هل تغيرت مواعيد تساقط الأمطار في المدينة المنورة؟

مشروع مقدم لاستكمال متطلبات مقرر المشروع البحثي للتخرج

(جغر٦٨٩) في تخصص الجغرافيا الطبيعية

إعداد الطالبة

عائشة غالي نازل الرحيلي

إشراف

الدكتور / محمد عيد موسى عيد

أستاذ مساعد بكلية الآداب والعلوم الإنسانية

جامعة طيبة

تاريخ استلام البحث: ٤ /٢٠١٨/٧

تاريخ قبـول البحـث: ٢٠١٨/٧/٢٣

هل تغيرت مواعيد تساقط الأمطار في المدينة المنورة؟ مشروع مقدم لاستكمال متطلبات مقرر المشروع البحثي للتخرج (جغر٦٨٩) في تخصص الجغرافيا الطبيعية

إعداد الطالبة

عائشة غالي نازل الرحيلي

إشراف

الدكتور / محمد عيد موسى عيد

أستاذ مساعد بكلية الآداب والعلوم الإنسانية

جامعة طيبة

ملخص البحث :

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على تساقط الأمطار ومواعيدها في المدينة المنورة، والتأكد من حصول أي تغيير في مواعيدها، ومعرفة خصائص الأمطار في المدينة المنورة، والتوزيع الشهري والفصلي للأمطار، ولتحقيق ذلك الهدف،استخدمت بيانات يومية للأمطار في المدينة المنورة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠٠٧م، وتم تحديد موعد آخر يوم لسقوط الأمطار، وتحديد موعد أول يوم لسقوط الأمطار، كما تم تحديد طول فصل الجفاف الذي ينحصر بين آخر يوم ممطر وأول يوم ممطر من كل سنة ، وقد تم تطبيق نموذج الانحدار البسيط لمعرفة الاتجاه العام لعدد الأيام الممطرة، والاتجاه العام لكمية الأمطار في أول يوم وأخر يوم ممطر، والاتجاه العام لطول موسم الجفاف، وقد تبين من خلال التحليل: بأن هناك اتجاه نحو تناقص الأمطار في المدينة المنورة بمعدل يصل إلى ١،٥ملم سنوياً ، وهناك اتجاه عام لتزايد عدد الأيام الممطرة بمعدل ٠،٢٨يوم/السنة ،وبدلالة إحصائية معنوية عند مستوى الثقة ٩٥٪، كما ظهر ارتباط سلبي بين موعد اليوم الأول لسقوط والسنة بدلالة إحصائية متدنية ، كما أن هناك اتجاه شبة مؤكد نحو تقدم معدل بداية موسم الأمطار نحو٠،٦ساعه كل سنة ،ولا يوجد اتجاه نحو تناقص أو تزايد فترة فصل الجفاف بدلاله إحصائية. وتوصي الدراسة بإجراء دراسات شاملة لمنطقة المدينة المنورة فيما يتعلق بتساقط الأمطار، ومعرفة مواعيد تساقط الأمطار للحد ما أمكن من أخطار السيول.

المقـدمـة :

تمثل المياه القاعدة الأساسية التي تعتمد عليها حياة الأمم والشعوب في كل دول العالم، وقد ذكره الله سبحانه وتعالى في كتابة الكريم: (وجعلنا من الماء كل شيءً حي) ﴿سورة الأنبياء،الآية ٣٠﴾ ، ولذلك شكلت المياه هاجساً يشغل بال الكثير من الدول سواء الغنية بمواردها المائية أو الفقيرة فيها، وبخاصة الدول التي تتميز بظروف مناخية صحراوية قاسية وتفتقر إلى الموارد المائية الطبيعية المتجددة مثل الأنهار، والبحيرات العذبة، وندرة الأمطار، وقلة المخزون الجوفي من المياه يكون الهاجس أكبر، فالكثافة السكانية المتزايدة يوماً بعد يوم تتطلب استمرارية توفير المياه لمقابلة الاحتياجات المتزايدة للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية ، ونتيجة لذلك يتزايد الطلب على الماء في الوقت الحاضر.

وتقع أغلب أراضي الوطن العربي (حوالي ٨٠ في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقل معدل تساقط الأمطار فيها عن ٢٥٠ ملم سنويا، وأن حوالي ٦٧٪ من أراضي الوطن العربي يقل معدل سقوط الأمطار فيها عن ١٠٠ ملم، سنويا وبشكل عام يمكن القول بأن كميات الأمطار تتراوح ما بين ١٥٠٠ ملم سنويا على مرتفعات اليمن ولبنان وتونس والجزائر إلى أقل من ٥ ملم سنويا على مناطق شمال السودان وجنوب كل من مصر وليبيا (الأشرم ، ٢٠٠١،ص١٤٢).

ويقدر معدل سقوط الأمطار على المملكة العربية السعودية بحوالي ٩٥ملم، مع وجود اختلافات كبيرة بين الأماكن المختلفة مع خصوصية للمنطقة الجنوبية الغربية من المملكة بسقوط أمطار عليها تقدر بحوالي ٥٠٠ملم في السنة ومع ملاحظة معدل سقوط الأمطار على بقية مناطق المملكة تتمثل في المنطقة الشمالية الغربية ما بين ٥٠- ٧٥ ملم في السنة ، أما المنطقة الوسطى فيتراوح المعدل ما بين ٧٥ -١٠٠ ملم في السنة (تقرير مصلحة الأرصاد الجوية، ١٤٢١هـ،جدة).

مشكلة البحث:

يعد تغير المناخ مشكلة عالمية طويلة الأجل تنطوي على تفاعلات معقده بين العوامل البيئية و بين الظروف الاقتصادية والسياسية و الاجتماعية و التكنولوجية و يترتب عليه تأثيرات مهمة على المستوى الدولي و الإقليمي بما فيها المنطقة العربية. إن التغير المناخي وما سيصاحبه من تسارع وتغير في ارتفاع درجة الحرارة وتناقص في معدلات

الهطولات المطرية، وتغير في التوزيع المكاني للأمطار ، سيكون له مردود متفاوت من منطقة لأخرى في العالم، ولكن المحصلة العامة ستكون غالبا سلبية فيما يتعلق بالموارد المائية بالوطن العربي، وباعتبار أن معظم الدول العربية تقع في منطقة حزام الصحاري التي تتميز أصلا بندرة في أمطارها ، فإنه من المتوقع أن تتأثر بشكل كبير بهذه التغيرات المناخية.

ويتزايد الطلب على الماء في الوقت الحاضر نتيجة للتزايد السكاني المستمر وارتفاع مستوى المعيشة ، والتوسع الزراعي والصناعي من ناحية وزيادة معدلات الاستهلاك من ناحية أخرى ، مما أدى إلى ظهور مشكلة نقص المياه العذبة ،كما أدت ظاهرتا الجفاف والتصحر اللتان أصابتا بعض المناطق في العالم أدت إلى زيادة حدة هذه المشكلة ،التي لم تعد مقتصرة على تقلص الموارد المائية بل امتدت إلى تدهور نوعيتها وتلوثها بالنفايات الصناعية ومياه الصرف الصحي وغيرها.

والمدينة المنورة بوقوعها ضمن الإقليم الصحراوي الجاف،كما هو الحال في معظم مناطق المملكة العربية السعودية – تعد من مناطق العالم التي تعاني من نقص المياه العذبة ،وقد باتت هذه المشكلة أكثر حدة بعد تزايد مجالات التنمية بالمنطقة ،وما تبع ذلك من نمو سكاني وتغير كبير في نظم الحياة ، مما استوجب معه زيادة الطلب على المياه العذبة ،خاصة وأن المنطقة لا توجد بها أنهار دائمة الجريان، وإن كانت بها أودية جافة قد يجري ببعضها الماء أياماً معدودة في السنة ، وقد تظل جافة طوال السنة مما يضع العبء الأكبر على خزانات المياه الجوفية .

ويعتقد خبراء تنمية الموارد المائية أنه نتيجة لحاجة الأقطار المختلفة للماء ،وعدم كفاية الماء وخاصة في الأقطار الجافة وشبة الجافة ،فإن واحدة من أكبر المشكلات التي تواجه القرن الحالي الحادي والعشرين هي قلة المياه لسد احتياجات المجتمعات البشرية ، وقد اختارت هذه الدراسة المدينة المنورة لتلقي الضوء على جزء بسيط عن هذه المشكلة وهي تذبذب مواعيد تساقط الأمطار في المدينة المنورة، ومحاولة تحديد فيما إذا كان هناك تناقص أم تزايد بكميات الأمطار السنوية.

أهداف البحث :

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي :

١- التعرف على الاتجاه العام لموعد بداية التساقط المطري في المدينة المنورة.

٢- التعرف على الاتجاه العام لموعد آخر تساقط للأمطار في المدينة المنورة.

٣- تحديد الاتجاه العام لعدد الأيام الممطرة في المدينة المنورة.

٤- تحديد الاتجاه العام لكمية الأمطار السنوية في المدينة المنورة.

٥- التعرف على مواسم سقوط الأمطار في المدينة المنورة.

٦- التعرف على الاتجاه العام لتساقط الأمطار.

تساؤلات البحث:

تسعى الدراسة إلى الإجابة عن التساؤلات التالية :

١- هل تميل الأمطار في المدينة المنورة نحو التناقص أم التزايد؟

٢- هل يتقدم موعد تساقط الأمطار أم يتأخر بالمدينة المنورة؟

٣- هل يتقدم موعد آخر يوم لتساقط الأمطار أم يتأخر بالمدينة المنورة؟

٤- هل هناك زيادة أم نقصان في طول موسم الجفاف بالمدينة المنورة؟

٥- هل هناك زيادة أم نقصان في كمية الأمطار لأول يوم ممطر وأخر يوم ممطر؟

مصطلحات البحث Research Terms :

١- **المتوسط الفصلي Quarterly Average** :هو عبارة عن جمع كميات الأمطار الساقطة خلال عدة فصول مطرية وقسمة الناتج على عدد الفصول.

٢- **المجموع السنوي Total Annual**: هو عبارة عن مجموع كميات المطر الساقطة خلال السنة.

٣- **المتوسط السنوي Average Annual**: عبارة عن جمع كميات الأمطار الساقطة خلال فترة زمنية وتقسيمها على عدد السنوات.

٤- **التباين Variance**: هو عبارة عن قيمة إحصائية تبين مدى تقارب القيم مع بعضها البعض وكذلك فيما بينها وبين المتوسط الحسابي لهذه القيم ،فكلما قلت قيمة التباين كلما دلت على أن القيم متقاربة فيما بينها والعكس صحيح فكلما زادت قيمة التباين دلت على أن القيم متباعدة عن بعضها.

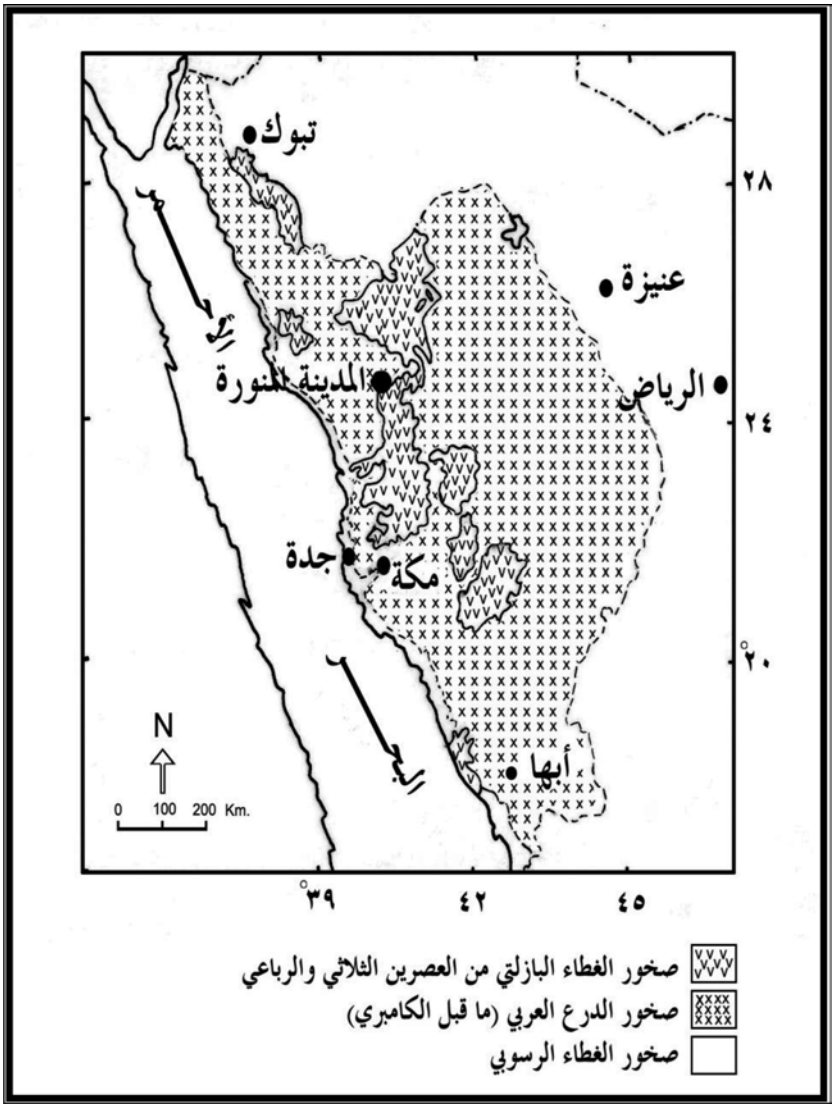
٥- **عدد الأيام المطرة The Number of Rainy Days**: عدد الأيام التي يحصل فيها سقوط على المدينة المنورة ، وهي تمثل الكمية التي تزيد عن ٠،٠٥ملم/اليوم .

٦- **القيمة الفعلية للتساقط Precipitation Effectiveness**: كمية المياه التي تصبح متاحة للنبات، بحيث يستطيع أن يستفيد منها في إتمام دورة حياته " Life Cycle "، فالعبرة ليست في كمية التساقط بقدر ما هي في قيمتها الفعلية.

٧- **الدورة الهيدرولوجية Hydrological Cycle** : هي حركة أو تبادل المياه بين الغلاف الجوي والأرض.

منطقة الدراســـة :

تقع منطقة المدينة المنورة في المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية مُشَكِّلةً إحدى المناطق الرئيسية في غرب المملكة، ويحدها من الشمال منطقتي حائل وتبوك، ومن الجنوب منطقة مكة المكرمة، ومن الشرق منطقة القصيم، ومن الغرب منطقتي تبوك والبحر الأحمر ، وتمتد المنطقة بين دائرتي العرض ٣٠′ ٢٢ ° و ٣٠ ′ ٢٧ ° شمالاً، وخطي الطول ٣٠′ ٣٦ ° و ١٥′ ٤٢ ° شرقاً، شكل رقم (١) (مكي،١٤٠٥ م ،ص٤).



