استخدام نماذج أريما في التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة للفترة من 1985 إلى 2014

د. أميرة أحمد عثمان

الأستاذ المساعد
قسم نظم المعلومات الإدارية
كلية إدارة الأعمال
جامعة الباحة
المملكة العربية السعودية

الملخص

هدف البحث إلى تناول مشكلة التنبؤ بكميات هطول الأمطار في منطقة الباحة وذلك لأهمية الأمطار والتي تعتبر المصدر الرئيس للمياه في المنطقة. استخدم البحث بيانات تاريخية تم الحصول عليها من وزارة المياه والرئاسة العامة للأرصاد بالمملكة. تم استخدام نموذج أريما للعالمين بوكس وجنكنز في التنبؤ باستخدام دالة التحويل لاختبار فروض البحث والتي تختبر وجود تأثير ذي دلالة إحصائية للمتغيرات المستقلة وهي درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على المتغير التابع موضوع البحث وهو معدل هطول الأمطار في منطقة الباحة. توصل البحث إلى وجود تأثير ذي دلالة إحصائية للبيانات التاريخية للمتغير نفسه على القيم المستقبلية كما وجد تأثير للرطوبة النسبية كمتغير مستقل. خلص البحث إلى بناء نموذج للتنبؤ يمكن استخدامه لتقدير معدل هطول الأمطار بالمنطقة للاستفادة من ذلك في اتخاذ القرارات للتجهيز للمحافظة عليها. أوصت الباحثة بمجموعة من التوصيات كان من أهمها الأخذ بوضع النموذج موضع الاهتمام من قبل الجهات المختصة كما أوصت بفكرة تعميم البحث ليشمل كافة المملكة العربية السعودية.

الكلمات المفتاحية: *السلاسل الزمنية، التنبؤ، المشكلات القياسية، مياه الأمطار.*

المقدمة

أخذ التغير المُناخي يشغل اهتمام العديد من الباحثين، بل الحكومات والدول كذلك، حيث لاقى اهتمامًا متزايدًا من قِبل الشعوب والحكومات في الدول المتقدمة منذ أوائل السبعينيات من القرن الماضي حين عُقد مؤتمر الأمم المتحدة حول البشرية في استوكهلم بالسويد عام 1972م، ونتج عنه انتشار الهيئات والمؤسسات القومية والعالمية المَعْنِيَّة بشئون المُناخ والبيئة، بل وأصبح الاهتمام بالمؤثرات المُناخية، ومحاولة التقليل منها مسئولية الأفراد والجماعات التطوعية؛ لذا انتشرت في الكثير من الدول المتقدمة المنتجات العضوية، وتمّ سنّ التشريعات والقوانين التي تُلزم المصانع باتخاذ إجراءات لتخفيض الكلوروفلوروكربون، وإحلال مواد أقل خطورة (صبايحة، 2014: 50).

ومن ثَمَّ تزايد إدراك كثير من المجتمعات بأن التغيرات المُناخية قضية العصر؛ لتشابكها مع كل العناصر التي تُبقينا أحياء، كالغذاء والطاقة والماء والهواء، وطالما أصبحت تلك التغيرات قضية مراوغة يتم مناقشتها بغموض بالمجالات العلمية، أو بين أفراد ينزعجون من التكنولوجيا المتقدمة، فقد أصبح البحث في تصنيفها، وتحديد أسبابها، وتَعرُّف أنواعها ضرورة حتمية (Pruneau et al., 2010: 15).

ويرى كلٌّ من الحداد وآخرون (2010: 111- 112) أنّ التغيرات المُناخية التي تشهدها دول العالم مؤخرًا قد حدثت بالدرجة الأولى؛ بسبب الثورة التكنولوجية والصناعية، والتي أدت إلى زيادة مُعدل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وعدم امتصاصها وزيادة تركيزاتها بالغلاف الجوي؛ نتيجة التصرفات البشرية من تدمير الأخضر واليابس، وحرق الغابات، وزيادة الملوثات والمخلفات التي أصابت المياه والتربة، بالإضافة إلى انبعاثات غازات المصانع.

* تم استلام البحث في نوفمبر 2023، وقبل للنشر في يناير 2024، وسيتم نشره في أكتوبر 2024.
© المنظمة العربية للتنمية الإدارية - جامعة الدول العربية، 2023، ص ص 1- 16، (معرف الوثائق الرقمي): DOI: 10.21608/AJA.2023.247563.1551

والمطر هو المصدر الأساسي للمياه، وتزيد الحاجة للمحافظة عليها في المملكة العربية السعودية نظراً لكون المملكة تقع في منطقة صحراوية وليس بها أنهار أو مياه جارية وطقسها قاري جاف كما أن الأمطار بها قليلة.

كما أن مياه الأمطار قد تتعرّض للتبخّر بسرعة بسبب ارتفاع درجات الحرارة فقد تصل درجة الحرارة في المملكة في فصل الصّيف إلى 50 درجة أو أكثر، وإضافة إلى مشكلة ندرة المياه فهناك العديد من المشاكل التي تواجه مستقبل المياه في المملكة منها الهدر والتلوث والاستنزاف وسوء الإدارة، لذا فإن الحل يكمن في إدارة مياه الأمطار وتنميتها بشكل ذو كفاءة وتعظيم الاستفادة منها إلى أقصى حد ممكن من خلال التنبؤ بكميات الهطول باستخدام الطرق الإحصائية المناسبة والمساعدة في اتخاذ القرارات الإدارية السليمة ومن ثم رسم السياسات والاستراتيجيات للمحافظة على مياه الأمطار واستغلالها بالشكل الأفضل.

الإطار النظري والدراسات السابقة

المحور الأول: السلاسل الزمنية

دائماً ما يكون هناك حاجة لوجود نظام دقيق للتنبؤ يمكن الاعتماد عليه إدارياً وبالتالي يكون للتنبؤات غير الدقيقة آثار خطيرة على عمليات اتخاذ القرار. بالإضافة إلى ذلك فمن الضروري لأي مؤسسة ألا تعتمد على النماذج الرياضية فقط للتنبؤات لأنها قد لا تتفق دائماً مع جميع المعلومات الإدارية، لذا يتوجب اللجوء أيضا إلى استخدام النماذج الإحصائية.

أولاً - تعريف السلاسل الزمنية: Definition of Time Series

يذكر هيكل (1980م) أن «المقصود من السلاسل الزمنية هو معرفة التغيرات التي تطرأ على الظاهرة خلال فترة زمنية محددة حيث يمكن مقارنة قيم الظاهرة بعضها ببعض لأنها مقاسه بنفس وحدات القياس وبنفس الطريقة في تواريخ مختلفة بهدف تحليل السلسلة الزمنية أي معرفة أسباب ونتائج التغيرات ومعرفة ما يمكن أن يكون من علاقة بين الظاهرة محل الدراسة والظواهر الأخرى. ويمكن الاستعانة في الدراسة برسم الخط البياني للسلسلة الزمنية، فهو يوضح سير الظاهرة وتغيرها مع الزمن» ص165.

ثانياً- مكونات السلسلة الزمنية Components of Time Series

يمكن تصنيف مكونات السلسلة الزمنية كما يلي:

1- الاتجاه العام (Trend)
2- التغيرات الموسمية (Seasonal Variations - SV)
3- التغيرات الدورية (Cyclical Variations - CV)
4- التغيرات العشوائية أو العرضية (Irregular Variations - IV)

أن هذه المكونات (العناصر) الأربعة الخاصة بالسلسلة الزمنية وهي تتأثر بالعوامل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والسياسية وغيرها (النوري، 1996: 43) .

ثالثاً - السلسلة الزمنية الموسمية

يقصد بها مجموعة القيم المشاهدة المرتبطة مع بعضها تولدت بشكل متعاقب مع استمرار الزمن وتحتوي على الظاهرة الموسمية التي تشير النمط المتماثل لحركة السلسلة الزمنية في الأشهر المتقابلة خلال السنوات المتتالية. (Brock Well & Davis, 1991: 53)

رابعًا - نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة

هناك عدة أساليب لصياغة نماذج التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية Time Series وسيركز البحث على نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة Auto Regressive Integrated Moving Averages (ARIMA) التي وضعها العالمان جورج بوكس (George Box) وجويلم جنكز (Gwilym Jenkins) في كتابهما (Time Series Analysis: Forecasting & Control) الصادر عام 1970.

حيث يذكر فاندل (1992) أنه على الرغم من أن دراسة نماذج السلاسل الزمنية قد بدأت منذ سنوات عديدة إلا أن بوكس وجنكنز قد جعلا استخدام هذه النماذج أكثر انتشارا وبينا إمكانية استخدامها في البيانات الموسمية كما أنهما وضحا كيفية تطبيق هذه النماذج عملياً، و أن لأسلوبهما العديد من الملامح الجذابة، أيضاً يسمح أسلوب بوكس جنكنز باستخدام العديد من السلاسل الزمنية إذا توافرت بيانات عنها لشرح وتفسير سلوك سلسلة زمنية أخرى، ويمكن تصنيف نماذج السلسلة الزمنية وفقاً لعدد متغيرات النموذج، فنموذج السلسلة الزمنية الذي يحتوي على متغير واحد يستخدم البيانات الحالية والسابقة لمتغير واحد فقط، وعند صياغة هذا النموذج يفترض ضمنياً عدم تغيير العوامل التي تؤثر في المتغير، أما نموذج السلسلة الزمنية الذي يستخدم صراحة متغيرات أخرى لوصف سلوك السلسلة الزمنية محل الدراسة فيسمى نموذج السلسة الزمنية متعددة المتغيرات. ص308

خامسًا - نماذج دالة التحويل: Transfer Function Models

سنحتاج في هذا البحث إلى استخدام نماذج تنبؤ متعددة المتغيرات، ولهذا يجب علينا بناء نموذج تنبؤ يتضمن أكثر من سلسلة زمنية واحدة يعرض صراحة الخصائص الديناميكية للنظام، يسمى مثل هذا النموذج بنموذج سلاسل زمنية متعددة (Multiple Time Series Model) أو نموذج دالة التحويل، وفي بعض الأحيان تسمى السلاسل الزمنية التي بتضمنها النموذج لتفسير سلوك المتغيرات التابعة باسم متغير المؤشرات المتقدمة (Leading Indicator Variables) لذا نجد أن نموذج دالة التحويل يسمى أحياناً بنموذج المؤشرات المتقدمة.

