تأثير الكتل الهوائية على الرطوبة النسبية وأهميتها في اليمن

الدكتور مجاهد عبد العزيز مبخوت نوفل

الاستاذ المساعد بقسم الجغرافيا كلية التربية أرحب

مقدمة

تعد دراسة الكتل الهوائية وتباينـاتها، من مكان إلى أخر ذات أهمية كبيرة ،لأنّها السبب الأساسي في التغيرات المناخية ، ولارَيْبَ أن تغيرات الكتل الهوائية تبعا للزمان والمكان ووضعيتها، تتسبب في نشؤ المظاهر الجوية المختلفة ولا سيما الرطوبة النسبية ، وتكّون الغيوم وحدوث التساقط ، ومن دون دراسة الكتل الهوائية يصعب فهم دور الرطوبة النسبية في حالات الطقس والمناخ .

ومهما كانت الفروقات بين الكتل الهوائية تبعاً للهواء الملامس لسطح الأرض فإن ذلك الاختلاف وتلك الفرو قات لها تأثيرات مهمة في الرطوبة النسبية والحالة العامة للطقس المحلي و تنوعه من منطقة إلى أخرى على سطح اليمن.

لقد كانت نظريه الجبهة القطبية والكتلة الهوائية أهم إنجاز في حقل الميترولوجيا والمناخ في القرن العشرين من هذا القرن ، حيث أحدثت قفزة كبيرة في تطور هذين المفهومين ، وفي تنوع الدراسات والبحوث فيهما وبخاصة فيما يتعلق بطبيعة الهواء وخواصه على جانبي الجبهة وما يرافقهما من مظاهر طقسية متنوعة، إضافة إلى ذلك فإن البحث في الاختلافات الشاقولية الكبيرة للهواء ، عكست حقيقة أن الغلاف الجوي طبقة ضحلة من الهواء على هذا الكوكب ، هذه الحقيقة التي أفادت فيما بعد إلى معرفة أن الجزء العام من الغلاف ، وبخاصة في أعمال التنبؤ الجوي، يبلغ حوالي 12كم عمقاً فوق مستوى سطح البحر ، ونظرا لأهمية دراسة الكتل الهوائية في تحديد مناخ أية منطقة، وفي وضع برامج للتنبؤ الطويل الأمد .

كما تُعَّد دراسة الكتل الهوائية من الركائز الأساسية لأي دراسة مناخية، إذ يعّد التعامل معها من ضروريات الدراسات الحديثة في علم المناخ ، وما يميز هذا البحث عن غيرها، ما حدث من تغيرات كثيرة في السنوات الأخيرة من أساليب دراسة المناخ والطقس ، إذ ينظر حالياً إلى الغلاف الجوي على أنه حالة إجمالية مستمرة ، إذ تقع التغيرات المحلية، وتنشأ مظاهر الطقس الرئيسة في عمليات واسعة النطاق تؤثر بدورها في الغلاف الجوي ، إن العديد من الظروف الجوية مسؤولةٌ عن ظهور التغيرات في الظواهر الجوية التي تحدث في الغلاف الجوي الأدنى و الأوسط ، وبالتالي فانه لا يمكن حصر هذه الظواهر الجوية المراد دراستها وتحديدها في ذلك الجزء من الغلاف الجوي ، أو السطح القريب منه فحسب وإنما كذلك من خلال علاقتها بالظواهر السطحية.

وقد تأثير الكتل الهوائية في الرطوبة النسبية ، فيما توافر لنا من مراجع وكتب منهجية ورسائل جامعية، وكتب أخرى غير منهجية، وعلى الرغم من تعدد ما قرأناه فإن حصيلة ما خرجنا به، هو عبارة عن معلومات مهمة ، وليس بها العمق الذي يرضي طموحا أكبر من ذلك المستوى.

وعَرفنا في الوقت نفسه من خلال دراستنا العامة للكتل الهوائية ، أنها السبب في تغيرات الطقس اليومية والفصلية في اليمن ، وبالتالي هي التي تؤدي إلى اختلاف في قوى عناصر المناخ بين فصل وأخر.

و سنتناول في هذا البحث دراسة الكتل الهوائية كمحاولة لتسليط الضوء على خصائصها وأنواعها وتأثيراتها السطحية في الرطوبة النسبية في اليمن، إذ تعد دراسة الكتل الهوائية المختلفة ذات أهمية كبيرة في مساعدتنا على التنبؤ المناخي الطويل الأمد ومن خلال إيجاد علاقة الارتباط بينها وبين عناصر المناخ السطحية وظواهره .
عموما نستطيع استنتاج عوامل الطقس المختلفة من أية خارطة شمولية مع ذكر وقت الخارطة وتاريخها وإعطاء صورة متكاملة عّما يحدث في طبقات الجو لاسيما حركة الكتل الهوائية ، وما يترتب عليها من ظواهر جوية على سطح الأرض ، ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث في استخدام الجانب الرقمي للعناصر المناخية التي تعد حالياً من أكثر الطرائق شيوعاً لتحليل المناخ بدلاً من الطرق الوصفية ، ومن ثمّ فإن هذا البحث تعالج كيفية فهم الكتل الهوائية المؤثرة في الرطوبة النسبية وتحليلها.

إن دراسة الكتل الهوائية وتأثيرها علي الرطوبة النسبية . كانت لفترة طويلة حتى الآن في اليمن بعيده عن الاهتمام التفصيلي بالدراسة والبحث ، لذلك عمدنا إلى دراستها لعدة مسّوغات منها:-

1- يّعد هذا البحث من الدراسات الحديثة ،التي لم تنل ما تستحقه من الدراسة والبحث فيما يخص اليمن ، وذلك لعدم السبق لمثل هذا البحث على حد علمنا.
2- لفت انتباه الباحثين إلى أهمية مثل هذه الدراسات الحديثة المعاصرة وتعزيز تطورها والتعمق في مفرداتها الشمولية واستكمال نواقص البحث فيها وبخاصة في اليمن

- أهداف البحث :

أن دراسة الكتل الهوائية وتحليل تكرارها فوق اليمن ودراسة تأثيراتها في العناصر والظواهر المناخية في اليمن ، يسعى لتحقيق الأهداف الآتية :

1- تحديد الكتل الهوائية وأنواعها ومدى تأثيرها في الرطوبة النسبية .
2- إيجاد العلاقة بين الكتل الهوائية وانعكاساتها على الرطوبة النسبية ، والمنظومات الضغطية السطحية .
3- تحليل الظروف (الأحوال) الجوية السطحية المصاحبة لحدوث الكتل الهوائية وذلك عن طريق دراسة المتغيرات الجوية المختلفة والخرائط الطقسية لمدة دراسية مقترحة من2010-2014م وتحليلها.

- فرضيات البحث :

1- يتأثر اليمن بالكتل القطبية الباردة القادمة من الشمال والشمال الشرقي .
2- تختلف ظروف الطقس والحالة المناخية بين عدد من محطات منطقة البحث التي تتقارب وتتجانس طبوغرافياً وتضاريسا ،والتي تقع في إقليم تضاريسي واحد ، في حالة تعرض بعض منها إلى كتل هوائية تختلف عن الكتل التي يتعرض بعضها الأخر من محطات لها ، فمناخ اليمن وتباينه المكاني انعكاسًا لتأثير تكرار الكتل الهوائية المختلفة .
3- يتأثر اليمن بعدد من الكتل الهوائية ،تتباين فيما بينها شهرياً وفصلياً .

- منهجية البحث وأساليبه:

تتحدد منهجية الدراسة في استخدامنا المنهج العلمي الشمولي، بشقيه الاستقرائي و الاستنتاجي من خلال البحث عن المتغيرات الشمولية السطحية والعليا، التي يمكننا الحصول عليها من الخرائط الطقسية اليومية، التي تعد طريقة جديدة لتحديد هذه المتغيرات، فوق ذلك هذه الخرائط تعد مفاتيح فهم الدراسات المناخية، ومن ثم تلك المتغيرات التي يتم اشتقاقها من هذه الخرائط

هي الكتل الهوائية ومناطق المرتفعات والمنخفضات الجوية المصاحبة لها، و المتغيرات الشمولية وكيفية اشتقاقها، وتحليلها وتفسيرها بما يخدم موضوع البحث .

لتحقيق أهداف البحث بصورة صحيحة تم اعتماد أسلوبين في التحليل :

أ- اسلوب التحليل الشمولي الذي سيرتكز على تحليل الخرائط اليومية :-

1- تحليل خرائط السانبوتيكيه سطحية لجميع المنظومات الضغطية التي تؤثر في اليمن.

3- تحليل النشرات الجوية اليومية والشهرية الصادرة عن دائرة الأرصاد الجوية اليمنية.

4- تحليل الخرائط اليومية السطحية عند الساعة00.12 وهو موعد موحد لرصد المتغيرات الشمولية ، وتسجيلها على الخرائط المدروسة (السطحية، 850، 1013) ملليبار ، وتتبع هذه المتغيرات في أوقات أخرى ، للحصول على المتغيرات الشمولية مع معدلاتها الشهرية .

ب- أسلوب التحليل الإحصائي والرياضي :

يقوم التحليل الإحصائي في هذا البحث على استخدام أساليب إحصائية تتناسب وطبيعة الموضوع والبيانات المراد تحليلها ، وتشمل هذه الأساليب ما يأتي :

1- التوزيع التكراري السنوي. وسيتم من خلال عمل توزيعات تكرارية سنوية للمتغيرات الجوية السطحية والعليا .

2- استخدام أسلوب الارتباط البسيط ما بين المتغير التابع (الأمطار، الحرارة ...) وبين المتغيرات المستقلة (الكتل الهوائية) لتحديد العلاقة بين المتغيرات على مستوى المحطات المشمولة بالبحث في اليمن كل على حده حسب طريقة بيرسون (pearson).

3- استخراج علاقات الارتباط المتعدد الذي يحدد لنا معرفة العلاقة بين العناصر المناخية (المتغير التابع والمتغيرات المستقلة) وبين الظواهر الجوية الأخرى وأهمية كل عامل فيها .

وقد اعتمد البحث على مصادر مختلفة، جانب منها تناولت الجانب الطبيعي لمنطقه البحث، وتناول الجانب الأخر موضوعات مناخية، واعتمد على الإحصائيات المناخية المتعلقة باليمن والتي تضمنت (14) محطة مناخية، وهى موزعة على مناطق البلاد جميعها ، مما جعل البحث تأخذ شكلاً واقعياً أكثر وتحاشي الوقوع في التخمين أو الخطأ غير المقصود عند تحليل البيانات، وقد اتخذ البحث ثلاثة مسارات الأول، منها: جمع المعلومات والبيانات من المكتبات والدوائر الحكومية والهيئات في اليمن، وبخاصة البيانات المناخية للمحطات للفترة من عام(2010م - 2014م) ، كما تم الاستعانة ببعض الخرائط السطحية والعليا من أربعة مراكز عالمية، هي الهيئة العامة للأرصاد الجوية في الجمهورية اليمنية ، والمديرية العامة للأرصاد الجوية في الجمهورية العربية السورية ، ومركز الأرصاد الجوي بجدة في المملكة العربية السعودية ، والمركز العالمي للأرصاد الجوية في جمهورية ألمانية .

الاطار النظري للبحث

الرطوبة النسبية: هي مقدار بخار الماء الموجود فعلا في الهواء عند درجة حرارة معينة إلى مقدار ما يستطيع الهواء حملهُ لكي يصل إلى حالة التشبع، وهو في درجة الحرارة نفسها ([1])، وحالة التشبع هذه تحصل عندما يكون الهواء محملا بأقصى ما يحمله من بخار الماء ([2]) تتباين كمية الرطوبة النسبية في البلاد مكانياً وزمنياً، وتحددها عدة عوامل منها([3])التباينات الحرارية الشهرية والفصلية، و تأثير مواسم الأمطار، والمسطحات المائية ، وعامل الارتفاع .

حددت الرطوبة النسبية على أساس أن الهواء يكون رطوبته عالية إذا كانت أكثر من (80%) ورطباً بين (60- 80%) ومتوسطة الرطوبة (40- 70%)، ويكون الهواء جافاً، إذا كانت رطوبته أقل من(40%)،وشديد الجفاف دون (20%)، وعلى هذا الأساس وعند الرجوع إلى الجدول المتعلق بالرطوبة، نجد أن البلاد يوجد فيها جميع أنواع الرطوبة ، حيث نجد أن الرطوبة المرتفعة في المناطق الساحلية الحديدة(76.5%)، وأقل رطوبة وجفافا في محافظة مأرب(37%).

عندما تنخفض الرطوبة النسبية تزداد سرعة النتح، وتنخفض كمية التبخر النتح بزيادة الرطوبة عندما ترتفع درجة الحرارة كالهضبة الشرقية ([4])، (مأرب، شبوة، سيئون)، حيث تنخفض معدلات الرطوبة النسبية صيفاً، حيث سجلت (40 %، 66%، 46%)على التوالي .

