Evaluation of weather station network in Jordan

تقييم شبكة الرصد الجوي في الأردن

حامد موسى الخطيب

كلية المعلمين، جامعة طيبة المدينة المنورة، ص.ب *1343*، المملكة العربية السعودية.

Accepté le 12/06/2008

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم توزيع المحطات المناخية في الأردن وفق معيار منظمة الأرصاد العالمية من خلال استخدام المعدل اليومي لدرجتي الحرارة العظمى والصغرى في 35 محطة مناخية. تكمن أهمية هذه الدراسة في إبراز مدى أهمية توزيع المحطات المناخية على مختلف مناطق الأردن بصورة يمكن استخدام بياناتها المناخية في الدراسات المناخية التطبيقية. اعتمدت هذه الدراسة على تقسيم الأردن إلى (18) منطقة جغرافية بناءاً على التجانس الطوبوغرافي، وتم تطبيق التحليل العاملي على المعدل اليومي لدرجتي الحرارة العظمى والصغرى خلال الفترة 1999-2001. لقد تبيّن من خلال هذه الدراسة أن كثافة شبكة الرصد الجوي في الأردن تساوي 0,6 محطة /1000كم^2. كثافة الشبكة تبدو في الأردن معقولة، فمعدل تباعد المحطات المناخية في الأردن يصل إلى 115كم. تمكنت درجة الحرارة العظمى من إبراز 5 عوامل بناءً على تطبيق التحليل العاملي وقد استطاعت هذه العوامل تفسير نحو 92% من قيمة التباين في درجة الحرارة العظمى، بينما استطاعت درجة الحرارة الصغرى إبراز 11 عاملاً تمكنت من تفسير نحو 99% من التباين الموجود في درجات الحرارة الصغرى. وباستخدام تشبعات العوامل الناجمة من التحليل العاملي في تطبيق التحليل العنقودي، ظهرت عشر مناطق مناخية تمثل أقاليم مناخية. من خلال تطبيق النموذج الإحصائي المعروف بالانحدار البسيط وباستخدام معاملات الارتباط بين المحطات المناخية وبين المسافة بين هذه المحطات لم يتضح وجود علاقة قوية بين هذين المتغيرين. هذا يؤكد بأن درجة الحرارة لوحدها لا يمكنها التمييز بصورة دقيقة بين الأقاليم المناخية .فهناك عوامل أخرى مثل عامل الارتفاع والمواجهة والتضرس. وخلصت الدراسة إلى أن الركن الشمالي الغربي من الأردن يعد أكثر المناطق الجغرافية تعقيداً، فهو يحتاج إلى كثافة عالية من المحطات المناخية، يلي ذلك المناطق الوسطى ثم المناطق الصحراوية. يبدو من خلال هذه الدراسة أن عدد المحطات في المناطق التي يزيد معدل الأمطار بها عن 200ملم يعد عدداً كافيا، وأن المناطق الصحراوية التي تقع إلى الشرق من هذا الخط فتحتاج إلى محطات إضافية. وقد اقترحت الدراسة إقامة ثلاث محطات مناخية إضافية واحدة في وادي عربه والأخرى على الشاطئ الشرقي للبحر الميت والثالثة بالركن الجنوبي الشرقي من الأردن. وقد أوصت الدراسة بإزالة (25) محطة مناخية في المناطق التي يوجد بها اكتظاظ وإجراء دراسة مماثلة لتقييم شبكة الرصد الخاصة بالأمطار.

الكلمات المفتاحية: أردن؛ محطة مناخية؛ مناطق مناخية؛ تحليل عاملي؛تناقص خطي.

Résumé

Ce travail consiste en l'étude de la distribution des stations météorologiques en Jordanie selon le standard de l'organisation mondiale de la météorologie par l'utilisation de la moyenne journalière des températures minimum et maximum dans 35 stations. L'objectif est de montrer l'importance de l'optimisation de cette distribution pour une meilleure utilisation des données météorologiques. Le pays a été partagé en 18 zones en tenant compte de l'homogénéité topographique. L'analyse paramétrique de la moyenne journalière des températures minimum et maximum a été effectuée durant la période 1999-2001. Il en ressort que la densité du réseau en Jordanie a atteint 0.6 stations/1000Km^2. La distance entre les stations du réseau jordanien atteint en moyenne 115 Km. L'évolution des températures maximum (minimum) a généré 5 (11) paramètres qui ont permis d'élucider à 92% (99%) les variations enregistrées. L'application de l'analyse polynomiale en utilisant la saturation des paramètres obtenus par l'analyse paramétrique fait apparaître 10 zones météorologiques en Jordanie. En revanche, la régression linéaire de la relation entre la disposition des stations et les distances qui les séparent ne montre pas une relation directe. Il est déduit que la variation de température seule ne peut pas permettre de différencier les zones météorologiques. En effet, l'altitude et le relief constituent également des paramètres déterminant. L'étude a montré que le nord-ouest de la Jordanie est la région la plus complexe, nécessitant une plus grande couverture par les stations, suivie par les régions centre et sud. Il a été montré également que les zones où la pluviométrie dépasse 200mm sont suffisamment couvertes. L'étude recommande d'une part l'installation de 3 nouvelles stations à oued Araba, sur les rives est de la mer morte et enfin au sud-est du pays, et d'autre la suppression de 25 stations dans les régions où la densité de couverture est élevée.

Mots clés : *Jordanie; station météorologique; zones climatiques; analyse paramétrique; régression linéaire.*

Auteur correspondant: asb_255@hotmail.com (Hamid Musa El-Khateeb)

Extended Abstract

This study aims to evaluate weather stations distribution in Jordan according to the World Meteorological Organization (WMO) criteria; using the daily average maximum and minimum temperatures in 35 climatic stations. Significance of this study lies in highlighting the importance of weather stations distribution on areas of Jordan, which enables researchers utilize climatic statistics available there in applied climatological studies. Some areas in Jordan suffer from rareness of such stations while other such as the northern and middle areas, enjoy intensity of climatic stations. This study depended on dividing Jordan, according to geographical homogeneity, into 18 geographical areas. Factor analysis was applied on the maximum and minimum daily average temperatures in 35 climatic stations during the period 1999 to 2001. Loading factors resulting from the analysis of the climatic stations allowed determining the homogeneous climatic areas. Cluster analysis was also applied on results of the factor analysis of similar station compounds for one cluster after determining the stations of each cluster; then each cluster was mapped by a line determining approximately the climatic region borders. A table of homogeneous climatic stations was prepared; associated with the area, number of stations along with sufficiency or rareness reference in each region according to the WMO criteria which is one station per 1000 km². Correlation coefficient among the stations was calculated according to maximum and minimum temperatures. These coefficients were used in a simple regression pattern among distance between stations and their correlating coefficients. This study showed that intensity of the weather station network in Jordan was 0.6 stations per 1000 km²; however, these stations were not fairly distributed. The desert area seemed void of climatic stations; the northern area had 4 stations per 1000 km²; whereas the southern and middle zones showed fair station distributions. The Jordanian weather stations' network is considered reasonable in comparison with other countries, since the average distance between the climatic stations is 115 km in Jordan and 155 km in Turkey. However, it is 35 km in New Zealand and 28 km in Ireland. Maximum temperatures highlighted 5 factors through applying factor analysis. These factors explained around 92% of the variance values of maximum temperatures<; On the other hand, minimum temperatures showed 11 factors, which explained 99% of variance existing in minimum temperatures; i.e., minimum temperatures were better to utilize than maximum temperatures in distinguishing the climatic regions in Jordan. Based on factor loading analysis, it is found that 10 climatic areas representing climatic regions describe correctly the whole country. No statistically significant correlation was found when applying simple regression between the stations (depending on the max and min temperatures) and distances among stations. This means that the parameter distance among the stations was not an indication to distinguish climatic regions in Jordan. This finding emphasizes that temperature alone can not precisely distinguish the climatic regions. There must be other factors as important as temperature, such as altitude or other geographical features which should be considered. The study showed the south-western corner of Jordan was the most geographically complex region; hence, it needs high intensity of climatic stations. However, the next is the middle then the desert areas. It also showed that 8 areas have too many climatic stations. The number of stations, in areas with an average rainfall exceeding 200 mm, is considered as sufficient. In addition, eastern desert areas were considered in need for additional climatic stations. The study suggests establishing three more stations: in Arabah Valley, the second on the eastern coast of the Dead Sea and the third in the south-eastern corner of Jordan. The study recommends disestablishment of 25 stations in intensive areas and transference of the power in these extra stations into establishing new research studies to evaluate the rain weather stations network.