شكل رقم (١) موقع منطقة الدراسة موضح عليها الدرع العربي
(المصدر : الهلال ،١٤٢٦هـ ،ص١٦٠)

وتقع منطقة المدينة المنورة ضمن منطقة إقليم الدرع العربي الذي يمتد من أقصى شمال المملكة حتى أقصى جنوب المملكة والذي يتكون من صخور القاعدة النارية والمتحولة ،والتي يعود تشكلها إلى الزمن الاركي (ما قبل الكمبري) ،والذي يقع في غرب المملكة العربية السعودية ،ويضيق اتساع الدرع العربي في الشمال والجنوب بينما يتسع في الوسط ليبلغ أقصى عرض له في المنطقة الواقعة ما بين جدة والرياض حيث يصل عرضه هناك لحوالي ٧٥٠ كم تقريبا (الشكل١)، وقد سميت صخور الدرع العربي بصخور القاعدة القديمة لأنها تشكل الأساس التي ترسبت عليه صخور الغطاء الرسوبي الواقع إلى الشرق من الدرع العربي(الهلال، ١٤٢٦هـ،ص١٤٠).

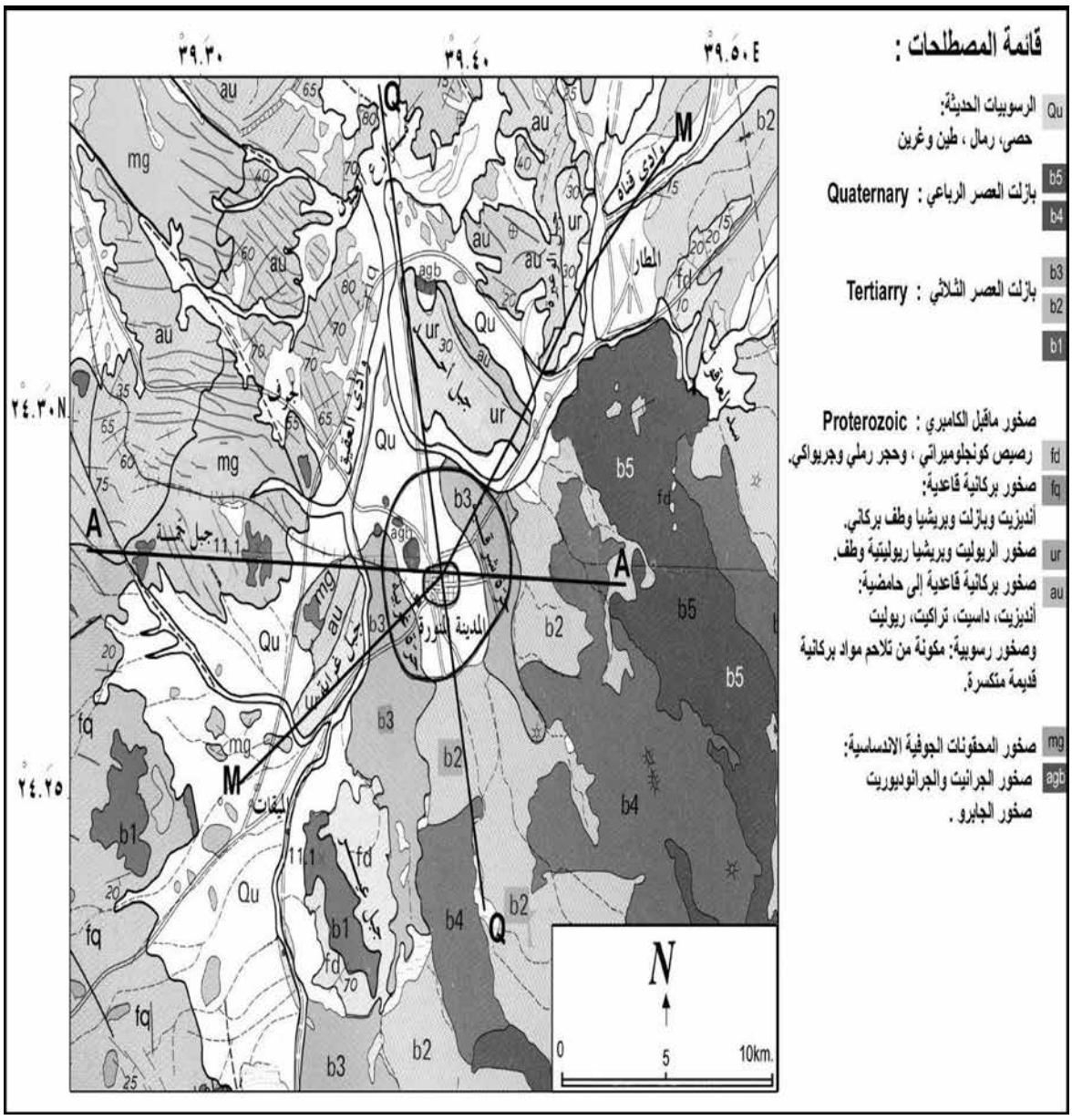
وبالتالي تحولها إلى صخور متبلورة متطابقة ،وقد تأثرت المنطقة بحركات بركانية حديثة يعود تدفق صهيرها للزمنين الثالث والرابع ، وغطت صخورها البازلتية مساحات واسعة من منطقة المدينة المنورة متمثلة في حرات (رهط -كرماء -خيبر) (الشريف ،١٩٩٨م ،ص ١٩).

وتتميز التضاريس في المدينة المنورة بأنها تقوم فوق بقعة خصبة رسوبية التكوين تحيط بها الحرات من جهاتها الشرقية والجنوبية والغربية ، ويحدها جبل أحد من الشمال، وجبل عير في الجنوب الغربي ، ويدين هذا الموضع بأهميته للأنهار القديمة التي كانت تجري إبان العصر المطير ، والتي أصبحت الآن أودية جافة تنتشر في كل شبه الجزيرة العربية فهناك عدد من الأودية التي كانت تختط مجاريها من منابعها في مرتفعات الحجاز والتي تعبر الواحة في طريقها إلى البحر ، وتعجز عن ذلك أحياناً وأهم الأودية في منطقة المدينة المنورة "وادي قناة " الذي يجري في الشمال والشمال الشرقي ومن الغرب والشمال الغربي " وادي العقيق " وفي الجنوب الغربي " وادي رانوناء " ومن الجنوب والجنوب الشرقي ، يجري واديا " مذينب - ومهزور" والثلاثة الأودية الأخيرة ترفد " وادي بطحان " الذي كان يمر وسط المنطقة السكنية ، ويلتقي بوادي العقيق ووادي قناة في منطقة العيون شمال المدينة حيث يبدأ " وادي الحمض " الذي يلتقي بوادي نعمان شمال جبل أحد ، ويستمر وادي الحمض في مسيرته باتجاه شمالي غربي حتى يصب في البحر الأحمر جنوب ميناء الوجه ،وتتميز المدينة المنورة بوجود بعض الجبال المحلية الصغيرة نسبيا داخل محيط المدينة المنورة نفسها والتي تتكون بشكل أساسي من صخور الجابرو مثل جبل سلع الذي يبلغ أقصى ارتفاع له عن سطح البحر ٦٨١ متر ويقع على بعد أقل من ١٠٠٠متر شمال غرب المسجد النبوي. بالإضافة إلى بعض التلال الأخرى المجاورة لجبل سلع والمماثلة له في التكوين الجيولوجي والتي يطل أحدها على طريق أبي بكر الصديق ، ويظهر الآخر على شكل تل صغير ارتفاعه ٦٦٨متر يبعد حوالي ٥٠٠متر إلى الشرق من مسجد القبلتين ،وأما الصخور في جبل سلع والتلال الأخرى القريبة منه فإنها مكونة بشكل أساسي من الجابرو وهو عبارة عن صخر ناري قاعدي قاسي وصلد، مصدره بلوتوني (جوفي)، ولونه رمادي قاتم يميل للأسود (الشكل رقم (٢) (الهلال،١٤٢٦هـ،ص١٤٦).

وجبل أحد يعتبر أهم الظاهرات التضاريسية في المدينة ويقع شمال شرقي المدينة ويصل امتداد طرفه الجنوبي إلى طريق المطار، ويكون على بعد ٥،٥كم من المسجد النبوي، ، ويحيط به مجموعة من الجبال الصغيرة التي من أهمها " غرباً جبل ضليع البري وشماله جبل ثور.

ويعد مناخ المدينة المنورة بشكل عام مناخاً جافاً، ويتميز بدرجات حرارة عالية تتراوح بين (٣٠ ـ ٤٥) درجة مئوية في الصيف، وبين (١٠ ـ ٢٥) درجة مئوية في الشتاء، وتتميز الأمطار في المدينة المنورة بندرتها، ويلاحظ أن كمية الأمطار السنوية منخفضة جداً ،وذلك لوقوع المدينة شمال مدار السرطان مباشرة ،ولذا فهما يتعرضان لهبوب الرياح الجافة في معظم أيام السنة ،ولهذا فإن متوسط الأمطار لا يتعدى ١٠٠ مم (الخوجلي ، ١٩٩٨،ص٥٨).

أما الرطوبة فهي منخفضة جدا في المدينة وفي إقليمها ، عدا منطقة الساحل الذي ترتفع فيه الرطوبة وذلك لوجود البحر الأحمر ، وانخفاض الرطوبة في المدينة متوقع و ذلك لارتفاع درجة الحرارة ،وبعدها عن الساحل ، ويبلغ معدل الرطوبة النسبية السنوية في المدينة المنورة حوالي ٣٢٪ (المرجع السابق،ص٦٠).



شكل رقم (٢) خريطة جيولوجية لمنطقة المدينة المنورة المصدر: الهلال ،١٤٢٦،ص١٦١

أدبيات البحث:

(أ) الإطار النظري:

التغيرات المناخية:

هي إحدى الصفات المميزة للأرض فقد شهدت الأرض عدة تغيرات مناخية عبر عمرها الطويل ،وهناك العديد من الأسباب التي تدعوا إلى تغير المناخ منها الكوارث البيئية ،كالثورنات البركانية ،وتغير مدار الأرض ،وتغير درجة ميلان محورها ،وضربها ببعض النيازك.

أما إذا كانت التغيرات المناخية قصيرة الأجل فإنها تدعى بالتقلبات المناخية ،ويمكن للإنسان أن يشهد مثل هذه التقلبات ،ويشهد العالم اليوم أحد هذه التقلبات ممثلة بالاحتباس الحراري الذي أدى إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض خلال العقود السابقة.

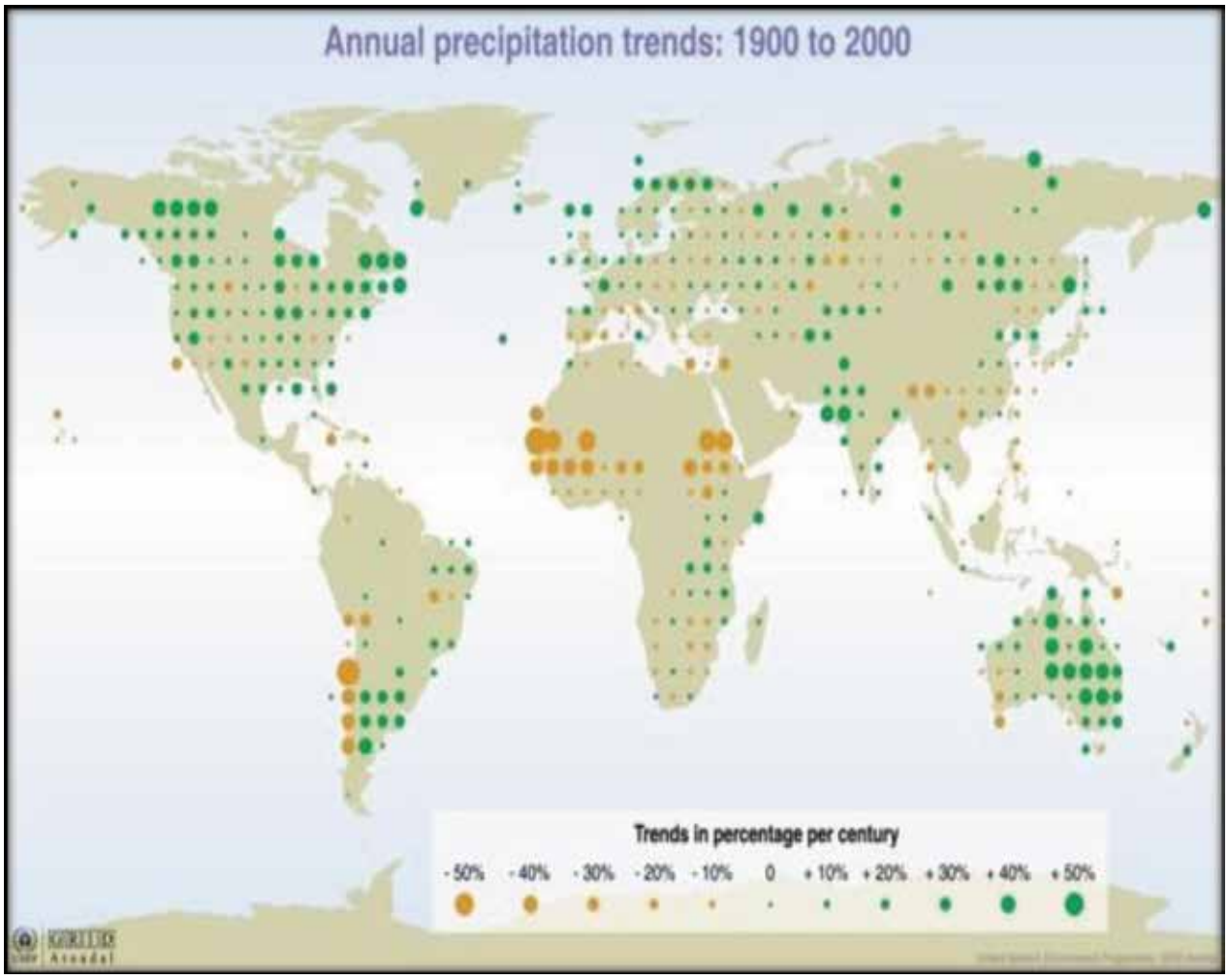
وتشير بعض الدراسات إلى أن التغيرات المناخية المتوقع حدوثها ستؤدي إلى حدوث تغيرات كبيره في الدورة الهيدرولوجية مثل زيادة معدلات تبخر مياه المحيطات وازدياد سرعة تبخر المياه من اليابسة و بالتالي وصول كمية أقل من مياه الأمطار إلى مصادر الأنهار كما أنه من المتوقع أن تأتي هذه التغيرات مصحوبة بأنماط جديدة لسقوط الأمطار و أحداث طقس أكثر تطرفا بما في ذلك الفيضانات و حالات الجفاف (أكسادا ، ،٢٠٠٨ ،ص٧).