وتعد الرطوبة النسبية من المؤثرات الجوية المهمة، بسبب العلاقة الدقيقة بينها وبين التبخر، حيث يزداد التبخر كلما انخفضت الرطوبة النسبية، وينعدم التبخر عندما ترتفع نسبة الرطوبة النسبية بالهواء إلى 100% ([5]).

تؤثر الرطوبة الجوية في بقية عناصر المناخ الأخرى، لأنها عامل أساسي في تكوين السحب ومظاهر التساقط المختلفة، وللتضاريس دور مهم في تحديد كمية الرطوبة النسبية ، وعلى وجه الخصوص في الإقليم الصحراوي (مأرب والجوف) ، ويتباين مقدار الرطوبة مع تكرار أنواع الكتل الهوائية ، مع خصائص السطح ، وتأثير الكتلة المدارية البحرية بعد مرورها في المسطحات المائية المجاورة، التي تساعد على رفع نسبة الرطوبة، وخصوصاً إذا كانت المؤثرات السائدة على اليابس المجاور مؤثرات بحرية، فأنها تعمل على خفض مقدار التباينات الحرارية([6])، كما أن لمواسم الأمطار دوراً في زيادة نسبة الرطوبة نتيجة لتكوين السحب، ويظهر ذلك في محطات تعز وإب وحجة، و تؤثر التباينات الحرارية الشهرية والسنوية في تباين كمية الرطوبة النسبية ، فارتفاع نسبة الرطوبة النسبية في المناطق الصحراوية خلال فصل الشتاء ، يعود إلى انخفاض في درجات الحرارة ، ويظهر في محطات سيئون ومأرب وشبوة.

---

[1]- عبدا لعزيز طريح شرف . الجغرافية المناخية والنباتية . ج. الطبعة الثانية دار المعارف . مصر 1961 ص146 .

[2]- على احمد غانم ، الجغرافيا المناخية ، دار المسيرة ، عمان ، 2003، ص 140.

[3]- عبدالله حيدر سالم . خصائص المناخ السياحي في اليمن . رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة البصرة 2003 ص36 .

[4]- علي عيد روس السقا ف . أساسيات إنتاج المحاصيل الحقلية . جامعة عدن ، كلية الزراعة . مطبعة الجامعة 1995 ص76 .

[5]- ماجد أحمد الورد. حوض وادي سرد ود، دراسة هيدرولوجية، رسالة ماجستير ، كلية التربية جامعة البصرة 2003م ص26.

[6]- فهمي علي سعيد.، الأمطار في اليمن ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الادآب ، جامعة بغداد ، 1998،ص47.

تتصف الكتلة البحرية برطوبة عالية بسبب منشئها البحري ، وهي أكثر رطوبة في الأقاليم الغربية والجنوبية من اليمن ، لوقوعها على المسطحات المائية المجاورة لها ، أمّا الأطراف الشمالية والشرقية ، فإنها تكون جافة، لوقوعها على سطح اليابس في العروض المدارية وشبه المدارية ، كما تتصف هذه الكتل بعدم استقراريتها ، مما يؤدي إلى حدوث تنوع في مظاهر الطقس وعملية التسخين التي تحدث لها تعمل على خفض الرطوبة النسبية فيها .

وفي حالة مرور الكتلة البحرية على المسطحات المائية المجاورة لمنطقة البحث تتسلم كميات من بخار الماء بواسطة التبخر ، وبذلك تبقى محتفظة برطوبة نسبية، لأنها تخضع لعمليات تدفئة مستمرة ، وينتقل بخار الماء في تيارات الحمل، ويختلط بأهوية أخرى تقع فوقه ، قد تكون كميات بخار الماء المستلمة من هذه الكتلة المدارية البحرية في أثناء النهار كبيرة ، ولاسيما مع الكتلة المدارية البحرية، التي تكون باردة عند أجزاء من هذه المسطحات المائية، وخاصة الغربية منها خلال فصل الشتاء وعلى الرغم من ذلك فإنها تبقى ذات رطوبة نسبية قليلة .

يتعرض اليمن للكتل المدارية البحرية ، التي تكتسب مزيداً من الرطوبة، نتيجة لمرورها على البحر الأحمر والبحر العربي وخليج عدن والخليج العربي ، فتتحول إلى هواء رطب مسبباً سقوط أمطار مع مرور الجبهات أحياناً في فصل الشتاء .

تتصف الكتل المدراية القارية بالجفاف الشديد في طبقاتها، بسبب الهبوط الديناميكي لهوائها وبسبب التسخين الشمسي السريع خلال النهار، والتبريد الإشعاعي السريع خلال الليل، ويرتفع محتواها من الرطوبة عند انتقالها من مناطق نشأتها القارية إلى مناطق أخرى بحرية أو رطبة([1]) .

تتباين كمية الرطوبة النسبية مكانياً و زمانياً في محطات منطقة البحث ، تبعاً للتباينات الحرارية الشهرية والفصلية ، وتأثير مواسم الأمطار والمسطحات المائية والتباينات التضاريسية ولاسيما عامل الارتفاع ([2]).

أ- التباينات المكانية للرطوبة النسبية:

1- إقليم السهول الساحلية:

ترتفع معدلات الرطوبة النسبية في إقليم السهل الساحلي، إذ تبلغ في محطات الحديدة وعدن والريان وسقطرى (76.5 % ، 68.8%، 68.1%، 68%)جدول (1)، ويرجع ذلك إلى مرور الكتل الهوائية البحرية، وتأثير عملية التبخر فوق المسطحات المائية لكل من البحر الأحمر والبحر العربي ، بسبب ارتفاع درجات الحرارة ([3])، ويزداد تكرار الكتلة المدارية البحرية من الغرب والجنوب على منطقة البحث ، وهذا يؤدي إلى رفع معدلات الرطوبة النسبية في هذه المحطات([4]). كما سجلت الرطوبة النسبية العظمى في ذات المحطات (96%، 92.8%، 94.8%، 90%) على التوالي ، والصغرى (57%، 42 %،42%،48%) .

2- إقليم المرتفعات:

يظهر في هذا الإقليم بعامّة انخفاض نسبي في قيم الرطوبة النسبية ، ويعزى إلى البعد عن المؤثرات البحرية التي تصاحب الكتل البحرية، والتي تصله وقد أفرغت حمولتها من بخار الماء بعد اصطدامها بهذه المرتفعات، وتمثله المحطات (صعده، صنعاء، ذمار، إب، تعز وقد

[1] - حسن سيد أبو العينين ، أصول الجغرافيا المناخية ، دار النهضة العربية ، بيروت 1985ص 200 .

[2] -عبد القادر عساج إسماعيل ، مناخ اليمن ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الأنبار ، العراق ، 1996، ص 75

[3] - يحيى الو شلي . محافظة الحديدة ، دراسة إقليمية ، رسالة ماجستير كلية الآداب جامعة بغداد1996 ص88

[4] - فهمي علي سعيد ، مرجع سابق، ص52.

سجلت المعدلات السنوية للرطوبة النسبية فيها(48.8%،53.3%، 50 % ،66.3 % ،61.7%) على التوالي، ويرجع انخفاض قيم الرطوبة النسبية في صعده إلى تكرار الكتل المدارية الآسيوية القارية ، وقربها من المؤثرات الصحراوية، لأن الكتل الهوائية القادمة إلى هذه المنطقة تتسم بالجفاف من أسيا وأواسط شبه الجزيرة العربية، إضافة إلى أنها تحمل ذرات رملية تعمل على امتصاص بخار الماء([1])، مما يؤدي إلى سيادة سمة الجفاف على أجزاء من هذا الإقليم.

ترتفع قيم الرطوبة في محطة إب الواقعة في وسط نطاق المرتفعات، حيث سجلت في شهر تموز(63.8 %)،ويرجع السبب لامتداد الكتل البحرية الرطبة التي تؤدي إلى الأمطار بكميات كبيرة،بعد اصطدامها بهذه المرتفعات(1473.4 ملم) ،والتي غالباً ما يصاحبها تشكل السحب، بالإضافة إلى كثافة الغطاء النباتي للمرتفعات، مع الإشارة إلى أن الارتفاع في مقدار الرطوبة في الجو يؤدي إلى حدوث ظاهرة الندى، والتي تعد مصدراً مكملاً للأمطار، مع حدوث ظاهرة الضباب في المرتفعات، فقد سجلت قيم الرطوبة العظمى في نفس المحطات على التوالي(68%،91%، 93.6%،95%،96.4%)،وهذا يقلل من أشعة الشمس الساقطة وزيادة نسبة الضباب في الجو،ومن ثم انخفاض درجة الحرارة وارتفاع نسبة الرطوبة(1م) قيم الرطوبة الصغرى (94%، 10.5%، 15%، 37.6%، 27%)على التوالي جدول (2)

[1]- حلمي عبدا لقادر . مدخل إلى الجغرافية المناخية والحيوية ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر 1987 ص169.

جدول (1) معدل الرطوبة النسبية في محطات منطقة البحث للفترة من 2010 – 2014م .
المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، إدارة المناخ ، بيانات غير منشورة ، صنعاء ، 2010

		يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
السهول الساحلية	الحديدة	73	71.8	74	74	73.3	76	76.5	75.5	75.5	72	71	71.5	73.6
	عدن	57.6	63.7	64.8	65.2	66.2	68	67.4	65.8	68.8	63	63.7	64.1	64.9
	الريان	60	64.9	60.4	66.7	67.2	67.8	68	68.1	66.5	66.8	64.5	63.5	65.4
	سقطرى	65	64.5	66.5	67.5	63	68	68	68	65.3	64.5	64.5	64.5	65.8
المرتفعات الغربية والمناطق الداخلية	ذمار	48	46.2	47.3	45.8	48.6	50	49.3	47.5	48	46.8	45	49	47.6
	إب	54	56	54.8	57	57.8	63.8	65.3	66.3	64.5	61.5	58	56.6	59.6
	حجه	60.3	60.0	57.3	57.7	53.4	48.5	53.6	55.6	51.6	48	54	58.5	54.9
	لحج	70.6	70.6	69	66.3	64.7	63.3	62.7	64	66.8	65.7	64.3	68	66.3
	صنعاء	48.5	47.2	45.7	47	48	48.4	49	52.5	53.3	49.5	47.7	47	44.8
	تعز	58.5	56.9	56.5	56.6	55	58.8	60.1	61.7	58.3	55.4	54.7	55.5	57.3
	صعدة	47.5	47.5	47	44	45.4	46.5	48	48.3	46.7	47	48	48.8	47.1
الاقليم الصحراوي	سيئون	50.5	47.4	47.9	44.5	46.3	46.5	46	44	46.5	45	44.5	49.5	46.6
	شبوة	64	62	54	55	63	71	66	77	73	52	43	47	60.6
	مأرب	45	43	42.5	44.5	43	42	40	41.5	37.8	37	39.5	43	41.6

والعلاقة عكسية بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة ،أي كلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح ، وتكرار الكتل الهوائية المدارية يزيد من درجة الحرارة ويقلل من الرطوبة النسبية، بينما الكتل الباردة تخفض الحرارة وتزيد من الرطوبة ، ولا ننسَى العوامل الأخرى التي تؤثر في الرطوبة النسبية.

3- الإقليم الصحراوي الشرقي:

تنخفض قيم الرطوبة النسبية إذ بلغت أدنى قيمها في محطات هذا الإقليم الذي يضم (مأرب، سيئون ،شبوة) والتي سجلت (44.5%،49.5% ،77%) على التوالي، وتمثل محطة مأرب أدنى قيم الرطوبة على مستوى منطقة البحث، يرجع سبب ذلك إلى تكرار الكتل المدارية القارية، والتي ترتفع فيها درجة الحرارة صيفاً، ومجاورة هذا الإقليم الصحراوي لصحاري الجزيرة العربية وندرة الغطاء النباتي ([1])، نتيجة لقلة الأمطار وانعدامها أحياناً ، حيث لا تتجاوز كمياتها في بعض السنوات مثل عام 1984 م بلغ (20 ملم) بالإضافة إلى سيادة الجفاف، وهبوب الرياح الشمالية الشرقية الجافة شتاءً، والتي تقوم ذراتها الرملية بامتصاص ذرات بخار الماء من الجو مما يقلل من الرطوبة السببية([2]) ، كما أشار جدول (2) إلى قيم الرطوبة النسبية العظمى (77%، 89 ،90%) فيما سجلت الرطوبة النسبية الصغرى(12%، 11.2% 13%) .

ب - التباينات الفصلية للرطوبة النسبية :

الرطوبة النسبية تختلف في اليمن باختلاف الفصول ،ويعزى ذلك إلى تأثير العوامل الثابتة والمتغيرة في اليمن، حركة وتكرارات الكتل الهوائية والضغوط الجوية، كما هو الحال في فصلي الربيع والصيف في معظم المحطات الساحلية ، وفصلي الخريف والشتاء في المحطات الصحراوية جدول (3)

1- **فصل الشتاء** :

محطات السهل الساحلي في فصل الشتاء ، ترتفع فيها قيم الرطوبة النسبية ، فقد سجلت في الحديدة (72.1%) وعدن(61.8%) والريان (62.8%) وسقطرى (64.7%) ، في حين تكون عند أطراف الجبال مرتفعة في لحج (69.7%) ، في حين تنخفض في المرتفعات والهضاب الوسطى في صعده شمال اليمن وتعز في الجنوب (47.9 %) (57%) على التوالي، وتتراوح في المناطق التي بينها، وتقل عن (50%) في محطات الصحاري الداخلية ، نتيجة لتكرار الكتل الهوائية المدارية وهبوب الرياح الشمالية الشرقية الجافة .