Key words: *Jordan; climatic station; climatic areas; parametric analysis; linear regression.*

1. مقدمة

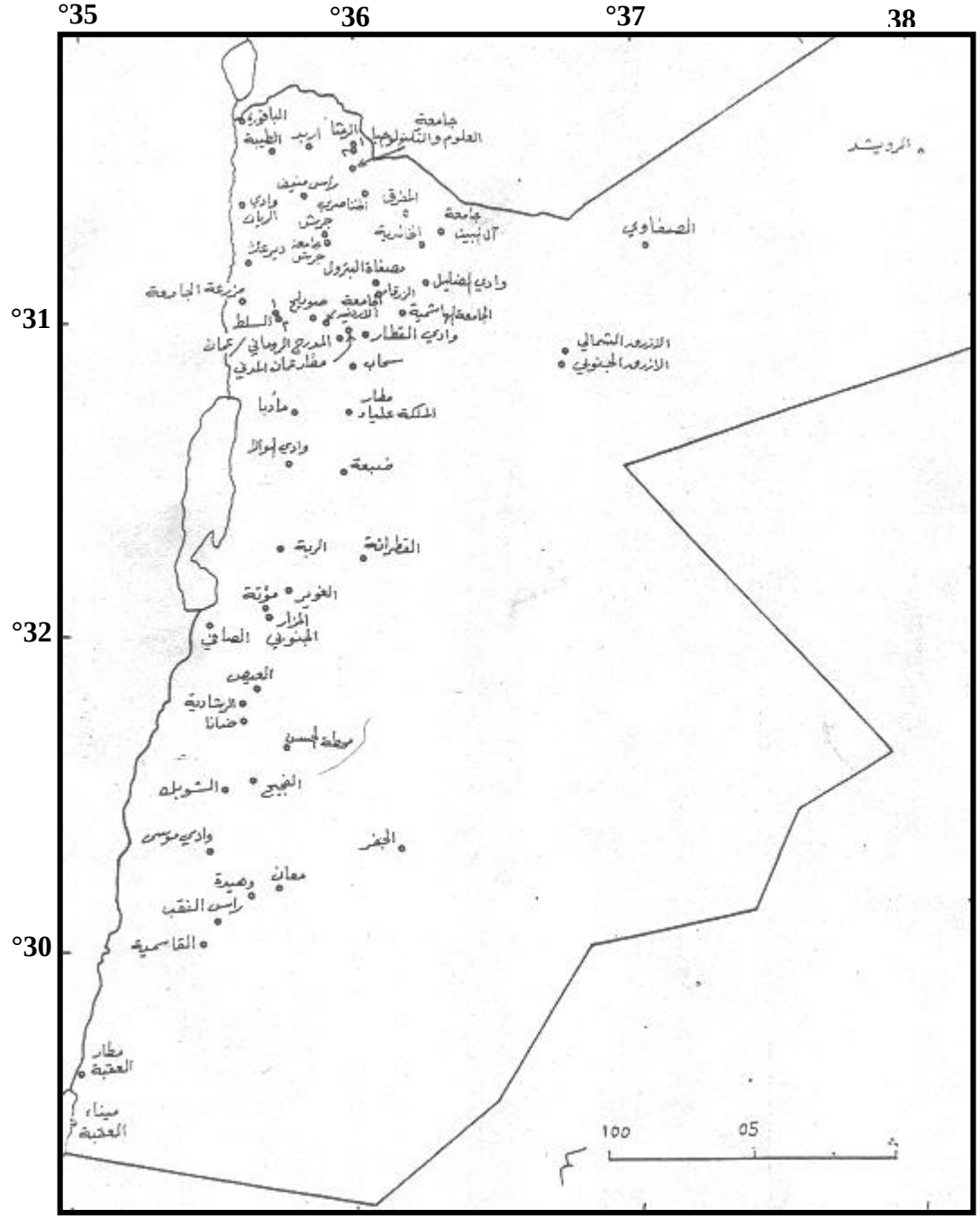
أُنشأت أول محطة للرصد الجوي في الأردن عام 1922. تم افتتاح محطة مطار عمان المدني المعروف سابقاً بمطار ماركا في اليوم الأول من العام نفسه، ثم أقيمت خمس محطات أخرى خلال عقد الخمسينات، استمر إقامة المحطة المناخية إلى يومنا هذا، حيث تم افتتاح أحدث محطة خلال عام 2001 في مدينة الزرقاء، وبذلك يصبح عدد المحطات المناخية العاملة في الأردن (56) محطة (شكل1) .

بدأت الأرصاد الجوية في المملكة مهامها بمكتب للرصد الجوي في مطار عمان المدني عام 1951، وبمكتب آخر في القدس عام 1952، أصبحت دائرة مستقلة تابعة لوزارة النقل عام1967، انضمت لعضوية منظمة الأرصاد الجوية العالمية (W.M.O) عام 1955 وهي عضو في اللجنة الدائمة للأرصاد الجوية العربية التابعة لجامعة الدول العربية منذ عام 1972، تضم الدائرة حالياً (304) موظف، منهم (170) موظف متخصص في مجال الرصد والتنبؤ الجوي [1].

رغم أن الرصد الجوي في الدول المتقدمة بدأ مبكراً، إلا أن مهامه انحصرت في أمور أكاديمية بحتة خلال الفترة التي سبقت نهاية القرن السابع عشر، منذ

منتصف القرن السابع عشر حصل تغيير جوهري في اهتمام العلماء بالرصد الجوي وانتقل من الطرق التقليدية إلى تقنيات حديثة في القياس والوصف والتقييم، انتشرت محطات الرصد الجوي في مناطق نائية، وأصبحت الحكومات هي المسئولة عن إدارة هذه المؤسسات، فمع نهاية القرن التاسع عشر غدا لمعظم الدول دوائر خاصة لرعاية شؤون الرصد الجوي فيها، انحصرت الريادة في هذا المجال بكل من انجلترا، فرنسا، ألمانيا، روسيا والولايات المتحدة الأمريكية [2].

مع نهاية القرن العشرين لا تخلو دولة من دول العالم من مؤسسة مناط بها إدارة عمليات الرصد والتنبؤ الجوي، يخصص لهذا الغرض الموازنات المالية اللازمة، بعد أن طوعت الأقمار الصناعية ،السفن والرادارات لهذه الغاية، على سبيل المثال يعمل نحو 8000 موظف في الدوائر الخاصة بعمليات الرصد الجوي، يتعاملون مع ثلاثة ملايين تسجيل سنوياً، تحتفظ هذه الدوائر حالياً بنحو 9,7 بليون تسجيل [3].



شكل *1.* المحطات المناخية في الأردن

مـع التطـور العلمـي المتسـارع فـي وسـائل جمـع المعلومات، تخزينها، مراجعتها وتحليلها، أضيفت مهام جديدة للراصدين الجويين مثل مراقبة نوعية الهواء، تحديـد ملوثاتـه ومراقبـة تراجـع طبقـة الأوزون. ممـا ساعد على هذا التوسع في مهام دوائر الرصد الجوي التطـور الصـناعي ومـا ينتج عنـه من ملوثـات هوائيـة، كمـا سـاهم نمـو المـدن فـي استشـراء ظـاهرة التلـوث الجـوي ،حتـى أصـبح نحـو 30% مـن سـكان العـالم يقطنون ضمن المدن ومن المعروف أن للمدن الكبرى وضعاً مناخياً يختلف عن النسق العام المحيط بها، فعلى سـبيل المثـال ترتفـع درجـة حـرارة مدينـة منسـك فـي روسيا الاتحادية درجة مئوية واحدة عما حولها كل 10 سـنوات، وأن أمطـار المدينـة نفسـها قـد زادت خـلال الخمسين سنة الأخيرة 80ملم عن المناطق المحيطة بهـا، وتشـير بعض التقـارير إلـى أن نسـبة الأيـام التـي يتشكل فيها الضباب في ياريفان (عاصمة أرمينيا) تزيد أربعة مرات عما هي عليه في المناطق المحيطة بها، كما تبين أن درجة الحرارة في مدينة كازان في روسيا الاتحاديـة قـد ارتفع خـلال (172) سـنة نحـو (2,06°م)، بينمـا لـم ترتفـع سـوى (1,2م) فـي البلـدات القريبة ونحو (0,5م) في المناطق الريفية المحيطة بها، كما أن درجة حرارة مدينة موسكو أعلى من درجة حـرارة المنـاطـق المحيطـة بهـا والتـي تعلوهـا بنحـو (200-300م) [4]

