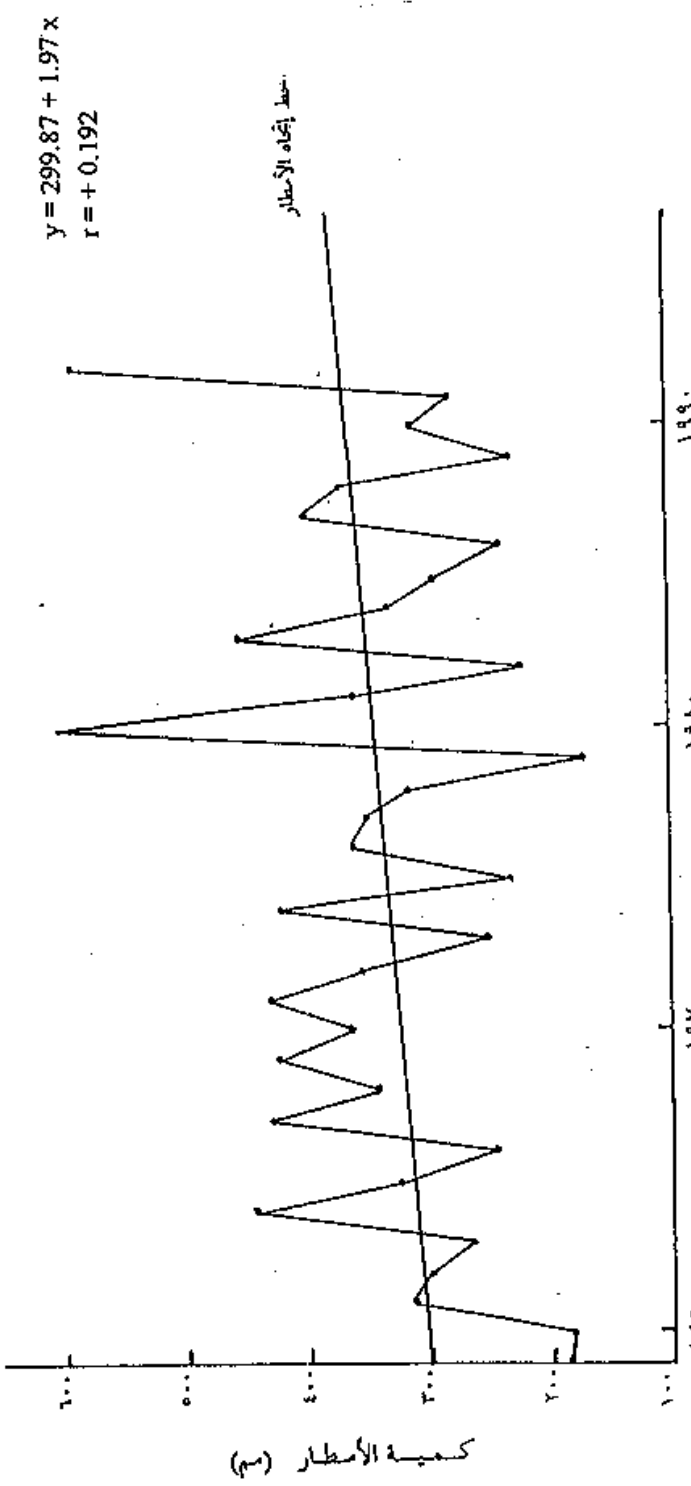
المحطة	X1 - X2	σ1	σ2	$S.E_{\lvert X1-X2\rvert}$	d.f	t المحسوبة	t ٥٪	الأهمية الإحصائية
دمشق المزة	- ٢٥,٠٧	٧٦,٦٤	٧٤,٢٧	٤٩,٢٥١	٤٠	١,٠٧٨	٢,٠٢١	غير مهم
دمشق المطار	+ ١٢,٩٤	٥٠,٩٥	٦٧,٨٤	٣٩,٦١٤	٣٥	٠,٦٥٣	٢,٠٣٠	غير مهم
القلف	- ١٠,٨٢	٦٢,٧٨	٤٥,٣٣	٢٧,٥٩٢	٣٢	٠,٥٧٦	٢,٠٣٢	غير مهم
سد درعا	- ٢٩,٠١	٩٢,٤٢	٨١,٧٩	٥٩,٨٦٥	٣٧	١,٣٠٣	٢,٠٣٢	غير مهم
تل شهاب	+ ٢١,٨٤	٨٧,٧٥	١١٦,٦٠	٧٠,٧٨٧	٢٢	٠,٦١٧	٢,٠٣٢	غير مهم
السويداء	+ ١,٢٩	١١١,٦٥	٩١,٢٣	٦٩,٩٣٩	٣٢	٠,٠٣٧	٢,٠٣٢	غير مهم
حمص	- ٦٠,٥٨	١٥١,١٥	١٠٩,٩٢	٨١,٥٦٩	٤٠	١,٤٨٥	٢,٠٢١	غير مهم
تدمر	- ٩,٢٤	٤٢,١٣	٦٣,٧٧	٣١,٨٧٤	٤٤	٠,٢٩٢	٢,٠١٥	غير مهم
حماة	+ ٧,٢٤	١١١,٠٠	٨٧,٨١	٦٠,٤٤٠	٤٠	٠,٢٤٠	٢,٠٢١	غير مهم