ويذكر عطية (2009) أن عملية بناء نموذج تتضمن ثلاثة مراحل هي مرحلة التعرف والفحوص التشخيصية ومرحلة التنبؤ ص71.

سادسًا - أهمية استخدام الأساليب الإحصائية في إدارة مياه الأمطار

يدرك الجميع أهمية الماء فالماء ضرورة من ضرورات الحياة لذا فقد كان الماء ولا يزال مصدراً لمشروع قلق حول العالم بأسره إلا أن هذا القلق حول مشكلة ندرة المياه يتزايد في المناطق الصحراوية كالمملكة العربية السعودية حيث لا أنهار ولا عيون والاعتماد الرئيس على مياه الأمطار التي تعد من أعظم نعم الله عز وجل على البشر، وقد امتن الله على عباده في العديد من آيات القرآن الكريم بما ينزله من ماء المطر الذي يهبط إلى الأرض نقياً قادراً على توفير أسباب الحياة ليس للبشر فحسب بل لكل الكائنات الحية إن تم استغلاله والإفادة منه والمحاولة دون هدره، ونظراً لأهمية الأمطار كمصدر رئيس لتغذية جميع الموارد المائية الأخرى لذلك فإن تحليل بيانات الأرصاد المناخية وإجراء تحليل رياضي وإحصائي تاريخي لمعدل هطول الأمطار ومعدلات تكرار حدوث العواصف المطيرة والظواهر المناخية الأخرى، وما يتبع ذلك من دراسة لمعدلات الهطول المحتملة وتحديد أقصى كمية مياه أمطار متوقعة في كل عاصفة مطيرة لهو أمر ضروري لحسن إدارة مياه الأمطار التي ينعم الله بها علينا.

المحور الثاني: إدارة المياه

أولاً - مفهوم إدارة المياه

يذكر أحمد (2009) أن إدارة الطلب على المياه تُعرف بأنها «استخدام الحوافز المالية وأدوات التوعية المائية لترشيد الاستهلاك للحد من الطلب على الكميات المستهلكة من المياه، وتتخذ إدارة الطلب على المياه عدة أشكال أولها إجراءات مباشره للتحكم في نمط الاستهلاك، وثانيها إجراءات غير مباشره مثل الحوافز المالية وبرامج التوعية والإرشاد، واستخدام معايير إدارة الطلب على المياه للاقتصاد في استهلاكها» ص143 .

كما يذكر الربيعي (2010) أن إدارة المياه «تعني إدارة العرض والطلب، فإدارة العرض تشمل كافة الأنشطة اللازمة لتحديد مواقع المصادر الجديدة وتنميتها واستغلالها، وإدارة الطلب تشمل كافة الآليات اللازمة لتحقيق المستويات والأنماط الأفضل لاستعمال المياه، وتقوم عملية التخطيط على دمج هاتين الإدارتين في عملية واحدة لتوفير الأساس التحليلي اللازم لاختيار البدائل» ص88.

بينما يذكر الغامدي (2007) أن مفهوم إدارة المياه عبارة عن علاقات متداخلة لها تفسيرات علميه متشعبة، الأهم في هذه العلاقات يتجلى في رؤية الفرد العربي لأهمية المطر وكنتيجة تنصب الجهود لتعظيم توظيفه بوسائل تتحكم فيها

إدارة تتقن دورها من خلال وضوح الأهداف، كما يرى أن الإدارة تعتمد على وحدات من الممارسة المهارية التراكمية المشذبة والمتناغمة تكمل بعضها البعض بواسطة أدوات متوفرة بيئيا وسهلة الاستعمال والتطبيق لتحقيق تعظيم الاستفادة من ماء المطر وهي جزء من نتائج نجاح تعامل الإنسان وتعاونه مع البيئة ونجاح هذه الإدارة يتوقف على فهم البيئة واحترام متطلباتها وتحقيقها. ص6.

فيما يرى دياب (1998) «أنه يجب أن تتطور الإدارة الحالية لموارد المياه في العالم العربي بحيث تمتد لتشمل الجوانب السياسية والاقتصادية والاجتماعية والتقنية والقانونية، بالإضافة إلى اللجوء إلى الحلول غير التقليدية في تنمية مصادر المياه الحالية وتوفير مصادر بديلة» ص431.

وبالرجوع إلى إدارة المياه في المملكة العربية السعودية نجد أن الغامدي (2013) يذكر أنه نتيجة لندرة المياه في المملكة فقد توجه الفكر المحلي نحو الاهتمام بهذا المورد المحدود للبحث عن مخرج وحل فكان نجاح ولادة إدارة المياه على يد الآباء والأجداد الذين أسسوا لعلم إدارة المياه في المناطق الجافة وقد نجحت إدارتهم بشكل مكنهم من البقاء على أديم هذه الأرض، ولأن المطر مصدر الماء فقد امتدت مهارتهم لصيده وتجميعه وتوظيفه بشكل كفء وفعال ورشيد، وهكذا تأسس علمهم في إدارتهم للماء الذي امتد أيضاً كجزء من إدارة الماء إلى إدارة البيئة من حولهم لتحقيق أقصى فائدة من مياه الأمطار. ص44.

ثانيًا - العوامل المؤثرة في كمية الأمطار

1- تقل كمية الأمطار كلما ابتعدنا عن البحار بسبب نضوب محتوى الغيوم من الماء أثناء تحركها فوق القارات ولكن يستثنى من ذلك بعض المناطق الساحلية التي يمر بجوارها تيارات بحريه باردة.
2- درجة العرض تؤثر بشكل كبير على توزيع الأمطار ففي منطقة المنخفض الاستوائي توجد قمة لكمية الأمطار كما يلاحظ تناقص كمية الأمطار من هذه القمة بالاتجاه نحو مناطق عروض الخيل حيث توجد معظم الصحاري بين درجتي 30-20 والتي تعتبر مناطق قليلة الأمطار، ومن ثم تتزايد الأمطار في العروض الوسطى 60-30 ثم تتناقص بالاتجاه نحو الأقطاب حيث توجد الصحاري الباردة ذات الهواء البارد الجاف.
3- تؤثر توزيع التضاريس في توزيع كميات الأمطار حيث تزداد على سفوح الجبال العالية وتقل في الهضاب والوديان.
4- وقوع المنطقة في مسار المنخفضات يزيد من أمطارها مثل منطقة شرق البحر المتوسط التي يختلف تأثرها بمسار المنخفضات الجوية من سنه لأخرى مما يؤدي إلى تذبذب كبير في الأمطار السنوية.
5- تزداد الأمطار الحملية الصيفية داخل المدن الكبيرة وذلك بسبب انتشار الملوثات داخل المدينة مع وجود نشاط للتيارات الصاعدة وكذلك تزيد مناطق الغابات من كمية الأمطار لتوفر الرطوبة. (عيسى، 2010: 155-154) .

المحور الثالث - الدراسات السابقة

أولاً - الدراسات العربية

دراسة عثمان (2009)، وهدفت إلى اقتراح نموذج يمكن من خلاله التنبؤ بكمية الأمطار السنوية في ولاية كسلا حتى تتمكن الجهات المختصة من توظيف مياه الأمطار بصورة مثلى وتتجنب الآثار السالبة للأمطار، وقد توصل الباحث إلى إن البيانات لا يوجد بها اتجاه عام ولا توجد بها تغيرات منتظمة أي أن السلسلة تمثل سلسلة زمنية ساكنة، كما توصل الباحث أيضاً إلى إن الأخطاء الناتجة من تطبيق النموذج المقترح تتبع التوزيع الطبيعي وهي مستقلة عن بعضها البعض، وقد أوصى الباحث بأن تقوم الجهات المختصة باستخدام النموذج الذي تم تقديره في التنبؤ بكمية الأمطار لما له من فائدة في تنمية البلد.

دراسة الغامدي (2007)، وقد ركزت على اكتشاف وتقصي مهارات إدارة مياه الأمطار واستثمارها في المناطق العربية مُركزة على مهارات أهالي بعض المناطق الجنوبية من المملكة العربية السعودية كنموذج ومثال تقع هذه المناطق في سلسلة جبال السراة المحاذية للبحر الأحمر، وقد توصلت الدراسة إلى وجود هياكل وأنظمة زراعية تعتمد على هياكل وأنظمة فاعلة لإدارة مياه الأمطار واستثمارها وهي تُعبّر عن فلسفة ناضجة واستراتيجيات واضحة لإدارة مياه الأمطار واستثمارها لدى الإنسان العربي ذات مفهوم ومدلول تراثي ثقافي لإدارة مياه الأمطار مُرتكزة على وعي بمتطلبات البيئية، وقد كشفت الورقة بُعدا معرفيا نادرا يستند على فهم عميق للبيئة والمناخ السائد والإمكانيات المتاحة تم وضع هياكل وتطبيقات وأنظمة لإدارة مياه الأمطار واستثمارها جيلا بعد آخر وكذلك حصاد ماء المطر بشكل مباشر حيث برعوا أهالي المنطقة أيضا في

تجميع ماء المطر واستثماره عن طريق بناء هياكل وأنظمة وتطبيقات فنية، كما نجحوا بشكل مميز في بناء أنظمة وهياكل وتطبيقات ممرات لمياه الأمطار، وأدوات لحماية الهياكل الزراعية والمائية الأمر الذي جنبهم الكثير من المخاطر، ومكنهم من تعزيز استمرارهم واستيطانهم وبنجاح لهذه المناطق الجافة، ومن خلال إحياء هذا التراث المهاري في إدارة مياه الأمطار هناك نافذة أمل لتعزيز تعظيم الاستفادة من مياه الأمطار كاستراتيجية لتعزيز الأمن المائي العربي.

