العلاقة بين الأمطار وبعض المتغيرات الجوية والطبيعية في المملكة العربية السعودية

عبد الملك قسم السيد محمد
قسم الجغرافيا – جامعة الملك سعود
الرياض – السعودية

مقدمة

تقع المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض 16 و32 درجة شمالاً وخطي طول 34و56 درجة شرقاً تقريباً. وتبلغ مساحتها حوالي 2.25 كيلو متر مربع، وتعتبر ضمن الأقاليم المدارية ويقع قسمها الأعظم ضمن النطاق الصحراوي المداري للأجزاء الغربية من القارات. وتشرف المملكة من جهة الغرب بواجهة بحرية طويلة على البحر الأحمر وبواجهة بحرية أخرى من جهة الشرق أقل امتداداً على الخليج العربي. كما أن سطح المملكة يتفاوت بدرجة ملحوظة من حيث الارتفاع عن مستوى سطح البحر (شكل 1). وبما أن مظاهر التضاريس (الارتفاع عن سطح البحر) تعد عاملاً مؤثراً في إحداث الأمطار بالمملكة فمن المهم استعراض صورة موجزة لوصف مستويات السطح بأجزاء المملكة المختلفة وذلك على النحو التالي:

(1) السهول: وتشمل السهول الساحلية على البحر الأحمر ويبلغ طولها نحو 1800 كم وهي قليلة في بعض المناطق شمال الوجه ويزداد عرضها باتجاه الجنوب حيث يتراوح بين 25كم و 45 كم. وسهول الخليج العربي وتمتد لمسافة تقدر بنحو 500 كم ويبلغ عرضها حوالي 60 كم.

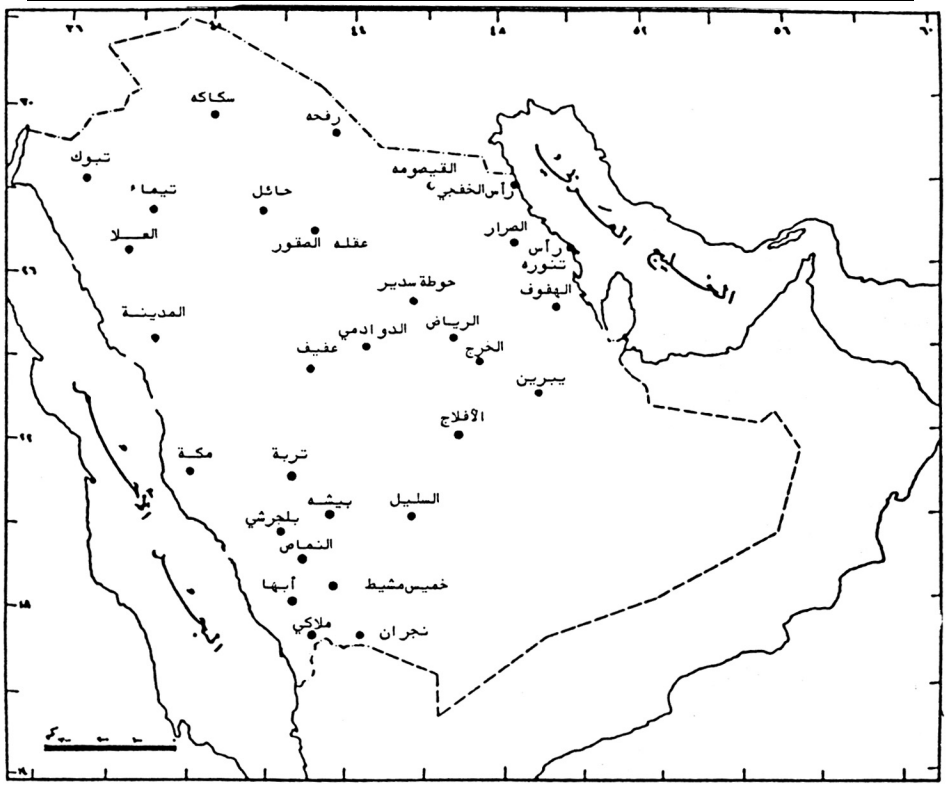
(2) الهضاب: وتشمل (أ) الهضاب الغربية وتمتد من أقصى شمال المملكة من الحدود الأردنية شمالاً حتى مرتفعات نجران جنوباً وتقع شرق المرتفعات الغربية وتتكون من عدد من الهضاب يتراوح ارتفاعها بين 800 و 1500م

(ب) هضبة نجد وتمتد من الهضاب الغربية غرباً إلى صحراء الدهناء ويتراوح ارتفاع قسمها الغربي بين 800و1200 م. أما القسم الشرقي من هضبة نجد فيمتد من نفود السر والدحى غربا إلى صحراء الدهناء شرقاً ويقع في هذا القسم جبال طويق وهي من المعالم التضاريسية البارزة في وسط المملكة ويتراوح إرتفاعها بين 800و1096 م ويلي جبال طويق مجموعة من الهضاب يتراوح ارتفاعها بين 600و700 م، (جـ) الهضاب الشرقية وتمتد من صحراء الدهناء غرباً حتى السهل الساحلي المطل على الخليج العربي شرقاً ويتراوح ارتفاعها بين 200و400 م، (د) الهضاب الشمالية وتمتد من النفود الكبير جنوباً وحدود المملكة العربية السعودية الشمالية من جهة الشمال ويتراوح ارتفاعها بين 400و900 م. (الشريف، 1994 :44-56).

(3) – الجبال الغربية: وهي عبارة عن شريط مساير لسهول تهامة يتألف من خط من المرتفعات الجبلية ذات اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، وتنقسم هذه الجبال إلى قسمين هما: (أ) المرتفعات الساحلية التي تمتد موازية للسهل الساحلي ويتراوح ارتفاعها بين 600و1400 م، (ب) المرتفعات الداخلية وتقع إلى الشرق من المرتفعات الساحلية ويصل ارتفاع بعض قمم هذه المرتفعات إلى أكثر من 3000م (بندقجي، 1981 :80-89).

(4) – الصحاري: وتشمل صحراء الربع الخالي التي تمتد من المرتفعات غرباً إلى سفوح مرتفعات عمان شرقاً، ومن هضبة نجد شمالاً إلى هضبة حضرموت جنوباً، ويصل إرتفاع بعض أجزائها إلى ما بين (200و500 م)، وتقع صحراء النفود في شمالي المملكة العربية السعودية ويتراوح معدل ارتفاعها بين(600و900م)، أما صحراء الدهناء فتمتد بين صحراء النفود في الشمال وصحراء الربع الخالي في الجنوب ويبلغ متوسط ارتفاعها بين 400و500 م. (أبو العلا، 1975: 45؛ الشريف، 1994).

تتأثر الأمطار في المملكة العربية السعودية من حيث كمياتها وتوزيعها على المستوى المكاني والزماني بمجموعة من المتغيرات الجوية والطبيعية المتداخلة، ومن أهم المتغيرات الجوية التي تتحكم في إحداث الأمطار بالمملكة هي الرطوبة النسبية (درجة تشبع الهواء بالكمية المناسبة من بخار الماء)، كما أن درجة الحرارة الجوية ترتكز أهميتها في تسخين الهواء الرطب في الجزء الأسفل من طبقة تروبوسفير (الطبقة السفلى للغلاف الجوي) ومن ثم تصعيده رأسياً لطبقات الجو العليا لخفض حرارته إلى أن تصل إلى نقطة الندى ومن ثم إحداث تكاثف بخار الماء في الهواء والتسبب في



المصدر: الشريف (1994م)

شكل رقم (1) مناسيب أراضي شبه الجزيرة العربية

تساقط الأمطار التصاعدية أو الانقلابية التي تسببها تيارات الحمل الرأسية النشطة. وفي اطار المتغيرات الطبيعية نجد أن المظاهر التضاريسية (الارتفاع عن سطح البحر) تلعب دوراً ملحوظاً في إحداث حركة التصعيد الرأسي للهواء الرطب وإحداث تكاثف بخار الماء مما قد يساعد في إمكان هطول الأمطار بصفة عامة فوق الأجزاء المرتفعة من المملكة وبصفة خاصة على الجزء الغربي من المملكة العربية السعودية، كما أن الموقع الجغرافي للمكان بالمملكة من حيث دائرة العرض شمالاً وخط الطول شرقاً له تأثير في شأن الأمطار نسبة لأن تأثر الموقع بالكتل الهوائية والجبهات الهوائية والمنخفضات الجوية يعتمد على موقع المكان من هذه الظواهر الجوية التي تحدث في فصول معينة أثناء السنة وبالتالي قد يتحدد مدى تأثر المكان في استقطابه للأمطار التي قد تسقط نتيجة لهذه الظواهر الجوية. كما أنه يمكن البحث في إمكانية أثر شريط المسطح المائي للبحر الأحمر (رغم عدم اتساعه الكافي) في فعاليات الأمطار بالمملكة تبعاً للقرب أو