حلب	- ١٩,٥٣	٧٩,٠٠	٩١,٦٦	٥٠,٤٦٣	٤٤	٠,٧٧٤	٢,٠١٥	غير مهم
طرطوس	- ٨,٢٩	٢٦٩,٩٨	٢١٥,٥٢	١٦٤,٧٠٢	٣٣	٠,٠٥١	٢,٠٣٥	غير مهم
صافيتا	- ٢٧,١٥	٢٩٥,٦٩	٢٥٨,٢٤	١٩٣,٧٧٧	٣١	٠,٢٨٠	٢,٠٤٠	غير مهم
اللاذقية	- ٥٢,٦١	٢٤٦,٥٦	١٧٣,١٩	١٦٧,١٣٧	٢٤	٠,٦٣٠	٢,٠٦٤	غير مهم
القمة	- ١٨,٤٣	٢٦٦,٥٩	٢١٨,٧٢	١٩٩,٢٢٦	٣٣	٠,١٨٥	٢,٠٣٥	غير مهم
كسب	- ٨١,٢١	٤٠٩,١٣	٤٤٩,٥٩	٣٠٨,٤٩٥	٢٩	٠,٥٢٦	٢,٠٤٥	غير مهم
الرقة	- ٤,٥٢	٧٣,٩٠	٧٣,٥٦	٤٩,٨١٨	٣٣	٠,١٨١	٢,٠٣٥	غير مهم
دير الزور	- ٤,٦٩	٧٠,٥٣	٦٧,٦٨	٤٠,٧١٥	٤٤	٠,٢٣٠	٢,٠١٥	غير مهم
أبو كمال	+ ٣,٦٣	٥٩,٣٣	٥٣,٦٥	٣٩,٤٦٢	٣١	٠,١٨٤	٢,٠٤٠	غير مهم
الحسكة	+ ٠,٨٥	٩٢,٨٥	٩٥,٣٥	٦٣,٥٩٢	٣٣	٠,٠٢٧	٢,٠٣٥	غير مهم
القامشلي	- ٧٤,٣١	١٤٦,٢٩	١٣٥,٧٤	٨٩,٢٣٨	٢٨	١,٦٦٥	٢,٠٢٥	غير مهم