تكاد تتشابه مهمات وواجبات معظم دوائر ومكاتب الرصـد الجـوي فـي العـالم وتنحصـر هـذه الأهـداف فيمايلي:

- إنشـاء شـبكة محطـات الرصـد الجـوي وتشـغيلها والإشراف عليها.
- إنشاء نظام اتصال سريع لتبادل معلومات الأرصاد الجوية محلياً ودولياً.
- تقديم خدمات الأرصاد الجوية لمختلف القطاعات، وبخاصة القطاع الزراعي والملاحي.
- تزويد الباحثين بالبيانات والمعلومات المناخية.
- إعداد وتدريب الكوادر الفنية والإدارية في الدائرة [1]

2.1. تصنيف المحطات المناخية

يختلف مستوى المحطات المناخية في المملكة وفي بقيـة دول العـالم من محطـة إلـى أخـرى، وبنـاءً علـى تصـنيف منظمـة الأرصـاد العالميـة فـإن المحطـات المناخيـة تصـنف إلـى ثلاثـة مسـتويات (باسـتثناء المحطات المطرية) وهي:

1 – محطـات الدرجـة الأولـى الأساسـية (وتـدعى المحطات السينوبتكية الإقليمية): تؤخذ قراءة الأجهزة التي تحتويها مرة كل ثلاث ساعات، وترسل مباشرة إلـى المركـز الـوطني للتنبـؤات بواسـطة التلفـون أو التلغراف أو الفاكس أو شبكة الحاسبات الإلكترونية، كما يتم تزويد شبكة الرصد العالمي بهذه البيانات، لأن هذه المحطـات معتمدة عالمياً، وتضم هذه المحطـات الأجهزة التالية: بارومتر زئبقي، باروغراف، جهاز قيـاس سـرعة الريـاح واتجاهها، ثيرمـوغراف، الهـايجروغراف، ميـزان الحـرارة العظمـى، ميـزان الحرارة الصغرى، حوض التبخر، جهاز بيشة، جهاز قياس سطوع الشمس، جهاز كمية الإشعاع الشمسي ،جهاز المطر الآلي، جهاز مطر عادي، ميزان حرارة التربـة، ميـزان حـرارة العشـب، ميـزان لقيـاس كميـة الندى، وتتوفر في الأردن تسع محطات من هذا النوع، (جدول1) .

2 – محطات الدرجة الثانية (المحطات السينوبتكية الوطنية): يتوفر فيها الأجهزة السابقة نفسها، ولكن يتم تبادل المعلومات على المستوى الوطني فقط، وترسل المعلومات التي يتم الحصول عليها من هذه المحطات بواسطة الوسائل السابق ذكرها ما عدا وسيلة شبكة الحاسبات الإلكترونية، ويتـوفر فـي الأردن مـن هـذا النـوع (15) محطـة. علمـاً بـأن محطـات الفئـة الأولـى والثانية يتوفر فيها مبنى خاص، ويتم تشغيل كل محطة من قبل 4-6 موظفين يتناوبون في تشغيلها والإشراف عليها.

أما محطات الدرجة الثالثة، وتحتوي معظم أجهزة محطـات الفئـة الثانيـة، ولكن الاختلاف بينهما ينحصر بعدم وجـود مـوظفين مقيمـين فـي هـذه المحطـات، ولا تؤخذ القراءات بشكل ثابت، فقد تأخذ مرة كل يوم أو مرة كل أسبوع، إلا أن هذا النوع في الأردن يشرف عليه متطوعون أو أفراد مقابل مكافآت مالية شهرية، تؤخذ قراءات الأجهزة مرتين في اليوم (الساعة 600 والسـاعة 1200 بتوقيـت غـرنتش) .وترسـل تقـارير شهرية من قبل هؤلاء المتطوعين إلى دائرة الأرصاد الجوية كل شهر، ويبلغ عدد المحطات من هذه الدرجة (32) محطة .

يتوفر في الأردن نوعين من المحطات المناخية تقع ضمن النوع الأول أو النوع الثاني ولها وظائف إضافية تتعلق في النوع الأول بالزراعة وتشمل تسع محطات، وتتميز هذه المحطات بأنها تضم أجهزة خاصة لقياس رطوبة التربة، وبعضها يحتوي على جهاز لايزميتر لقياس مقدار التبخر / النتج، أما النوع الثاني فهي المحطات المناخية التي توجد ضمن المطارات المدنية والعسكرية، وعددها سبع، وتتميز هذه المحطات بأنها تزود الطيارين بنشرات جوية مباشرة عن حالة الجو فضـلاً عن القياسـات المبرمجـة التـي تبـث أو ترسـل إلى المركز الوطني للتنبؤ الجوي .

جـــــدول1: تصـــــنيف المحطـــــات المناخيـــــة العاملـــــة فـــــي الأردن

الرقم	اسم المحطة	التاريخ	التصنيف	الرقم	اسم المحطة	التاريخ	التصنيف
1	مطار عمان المدني	1/1/1922	الأولى	29	ضبعة	1/2/1967	الثالثة
2	المفرق	1/1/1953	الأولى	30	القاسمية	1/5/1967	الثالثة
3	اربد	1/1/1955	الأولى	31	مادبا	1/1/1970	الثالثة
4	مطار العقبة	1/1/1956	الأولى	32	العلوم والتكنولوجيا	1/1/1970	الثالثة
5	معان	1/9/1959	الأولى	33	الطيبة	1/3/1973	الثالثة
6	الرويشد	1/1/1961	الأولى	34	المدرج الروماني	1/1/1974	الثالثة
7	الصفادي	1/1/1969	الأولى	35	مزرعة الجامعة	1/1/1976	الثالثة
8	مطار الملكة علياء	4/7/1970	الأولى	36	الغوير	1/1/1980	الثالثة
9	غور الصافي	1/1/1974	الأولى	37	الأزرق الجنوبي	1/11/1980	الثالثة
10	دير علا	1/1/1952	الثانية	38	وادي موسى	1/5/1984	الثالثة
11	الربة	1/1/1955	الثانية	39	سحاب	1/1/1991	الثالثة
12	الشوبك	1/1/1960	الثانية	40	الرشادية	1/1/1991	الثالثة
13	السلط	1/1/1960	الثانية	41	رأس القب	1/1/1991	الثالثة
14	وادي الريان	1/1/1960	الثانية	42	الخالدية	1/1/1991	الثالثة
15	الجفر	1/1/1964	الثانية	43	جامعة آل البيت	1/9/1995	الثالثة
16	البقورة	15/4/1967	الثانية	44	جامعة مؤتة	1/11/1995	الثالثة
17	وادي الضليل	11/11/1967	الثانية	45	ضانا	1/10/1995	الثالثة
18	العمسن / الطفيلة	1/1/1973	الثانية	46	الخناصري	1/10/1997	الثالثة
19	الرمثا	1/1/1976	الثانية	47	وادي القطار	1/1/1998	الثالثة
20	رأس منيف	1/8/1976	الثانية	48	الجامعة الهاشمية	1/1/1999	الثالثة
21	الأزرق الشمالي	1/11/1980	الثانية	49	العيص / الطفيلة	1/1/1999	الثالثة
22	القطرانة	1/8/1983	الثانية	50	الوهيدة	خلال 2000	الثالثة
23	صويلح	1/1/1985	الثانية	51	عابور	خلال 2000	الثالثة
24	الزرقاء	خلال 2001	الثانية	52	الفجيج	خلال 2000	الثالثة
25	الجامعة الأردنية	1/7/1960	الثالثة	53	غور الكرامة	1/10/2000	الثالثة
26	جرش	1/1/1961	الثالثة	54	المزار الجنوبي	1/12/2000	الثالثة
27	وادي الوالا	12/9/1961	الثالثة	55	اليوبيل	خلال 2001	الثالثة
28	مصفاة البترول	1/9/1965	الثالثة	56	جامعة جرش	خلال 2001	الثالثة

المصدر : دائرة الأرصاد الجوية ،بيانات غير منشورة.