البعد من البحر حيث أن بعض الأمطار يمكن أن تحدث نتيجة لالتقاء كتل هوائية مختلفة الخصائص المناخية على البحر الأحمر أثناء فترة فصل الشتاء (Pedgely, 1969: 350-358). وبناءً عليه فإنه من المتوقع وجود علاقة ارتباطية بين الأمطار في المملكة وهذه المتغيرات الجوية والطبيعية أثناء فصول السنة المختلفة بحيث يكون من المرجح أن تعتمد كمية الأمطار وتباينها من منطقة لأخرى على فعالية هذه المتغيرات في إحداث تساقط الأمطار بالمملكة العربية السعودية. وفي هذا الشأن استخدم التوم (EL Tom, 1969: 378-387) أربعة عوامل وهي: الفاصل المداري (I.T.D)، والتضاريس، والرياح الموسمية الجنوبية الغربية وخط العواصف الرعدية (Line-Squalls) وأجرى تحليلاً إحصائياً لمعرفة أثر هذه المتغيرات على الأمطار في السودان، وفيما بعد أجرى قسم السيد (EL Seed, 1987: 413-419) دراسة حول عامل دائرة العرض وثلاثة متغيرات مناخية (الرطوبة النسبية، وكمية السحب، ودرجة الحرارة) بهدف البحث عن علاقاتها الارتباطية وأثرها كعوامل مسببة للأمطار في السودان.

وعليه فإن الدراسة الحالية تهدف إلى معرفة شكل وقوة العلاقة الارتباطية بين الأمطار السنوية والشهرية وبين ستة متغيرات جوية وطبيعية ومدى أثر هذه المتغيرات على فعاليات الأمطار بالمملكة العربية السعودية. ويمكن تعريف هذه المتغيرات الستة المؤثرة على الأمطار بالمملكة على النحو التالي:

(1) الرطوبة النسبية: وتعتمد على درجة تشبع الهواء ببخار الماء ويمكن التعبير عنها بواسطة متوسطات الرطوبة النسبية (٪) الشهرية والسنوية بافتراض أن المتغير الرطوبي هو المصدر الأساسي لعمليات تكاثف بخار الماء وتساقط الأمطار بالمملكة.

(2) درجة حرارة الهواء: ويمكن التعبير عنها بواسطة المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات حرارة الهواء بالدرجات المئوية، بافتراض أهمية المتغير الحراري في تسخين الهواء وإحداث حركات التصعيد الرأسي للهواء الرطب صوب طبقات الجو العليا ومن ثم خفض حرارته وإحداث تكاثف بخار الماء في الهواء.

(3) التضاريس: ويمكن التعبير عنها بواسطة ارتفاع المحطة بالأمتار عن سطح البحر، بافتراض أن المتغير التضاريسي يلعب دوراً فعالاً في تصعيد الهواء الرطب رأسياً على سفوح الجبال وما ينجم عنه من إمكان تساقط الأمطار في الأماكن المرتفعة التي تعترض مسار الرياح التي تحمل كمية مناسبة من بخار الماء.

(4) المسافة من البحر الأحمر: وهي عبارة عن المسافة الأفقية (بالكيلومترات) بين ساحل البحر الأحمر والمكان بالمملكة، بافتراض أن المسطح المائي للبحر الأحمر قد يكون له بعض التأثير على فعاليات الأمطار التي يتوقع انخفاضها بالبعد عن بعض أجزائه الساحلية.

(5) دائرة العرض: وهي عبارة عن خط عرض المكان (بالدرجات) شمال خط الإستواء، بافتراض أن دائرة العرض تتحكم في فعالية المتغير الحراري من حيث قوة الإشعاع الشمسي وطول ساعات النهار بتعاقب فصول السنة المختلفة.

(6) خط الطول: وهو عبارة عن خط طول المكان (بالدرجات) شرق غرينتش، بافتراض أن الأمطار قد تتناقص بالاتجاه شرقاً في أجزاء من المملكة العربية السعودية تبعاً لتناقص إمكانات الرطوبة للكتل الهوائية المتجهة صوب الشرق وكذا تناقص رطوبة الرياح الموسمية المتجهة من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي بجنوب غربي المملكة العربية السعودية.

ويمكن تحديد هذه المتغيرات الجوية والطبيعية الستة تحت الدراسة الحالية وكذا متوسطات الأمطار بالتعبير عنها بالرموز التالية:

ص = متوسط المطر بالمليمترات (الشهري أو السنوي).

س 1 = متوسط الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية (الشهري أو السنوي).

س 2 = متوسط درجة الحرارة بالدرجات المئوية (الشهري أو السنوي).

س 3 = التضاريس (ارتفاع المكان عن سطح البحر بالأمتار).

س 4 = المسافة الأفقية من البحر الأحمر إلى المكان بالكيلومترات.

س 5 = دائرة عرض المكان بالدرجات شمال خط الاستواء.

س 6 = خط طول المكان بالدرجات شرق غرينتش.

البيانات والمحطات المستخدمة في الدراسة:

لقد اعتمدت الدراسة على البيانات الخاصة بالمتغيرات الستة التي يمكن أن تؤثر في كميات الأمطار بالمملكة العربية السعودية والمشار إليها سابقاً وتشمل:

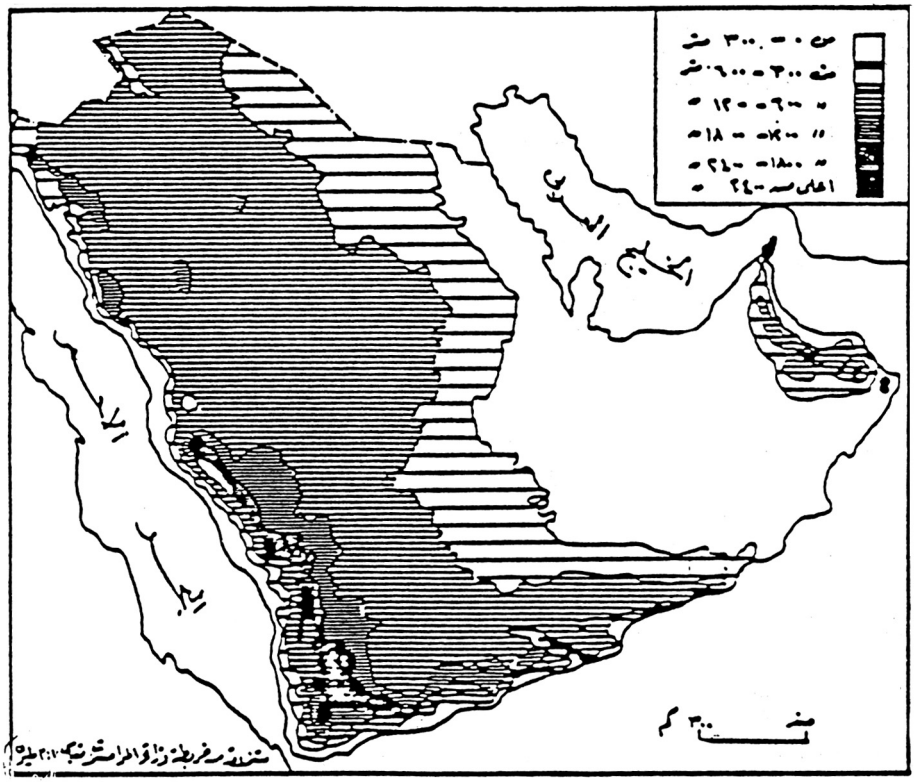
(أ) بيانات عن المتغيرات الطبيعية وهي: التضاريس، المسافة من البحر الأحمر، ودائرة العرض وخط الطول عن ثلاثين محطة أرصاد جوية مختارة بالمملكة (جدول رقم 1) وشكل رقم (2). (ب) البيانات الخاصة بالمتغيرات الجوية وهي:

جدول (1)