إلى المناطق الشمالية والشرقية، وهي قليلة الرطوبة في مأرب وسيئون(41.7 %،45.5 %) على التوالي.

2- فصل الخريف :

الرطوبة النسبية في الخريف أقل مما هي عليه في بقية الفصول، إذ إنها منخفضة في الإقليم الساحلي عدن (65.2 %) والريان (65.9 %) ، وأعلى قيمة في الحديدة(72.8 %) ، فيما سجلت الرطوبة النسبية انخفاضاً في المرتفعات أكثر من السواحل، والتي تراوحت بين 51.2% في حجة وفي صنعاء (50.2 %) وفي إب (61.3 %)، ويرجع ذلك إلى تكرار الكتل الهوائية الحارة، و قلة الأمطار والغطاء النباتي وأدنى قيم سجلت في الإقليم الصحراوي في مأرب(38.1 %) وسيئون(45.3 %) وفي شبوة (56 %) وهي تظهر مدى قلة الرطوبة، وسيادة أحوال الجفاف في هذا الإقليم .

[1]- حميد سعيد المخلافي. اليمن دراسة في الجغرافية السياسية ، مرجع سابق ص38.

[2] - حسين إبراهيم قطريب ، نحو منظومة متكاملة في وسائل وتقنيات الاستفادة من مياه الأمطار في أشكال سطح الأراضي الجافة ، مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية ، 2007، ص189.

الاقاليم		يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السهول الساحلية	الحديدة	93	91	94	94	93.6	95	96	96	94	93	92	92
	عدن	90	90.8	90.6	90.2	90.5	92	92.8	92.6	91.2	91	90.3	89.2
	الريان	90.3	92	91	93.4	94.6	95	94.8	94.2	93	94.5	92	91
	سقطرى	87	85	88	90	87	90	89	88	84	85	86	87
المرتفعات الغربية والجنوبية والمناطق الداخلية	صعدة	85	81	82	78	79.8	80	82	83	81	82	83	86
	صنعاء	89	87	85	86	88	88	89	90	91	90	88	87
	ذمار	84	91.4	93	91	93.6	85	84	83	84	81.5	90	85
	إب	83.5	87	87.5	91	92	93.5	94	95	94	92	91	89
	تعز	94	93.8	95	95	90	94.4	95.4	96.4	94	93	92	93
الاقليم الصحراوي	مأرب	77	75	74	77	75	74	72	74	68	66	69	75
	سيئون	89	86	87.5	82	84	85	83	80	84	82	80	88
	شبوة	85	82	87	88	89	88	90	83	79	81	80	82

جدول (2) معدل قيم الرطوبة النسبية العظمى في بعض محطات منطقة البحث للفترة من 2010حتى 2014م

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، إدارة المناخ ، بيانات غير منشورة ، صنعاء ، 2010م.

جدول(3) قيم الرطوبة النسبية الصغرى في محطات منطقة البحث للفترة من 2010- 2014م.
المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،إدارة المناخ ، بيانات غير منشورة، الجمهوري اليمنية 2010

الاقاليم		يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السهول الساحلية	الحديدة	53	52.6	54	54	53	56	57	55	57	51	50	51
	عدن	25.6	36	39	40.2	42	44	42	39	36	35	37	39
	الريان	29.6	37.8	29.8	40	39.8	40.5	41.2	42	40	39	37	36
	سقطرى	43	44	45	45	39	46	47	48	46.5	44	43	42
المرتفعات الغربية والجنوبية والمناطق الداخلية	صعدة	10	14	12	10	11	13	14	13.5	12.4	12	13	11.5
	إب	24.5	25	22	23	23.5	34	36.6	37.6	35	31	25	24.3
	صنعاء	8	7.4	6.5	8	8	8.8	9	10	10.5	9	7.8	7
	حجه	10	14	11	10	12	12	13	13	12	11	13	12
	لحج	26	29	32	21	36	27	28	25	22	29	31	34
	تعز	23	20	18	18.2	20	23.2	24.8	27	22.5	17.8	17.4	17.9
	ذمار	12	11	11.5	10.5	13.5	15	14.6	12	14	12	10	13
الاقليم الصحراوي	شبوة	11.2	10.5	12	10	9	9.5	8	9	10	11	12	13
	سيئون	12	8.8	8.2	7	8.5	8	8.9	8	9	8	7	11.2
	مأرب	13	11	11	12	11	10	8	9	7.5	8	10	11

جدول(4)المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية لمحطات منطقة البحث

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (2) .

الاقاليم	المحافظات	فصل الشتاء ديسمبر - فبراير	فصل الربيع مارس - مايو	فصل الصيف يونيو - أغسطس	فصل الخريف أكتوبر – نوفمبر
السهول الساحلية	الحديدة	72.1	73.8	76	72.8
	عدن	61.8	65.4	67.1	65.2
	سقطرى	64.7	65.7	68	64.8
	الريان	62.8	64.8	68	65.9
المرتفعات الغربية والجنوبية والمناطق الداخلية	صعدة	47.9	45.5	47.6	47.2
	إب	55.5	56.5	65.1	61.3
	حجه	59.6	56.1	52.6	51.2
	لحج	69.7	66.7	63.3	65.6
	صنعاء	47.6	46.9	50	50.2
	تعز	57	56	60.2	56.1
	ذمار	52.6	47.2	48.9	46.6
الاقليم الصحراوي	سيئون	49.1	46.2	45.5	45.3
	شبوة	57.7	57.3	71.3	56
	مارب	43.7	43.3	41.7	38.1

3- فصل الربيع :

تستمر في فصل الربيع الرطوبة النسبية بالارتفاع ولاسيما في الحديدة (73.8 %) وعدن (65.4 %) والريان (64.8 %) وتحافظ على ارتفاعها عند أطراف الجبال في لحج(66.7 %) وإب(56.5%) وحجة(56.1%) في حين تتراجع في الإقليم الصحراوي نسبيا، فسجلت في مأرب(43.3%) وفي شبوة(57.3%) وسيئون(46.2)، بينما تكون في إقليم المرتفعات متفاوتة بين الزيادة في ذمار(47.2%)وتعز (56 %) ومتناقصة في صعده (45.5 %) وفي صنعاء (46.9 %)، وتعود زيادة الرطوبة النسبية في هذا الفصل إلى امتدادات تكرار الكتل الهوائية من المسطحات المائية المجاورة، بالإضافة إلى أن هذا الفصل هو بداية موسم الأمطار .

4- فصل الصيف :

الرطوبة النسبية في فصل الصيف تتأثر بموسم الأمطار الفصلية ،فهي متقاربة مع فصل الربيع حيث تتراوح بين(50%) في صنعاء وفي صعده (47.6%) وتزيد في تعز (60.2%) ،في الوقت الذي تكون في السهل الساحلي تتراوح بين (67.1% ،76%) في عدن والحديدة ،و(68 %) في كل من سقطرى والريان ، ويرجع ذلك إلى حركة التيارات البحرية والكتل الهوائية على المسطحات المائية المجاورة في المحيط الهندي والبحر الأحمر والبحر

العربي ،والتي تترك جزءًا كبيراً من حمولتها من الرطوبة في السواحل ([1])، وتوزع ما تبقى عندما تتوغل نحو المناطق الداخلية .

التحليل الإحصائي لأثر تكرار الكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية

اساسيات التحليل الاحصائي للبيانات:

يقوم التحليل الإحصائي في هذا البحث على استخدام أساليب إحصائية، وطرق تتناسب وطبيعة الموضوع ، و البيانات المراد تحليلها ، لتحقق الوصول إلى توضيح العلاقة بين العناصر المناخية ، وبين الكتل الهوائية . وسوف نركز في هذا البحث على الرطوبة النسبية (كمتغيرات تابعة) والكتل الهوائية (كمتغيرات مستقلة)، بالاعتماد على البيانات الحرارية الشهرية المسجلة لمعدلات الرطوبة النسبية وتكرارات الكتل الهوائية المسجلة ، وتمثل البرنامج الإحصائي المستخدم هو (SPSS.13) .

ولما كان هناك أكثر من طريقة في هذا البرنامج لتحليل الانحدار ، فقد استخدم الباحث معادلة خط الانحدار المتعدد (R^2) ، وهي تحدد مقدار العلاقة بين المتغيرات المستقلة (الكتل الهوائية)، والمتغيرات التابعة جميعها(الرطوبة النسبية) ، وتظهر إسهام كل عنصر من المتغيرات المستقلة على حدة بالنسبة للمتغيرات التابعة ، كما تظهر هذه الطريقة أيضاً التأثيرات الجزئية، التي تقوم بحساب العلاقة بين متغيرين مع تثبيت أو عزل متغيرات أخرى، وقد كانت نتائج هذه الأساليب الإحصائية أكثر توضيحاً للتأثير من بقية الطرق في برنامج تحليل الانحدار ، وعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات في العمليات الحسابية لكل نوع من أنواع التحليل التي تم رصدها، إلا أنها في الاتجاه نفسه تقريباً، وهو تحليل معدل خط الانحدار للعلاقة بين متغيرين أو عدة متغيرات (2) .

نخلص إلى أن التحليل الإحصائي، هو لمعرفة تأثير الكتل الهوائية بصفة عامة في الرطوبة النسبية ، ثم معرفة التأثيرات الجزئية لكل كتلة على حدة، ومدى تأثيرها في هذه الرطوبة النسبية ، بعدها تم معرفة نوع العلاقة الارتباطية بالاعتماد على معامل بيرسون كلً على حدة، وتأثيرها على الرطوبة النسبية (إيجابية أو عكسِية) ، ومعرفة ذلك بواسطة دلالتها الإحصائية، وهل هي معنوية أو غير معنوية، وإذا كانت غير معنوية فهذا يشير إلى أنها غير مؤثرة لأنها غير دالة إحصائياً وغير معنوية، والعكس صحيح.

1- **محطة صنعاء** :

يوضح الجدول(5) وجود علاقة تأثير معنوية بين الكتل الهوائية ومعدل الرطوبة النسبية، حيث يشير معامل التحديد(R^2)للنموذج العام إلى أن(0.71)من تكرارات الكتل الهوائية تؤثر في معدل الرطوبة النسبية، كما يؤكد ذلك قيم(F)المحسوبة فهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية مقبولة.

[1] - The contribution of evapontion from the Great lakes to the continual atmosphere; estimate based on staled isotope date .Geophysied Search letters vol .21، 560، 1994.p162.

[2] - صفوح خير، الجغرافية،موضوعها، ومناهجها، وأهدافها ،ط2 ، دار الفكر، دمشق ،سورية ، 2002 ، ص89.

بالنسبة للتأثيرات الجزئية للكتل الهوائية، التي وضحتها معامل(beta)وبدلالة قيم(t)المحسوبة، والتي أشارت إلى عدم وجود تأثيرات جزئية للكتل الهوائية، كل واحدة، منها على حدة ،على معدل الرطوبة النسبية فيما يخص الرطوبة النسبية العظمى، كما يشير الجدول إلى وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية على الرطوبة النسبية العظمى، كما أشار إليه معامل(R^2)وبدلالة قيم(f)المحسوبة إلى أن(0.72) من تكرارات الكتل الهوائية يؤثر في الرطوبة النسبية العظمى، المقاسة ليلاً في هذه المحطة وغيرها،وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة.

إنّ التأثيرات الجزئية للكتل الهوائية بينت أن الكتل السيبيرية والكتل المدارية الآسيوية لها أثر مهم في الرطوبة النسبية، فكلما زادت تكرارات الكتل السيبيرية انخفضت الرطوبة النسبية العظمى، والعكس فيما يخص الكتلة المدارية الآسيوية والأفريقية التي تزيد من الرطوبة النسبية كلما انخفض تكرارها ، وكلما نقصت درجة الحرارة زادت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، وليس للكتل الهوائية تأثيرات جزئية على معدل الرطوبة العظمى . أما فيما يتعلق بمعدل الرطوبة النسبية الصغرى

في محطة صنعاء فقد وضح الجدول (1) والشكل البياني (1)وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية مع الرطوبة النسبية الصغرى، حيث أشار معامل التحديد(R^2) إلى أن (78) من تكرار الكتل الهوائية يؤثر في الرطوبة النسبية الصغرى بدلالة قيم (f) المحسوبة وبدلالة معنوية إحصائية مقبولة ، بينما أشارت التأثيرات الجزئية لهذه الكتل، إلى عدم وجود تأثيرات جزئية لها على معدل الرطوبة النسبية الصغرى .

