اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

ريـكار

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيُّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية

السويد
Sverige

تقييم تأثير التغيرات في المياه المتاحة على انتاجية المحاصيل الزراعية

تقرير دراسة الحالة في السودان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

جامعة الدول العربية
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة
ACSAD 1968

E/ESCWA/SDPD/2019/CP.8

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

مشروع تعزيز الامن الغذائي والمائي من خلال التعاون وتنمية القدرات في المنطقة العربية

تقييم تأثير التغيرات في المياه المتاحة على انتاجية المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية

تقرير دراسة الحالة في السودان

الأمم المتحدة
بيروت

© 2019 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المادة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)،
البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org؛ الموقع الإلكتروني: www.escwa.un.org

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.
جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعة للأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،
صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

19-00116

تقديم

تعد المنطقة العربية من أكثر مناطق العالم جفافا فهي إلى جانب كونها تقع في حزام المناطق الجافة وشبه الجافة مما ينعكس بقلة الآمطار وندرتها فإنها تتعرض لتغيرات كبيرة في معدلات الأمطار من عام إلى آخر وهذا ماينعكس بشكل واضح على ندرة الموارد المائية المتاحة فيها من جهة إضافة إلى تأثير ذلك على الانتاج الزراعي وبالتالي توفر الغذاء والأمن الغذائي من جهة ثانية ولا شك أن النمو السكاني المتسارع والذي يعد من أعلى معدلات النمو في العالم ساهم هو بدوره في تفاقم الأزمة المائية والغذائية في المنطقة العربية.

وتطورت الأبحاث العلمية في مجال التغيرات المناخية وخاصة في المنطقة العربية لتؤكد بدورها أن المنطقة في مجملها ستتعرض إلى أشد التغيرات المناخية سواء من حيث انخفاض معدلات الأمطار أو من ناحية ارتفاع درجات الحرارة وازدياد واضح في تكرار دورات الجفاف. وهذه العوامل تؤثر سلبا على الانتاجية الزراعية بالنسبة للزراعات البعلية وإلى حد ما المروية منها .

ومن أجل تقييم تأثير التغيرات المناخية على الانتاجية الزراعية في المنطقة العربية فقد قامت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) في إطار تنفيذها للمشروع الاقليمي حول «تعزيز الأمن الغذائي والمائي من خلال التعاون وتنمية القدرات في المنطقة العربية» وبتمويل من الوكالة السويدية للتنمية (سيدا) بتكليف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) –المكتب الاقليمي للدول العربية وبالتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) لتنفيذ المكون الأول من هذا المشروع الذي يسعى الى تقييم الإنتاج الزراعي في المنطقة العربية نتيجة تغير وفرة المياه من خلال استخدام توقعات موثوقة للمناخ والمعلومات القياسية الهيدرولوجية على المستوى الإقليمي والوطني.

ومن أجل ذلك تمت ترجمة دليل المستخدم والكتيب الخاص باستخدام برنامج أكوا-كروب (AquaCrop) الذي تم تطويره من قبل الفاو إلى اللغة العربية والذي أثبتت الدراسات والأبحاث أنه يعتبر من الوسائل الحديثة الناجحة في التنبؤ بالإنتاجية الزراعية إضافة إلى تنفيذ عدد من الدورات التدريبية وتوفير الدعم الفني المباشر على استخدامه لكافة الفرق الوطنية من الدول العربية المشاركة في المشروع[1].

قامت هذه الفرق بعد ذلك بإعداد تقارير وطنية لتقييم الإنتاجية الزراعية لعدد معين من المحاصيل في مناطق محددة تحت تأثير التغيرات المناخية باستخدام نتائج المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية التأثر الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة العربية (ريكار) الذي نفذته الاسكوا بتمويل من سيدا. وتشكل هذه التقارير الوطنية ثمرة كافة هذه الجهود وتتضمن مقترحات وتوصيات للتكَيف مع تغيرات وفرة المياه نتيجة تأثيرات تغير المناخ.

والأمل معقود أن تشكل هذه الوثائق باللغة العربية مرجعا للباحثين في الدول العربية المهتمين بالشأن الزراعي إضافة إلى إغناء المكتبة العربية بالمراجع العلمية المتخصصة.

1. الدول المشاركة في المكون الأول للمشروع هي: الأردن، البحرين، تونس، السودان، العراق، فلسطين، لبنان، مصر، المغرب واليمن.

فريق الدراسة

السيد أسامة محمد أحمد الحسن
قسم انتاج المحاصيل، محطة بحوث الجزيرة، هيئة البحوث الزراعية، ص ب 126، ود مدنى، السودان

السيد محمد أبراهيم موسى
رئيس الفريق الوطنى، قسم الأقتصاد الزراعى، دائرة الأبحاث الاقتصادية والأجتماعية، وزارة التعليم العالى، الخرطوم، السودان

السيدة دنيا خلف الله
ادارة الأقتصاد والتخطيط الزراعى، وزارة الزراعة والغابات، الخرطوم، السودان

السيد مصعب الشفيع
وحد تنفيذ السدود، وزارة الرى، الخرطوم، السودان

السيد على التوم حسن
قسم أنتاج المحاصيل، محطة بحوث القضارف، هيئة البحوث الزراعية، القضارف، السودان

السيدة أسيا عدلان محمد عبدالله
قسم الأقتصاد بيئى، معهد الدراسات البيئية، جامعة الخرطوم، الخرطوم، السودان

السيد شرف الدين محمود
وحدة تنفيذ السدود، وزارة الرى، الخرطوم، السودان

السيد نبيل أحمد محمد سعد
نقطة الارتباط للمشروع، المدير العام للإدارة العامة للعلاقات الدولية بوزارة الزراعة والغابات، ص ب 285، الخرطوم، السودان

المحتويات

ص. 3 تقديم
ص. 5 فريق الدراسة

ص. 11 1. مقدمة

ص. 13 2. محصول الذرة الرفيعة بمنطقة شمال القضارف: منطقة الدراسة والمحاصيل
ص. 13 دراسة محصول الذرة الرفيعة بمنطقة القضارف
ص. 13 اهمية محصول الذرة الرفيعة
ص. 13 استعمالات الذرة الرفيعة
ص. 13 متوسط الانتاجية لمحصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف
ص. 14 الإنتاج السنوي لمحصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف

ص. 15 3. البيانات والمعاملات المستخدمة في الدراسة، الفترة 2006-2016
ص. 15 خطوات المعايرة
ص. 15 معلومات المناخ
ص. 16 بيانات المحصول
ص. 17 معلومات التربة

ص. 18 4. نتائج الدراسة لفترة المعايرة 2006-2016

ص. 24 5. مناقشة نتائج دراسة أثر التغيرات المناخية على محصول الذرة الرفيعة للفترة من 1985-2050
ص. 24 التأثير على انتاجية الحبوب
ص. 24 التأثير على نسبة الأنتاجية للمياه (Water productivity)
ص. 24 التأثير على كمية البخر نتح
ص. 26 التأثير على دورة المحصول
ص. 27 التأثير على تاريخ الزراعة

ص. 28 6. الخطة المستقبلية المقترحة والمحاصيل البديلة للذرة بمنطقة شمال القضارف

ص. 31 7. توصيات خاصة بمحصول الذرة بمنطقة شمال القضارف

ص. 32 8. محصول القمح المروى بود مدنى، الجزيرة: منطقة الدراسة والمحاصيل
مشروع الجزيرة (ودمدني)
أهمية القمح الغذائية

ص. 32 9. البيانات والمعاملات المستخدمة في الدراسة، الفترة 2006-2016

ص. 32 10. نتائج الدراسة لفترة المعايرة 2006-2016

ص. 41 11. مناقشة نتائج دراسة أثر التغيرات المناخية على محصول القمح المروى بود مدنى (الجزيرة)، للفترة 1985-2050
ص. 41 التأثير على انتاجية الحبوب
ص. 42 التأثير على نسبة الأنتاجية للمياة (Water productivity)
ص. 42 التأثير على كمية البخر نتح
ص. 42 التأثير على دورة المحصول

ص. 45 12. التوصيات

ص. 46 المراجع

قائمة الاشكال

ص. 14 **الشكل 1.** انتاجية محصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف بالكيلوجرام/فدان

ص. 14 **الشكل 2.** إنتاج محصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف (بآلاف الأطنان)

ص. 15 **الشكل 3.** مجموع الأمطار السنوية

ص. 15 **الشكل 4.** متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا - السنوية

ص. 16 **الشكل 5.** متوسطات الأمطار الشهرية

ص. 16 **الشكل 6.** متوسطات درجات الحرارة

ص. 18 **الشكل 7.** الإنتاجية المقدرة بالنموذج الرياضي

ص. 18 **الشكل 8.** الإنتاجية في محطة البحوث

ص. 18 **الشكل 9.** العلاقة بين إنتاجية الذرة الرفيعة (طن/هكتار) المحسوبة بالنموذج الرياضي والإنتاجية في مزرعة البحوث بالقضارف

ص. 18 **الشكل 10.** نسبة الإنتاجية الى كمية المياه WP المستخدمة

ص. 19 **الشكل 11.** مجموع البخر نتح- السنوى

ص. 19 **الشكل 12.** دورة المحصول

ص. 19 **الشكل 13.** يوضح تأثير الزراعة المتأخرة، ضعف التسميد، ضعف مكافحة الحشاش، ضعف الكثافة النباتية على انتاجية الذرة الرفيعة بالقضارف (متوسط عشرة سنوات)

ص. 20 **الشكل 14.** التغيرات في الهطول المطرى ودرجات الحرارة للسيناريو 4.5 و8.5 لمنتصف القرن فى السودان

ص. 21 **الشكل 15.** يوضح كميات الأمطار للسيناريو RCP 4.5 للنماذج الثلاثة لفترة المحاكاة 1985-2050

ص. 21 **الشكل 16.** يوضح كميات الأمطار للسيناريو RCP 8.5 للنماذج الثلاثة لفترة المحاكاة 1985-2050

ص. 21 **الشكل 17.** يوضح متوسطات درجات الحرارة للفترات 1985-2050 RCP 4.5

ص. 21 **الشكل 18.** يوضح متوسطات درجات الحرارة للفترات 1985-2050 RCP 8.5

ص. 21 **الشكل 19.** يوضح زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون RCP 4.5

ص. 21 **الشكل 20.** يوضح زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون RCP 8.5

ص. 25 **الشكل 21.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

ص. 25 **الشكل 22.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

ص. 26 **الشكل 23.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

ص. 26 **الشكل 24.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

ص. 27 **الشكل 25.** مقارنة دورة نمو محصول الذرة الرفيعة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

ص. 27 **الشكل 26.** مواعيد الزراعة من 2020-2035 السيناريو 8.5 للنموذج GFDL

ص. 27 **الشكل 27.** مواعيد الزراعة من 2035-2050 السيناريو 8.5 للنموذج GFDL

ص. 36 **الشكل 28.** متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا-السنوية

ص. 36 **الشكل 29.** متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا-الشهرية

ص. 38 **الشكل 30.** الإنتاجية المقدرة بالنموذج الرياضي

ص. 38 **الشكل 31.** الإنتاجية في محطة البحوث

ص. 38 **الشكل 32.** العلاقة بين إنتاجية القمح (طن/هكتار) المحسوبة بالنموذج الرياضي والإنتاجية في مزرعة البحوث بمدنى

