

دراسة تحليلية للأمطار في مناطق مختلفة مناخياً من سورية

الدكتور أدهم جلب *

(قبل للنشر في 2001/1/13)

□ الملخص □

أظهرت الدراسة نتائج تفصيلية دقيقة عن واقع الأمطار في أربع مناطق مختلفة مناخياً (رطبة، شبه رطبة، جافة وشديدة الجفاف) من القطر العربي السوري. تم تحديد خطوط اتجاه التغير السنوية للأمطار حسب معادلات الإنحدار البسيط والتي دلت على التناقص في كل من اللاذقية وصافيتا وتدمر ويقوم هي على التوالي (-172.5، -165.5، -13.8 مم) في حين تزايدت أمطار حماه السنوية وبمقدار (+30.66 مم). تركز معظم التناقص المطري في المحطات أثناء فصل الشتاء باستثناء صافيتا التي تناقصت فيها أمطار الربيع أكثر من أمطار الشتاء. يمكن مخطط النوموغرام السنوي من تحديد كميات الأمطار السنوية في كافة المناطق المناخية السورية وعند تسع مستويات من الوفرة % P.

* أستاذ مساعد في قسم الحراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين .

Analytical Studies for Rainfall in Different Climatic Regions in Syria

Dr. Adham JALAB*

(Accepted 13/1/2001)

□ ABSTRACT □

The study shows exact detailed results about happening rainfall in four different climatic regions(humid, subhumid, arid and hyperarid) in Syrian Arab Republic.

Yearly trend rainfall lines that are calculated in simple regression equality were decreased values in Lattakia, Safita and Tadmor as (-172.5, -165.5, 13.8mm) respectively, whereas Hama yearly rainfall were increased as (+30,66 mm). Most rainy decrease in stations appeared in winter except Safita which spring rainfall was decreased in large degree from a winter rainfall.

Yearly Nomogram design makes possible to determined yearly rainfall quantity in all Syrian climatic regions as well as in nine levels of P % abundance.

*Associated Professor, Department of Forestry & Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, SYRIA.

مقدمة:

الماء أهم مكونات الأرض كونه يدخل في تركيب كافة أشكال الحياة على سطحها. يقدر إجمالي كميات المياه على سطح الكرة الأرضية والمعروفة بالغلاف المائي Hydrosphere بـ 1.4×10^9 كم³ منها 1.3×10^4 كم³ تمثل مياه الغلاف الجوي Atmosphere وهي لا تشكل سوى جزءاً ضئيلاً يقدر بـ 0.001 % من الغلاف المائي، هذه الكمية تتجدد بشكل كامل 26 مرة في العام أي بمعدل مرة كل أسبوعين، وهذا ما يمثل في الواقع معدل إيقاع نشوء وتطور الأحداث الجوية المختلفة [1, 2].

إن كميات الأمطار السنوية وتوزيعاتها الفصلية تحدد نوعية ومواعيد وإنتاجية الزراعات البعلية الممكنة في كل منطقة مناخية [3].

ويهدف البحث عموماً إلى دراسة الأمطار في المناطق المختلفة مناخياً من سوريا خلال فترة زمنية طويلة من أجل تحديد :

-توزيع الأمطار الشهرية والفصلية

-مدى استقرار الأمطار

-جفافية الأشهر والفصول وفقاً لقرينة جفاف ديمارتون

-وفرة الأمطار الفصلية التراكمية والسنوية عند (9) تسع مستويات من الوفرة

-اتجاه تغير الأمطار الفصلية والسنوية .

وصولاً إلى معرفة كفاية الأمطار الحالية لأنواع النباتات التي تزرع في هذه المناطق ومدى الحاجة إلى تغيير نوعية الزراعات تبعاً لتوفر الأمطار وتوزيعها خلال العام.

المواد والطرق Material and Methods

تتطلب دراسة الأمطار في القطر العربي السوري توفر شبكة كافية من المحطات المطرية، تقوم بتسجيل مستمر ودون انقطاع لكميات ومواعيد هطول الأمطار خلال فترة زمنية طويلة. أجريت هذه الدراسة بعد الحصول على معطيات مطرية شهرية لأربع مناطق مناخية مختلفة ولفترات زمنية طويلة ومتقاربة، من سجلات المديرية العامة للأرصاد الجوية. والجدول (1) يبين المحطات المدروسة وفقاً لموقعها ومناخها ومدة الدراسة في كل منها.

جدول (1) المحطات المطرية المدروسة وفقاً لموقعها ومناخها وأمطارها السنوية [4]

المحطة	نوع المناخ	الارتفاع عن سطح البحر m	متوسط الأمطار السنوية (مم)	خط الطول	خط العرض	فترة الدراسة
صافيتا	رطب	350	1104.2	36° 08'	34° 49'	1991-1959
اللاذقية	شبه رطب	8	767.7	35° 45'	35° 33'	1996-1966
حمه	جاف	316	340.8	36° 45'	35° 08'	1996-1950
تدمر	جاف جداً	404	134.5	38° 18'	34° 33'	1991-1946

تم حساب المعدلات المطرية الفصلية والسنوية ومدى تشتت كميات الأمطار عن متوسطها الحسابي من خلال الانحراف المعياري Q ومعامل الاختلاف أو التغيير % C.V [5].

كما حسبت قرينة الجفاف وفقاً لمعامل ديمارتون (Aridity index deMartonne) " A I " الشهري في المحطات المدروسة اعتباراً من المعادلة التالية [6 و 7]:

$$AI = \frac{P}{T + 10} \cdot 12$$

أما قرينة الجفاف الفصلية لديمارتون فتحسب من المعادلة التالية:
حيث : AI = قرينة الجفاف لديمارتون .

$$AI = \frac{P}{T + 10} \cdot 4$$

P = كمية الأمطار الشهرية أو الفصلية . T = متوسط درجة الحرارة الشهرية أو الفصلية .
ويمكن تحديد قرينة الجفاف للشهر أو الفصل المدروس حسب القيم المحددة في الجدول (2).

