تحليل إحصائي لبعض المُتغيرات المُناخية

(دراسة تطبيقية على محافظة عدن)

Statistical Analysis of Some Climate Variables: An Applied Study on Aden Governorate

شمسان عبد الله ناصر الجراش[1]

Shamsan Abdullah Nasser Al-Garash

عبد الله حيدر سالم علي[2]

Abdullah Haidar Salem Ali

https://doi.org/10.54582/TSJ.2.2.90

(1) أستاذ الإحصاء المساعد – كلية التربية والعلوم ـ جامعة إقليم سبأ

عنوان المراسلة : Shamsanalgarash@Gmail.com

(2) أستاذ المُناخ وتلوث الهواء المشارك – كلية التربية والعلوم التطبيقية ـ جامعة حجة.

عنوان المراسلة : dr.ahb2011@gmail.com

الملخص:

يتناول البحث التحليل الإحصائي للمُتغيرات المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)، وتحليل بيانات وقيم الخصائص المناخية للفترة (2006_2016م)، في محافظة عدن، حيث تم اختبار التوزيع الطبيعي لبيانات المتغيرات المناخية، وتحديد قيم الإحصاءات الوصفية الأساسية لها، والتعرف على حجم الاختلافات والفروق بين متوسطاتها، ودراسة العلاقة بين المتغيرات المناخية، وكمية الأمطار الساقطة، ودراسة تأثير كل من درجات الحرارة والرطوبة النسبية على كمية الأمطار الساقطة، وقد خلُص البحث إلى:

أن البيانات للمُتغيرات المناخية محل الدراسة كلها تتبع التوزيع الطبيعي، ولا توجد اختلافات أو فروق ذات دلالة إحصائية بين قيم مُتغيرات درجة الحرارة العظمى والصغرى، وتوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين قيم مُتغير الرطوبة النسبية ومُتغير الأمطار، كما توجد علاقة طردية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والصغرى، وعلاقة عكسية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية، وكذلك توجد علاقة عكسية متوسطة وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية، في حين توجد علاقة طردية ضعيفة بين درجات الحرارة (العظمى والصغرى) وكمية الأمطار، كما توجد علاقة عكسية ضعيفة بين الرطوبة النسبية وكمية الأمطار، ويعد هذا انعكاساً لموقع محافظة عدن على السهول الساحلية الجنوبية اليمنية، والواقعة ضمن المنطقة المدارية الحارة.

ولا يوجد تأثير للُمتغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية) دال إحصائياً على كمية الأمطار الساقطة على محافظة عدن، نظراً لموقعها وتأثير عوامل أخرى، كاتجاه الرياح الهابة عليها، لا سيما في فصل الصيف.

الكلمات الافتتاحية: المتغيرات المناخية، تحليل التباين، الانحدار، الارتباط، محافظة عدن.

Abstract

This study deals with the statistical analysis of climate variables (temperature, relative humidity, and rainfall) and the analysis of data and values of climate characteristics for the period of 2006- 2016 in Aden Governorate. The normal distribution of climate variable data was verified, and the values of basic descriptive statistics were determined. The differences between their means were identified, the relationship between climate variables and rainfall was studied, and the effect of both temperature and relative humidity on the rainfall was considered. The data for the climate variables under study was found to be normally distributed, and there were no statistically significant differences between the values of the maximum and minimum temperature variables. It was found that there were statistically significant differences between the values of the relative humidity variable and the rainfall variable, as well as a strong statistically significant direct relationship between the maximum and minimum temperatures, and a strong statistically significant inverse relationship between maximum temperatures and relative humidity, as well as a moderate statistically significant inverse relationship between minimum temperatures and relative humidity, while there was a weak direct relationship between temperatures (Maximum and minimum) and the rainfall. Furthermore, there was a weak inverse relationship between relative humidity and rainfall, and this is a reflection of the location of Aden Governorate on the southern coastal plains of Yemen, which is located within the hot tropical region. There was no statistically significant effect of climate variables (maximum and minimum temperatures, and relative humidity) on the rainfall in Aden Governorate, due to its location and the influence of other factors such as the direction of the winds blowing onto it, especially in the summer.

Keywords: Climate Variables, Variance Analysis, Regression, Correlation, Aden Governorate.

1. المقدمة:

تقع محافظة عدن ـ العاصمة الاقتصادية والتجارية للجمهورية اليمنية ـ على ساحل خليج عدن في أقصى الجهة الجنوبية الغربية لشبه الجزيرة العربية، وفلكياً على دائرة عرض (12:27شمالاً)، وخط طول (44:75 شرقاً)، وتبعد عن العاصمة صنعاء بمسافة تصل إلى حوالي (363) كيلو متراً، وتبعد بنحو 95 ميل بحري شرقي مضيق باب المندب البوابة الجنوبية للبحر الأحمر، وتنبع أهميتها من كونها ميناءً تجارياً مهماً، ومنطقة تجارة حرة إقليمية ودولية، وتبلغ مساحتها حوالي (750) كيلو متر، تتوزع على ثمان مديريات، وذلك حسب التقسيم الإداري لعام 2004م.

إن موقع محافظة عدن على المسطح المائي لخليج عدن الذي بدوره ينفتح على البحر العربي والمحيط الهندي، جعلها تتأثر بشكل مباشر بالمؤثرات البحرية، ولقد كان لشكل مدينة عدن بشكل جزيرتين وطبيعة موقعها في السهل الساحلي الجنوبي التأثير الأكبر في الأحوال الجوية السائدة، وأكسبها خصائص مُناخية جعلها من أكثر محافظات اليمن ارتفاعاً في درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وندرة الأمطار، ولهذا أثره الواضح على أنشطة الإنسان الاقتصادية والاجتماعية المختلفة.

تتناول هذه الدراسة التحليل الإحصائي لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، وتأثيرها على كمية الأمطار، وإلقاء الضوء على طبيعة سلوك العناصر المناخية وعلاقاتها في محافظة عدن، ذلك لأن دراسة علاقات الارتباط والتأثير بين عناصر المناخ يُهيئ فهمها جيداً لقوانين الحركة في الغلاف الجوي، ويُمهد للتنبؤ باحتمالية حدوث الظاهرة نفسها، إذا ما تكررت الظروف ذاتها مستقبلًا (**الراوي، والسامرائي،1990**).

ولما كان لعناصر المناخ ولاسيما (عنصري درجة الحرارة والرطوبة النسبية من تأثير وتغيير في كمية الأمطار المتساقطة، كان لابد من إجراء دراسة إحصائية، متمثلة في استعمال بعض الأساليب الإحصائية لمعرفة هذا التأثير) (**عابد، وآخرون، 2023**)، ولقد أشار تقرير الهيئة العامة لحماية البيئة لعام (2009م) إلى أن التغيرات في درجات الحرارة وهطول الأمطار، بالإضافة إلى فترات الجفاف المتكررة في اليمن يمكن أن تؤدي إلى عواقب وخيمة على الزراعة والأمن الغذائي في البلاد. (**الجمهورية اليمنية، 2009**).