2. المخطط العام للمحطات المناخية وتحديد مواضعها

تعتمد دائرة الأرصاد الجوية عند إقامة المحطات المناخية مخططاً عاماً حددته منظمة الأرصاد ا لجوية العالمية لمنتصف الكرة الشمالي ،بحيث تمتد المحطة من الشمال إلى الجنوب بطول 10 م، ومن الشرق إلى الغرب بطول 7 م ،تتوزع الأجهزة داخل المساحة المحددة وفق نسق خاص يبدو واضحاً في الشكل المرفق رقم 2 [5].

يجب أن تقام المحطة ناخية في منطقة مفتوحة مستوية ،على أن لا تكون ضمن حفرة أو على منحدر، أن لا يزيد مجموع ارتفاع المناطق المجاورة لها ببعد شعاعي في جميع الاتجاهات من المحطة قدره 8 كم لا يزيد عن (300) متر ،وأن تكون المحطة بعيدة عن البنايات والأسوار المجاورة بما يعادل (10) أضعاف ارتفاع هذه العوائق ،ويفضل إقامة / راعة مصدات مناسبة للرياح ليصبح قياس كمية الأمطار أقرب للحقيقة ،كما يفضل ن يعقن الأعشاب المحلية حول المحطة ،أو إحاطتها بتربة محلية على أن لا تحاط برصفات أسمنتية أو أسفلتية ،وإذا تعذر تجنب إقامة بعض الأبنية أو المشاريع العمرانية قرب إحدى المحطات العاملة ،فيجب إقامة أخرى بدلاً منها في مكان مناسب ،على أن تعمل المحطتان فترة من الوقت قبل إزالة الأولى ،حتى يتمكن المعنيون من إيجاد علاقة فيما بين السجلات القديمة والسجلات الحديثة ،ويجب أن لا يتم تغيير موقع أية محطة قبل (10) سنوات من إنشائها ،كما يجب أن لا تستبدل أجهزتها قبل انقضاء الفترة نفسها [6].

تعتمد العديد من الأسس والطرق في تحديد كثافة شبكة الرصد الجوي في كل دولة بعضها مبني على أساس الكثافة السكانية ،وبعضها مبني على أساس استخدام الأرض ،فضلاً عن التجانس الطبوغرافي بشكل عام والتجانس المناخي بشكل خاص ،وهناك اعتبارات اقتصادية وأخرى فنية ،إلا أن بدايات تشكيل شبكات الرصد الجوي كانت تعتمد في الدرجة الأولى على أسس تتعلق بالنشاط البشري ،ومع ازدياد الاهتمام بعناصر الطقس ،والتغيرات المناخية ونوعية الهواء، بدأ المختصون في اعتماد أساليب علمية في تحديد مواقع محطات الرصد المناخية مبنية على أسس إحصائية .

وبذلك فإن الخبراء في هذا المجال يعتمدون على منهجين رئيسيين في تحديد كثافة شبكة الرصد الجوي ،يدعى المنهج الأول بالمنهج الموضوعي / الذهني (Subjective Approach) ،ويعتمد على العديد من الاعتبارات الطبيعية والبشرية ونادراً ما تستخدم به الأساليب الإحصائية المعقدة ،ولكنه يستعين أحياناً ببعض المعايير الرياضية ،مثال ذلك : معامل التجانس المناخي.

معامل التجانس المناخي (M.I.C) =

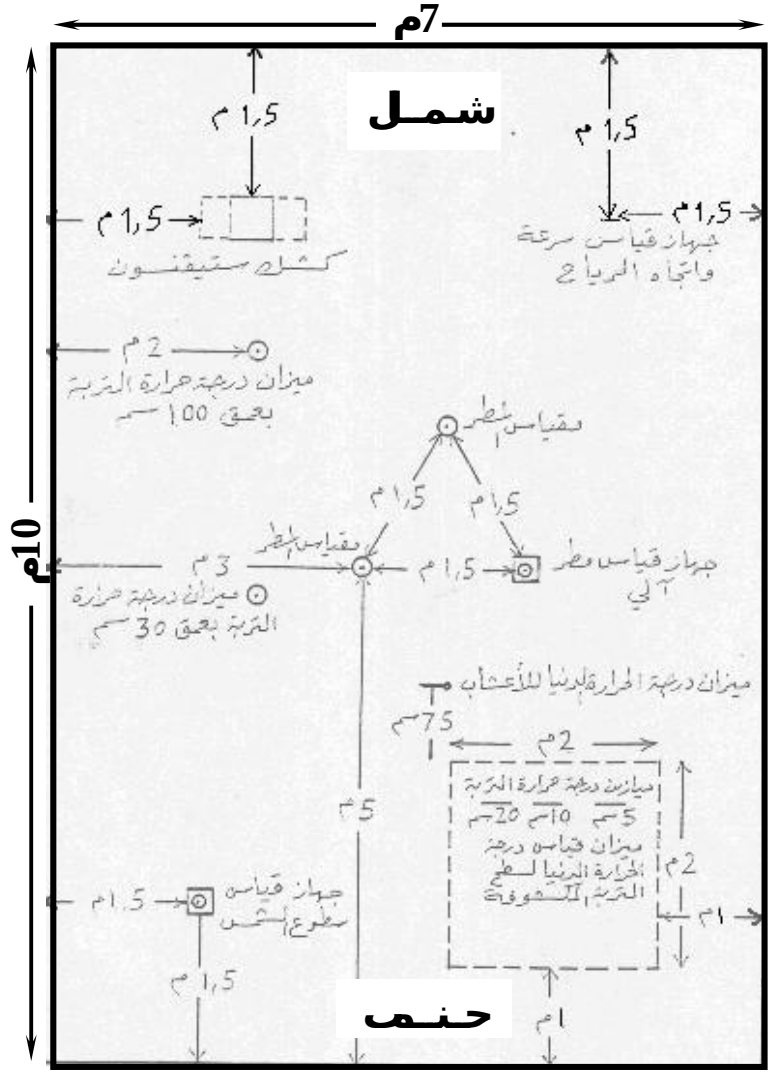
المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى (أو أي عنصر مناخي)

المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى (أو أي عنصر مناخى)

فإذا كان العامل مرتفعاً في منطقة ما ،فإن المنطقة معقدة مناخياً ،وتحتاج إلى مزيد من المحطات المناخية [7].

والمنهج الرئيسي الثاني فهو المنهج العلمي البحت المبني على الاختبارات والفرضيات (Objective approach) ويعتمد هذا المنهج بدرجة كبيرة على الأساليب والطرق الإحصائية الأكثر تعقيداً مثل التحليل العاملي ،التحليل العنقودي والتحليل التمييزي. يعد هذا المنهج الأكثر استخداماً في الوقت الحاضر لكونه ينأى بمستخدمه عن الميول الشخصية، ولما توفره الحاسبات الإلكترونية من دقة وسرعة في عمليات المعالجة الإحصائية [8].

من الناحية المثالية يجب إنشاء محطة مناخية في كل واد أو جزيرة أو سهل أو جبل ،لكن في الحقيقة يعتبر هذا الأمر مكلفاً بخاصة للدول الفقيرة، اقترحت بعض الأوساط المتخصصة عند إنشاء شبكة رصد جوي متكاملة، أن تقام شبكة كثيفة في المنطقة المستهدفة ومن تشغيل هذه الشبكة لفترة زمنية معقولة، يحسب معامل الارتباط بين العناصر المناخية لهذه المحطات، بحيث يتم الاستغناء عن واحدة من المحطتين التي يزيد معامل الارتباط بينهما عن (0,7) ،ويعتمد تباعد المحطات المناخية على العنصر المناخي المراد قياسه ،فالمحطات المناخية التي تركز



شكل 2. مخطط عام للمحطات المناخية المعتمد لدى دائرة الأرصاد الجوية الأردنية (**المصدر**: *WMO, P.III, 146)*

على قياس استقرارية الجو وسرعة الرياح يجب أن تكون هذه المحطات أكثر تقارباً من المحطات التي تركز على قياس الحرارة والرطوبة [6].