الجدول (٤-٣) : علاقات انحدار الخط المستقيم (علاقات الارتباط) الممثلة لخط اتجاه الأمطار مع الزمن في محطات الدراسة. هنا : n = عدد الأزواج، a = ثابت نقطة الأساس لعلاقة الانحدار، b = معامل الانحدار r= معامل الارتباط، r^2 = معامل التفسير، S.E = الخطأ المعياري للتقدير محسوبا من العلاقة (٣-٦)، σ ٪ = النسبة المئوية للانحراف المعياري لعلاقة الانحدار محسوبا من العلاقة (٣-٧).

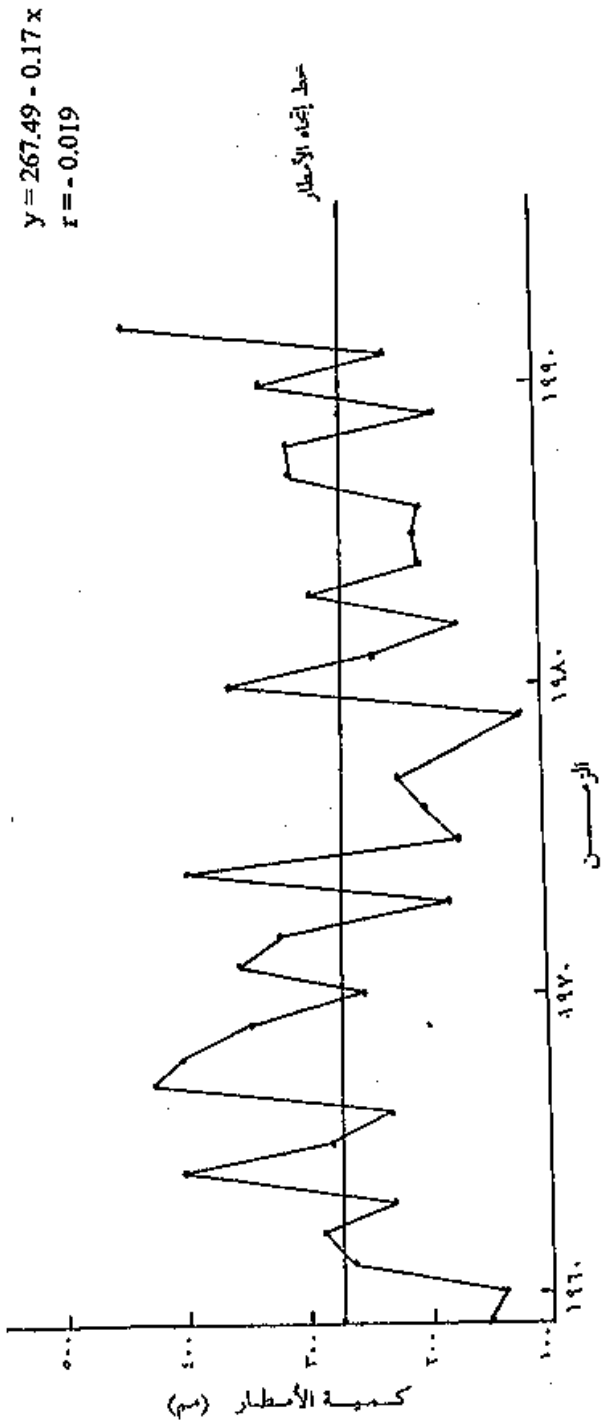
المحطة	N	a	B	r	٪ R^2	S.E	٪ σ
دمشق المزة	٤٢	٢٤٠,٧٨	- ١,٤١	- ٠,٢١٩	٤,٨٠	٧٣,٦٩	٣٤,٥٧
دمشق المطار	٣٧	١١٨,٧٢	+ ٠,٩٧	+ ٠,١٧٧	٣,١٣	٥٨,٣٣	٤٢,٥٤
القلف	٣٤	١٠٩,٨٠	- ٠,٢٧	- ٠,٠٥٠	٠,٢٥	٥٤,١٤	٥١,٥٤
سد درعا	٣٤	٢٦٧,٤٩	- ٠,١٧	- ٠,٠١٩	٠,٠٤	٨٨,١٥	٣٣.٣٣
تل شهاب	٣٤	٢٩٩,٨٧	+ ١,٩٧	+٠,١٩٢	٣,٦٥	١٠٠,٣٦	٣٠,٠٢
السويداء	٣٤	٣٤٢,٢٤	+ ٠,٦٨	+ ٠,٠٦٦	٠,٤٤	١٠١,٤٩	٢٨,٦٦
حمص	٤٢	٤٧٨,١٦	- ١,٩٦	- ٠,١٧٩	٣,٢٠	١٣٢,١٥	٣٠,٣٠
تدمر	٤٦	١٤٥,٣٠	- ٠,٤٩	- ٠,١٢٣	١,٥١	٥٣,١٢	٣٩,٧١
حماة	٤٢	٣٢٧,٦٤	+ ٠,٤٨	+ ٠,٠٦١	٠,٣٧	٩٦,٥٩	٢٨,٥٨
حلب	٤٦	٣٣٨,١١	- ٠,٤٩	- ٠,٠٧٨	٠,٦١	٨٤,٩٢	٢٦,١١
طرطوس	٣٥	٨٩٦,٢٠	- ١,٦٦	- ٠,٠٧١	٠,٤٩	٢٤٠,٣٢	٢٧,٧٤
صافيتا	٣٣	١١٨٩,٢٢	- ٣,٧٧	- ٠,١٣٤	١,٨٠	٢٧٠,٥٢	٢٤,٠٤
اللاذقية	٢٦	٨٦٧,٩٢	- ٦,٥٠	- ٠,٢٣٦	٥,٥٧	٢٠٤,٥٢	٢٦,٢١
الحفة	٣٥	١١٦٧,٥٢	- ٤,٦٩	- ٠,١٦٦	٢,٧٦	٢٨٤,٨٤	٢٦,٣٠
كسب	٣١	١٦٥٠,٣٨	- ١٥,٦٩	- ٠,٣٣٥	١١,٢٢	٤٠٠.٧٣	٢٨,٦٤
الرقة	٣٥	٢٠٦,٨٠	- ٠,٣٥	- ٠,٠٤٨	٠,٢٣	٧٤,٦٩	٣٧,٢٥
دير الزور	٤٦	١٦٩,١٤	- ٠,٥٤	- ٠,١٠٦	١,١٢	٦٨,٠٠	٤٣,٤٦
أبو كمال	٣٣	١١٨,٦٢	+ ٠,٦٦	+ ٠,١١٥	١,٣٢	٥٥,٢٤	٤٢,٥٢
الحسكة	٣٥	٢٧٠,٨٩	+ ٠,٢٦	+ ٠,٠٢٤	٠,٠٨	١٠٨,١٠	٣٩,٢٤
القامشلي	٤٠	٤٩٨,١٥	- ٢,٧٤	- ٠,٢٢٢	٤,٩٣	١٤٠,٦٧	٣١,٨٣