دراسة آل الشيخ (2006)، وهدفت إلى التأكيد على أهمية التوسع في حصاد مياه الأمطار والسيول بالمملكة التي تعاني من عجز شديد في الميزان المائي حيث ذكرت الدراسة أنه نظرا للتدهور البيئي الذي صاحب دورات الجفاف المتعاقبة على الكرة الأرضية بالإضافة إلى تزايد عدد السكان واحتياجاتهم للماء والضغط الشديد على الموارد المائية المتاحة مع صعوبة استغلالها في بعض الأحيان لارتفاع التكلفة وللحفاظ على منسوب المياه في المخازن الجوفية العميقة، حيث تهطل الأمطار بغزارة لفترات قصيرة تسيل على أثرها الأودية والشعاب يفقد جزء كبير منها بالتبخر فلا يستفاد منه، فعلى الرغم من أن كمية هطول الأمطار تزيد على 130 مليار م3 سنويا إلا أن الاستفادة الفعلية منها لا تتعدى 10%. لهذا وجب التأكيد على أهمية التوسع في حصاد مياه الأمطار والسيول بالمملكة التي تعاني من عجز شديد في الميزان المائي يتم تعويض جزء منه بعملية إعذاب (تحلية) للمياه المالحة ذات التكلفة العالية لذا فقد أولت المنظمة العربية للتنمية الزراعية اهتماما بالغا بتشجيع استخدام تقنيات حصاد المياه واعتبرته ضمن خطتها لعام 2002م.

دراسة الزهراني وآخرون (1426هـ)، وسعت إلى التعرف على أهم الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والهندسية التي تؤثر على النمط الاستهلاكي للمياه المنزلية، والطلب عليها، بمدينة الرياض- عاصمة المملكة وأكبر مدنها وأكثرها عمراناً وتحضراً، والتي تضم ما يقرب من ربع السكان - والعوامل التي تؤدي إلى زيادة الاستهلاك المنزلي للمياه، وكذلك الوسائل التي يمكن من خلالها ترشيد هذا الاستهلاك، وقد جاء من اهم التوصيات التي نتجت عن هذه الدراسة ضرورة تغيير النمط الاستهلاكي للمياه المنزلية من خلال وسائل وإجراءات فنية وتقنية، وتغيير النمط الاستهلاكي للمياه المنزلية من خلال وسائل وإجراءات إدارية واقتصادية، وتغيير النمط الاستهلاكي للمياه المنزلية من خلال وسائل وإجراءات تركز على البعد السلوكي الإنساني.

دراسة بشناق (2002)، وقد هدفت إلى وضع استراتيجية لتحويل أزمة المياه في المملكة العربية السعودية إلى قوة دافعة للاقتصاد الوطني والتنمية الشاملة من خلال منهج الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية وقد ناقشت الورقة سبل تطبيق هذا المنهج على عدة محاور في مقدمتها توفير احتياجات المجتمع من المياه والصرف الصحي وتوفير الأمن الغذائي وزيادة مصادر تمويل مرافق المياه وتنسيق استخدامات المياه مع استخدامات الأراضي والموارد الأخرى وإدارة مخاطر المياه وتوثيق معلومات المياه واكتساب تقنيات المياه وزيادة مشاركة القطاع الخاص وتعزيز التعاون الدولي وتعظيم منافع المجتمع العاجلة والآجلة وقد خلصت الدراسة إلى توصيات محددة في هذه المحاور.

ثانيًا - الدراسات الأجنبية

دراسة Al-Matar & Osman (2015)، والتي هدفت إلى بناء نموذج رياضي يمثل الأيام الممطرة والجافة لموسم الأمطار في منطقة الباحة وإيجاد التوزيع الاحتمالي لوقت العودة الأول لكل من الأيام الممطرة والجافة ومتوسط وقت العودة وتحديد دورة الطقس، وقد جاء من نتائج هذه الدراسة من خلال تطبيق النموذج الرياضي أن 88 % من الأيام الواقعة في موسم الأمطار هي أيام جافة، وقد خرجت الدراسة بالنتيجة الأولى وهي أن توزيع وقت العودة الأول ومتوسط وقت العودة الأول والذي كان 1.133 للأيام الجافة و8.547 يوم للأيام الممطرة، كذلك كان عدد الأيام المتتالية الممطرة حوالي 1 يوم في المتوسط والجافة 9 أيام في المتوسط أي أن دورة الطقس 10 أيام، وتبين من المقارنة أن القيم المتنبأ بها لا تختلف كثيراً عن الفعلية مما يعني أن النموذج يمكن اعتباره ممثلاً للبيانات بدرجة معقولة.

دراسة Elfeki, Al-Amri and Bahrawi (2013)، وسعت إلى تحليل تقلب المناخ وسقوط الأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية باستخدام دالة الكثافة الطيفية « وقد استخدمت هذه الدراسة دالة الكثافة الطيفية (SDF) لتحليل معدل سقوط الأمطار في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية, ومن خلال استخدام هذه الطريقة استطاعت الدراسة الاستدلال على دورة المناخ في هذه المناطق. وقد تم ملاحظة انه في سبعة محطات هطلت أطول أنواع الأمطار السنوية وقد وجد تحليل لهذه الأمطار في فترة ما بين 42 إلى 50 سنة، وقد بينت النتائج ظهور دورات مضاعفه

لعناصر دورة المناخ مع بعض الاختلافات الهامة، كما أن الدورة العامة لجميع المحطات السبع ظهرت في فترة مقدارها 26 سنة، وهذه الدورة كان لها الأثر الأقوى على سقوط الأمطار والتقلب المناخي مقارنة مع الدورات الأخرى، وقد توصلت هذه الدراسة إلى توثيق بعض المعلومات والبيانات على هيئة هيكل مؤقت للهطول السنوي فيما يختص بالجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية، وقد استخدام الارتباط الذاتي والتحليل الطيفي لاختبار شكل هذا التغير المناخي.

التعليق على الدراسات السابقة

ركزت الباحثة على استعراض الدراسات التي تناولت مشكلة المياه في المملكة العربية السعودية فجميع الدراسات التي تم استعراضها تحدثت عن مشكلة ندرة المياه في المملكة العربية السعودية باستثناء دراسة عثمان (2009) والتي كانت في ولاية كسلا في السودان وقد تم استعراضها وذلك نظراً لقرب الموضوع إلا أنها استخدمت بيانات سنوية بينما استخدم البحث الحالي بيانات موسمية شهرية، كما أن مُعظم الدراسات التي تم استعراضها تناولت مياه الأمطار تحديداً فيما عدا دراسة الزهراني (1426هـ) ودراسة بشناق (2002) فقد تحدثت عن إدارة الموارد المائية بشكل عام، أما الدراسات باللغة الانجليزية التي تم استعراضها وهي أيضاً تتحدث عن مشكلة مياه الأمطار في المملكة فقد اهتمت بإيجاد نماذج رياضية وجغرافية للتنبؤ المستقبلي لهطول الأمطار، فدراسة Al-Matar & Osman (2015) استخدمت مؤشر العمليات التصادفية بينما استخدمت دراسة Elfeki, Al-Amri & Bahrawi (2013) دالة الكثافة الطيفية (SDF)، أما البحث الحالي فيستخدم نماذج أريما الموسمية (ARIMA) أي نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة الموسمية وهو من أكفا الأساليب التي صممت لحل المشكلات القياسية من بين نماذج السلاسل الزمنية، إضافة إلى ذلك فقد استخدمت الباحثة نموذج دالة التحويل والذي يسمح باستخدام متغيرات مستقلة مفسرة إلى جانب استخدام السلسلة الزمنية للمتغير الرئيس.

مشكلة البحث

تمثلت مشكلة هذا البحث في التنبؤ بالقيم المستقبلية لكمية مياه الأمطار في منطقة الباحة وتوفير نموذج مثالي لذلك وقد أصبح الاتجاه العام في البحوث هو استخدام أساليب القياس الكمية ووسائل الإقناع الإحصائية وعلم الإحصاء يقدم العديد من الطرق والأساليب إلا أن السلاسل الزمنية تعد أهم تلك الأساليب التي يمكن من خلالها معرفة طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة مع الزمن وتحديد الأسباب والنتائج وتفسير العلاقات المشاهدة بينها والتنبؤ بما سيحدث من تغير على قيم الظاهرة في المستقبل على ضوء ما حدث لها في الماضي، من هنا جاءت فكرة هذا البحث في استخدام نماذج أريما الموسمية (نموذج بوكس وجنكز) للتنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة بما يوفر أمام المخططين مؤشرات دقيقة تجعلهم قادرين على وضع الخطط الاستراتيجية المناسبة وتمكنهم من اتخاذ القرارات الإدارية السليمة تمهيداً لكيفية المحافظة على مياه الأمطار واستغلالها بالشكل الأمثل.

أهداف البحث:

تتمثل أهداف البحث فيما يلي:

1- هدف البحث إلى اختيار النموذج الأفضل من بين نماذج السلاسل الزمنية المتاحة وذلك تمهيداً لحسن إدارة مياه الأمطار عن طريق توفير المعلومات اللازمة للجهات المختصة حتى تتمكن من توظيفها بصورة مثلى وتعظيم الاستفادة من مياه الأمطار.

2- استخدام البيانات الناتجة من التنبؤ في تحسين الإدارة المستقبلية لمياه الأمطار.

فرضيات البحث

1- من المتوقع ألا يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لمعدل هطول الأمطار في العام على معدل هطول الأمطار في العام الذي يليه.

2- من المتوقع ألا تأثير ذو دلالة إحصائية للتغير في درجات الحرارة على معدل هطول الأمطار.