ص. 38 **الشكل 33.** نسبة الإنتاجية الى كمية المياه المستخدمة WP

ص. 39 **الشكل 34.** مجموع البخر نتح - السنوي

ص. 39 **الشكل 35.** دورة المحصول

ص. 42 **الشكل 36.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث
ص. 42 **الشكل 37.** مقارنة متوسط نسبة انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث
ص. 44 **الشكل 38.** مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث
ص. 44 **الشكل 39.** مقارنة متوسط نسبة انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث
ص. 44 **الشكل 40.** مقارنة دورة نمو محصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

قائمة الجداول

ص.11 **الجدول 1.** مساهمة القطاع الزراعي السوداني في الناتج المحلي الاجمالي من 2011-2015
ص.11 **الجدول 2.** المساحات المزروعة والمحصودة للمحاصيل الرئيسية بالآلف فدان للمواسم 2016/2015، 2017/2016، مقارنة بمتوسط الـ5 سنوات السابقة
ص. 12 **الجدول 3.** قيمة وكمية اهم الصادرات الزراعية للعامين 2014-2015
ص.12 **الجدول 4.** أهم الواردات للسلع الزراعية للعامين 2014-2015
ص. 16 **الجدول 5.** بيانات محصول الذرة الرفيعة- محطة البحوث الزراعية (القضارف)
ص. 22 **الجدول 6.** التغيرات المتوقعة في الأمطار، درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5
ص. 23 **الجدول 7.** التغيرات المتوقعة في الأمطار، درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 8.5
ص. 24 **الجدول 8(أ).** متوسط انتاجية الذرة الرفيعة(طن/هكتار) للفترة الأساسية (1985-2005) والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون
ص. 24 **الجدول 8(ب).** متوسط انتاجية الذرة الرفيعة(طن/هكتار) للفترة الأساسية (1985-2005) والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة تغير ثانى أكسيد الكربون
ص. 25 **الجدول 9.** متوسط نسبة أنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون
ص. 26 **الجدول 10(أ).** متوسط البخر نتح المرجعى (ملم) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون
ص. 26 **الجدول 10(ب).** متوسط البخر نتح الحقيقى (ملم) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى تركيز ثابت ومتغير لثانى أكسيد الكربون
ص. 27 **الجدول 11.** متوسط دورة نمو محصول الذرة الرفيعة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون
ص. 33 **الجدول 12.** المساحة المزروعة، الانتاج و الانتاجية لمحصول القمح في الفترة 1999-2011
ص. 33 **الجدول 13.** بعض مؤاشرات العرض والطلب للقمح بالسودان لفترة (1999-2010) بالاف الاطنان
ص. 37 **الجدول 14.** بيانات محصول القمح- محطة البحوث الزراعية(ود مدنى)

ص. 40 **الجدول 15.** التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بودمدنى باستخدام النمازج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5

ص. 40 **الجدول 16.** التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بودمدنى باستخدام النمازج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 8.5

ص. 41 **الجدول 17(أ).** متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للفترة الأساسية والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون

ص. 41 **الجدول 17(ب).** متوسط انتاجية الحبوب محصول القمح للفترة الأساسية والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة تغير ثانى أكسيد الكربون

ص. 42 **الجدول 17 (ج).** متوسط نسبة أنتاجية الحبوب لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 (متوسط حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون)

ص. 43 **الجدول 18.** متوسط نسبة أنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

ص. 43 **الجدول 19 (أ).** متوسط البخر نتح المرجعى (ملم) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

ص. 43 **الجدول 19 (ب).** متوسط البخر نتح الحقيقى (ملم) لمحصول القمح للفترة الأساسية 1985-2005 والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

ص. 44 **الجدول 20 .** متوسط دورة نمو محصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغيز لتركيز ثانى أكسيد الكربون

1. مقدمة

السودان قطر زراعي غني بالموارد الطبيعية الزراعية والثروة حيوانية والمعادن. يقع السودان في الجزء الشمال الشرقي من قارة افريقيا ومساحته حوالي 448 مليون فدان منها 170 مليون فدان صالحة للزراعة و144 مليون فدان مراعي طبيعية، 52 مليون فدان غابات (احمد، 2013). فقط 4-3 مليون فدان تزرع مروياً، و37-35 مليون فدان تزرع بالزراعة المطرية.

يتمتع السودان بتنوع المناخ الذي يمتد من السافنا الغنية في الجنوب الى الصحرواي في الشمال، وتعتبر الغابات والمراعي الطبيعية من الموارد الهامة، بالاضافة الى الموارد المائية الكثيرة من امطار وتعدد الانهار ومخزونات المياة الجوفية. يقدر عدد السكان بحوالي 42 مليون نسمة ويقسم الى 17 ولاية.

دور الزراعة في الاقتصاد الوطني

يعتمد السودان في نشاطة الاقتصادي على الزراعة حيث تمثل 70% من نشاط السكان في الريف (تقرير الامن الغذائي، 2016). يلعب القطاع الزراعي الدور الرائد في الاقتصاد القومي ويساهم في الناتج المحلي الاجمالي بنسبة بين 30-35% (جدول رقم 1)، ويعتبر مصدراً للمواد الخام للصناعات المحلية ويوفر أكثر من 90% من الغذاء، إضافة الى انه يستوعب حوالي 75% من القوى العاملة ويساهم باكثر من 90% من قيمة الصادرات (تقرير الامن الغذائي، 2016). هناك عدة محاصيل يتم زراعتها أهمها الذرة الرفيعة، الفول السودانى والسمسم وغيرها من المحاصيل (جدول رقم 2).

الجدول 1. مساهمة القطاع الزراعي السوداني في الناتج المحلي الاجمالي من 2011-2015

السنوات	2011	2012	2013	2014	2015
الناتج المحلي الزراعي %	34.07	33.14	34.64	31.6	32.2

المصدر: الجهاز المركزي للاحصاء

الجدول 2. المساحات المزروعة والمحصودة للمحاصيل الرئيسية بالآلف فدان للمواسم 2015/2016، 2017/2016، مقارنة بمتوسط الـ5 سنوات السابقة

المحصول	المساحة المزروعة بالألف فدان			المساحة المحصودة بالألف فدان		
	متوسط ال5 سنوات السابقة	2016-2015	2017-2016	متوسط ال5 سنوات السابقة	2016-2015	2017-2016
الذرة الرفيعة	21,014	19,832	26,326	14,233	12,374	21,804
الدخن	6,872	7,120	9,818	4,445	4,058	7,160
القمح	582	548	600	549	539	560
الفول السوداني	8,591	5,336	6,989	6,564	3,488	5,512
زهرة الشمس	528	261	340	434	220	291
السمسم	6,551	5,757	6,685	4,733	3,453	5,083
القطن	320	222	172	290	204	158

المصدر: السمات العامة وتقديرات الانتاج للمحاصيل الرئيسية للموسم 2016-2017. الادارة العامة للتخطيط والاقتصاد الزراعي.

السياسات الاستراتيجية ودورها في الاقتصاد الوطني

تسعى السياسات الزراعية لتحقيق اهداف تنموية واقتصادية تتمثل في سياسات زيادة الانتاج والانتاجية والسياسات التمويلية والتسويقية وسياسات الآمن الغذائي.

تهدف هذه السياسات الى الاتي:

1. تحقيق الأمن الغذائي وتحسين دخل الاسرة وتقليل الفقر
2. بناء قدرات المنتجين والعاملين للقطاع الزراعي لدفع كفاءة الاداء كماً ونوعاً.
3. تعظيم مساهمة القطاع الزراعي في تجارة السودان الخارجية
4. تحقيق التنمية الريفية المستدامة والمحافظة على الموارد الطبيعية وتحسين ادارتها.

صادرات وواردات المنتجات الزراعية

بلغت قيمة الصادرات الزراعية حوالي 631.7 مليون دولار تعادل 20% من جملة القيمة الكلية للصادرات السودانية (تقرير الأمن الغذائي في السودان 2016). جدول رقم (3) يوضح اهم الصادرات الزراعية والتي تشمل مجموعة الحبوب الزيتية- الحبوب الغذائية الاساسية والبقوليات- الخضر والفاكهة- النباتات الطبية والعطرية.

قدرت قيمة واردات السودان من السلع الغذائية بحوالي 2.2 مليار دولار بنسبة 23% من جملة واردات السودان الكلية من السلع للعام 2015م، جدول رقم (4) يوضح اهم الواردات من السلع الزراعية.

الجدول 3. قيمة وكمية اهم الصادرات الزراعية للعامين 2014-2015

المحصول			المساحة المحصودة بالألف فدان	
	2014	2015	2014	2015
الذرة الرفيعة	18.3	107.3	5.7	28.2
القطن	21	29.6	34	39.4
ضان حية (مليون رأس)	4.6	5.5	549.8	492.8
برسيم	179.5	137.5	66.2	30.3
سنمكة	2.9	2.3	3.2	2
السمسم	299.7	307.4	466.3	453.5
الصمغ العربي	59.5	90.9	97	111.7
اللحوم الحمراء	3.9	17.9	19	70
حب البطيخ	109.4	56.3	16.5	30.7
ايثانول	121.6	15.8	19.7	8.8
الكركدي	13.7	14.3	18.5	18.7

المصدر: إدارة الامن الغذائي بالادارة العامة للتخطيط والاقتصاد الزراعي

الجدول 4. أهم الواردات للسلع الزراعية للعامين 2014-2015

السلعة	كمية الواردات بالألف طن متري		قيمة الواردات بالمليون دولار	
	2014	2015	2014	2015
زيوت نباتية	149.5	273.9	158.6	243.2
القمح	2647.6	1523	1057.6	532.2
الألبان ومنتجاتها	19.7	34.5	52.6	89.1
السكر	940.9	1299	465.4	550.1
الشاي الاسود	39.5	30.2	69.0	52.4
دقيق القمح	65.3	441.2	36.4	223.6
الأرز	61.9	137.9	33.4	32.0

المصدر: إدارة الأمن الغذائي بنك السودان.

2. محصول الذرة الرفيعة بمنطقة شمال القضارف: منطقة الدراسة والمحاصيل

دراسة محصول الذرة الرفيعة بمنطقة القضارف

ولاية القضارف تقع في الجزء الشرقي للبلاد وتتميز بمساحاتها الزراعية الواسعة وتربتها الخصبة وتعتبر واحدة من أكبر مناطق الإنتاج الزراعي في السودان ومن أكبر مناطق إنتاج الذرة الرفيعة والسمسم في العالم. تحتضن ولاية القضارف أكبر مشاريع للزراعة المطرية الآلية في السودان وهي الزراعة التي تستخدم الآلة في مختلف مراحل الإنتاج كالجرارات والحاصدات وتعتمد على تساقط الأمطار، وتوجد في الولاية صوامع ذات سعة كبيرة لتخزين الغلال. كما يوجد بها أكبر سوق للمحاصيل. تعتبر الولاية مركزاً استراتيجياً مهماً لتأمين الغذاء ولهذا فإن الزراعة تشكل النشاط الاقتصادي الغالب وتعتمد على الري المطري.