أما علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية والعظمى والصغرى فموجودة ، ولكنها غير دالة إحصائياً، وغير معنوية في أغلبها، ما عدا تأثير الكتلة السيبيرية التي سجلت قيم (0.71-) كانت العلاقة عكسية ،أي أنه كلما تكررت الكتلة السيبيرية زادت الرطوبة النسبية العظمى .والعكس صحيح، والمدارية الآسيوية والأفريقية (0.86، 0.58) وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة علاقة إيجابية، أي كلما زادت تكرار هاتين الكتلتين انخفضت الرطوبة النسبية العظمى، وهو صحيح بالنسبة للأولى، وهو غير واضح بالنسبة للثاني.

2- محطة عدن:

وضح الجدول(5) وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية والعظمى والصغرى، حيث يشير معامل التحديد(R^2)للنموذج العام وبقيم(f)والمحسوبة إلى أن(0.76، 0.83، 0.80)على التوالي ،وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة عموماً، وتعني أن الكتل الهوائية تؤثر في معدلات الرطوبة النسبية الثلاثة في هذه المحطة.

التأثيرات الجزئية للكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية، والتي بينَها معامل beta وبدلالة قيم(t)المحسوبة، حيث وجود تأثير للكتلة المدارية البحرية، التي تؤثر في هذه المحطة بوصفها منطقة ساحلية مفتوحة على الخليج والبحر العربي ، مما يجعلها تكتسب أكبر قدر من الرطوبة النسبية، التي تخفض من حدتها ارتفاع معدلات درجة الحرارة نهاراً(0.83، 0.89، 0.64) على التوالي، ولكنها على الرغم من ذلك مرتفعة الرطوبة، وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة.

أما بقية الكتل الهوائية فقد حدد معامل Beta عدم وجود تأثير معنوية لها ، وهي غير دالة إحصائياً، وغير معنوية، كما هو موضح في جدول التحليل الإحصائي والأشكال البيانية (2).

أمّا علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدل الرطوبة النسبية والرطوبة العظمى والصغرى، فقد وضح الجدول وجود علاقة ارتباط متفاوتة بين الكتل الهوائية وهذه المعدلات، وهي ذات دلالة إحصائية ومعنوية مقبولة.حيث سجلت الكتلة السيبيرية مع معدل الرطوبة،

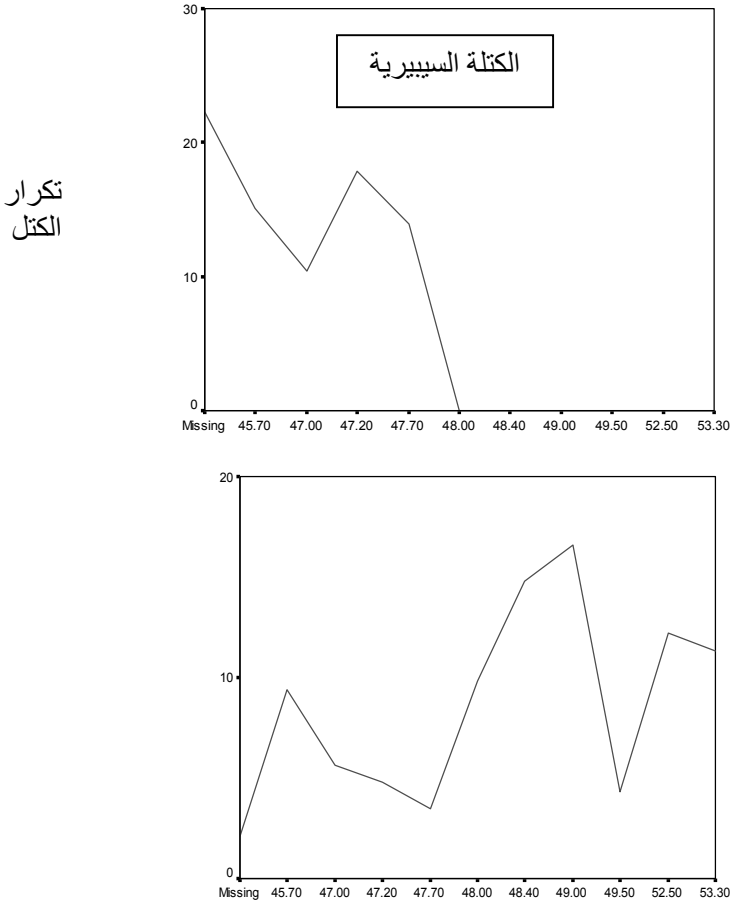
والرطوبة العظمى والصغرى(0.70-، 0.65-،0.57-)على التوالي وهي نسب متوسطة وعلاقة عكسية بين الكتلة السيبيرية ومعدلات الرطوبة ، وهي تعني أنه كلما زادت تكرار هذه الكتلة انخفضت معدلات الرطوبة النسبية والعكس صحيح.

فيما جاءت علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية الأخرى وبين معدلات الرطوبة النسبية، الكتلة المدارية الآسيوية(0.79، 0.82، 0.67)، والكتلة المدارية البحرية(0.64، 0.79، 0.42) ،والكتلة المدارية الأفريقية(0.67، 0.85، 0.76)، الكتلة الأوروبية(0.72، 0.61، 0.72)، فالكتل الهوائية المدارية الآسيوية والأفريقية، تؤدي إلى رفع درجة الحرارة مع خفض الرطوبة النسبية،وهذا مغاير لما هو موضح في هذا التحليل، بينما جاءت الكتلة المدارية البحرية بعلاقة جيدة مع الرطوبة النسبية،حيث تؤدي إلى رفع معدلات الرطوبة النسبية، مع زيادة تكراراها، بوصفها منطقة ساحلية، تتعرض مثل هذه الكتل وتزيد من رطوبته

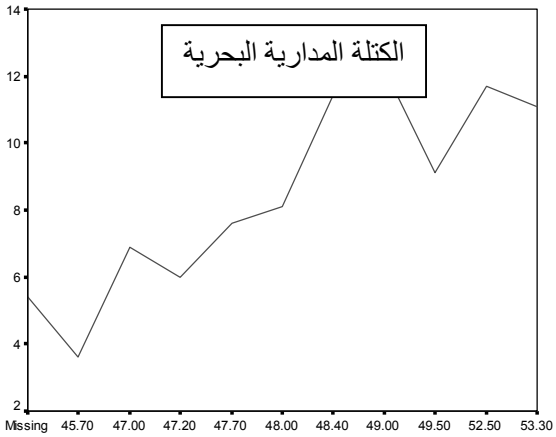
جدول(5) تحليل أثر تكرار الكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية في محطات صنعاء وعدن..
المصدر من عمل الباحث اعتمادا على الجداول المناخية.

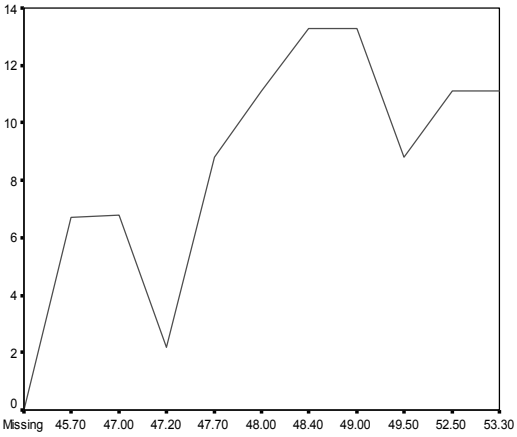
المحطات	العناصر المناخية	الكتل الهوائية	الأرتباط	Sig 0.05	الانحدار المتعدد					
					معامل Beta	T	Sig 0.05	معامل التحديد R^2	F	Sig 0.05
صنعاء	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	0.51	غ	0.02	0.03	غ	0.71	2.9	م
		مدارية أسيوية	0.34	غ	0.22	0.42	غ			
		مدارية بحرية	0.74	غ	1.18	2.9	م			
		مدارية أفريقية	0.31	غ	-0.45	-0.72	غ			
		الأوروبية	0.14	غ	0.42	0.89	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	0.42	غ	0.33	0.47	غ	0.72	6.9	م
		مدارية أسيوية	0.16	غ	0.05	0.14	غ			
		مدارية بحرية	0.71	غ	1.41	0.00	م			
		مدارية أفريقية	0.31	غ	0.27	-0.61	غ			
		الأوروبية	0.02	غ	0.61	1.80	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	0.71	م	-0.23	0.54	غ	0.78	8.9	م
		مدارية أسيوية	0.51	غ	0.26	0.76	غ			
		مدارية بحرية	0.86	م	1.1	4.3	م			
		مدارية أفريقية	0.58	م	-0.46	1.1	غ			
		الأوروبية	-0.23	غ	0.39	1.27	غ			
عدن	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	-0.70	م	0.34	0.56	غ	0.76	3.8	م
		مدارية أسيوية	0.79	م	0.43	0.87	غ			
		مدارية بحرية	0.64	م	-0.89	1.5	م			
		مدارية أفريقية	0.85	م	0.62	1.7	غ			
		الأوروبية	-0.61	م	0.13	0.31	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	-0.65	م	-0.25	-0.49	غ	0.83	5.9	م
		مدارية أسيوية	0.82	م	0.53	1.30	غ			
		مدارية بحرية	0.79	م	0.53	1.76	غ			
		مدارية أفريقية	0.67	م	0.57	-1.20	غ			
		الأوروبية	-0.72	م	0.28	-0.76	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	-0.57	م	0.27	-0.49	غ	0.80	4.8	م
		مدارية أسيوية	0.67	م	-0.29	-0.65	غ			
		مدارية بحرية	0.42	غ	-0.64	-1.9	غ			
		مدارية أفريقية	0.76	م	0.86	1.6	غ			
		الأوروبية	-0.70	م	-0.64	-1.6	غ			

شكل (1) تأثير الكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية في محطة صنعاء.



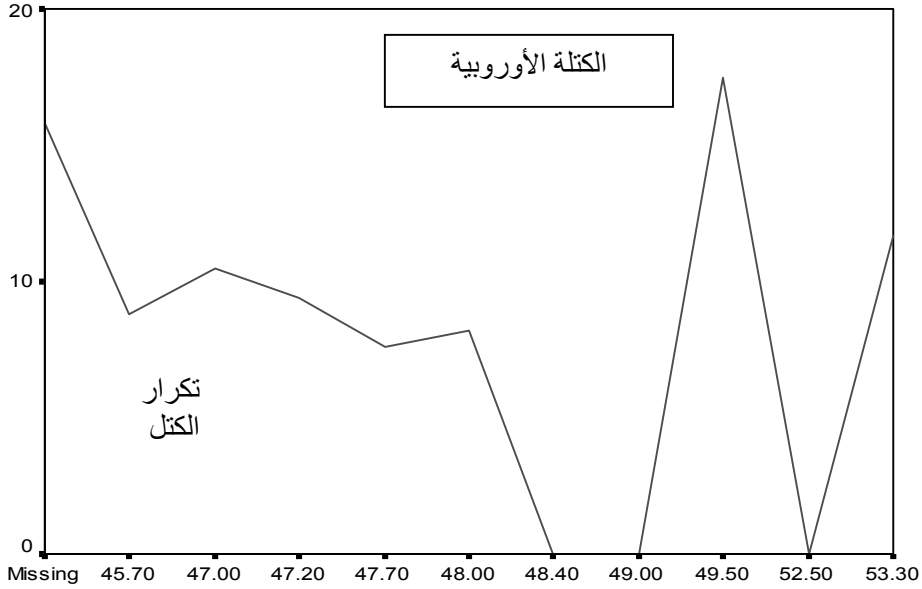
الكتلة المدارية الأفريقية





معدل الرطوبة النسبية

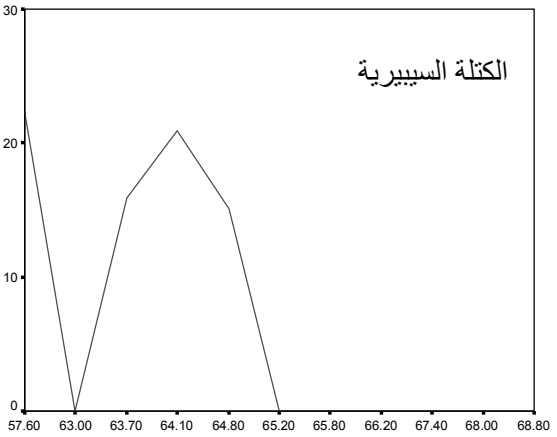
معدل الرطوبة النسبية



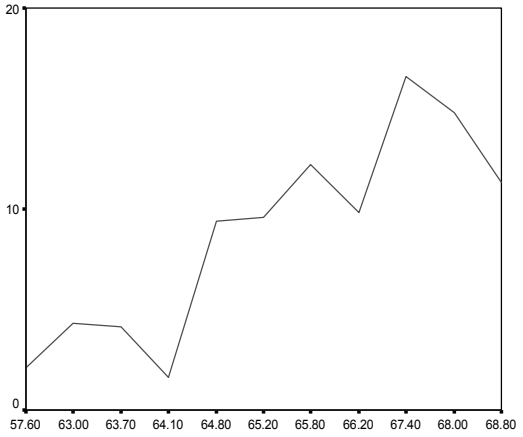
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (5).

شكل (2) تأثير الكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية في محطة عدن.

