جامعة جرش

كلية الزراعة

برنامج التغير المناخي والزراعة المستدامة والأمن الغذائي

أثر التغير في الأمطار والحرارة على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك–الأردن

Impact of Rainfall and Temperature Change on Field Crops Production in Karak Governorate- Jordan

إعداد

أنس محمد أحمد الطيطي

الأستاذ الدكتور

إيهـــاب الغبيش..... مشرفاً رئيساً

الدكتور أمجد أبو سرحان..... مشرفاً مشاركاً

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في التغير المناخي والزراعة المستدامة والأمن الغذائي

عمادة البحث العلمي والدراسات العليا

جامعة جرش

حزيران، 2020

التفويض

أنا أنس محمد أحمد الطيطي، أفوض جامعة جرش بتزويد نسخ من رسالتي "أثر التغير في الأمطار والحرارة على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك- الأردن" للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات أو الأشخاص عند طلبهم حسب التعليمات النافذة في الجامعة.

التوقيع:

التاريخ:

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة (أثر التغير في الأمطار والحرارة على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك-الأردن) وأجيزت بتاريخ 3/6/ 2020.

أعضاء لجنة المناقشة		التوقيع
الأستاذ الدكتور : إيهاب الغبيش	مشرفاً ورئيساً	
الدكتور : أمجد أبوسرحان	مشرفاً مشاركاً وعضواً	
الدكتور : معاذ القيام	مناقشاً داخلياً	
الدكتور : صدام الضلاعين	مناقشاً خارجياً-جامعة البلقاء التطبيقية	

الإهـــداء

أهدي هذا العمل وما رافقه من جهد وعناء إلى من ربياني، وإلى من سهرا الليالي، إلى من علماني أنّ العلـم والأخلاق هما رأس مالي الذي لا ينضب، من أجلهـم ولأجلهـم أنا هنا باحث في العلـم . أقتدي منكِ أمي غاليتي ومن أبي الذي كُنتَ لي أباً وصديقاً وموجِهاً . كنتـم لي دوماً فخراً وعزاً وسنداً وذخراً رحمكما الله

"أهدي عملي هذا لروحهما الطاهرتين"

إلى قرة عيني ورفيقتي في السراء والضراء . إلى من تحملت معي المشقة والعناء . إلى من ساندتني بكل شيء . إليها أهدي بحثي هذا

"زوجتي الغالية"

إلى زهور أيامي ونور قلبي الذين من أجلهـم أحيا وأعيش

(بناتي وأبنائي) . إلى أخواتي وإخوتي وأصدقائي وكل من ساندني وقدّم لي العون والمساعدة إلى كل طالب علـم سهر الليالي من أجل علمه ومن أجل أهله ووطنه . إلى وطني وكل من حمل هـم الوطن

الشكر والتقدير

أشكر الله على نعمة العلم وأسأله أن يأخذ بيدي لإنجاز هذا العمل، وكما يقول سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم:

(من لا يشكر الناس لا يشكر الله).

لذا أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى مشرفي الفاضل وصاحب البصمة المباركة على هذه الأطروحة والذي لم يألُ جهداً في سبيل إتمام هذا العمل وتوجيهي إلى الأستاذ الدكتور الفاضل إيهاب الغبيش حفظه الله ورعاه، فله مني كل الشكر والعرفان، كما أشكر الدكتور أمجد أبو سرحان على ما قدمه لي من عون ومساعدة لإنجاز هذه الأطروحة.

كما أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى المهندس عمر المحادين على ما قدمه لي من مساعدة، والمهندس رائد الصمادي والمهندس دانيال حجازين والأستاذ غالب زاهدة والدكتور قصي الياسين.

كما أشكر أعضاء لجنة المناقشة الموقرة: الدكتور معاذ القيام، والدكتور صدام الضلاعين لما بذلوه من جهد ومقترحات لخروج الرسالة بأفضل حلة، وأتقدم بالشكر لكل من قدم لي العون أثناء فترة الدراسة، وأخص بذلك جميع الأساتذة أعضاء هيئة التدريس في جامعة جرش.

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	الصفحة
.1	التفويض	ب
.2	قرار لجنة المناقشة	ج
.3	الإهداء	د
.4	الشكر والتقدير	هـ
.5	فهرس المحتويات	و
.6	قائمة الجداول	ط
.7	قائمة الأشكال والصور	ي
.8	قائمة الخرائط	ل
.9	قائمة الملاحق	م
.10	ملخص باللغة العربية	ن
.11	الفصل الأول: المقدمة:	1
.12	مشكلة الدراسة	3
.13	أهمية الدراسة	4
.14	أهداف الدراسة	5
.15	الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة:	6
.16	الإطار النظري:	6
.17	واقع الزراعة في المملكة ومحافظة الكرك	6
.18	ظاهرة التغير المناخي	7
.19	أثر التغيرات المناخية على القطاع الزراعي	7
.20	أثر التغيرات المناخية على المحاصيل الحقلية	8
.21	الدراسات السابقة:	9
.22	تغيرات مناخ الأردن	9
.23	تأثير التغيرات المناخية على مساحة وإنتاج المحاصيل الحقلية	12
.24	الفصل الثالث: المنهجية وطرائق البحث:	24
.25	منطقة الدراسة	24

.26	أسلوب البحث والمعالجة الإحصائية	25
.27	بيانات كميات الأمطار ودرجات الحرارة	26
.28	بيانات المساحات المزروعة والإنتاج	26
.29	مصادر البيانات	27
.30	ملاءمة منطقة الدراسة للمحاصيل الحقلية في ظل التغيرات المناخية	27
.31	تقدير التغير المناخي لمنطقة الدراسة	28
.32	الفصل الرابع: النتائج:	30
.33	أولاً: التغيرات في عناصر مناخ منطقة الدراسة:	30
.34	1. التغير في درجات الحرارة	30
.35	2. التغير في كمية الهطول المطري	32
.36	3. التغير في الرطوبة النسبية	35
.37	ثانياً: تأثير درجة الحرارة والأمطار على المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية والإنتاج	36
.38	1. لمحصول القمح	36
.39	2. لمحصول الشعير	40
.40	3. لمحصول العدس	43
.41	4. لمحصول الكرسنة	46
.42	العلاقة بين درجات الحرارة والأمطار وإنتاج المحاصيل الحقلية	49
.43	تأثير التغير المتوقع في عناصر المناخ على الفترة المستقبلية 2040	51
.44	السيناريوهات المتوقعة لعناصر المناخ في محافظة الكرك للعام 2040:	51
.45	أولاً: الأمطار	51
.46	السيناريو الأول	51
.47	السيناريو الثاني	52
.48	ثانياً: درجة الحرارة	53
.49	الفصل الخامس: المناقشة	55
.50	الاستنتاجات والتوصيات:	59
.51	1. الاستنتاجات	59
.52	2. التوصيات	59

.53	المصادر والمراجع:	61
.54	1. المصادر والمراجع باللغة العربية	61
.55	2. المصادر والمراجع باللغة الإنجليزية	65
.56	الملاحق	67
.57	الملخص باللغة الإنجليزية	72

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
.1	متطلبات محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة من الأمطار السنوية	28
.2	المؤشرات الإحصائية للعلاقة بين الأمطار ودرجات الحرارة وإنتاج محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك للفترة 1994-2017	50

قائمة الأشكال والصور

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
.1	التغير في درجة الحرارة بين الفترة الأولى (1994–2005) والفترة الثانية (2006–2017) للدراسة في محافظة الكرك/ الأردن	31
.2	معدل درجة الحرارة الشهرية (°م) لشهور موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك لفترتين زمنيتين 1994–2005 و2006–2017	32
.3	معدل الأمطار السنوي (ملم) وانحرافه عن المعدل (329 ملم) لمحافظة الكرك للفترة 1994–2017	33
.4	معدل هطول الأمطار الشهري (ملم) في محافظة الكرك لشهور موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية للفترتين 1994–2005 و2006–2017	34
.5	نسبة الرطوبة النسبية السنوية (%) في محافظة الكرك للفترة 1994–2017	35
.6	معدل الرطوبة النسبية (%) في محافظة الكرك للفترتين 1994–2005 و2006–2017	35
.7	المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول القمح في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017	36
.8	مجموع المساحة (دونم) ومجموع كميات الإنتاج (طن) لمحصول القمح في محافظة الكرك للفترتين 1994–2005 و2006–2017	38
.9	العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول القمح لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	39
.10	العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول القمح لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	40
.11	المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول الشعير في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017	41
.12	مجموع المساحة (دونم) ومجموع كميات الإنتاج (طن) لمحصول الشعير في محافظة الكرك للفترتين 1994–2005 و2006–2017	41
.13	العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول الشعير لمحافظة	42

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
	الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	
.14	العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول الشعير لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	43
.15	المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول العدس في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017	44
.16	مجموع المساحة (دونم) ومجموع كميات الإنتاج (طن) لمحصول العدس في محافظة الكرك للفترتين 1994–2005 و2006–2017	44
.17	العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول العدس لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	45
.18	العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول العدس لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	46
.19	المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول الكرسنة في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017	47
.20	مجموع المساحة (دونم) ومجموع كميات الإنتاج (طن) لمحصول الكرسنة في محافظة الكرك للفترتين 1994–2005 و2006–2017	47
.21	العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول الكرسنة لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	48
.22	العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول الكرسنة لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017	49
.23	درجات الحرارة المثلى لمراحل نمو محصولي القمح والشعير ودرجات الحرارة السائدة في محافظة الكرك للفترة 1994–2017 ودرجات الحرارة المتنبأ بها للعام 2040	54

قائمة الخرائط

الرقم	اسم الخارطة	الصفحة
.1	منطقة الدراسة –محافظة الكرك بألويتها المختلفة في جنوب الأردن	24
.2	درجات الحرارة السائدة في محافظة الكرك/ الأردن خلال الفترة الأولى (1994–2005) والفترة الثانية (2006–2017)	31
.3	معدل الأمطار الهاطلة في محافظة الكرك/ الأردن خلال الفترة الأولى (1994–2005) والفترة الثانية (2006–2017) للدراسة.	33
.4	المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية في محافظة الكرك للفترة الزمنية الأولى	37
.5	المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية في محافظة الكرك للفترة الزمنية الثانية	37
.6	معدل الأمطار الهاطلة في محافظة الكرك/ الأردن للفترة 1994–2017م.	51
.7	معدل التناقص في الهطول المطري السنوي المتوقع في محافظة الكرك/ الأردن للعام 2040م عن الفترة 1994–2017 حسب السيناريو الأول (40 ملم).	52
.8	معدل التناقص في الهطول المطري السنوي المتوقع في محافظة الكرك/ الأردن للعام 2040م عن الفترة 1994–2017 حسب السيناريو الثاني (20 ملم).	53
.9	الزيادة في معدل درجة الحرارة بناءً على السيناريو A1B والسيناريو A2 للعام 2040 عن معدل الحرارة العام (16.8°م) للفترة 1994–2017.	54

قائمة الملاحق

الرقم	عنوان الملحق	الصفحة
.1	بيانات درجات الحرارة وكميات هطول الأمطار ونسبة الرطوبة النسبية لمحافظة الكرك–الأردن للفترة 1994–2017	67
.2	كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة في محافظة الكرك – الأردن للفترة 1994–2005	68
.3	كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة في محافظة الكرك – الأردن للفترة 2006–2017	69
.4	بيانات المساحات المزروعة لمحاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك–الأردن للفترة 1994–2017	70
.5	بيانات كميات إنتاج محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك–الأردن للفترة 1994–2017	71

أثر التغير في الأمطار والحرارة على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك-الأردن

إعداد

أنس محمد أحمد الطيطي

إشراف:

الأستاذ الدكتور إيهاب الغبيش مشرفاً رئيساً

الدكتور أمجد أبو سرحان مشرفاً مشاركاً

ملخص

هدفت الدراسة إلى بيان تأثيرات التغيرات المناخية ممثلة بالأمطار والحرارة على المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك جنوب الأردن خلال الفترة 1994-2017. حيث بحثت الدراسة تأثير العاملين المذكورين على المساحة المزروعة وكمية الإنتاج لمحاصيل القمح *Triticum aestivum* L. والشعير *Hordeum vulgare* L. والعدس Lens *culinaris* Medikus والكرسنة *Vicia sativa* L. في منطقة الدراسة. وتم التنبؤ بتغيرات المناخ في المنطقة حتى العام 2040 باستخدام سيناريوهين عالميين. وقد درست علاقة الارتباط بين الامطار والحرارة من جهة وبين المساحات المزروعة وكميات الانتاج للمحاصيل الحقلية من جهة أخرى ومثلت بمعادلات خطية.

أظهرت نتائج الدراسة أن هناك تغيرات مناخية حدثت في منطقة الدراسة أثرت على إنتاج المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة من حيث المساحات والكميات المنتجة. وبينت النتائج أن الأمطار هي العامل الأهم من عناصر المناخ في التأثير على زراعة المحاصيل الحقلية في المحافظة. حيث أظهرت النتائج وجود ارتباط طردي بين كميات الأمطار وإنتاج المحاصيل الحقلية السنوي خلال فترة الدراسة، حيث تراجعت المساحة المزروعة بمحصول القمح إلى الثلث تقريباً،

وللعدس تراجعت كثيراً وبنسبة 76%، وزاد توجه المزارعين لزراعة محصول الشعير بناءً على ذلك والذي زادت مساحته المزروعة إلى نسبة تقارب 25%، وكذلك تضاعفت المساحة المزروعة بالكرسنة. وكان تأثير ارتفاع درجة الحرارة بدرجة أقل من تأثير الأمطار، حيث أظهرت النتائج بوجود علاقة ارتباط ضعيفة بين درجة الحرارة وإنتاج المحاصيل الحقلية. وكانت نتائج التنبؤ بالتغيرات المناخية المستقبلية بأن الحرارة سترتفع ما يزيد عن درجة مئوية واحدة، وكميات الأمطار السنوية ستتراجع بمقدار (20–40 ملم) سنوياً، وهذا سيؤدي إلى تغير التركيب المحصولي للمحافظة.

توصي الدراسة باستبدال زراعة محصول القمح بمحاصيل الشعير والكرسنة والعدس في الوقت الحالي بسبب انخفاض كميات الهطول المطري السنوية في المحافظة والتي تناسب إلى حد كبير زراعة الشعير والكرسنة، واستبدال زراعة محصول العدس بمحاصيل الشعير والكرسنة في المستقبل القريب فيما إذا استمرت التغيرات المناخية في المنطقة.

الفصل الأول

1.1 المقدمة:

عرفت اللجنة الدولية للتغيرات المناخية التغير المناخي بأنه "أي تغير في المناخ مع مرور الوقت سواء بسبب التغيرات الطبيعية أو نتيجة لنشاط الإنسان". وعرفته اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي بأنه "تغير المناخ الذي يعزى بشكل مباشر أو غير مباشر لنشاط الإنسان والذي يغير في تركيب الغلاف الجوي العالمي، وبالإضافة إلى تغير المناخ الطبيعي" (Pielke, 2004). ونشاطات الإنسان خاصة في الصناعة والزراعة كما هو واضح من أهم أسباب التغير المناخي، حيث أدت إلى زيادة انبعاث العديد من الغازات والتي أدت بدورها إلى حدوث الاحتباس الحراري في عناصر المناخ.

وتمثل هذا التغير في تغيرات في درجة الحرارة والأمطار والرياح والضغط الجوي (IPCC, 2007). وكان القطاع الزراعي الأكثر تأثراً بمثل هذه التغيرات (ESCWA, 2019). فالتغير في عناصر المناخ خاصة الحرارة والأمطار أثرت على زراعة المحاصيل سلباً في منطقتنا. فقد تأثرت الموارد المائية كثيراً بالتغير المناخي مما أثر على زراعة وإنتاج المحاصيل (ESCWA, 2019; Cline, 2007)، وتغير خريطة التوزيع الجغرافي للمحاصيل لاسيما المحاصيل الحقلية (منظمة الأغذية والزراعة، 2019).

تشير الدراسات –في ضوء التغير المناخي–إلى أن هناك اتجاهاً متزايداً في متوسطات الحرارة السنوية العظمى والصغرى للفترة 1964–1999 (Bani-Domi, 2005) في المملكة، وأن معدل درجة الحرارة السنوي في الأردن قد ارتفع بمعدل (0.53) درجة تقريباً للفترة 1997–2013 عن الفترة 1980–1996، وانخفض معدل كمية الأمطار بفارق (1931.3) ملم للفترة 1997–

2013 عن المعدل لكمية الأمطار للفترة 1980–1996، وتقلصت المدة الزمنية للمنخفض الجوي الواحد وقل عدد المنخفضات كذلك (الرواشدة، 2015). وحظيت المناطق الشمالية للمملكة بزيادة في معدل الهطول المطري يزيد على (30 ملم)، أما المناطق الجنوبية فحدث انخفاض في إجمالي معدل هطول الأمطار مقداره (50 ملم) (Matouq, 2013). كما أن الاتجاهات السائدة نحو انخفاض في هطول الأمطار بنسبة 5–20% في غالبية محطات الرصد الجوي في المملكة خلال آخر 45 عاماً (وزارة البيئة، 2007). والأردن كغيره من الدول قد تأثر بالتغير المناخي كثيراً وخاصة في مجال الزراعة لاعتماده على مياه الأمطار المخزنة بشكل رئيس.

وتستهلك الزراعة 65% من المياه المتاحة، ويتوقع الخبراء أن تصل احتياجات الزراعة في العام 2030 لحوالي 1037 مليون متر مكعب، في حين أن الكمية التي ستتوفر آنذاك ستكون 546 مليون متر مكعب فقط (دائرة الإحصاءات العامة، 2018). وفي حال ارتفاع الحرارة درجة مئوية واحدة في العام 2030 وتراجع الهطول المطري بنسبة 10%، فإن إنتاجية المحاصيل ستنخفض بنسبة 5%، وستتراجع المساحة المزروعة بنسبة 18%، وستنخفض إنتاجية القمح بنسبة 7% والشعير بنسبة 18% (مركز الملكة رانيا العبد الله لعلوم وتكنولوجيا البيئة، 2010)، وسيشكل ذلك حتماً تهديداً كبيراً للأمن الغذائي المستقبلي.

وفي تقرير للإحصاءات العامة لعام 2018، بلغ عدد سكان المملكة الأردنية الهاشمية (10.309.000) نسمة، ومن المتوقع أن يبلغ 19 مليون نسمة في العام 2050، مما سيزيد من الطلب على الغذاء وخاصة الحبوب، ويترتب على ذلك زيادة في كميات الاستهلاك وزيادة في مستوردات المملكة من الحبوب لا سيما أن المملكة تستورد أغلب المحاصيل الحقلية من الخارج، حيث يستورد الأردن ما نسبته 96% من القمح من الخارج، وأن الإنتاج المحلي من القمح لا يكفي

سوى 10 أيام فقط (دائرة الإحصاءات العامة، 2018)، الأمر الذي يتطلب السعي للحد من التأثيرات المناخية على الزراعة بشكل يضمن حماية المحاصيل الحقلية من الضرر، والسعي لتقدير حجم التأثير والحرص على حماية هذه المحاصيل الاستراتيجية والمرتبطة بالأمن الغذائي للمملكة في ظل تنامي التغيرات المناخية والنقص في المياه سيؤدي إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل في ظل تغير المناخ وانكماش المناطق المروية والبعلية ستنخفض درجة الاكتفاء الذاتي لمعظم المواد الغذائية في المستقبل (Al-Bakri et al., 2013).

1.2 مشكلة الدراسة:

في السنوات الأخيرة بدأت المنطقة بما فيها الأردن بالتأثر بالتغير المناخي العالمي، وبدأت آثاره تظهر على العديد من القطاعات الحيوية، وكان من أكثر القطاعات تأثراً هو قطاع الزراعة. وتمثل هذا التأثير بتراجع المساحات المزروعة والنقص في كميات الإنتاج، وانخفاض الإنتاجية وزيادة التصحر. وكانت المحاصيل الحقلية الأكثر تأثراً بالتغيرات المناخية، فتراجعت مساحة الكثير منها، وانخفض الإنتاج الامر الذي أدى لعزوف العديد من المزارعين عن زراعة المحاصيل الحقلية وانعكس على الأمن الغذائي الأردني. وجاءت فكرة هذه الدراسة للوقوف على حجم تأثير التغيرات المناخية لآخر 24 سنة على زراعة وإنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك جنوب المملكة، تعد محافظة الكرك من أكثر محافظات الأردن تأثراً بالتغيرات المناخية من قلة أمطار وارتفاع في درجة الحرارة. وبالتالي جاءت هذه الدراسة لتجيب عن الأسئلة التالية:

-هل فعلاً حدثت تغيرات مناخية في منطقة الدراسة (محافظة الكرك-الأردن)؟

-ما تأثير التغيرات المناخية هذه على المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية في محافظة الكرك؟

-ما تأثير التغيرات المناخية على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك؟

-ما تأثير التغيرات المناخية-إن استمرت-على مساحة وإنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك في المستقبل؟

-هل من المتوقع أن تستمر التغيرات المناخية في المنطقة وما ستكون عليه؟

1.3 أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في الوقوف على حجم المشكلة الناجمة عن التغير في بعض عناصر المناخ والمتمثلة بالأمطار والحرارة في التأثير على متطلبات المحاصيل الحقلية المرتبطة بالأمن الغذائي من هذه العناصر، وبالتالي تراجع المساحات التي تزرع بهذه الحبوب ونقص إنتاجها السنوي وتأثر إنتاجيتها سلباً، وقلت نسب الاكتفاء الذاتي من هذه المحاصيل وتزايد العجز فيها، مما ترتب على ذلك خلل في الميزان الاقتصادي وتهديد للأمن الغذائي. ولا تتوفر دراسات على حد علم الباحث تلقي الضوء على حجم المخاطر من التغيرات المناخية على المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة والتي تعاني أصلاً من ظروف مناخية صعبة من قلة الأمطار وتذبذبها وارتفاع في درجات الحرارة الجوية وتدني في الرطوبة النسبية. والوقوف على تأثير التغير المناخي على النهج الزراعي في المنطقة والتحولات التي حدثت لدى المزارعين لمحاولة التخفيف منها. حيث ستخلص الدراسة بمؤشرات حول المحاصيل التي لا زالت المنطقة صالحة لزراعتها وإمكانية التوسع فيها في ظل التغيرات المناخية الجديدة والمحاصيل التي لم يعد مناخ المنطقة الجديد يناسبها وبالتالي

استبدالها. وتم استخدام نظم المعلومات الجغرافية في حساب المساحات المزروعة، حيث تتميز بدقة بياناتها وعدم اعتمادها على التقدير، مما يجعل نتائج الدراسة أقرب للواقع.