استعمالات الذرة الرفيعة

1. غذاء للحيوانات إما كحبوب او اعلاف خضراء مباشرة او من خلال عمل الدريس.
2. غذاء صحي للانسان وذلك لانها غنية بالمواد المضادة للاكسدة.
3. غذاء بديل للمرضى الذين يعانون من حساسية القمح وذلك لخلوها من مادة الجلوتين.
4. صناعة الخبز حيث يخلط الذرة بدقيق القمح.
5. مادة اولية لاستخراج النشأ والسيليلوز وصناعة الكحول.

اهمية محصول الذرة الرفيعة

يعتبر محصول الذرة الرفيعة من محاصيل الحبوب التي تمثل الغذاء الرئيسي للانسان والحيوان، حيث يدخل في صناعة الاعلاف الجافة بنسبة 70% وفي صناعة الخبز واستخلاص سكر الجلكوز والفركتوز. تتم زراعة الذرة خلال الفترة من بداية الى نهاية يوليو وتفضل زراعتة مبكرا حيث انها تسمح لنمو الذرة نمواً جيداً، كما ان التاخير في زراعتة حتى اغسطس يسبب نقصا واضحا في إنتاجية المحصول. علماً بان اهم العوامل المناخية التي تؤثر في زراعة الذرة المطرية هي كمية وتوزيع الامطار.

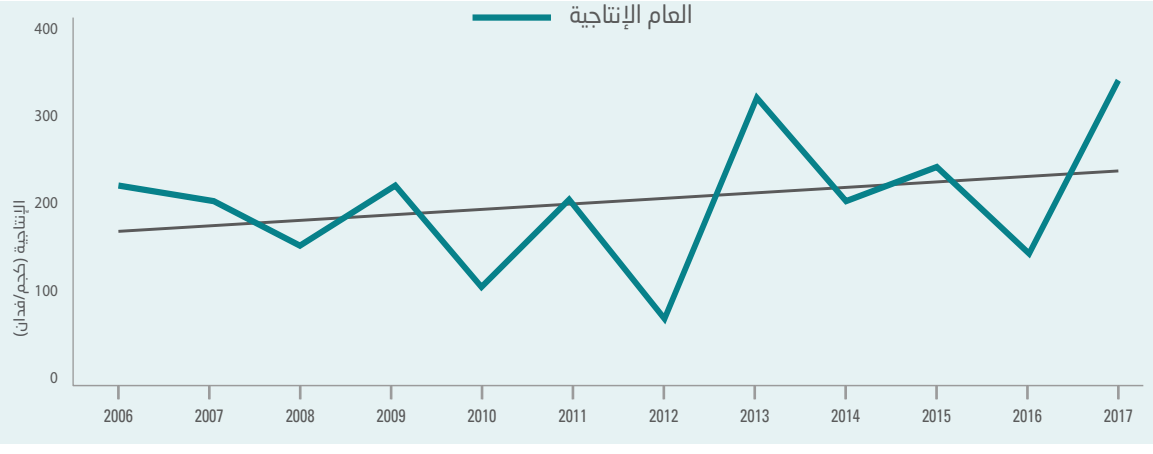
متوسط الانتاجية لمحصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف

الشكل البياني رقم (1) يوضح تذبذب الانتاجية للفترة 2006-2017 وبشكل عام نلاحظ ازدياد الاتجاه العام للانتاجية، حيث نجد ان اعلى انتاجية تحققت في العام 2017 حيث بلغ متوسط الانتاجية بمنطقة القضارف حوالي 330 كجم/فدان في حين ان ادنى انتاجية كانت في العام 2012 بمتوسط انتاجية بلغ حوالي 84 كجم/فدان.

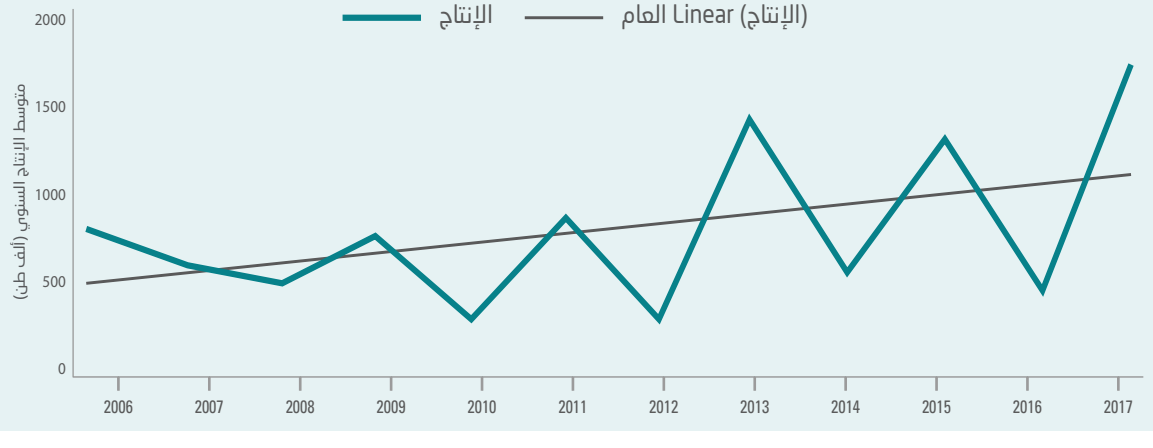
الإنتاج السنوي لمحصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف

الشكل البياني رقم (2) يوضح الانتاج بالاف الأطنان للفترة 2006-2017، فنجد ان اعلى انتاج تحقق في العام 2017 حيث بلغ حوالي 2077 ألف طن في حين كان ادني انتاج في العام 2012 حيث بلغ 193 الف طن. الاتجاة العام للانتاج في ازدياد للفترة المذكورة.

الشكل 1. انتاجية محصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف بالكيلوجرام/فدان



الشكل 2. إنتاج محصول الذرة الرفيعة في منطقة القضارف (بآلاف الأطنان)



3. البيانات والمعاملات المستخدمة في الدراسة، الفترة 2006-2016

خطوات المعايرة

تم امعايرة النموذج الرياضى Aqua-crop لمحصول الذرة الرفيعة بمنطقة القضارف، باستخدام البيانات الخاصة بالمناخ والمحصول والتربة ومقارنة الانتاجية المحسوبة بالنموذج مع الإنتاجية الحقيقة الماخوذة من محطة بحوث القضارف.

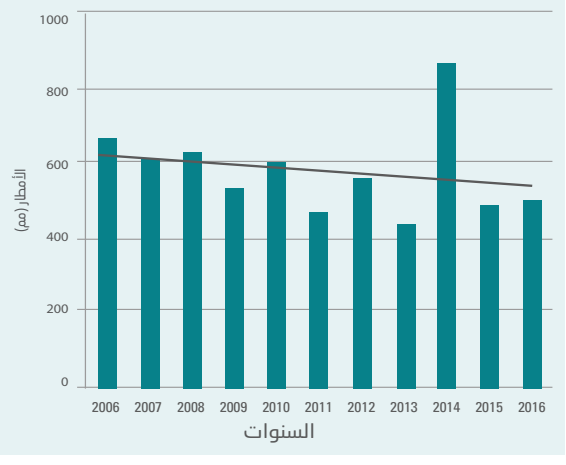
تم استخدام النموذج الرياضي Aqua-crop بإتباع الخطوات الآتية:

1. تحميل ملف المناخ الذي يحتوي على البيانات الأساسية.
2. ادخال ملف المحصول الذي يحوي معلومات محصول الذرة الرفيعة.
3. إنشاء ملفات إدارة الحقل وإدارة الري وخصائص التربة.
4. ادخل ملف الشروط الابتدائية للتربة
5. انشاء المشروع
6. تشغيل البرنامج ومن ثم استخلاص وتقييم مخرجات الإنتاجية، الاحتياجات المائية، دورة المحصول ونسبة انتاجية المياه الى انتاجية الذرة وغيرها من المخرجات.

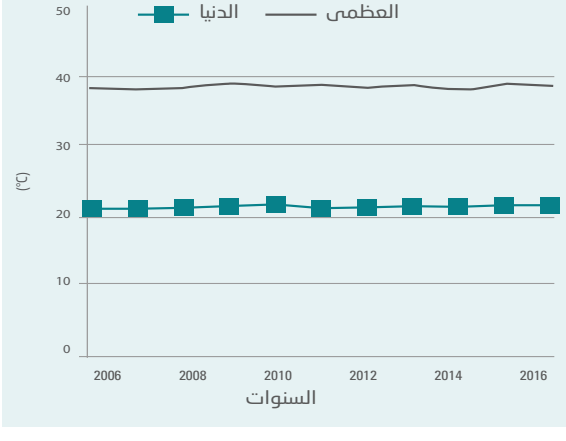
معلومات المناخ

أدخل ملف المناخ لمنطقة القضارف لمدة 11 سنة (2006-2016). يحتوى الملف على البيانات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والدنيا وكمية الأمطار، والتى تم الحصول عليها من الهيئة العامة للأرصاد الجوى (كما هو موضح في الأشكال البيانية من 3-6)، حيث يمثل الشكل البياني رقم (3) مجموع كميات الأمطار السنوية والتي تتراوح ما بين 430-870مم، ويشير الأتجاه العام الى انخفاض في كميات الأمطار مع السنوات. كذلك يشير الشكل البياني رقم (5) الى متوسطات الأمطار الشهرية

الشكل 3. مجموع الأمطار السنوية

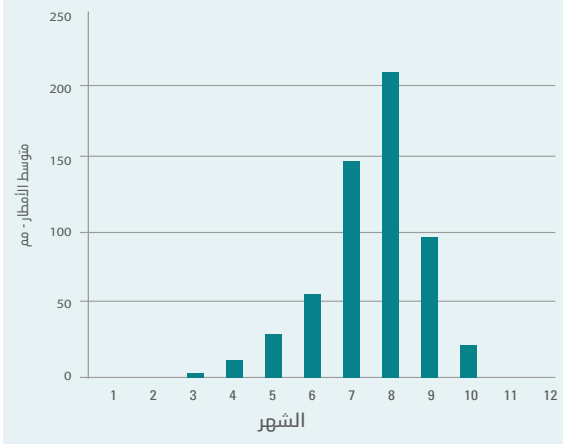


الشكل 4. متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا - السنوية

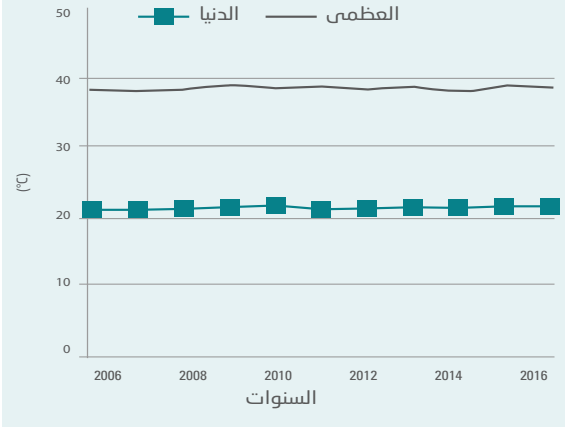


خلال العام حيث يبدأ هطول الأمطار في شهرى أبريل ومايو بكميات قليلة (28-11مم) وتزداد في يونيو ويوليو (60-150) وتبلغ ذروتها في أغسطس (210مم) وتبدأ في النقصان في سبتمبر (98مم) وتنتهى في أكتوبر (20مم).