الكتلة المدارية الآسيوية القارية

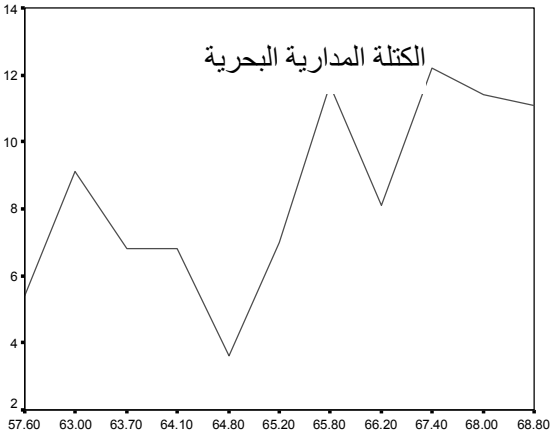


تكرار
الكتل



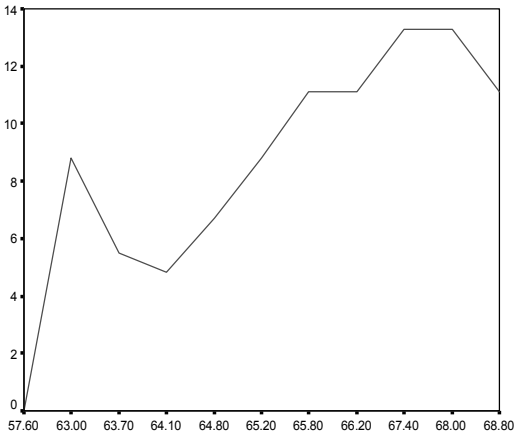
معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية



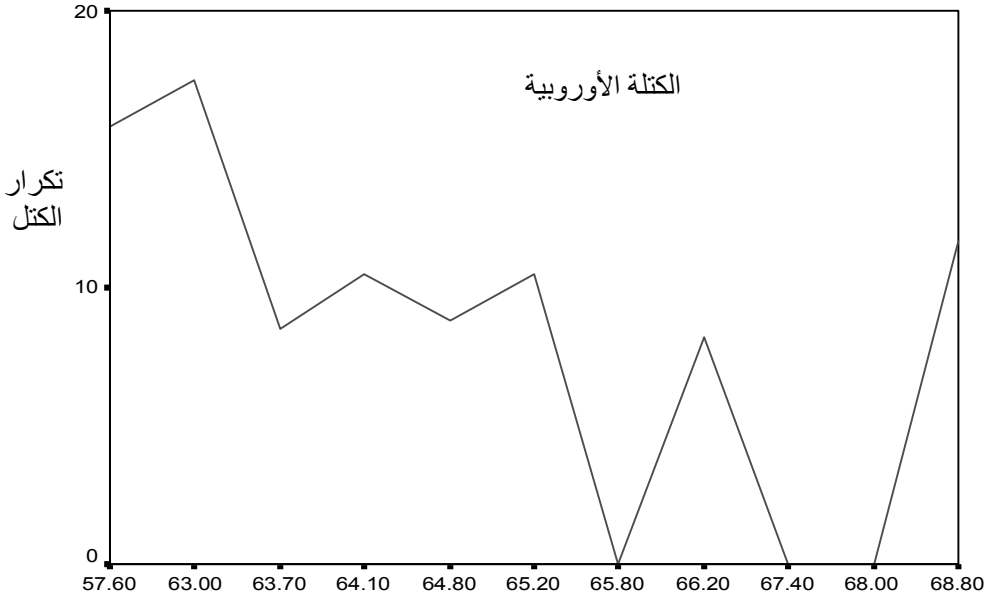
الكتلة المدارية الأفريقية

تكرار الكتل



معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (5)

3- محطة تعز:

وضح الجدول(6) وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية العظمى والرطوبة النسبية الصغرى،حيث أشار معامل التحديد(**R^2**)لنموذج العام إلى أن(0.85، 0.47، 0.73) من نسبة التأثير في معدلات الرطوبة النسبية هي من الكتل الهوائية، كما أكدت ذلك قيم(f)المحسوبة، ، فهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة مع معدل الرطوبة النسبية، والرطوبة النسبية الصغرى،وغير معنوية مع الرطوبة النسبية العظمى.

التأثيرات الجزئية للكتل الهوائية لمعاملbetaبدلالة(t)المحسوبة،أشارت إلى وجود تأثير للكتل الهوائية المدارية الآسيوية القارية والبحرية (0.90، 0.85)على التوالي في الرطوبة، وتعني الأولى زيادة درجة الحرارة وانخفاض معدل الرطوبة وزيادة تكرار الثانية البحرية يؤدي إلى زيادة معدل الرطوبة النسبية، وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة، وغير معنوية مع بقية الكتل، أما فيما يتعلق بالرطوبة النسبية العظمى فالتأثيرات الجزئية للكتل الهوائية غير دالة إحصائياً، وغير معنوية، وتعني عدم تأثير الكتل الهوائية كل على حدة في الرطوبة النسبية العظمى.

إنّ الرطوبة النسبية الصغرى جاءت من تأثيرات الكتل الهوائية غير دالة إحصائياً، وغير معنوية ماعدا تأثير الكتلة المدارية البحرية التي سجلت(0.97)وبدلالة قيم(t)المحسوبة وهي ذات دلالة إحصائية معنوية مقبولة،وهي تؤدي إلى زيادة نسبة الرطوبة النسبية، قد يكون لوقوعها في المناطق المفتوحة على البحر الأحمر من هذه المحطة.

أمّا علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية ، فجاءت ضعيفة وغير معنوية ، لاسيما مع معدل الرطوبة النسبية العظمى، فيما جاءت علاقة الارتباط مع الرطوبة

النسبية الصغرى إيجابية، ومتوسطة مع المدارية الآسيوية(0.61) ومع المدارية البحرية

الانحدار المتعدد	Sig 0.05	الأرتباط	الكتل الهوائية	¶ ¬ ⊐ ٩	٩ ١

(0.67-) ومع الأوروبية (0.60-) وكذلك جاءت مع معدلات الكتل نفسها بالقيم (0.62، 0.58، 0.59-) على التوالي .

قد تكون هناك أسباب أخرى تؤدي إلى تأثير هذه الكتل في معدلات الرطوبة النسبية في هذه المحطة ، وعموماً هناك جزء مفتوح من هذه المنطقة يطل على المسطح المائي البحر الأحمر ، والتي يزيد فيه نشاط الكتلة المدارية البحرية، التي تزيد من معدلات الرطوبة النسبية ، وكذلك يتكرر وصول الكتل الأخرى الإفريقية والآسيوية ، والتي تؤدي إلى انخفاض الرطوبة ولاسيما في النهار، مع أنها ترفع من معدلات درجة الحرارة.

جدول(6) تحليل أثر تكرار الكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية في محطات تعز وذمار.

		السيبيرية	-0.30	غ	-0.09	-0.18	غ			
	معدل الرطوبة النسبية	مدارية أسيوية	0.62	م	0.90	2.3	م			
		مدارية بحرية	0.58	م	0.85	2.9	م	0.85	6.8	م
		مدارية أفريقية	0.27	غ	-1.36	-2.9	م			
		الأوروبية	-0.59	م	-0.25	-0.72	غ			
		السيبيرية	-0.13	غ	-0.11	-0.12	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	مدارية أسيوية	0.44	غ	0.93	1.27	غ			
تعز		مدارية بحرية	0.24	غ	0.32	0.60	غ	0.47	1.1	غ
		مدارية أفريقية	0.09	غ	1.12	1.32	غ			
		الأوروبية	-0.39	غ	-0.17	0.27	غ			
		السيبيرية	0.35	غ	0.08	-0.16	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	مدارية أسيوية	0.61	م	0.73	1.92	غ			
		مدارية بحرية	0.67	م	0.97	2.5	م	0.73	7.2	م
		مدارية أفريقية	0.33	غ	1.3	-2.8	م			
		الأوروبية	-0.60	م	0.26	0.76	غ			
		السيبيرية	-0.19	غ	1.19	1.20	غ			
	معدل الرطوبة النسبية	مدارية أسيوية	0.46	غ	1.05	1.41	غ			
		مدارية بحرية	0.43	غ	0.68	1.24	غ	0.44	0.94	م
		مدارية أفريقية	0.32	غ	0.32	0.36	غ			
		الأوروبية	-0.39	غ	0.00	0.83	غ			
		السيبيرية	-0.20	غ	-0.59	-0.95	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	مدارية أسيوية	-0.07	غ	-0.19	-0.39	غ			
		مدارية بحرية	0.60	م	1.49	-4.01	غ	0.75	3.59	غ
		مدارية أفريقية	0.15	غ	0.31	0.52	غ			
ذمار		الأوروبية	0.003	غ	-0.59	1.33	غ			
		السيبيرية	-0.42	غ	1.24	1.73	غ			
		مدارية أسيوية	0.60	م	1.15	1.97	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	مدارية بحرية	0.63	م	0.85	1.98	غ	0.67	2.30	غ
		مدارية أفريقية	0.53	غ	0.53	0.77	غ			
		الأوروبية	-0.40	غ	0.82	1.59	غ			

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جداول العناصر المناخية .

4- ذمار :

يوضح الجدول (6) عدم وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية في الرطوبة النسبية ، بدلالة إحصائية غير معنوية، وغير مقبولة ، فيما يتعلق بالتأثيرات الجزئية، كذلك أظهر معامل beta بدلالة قيم t المحسوبة، عدم وجود تأثيرات معنوية للكتل على الرطوبة النسبية ، وقد يرجع السبب إلى موقع هذه المحافظة في منطقة الأحواض المتوسطة بين المرتفعات الغربية والوسطى

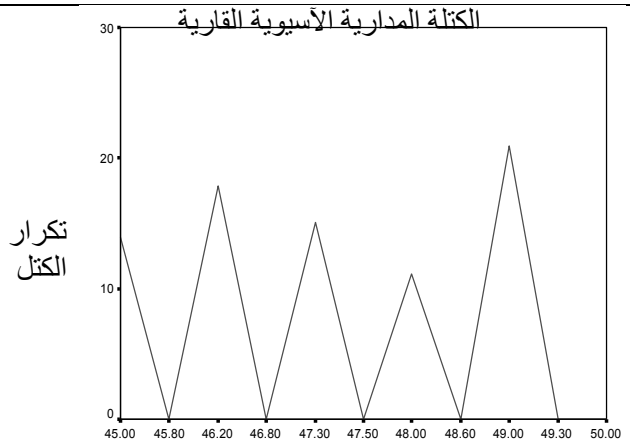
والهضاب الداخلية ، مما جعل كمية الرطوبة النسبية قليلة في هذه المحافظة، لارتفاع درجة الحرارة ونسبة الجفاف . الأشكال البيانية (3) توضح ما ورد في الجدول (6).

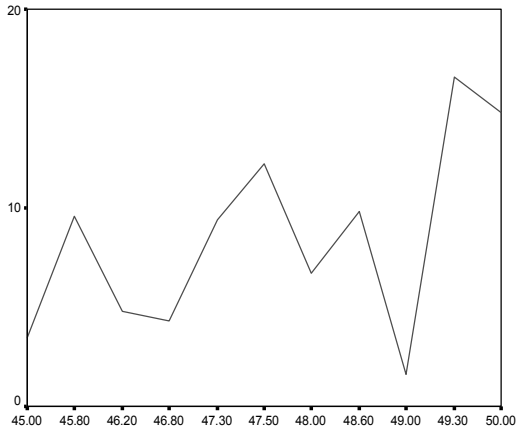
أمّا علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية ، فكانت ضعيفة، وغير إحصائية وغير معنوية ، باستثناء الكتلة المدارية الآسيوية، التي أظهرت علاقة متوسطة مع الرطوبة النسبية ،وهي تؤدي إلى خفض الرطوبة في هذه المحطة.

5- محطة الريان:

يوضح الجدول(7)وجود علاقة تأثير معنوية بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية ،حيث يشير معامل التفسير للنموذج(R^2) إلى أن(0.91، 0.83، 0.86)لمعدل الرطوبة النسبية والرطوبة النسبية العظمى،والرطوبة النسبية الصغرى،أي أن الكتلة الهوائية تؤثر في معدلات الرطوبة النسبية بدلالة قيم(f)المحسوبة وبدلالة إحصائية معنوية مقبولة لكل قيم التأثير على الرطوبة النسبية.