المتغيرات الطبيعية لمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

الرقم	المحطة	التضاريس الارتفاع عن سطح البحر (متر)	المسافة من البحر الأحمر (كم)	دائرة العرض (درجة شمالا)	خط الطول (درجة شرقاً)
1	أبها	2039	90	18ر2	42ر7
2	عفيف	940	475	23ر9	42ر9
3	الأفلاج	539	740	22ر3	46ر7
4	بلجرشي	2400	95	19ر8	41ر6
5	بيشه	1020	200	20ر0	42ر6
6	الدوادمي	940	700	24ر5	44ر3
7	الهفوف	160	1235	25ر5	49ر6
8	حائل	1010	600	27ر5	41ر6
9	حوطة سدير	665	850	25ر5	45ر6
10	خميس مشيط	2095	190	18ر2	42ر6
11	الخرج	430	950	24ر2	47ر4
12	المدينة المنورة	636	140	24ر6	39ر7
13	مكة المكرمة	310	80	21ر5	39ر8
14	ملاكي	190	60	17ر1	42ر9
15	نجران	1210	235	17ر6	44ر4
16	النماص	2600	85	19ر1	42ر2
17	القيصومة	360	1130	28ر3	46ر1
18	رفحه	447	820	29ر6	43ر5
19	رأس الخفجي	16	1325	28ر4	48ر5
20	رأس تنورة	10	1360	26ر7	50ر1
21	الرياض	564	950	24ر6	46ر7
22	الصرار	75	1225	27ر0	48ر4
23	سكاكة	574	500	30ر0	40ر2
24	السليل	600	625	20ر0	45ر6
25	تبوك	776	190	28ر4	36ر6
26	تيماء	820	300	27ر6	38ر5
27	تربه	1130	200	21ر2	41ر7
28	العلا	681	170	26ر6	37ر8
29	عقلة الصقور	740	550	25ر8	42ر2
30	يبرين	200	1030	23ر3	48ر9

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.



شكل (2) مواقع محطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية للفترة (1964م – 1985م) ولنفس المحطات المختارة (الجدول رقم 2 والجدول رقم 3). كما يوضح الجدول رقم (4) المتوسطات الشهرية والسنوية لكميات الأمطار بمحطات الأرصاد تحت الدراسة*

* قام الباحث بحساب المتوسطات الشهرية والسنوية على أساس البيانات الشهرية والسنوية الفعلية للفترة (1964-1985) التي صدرت عن وزارة الزراعة والمياه – قسم الهايدرولوجيا – الرياض – المملكة العربية السعودية.

جدول (2) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (مئوية) للفترة (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
1	أبها	13.0	14.1	16.6	17.5	20.7	23.1	23.2	22.8	22.1	18.5	16.0	13.5	18.4
2	عفيف	14.4	16.3	23.2	23.5	26.1	28.7	33.1	31.5	34.6	32.0	25.0	20.0	25.7
3	الأفلاج	14.9	16.9	21.6	26.9	31.4	33.4	34.4	33.9	31.3	25.4	19.6	15.5	25.4
4	بلجرشي	11.6	12.7	15.3	17.7	21.8	24.3	24.7	24.2	22.8	18.8	15.2	12.9	18.5
5	بيشه	17.9	19.3	23.5	25.7	28.9	30.5	31.2	31.1	28.0	23.7	20.3	17.8	24.8
6	الدوادمي	14.1	15.9	19.4	24.6	29.4	31.6	31.8	31.3	29.7	25.3	19.3	16.1	24.0
7	الهفوف	14.2	16.2	20.3	25.5	30.8	33.3	34.7	33.9	31.7	26.9	15.6	12.9	24.7
8	حائل	11.1	12.8	16.3	21.9	26.6	29.8	30.9	30.7	29.4	23.8	21.3	15.1	22.5
9	حوطة سدير	13.4	15.4	20.1	25.2	30.2	32.4	33.5	32.7	30.7	25.7	16.9	13.8	24.2
10	خميس مشيط	13.4	14.7	17.2	18.3	21.4	23.5	23.8	23.1	22.2	19.0	19.4	15.3	19.3
11	الخرج	14.6	17.0	21.7	27.1	31.5	33.4	34.5	33.9	31.2	25.8	15.8	20.3	25.5
12	المدينة المنورة	17.7	19.5	23.5	27.7	32.9	35.9	36.2	36.1	35.1	29.9	19.6	25.1	28.3
13	مكة المكرمة	23.7	24.0	27.0	30.7	34.0	35.5	35.3	34.8	34.7	31.6	24.6	27.4	30.2
14	ملاكي	26.8	27.4	29.5	32.2	33.9	35.3	34.7	34.0	33.5	31.7	28.1	17.3	30.4
15	نجران	17.4	19.8	23.4	25.4	29.7	31.5	32.6	32.0	29.0	23.6	29.4	10.7	25.4

تابع جدول (2) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (مئوية) للفترة (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
16	النماص	9.8	10.5	13.3	14.7	17.6	19.6	21.2	20.6	20.1	16.1	20.0	13.2	16.4
17	القيصومة	11.4	13.4	18.4	25.0	31.2	33.1	36.3	35.5	32.8	26.6	12.3	11.7	24.0
18	رفحه	10.0	12.1	16.9	23.4	29.2	32.4	34.4	34.0	31.6	25.4	19.1	16.9	23.8
19	رأس الخفجي	13.3	15.4	18.9	23.9	29.1	33.4	35.0	34.0	31.3	26.8	17.6	18.8	24.8
20	رأس تنورة	15.7	16.8	20.4	24.9	30.3	32.3	33.9	33.0	31.4	28.0	20.7	15.5	25.2
21	الرياض	14.1	16.9	20.6	25.9	30.3	32.0	33.9	32.8	30.1	25.4	22.7	15.1	25.0
22	الصرار	13.1	16.6	20.1	25.5	31.2	35.1	36.0	33.9	30.6	24.6	19.5	12.9	24.9
23	سكاكه	12.5	14.0	17.7	23.3	27.3	30.8	32.7	32.0	30.6	24.2	20.9	16.7	23.5
24	السليل	16.3	18.2	23.3	29.2	31.6	33.6	34.8	32.9	29.5	25.7	18.2	12.3	25.5
25	تبوك	10.5	12.7	16.8	23.6	26.2	29.6	31.0	30.7	28.6	23.5	20.7	11.8	22.1
26	تيماء	10.4	12.9	16.1	20.5	24.0	26.2	27.1	27.0	25.9	20.8	17.1	17.0	20.4
27	تربه	16.7	17.6	20.3	24.0	26.2	28.6	28.6	29.4	27.2	23.2	25.4	15.1	22.7
28	العلا	14.8	16.4	20.7	25.8	29.8	32.7	32.8	32.0	31.1	26.8	19.7	20.2	25.2
29	عقله الصقور	13.6	15.0	19.1	24.0	29.4	31.6	32.6	32.0	31.2	25.4	19.2	15.1	24.1
30	يبرين	14.5	17.4	21.9	27.3	30.8	34.6	36.1	34.3	31.0	24.8	19.5	16.1	25.7

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

جدول (3) المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (٪) للفترة (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
1	أبها	69	71	64	64	51	39	44	50	39	46	58	66	55
2	عفيف	52	50	30	44	25	21	17	16	15	17	24	47	30
3	الأفلاج	54	45	42	36	26	16	18	18	23	31	47	58	35
4	بلجرشي	65	65	59	56	48	41	46	51	47	51	59	60	54
5	بيشه	53	50	50	47	41	32	33	35	35	39	49	54	43
6	الدوادمي	50	44	43	38	29	20	19	18	20	29	43	57	34
7	الهفوف	58	55	53	47	38	31	34	36	43	47	51	48	45
8	حائل	53	43	38	30	24	15	15	14	14	26	53	54	32
9	حوطة سدير	53	47	45	40	33	23	21	21	24	35	45	62	37
10	حميس مشيط	65	66	61	55	48	36	41	49	35	40	46	44	49
11	الخرج	45	42	41	34	27	16	16	17	20	30	56	38	32
12	المدينة المنورة	38	31	27	25	16	12	12	14	13	20	38	57	25
13	مكة المكرمة	56	52	47	41	37	32	32	35	43	48	34	69	44
14	ملاكي	68	66	65	58	61	59	57	60	64	65	55	42	60
15	نجران	42	39	39	35	22	15	16	20	19	25	66	67	34