اعتمدت الدراسة في التحليل الإحصائي لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، ومدى تأثيرها في كمية الأمطار على محطة عدن الرئيسة التي تعتمدها هيئة الأرصاد الجوية اليمنية في السهل الساحلي الجنوبي نظراً لتوفر بيانات طويلة الأمد لقيم العناصر المناخية المرصودة.

2.1 مشكلة البحث:

تحاول الدراسة استخدام التحليل الإحصائي لمعرفة طبيعة سلوك المتغيرات المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، كمية الأمطار)، وعلاقتها ببعضها، وتأثيرها على كمية الأمطار، من خلال الإجابة على الأسئلة:

- ما مدى استخدام أساليب التحليل الإحصائي في البحوث والدراسات المناخية، وتطبيقها لتحليل المتغيرات المناخية، وتفسيرها؟
- ما هو الاتجاه العام للمتغيرات المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)؟
- هل يوجد اختلافات وفروق جوهرية بين المتغيرات المناخية، خلال الفترة الزمنية المحدد في البحث؟
- ما هي طبيعة العلاقة بين المتغيرات المُناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)؟
- ما تأثير المتغيرات المناخية على كمية الأمطار، وتطبيقها على محافظة عدن، كأنموذج للتحليل الإحصائي.

3.1 فرضيات البحث:

يُشكل استخدام أساليب التحليل الإحصائي ركيزة مهمة في البحوث والدراسات المناخية متعددة المتغيرات، ويُسهم بشكل رئيس في تفسير وتحليل وعرض النتائج، واختبار الفرضيات، ويمكن تحديد الفرضيات البحث الحالي، كما يلي:

أ. يوجد اختلافات وفروق ذات دلالة إحصائية في المتغيرات المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)، حسب الفترة الزمنية (2006 – 2016م)، عند مستوى معنوية (0.05).

ب . يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار) ومتغير الفترة الزمنية (2006 – 2016م) عند مستوى معنوية (0.05).

ج . يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار) مع بعضها البعض خلال الفترة الزمنية (2006 – 2016م) عند مستوى معنوية (0.05).

د . يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات المناخية (درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، الرطوبة النسبية)، مع كمية الامطار الساقطة على مدينة عدن، خلال الفترة الزمنية (2006 – 2016م) عند مستوى معنوية (0.05).

4.1 أهدف البحث:

يهدف البحث بشكل رئيس إلى تحديد هيكل عام لاستخدام التحليل الإحصائي في الدراسات المناخية، وتقديم تحليل إحصائي لقياس علاقة العناصر المناخية ببعضها (درجات الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)، وقياس علاقتها وتأثيرها في كمية الأمطار، من خلال البيانات المناخية المسجلة في محطة عدن، خلال المدة (2006 ـ 2016م)، **كما يسعى لتحقيق الأهداف الفرعية الآتية:**

أ ـ التعرف على طبيعة توزيع البيانات لكل من المتغيرات (الحرارة والرطوبة وكمية الأمطار) محل الدراسة.
ب ـ تحديد قيم الإحصاءات الوصفية الأساسية للمُتغيرات (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار) في محافظة عدن، خلال الفترة من(2006 – 2016م).
ج ـ التعرف على حجم الاختلافات والفروق بين متوسطات المتغيرات (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار) في محافظة عدن، خلال الفترة من (2006 – 2016م).
د ـ دراسة العلاقة بين المتغيرات المناخية وكمية الأمطار الساقطة في محافظة عدن، خلال الفترة من (2006 – 2016م).
هـ ـ دراسة تأثير كل من درجات الحرارة والرطوبة النسبية، على كمية الأمطار الساقطة في محافظة عدن، خلال الفترة من (2006 – 2016م).

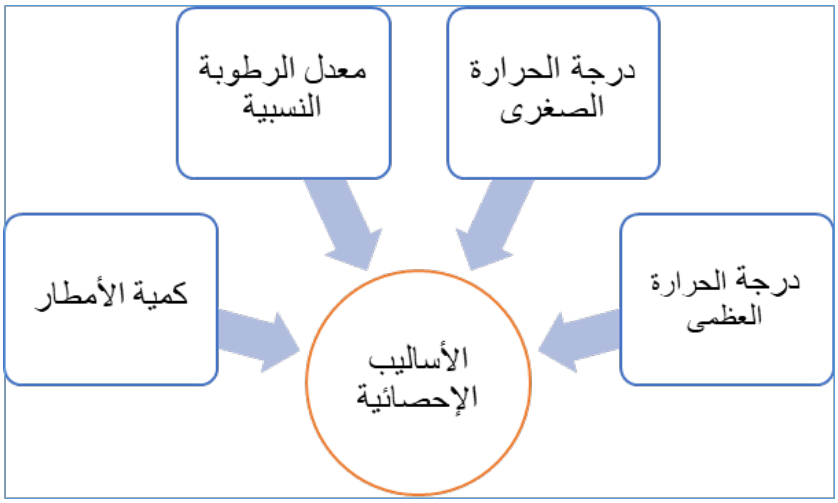
5.1 أهمية البحث:

تكمُنُ أهمية هذه الدراسة في استخدام أساليب التحليل الإحصائي؛ لتحديد العلاقة بين العناصر المناخية (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)، وبيان تأثيرها على كمية الأمطار السنوية في محافظة عدن، نظراً لشحة وتذبذب كمية الأمطار فيها، لا سيما مع التغيرات المناخية التي تشهدها المحافظات الجنوبية والشرقية من اليمن في الآونة الأخيرة، كما تنبع أهمية هذه الدراسة من الأهمية الكبيرة لدراسة المناخ؛ نظراً لأنه يؤثر بدرجة كبيرة في مختلف نواحي الحياة على سطح الأرض، ولذلك تُعطي معظم دول العالم أهمية كبيرة لدراسة المناخ (**خدام، منذر، وأخرون، 2019**) لتوفير المزيد من المعلومات التي تمكن المختصين والمهتمين بالمناخ والتغيرات المناخية في وضع التصورات لتقليل آثارها، والاستفادة منها.

يمكن معالجة البيانات والقيم المختلفة لمتغيرات المناخ (درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار)، وتحليل علاقات الارتباط، وبيان تأثيرها على كمية الأمطار، بأساليب الإحصاء المتعدد، وتطبيقها على محافظة عدن، وتمثيل النتائج بأساليب وطرق إحصائية متعددة.