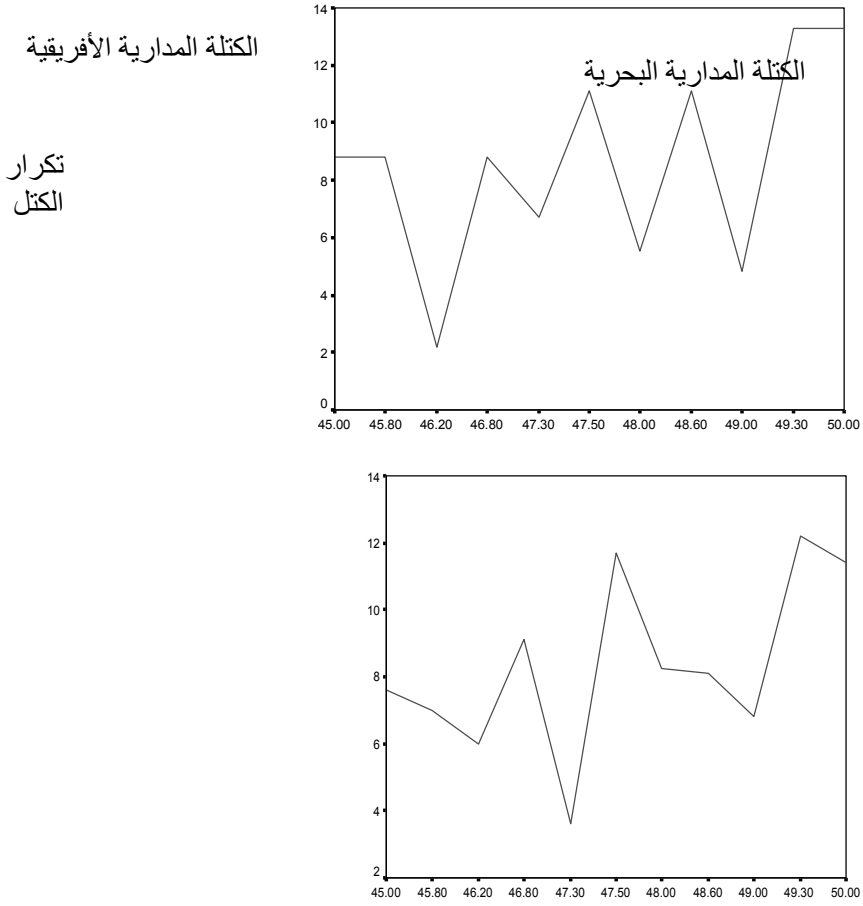
أمّا التأثيرات الجزئية فقد وضح الجدول والأشكال البيانية (4)، أن معاملbeta بدلالة قيم(t)المحسوبة، أظهرت أن هناك تأثيرات للكتلة البحرية على معدل الرطوبة النسبية في هذه المحطة، وهي من المناطق الساحلية التي سواحلها واسعة على البحر العربي، وتهب عليها الكتلة المدارية البحرية من الجنوب والجنوب الشرقي، فتزيد من معدلات الرطوبة النسبية ليلاً ونهاراً، حيث سجلت الكتلة المدارية البحرية(0.81)وبدلالة إحصائية معنوية مقبولة، أما التأثيرات الجزئية العكسية فقد كانت من نصيب الكتلة المدارية الآسيوية(0.64-)، وبذلك فكلما زاد تكرار هذه الكتلة، انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح.

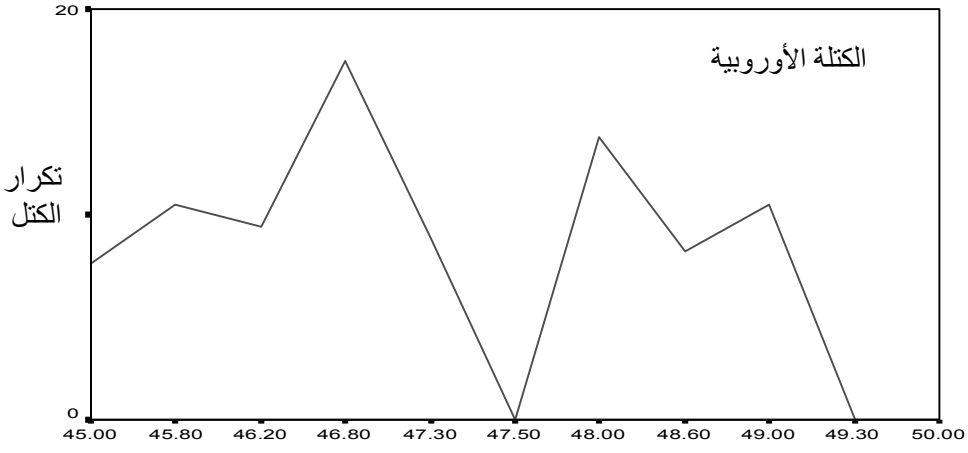




معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية





شكل (3)) تأثير الكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية في محطة ذمار.

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (6)

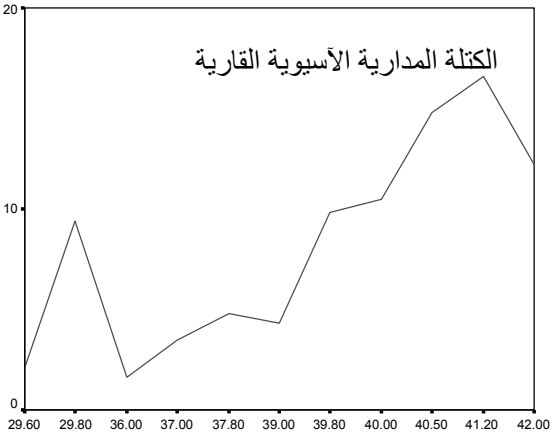
المحطة	العناصر المناخية	الكتل الهوائية	الأرتباط	Sig 0.05	الانحدار المتعدد					
					معامل Beta	T	Sig 0.05	معامل التحديد R^2	F	Sig 0.05
الريان	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	-0.87	م	-1.17	-3.3	م	0.91	13.2	0.03
		مدارية أسيوية	0.63	م	-0.64	-2.2	م			
		مدارية بحرية	0.85	م	0.81	1.5	م			
		مدارية أفريقية	0.80	م	-0.32	-0.95	غ			
		الأوروبية	0.51	غ	-0.57	-2.3	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	-0.92	م	-1.11	2.9	غ	0.83	7.94	م
		مدارية أسيوية	0.71	غ	-0.34	1.12	م			
		مدارية بحرية	0.80	م	0.100	0.45	غ			
		مدارية أفريقية	0.85	م	0.17	-0.47	غ			
		الأوروبية	0.50	غ	0.38	-1.43	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	0.80	م	1.14	-2.5	م	0.86	7.6	م
		مدارية أسيوية	0.65	م	-0.74	2.1	غ			
		مدارية بحرية	0.83	م	0.18	1.4	غ			
		مدارية أفريقية	0.35	م	0.35	0.8	غ			
		الأوروبية	-0.50	غ	-0.63	1.9	غ			
إب	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	-0.76	م	0.05	0.17	غ	0.89	19.2	م
		مدارية أسيوية	0.71	م	0.14	0.58	غ			
		مدارية بحرية	0.97	م	0.90	0.07	م			
		مدارية أفريقية	0.80	م	0.05	0.13	غ			
		الأوروبية	-0.58	م	0.05	0.24	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	-0.87	م	-0.33	1.25	غ	0.90	26.7	م
		مدارية أسيوية	0.71	م	-36.	1.74	غ			
		مدارية بحرية	0.88	م	0.70	1.98	م			
		مدارية أفريقية	0.94	م	0.60	2.47	م			
		الأوروبية	0.58	م	-0.18	-0.95	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	0.62	م	0.27	0.72	غ	0.82	12.3	م
		مدارية أسيوية	0.64	م	0.41	1.4	غ			
		مدارية بحرية	0.93	م	1.7	5.4	م			
		مدارية أفريقية	0.64	م	0.28	-0.81	غ			
		الأوروبية	0.53	غ	0.18	0.68	غ			

جدول(7) تحليل أثر تكرار الكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية في محطات الريان وإب.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جداول العناصر المناخية

شكل (4) تأثير الكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية في محطة الريان.

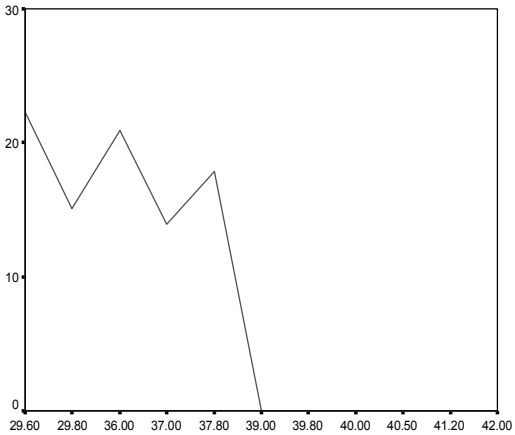
الكتلة المدارية الآسيوية القارية



تكرار الكتل

معدل الرطوبة النسبية

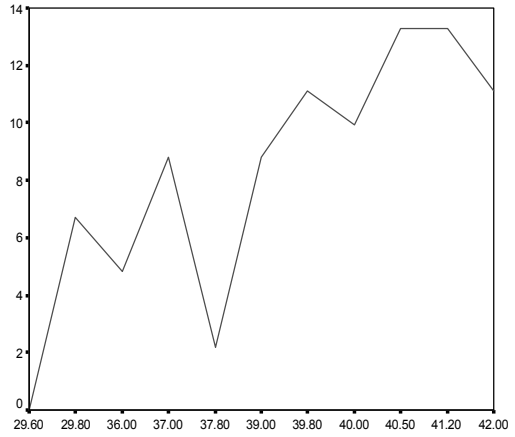
الكتلة السيبيرية



معدل الرطوبة النسبية

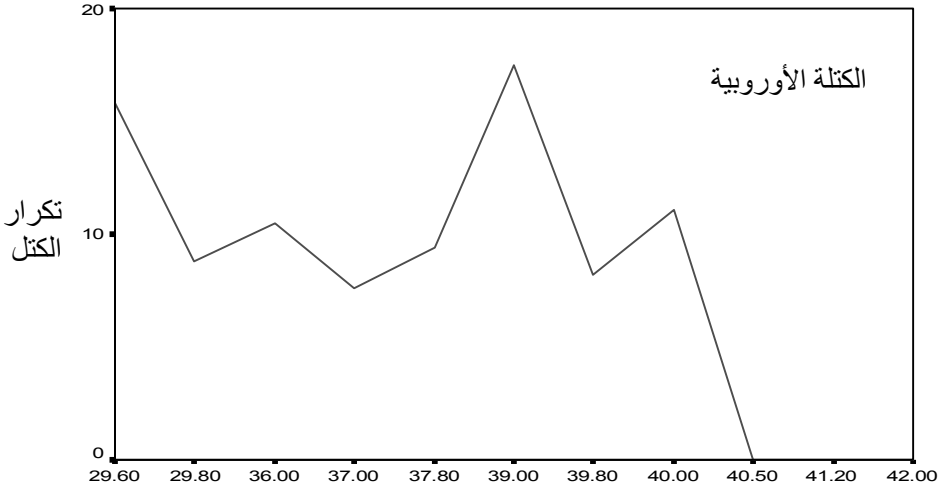
الكتلة المدارية الأفريقية

تكرار
الكتل



معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (7).

6- محطة إب:

تعدُّ منطقة إب من أغزر مناطق البلاد أمطاراً، حيث ترتفع فيها الرطوبة النسبية من جراء ذلك، بالإضافة إلى وصول تكرارات الكتلة المدارية البحرية، التي ترفع من معدلات الرطوبة النسبية، حيث تصل كمية الأمطار السنوية فيها إلى(1316) ملم سنوياً ([1]).

ووضح الجدول(7) وجود علاقة تأثير معنوية للكتل الهوائية،في معدلات الرطوبة النسبية حيث يشير معامل التحديد(R^2)إلى أن(0.89،0.90،0.82)،من نسبة التأثير تزيد من معدلات الرطوبة النسبية في هذه المحافظة،كما تؤكد ذلك قيم(F)المحسوبة،وبدلالة إحصائية معنوية.

أمّا التأثيرات الجزئية للكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية، فقد وضحتها معاملbeta وبدلالة قيم(T) المحسوبة، وأظهرت أن للكتلة المدارية البحرية(0.90) تأثيراً في معدل الرطوبة النسبية، وهو دال إحصائياً وذو مستوى معنوية، كما أن تكرار الكتلة البحرية، كان مؤثراً في الرطوبة النسبية العظمى ، حيث سجل(0.70) وهو ذو دلالة إحصائية معنوية، وهو ما يؤكد وصول تأثير تكرار الكتلة البحرية إلى هذه المحطة، ولم يظهر لها تأثير مع الرطوبة النسبية الصغرى.

أمّا علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية فقد أوضح الجدول(7) والأشكال البيانية (5) وجود علاقة ارتباط بينهما كمتغيرين يؤثر الأول في الآخر، حيث سجلت الكتلة السيبيرية(0.76-، 0.87-، 0.62-) والأوروبية(0.58-،0.58-،0.53-) ،والكتل الحارة المدارية الآسيوية(0.71، 0.71 ، 0.64)والأفريقية(0.80، 0.94، 0.64)والمدارية البحرية(0.97، 0.88، 0.93)، ويلاحظ من النتائج لعلاقة الارتباط في هذه المحطة،أنها ذات دلالة إحصائية وعند مستوى معنوية مقبولة.