الجهود الدولية لمكافحة التغير المناخي:

أدركت دول العالم أهمية التعاون فيما بينها من أجل مكافحة التغير المناخي وذلك باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة تحد من انبعاث الغازات الدفيئة ،وقد عقدت في سبيل ذلك عددا من المؤتمرات الدولية كان مؤتمر كيوتو الذي عقد في اليابان في ديسمبر ١٩٩٧م .وقد كان مؤتمر المناخ العالمي الثاني الذي عقد في جنيف في الفترة من ٢٩ أكتوبر إلى ٧ نوفمبر ١٩٩٠م الذي كان منذراً بالعواقب الجسيمة للتغير المناخي المتوقع ، وقد عقد ذلك المؤتمر برعاية المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ،وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، ومنظمة اليونسكو ،وغيرها من المنظمات الدولية وشارك فيها أكثر من ٧٠٠ عالم من ١٠٠ بلد .

وقد جاء في البيان العلمي والفني الصادر عن ذلك المؤتمر أن " معدل الزيادة المتوقعة لدرجة الحرارة خلال القرن القادم – إذا لم يتم الحد من الزيادة المطردة للغازات الدفيئة ستكون زيادة غير مسبوقة ،وأنها ستؤدي إلى تغيرات في المناخ تشكل تهديداً خطيراً يمكن أن يعرض التنمية الاجتماعية والاقتصادية في كثير من العالم للخطر وقد دعي مختلف الدول خاصة الدول الصناعية إلى خفض انبعاث الغازات الدفيئة (شحادة ،١٩٩٨م،ص٢١٦)

ومما لاشك فيه أن خفض نسبة الغازات الدفيئة يمكن أن يتم بوسائل متعددة منها استخدام مصادر بديلة للطاقة لا تلوث البيئة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها ،واحد استخدام وسائل النقل الخاصة والاعتماد بشكل متزايد على وسائل النقل العام وتطوير السيارة التي تسير على الطاقة الكهربائية وغيرها (شحادة ،١٩٩٨م،ص٢١٧).



شكل رقم (٣) تغير اتجاهات الأمطار خلال الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٠م)

المصدر: (www.al3ez.net/mag/main_page.htm)

وتشير التوقعات لتغيرات درجات الحرارة وسقوط الأمطار إلى الآثار المحتملة التالية على مدى الـ٣٠ عاماً القادمة (٢٠١٠-٢٠٣٩):

• انخفاض في المطر من ١٠-٢٥ بالمائة فوق الأجزاء الشمالية من أفريقيا في أشهر يونيو ويوليو أغسطس ومن ١٠-٦٠ بالمائة في أشهر مارس وإبريل ومايو وكذلك التوقعات بالانخفاض من ١٥-٦٢ بالمائة في دوائر العرض الجنوبية لأشهر يونيو ويوليو أغسطس ومن ٨-٣٥ بالمائة لأشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر.

• وزيادة الأمطار من ١٠ إلى ٣٥ بالمائة في الجزء الغربي من القارة في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير التي تكون عادة جافة ونفس الاتجاه متوقع في الفترة من سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر ما بين (٧ و ٢٨ ٪)

• وفيما يتعلق بالتغييرات في مستوى سقوط الأمطار ،والتي حدثت بمعدل انخفاض ٢٥ ٪ على الساحل الإفريقي خلال السنوات الماضية التي اتسم فيها التغير بانخفاض عدد مرات هطول المطر(الشكل رقم (٣) (أكسادا، ٢٠٠٨ ،ص١٠).

وتعد المنطقة العربية من أكثر الدول جفافًا في العالم، فالمعروف أن الوطن العربي يشكل مساحة تقدر بنحو ١٤،٢ مليون كيلو متر مربع تشكل ما يزيد قليلاً عن ١٠ ٪ من مساحة العالم، إلا أن المياه العذبة المتوافرة في أراضيه لا تتعدى ٠،٠١٪ من مصادر المياه العذبة في العالم. ويبلغ إجمالي المصادر المائية المتجددة في البلاد العربية ما يقارب ٢٧٣ كيلومتر مكعب معظمها مياه سطحية، حيث تشكل الموارد السطحية منها حوالي ٢٢٥ كيلومتر مكعب تليها المياه الجوفية والتي تبلغ كميتها ٣٩ كيلومتر مكعب وهي من المياه الجوفية المتجددة والبقية موارد مائية غير تقليدية، تشمل مياه الصرف الصحي والزراعي والتحلية وتمثل ٢ و ٥ و ٢ كيلومتر مكعب على التوالي .

ويبلغ معدل هطول الأمطار السنوي في البلاد العربية ما يقارب ١٦٠ ملم/السنة، إلا أن هذا المعدل غير منتظم، حيث نجد أن معدل هطول الأمطار في ٦٧٪ من مساحة الوطن العربي تقل عن ١٠٠ ملم/السنة ، ويفقد جزء كبير من الأمطار الساقطة يتجاوز ٨٠٪ عن طريق التبخر والتسرب للبحار والسبخات بسبب صعوبة التحكم في السيول (أكسادا، ٢٠٠٨ ،ص١٨).

ويعتبر وضع الموارد المائية في الوطن العربي أقرب إلى الوضع الحرج بناءً على التصنيفات العالمية حيث أن انخفاض نصيب الفرد من المياه عن ١٠٠٠ متر مكعب في العام يدل على وضع حرج. وفي حين يصل متوسط نصيب الفرد من المياه في العالم ٧١٨٠ متر مكعب في العام، نجد أن متوسط نصيب الفرد من المياه في الوطن العربي ١٠٢٧ متر مكعب في العام. وإضافة إلى ذلك فإن نوعية المياه في الوطن العربي آخذة في التدهور بسبب تلوث المياه من الصرف الصحي أو المخلفات الصناعية أو المواد الكيميائية المستخدمة في الزراعة كالمبيدات والأسمدة.

قدر العلماء حجم المياه بأنواعها في الكرة الأرضية بحوالي ١٤٠٠ مليون كيلومتر مكعب ،تغطي مساحة تصل نسبتها مابين٧٥الى٨٠٪من مساحة سطح الكره الأرضية ويوجد نحو١٣٥٨مليون كيلو متر مكعب أي نسبة ٩٧٪من هذه الكميه كمياه مالحة في البحار والمحيطات أما الجزء المتبقي وهو ٣٪والذي يعادل ٤٢مليون كيلو متر مكعب (طلبة،٢٠٠٢،ص١٢٠).

ويمكن لمياه الأمطار التي تهطل على اليابسة من الكرة الأرضية أن تمد كل فرد من سكان الأرض بكمية من الماء العذب تقارب ما متوسطة ٨٨ متر مكعب في اليوم. إلا أن نعمة الماء ليست مقسمة على البشر بالتساوي، فالمناطق التي تحظى بالكميات الوافرة من المياه هي المناطق التي تنعم بالأمطار، والمعروف أن العوامل الجغرافية والرياح تحدد المناطق التي تسقط بها الأمطار، وهي في تباين كبير فبينما تصل كمية الأمطار إلى ما يقارب ١٢ متر في جزر هاواي نجدها في الصحراء الكبرى أو الربع الخالي أو صحراء النوبة بمصر لا تتعدى مليمترات قليلة في العام(الموسوعة الجغرافية المصغرة)

(http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/index.htm)

وتعد المملكة العربية السعودية من الدول الصحراوية القاحلة نظرًا لما تتميز به من مناخ صحراوي وعدم وجود أنهار أو بحيرات أو مياه جارية فيها، ويتميز الطقس فيها بأنه قاري جاف في الداخل ورطب على السواحل، كما أن سقوط الأمطار بها قليل وغير منتظم باستثناء المنطقة الجنوبية الغربية حيث تزيد الأمطار الموسمية فيها مقارنة ببقية أرجاء المملكة ،وتعتمد المملكة اعتمادا كبيراً على كميات هطول

الأمطار والمياه الجوفية في الاستخدامات الزراعية والمنزلية وغيرها من استخدامات الأخرى ، وتوضح تقارير الجفاف بمنطقة المدينة المنورة أن الآبار المحفورة فيها تعتمد بشكل عام على سقوط الأمطار وجريان الأودية الرئيسية .

ونتيجة للجفاف الذي تعرضت له المنطقة فقد جفت الآبار التي حفرتها مصلحة المياه والصرف الصحي ،وأيضا جفاف بعض آبار المزارعين بسبب عدم هطول الأمطار وسحب المياه في هذه الأماكن ،وانخفاض مناسيب مياه الآبار إلى مستويات متدنية بلغت ٥ أمتار وأكثر منذ عام ١٩٩٩م ،الأمر الذي ترتب علية عدم تغذية الطبقات الحاملة للمياه بالكميات الكافية مما أدى إلى انخفاض مستوى المياه الخزان الجوفي والذي يتناقص مستواه سنوياً بمعدل (١-١،٥متر) (تقرير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ،١٤٢١،جدة).

تعريف التساقط ومظاهرة:

المقصود بالتساقط هو سقوط المواد الناتجة من تكثف بخار الماء في الجو إلى سطح الأرض أو البحر وهو يحدث بشكلين رئيسين هما :التساقط السائل وهو المطر بمعناه الضيق ،والتساقط الصلب الذي يحدث بشكل ثلج أو برد والأول منهما عبارة عن بلورات ثلجية خفيفة ذات أشكال هندسيه وتتطاير عند سقوطها في الهواء، والثاني عبارة عن كرات صغيرة من الثلج تتكون عاده في سحب المزن الركامى الثناء حدوث العواصف الرعدية (شرف، ٢٠٠٢ ،ص٢١١).

يمكن في علم المناخ التمييز بين أنواع رئيسة من الأمطار وهي الأمطار الحملية Convectional Rainfall والأمطار التضاريسية Orgraphic Rainfall والأمطار الإعصارية Cyclonic Rainfall ، ويتم التفريق بينها تبعًا لاختلاف العوامل التي تؤدي إلى ارتفاع الهواء إلى أعلى وتكون السحب، ونزول المطر (حبيب ، ٢٠٠٤ م، ص٣٥) .

طبيعة الأمطار الإعصارية والرعدية :

تخضع المدينة المنورة لنوعين من الأمطار هما:

النوع الأول: أمطار المنخفضات الجوية أو الأمطار الإعصارية وهي التي تقوم بسبب المنخفضات الجوية خلال فصل الخريف والشتاء وفصل الربيع و يساعد ارتفاع الهواء في هذه المنخفضات الجوية على تكاثف بخار الماء وسقوط الأمطار ، وبما أن معدل ارتفاع الهواء في المنخفضات الجوية بطيء ؛ فإن الأمطار التي ترافق الجبهة الدافئة تكون خفيفة، أما عندما تصل الجبهة الباردة فإن المطر يسقط

على هيئة رخات قوية ترافقها عواصف رعدية، كما تتأثر المدينة المنورة بالمنخفضات الجوية التي تتكون فوق البحر المتوسط تتجه نحو الجنوب وتصل جبهاتها الباردة إلى المدينة المنورة ويتلاقى الهواء البارد في الشمال والشرق مع الهواء الدافئ في الجنوب مما يؤدي إلى تكون السحب وسقوط الأمطار .

أما النوع الثاني : أمطار العواصف الرعدية وهو الذي يرتبط بحالات عدم الاستقرار التي تنشأ نتيجة لتسخين الهواء عند سطح الأرض وارتفاعه إلى أعلى مما يؤدي إلى تشكيل سحب ركامية ويمكن أن تسقط أمطار النوع في أواخر الربيع والصيف ووائل الخريف ، وهي لا ترتبط بمكان ثابت وتتميز بعدم الانتظام حيث تتباين تباينا كبيراً(حبيب ، ٢٠٠٤ م، ص٣٦) .

الخصائص العامة للأمطار في المدينة المنورة:

١- التباين المكاني في سقوط الأمطار:

يعبر التباين المكاني في سقوط المطر أحد الظواهر الهامة في مناخ المناطق الجافة وشبة الجافة ،فقد تسقط الأمطار بغزارة فوق مساحة محدودة من الأرض في يوم ما، بينما لا تسقط أمطار في منطقة أخرى لا تبعد عنها كثيرا.

٢- التذبذب وعدم الانتظام :

يمثل التذبذب وعدم الانتظام أهم سمة في مناخ الأقاليم الجافة وشبة الجافة ،فقد تمضي سنوات دون سقوط أمطار ،ولكن قد يسقط في بعض السنوات مقدار كبير من المطر ،والذبذبة من سنة لأخرى في كمية المطر السنوي شديدة ومرتفعة للغاية ،فمعدل التفاوت في كمية المطر من سنة لأخرى يصل إلى ٣٠٠٪ أو ٤٠٠٪(طلبة،٢٠٠٢،ص٩٩).

٣-التركيز الشديد للأمطار:

يتميز سقوط الأمطار في المدينة المنورة ،بظاهرة التركيز الشديد ،حيث يتركز المطر في عدد قليل من الأيام خلال السنة وفي زخات ثقيلة مركزة ، وتتصف الأمطار في المدينة المنورة بالطابع الفجائي(المرجع السابق،ص٩٩).

(ب)الدراسات السابقة :

لم تنل ظاهرة مواعيد تساقط الأمطار في المدينة المنورة حظاً وافراً من الدراسة ، ولكن توجد بعض الدراسات التي تناولت الأمطار بشكل عام أهمها:

١- الدراسات المحلية :

دراسة (**طلبة**، ٢٠٠٢م) بعنوان: (فاعلية المطر والاحتياجات المائية في المدينة المنورة) فقد حاول الباحث دراسة كميات المطر في المدينة المنورة ،ولتحقيق هذا الغرض تم حساب مقدار التغير أو التفاوت في صورة انحراف بسيط عن المعدل العام ،وحساب الانحراف المعياري ومعامل التغير .وقد تبين للباحث أن التغير في كميات الأمطار الساقطة كبير من سنة لأخرى ،وأن الانحراف عن المعدل العام (٤٨،٤) كبير إيجابياً وسلبياً ،وقد تبين من خلال دراسة القيمة الفعلية للأمطار في المدينة المنورة أن أراضي المدينة المنورة تقع داخل المناخ المداري الجاف وذلك حسب معامل المطر للانج ،ومعامل الجفاف لإمبرجية ،ويتميز المطر في المدينة المنورة بظاهرة التركيز الشديد للأمطار ،وكذلك يتميز بالطابع الفجائي حيث يسقط المطر على هيئة رخات فجائية.