الشكل 5. متوسطات الأمطار الشهرية



الشكل 6. متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا - السنوية



يوضح الشكل البياني رقم (4) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا السنوية والتي تتراوح ما بين (37-39) و (22-24 درجة مئوية) على التوالي. ويمثل الشكل البياني رقم (6) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا السنوية خلال موسم النمو ويعتبر شهرى أبريل ومايو (فصل الصيف) أعلى الشهور حرارة (42-43 درجة مئوية) مقارنة بالشهور الأخرى وشهور الخريف (يوليو، أغسطس وسبتمبر) أدنى حرارة (33-35 درجة مئوية).

الجدول 5. بيانات محصول الذرة الرفيعة- محطة البحوث الزراعية (القضارف)

الرقم	البيانات Parameters	حقل محطة البحوث الزراعية بالقضارف
1	كثافة الزراعة (Plant density (plants/ha	56000
2	معدل البذور (Seed rate (kg/ha	7.2
3	الغطاء النباتي الأعظمي Maximum canopy cover- CCx (%)	90%
4	المدة حتى انبات 90 % من البذور Time to 90 % seed germination	6 days
5	مدة الوصول الى الغطاء الخضري الأعظمي Time to maximum crop canopy	71 days
6	المدة حتى بدء اصفرار أوراق النبات (الشيخوخة) Time to plant leaf senescence	92 days
7	المدة حتى النضج الفسيولوجيTime to physiological maturity	112 days
8	المدة حتى بدء الإزهار Time to flowering	67 days
9	مدة الإزهارDuration of crop flowering	27 days
10	عمق الجذور الفعال الأعظمي Effective root depth- Zx	40 cm
11	المدة لبلوغ عمق الجذورالفعال الأعظمي Time to maximum root depth	81 days
12	الاستجابة لإجهاد خصوبة التربة و/أو ملوحة التربة Response to both low soil fertility and soil salinity	Tolerant
13	معامل المحصول (Harvest Index (HI	%32
14	المدة لبناء معامل المحصول-يوم	47

بيانات المحصول

يمثل الجدول رقم (5) بيانات ملف المحصول للذرة الرفيعة.

نسبة تغطية المحصول السابق 10%، تغطية الحشائش في الموسم 5%، والتسميد بالعناصر الغذائية في المستوى المتوسط، وتاريخ الزراعة 20 يونيو.

معلومات التربة

مكونات التربة الفيزيائية: 68% طين، 30 طمى و2%رمل، رطوبة التربة الحجمية: عند الأشباع 54%، السعة الحقلية 45% ونقطة الذبول 25%. عمق طبقة التربة للنمو 40سم والعمق الحقيقى 1.5متر، الناقلية الهيدروليكية 100مم/يوم. الرطوبة الأبتدائية 51%.

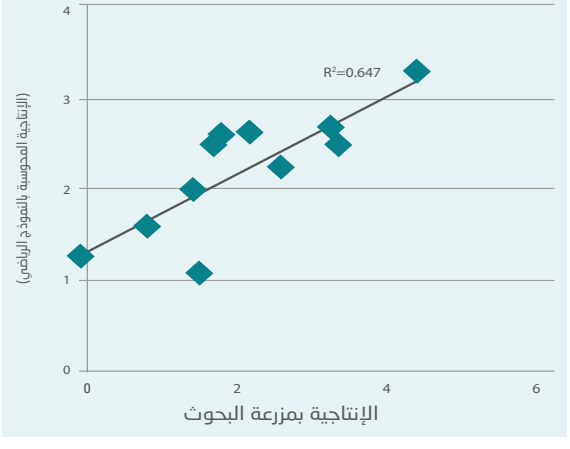
4. نتائج الدراسة لفترة المعايرة 2006-2016

تمثل الأشكال البيانية من 7-13 أهم نتائج دراسة محصول الذرة الرفيعة لفترة العشرة سنوات الماضية. حيث يمثل الشكل البياني رقم (7 و8) انتاجية الذرة الرفيعة(طن/هكتار) المقدرة بواسطة النموذج الرياضى والانتاجية الحقيقية في محطة البحوث، على التوالي، ويلاحظ تماثل في انخفاض الأنتاجية خلال هذة السنوات في الشكلين مما يدلل على العلاقة القوية (R^2= 0.6) بين نتائج النموذج الرياضى ونتائج الواقع في محطة البحوث كما هو واضح في الشكل البياني رقم (9).

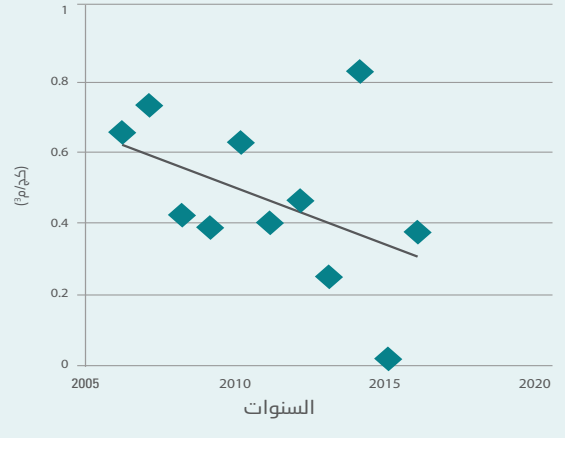
الشكل 7. الإنتاجية المقدرة بالنموذج الرياضي

الشكل 8. الإنتاجية في محطة البحوث

الشكل 9. العلاقة بين إنتاجية الذرة الرفيعة (طن/هكتار) المحسوبة بالنموذج الرياضي والإنتاجية في مزرعة البحوث بالقضارف



الشكل 10. نسبة الإنتاجية الى كمية المياه WP المستخدمة

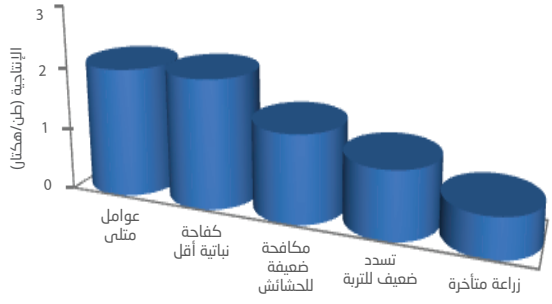


الشكل 11. مجموع البخر نتح- السنوى

الشكل 12. دورة المحصول

يوضح الشكل البياني رقم (10) نسبة انتاجية المحصول الى إنتاجية المياه Water productivity والتي تتراوح مابين (0-0.84 كجم/م^3)، ونلاحظ ايضا انخفاض في هذه النسبة خلال هذه المدة. الشكل (11) يمثل كمية مجموع البخر نتح (الأحتياجات المائية) خلال هذه السنوات العشرة، ويتراوح مابين 320-507مم وهناك تدرج في الأنخفاض مع السنوات. الشكل البياني رقم (12) يبين دورة نمو المحصول خلال هذه الفترة والتى تتراوح مابين 104-98 يوم ونلاحظ نقصان قليل في هذه الفترة مع السنوات. الشكل البياني رقم (13) يوضح تأثير عمليات فلاحية مختلفة على الانتاجية، حيث يلاحظ التأثير الكبير للزراعة المتأخرة يليها ضعف التسميد ثم المكافحة الضعيفة للحشائش على متوسط الأنتاجية (2006-2016).

الشكل 13. يوضح تأثير الزراعة المتأخرة، ضعف التسميد، ضعف مكافحة الحشاش، ضعف الكثافة النباتية على انتاجية الذرة الرفيعة بالقضارف (متوسط عشرة سنوات)



أثر التغيرات المناخية على محصول الذرة الرفيعة المطرى بمنطقة القضارف :

تم استخدام النموذج الرياضى Aqua-crop لدراسة أثر التغيرات المناخية (أمطار، درجات حرارة، ثانى أكسيد الكربون) على انتاجية الحبوب، نسبة الحبوب الى المياه، دورة المحصول، البخر نتح ومواعيد الزراعة لمحصول الذرة الرفيعة المطرى بمنطقة القضارف، شرق السودان للفترة (1985-2050). تم تقسيم المدة الزمنية الى ثلاث فترات: 1985-2005 (فترة أساسية) 2020-2030 و 2040-2050. استخدمت بيانات النماذج EC earth, CNRM, GFDL للسيناريوهات RCP 4.5 و8.5RCP وتم أدخالها في ملف المناخ.

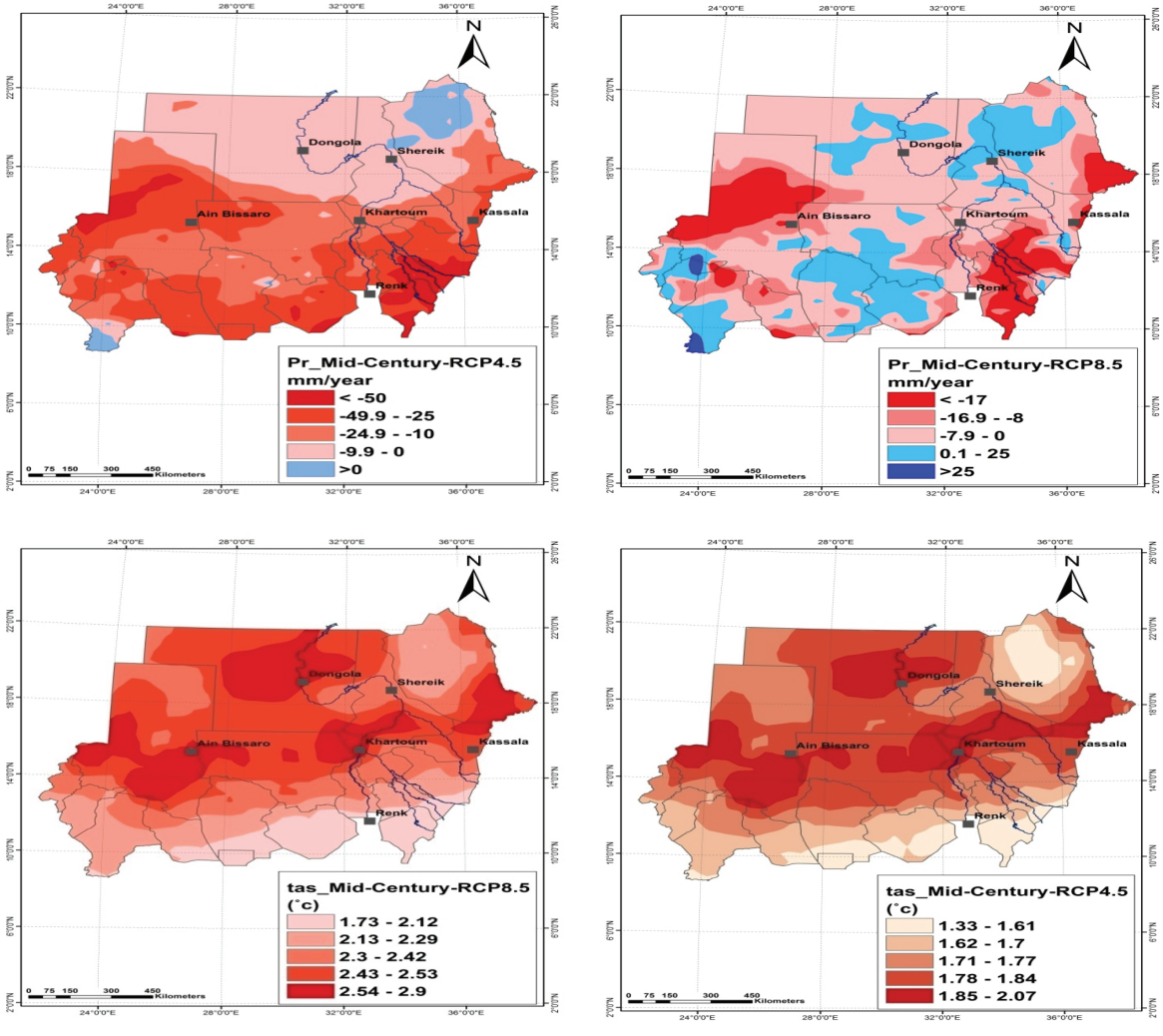
بعض التغيرات المناخية المتوقعة:

يمثل الشكل البياني رقم (14) بعض التغيرات المناخية في الهطول المطرى ودرجات الحرارة للسيناريو RCP 4.5 و8.5 RCP لمنتصف القرن في السودان وذلك حسب الدراسات التى أجرتها المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغير المناخ على الموارد المائية والقابلية الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية .(RICCAR)

بيانات المناخ

أدخل ملف المناخ لمنطقة القضارف لمدة 66 سنة (1985-2050) والذي يحتوي على درجات الحرارة العظمى والدنيا وكمية الأمطار وتركيز ثانى أكسيد الكربون للسيناريو4.5 و8.5 (الأشكال من 15-20). حيث تمثل الأشكال البيانية رقم (15 و16) مجموع كميات الأمطار السنوية للفترات من (1985-2050) للسيناريو 4.5 و 8.5 على التوالي، ويشير الأتجاه العام الى توقع انخفاض في كميات

الشكل 14. التغيرات في الهطول المطرى ودرجات الحرارة للسيناريو 4.5 و8.5 لمنتصف القرن في السودان

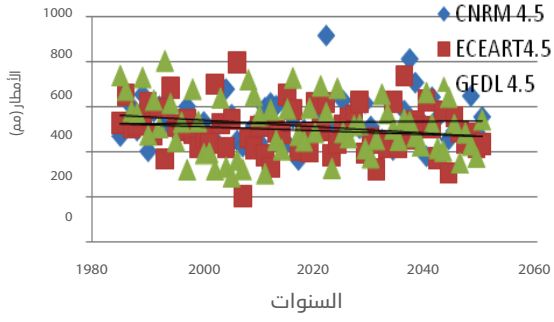


المصدر: المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغير المناخ على الموارد المائية والقابلية الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (RICCAR)

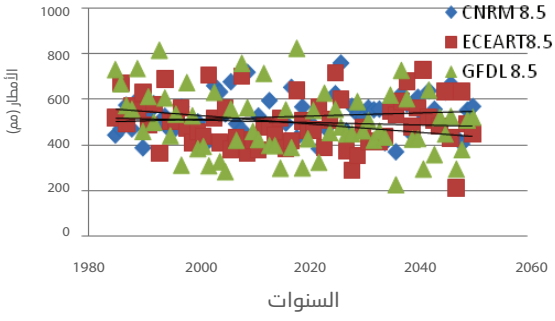
الأمطار خلال الفترات المدروسة. كذلك توضح الأشكال البيانية رقم (17 و 18) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا السنوية للسيناريو 4.5 و 8.5 والتى تتراوح ما بين (38-42 درجة مئوية) و (22-25 درجة مئوية) على التوالي،

مع توقع زيادة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في المستقبل. كذلك تمثل الأشكال البيانية رقم (19 و20) تركيز ثانى أكسيد الكربون للسيناريو 4.5 و 8.5، وتتراوح التركيز ما بين 346-487 346-541 جزء من المليون على التوالي.

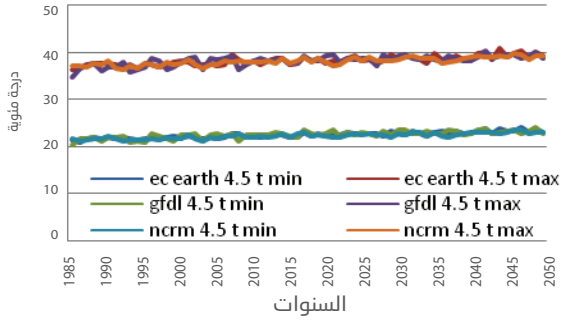
الشكل 15. يوضح كميات الأمطار للسيناريو RCP 4.5 للنماذج الثلاثة لفترة المحاكاة 1985-2050



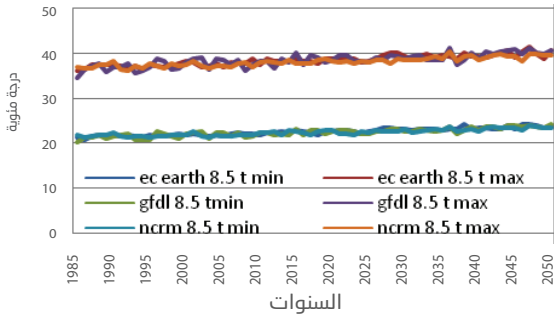
الشكل 16. يوضح كميات الأمطار للسيناريو RCP 8.5 للنماذج الثلاثة لفترة المحاكاة 1985-2050



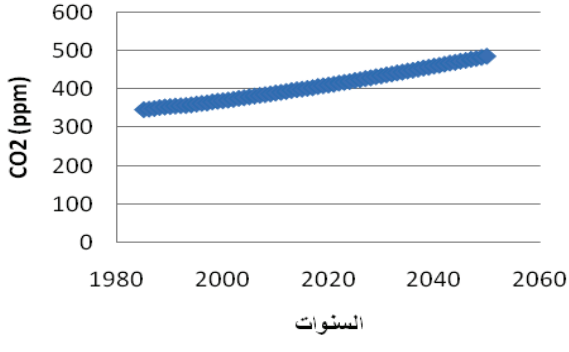
الشكل 17. يوضح متوسطات درجات الحرارة للفترات RCP 4.5 2050-1985



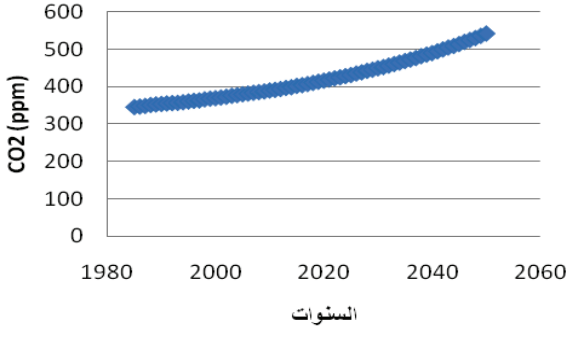
الشكل 18. يوضح متوسطات درجات الحرارة للفترات RCP 8.5 2050-1985



الشكل 19. يوضح زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون RCP 4.5



الشكل 20. يوضح زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون RCP 8.5



الجدول رقم (6) يوضح التغيرات المتوقعة في الأمطار (السنوية والموسمية)، درجات الحرارة العظمى والدنيا للفترات (2020-2030) و (2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النمازج العالميةEC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5. وتشير البيانات المتوقعة الى نقصان في متوسط الأمطار الموسمية 10 مم وازديادها 8 مم في الفترتين 2020-2030 2040-2050 على التوالي، وإلى انخفاض الأمطارالسنوية 1و 38 مم على التوالى. وزيادة متوقعة في درجات الحرارة تتراوح ما بين 0.9-2.2 للعظمى و0.75-1.63 للدنيا.الجدول رقم (7) يبين التغيرات المتوقعة في الأمطار (الموسمية والسنوية)، درجات الحرارة العظمى والدنيا للفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 8.5 . وتشير البيانات المتوقعة الى زيادة فى متوسط الأمطار الموسمية تتراوح مابين 14-12مم ونقصان في متوسط الهطول المطرى السنوي يتراوح مابين 25-17 مم. وزيادة متوقعة في درجات الحرارة تتراوح ما بين 1.02-2.88 للعظمى و0.88-2.12 للدنيا.

الجدول 6. التغيرات المتوقعة في الأمطار، درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5

العامل	2030-2020	2050-2040
EC earth		
الأمطار الموسمية (ملم)	-6	+14
الأمطار السنوية (ملم)	-11	-52
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.13	+2.22
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+0.94	+1.63
CNRM		
الأمطار الموسمية (ملم)	-23	+11
الأمطار السنوية (ملم)	+39	-16
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+0.9	+1.85
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+0.73	+1.5
GFDL		
الأمطار الموسمية (ملم)	-1	-1
الأمطار السنوية (ملم)	-30	-47
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.44	+1.98
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.06	+1.44
متوسط تغيير الأمطار الموسمية	-10	+8
متوسط تغيير الأمطار السنوية	-1	-38

الجدول 7. التغيرات المتوقعة في الأمطار، درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة القضارف باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 8.5

العامل	2030-2020	2050-2040
EC earth		
الأمطار الموسمية (ملم)	+32	+6
الأمطار السنوية (ملم)	-56	-14
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.79	+2.57
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.28	+2.02
CNRM		
الأمطار الموسمية (ملم)	-10	-12
الأمطار السنوية (ملم)	+19	+44
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.02	+2.04
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+0.88	+1.75
GFDL		
الأمطار الموسمية (ملم)	+19	+42
الأمطار السنوية (ملم)	-39	-80
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.56	+2.88
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.06	+2.12
متوسط تغيير الأمطار الموسمية	+14	+12
متوسط تغيير الأمطار السنوية	-25	-17

5. مناقشة نتائج دراسة أثر التغيرات المناخية على محصول الذرة الرفيعة للفترة من 1985-2050

التأثير على انتاجية الحبوب

يمثل الجدول رقم (8 أ وب) متوسط انتاجية الذرة الرفيعة (الصنف ارفع قدمك مبكر النضج) للفترة الأساسية والتغيرات المتوقعة في الفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون. حيث يتوقع أنخفاض في الأنتاجية في الفترتين حيث يتراوح مابين 0.7-8% و5-11% للسناريو 4.5 و8.5 على التوالي. وهذا يرجع الى التغير في نمط توزع الهطول المطري الموسمي والزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للفترات 2020-2050 (الأشكال البيانية رقم (15-18). ويوضح الشكل البياني رقم (21) مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات مع تغيير ثانى أكسيد الكربون للفترات الثلاث (1985-2005، 2020-2030 2040-2050). حيث من المتوقع أن تؤدي زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون (الأشكال البيانية رقم 19،20) الى زيادة في الأنتاجية للسيناريو 4.5 و 8.5 للفترات (2020-2030) و (2040-2050) ، ويشير نفس الشكل (21) الى انخفاض الأنتاجية فى الفترات 2020-2030 2040-2050 مقارنة بالفترة المرجعية في كلا السيناريوهين ولحالتي ثبات وتغير تركيز ثاني اكسيد الكربون.