1.4 أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة للتعرف على أثر التغير في الأمطار والحرارة على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك–الأردن من خلال:

1. تحليل تأثير التغير في الهطول المطري السنوي والرطوبة النسبية خلال فترة الدراسة على المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية وعلى كميات إنتاجها في منطقة الدراسة.
2. تحليل إلى تأثير التغير في درجات الحرارة السنوية خلال فترة الدراسة على المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية وعلى كميات إنتاجها في منطقة الدراسة
3. تحليل العلاقة الارتباطية بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة ودرجات الحرارة السنوية السائدة ومدى ملاءمتها لزراعة المحاصيل المختلفة من خلال مؤشر معاملات الارتباط.
4. التنبؤ بما ستكون عليه التغيرات المناخية المستقبلية للعام 2040.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

2.1 الإطار النظري

2.1.1 واقع الزراعة في المملكة ومحافظة الكرك

تبلغ مساحة المملكة الأردنية الهاشمية حوالي 89.342 كم مربع، منها حوالي 9.8 مليون دونم صالحة للزراعة، وبلغت المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية لعام 2017 حوالي (1473464) دونم، أي ما نسبته 25.5% تقريباً من المساحة المزروعة (دائرة الإحصاءات العامة، 2017).

تمثل المحاصيل الحقلية مادة غذائية هامة للإنسان والحيوان ولذلك فهي ترتبط بالأمن الغذائي، وتعتمد زراعة هذه المحاصيل كلياً في الأردن على مياه الأمطار، ونادراً ما تزرع مروية. وأهم هذه المحاصيل هو محصول القمح ثم يليه الشعير. حيث بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالقمح للعام 2018 (246576) دونم وبالشعير (498250) دونم (وزارة الزراعة، 2018). وبلغت حصة محافظة الكرك من المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية الشتوية المروية والبعلية حوالي (77995) دونم. بينما بلغت للحبوب الصيفية البعلية حوالي (7702) دونم. وبلغ مجموع الإنتاج للمحافظة من القمح المروي لعام 2017 حوالي 9 طن و (2659.6) طن للبعلي، وبلغ للشعير البعلي (2968) طن (وزارة الزراعة، 2017). والأردن لا ينتج من القمح سوى 3% من احتياجاته، إذ تُظهر الأرقام الرَّسمية أن إنتاج الأردن من القمح تراجع خلال آخر64 عاماً من الاكتفاء الذاتي والتصدير إلى الاعتماد كلياً على الاستيراد. حيث كان الأردن يزرع في الستينات مليوني دونم، تُنتج حوالي 120 ألف طن، أمّا خلال آخر عشر سنوات فقد بلغت المساحة المحصودة حوالي 19 ألف دونم، أنتجت حوالي 21 ألف طن فقط. وهذا يبين مدى تراجع المساحات المزروعة والإنتاجية للقمح، ونتيجة لتراجع الإنتاج الزراعي للمحاصيل الحقلية لا سيما

محصول القمح فقد بلغ معدل استيراد المملكة من القمح آخر خمس سنوات حوالي (949736) طن (دائرة الإحصاءات العامة، 2019). أما الميزان التجاري لأهم المحاصيل الحقلية في الأردن لآخر خمس سنوات فهو على النحو التالي: بلغ حجم صادرات الأردن من محصول العدس (22.354) طن، بينما لم تستطع المملكة تصدير أية كمية من محصولي القمح والشعير لنفس الفترة لعدم توفرهما. وبلغ معدل واردات القمح (1192978.06) طن، بينما بلغ المعدل للشعير (1275544.85) طن، كما وبلغ معدل الواردات للعدس حوالي (14541.47) طن (دائرة الإحصاءات العامة، 2018).

2.1.2 ظاهرة التغير المناخي:

تنتج ظاهرة التغير المناخي عن عملية الاحتباس الحراري والتي هي ارتفاع معدل درجة حرارة الكرة الأرضية، ويعزى هذا الارتفاع لمجموعة من الأسباب الطبيعية والبشرية، غير أن الدلائل العلمية تشير الى أن الارتفاع ناتج عن النشاطات البشرية بشكل رئيس والتي تؤدي إلى زيادة انبعاث الغازات الدفيئة خاصةً غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز أكسيد النيتروز، بالإضافة الى انبعاث غازات دفيئة صناعية مثل الهيدروفلورو كربونات وبيرو فلورو كربونات (IPCC, 2007). وتعمل هذه الغازات التي تلتف حول الكرة الأرضية على امتصاص الأشعة المنعكسة من الكرة الأرضية وتعاود بثها ثانية اليها مما يؤدي الى ارتفاع حرارة الأرض.

3.1.2 أثر التغيرات المناخية على القطاع الزراعي

يعتبر قطاع الزراعة من أكثر القطاعات المتأثرة سلباً بهذه الظاهرة. ومن المتوقع أن تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الأرض الزراعية، بداية من التأثير على خواص الأرض الطبيعية والكيميائية والحيوية ومروراً بانتشار الآفات والحشرات والأمراض وغيرها من المشاكل، وانتهاء

بالتأثير على ناتج ونوعية المحصول. والتغيرات المناخية وما سببته من ارتفاع في درجة حرارة سطح الأرض قد أثرت سلباً على إنتاجية العديد من المحاصيل الزراعية، حيث تسببت في نقص شديد في إنتاجية معظم محاصيل الغذاء الرئيسة، بالإضافة إلى زيادة الاحتياجات المائية اللازمة لها، ويصاحب انخفاض إنتاجية هذه المحاصيل خفض في العائد المزرعي، وكذلك تغير خريطة التوزيع الجغرافي للمحاصيل الزراعية، وتأثيرات سلبية على الزراعات الهامشية، وزيادة معدلات التصحر، وزيادة احتياج المحاصيل للماء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة. (ESCWA, 2019).

4.1.2 أثر التغيرات المناخية على المحاصيل الحقلية

تشير بيانات الإحصاءات العامة لعام 2017 إلى أنّ المساحة المستغلة للزراعة في المملكة بلغت عام 2017م ما نسبته 3% من إجمالي مساحة المملكة البالغة 89.342 كم مربع، وبلغت مساحة المحاصيل الحقلية وتحديداً القمح والشعير والعدس والكرسنة ما نسبته 25.5% من مجموع مساحة الحيازات الزراعية في الأردن، وكما أظهرت النتائج التي أعدتها دائرة الإحصاءات العامة عام 2017م انخفاض المساحات الزراعية للمحاصيل الحقلية في الأردن بنسبة 55% عما كانت عليه في العام 1997. واحتلت محافظة الكرك المرتبة الثانية في زراعة المحاصيل الحقلية (دائرة الإحصاءات العامة، 2017). ونظراً للتغيرات المناخية والتي أدت الى انخفاض معدل الأمطار بحوالي 50 ملم عن معدلاتها في مناطق جنوب الأردن (Matouq, 2013)، كما أن الاتجاهات السائدة نحو انخفاض في هطول الأمطار بنسبة 5–20% في غالبية محطات الرصد الجوي في المملكة خلال آخر 45 عاماً (وزارة البيئة، 2007)، حيث انعكس ذلك على إنتاج المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك في ظل تنامي التغيرات المناخية وأثرها على المحاصيل الحقلية، حيث بلغت حصة محافظة الكرك من المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية الشتوية المروية والبعلية

حوالي (77995) دونم، بينما بلغت للحبوب الصيفية البعلية حوالي (7702) دونم. وبلغ مجموع الإنتاج للمحافظة من القمح المروي لعام 2017 حوالي 9 طن و (2659.6) طن للبعلي، وبلغ للشعير البعلي (2968) طن (وزارة الزراعة، 2017).

2.2 الدراسات السابقة

2.2.1 تغيرات مناخ الأردن

وأجرى زيتون (2016) دراسة بعنوان "مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن". وقد هدفت لدراسة مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل اتجاه التغير في المتوسطات السنوية للحرارة وكميات الأمطار السنوية في شمال الأردن خلال الفترة (1970–2009). وقد استخدمت الدراسة البيانات الشهرية والسنوية للأمطار والحرارة في المحطات المُناخية الممثلة لمنطقة الدراسة (رأس منيف والباقورة وإربد والمفرق) . وقامت الدراسة بتحليل اتجاه التغير في مناخ المنطقة لعنصري الحرارة والأمطار من خلال استخدام عدد من الأساليب الإحصائية، إضافة إلى استخدام الخرائط المكانية للمقارنة بين فترتين زمنيتين. وقد كشفت النتائج عن تزايد ملحوظ في الحرارة السنوية في شمال الأردن خلال الفترة (1970–2009)، ولا سيما الفترة الثانية من الدراسة(1989–2009)، كما كشفت عن تناقص في معدلات الأمطار السنوية في محطتي المفرق وإربد، وتزايد طفيف في محطتي رأس منيف والباقورة، غير أن تلك الزيادة في الأمطار السنوية لم يكن لها أي دلالة إحصائية.

وأجرت الرواشدة (2015) دراسة معنونة بـ " أثر التغير المناخي على زيادة التباين في كميات الأمطار ودرجة الحرارة في الأردن للفترة (1980–2013)". وقد هدفت إلى توضيح أثر

التغير المناخي في زيادة التباين في الأمطار ودرجة الحرارة في الأردن للفترة (1980–2013)، وتناولت أثر التغير المناخي في زيادة معدل المدى اليومي والشهري والسنوي لدرجة الحرارة والمعدل الشهري والسنوي وقوة المنخفضات الجوية والغزارة اليومية للأمطار. وتوصلت الدراسة إلى أن معدل درجة الحرارة السنوي في الفترة الثانية (1997–2013) أرتفع بمعدل (0.53) درجة تقريباً عن الفترة الأولى، وارتفع معدل درجة الحرارة الشهري في الفترة الثانية عن الفترة الأولى بمقدار (0.418) درجة مئوية، بينما انخفض معدل درجة الحرارة الصغرى بالفترة الثانية إلى (10) درجات مئوية، أما الفترة الأولى سجلت (–7) درجة مئوية، أي زيادة في معدل انخفاض درجة الحرارة الصغرى تقريباً (–3) درجة مئوية، وانخفض المعدل السنوي لكميات الأمطار في المحطات المناخية (مطار عمان والربة والأزرق)، وازداد معدل كميات الأمطار بالمحطات المناخية (الشونة والمشقر وسما الروسان) بالفترة الثانية من الدراسة، وانخفض المعدل الشهري لكميات الأمطار بالفترة الثانية ماعدا شهر تشرين الثاني، فقد انخفض معدل كمية الأمطار بالفترة الثانية بفارق (1931.3) ملم عن المعدل الشهري لكمية الأمطار بالفترة الأولى من الدراسة. أما زيادة قوة المنخفضات الجوية للأمطار في الفترة الثانية من الدراسة فيتضح انخفاض المدة الزمنية للمنخفض ونقص عدد المنخفضات.

وكذلك قامت سقاالله (2015) بدراسة موسومة بـ " أثر التغير المناخي المحتمل في جنوب الأردن". وقد هدفت إلى التعرّف على أثر التغير المناخي المحتمل على الأمطار جنوب الأردن من خلال تحليل البيانات المطرية لخمس محطات مناخية تمثل منطقة الدراسة خلال الفترة (1983–2013)، وقد تم تقسيم هذه الحقبة إلى فترتين، الفترة الأولى من 1983 وحتى 1997، والثانية من 1998 وحتى 2013، بهدف الكشف عن أية فروقات في كميات الأمطار بين متوسطات الفترتين. وقد بينت النتائج وجود تراجع ملحوظ في المتوسطات السنوية للأمطار في الفترة الثانية مقارنة مع

الفترة الأولى. كما أظهرت النتائج أن منطقة الدراسة تعرضت إلى أربع فترات جفاف انخفضت خلالها كميات الأمطار بشكل ملحوظ في معدلاتها السنوية. وتشير النتائج إلى احتمال مسؤولية التغير المناخي عن التناقص في كميات الأمطار السنوية والشهرية في منطقة الدراسة.

وقام Matouq (2013) بدراسة "التغير المناخي في الأردن"، هدفت الدراسة لمعرفة التغيرات التي حدثت في معدلات درجات الحرارة وكميات الامطار السنوية الهاطلة في الأردن. وبينت نتائج الدراسة أن هناك زيادة في متوسط درجات الحرارة الدنيا والسنوية خلال فترة الدراسة. كما أظهرت النتائج أن هناك اختلافات في معدل الهطول المطري، إذ أن المناطق الشمالية حظيت بزيادة في معدل الهطول المطري تزيد على 30 ملم، أما المناطق الجنوبية حدوث انخفاض في إجمالي معدل هطول الأمطار يصل إلى 50 ملم.

كما وأجرت عنانبة (2011) دراسة بعنوان "التأثير المحتمل للتغير المناخي على امطار الشتاء في الأردن ". وهدفت الدراسة إلى تحليل خصائص أمطار فصل الشتاء في عينة من المحطات المناخية التي يوجد لها سجل متصل من البيانات المطرية. وهدفت أيضاً إلى تحليل تأثير التغير المناخي على أمطار فصل الشتاء في الأردن للأشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط. وأظهرت النتائج اتجاهاً عاماً لاختلافات في مجموع الأمطار في جميع المحطات، وقد ظهر التناقص أكثر وضوحاً في عدد الأيام الماطرة مع وجود دلالة إحصائية للتناقص في الأمطار وعدد الأيام الماطرة بنسب متفاوتة لما بعد سنة 2000 م في كل من محطات السلط ومطار عمان واربد.

وكذلك أجرى(2011) AL Hour دراسة بعنوان "التغير المناخي في الأردن". حيث هدف إلى تحليل البيانات المناخية (درجة الحرارة والأمطار) على مدى 50–60 سنة الماضية لأربع

محطات مختلفة في أنحاء الأردن، وخاصة المناطق القاحلة وشبه القاحلة (المفرق، الرويشد، الجفر، العقبة). وقد هدف أيضاً إلى تسليط الضوء على التغيرات المناخية في الأردن. أظهرت النتائج اتجاهًا إجماليًا متزايدًا لدرجة الحرارة القصوى السنوية لثلاث محطات، واتجاهاً تنازلياً لمحطة العقبة، وأظهرت درجة الحرارة الدنيا السنوية اتجاها متزايداً لعدة محطات.

أجرى Bani-Domi (2005) دراسة بعنوان "تحليل نمط الحرارة والأمطار في الأردن"، واعتمدت الدراسة على بيانات شهرية وسنوية في اثنتي عشرة محطة مناخية أردنية خلال الفترة (1964–1999) هدفت الدراسة الكشف عن الاتجاهات المتتابعة في متوسط الحرارة والأمطار. وأظهرت نتائج الدراسة اتجاهاً متزايداً في متوسطات الحرارة السنوية العظمى والصغرى للفترة المذكورة باستثناء محطة مطار الملكة علياء الدولي والتي أظهرت تزايداً في متوسط الحرارة الصغرى للفترة نفسها، وتحديداً في أشهر الصيف والربيع وكما أظهرت النتائج تغيرات سلبية في معدلات الأمطار السنوية في معظم المحطات المناخية وكانت الاتجاهات أكثر وضوحاً في محطات الشمال وكانت على التوالي (إربد والرمثا والمفرق) حيث كان لها منحدرات سلبية0.395، 2.074–، 0.497 –، كذلك محطة مطار عمان سجلت قيماً سالبة أيضاً بلغت 0.336–.

2.2.2 تأثير التغيرات المناخية على مساحة وإنتاج المحاصيل الحقلية:

أجرت Mahrous (2018) دراسة معنونة بـ"التأثير الديناميكي للتغير المناخي على إنتاج الحبوب في مصر". وهدفت الدراسة للتعرف على للآثار الديناميكية لتغير المناخ على الحبوب في مصر، لتحديد تقدير الآثار الطويلة والقصيرة لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، وهطول الأمطار ودرجة الحرارة على محاصيل الحبوب للفترة من عام 1961 حتى عام 2013. وتشير النتائج إلى أن إنتاج الحبوب في مصر يتأثر سلباً في المدى القصير من خلال هطول الأمطار ودرجة

الحرارة، كما أظهرت النتائج وجود علاقة على المدى الطويل بين النسبة المئوية للتغير السنوي لمحاصيل الحبوب وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وهطول الأمطار ودرجة الحرارة وسكان الريف أيضا. تظهر النتائج التجريبية أن إنتاج الغذاء في مصر تأثر سلباً على المدى القصير من خلال بعض مظاهر تغير المناخ (هطول الأمطار ودرجة الحرارة).

كما أجرى العرود (2018) دراسة موسومة بـ"التغيرات المناخية الحديثة وأثرها على الغطاء النباتي في حوض وادي عربة الشمالي". وهدفت إلى التعرف على التغيرات المناخية الحديثة وأثرها على الغطاء النباتي في حوض وادي عربة الشمالي، حيث أن التأثيرات المناخية أدت إلى انخفاض الهطول المطري وارتفاع درجة حرارة الهواء، خصوصا في البيئات الحدية وتشير نماذج الدورة الهوائية العامة إلى أن شرقي البحر المتوسط سيتأثر سلباً بارتفاع نسبة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، حيث ستنخفض الأمطار وتزداد درجة حرارة الهواء. ويعاني الأردن حالياً من تدني كمية المياه المتجددة وانخفاض الإنتاجية الزراعية، خصوصاً البعلية نتيجة قلة الهطول المطري وارتفاع الطاقة التبخيرية الكامنة، وقد تم في هذه الدراسة التعرف على الاتجاه العام للأمطار السنوية ودرجة الحرارة السطحية في الحوض الشمالي لوادي عربة للفترة (1971–2016)، ودمجت درجة الحرارة والأمطار الشهرية لحساب رطوبة التربة وتكرار الجفاف، فقد استخدمت خمس مرئيات فضائية من مجموعة لاندسات للفترة (1987–2015) لتقييم الاتجاه العام لمساحات الغطاء النباتي في الجزء العلوي لمنطقة الدراسة، وقد أظهرت نتائج التحليل أن درجة الحرارة في الهواء قد ارتفعت خلال الفترة (1971–2016) بحدود 2.7 درجة مئوية وأن الأمطار انخفضت بحدود 100 ملم خلال نفس الفترة، وقد كانت التغيرات سريعة وملموسة منذ نهاية القرن العشرين، ووجد من خلال حسابات الموازنة المائية الشهرية للمقطع العلوي للتربة أن هناك انخفاضاً كبيراً في رطوبة التربة بلغ حوالي 0.8ملم/ السنة مما يؤشر لآثار خطيرة على الموارد المائية والزراعية. كما خلصت الدراسة إلى

ازدياد ملحوظ في حدة الجفاف، خصوصاً في الفترة التي أعقبت عام 1999. وتشير نتائج تحليل المرئيات الفضائية للأعوام 1987، 1998، 2002، 2014، 2015 إلى تقلص مساحة الأراضي الزراعية وازدياد كبير جدا في مساحة الأراضي الجرداء. ووجد أن مساحة الأراضي الجرداء قد ازدادت بحدود 150%من بداية القرن العشرين حتى عام 2015، كما أن مساحة المراعي والغابات والمحاصيل الحقلية انخفضت بوتيرة مماثلة.

وأجرت بلق (2017) دراسة بعنوان "أثر المناخ على زراعة محصول الشعير في إقليم الساحل الليبي". وقد هدفت الدراسة للتعرف على أثر التغير المناخي على محصول الشعير في إقليم الساحل الليبي. يحتل هذا المحصول المرتبة الأولى في التركيب المحصول في البلاد، فهو يشكل نسبة 79% من مساحة المحاصيل الحقلية، بينما تشكل باقي المحاصيل ما نسبته 21%. واستعرضت الدراسة عنصرين هما المساحات المزروعة والإنتاج وأثر عناصر المناخ عليهما. وخلصت الدراسة إلى أن للعناصر المناخية تأثيراً كبيراً على زراعة محصول الشعير، وأهم هذه العناصر الأمطار ودرجة الحرارة بالإضافة إلى عناصر أخرى.

وفي دراسة نصار (2017) بعنوان "تحليل جغرافي لتأثير التغيرات المناخية في تذبذب الأمطار وعلاقتها بإنتاج وإنتاجية محصول القمح في الدول العربية المتأثرة بنظام مناخ البحر المتوسط". وهدفت الدراسة لتوضيح تأثير الأمطار خاصة على إنتاج وإنتاجية محصول القمح في كل من دول الأردن والعراق وسوريا ولبنان وفلسطين ومصر وتونس والجزائر والمغرب وليبيا خلال الفترة 2005–2012. وحل الأردن بالنسبة لمتوسط كميات سقوط الأمطار لسنوات الدراسة في ذيل قائمة الدول المشمولة قبل مصر بمتوسط 218.5 ملم سنوياً. وتأكد النتائج بوجود ارتباط منخفض وبمعامل ارتباط مقداره (–0.45) في الأردن، مما يفسر تأثر إنتاج القمح في الأردن

بالأمطار الهاطلة خلال فترة الدراسة. وللوقوف على نسبة التغير في إنتاج القمح المتسببة عن الأمطار، وجد أن معامل التحديد بلغ في الأردن 0.20، أي أن 20% من التغير في إنتاج القمح يفسره التذبذب في كميات الأمطار الهاطلة. وبلغت نسبة التذبذب في أمطار الأردن لفترة الدراسة 29%، ونسبة التذبذب في إنتاج القمح بلغت 35%. وأشارت النتائج إلى عدم وجود ارتباط معنوي بين الأمطار وإنتاج القمح للثماني سنوات في الأردن.

كما أجرى طلبة وآخرون (2016) دراسة معنونة بـ"أثر التغيرات والتباينات المناخية على إنتاجية بعض الحاصلات الزراعية في مصر محصولي القمح–الذرة الشامية الصيفي". وهدفت للوقوف على أثر التغيرات والتباينات المناخية على إنتاجية بعض الحاصلات الزراعية في مصر، حيث تتأثر الزراعة بشدة بتغيرات المناخ وخاصة في البلدان النامية. وأشارت بعض الدراسات إلى أن محصول القمح يمكن أن يكون أقل بنسبة 18٪ من المعتاد، وأن محصول الذرة يمكن أن يكون أقل بنسبة 19٪ من المعتاد في مصر في حالة ارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة. واستخدمت الأساليب الإحصائية والبيانات الثانوية لتحقيق أهداف الدراسة. وأظهرت النتائج أن المناطق الزراعية الرئيسة في مصر هي شمال الدلتا وجنوبها ومصر الوسطى ومصر العليا. وأشارت الدراسة إلى أن العائد في الإنتاج في هذه المحاصيل آخذ في الانخفاض لكل من القمح والذرة.

كما أجرى الخليفاوي (2015) دراسة بعنوان"مؤشرات التغير المناخي في مشروع ري الكفل–الشنافية في العراق وأثرها في تغيير زراعة محصولي الأرز والقمح باستخدام (G.I.S)". وهدفت للتعرف على التغير المناخي والآثار التي يمكن أن يحدثها في المناطق الجافة لمحاصيل الحبوب (الأرز والقمح) بوصفهما من المحاصيل الحقلية الرئيسة التي بدأت مؤشرات التناقص في كميات الإنتاج والمساحة تهدد الأمن الغذائي فيها، اعتمدت الدراسة استخدام نظم المعلومات

الجغرافية (GIS) لتحليل التباين في التغير المناخي لمدد زمنية بين (1970–2010) وذلك من خلال رسم خرائط التغير لعنصري الحرارة والمطر ومناقشة الأسباب التي ترتبت على هذا التغير المناخي للمنطقة المدروسة. وقد خلصت الدراسة إلى أن التغير المناخي قد أحدث مشاكل انعكست آثاره بشكل واضح على النطاقات الجافة نتيجة الازدياد الملحوظ والتغير الواضح في معدلات الأمطار والحرارة خاصة في الآونة الأخيرة. وساهم التغير المناخي مساهمة مباشرة في تقليل الإيراد المائي الأمر الذي أدى إلى حرمان مساحات كبيرة من الاستزراع نتيجة العجز المائي المتحقق. شكلت طرق الري القديمة (الري بالغمر) مع انحسار وقلة الإيراد المائي عاملاً ساهم بشكل كبير في زيادة نسبة ملوحة التربة والتي انعكست سلباً على انخفاض الإنتاجية في المناطق المزروعة، فضلاً عن فقدان مساحات من الأراضي الزراعية المنتجة بالمنطقة.