تابع جدول (3) المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (٪) (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
16	النماص	72	70	66	65	56	45	50	53	44	52	32	53	55
17	القيصومة	59	49	42	31	20	12	10	12	14	25	63	58	33
18	رفحه	59	50	43	36	25	19	16	17	21	32	43	66	35
19	رأس الخفجي	70	67	62	55	47	38	39	44	48	56	48	66	53
20	رأس تنورة	67	69	67	61	56	49	51	55	58	60	59	53	59
21	الرياض	54	49	42	38	29	20	18	18	21	32	64	53	37
22	الصرار	59	51	47	37	30	19	18	22	30	41	47	55	38
23	سكاكة	55	48	44	36	28	24	24	25	25	38	50	46	37
24	السليل	37	36	39	30	21	15	14	19	17	24	49	49	29
25	تبوك	47	39	35	27	23	21	21	24	26	32	38	53	32
26	تيماء	51	45	41	37	36	36	39	40	42	48	42	42	42
27	تربه	42	38	37	36	32	22	22	23	25	27	53	45	34
28	العلا	39	38	30	23	21	17	20	23	20	24	34	34	27
29	عقلة الصقور	54	46	42	40	29	19	20	18	18	31	44	50	34
30	يبرين	50	48	44	32	25	20	21	25	24	33	43	50	35

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

جدول (4) المعدلات الشهرية والسنوية لكميات الأمطار (ملم) للفترة (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
1	أبها	15.1	62.9	44.9	75.2	31.6	13.0	11.8	16.7	6.5	1.2	2.8	10.0	291.7
2	عفيف	6.1	6.3	17.7	17.3	9.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.3	5.0	8.7	71.8
3	الأفلاج	7.5	6.5	23.3	16.4	2.9	0.0	2.4	0.0	0.0	0.2	0.4	2.8	62.4
4	بلجرشي	62.4	38.4	40.8	56.5	33.9	9.8	21.1	25.3	10.2	19.1	49.5	38.4	405.4
5	بيشه	8.5	6.2	19.6	34.9	16.8	2.5	3.0	4.1	0.2	6.6	1.7	4.9	109.0
6	الدوادمي	11.6	9.3	28.8	41.0	7.5	0.0	0.7	0.0	0.0	5.8	8.2	7.4	120.5
7	الهفوف	15.0	13.3	16.6	11.3	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	3.0	8.5	69.6
8	حائل	19.2	6.2	18.3	19.3	7.7	0.2	0.0	0.0	0.0	6.2	23.6	5.9	106.6
9	حوطة سدير	14.6	10.5	28.6	20.8	8.4	0.1	0.6	0.0	0.0	2.4	17.9	12.4	116.3
10	خميس مشيط	8.7	13.6	43.0	22.2	31.2	4.9	22.8	33.1	2.4	3.8	5.3	6.7	197.7
11	الخرج	9.9	9.7	20.1	14.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.4	7.7	75.0
12	المدينة المنورة	6.8	2.6	8.1	17.4	6.7	1.0	0.0	0.4	0.4	2.7	6.2	4.0	56.3
13	مكة المكرمة	34.1	4.9	3.8	13.4	5.3	5.4	1.1	2.1	2.8	8.4	12.8	15.7	109.8
14	ملاكي	13.6	4.9	12.5	13.1	18.5	8.9	56.3	47.7	46.6	39.7	18.7	3.6	284.1
15	نجران	2.0	3.9	22.0	15.6	2.8	0.0	2.4	11.7	0.0	9.9	8.6	0.1	79.0

تابع جدول (4) المعدلات الشهرية والسنوية لكميات الأمطار (ملم) للفترة (1964-1985) بمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

م	المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
16	النماص	93.7	39.2	54.4	49.4	74.4	3.5	16.7	14.7	0.5	27.3	33.2	29.4	436.4
17	القيصومة	21.9	13.5	12.1	14.4	6.5	0.1	0.0	0.0	0.0	3.0	14.7	12.6	98.8
18	رفحه	13.6	5.5	8.5	6.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	12.9	10.0	65.5
19	رأس الخفجي	31.5	13.3	8.8	8.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	12.6	18.6	101.7
20	رأس تنورة	24.9	15.8	12.6	13.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	6.9	18.6	94.2
21	الرياض	15.0	8.7	16.7	20.8	8.0	0.0	0.2	0.1	0.0	1.2	3.3	9.6	83.6
22	الصرار	10.4	14.3	16.9	14.7	3.2	0.0	0.4	0.0	0.0	10.9	6.5	12.8	90.1
23	سكاكة	9.9	5.0	5.6	9.0	3.3	0.0	0.0	0.2	0.0	2.1	13.8	4.3	53.2
24	السليل	3.5	3.3	20.3	13.6	2.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.8	0.7	44.8
25	تبوك	5.4	4.3	4.2	3.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	5.8	1.1	29.1
26	تيماء	5.0	3.5	4.5	9.4	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	9.8	2.2	39.5
27	تربه	1.3	4.1	19.9	27.6	20.0	1.9	2.1	0.1	0.0	2.9	8.1	3.8	91.8
28	العلا	5.0	5.0	8.4	17.9	3.0	0.0	0.0	1.2	0.0	4.9	10.1	6.8	62.3
29	عقلة الصقور	8.8	6.4	12.9	19.3	14.7	0.2	0.0	0.0	0.0	3.0	13.2	6.5	85.0
30	يبرين	8.9	7.5	14.6	10.3	0.5	0.0	0.1	0.0	0.6	0.0	2.7	2.9	48.1

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة

ولتحقيق أهداف البحث سالفة الذكر فقد اتبع الباحث الأساليب الاحصائية التالية:

1 - لتحديد العلاقة الإرتباطية بين متوسط الأمطار السنوية والمتغيرات الجوية والطبيعية فقد استخدم معامل ارتباط بيرسون (ر) والذي يُعبَّر عنه بصيغة المعادلة التالية (أبو عياش، 296:1978).

$$ر = \frac{[(مج\ (س-\overline{س})(ص-\overline{ص})]}{\sqrt{مج\ (س-\overline{س})^2\ مج\ (س-\overline{س})^2}}$$

حيث إن:

ص = المتغير التابع (متوسط المطر السنوي)

س = المتغير المستقل (الحرارة، الرطوبة النسبية، التضاريس، المسافة من البحر الأحمر، دائرة العرض، خط الطول).

$\overline{ص}$ = متوسط قيم ص.

$\overline{س}$ = متوسط قيم س.

2 - لتحديد معادلة خط الانحدار بين كل متغير مستقل على حده (الحرارة، الرطوبة النسبية، والتضاريس، والمسافة من البحر الأحمر، ودائرة العرض، وخط الطول)، والمتغير التابع (متوسط المطر السنوي) ثم تطبيق الصياغة التالية للمعادلة:

ص = أ س + ب (الصالح والسرياني، 1979 :185-201).

حيث إن:

ص = المتغير التابع (متوسط المطر السنوي).

س = المتغير المستقل (الحرارة، والرطوبة النسبية، والتضاريس، والمسافة من البحر الأحمر، ودائرة العرض، وخط الطول).

أ = قيمة ثابتة هي ميل المستقيم على المحور الأفقي (معامل انحدار ص/ س).

ب = قيمة ثابتة هي الجزء الذي يقطعه المستقيم من المحور الرأسي.

3 – لمعرفة التفاعل المشترك لكل المتغيرات الجوية والطبيعية (المتغيرات المستقلة) في تساقط الأمطار (المتغير التابع) والاستدلال على حجم الإسهام الجزئي لكل واحد من هذه المتغيرات فقد استخدم أسلوب تحليل الانحدار الخطي المتعدد والذي تعبر عنه معادلة الإنحدار الخطي المتعدد على النحو التالي (الصالح والسرياني 1979).

ص = أ س1 + ب س2 + جـ س3 + د س4 + هـ س5 + و س6

حيث إن:

ص = المتغير التابع (متوسط المطر السنوي/ الشهري).

س1 = متوسط الرطوبة النسبية (الشهري أو السنوي).

س2 = متوسط درجة الحرارة (الشهري أو السنوي).

س3 = التضاريس (الارتفاع عن سطح البحر).

س4 = المسافة الأفقية من البحر الأحمر.

س5 = دائرة عرض المكان.

س6 = خط طول المكان.

(أ، ب ، جـ، د، هـ، و) = قيم معامل الانحدار لكل متغير من المتغيرات المستقلة الستة (س1 إلى س6).

4 – إلى جانب مفهوم الإسهام الجزئي للمتغيرات المستقلة (الجوية والطبيعية) في تكوين معادلة الانحدار الخطي المتعدد المشار إليها سابقا يمكن تحديد إسهام كل متغير مستقل في زيادة حجم معامل تحديد التغير (R^2) أي في زيادة الجزء المفسر من المتغير في كمية المطر ويحسب معامل تحديد التغير بالمعادلة التالية:

$$R^2change = R^2-R^2i \quad (1)$$

حيث إن:

(R^2) = قيمة معامل التحديد لنفس المجموعة بدون المتغير المستقل (xi) ولحساب قيمة معامل تحديد التغير استخدم أسلوب الإضافة التتابعي (FOR WARD).