جدول (2) قيم ديمارتون ودرجة الجفاف [7,6]

جفافية الفترة	قرينة جفاف ديمارتون "AI"
جافة جداً	أقل من 5
جافة	10-5
شبه جافة	20-10
شبه رطبة	30-20
رطبة	40-30
رطبة جداً	أكثر من 40

تم حساب وفرة الأمطار (abundance rainfall) % P السنوي للمحطات الأربع المدروسة إضافة إلى التراكمات المطرية الفصلية لكل من (الصيف)، (الصيف+الخريف)، (الصيف+الخريف+الشتاء)، (الصيف+الخريف+الشتاء+الربيع) لمحطتي اللاذقية وحماه وذلك بتطبيق المعادلة التالية حسب [5]:

$$P \% = \frac{R}{n + 1} \cdot 100$$

حيث:

P % :وفرة الأمطار النسبية.

R : الرتبة (ترتيب القيمة في السلم التناقصي للهطولات السنوية أو الفصلية).

n : عدد القيم (السنوات).

رسمت منحنيات الوفرة السنوية والفصلية، واستخرجت منها كميات الأمطار المقابلة للنسب التالية: (10 %، 20 %، 30 %، 40 %، 50 %، 60 %، 70 %، 80 %، 90 %) وبناءً عليها رسمت مخططات النوموغرام (مخططات بيانية حسابية) المقابلة والتي تسمح بيانياً بتحديد كميات الأمطار المقابلة لكل نسبة توفر سنوية في المحطات الأربع وكميات الأمطار المتراكمة اعتباراً من فصل الصيف ثم الفصل والفصول التي تليه حتى نهاية العام وعند نسب التوفر المذكورة آنفاً في اللاذقية وحماه.

كذلك جرى حساب اتجاه التغيير (Trend) في كميات الأمطار السنوية والفصلية لكل من الشتاء والربيع والخريف والصيف في المحطات الأربع خلال مدة الدراسة، وذلك باستخدام معادلة الانحدار البسيط [2] التالية: $Y = b x + a$

حيث : Y = تغير الهطولات المطرية (مم) .

X = تغير الزمن (السنوات) . a = قيمة ترتيب نقطة تقاطع خط الانحدار مع محور العينات (y) .

b = قيمة معامل الانحدار (فإن كانت إشارته موجبة فاتجاه التغيير المطري في تزايد أما إذا كانت

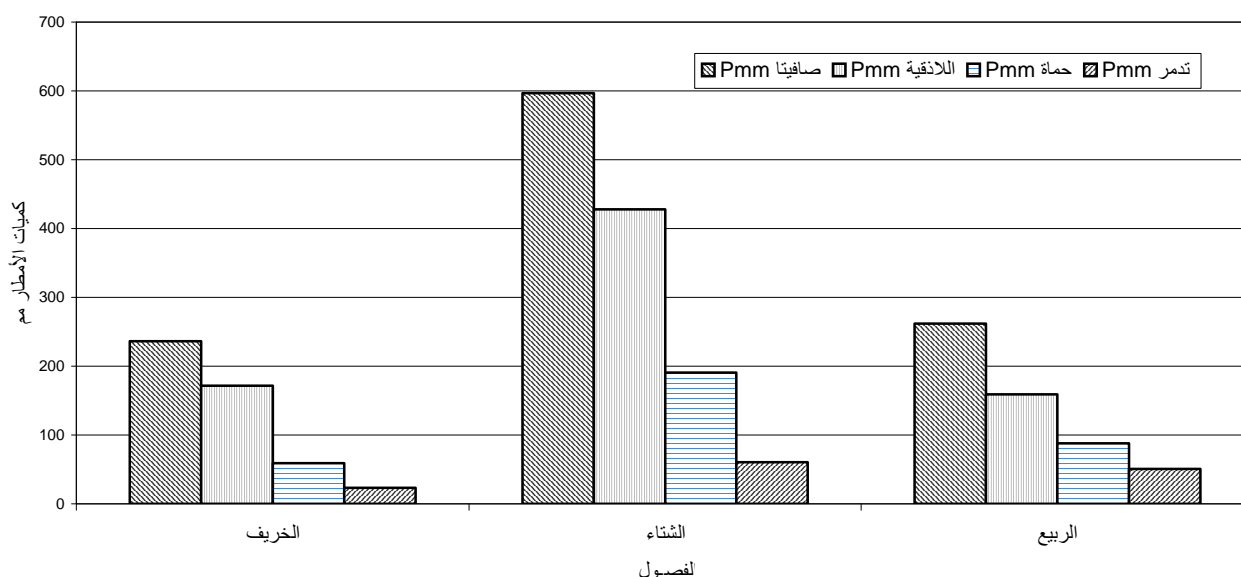
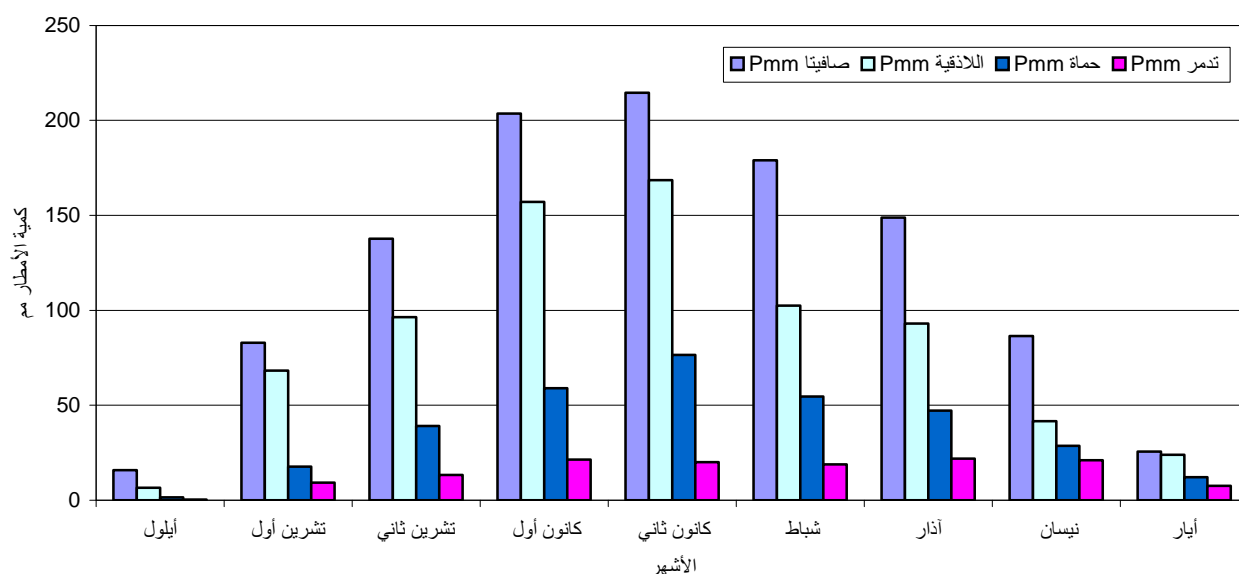
إشارته سالبة فاتجاه التغير في تناقص ([6] .