قام هرمز وآخرون (2015) بدراسة تطبيقية في محطة الحسكة في المنطقة الشرقية في سوريا خلال الفترة 2001–2010 معنونه بـ"تأثير العناصر المناخية (الأمطار والحرارة الجافة والجفاف) على إنتاج القمح والشعير المروي والبعلي". وهدفت لتقييم أثر الأمطار والحرارة على إنتاج القمح والشعير المروي والبعلي. وأظهرت النتائج أن هناك علاقة قوية وذات دلالة إحصائية بين ناتج القمح والشعير المرويين وبين الأمطار والحرارة والجفاف، وكان الجفاف الأكثر أهمية للمحصولين تليه الأمطار للقمح والحرارة للشعير وأخيراً الحرارة للقمح والأمطار للشعير، في حين لا يوجد علاقة بين هذه العناصر مع كل من إنتاج القمح والشعير البعل.

كما أجرت فنانة (2014) دراسة معنونة بـ" أثر العناصر المناخية على المحاصيل الحقلية في الضفة الغربية وقطاع غزة". وهدفت الدراسة للتعرف لأثر العناصر المناخية على المحاصيل الحقلية في الضفة الغربية وقطاع غزة، وبينت النتائج وجود علاقة بين العناصر المناخية وزراعة

المحاصيل الحقلية، حيث توصلت الدراسة إلى أن كمية المطر ودرجة الحرارة هما أكثر العناصر المناخية تأثيراً على المحاصيل الحقلية، حيث تبين أن هنالك علاقة عكسية بين ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض إنتاج المحاصيل الزراعية. كذلك هنالك علاقة عكسية بين ارتفاع درجات الحرارة وكمية الأمطار وهذا دليل آخر على أثر عنصري الحرارة والأمطار على المحاصيل الزراعية.

وقامت عامر (2014) بدراسة بعنوان "أثر التغير المناخي على التنوع الزراعي في محافظة بغداد" وهدفت دراستها للوقوف على أثر التغير المناخي على المحاصيل الحقلية في محافظة بغداد. وهدفت الدراسة إلى تحليل أثر تغير السطوع ودرجات الحرارة والرياح والرطوبة والأمطار والتبخر للفترة 1960–2014 على تغير المحاصيل الحقلية في المحافظة ومدى انعكاس ذلك على مساحة وغلة وإنتاج محاصيل القمح والشعير والأرز والذرة الصفراء والقطن والسمسم. وبينت النتائج أن اتجاه السطوع الشمسي كان نحو الانخفاض ودرجات الحرارة نحو الارتفاع وتراوحت بقية عناصر المناخ ما بين الانخفاض والارتفاع، وقد أثر هذا الارتفاع والانخفاض على مساحة وغلة وإنتاج المحاصيل الحقلية الستة. حيث تراجعت مساحة كل من القمح والشعير والأرز بالنسب 43 و83 و44% على التوالي، وبلغ النقص في إنتاج الشعير والأرز بالنسب 85 و33% على التوالي.

كما أجرى يعقوب (2013) دراسة بعنوان "التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعي في ولاية شمال دارفور–السودان". هدفت للتعرف إلى التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعي في ولاية شمال دار فور. واستندت الدراسة على عنصري الحرارة والأمطار في تحديد التغيرات المناخية في منطقة الدراسة بوصفهما أكثر العناصر المناخية تأثيرا على الإنتاج الزراعي، وتم جمع بيانات إنتاج المحاصيل الزراعية الرئيسة (الدخن والذرة) في منطقة الدراسة، وشملت البيانات

المساحات المزروعة، وكميات الإنتاج، ومقارنتها مع كميات الأمطار والحرارة التي عملت في منطقة الدراسة. ودلت النتائج إلى أن هناك تغيرات جذرية حدثت للمناخ في منطقة الدراسة، وأثرت بدورها في الإنتاج الزراعي من حيث المساحات والكميات المنتجة للمحاصيل الزراعية، حيث شكلت الأمطار أهم العناصر المناخية التي تأثرت بها العملية الزراعية في منطقة الدراسة.

كما أجرى Kalra et al. (2013) دراسة بعنوان"التأثيرات المناخية على الزراعة" هدفت دراسته إلى بيان مدى تأثير التغيرات المناخية من خلال نماذج محاكاة أدخلت فيها بيانات ومعلومات عن التربة والمياه والنبات والآفات الزراعية، حيث كانت هناك استجابة تمثلت في انخفاض غلة المحاصيل بسبب ارتفاع درجات الحرارة في المواقع، وكان ارتفاع درجة الحرارة كبيراً. وأشار النموذج إلى أن تاريخ الزراعة الأمثل في القمح متقدم بنسبة 5–8 أيام لكل ارتفاع درجة واحدة في الحرارة. وكان التأثير على المحاصيل أكثر وضوحًا في المناطق الأكثر دفئًا نسبيًا، والتي أصبحت شديدة السلبية تحت قلة الإمداد بالمياه والمواد المغذية.

وكما أجرى AL-Bakri et al. (2013) دراسة عنونت بـ" تأثير تغير كل من المناخ واستخدامات الأراضي على المياه والأمن الغذائي في الأردن: الآثار والتجاوزات". وقد هدفت إلى بيان تأثير التغير المناخي والتغير في استخدامات الأراضي على الموارد المائية والأمن الغذائي في الأردن، فالمناخ الجاف يسيطر على المملكة مع محدودية موارد الأراضي الزراعية والمياه الصالحة للزراعة. وركزت الدراسة على إنتاج المحاصيل الزراعية وموارد المياه تحت توقعات تغير المناخ والنمو السكاني واستخدمت بيانات الاستشعار عن بعد لذلك، واستخدمت نماذج إنتاج المحاصيل والاحتياجات المائية بالإضافة إلى تحليل الانحدار لتقدير الزيادة في الطلب على المياه الزراعية في ظل سيناريوهات ارتفاع درجات حرارة الهواء وتناقص كميات الأمطار من سنة 2030–2050.

وأظهرت النتائج وجود مشاكل ندرة المياه وركود في المناطق المروية نتيجة لانخفاض الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والذي أدى إلى انخفاض الإنتاج في الغذاء، مما قد ينجم عنه انعدام في الأمن الغذائي مع تفاقم مشكلة التغير المناخي في الأردن.

كما تناولت بلق (2013) دراسة بعنوان "أثر التقلبات المناخية في الإنتاج الزراعي الليبي". هدفت لدراسة تأثير التقلبات المناخية في الإنتاج الزراعي الليبي، حيث خلصت النتائج إلى تعرض ليبيا بشكل عام إلى تذبذب كبير لتساقط الأمطار سواءً بالزيادة أو النقصان عن المعدل العام للموسم الزراعي من سنة إلى أخرى، وتبين أن هناك انحرافات كبيرة عن المتوسط العام للأمطار أيضاً من سنة إلى أخرى. وهذا التناقص في كميات الأمطار أدى إلى فشل الزراعة البعلية للقمح وخاصة في المناطق التي لا تتوفر فيها آبار للري التكميلي، ومن ثم أدى إلى فشل زراعة القمح والشعير خلال تلك السنة. وتتعرض المحاصيل الزراعية في ليبيا إلى فترات جفاف خطيرة، كما حصل عام 2001 حيث انقطعت الأمطار عن المنطقة الغربية من الساحل لفترة تزيد عن شهرين مما أدى إلى القضاء على معظم إنتاج محاصيل الحبوب البعلية وأهمها القمح والشعير، حيث أن الأمطار في ليبيا شديدة التذبذب من عام إلى آخر، بحيث تؤثر كمية المطر السنوية على إجمالي المساحة المزروعة بالمحاصيل البعلية ويبرز عنصر المساحة بشكل واضح في السنوات غزيرة الأمطار.

وأجرى مهير وآخرون (2012) دراسة بعنوان"تحليل جغرافي لخصائص المناخ في محافظة بابل وعلاقتها بزراعة محصولي القمح والشعير". وشملت دراسته تحليلاً جغرافياً لخصائص المناخ في محافظة بابل وعلاقتها بزراعة محصولي القمح والشعير". وهدفت الدراسة إلى توضيح أثر خصائص المناخ على زراعة القمح والشعير من خلال إيجاد العلاقة بين المتطلبات المناخية

اللازمة للمحصولين والإمكانات المتوفرة في منطقة الدراسة. وخلصت النتائج إلى ملاءمة منطقة الدراسة بشكل كبير لزراعة هذين المحصولين، وكانت الملاءمة المناخية من خلال تحليل ارتباط بيرسون البسيط من ناحية درجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح وعدم ملاءمة الإشعاع الشمسي والأمطار، ويتم تعويض نقص الأمطار بالري من قبل المزارعين.

كما أجرى Lobell et al. (2011) دراسة بعنوان " نمط المناخ والإنتاج العالمي للمحاصيل حتى عام 1980". هدفت الدراسة إلى تحليل التغير الحاد باستخدام البيانات التاريخية لدرجات الحرارة والأمطار من عام (1980–2008) لتحديد المناطق الأكثر إنتاجا للغذاء في العالم لا سيما لمحصولي الذرة والقمح، لكنها كانت أكثر حساسية للتغيرات في درجة الحرارة وهطول الأمطار. وقد تبين بأن المناطق الفقيرة في جنوب إفريقيا وجنوب ووسط آسيا أكثر تضررا من غيرها من المناطق، ومن المتوقع أن تضرب التغيرات المناخية الحادة كلاً من أمريكا والبرازيل أولاً، ومن خلال عمل مقارنات لتلك الدول من خلال نماذج خاصة لكل منطقة، تم تحديد المتوسط لهذه النماذج، حيث تبين من خلال هذه النماذج أنه من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بمقدار (1) درجة مئوية في معظم المناطق بحلول عام 2030. وعليه فإن الذرة ستتطلب كمية كبيرة من المياه وتربة غنية وكمية ضخمة من الأسمدة لذلك لا يعتبر أفضل محصولاً لأفريقيا والتي سوف تصبح أكثر جفافاً من الذرة الرفيعة المقاومة للجفاف، كذلك خلصت النتائج إلى أنه سيكون للتسميد ربما آثار سلبية للاحترار في العروض الدنيا لعدة عقود قادمة. وخلصت الدراسة أيضا إلى أن ارتفاع درجات الحرارة سيضر بالإنتاج الغذائي في البلدان النامية أكثر من بلدان العالم المتقدم، ومن خلال تحليل النماذج التي تربط غلة أكبر أربعة محاصيل سلعية بالطقس إلا أن إنتاج الذرة والقمح العالمي انخفض بنسبة 3.8 و5.5٪، على التوالي نتيجة لتغير المناخ لا سيما في الدول الفقيرة،

بينما الدول الغنية في المناخات الباردة قد تستفيد من الاحترار وربما تكون أكثر قدرة على التكيف مع تغيير الظروف.

وكذلك أجرت محيسن (2010) دراسة معنونة بـ"التغيرات المناخية وانعكاساتها على قطاع الزراعي والغذاء في مصر". وهدفت لمعرفة أثر التغيرات المناخية على المحاصيل الحقلية وانعكاساتها على القطاع الزراعي في مصر لاسيما المحاصيل الحقلية (القمح والذرة الشامية والأرز والفول البلدي والقطن). حيث خلصت الدراسة إلى تأثير التغيرات المناخية على المحاصيل الحقلية، حيث تناقصت الإنتاجية من محصول القمح بنسبة تغير –18% في ظل التغيرات المناخية. كما وقد تأثر محصول الذرة وتناقص إنتاج الفدان نحو 154 كغم عما كان عليه في الظروف المثلى. وبلغ إجمالي خسائر القطاع الزراعي من المحاصيل الخمسة نتيجة للتغيرات المناخية حوالي 1361.9 مليون جنيه سنوياً، من المتوقع بحلول عام 2050 أن يتناقص الإنتاج من محصولي القمح والذرة بنسبة 18% و19% على التوالي. بينما محصول الشعير من المتوقع أن يسجل أيضا انخفاضاً بحدود 18%.

كما تناول Hamarsheh (2010) في دراسة المعنونة بـ"تقييم التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على الزراعات المطرية في مقاطعة جنين–فلسطين". وهدف لدراسة التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية على الزراعة البعلية في محافظة جنين–فلسطين. حيث قام الباحث بتحليل البيانات باستخدام برنامج حاسوبي (CropWat) لتقدير نسبة التغير في نقص الإنتاج تحت ظروف ارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة ودرجتين وثلاث درجات مئوية ونقص في الأمطار بمعدل 10، 20 و30%. وأظهرت التقديرات أن مع ارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة وثبات كمية الأمطار فإن نسبة التغير في نقص الإنتاج لمحصول القمح بلغت 35.7%، وبلغت النسبتان

36.6 و37.3% في حال ارتفاع درجة الحرارة درجتين وثلاث درجات مئوية على التوالي. وفي حال دمج تأثير ارتفاع درجة الحرارة ثلاث درجات مئوية ونقص كمية الأمطار 30% فإن نسبة التغير في نقص الإنتاج بلغت 41.7%. وأظهرت النتائج كذلك أن الخسائر في محصول القمح قد قدرت ب (1,461,606) دولار امريكي للفترة من 2000–2010 في ضوء ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض معدل هطول الأمطار.

كما تناولت إدريس (2003) دراسة بعنوان "التأثيرات المناخية على زراعة القمح في السودان". وهدفت لدراسة تأثيرات المناخ على زراعة القمح في السودان. إذ يزرع القمح خارج المناطق المثلى لزراعته، واعتمدت الدراسة على تحليل المتوسطات الشهرية للحرارة والرطوبة النسبية للفترة من (1982–2001). وهدفت الدراسة إلى الوقوف على أثر عناصر المناخ على زراعة القمح، والتنبؤ بمستقبل زراعته في السودان والنظر في المقترحات لزيادة إنتاجيته وتحقيق الاكتفاء الذاتي. وخلصت الدراسة إلى أن القمح من أكثر المحاصيل تأثراً بالمناخ لاسيما بدرجات الحرارة، لذلك انحصرت زراعته في مناطق معينة خاصة في الإقليم الشمالي حيث الشتاء المعتدل نسبياً. كما وتوصلت الدراسة أيضا إلى أن إنتاجية الفدان ترتفع كلما اتجه شمالاً لأسباب تتعلق بدرجة الحرارة، وكذلك فإن إنتاجية الفدان تتباين بين المشاريع المختلفة حتى داخل المنطقة الواحدة أو الإقليم الواحد، وتوصلت الدراسة أيضا إلى أن أكثر التأثيرات كانت على المساحة المزروعة ولكن ليس بدرجة تأثير الحرارة على الإنتاج.

وفي دراسة برهم (1988) بعنوان "أثر الأمطار على إنتاجية القمح في الأردن". وهدفت الدراسة لتقييم أثر تذبذب وتراجع الأمطار على إنتاجية محصول القمح. وأوضحت النتائج أن كمية الأمطار نصف الشهرية هي الأكثر تفسيراً لتباين الإنتاجية، وفسرت 97–100% منه، في حين

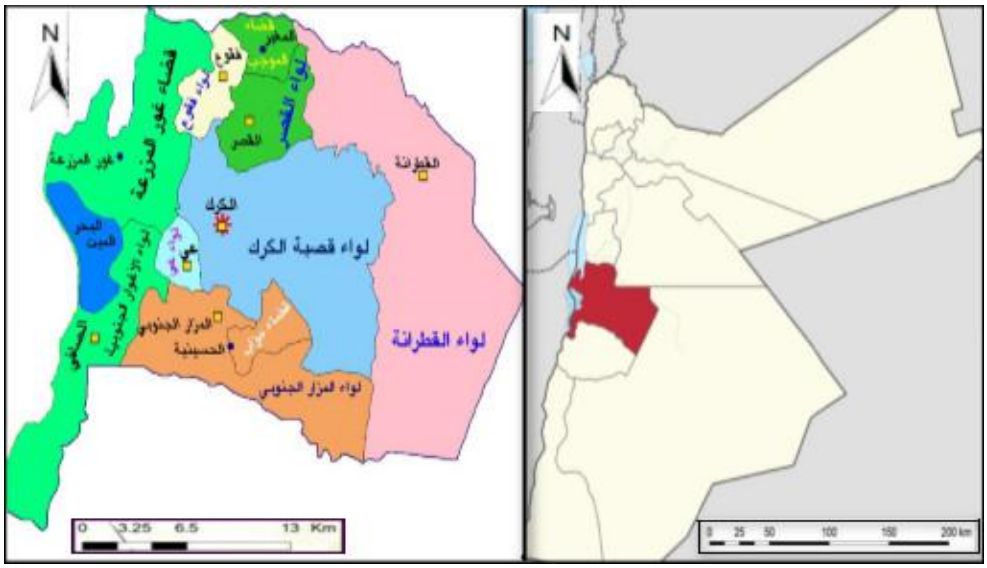
كانت الأمطار الشهرية أقل أهمية، وفسرت نسبة تراوحت بين 6–93% من تباين الإنتاجية. أما الأمطار الفصلية فكان تفسيرها ضعيفاً وتراوح بين 4–77%. وتبعاً لأهمية الفترات المختلفة في تفسير تباين الإنتاجية فقد تم تقسيم مناطق زراعة القمح في الأردن إلى أنماط مكانية، كمناطق الزراعة المبكرة والمتأخرة، وتلك التي تتأثر بأمطار منتصف الموسم الزراعي.

الفصل الثالث

المنهجية وطرائق البحث

3.1 منطقة الدراسة:

أجريت هذه الدراسة في محافظة الكرك في جنوب الأردن والواقعة ضمن دائرة عرض 31º 11، خط طول 35º 42، ارتفاع عن سطح البحر 950 م. وتتميز المحافظة بتنوع تضاريسها وذلك لوجود المناطق الصحراوية والجبلية والشفا غورية والغورية، واعتمادها بالشكل الأساس على الزراعة. ويسود مناخ البحر الأبيض المتوسط منطقة المرتفعات الجبلية، حيث يمتاز فصل الشتاء بالبرودة، وتساقط الأمطار بمعدل سنوي يتراوح من 200 إلى 400 ملم، أما فصل الصيف فهو جاف وحار. تبلغ مساحتها 3495 كم مربع وتشكل ما نسبته 3.9% من مجموع مساحة المملكة والبالغة حوالي 89.342 كم مربع. وتضم سبعة ألوية (خارطة رقم 1)، تزرع كلها بالمحاصيل الحقلية البعلية ما عدا لواء الأغوار الجنوبية الذي يزرع فقط بالقمح من المحاصيل الحقلية معتمداً على مياه الري بالكامل، لذا تم استثناء هذا اللواء من الدراسة الحالية، ولكن مجموع ما أنتجه هذا اللواء بلغ طيلة المدة المحددة للدراسة (1994–2017) 127.6 طن فقط.



خارطة رقم (1): خارطة منطقة الدراسة–محافظة الكرك بألويتها المختلفة جنوب الأردن (المصدر: وزارة الداخلية–المملكة الأردنية الهاشمية).

كما أن الدراسة تغطي الفترة ما بين عامي 1994 ولغاية 2017، أي لفترة تمتد ل 24 سنة (أي أن حجم العينة 24). وقد قسمت هذه المدة الزمنية إلى فترتين، الفترة الأولى وتغطي المدة الزمنية من 1994 إلى 2005 والفترة الثانية تغطي المدة الزمنية من 2006 إلى 2017 (أي أن حجم العينة 12)، وذلك للمقارنة بين الفترتين في تغيرات عناصر المناخ من حرارة وأمطار وربط تغير المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية والإنتاج بهما. وتعتبر هذه المدة الزمنية كافية نسبياً لإيجاد أثر التغيرات المناخية على زراعة المحاصيل الحقلية في منطقة تمتاز بأنها شديدة التأثر بهذه التغيرات.

3.2 أسلوب البحث والمعالجة الإحصائية:

اتبع الباحث في دراسته المنهج وصفي تحليلي: للتعرف على تاريخ منطقة الدراسة المناخي من حيث درجات الحرارة وكميات الهطول المطري من (1994 ولغاية 2017)، وكذلك معرفة المساحات المزروعة والإنتاج لأهم المحاصيل الحقلية في المنطقة لبيان تأثير التغير في تاريخ المنطقة المناخي على زراعة هذه المحاصيل. كما اتبع المنهج الوصفي لوصف تذبذب بعض عناصر المناخ وربطه بزراعة المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة. وأعتمد المنهج التحليلي الإحصائي، حيث تم جمع بيانات الأمطار ودرجات الحرارة والمساحات المزروعة ولكميات الإنتاج كالنسب المئوية والانحرافات عن المتوسط والمتوسطات، وتم استخدام علاقات ومعاملات الارتباط لإظهار العلاقات المختلفة. وتم استخدام اختبار (T-Test) للفصل بين متوسطات المساحة المزروعة والإنتاج للفترات الزمنية للدراسة تحت تأثير تغيرات المناخ. وقد استخدم برنامج إكسيل excel لعرض البيانات وتوضيح النتائج ذات العلاقة.

3.3 بيانات كميات الأمطار ودرجات الحرارة:

تم الحصول على بيانات كميات الأمطار الموسمية بالمليمترات من شهر تشرين الأول (أكتوبر) وحتى شهر أيار (مايو) من السنة التي تليها وعلى درجات الحرارة بالدرجة المئوية (الدنيا والقصوى) للفترة من 1994 وحتى 2017 من محطة الربة (محافظة الكرك) التابعة لدائرة الأرصاد الجوية الأردنية. وقد تم إيجاد معدلات الانحرافات السنوية لكميات الأمطار عن المعدل السنوي لنفس الفترة لبيان مدى التذبذب في الهطول المطري خلال فترة الدراسة. كما وتم إيجاد معدل الهطول الشهري خلال الموسم المطري الممتد من شهر تشرين الأول وحتى شهر أيار من كل موسم طيلة فترة الدراسة لبيان التذبذب الشهري في الهطول المطري. وتم إيجاد متوسطات درجات الحرارة السنوية من خلال درجتي الحرارة العظمى والدنيا خلال فترة الدراسة 1994–2017 مع التركيز على درجات الحرارة خلال موسم نمو المحاصيل الحقلية في المحافظة.

نجد مرفق ملحق رقم (1) للبيانات الثانوية لدرجات الحرارة (°م) وكميات هطول الأمطار (ملم) ونسبة الرطوبة النسبية (%) لمحافظة الكرك–الأردن للفترة 1994–2017 والتي استخدمت لاستخراج المعلومات والنتائج المطلوبة.