الشكل ٤-٦ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة الحسكة محسوباً بطريقة اغمار الخط المستقيم (علاقة الإرتباط)



الشكل ٤-٧ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة تل شهاب محسوباً بطريقة اختبار الخط المستقيم (علاقة الإرتباط)



الشكل ٤-٨ : كمية الأمطار السنوية واتجاهها في محطة سبد درعا محسوباً بطريقة اغمار الخط المستقيم (علاقة الإرتباط)

الجدول (٤-٤): فحص الأهمية الإحصائية t ستيودنت (t student's test) لمعامل الارتباط (r) بين الزمن وكميات الأمطار السنوية في محطات الدراسة. هنا : d.f = درجة الحرية محسوبة من العلاقة (٣-٩)، t_r المحسوبة = قيمة t المحسوبة من العلاقة (٣-٨)، t ٥٪ = قيمة t عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪.

المحطة	r	d.f	t_r المحسوبة	t ٥٪	الأهمية الإحصائية
دمشق المزة	- ٠,٢١٩	٤٠	١,٤٢٠	٢,٠٢١	غير مهم
دمشق المطار	+ ٠,١٧٧	٣٥	١,٠٦٤	٢,٠٣٠	غير مهم
التنف	- ٠,٠٥٠	٣٢	٠,٢٨٣	٢,٠٣٢	غير مهم
سد درعا	- ٠,٠١٩	٢٣	٠,١٠٧	٢,٠٣٢	غير مهم
تل شهاب	+ ٠,١٩٢	٢٣	١,١٠٧	٢,٠٣٢	غير مهم
السويداء	+ ٠,٠٦٦	٢٣	٠,٣٧٤	٢,٠٣٢	غير مهم
حمص	- ٠,١٧٩	٤٠	١,١٥١	٢,٠٢١	غير مهم
تدمر	- ٠,١٢٣	٤٤	٠,٨٢٢	٢,٠١٥	غير مهم
حماة	+ ٠,٠٦١	٤٠	٠,٣٨٧	٢,٠٢١	غير مهم
حلب	- ٠,٠٧٨	٤٤	٠,٥١٩	٢,٠١٥	غير مهم
طرطوس	- ٠,٠٧٠	٣٣	٠,٤٠٣	٢,٠٣٥	غير مهم
صافيتا	- ٠,١٣٤	٢١	٠,٧٥٣	٢,٠٤٠	غير مهم
اللاذقية	- ٠,٢٣٦	٢٤	١,١٩٠	٢,٠٦٤	غير مهم
الحفة	- ٠,١٦٦	٣٣	٠,٩٦٧	٢,٠٣٥	غير مهم
كسب	- ٠,٣٣٥	٢٩	١,٩١٥	٢,٠٤٥	غير مهم
الرقة	- ٠,٠٤٨	٣٣	٠,٢٧٦	٢,٠٣٥	غير مهم
دير الزور	- ٠,١٠٦	٤٤	٠,٧٠٧	٢,٠١٥	غير مهم
أبو كمال	+ ٠,١١٥	٣١	٠,٦٤٥	٢,٠٤٠	غير مهم
الحسكة	+ ٠,٠٢٤	٣٣	٠,١٣٨	٢,٠٣٥	غير مهم
القامشلي	- ٠,٢٢٢	٣٨	١,٤٠٤	٢,٠٢٥	غير مهم

كما تبين معاملات التقرير أو التفسير (r^2)، المبينة في الجدول (٤-٣)، عدم أهمية أو صلاحية علاقات الارتباط وخطوط انحدارها الممثلة للاتجاهات المطرية في المحطات جميعها. حيث تحدد قيم (r^2) النسبة الحقيقية من تغيرات الأمطار التي يستطيع خط الانحدار تقريرها أو تفسيرها. فيلاحظ أنها تراوحت بين ٠,٠٤٪ و ٢,٧٦٪ في ١٧ محطة. ووصلت إلى حوالي ٥٪ في كل من محطتي القامشلي واللاذقية وإلى ١١,٢٢٪ في محطة كسب فقط. أي انها مقادير يمكن أن تعد مهملة حقا. وتنسجم نتائج هذه الدراسة مع اقتراح أوليفر (١٩٧٣ ص٤٧٢) الذي يرى عدم صلاحية علاقة الارتباط أو خط انحدارها إذا كانت قيمة r أقل من ٠,٥٠ وقيمة r^2 أقل من ٠,٢٥.