أوصت منظمة الأرصاد العالمية بأن تبتعد المحطات المناخية عن السواحل ما بين (2-10) كم ،كما يجب أن تبتعد عن الحدود الدولية ما بين (20-50) كم ،وأوصت بعض الدراسات على أن تكون المسافة بين المحطات المناخية الخاصة بدرجة الحرارة 160 كم في المناطق الريفية، ما بين (2-3) كم في المدن و15 كم على السواحل ،أما المحطات المطرية فيفضل أن تكون المسافة بينهما في المناطق الريفية 30 كم ،وفي المدن 15كم ،وعلى السواحل 5 كم، وفي المناطق الجبلية 15كم [6].

من المتعارف عليه عالمياً بأن منظمة الأرصاد الجوية العالمية حددت ثلاث مستويات لكثافة الرصد الجوي: متباعدة ،ملائمة وكثيفة جداً ،إلا أن النشرة الخاصة بهذا الموضوع لم تحدد عدد المحطات في/كم^2 المعروف بالتحليل العاملي (Factor Analysis) والتحليل العنقودي (Cluster Analysis)، قام بتقسيم المملكة المتحدة لكل نوع من الأنواع السابقة، بل حددت محطة واحدة لكل ألف كم^2 للمناطق المتجانسة جغرافياً ،لكن دليل منظمة الأرصاد العالمية رقم 100 لم يعرف ما المقصود بالمناطق المتجانسة جغرافياً ،إلا أن هذا الدليل المعتمد عالمياً قد أوصى بضرورة الأخذ بعين الاعتبار عند إقامة المحطات المناخية، جميع المظاهر الطبوغرافية ،المناطق الصناعية ،المناطق الزراعية والمدن [9].

1.2 الدراسات السابقة

لم تحظ شبكات الرصد الجوي في الوطن العربي بالدراسات العلمية التي تستحقها رغم اتساع مساحة الوطن العربي وانتشار مئات المحطات المناخية على أديمه. كما لم تحظ المحطات المناخية في العالم بدراسات علمية كما حظيت بها المحطات المطرية، حيث تنتشر عشرات ألوف المحطات مطرية على سطح الكرة الأرضية بصورة كثيفة جداً في بعض الدول، لدرجة أن بعض الدول لجأت إلى تخفيض عدد هذه المحطات وفق أسس اتفق عليها من قبل المختصين. قد وصل عددها عام 1985 في المملكة المتحدة إلى 6000 محطة مطرية، اتفق على إلغاء (30%) منها بهدف الحد من تكاليف تشغيلها [10].

كما قام Basalirwa [11] بإجراء دراسة على المحطات المطرية في أوغندة بهدف اختصار عددها، قام باستخدام البيانات الشهرية لنحو مائة محطة مطرية، استعمل لهذا الغرض التحليل الإحصائي المعروف بالتحليل العاملي لتقسيم الدولة إلى أقاليم مطرية، حيث مثل كل عامل إقليماً مطرياً، اختيرت المحطة التي تتمتع بأعلى تشبع مع كل عامل لتمثل هذا الإقليم المطري ،واختبرت هذه النتائج بتطبيق نموذج الارتباط المكاني ،وتوصل إلى إمكانية تقسيم الدولة إلى (14) إقليم مطري تمثلها (14) محطة [11].

كما استخدمت سلطة المياه في مقاطعة (Wessex) في المملكة المتحدة منهجاً خاصاً لتخفيض عدد المحطات المطرية قام بتطويره (O'Connell) وآخرون عام1977. حيث تم خفض عدد المحطات المطرية من (333) محطة إلى (220) محطة أي أنه قد تم خفض (42%) من العدد الأصلي [8].

تعد الدراسة التي أجراها (Singleton) عام 1984 على شبكة المحطات المناخية في المملكة المتحدة الأكثر علاقة بالدراسة التي نحن بصددها اليوم ،فقد استخدم البيانات اليومية لدرجة الحرارة العظمى ،ولدرجة الحرارة الصغرى ،والأمطار ،وساعات التشمس لنحو (700) محطة مناخية ،(200) منها تعتبر محطات رصد إقليمية (سينوبنكية). بموجب الأسلوب الإحصائي

2.2 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المناطق المناخية المتجانسة في الأردن ،وتحديد العدد المناسب من المحطات لكل منطقة مناخية وفق المعيار المعتمد لدى منظمة الأرصاد العالمية.

3.2 منهجية الدراسة

اعتمد المتخصصون في دائرة الأرصاد الجوية في الأردن عند تحديد مواقع المحطات المناخية على تراكم خبراتهم السابقة ،ومعرفتهم بجغرافية الدولة ،والأشكال المورفولوجية فيها. وفي هذه الدراسة تم تقسيم الأردن إلى (18) منطقة جغرافية بناء على التجانس الطبوغرافي في الدرجة الأولى، تمهيداً لتقسيم المملكة إلى مناطق مناخية ،نظراً لكون منظمة الأرصاد العالمية قد حددت محطة واحدة لكل 1000كم^2 في المناطق

المتجانسة جغرافياً، ولربطها مع المناطق المناخية التي ستتوصل إليها هذه الدراسة .

استخدم التحليل العاملي للتعرف على المناطق المناخية المتجانسة على أساس المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى والمعدل اليومي لدرجة الحرارة الصغرى لخمس وثلاثين محطة خلال الفترة 1999 – 2001 وفق النموذج التالي :

$$X_{ij} = a_{i1} + f_{1j} + a_{i2} f_{2j} + \ldots + a_{in} f_{nj} + r_{ij}$$

X_{ij} = المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى أو الصغرى في محطة ما.

$f_{nj} - f_{ij}$ = العوامل ضمن المحطة j .

$a_{in} - r_{ij}$ = تشبع العوامل في اليوم .

r_{ij} = مقدار الخطأ أو البواقي في اليوم .

يمثل العامل المحصلة النهائية للخصائص العامة لكل محطة والتي تعكس الوضع الطبوغرافي في المناطق المحيطة بها، بينما تعتمد تشبعات العوامل على الحالة الجوية في الموقع ،ومن خلال تشبعات العوامل مع المحطات المناخية يمكننا تحديد المناطق المناخية المتجانسة ،وإذا اعتمدنا وسيلة لتجميع المحطات المتشابهة في تشبعاتها مع هذه العوامل نستطيع أن نصل إلى تحديد المناطق المتجانسة مناخياً.

قد وجد بأن التحليل العنقودي نوع (Average Linkage Between Groups) هو الأسلوب الأفضل في تجميع المحطات المناخية ضمن مجموعات يطلق عليها إحصائياً (عناقيد) ،ويهدف هذا التحليل إلى تحديد المسافات بين المحطات المناخية وفق المناطق التي تمثلها العوامل أو الأبعاد المستخرجة من التحليل العاملي، وبعد أن تم تحديد المحطات المتشابهة ،أحيطت كل مجموعة متشابهة بخط تقريبي بناء على المعرفة المسبقة بجغرافية منطقة الدراسة[9] .

بعد ذلك تم إعداد جدول خاص بم المناطق المناخية المتجانسة مثبت إزاء كل منها مساحتها وكثافة المحطات المناخية فيها، ومقدار العجز، في كل منطقة ،بناءً على المعيار الذي حددته منظمة الأرصاد العالمية، كما استخدم معامل الارتباط بين كل محطة مناخية لكل من درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى، وطبق نموذج الانحدار البسيط، لتحالعلاقة ما بين المسافة بين المحطات ومعامل الارتباط بينها .

3. مناقشة النتائج

يبدو من الشكل (3) بأن معظم المحطات المناخية تتركز في النصف الشمالي من المملكة وبشكل خاص في الركن الشمالي الغربي، وقد يكون هذا التوزيع منطقياً لكون الكثافة السكانية والنشاط البشري والتعقيد طبوغرافي يوجد في هذا الركن. وباعتبار أن الأردن يحتل مساحة تقدر بنحو (90) ألف كم^2 فإن كثافة الشبكة المناخية فيه تصل إلى (0,6 محطة/1000كم^2) أي ما يعادل نصف المعيار العالمي تقريباً. وباستثناء المناطق الصحراوية فإن كثافة الشبكة المناخية في منطقة الطفيلة والشوبك تعادل المعيار العالمي (محطة / 1000كم^2)، وتكاد تعادله في منطقة الكرك ومادبا، ولكن الأمر في الركن الشمالي الغربي الذي يمتد من عمان جنوباً وجامعة آل البيت شرقاً إلى الحدود الدولية يبدو غريباً، حيث توجد (24) محطة مناخية في مساحة تقدر بنحو (6000كم^2) أي ما يعادل (4 محطات / 1000كم^2) ،وبالمقابل فإن الصحراء تبدو خاوية وتكاد تخلو من المحطات المناخية ،وبخاصة في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي من المملكة، ويعود السبب في ذلك إلى قلة الكثافة السكانية وقلة النشاط الاقتصادي وضعف شبكة المواصلات مقارنة ببقية أجزاء المملكة .