ولتطبيق الأساليب الإحصائية المشار إليها سابقاً وتحليل نتائجها فقد استخدمت البرامج الإحصائية الخاصة بها والمضمّنة في حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) بمركز الحاسب الآلي بجامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية.

العلاقة بين متوسط المطر السنوي والمتغيرات الجوية والطبيعية

إن العلاقة بين متوسط المطر السنوي والمتغيرات الجوية الطبيعية بالمملكة يمكن تقديرها بواسطة تحديد معامل الارتباط بين بيانات الأمطار السنوية وكل متغير من المتغيرات الستة على حدة (الجدول 5). وبتفحص هذا الجدول يمكن استخلاص النتائج التالية:

1 - إن العلاقة الارتباطية بين الرطوبة النسبية (س1) ومتوسط المطر السنوي علاقة موجبة وتبدو قوية كما يتضح من قيمة معامل الارتباط (0.7154) ودلالته الإحصائية العالية ذات المدلول المعنوي (<0.05) مما يؤكد أهمية المحتوى الرطوبي للهواء ومساهمته الفعالة في تساقط الأمطار السنوية بالمملكة.

2 - إن العلاقة بين درجة الحرارة (س2) ومتوسط المطر السنوي سالبة (-0.450) غير أنها ذات مدلول إحصائي عال (<0.05) مما يدلل على الصلة الإرتباطية بين المتغير الحراري وإمكانات الأمطار بالمملكة رغما عن كونها علاقة سالبة (عكسية) وربما يفسر ذلك في ضوء أهمية المتغير الحراري في تسخين الهواء الرطب المتاخم لسطح الأرض وإحداث حركة تصعيد الهواء الرأسية إلى طبقات الجو العليا وإحداث تكاثف بخار الماء وما يترتب عليه من تساقط، غير أنه في ذات الوقت يمكن اعتبار هطول الأمطار على سطح الأرض

كعامل مسبب لانخفاض حرارة الهواء بفعالية عملية التبخر وما يترتب عليها من فقدان جزء من مياه الأمطار السطحية مرة أخرى للهواء.

3 - إن العلاقة الارتباطية بين التضاريس (س3) وكمية المطر السنوي موجبة (طردية) وتبدو قوية (0.6949) وذات مدلول إحصائي على درجة عالية من الثقة حيث كان احتمال حدوث معامل الارتباط بين هذين المتغيرين عن طريق الصدفة المحضة في حدود (0.001) وتقل كثيراً عن مستوى الدلالة (0.05) مما يؤكد على أهمية المتغير التضاريسي ومساهمته الفعالة في كميات الأمطار بالمملكة حيث إن ارتفاع المكان عن سطح الأرض وارتفاع الجبال والهضاب العالية بالمملكة تدفع بالكتل الهوائية الرطبة التي تعترضها في حركة تصعيدية رأسية إلى طبقات الجو العليا مما يساعد في إحداث تكاثف بخار الماء في الهواء ويدعم بطبيعة الحال إمكانات تساقط الأمطار بالمملكة.

4 - إن العلاقة بين المسافة من البحر الأحمر (س4) وكمية المطر السنوي تبدو علاقة سالبة وضعيفة نوعاً ما (-0.4302) ولكنها ذات مدلول إحصائي معنوي عال (0.05) وهذه العلاقة العكسية بين المتغيرين قد تدل على تناقص الأمطار تبعاً للابتعاد شرقاً عن الساحل الغربي للبحر في أرض المملكة.

5 - إن العلاقة الارتباطية بين موقع المكان على دائرة العرض (س5) وكمية المطر السنوي علاقة سالبة (-0.6054) وذات دلالة إحصائية معنوية (<0.05) ويبدو أن هذه العلاقة العكسية قد تنطبق في أجزاء من المملكة دون غيرها حيث إحتمال تزايد كميات الأمطار تبعاً لتناقص دوائر العرض وقد ينسحب هذا الاحتمال على أجزاء بجنوب غربي المملكة.

6 - إن العلاقة بين خط طول المكان (س6) وكمية المطر السنوي ضعيفة سالبة (-0.1027) وليس لها أهمية إحصائية حيث إن مستوى دلالتها المعنوية يفوق (0.05) مما يدل من الناحية الإحصائية على ضعف فعالية بعض المتغيرات المؤثرة على الأمطار بالاتجاه من الغرب إلى الشرق على أجزاء المملكة بصفة عامة.

جدول (5)

العلاقة بين متوسطات الأمطار وستة متغيرات جوية وطبيعية

العامل	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
س1	0.6013	0.6823	0.4934	0.5338	0.5878	0.6297	0.6653	0.6826	(0.3166)*	.5417	(0.0495)	(0.1366)	0.7154
س2	(0.2066-)	(0.3741-)	0.3954-	0.5902-	0.7445-	0.4586-	0.3427-	0.4658-	(0.0524-)	(0.0670-)	(0.0918-)	(0.0514-)	0.4510-
س3	0.4907	0.6321	0.8226	0.7749	0.8323	0.5580	(0.3244)	0.4640	0.3922	(0.2630)	0.4791	0.3922	0.6949
س4	(0.1137-)	(0.1524-)	(0.2552-)	0.4175-	0.4975-	0.5655-	0.4416-	0.4979-	(0.0538)	0.3830-	(0.2651-)	(0.0538)	0.4302-
س5	(0.1949-)	(0.3555-)	0.6325-	0.5446-	0.5598-	0.6544	0.6124-	0.6857-	(0.0756-)	0.4490-	(0.0828-)	(0.0756-)	0.6054-
س6	(0.0093)	(0.0763)	(0.1088)	(0.1281-)	0.2194-	(0.2399-)	0.1275-	(0.1521-)	(0.1262)	(0.1519-)	(0.2482-)	(0.1262)	(0.1027-)

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

* **معاملات الإرتباط بين قوسين دلالتها الإحصائية أعلى من المستوى** (0.05).

* **لمعرفة مدلول المتغيرات (س1 إلى س6)** انظر ص 6.

وتوضح الأشكال من 3 إلى 8 (ملحق 1) أنماط العلاقات بين المتغيرات الجوية والطبيعية ومتوسط المطر السنوي كما تمثلها خطوط الانحدار ومعادلات الانحدار الخطية.

أما العلاقة الارتباطية بين متوسطات الأمطار الشهرية والمتغيرات الجوية والطبيعية الستة فيمكن تلخيصها في الجدول رقم (5) وبتحليل معاملات الارتباط بين الأمطار وهذه المتغيرات المضمّنة في هذا الجدول يمكن استنباط النتائج التالية:

1 - إن العلاقة الارتباطية بين المتغير الرطوبي (س1) ومتوسطات الأمطار الشهرية موجبة وقوية (معامل الارتباط >0.50) وذات دلالة إحصائية معنوية باستثناء الشهور (سبتمبر، نوفمبر، ديسمبر) حيث كانت العلاقة الارتباطية الموجبة تفوق مستوى الإحتمال المعنوي (>0.05) الذي تحدد في الدراسة الحالية. أما في معظم أشهر السنة الأخرى فتتضح الصلة الارتباطية الوثيقة بين المتغير الرطوبي ومتوسطات الأمطار.

2 - إن العلاقة الارتباطية بين المتغير الحراري (س2) وكمية المطر الشهري علاقة سالبة على مدى أشهر السنة المختلفة وذات مدلول إحصائي معنوي خلال الفترة من مارس إلى أغسطس، مما يؤكد على أهمية صلة المتغير الحراري بالأمطار خلال فصلي الربيع والصيف. أما في بقية أشهر السنة فإن مستوى الدلالة الإحصائية لمعامل الارتباط ليس ذا مدلول معنوي (>0.05) وفيما يبدو أن معاملات الارتباط السالبة لمعظم أشهر السنة تقل عن (-0.50)، بينما كان أقوى معامل ارتباط سالب في شهر مايو (-0.7445) وأقل معامل ارتباط سالب في شهر ديسمبر (-0.0514).

3 - إن العلاقة موجبه بين المتغير التضاريسي (س3) ومتوسط المطر الشهري وكان معامل الارتباط ذا مدلول إحصائي معنوي خلال أشهر السنة المختلفة باستثناء شهري يوليو وأكتوبر حيث كانت العلاقة بين المطر الشهري والمتغير (س3) ضعيفه ولم يصل فيها معامل الارتباط إلى مستوى الدلالة الإحصائية المعنوية (0.05)، بينما تنبىء معاملات الارتباط عن علاقة قوية بين هذا المتغير (س3)

والأمطار خلال الفترة من شهر فبراير إلى شهر يونيو مما يؤكد على أهمية الأثر التضاريسي في إحداث الأمطار بالمملكة في هذا الجزء من السنة.