النتائج والمناقشة Results and discussion

1- توزيع الأمطار الشهرية والفصلية Precipitation distribution monthly and seasonly

مكنت المعطيات المطرية المتوفرة للمحطات الأربع ، وخلال فترة زمنية طويلة من إعطاء صورة دقيقة ومفصلة عن واقع الأمطار في كلٍ منها .

المخططان (1 و 2) يوضحان مدى التباين في معدلات الأمطار الشهرية والفصلية لموسم الأمطار الممتد من أيلول حتى أيار، خلال مدة الدراسة (انظر جدول رقم 1).



مخطط (1) معدلات الأمطار Pmm الشهرية في المحطات الأربع خلال فترة الدراسة .

مخطط (2) معدلات الأمطار الفصلية (مم) في المحطات الأربع خلال مدة الدراسة.

يلاحظ من المخطط (1) ازدياد الفروق في كميات الأمطار ما بين المحطات المدروسة خلال أشهر الشتاء وتناقصها بالاتجاه نحو أشهر الصيف. أما المخطط (2) فيبين أن الشتاء هو أكثر الفصول أمطاراً يليه فصل الربيع ثم الخريف في كل المحطات المدروسة عدا اللاذقية حيث تفوقت فيها أمطار الخريف على أمطار الربيع.

2- استقرار الأمطار Rainfall stability

تدل الدراسات المرجعية [5, 2] على تناسب استقرار الأمطار عكسياً مع قيمة معامل الاختلاف أو التغير % C.V المحسوب من قيم الانحراف المعياري والمتوسط الحسابي للأمطار X ، والجدول (3) يبين مؤشرات استقرار الأمطار الفصلية والسنوية في المحطات الأربع.

جدول (3) معدلات الأمطار الفصلية والسنوية (X) ومقاييس التشتت (C.V %، Q) في المحطات الأربع خلال فترة الدراسة. (انظر جدول 1).

المحطة والعنصر الفصل	صافيتا			اللاذقية			حماه			تدمر		
	C.V%	Q	X	C.V%	Q	X	C.V%	Q	X	C.V%	Q	X
الشتاء	32.8	196.1	596.8	41.9	179.7	428	31.7	60.4	190.6	44.3	26.7	60.2
الربيع	41.2	108.1	262.3	41.5	65.9	158.5	40.3	35.4	87.9	65.8	33.3	50.6
الصيف	196.9	17.3	8.7	145.3	14.6	10.1	316.9	11.9	3.7	338.9	1.4	0.4
الخريف	44.2	104.4	236.2	54.4	93.1	171	55.6	32.5	58.5	66.5	15.4	23.1
السنوي	24.7	272.8	1104.2	27.8	213.9	767.7	26.8	91.5	340.8	38.6	52	134.5

يظهر الجدول (3) أن أمطار فصل الشتاء في المحطات الأربع هي الأكثر استقراراً تليها أمطار الربيع ثم الخريف وأخيراً الصيف. أما التباين في استقرار الأمطار السنوية ما بين المحطات فقد أظهر أن صافيتا هي الأكثر استقراراً تليها حماة ثم اللاذقية وأخيراً تدمر ويقوم هي على التوالي (24.7، 26.8، 27.8، 38.6).

3- دليل الجفاف وفقاً لديمارتون: (AI) Aridity index deMartonne

يتضمن الجدول (4) النتائج الدقيقة لمعامل جفاف ديمارتون "AI" الشهرية والفصلية في المحطات الأربع. ويتضح من الجدول (4) أن الأشهر الأكثر رطوبة خلال موسم الأمطار في المحطات الأربع مرتبة تنازلياً وفقاً لما يلي: "كانون ثاني، كانون أول، شباط، آذار، تشرين ثاني، نيسان، تشرين أول، أيار، أيلول"، أما بالنسبة لدرجة جفافية أو رطوبة فصول موسم الأمطار، فإن فصل الشتاء وكما هو متوقع كان الأكثر رطوبة (أمطاراً) في كل المحطات يليه فصل الربيع ثم فصل الخريف. كما ويمكن الاستدلال من قيم "AI" الشهرية والفصلية المدونة في الجدول (4) أن صافيتا هي المنطقة الأكثر رطوبة (أمطاراً) تليها اللاذقية ثم حماة وأخيراً تدمر.