3- لا يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للتغير في الرطوبة النسبية على معدل هطول الأمطار.

4- من المتوقع ألا يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للتغير في سرعة الرياح على معدل هطول الأمطار.

أهمية البحث

تأتي أهمية هذا البحث من أهمية مياه الأمطار ذاتها خصوصاً في ظل ندرة الموارد المائية في المملكة العربية السعودية والتي تُعد من المناطق الصحراوية حيث تُعد مياه الأمطار المصدر الرئيس للموارد المائية الأخرى حيث إن ارتفاع معدل الأمطار أو نقصها له دور كبير في تغذية المياه الجوفية والسطحية، كما تتركز أهمية البحث في بناء نموذج للتنبؤ بمعدل هطول الأمطار في منطقة الباحة بناءً على عدد من البيانات المناخية التي تمكنت الباحثة من الوصول إليها، بحيث يمكن استخدام هذا النموذج والاعتماد عليه والوثوق بنتائجه وتعميمه واستخدامه في مناطق أخرى من المملكة العربية السعودية من أجل توفير المعلومات اللازمة للجهات المختصة.

مصطلحات البحث

السلاسل الزمنية

يقصد بها مجموعة من القيم والمشاهدات المرتبطة مع بعضها تولدت بشكل متعاقب مع استمرار الزمن وتحتوي على الظاهرة الموسمية والتي تشير إلى النمط المتماثل لحركة السلسلة الزمنية في الأشهر المتقابلة خلال السنوات المتتالية. (Brock Well & Davis, 1991: 53)

التعريف الإجرائي للتنبؤ

يُعرف التنبؤ على أنه التخطيط ووضع الافتراضات حول أحداث المستقبل باستخدام تقنيات خاصة عبر فترات زمنية مختلفة وبالتالي فهو العملية التي يعتمد عليه المديرون أو متخذو القرارات في تطوير الافتراضات حول أوضاع المستقبل.

إدارة مياه الأمطار

«تعني إدارة العرض والطلب، فإدارة العرض تشمل كافة الأنشطة اللازمة لتحديد مواقع المصادر الجديدة وتنميتها واستغلالها. وإدارة الطلب تشمل كافة الآليات اللازمة لتحقيق المستويات والأنماط الأفضل لاستعمال المياه، وتقوم عملية التخطيط على دمج هاتين الإدارتين في عملية واحدة لتوفير الأساس التحليلي اللازم لاختيار البدائل". (الربيعي، 2010: 88)

التعريف الإجرائي لإدارة مياه الأمطار: يمكن تعريف المقصود بإدارة مياه الأمطار بأنها استخدام النماذج الإحصائية المناسبة للتنبؤ بمعدلات هطول الأمطار من أجل توفير البيانات الأزمة للجهات المختصة لمساعدتها ودعمها عند اتخاذ القرارات الإدارية.

منهجية البحث وإجراءاته

منهجية البحث

استخدمت الباحثة مزيج من المنهج الوصفي التحليلي في الجانب النظري، ومنهج دراسة الحالة في الجانب التطبيقي، ولذلك فقد تم تقسيم البحث إلى جانبين النظري والذي تم التطرق فيه بشكل مبسط إلى الأسس النظرية للسلاسل الزمنية وكذلك إدارة مياه الأمطار واستعراض العوامل المؤثرة في سقوط الأمطار، أما الجانب التطبيقي فقد تم فيه إجراء دراسة تطبيقية (دراسة حالة) على معدلات هطول الأمطار في مدينة الباحة للوصول إلى نموذج قياسي للتنبؤ بمعدلات هطول الأمطار المتوقعة لفترات لاحقة.

أداة البحث

تم اعتماد برنامج التحليل الإحصائي للتنبؤ E-views كأداة للبحث في إصداره الثامن وقد صمم البرنامج خصيصاً لتحليل البينات و المساعدة في حل المشكلات القياسية التي تظهر أثناء بناء نماذج التنبؤ المستقبلي ومن أهم هذه المشكلات القياسية عدم سكون السلسلة الزمنية نتيجة لعدم استقرار الظروف المحيطة ويمكن من خلال رسم انتشار السلسلة الزمنية معرفة السكون من عدمه، ويقصد بالسكون من الناحية الإحصائية بأن يكون الوسط الحسابي والتباين للسلسلة الزمنية ثابتين، ومن بين الأساليب المستخدمة في تثبيت استقرار السلسلة الزمنية إيجاد تحويلات اللوغاريثم الطبيعي لبيانات السلسلة أو الحصول على الجذر التربيعي لها، أو إيجاد الفروق من الدرجة الأولى **مصادر البيانات:**

تم الاعتماد على بيانات تاريخية للسلاسل الزمنية الشهرية والتي تم الحصول عليها من وزارة المياه والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ومركز أبحاث المياه في جامعة الملك عبد العزيز، والبيانات التي تم استخدامها لمتغيرات البحث هي:

1- معدلات هطول الأمطار. 2- درجة الحرارة. 3- الرطوبة النسبية. 4- سرعة الرياح.

أدوات البحث

تم اعتماد برنامج التحليل الإحصائي للتنبؤ E-views كأداة للبحث.

حدود البحث

- **الحدود الموضوعية:** اقتصر هذا البحث على إدارة مياه الأمطار في منطقة الباحة باستخدام نماذج السلاسل الزمنية.
- **الحدود المكانية:** اقتصر هذا البحث على إدارة مياه الأمطار في منطقة الباحة فقط.
- **الحدود الزمنية:** اقتصر هذا البحث على التنبؤ بكمية هطول الأمطار في الفترة من عام (1985 إلى 2014). أو الثانية.

خطوات بناء نموذج أريما

يعتمد نموذج أريما على منهجية بوكس و جنكنس (Box & Genkins) و التي تعتمد على دراسة نظامية للسلاسل الزمنية انطلاقا من مواصفاتها من أجل تحديدها ضمن عائلة نماذج ARIMA وتحديد النموذج الملائم للظاهرة المدروسة. (Box & Genkins, 1976: 243)

وتمر نماذج أريما للعالمين بوكس و جنكنس بأربع مراحل هي:

1- التشخيص Identification 2- التقدير Estimation

3- فحص ملائمة النموذج Diagnostic Checking of Model

4- التنبؤ Forecasting (Box & Genkins, 1976: 289)

وصف مختصر لمصادر البيانات

الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

قامت المملكة العربية السعودية بإنشاء المديرية العامة للأرصاد الجوية عام 1370هـ- 1950م ليعاد بعد ذلك هيكلتها عام 1981م – 1401هـ لتصبح مصلحة الأرصاد وحماية البيئة وأنيط بها دور الجهة المسئولة عن البيئة في المملكة على المستوى الوطني إلى جانب دورها في مجال الأرصاد الجوية ومن أهم المهام التي تقوم بها الرئاسة مراقبة الظواهر الجوية وإصدار التوقعات الجوية لسلامة الأرواح وحماية الممتلكات من خلال منظومة تقنية وعملية متكاملة وفقاً للمعايير الدولية في مجال الأرصاد والعمل على الاستفادة المثلى من الموارد الطبيعية للمملكة وترشيد استخدامها. http://www.pme.gov

وزارة المياه والكهرباء

هي الوزارة المسؤولة عن الإشراف على توفير وسائل الطاقة بالمملكة العربية السعودية كالمياه والكهرباء. وكان قطاع المياه تابعا لوزارة الزراعة وقطاع الكهرباء تابعا لقطاع الصناعة حتى صدر الأمر الملكي بدمجهما تحت وزارة مستقلة. http://www.mowe.gov.sa

مركز أبحاث المياه في جامعة الملك عبدالعزيز في جدة

يقوم مركز أبحاث المياه منذ تأسيسه بدور فعال في مجال إثراء البحوث العلمية والدراسات المتعلقة بالمياه من خلال الوحدات البحثية المتخصصة التي يتألف منها والخدمات الاستشارية التي يقدمها المركز، بالإضافة إلى الدور التوعوي والتثقيفي الذي يمارسه المركز نحو مختلف فئات المجتمع من أجل إيجاد حلول ناجحة لمشكلات المياه التي يتعرض لها المجتمع في ظل النقص الملموس في الموارد المائية التي تعاني منه بلادنا الحبيبة كونها تقع في نطاق يتسم بشح الموارد المائية الطبيعية. http://wrc.kau.edu.sa/Default.aspx?Site_ID=123&Lng=AR

تحليل البياناتData Analysis

التحليل الوصفي لمتغيرات البحث

جدول رقم (1)
المقاييس الوصفية لمتغيرات البحث

المقياس	معدل هطول الأمطار	درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
المتوسط الحسابي	114.6	22.9	39.11	6.50
الانحراف المعياري	26.11	4.94	12.74	1.80

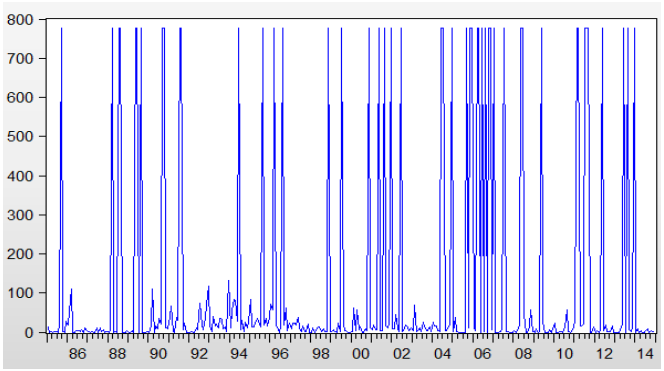
المصدر: إعداد الباحثة من مستخرج برنامج e- views

لوصف بيانات متغيرات البحث تم إيجاد جدول للمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل من معدلات هطول الأمطار ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

الجدول رقم (1) يوضح المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات الدراسة التي أمكن الحصول عليها وهي معدلات هطول الأمطار ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

خصائص بيانات معدلات هطول الأمطار

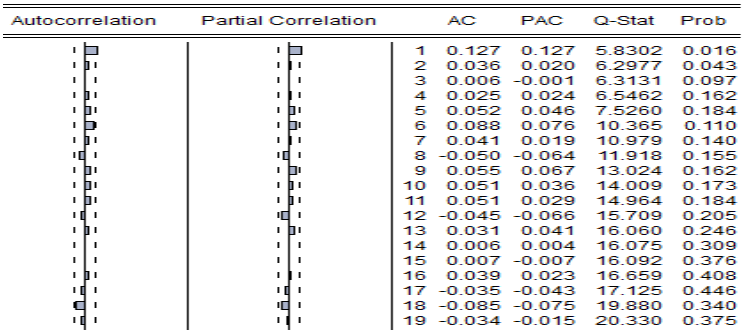
بداية تم عرض بياني لسلسلة معدلات هطول الأمطار، ويوضح الشكل رقم (1) التمثيل البياني لمعدلات هطول الأمطار مع الزمن.