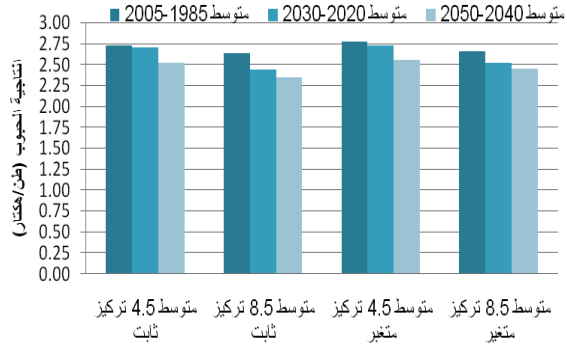
الجدول 8(أ). متوسط انتاجية الذرة الرفيعة(طن/هكتار) للفترة الأساسية (1985-2005) والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون

السيناريو 4.5			السيناريو 8.5		
	2030-2020	2050-2040		2030-2020	2050-2040
الإنتاجية في فترة الأساس (طن/هكتار)	2.73		الإنتاجية في فترة الأساس (طن/هكتار)	2.64	
التغيير (طن/هكتار)	-0.02	-0.2	التغيير (طن/هكتار)	-0.19	-0.29
التغيير النسبى (%)	-0.7	-7	التغيير النسبى (%)	-7	-11

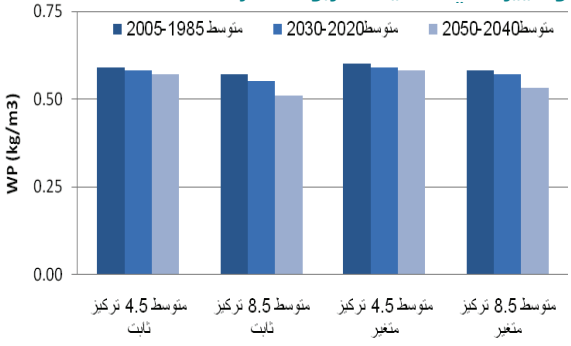
الجدول 8(ب). متوسط انتاجية الذرة الرفيعة(طن/هكتار) للفترة الأساسية (1985-2005) والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة تغير ثانى أكسيد الكربون

السيناريو 4.5			السيناريو 8.5		
	2030-2020	2050-2040		2030-2020	2050-2040
الإنتاجية في الفترة الأساسية (طن/هكتار)	2.78		الإنتاجية في فترة الأساس (طن/هكتار)	2.66	
التغيير (طن/هكتار)	-0.05	-0.22	التغيير (طن/هكتار)	-0.13	-0.20
التغيير النسبى (%)	-2	-8	التغيير النسبى (%)	-5	-8

الشكل 21. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



الشكل 22. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



التأثير على نسبة الأنتاجية للمياه (Water productivity)

يبين الجدول رقم (9) متوسط نسبة إنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول الذرة الرفيعة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 و8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون. والذي يشير الى توقع نقصان هذه النسبة للفترتين في كلا السيناريوهين. وهذا يرجع الى انخفاض الإنتاجية بنسبة أكبر من انخفاض التبخر-نتح الفعلي. ويمثل الشكل البياني رقم (22) أيضا مقارنة متوسط نسبة انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثانى أكسيد الكربون للفترات الثلاث. ونلاحظ زيادة في النسبة مع زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون لكل الفترات المدروسة (1985-2005)، (2020-2030) و (2040-2050).

التأثير على كمية البخر نتح

الجدول رقم (-10أ وب) يوضح متوسط البخر نتح المرجعى والبخر نتح الحقيقي (الاحتياجات المائية-ملم) لمحصول الذرة الرفيعة للفترة الأساسية (1985-2005) مقارنة بالفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 و8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون. حيث يتوقع أن يكون هنالك أنخفاض في كمية البخر نتح المرجعى والحقيقي (الاحتياجات المائية) للفترتين (2020-2030) و(2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) لكلا السيناريوهين. ويرجع النقص فى بخر-نتح الى قصر دورة النمو ونقصان كمية الأمطار. الأشكال البيانية رقم (23 و24) تبين كذلك مقارنة متوسط البخر نتح المرجعى والحقيقي لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و8.5 في حالة ثبات وتغيير ثانى أكسيد الكربون للفترات الثلاث. حيث يلاحظ وجود تأثير قليل لثانى أكسيد الكربون على كمية البخر نتح.

الجدول 9. متوسط نسبة أنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 و8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005		2030-2020		2050-2040	
تركيز ثانى أكسيد الكربون	ثابت	متغير	ثابت	متغير	ثابت	متغير
إنتاجية الغلال الى المياه (4.5)	0.59	0.60	0.58	0.59	0.57	0.58
إنتاجية الغلال الى المياه (8.5)	0.57	0.58	0.55	0.57	0.51	0.53

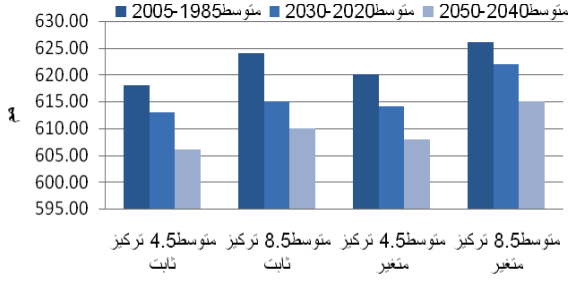
الجدول 10(أ). متوسط البخر نتح المرجعى (ملم) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2020-2030	2040-2050
السناريو 4.5			
تركيز CO_2 ثابت	618	613	606
تركيز CO_2 متغير	620	614	608
السيناريو 8.5			
تركيز CO_2 ثابت	624	615	610
تركيز CO_2 متغير	626	622	615

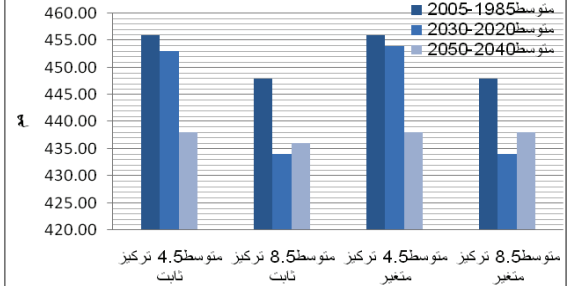
الجدول 10(ب). متوسط البخر نتح الحقيقى (ملم) لمحصول الذرة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى تركيز ثابت ومتغير لثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2020-2030	2040-2050
السناريو 4.5			
تركيز CO_2 ثابت	456	345	843
تركيز CO_2 متغير	456	454	438
السيناريو 8.5			
تركيز CO_2 ثابت	448	434	643
تركيز CO_2 متغير	448	434	843

الشكل 23. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



الشكل 24. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول الذرة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث

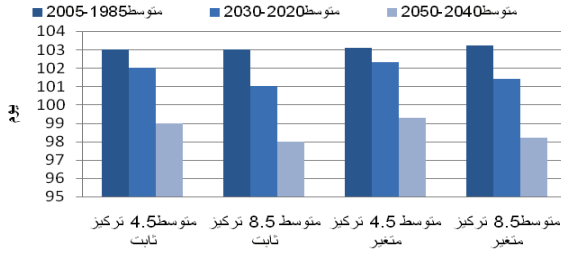


التأثير على دورة المحصول

جدول رقم (11) يبين متوسط دورة نمو محصول الذرة الرفيعة (الصنف ارفع قدمك مبكر النضج) للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 و8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون، حيث يتوقع أن تنخفض هذه الدورة من 1 إلى 4 أيام للفترات (2020-2030) و (2040-2050) للسيناريو 4.5 بينما يتوقع أن تنخفض من 2 إلى5

أيام للفترات (2020-2030) و(2040-2050) على التوالي للسيناريو 8.5. وهذا يرجع الى التغير في نمط توزع الهطول المطري الموسمي والزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للفترات المذكورة (الأشكال البيانية رقم 18-15). يمثل الشكل البياني رقم (25) أيضا مقارنة دورة نمو محصول الذرة الرفيعة للسيناريو 4.5 و8.5 في حالة ثبات وتغيير ثانى أكسيد الكربون للفترات الثلاث. حيث يتوقع تأثير طفيف لتركيز ثانى أكسيد الكربون على دورة المحصول.

الشكل 25. مقارنة دورة نمو محصول الذرة الرفيعة للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



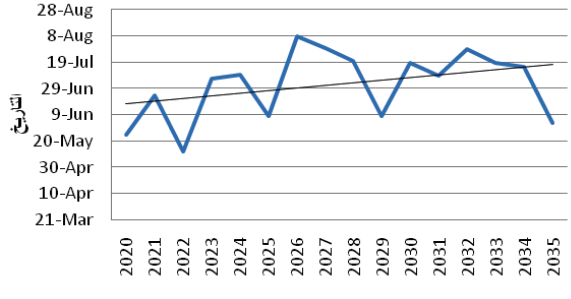
التأثير على تاريخ الزراعة

تمثل الأشكال 26 و27 أثر التغيرات المناخية على تاريخ زراعة محصول الذرة الرفيعة بمنطقة القضارف للسيناريو 8.5 – النموذج GFDL (بمعيار كمية أمطار في مدة كل خمس أيام تساوى 30 مم). حيث يتوقع أن يتأخر تاريخ الزراعة من 20 يونيو الى 29 يونيو للفترة من 2020-2035، ومن 29 يونيو الى 19 يوليو للفترة من 2020-2035. ويرجع هذا الى التأخير فى هطول الأمطار لهذه الفترات.

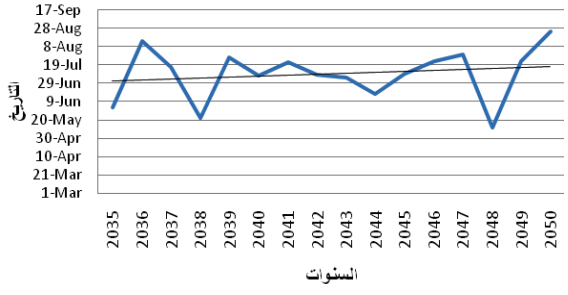
الجدول 11. متوسط دورة نمو محصول الذرة الرفيعة للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة القضارف، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005		2030-2020		2050-2040	
تركيز ثانى أكسيد الكربون	ثابت	متغير	ثابت	متغير	ثابت	متغير
دورة النمو (السناريو 4.5)	103	103.1	102	102.3	99	99.3
دورة النمو (السيناريو 8.5)	103	103.2	101	101.4	98	98.2

الشكل 26. مواعيد الزراعة من 2020-2035 السيناريو 8.5 للنموذج GFDL



الشكل 27. مواعيد الزراعة من 2035-2050 السيناريو 8.5 للنموذج GFDL



6. الخطة المستقبلية المقترحة والمحاصيل البديلة للذرة بمنطقة شمال القضارف

بصرف النظر عن تأثير العوامل البيئية الأخرى (التربة ودرجات الحرارة) على الزراعة المطرية في السودان، يعتبر الماء المتمثل في كمية هطول الأمطار وتوزيعها خلال الموسم الزراعي هو العامل المحدد الأول لانتاج المحاصيل. وكنتيجة مباشرة لتدهور التربة والانبعاث الحراري العالمي الذي أثر سلباً على العديد من الدول من ضمنها السودان فقد بدأ ظهور بعض المشاكل المرتبطة بعوامل البيئة وانتاج المحصول والتي أصبحت تشكل ضغطاً ملحوظاً على الموارد الطبيعية خاصة خلال السنوات القليلة الماضية – اضف إلى ذلك انحسار الغطاء النباتي بسبب التوسع في الزراعة الآلية خاصة في منطقة شمال القضارف مما ادى إلى تدهور التربة بسبب التعرية والاستخدامات غير المرشدة للآلات الزراعية وتكرار الزراعة في نفس الأرض لسنوات عديدة (الزراعة الأحادية) دون الاهتمام باتباع نظام الدورة الزراعية. كل هذه العوامل قد أثرت سلباً على الانتاجية والانتاج في ظروف تتزايد فيها الكثافة السكانية في القطر، وبالتالي زيادة الحاجة للغذاء. ونسبة للتأثير المباشر لهذه العوامل على الزراعة الآلية المطرية خلال السنوات الأخيرة وخاصة المناطق الشمالية ذات الأمطار الحدية (منطقة شمال القضارف) فقد اهتمت بعض الدراسات السابقة بتقييم الزراعة الآلية المطرية خلال السنوات الأخيرة وذلك من خلال استعراض النظم الزراعية السائدة بهذا القطاع مع استعراض المحاصيل المزروعة فيها ومساحتها والانتاج الاجمالي لكل منها وانتاجية المحصول في وحدة المساحة. كما تطرقت هذه الدراسات الى بعض المحاصيل الواعدة والتي يمكن التوسع في زراعتها للحد من نظام الزراعة الأحادية للذرة التي أدت الى تدهور التربة بالاضافة الى تفشي الحشائش الضارة مثل البودا والعدار .