3.4 بيانات المساحات المزروعة والإنتاج:

قام الباحث باستخدام خرائط نظم المعلومات الجغرافية (GIS) للحصول على بيانات المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية (القمح *Triticum aestivum* L. والشعير *Hordeum vulgare* L. والعدس Lens *culinaris* Medikus والكرسنة *Vicia sativa* L. في محافظة الكرك للفترة من 1994 ولغاية 2017. حيث أن هذه النظم توفر البيانات الدقيقة عن المساحات المزروعة ولا تعتمد على التقدير. وهي نظم قائمة على الحاسوب، وتعمل على جمع وتخزين

وتحليل وإخراج وتوزيع البيانات والمعلومات المكانية (خرائط وصور جوية ومرئيات فضائية) والوصفية (أسماء وجداول)، بالإضافة إلى قراءة البنية التحتية، ولها تطبيقات عديدة في جميع المجالات الزراعية. وتالياً الخرائط التي استخدمت في استخراج المساحات المزروعة بالقمح والشعير والكرسنة والعدس في منطقة الدراسة–محافظة الكرك وكذلك ملحق رقم (4) ببيانات المساحات المزروعة للمحاصيل.

وتم الحصول على بيانات إنتاج المحاصيل الحقلية المختلفة من مديرية زراعة محافظة الكرك للفترة من العام 1994 وحتى العام 2017 ملحق رقم (5) يبين ذلك.

3.5 مصادر البيانات

اعتمد الباحث على مصادر البيانات الأولية والثانوية المتمثلة في الدراسات والخرائط بشكل رئيس والكتب والتقارير المنشورة أيضاً، وكذلك اعتمد على التقارير والدراسات الصادرة عن الوزارات (مثل وزارة الزراعة) والدوائر الحكومية (مثل دائرة الأرصاد الجوية ودائرة الإحصاءات العامة). وقد تم تبويب هذه المعلومات تحت عنوانين: معلومات تتعلق بتغير عناصر المناخ في محافظة الكرك (منطقة الدراسة)، ومعلومات تتعلق بتأثير تغير عناصر المناخ على المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية وعلى إنتاجها.

3.6 ملاءمة منطقة الدراسة للمحاصيل الحقلية في ظل التغيرات المناخية

تم تحديدها بالرجوع إلى الحدود الدنيا الموثقة من منظمة الغذاء العالمية (FAO) لنمو المحاصيل الحقلية ومقارنتها بالظروف المناخية المتوفرة ل آخر24 سنة، وكذلك بدراسة علاقة الارتباط بين كميات الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة السائدة وبين إنتاج المحاصيل المختلفة وذلك بإيجاد قيمة معاملات الارتباط (r) ومعاملات التحديد (R^2) وحسب المعادلات التالية:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[\, n\sum X^2 - (\sum X)^2]\,(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

حيث x: كميات إنتاج المحصول، y: قيم متغير عنصر المناخ (الامطار أو الحرارة)، n: حجم العينة.

لا بد من معرفة الحدود الدنيا لمتطلبات المحاصيل الحقلية من الامطار السنوية وذلك لمقارنتها بالأمطار التي ستسود في منطقة الدراسة في ظل التغيرات المناخية وبالتالي تحديد مدى ملائمة ظروف المنطقة المطرية لمتطلبات كل محصول، والجدول رقم (1) يلخص هذه المتطلبات.

جدول رقم (1): متطلبات محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة من الأمطار السنوية.

المحصول الحقلي	معدل هطول الأمطار (ملم) المناسب	الحد الادنى لكمية الامطار (ملم) المطلوبة
القمح	450-350	350
الشعير	300-200	200
العدس	350-300	300
الكرسنة	400-250	250

3.7 تقدير التغير المناخي لمنطقة الدراسة:

تم التنبؤ بالتغير المناخي في منطقة الدراسة لمعدل الأمطار المتوقع ودرجة الحرارة حتى العام 2040 م. وتم حساب مدى ملاءمة منطقة الدراسة لزراعة المحاصيل الحقلية (القمح والشعير والعدس والكرسنة) للـ 24 سنة التالية لفترة هذه الدراسة حسب السيناريوهات المتوقعة للتغير المناخي في محافظة الكرك، وذلك عن طريق حساب معاملات الارتباط للعلاقة بين الحدود الدنيا المطلوبة للمحصول وبين بيانات كميات هطول الأمطار ودرجة الحرارة المتوقعتين حتى العام

2040. وتم إعداد هذه السيناريوهات بناءً على دراسة الأحوال المناخية المتوقعة للفترة المذكورة بناءً على نماذج رياضية تعتمد نتائج التقييم الرابع الذي أعدته الهيئة الحكومية الدولية للتغير المناخي (IPCC) في العام 2007. حيث تم استخدام سيناريوهين واقعيين حول انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (سيناريوهات A1b و A2)، حيث أعطت مخرجات نماذج المناخ المستقبلي لدرجة الحرارة وكميات الأمطار للفترة القادمة المذكورة.

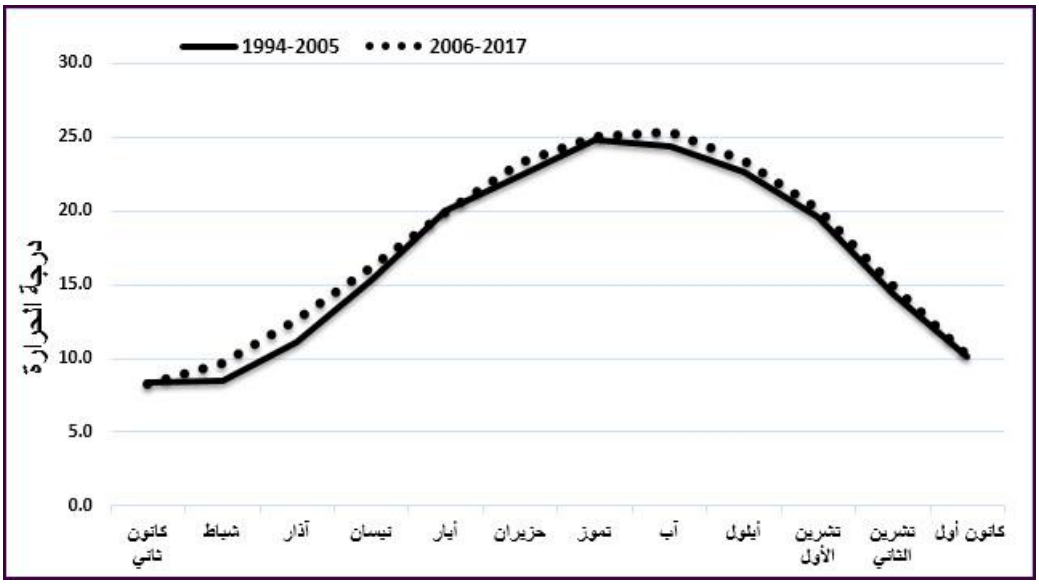
الفصل الرابع
النتائج

تأثرت المملكة ومحافظة الكرك تحديداً كما تأثر العالم أجمع بالتغيرات المناخية خلال الحقبة الزمنية الأخيرة، وتبين النتائج أن هناك تغيرات حدثت في عناصر المناخ في منطقة الدراسة. وقد أثرت هذه التغيرات بدورها على الإنتاج الزراعي في المحافظة.

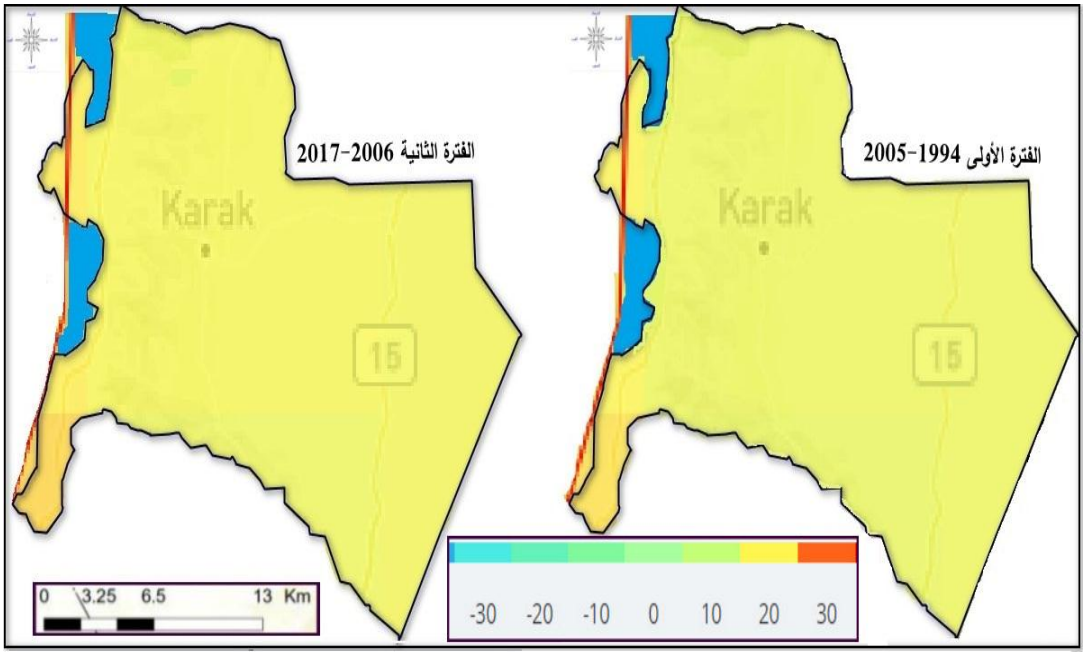
4.1 التغيرات في عناصر مناخ منطقة الدراسة:

4.1.1 التغير في درجات الحرارة:

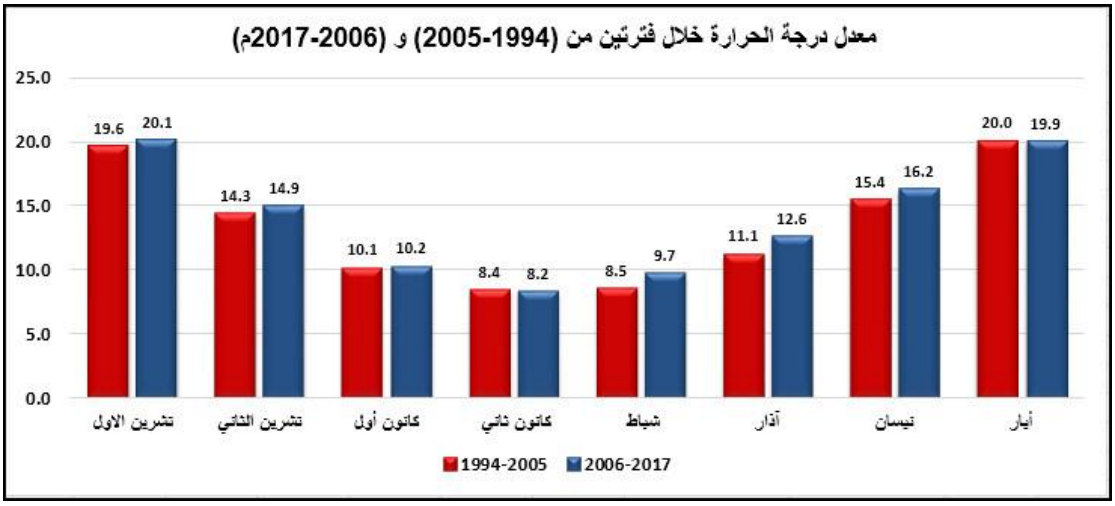
بالاعتماد على بيانات درجات الحرارة للفترة من العام 1994 وحتى العام 2017 والمتحصل عليها من دائرة الأرصاد الجوية، وبعد تقسيم المدة الزمنية التي شملتها الدراسة إلى الفترتين الزمنيتين من 1994–2005 للفترة الأولى و2006–2017 للفترة الثانية، كما هو موضح في (خارطة رقم 2)، تبين أن درجة الحرارة كانت أعلى في الفترة الزمنية الثانية (2006–2017) عن الفترة الزمنية الأولى(1994–2005) كما هو موضح في (شكل رقم 1) في جميع شهور السنة ما عدا شهر أيار، وكانت درجة الحرارة أعلى وبشكل ملحوظ خاصة في شهور موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية (من شهر تشرين أول وحتى شهر نيسان) ما عدا في شهر كانون ثاني حيث انخفض معدل درجة الحرارة للفترة الثانية عن الأولى بمقدار 0.2 درجة مئوية، كما هو موضح في شكل رقم (2).



شكل رقم (1): التغير في درجة الحرارة بين الفترة الأولى (1994–2005) والفترة الثانية (2006–2017) للدراسة في محافظة الكرك/ الأردن.



خارطة رقم (2): درجات الحرارة السائدة في محافظة الكرك/ الاردن خلال الفترة الأولى (1994–2005) والفترة الثانية (2006–2017) للدراسة. (المصدر: بوابة معارف البنك الدولي بشأن تغير المناخ).



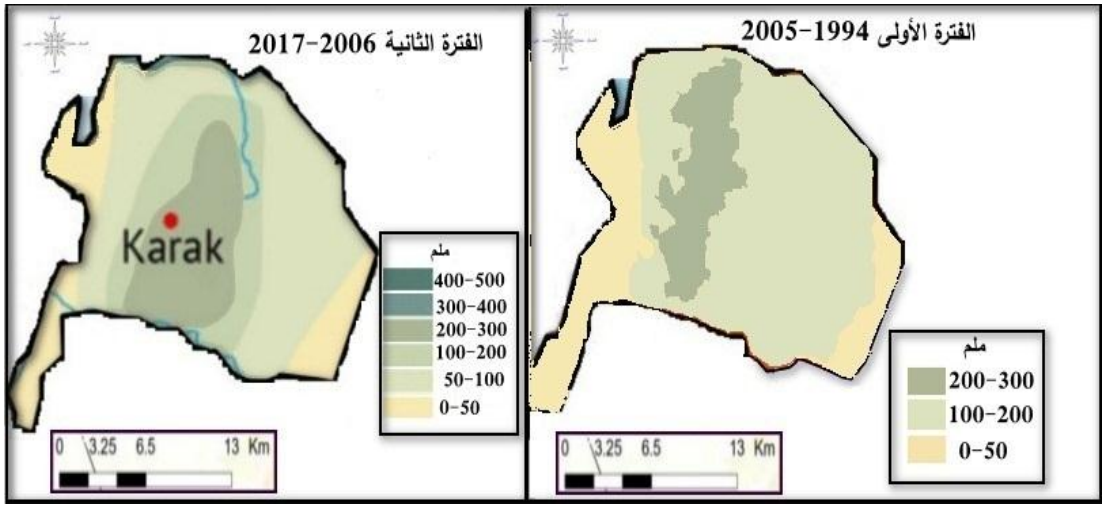
شكل رقم (2): معدل درجة الحرارة الشهرية (°م) لشهور موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك للفترتين الزمنتين (1994–2005) و(2006–2017).

يوضح الشكل رقم (2) أن معدل درجة الحرارة السنوية بلغ ذروته بواقع (17.2) و (19.1) درجة مئوية خلال الفترة الزمنية الثانية في العامين 2009 و2010 على التوالي، وكان ذلك خلال أهم شهور موسم نمو المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة (تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الثاني وشباط). وتراوح معدل الزيادة في درجة الحرارة للفترة الثانية عن الأولى من 0.1–1.5 درجة مئوية، حيث بلغت الزيادة 0.5 و0.6 و0.1 و1.2 و1.5 و0.8 للشهور تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول وشباط وآذار ونيسان على الترتيب. بينما بلغ انخفاض درجة الحرارة للفترة الزمنية الثانية عن الأولى فقط في شهر كانون الثاني وكان الانخفاض 0.2 درجة مئوية.

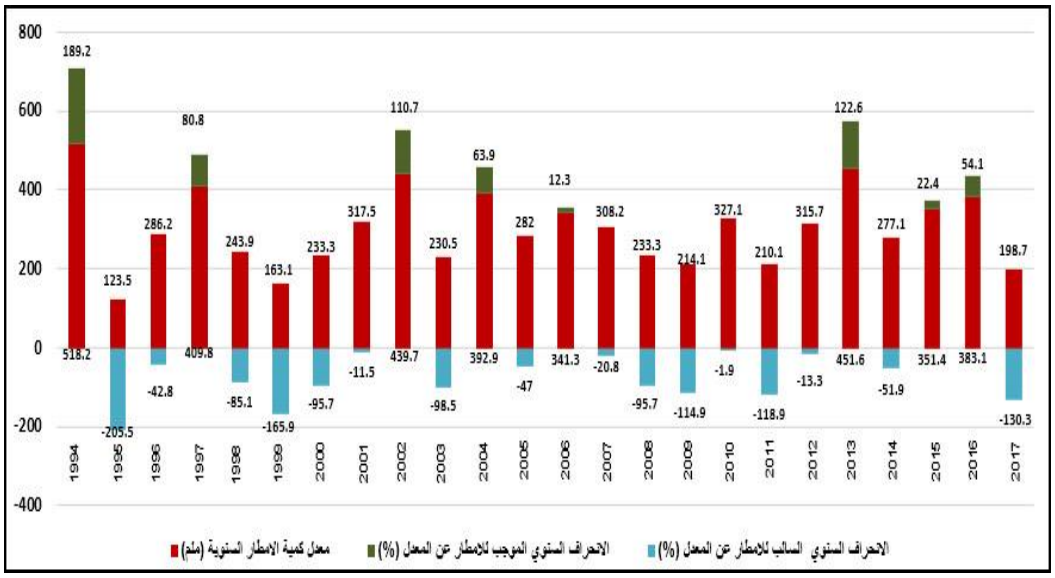
4.1.2 التغير في كمية الهطول المطري:

بالإشارة إلى خارطة رقم (3) والمتعلقة بتحليل بيانات كميات الأمطار الهاطلة خلال فترة الدراسة 1994–2017، بلغت كمية الهطول 518 ملم وهي أعلى كمية للهطول وكانت في بداية

الفترة الزمنية الأولى في العام 1994، بينما لنهاية الفترة الثانية للعام 2017 بلغت 199 ملم، وبلغت حدها الأدنى خلال فترة الدراسة في بداية الفترة الزمنية الثانية بهطول 123 ملم فقط (شكل 3).



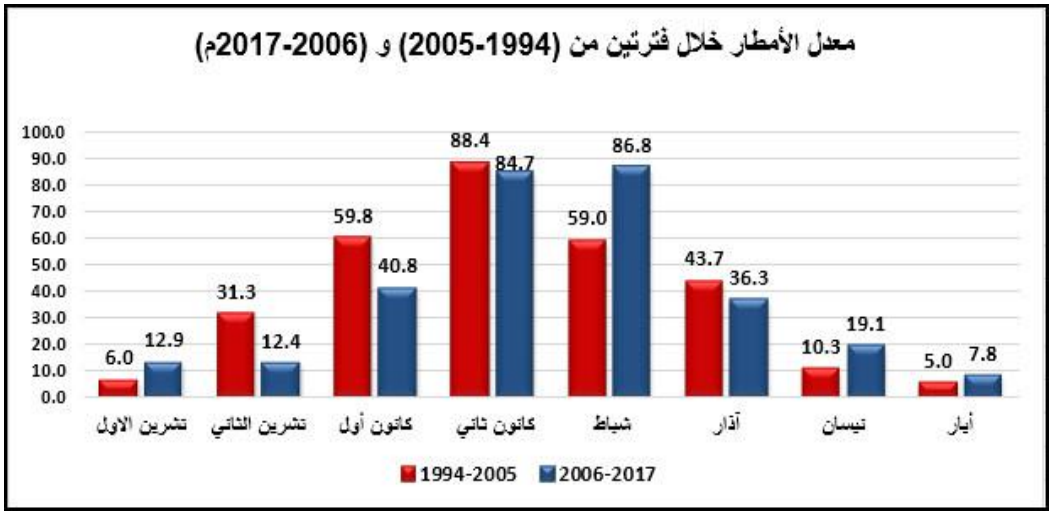
خارطة رقم (3): معدل الامطار الهاطلة في محافظة الكرك/ الاردن خلال الفترة الأولى (1994-2005) والفترة الثانية (2006-2017) للدراسة.



شكل رقم (3): معدل الأمطار السنوي (ملم) وانحرافه عن المعدل (329 ملم) لمحافظة الكرك للفترة 1994-2017.

يبين الشكل رقم (4) أن معدل الهطول المطري السنوي للثلاثين سنة الأخيرة بلغ 329 ملم، وبذلك يكون معدل الهطول المطري لاثنتي عشرة سنة دون المعدل (دون 329 ملم)، وخمس سنوات كانت ضمن المعدل، وسبع سنوات كانت أعلى من المعدل. وهذا يشير إلى وجود تذبذب كبير في الهطول المطري بين السنوات خاصة خلال فترة الدراسة، وأيضاً وجود تذبذب واضح وكبير خاصة في الفترة الزمنية الثانية بين أشهر موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية من شهر تشرين الأول ولغاية شهر نيسان.

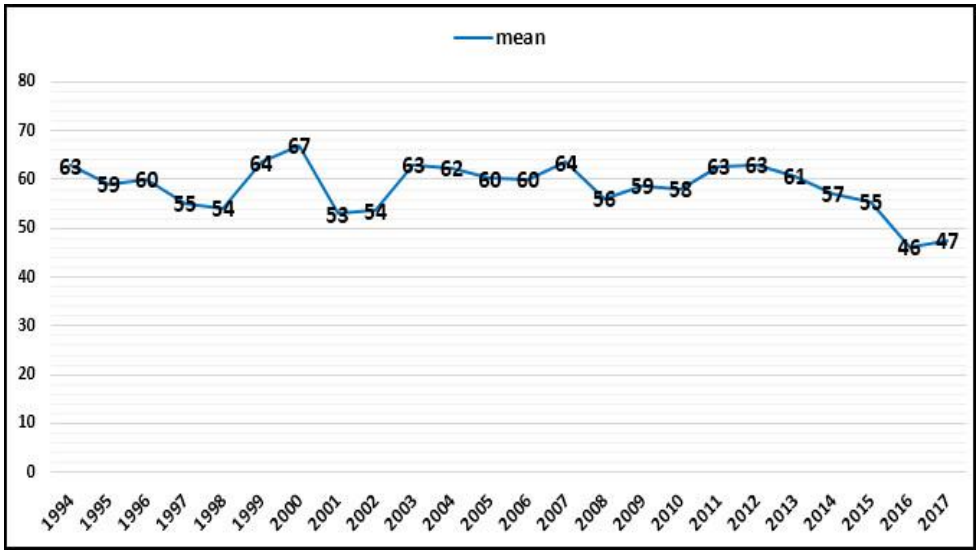
وكذلك تشير البيانات إلى قلة كميات الهطول المطري في بداية موسم زراعة المحاصيل الحقلية، حيث بلغ متوسط الشهرين الأولين تشرين الأول وتشرين الثاني 18 ملم للفترة الزمنية الأولى و12.6 ملم للفترة الثانية ملحق رقم(2 و3)، وهذا يشير إلى تأخر الهطول المطري الحقيقي خاصة للفترة الزمنية الثانية. وكان الهطول المطري للفترة الثانية أقل منه للأولى خلال أكثر أشهر الشتاء أهمية وهي تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني، لكنه كان أعلى للفترة الزمنية الثانية منه للفترة الأولى في شهري نيسان وأيار أي في نهايات الموسم الزراعي للمحاصيل الحقلية (شكل 4).