بمقارنة كثافة شبكة الرصد الجوي في المملكة ببعض شبكات الرصد الجوي العالمية فإن كثافة الشبكة في الأردن تبدو معقولة ،ففي نيوزلنده وصلت الكثافة عام 1970 إلى (0,96 محطة/1000كم^2) ،ويصل معدل التباعد بين المحطات المناخية (32)كم، ويصل هذا التباعد في تركيا (100كم) ،أما في الأردن فإن معدل التباعد بين المحطات فيصل إلى (110كم) ،أما معدل الكثافة في أيرلنده فوصل عام 1987 إلى (1,4محطة/1000كم^2) بتباعد يبلغ في المعدل نحو (28كم) .

1.3 نتائج التحليل الإحصائي

1.1.3 درجة الحرارة العظمى

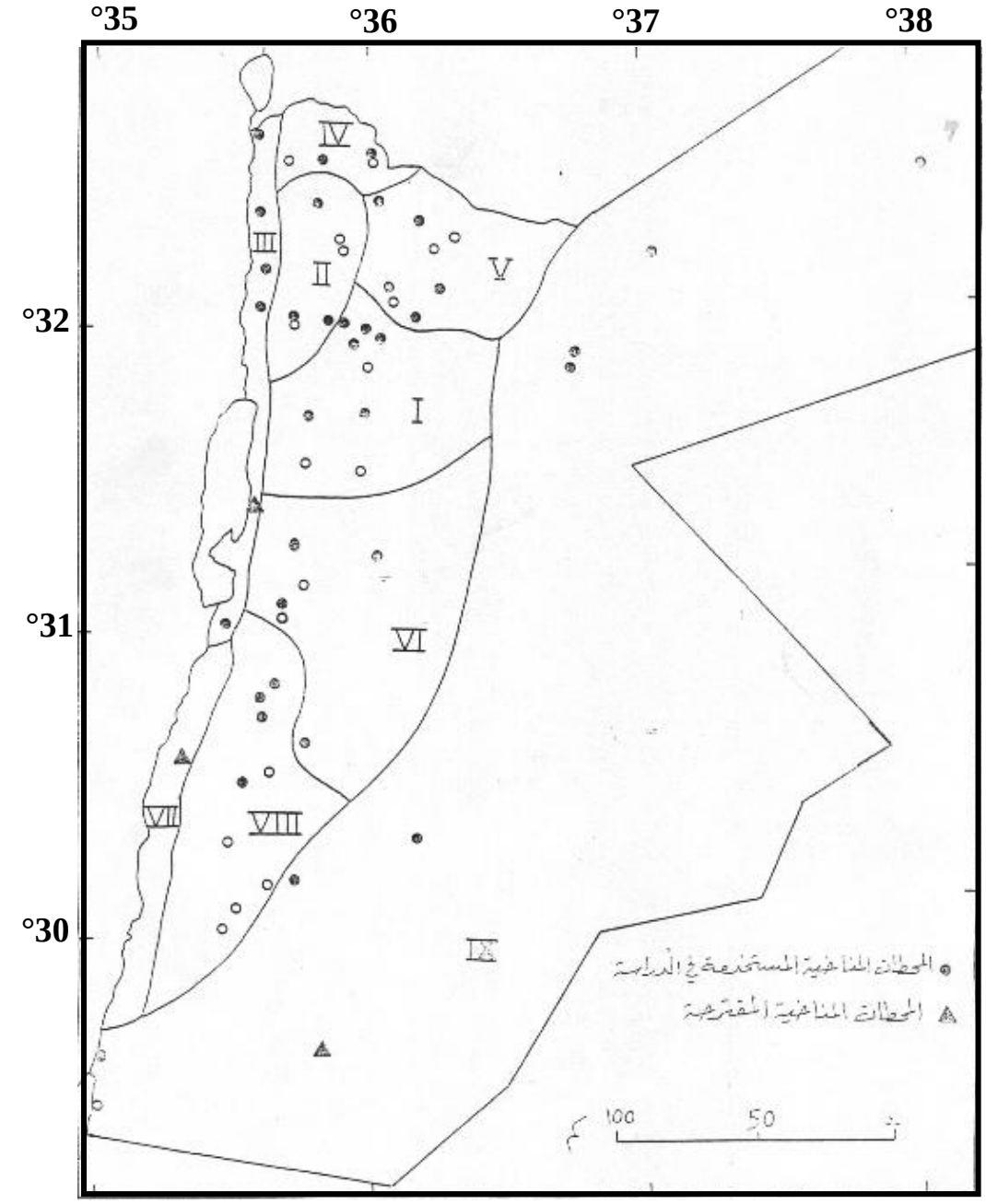
استحوذت أول خمسة عوامل على تفسير نحو (99%) من التباين في درجة الحرارة العظمى، وتمكن العامل الأول تفسير (96.5%) من هذا التباين ،وهذا يدل على أن الأردن لا يمكن تقسيمه إلى أقاليم مناخية متباينة ،إذ يعتبر جزءاً من إقليم مناخي رئيسي وهو إقليم البحر المتوسط ،الذي يتباين في خصائصه التفصيلية من مكان لآخر ،فرغم تباعد المحطات المناخية في الأردن إلا أن معدل معامل الارتباط بين جميع المحطات المناخية فيما يتعلق بدرجة الحرارة العظمى يعد مرتفعاً جداً (96,5%) أي أن درجة الحرارة العظمى ضعيفة التمييز بين المناطق المناخية في المملكة.

قد مكن استخدام التحليل العنقودي لإبراز التباينات المحلية ،فظهرت سبع مناطق مناخية متجانسة تمثل كل منطقة (عقود) يضم المحطات المناخية المتشابهة ،ولم يتمكن هذا النوع من إدخال منطقة وادي عربة ضمن هذا التصنيف لخلوه من المحطات المناخية ،كما دمج هذا التصنيف محطتي اربد والرمثا مع محطتي مطار عمان والمدرج الروماني ،فقد اعتبرت منطقة اربد والرمثا منطقة مناخية منفصلة، واعتبرت منطقة وادي عربة منطقة مناخية إضافية ,وبذلك يصبح عدد المناطق المناخية بناء على درجة الحرارة العظمى تسع مناطق (شكل 3).

2.1.3 درجة الحرارة الصغرى

تمكن أول (11) عامل من تفسير (99%) من التباين في درجة الحرارة الصغرى في المملكة. استحوذ العامل الأول على تفسير (92,7%) من هذا التباين.

تؤكد هذه النتيجة ما توصلنا إليه آنفاً بأن الأردن جزء من إقليم مناخي رئيسي، ومن الصعب تجزأته إلى أقاليم مناخية فرعية ،ولكن هناك تباينات محلية أفرزتها الظروف الطبوغرافية في الدرجة الأولى، إلا أن استخدام درجة الحرارة الصغرى في التعرف على المناطق المناخية المتشابهة أثبتت نجاعة أكبر من استخدام درجة الحرارة العظمى ،فقد فسر (11) عاملاً نحو (99%) من التباين في درجة الحرارة الصغرى،



شكل 3. المناطق المناخية المتشابهة وفق درجة الحرارة العظمى

بينما فسر النسبة نفسها في درجة الحرارة العظمى خمسة عوامل فقط ،كما أن معدل الارتباط بين المحطات المناخية بلغ (0.92) أي أن هذا العنصر قد نجح في الفصل بين المناطق المناخية المتجانسة بصورة أفضل.