7- محطة حجة :

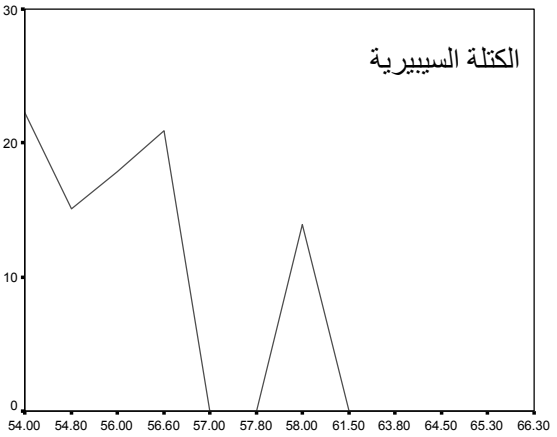
وضح الجدول (8) وجود علاقة تأثير معنوية بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية ،وقد أشار معامل التحديد (**R^2**) إلى أن (0.78، 0.88، 0.50) لكل من معدل الرطوبة النسبية والرطوبة العظمى والرطوبة الصغرى على التوالي ، وهو تأثير للكتل الهوائية في معدلات الرطوبة ، وهو بدلالة قيم (F) المحسوبة ، وبدلالة إحصائية معنوية .

التأثيرات الجزئية للكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية، كلها ضعيفة وذات دلالة غير معنوية وغير مقبولة، وقد يرجع إلى عوامل أخرى، تزيد أو تخفض معدلات الرطوبة النسبية في هذه المحطة أو غيرها

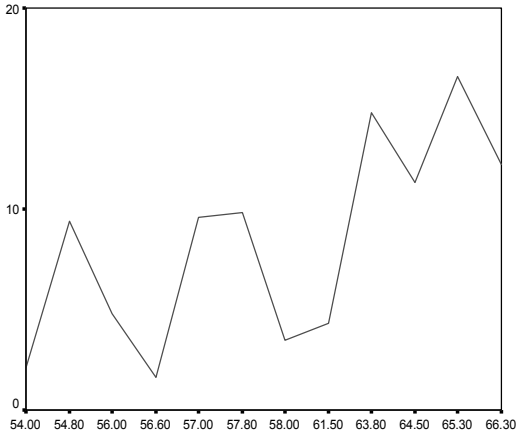
[1]-عبد القادر عساج ، الأمطار في اليمن ، رسالة ماجستير ،غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة بغداد 1998ص 45.

الكتلة المدارية الآسيوية القارية

الكتلة السيبيرية



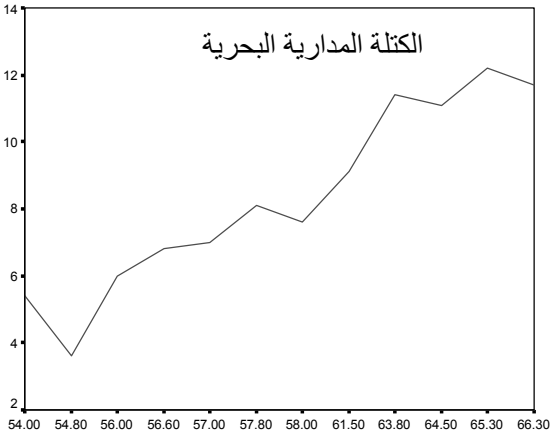
تكرار
الكتل



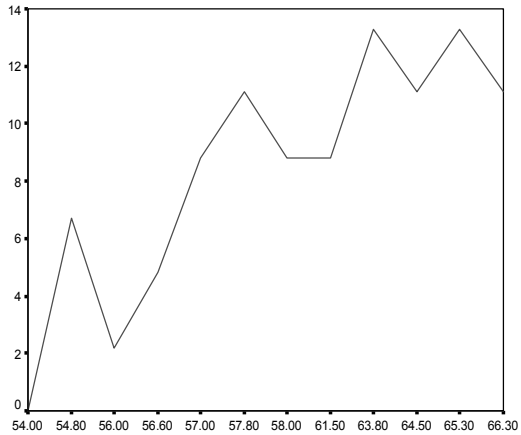
معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية

الكتلة المدارية الأفريقية

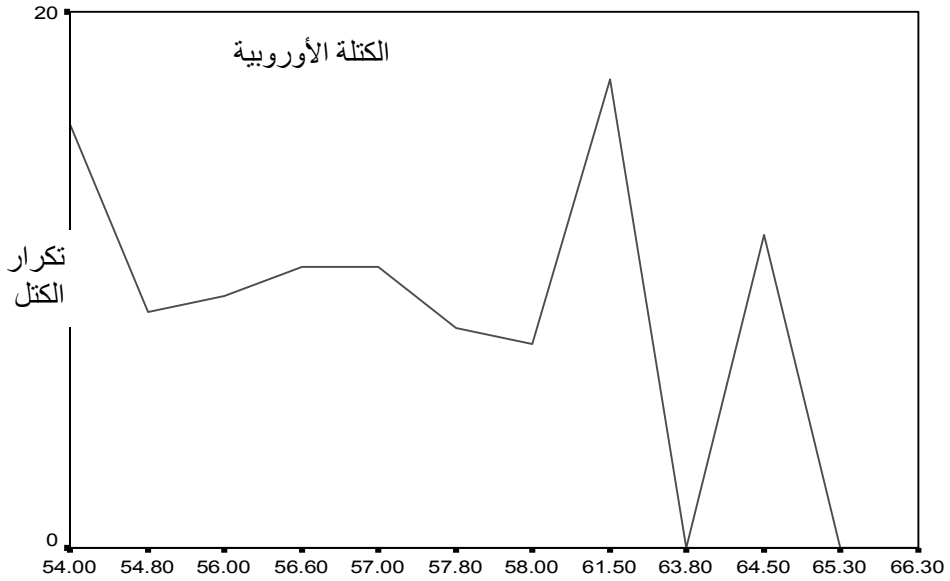


تكرار الكتل



معدل الرطوبة النسبية

معدل الرطوبة النسبية



شكل (5) تأثير الكتل الهوائية في معدل الرطوبة النسبية في محطة إب.

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (7).

جدول (8) تحليل أثر تكرار الكتل الهوائية في معدلات الرطوبة النسبية في محطات حجة ولحج.

المحطة	العناصر المناخية	الكتل الهوائية	الأرتباط	Sig 0.05	الانحدار المتعدد					
					معامل Beta	T	Sig 0.05	معامل التحديد R^2	F	Sig 0.05
حجة	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	0.73	غ	-0.26	-0.45	غ	0.78	4.2	م
		مدارية أسيوية	-0.44	غ	0.12	0.26	غ			
		مدارية بحرية	-0.67	م	-0.35	1.08	غ			
		مدارية أفريقية	-0.76	م	-1.17	2.15	غ			
		الأوروبية	0.17	غ	-0.57	1.40	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	-0.88	م	-0.45	-1.04	غ	0.88	8.8	م
		مدارية أسيوية	0.74	م	-0.07	-0.21	غ			
		مدارية بحرية	0.85	م	0.32	1.23	غ			
		مدارية أفريقية	0.89	م	0.36	0.65	غ			
		الأوروبية	-0.52	م	-0.06	0.20	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	-0.20	غ	0.17	0.20	غ	0.50	1.21	غ
		مدارية أسيوية	0.19	غ	-0.56	0.20	غ			
		مدارية بحرية	0.38	غ	0.45	-0.80	غ			
		مدارية أفريقية	0.22	غ	-0.03	0.87	غ			
		الأوروبية	-0.56	غ	-0.81	0.04	غ			
لحج	معدل الرطوبة النسبية	السيبيرية	0.77	م	0.22	0.69	غ	0.90	17.4	م
		مدارية أسيوية	-0.65	م	0.62	2.45	م			
		مدارية بحرية	-0.79	م	-0.11	-0.57	غ			
		مدارية أفريقية	-0.92	م	-0.88	-2.97	م			
		الأوروبية	0.65	م	0.42	1.89	غ			
	الرطوبة النسبية العظمى	السيبيرية	0.79	م	0.73	1.19	غ	0.76	3.79	م
		مدارية أسيوية	0.52	غ	0.10	0.21	غ			
		مدارية بحرية	0.42	غ	0.48	1.33	غ			
		مدارية أفريقية	0.72	غ	0.65	1.13	غ			
		الأوروبية	0.16	غ	0.16	0.38	غ			
	الرطوبة النسبية الصغرى	السيبيرية	0.36	غ	0.60	0.67	غ	0.48	1.1	غ
		مدارية أسيوية	-0.32	غ	-0.71	-0.98	غ			
		مدارية بحرية	-0.35	غ	0.57	-1.1	غ			
		مدارية أفريقية	-0.13	غ	1.25	1.5	غ			
		الأوروبية	0.02	غ	0.28	-0.44	غ			

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جداول العناصر المناخية .

8- محطة لحج:

يشير الجدول (8) إلى وجود علاقة تأثير معنوية بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية (0.90، 0.76) ، فيما جاء معامل التحديد (R^2) لمعدل درجة الحرارة الصغرى غير دال إحصائياً (0.48) .

التأثيرات الجزئية جاء اغلبها غير دال إحصائياً وغير معنوي ، ماعدا تأثير الكتلة السيبرية في معدل الرطوبة النسبية العظمى والصغرى واللذين سجلا (0.73، 0.71-) ، فيما سجلت الكتلة الأفريقية (0.88-) وهي تعني أنه كلما زاد تكرار الكتلة الأفريقية انخفضت معدلات الرطوبة النسبية العظمى والصغرى ، وهي ذات دلالة إحصائية ومعنوية .

أمّاعلاقة الارتباط بين تكرارات الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية ، فجاءت ضعيفة ما عدا علاقة الكتل الهوائية (السيبيرية و الآسيوية و المدارية البحرية والمدارية الأفريقية) مع معدل الرطوبة النسبية والعظمى، وقد أشارت إلى ذلك الأشكال البيانية (32) والتي سجلت (0.77 ، 0.65 - ، 0.79 -، 0.92-) ، وهي علاقة ارتباط توضح أنه كلما زاد تكرار الكتل الهوائية المدارية الحارة انخفضت معدلات الرطوبة النسبية والعكس صحيح .

أمّا علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية، فقد أشار التحليل الإحصائي إلى وجود علاقة تأثير معنوية،هو ذو دلالة إحصائية بين كل من الكتلة المدارية البحرية مع معدل الرطوبة النسبية علاقة عكسية(0.79-) وهي تعني أنه كلما انخفض تكرار الكتلة المدارية البحرية، علاقة عكسية مع معدل الرطوبة النسبية زادت الرطوبة النسبية، والعكس صحيح، أمّا العلاقة بين الكتلة المدارية الأفريقية كانت(0.92-)فهي علاقة عكسية ، فكلما زاد تكرار الكتلة الأفريقية انخفضت معدل الرطوبة النسبية، والعكس صحيح، فكلما انخفضت قل تكرار الكتلة المدارية الأفريقية زاد معدل الرطوبة النسبية، أمّا بقية الكتل مع معدل الرطوبة النسبية، فكانت ضعيفة وغير دالة إحصائياً وغير معنوية.

أمّا علاقة الارتباط بين الرطوبة النسبية العظمى والصغرى والكتل الهوائية، فقد أثبت التحليل الإحصائي، وجود علاقة ارتباط بين الكتل الهوائية والرطوبة النسبية الصغرى،أما علاقة الارتباط بين الكتل الهوائية ومعدلات الرطوبة النسبية العظمى، فقد كانت قوية، حيث سجلت السيبيرية والآسيوية والبحرية والأفريقية والأوروبية(0.79، 0.52 ، 0.42 ، 072، 0.16)، وهي ذات دلالة غير إحصائية معنوية بالنسبة للكتل الحارة، وذات دلالة إحصائية مع الكتلة السيبيرية الباردة .

نتائج البحث من خلال التحليل الاحصائي:

يتضح من جداول الرطوبة النسبية للتحليل الإحصائي والأشكال البيانية، أنّ هناك قيما عالية للرطوبة ولاسيما في عدد من المحطات ، إذ يبلغ متوسط القيم الشهرية للرطوبة النسبية أقل من80%، وفي بعض الحالات تصل إلى نسبة منخفضة تبلغ(20%)، ومع ذلك فإن معدل الرطوبة النسبية العظمى يصل إلى(90%) بالقرب من ساحل البحر العربي في أثناء الصباح الباكر خلال أشهر الشتاء، أما في فصل الصيف فيكون معدل الرطوبة النسبية منخفضاً في الساحل الغربي لليمن ، حيث يكون الاتجاه الفصلي أكثر تحديداً، في السواحل على البحر العربي وخليج عدن، والتي تتميز بارتفاع مستويات الرطوبة النسبية ، خلال هبوب الرياح الموسمية على الشواطئ ، حيث تصل الرطوبة النسبية أحياناً إلى(100%)مع الضباب، فضلاً عن بعض المناطق التي تواجه انخفاضاً شديداً تصل إلى(10%) مع الرياح الحارة الجافة، التي تهب من المناطق الداخلية في أثناء هبوب رياح الخريف.