دراسة (**بوقري** ،٢٠٠٩م) بعنوان :(الخصائص المناخية لمدينة الرسول صلى الله علية وسلم "المدينة المنورة") تتناول هذه الدراسة الخصائص المناخية لمدينة الرسول صلى الله علية وسلم بهدف التعرف على تلك الخصائص وتحديد النمط المناخي لها ،واعتمدت الدراسة على البيانات المناخية الصادرة عن الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة ،واشتملت تلك البيانات على بعض العناصر المناخية المتمثلة في درجات الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية واتجاهات الرياح وسرعتها وكميات الأمطار الساقطة ،وقد أظهرت الدراسة وجود علاقات واضحة بين عناصر المناخ المختلفة وأن كل عنصر يؤثر في الآخر ويتأثر بها ،فقد أشارت النتائج إلى انخفاض كمية الأمطار الساقطة على المدينة المنورة حيث بلغ معدل السقوط السنوي (٧٣،٤٥ملم).

٢-الدراسات العربية :

دراسة (**اللوح** ، ٢٠٠٤م) بعنوان : (العلاقة بين الأمطار وبعض المتغيرات الجوية والطبيعية في الضفة الغربية فلسطين) تحاول الدراسة استكشاف علاقة الارتباط بين بعض المتغيرات الجوية والطبيعية وكمية المطر السنوي بالضفة الغربية فلسطين . أوضحت الدراسة بأن العلاقة بين المتغيرات المختلفة وكمية المطر السنوي ذات مدلول إحصائي معنوي وقوي ، حيث سجلت علاقة ارتباط إيجابية قوية بين كل من الرطوبة النسبية وعامل الارتفاع من جهة وبين كمية المطر السنوي من جهة أخرى ، بينما سجلت علاقة ارتباط عكسية بين كمية المطر السنوي والمتغيرات التالية درجة الحرارة والتبخر و البعد عن البحر ،إلا أنها ذات دلالة إحصائية قوية تزيد عن ٩٠٪، وأثبتت الدراسة وجود علاقة ارتباط جزئي بين المتغيرات المستقلة السابقة ، وما يتبع ذلك من تأثير مباشر وغير مباشر على كمية المطر السنوي بمنطقة الدراسة.

دراسة (**طلبة**، ٢٠٠٦م) بعنوان : (الظواهر المناخية المسببة للحوادث المرورية في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية) حاول الباحث دراسة أثر الأمطار على الطرق ودراسة البيانات دراسة إحصائية في المنطقة الغربية من المملكة ،حيث تبين للباحث أن الأمطار الغزيرة السيلية تؤدي إلى زيادة عدد الحوادث المرورية ،وتؤدي كذلك إلى تدني مستوى الرؤية الأفقية ،وتحقيقاً لهذا الهدف تم التعرف على الكميات الشهرية والفصلية للدلالات المناخية ، وقد دلت النتائج إلى: أن موسم المطر في منطقة الدراسة يمتد من أواخر فصل الخريف ويستمر حتى أواخر فصل الربيع ،ويعتبر فصل الربيع أكثر فصول السنة مطراً في المرتفعات الجنوبية الغربية (منطقة الطائف) ، ويعتبر فصل الشتاء أكثر الفصول مطراً في كل من المدينة المنورة وينبع.

دراسة (**الخطيب** ،٢٠٠٩م) بعنوان : (هل اعترى مواعيد تساقط الأمطار في الأردن أي تغيير؟) حيث حاول التعرف على مواعيد تساقط الأمطار في الأردن والتأكد من حصول أي تغيير في مواعيدها، ولتحقيق هذا استخدم البحث بيانات يومية للأمطار لمدينة عمان خلال الفترة من ١٩٧٥-٢٠٠٥م ،وتحديد أخر موعد لسقوط الأمطار وتحديد طول فصل الجفاف ،وذلك بتطبيق نموذج الانحدار البسيط لمعرفة الاتجاه العام وكمية الأمطار وطول موسم الجفاف ،واستخدام قيم حقيقية وآخر لوغاريتمي وقيم آسية مرفوع للقوة (٢و٣). وقد تبين من خلال التحليل : أن النتائج لم

يعتريها تغير يذكر ماعدا طول فترة فصل الجفاف .كما تبين أن هناك زيادة في كميات أمطار آخر يوم ممطر ،كما ظهر تناقص في طول فترة الجفاف ،وكمية أول يوم ممطر.

دراسة (الصالح ،٢٠٠١م) بعنوان :(العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة بالمملكة العربية السعودية) حاول الباحث في هذه الدراسة تحديد العلاقة بين ارتفاعات مستوى الماء الجوفي وكميات الأمطار في حوض وادي محيرقة لاستخلاص نموذج انحدار ،وقد دلت النتائج على وجود علاقة انحدار ذات دلالة بين الارتفاعات السنوية لمستوى الماء الجوفي ومتوسط كميات الأمطار السنوية في محطتي القويعية ومحيرقة.

٣-الدراسات أجنبية :

دراسة (**Mahmoud,1993**) بعنوان :(التغيرات الإقليمية لكميات الأمطار في المملكة العربية السعودية) حاول الباحث دراسة المتوسط الشهري لهطول الأمطار في محطات الأرصاد الجوية (٢٩محطة) لفترة تجاوزت الخمسة عشر عاما ويستخدم هذا المتوسط لكشف أنظمة هطول الأمطار و استخدام أساليب التقييم وهي : الانحراف المعياري والذي يستخدم لتحديد طبيعة الأمطار الموسمية، و تحديد توزيع الأمطار في كل محطة الذي يبين معلومات بديلة لمعرفة عملية هطول الأمطار وبالإضافة لذلك فأن أسلوب كل من التحسينات والانحرافات تعطي معلومات جوهرية فيما يخص اتخاذ القرار. وهناك ناحية أخرى فإن الهطول المكاني للأمطار بالشهر قد وضع في الاعتبار على ضوء نتائج الانحراف المعياري والقيم التي يوفرها حول مختلف مناطق المملكة، بجانب أن هذه الأساليب تمثل المتطلبات المبدئية لتحديد نماذج هطول الأمطار الإقليمية.

ومن خلال استعراض الدراسات السابقة ،فإنها لم تتعرض إلى تغير مواعيد تساقط الأمطار سواء كان بالمدينة المنورة بشكل خاص أو المملكة العربية السعودية بشكل عام ،كما أن الدراسات التي تم استعراضها ركزت على استخدام معادلات التغير والانحراف المعياري والمتوسطات ، بينما ستقوم هذه الدراسة استخدام نموذج الانحدار البسيط لتحديد الاتجاه العام للمتغيرات قيد الدراسة.

منهج البحث وإجراءاته:

تتضمن منهجية البحث طرق جمع البيانات والمعلومات وطرق المعالجة الإحصائية ،حيث تم الحصول على البيانات والمعلومات الخاصة بالدراسة من محطة مطار الأمير محمد بن عبد العزيز بالمدينة المنورة للفترة الممتدة من ١٩٧٨-٢٠٠٧م ،كما تم تطبيق العديد من الطرق الإحصائية.

أولاً : طرق جمع البيانات والمعلومات :

استخدمت بيانات يومية للأمطار الساقطة على المدينة المنورة ، ممثلة بمحطة مطار الأمير محمد بن عبد العزيز بالمدينة المنورة خلال الفترة من ١٩٧٨-٢٠٠٧م ثم تم ترقيم أيام السنة ترقيماً تسلسلياً اعتبارا من ١/١ إلى ١٢/٣١ من كل سنة من سنوات الدراسة.

وبعد ذلك تم تحديد أول يوم لسقوط الأمطار لكل سنة ،وتحديد آخر يوم سقطت فيه الأمطار لكل سنة ،ثم عمل مصفوفة يمثل عمودها الأول السنة ،والعمود الثاني أول يوم سقطت فيه الأمطار في كل سنة ،والعمود الثالث يمثل آخر يوم سقطت فيه الأمطار ،أما العمود الرابع يمثل عدد الأيام الممطرة ،والعمود الخامس يمثل الفترة المحصورة بين أول يوم ممطر وآخر يوم ممطر من كل سنة ممتدة بالأيام.

ثانياً : طرق المعالجة الإحصائية :

أ- المتوسطات الحسابية :

١- استخدمت المتوسطات الحسابية بهدف تحديد اليوم الأول الذي يبين المتوقع أن تتساقط الأمطار فيه من كل سنة.

٢- كما استخدمت المتوسطات الحسابية لتحديد اليوم الأخير.

٣- كما استخدمت المتوسطات لمعرفة المتوسط العام لطول فترة الجفاف ومتوسط عدد الأيام الممطرة لكل سنة.

ب- استخدام معادلة خط الانحدار البسيط:

١- استخدمت هذه المعادلة لمعرفة الاتجاه العام لموعد بداية تساقط الأمطار وفق المعادلة التالية:

$$Y = \alpha + b1x1$$

حيث أن:

Y = كمية الأمطار مقدرة .

X= السنة.

b= معامل الانحدار.

a= نقطة القطع .

e= مقدار الخطأ في التقدير.

٢- كما استخدمت المعادلة نفسها لمعرفة الاتجاه العام لموعد نهاية تساقط الأمطار ،وعدد الأيام الممطرة وطول فترة الجفاف ،بحيث يكون المتغير التابع Y = مرة : عدد الأيام الممطرة ،ومرة أخرى طول فترة الجفاف ،ومرة أخرى لموعد بداية تساقط الأمطار وموعد نهايتها .

٣- كما استخدمت المعادلة نفسها لمعرفة كمية أمطار أول يوم وأخر يوم ممطر من كل سنة ،بحيث يكون المتغير التابع Y = مرة :أول يوم ممطر ومرة :أخر يوم ممطر.

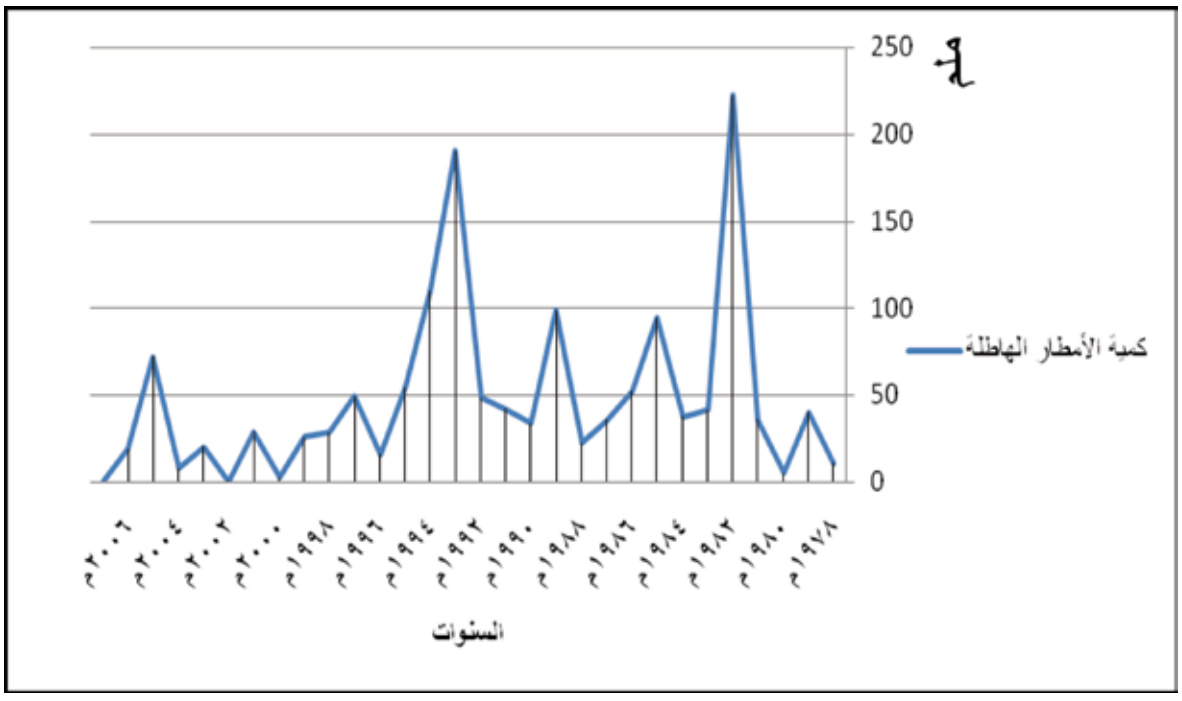
نتائج البحث ومناقشتها :

أولاً : الخصائص الإحصائية العامة للإمطار بالمدينة المنورة :

أ- المعدل السنوي لتساقط الأمطار :

يتضح من الجدول رقم (١) والشكل رقم (٤) أن كميات الأمطار الساقطة على المدينة المنورة ضئيلة جداً ، بمعدل سنوي يصل إلى (٤٨،١٦ملم) ،كما أن أكبر كمية سقطت على المدينة المنورة في عام ١٩٨٢م وبلغت (٢٢٢،٢٠ملم) في حين أن أقل كمية هطلت على المدينة المنورة كانت في عام ٢٠٠٠م وبلغت (٢،٢٠ملم).

وبهذا يمكن القول بأن الأمطار في منطقة المدينة المنورة تتميز بانخفاضها الكميات الساقطة وتذبذبها من سنة إلى أخرى ، بالإضافة لتساقطها على فترات متباعدة خلال أيام محدودة أو ساعات محدودة ،كما أن أمطارها ليست لها مواعيد محددة فقد تسقط فجأة وقد تسقط في يوم واحد أكثر من مجموع الكمية الساقطة في شهر واحد مما يؤدي إلى حدوث السيول التي تلحق أضراراً بالزراعة والسكان ،وبتفحص الشكل رقم (٤) يتضح بأن هناك دراسة زمنية تقدر بنحو١١-١٢سنة ،وهي تتوافق مع دورة البقع الشمسية .