والحقيقة، تعكس ضآلة كل من قيم r و r^2 الطبيعية العشوائية الراسخة للأمطار التي تتذبذب كمياتها كثيرا من سنة إلى أخرى دون أن يكون لتغيرات الزمن أي علاقة ملحوظة بها وباتجاهاتها. وتعكس قيم الخطأ المعياري للتقدير (S.E) الكبيرة المحسوبة من العلاقة (٣-٦) لكل علاقات الانحدار الخطية لمحطات الدراسة جميعها الجدول (٤-٣) هذه العشوائية لكميات الأمطار السنوية وعدم ارتباطها بتغيرات الزمن. كما تؤكد قيم النسبة المئوية للانحراف المعياري (σ ٪) لعلاقات الانحدار المحسوبة بالعلاقة (٣-٧) الجدول (٤-٣) وجود عوامل أخر، غير كميات الأمطار والزمن، تدخل في تحديد اتجاه خط الانحدار (اتجاه الأمطار) بنسب كبيرة تراوحت بين ٢٤٪ في محطة صافيتا و ٥١,٥٪ في محطة التنف. وقد تنتج هذه العوامل عن الإجراءات المتبعة في قياس الأمطار، أو بعوامل طبيعية أخر يصعب الكشف عنها.

كما تؤكد قيم معامل الانحدار (b) الضئيلة المبينة في الجدول (٤-٣) و (٤-٥) التي تراوحت قيمها الموجبة بين + ٠,٢٦ في محطة الحسكة وبين + ١,٩٧ في محطة تل شهاب، وقيمها السالبة بين - ٠,١٧ في محطة سد درعا و - ١٥,٩٦ في محطة كسب، ضعف علاقات الارتباط الخطية بين كميات الأمطار والزمن، إذ كادت تنعدم في تسع محطات حيث قلت قيمها فيها عن + ٠,٦٦ أو - ٠,٥٤. وقد دل فحص

الأهمية الإحصائي t ستيودنت، الجدول (٤-٥) على عدم أهميتها الإحصائية جميعها في المحطات كلها عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪، إذ جاءت قيم t_b المحسوبة من العلاقة (٣-١٠) أقل كثيرا من قيم t المحددة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪ وهذا يدل على أنها انحدارات ظاهرية غير جوهرية حصلت مصادفة (جريجوري ١٩٧٠ ص٢١٧ - ٢١٨).

وللتأكد أكثر حسبت القيمة الحقيقية لمعامل انحدار كل علاقة ارتباط (انحدار) خطية عند مستوى احتمال الأهمية الإحصائية ٩٥٪، أي التي تقع بين ضعف الخطأ المعياري لمعامل الانحدار ($2\ S.E_b$). وحسب الخطأ المعياري $S.E_b$ من العلاقة (٣-١١). ويظهر من الجدول (٤-٥) أن لكل معامل انحدار (b) في كل علاقة ارتباط، موجبا أكان أم سالبا، قيمة حقيقية تتراوح بين القيم السالبة (-) والقيم الموجبة (+). أي يمكن أن يكون لكل خط انحدار اتجاه موجب متزايد أو اتجاه سالب متناقص في الوقت نفسه. وهذا يعني أنه لايوجد حقا اتجاه متزايد ثابت أو اتجاه متناقص ثابت للأمطار. وباعتقادنا أن هذه النقطة تحسم الموقف قطعا وتؤكد نتائج الفحوص الإحصائية السابقة.

لذلك فإن نتائج هذه الدراسة تؤكد انعدام العلاقة بين كميات الأمطار والزمن في محطات الدراسة، ومن ثم تؤكد عدم وجود اتجاه واضح وأكيد للأمطار متناقص أو متزايد. وكل الاتجاهات الملاحظة في كميات الأمطار السنوية لاتزيد عن كونها اتجاهات ظاهرية غير حقيقة ليس لها أي قيمة إحصائية أو علمية حدثت مصادفة.

الجدول (٤-٥) : فحص الأهمية الإحصائية t ستودينت (t student's test) لمعامل انحدار خط اتجاه الأمطار b (معامل انحدار خط علاقة الارتباط)، وتحديد موقع قيمته الحقيقية عند مستوى الاحتمال ٩٥٪ في محطات الدراسة. هنا : d.f = درجة الحرية محسوبة من العلاقة (٣-١٠)، t_b المحسوبة = قيمة t محسوبة من العلاقة (٣-٩)، t ٥٪ = قيمة t عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥٪، (σ_x) = الانحراف المعياري للعامل المستقل (الزمن) $S.E_b$ = الخطأ المعياري لمعامل الانحدار (b) محسوبا من العلاقة (٣-١١).