6.1 منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي القائم على أسلوب تحليل البيانات المناخية المسجلة في محطة عدن، خلال الفترة الزمنية من (2006 – 2016م)، واستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لعدد المتغيرات ونوع البيانات، وذلك لتوضيح وتحديد العلاقات بين المتغيرات المناخية، وتأثيرها على كمية الأمطار، وبحسب النموذج المعرفي لمتغيرات الدراسة شكل (1) والأساليب الإحصائية الموضحة:



شكل (1) النموذج المعرفي لمتغيرات البحث

6.1.1 أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة في معالجة البيانات بواسطة برنامج SPSS:

- اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات كولمجروف – سميرنوف.
- مقاييس الإحصاء الوصفي للمتغيرات (المتوسط، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف).
- تحليل التبيان للمتغيرات المناخية (اختبار ت T- test، تحليل التباين ANOVA).
- معامل الارتباط الخطي البسيط والمتعدد (بيرسون) لقياس العلاقة بين المتغيرات قيد الدراسة.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد لقياس تأثير المتغير المستقل (الزمن بالسنوات x) على المتغير التابع (متغيرات المناخ)، ومعرفة درجة التأثير، والتنبؤ بالمتغير التابع.

- تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد لقياس تأثير المتغيرات المستقلة (الحرارة والرطوبة) على المتغير التابع (كمية الأمطار)، ومعرفة درجة التأثير، والتنبؤ بالمتغير التابع.

7. بيانات المُتغيرات المُناخية

تعتمد دراسة المتغيرات المناخية على الإحصاءات والمعلومات والبيانات الرقمية التي قد تتجاوز الآلاف، ولمدة قد تصل إلى مائة عام، وأكثر، ولمحطات عديدة (**الشبلي، حسين فاضل عبد، 2016**)، وتم الحصول على البيانات للمُتغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى والصغرى، ومعدل الرطوبة النسبية، وكمية الأمطار) الخاصة بمحافظة عدن من الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ – للفترة من (2006 إلى 2016م)، وتم تجميعها وتلخيصها للحصول على المعدلات السنوية لكل متغير؛ ليسهل دراستها ووصفها، وتحليلها إحصائياً.

والجدول (1) يبين المعدلات السنوية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية والمجموع السنوي للأمطار لمحافظة عدن للفترة من (2006 – 2016م).

جدول (1) المعدلات السنوية لدرجات الحرارة والرطوبة، وكمية الأمطار –عدن للفترة من(2006 –2016م)

Year	Max-Temp	Min-Temp	Humidity	Rainfall
2006	35	21.8	69.3	61.9
2007	35	22.2	67.8	39
2008	35.1	22.4	67	75.3
2009	35.5	22	65	47
2010	35.8	22	65	43
2011	36	22	64.7	51
2012	36	22.1	63	59
2013	36.5	22.4	62.6	60
2014	36.8	23	62.5	41
2015	37	23	62	86.7
2016	37.6	23.2	62	53

. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.

ونظراً لموقع محافظة عدن في السهول الساحلية الجنوبية ضمن المنطقة الحرارية المدارية، فإن السلوك السنوي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية، يمتاز بطول الفصل الحار والرطب، الذي يتجاوز 8 أشهر على مدار السنة، حيث ترتفع المعدلات السنوية لدرجات الحرارة إلى أكثر من 37 درجة مئوية، ولا تقل عن 21 درجة مئوية، كما ترتفع المعدلات السنوية للرطوبة النسبية، لتصل إلى ما يقارب 68 %، ولا تقل عن 60% جدول (1)، وتقل كمية الأمطار السنوية عموماً عن 100 ملم.

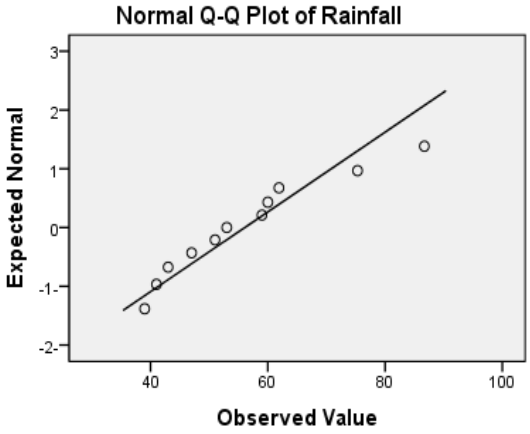
8. اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات

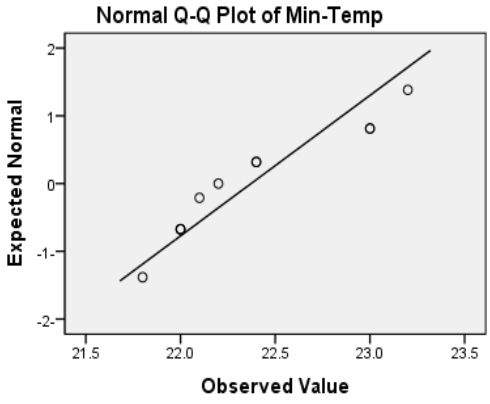
للتحقق من التوزيع الطبيعي لبيانات المتغيرات المناخية محل البحث، تم استخدام اختبار كولمجروف – سميرنوف Kolmogorov-Smirnov واختبار شابيرو- ويلك Shapiro-Wilk، وجاءت النتائج المبينة في الجدول(2):

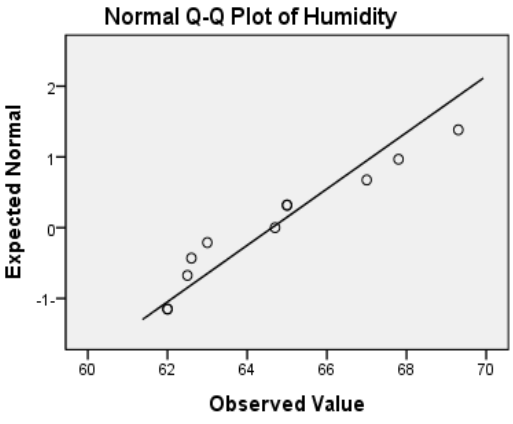
جدول (٢) نتائج اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات Tests of Normality

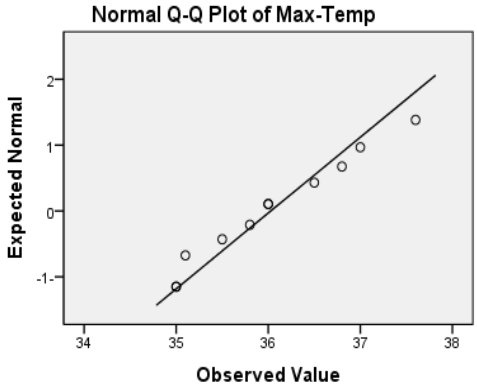
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	P.value	Statistic	df	P.value
Max-Temp	0.149	11	*0.200	0.939	11	0.504
Min-Temp	0.205	11	*0.200	0.868	11	0.073
Humidity	0.196	11	*0.200	0.897	11	0.170
Rainfall	0.165	11	*0.200	0.923	11	0.342