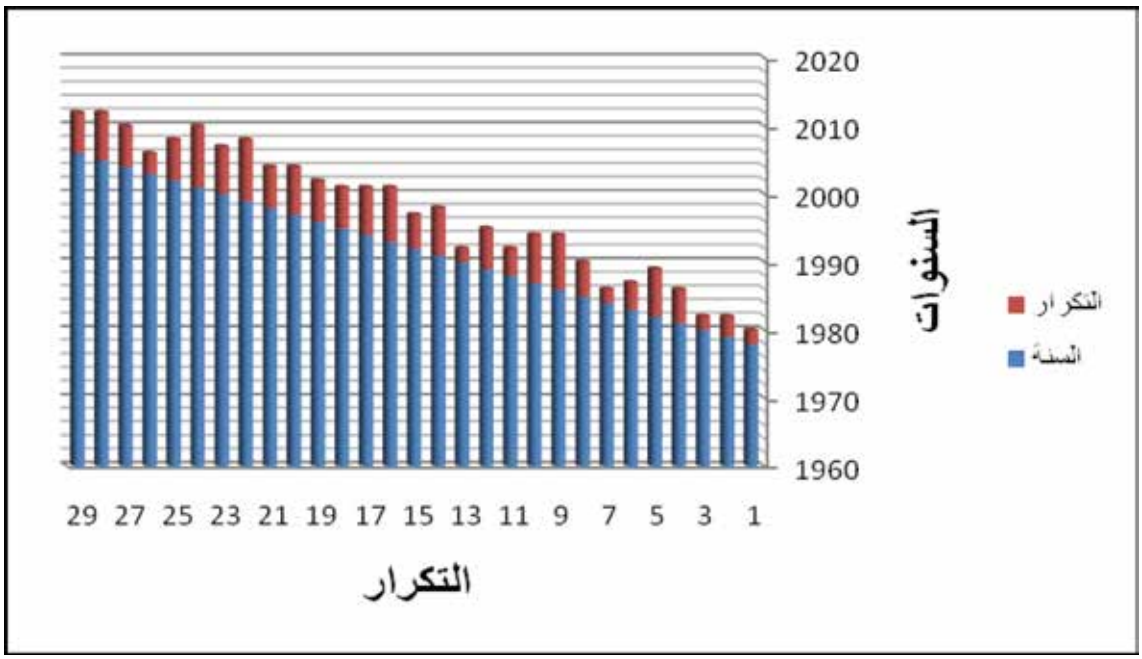


شكل رقم (٤) كميات الأمطار الساقطة على المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م)

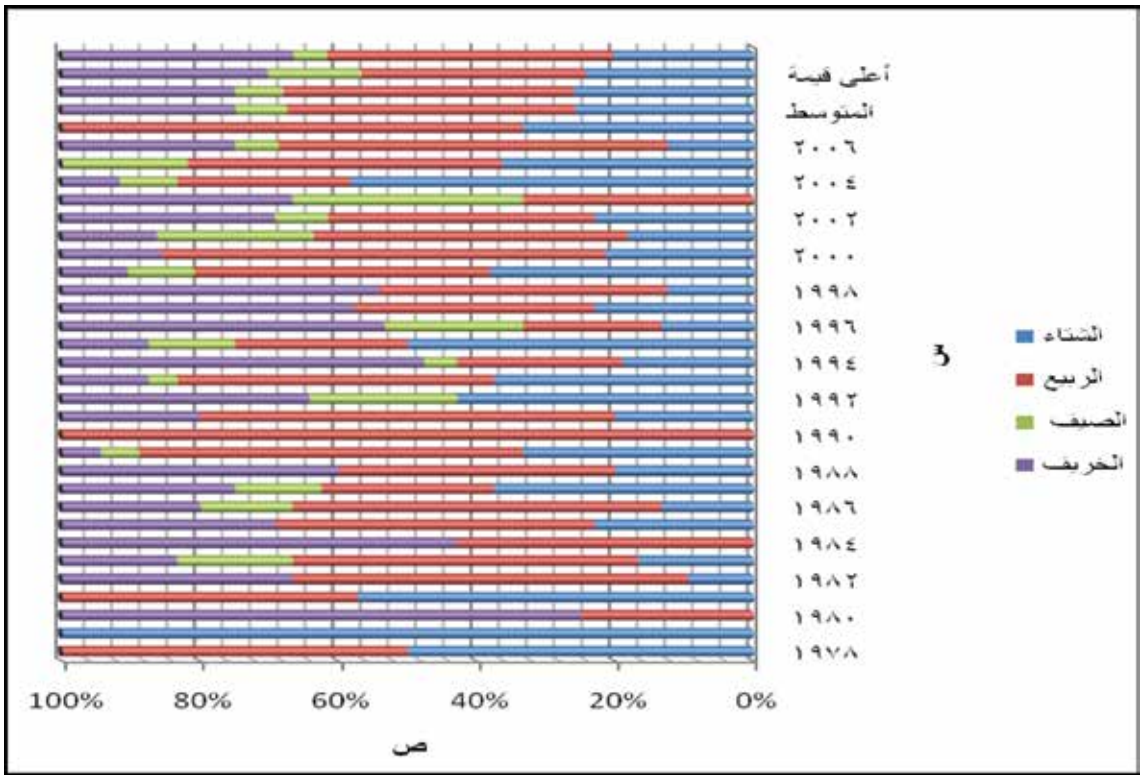
جدول رقم (١) كميات الأمطار الساقطة على المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م) /ملم

السنة	كميات الأمطار الساقطة	عدد الأيام الممطرة
١٩٧٨م	١٠،٧٠	٢
١٩٧٩م	٤٠،٠٠	٣
١٩٨٠م	٥،٠٠	٢
١٩٨١م	٣٥،٦٠	٥
١٩٨٢م	٢٢٢،٢٠	٧
١٩٨٣م	٤١،٦٠	٤
١٩٨٤م	٣٧،٥٠	٢
١٩٨٥م	٩٤،٠٠	٥
١٩٨٦م	٥٢،٣٠	٨
١٩٨٧م	٣٥،٦٠	٧
١٩٨٨م	٢٢،٦٠	٤
١٩٨٩م	٩٨،٦٠	٦
١٩٩٠م	٣٣،٦٠	٢
١٩٩١م	٤١،٨٠	٧
١٩٩٢م	٤٨،٠٠	٥
١٩٩٣م	١٩٠،٤٠	٨
١٩٩٤م	١٠٩،٨٠	٧
١٩٩٥م	٥٤،٦٠	٦
١٩٩٦م	١٥،٩٠	٦
١٩٩٧م	٤٩،٠٠	٧
١٩٩٨م	٢٨،٥٠	٦
١٩٩٩م	٢٦،٠٠	٩
٢٠٠٠م	٢،٢٠	٧
٢٠٠١م	٢٨،٨٠	٩
٢٠٠٢م	٠،٣٠	٦
٢٠٠٣م	٢٠،٢٠	٣
٢٠٠٤م	٧،٨٠	٦
٢٠٠٥م	٧٢،١٠	٧
٢٠٠٦م	١٩،١٠	٦
٢٠٠٧م	٠،٠٠	٣
المعدل	**٤٨،١٦**	**٥،٥**

المصدر: (هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة المدينة المنورة، بيانات غير منشورة).



شكل رقم (٥) تكرارات الأمطار خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م)

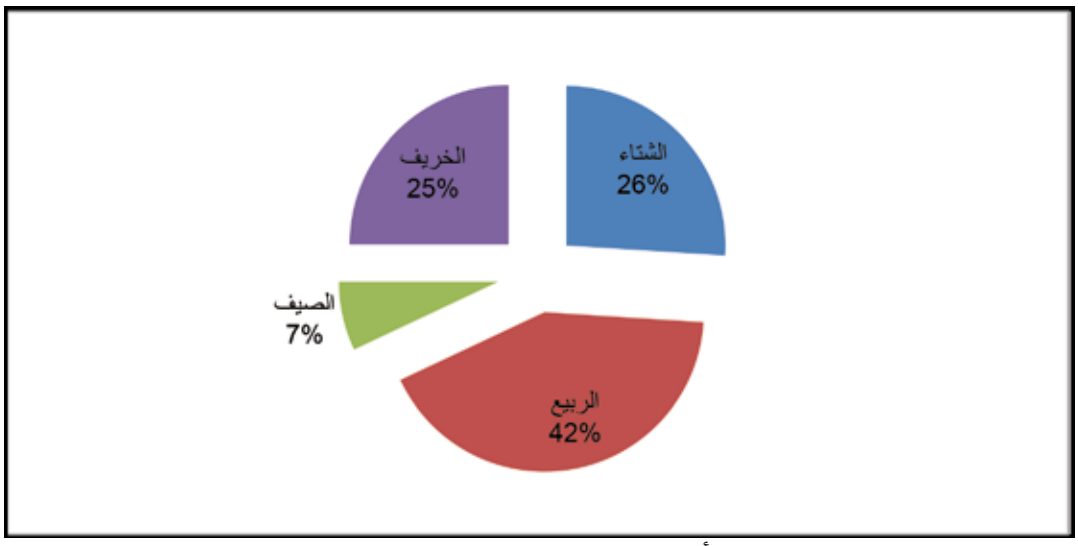


شكل رقم (٦) تكرارات الأمطار حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م)

جدول رقم (٢) الأمطار الساقطة وعدد الأيام الممطرة على المدينة المنورة حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م)/ ملم

السنة	كميات الأمطار /ملم				عدد الأيام الممطرة			
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
١٩٧٨	٣،٠	٧،٧٠	٠،٠	٠،٠	١	١	٠،٠	٠،٠
١٩٧٩	٣٣،٠	٠،٠	٠،٠	٧،٠	٤	٠،٠	٠،٠	٠،٠
١٩٨٠	٠،٠	٢،٨٠	٠،٠	٢،٢	٠،٠	١	٠،٠	٣
١٩٨١	٤،٢٠	٢٧،٢٠	٠،٠	٤،٢	٤	٣	٠،٠	٠،٠
١٩٨٢	٢،٢٠	١٩٢،٢	٠،٠	٢٧،٨	٢	١٢	٠،٠	٧
١٩٨٣	٠،٢٠	٢٧،٤٠	١٠،٦٠	٣،٤	١	٣	١	١
١٩٨٤	٠،٠	٧،٤٠	٠،٠	٣٠،١	٠،٠	٣	٠،٠	٤
١٩٨٥	١٤،٨	٤٦،٨٠	٠،٠	٣٢،٤	٣	٦	٠،٠	٤
١٩٨٦	١٠،٠	٣٥،٦٠	٠،٢٠	٦،٥٠	٢	٨	٢	٣
١٩٨٧	١،٠	٢٧،٢٠	٢،٨٠	٤،٦٠	٣	٢	١	٢
١٩٨٨	٠،٢٠	١٢،٣٠	٠،٠	١٠،١	١	٢	٠،٠	٢
١٩٨٩	٢٩،٢	٦٣،٤٠	٠،٦٠	٥،٤٠	٦	١٠	١	١
١٩٩٠	٠،٠	٣٣،٦٠	٠،٠	٠،٠	٠،٠	٥	٠،٠	٠،٠
١٩٩١	١٢،٢	١٧،٠	٠،٠	١٢،٦	٣	٩	٠،٠	٣
١٩٩٢	١٦،٤	٠،٠	١١،٢٠	٢٠،٤	٦	٠،٠	٣	٥
١٩٩٣	٤٤،٠	١٣٦،٤	٠،٢٠	٩،٨٠	٩	١١	١	٣
١٩٩٤	١٣،٢	٤٣،٤٠	٢،٨٠	٥٠،٤٠	٤	٥	١	١١
١٩٩٥	٠،٠٠	٣٩،٤٠	١٥،٢٠	٠،٠٠	٨	٤	٢	٢
١٩٩٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	١٥،٩٠	٢	٣	٣	٧
١٩٩٧	٠،٠٠	١١،٤٠	٠،٠	٣٧،٦٠	٦	٩	٠،٠	١١
١٩٩٨	٠،٠٠	٢٨،٥٠	٠،٠	٠،٠	٣	١٠	٠،٠	١١
١٩٩٩	١٥,٧	٨،٨٠	٠،٠	١،٥٠	٨	٩	٢	٢
٢٠٠٠	١،٠	١،٢٠	٠،٠	٠،٠٠	٣	٩	٠،٠	٢
٢٠٠١	٢٨،٣	٠،٠٠	٠،٠	٠،٥٠	٤	١٠	٥	٣
٢٠٠٢	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٣٠	٠،٠٠	٣	٥	١	٤
٢٠٠٣	٠،٠٠	٠،٠٠	٤،٦٠	١٦،٥٠	٠,٠	٢	٢	٢
٢٠٠٤	١،١٠	٣،٤٠	٢،٦٠	٠،٧٠	٧	٣	١	١
٢٠٠٥	٥٢،٣٠	١٥،٢٠	٤،٦٠	٠،٠٠	٤	٥	٢	٠،٠
٢٠٠٦	٧،١٠	٠،٠٠	١٢،٠٠	٠،٠٠	٢	٩	١	٤
٢٠٠٧	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢	٤	٠،٠	٠،٠
المجموع	٢٨٩،٠	٧٨٨،٣	٦٧،٧٠	٢٩٩،٦	١٠١	١٦٣	٢٩	٩٨
المتوسط	٩،٦٤	٢٦،٢٨	٢،٢٦	٩،٩٩	٣،٣٧	٥،٤٣	٠،٩٧	٣،٢٧
النسبة	٥٤٪	٢٠٪	١٠٪	٢١٪	٢٦ ٪	٤٢٪	٧٪	٢٥٪

المصدر: (هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة المدينة المنورة، بيانات غير منشورة).



شكل رقم (٧) نسبة عدد الأيام المطرة حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٧٨- ٢٠٠٧)

ب- عدد الأيام المطرة:

بلغ المعدل السنوي لعدد الأيام المطرة (٥،٥) يوم ويتفاوت عدد الأيام المطرة ما بين يومين /السنة إلى ثمانية أيام ،والعدد الأكثر تكراراً هو ٧ أيام يليه ستة أيام ، ولو قسمنا هذه الأرقام إلى فئتين (أقل من ٥ أيام وأكثر٥ أيام) لوجدنا أن ٧٣٪ من فترة الدراسة تكون عدد الأيام المطرة فيها تزيد عن خمسة أيام ،٢٧٪ منها تقل عدد الأيام المطرة فيها عن خمسة أيام.

ج- موسم المطر:

يبدو من دراسة الجدول رقم (٢) أن موسم المطر في المدينة المنورة يمتد من أواخر الخريف ويستمر حتى أواخر الربيع من العام التالي وهذا على غرار ما تتصف به الأطراف الشمالية للصحاري الحارة في نصف الكرة الشمالي ، ومن الصعب جداً أن تصلح لأي نوع من الزراعة أو التنمية للصناعة ،وفي المتوسط العام نجد أن هطول الأمطار منخفض ،مثل هذه الظروف جعلت من الضروري استغلال أي قطرة من المياه في المملكة العربية السعودية ،إضافة إلى ذلك نجد غياب شبة تام للمجاري المائية الدائمة ،وعلى هذا الأساس فإن السعودية تعتمد بشكل كبير على المياه الجوفية بالإضافة إلى عمليات تحليه المياه من البحر التي تحتوي على الأملاح (Mahmoud 1993)،p113 .