المحطة	B	d.f	t_b المحسوبة	t ٥٪	الأهمية الإحصائية	σ_x	$S.E_b$	قيمة b عند مستوى الاحتمال ٩٥٪ تتراوح بين
دمشق المزة	- ١,٤١	٤٠	١,٥٠٣	٢,٠٢١	غير مهم	١٢,١٢	٠,٩٤	- ٣,٢٩ و + ٠,٤٧
دمشق المطار	+ ٠,٩٧	٣٥	١,٠٨٠	٢,٠٣٠	غير مهم	١٠,٨٩	٠,٩٠	- ٠,٣٨ و + ٢,٧٧
الكفر	- ٠,٢٧	٣٢	٠,٢٨٥	٢,٠٣٢	غير مهم	٩,٨١	٠,٩٥	- ٢,١٧ و + ١,٦٣
سد درعا	- ٠,١٧	٣٢	٠,١١٠	٢,٠٢٣	غير مهم	٩,٨١	١,٥٤	- ٣,٢٥ و + ٢,٩١
تل شهاب	+ ١,٩٧	٣٢	١,١٢٣	٢,٠٢٣	غير مهم	٩,٨١	١,٧٥	- ١,٥٣ و + ٥,٤٧
السويداء	+ ٠,٦٨	٣٢	٠,٣٨٣	٢,٠٢٣	غير مهم	٩,٨١	١,٧٧	- ٢,٨٦ و + ٤,٢٢
حمص	- ١,٦٩	٤٠	١,١٦٥	٢,٠٢١	غير مهم	١٢,١٢	١,٦٨	- ٥,٣٢ و + ١,٤٠
تدمر	- ٠,٤٩	٤٤	٠,٨٣١	٢,٠١٥	غير مهم	١٣,٢٨	٠,٥٩	- ١,٦٧ و + ٠,٦٩
حماة	+ ٠,٤٨	٤٠	٠,٣٩٠	٢,٠٢١	غير مهم	١٢,١٢	١,٢٣	- ١,٩٨ و + ٢,٩٤
حلب	- ٠,٤٩	٤٤	٠,٥٢١	٢,٠١٥	غير مهم	١٣,٢٨	٠,٩٤	- ٢,٣٧ و + ١,٣٩
طرطوس	- ١,٦٦	٣٣	٠,٤١٣	٢,٠٣٥	غير مهم	١٠,١٠	٤,٠٢	- ٩,٧٠ و + ٦,٣٨
صافيتا	- ٣,٧٧	٣١	٠,٢٦٢	٢,٠٤٠	غير مهم	٩,٥٢	٤,٩٥	- ١٣,٦٢ و + ٦,١٣
اللاذقية	- ٦,٥٠	٢٤	١,٢١٥	٢,٠٦٤	غير مهم	٧,٥٠	٥,٣٥	- ١٧,٢ و + ٤,٢٠
الحفة	-٤,٦٩	٣٣	٠,٩٨٥	٢,٠٣٥	غير مهم	١٠,١٠	٤,٧٧	- ١٤,٢٣ و + ٤,٨٥
كسب	- ١٥,٦٩	٢٩	١,٩٥٠	٢,٠٤٥	غير مهم	٨,٩٤	٨,٠٥	- ٣١,٧٩ و + ٠,٤١
الزكاة	- ٠,٣٥	٣٣	٠,٢٨٠	٢,٠٣٥	غير مهم	١٠,١٠	١,٢٥	- ٢,٨٥ و + ٢,١٥
دير الزور	- ٠,٥٤	٤٤	٠,٧١٥	٢,٠١٥	غير مهم	١٣,٢٨	٠,٧٦	- ٢,٠٩ و + ٠,٩٨
أبو كمال	+ ٠,٦٦	٣١	٠,١٥٤	٢,٠٤٠	غير مهم	٩,٥٢	١,٠١	- ١,٣١ و + ٢,١٨
الحسكة	+ ٠,٢٦	٣٣	٠,١٤٤	٢,٠٣٥	غير مهم	١٠,١٠	١,٨١	- ٣,٣٦ و + ٣,٨٨
القامشلي	- ٢,٧٤	٣٨	١,٤٢٢	٢,٠٢٥	غير مهم	١١,٥٤	١,٩٣	- ٦,٦١ و + ١,١٢

وجميعها ناتج أساسا عن الطبيعة العشوائية للأمطار. إذ لايعقل أن نسلم بوجود اتجاه متزايد نحو مناخ رطب في محطة، واتجاه متناقص نحو مناخ جاف في الوقت نفسه في محطة مجاورة لها لاتبعد عنها سوى بضعة كيلومترات، كما هو الحال في محطتي دمشق المزة، التي ظهر فيها اتجاه ظاهري للأمطار متناقص، ومحطة مطار دمشق الدولي التي ظهر فيها اتجاه متزايد، وكذلك الأمر بالنسبة لمحطات سد درعا وتل شهاب والسويداء المتجاورة، وحماة وحمص وحلب أيضا، ومحطات الرقة ودير الزور وأبوكمال، والحسكة والقامشلي. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج دراسة جيبس (Gibbs ١٩٧٥) التي أكدت عدم كشف الدراسات الإحصائية إلا عن اختلافات في الأمطار السنوية تحدث مصادفة في المحطات الاسترالية، وعدم وجود دليل حاسم أو مهم على وجود تغير مناخي باتجاه الجفاف في هذه المناطق. وهذا ماأكده بونتنغ ورفاقه:

(Bunting et al ١٩٧٦) بشأن التذبذات المطرية في السهل السوداني الإفريقي أيضا، حيث لاحظو أنها تقع ضمن التوقعات العادية للمناخ. وكذلك تتفق مع دراسة طلبة (Tolba ١٩٧٩) التي برهنت أن التذبذبات المطرية الحاصلة في مدينة الاسكندرية منذ عام ١٨٤٧م عشوائية، وهي من صلب طبيعة الأمطار هناك، ولاتدل أبدا على اتجاه نحو المناخ الجاف. وتتفق أيضا مع دراسة صيام (١٩٩٠) التي أجراها في سورية. ومع رأي هير (١٩٧٦) الذي يؤكد أن مناخ الأرض الحالي ثابت لم يتغير منذ ٢٠٠٠ سنة. لذلك فإنه من الصعب جدا القبول بفكرة تغير مناخ الأرض واتجاهه نحو الجفاف اعتمادا على اتجاهات مطرية ظاهرية غير مؤكدة. وفي الوقت نفسه لايمكن القبول باتجاه مناخي نحو الرطوبة للأسباب نفسها. والحقيقة أنه من المبكر جدا التفكير بمثل ذلك.

٤- خاتمة ومقترحات:

تؤكد نتائج الدراسة الحالية، ضرورة اعتماد الدراسات التي تبحث في الكشف عن الاتجاهات المطرية، على طرق رياضية كمية، يمكن إخضاع نتائجها لفحوص إحصائية للكشف عن احتمالات أهميتها الإحصائية. ويجب التأكد من أن هذه الاتجاهات حقيقية وجوهرية وليست ظاهرية تحصل مصادفة. لذلك لايمكن الاعتماد على طريقة المتوسطات المتحركة في ذلك. لأنها طريقة تقريبية ولايمكن التأكد من حقيقة نتائجها وأهميتها الإحصائية. وتعد طريقة المتوسطات النصفية الرياضية أفضل منها كثيرا لأنه من الممكن إخضاع الاتجاه المشتق بواسطتها إلى نوعين من فحوص الأهمية الإحصائية، وهما: فحص الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين عند احتمال الأهمية ٥٪ ($2\ S.E\ |x_1 - x_2|$) وفحص t ستيودنت للفرق.

لكن يفضل أن تحسب الاتجاهات بطريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (علاقة الارتباط الخطية) لأنها أكثر دقة من أي طريقة أخرى، لأنها تأخذ بالحسبان تأثير المتغيرات المطرية كافة خلال السلسلة الزمنية عند حساب الاتجاه. ولذلك تفضل على طريقة المتوسطات النصفية التي تعتمد في حساب الاتجاه على قيمتي المتوسطين النصفين فقط. كما يمكن إخضاع علاقة انحدار الخط المستقيم، ومعامل ارتباطها (r)، ومعامل انحدارها (b) لعدة فحوص إحصائية للأهمية مثل t ستيودنت لكل من معامل الارتباط (t_r)، ومعامل الانحدار (t_b). ويمكن تحديد قيمة معامل الانحدار الحقيقية عند مستوى الاحتمال ٩٥٪ ($2\ S.E_b$)، وكذلك تعيين معامل التقرير أو التفسير لعلاقة الانحدار (r^2)، والخطأ المعياري للتقدير (S.E ، والنسبة المئوية للانحراف المعياري (σ ٪). تمكن هذه الفحوص الإحصائية من تحديد أهمية خط الاتجاه وحقيقته وتؤكد أكان جوهريا أم ظاهريا حصل مصادفة. لذلك لابد من إجراء هذه الفحوص الإحصائية حين استخدام هذه الطريقة.

لقد لاحظت هذه الدراسة وجود اتجاهات مطرية متزايدة، واتجاهات مطرية متناقصة في محطات متجاورة، وبرهنت الفحوص الإحصائية كلها أن جميع هذه الاتجاهات ظاهرية ولاتتمتع بأي أهمية إحصائية أو عملية ومرفوضة، وحصلت جميعها مصادفة، ونتجت عن الطبيعة العشوائية لكمية الأمطار السنوية. وقد تبين أن القيمة الحقيقية لكل معامل انحدار – سالبا أكان أم موجبا – في كل محطة من المحطات المدروسة تتراوح بين القيم السالبة والموجبة، أي يمكن أن يكون لكل خط انحدار اتجاه موجب متزايد، واتجاه سالب متناقص في الوقت نفسه. وهذا ينفي قطعا وجود اتجاهات حقيقية متناقصة أو متزايدة ثابتة للأمطار، ومن ثم لايمكن التحدث عن تغيرات مناخية تنحو باتجاه الجفاف أو نحو الرطوبة اعتمادا على اتجاهات مطرية ظاهرية.