جدول (4) يبين قيم معامل ديمارتون AI ومعدلات الأمطار Pmm ودرجات الحرارة T_c الشهرية والفصلية في المحطات الأربع خلال فترة الدراسة

المحطة	الشهر والفصل	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	الخريف	كانون أول	كانون ثاني	شباط	الشتاء	آذار	نيسان	أيار	الربيع
صافيتا	Pmm	15.7	82.9	137.6	236.2	203.6	214.7	178.9	596.8	149	86.5	25.7	262.3
	T _c	24.1	21.3	16.2	20.5	11.3	9.4	10.2	10.3	12.8	16.5	19.9	16.4
	AI	5.5	31.7	63	30.9	144.9	132.7	106.3	117.7	78.4	39.2	10.3	39.6
اللاذقية	Pmm	6.5	68.2	96.4	171.04	157.1	168.5	102.5	428.0	92.9	41.6	24	158.5
	T _c	25.6	22.4	17.1	21.7	13.2	11.6	12.4	12.4	14.7	17.8	20.6	17.7
	AI	2.2	25.3	42.7	21.6	81.3	93.6	54.9	76.4	45.1	17.9	9.4	22.9
حماة	Pmm	1.4	17.6	39	58.5	59	76.5	54.4	190.6	47.3	28.6	12.1	87.9
	T _c	25.2	19.7	12.8	19.2	8	6.6	8.3	7.6	11.8	16	21.2	16.3
	AI	0.48	7.1	20.5	7.9	39.3	55.2	35.8	43.1	26	13.2	4.6	13.4
تدمر	Pmm	0.3	9.4	13.3	23.2	21.3	20	18.9	60.3	21.9	21.2	7.5	50.7
	T _c	26.3	20.6	13.2	20	8.1	6.8	9.1	8	12.8	18	23.1	18
	AI	0.09	3.7	6.9	3.1	14.1	14.2	11.9	13.4	11.5	9	2.7	7.2

4- وفرة الأمطار الفصلية التراكمية والسنوية precipitation abundance accumulation and yearly seasonly

يمكن تحديد التراكمات المطرية السنوية اعتباراً من التراكمات المطرية الفصلية (صيف، صيف+خريف، صيف+خريف+شتاء، صيف+خريف+شتاء+ربيع) عند 9 مستويات من الوفرة هي : (10 %، 20 %، 30 %، 40 %، 50 %، 60 %، 70 %، 80 %، 90 %) لمحطتي اللاذقية وحماة، والنتائج مدونة في الجدولين (5 ، 6).

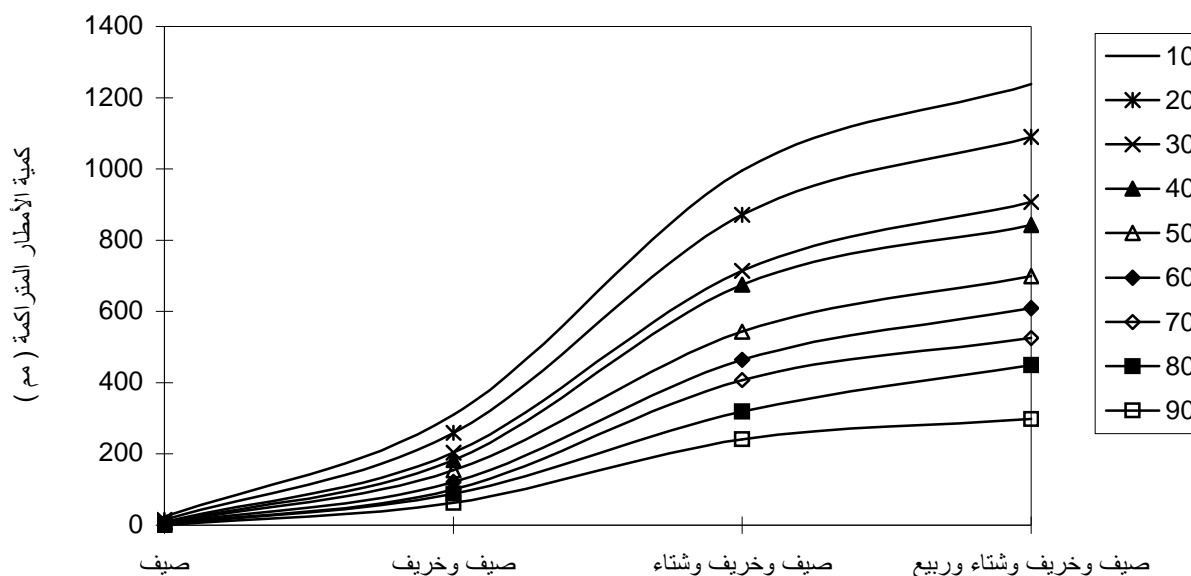
جدول (5) كميات الأمطار (مم) عند مستويات التوفر % P من 10 - 90 في محطة اللاذقية.