4 - تبدو العلاقة بين المسافة من البحر الأحمر (س4) ومتوسط المطر الشهري سالبة وضعيفة نوعاً ما (معامل الارتباط السالب <-0.50)، كما أنها ليست ذات مدلول إحصائي معنوي. أما في الفترة من أبريل إلى أغسطس فإن معاملات الارتباط السالبة تبدو أكثر قوة وذات مدلول إحصائي معنوي (<0.05).

5 - إن العلاقة بين دائرة العرض (س5) وكميات المطر الشهري علاقة سالبة على مدى أشهر السنة المختلفة غير أنها ضعيفة في شهري الخريف (سبتمبر ونوفمبر) إضافة إلى جميع أشهر فصل الشتاء حيث لم تصل علاقة معامل الارتباط إلى مستوى الدلالة الإحصائية المعنوية. أما في بقية أشهر السنة (مارس إلى أغسطس) فإن علاقة هذا المتغير بالأمطار تبدو قوية (معامل الارتباط السالب >-0.50) وذات مدلول إحصائي معنوي بينما في شهر أكتوبر فإن علاقة المتغير (س5) بالأمطار ذات دلالة إحصائية معنوية غير أن معامل الارتباط السالب يقل عن (-0.50). ولكن في خلال أشهر فصل الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) فإن العلاقة السالبة بين المتغير (س5) والأمطار تبدو أكثر قوة (معامل الارتباط >-0.6).

6 - يتضح من الجدول (2) أن العلاقة الارتباطية بين خط الطول (س6) ومتوسط المطر ضعيفة لكل أشهر السنة وليست ذات مدلول إحصائي معنوي ويقل فيها معامل الارتباط عن (0.50) بكثير، وتبدو العلاقة موجبه خلال فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) بينما كانت سالبة في بقية أشهر السنة الأخرى.

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية:

يتضح من تحليل العلاقة بين متوسط المطر والمتغيرات الجوية والطبيعية أن كل متغير من هذه المتغيرات قد يرتبط جزئياً مع غيره من المتغيرات الأخرى

ويوضِّح الجدول رقم (6) درجة هذه العلاقات الارتباطية (Inter Correlations) بين المتغيرات الستة تحت الدراسة. وبالرجوع إلى هذا الجدول يتضح أنه في حالة المطر السنوي توجد علاقة إيجابية قوية بين المتغير (س4) والمتغير (س6) حيث بلغ معامل الارتباط بينهما (0.8380) وذات مدلول إحصائي معنوي.

كما توجد علاقة سالبة قوية بين المتغيرين (س2) و (س3) ذات معامل ارتباط (-0.7911) وكذلك بين المتغير (س3) والمتغير (س4) حيث كان معامل الارتباط السالب بينهما (-0.6341)، بينما كانت العلاقة السالبة (-0.5559) بين المتغير (س3) والمتغير (س5) والعلاقة الموجبة (0.5605) بين المتغير (س4) والمتغير (س5) ذات مستوى مقبول من الناحية الإحصائية. أما بقية العلاقات الارتباطية (الموجبة والسالبة) بين المتغيرات الأخرى فقد كانت جميعها ضعيفة (معامل الارتباط ± 0.50) وليست ذات مدلول إحصائي معنوي (الدلالة الإحصائية >0.05).

وعلى المستوى الشهري يتضح من الجدول (6) أن أعلى قيمة للعلاقة الارتباطية الموجبة لجميع أشهر السنة المختلفة كانت بين المتغير (س4) والمتغير (س6) وكذلك بين المتغيرين (س4) و(س5) حيث بلغت قيم معاملات الارتباط الموجبة بين هذه المتغيرات نفس القيم التي حدثت بينها على المستوى السنوي وذلك من الناحية الإحصائية. أما العلاقات الارتباطية الموجبة بين بقية المتغيرات الجوية والطبيعية فتبدو ضعيفة (متغير الارتباط <0.50) وليست ذات دلالة إحصائية معنوية. ومن ناحية أخرى نجد أن أقوى علاقة سالبة كانت بين المتغيرين (س2) و(س3) حيث كان متغير الارتباط (>-0.9000) أثناء الفترة (يونيو – أغسطس) ويليها من حيث القوة العلاقة السالبة في شهر مايو (متغير الارتباط = -0.8662) وكذلك في شهري أبريل وأكتوبر حيث كانت العلاقة السالبة بين هذين المتغيرين (س2 وس3) قوية أيضاً حيث كان متغير الارتباط بين المتغيرين (-0.7961) في شهر أبريل و (-0.7693) في شهر أكتوبر، بينما كانت العلاقة السالبة بين المتغير (س3) والمتغيرين (س4) و (س5) تعتبر مقبولة إحصائياً (متغير الارتباط >-0.50) بالنسبة لجميع أشهر السنة حيث كان متغير الارتباط السالب (-0.643).

جدول (6)

العلاقة السنوية بين المتغيرات الجوية والطبيعية

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.2475-)*	(.2587)	(.0669-)	0.3481-	(0.1641)
س2	-	0.7911-	(0.2361)	0.0628	(0.2391)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر يناير

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.1131-)	(0.2289)	(0.1372)	(0.1165-)	(0.2637)
س2	-	(0.3131-)	(0.2606-)	0.5021-	(0.0084)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر فبراير

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.0984-)	(0.3102)	(0.0542)	(0.2901-)	(0.2735)
س2	-	0.4160-	(0.1594-)	0.4426-	(0.0897)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

تابع جدول (6)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر مارس

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.1719-)	(0.2645)	(0.0700)	0.3672-	0.3391
س1	-	0.5237-	(0.0465-)	(0.3262-)	(0.1495)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر أبريل

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	0.4483-	0.4171-	(0.0804-)	0.4631-	(0.2296)
س2	-	(0.7961-)	(0.2299+)	(0.0565)	(0.2247)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	0.0286

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر مايو

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	0.4002-	(0.3243)	(0.1391-)	0.4390-	(0.1326)
س2	-	0.8662-	0.4186	(0.2337)	0.3434
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

تابع جدول (6)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر يونيو

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	0.3847-	(0.2426)	(0.2052-)	0.3797-	(0.0159)
س2	-	0.9025-	0.4748	0.3411	0.3472
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر يوليو

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	0.5314-	(0.3298)	(0.2436-)	0.4105-	(0.0102-)
س2	-	0.9194-	0.5748	0.4397	0.4060
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر أغسطس

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	0.5506-	0.3441	(0.2452-)	0.4398-	(0.0054-)
س2	-	0.9156-	0.5285	0.4514	0.3449
س3	-	-	0.6431-	0.5568-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5625	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

تابع جدول رقم (6)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر سبتمبر

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.0649-)	(0.0646)	(0.881-)	(0.0478-)	(0.1497)
س2	-	0.2753-	(0.1969-)	(0.0771)	(0.2766-)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4057-
س4	-	-	-	0.5605	0.8332
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر أكتوبر

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.1515-)	(0.0336)	(0.0302)	(0.1865-)	(0.1752)
س2	-	0.7693-	(0.2650)	(0.2416)	(0.1586)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر نوفمبر

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.1293-)	(0.0373-)	(0.2660+)	(0.1544-)	(0.4233)
س2	-	(0.0979-)	(0.3061-)	(0.2989-)	(0.1672-)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4086-
س4	-	-	-	0.5605	0.8380
س5	-	-	-	-	(0.0286)

تابع جدول (6)

العلاقة بين المتغيرات الجوية والطبيعية عن شهر ديسمبر

	س2	س3	س4	س5	س6
س1	(0.0649-)	(0.0646)	(0.0881)	(0.0478-)	(0.1497+)
س2	-	(0.2753-)	(0.1969-)	(0.0771)	(0.2766-)
س3	-	-	0.6431-	0.5559-	0.4057-
س4	-	-	-	0.5605	0.8332
س5	-	-	-	-	(0.0218)

المصدر: الجداول من إعداد الباحث.

*** معاملات الارتباط بين قوسين دلالتها الإحصائية أعلى من المستوى (0.05).**

- لمعرفة مدلول المتغيرات(س1 إلى س6) انظر ص6.

بين المتغير (س3) والمتغير (س4) ويقل معامل الارتباط السالب قليلا (0.5559-) بين المتغير (س3) والمتغير (س5). أما العلاقة الارتباطية السالبة بين بقية المتغيرات الجوية والطبيعية تعتبر ضعيفة وليست ذات دلالة إحصائية معنوية وذلك على مدى أشهر السنة المختلفة (الجدول 6).