عليه ونسبة للأخطار والمشكلات التي تواجه انتاج محصول الذرة بمنطقة الدراسة من حيث تدني الانتاجية الحالية والتي تعزى بصورة أساسية الى تفشي نظام الزراعة الأحادية للذرة منذ أربعينيات القرن الماضي والذي أثر سلباً على انتاجية المحصول وتفشي الحشائش الضارة وتدهور خصوبة التربة بالاضافة الى التدني المستقبلي المتوقع بسبب التغيرات المناخية المتوقعة خلال فترتي الدراسة من (2020-2030) ومن (2040-2050)، فلابد من أخذ التحوطات اللازمة من خلال تطبيق هذا البرنامج Aqua-crop على المحاصيل البديلة الواعدة بمنطقة الدراسة والتي تشتمل على محاصيل الدخن والسمسم والفول السوداني واللوبيا، وذلك من خلال ازالة وتخفيف أثر العوامل والمعوقات التي تزيد من حدة تأثير التغيرات المناخية على انتاجية المحاصيل بمنطقة الدراسة والمتمثلة في الآتي:

أولاً: العوامل الطبيعية وتتمثل في الآتي:

1. قلة وتذبذب الأمطار
2. جرف التربة بواسطة مياه الأمطار
3. التدهور البيئي والذي يؤثر مباشرة على الموارد الطبيعية مثل التربة والمياه والغطاء النباتي
4. تمدد الزراعة الآلية على حساب المراعي والغابات في المناطق الحدية القليلة الأمطار
5. تفشي الحشائش الضارة مثل البودا وحشيشة السودان (العدار)

ثانياً: العوامل البيولوجية (الاحيائية) والفلاحية وهي :

1. انتشار الآفات والأمراض
2. استخدام الأصناف المحلية ذات الانتاجية الضعيفة
3. عدم أو محدودية تبني الأصناف المحسنة ذات الانتاجية العالية

4. ضعف استخدام وتطبيق العمليات الفلاحية والتقانات المجازة
5. عدم الاهتمام بتطبيق الدورة الزراعية بالاضافة الى عدم الاستخدام الأمثل للأراضي الزراعية المتمثل في استزراع الأحزمة الشجرية الموصى بها في كل مشروع .

ثالثاً: العوامل الاقتصادية والاجتماعية وتتمثل في الآتي.

1. ضعف وعدم توفر البنيات التحتية للمزارعين
2. ضعف التسويق بالاضافة الى ضعف التمويل الزراعي
3. عدم أو محدودية مؤسسات التأمين الزراعي

رابعاً: عوامل مؤسسية وتتمثل في الآتي :

1. عدم أو محدودية خدمات الارشاد الزراعي ووقاية النبات
2. ضعف تمويل مؤسسات البحث العلمي بالاضافة الى محدودية انتشارها في القطر

7. توصيات خاصة بمحصول الذرة بمنطقة شمال القضارف

وفقآ للتغيرات المناخية المتوقعة في الفترة من (2020-2030) وكذلك من (2040-2050) فلابد من استصحاب التوصيات التالية والخاصة باتباع الاجراءات اللازمة للتكيف مع اثار التغيرات المناخية بمنطقة شمال القضارف :

أولاً: الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية (الماء، التربة، الغطاء النباتي) وذلك من خلال الآتي :

1. الزراعة المبكرة للمحصول
2. تبني أصناف الذرة السريعة النضج والمقاومة للجفاف (أرفع قدمك 8 ، بطانة، بشاير، عروس الرمال، يارواشا) بالاضافة الى أي أصناف جديدة أخرى يتم اجازتها من قبل البحوث الزراعية
3. استخدام تقانات حصاد المياه التي تم اجازتها تحت ظروف هذه المنطقة وهي :

- الزراعة في بطن السرابة باستخدام الزراعة «الواهب»
- حصاد المياه عن طريق الحراثة العميقة بواسطة المحراث الأزميلي
- استخدام السرابات المقفولة لحصاد المياه في بداية الموسم
- استخدام الطراد الأخضر لحصاد مياه منتصف الموسم
- استخدام التروس الترابية لحجز مياه الأمطار
- الزراعة المختلطة بين الذرة واللوبيا البلدي الزاحف للحد من تفشي البودا بالاضافة الى حصاد المياه عن طريق تغطية اللوبيا للتربة وبالتالي صد مياه الأمطار من الانجراف وكذلك تقليل عمليات البخر من سطح التربة
- في حالة الزراعة في خطوط باستخدام الزراعة يجب أن تكون خطوط المحصول متعامدة على اتجاه سير المياه للحد من الجريان ومن ثم استفادة المحصول منها

4. استخدام نظام الدورة الزراعية للمحافظة على خصوبة التربة والحد من تفشي الآفات والأمراض
5. كل الأراضي التي تقع شمال خط 14 درجة يجب استغلالها للمراعي الطبيعية والغابات وانتاج الصمغ العربي وذلك للحد من التدهور البيئي بسبب التوسع في الزراعة الآلية.

ثانياً: استنباط ونقل التقانات الزراعية الجديدة والتي تلائم الظروف الطبيعية المحيطة من خلال البرامج الآتية:

1. تقوية ودعم الخدمات الارشادية من أجل تسهيل تبني التقانات الزراعية بواسطة المزراعين في كل المحليات والقرى وهذه بالطبع تحتاج الى دعم مادي وفني من قبل حكومة الولاية
2. توفير الخدمات الوقائية لمكافحة الآفات والأمراض التي تصيب المحصول
3. تشجيع وزيادة انتاج البذور المحسنة السريعة النضج والمقاومة للجفاف

ثالثاً: ايجاد حلول ناجعة للاخفاقات المؤسسية من خلال تقوية الآتي :

1. الارشاد الزراعي
2. البحث العلمي
3. الوقاية
4. انتاج وتوفير البذور المحسنة

رابعاً: اجازة القوانين والسياسات

التي تدعم وتشجع على تأسيس نظام مالي وتسويقي قوي من أجل توفير التمويل اللازم للمزارعين اضافة الى ايجاد سوق مستقر ومشجع لشراء المنتج

خامساً: اعادة تأهيل الموارد الطبيعية من خلال الأتي :

1. استزراع وتكثيف حزام الصمغ العربي
2. تطوير واستزراع الغابات
3. تطوير خبرات المنتجين والمستفيدين من المنتجات الغابية والتي تشجع على نشر وتبني التقانات الخاصة بادارة مزارع انتاج الصمغ العربي وتحسن من ظروف الانتاج وبالتالي الى زيادة المنتج كماً ونوعاً.

سادساً: جلب وتوفير الآلات الزراعية

التي تسهل عمليات انتاج المحصول وتحافظ في نفس الوقت على الموارد الطبيعية المتمثلة في التربة والماء.

8. محصول القمح المروى بود مدنى، الجزيرة: منطقة الدراسة والمحاصيل

مشروع الجزيرة (ودمدني)

يقع مشروع الجزيرة في وسط السودان بين النيل الازرق والنيل الابيض في السهل الطيني الممتد من منطقة سنار الى جنوب الخرطوم. انشئ مشروع الجزيرة في عام 1925، وهو من اعرق المشاريع الزراعية في السودان وهو اكبر مشروع مروي في العالم حيث تبلغ مساحته 2.2 مليون فدان (924,000 هكتار) ويرتفع 400 متر فوق سطح البحر. يمتد مشروع الجزيرة عبر ولايات الجزيرة والنيل الابيض وسنار بطول 300 كيلومتر ويروى انسيابياً من خزان سنار.

تقع ادارة المشروع في مدينة ودمدني ببركات، وينتج محاصيل القطن، الذرة، الفول السوداني، القمح،زهرة الشمس، الخضروات والاعلاف.

أهمية القمح الغذائية

يعتبر القمح من محاصيل الأمن الغذائى، وتظهر الأهمية الغذائية له في انه مادة غذائية أساسية تستعمله معظم شعوب الأرض، فهو يحتوي على مكونات غذائية عالية، يتاح استهلاكه للفقراء والأغنياء، بالاضافة لذلك يستخدم القمح كمادة أولية في بعض الصناعات الغذائية كالخبز والمعكرونة والمعجنات والحلويات وغيرها.

الأهمية الاقتصادية للقمح

الاهمية الاقتصادية للقمح في انه يؤمن موارد مالية ضخمة للدول المصدرة، ايضاَ يساعد في تنشيط الصناعة الغذائية إذ يعتبر مادة أولية للعديد من الصناعات الغذائية (خبز، معكرونة، بسكويت)، كما يعتبر سلعة رئيسية في التجارة الدولية، أضف الى ذلك انه يساهم في إيجاد فرص عمل للعمال من داخل وخارج الولاية.

- **الأهمية السياسية للقمح**

لعب القمح ولا يزال دوراً مهمًّاعلى الصعيد السياسي، إذ تحولت هذه السلعة إلى مادة استراتيجية، وحتى إلى سلاح غذائي حاد بيد الدول المصدرة له كالولايات المتحدة الأميركية، لانتزاع مواقف سياسية، أو لتحقيق مكاسب اقتصادية.

نشأة وتطور اصناف القمح في السودان

عرفت الولاية الشمالية القمح منذ آلاف السنين، نتيجة لتأثير الحضارات التي سادت وادي النيل وحتى منتصف الأربعينات من القرن الماضي، حيث كان ما ينتج من قمح في الشمال يكفي حاجة السكان المحليين، ويصدر الفائض إلى مدن السودان الاخرى. خلال الستينات من القرن الماضي أدخلت زراعة محصول القمح في مشروع الجزيرة، وبالتحديد في العام 1966م، ثم مشروع حلفا الجديدة خلال السبعينات من القرن نفسه، وتقلصت مساحات القمح بالولاية الشمالية نتيجة لصعوبات مياه الري، وعدم توفر المواد البترولية (الطلمبات الساحبة) وبالاضافة الى ذلك ضعف عائداتة نظراً لتدهور الأسعار؛ إذ شكلت عاملاً نحو تقليل المساحة المزروعة إذا ما قورن بالمحاصيل الشتوية الأخرى، مثل البقوليات والتوابل، وبالتالي اعتمد سكان الولاية الشمالية في تأمين القمح على المناطق الوسطى بالسودان ؛ وذلك نتيجة لتكلفة اقل من تكلفة إنتاجه في الولاية الشمالية في تلك الفترة. وفي نهاية الثمانينات من القرن الماضي واجه السودان صعوبات في الحصول على القمح لشح موارد الدولة من النقد الأجنبي، مما جعل الدولة تضع سياسات جديدة تشجع الإنتاج المحلي بغرض الاكتفاء الذاتي من هذه السلعة الاستراتيجية المهمة.