من الجدول السابق نلاحظ بأن قيمة الاحتمال لاختبار كولمجروف (P.value =0.20) أكبر من مستوى المعنوية الفا (α= 0.05)، وكذلك أيضاً بالنسبة لاختبار شابيرو، بالتالي فإن البيانات للمتغيرات المناخية محل الدراسة كلها تتبع التوزيع الطبيعي. والأشكال البيانية شكل(2) تؤكد ذلك أيضاً، حيث نجد تقارب القيم المشاهدة من الخط البياني للقيم المعيارية الطبيعية لكل المتغيرات، **شكل (2)مخطط نقاط التوزيع الطبيعي لقيم المتغيرات المناخية.**


Normal Q-Q Plot of Rainfall
Expected Normal
Observed Value
3
2
1
0
-1
-2
40
60
80
100


Normal Q-Q Plot of Min-Temp
Expected Normal
Observed Value
2
1
0
-1
-2
21.5
22.0
22.5
23.0
23.5


Normal Q-Q Plot of Humidity
Expected Normal
Observed Value
2
1
0
-1
60
62
64
66
68
70



9. التحليل الوصفي للبيانات

تم حساب المقاييس الوصفية للبيانات مثل المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، ومعامل الاختلاف (التذبذب) (Coefficient Variance (C.V لمنحنى التوزيع للمتغيرات المناخية قيد البحث والمبينة في الجدول (3).

جدول (3) المقاييس الوصفية للمتغيرات المُناخية Descriptive Statistics

	Mini-mum	Maxi-mum	Mean	Std. D	C.V	Skewness
Max-Temp	35.00	37.60	36.03	0.87	2.41%	0.421
Min-Temp	21.80	23.20	22.37	0.48	2.15%	0.755
Humidity	62.00	69.30	64.63	2.51	3.88%	0.689
Rainfall	39.00	86.70	56.08	14.74	26.28%	0.936

من جدول الإحصاءات الوصفية للبيانات في الجدول (3) تبين أنه:

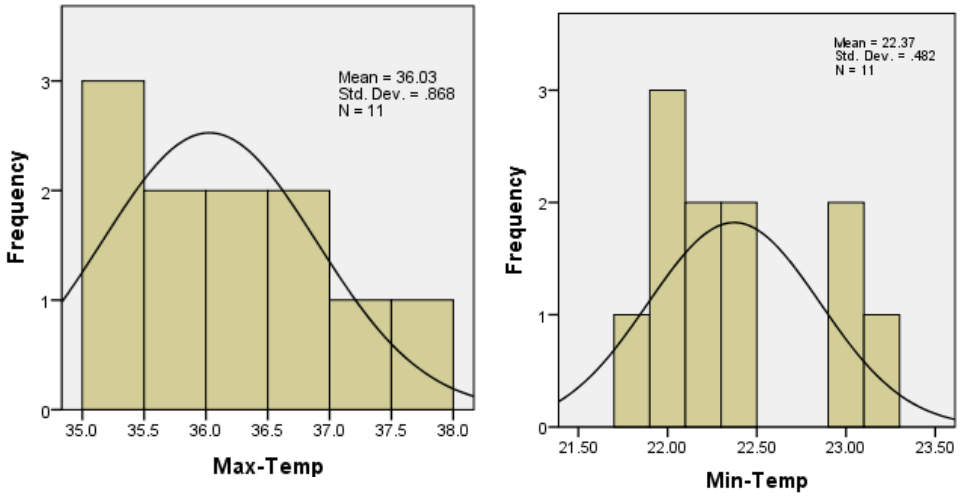
بالنسبة لمتغير درجة الحرارة العظمي (Max-Temp): نجد أن معظم القيم متقاربة؛ حيث إن أكبر قيمة (37.6°) في عام (2016)، وأصغر قيمة (35°) في عام (2006)، والذي يليه، والمعدل العام (36.03°)، والانحراف المعياري (0.87°)، ومعامل الاختلاف (التذبذب) هو (2.41%).

أما مُتغير درجة الحرارة الصغرى (Min-Temp): نجد كذلك أن القيم متقاربة، حيث إن أكبر قيمة (23.20°)، أيضاً في عام (2016)، وأصغر قيمة (21.8°) في عام (2006)، والمعدل العام لها هو (22.37°)، والانحراف المعياري (0.48°)، ومعامل الاختلاف (التذبذب) هو (2.15%).

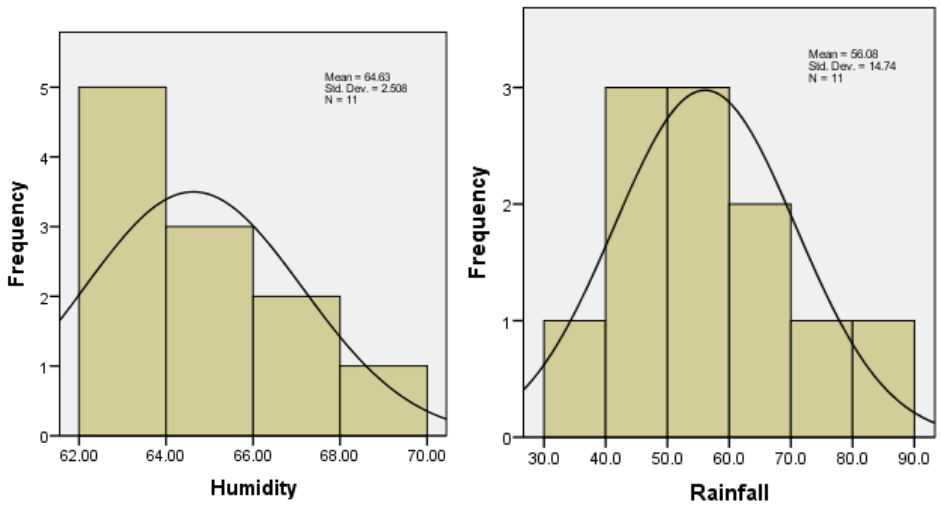
وبالنسبة لمتغير الرطوبة النسبية (Humidity): نجد أن قيمها متباعدة إلى حد ما؛ حيث إن أكبر قيمة (69.3) في عام (2006)، وأصغر قيمة (62) في عام (2015) والذي يليه، والمعدل العام لها هو (64.63)، والانحراف المعياري (2.51)، ومعامل الاختلاف (التذبذب) هو (3.88%).

أما بالنسبة لقيم مُتغير الأمطار (Rainfall): فنجد أنها متباعدة ومتذبذبة بشكل أكبر من بقية المتغيرات الأخرى حيث إن أكبر قيمة هي (86.7) في عام (2015)، وأصغر قيمة (39) في عام (2007) والذي يليه، والمعدل العام (56.1) تقريباً، والانحراف المعياري (14.74)، ومعامل الاختلاف (التذبذب) هو (26.28%).