P %	10	20	30	40	50	60	70	80	90
صيف	23.4	15.3	8.6	7.1	5.7	4.3	3.25	1.3	0.15
صيف وخريف	309.9	258.4	204.1	182.6	154.5	120.7	99.6	88.8	62.6
صيف وخريف وشتاء	995.2	871.2	714.5	674.6	544.1	464.8	407	319	241.1
صيف وخريف وشتاء وربيع	1238.3	1090.3	907	843.6	699.3	608.8	526	449.2	298

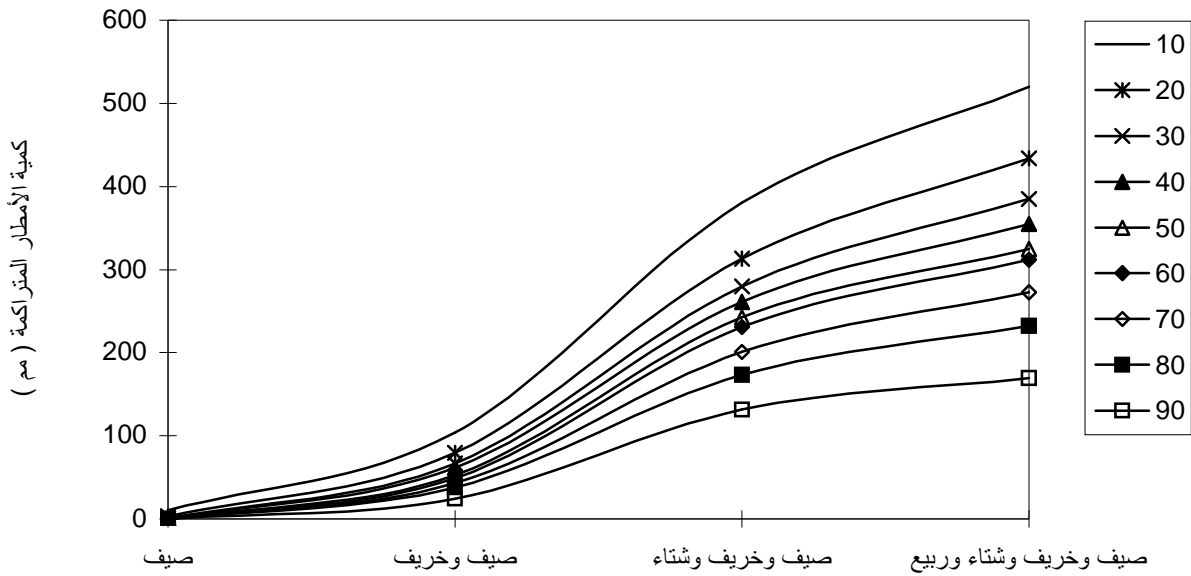
جدول (6) كميات الأمطار (مم) عند مستويات التوفر % P من 10 - 90 في محطة حماة.

P %	10	20	30	40	50	60	70	80	90
صيف	10.2	2.9	0.6	0	0	0	0	0	0
صيف وخريف	103.7	79.4	66.5	61.5	52.8	49	43	38	24.3
صيف وخريف وشتاء	378.3	305.8	279.5	262.4	242.4	230.8	199	179.4	125
صيف وخريف وشتاء وربيع	517.5	425.2	385	354.7	324.7	311.7	270.6	240.7	169.5

في ضوء نتائج الجدولين (5 و6) تم رسم مخططي النوموغرام التراكمي الفصلي (3 ، 4) والتي تمكن من تحديد التراكمات الفصلية المطرية (وحتى الشهرية) خلال كل فصل من الفصول الأربعة وتراكمه مع الفصل أو الفصول التي تليه أو تسبقه.



مخطط (3) نوموغرام تراكمي فصلي للاذقية خلال مدة الدراسة .



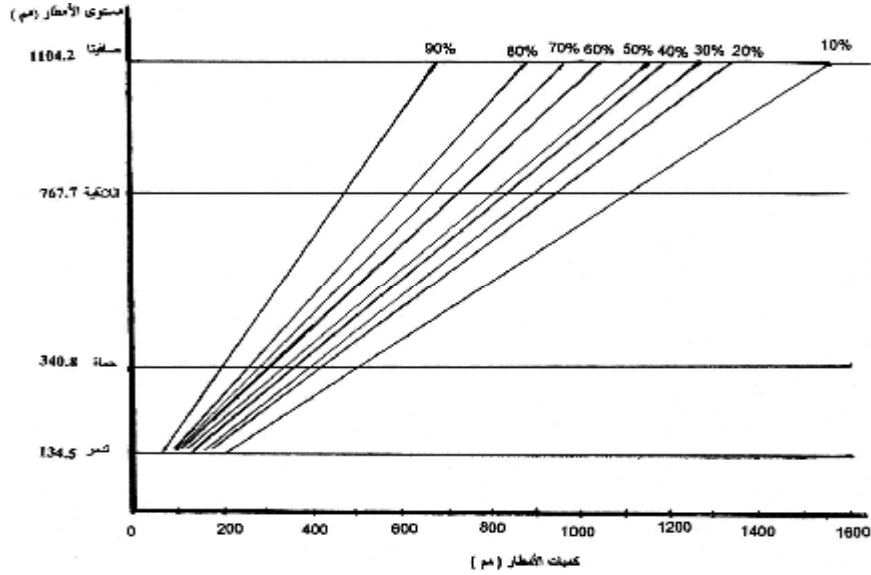
مخطط (4) نوموغرام تراكمي فصلي لحماة خلال مدة الدراسة .

تدل نسب الوفرة من 10% وحتى 90% الواردة في الجدولين (5 و6) إلى أن كميات الأمطار المقابلة لكل منها هي مؤمنة حتماً في 10% وحتى 90% من سنوات الدراسة على التوالي. الجدول رقم 7 يعرض كميات الأمطار السنوية الهاطلة الممكنة في المحطات الأربع عند مستويات الوفرة التسع سابقة الذكر.