باستخدام تشعبات هذه العوامل مع المحطات المناخية في التحليل العنقودي، ظهرت عشر مناطق مناخية متجانسة، (شكل4)، بمقارنة الشكلين (3،4) يتضح مدى التشابه في النسق العام لتوزيع هذه المناطق، فالمنطقة الصحراوية بقيت محافظة على امتدادها والاختلاف الواضح بينهما هو أن ميناء العقبة عند استخدام درجة الحرارة الصغرى قد انضم لمنطقة الأغوار الجنوبية ووادي عربة، حصلت منطقة مادبا على إقليم خاص بها، خرج ساحل البحر الميت من عملية التصنيف لخلوه من المحطات المناخية وانضمام محطة غور الصافي إلى منطقة العقبة، بإضافة الساحل إلى المناطق المناخية المتجانسة يصبح عدد المناطق المناخية المتجانسة وفق درجة الحرارة الصغرى 11 منطقة .

لم يظهر لعامل المسافة بين المحطات المناخية ومعامل الارتباط بين المحطات علاقة قوية ذات دلالة إحصائية ،فلم تتعدى قيمة التباين المفسر بين معاملات الارتباط بفعل المسافة بين المحطات (4%) عند استخدام المعدل اليومي لدرجة الحرارة الصغرى بموجب المعادلة التالية:

$$y_1 = -1{,}727\ 10^{-5}\ x + 0{,}932$$

بينما ظهرت علاقة عكسية ضعيفة ولكنها أقوى من الأولى بين المسافة وقيم معاملات الارتباط عند استخدام درجات الحرارة العظمى، حيث بلغت قيمة التباين المفسر بين قيم معاملات الارتباط بفعل عامل التباعد نحو (9%) وفق المعادلة التالية:

$$y_2 = -7{,}847\ 10^{-5}\ x + 0{,}969$$

حيث أن:

y_1 = معامل الارتباط بين المحطات عند استخدام درجة الحرارة الصغرى.

y_2 = معامل الارتباط بين المحطات عند استخدام درجة الحرارة العظمى.

x = المسافة المباشرة بين المحطات / كم.

تدل هذه النتائج على أن للمسافة دور أكثر أهمية في الفصل بين المناطق المناخية عند استخدام درجة الحرارة العظمى ،ولكن توجد عوامل أقوى من عامل المسافة للتمييز بين تلك المناطق ،ولعل لعاملي الارتفاع والمواجهة دور أكثر أهمية في هذا السياق ،ويبدو هذا الأمر طبيعي جداً ،ففي ساعات الليل تعتمد قيمة درجة الحرارة الدنيا على تفاوت المواقع في معدل الإشعاع الأرضي ،وتراكم الهواء البارد في الأودية والأحواض والمنخفضات ،ومدى تعرض مواقع المحطات إلى هبوب الرياح ،مما يقلل أهمية عامل المسافة نسبياً في الفصل بين المحطات مناخياً .

2.3 كثافة شبكة المحطات المناخية حسب المناطق المناخية المتجانسة

تجمع الأوساط العلمية المتخصصة بأنه من الصعب التعرف على المناطق المناخية المتجانسة بواسطة التحليل العاملي باستخدام العديد من العناصر المناخية مرة واحدة ،حيث تحتاج الأمطار والرياح إلى كثافة عالية ،بينما يحتاج الضغط الجوي والرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي كثافة قليلة ،أما درجة الحرارة فإنها تحتاج إلى كثافة متوسطة [9]

اعتماداً على عدد المجموعات / العناقيد أو المناطق المناخية المتجانسة في منطقة ما نستطيع أن نتعرف على مدى التعقيد المناخي في تلك المنطقة ،وبناء على الشكل (4) الذي يمثل المناطق المناخية المتجانسة في الأردن وفق درجة الحرارة الصغرى ،والتي استطاعت أن تحدد تلك المناطق بصورة أدق وأفضل من درجة الحرارة العظمى ،فإن الركن الشمالي الغربي من المملكة يعد أكثر المناطق الجغرافية تعقيداً من الناحية المناخية ،ولذلك فهو يحتاج إلى كثافة عالية في شبكة الرصد الجوي ،يلي ذلك القطاع الأوسط من المملكة ،ثم المناطق الصحراوية ،ويكاد تتفق هذه النتيجة مع التقسيمات الجغرافية للملكة.

يوضح الجدول رقم (2) الموازنة العامة لكثافة شبكة الرصد الجوي في المملكة حسب المعيار التي حددته منظمة الأرصاد العالمية بالاعتماد على درجة الحرارة الصغرى، يمكن أن نستنتج من هذا الجدول أن كلاً من المنطقة المناخية (1، 2، 3، 4، 5، 6، 9، 10) يوجد بها فائض في عدد المحطات المناخية، بينما يتوفر في المنطقة المناخية (8) عدد كاف من المحطات المناخية و تفتقر كلاً من المناطق المناخية (7، 11) إلى عدد إضافي من المحطات المناخية .

وإذا استثنينا البادية الأردنية والتي تقع إلى الشرق من خط المطر المتساوي (200ملم) ،فإن عدد المحطات المناخية يبدو كافياً ،على أن تزود المناطق التي لم صنف عند تطبيق التحليل العنقودي بمحطة مناخية لكل منهما ،وهي وادي عربة والشاطئ الشرقي للبحر الميت، من الضرورة بمكان أن تزود هاتين المنطقتين بمحطات مناخية من الدرجة الثانية على الأقل لأن

للمنطقتين المذكورتين مستقبل تنموي واعد ،فبعد إقامة سد الموجب على وادي الموجب ،وسد التنور على وادى العمسا ،ومع استغلال المياه المعدنية لمنطقة زاره ووادي زرقاء ماعين ضمن مشروع وطني لري الأغوار الجنوبية، وإيصال مياه هذا المشروع إلى قناة الملك عبد الله شمال البحر الميت ،ومع ازدياد الاستثمارات السياحية على الشاطئ الشرقي للبحر الميت فإن الحاجة باتت ملحة لإنشاء هاتين المحطتين، يمكن إقامة المحطة في وادى عربة أما في منطقة رحمة أو القريقرة أو الريشة أو غرندل، أما المحطة الثانية فضل إقامتها على الدالة المروحية لوادي الموجب ،أو الدالة المروحية لوادي زرقاء ماعين.

أما المحطة الثالثة المقترحة فتقع في الركن الجنوبي الشرقي من المملكة في منطقة القيعان الصحراوية ضمن صحراء عسما ،ويمكن إقامة هذه المحطة إما في قرية رم السياحية ،أو في طويسة في قاع الديسة، أو في منطقة المدورة ،ويعزز اقتراح إنشاء هذه المحطة نمو وازدهار بعض التجمعات السكانية في هذه المنطقة مثل قرية رم، طويسة والغال ،انتشار المزارع المروية، احتمال البدء قريباً بسحب المياه الجوفية من الديسة إلى شمال الأردن، فضلاً عن ازدهار السياحة في وادي رم.

يتضح مما سبق بأن كل المناطق المناخية في المملكة عدا المنطقة الصحراوية (11) يوجد بها عدد كاف من المحطات حتى أن المناطق المناخية (1 – 4) مكتظة بالمحطات المناخية ،ويمكن خفض عددها إلى المعدل الدولي مع الاحتفاظ ببعض المحطات التي تتمتع بخصوصيتها، مثل المحطات المناخية المقامة في الجامعات. فلو اعتبرنا أن عدد المحطات المناخية في المنطقة الصحراوية كافياً لتشابه ظروفها الجغرافية فإنه يوجد (25) محطة مناخية فائضة عن الحاجة ويجب إعادة النظر في الإبقاء عليها.