الشكل رقم (1) التمثيل البياني لمعدلات هطول الأمطار مع الزمن

كما يوضح الشكل رقم (1) يوضح تذبذب كمية الأمطار حسب الفصول خلال السنة وهذا يوضح أهمية أخذ الموسم في الاعتبار.

كما تم اختبار استقرار السلسلة الأصلية وقد وجد أن السلسلة تتمتع بالاستقرار على مستوى البيانات الأصلية ويوضح ذلك الشكل رقم (2) الذي يمثل مخطط وقيم اختبار الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي كما يؤكده اختبار جذر الوحدة unit root test لبيانات معدلات هطول الأمطار حسب مخرجات برنامج (e-views):



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.127	0.127	5.8302	0.016
2	0.036	0.020	6.2977	0.043
3	0.006	-0.001	6.3131	0.097
4	0.025	0.024	6.5462	0.162
5	0.052	0.046	7.5260	0.184
6	0.088	0.076	10.365	0.110
7	0.041	0.019	10.979	0.140
8	-0.050	-0.064	11.918	0.155
9	0.055	0.067	13.024	0.162
10	0.051	0.036	14.009	0.173
11	0.051	0.029	14.964	0.184
12	-0.045	-0.066	15.709	0.205
13	0.031	0.041	16.060	0.246
14	0.006	0.004	16.075	0.309
15	0.007	-0.007	16.092	0.376
16	0.039	0.023	16.659	0.408
17	-0.035	-0.043	17.125	0.446
18	-0.085	-0.075	19.880	0.340
19	-0.034	-0.015	20.330	0.375
20	-0.051	-0.060	21.311	0.379
21	-0.008	0.012	21.338	0.438
22	0.035	0.039	21.818	0.471
23	-0.015	-0.013	21.908	0.526
24	-0.007	0.010	21.926	0.584
25	0.037	0.049	22.469	0.609
26	0.061	0.054	23.913	0.581
27	0.044	0.038	24.684	0.592
28	-0.007	-0.016	24.702	0.644
29	-0.033	-0.026	25.119	0.672
30	0.079	0.093	27.587	0.592

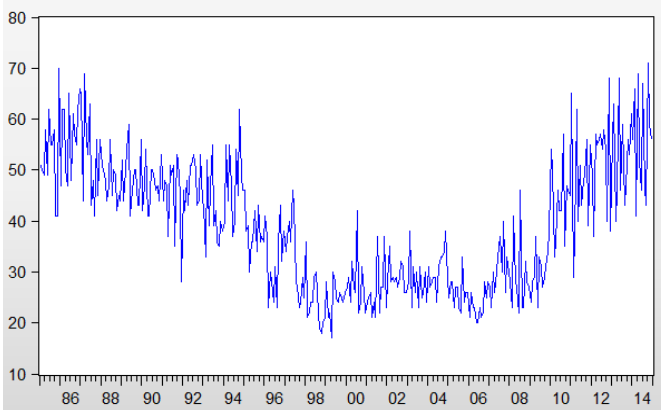
المصدر: مستخرج برنامج (e-views)

الشكل رقم (2) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسلة معدلات هطول الأمطار على مستوى البيانات الأصلية

يوضح الشكل رقم (2) عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي أو ارتباط جزئي مما يودي ذلك إلى اعتماد و قبول السلسلة الأصلية للبيانات.

خصائص بيانات معدلات الرطوبة النسبية

تم استعراض البيانات الأصلية لمعدلات الرطوبة النسبية بيانياً، والشكل رقم (3) يوضح ذلك.

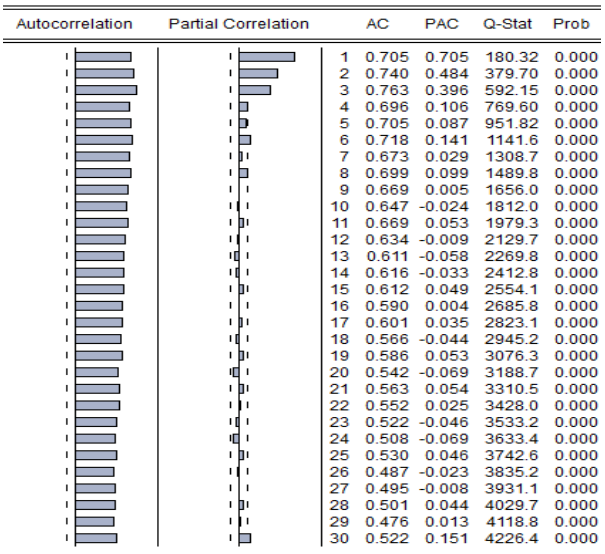


المصدر: مستخرج برنامج e-views

الشكل رقم (3) تمثيل الرطوبة النسبية مع الزمن

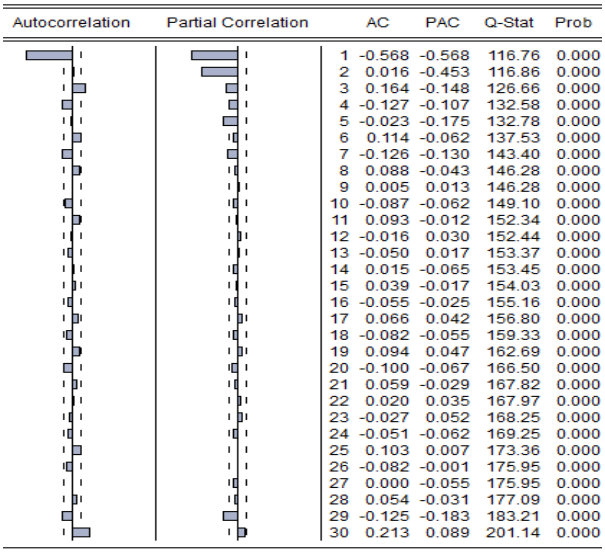
تم اختبار استقرار البيانات الأصلية لمعدلات الرطوبة النسبية وقد تبين عدم سكون البيانات الأصلية.

يوضح الشكل رقم (4) عدم سكون السلسلة الأصلية. وجاء الفرق الأول للبيانات موضح بالشكل رقم (5) والذي يوضح أن البيانات في الفرق الأول أظهرت سكون بالسلسلة فيما عدا القيمتين الأولى والثانية وتعتبر النتيجة مرضية



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.705	0.705	180.32	0.000
		2	0.740	0.484	379.70	0.000
		3	0.763	0.396	592.15	0.000
		4	0.696	0.106	769.60	0.000
		5	0.705	0.087	951.82	0.000
		6	0.718	0.141	1141.6	0.000
		7	0.673	0.029	1308.7	0.000
		8	0.699	0.099	1489.8	0.000
		9	0.669	0.005	1656.0	0.000
		10	0.647	-0.024	1812.0	0.000
		11	0.669	0.053	1979.3	0.000
		12	0.634	-0.009	2129.7	0.000
		13	0.611	-0.058	2269.8	0.000
		14	0.616	-0.033	2412.8	0.000
		15	0.612	0.049	2554.1	0.000
		16	0.590	0.004	2685.8	0.000
		17	0.601	0.035	2823.1	0.000
		18	0.566	-0.044	2945.2	0.000
		19	0.586	0.053	3076.3	0.000
		20	0.542	-0.069	3188.7	0.000
		21	0.563	0.054	3310.5	0.000
		22	0.552	0.025	3428.0	0.000
		23	0.522	-0.046	3533.2	0.000
		24	0.508	-0.069	3633.4	0.000
		25	0.530	0.046	3742.6	0.000
		26	0.487	-0.023	3835.2	0.000
		27	0.495	-0.008	3931.1	0.000
		28	0.501	0.044	4029.7	0.000
		29	0.476	0.013	4118.8	0.000
		30	0.522	0.151	4226.4	0.000

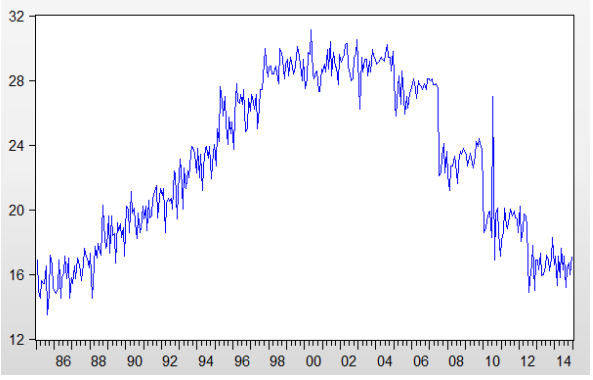
الشكل رقم (4) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسلة معدلات الرطوبة النسبية على مستوى البيانات الأصلية