وبما أن الرطوبة النسبية ترتبط بارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها ، فنجد أن جميع محطات اليمن بما فيها المحطات المختارة في هذا البحث ، تسجل بعضها معدلات عالية من الرطوبة النسبية ، خلال فصل الشتاء، وذلك لانخفاض درجات الحرارة عموماً في معظم محطات اليمن، في حين تنخفض معدلات قيم الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف في محطات أخرى، لارتفاع درجات الحرارة، نظرا لكون الشمس تكون عمودية على اليمن ، فضلا عن طول النهار، وبما أن علاقة الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة هي علاقة عكسية، كالعلاقة بين درجات الحرارة والضغط الجوي، إلا أن المسطحات المائية، وحركة الكتل الهوائية ولاسيما البحرية، وللرياح أثرُ كبيرُ، تبينها قيم الرطوبة النسبية من وقت إلى آخر ومن محطة إلى أخرى، ففي محطة عدن والريان الساحليتين تصل فيهما معدلات قيم الرطوبة النسبية شتاءاً(61.8 %،62%)وصيفا(67.1%، 68%).

في الوقت نفسه تصل معدلات الرطوبة النسبية أقل في المحطات البعيدة باتجاه الشمال من خط الساحل الجنوبي، إذ تصل في كل من محطة مأرب وسيئون وشبوة شتاءاً(43.7، 49.1، 57.7%)على التوالي، وصيفاً(41.7%، 45.5%%، 71.3%)، كذلك نجد أن التباين في معدلات قيم الرطوبة النسبية واضحٌ، كلما ابتعدنا عن الساحل الغربي باتجاه الشرق إلى داخل اليابس اليمني،إذ تصل فيه معدلات قيم الرطوبة النسبية في محطة الحديدة شتاءاً(72.1%) وصيفاً(76%)، في الوقت الذي تصل فيه معدلات قيم الرطوبة النسبية في محطتي صنعاء وتعز شتاءاً(47.6%، 57%)وصيفا(50%، 60.3%)، ويكون أثر الكتل الهوائية في معدلات قيم الرطوبة النسبية واضحاً في محطتي عدن والريان،إذ نجد أن مساحة الكتل الهوائية المدارية البحرية وكثافتها تكون أكبر كلما اتجهنا شرقاً من خليج عدن، ففي فصل الشتاء، نجد أن الكتل الهوائية المدارية البحرية ، تكون من الشرق إلى الغرب، وعليه تعمل حركة التيارات للكتل الهوائية المدارية البحرية (الدافئة)، على ارتفاع معدلات قيم الرطوبة النسبية الشتوية ، كلما اتجهنا شرقاً في خليج عدن،إذ تصل في عدن(61.8%).بينما في الريان إلى الشرق من عدن(62.8%) شتاءاً.

أما في أثناء فصل الصيف فتكون حركة الكتل الهوائية المدارية البحرية من الغرب إلى الشرق، مما يسهم في ارتفاع معدلات قيم الرطوبة النسبية كلما اتجهنا شرقاً من خليج عدن نحو البحر العربي، ففي عدن تصل(67.1%) بينما في الريان(68%)،وكذلك تكرار الكتلة المدارية البحرية من المحيط الهندي والبحر العربي من الجنوب والجنوب الشرقي نحو اليمن وخاصة في الصيف، مما يؤدي إلى رفع معدلات الرطوبة النسبية في المناطق

الجنوبية والشرقية من اليمن، وللرياح القادمة من اليابس إلى الماء أو العكس أثرُ واضحُ في معدلات قيم الرطوبة النسبية في المناطق الساحلية، ففي محطة الريان مثلا نجد أن ارتفاع الرطوبة النسبية صيفاً، ولو بنسبة ضئيلة عن فصل الشتاء، ما هو إلا عبارة عن تأثير الكتل الهوائية المدارية البحرية، مع هبوب الرياح الجنوبية الغربية الرطبة صيفاً، وينطبق ذلك أيضاً على محطة صعده التي تتعرض شتاءً إلى حركة الكتل الهوائية الجافة ، مع هبوب الرياح الشمالية الشرقية الجافة، وصيفاً إلى هبوب الرياح الجنوبية الغربية ، مما يسهم في انخفاض معدلات الرطوبة النسبية، ومما يزيد في معدلات قيم الرطوبة النسبية في هذه المحطة انخفاض منسوب السطح فيها، مما يسهم في استقرار الهواء.

الخـلاصـــــــــة

دراسة تأثير الكتل الهوائية على الرطوبة النسبية في اليمن لما لها من أهمية من ضمن عناصر المناخ ولم يتطرق لها سابقا بالبحث والبحث ، حيث أن الكتل الهوائية لها تأثير فعال في العناصر المناخية ومنها الرطوبة وهدف البحث الى توضيح تأثير هذه الكتل الهوائية على الرطوبة النسبية في اليمن صيفاً وشتاءً وحسب المحطات المناخية التي توفرت للباحث حيث تم الاستعانة بالخرائط السطحية من الأرصاد الجوية وكذلك البيانات المناخية للمدة من 2000 حتى 2010م . واستعان بعدد من المعايير الإحصائية في عملية تمثيل الخرائط والبيانات المناخية لإيجاد وقياس تأثير الكتل الهوائية على الرطوبة النسبية في اليمن وقد لاقى الباحث ندره في المراجع والكتب المتعلقة بهذا البحث ، ومن خلال عملية التحليل للجداول والأشكال البيانية وجدنا أن هناك تأثير للكتل الهوائية صيفاً وشتاءً حيث أن الكتل السيبيرية والأوروبية تؤثران على الرطوبة النسبية في فصل الشتاء وبشكل قوي وخاصةً في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من البلاد والكتل المدارية البحرية تؤثر على المناطق والأجزاء الساحلية من البلاد وتزيد من معدل الرطوبة النسبية وخاصةً في فصل الصيف لمرور الكتل المدارية البحرية على مسطحات مائية هي البحر الأحمر وخليج عدن والبحر العربي والمحيط الهندي وقد تتمثل أحياناً بالرياح الموسمية من ناحية الجنوب والجنوب الشرقي في فصل الصيف . وايضاً توصل البحث إلى أن المناطق الشرقية والشمالية الشرقية والداخلية هي المناطق الأقل رطوبة لوصول الكتل الهوائية الجافة إليها من أواسط أسيا (المدارية) أو وصولها من الغرب وقد أصبحت جافة .

ويوصي البحث بضرورة إقامة محطات مناخية متخصصه لقياس عناصر المناخ بشكل دقيق وخاصةً الرطوبة النسبية بأجهزة حديثة متطورة وتأهيل كادر مناخي وفني متخصص في هذه المحطات ، والاستفادة من تجارب الآخرين في مجال المناخ التطبيقي التي تساعد في اكتشاف الكثير من التغيرات المناخية للعناصر المناخية والظواهر الجوية .

وقد اوصي البحث بضرورة إيجاد محطات مناخية متخصصة للعناصر المناخية كلاً على حده لمعرفة الآثار الإيجابية والسلبية للعناصر المناخية والظواهر الجوية على المحاصيل الزراعية وحياة الإنسان ، وايضا يوصي بالاستفادة من تجارب الدول المتطورة في قياسات الرطوبة النسبية

كما يوصي البحث بتشجيع عملية البحث في المناخ التطبيقي لمعرفة المزيد حول تأثير الكتل الهوائية على الرطوبة النسبية وغيرها من عناصر المناخ وظواهره .

- المراجع والمصادر:

أولاً: باللغة العربية:

- **الكتب :**

1- آغا . شاهر جمال 1982، جغرافية اليمن الطبيعية ، مكتبة الأنوار ، دمشق .
2- أبو العينين. حسن سيد 1986 ، أصول الجغرافية المناخية ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت ، ط 3 .
3- الاشعب . خالص 1982،اليمن بحث في البناء الطبيعي والاجتماعي والاقتصادي ، دار الرشيد للنشر ، العراق.
4- السامرائي .قصي عبدا لمجيد،2008 ، مبادئ الطقس والمناخ، مطبعة دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ،عمان الأردن، .
5- السامرائي.قصي عبد المجيد، 2008، المناخ والأقاليم المناخية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن.
6- السقاف.علي عيد روس 1995. أساسيات إنتاج المحاصيل الحقلية . جامعة عدن ، كلية الزراعة. مطبعة الجامعة.
7- غانم . علي احمد، 2003.الجغرافيا المناخية ،دار المسيرة للنشر والتوزيع عمان الأردن.
8- شرف .عبدالعزيز طريح، 1961. الجغرافية المناخية والنباتية . ج. الطبعة الثانية دار المعارف مصر.
9- خير . صفوح ،2002، الجغرافية،موضوعها، ومناهجها، وأهدافها ،ط2 ، دار الفكر، دمشق ،سورية . .
10-موسى.على حسن ،1994. أساسيات علم المناخ . دار الفكر ، دمشق، سوريا.

- **الرسائل والأطروحات العلمية الجامعية :**

1- إسماعيل. عبد القادر عساج2000 ، المناخ المحلي لمدينة صنعاء ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة بغداد .
2- إسماعيل .عبد القادر عساج علي 1998، مناخ اليمن ، رسالة ماجستير ،غير منشورة، كلية التربية ، جامعة الانبار .
3- الارياني .عبد السلام احمد علي 2000، حوض وادي بناء في الجمهورية اليمنية ،بحث جيمومورفولوجية ،رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية ابن رشد جامعة بغداد.
4- قطريب. حسين إبراهيم ،2007، نحو منظومة متكاملة في وسائل وتقنيات الاستفادة من مياه الأمطار في أشكال سطح الأراضي الجافة،مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية.
5- علي .عبد الله حيدر سالم علي ،2008، المناخ وعلاقته بالأنشطة الصناعية والتلوث في البيئة الساحلية،أطروحة دكتوراه غير منشورة ،كلية الآداب والعلوم ،جامعة دمشق.
6- الموسى . فواز احمد ،2002، الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في منطقة شرقي البحر المتوسط ،رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس،جمهورية مصر.
7- . نعمان . فهمي علي سعيد، 1998. الأمطار في اليمن ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب جامعة بغداد.
8- المخلافي . حميد سعيد، 2007، اليمن بحث في الجغرافية السياسية ، رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية الآداب ، جامعة البصرة .
9- الوشلي . يحيى. 1996 . محافظة الحديدة ، دراسة إقليمية ، رسالة ماجستير كلية الآداب جامعة بغداد .

- **البحوث والنشرات والدوريات :**
1- احمد ، مهيوب احمد، 2007 جيوبوليتيكية الوضع المائي في الجمهورية اليمنية الوضع الحالي والتحديات المستقبلية، مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية، صنعاء.
2- الدروبي .عبد الله وآخرون 2008، التغير المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية،المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) المؤتمر الوزاري العربي للمياه – القاهرة.
3- السامرائي . قصي عبد المجيد 1999، ظاهرة النينو المناخية ، مجلة كلية الآداب ، جامعة بغداد ، العدد 45.
4- شحادة، نعمان ،1986، فصلية الأمطار في الحوض الشرقي البحر المتوسط واسيا العربية،الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد 89.
5- غانم، علي احمد 2006، التباين المكاني والزماني لسرعة الرياح في الأردن ، مجلة العلوم الاجتماعية ، جامعة الكويت العدد 4.
6- فايد. يوسف عبد الحميد 1987، الأحوال المناخية لمدينة صنعاء ، مجلة كلية الآداب ، صنعاء ،العدد الأول .
7- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،2010 ، إدارة المناخ ، بيانات غير منشورة ، الجمهورية اليمنية .
8- مركز الأرصاد الجوي في الجمهورية العربية السورية.
9- مركز الأرصاد الجوي في الجمهورية اليمنية.

ثانياً:المراجع والمصادر باللغة الأجنبية :

1. AL Jably A،A ، T، A،1993 . *study in humane climatology of the republic of the Yemen A thesis* ، For the degree of doctor Philosophy of arts university of B Birmingham ،England .
2. Abdullatif Mohamed Al – Hada ، 1994. Athree – *Dimension Mesoscale Model of The Sea breeze over Yemen Un Published M.A Thesis . Department of Meteorology and Oceanography* ، College of Science University of the Phillippnes ، Diliman ،Quezoncity March.
3. *Agro Climatic Resources of Yemen Resorting on authority* (F.A.O) January- September ، 1997 .
4. *. Amarican Heteorological Society* . vol .40، No .3،1983
5. -Ahmed Sultan 1993. *Agriculture Development In the Tehama Plant، thesis for the degree of Master of Art ، University of Akron* U.S.A .
6. Jac A.M.et al . 1995. *The Water Resources of Yemen ، Report W.R.A.Y.Y.-35Institutes of Applied Geoscience Netherlands* ، March
7. D-Y-Gongand G-H-Ho-2002. *The Siberian High and climate change over middle to high latitude Asia .Theoretical and Applied climatology.*

8. -D.L.T.Anderson، 1980. *Ographiclliy Coss- Equatorial Fiow GARP(WMO) Publication Series* N23 . June.
9. E.T .Stringer ; 1972. *foundations of climatology . W .H.Freeman and company* ، San Francisce.
10. -E.G. Barrett ; 1974. *Climatology From Satellites . Fletcher &* sons، London.