كلمة شكر:

لا يسعنا إلا أن نسجل شكرنا الجزيل وامتناننا العميق إلى مدير مديرية الأرصاد الجوية، والعاملين فيها في القطر العربي السوري. وخاصة مدير قسم المناخ والعاملين فيه لتكرمهم بتقديم البيانات المطرية اللازمة التي لولاها ماتم هذا البحث المتواضع.

تمت بعون الله.

المراجع

١- شحادة، نعمان (١٩٧٨) (الاتجاهات العامة للأمطار في الأردن) مجلة دراسات – الجامعة الأردنية، المجلد ٥ العدد١.

٢- شنيدر، هـ. ستيفان (١٩٩٠) (المناخ المتغير) مجلة العلوم Scientific American – الكويت، مارس/آذار، المجلد ٧ العدد ٣، ص ٢٦-٢٧.

٣- صيام، نادر (١٩٩٠) (المحل والجفاف والتغيرات المناخية) مجلة كلية الآداب، جامعة صنعاء العدد ١٢، ص٣٣٤-٣٨٦.

٤- قاسم، أحمد رئيف – وحلاق، عمر (١٩٨٨) (الإحصاء الاقتصادي) منشورات جامعة حلب كلية الاقتصاد، ص٤٧٦.

٥- موسى، علي حسن (١٩٨٨) (الاتجاه العام للأمطار والحرارة في سورية) المجلة الجغرافية دمشق – سورية المجلد ١١،١٢،١٣، ص٩٧-١١٣.

٦- هوتن، أ. ووديل .ج. م (١٩٨٩) (تغير مناخ الكرة الأرضية) مجلة العلوم American Scientific الكويت، نوفمبر/تشرين الثاني، ص٦-١٥.

7- Al-Jaboory. S (1985) "Trends Periodicities of Rainfall in Iraq". ACSAD. PP.109-134.

8- Bunting, A.Z.H. Dennett, M.D, Elston, J., and Milford, J.R. (1976) "Rainfall trends in the west Africa Sahel". Quart. Jou. Roy. Meteo. Soc., Vol.102, PP.59-64.

9- Crowe, P.R. (1971) "Concepts – in Climatology". Longman Grou Ltd. London, PP.589.

10- Gibbs, W.J (1975) "Drought-its definition and effects'. In Special Enviornment Report. No .5 Drought, World Meteo. Orang. Geneva, Switzerland.

11- Gregory, S. (1970) "Statistieal Methods and the Geographer". Longman Grou. Ltd., London PP.277.

12- Hare. F.K. (1976) "Climate and Desertification". A review prepared for the United Nations confrence on Desertification.

13- Hare. F.K. (1977) "Climate and Desertification". In Desertification. And Consequence U.N confrence on Desertification. Nairobi – Kenya 29 August to 9 september, PP.63-169.
14- Oliver, J. E., (1973) "Climate and Mans Environment. An Introduction. To Applied Climatology". John Wieley and Sons, Ins. New York, London, Sydney, PP.517.
15- Oliver, J. E., (1981) "Climatology : Selected Application". Edward Arnold, V.H. Winston and Sons, PP.260.
16- Stringer, E. T., (1972) "Techniques of Climatology" W. H. Freeman and Comp PP.539.
17- Tolba, M. K., (1979) "What could be done to compact desertification". In Advances in desert and arid land technology and development. Edi Bishay. Amer Univer. In Cairo, Me Ginnies, W.G. Arizona Univer. Vol . PP.15-29.
18- Winstainley, D., (1973) "Rainfall Patterns and general atmospheric Circulation". Nature, Vol. 245. PP.190-194.
19- Winstainley, D., (1974) "Seasonal Rainfall Forecasting in West Africa". Nature vol. 284, PP.464-465.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق ١٩٩٥/١/٢.

Statistical Analytical study of Rainfalls in Some Places in Syria

Dr. Nader Syam
Department of Geography
Faculty of Letters
Damascus University

Abstract

A study of the rainfall trends in twenty meteorological stations in Syria has shown that these trends must be statistically tested for significance to see whether or not they have occurred by chance. The trends must not be adopted at all without this test.

It has been seen that trends obtained by the running mean method are not suitable, and it is better to use, for this purpose, the mathematical methods like the semi-means and straight-line regression (least squares) methods, which can statistically be tested for significance.

The study has shown that there are 6 stations having increasing rainfall trends, and 14 stations having decreasing rainfall trends. But all of them are not statistically significant or true. They occur by mere chance

For the paper in Arabic language see the pages (٤٤-٩).