والأشكال البيانية (3، 4) توضح ذلك لكل المتغيرات المناخية محل الدراسة.



شكل (3) المدرج التكراري والمنحنى الطبيعي لقيم درجات الحرارة العظمى والصغرى



شكل (4) المدرج التكراري والمنحنى الطبيعي لقيم الرطوبة النسبية وكمية الأمطار

10. تحليل التباين للمتغيرات المُناخية:

تحليل التباين بين قيم المتغيرات المناخية بواسطة اختبار T-test للعينات المستقلة، وذلك لمعرفة الاختلافات والفروق بين قيم كل متغير، حسب الفترة الزمنية محل الدراسة، وقد كانت النتائج، كما في الجدول(4).

جدول (4) اختبار T- test تحليل التباين والفروق بين المتغيرات المناخية

المتغيرات المُناخية	المتوسط Mean	متوسط الفروق Mean Differ-ence	قيمة اختبار T	درجة الحرية df	قيمة الاحتمال Sig. ((2-tailed
Max-Temp	36.03	0.027	0.104	10	0.919
Min-Temp	22.37	0.373	2.566	10	2،8 .0
Humidity	64.63	2.627	3.474	10	،06.0
Rainfall	56.08	11.082	2.493	10	0.032

يتبين من الجدول (4) أنه لا يوجد اختلافات أو وفروق ذات دلالة إحصائية بين قيم متغيرات درجة الحرارة العظمى والصغرى، حيث نجد أن متوسط الفروق صغير جداً، وهو (0.027، 0.373) على التوالي، وقيمة اختبار ت T-test هي (0.104، 2.566) على التوالي، كما أن قيمة الاحتمال (0.919، 0.208) على التوالي، وهي غير دالة إحصائياً.

بينما نجد أنه يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين قيم متغير الرطوبة النسبية ومتغير الأمطار، حيث نجد أن متوسط الفروق هو (2.627، 11.082) على التوالي، وقيمة اختبار ت T-test هي (3.474، 2.493) على التوالي، كما أن قيمة الاحتمال هي (0.006، 0.032) على التوالي، وهي دالة إحصائياً، كونها أصغر من (0.05).

11. تحليل الارتباط والعلاقات بين المُتغيرات المُناخية:

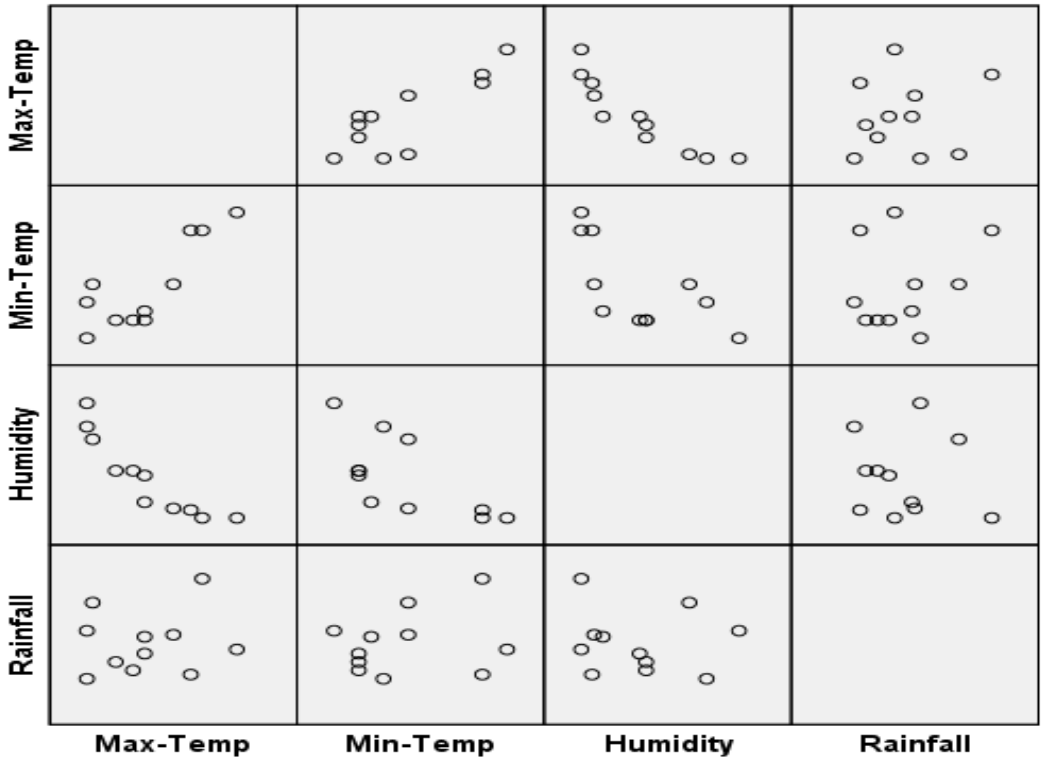
تحليل العلاقة بين قيم المتغيرات المناخية، بواسطة اختبار معامل ارتباط بيرسون Pearson Correlation، وذلك لمعرفة الارتباط بين المتغيرات قيد الدراسة مع بعضها البعض، خلال الفترة الزمنية المحددة في البحث، وكما هو موضح في الجدول (5).

جدول (5) نتائج تحليل الارتباط والعلاقات بين المُتغيرات المُناخية Correlations

		Max-Temp	Min-Temp	Humid-ity	Rain-fall
Max-Temp	Pearson Correlation	1			
	(Sig. (2-tailed				
Min-Temp	Pearson Correlation	**0.824	1		
	(Sig. (2-tailed	0.002			
Humidity	Pearson Correlation	**-0.909-	*-0.681-	1	
	(Sig. (2-tailed	0.000	0.021		
Rainfall	Pearson Correlation	0.131	0.237	-0.116-	1
	(Sig. (2-tailed	0.702	0.484	0.733	
	N	11	11	11	11
**. (Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed					
*. (Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed					

من الجدول (5) يتبين الآتي:

- توجد علاقة طردية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والصغرى، حيث إن قيمة معامل ارتباط بيرسون هي (0.804) عند مستوى معنوية (0.01).
- كما أنه توجد علاقة عكسية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية، حيث إن قيمة معامل ارتباط بيرسون هي (0.909-) عند مستوى معنوية (0.000).
- وكذلك توجد علاقة عكسية متوسطة وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية، حيث إن قيمة معامل ارتباط بيرسون هي (0.681-) عند مستوى معنوية (0.021).
- توجد علاقة طردية ضعيفة بين درجات الحرارة (العظمى والصغرى) وكمية الأمطار، حيث إن قيمة معامل ارتباط بيرسون هي (0.131، 0.237) على الترتيب، وهي غير دالة إحصائياً.
- توجد علاقة عكسية ضعيفة بين الرطوبة النسبية وكمية الأمطار، حيث إن قيمة معامل ارتباط بيرسون هي (0.116-)، وهي غير دالة إحصائياً.
- وهي علاقات وارتباطات منطقية، فامتداد محافظة عدن في السهل الساحلي الجنوبي بجوار المسطحات المائية، وارتفاع درجة حرارة الهواء، جعل قيم الرطوبة النسبية مرتفعة على مدار العام، كما أن درجات الحرارة المرتفعة تسمح بزيادة مقدرة الهواء على استيعاب كميات كبيرة من بخار الماء، وبالتالي تنخفض قيم الرطوبة النسبية عند ارتفاع درجات الحرارة، مع تباين العلاقات والارتباطات مع كمية الأمطار، وهذا مرتبط بعوامل أخرى، مثل طبيعة الرياح الهابة، ومرورها موازية للساحل الجنوبي، وبالتالي تذبذب قيم كمية الأمطار السنوية، وقد يكون لهذا التذبذب والتغير المناخي عواقب خطرة بشكل خاص على النُظم البيئية والسكان المعرَّضين للخطر في المناطق الساحلية (**نعمان، منذر، 2020**).

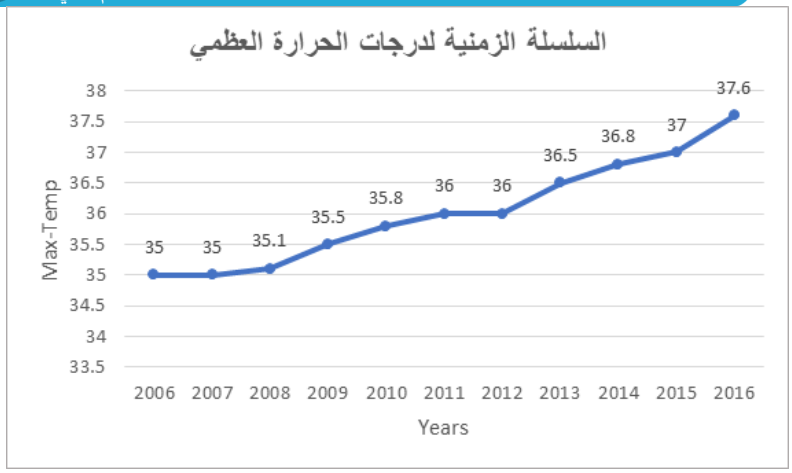


شكل (5) مخطط مصفوفة الارتباط بين المتغيرات المناخية

–

12. الاتجاه العام للمُتغيرات المُناخية

الاتجاه العام للسلسلة الزمنية لقيم درجات الحرارة العظمي (Max-Temp) موجب (شكل 6)؛ حيث يتدرج منحنى السلسلة الزمنية من أصغر قيمة (35) في العام (2006) إلى أكبر قيمة (37.6) في العام (2016)، كما أن القيم متقاربة؛ حيث إن معامل التذبذب يساوي (2.41%).

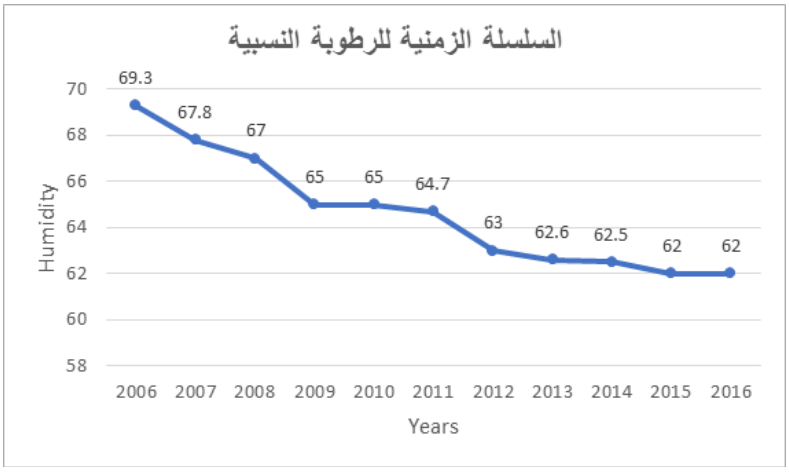


شكل (6) الاتجاه العام لمنحنى السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة العظمى

الاتجاه العام للسلسلة الزمنية لقيم درجات الحرارة الصغرى (Min-Temp) موجب (شكل 7)؛ حيث يتدرج منحنى السلسلة الزمنية من أصغر قيمة (21.8) في العام (2006) إلى أكبر قيمة (23.2) في العام (2016)، كما أن القيم متقاربة جداً؛ حيث إنّ قيمة معامل التذبذب صغيرة، وتساوي (2.15%).

شكل (7) الاتجاه العام لمنحنى السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى

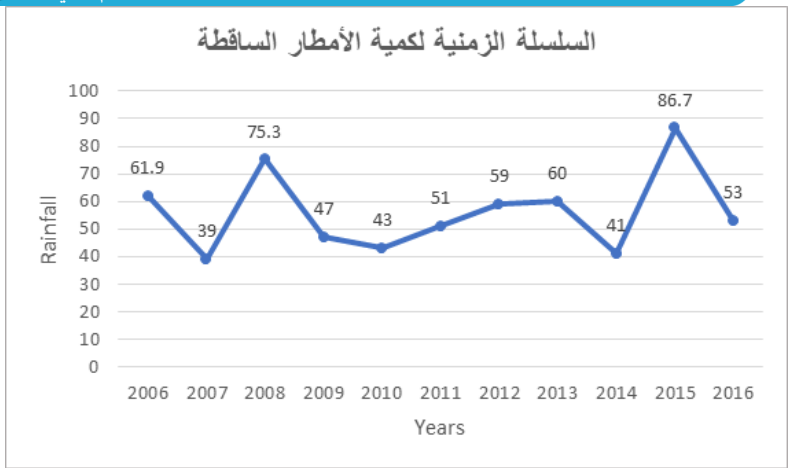
الاتجاه العام للسلسة الزمنية لقيم الرطوبة النسبية (Humidity): سالب شكل (8)؛ حيث يتدرج منحنى السلسلة الزمنية تنازلياً من أكبر قيمة (69.3)، في العام (2006) إلى أصغر قيمة (62)، في العام (2016)، كما أن القيم متفاوتة وغير متقاربة؛ حيث إن قيمة معامل التذبذب تساوي (3.88%).



شكل (8) الاتجاه العام لمنحنى السلسلة الزمنية لقيم الرطوبة النسبية

الاتجاه العام للسلسلة الزمنية لقيم كمية الأمطار الساقطة (Rainfall) متذبذب (شكل 9)، حيث يتناقص ثم يتزايد ثم يتناقص، وهذا النمط يُلاحظ في الأربع السنوات الأولى والأخيرة، أما الأربع السنوات الوسطى، فإن كمية الأمطار تتزايد من (43 – 60)، كما أن القيم متفاوتة، وقيمة معامل التذبذب تساوي (14.74%).