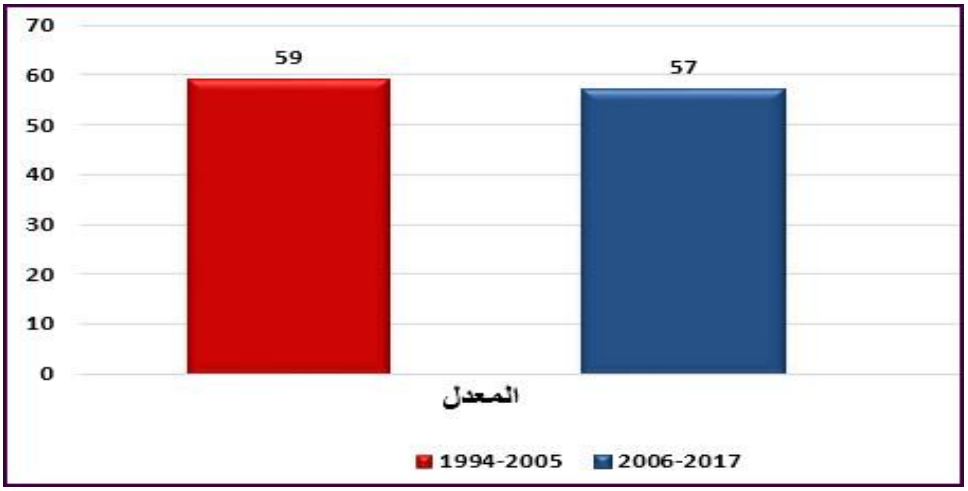
شكل رقم (4): معدل هطول الأمطار الشهري (ملم) في محافظة الكرك لشهور موسم زراعة ونمو المحاصيل الحقلية للفترتين (1994–2005) و(2006–2017).

4.1.3 التغير في الرطوبة النسبية:

بالنظر في بيانات الرطوبة النسبية للجو لمنطقة الدراسة في الشكلين رقم (5 و6) وجد أن الرطوبة النسبية تراوحت بين 46–67%، وأدنى رطوبة نسبية سجلت للفترة الزمنية الأولى كانت 53%، وبلغ معدل الرطوبة النسبية للفترة الأولى 59%، وكانت أدنى نسبة رطوبة للفترة الزمنية الثانية 46%، وبلغ المعدل لهذه الفترة 57%، أي بانخفاض 2% عن الفترة الزمنية الأولى. ومعدل الرطوبة النسبية للفترة بين 1994–2017 بلغ 58.5% (الشكلان 5، 6).



شكل رقم (5): نسبة الرطوبة النسبية السنوية (%) في محافظة الكرك للفترة 1994–2017.

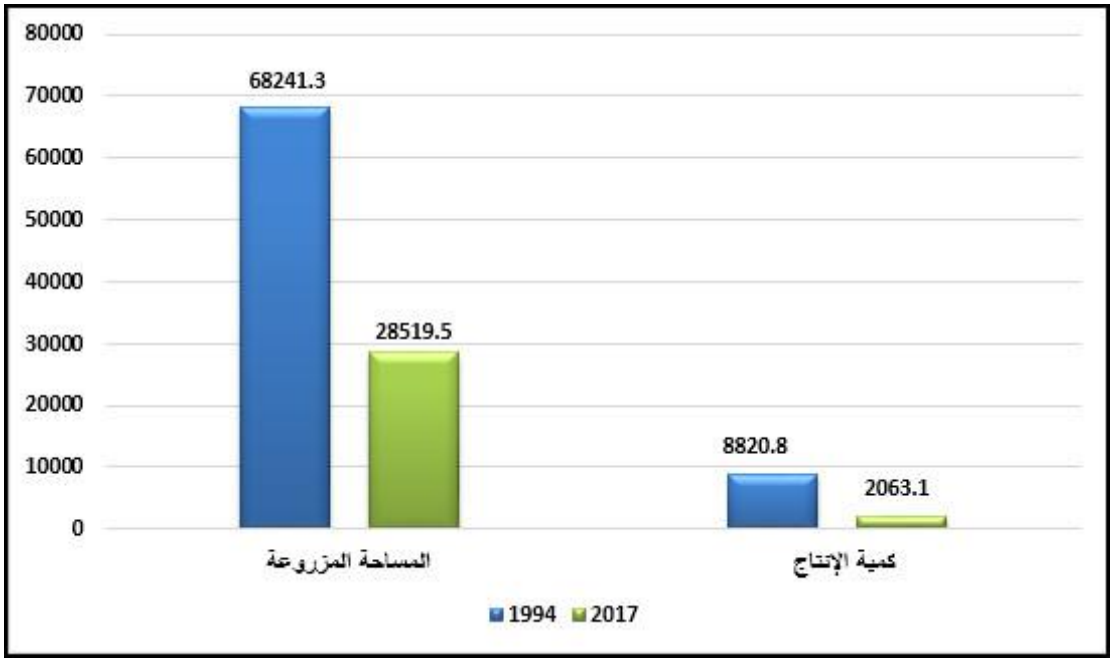


شكل رقم (6): معدل الرطوبة النسبية (%)في محافظة الكرك للفترتين(1994–2005) و(2006–2017).

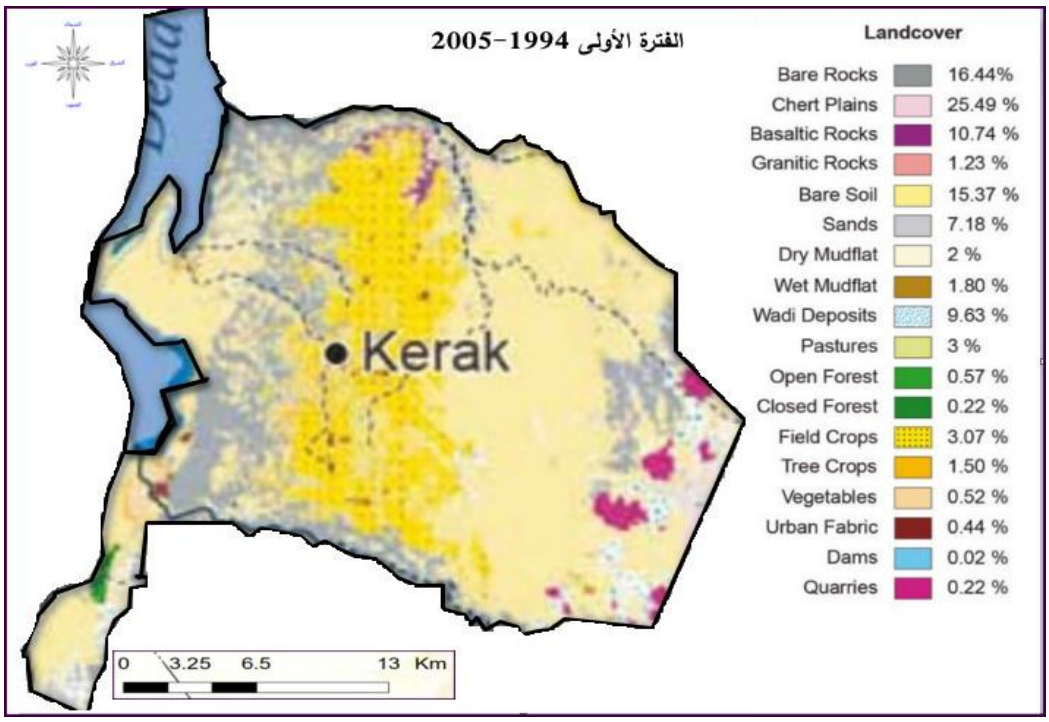
4.2 تأثير درجة الحرارة والأمطار على المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية والإنتاج:

4.2.1 لمحصول القمح:

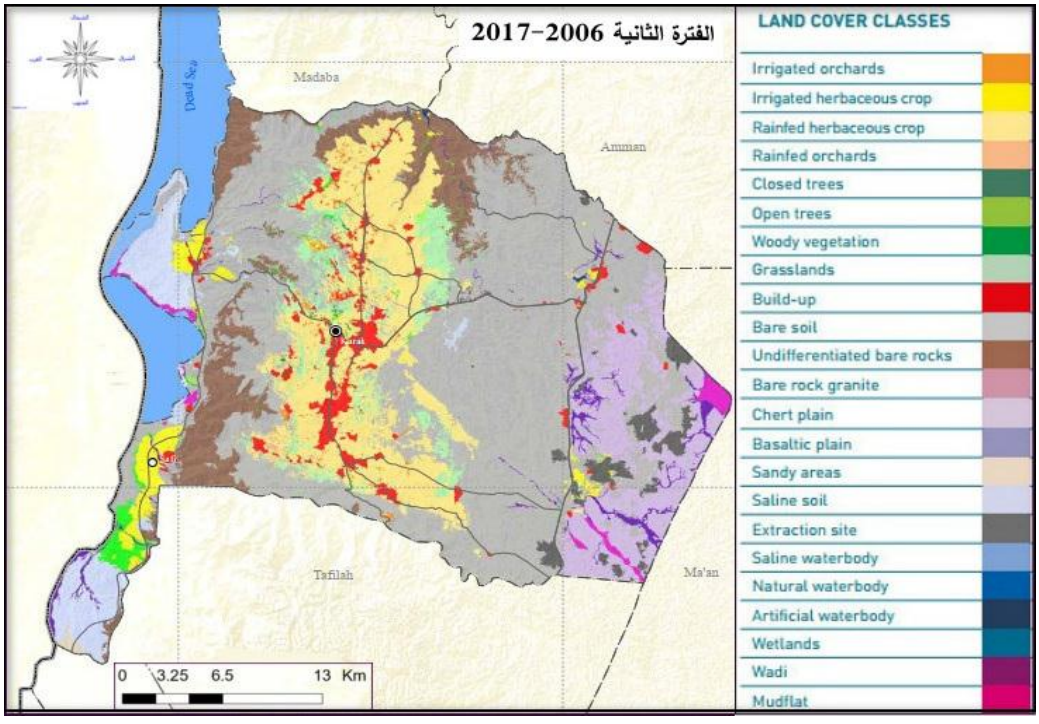
تشير نتائج الدراسة الموضحة ضمن الشكل رقم (7) إلى انخفاض المساحة المزروعة بمحصول القمح في محافظة الكرك لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وبلغت نسبة الانخفاض 58.2% كما وتوضح النتائج في شكل رقم (8) انخفاض المساحة المزروعة بالقمح للفترة الزمنية الثانية من الدراسة 2006–2017 عن الفترة الأولى 1994–2005 انخفاضاً معنوياً إحصائياً، وبلغت نسبة الانخفاض 31% (خارطة رقم 4 و5).



شكل رقم (7): المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول القمح في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017.

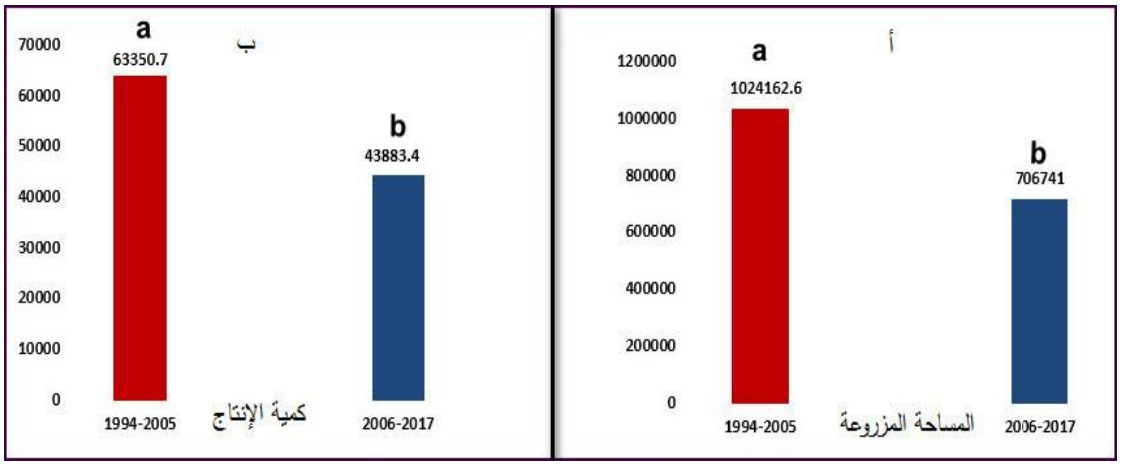


خارطة رقم (4): المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية في محافظة الكرك للفترة الزمنية الأولى.



خارطة رقم (5): المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية في محافظة الكرك للفترة الزمنية الثانية.

وقد انعكس هذا الانخفاض في المساحة المزروعة لمحصول القمح على الإنتاج، حيث تظهر النتائج انخفاض إنتاج محصول القمح في محافظة الكرك لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وبلغت نسبة الانخفاض 76.6% كما هو موضح في شكل (7). وبمقارنة إنتاج القمح للفترتين الزمنيتين، بينت النتائج انخفاض الإنتاج للفترة الزمنية الثانية من الدراسة عن الفترة الأولى ولكن هذا الانخفاض ليس معنوياً حيث بلغ 30.7% كما في شكل (8).

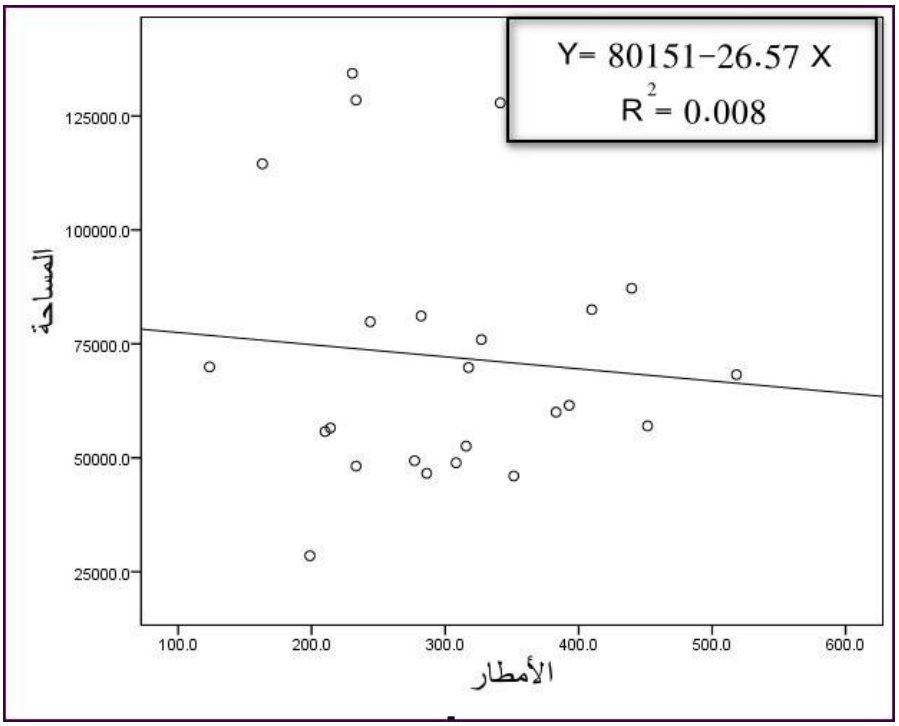


شكل رقم (8): مجموع المساحة (دونم) (شكل أ) ومجموع كميات الإنتاج (طن) (شكل ب) لمحصول القمح في محافظة الكرك للفترتين (1994–2005) و(2006–2017). المتوسطات في أعلى الأعمدة ذات الحروف المختلفة هي مختلفة إحصائياً. (قيمة T الجدولية 1.796، قيمة T المحسوبة 2.29 و1.33 للمساحة والإنتاج على الترتيب، درجة الحرية 11، مستوى الدلالة الإحصائية 0.05).

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين المساحة المزروعة لمحصول القمح (شكل رقم 9) بالمعادلة الخطية:

$Y = 80151 - 26.6\ X$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: المساحة المزروعة

وبلغت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في المساحة الذي يمكن التنبؤ به من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.008.



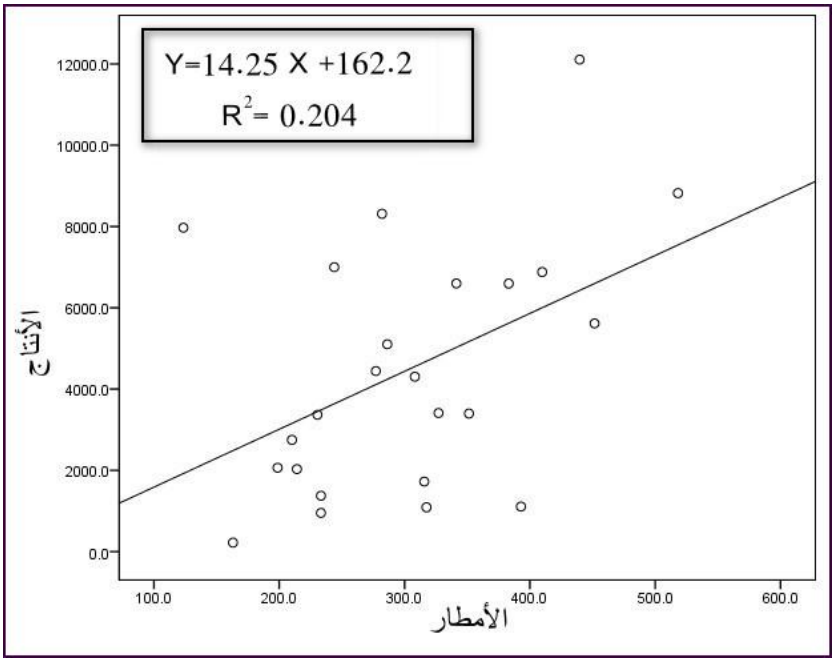
شكل رقم (9): العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول القمح لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994-2017.

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين الإنتاج لمحصول القمح (شكل رقم 10) بالمعادلة الخطية:

Y= 14.25 X +162.2 حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: كمية الإنتاج

وكانت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في الإنتاج الذي يمكن التنبؤ به من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.204.

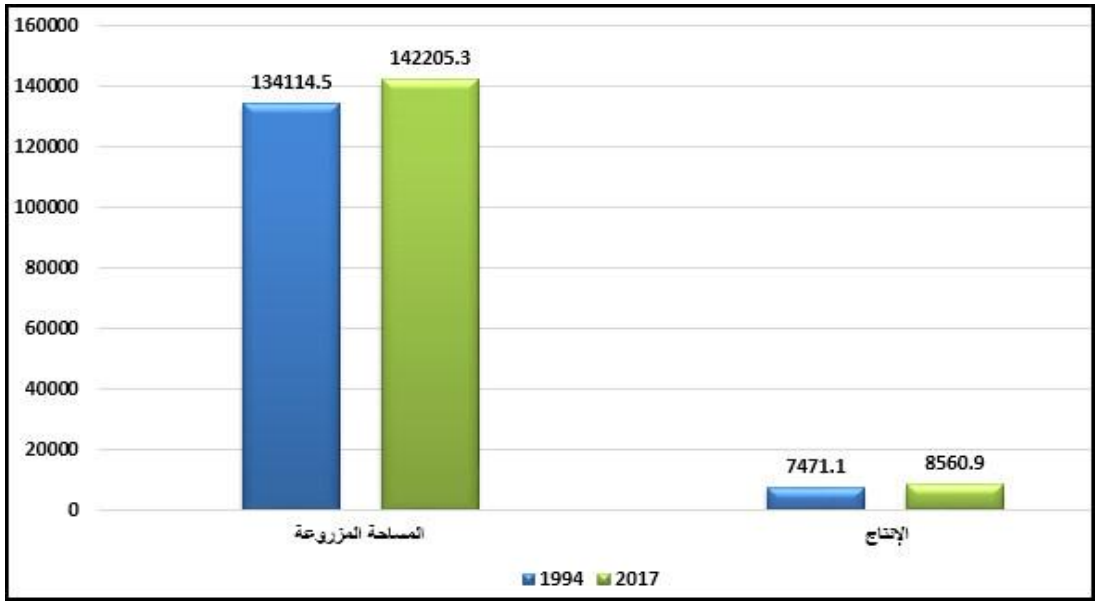
وهي علاقة ارتباط طردي، حيث زاد الإنتاج بزيادة كميات الأمطار الساقطة على المنطقة. ويعتقد هنا بأن الإنتاجية لوحدة المساحة هي التي زادت لأن المساحة المزروعة تراجعت.



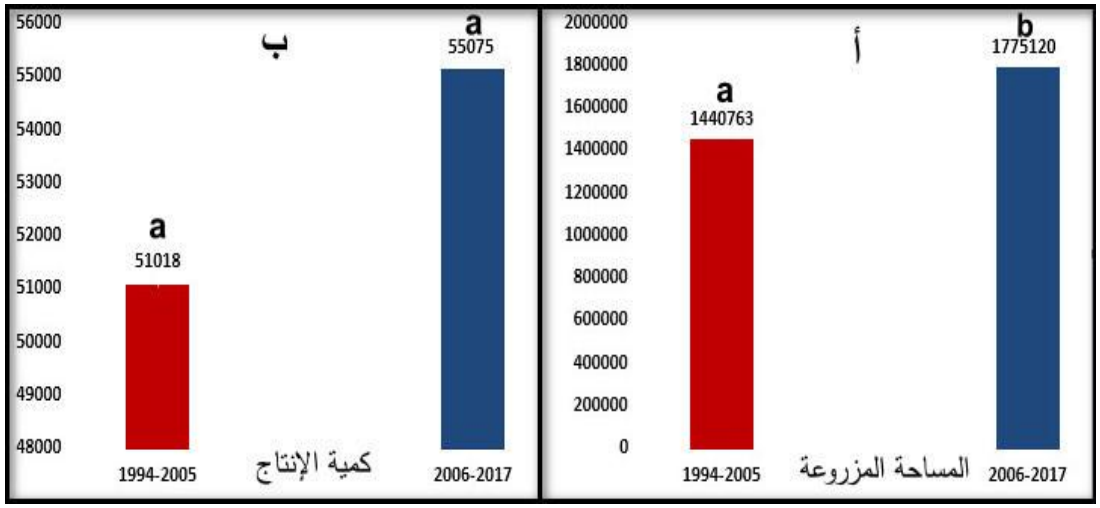
شكل رقم (10): العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول القمح لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017.

4.2.2 لمحصول الشعير:

أظهرت النتائج زيادة المساحة المزروعة بمحصول الشعير في المحافظة لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وكانت نسبة الزيادة 6% كما هو في شكل (11). كما وتشير النتائج اتساع المساحة المزروعة بالشعير للفترة الزمنية الثانية عن الفترة الأولى بزيادة معنوية بلغت 23.2% كما في شكل (12). وانعكست هذه الزيادة في المساحة المزروعة لمحصول الشعير على الإنتاج. حيث أظهرت النتائج زيادة إنتاج الشعير في المحافظة لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وبلغت الزيادة 14.6% كما في شكل (11). وبمقارنة إنتاج الشعير للفترتين الزمنيتين، كانت النتيجة زيادة في الإنتاج للفترة الزمنية الثانية للدراسة عن الفترة الأولى لكن الزيادة غير معنوية وبلغت 8% كما في شكل (12).



شكل رقم (11): المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول الشعير في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017.