د- فصلية الأمطار:

يعتبر فصل الربيع أكثر الفصول مطراً ، حيث مثل أكبر نسبة في عدد الأيام المطرة فقد وصلت نسبتها ٤٢٪، علماً بأن المتوسط العام لكميات التساقط اليومي في فصل الربيع (٥،٤) ملم /اليوم ،ويلي ذلك ،فصل الشتاء بنسبة٢٦٪، بمتوسط يومي للأمطار (٣،٣٧) ملم ، ثم ،فصل الخريف بنسبة ٢٥٪، بمتوسط يومي للأمطار (٣،٢٧) ملم ، وأخيرا فصل الصيف الذي يعتبر أقل الفصول مطراً ،حيث يمكن وصفه بأنه فصل الجفاف الحقيقي ،فمعدل كمية الأمطار فيه لا تتجاوز (٠،٩٧) ملم بينما تمثل الأيام المطرة في هذا الفصل نحو ٧٪ من مجمل الأيام المطرة في السنة.

هـ - التوزيع الشهري لتساقط الأمطار:

١- يتضح من خلال الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٦) أن الأمطار تسقط في جميع شهور السنة إلا أن كمياتها تختلف من شهر إلى آخر ،ويعد شهر مارس هو الشهر الذي تسقط فيه أكبر كمية شهرية من الأمطار بمعدل (١٢،٥٥ملم) ،ويأتي في المركز الثاني شهر إبريل بمعدل (٦،٨٠) ملم ، ويأتي في المركز الثالث شهر نوفمبر بمعدل (٦،٢٤) ملم ،ويأتي في المركز الرابع شهر مايو بمعدل (٣،٦٣) ملم.

٢- أكبر كمية أمطار في الأيام المطرة في شهر مارس حيث وصل مجموعها خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م) إلى (٣٧٦,٥) ملم والمتوسط العام لتساقط الأمطار خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م) في هذا الشهر فكان مقداره (١٢،٥٥) ملم، أما أقل كمية فكانت في يوليو (٠،٢٠) ملم، والمتوسط العام لكمية الأمطار في هذا الشهر فكان مقداره (٠،٢٤) ملم.

٣- تتركز أمطار فصل الربيع في شهري مارس وأبريل ،إذ تصل كمية الأمطار خلال هذين الشهرين ما بين (١٢،٥٥-٩،٨٠) ملم على التوالي ،ويعتبر شهر مارس أكثر شهور الربيع

والسنة مطراً وذلك بسبب الأمطار الإعصارية الناتجة عن المنخفضات الجوية التي تتكون فوق البحر المتوسط تتجه نحو الجنوب وتصل جبهاتها الباردة إلى المدينة المنورة ويتلاقى الهواء البارد في الشمال والشرق مع الهواء الدافئ في الجنوب مما يؤدي إلى تكون السحب وسقوط الأمطار .

٤- شهر يناير أكثر شهور فصل الشتاء أمطاراً ،حيث بلغ متوسط الأمطار في ذلك الشهر نحو (٣،٧٣) ملم ،وهذا يرجع إلى المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط في هذا الشهر تكون أكثر عددا وأقوى فاعلية.

٥- أما أقل كمية أمطار شهرية سقطت على المدينة المنورة فيمثلها شهري يونيو ويوليو حيث بلغ معدل الشهرين (٠،٤٢-٠،٢٤) ملم على التوالي مما يؤكد لنا أن شهر الجفاف الرئيسية هي شهور الصيف ،ويرجع ذلك إلى توقف توغل المنخفضات الجوية من الشمال وتحركها إلى عروض أعلى من منطقة الضغط المرتفع شبة المداري (بوقري ،٢٠٠٩م،ص٢٥٧).

جدول رقم (٣) كميات الأمطار الساقطة على المدينة المنورة حسب شهور السنة خلال الفترة من (١٩٧٨-٢٠٠٧م) / ملم

السنة	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	كمية المطر/ مم
١٩٧٨م	٠،٠٠	٠،٠٠	٧،٧	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٣،٠	١٠،٧٠
١٩٧٩م	٣٠،٠	٣،٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٧،٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٤٠،٠٠
١٩٨٠م	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢،٨	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢،٢	٠،٠٠	٥،٠٠
١٩٨١م	٠،٢	١،٦	٢٧،٢	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٤،٢	٢،٤	٣٥،٦٠
١٩٨٢م	١،٢	١،٠٠	٢٨،٨	١٣٥،٦	٢٧،٨	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢٧،٤	٠،٤٠	٠،٠٠	٢٢٢،٢٠
١٩٨٣م	٠،٢٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢٧،٤	٠،٠٠	١٠،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٣،٤	٠،٠٠	٤١،٦٠
١٩٨٤م	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٧،٤	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٣٠،١	٠،٠٠	٣٧،٥٠
١٩٨٥م	٦،٠٠	٠،٠٠	٤٥،٨	١،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٣٢،٤	٨،٨	٩٤،٠٠
١٩٨٦م	٠،٠٠	١٠،٠	٢٢،٤	١٣،٠	٠،٢	٠،٠٠	٠،٢	٠،٠٠	٠،٢	٢،٤	٣،٩	٠،٠٠	٥٢،٣٠
١٩٨٧م	٠،٠٠	٠،٦	٢٦،٨	٠،٠٠	٠،٤	٠،٠٠	٠،٠٠	٢،٨	٠،٤	٤،٢	٠،٠٠	٠،٤	٣٥،٦٠
١٩٨٨م	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	١٢،٣	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	١،٦	٠،٠٠	٨،٥	٠،٢	٢٢،٦٠
١٩٨٩م	٠،٠٠	٥،٠٠	٣٦،٨	٢٦،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٥،٤	٢٤،٢	٩٨،٦٠
١٩٩٠م	٠،٠٠	٠،٠٠	١٨،٨	١٤،٨	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٣٣،٦٠
١٩٩١م	٦،٠	٦،٢	٧،٤	٩،٤	٠،٢	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٦،٠	٦،٦	٠،٠٠	٤١،٨٠
١٩٩٢م	١٣،٤	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	١١،٢	٠،٠٠	١٢،٠	٨،٤	٣،٠	٤٨،٠٠
١٩٩٣م	٠،٢	١،٨	٩١،٦	١٩،٨	٢٥،٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٢	٠،٠٠	٠،٠٠	٩،٨	٤٢،٠	١٩٠،٤٠
١٩٩٤م	١،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٤٣،٤	٠،٠٠	٠،٠٠	٢،٨	٢٨،٨	١٩،٠	٢،٦	١١،٦	١٠٩،٨٠
١٩٩٥م	٠،٠٠	T	٣٩،٤	٠،٠٠	T	٠،٠٠	٠،٠٠	١٥،٢	٠،٠٠	٠،٠٠	T	T	٥٤،٦٠
١٩٩٦م	٠،٠٠	٠،٠٠	T	٠،٠٠	T	٠،٠٠	٠،٠٠	T	T	٠،٠٠	١٥،٩	T	١٥،٩٠
١٩٩٧م	T	٠،٠٠	٨،٧	٠،٤	٢،٣	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	T	٣٧،٦	T	٤٩،٠٠
١٩٩٨م	T	٠،٠٠	١٣،٦	T	١٤،٩	٠،٠٠	T	T	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٢٨،٥٠
١٩٩٩م	T	T	T	٨،٨	T	٠،٠٠	٠،٠٠	T	١،٥	٠،٠٠	T	١٥،٧	٢٦،٠٠
٢٠٠٠م	٠،٤	٠،٠٠	٠،٤	*T	٠،٨	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	T	T	٠،٦	٢،٢٠
٢٠٠١م	٠،٨	T	T	٠،٠٠	T	٢،٠	٠،٠٠	T	T	٠،٥	٠،٠٠	٢٧،٥	٢٨،٨٠
٢٠٠٢م	٠،٠٠	T	T	T	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٣	٠،٠٠	T	T	٠،٠٠	٠،٣٠
٢٠٠٣م	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	T	٠،٠٠	٠،٠٠	٤،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	١٥،٦	٠،٠٠	٢٠،٢٠
٢٠٠٤م	T	٠،٠٠	١،١	٢،٣	٠،٠٠	٠،٠٠	٢،٦	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٧	٠،٠٠	١،١	٧،٨٠
٢٠٠٥م	٥١،٠	٠،٩	٠،٠٠	١٥،٢	T	٠،٠٠	٤،٥	٠،١	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٤	٧٢،١٠
٢٠٠٦م	٠،٩	٦،٢	٠،٠٠	T	T	٠،٠٠	٠،٠٠	١٢،٠	T	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	١٩،١٠
٢٠٠٧م	T	٠،٠٠	٠،٠٠	T	T	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠	٠،٠٠
المجموع	١١١،٩	٣٦،٣	٣٧٦،٥	٢٩٤،٠	١١٧،٩	١٢،٦	٧،٣٠	٤٩،٨٠	٣٩،٥	٧٢،٢٠	١٨٧،٢	١٤١،١	١٤٤٤،٨
المتوسط	٣،٧٣	١،٢١	١٢،٥٥	٩،٨٠	٣،٩٣	٠،٤٢	٠،٢٤	١،٦٦	١،٣٢	٢،٤١	٦،٢٤	٤،٧٠	٤٨،١٦

*(T)- كمية الأمطار محدودة.

المصدر: (هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة المدينة المنورة، بيانات غير منشورة).

و- تباين كميات الأمطار الساقطة على المدينة المنورة:

تفيد دراسة التفاوت السنوي للأمطار في مدى الاعتماد على الأمطار في الزراعة المنتظمة ،فكلما كان التفاوت قليلاً كلما ساعد على إمكانية الاعتماد على المطر والعكس صحيح،ونظراً لكون المناطق الجافة يزيد فيها التفاوت عن ٥٠٪ فإن صلاحيتها للزراعة الجافة يعتبر معدوماً (Trewartha,1968,p68).

وبهذا يمكن القول بأن الأمطار في المدينة المنورة لا يعتمد عليها في الزراعة لقلتها من ناحية وتذبذبها من ناحية أخرى وقلة فاعليتها وتبخر جزءاً كبيراً من ناحية أخرى كما أن عدد الأيام الممطرة في المدينة المنورة قليلة جداً خلال الفترة من (١٩٧٨-٢٠٠٧م) بالإضافة إلى سقوطها في فترة محدودة من السنة .

ويعتبر الجدول رقم (٤) خير دليل على هذا التفاوت ،فمن خلاله نستطيع القول :-

١- بلغ عدد السنوات التي زاد المطر السنوي فيها عن المعدل العام تسعة سنوات، بينما قلت الأمطار إلى ٢١ سنة عن المعدل العام .

٢- كان أعلى انحراف إيجابي في عام ١٩٨٢م،الذي سجل رقماً قياسياً ٢٢٢،٢٠ ملم في سقوط الأمطار حيث بلغت زيادته عن المعدل ١٧٤ملم ،تلا ذلك عام ١٩٩٣م بزيادة عن المعدل قدرها(١٩٠،٤٠ملم)، ثم عام ١٩٩٤م بزيادة عن المعدل وصلت إلى(١٠٩،٨٠ملم)، كان أعلى انحراف سلبي عن المعدل العام ٢٠٠٢ و٢٠٠٧م،بكميات بلغت ٤٨،١٦ملم،٤٧،٨٦ ملم على التوالي .

٣- يبدو التذبذب واضحاً في كميات الأمطار السنوية ،فقد سجلت سنة ١٩٨٢م قمة الأمطار السنوية خلال فترة الدراسة فقد قاربت الأمطار في هذه السنة خمسة أمثال المعدل السنوي ، وفي سنة ١٩٩٣م كانت الأمطار أقل من ذلك.

٤-ويستخدم في هذا السياق مقياس إحصائي يدعى معامل التغير ،وهو حاصل قسمة الانحراف المعياري على المتوسط السنوي مضروباً في مئة (إبراهيم،١٩٩٩م،ص٢١٧).

وباستخدام هذا المقياس على معدلات الأمطار السنوية - تبين أن معامل التغير للمعدلات التساقط السنوي فقد وصل خلال فترة الدراسة نحو ٣٢٪ ومعامل التغير للأيام الممطرة وصل إلى ٥٢٪ ،وهذا يدل دلالة قاطعة على مدى تذبذب الأمطار في المدينة المنورة ، ويعتقد (Gregory,1968,p24) أن معامل التغير إن زاد عن ٣٠٪ فإن الأمطار يغلب عليها التذبذب ،وبمقارنة المدينة المنورة مع مدينة عمان في الأردن حيث وصل معامل التغير للأيام الممطرة ٢٤،٦٪ وذلك يدل على وقوعها في منطقة هامشية مع ميل واضح نحو المناطق الشبه رطبة (الخطيب،٢٠٠٩م ،ص١٤٧) .

ز- تطبيق معامل المطر والجفاف على مناخ المدينة المنورة:

١- تم تطبيق معامل المطر للانج .

٢- وتطبيق معامل الجفاف لدي مارتون - كما يلي:

$$\text{معامل المطر} = \frac{\text{معدل كمية الأمطار السنوية / ملم}}{\text{متوسط درجة الحرارة السنوية / مْ}}$$

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{\text{معدل كمية الأمطار السنوية / ملم}}{\text{متوسط درجة الحرارة السنوية / مْ} + ١٠}$$

وبتطبيق هاتين المعادلتين على المدينة المنورة يتبين أن معامل الجفاف بالمدينة المنورة يصل إلى (١،٧) ملم حسب تصنيف (لانج) (طلبة ،٢٠٠٢م،ص١٢٢)، و (١،٣) ملم حسب تصنيف دي مارتون، نظراً لكون المعدل السنوي لدرجة الحرارة يصل إلى ٢٨،١٤مْ ،والمعدل السنوي للأمطار يبلغ ٤٨،١٦ملم .وبذلك فإن المدينة المنورة بموجب هذه المعادلة تعد من أكثر مناطق العالم جفافاً ،و بمقارنة المدينة المنورة بمنطقة الخليل بفلسطين نجد الفرق واضح حيث بلغ معامل المطر في منطقة الخليل بفلسطين (٥٨٣،٨) ملم والشيء نفسه ينطبق عند مقارنة المدينة المنورة مع منطقة جنين بفلسطين أيضاً ،فقد بلغ معامل الجفاف فيها (٤١٤) ملم ،ويعود السبب في ذلك إلى أن فلسطين تمتع بمناخ أرطب وأكثر اعتدالا من مناخ المدينة المنورة.