يتضح مما تقدم أن علاقات ارتباطية قوية تميزت بين بعض هذه المتغيرات محل الدراسة مما يوحي باعتماد هذه المتغيرات على بعضها البعض من حيث تأثيرها على تغيرات الأمطار بالمملكة، ولتمثيل التأثير الجزئي لكل متغير على الأمطار مع الأخذ في الاعتبار في نفس الوقت العلاقات المتداخلة (Inter-Correltions) بين المتغيرات الجوية والطبيعية فقد استخدم لهذا الغرض أسلوب تحليل الانحدار الخطي لتحديد العلاقة بين كمية المطر كمتغير تابع وبين المتغيرات الجوية والطبيعية كمتغيرات مستقلة مؤثرة في كمية المطر. ومن خلال تطبيق أسلوب تحليل الانحدار الخطي أمكن استنباط سلسلة من المعادلات للتعبير عن العلاقة الكلية أو التفاعل المشترك بين متوسط المطر والمتغيرات الستة محل الدراسة. وبالنسبة لمتوسط المطر السنوي فقد جرى تركيب المعادلة التالية:

ص = 6.02س1 + 18.19 س2 + 0.18س3 − 1.39س4 + 13.98س5 + 17.58س6 − 1726

حيث إن:

ص = متوسط المطر السنوي (ملم).

س1 = متوسط الرطوبة النسبية (٪)

س2 = متوسط درجة الحرارة (مئوية).

س3 = التضاريس (الارتفاع عن سطح البحر بالأمتار).

س4 = المسافة من البحر الأحمر (كم).

س5 = دائرة عرض المكان (درجة شمالاً).

س6 = خط طول المكان (درجة شرقا).

أما على المستوى الشهري فقد استخرجت معادلات الانحدار الخطية التي تحكم العلاقة المشتركة بين متوسطات الأمطار الشهرية والمتغيرات الجوية والطبيعية الستة في الملحق رقم(2). وعلى أساس هذه المعادلات يمكن تحديد شكل العلاقة الدالية بين المتغير التابع (متوسط المطر). والمتغيرات المستقلة (المتغيرات الجوية والطبيعية) وذلك بهدف التنبؤ بقيمة المتغير التابع في ضوء تأثره بالمتغيرات المستقلة.

إلى جانب تحديد الإسهام الجزئي للمتغيرات الجوية والطبيعية الستة في تكوين معادلات الانحدار الخطي بين هذه المتغيرات المستقلة والمتغير التابع (الأمطار السنوية والشهرية) يمكن تحديد إسهام كل متغير مستقل على حده في تغيرات كمية الأمطار السنوية والشهرية بالمملكة العربية السعودية وذلك بتحديد نسبة إسهام كل متغير مستقل منفرداً في حجم التباين الكلي (Total Variance) وهو يعني الجزء المفسر (Allocated Variance) بواسطة المتغير المستقل في تغير كمية المطر (الجدول 7).

وبتفحص هذا الجدول يتضح أن معامل الارتباط المتعدد (0.9198) الذي أمكن استنباطه من معادلة الانحدار بين المتغيرات الجوية والطبيعية الستة وكمية المطر السنوي أي أن الجزء المفسر للتغير في كمية المطر بواسطة هذه المتغيرات مجتمعة يعادل 84.60٪ من جملة التباين الكلي (Total Variance)، ومن ناحية أخرى نجد أن المتغير الرطوبي (س1) يمثل أكبر نسبة في حجم التباين حيث بلغت نسبة إسهامه

51.18٪، ويليه من حيث الأمية المتغير التضاريسي (س3) حيث بلغ إسهامه 23.95٪ في حجم التباين ولذا يبلغ إسهام هذين المتغيرين معاً 75.13٪ مما يدل على الدور الفعال الذي يلعبه هذان المتغيران في كمية المطر السنوي بالمملكة. بينما يبلغ إسهام المتغير الحراري (س2) 7.98٪. أما بقية المتغيرات فيبدو أن إسهامها محدود في حجم التباين الكلي لتغيرات الأمطار السنوية. أما بالنسبة لدور وأهمية المتغيرات الجوية والطبيعية الستة في تغيرات كميات الأمطار الشهرية في المملكة، فبالرجوع إلى الجدول(1) يتضح أنه باستثناء شهر مارس نجد أيضاً أن المتغير الرطوبي (س1) يلعب الدور الأكبر في نسبة التغير في كمية المطر للفترة من شهر يناير حتى شهر أكتوبر مما يؤكد على أهمية المتغير الرطوبي في تفسير التغير في كمية المطر خلال هذه الفترة. أما في شهري مارس ونوفمبر فيتضح أن المتغير التضاريسي (س3) يلعب الدور الأكبر في تفسير التباين في كمية المطر بنسبة 41.86٪ و 22.56٪ على التوالي، بينما في شهر مايو تشكل ثلاثة متغيرات: الرطوبي (س1) والحراري (س2) والتضاريسي (س3) معظم الإسهام في تباين الأمطار وذلك بما يعادل 80.71٪. أما في شهر سبتمبر فيبدو أن المتغير الرطوبي (س1) هو المسيطر الوحيد في تغيرات الأمطار بالمملكة حيث يبلغ إسهامه 30.23٪ من حجم التباين الكلي (56.26%) بالنسبة للمتغيرات مجتمعه، بينما في شهر نوفمبر يبرز إسهام المتغيرين: التضاريسي (س3) ودائرة العرض (س5) وحدهما بنسبة 29.08٪ من جملة التباين مما ينبىء بأهمية هذين المتغيرين بالنسبة لكمية الأمطار خلال هذا الشهر. أما في شهر ديسمبر فيبرز متغير المسافة من البحر الأحمر (س4) كمتغير مؤثر في كمية المطر، يليه من حيث الأهمية سيطرة متغيري التضاريس (س3) والرطوبة النسبية (س1) على التغير في كمية الأمطار أثناء هذا الشهر، ويبلغ إسهام هذه المتغيرات الثلاثة مجتمعة بما يعادل نسبة 45.09٪ في تباين الأمطار بالمملكة (الجدول 7).

وبناءً على ما تقدم يتضح أن أهم متغيرين هما المتغير الرطوبي (س1) والمتغير التضاريسي (س3) اللذان يشكلان معاً أكبر نسبة في تغير حجم التباين الكلي (Total Variance) وبالتالي في تغيرات كميات الأمطار في معظم شهور السنة بالمملكة العربية السعودية. أما بقية المتغيرات الجوية والطبيعية فتبدو أهميتها محدودة وتتفاوت نسبة إسهام كل منها في تغيرات كميات الأمطار من شهر لآخر أثناء السنة.

جدول (7)

نسبة إسهام المتغيرات الجوية والطبيعية في حجم التباين الكلي

العامل	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
س1	0.3725	0.4656	0.2434	0.2849	0.3455	0.3965	0.4426	0.4659	0.3023	0.2934	0.0025	0.1002	0.5118
س2	0.0192	0.0952	0.0994	0.1541	0.3087	0.0549	0.0002	0.0116	0.0451	0.0002	0.0074	0.0010	0.0798
س3	0.1120	0.1202	0.4186	0.2242	0.1529	0.2313	0.1130	0.1466	0.0767	0.1641	0.2256	0.1432	0.2395
س4	0.0049	0.0089	0.1546	0.0154	0.0011	0.0142	0.0612	0.0260	0.0798	0.0350	0.0005	0.2075	0.0061
س5	0.0391	0.0067	0.0087	0.0044	0.0008	0.0037	0.0265	0.0388	0.0584	0.0121	0.0652	0.0015	0.0046
س6	0.0026	0.0214	0.0003	0.0165	0.0039	0.0014	0.0033	0.0076	0.0003	0.0043	0.0101	0.0007	0.0042
العوامل الستة	0.5503	0.7180	0.9250	0.6995	0.8129	0.7020	0.6468	0.6965	0.5626	0.5091	0.3113	0.4541	0.8460

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

الخاتمة

إن الدراسة الحالية تستعرض محاولة لاستكشاف العلاقة الارتباطية بين بعض المتغيرات الجوية والطبيعية ومتوسطات الأمطار بالمملكة العربية السعودية، كما تبرز مدى أهمية هذه المتغيرات وتأثيرها على الأمطار وتفاوت كمياتها بالمملكة، ولقد أوضحت الدراسة أن العلاقة بين المتغير الرطوبي ومتوسط المطر السنوي موجبه وتبدو قوية كما يتضح من قيمة معامل الارتباط (0.7154) ودلالته الإحصائية المعنوية (0.001) كما أن العلاقة الارتباطية بين التضاريس ومتوسط المطر السنوي طرديه (معامل الارتباط = 0.6949) وذات مدلول إحصائي إحتمال حدوثه عن طريق الصدفة في حدود (0.001). أما العلاقات الارتباطية بين الأمطار السنوية والمتغيرات: درجة الحرارة، والمسافة من البحر الأحمر، وموقع المكان على دائرة العرض، وخط طول المكان فتبدو عكسية ويتباين مستوى هذه العلاقات بدرجة ملحوظة من حيث قيمة معامل الارتباط وكذا دلالته الإحصائية حيث يتراوح من أقصى علاقة عكسية (-0.6054) بين متغير موقع المكان على دائرة العرض ومتوسط المطر السنوي وأدنى علاقة عكسية (-0.1027) بين متغير خط طول المكان ومتوسط المطر السنوي.