وذلك نظراً لندرة الأمطار في محافظة عدن، ولاسيما في فصل الصيف، الذي يعد موسم سقوط الأمطار، بسبب موازاة اتجاه الرياح الجنوبية الغربية للسواحل الجنوبية، وهذا قد حرمها من سقوط الأمطار الغزيرة عليها.



شكل (9) الاتجاه العام لمنحنى السلسلة الزمنية لكميات المطر

13. تحليل الانحدار للسلسلة الزمنية للمُتغيرات المُناخية:

الجدول (6) يبين قيم تحليل الانحدار بين المتغيرات المُناخية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، كمية الأمطار) والزمن بالسنوات حسب السلسلة الزمنية من الفترة 2006 – 2016م، وجاءت النتائج في الجدول (6).

جدول (6) تحليل الانحدار الخطي البسيط للسلسلة الزمنية – درجات الحرارة والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار

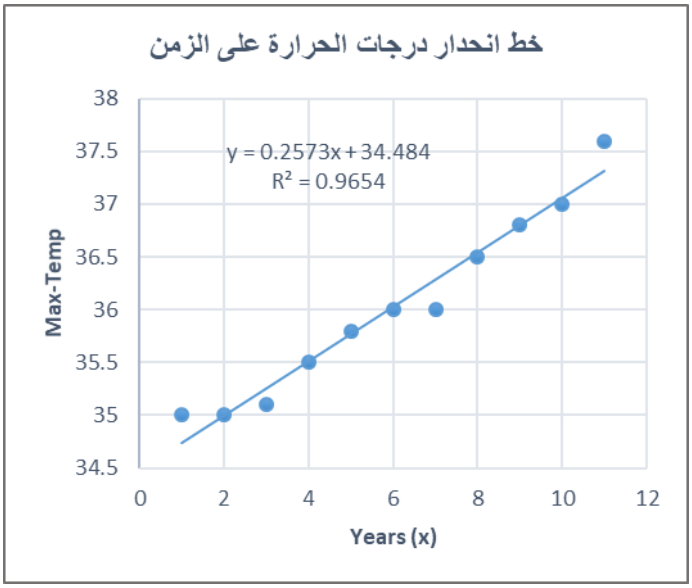
	خط الانحدار للسلسلة الزمنية للمتغيرات المُناخية						
متغيرات المناخ	معامل الارتباط R	معامل التحديد R^2	قيمة اختبار F	مستوي الدلالة Sig	معامل الانحدار B	قيمة الاختبار T	مستوى الدلالة Sig
Max-Temp	983 .0	0.965	251.063	0.000	0.257	15.845	0.000
Min-Temp	0.807	0.652	16.830	0.003	0.117	4.102	0.003
Humidity	0.962	0.925	110.940	0.000	-0.727-	-10.53-	0.000
Rainfall	0.175	0.031	0.283	0.607	0.776	0.532	0.607

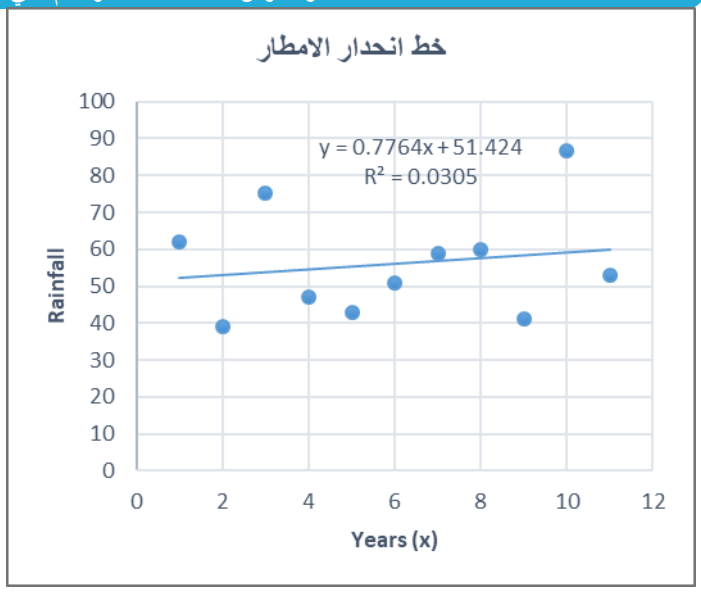
a. Dependent Variable: الأمطار، درجة الحرارة، الرطوبة

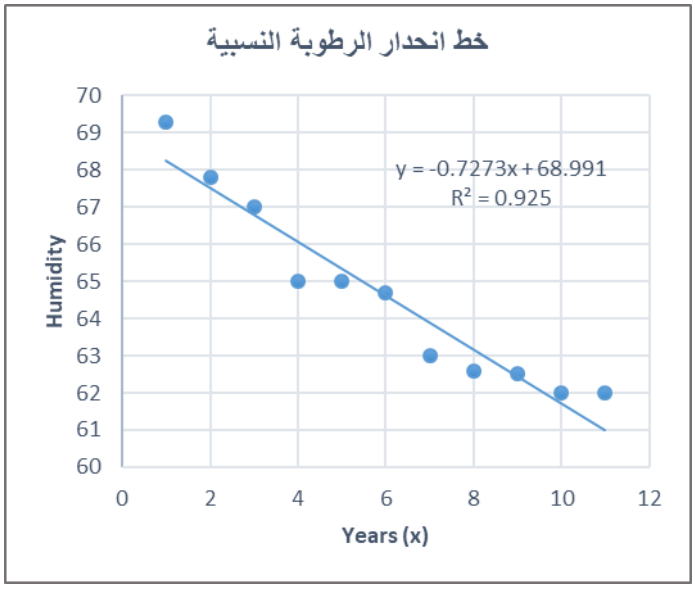
b. Predictors: (Constant), xالسنوات

الجدول (6) يبين معامل الارتباط **R**، ومعامل التحديد **R^2**، وقيمة اختبار النموذج **F** وقيمة معامل الانحدار **B**، مع قيمة اختبار ومستوى الدلالة **P.value=Sig** ، وذلك لكل المتغيرات المناخية المرتبطة بالفترة الزمنية بالسنوات المحددة.

- من الجدول السابق نجد أن كل المتغيرات المناخية لها علاقة طردية موجبة مع الزمن، وذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.001)، ماعدا كمية الأمطار، فإنها غير دالة احصائياً؛ لأن قيمة الاحتمال (0.607) أكبر من مستوى المعنوية المحددة والمسموح بها، وهي (0.05).
- الأشكال (11) تعرض التمثيل البياني لـ خط الانحدار ومعادلة الانحدار للمتغيرات المناخية، مع متغير الزمن (بالسنوات x).