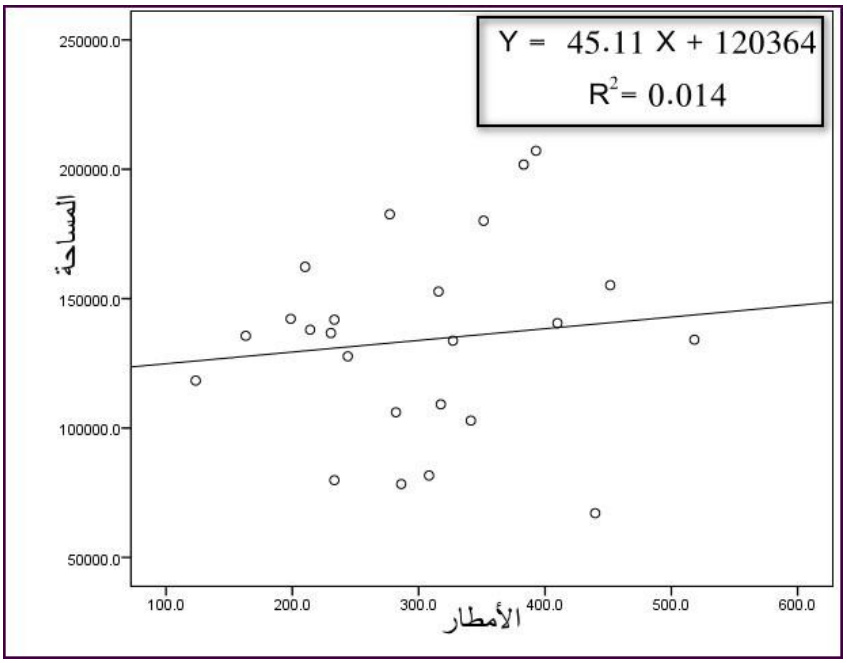


شكل رقم (12): مجموع المساحة (دونم) (شكل أ) ومجموع كميات الإنتاج (طن) (شكل ب) لمحصول الشعير في محافظة الكرك للفترتين (1994-2005) و(2006-2017). المتوسطات في أعلى الأعمدة ذات الحروف المختلفة هي مختلفة إحصائياً. (قيمة T الجدولية 1.796، قيمة T المحسوبة 2.17 و0.29 للمساحة والإنتاج على الترتيب، درجة الحرية 11، مستوى الدلالة الإحصائية 0.05).

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين المساحة المزروعة لمحصول الشعير (شكل رقم 13) بالمعادلة الخطية:

$Y = 45.11 X + 120364$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: المساحة المزروعة

وهي علاقة ارتباط طردي، حيث زادت المساحة بارتفاع كميات الأمطار الهاطلة في المنطقة لفترة الدراسة. وكانت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في المساحة الذي يمكن التنبؤ به من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.014.



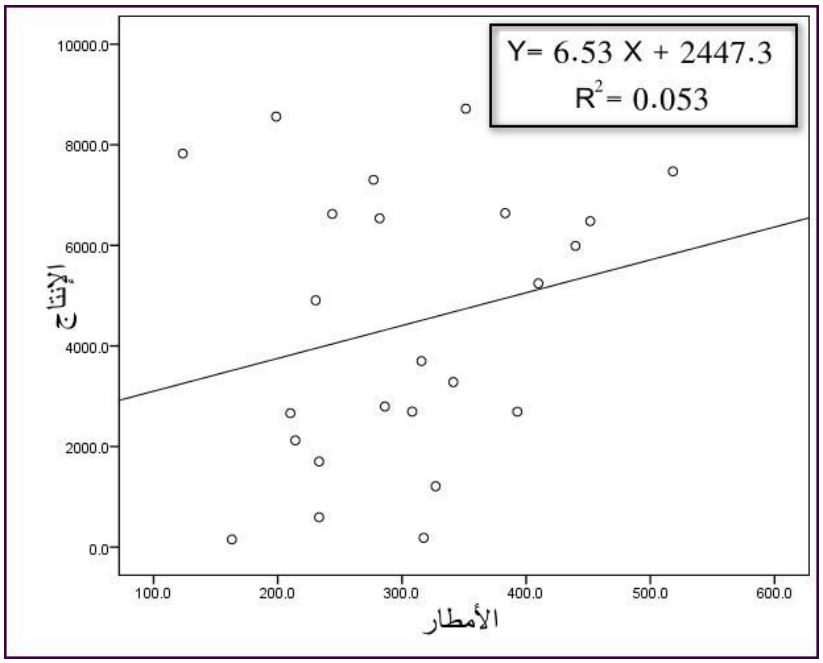
شكل رقم (13): العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول الشعير لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994-2017.

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين الإنتاج لمحصول الشعير (شكل رقم 14) بالمعادلة الخطية:

$Y= 6.53 X + 2447.3$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: كمية الإنتاج

وهي علاقة ارتباط طردي، حيث زادت كمية الإنتاج بزيادة كميات الأمطار الهاطلة على المنطقة.

وكانت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في الإنتاج الذي يمكن التنبؤ به من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.053.

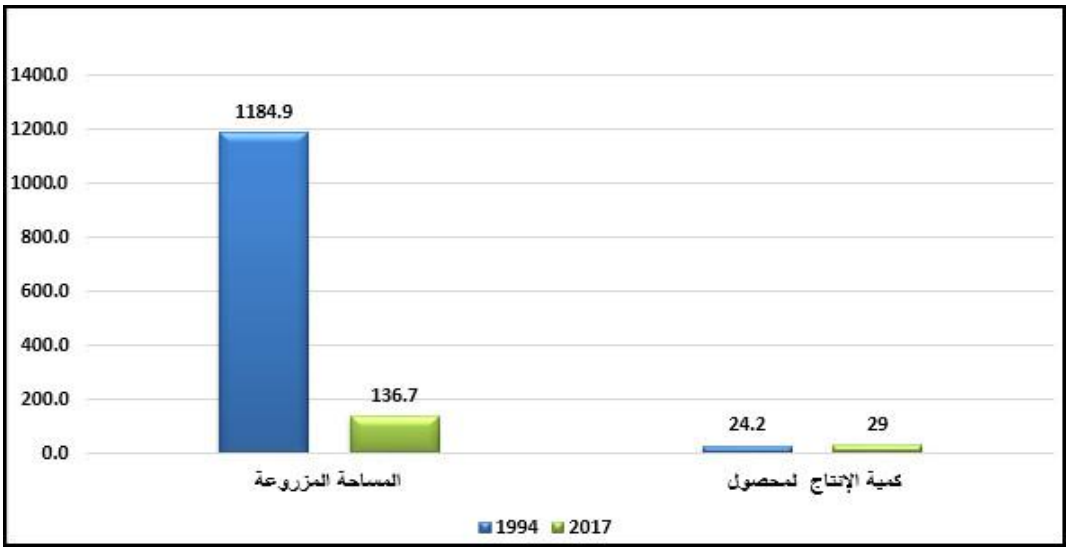


شكل رقم (14): العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول الشعير لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017.

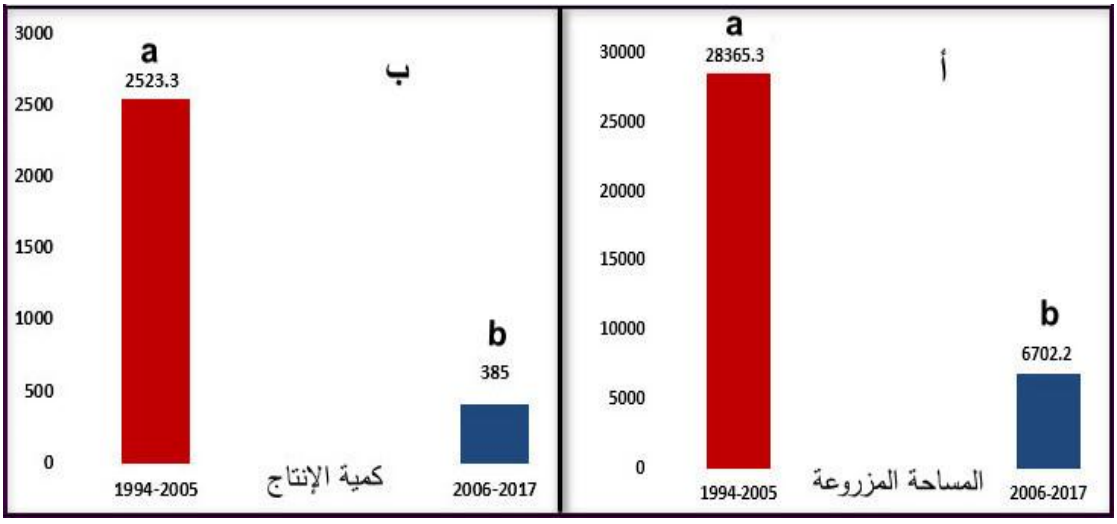
4.2.3 لمحصول العدس:

توضح النتائج إلى انخفاض حاد في المساحة المزروعة بالعدس في محافظة الكرك لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وبلغت نسبة الانخفاض 88.5% كما في شكل 15. وتوضح النتائج أيضاً انخفاض المساحة المزروعة بالعدس للفترة الزمنية الثانية للدراسة عن الفترة الزمنية الأولى بانخفاض معنوي بمقدار 76.4% كما في شكل 16. وبالرغم من الانخفاض الكبير في المساحة المزروعة إلا أن النتائج جاءت على غير المتوقع في إنتاج العدس، حيث أظهرت النتائج زيادة إنتاج العدس في المحافظة للعام 2017 عن العام 1994، وبلغت نسبة

الزيادة 20%. وبمقارنة إنتاج العدس للفترتين الزمنيتين، أظهرت النتائج وكما هو متوقع انخفاض الإنتاج للفترة الزمنية الثانية من الدراسة عن الفترة الأولى ولكن بانخفاض غير معنوي بلغ 84.7%.



شكل رقم (15): المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول العدس في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017.

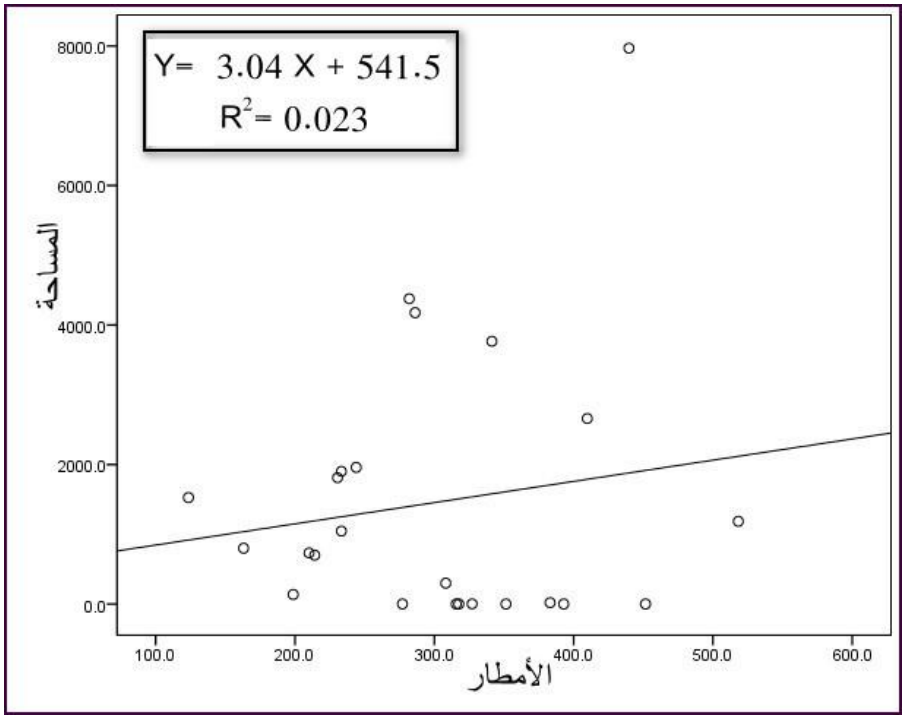


شكل رقم (16): مجموع المساحة (دونم) (شكل أ) ومجموع كميات الإنتاج (طن) (شكل ب) لمحصول العدس في محافظة الكرك للفترتين (1994-2005) و(2006-2017). المتوسطات في أعلى الأعمدة ذات الحروف المختلفة هي مختلفة إحصائياً. (قيمة T الجدولية 1.796، قيمة T المحسوبة 2.4 و1.54 للمساحة والإنتاج على الترتيب، درجة الحرية 11، مستوى الدلالة الإحصائية 0.05).

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين المساحة المزروعة لمحصول العدس (شكل رقم 17) بالمعادلة الخطية:

$Y = 3.04 X + 541.5$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: المساحة المزروعة

وهي علاقة ارتباط طردي، حيث زادت المساحة بارتفاع كميات الأمطار الهاطلة في المنطقة خلال فترة الدراسة. وكانت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في المساحة الذي يمكن التنبؤ بها من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.023.

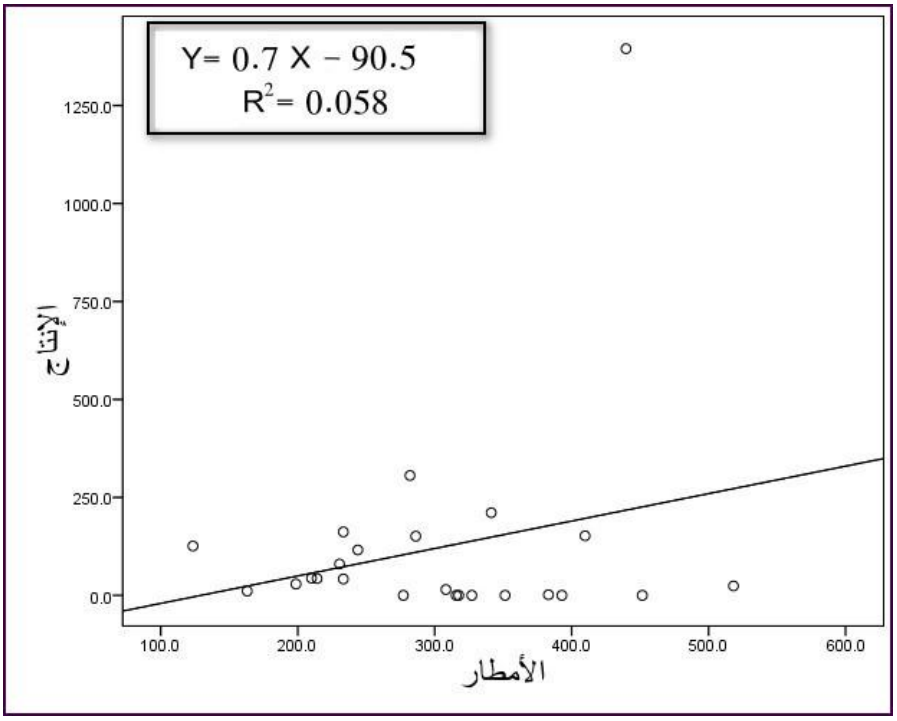


شكل رقم (17): العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول العدس لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994-2017.

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين الإنتاج لمحصول العدس (شكل رقم 18) بالمعادلة الخطية:

$Y = 0.7\ X - 90.5$ حيث تمثل حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: كمية الإنتاج

وكانت العلاقة طردية الارتباط بين إنتاج العدس والأمطار الهاطلة على منطقة الدراسة. وكانت قيمة معامل التحديد والذي يشير إلى نسبة التباين في الإنتاج الذي يمكن التنبؤ به من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.058.

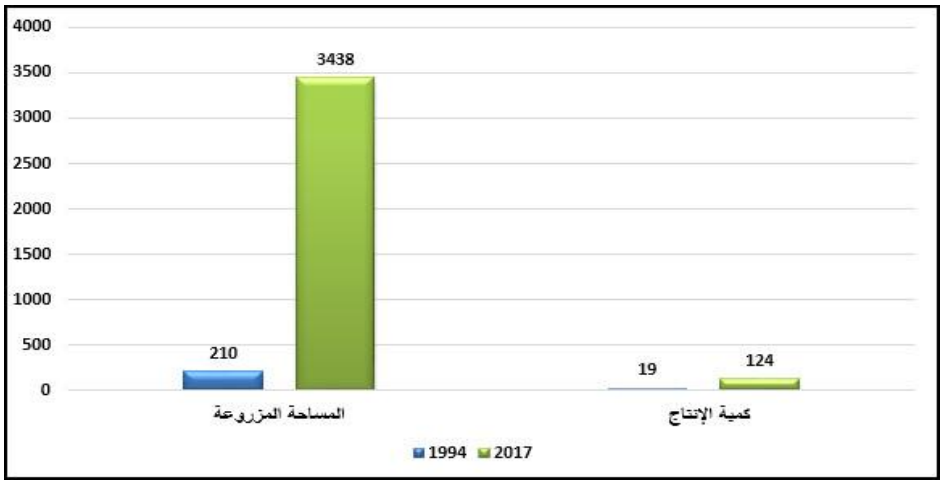


شكل رقم (18): العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول العدس لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017.

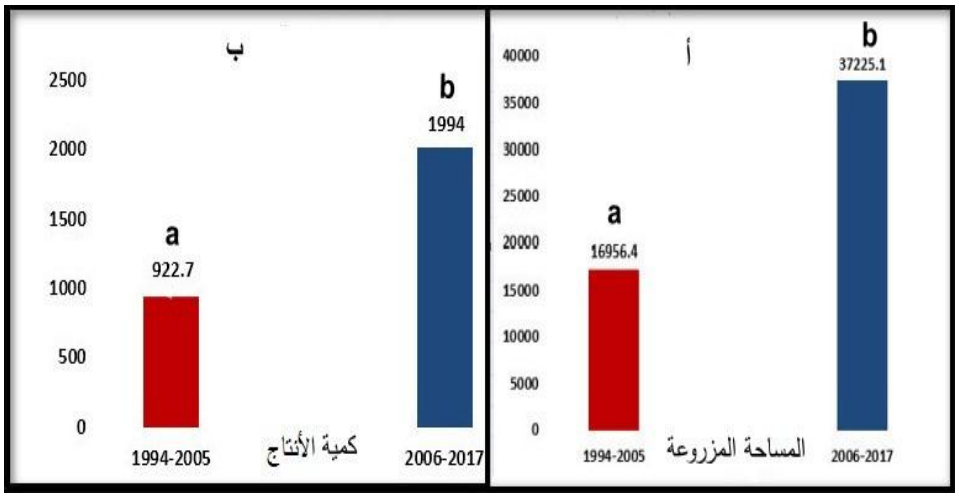
4.2.4 لمحصول الكرسنة:

أظهرت النتائج زيادة في المساحة المزروعة بمحصول الكرسنة في المحافظة لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وكانت نسبة الزيادة كبيرة جداً بلغت 1537% كما في شكل 19. كما وتشير النتائج لاتساع ملحوظ في المساحة المزروعة بالكرسنة للفترة الزمنية الثانية عن الفترة الأولى، وبلغت نسبة الزيادة 120% كما في شكل 20. وانعكست هذه الزيادة في المساحة المزروعة لمحصول الكرسنة على الإنتاج، حيث أظهرت النتائج زيادة الإنتاج في

المحافظة لنهاية فترة الدراسة للعام 2017 عن بداية الفترة للعام 1994، وبلغت الزيادة 566%. وبمقارنة إنتاج محصول الكرسنة للفترتين الزمنيتين، كان هناك زيادة في الإنتاج للفترة الزمنية الثانية للدراسة عن الفترة الأولى بلغت 116%.



شكل رقم (19): المساحة (دونم) وكمية الإنتاج (طن) لمحصول الكرسنة في محافظة الكرك للسنتين 1994 و2017.

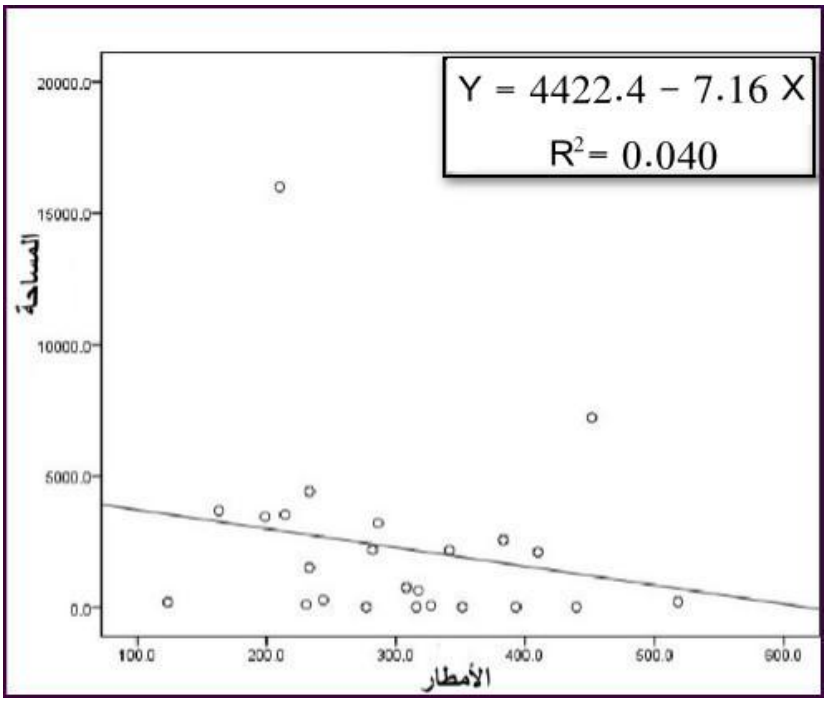


شكل رقم (20): مجموع المساحة (دونم) (شكل أ) ومجموع كميات الإنتاج (طن) (شكل ب) لمحصول الكرسنة في محافظة الكرك للفترتين (1994–2005) و(2006–2017). المتوسطات في أعلى الأعمدة ذات الحروف المختلفة هي مختلفة إحصائياً. (قيمة T الجدولية 1.796، قيمة T المحسوبة 1.38 و1.24 للمساحة والإنتاج على الترتيب، درجة الحرية 11، مستوى الدلالة الإحصائية 0.05).

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين المساحة المزروعة لمحصول الكرسنة (شكل رقم 21) بالمعادلة الخطية:

$Y = 4422.4 - 7.16\ X$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: المساحة المزروعة

وجاء الارتباط عكسياً بين كميات الأمطار الساقطة والمساحة المزروعة بالكرسنة في المنطقة المعنية بالدراسة. وكانت قيمة معامل التحديد والذي تشير إلى نسبة التباين في المساحة الذي يمكن التنبؤ بها من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.040.

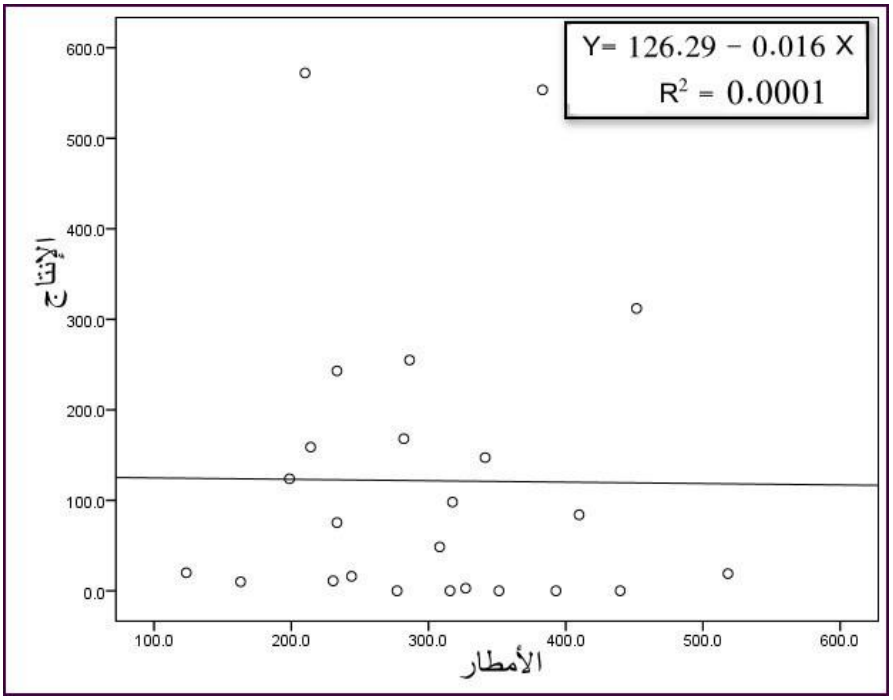


شكل رقم (21): العلاقة الخطية بين الأمطار والمساحة المزروعة لمحصول الكرسنة لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017.