كما أن النتائج توضح أن العلاقة الارتباطية بين المتغيرات الجوية والطبيعية الستة ومتوسطات الأمطار الشهرية تبدو موجبه وقوية وذات دلالة إحصائية معنوية بين المتغير الرطوبي خلال معظم السنة باستثناء الشهور (سبتمبر، نوفمبر، ديسمبر) حيث كانت العلاقة ضعيفة نوعا ما، وأن العلاقة بين المتغير التضاريسي ومتوسطات الأمطار الشهرية أيضاً موجبه وذات مدلول إحصائي معنوي خلال أشهر السنة المختلفة باستثناء شهري يوليو وأكتوبر حيث كان معامل الارتباط ضعيفاً، وبالنسبة لبقية المتغيرات الجوية والطبيعية فقد أبرزت الدراسة أن علاقتها الارتباطية مع متوسطات الأمطار تبدو أيضاً سالبة حيث كانت العلاقة بين المتغير الحراري ومتوسطات الأمطار الشهرية سالبة وذات دلالة إحصائية للفترة (مارس إلى أغسطس)، أما في بقية أشهر السنة فإن مدلول العلاقة الارتباطية يفوق مستوى الدلالة الإحصائية (<0.05). أما العلاقة بين المسافة من البحر الأحمر والأمطار الشهرية فتبدو سالبة وضعيفة خلال السنة باستثناء الفترة (أبريل إلى أغسطس) حيث

كانت معاملات الارتباط السالبة ذات مدلول إحصائي معنوي. كما أوضحت معاملات الارتباط بين دائرة عرض المكان والأمطار الشهرية علاقات سالبة ضعيفة خلال شهري الخريف (سبتمبر ونوفمبر) وفصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير)، بينما كانت العلاقة الارتباطية بين هذا المتغير والأمطار تبدو قوية خلال الفترة من مارس إلى أغسطس وذات دلالة إحصائية معنوية. أما العلاقة بين المتغير (خط طول المكان) والأمطار الشهرية فقد كانت ضعيفة غير أنها موجبة في أشهر فصل الشتاء وسالبة في بقية أشهر السنة.

ولقد أبرزت الدراسة أيضاً أن نتائج تحليل العلاقات الارتباطية المتداخلة بين المتغيرات الجوية والطبيعية الستة أن كل متغير قد يرتبط جزئياً بعلاقات سالبة أو موجبة مع غيره من المتغيرات الأخرى، وأن علاقات ارتباطية قوية تميزت بين بعض هذه المتغيرات موضوع الدراسة مما يوحي باعتماد هذه المتغيرات على بعضها البعض من حيث درجة تأثيرها على تغيرات كميات الأمطار بالمملكة. ومن ناحية أخرى فإن معادلات خط الانحدار التي استنبطت على المستوى السنوي والشهري بين الأمطار والمتغيرات الجوية والطبيعية يمكن استخدامها في تقدير متوسطات الأمطار بدرجة معقولة من الدقة خاصة في مناطق المملكة التي تخلو من سجلات الأمطار ومحطات الرصد الجوي.

ومن حيث تحديد أثر هذه المتغيرات في أمطار المملكة فقد اتضح من تحليل أسلوب الانحدار أن المتغيرات الجوية والطبيعية محل الدراسة تسهم بنحو 85% من جملة التباين الكلي في تغيرات الأمطار السنوية، وأن الجزء المفسر بواسطة المتغير الرطوبي في كمية المطر يبلغ حوالي 51٪ ويليه من حيث الأهمية المتغير التضاريسي الذي يبلغ إسهامه حوالي 24٪ ولذا يبلغ إسهام هذين المتغيرين 75٪ في حجم التباين الكلي مما يدل على أهمية الدور الذي يلعبه هذان المتغيران في تفاوت كميات الأمطار في معظم شهور السنة المختلفة. أما بقية المتغيرات الجوية والطبيعية فتبدو أهميتها محدودة تتفاوت نسبة إسهام كل منها في تغيرات كميات الأمطار من شهر لآخر أثناء السنة. وبناءً عليه فإن هذه المتغيرات الستة إنما تفسر جزءاً من التباين الكلي في تغيرات الأمطار مما ينبىء بوجود عوامل أخرى بخلاف تلك التي تحت الدراسة تسهم بدورها أيضاً في تشكيل باقي التباين ولها

دورها وتأثيرها في فعاليات الأمطار مثل أثر المنخفضات الجوية وتذبذبها خلال فصل الشتاء والتقاء الكتل الهوائية ذات الخصائص الحرارية والرطوبية المختلفة إضافة إلى عوامل محلية قد يكون لها تأثيرها في إمكانات الأمطار بالمنطقة. مثل هذه العوامل يمكن إخضاعها لدراسة مستقبلية لتحديد نسبة إسهامها في تباين كميات الأمطار بالمملكة. وفي الختام يؤمَّل أن تساعد هذه الدراسة الإحصائية التي أجريت حول معاملات الارتباط وتحليل الانحدار في تفسير وتفهم بعض خصائص وأنماط الأمطار السنوية والشهرية وعلاقاتها المتداخلة بمتغيرات جوية وطبيعية مختارة في المملكة العربية السعودية.

المراجع العربية

حسين حمزة، بندقجي

1981 جغرافية المملكة العربية السعودية، الطبعة الثالثة، جدة، المملكة العربية السعودية.

عبد الإله، أبو عياش

1978 الإحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية، الكويت، وكالة المطبوعات.

عبدالرحمن صادق، الشريف

1994 جغرافية المملكة العربية السعودية، دار المريخ، الرياض، المملكة العربية السعودية.

محمود طه، أبو العلا

1975 جغرافية شبه الجزيرة العربية، الجزء الثاني، جغرافية المملكة العربية السعودية، القاهرة، مؤسسة سجل العرب، الطبعة الثالثة.

ناصر عبد الله الصالح، محمد محمود السرياني

1979 الجغرافية الكمية والإحصائية، جدة، مطابع دار الفنون - 201 185.

وزارة الزراعة والمياه

الإحصاءات المناخية الشهرية للفترة (1964-1985)، قسم الهايدولوجيا، الرياض، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية

Eltom, M.A.

1969 "A statistical Analysis of the Rainfall Over the Sudan", The Geographical Journal, Volume 135, Part 3, PP. 378-387.

Gasmel-Seed, AM

1987 "Analysis of Rainfall Causal Relationships in the Sudan, Geojournal", VOL. 15, No. 4, PP. 413-419.

Marija N orusis SPSS Inc.,

1993 "SPSS/PC + Statistics" pp. 272-273, Chicago, U.S.A.

Pedgley, D.

1969, "The Red Sea Convergence Zone (RSCZ): 1, The Horizontal pattern of Winds.", Weather, 21, PP. 350-358.

استلام البحث: سبتمبر 1995
إجازة البحث: يناير 1996

The Relationship Between Rainfall And Some Atmospheric And Geographical Factors In The Kingdom Of Saudi Arabia.

Abdul - Malak Kassam
King Saud University

The study aims to demonstrate the relationship between mean monthly and annual rainfall and six specified atmospheric and geographical factors in the Kingdom of Saudi Arabia, namely: Atmospheric Humidity, Air Temperature, Relief, Distance from the Red Sea, and Longitude and Latitude Coordinates. The impact of these factors on rainfall variations in the Kingdom is also investigated.

It has been found that a strong positive correlation exists between the relief and humidity factors and average rainfall, while the relationship between the other factors tends to be negative and variable.

With regard to the probable contribution of these factors to rainfall, it has been found that they contribute about 85% of the total variance in the rainfall data, and that the variance explained by the humidity accounts for about 51%,whilst the relief factor contributes about 24% of the total variance, which indicates their significance as rainfall contributors in the Kingdom of Saudi Arabia.