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.568	-0.568	116.76	0.000
		2	0.016	-0.453	116.86	0.000
		3	0.164	-0.148	126.66	0.000
		4	-0.127	-0.107	132.58	0.000
		5	-0.023	-0.175	132.78	0.000
		6	0.114	-0.062	137.53	0.000
		7	-0.126	-0.130	143.40	0.000
		8	0.088	-0.043	146.28	0.000
		9	0.005	0.013	146.28	0.000
		10	-0.087	-0.062	149.10	0.000
		11	0.093	-0.012	152.34	0.000
		12	-0.016	0.030	152.44	0.000
		13	-0.050	0.017	153.37	0.000
		14	0.015	-0.065	153.45	0.000
		15	0.039	-0.017	154.03	0.000
		16	-0.055	-0.025	155.16	0.000
		17	0.066	0.042	156.80	0.000
		18	-0.082	-0.055	159.33	0.000
		19	0.094	0.047	162.69	0.000
		20	-0.100	-0.067	166.50	0.000
		21	0.059	-0.029	167.82	0.000
		22	0.020	0.035	167.97	0.000
		23	-0.027	0.052	168.25	0.000
		24	-0.051	-0.062	169.25	0.000
		25	0.103	0.007	173.36	0.000
		26	-0.082	-0.001	175.95	0.000
		27	0.000	-0.055	175.95	0.000
		28	0.054	-0.031	177.09	0.000
		29	-0.125	-0.183	183.21	0.000
		30	0.213	0.089	201.14	0.000

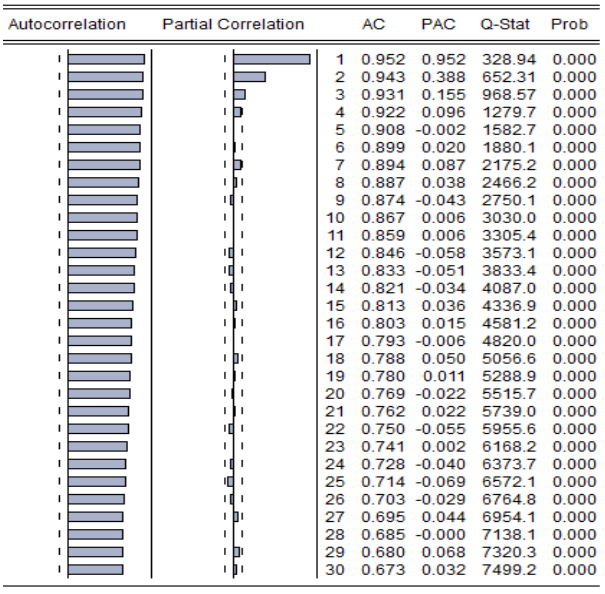
الشكل رقم (5) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لبيانات الفرق الأول لمعدل الرطوبة النسبية

خصائص بيانات درجات الحرارة



الشكل رقم (6) العرض البياني لبينات درجات الحرارة مع الزمن.

تم عرض بياني للبيانات الأصلية لدرجات الحرارة مع الزمن مبين بالشكل رقم (6)

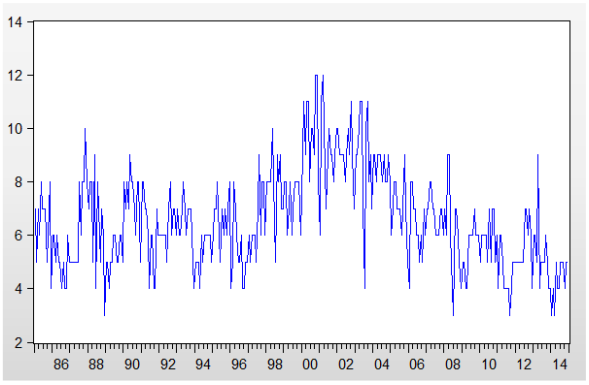


Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.952	0.952	328.94	0.000
		2	0.943	0.388	652.31	0.000
		3	0.931	0.155	968.57	0.000
		4	0.922	0.096	1279.7	0.000
		5	0.908	-0.002	1582.7	0.000
		6	0.899	0.020	1880.1	0.000
		7	0.894	0.087	2175.2	0.000
		8	0.887	0.038	2466.2	0.000
		9	0.874	-0.043	2750.1	0.000
		10	0.867	0.006	3030.0	0.000
		11	0.859	0.006	3305.4	0.000
		12	0.846	-0.058	3573.1	0.000
		13	0.833	-0.051	3833.4	0.000
		14	0.821	-0.034	4087.0	0.000
		15	0.813	0.036	4336.9	0.000
		16	0.803	0.015	4581.2	0.000
		17	0.793	-0.006	4820.0	0.000
		18	0.788	0.050	5056.6	0.000
		19	0.780	0.011	5288.9	0.000
		20	0.769	-0.022	5515.7	0.000
		21	0.762	0.022	5739.0	0.000
		22	0.750	-0.055	5955.6	0.000
		23	0.741	0.002	6168.2	0.000
		24	0.728	-0.040	6373.7	0.000
		25	0.714	-0.069	6572.1	0.000
		26	0.703	-0.029	6764.8	0.000
		27	0.695	0.044	6954.1	0.000
		28	0.685	-0.000	7138.1	0.000
		29	0.680	0.068	7320.3	0.000
		30	0.673	0.032	7499.2	0.000

الشكل رقم (7) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للبيانات الأصلية لدرجات الحرارة

كما تم اختبار السكون للبيانات الأصلية والتي أظهرت عدم السكون على مستوى البيانات الأصلية موضح بالشكل رقم (7) يؤكد أن البيانات الأصلية لم تظهر السكون في اختبار جذر الوحدة.

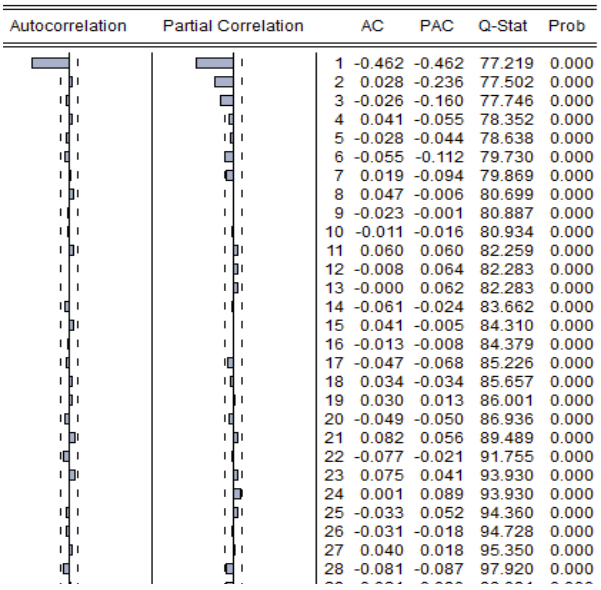
ونسبة لعدم سكون البيانات الأصلية لدرجات الحرارة تم اللجوء للفرق الأول للسلسلة حتى يمكن الوصول إلى بيانات ساكنة. الشكل رقم (8) يوضح أن سلسلة الفرق الأول تتمتع بالسكون فيما عدا القيمتين الأولى والثانية وقد تم قبول السلسلة لأن اختبار جذر الوحدة أثبت أن البيانات ساكنة في الفرق الأول.



الشكل رقم (9) تمثيل بياني لبيانات سرعة الرياح مع الزمن.

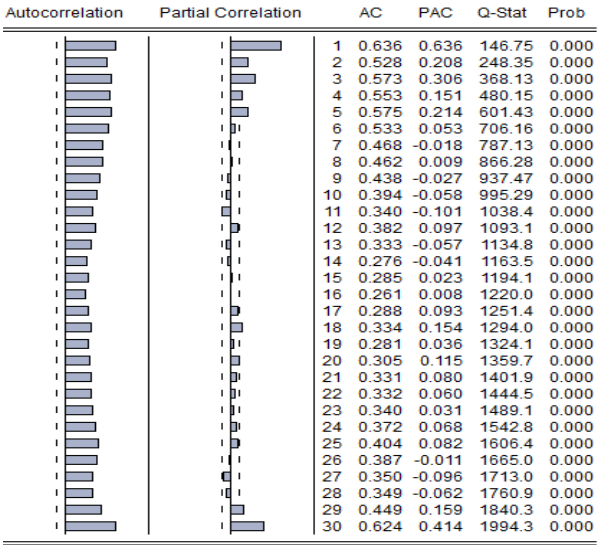
خصائص بيانات سرعة الرياح :

وكالعادة بداية تم عرض بياني للسلسلة الأصلية لبيانات سرعة الرياح مع الزمن، والشكل رقم (9) يوضح ذلك. ومن أجل البحث عن السكون تم اختبار دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزيء لسلسلة البيانات الأصلية لسرعة الرياح



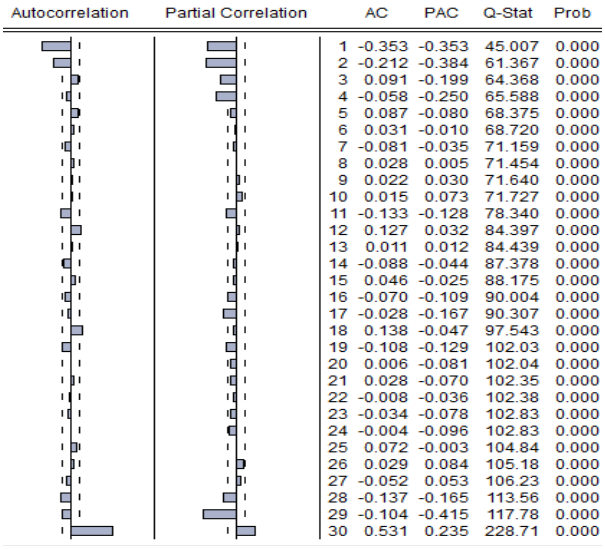
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.462	-0.462	77.219	0.000
		2	0.028	-0.236	77.502	0.000
		3	-0.026	-0.160	77.746	0.000
		4	0.041	-0.055	78.352	0.000
		5	-0.028	-0.044	78.638	0.000
		6	-0.055	-0.112	79.730	0.000
		7	0.019	-0.094	79.869	0.000
		8	0.047	-0.006	80.699	0.000
		9	-0.023	-0.001	80.887	0.000
		10	-0.011	-0.016	80.934	0.000
		11	0.060	0.060	82.259	0.000
		12	-0.008	0.064	82.283	0.000
		13	-0.000	0.062	82.283	0.000
		14	-0.061	-0.024	83.662	0.000
		15	0.041	-0.005	84.310	0.000
		16	-0.013	-0.008	84.379	0.000
		17	-0.047	-0.068	85.226	0.000
		18	0.034	-0.034	85.657	0.000
		19	0.030	0.013	86.001	0.000
		20	-0.049	-0.050	86.936	0.000
		21	0.082	0.056	89.489	0.000
		22	-0.077	-0.021	91.755	0.000
		23	0.075	0.041	93.930	0.000
		24	0.001	0.089	93.930	0.000
		25	-0.033	0.052	94.360	0.000
		26	-0.031	-0.018	94.728	0.000
		27	0.040	0.018	95.350	0.000
		28	-0.081	-0.087	97.920	0.000