جدول (7) كميات الأمطار السنوية (مم) عند مستويات الوفرة من 10 - 90% في المحطات الأربع

المحطة P %	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
صافيتا	1553	1331	1269	1182	1105.5	1038.9	962	868.4	674.8
اللاذقية	1050	985	910	845	775	708	632	545	440
حماة	478.1	396.7	363.4	349.9	345	316	287.8	270.25	241
تدمر	209.4	168.3	157.9	137.7	129.5	115.6	104	97.5	71.6

مكننت النتائج المبينة في الجدول رقم (7) من رسم مخطط النوموغرام السنوي (5) الممثل للمحطات الأربع خلال مدة الدراسة .



مخطط (5) النوموغرام السنوي للمحطات الأربعة خلال مدة الدراسة

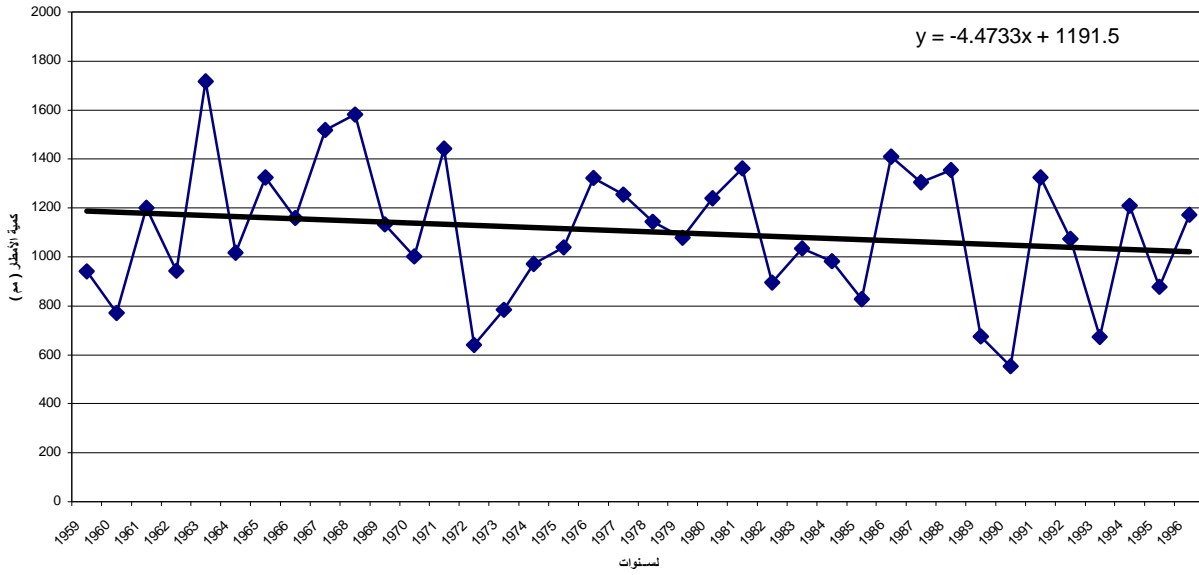
تتجلى أهمية المخطط (5) في امكانية تحديد كميات الأمطار السنوية لكافة المناطق المناخية السورية المحصورة ما بين منطقة تدمر شديدة الجفاف وحتى صافيتا الأكثر رطوبة مروراً بحماة واللاذقية وما بينهما من مناطق وفقاً لكميات أمطارها السنوية، وعند كل مستوى من مستويات الوفرة التسع المدروسة.

5- اتجاه تغير الأمطار السنوية والفصلية : Annual and seasonal rainfall trend

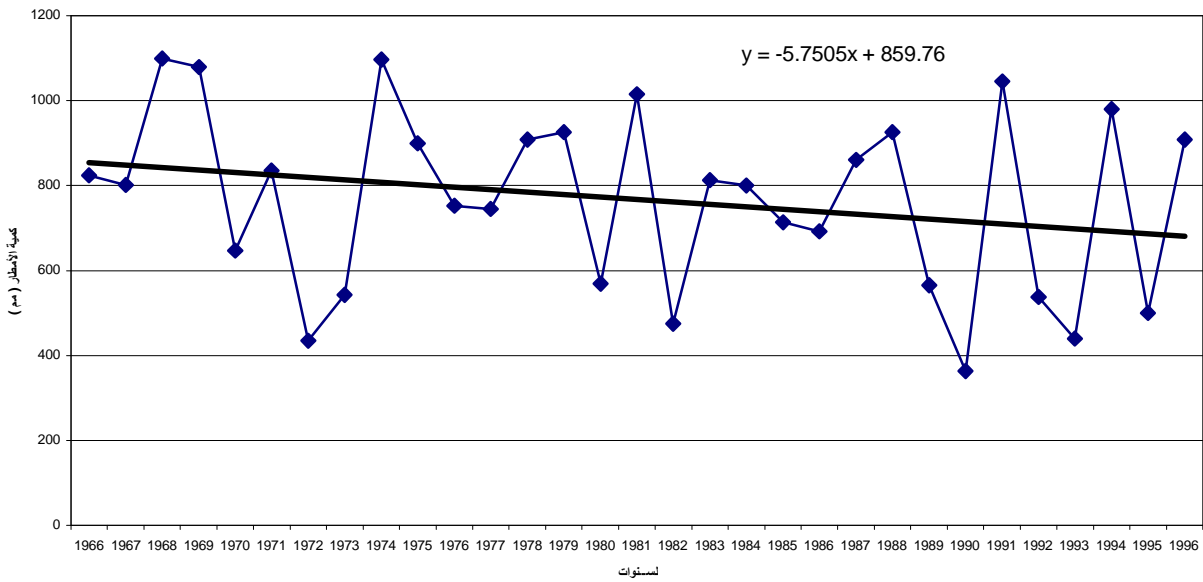
توضح النتائج المدونة في الجدول (8) والمخططات البيانية (6، 7، 8، 9) اتجاه تغير الأمطار السنوية في المحطات الأربع خلال مدة الدراسة.

جدول (8) خط اتجاه التغير للأمطار السنوية في المحطات الأربع .