شكل (11) خط ومعادلة الانحدار لقيم الرطوبة النسبية وكمية الأمطار.

14. دراسة تأثير المُتغيرات المُناخية على كمية الأمطار:

لاختبار تأثير كل مُتغير من مُتغيرات المناخ على كمية الأمطار عند مستوى معنوية (α=0.05) ، نستخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط بين متغيرات درجات الحرارة والرطوبة النسبية مع كمية الأمطار، وبحسب النتائج المبينة في الجدول (7):

جدول (7) تحليل الانحدار الخطي البسيط بين متغيرات درجات الحرارة والرطوبة النسبية، مع كمية الأمطار

	كمية الأمطار Rainfall						
متغيرات المناخ	معامل الارتباط R	معامل التحديد R^2	قيمة اختبار F	مستوي الدلالة Sig	معامل الانحدار B	قيمة الاختبار T	مستوى الدلالة Sig
Max-Temp	0.131	0.017	0.156	0.702	2.215	0.395	0.702
Min-Temp	0.237	0.056	0.534	0.484	7.238	0.731	0.484
Humid-ity	0.116	0.014	0.123	0.733	-0.684-	-0.351-	0.733

a. Dependent Variable: الأمطار

b. Predictors: (Constant), درجة الحرارة، الرطوبة

- الجدول السابق يبين معامل الارتباط **R** ومعامل التحديد $\mathbf{R^2}$، وقيمة اختبار النموذج **F**، وقيمة معامل الانحدار **B** مع قيمة اختبار ومستوى الدلالة **P.value=Sig** ، وذلك لاختبار تأثير المتغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية) على كمية الأمطار الساقطة على محافظة عدن.

حيث نجد أن كل المتغيرات المناخية لها علاقة طردية ضعيفة، مع كمية الأمطار الساقطة في محافظة عدن، ومعاملات الانحدار لها هي (2.215، 7.238، -0.684) على الترتيب، وهي غير دالة إحصائياً؛ لأن قيمة الاحتمال ومستوى الدلالة لها هي (0.702، 0.484، 0.733) على الترتيب، وهي أكبر من مستوى المعنوية المحددة والمسموح بها، وهو (0.05). وبالتالي نستنتج أنه لا يوجد تأثير للمتغيرات (درجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية) دال إحصائياً على كمية الأمطار الساقطة على

https://doi.org/10.54582/TSJ.2.2.90

محافظة عدن.

– وهو ما يتوافق مع الدراسات المقدمة عن المناخ في اليمن التي دلت على أنه من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة درجات الحرارة في اليمن ككل من 1.4 ـ 2,8 درجة مئوية بحلول عام 2050 م، إلا أن تأثيره على أنماط الأمطار غير مؤكدة بشكل أكبر (**الجمهورية اليمنية،2009**).

15. النتائج والتوصيات:

استخدمت الدراسة أساليب التحليل الإحصائي، في تحليل علاقة المتغيرات المناخية، وعلاقتها بالأمطار في محافظة عدن، وأسفرت عن مجموعة من النتائج تمثلت في الآتي:

– فعالية استخدام أساليب التحليل الإحصائي وتطبيقاتها، لمالها من دور حيوي في منهجيات البحوث المناخية النظرية والتطبيقية بنمطها الكمي الحديث، وتفسير النتائج وتحليلها.

ـ توصلت الدراسة إلى عدد من المخرجات التي أثبتت تحقق الفرضيات والأهداف الموضوعة مسبقاً، وهي:

– أن البيانات للمُتغيرات المناخية محل الدراسة كلها تتبع التوزيع الطبيعي.

– لا توجد اختلافات أو فروق ذات دلالة إحصائية بين قيم مُتغيرات درجة الحرارة العظمى والصغرى، وتوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين قيم متغير الرطوبة النسبية ومتغير الأمطار، ويعد هذا انعكاساً لموقع محافظة عدن على السهول الساحلية الجنوبية اليمنية، والواقعة ضمن المنطقة المدارية الحارة.

– فيما يخص صور الارتباط، وكشف بنية العلاقة بين المتغيرات المناخية قيد الدراسة تبين أن أكثر المتغيرات تمثيلاً وتفاعلاً لهذه العلاقات متغيري درجة الحرارة والرطوبة النسبية، حيث توجد علاقة طردية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والصغرى، كما توجد علاقة عكسية قوية وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية، وكذلك توجد علاقة عكسية متوسطة وذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية.

– في حين كانت العلاقات التي تفتقر للمدلول الإحصائي ولمستوى الثقة لمتغيري درجة الحرارة والرطوبة النسبية مع كمية الأمطار، حيث توجد علاقة طردية ضعيفة بين درجات الحرارة (العظمى والصغرى) وكمية الأمطار، كما توجد علاقة عكسية ضعيفة بين الرطوبة النسبية وكمية الأمطار.

– لا يوجد تأثير للمتغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية) دال إحصائياً

على كمية الأمطار الساقطة على محافظة عدن، نظراً لموقعها وتأثير عوامل أخرى، كاتجاه الرياح الهابة عليها، ولاسيما في فصل الصيف.

وبناءً على النتائج فإن الدراسة توصي بالآتي:

– استخدام أساليب التحليل الإحصائي في الدراسات المناخية التطبيقية بشكل عام، وإجراء تحليل شامل للمُتغيرات المناخية على وجه الخصوص، وأثر تغيرات المناخ والتكيف معه.

– القيام بأبحاث علمية بينية حول موضوع المتغيرات المناخية وقيمها المرصودة والمحتملة، ولا سيما في المحافظات الساحلية اليمنية الأكثر تأثراً بالتغيرات المناخية، ودراسة علاقاتها وتأثيراتها.

16. قائمة المراجع:

1. الجمهورية اليمنية، الهيئة العامة لحماية البيئة (2009) برنامج العمل الوطني للتكيف.
2. خدام، منذر، والعبد الله، إبراهيم، وحناء، ميساء (2019) التحليل الإحصائي لبعض المتغيرات المناخية، والتنبؤ بمستقبلها في منطقة الغاب، مجلة جامعة تشرين، العلوم البيولوجية، المجلد (41)، العدد (4).
3. الراوي، عادل سعيد، والسامرائي، قصي عبد المجيد (1990) المناخ التطبيقي، بغداد.
4. الشبلي، حسين فاضل عبد، (2016) استخدام الإحصاء في تحليل بيانات المناخ، دراسة تطبيقية على محطة كربلاء، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد (18).
5. عابد، نورة أسامة، وآخرون (2023) استعمال الأساليب الإحصائية لبيان تأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية على كميات الأمطار في بغداد، مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم، العدد 54)
6. نعمان، منذر (2020) النشرة البيئية اليمنية، ضرورة التأهب لتغيرات المناخ في المهرة، مركز صنعاء للدراسات الاستراتيجية.
7. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.