الشكل رقم (8) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لبيانات الفرق الأول لدرجات الحرارة



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.636	0.636	146.75	0.000
		2	0.528	0.208	248.35	0.000
		3	0.573	0.306	368.13	0.000
		4	0.553	0.151	480.15	0.000
		5	0.575	0.214	601.43	0.000
		6	0.533	0.053	706.16	0.000
		7	0.468	-0.018	787.13	0.000
		8	0.462	0.009	866.28	0.000
		9	0.438	-0.027	937.47	0.000
		10	0.394	-0.058	995.29	0.000
		11	0.340	-0.101	1038.4	0.000
		12	0.382	0.097	1093.1	0.000
		13	0.333	-0.057	1134.8	0.000
		14	0.276	-0.041	1163.5	0.000
		15	0.285	0.023	1194.1	0.000
		16	0.261	0.008	1220.0	0.000
		17	0.288	0.093	1251.4	0.000
		18	0.334	0.154	1294.0	0.000
		19	0.281	0.036	1324.1	0.000
		20	0.305	0.115	1359.7	0.000
		21	0.331	0.080	1401.9	0.000
		22	0.332	0.060	1444.5	0.000
		23	0.340	0.031	1489.1	0.000
		24	0.372	0.068	1542.8	0.000
		25	0.404	0.082	1606.4	0.000
		26	0.387	-0.011	1665.0	0.000
		27	0.350	-0.096	1713.0	0.000
		28	0.349	-0.062	1760.9	0.000
		29	0.449	0.159	1840.3	0.000
		30	0.624	0.414	1994.3	0.000

الشكل رقم (10) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للبيانات الأصلية لسرعة الرياح



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.353	-0.353	45.007	0.000
		2	-0.212	-0.384	61.367	0.000
		3	0.091	-0.199	64.368	0.000
		4	-0.058	-0.250	65.588	0.000
		5	0.087	-0.080	68.375	0.000
		6	0.031	-0.010	68.720	0.000
		7	-0.081	-0.035	71.159	0.000
		8	0.028	0.005	71.454	0.000
		9	0.022	0.030	71.640	0.000
		10	0.015	0.073	71.727	0.000
		11	-0.133	-0.128	78.340	0.000
		12	0.127	0.032	84.397	0.000
		13	0.011	0.012	84.439	0.000
		14	-0.088	-0.044	87.378	0.000
		15	0.046	-0.025	88.175	0.000
		16	-0.070	-0.109	90.004	0.000
		17	-0.028	-0.167	90.307	0.000
		18	0.138	-0.047	97.543	0.000
		19	-0.108	-0.129	102.03	0.000
		20	0.006	-0.081	102.04	0.000
		21	0.028	-0.070	102.35	0.000
		22	-0.008	-0.036	102.38	0.000
		23	-0.034	-0.078	102.83	0.000
		24	-0.004	-0.096	102.83	0.000
		25	0.072	-0.003	104.84	0.000
		26	0.029	0.084	105.18	0.000
		27	-0.052	0.053	106.23	0.000
		28	-0.137	-0.165	113.56	0.000
		29	-0.104	-0.415	117.78	0.000
		30	0.531	0.235	228.71	0.000

الشكل رقم (11) مخطط دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لبيانات الفرق الأول لسرعة الرياح

أوضح المخطط في الشكل رقم (10) عدم سكون السلسلة على مستوى البيانات الأصلية لاختبار جذر الوحدة للبيانات الأصلية لسرعة الرياح يبين ذلك. وبناءً على ما سبق تم الانتقال إلى الفرق الأول للبيانات ويوضح المخطط في الشكل رقم (11) بيانات الفرق الأول التي أظهرت السكون ما عدا القيمتين الأولى والثانية وقد كانت بيانات الفرق الأول ساكنة باختبار جذر الوحدة.

مما سبق يمكن تلخيص مستويات السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة في الجدول رقم (2)

نموذج التنبؤ المقترح

تم بناء نموذج ARIMAالمقترح للتنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة الشكل رقم (12) وفيه قيمة معامل الارتباط 0.73 تقريباً وهو الأمر الذي يعني وجود علاقة قوية بين المتغيرات المفسرة والمتغير التابع موضوع البحث، وقد

تم بناء النموذج المقترح اعتماداً على بينات السلسلة الأصلية لمعدلات هطول الأمطار، وذلك لأنها أوضحت سكون عند مستوى البيانات الأصلية، كما تم إدراج المتغيرات المفسرة وهي درجة الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح باستخدام الفرق الأول للسلاسل الزمنية وذلك لأن الاختبارات أوضحت عدم سكون السلاسل الأصلية للبيانات بينما جاءت ساكنة في الفرق الأول حسب معامل ديكي فلر الموسع والذي جاء أكبر من القيمة الحرجة للاختبار في كل سلاسل الفرق الأول للمتغيرات المفسرة، وقد تم استبعاد معلمتي درجات الحرارة وسرعة الرياح لعدم وجود تأثير معنوي، وعليه تم استخدام النموذج في التنبؤ بمعدلات كمية هطول الأمطار في منطقة الباحة لعام مقبل و الشكل رقم (13) يوضح معامل ثيل بقيمة 0.28 والتي تعتبر مقبولة إحصائياً لاستخدام النموذج للتنبؤ.

جدول رقم (2)

مستويات استقرار بيانات السلاسل الزمنية

المتغير	مستوى السلسلة	ديكي فولر الموسع	القيمة الحرجة	حالة السلسلة
معدل هطول الأمطار	مستوى البيانات	-16.58	-2.87	ساكنة
درجة الحرارة	مستوى البيانات	-1.33	-2.87	غير ساكنة
	الفرق الأول	-16.28	-2.87	ساكنة
الرطوبة النسبية	مستوى البيانات	-2.05	-2.87	غير ساكنة
	الفرق الأول	-17.84	-2.87	ساكنة
سرعة الرياح	مستوى البيانات	-2.75	-2.87	غير ساكنة
	الفرق الأول	-16.66	-2.87	ساكنة

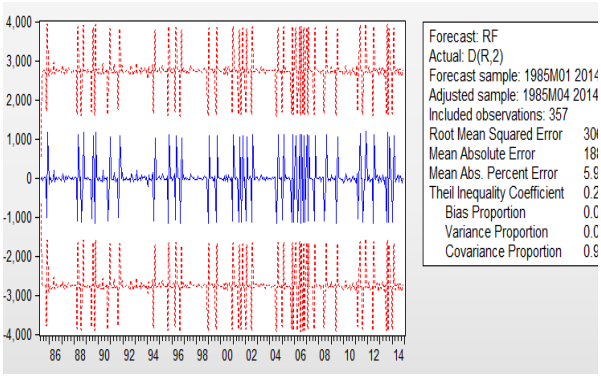
المصدر: إعداد الباحثة.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Pro
D(H,2)	-5.217687	2.012179	-2.593052	0.00
AR(1)	-0.448413	0.047913	-9.358920	0.00
MA(1)	-1.001417	0.004727	-211.8698	0.00

R-squared	0.729908	Mean dependent var	-0.0064
Adjusted R-squared	0.728382	S.D. dependent var	589.67
S.E. of regression	307.3188	Akaike info criterion	14.302
Sum squared resid	33433470	Schwarz criterion	14.334
Log likelihood	-2549.910	Hannan-Quinn criter.	14.314
Durbin-Watson stat	2.254510		

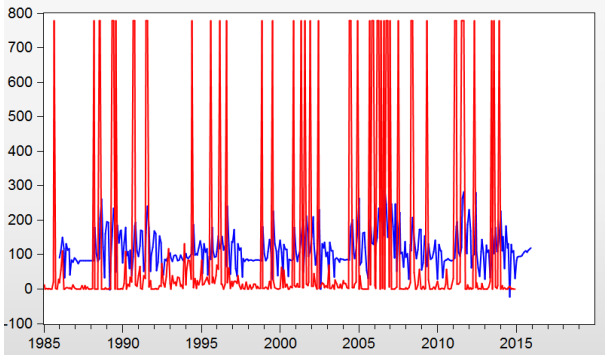
مستخرج برنامج E-views

الشكل رقم (12) النموذج المقترح للتنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة.



الشكل رقم (13) يوضح معامل ثيل

كما يوضح الشكل رقم (14) القيم الأصلية والمستقبلية للمتغير موضوع الدراسة بعد تطبيق النموذج بالشكل رقم (12)



الشكل رقم (14) القيم الأصلية والمتوقعة لسلسلة معدلات هطول الأمطار.

ملخص نتائج التحليل

جاءت نتائج التحليل كما يلي:

1- أنه يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لمعدلات هطول الأمطار في العام على معدلات هطول الأمطار في العام الذي يليه. فقد كانت معلمتي نموذج ARIMA الموسمية معنويتين، معلمة الانحدار الذاتي أظهرت مستوى معنوية 0.00 وأيضاً أظهرت معلمة المتوسطات المتحركة مستوى معنوية 0.00 مما يؤكد أن المعلمتين معنويتين، وهذا يدحض الفرضية الأولى والتي تنص بعدم وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لمعدل هطول الأمطار في العام على معدل هطول الأمطار في العام الذي يليه.