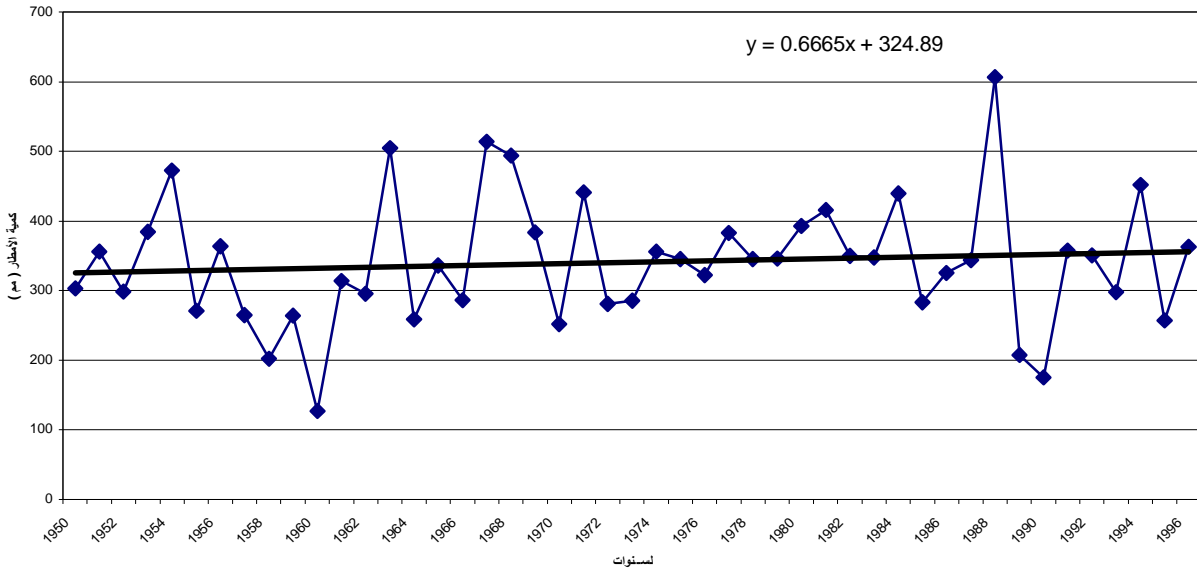
العنصر المحطة	a	b	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	مقدار التغير
صافيتا	1191.5	-4.4733	1187.02	1021.51	-165.5
اللاذقية	859.76	-5.7505	854	681.49	-172.52
حماة	324.89	0.6665	325.55	356.21	30.66
تدمر	141.84	-0.3088	141.53	127.64	-13.89



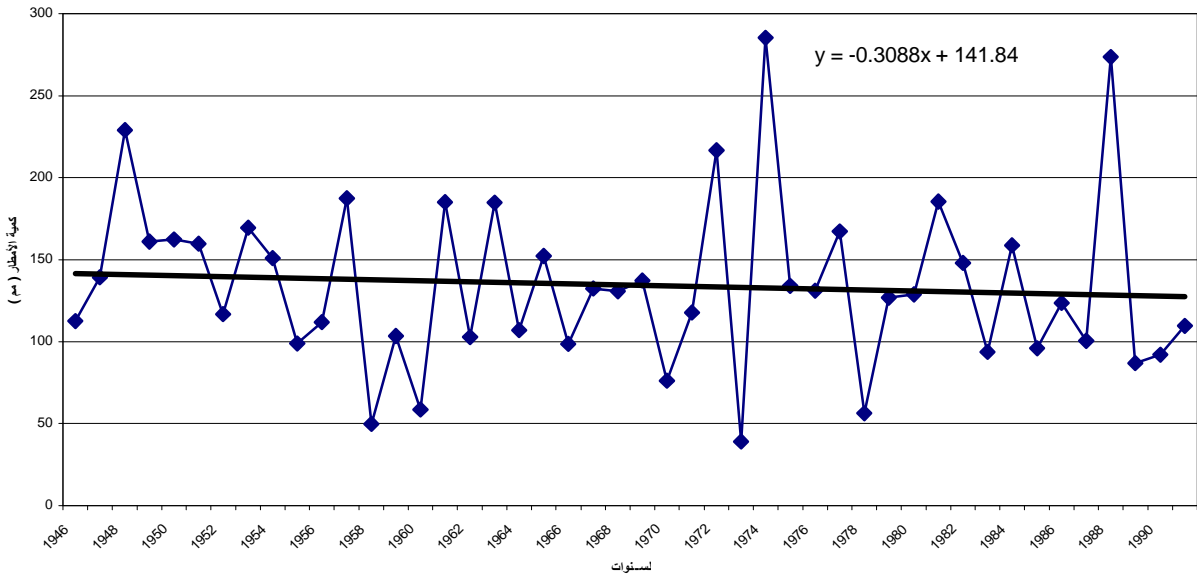
مخطط (6) اتجاه التغير للأمطار السنوية في صافيتا .



مخطط (7) اتجاه التغير للأمطار السنوية في اللاذقية.



مخطط (8) اتجاه التغير للأمطار السنوية في حماة .



مخطط (9) اتجاه التغير للأمطار السنوية في تدمر .

يبين الجدول (8) والمخططات (6)، (7)، (8)، (9) تناقص كميات الأمطار السنوية خلال مدة الدراسة في محطات صافيتا واللاذقية وتدمر ويقيم بلغت على التوالي (-165.6، -172.52، -13.89 مم)، أما اتجاه تغير الأمطار السنوية في حماة فكان متزايداً ويقيمة بلغت (+30.66 مم). ويمكن ملاحظة توزع هذه التغيرات المطرية السنوية على فصول السنة في المحطات الأربع من خلال ثوابت خطوط الانحدار (الترند) الموافقة لكل فصل في المحطات الأربع المدروسة.