جدول رقم (٤) مدى انحراف كميات الأمطار السنوية بالمدينة المنورة عن المتوسط العام خلال الفترة(١٩٧٨-٢٠٠٧م)

السنة	الانحراف عن المعدل ٤٨،١٦			الملاحظات
	المجموع السنوي	موجب	سالب	
١٩٧٨	١٠،٧٠		٣٧،٤٦	
١٩٧٩	٤٠،٠٠		٨،١٦	
١٩٨٠	٥،٠٠		٤٣،١٦	
١٩٨١	٣٥،٦٠		١٢،٥٦	
١٩٨٢	٢٢٢،٢٠	١٧٤،٠٤		
١٩٨٣	٤١،٦٠		٦،٥٦	
١٩٨٤	٣٧،٥٠		١٠،٦٦	
١٩٨٥	٩٤،٠٠	٤٥،٨٤		
١٩٨٦	٥٢،٣٠	٤،١٤		المعدل=٤٨،١٦ملم
١٩٨٧	٣٥،٦٠		١٢،٥٦	
١٩٨٨	٢٢،٦٠		٢٥،٥٦	الانحراف المعياري =١٥،٣٨٨
١٩٨٩	٩٨،٦٠	٥٠،٤٤		
١٩٩٠	٣٣،٦٠		١٤،٥٦	
١٩٩١	٤١،٨٠		٦،٣٦	
١٩٩٢	٤٨،٠٠		٠،١٦	
١٩٩٣	١٩٠،٤٠	١٤٢،٢٤		
١٩٩٤	١٠٩،٨٠	٦١،٦٤		
١٩٩٥	٥٤،٦٠	٦،٤٤		
١٩٩٦	١٥،٩٠		٣٢،٢٦	
١٩٩٧	٤٩،٠٠	٠،٨٤		
١٩٩٨	٢٨،٥٠		١٩،٦٦	
١٩٩٩	٢٦،٠٠		٢٢،١٦	
٢٠٠٠	٢،٢٠		٤٥،٩٦	
٢٠٠١	٢٨،٨٠		١٩،٣٦	
٢٠٠٢	٠،٣٠		٤٧،٨٦	
٢٠٠٣	٢٠،٢٠		٢٧،٩٦	
٢٠٠٤	٧،٨٠		٤٠،٣٦	
٢٠٠٥	٧٢،١٠	٢٣،٩٤		
٢٠٠٦	١٩،١٠		٢٩،٠٦	
٢٠٠٧	٠،٠٠		٤٨،١٦	

ح- الفئات التكرارية للأمطار بالمدينة المنورة:

جدول رقم (٥) تكرار كميات الأمطار السنوية ونسبتها المئوية خلال الفترة(١٩٧٨-٢٠٠٧م)

كمية المطر(مم)	عدد السنوات	النسبة المئوية ٪
صفر-٢٥	١٠	٣٤،٤
٢٦-٥٠	١١	٣٧،٩
٥١-٧٥	٣	٣١،٠
٧٦-١٠٠	٢	٦،٩
١٠١-١٢٥	١	٣،٤
١٢٦-١٥٠	-	-
١٥١-١٧٥	-	-
١٧٦-٢٠٠	١	٣،٤
٢٠١-٢٢٥	١	٣،٤

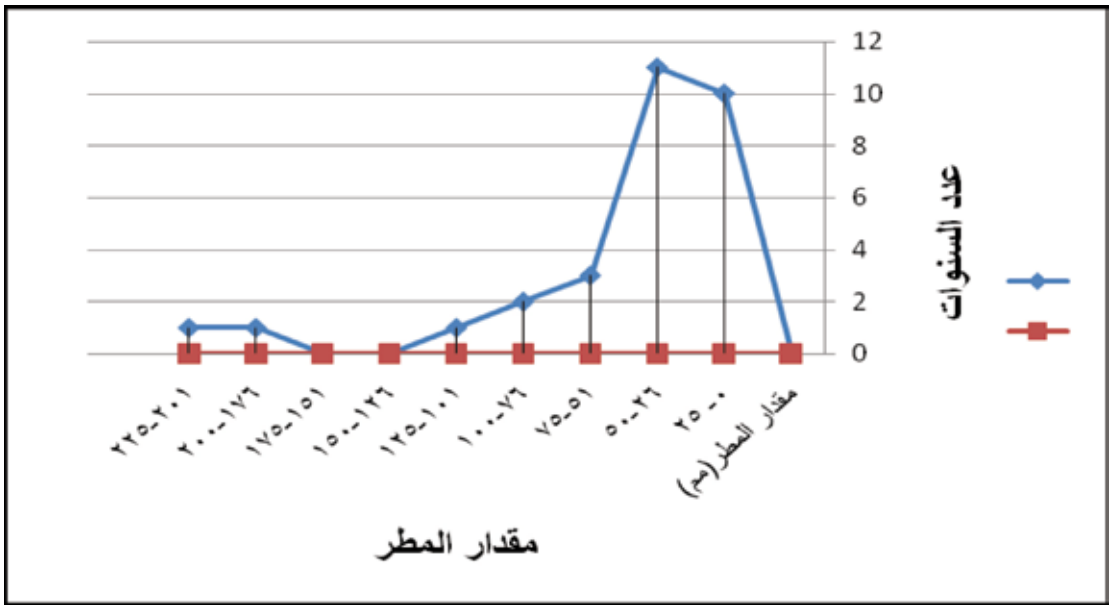
يتضح من الجدول رقم (٥) والشكل رقم (٨) ما يلي:

١- أن عدد السنوات التي يتراوح فيها المطر بين صفر-٢٥ ملم تمثل ٣٤،٤ ٪.

٢- والسنوات التي يتراوح فيها المطر بين ٢٦- ٥٠ملم تمثل ٣٧،٩٪ .

٣- أما السنوات التي يتراوح فيها المطر بين ١٠١-١٢٥ملم و ١٧٦-٢٠٠ملم تمثل ٢٤،٣٪.

٤- أن الفئة التي تتراوح بين ٢٠١-٢٢٥ملم، فهي تمثل سنوات استثنائية حيث لا يزيد ما تمثله عن ٣،٤٪ من فترة الدراسة.



شكل رقم (٨) تكرار كميات الأمطار السنوية خلال الفترة(١٩٧٨ -٢٠٠٧م)

جدول رقم (٦) الخصائص الإحصائية للأيام الممطرة خلال الفترة (١٩٧٨- ٢٠٠٧)

م	*المتغيرات	عدد السنوات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل التغيير
١	المعدل السنوي لكمية الأمطار /مم	٣٠	٤٨،١٦٠	١٥،٣٨٨	٪٣١،٩٥
٢	المعدل السنوي لعدد الأيام الممطرة	٣٠	١٢،٧٦٧	٦،٦٥٨	٪٥٢،١٥
٣	معدل تاريخ أول يوم ممطر	٣٠	٢٦٠،٨٦٧	١٠٨،١٥٣	٪٤١،٤٥٩
٤	معدل تاريخ آخر يوم ممطر	٣٠	١١٧،٩٣٣	٢٩،٧٦٥	٪٢٥،٣٨٩
٥	معدل كمية الأمطار أول يوم ممطر	٣٠	٣،٩١٠	١،٢٧٦	٪٣٢،٦٣٤
٦	معدل كمية الأمطار آخر يوم ممطر	٣٠	٢،٨٦٣	٠،٨٥١	٪٢٩،٧٢٤
٧	معدل طول فترة الجفاف	٣٠	١٩١،٥٠٠	٤٤،٨٧٠	٪٢٣،٤٣١

* أخذ كل يوم رقم متسلسل من ١/١ السنة حتى ١٢/٣١ السنة ،ومن ثم أخضع للمعالجات الإحصائية.
المصدر: (الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة ،بمنطقة المدينة المنورة).

ط - الخصائص الإحصائية للأيام الممطرة :

نستنبط من دراسة الجدول التالي رقم (٦) الملاحظات التالية:

١- بلغ المعدل السنوي لكمية الأمطار في عدد الأيام الممطرة ١٣ملم تقريباً ،وبانحراف معياري ٦،٦٥ ،وبذلك كان معامل التغير يزيد عن ٥٠٪.

٢- إن معامل التغير لكميات الأمطار السنوية يؤكد وقوع المدينة المنورة ضمن الأقاليم المناخية الجافة.

٣- إن كميات الأمطار التي تسقط بداية الموسم أكثر من الكميات التي تسقط نهاية الموسم .

٤- إن نهاية الموسم المطري تدور حول ٢٨/إبريل من كل سنة.

٥- إن بداية الموسم المطري تدور حول ١٨/سبتمبر من كل سنة.

٦- زيادة طول الفترة الجافة عن طول فصل الصيف (١٩١يوم) أي ما يقارب عن ٦،٤أشهر تقريباً.

جدول رقم (٧) تاريخ أول يوم وأخر يوم ممطر وكمية المطر فيها خلال الفترة (١٩٧٨-٢٠٠٧م)

السنة	تاريخ أول يوم	كمية الأمطار	تاريخ آخر يوم	كمية الأمطار	طول فترة الجفاف
١٩٧٨	٣٤٥	٣،٠	٧١	٧،٧	٢٧٤
١٩٧٩	٢٦٦	٧،٠	٣٨	٣،٠	٢٢٨
١٩٨٠	٣٠٩	٠،٤	١٤٧	٢،٨	١٦٢
١٩٨١	٣٣١	٤،٢	٨٥	٠،٢	٢٤٦
١٩٨٢	٢٨٣	١،٢	١٣٢	٠،٢	١٥١
١٩٨٣	٣٣٢	٣،٤	١١٩	٠،٢	٢١٣
١٩٨٤	٣٠٥	٤،٩	١٠٣	٣،٦	٢٠٢
١٩٨٥	٣٠٨	٤،٦	١٠٠	٠،٤	٢٠٨
١٩٨٦	٢٩٤	٢،٤	١٤٤	٠،٢	١٥٠
١٩٨٧	٢٥٢	٠،٤	١٣٥	٠،٤	١١٧
١٩٨٨	٢٥٦	١،٦	١٠١	٧،٩	١٥٥
١٩٨٩	٣١١	٥،٤	١١٦	٠،٢	١٩٥
١٩٩٠	–	–	١١٦	٤،٨	٢٤٩
١٩٩١	٢٧٦	٠،٦	١٢٨	٠،٢	١٤٨
١٩٩٢	٢٨٤	١٢،٠	٢٩	٩،٤	٢٥٥
١٩٩٣	٣٣٠	٥،٤	١٤١	٠،٢	١٨٩
١٩٩٤	٢٦٣	٢٤،٠	١٤٢	٣،٢	١٢١
١٩٩٥	٣٣٤	٦،٠	١٤٦	٠،١	١٨٨
١٩٩٦	٣١٨	١،٦	١٤٤	٢٤،٠	١٧٤
١٩٩٧	٢٧٩	١،٦	١٣٦	٠،٥	١٤٣
١٩٩٨	–	–	١٢٩	١٠،٣	٢٣٦
١٩٩٩	٢٥٥	١،٥	١٢٠	٠،٥	١٣٢
٢٠٠٠	٣٤٢	٠،٣	١٢٦	٠،٢	٢١٦
٢٠٠١	٢٦٩	٠،٢	١٤٥	٢،٠	١٢٤
٢٠٠٢	٣٣٤	١٢،٧	٩٨	٢،٠	٢٣٦
٢٠٠٣	٣١٤	١١،٨	١٣٢	٠،٢	١٨٢
٢٠٠٤	٢٧٧	٠،٧	١١٧	٢،٢	١٦٠
٢٠٠٥	٣٥٩	٠،٤	١٣٨	٠،٥	٢٢١
٢٠٠٦	–	–	١٣٤	١،٢	٢٣١
٢٠٠٧	–	–	١٢٦	٠،٢	٢٣٩

ثانياً: نتائج الانحدار البسيط لمتغيرات الدراسة:

ما هو السبب في إتجاه النتائج نحو التناقص أو التزايد ؟ هناك عدة أسباب :

أ- تغير في سرعة الأرض حول محورها .بأنه كلما زادت سرعة الأرض حول محورها ،تزداد فاعلية الدورة العامة للغلاف الجوي .

ب- قد يحصل التغير المناخي إذا ما عترى الزاوية التي يميل بها محور الأرض عن مستوى الفلك (٢٣،٥°) أي تغيير حتى لو كان بثوان معدودة من الميلان ، وليس بدقائق (الخطيب ،٢٠٠٩م،ص١٥٥) .

ت-

١- النتائج الخاصة بكمية الأمطار السنوية:

جدول (٨) ملخص نتائج الانحدار البسيط الخاص بمتغير كمية الأمطار السنوية

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٢٥٥	٠،٠٦٥	٢٠١٧،١٥١	١،٤٩٠-	١،٩٥٢	٠،١٧٣

رغم أن مستوى المعنوية ليس له دلالة إحصائية عند مستوى الثقة ٩٥٪، ولكن يمكن قبوله في حالات نادرة جداً وبخاصة في الدراسات الدقيقة ، فإن النتائج الموضحة في الجدول رقم (٨) تشير إلى وجود تناقص سنوي بالإمطار بالمدينة المنورة ،بمعدل يصل إلى ١،٥ملم سنوياً ،حيث فسرت الفترة الزمنية قيد الدراسة نحو ٧٪ من تباين كمية الأمطار المتساقطة سنوياً على المدينة المنورة ، وتعد هذه الظاهرة من الظواهر الملفتة للنظر في المنطقة العربية ،حيث تشير معظم الدراسات إلى مثل هذه الظاهرة مثال ذلك ما توصل إلية الخطيب (٢٠٠٩) في دراسة مماثلة عن مدينة عمان .

٢- النتائج الخاصة بعدد الأيام الممطرة:

جدول رقم (٩) ملخص نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير عدد الأيام الممطرة

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٣٧٦	٠،١٤٢	٥٤٧،٩٧٠-	٠،٢٨١	٤،٦١٨	*٠،٠٤٠

يبدو من الجدول رقم (٩) أن هناك اتجاه عام لتزايد عدد الأيام الممطرة بمعدل ٠،٢٨يوم/السنة ،وبدلالة إحصائية معنوية عند مستوى الثقة ٩٥٪ أي أن عدد الأيام الممطرة يزيد بمقدار ٦ساعات في السنة تقريباً ،وهذه النتيجة بمثابة الخطورة ،حيث الأمطار تتناقص ،وكمية الأمطار تتوزع على أيام أكثر ،فإن فاعلية الأمطار سوف تقل وتزداد فترة الجفاف في المنطقة ،وتتفاقم أزمة المياه المفروضة بتزايد درجات الحرارة كما تشير إليها معظم الدراسات السابقة.

٣- النتائج الخاصة بتاريخ اليوم الأول الممطر:

جدول رقم (١٠) نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير اليوم الأول الممطر

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٣٢٥	٠،١٠٦	١٩٩٩،٢٩٧	٠،٠٢٦-	٣،٣٠٣	٠،٠٨٠

يشير الجدول رقم (١٠) إلى وجود ارتباط سلبي بين موعد اليوم الأول لسقوط والسنة بدلالة إحصائية متدنية ولكن يمكن قبولها بتحفظ ،أي أن هناك اتجاه لبداية سقوط الأمطار نحو فصل الصيف ،وهذه نتيجة خطيرة جدا أيضاً، حيث أن كميات قليلة من الأمطار تسقط في فصل قائظ شديد الحرارة مما يزيد من معدلات التبخر ويقلل من فعالية هذه الأمطار ويبلغ معدل تقدم بداية موسم الأمطار نحو ٠،٦ساعه كل سنه ، أي أن بداية موعد تساقط الأمطار نحو فصل الصيف بمعدل يوم واحد كل ٤٠سنه إذا بقي الأمر كما هو عليه الآن.