2- أنه لا يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لدرجات الحرارة على معدلات هطول الأمطار، وذلك لأن المعلمة جاءت غير معنوية بمستوى معنوية 0.34، وقد تم استبعاد المعلمة من النموذج لعدم معنويتها، وهذا يثبت الفرضية الثانية والتي تنص بعدم وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لدرجات الحرارة على معدلات هطول الأمطار.

3- أنه يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لمعدل الرطوبة النسبية على معدل هطول الأمطار، حيث أوضحت المعلمة مستوى معنوية 0.009 لذلك فقد تم الاعتماد عليها في النموذج.

4- أنه لا يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للتغير في سرعة الرياح على معدل هطول الأمطار، حيث أوضحت المعلمة مستوى معنوية 0.541 لذلك فقد تم استبعادها من النموذج.

وبناءً على ما تم التوصل إليه من نتائج فقد تم اختيار أفضل نموذج من بين النماذج التي تمكنت الباحثة من الوصول إليها باستخدام برنامج E-VIEWSالنسخة الثامنة والذي يصنف من أفضل البرامج الإحصائية في اكتشاف وحل المشكلات القياسية.

الخاتمة والتوصيات

من خلال نتائج التحليل خرج البحث بأن نماذج السلاسل الزمنية تمكن من التنبؤ بالقيم المستقبلية لمعدلات هطول الأمطار وذلك لقلة البيانات المتاحة للمتغيرات المفسرة ولعدم استقرارها وكذلك لتأثرها بمتغيرات أخرى صعب الحصول عليها.

على هذا خلص البحث إلى الاهتمام بالنماذج التي تمكن من التنبؤ الأكفأ بمعدلات الأمطار حتى تكون دعامة حقيقية عند اتخاذ القرارات الإدارية المرتبطة بإدارة مياه الأمطار في منطقة الباحة على وجه الخصوص وفي المملكة العربية السعودية بوجه عام.

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها توصي الباحثة بما يلي:

1- الأخذ بنتائج هذا البحث والنموذج المعتمد للتنبؤ من قبل الجهات ذات العلاقة لاعتماده على الأسلوب العلمي الملائم في التنبؤ.

2- تعميم فكرة هذا البحث القائم على استخدام نموذج ARIMA وتطبيقه في دراسات مناظرة وقضايا مشابهة على مستوى مناطق المملكة العربية السعودية الأخرى.

3- الاهتمام بالبحث العلمي المرتبط بمجال التنبؤ حتى يتم التطوير في الآليات المستخدمة والبرامج الإحصائية وطرق جمع البيانات وتحليلها للحصول على نتائج أكثر دقة وفاعلية.

المراجع

أولاً- مراجع باللغة العربية:

- آل الشيخ، عبدالملك بن عبدالرحمن. (2006). حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، ***المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الخافة 2006 م***، كلية علوم الأغذية والزراعة -جامعة الملك سعود –الرياض .
- أحمد، يونس إبراهيم. (2009). ***كيمياء المياه***، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان – الأردن.
- الحداد، محرم؛ عبد الرحمن، عبد المنعم؛ والحداد، بسمة. (2010). ظاهرة التغير المُناخي العالمي والاحتباس الحراري (الأهمية- أساسيات الاختلاف- نماذج المحاكاة وتقييمها الفني)، ***المجلة المصرية للتنمية والتخطيط***، مج (18)، ع (1)، يونيو، ص ص 110- 165.
- الربيعي، صاحب. (2010). ***الإدارة المتكاملة للموارد المائية***. دار صفحات دمشق للنشر والتوزيع.
- الزهراني، خضران بن حمدان؛ والشافعي، عماد بن مختار؛ والقحطاني، سفر بن حسين؛ والحامد، عبدالعزيز بن عبدالله؛ والحاج، الحاج أحمد. (1426). تغيير النمط الاستهلاكي للمياه المنزلية كمدخل لإدارة الطلب عليها وترشيد استخدامها في المملكة العربية السعودية، بحث مقدم لعمادة البحث العلمي بجامعة الملك سعود ضمن برنامج البحوث الوطنية، كتاب الجامعة لبرنامج البحوث الوطنية.
- الزواوي، خالد محمد. (2004). ***الماء الذهب الأزرق في الوطن العربي***، مجموعة النيل العربية، القاهرة.
- السروي، أحمد. (2008). ***الماء والإنسان والكون***، عالم الكتب: القاهرة.
- الغامدي، محمد، حامد. (2007). إدارة مياه الأمطار واستثمارها استراتيجية لتعزيز الأمن المائي العربي، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، كلية العلوم الاستراتيجية، ***الملتقى العلمي: استراتيجية الأمن المائي العربي***، 26-24 محرم 1433هـ الموافق 21-19 ديسمبر 2011م.
- الغامدي، محمد حامد (2013) ***الماء يبحث عن إدارة***، دار الكفاح للنشر والتوزيع، الدمام.
- النوري، أحمد حمد. (1996). ***الإحصاء الوصفي***. دار الأصالة للصحافة والنشر، الخرطوم.
- بشناق، عادل أحمد. (2002). الاستراتيجية المستقبلية لإدارة الموارد المائية في ظل متطلبات التنمية في المملكة العربية السعودية، ورقة عمل مقدمة لندوة وزارة التخطيط (***الرؤية المستقبلية للاقتصاد السعودي عام 1440 هـ***) تحت رعاية صاحب السمو الملكي الأمير عبدالله بن عبدالعزيز ولي العهد نائب رئيس مجلس الوزراء ورئيس الحرس الوطني ورئيس المجلس الاقتصادي الأعلى، الرياض في الفترة من 17-13 شعبان 1423هـ الموافق 23-19 أكتوبر 2002 م .
- دياب، مغاوري شحاته. (1998). ***مستقبل المياه في العالم العربي***. الدار العربية للنشر والتوزيع، مدينة نصر.
- صالح، هاشم محمد. (2014). ***جغرافية الموارد المائية***، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- صبايحة، صفاء صبح. (2014). مدى وعي الطلبة في جامعة حائل بالتغيرات المُناخية والعوامل المؤثرة في ذلك، ***مجلة رسالة الخليج العربي***، ع (133)، ص ص 74-49.
- عثمان. (2009). استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بكميات الأمطار السنوية في ولاية كسلا، ***رسالة ماجستير غير منشورة***، كلية العلوم، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، الخرطوم.
- عطية، عبدالقادر محمد عبدالقادر. (2009). ***الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق***، ط3. الدار الجامعية، الإسكندرية.
- عيسى، صالحه مصطفى. (2010). ***الجغرافيا المناخية***. مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان – الأردن.
- فاندل، والتر. (1992). ***السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية***. تعريب: عبد المرضي حامد عزام، وأحمد حسين هارون دار المريخ للنشر، الرياض.
- محمد، عبدالله حسون. (2010). دراسة مشكلة المياه في محافظة ديالا بالعراق وترشيد استهلاكها، ***مجلة ديالا***، العدد 46، كلية التربية – الأصمعي –قسم العلوم الإنسانية.
- هيكل، عبدالعزيز فهمي. (1980). ***موسوعة المصطلحات الاقتصادية والإحصائية***، جامعة بيروت.

ثانيًا - مرجع باللغة الأجنبية:

- Al-Matar, N. & Osman, R. (2015). Rany and Dry Days as a Stochastic Process(Albaha City). ***IOSR Journal of Mathematics***, e-ISSN: 2278-5728, p-ISSN: 2319-765X. Vol. 11, No. 1, Ver. III (Jan-Feb.), PP 86-90.
- Box, G. E. & Price, D. A. (1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, ***JASA***, Vol.55, No.332, pp.1509-1525.
- Brock Well, P. J. & Davis, R. A. (1991). ***Time Series Theory and Methods***, 2nd ed., Springer Verlag New York Inc. New York.
- Elfeki, A. Al-Amri, N. & Bahrawi, J. (2013). Analysis of Annual Rainfall Climate Variability in Saudi Arabia by Using Spectral Density Function. ***5th International Conference on Water Resources and Arid Environmen***t, 7-9 January, Riyadh, Saudi Arabia.
- Pruneau, D.; Khattabi, A. & Demers, M. (2010). Challenges and Possibilities in Climate Change Education. ***Online Submission***, 7 (9), 15-24.

ثالثًا - مو اقع الإنترنت:

- http://wrc.kau.edu.sa/Default.aspx?Site_ID=123&Lng=AR
- http://www.mowe.gov.sa
- http://www.pme.gov.sa

Using ARIMA models to predict rainfall rates In the Al-Baha region for the period from 1985 to 2014

AMIRA AHMED OSMAN SEEDAHMED
Assistant Professor
Department of Management Information Systems
College of Business Administration
Al-Baha University
Kingdom of Saudi Arabia
aaothman@bu.edu.sa

ABSTRACT

The objective of the research is to estimate a model for rainfall forecasting in Al-Baha area due to the importance of rainfall, which is the main source of water in the region. The research used historical data obtained from the Ministry of Water and the General Presidency of Meteorology in the Kingdom. ARIMA model for Box and Jenkins was used to test the research hypotheses, which test for a statistically significant effect of the independent variables namely temperature, relative humidity and wind velocity on the dependent variable. The research found that there was a statistically significant effect of the historical data of the same variable on future values and also found the effect of relative humidity as an independent variable. The research concluded to build a forecasting model that could be used to estimate rainfall in the region to take advantage of decision-making for processing to maintain. The researcher recommended a set of recommendations, the most important of which was the introduction of the model of interest by the competent authorities and recommended the idea of generalizing the research to include all of Saudi Arabia.

Keywords: *Time Series, Forecasting, Econometric Problems, Rainwater.*