ومثلت العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة لفترة الدراسة وبين الإنتاج لمحصول الكرسنة (شكل رقم 22) بالمعادلة الخطية:

$Y = 126.29 - 0.016\ X$ حيث تمثل X: الأمطار، وتمثل Y: كمية الإنتاج

وجاءت العلاقة متعادلة بين الأمطار وإنتاج محصول الكرسنة في محافظة الكرك. وكانت قيمة معامل التحديد والذي تشير إلى نسبة التباين في الإنتاج الذي يمكن التنبؤ بها من خلال كمية الأمطار الهاطلة هي 0.0001.



شكل رقم (22): العلاقة الخطية بين الأمطار والإنتاج لمحصول الكرسنة لمحافظة الكرك بناءً على بيانات الفترة 1994–2017.

4.3 العلاقة بين درجات الحرارة والأمطار وإنتاج المحاصيل الحقلية:

تشير نتائج تحليل الارتباط بين كميات هطول الأمطار على محافظة الكرك للفترتين الزمنيتين (1994–2005) و(2006–2017) وبين إنتاج المحاصيل الحقلية في المحافظة إلى وجود علاقة ارتباط كما هو موضح في جدول (2). وتراوحت قيم معامل ارتباط بيرسون بين 0.009–0.452 للمحاصيل الأربعة القمح والشعير والعدس والكرسنة، وبناءً على قيم معامل الارتباط فإن العلاقة بين الأمطار والإنتاج تراوحت بين طردية ضعيفة إلى طردية متوسطة، حيث كان أقوى ارتباط في حالة القمح وكان بدرجة متوسطة (0.45) ثم العدس والشعير بدرجة ضعيفة

وكان الارتباط الأضعف في حالة الكرسنة. بينما في حالة العلاقة بين الحرارة والإنتاج، فأظهرت نتائج الارتباط لمعامل بيرسون وجود علاقة ارتباط ضعيفة عكسية بين العاملين. وكانت نسب التغير (والتي حددت بواسطة معامل التحديد R^2) في إنتاج القمح والشعير والعدس 20 و5 و6% على التوالي تعزى للأمطار، وكانت نسب التغير التي تعزى لدرجات الحرارة 10 و4 و2%.

جدول رقم (2): المؤشرات الإحصائية للعلاقة بين الأمطار ودرجات الحرارة وإنتاج محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك للفترة 1994-2017

المحصول	معامل ارتباط بيرسون (r)		قيمة P		معامل التحديد (R^2)	
	الأمطار	الحرارة	الأمطار	الحرارة	الأمطار	الحرارة
القمح	0.452	-0.318	0.027	0.130	0.204	0.101
الشعير	0.230	-0.205	0.279	0.337	0.053	0.042
العدس	0.240	-0.133	0.259	0.535	0.058	0.018
الكرسنة	-0.009	-0.059	0.966	0.786	0.0001	0.003

4.4 تأثير التغير المتوقع في عناصر المناخ على الفترة المستقبلية 2040:

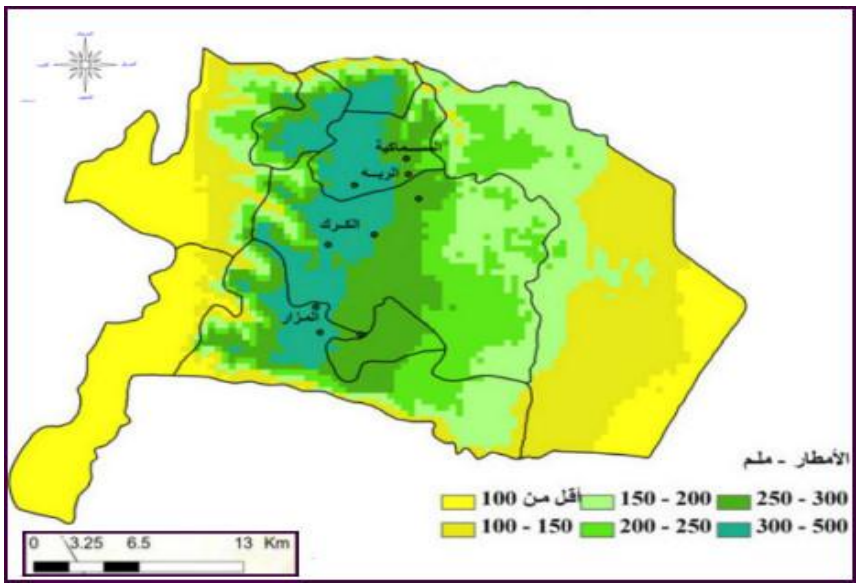
السيناريوهات المتوقعة لعناصر المناخ في محافظة الكرك للعام 2040

4.4.1 الأمطار

من المتوقع أن ينخفض معدل الهطول المطري للفترة المستقبلية وحتى العام 2040 بسبب تأثيرات التغيرات المناخية، وبحسب نموذج نظام المناخ المجتمعي-4 وباستخدام أكثر سيناريوهين معتمدين عالمياً فإن التنبؤات في عنصر الأمطار سيكون على النحو التالي:

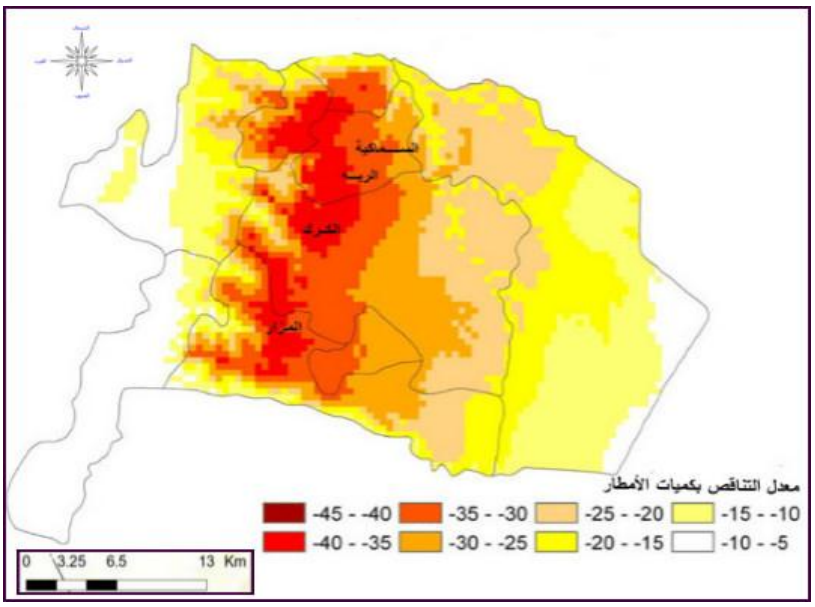
أ. السيناريو الأول:

من المتوقع أن يبلغ الانخفاض في معدل كمية الامطار الساقطة على محافظة الكرك 40 ملم للعام 2040، أي بمعدل انخفاض سنوي يقارب 2 ملم سنوياً، وبما أن المعدل للثلاثين سنة الماضية بلغ 329 ملم (حسب دائرة الارصاد الجوية الأردنية،2020) كما في خارطة رقم 6، فإنه من المتوقع للمعدل أن يكون 289 ملم في العام 2040 كما في خارطة رقم 7. وبناءاً على ذلك فإن المحافظة ستكون صالحة لزراعة المحاصيل التي تقل احتياجاتها المطرية عن 300 ملم سنوياً.



خارطة رقم (6): معدل الأمطار الهاطلة في محافظة الكرك/ الاردن للفترة 1994-2017م.

(المصدر: سابا، منى وحدادين، ميساء، 2016).

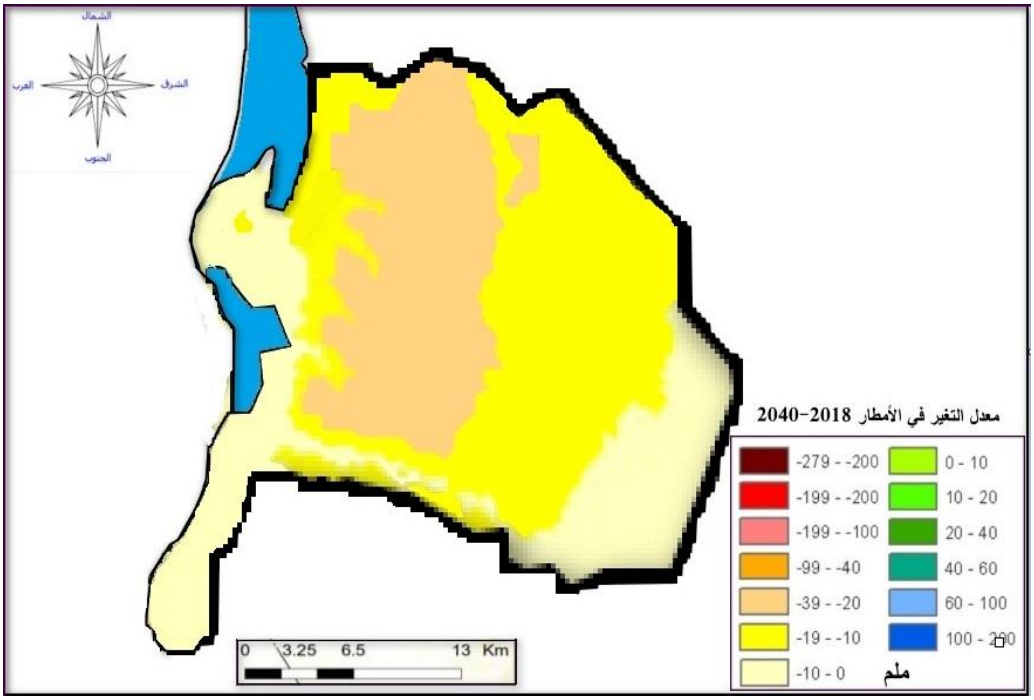


خارطة رقم (7): معدل التناقص في الهطول المطري السنوي المتوقع في محافظة الكرك/ الاردن للعام 2040م عن الفترة 1994-2017 حسب السيناريو الأول (40 ملم).(المصدر: سابا، منى وحدادين، ميساء، 2016).

ب. السيناريو الثاني:

من المتوقع أن يبلغ الانخفاض في معدل كمية الامطار الساقطة على محافظة الكرك 20 ملم للعام 2040، أي بمعدل انخفاض سنوي يقارب 1 ملم سنوياً كما في الخارطة رقم 8، وبالتالي فإنه من المتوقع للمعدل أن يصبح 309 ملم في العام 2040. وبناءً عليه فإن منطقة الدراسة ستكون صالحة لزراعة المحاصيل التي تتراوح احتياجاتها المطرية بين 300 الى 320 ملم سنوياً.

ومن خلال نتائج السيناريوهات المتوقعة للعام 2040 م نجد أن النمط المتوقع هو انخفاض عام في هطول الأمطار ولا سيما في المناطق الغربية والوسطى لمحافظة الكرك، وهذا الانخفاض في هطول الأمطار أكثر وضوحاً في فصلي الشتاء والربيع.

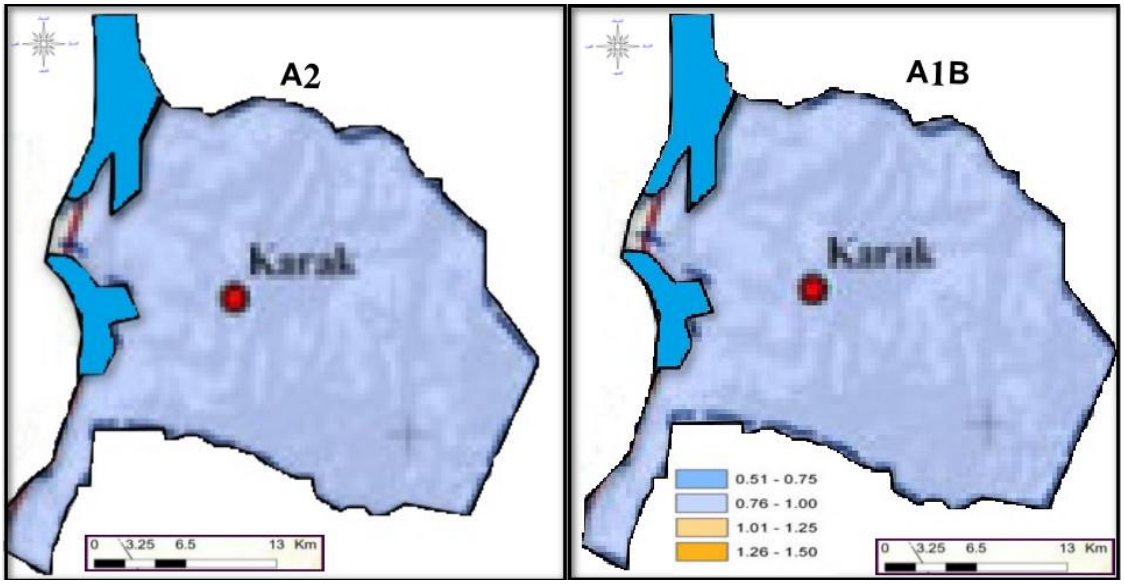


خارطة رقم (8): معدل التناقص في الهطول المطري السنوي المتوقع في محافظة الكرك/ الأردن للعام 2040م عن الفترة 1994-2017 حسب السيناريو الثاني (20 ملم). (المصدر: الأطلس الرقمي للتغيّر المناخي في العراق والأردن، 2015).

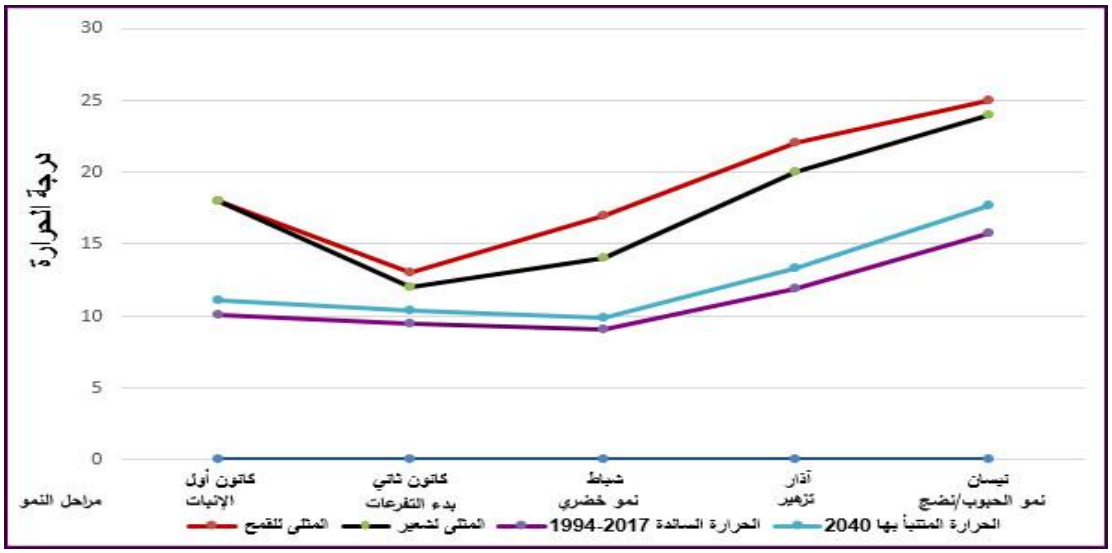
4.4.2 درجة الحرارة

من خلال الرجوع للسيناريوهين الأول والثاني (A1B & A2) المتعلقين بدرجة الحرارة نجد تطابقاً كبيراً بينهما، حيث أن الحدود العليا والدنيا ومتوسط درجة الحرارة لكلاهما متقارب جداً بين المناخ السائد خلال فترة الدراسة والمناخ المتوقع للعام 2040 م لمحافظة الكرك، حيث أن الارتفاع المتوقع في درجات الحرارة أن يتراوح بشكل عام لكامل الفترة بين 0.5 إلى درجة مئوية واحدة. وقد اعتمد الحد الأعلى للارتفاع في الحرارة وهو درجة مئوية واحدة من باب توقع الأسوأ كما في خارطة 9، ولكن من المتوقع أن يبلغ الارتفاع في فصل الشتاء بين 0.5 الى درجة مئوية واحدة، وفي فصلي الربيع والخريف من درجة واحدة الى درجة ونصف الدرجة، وفي فصل الصيف بين 1.5-2.0 درجة مئوية.

وكما يبين الشكل (23) نرى أن الارتفاعات في درجات الحرارة المستقبلية هو لصالح محصولي القمح والشعير لاقترابها من درجات الحرارة المثالية لمراحل نمو المحصولين.



خارطة رقم (9): الزيادة في معدل درجة الحرارة بناءً على السيناريو A1B والسيناريو A2 للعام 2040 عن معدل الحرارة العام (16.8°م) للفترة 1994–2017. (المصدر: الأطلس الرقمي للتغيّر المناخي في العراق والأردن، 2015).



شكل رقم (23): درجات الحرارة المثلى لمراحل نمو محصولي القمح والشعير ودرجات الحرارة السائدة في محافظة الكرك للفترة 1994–2017 ودرجات الحرارة المتنبأ بها للعام 2040. (مصدر درجات الحرارة المثلى: الأموي وآخرون، 2015).

الفصل الخامس
المناقشة

تعتبر المحاصيل الحقلية الأهم لارتباطها بالأمن الغذائي للمجتمعات، وتأتي محافظة الكرك في المرتبة الثانية بين المحافظات الأردنية في زراعة وإنتاج هذه المحاصيل بعد محافظة العاصمة عمان. (دائرة الإحصاءات العامة، 2017)، ونسب الاكتفاء من هذه المحاصيل في تراجع مستمر لعدة أسباب أهمها التغيرات المناخية وانعكاساتها على الزراعة وخاصة في جنوب المملكة ومنها محافظة الكرك.

أوضحت النتائج أن هناك تغيرات حدثت للمناخ في منطقة الدراسة، وأثرت بدورها في الإنتاج الزراعي من حيث المساحات والكميات المنتجة للمحاصيل الزراعية الحقلية. وتعتبر الأمطار العامل الأهم من عناصر المناخ في التأثير على زراعة المحاصيل الحقلية في المحافظة وهذا ما أكده أيضاً (يعقوب، 2013)، وقد أكدت نتائج هذه الدراسة ذلك بوجود ارتباط طردي متوسط بين كميات الأمطار وإنتاج المحاصيل الحقلية السنوي خلال فترة الدراسة، وأيضاً توافق ذلك مع ما توصلت له نتائج دراسة (بلق، 2013) ودراسة (Hamarsheh, 2010)، ولكن وجد (نصار، 2017)، ارتباطاً غير معنوي عكسي منخفض بين الأمطار وإنتاج القمح في الأردن للعام 2012 وهذا لا يتفق مع نتائج هذه الدراسة. واتصف الهطول المطري بالتذبذب من سنة إلى أخرى طيلة فترة الدراسة، بدليل أنه في أكثر من نصف فترة الدراسة تدنت كميات الأمطار الهاطلة عن المعدل العام المحسوب لثلاثين سنة، وفي أقل من سدس الفترة كانت الأمطار ضمن المعدل العام، وهذا التذبذب يؤثر سلباً على نمو وإنتاجية المحاصيل الحقلية أيضاً، وتوافقت هذه النتائج مع نتائج دراسة (بلق، 2013). أضف إلى ذلك أن الهطول المطري الضعيف في بداية موسم زراعة ونمو

المحاصيل الحقلية، وتأخر موعد الهطول أيضاً أثرا سلباً على زراعة هذه المحاصيل، كما وأن تزايد كميات الهطول المطري في الشهور الأخيرة لمراحل تطور ونضج المحاصيل الحقلية يؤخر في نضج الحبوب، ويزيد من فرص حدوث وانتشار الأمراض خاصة الفطرية منها مما يؤثر سلباً على الإنتاج. وكنتيجة لكل هذه التغيرات في عامل الأمطار، يتضح من خلال النتائج أن المساحة المزروعة بمحصول القمح قد تراجعت إلى الثلث تقريباً، وللعدس تراجعت المساحة كثيراً وبنسبة وصلت 76%، وبناءً على ذلك زاد توجه المزارعين لزراعة محصول الشعير بدلاً من القمح والذي زادت مساحته المزروعة إلى نسبة تقارب الربع، وكذلك تضاعفت المساحة المزروعة بالكرسنة أيضاً، حيث أن متطلبات القمح والعدس من الأمطار أعلى من متطلبات محصولي الشعير والكرسنة، وبلغت نسبة مسؤولية الامطار عن التغير في إنتاج محصول القمح 20% حسب قيمة معامل التحديد، وبالتالي أدى التغير المناخي بالنسبة للأمطار تحديداً إلى تغير في التركيب المحصولي لمحافظة الكرك وخاصة لعدم توفر مصادر مياه للري التكميلي. وقد وجد (العرود، 2018) أن العلاقة طردية بين الأمطار والمساحة المزروعة في منطقة وادي عربة جنوب الأردن لفترة 45 سنة وهذا يتفق مع النتائج المتحصلة لهذه الدراسة.

وكان تأثير ارتفاع درجة الحرارة بدرجة أقل من تأثير الأمطار، وهذا أيضاً ما توصل إليه (يعقوب، 2013)، حيث وصل الارتفاع في درجة الحرارة إلى 1.5 درجة للفترة الأخيرة من الدراسة عن الفترة الأولى، ويتضح التأثير الأقل للحرارة من خلال علاقة الارتباط مع الإنتاج السنوي للمحاصيل الحقلية في هذه الدراسة، حيث أظهرت النتائج بأن علاقة الارتباط ضعيفة عكسية بينهما وجاءت هذه النتيجة مخالفة لنتائج دراسة (طلبة وآخرون، 2016)، وعززت نتائج معامل التحديد نتائج قيم معاملات الارتباط، حيث جاءت نسب معامل التحديد منخفضة أيضاً في نتائج هذه الدراسة. وعلى توافق مع ما جاء في نتائج هذه الدراسة، وجد (Kalra et al., 2013; Abou-

(Hadid, 2006 علاقة عكسية بين درجة الحرارة وانتاج محصول القمح، ووجد (إدريس، 2013) أن الحرارة هي العامل المناخي الأهم في التأثير على إنتاج القمح في السودان. لكن تكمن أهمية عامل الحرارة على زراعة وإنتاج المحاصيل الحقلية في تأثيرها غير المباشر على الأمطار، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى انخفاض معدل الأمطار مما يؤثر على المحاصيل المختلفة، وهذا ما أكدته لجنة الأرصاد الجوية الزراعية المنبثقة عن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في تقريرها السابع والأربعين للوثيقة الفنية رقم 505 لعام 1998، وأيضا أكدته دراسة فنانة (2014) للعلاقة العكسية بين درجة الحرارة وكمية الأمطار، وأكد (El-Kawasma, 1987) أيضاً أن الهطول المطري الفعال والذي يبلغ 70% من الهطول المطري الحقيقي في الأردن هو الأهم للمحاصيل، وهذا ما يفسر تحول المزارعين من زراعة القمح والعدس إلى زراعة الشعير والكرسنة، حيث أن متطلبات الأخيرة أقل من الأولى. أما بالنسبة للكرسنة، فوجود قيماً متطرفة في كميات إنتاجه للعديد من السنوات (كما يظهر في ملحق رقم(5) أدت إلى تشوه العلاقة الحقيقية مع كميات الأمطار السنوية الهاطلة، فقد كانت كميات الإنتاج السنوية صفراً لست سنوات من أصل 24 سنة، علاوة على القيم المنخفضة جداً للإنتاج في العديد من السنوات الأخرى، إضافة الى حدوث صقيع في بعض السنوات أدى الى القضاء على المحصول والمحاصيل البقولية بشكل عام وانعدام الانتاج في تلك السنوات مما أدى إلى القيمة الشاذة لمعامل التحديد للكرسنة.