٤- النتائج الخاصة بتاريخ اليوم الأخير الممطر:

جدول رقم (١١) نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير اليوم الأخير الممطر

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٣٨٤	٠،١٤٨	١٩٧٩،٠٩٦	٠،١١٤	٤،٨٥١	*٠،٠٣٦

يتضح من دراسة الجدول رقم (١١) بأن موعد أخر يوم ممطر يتجه نحو فصل الصيف ، ويطابق النتيجة السابقة مع هذه النتيجة فان الأمطار سوف يمتد موسمها إلى شهور الصيف، ومع تدني كميات الأمطار فان هذا الأمر يؤثر الحقيقة المّرة وهي تزايد معدلات التبخر وتناقص فعالية الأمطار، ويبدو أن اتجاه الموعد نحو الصيف له دلاله إحصائية عند مستوى الثقة ٩٥٪ ، حيث يسير موعد أخر يوم نحو الصيف بمعدل ٢،٦ ساعة كل سنه أي أننا نحتاج إلى

٩سنوات حتى يتأخر الموسم المطري نحو الصيف يوم واحد، ونحتاج إلى ٢٧٠سنة حتى يتأخر الموسم شهرا كاملا، فإذا تأخر الموسم ،تقدم الموسم في الوقت نفسه فان شهر الصيف أو فصل الجفاف سيختفي وستوزع الأمطار القليلة على معظم شهور السنة ،وهذه كارثة بيئية .

٥- النتائج الخاصة بكمية الأمطار في اليوم الأول الممطر:

جدول رقم (١٢) نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير كمية أمطار اليوم الأول

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٠١٩	٠،٠٠٠	١٩٩٢،٦٢٣	-٠،٠٣١	٠،٠١٠	٠،٩٢١

يشير الجدول رقم (١٢) بأن النتائج خاصة بالاتجاه العام لكميات تساقط الأمطار في اليوم والأول الممطر بأن ليس لها دلالة إحصائية بتدني كمية التباين المفسر خلال فترة الدراسة وهذا يخالف ما توصلت إليه بعض الدراسات في مناطق المملكة (الخطيب ، ٢٠٠٩م ،ص١٤٧).

٦- النتائج الخاصة بكمية أمطار اليوم الأخير الممطر:

جدول رقم (١٣) نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير كمية أمطار اليوم الأخير

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٠١٩	٠،٠٠٠	١٩٩٢،٥٩٨	-٠،٠٣٤	٠،٠١٠	٠،٩٢١

يبدو من الجدول رقم (١٣) بأن ليس هناك اتجاه عام ذو دلاله إحصائية تشير إلى تزايد أو تناقص كمية الأمطار في اليوم الأخير الممطر من الموسم المطري بالمدينة المنورة .

٧-النتائج الخاصة بطول فترة الجفاف:

جدول رقم (١٤) نتائج تحليل الانحدار البسيط الخاص بمتغير موسم الجفاف

الارتباط	التفسير	a	b	قيمة "ف"	الدلالة
٠،٠٥٢	٠،٠٠٣	١٩٩٤،٤٤٧	-٠،٠١٠	٠،٠٧٥	٠،٧٨٦

يبدو من الجدول رقم (١٤) أنه لا يوجد اتجاه نحو تناقص أو تزايد فترة فصل الجفاف بدلاله إحصائية لو توجد بها ، رغم أن النتائج السابقة تدل على وجود اتجاه للأيام الممطرة للحد من طول فترة الجفاف ،ولكن المتفحص لهذا الجدول يجد بأن هناك إشارة بسيطة إلى تناقص فصل الجفاف ، من خلال معامل الانحدار (b) نظرا لكون هذا التناقص قليل جدا فإن المعنوية الإحصائية متدنية أيضا ، بسبب تناقص الفصل الجاف (إذا قبلنا جدلا بهذه النتيجة) يبلغ نحو ٢،٤ساعه في السنة ،أي أننا نحتاج إلى ١٢،٥ سنه حتى يقل طول فصل الجفاف يوما واحدا ونحو ٣٧٥سنه حتى تصبح الأمطار تتساقط بشكل اعتيادي في أشهر الصيف، هذا إذا كانت النتائج لها دلاله إحصائية ، وأن المناخ لم يحصل عليه تغيرات فجائية.

ومن بين النتائج اللافتة للنظر في هذه الدراسة ، إلى وجود تناقص سنوي بالإمطار بالمدينة المنورة ،بمعدل يصل إلى ١،٥ملم سنوياً ،كما أنه لا يوجد اتجاه نحو تناقص أو تزايد فترة فصل الجفاف، ولكن هناك إشارة بسيطة إلى تناقص فصل الجفاف في المدينة المنورة. إلا أن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة – كما يبدو من عنوانها – هو هل حصل تغير على مواعيد تساقط الأمطار في المدينة المنورة ؟ وقد حدد الأمر بتاريخين ، هما بداية سقوط الأمطار ،ونهاية سقوط الأمطار، ومن ثم تم تحديد فصل الجفاف

والشيء نفسه يتجه على عدد الأيام الممطرة ، أن هناك اتجاه عام لتزايد عدد الأيام الممطرة ،وبدلالة إحصائية معنوية عند مستوى الثقة ٩٥٪ ،وذلك ينعكس على أنه إذا زادت الأمطار فإنها تؤدي إلى حدوث أضرار على السكان والزراعة. وعلى الرغم من ذلك فإنه يمكننا القول بأن مياه الأمطار تعد من المصادر المهمة للمياه التي يستغلها المزارعون لري مزروعاتهم عندما تسقط الأمطار وخاصة في فصل الشتاء ثم يعودون إلى الاعتماد على المصادر الأخرى في الفصول الجافة.

الخاتمة:

أولاً: أهم النتائج:

خلصت هذه الدراسة النتائج التالية:

١- فرض الموقع الفلكي على المدينة المنورة ظروفاً مناخية قاسية، يغلب عليها الجفاف، وتذبذب سقوط الأمطار، والاختلاف الكبير في كميات الأمطار الساقطة وتذبذبها من سنة لأخرى ومن شهر لآخر، والأمطار في المدينة المنورة ليس لها مواعيد محددة تسقط فجأة في أغلب السنوات.

٢- يعتبر فصل الربيع أكثر الفصول مطراً ، حيث كان أكبر نسبة في عدد الأيام الممطرة في فصل الربيع ٤٢٪، ومتوسط عام عدد الأيام الممطرة(٥,٤٣ ملم) ،ويلي ذلك الفصل ،فصل الشتاء بنسبة٢٦٪،ومتوسط عام عدد الأيام الممطرة (٣,٣٧ ملم)، ويلي ذلك الفصل ،فصل الخريف بنسبة ٢٥٪،ومتوسط عام عدد الأيام الممطرة (٣,٢٧ ملم)، أما أقل عدد فكان في فصل الصيف بنسبة ٧٪، ومتوسط عام عدد الأيام الممطرة(٠,٩٧ملم).

٣- هناك اتجاه شبة مؤكد لتناقص الأمطار في المدينة المنورة خلال فترة الدراسة حيث بلغت القيمة الفعلية لمعامل الجفاف (١,٣) وهذا يدل على أن المدينة المنورة من المناطق الشديدة الجفاف .

٤- أن هناك اتجاه نحو تناقص الأمطار في المدينة المنورة ، بمعدل يصل إلى ١,٥ملم سنوياً.

٥- أن هناك اتجاه عام لتزايد عدد الأيام الممطرة بمعدل ٠,٢٨ يوم/السنة ،وبدلالة إحصائية معنوية عند مستوى الثقة ٩٥٪.

٦- هناك اتجاه لموعد آخر يوم ممطر يسير نحو فصل الصيف بدلالة إحصائية عند مستوى الثقة ٩٥٪.

٧- لا توجد دلالة إحصائية لكميات تساقط الأمطار في اليوم الأول الممطر.

٨- أن هناك ارتباط سلبي بين موعد اليوم الأول لسقوط والسنة بدلالة إحصائية متدنية.

٩- أن هناك اتجاه شبه مؤكد نحو تقدم معدل بداية موسم الأمطار نحو ٠,٦ساعه كل سنة.

١٠- لا يوجد اتجاه نحو تناقص أو تزايد فترة فصل الجفاف بدلاله إحصائية.

ثانياً: أهم التوصيات :

١- إجراء دراسات شاملة لمنطقة المدينة المنورة فيما يتعلق بتساقط الأمطار.

٢- التوسع في إقامة العديد من السدود بهدف تخزين المياه من أجل الاستفادة منها لمدة طويلة .

٣- تحتاج المدينة المنورة لكثير من الدراسات في هذا الموضوع .

٤- توعية فردية في كيفية الاستهلاك وذلك عبر ترشيد استخدام مياه الأمطار.

٥- عم الأبحاث المستقبلية في هذا المجال.

٦- تنشيط الدراسات البحثية حول موضوع الدراسات المناخية الإحصائية بهدف الاستفادة منها وتوظيفها في خدمة المدينة.

٧- ضرورة توعية المواطنين من حيث التغيرات المناخية والحد من أخطارها.

٨- إقامة مراكز بحثية متخصصة بالمياه في البلدان العربية بصورة عامة وفي البلدان التي تعاني من نقص شديد في المياه بصورة خاصة.

٩- تكثيف الجهود في توعية الجماهير على ضرورة الاقتصاد وعدم التبذير في استخدام المياه لغرض تقليل نسب الهدر والضياع فيها.

١٠- الاستفادة من التقنيات المتطورة في مجال استخدامات المياه في الأوجه الاقتصادية المختلفة، ولاسيما في المجال الزراعي كالاعتماد على طريقة الري بالتنقيط وغيرها.

قائمة المصادر و المراجع:

أولاً : المصادر و المراجع العربية :

١-**إبراهيم،عيسى علي**، ١٩٩٩م، (الأساليب الإحصائية والجغرافيا) ،دار المعرفة الجامعية .

٢- **الأشرم ، محمود** ،٢٠٠١م، (اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم) ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ،المجلد الأول ،الطبعة الأولى .

٣- **بوقري، فايدة كامل**،٢٠٠٩م،(الخصائص المناخية للمدينة المنورة) ،دورية العقيق، نادي المدينة المنورة الأدبي الثقافي ،المدينة المنورة المجلد ٣٦، ص ص٢٢٣-٢٧٤ .

٤- **حبيب ، بدرية محمد**،٢٠٠٤م،(الظواهر المناخية في القرآن الكريم من منظور جغرافي المطر) ،مركز بحوث

ودراسات المدينة المنورة ،العدد العاشر ،ص ص٩ -٥١.

٥- **الخطيب ، حامد موسى**،٢٠٠٩م ،(هل اعترى مواعيد تساقط الأمطار في الأردن أي تغيير؟) ، البصائر مجلة علمية محكمة ،جامعة البترا الخاصة ، المجلد الثالث عشر، العدد الثاني ربيع الثاني، ص ص١٢٧-١٧٤.

٦- **الخوجلي ، مصطفى** ،١٩٩٨م،(المناخ في الرويثي وآخرون ، " محررون " المدينة المنورة ،البيئة والإنسان ،نادي المدينة المنورة الأدبي ،المدينة المنورة ،ص ص٤٦-٦٥.

٧- **شحادة ، نعمان** ،١٩٩٨م،(علم المناخ المعاصر) ،جامعة الإمارات العربية المتحدة ،دار القلم ،الطبعة الأولى .

٨- **شرف ،عبد العزيز طريح**،٢٠٠٢م،(الجغرافيا المناخية والنباتية) ،دار المعرفة الجغرافية.

٩- **الشريف ،عبد الرحمن** ،١٩٩٨م،(التضاريس في الرويثي وآخرون " محررون " المدينة المنورة ،البيئة والإنسان ،نادي المدينة المنورة الأدبي،المدينة المنورة ،ص ص ٣١-٤٦.

١٠- **طلبة ، شحاتة سيد** ، ٢٠٠٢م ، (مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية) ، نادي المدينة المنورة الأدبي،المدينة المنورة.

١١- **طلبة، شحاتة سيد** ،٢٠٠٢،(فاعلية الأمطار والاحتياجات المائية في المدينة المنورة)،المجلة الجغرافية العربية ،العدد الأربعون ،ص ص١٢٩-١٤٩.

١٢- **المركز العربي** لدراسات المناطق الجافة و الأراضي القاحلة (أكساد)، ٢٠٠٨م ،مستقبل المياه في الوطن العربي واستراتيجية تحقيق الأمن المائي العربي ،المؤتمر الوزاري العربي للزراعة والمياه ، القاهرة ،ص ص١-٣٢.

١٣- **مكي، محمد شوقي**، ١٩٩٨م،(السكان في الرويثي وآخرون " محررون " المدينة المنورة ،البيئة والإنسان ،نادي المدينة المنورة الأدبي ، المدينة المنورة ،ص ص٢٥٥-٢٥٨.

١٤- **مكي، محمد شوقي**، ١٤٠٥هـ،(أطلس المدينة المنورة)،قسم الجغرافيا، كلية الآداب ،جامعة الملك سعود.

١٥- **اللوح ، منصور نصر** ، ٢٠٠٤م ،(العلاقة بين الأمطار وبعض المتغيرات الجوية والطبيعية في الضفة الغربية – فلسطين) ،مجلة الجامعة الإسلامية ، سلسلة الدراسات الإنسانية ، المجلد الثاني عشر، العدد الثاني ص ص٢٠٥-٢٣٢.

١٦- **الهلال ، محمد الأحمد** ، ١٤٢٦هـ ، (جيولوجية المدينة المنورة) ،مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة،جامعة الملك عبد العزيز، العدد الثاني عشر ، محرم،ربيع الأول، الطبعة الثانية ،مركز النشر العلمي ،ص ص١٣٧-١٦٢.

١٧- **تقرير مصلحة الأرصاد الجوية** ،١٤٢٠-١٤٢١،جدة.

ثانياً :المراجع الأجنبية:

1- **Trewartha, G.T(1968);** An Introduction to Climate ,3ed, New York, pp:1-72.

2- **Gregory, B. J, (1973)** Statistical Methods and the Geographer, Longman, pp:1-54.

3- **MAHMOUD, Mohammed, (1993)** Regional Variations of Monthly Rainfall Amounts in the Kingdom of Saudi Arabia Hydrogeology Department, Faculty of Earth Sciences, King Abdul-Aziz University Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia, pp:109-154.

ثالثاً :المراجع الألكترونية:

١-الموسوعة الجغرافية المصغرة،
http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/index.htm

1-(www.al3ez.net/mag/main_page.ht)

2-(http://www.islammemo.cc/article1.aspx?