4. الخـــاتـمة

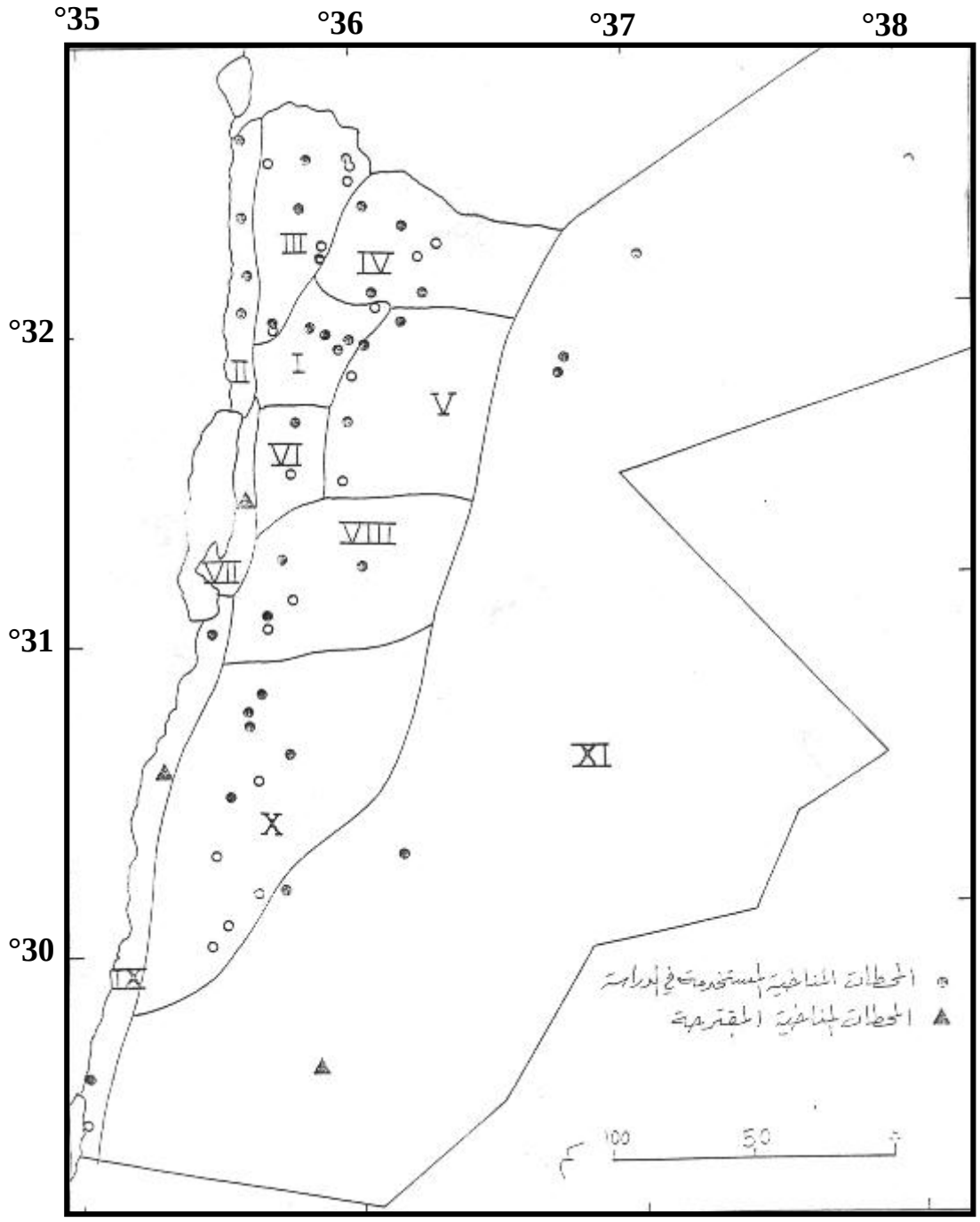
1.4 النتائج العلمية

أبرزت هذه الدراسة العديد من النتائج العلمية أهمها:

1. يصلح التحليل العاملي والتحليل العنقودي في التعرف على المناطق المناخية المتجانسة .
2. رزت درجة الحرارة الصغرى المحطات المناخية في الأردن بصورة أفضل من درجة الحرارة العظمى .
3. استطاعت (8) عوامل عند استخدام درجة الحرارة العظمى و(11) عاملاً عند استخدام درجة الحرارة الصغرى تفسير (99%)من التباين في كل منهما.
4. لم تدخل منطقة وادي عربة منطقة وساحل البحر الميت الشرقي ضمن عملية التصنيف إلا مرة واحدة لكل منهما.
5. بلغ معدل معاملات الارتباط بين المحطات المناخية (0,96) لدرجة الحرارة العظمى .و(0,92) لدرجة الحرارة الصغرى.
6. لم يفسر التباعد بني المحطات سوى (4%) لدرجة الحرارة الصغرى ،و(9%) لدرجة الحرارة العظمى.
7. بلغ معدل التباعد بين المحطات المناخية في المملكة نحو 110 كم.
8. أبرز التحليل العنقودي سبع مناطق مناخية متشابهة عند استخدام درجة الحرارة العظمى.
9. أبرز التحليل العنقودي عشر مناطق مناخية متشابهة عند استخدام درجة الحرارة الصغرى.

جدول 2. الموازنة العامة لكثافة الشبكة المناخية في الأردن وفق درجة الحرارة الصغرى

المنطقة	المساحة كم^2	عدد المحطات	العدد المطلوب	العجز	الزيادة	ملاحظات عامة
الأولى	1000	5	1	-	4	
الثانية	1000	5	1	-	4	
الثالثة	2300	8	2	-	6	
الرابعة	3000	7	3	-	4	1] الكثافة: محطة واحدة/1000كم^2
الخامسة	3500	5	4	-	1	
السادسة	850	2	1	-	1	
السابعة	650	-	1	1	-	
الثامنة	3700	4	4	-	-	
التاسعة	2000	3	2	-	1	2] جرى تدوير عدد المحطات للتخلص من الكسور العشرية
العاشرة	7000	10	7	-	4	
الحادية عشر	65000	6	65	59	-	
المجموع	90,000	56	91	60	25	



شكل 4. المناطق المناخية المتشابهة وفق درجة الحرارة الصغرى

10. لا تعاني إلا المنطقة الصحراوية من تدني كثافة شبكة الرصد الجوي.
11. تكتظ خمس مناطق بالمحطات المناخية ،ويعدَّ عددها في أربع مناطق كافياً
12. تخلو المنطقة السابعة التي تمتد على طول شاطئ البحر الميت من المحطات المناخية.

2.4 التوصيات

من خلال النتائج السابقة توصي الدراسة بما يلي :

1. محاولة خفض عدد المحطات المناخية في المناطق المكتظة .

2. تحويل الوفر الناجم من خفض عدد المحطات في المناطق المكتظة في إقامة محطات جديدة في المناطق الأقل اكتظاظاً.
3. عدم التوسع في إقامة محطات مناخية جديدة في المناطق الصحراوية رغم ندرتها .
4. التركيز على رفع كفاءة الأجهزة المستخدمة في المحطات وربط محطات الدرجة الثانية بشبكة الحاسب الإلكتروني .
5. تحسين وسائل الاتصالات بين المحطات المناخية بفئاتها الثلاث مع المركز الوطني للتنبؤ الجوي .
6. إقامة ثلاث محطات مناخية جديدة ،واحدة منها على ساحل البحر الميت والثانية في وادي عربة والثالثة ضمن صحراء حسما في منطقة رم أو الديسة.
7. القيام بدراسة مماثلة على المحطات المطرية التابعة لدائرة الأرصاد الجوية والمحطات والتابعة لوزارة المياه .

المراجع

[1] الشاعر، هيثم، 2001 "نشرة خاصة عن دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، 200، عمان، الأردن.

[2] J.R. Felming, *Meteorological observing systems before 1870 in England, France, Germany, Rusia. And the U.S.A.*, Bulletin, Vol. 46, 1997, pp.249-258.

[3] R.R. Kelkar, *The national wether service in India: 125 years*, W.M.O. Bulletin, Vol.49, 2000, pp.332-336.

[4] A.A. Vasiliev et al., *Moscow- status and development prospects for hydrometeorological information system for the megalopolis*, W.M.O. Bulleten, 2000, Vol. 49, pp.233-236.

[5] W.M.O., *Guide on the Global observing system*, N° 488, 1989, p. III. 14b.

[6] E. Linacre, *Climate data and resources*, Routledge, London, New York, 1992.

[7] J. Lalmas, *Planning a national meteorological network*, W.M.O., Bulletin, Vol. 43, 1994, pp.35-38.

[8] C.A. Nincholass et al., *Rain – gauge network retionalization and its advantages*, Meteorological Magazine, 1981, Vol.110, pp. 92-102.

[9] F. Singleton and E.A. Spackman *Climatological network design*, Meteorological Magazine, 1984, Vol.113, pp.77-89.

[10] B.R. May, *Reduction in the daily reinfall gauge network in England and Wales*, Meteorological Magazine, 1984, Vol.113, pp.57-63.

[11] Basalirwa, C. P. K.: *Delineation of Uganda into climatological rainfall zones using methods of Principle Component Analysis*. Int. J. Climatol., Vol. 15, 1993, pp.1161-1177.