جدول (9) خط اتجاه التغير (ترند) لأمطار الشتاء في المحطات الأربع .

العنصر المحطة	a	b	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	مقدار التغير
صافيتا	668.74	-2.213	666.52	584.63	-81.89
اللاذقية	626.67	-5.517	621.15	455.62	-165.53
حماة	200.24	-0.343	199.89	184.1	-15.79
تدمر	64.458	-0.177	64.28	56.31	-7.97

جدول (10) خط اتجاه التغير (ترند) لأمطار الربيع في المحطات الأربع .

العنصر المحطة	a	b	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	مقدار التغير
صافيتا	349.46	-2.68	346.77	247.61	-99.16
اللاذقية	170.71	-0.337	170.37	160.25	-10.12
حماة	86.955	0.035	86.99	88.6	1.61
تدمر	55.052	-0.185	54.87	46.5	-8.37

جدول (11) خط اتجاه التغير لأمطار الخريف في المحطات الأربع .

العنصر المحطة	a	b	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	مقدار التغير
صافيتا	229.82	0.198	230.01	237.36	7.35
اللاذقية	173.75	-0.075	173.67	171.41	-2.26
حماة	35.336	0.828	36.16	74.28	38.12
تدمر	21.461	0.0736	21.53	24.84	3.31

جدول (12) خط اتجاه التغير لأمطار الصيف في المحطات الأربع .

العنصر المحطة	a	b	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	مقدار التغير
صافيتا	1.597	0.221	1.81	10.01	8.2
اللاذقية	3.641	0.179	3.82	9.2	5.38
حماة	0.312	0.146	0.46	7.18	6.72
تدمر	0.87	-0.0194	0.85	0.02	-0.83

يظهر الجدول (9) تناقص أمطار الشتاء وبكميات متفاوتة بلغت (-165.53، -81.89، -15.79، -7.97) لكل من اللاذقية وصافيتا وحماة وتدمر على التوالي.

كما يلاحظ من الجدول (11) تزايد أمطار الخريف لمحطات صافيتا وحماة وتدمير بكميات بلغت على التوالي (+7.35، +38.12، +3.31 مم) في حين تراجعت أمطار الخريف في اللاذقية بمقدار (-2.26 مم)، أما أمطار الصيف فتزايدت في محطات صافيتا واللاذقية وحماة بمقدار (+8.2، +5.38، +6.72 مم) على التوالي، بينما تراجعت في تدمر بمقدار (-0.83 مم) كما هو موضح في الجدول (12).

وبالتالي تدل النتائج الواردة في الجداول (8، 9، 10، 11، 12) على وجود تغير واضح ليس فقط في المعدلات السنوية والفصلية للأمطار بل وفي توزيعها، هذا التغير لا تحدده التآرجحات المحلية والإقليمية، إنما التغيرات المناخية المتمثلة في تغيير الحركة الهوائية العامة الناتجة عن تغيرات الضغط الجوي شتاءً، فقد سجل انخفاض في قيم الضغط الجوي للمنطقة تحت القطبية مقداره 8 hp هكتوباسكال خلال الفترة الممتدة من (1973-1992) في الوقت الذي ازداد فيه الضغط الجوي لمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، مما يفسر تراجع أمطار الشتاء، وعدد المنخفضات الجوية التي تعبر المنطقة على مدار العام [8] أما أسباب التغيرات في الحركة الهوائية العامة فتعود إلى سلسلة من العوامل المؤثرة منها: تأثير الدفيئة Green house effect، تغيرات الثابت الشمسي، طول فترة البقع الشمسية، عناصر مدار الأرض، تعكير الغلاف الجوي عقب وقوع البراكين، التغيرات الحرارية في مياه المحيط المتمدد (النينو) التي تؤثر في الدورة الهوائية ضمن نطاق كبير، قصير أو طويل الأمد [2,7,9].

أخيراً وفي ضوء النتائج التفصيلية الدقيقة لواقع الأمطار لهذه المناطق المختلفة مناخياً لا بد من الانتباه إلى واقع التناقص المطري وتوزيعاته تفادياً للعجز المائي والحد من تأثيراته السلبية مستقبلاً، وهذا يستدعي ضرورة التوسع في الدراسات المناخية (المطرية) لتشمل كل المناطق السورية وربطها بحاجة الغطاء النباتي المزروع من الهطولات لضمان نجاحه اقتصادياً.

المراجع:

.....

1- Ahlheim. K-H, (1989): Die Umwelt des Menschen. Meyers Lexikon verlag, Mannheim, Wien, Zürich.

2- Eimern, J.van, Hackel, H (1979): Wetter und Klimakunde für Landwirte, Lehrbuch der Agrarmeteorologie, Ulmer, Stuttgart.

3- Hanke, B,(1986): Wasser in der Pflanzen Produktion. VEB Deutscher Landwirtschafts, Verlag, Berlin.

4- المرجع المناخي الزراعي للجمهورية العربية السورية : (1975) وزارة الدفاع، المديرية العامة للأرصاد الجوية.

5- Grimm, H, (1985): Grundkurs Biostatistik. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

6- أبو زخم، عبد الله، أميرة كامل وسمير أبو طراب (1990): المناخ والأرصاد الزراعية، الجزء العملي - منشورات جامعة دمشق.

7- موسى، علي، 1989: مناخات العالم. منشورات دار الفكر، دمشق.

8- Malberg, H, (1997): Meteorologie und Klimatologie, Springer-Verlag Berlin- Heidelberg-NewYork.

9- Heyer, E, (1984): Witterung und Kilma. BSB, B.G. TEUBNER Verlags-Gesellschaft.