وتشير سيناريوهات التنبؤ بالمناخ إلى توقع ارتفاع في درجة الحرارة إلى ما يزيد عن درجة مئوية وتراجع معدل الهطول المطري بمقدار يتراوح بين 20–40 ملم في العام 2040، وهذا ما أكدته نتائج دراسات كل من (Matouq, 2013) و(Al-Bakri et al., 2013). وتشير التغيرات المتوقعة في أنماط هطول الأمطار إلى توقع تراجع الزراعة البعلية في المناطق المهددة بالانخفاض

المطري في محافظة الكرك، ومع ذلك ستستفيد المراعي على الأرجح في الأجزاء الوسطى والشرقية للمحافظة من هذه التغيرات، كذلك من المتوقع أيضاً أن يؤثر ذلك على طول فترات النمو للمحاصيل الزراعية وان تتغير مواعيد وفترات الزراعة. فقد وجد (Kalra et al., 2013) أن تاريخ الزراعة الأمثل في القمح أصبح متقدماً ب 5–8 أيام لكل ارتفاع درجة واحدة في الحرارة. ومن المتوقع أن يكون هناك توسعاً في زراعة محصول الشعير في محافظة الكرك وتضاؤلاً في زراعة القمح وذلك لكون الشعير أكثر تحملاً للجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة بالإضافة الى قصر فترة نموه مقارنة مع القمح. أضف الى ذلك تراجع الإنتاج نتيجة التغيرات المناخية، فقد أشار (محيسن، 2010) إلى تراجع إنتاج القمح والشعير بنسبة 18% لكل منهما والذرة بنسبة 19% نتيجة التغيرات المناخية. كذلك من المتوقع ظهور آفات وأمراض زراعية جديدة نتيجة للجفاف والارتفاع في درجات الحرارة والتغير في مواعيد وفترات النمو.

وأشارت نتائج التنبؤ إلى أن الارتفاعات في درجات الحرارة المستقبلية هو لصالح محصولي القمح والشعير لاقترابها من درجات الحرارة المثالية لمراحل نمو المحصولين، ولكن ما يؤثر سلباً على هذه المحاصيل هو ترافق هذ الارتفاع في درجات الحرارة مع تراجع في كميات الأمطار المتوقع هطولها مما يتسبب في إجهاد فسيولوجي لهذه المحاصيل، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة (Hamarsheh, 2010) حيث في حال دمج تأثير ارتفاع درجة الحرارة ونقص كمية الأمطار فإن نسبة التغير في نقص الإنتاج في القمح في جنين–فلسطين بلغت 41.7%.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

خرجت الدراسة من خلال النتائج بالاستنتاجات التالية:

-هناك تغير مناخي ملحوظ في محافظة الكرك جنوب الأردن بخصوص درجة الحرارة وكميات الأمطار الساقطة وتغير طفيف جداً في الرطوبة النسبية خلال فترة الدراسة.

-كان للتغير المناخي في منطقة الدراسة تأثيرُ على المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية وعلى إنتاجها.

-تراجعت المساحات المزروعة بمحاصيل القمح والعدس نتيجة تأثير التغيرات المناخية، وزادت المساحات المزروعة بالشعير والكرسنة نتيجة لتحول المزارعين لزراعتها بسبب قلة احتياجاتها من الأمطار مقارنة بالقمح والعدس.

-تراجع إنتاج القمح والعدس بسبب قلة الأمطار وبالتالي تراجع المساحة المزروعة، وزادت كميات إنتاج محصولي الشعير والكرسنة بسبب التوسع في زراعتها.

التوصيات:

خرجت الدراسة من خلال النتائج والاستنتاجات بالتوصيات التالية:

-تأخير موعد زراعة المحاصيل الحقلية في محافظة الكرك جنوب الأردن لبداية شهر كانون الأول بسبب تأخر موعد الهطول المطري في المحافظة بسبب التغيرات المناخية.

-استبدال زراعة محصول القمح بمحصول الشعير بسبب انخفاض كميات الهطول المطري السنوية في المحافظة والتي تناسب إلى حد كبير زراعة الشعير.

-استبدال زراعة محصول العدس بمحاصيل الكرسنة في المستقبل القريب فيما إذا استمرت التغيرات المناخية في المنطقة.

-إيجاد أصناف لها القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية كذلك إيجاد أصناف ذات متطلبات مطرية منخفضة.

-أخذ التغيرات المتوقعة في عناصر المناخ وخاصة الأمطار والحرارة في الاعتبار عند رسم السياسات الزراعية المستقبلية والبحث عن محاصيل استراتيجية تتناسب احتياجاتها مع الحرارة والأمطار السائدة مستقبلاً مثل محاصيل السمسم والعصفر والذرة البيضاء (الرفيعة) والكمون وغيرها.

المصادر والمراجع

أ) **المصادر والمراجع باللغة العربية:**

إدريس، سمية (2003)، **التأثيرات المناخية على زراعة القمح في السودان**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الخرطوم، الخرطوم، السودان.

الأموي، فليح وجاسم، منعم وسعيد، ماهر (2015)، الحدود الحرارية وأثرها على زراعة محصولي القمح والشعير في قضاء بلدروز، **مجلة ديالي**، (66)، 411-426.

برهم، نسيم (1988)، أثر الأمطار على إنتاجية القمح في الأردن، **المجلة العربية للعلوم الإنسانية**، مج 8، (29).

بلق، مفيدة (2013)، أثر التقلبات المناخية في الإنتاج الزراعي الليبي، **المجلة الليبية للدراسات**، (3)، (255-289).

بلق، مفيدة (2017)، أثر المناخ على زراعة محصول الشعير في إقليم الساحل الليبي، **المجلة الليبية للدراسات**، (13)، ص 143-159.

بوابة معارف البنك الدولي بشأن تغير المناخ، (https://climateknowledgeportal.worldbank.org).

الخليفاوي، خالد (2015)، مؤشرات التغير المناخي في مشروع ري الكفل-الشنافية في العراق وأثرها في تغيير زراعة محصولي الأرز والقمح باستخدام (G.I.S)، **مجلة القادسية**، (18)، 277-297.

دائرة الإحصاءات العامة، (1994، 1995، .....،2017)، **قواعد البيانات التفاعلية لمساحة ومعدل إنتاج المحاصيل الحقلية لمحافظة الكرك.**

دائرة الإحصاءات العامة، (2017)، **التعداد الزراعي.**

دائرة الإحصاءات العامة،(1994، 1995، ..... 2019)، **التجارة الخارجية للمملكة الأردنية الهاشمية.**

دائرة الإحصاءات العامة،(2007،2008....، 2018)، **النشرة الزراعية.**

دائرة الأرصاد الجوية، (1994، 1995، ....،2017)،**البيانات المناخية.**

الرواشدة، شذا (2015)، **أثر التغير المناخي على زيادة التباين في كميات الأمطار ودرجة الحرارة في الأردن للفترة من (1980 –2013)**، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

زيتون، محمد (2016)، مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن، الجامعة الأردنية، **مجلة دراسات– العلوم الإنسانية والاجتماعية**، (43)، 1021-1183.

سابا، منى وحدادين، ميساء(2016)، **ملخص التغير المناخي في محافظة الكرك**(2016)، researchgate.net، حملة التغير المناخي واقع وحقيقة، 2-13.

سقاالله، شهد (2015)، **أثر التغير المناخي المحتمل في جنوب الأردن**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة مؤتة، مؤتة، الأردن.

طلبة، عدلي وصادق، ايناس وعبد العزيز، محمد (2016)، أثر التغيرات والتباينات المناخية على إنتاجية بعض الحاصلات الزراعية في مصر محصولي القمح-الذرة الشامية الصيفي، **المجلة المصرية للبحوث الزراعية**، المعمل المركزي الزراعي، جامعة الفيوم، الجيزة، مصر، (1) ، 336-356.

عامر، وسن (2014)، **أثر التغير المناخي على التنوع الزراعي في محافظة بغداد**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية التربية للعلوم الإنسانية، بغداد، العراق.

العرود، إبراهيم (2018)، التغيرات المناخية الحديثة وأثرها على الغطاء النباتي في حوض وادي عربه الشمالي، **المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية**، مج11، ع (3)، 347-362.

عنانبة، صباح (2011)، **التأثير المحتمل للتغير المناخي على أمطار الشتاء في الأردن**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

فنانة، شحته (2014)، **أثر العناصر المناخية على المحاصيل الحقلية في الضفة الغربية وقطاع غزة**. رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

محيسن، ناهد (2010)، التغيرات المناخية وانعكاساتها على قطاع الزراعة والغذاء في مصر، **مجلة النهضة**، مج 11، (1)، 35-70.

مركز الملكة رانيا العبد الله لعلوم وتكنولوجيا البيئة (2010)، **التغير المناخي والزراعة في الأردن**.

منظمة الأرصاد الجوية العالمية (1998)، الرصد الدائم للجفاف والتصحر وتقييمهما وتدابير مكافحتهما، تقرير رقم (47)، **الدورة التاسعة للجنة الأرصاد الزراعية-الوثيقة الفنية (505)، جنيف-سويسرا**.

منظمة الأغذية والزراعة FAO، (2019)، **حالة الأغذية والزراعة**، تقرير منشور، روما، 1-182.

مهير، فاضل وأبو رحيل، عبد المحسن (2012)، تحليل جغرافي لخصائص المناخ في محافظة بابل وعلاقتها بزراعة محصولي القمح والشعير، **مجلة آداب الكوفة**، مج1، (12) 13-39.

نصار، عبد العظيم عباس والبديري، هيلين والكناني، نهاد (2017)، تحليل جغرافي لتأثير التغيرات المناخية في تذبذب الأمطار وعلاقتها بإنتاج وإنتاجية محصول القمح في الدول العربية المتأثرة بنظام مناخ البحر المتوسط، **(المؤتمر الجغرافي الأول: الموارد المائية في الوطن العربي بين المعوقات)، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية**، جامعة المنوفية، القاهرة، مج1، (1)، ص 235-252.

هرمز، نور الدين، جلب، أدهم وغضبان، أسامة (2015)، تأثير العناصر المناخية (الأمطار، الحرارة الجافة، الجفاف)، على إنتاج القمح والشعير (المروي والبعل) في المنطقة الشرقية دراسة تطبيقية في محطة الحسكة خلال الفترة(2001-2010)، **مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية** مج37، (4)، 273-293.

وزارة البيئة، (2007)، **التقرير السنوي لأثر التغير المناخي على الأردن**.

وزارة الزراعة، (2017–2018)، **الكتاب السنوي**، النشرة الزراعية.

يعقوب، أسحق (2013)، التغيرات المناخية وأثرها على الإنتاج الزراعي في ولاية شمال دارفور– السودان. **مجلة آداب البصرة**، (67)، 275–308.

ب) المصادر والمراجع باللغة الإنجليزية:

Abou-Hadid, A. F. (2006**), Assessment of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change in North Africa**: Food Production and Water Resources, the International START Secretariat, Washington, p148.

Al Hour, M. (2011), Climate Change in Jordan, Master thesis (unpublished)- University of Jordan, Amman, Jordan, P.1-83.

Al-Bakri, J., Abu-Sharar, T., Salahat, M., Suleiman, A., Suifan, M., Hamdan, M.R., Khresat, S. and Kandakji, T. (2013), Impact of Climate and Land Use Changes on Water and Food Security in Jordan: Implications for Transcending "The Tragedy of the Commons" journal/sustainability, vol. 5, 724-748.

Bani-Domi, M. (2005), Trend analysis of temperatures and precipitation in Jordan, Um Al-Qura University. **Journal of Educational**: Social Sciences and Humanities, vol. 17 (1),1-24

Cline, W. (2007), **Global Warming and Agriculture, Washington**, DC: Peterson Institute for International Economics.

EAtlas of Climate Change in Iraq and Jordan, Project(2015) "Improving food security and climate change adaptability of livestock producers using the Rain fed Barley-based system in Iraq and Jordan" (IFAD Grant 1240-ICARDA).

El-Kawasma, Y.O.A. (1987), Crop water requirement model. ACSAF/CS/R/WMO/TD-NO 505 ,P58-84.

Hamarsheh, B. M. (2010), **Assessing the impact of potential climate change on rain fed agriculture in Jenin District**. Master's theses (unpublished). Birzeit University, West Bank, Palestine.

Intergovernmental Panel on Climate Change (**IPCC**) (2007), **The Physical Science Basis Cambridge**: Cambridge University Press.

Lobell، D., Schlenker, W.S. and Cesta-Roberts, J. (2011), Climate trends and global crop production since1980. Science, 333(6042): 616–620VL- 333DO-10.1126/science.1204531، **journal Science New York, N.**) 333(6042):616–620

Mahrous، W. (2018). Dynamic Impacts of Climate Change on Cereal Yield in Egypt: An ARDL Model. **Egypt Journal of Economic & Financial Research** Vol. 5, (1).

Matouq, M., El-Hasan, T., Al-Bilbisi, H., Abdelhadi, M., Hindiyeh, M., Eslamian, S. and Duheisat, S.(2013), The climate change implication on Jordan: A case study using GIS and Artificial Neural Networks for weather forecasting, **Journal of Taibah University for Science**, Vol. 7, p 4-55.

Kalra, N., Poonam, S., Nisha, M. and Navindu, G. (2013), Simulating the impact of climate change and its variability on growth and yield of crops.**Www.IndianJournals.com.** Climate Change and Environmental Sustainability, Vol 1, (1), (11-19).

Pielke R. A. (2004). **What is climate change**? Energy and Environment, vol. 15, issue 3: 515-520.

The Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (2019). **Assessing the Impact of Climate Changes on Available Water on Agricultural Productivity in the Arab Region**، Document icon: E/ESCWA/SDPD/2019/CP3, P1-46.

The Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA. **Assess the impact of changes in available water on the productivity of agricultural crops Jordan case study report**، Document icon E/ESCWA/SDPD/2019/CP.3, P1-46.

الملاحق

ملحق (1): بيانات درجات الحرارة وكميات هطول الأمطار ونسبة الرطوبة النسبية في محافظة الكرك–الأردن للفترة **1994–2017**

السنة	درجة الحرارة (°م)			كمية الأمطار	الرطوبة النسبية
	الدنيا	العليا	المتوسط	(ملم)	(%)
1994	10.4	22.2	16.3	518.2	63
1995	10.0	22.5	16.3	123.5	59
1996	10.6	22.9	16.7	286.2	60
1997	10.0	21.8	15.9	409.8	55
1998	11.0	23.5	17.2	243.9	54
1999	11.3	23.8	17.6	163.1	64
2000	10.7	22.8	16.8	233.3	67
2001	11.1	23.6	17.3	317.5	53
2002	10.8	23.3	17.1	439.7	54
2003	10.7	23.1	16.9	230.5	63
2004	10.2	23.2	16.7	392.9	62
2005	10.8	23.3	17.0	282	60
2006	10.6	23.1	16.9	341.3	60
2007	10.7	23.3	17.0	308.2	64
2008	11.1	23.7	17.4	233.3	56
2009	10.7	23.6	17.2	214.1	59
2010	12.5	25.6	19.1	327.1	58
2011	10.4	23.0	16.7	210.1	63
2012	11.3	23.8	17.5	315.7	63
2013	11.1	23.5	17.3	451.6	61
2014	11.2	23.9	17.5	277.1	57
2015	10.8	23.7	17.3	351.6	55
2016	11.0	24.4	17.7	383.1	46
2017	11.3	23.8	17.5	198.7	47

ملحق (2): كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة في محافظة الكرك – الأردن

للفترة **1994-2005**

الشهر	كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة											
	1994	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
كانون2	143.6	0.9	93.6	119.3	109.9	37.2	77.7	74	145.6	38.5	131.2	88.9
شباط	76.8	72.9	19.8	123.2	49.7	92.3	7.4	66.6	28.9	42.8	39	88.1
آذار	42	4.1	102	63.9	65.2	6.8	45.2	13.3	48.2	77.1	15.5	40.3
نيسان	12	10.2	3	7.6	9.5	18.8	0	24.9	22.6	13	1	1
أيار	0	0	0	1.7	5	0	0	52.4	1	0.1	0	0
حزيران	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
تموز	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
آب	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
أيلول	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
تشرين 1	13.9	0	11.5	5	0	0.8	11.5	1.5	9	0	13.1	2.1
تشرين 2	133	17.8	6.9	3	1.1	0.2	4.5	42.3	9.8	2.5	130.1	24.6
كانون 1	93.4	17.6	49.4	86.1	3.5	7	87	42.5	174.6	56.5	63	37

ملحق (3): كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة في محافظة الكرك – الأردن

للفترة **2006-2017**

الشهر	كميات الأمطار الشهرية (ملم) الهاطلة											
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
كانون 2	12.6	104.3	118.8	0	75.8	65.3	72.3	232.5	0.6	90.1	153.9	89.7
شباط	106.7	95.7	51.9	86.5	217.6	80.7	123.4	44.2	4.5	118.6	54.3	57.4
آذار	3.3	74.5	0	58.3	8.9	8.4	71.5	0	138.3	14.9	44	14
نيسان	117.8	3.9	0.2	0.9	0	22.4	0	10.2	0	50.3	18.9	4.8
أيار	0.8	13.7	0	0	0	1.5	0.7	10.3	66.3	0	0.1	0
حزيران	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
تموز	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
آب	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0
أيلول	0	0	0	0	1.1	0	0.2	0.8	0	0	0	0
تشرين 1	13.8	2.1	52.9	11.7	0	0	0	17	3.8	92.1	11.5	0
تشرين 2	17.8	2.8	3.5	16.2	0	13.8	25	1.2	44	12.6	3	11.6
كانون 1	68.5	11.2	6	40.5	23.7	18	22.6	135.4	19.6	22.8	106	21.2

ملحق (4): بيانات المساحات المزروعة لمحاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك–الأردن للفترة **1994–2017**

السنة	المساحة المزروعة (دونم)			
	القمح	الشعير	العدس	الكرسنة
1994	68241.3	134114.5	1184.9	210
1995	69953.7	118334.8	1525.9	195
1996	46593.6	78346.1	4177.1	3195.3
1997	82504.4	140523	2659.7	2091.5
1998	79865.9	127729.7	1958.8	270.3
1999	114511.5	135632.6	799.5	3666.6
2000	128489.2	79841.2	1901.6	4411.2
2001	69818.5	109164.3	0	634.4
2002	87193.9	67082.9	7969.8	0
2003	134343.6	136735	1810.9	102.1
2004	61526.6	207177	0	0
2005	81120.4	106082.2	4377.1	2180
2006	127883.9	102849.7	3766.2	2165.3
2007	48906.8	81655.6	299	746
2008	48182.5	141881.8	1045.5	1505.2
2009	56563.5	137984.6	700.6	3528.9
2010	75939.8	133744.2	2	53.4
2011	55760.4	162290	732.2	16003.4
2012	52564.1	152758.8	0	0
2013	57008.9	155218	0	7222.5
2014	49368.3	182607.5	0	0
2015	46029.3	180117.4	0	0
2016	60014	201807.2	20	2562.4
2017	28519.5	142205.3	136.7	3438

ملحق (5): بيانات كميات إنتاج محاصيل القمح والشعير والعدس والكرسنة في محافظة الكرك– الأردن للفترة **1994–2017**

السنة	كمية الانتاج (طن)			
	القمح	الشعير	العدس	الكرسنة
1994	8820.8	7471.1	24	19
1995	7970.7	7826	126	20
1996	5101.6	2795.5	151	255
1997	6878.9	5244.2	152	84
1998	6998.6	6624.5	116	16
1999	221.6	152.2	11	10
2000	1373.8	592.9	162	243
2001	1090.2	184.2	0	98
2002	12107.1	5990.2	1395	0
2003	3366.7	4906.9	80	11
2004	1107.5	2693.3	0	0
2005	8313.2	6537.3	306	168
2006	6598.8	3280.9	211	147
2007	4304.3	2694.6	15	49
2008	952.7	1702.6	42	75
2009	2030.9	2121.4	43	159
2010	3409.6	1209.9	0	3
2011	2749.9	2662.4	44	572
2012	1722	3698.8	0	0
2013	5615.5	6482	0	312
2014	4443.1	7304.3	0	0
2015	3397	8717.7	0	0
2016	6596.5	6639.9	2	554
2017	2063.1	8560.9	29	124

Impact of Rainfall and Temperature Change on Field Crops Production in Karak Governorate- Jordan

Anas Mohamad Ahmad Al-Titi

Under supervision of:
Prof. Ihab Ghabeish, supervisor
Dr. Amjad Abu Sirhan, co-supervisor

Abstract

The study aimed to clarify the impacts of climate changes in rainfall and temperature on field crops in Karak governorate in south of Jordan during the period of 1994-2017, while the study investigated the impact of the two aforementioned elements on the area planted and the production of wheat, barley, lentils and vetch. Climate change in the region was predicted for the year 2040 using two global scenarios.

The results showed that climate changes occurred in the study area, which in turn affected field crop production in terms of areas and yield produced. Rainfall is considered the most important factor of the climate in influencing the cultivation of field crops in the governorate. The results showed exponential correlation between the amounts of rainfall and the annual yield of field crops during the study period; where the area cultivated with wheat decreased to about one third, and for lentils decreased significantly by 76%, and increased the trend of farmers to grow the barley crop accordingly, the area cultivated increased to nearly 25%,

and the area cultivated with vetch is doubled. The effect of temperature was less important than that of rainfall, with results showing that there was weak correlation between temperature and the yield of field crops.

The results of forecasting future climate changes were that the temperature would rise to more than one degree Celsius, the annual rainfall amounts would decrease by 20-40 mm, and this would lead to a change in the crop composition of the governorate.

The study recommends replacing the cultivation of wheat crop with barley, vetch and lentil crops at present due to the decrease in annual rainfall in the governorate, which is largely suitable for the cultivation of barley and vetch, and the replacement of lentil crop with barley and vetch crops in the near future, if climate change continued in the region.

Future climate changes must be considered when developing upcoming agricultural policies and searching for strategic crops whose requirements are commensurate with what will be the future climate conditions considering the continuing climate change.