الجدول 12. المساحة المزروعة، الانتاج و الانتاجية لمحصول القمح في الفترة 1999-2011

السنة	المساحة المزروعة (ألف فدان)	الانتاج (ألف طن)	الانتاجية (كجم- فدان)
1999	345	172	628.5
2000	219	214	977
2001	279	303	106
2002	267	247	910
2003	309	330	1068
2004	410	398	970
2005	382	364	953
2006	399	401	1005
2007	682	669	981
2008	741	803	1086
2009	982	976	1034
2010	598	403	753
2011	467	292	671

المصدر: وزارة الزا رعة والغابات - إدارة الإحصاء الزراعى– السودان (2011)

بعض الحقائق عن إنتاج وإنتاجية القمح في السودان

يلاحظ من الجدول رقم (12) اعلاه أن هنالك زيادة في المساحة المزروعة قمحاً خلال الفترة (1999-2014) في مقابل ذلك حدثت زيادة على صعيد الانتاج المحقق، وكذلك على مستوى الانتاجية على الرغم من تأرجح معدلات الانتاج والانتاجية بين سنة وأخرى. ويعزى ذلك الى عدم استقرار العديد من العوامل على سبيل المثال الاعتبارات الطبيعية والفنية والتى تتصل بمشكلات الرى، والتقلبات المناخية فضلاً عن مشكلات التمويل، وارتفاع تكاليف الانتاج.

واقع العرض والطلب للقمح بالسودان

يشتمل العرض الكلي للقمح بالسودان على الإنتاج المحلي بالاضافة الى حجم الواردات والتى تمثل النسبة الاكبر في حجم العرض. يلاحظ من الجدول رقم (13) الزيادة المستمرة في حجم الاستهلاك المحلى للقمح في مقابل تذبذب وانخفاض مستويات الانتاج المحلي مما يزيد من فاتورة استيراد القمح لسد الفجوة في حجم الطلب الداخلي والذي ينعكس سلباً على ميزان المدفوعات.

الجدول 13. بعض مؤشرات العرض والطلب للقمح بالسودان لفترة (1999-2010) بالاف الاطنان

السنة	الانتاج المحلى	الواردات	العرض الكلى	الواردات(%) / العرض	فجوة الانتاج والواردات	الاستهلاك المحلى	فجوة الاستهلاك (الف طن)
1999	172	554	726	76.3	-382	962	-236
2000	214	1023	1237	82.7	-809	1135	102
2001	303	650	953	68.2	-347	1237	-284
2002	247	1127	1374	82.0	-880	1110	264
2003	330	952	1282	74.3	-622	1360	-78
2004	398	1113	1511	73.7	-715	1782	-271
2005	364	1507	1871	80.5	-1143	2094	-223
2006	401	1383	1784	77.5	-982	1819	-35
2007	669	1132	1801	62.9	-463	1651	150
2008	803	1184	1987	59.6	-381	1651	336
2009	976	1100	2076	53.0	-124	1800	276
2010	403	1580	1983	79.7	-1177	1900	83

المصدر: وزارة التجارة الخارجية، واردات القمح النقطة التجارية- السودان

واردات القمح بالسودان

هناك عوامل وسياسات تحكم حركة واردات القمح بالسودان يمكن الإشارة إليها من خلال الآتي:

- التزايد السكاني وتنامي استهلاك القمح في حال عدم قدرة القطاع الزارعى على مواكبة هذا النمو، إذ أن معدل الزيادة في الاستهلاك تجاوز معدل الزيادة في الإنتاج، ومن ثم ارتفعت نسبة العجز؛ وبالتالي جاءت الزيادة في الواردات.
- الارتفاع الواضح الذي حدث في الأسعار العالمية للقمح، وقد أدى الاعتماد على العالم الخارجي في توفير احتياجات البلاد من القمح إلى بروز العديد من الآثار أهمها:
- تزايد الاعتماد على العالم الخارجي في توفير القمح باعتباره سلعة استراتيجية تدخل ضمن سلع الأمن الغذائي.
- الاعتماد على استيراد القمح، ودقيق القمح أدى إلى استنزاف جانب كبير من العملات الأجنبية المحدودة.

اتجاهات استهلاك القمح

في السودان يلاحظ ان استهلاك الفرد من القمح كان في حدود 8 كيلوجرامات فقط في المتوسط في العام 1964/63م ليبدأ في التأرجح ارتفاعاً وانخفاضاً حسب ظروف البلاد الاقتصادية وتوفر العملات الصعبة للإستيراد، وكذا العلاقات السياسية والاقتصادية مع الدول المصدرة بيد ان المحصلة كانت الارتفاع التدريجي ليكون في حدود 25 كيلوجرام بنهاية الفترة 1988/87م وبقيام ثورة الانقاذ الوطني وإعلان سياسة التحرر الاقتصادي وسياسة الاعتماد على الذات بدأت مرحلة جديدة، وبدأت ارقام الاستهلاك في التصاعد ساعد في ذلك العوامل الاقتصادية والاجتماعية التي سبق ذكرها ليصل نصيب الفرد في العام 2006 حوالي 55 كيلوجرام.

أسباب النمو المضطرد في استهلاك القمح في السودان

من المسلم به أن هنالك الكثير من العوامل التي تؤثر على استهلاك السلع الغذائية المختلفة، منها زيادة عدد السكان، والنمو الحضري، وارتفاع الوعي الغذائي، بالاضافة الى الدخل. ويحدثنا قانون إنجل ان الأسر تنفق كميات متزايدة، ولكن بنسب متناقصة من مداخيلها على الغذاء مع اتجاه دخلها نحو التزايد. كما ان الاسعار لها تأثير ملموس على استهلاك الغذاء من خلال تأثر الدخل والاحلال بالتغير في اسعار المواد الغذائية الرئيسية. ولذا فالتغير في الاسعار النسبية لمحاصيل غذائية هامة في السودان كالذرة والدخن والقمح يمكن ان يكون له تأثيراً كبيراً على القوة الشرائية للاسر الفقيرة ويمكن ان تكون آثار الاحلال ملموسة ومؤثرة حتى ولو كان السكان يفضلون بشدة انواعاً معينه من الغذاء، فالفوارق السعرية الكبيرة قد تؤدي الى انتقالهم الى بدائل ارخص بالمقارنة مع الاغذية الاكثر تكلفة التي يفضلونها. انطلاقاً مما تقدم يتم في هذا الجزء النظر في الاسباب التي ادت للطفرة الاستهلاكية الكبيرة في القمح في السودان للاستفادة منها في رسم السياسات المستقبلية لقطاع القمح في السودان.

النمو السكاني

بناءاً على إسقاطات الجهاز المركزي للإحصاء المعتمدة على تعداد السكان للعام 1993م، ينمو سكان السودان بنحو 2.6% سنوياً. لقد ارتفع عدد سكان السودان من نحو 21.5 مليون نسمة عام 1985م الى نحو 36.3 مليون نسمة في العام 2006من ثم الى 39.7 بلغت في العام 2009م وهذا بالطبع أدى الى زيادة الطلب على جميع المنتجات الاستهلاكية الغذائية بما فيها القمح.

النمو الحضري

شهدت الفترات الآنية توسعاً هائلاً في المناطق الحضرية مما ساهم في تغير النمط الغذائي لسكان تلك المناطق بفضل الخدمات التي احدثت وساهمت في استهلاك المزيد من القمح الذي اصبح ميسوراً، وذلك نتيجة لسهولة التعامل مع القمح واستخداماته المختلفة.

الهجرة من الريف للحضر

ربما كان هذا احد اهم الاسباب ايضاً في زيادة استهلاك القمح فمعدل النمو في الخرطوم مثلاً يقارب الخمس في المائة مقارناً بالمتوسط العام البالغ 2.6%. ويلاحظ انخفاض معدلات نمو السكان في المناطق التقليدية لاستهلاك بدائل القمح (الذرة والدخن) نظراً للهجرة بمعدلات كبيرة خاصة للعاصمة القومية وذلك لاسباب تتعلق بالجفاف والتصحر وتوزيع الخدمات كالتعليم والصحة ....الخ. وهذا الوضع ينطبق الى حد كبير على المدن الكبيرة كبورتسودان ومدني. كما ان ظاهرة النزوح جراء الصراعات القبلية ودورات الجفاف والضغوط الاقتصادية في الفترات السابقة ساهمت في التغير في النمط الاستهلاكي للنازحين حتى اولئك الذين قطنوا اطراف العاصمة القومية والمدن الاخرى.

زيادة الوعي الغذائي

أدى ارتفاع الوعي الغذائي جراء تطور وانتشار خدمات وسائل وبرامج الإعلام من مذياع وتلفاز وقنوات فضائية وجرائد وكذلك تطور وسائل الاتصالات من هواتف نقالة ومتحركة وما تبعها من خدمات الرسائل القصيرة إلى إحداث تأثير على النمط الاستهلاكي للمواطنين لصالح استهلاك القمح (عجيمي، 2009).

المحافظة على استقرار اسعار القمح

أدت سياسة البلاد في مجال التجارة الخارجية لسلعة القمح والمتمثلة في تخفيض القيود الجمركية بفرض رسوم متدنية على القمح ودقيق القمح المستورد لا تتعدى 5% فقط مع الغاء كافة القيود غير الجمركية بالإضافة إلى سياسة التسعير الداخلي للقمح، ادى إلى تدفق كميات كبيرة من القمح الى البلاد باسعار منخفضة نسبياً، وتزامن ذلك مع تقلبات كبيرة في اسعار الذرة والدخن مما ادى الى قدر كبير من احلال القمح بالذرة.

دعم أسعار القمح

ظلت الحكومة منذ السبعينات من القرن الماضي تدعم اسعار القمح للمستهلك (الخبز) ووقتها كان المستهلك هو الإنسان الحضري، ذو الدخل المرتفع نسبياً مقارناً بنظيره الريفي، والذي كان لا يأكل الخبز وقتها. وقد ساهم هذا الدعم في انتشار استهلاك القمح في المناطق الريفية ايضاً.

9. البيانات والمعاملات المستخدمة في الدراسة، الفترة 2006-2016

تم استخدام النموذج الرياضى Aquacrop لتقييم أثر البيانات المدخلة (المناخ، المحصول، التربة) على انتاجية محصول القمح، ومقارنة الانتاجية المحسوبة بالنموذج مع الأنتاجية الماخوذة من محطة بحوث الجزيرة الزراعية بمدينة ودمدني.

خطوات المعايرة

أدخل ملف المناخ لمنطقة ود ومدنى لمدة 11 سنة (2006-2016) والذى يحتوي على البيانات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والدنيا، والتى تم الحصول عليها من الهيئة العامة للأرصاد الجوى (الأشكال البيانية رقم 26 و27)، حيث يمثل الشكل البياني رقم (26) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا السنوية والتى تتراوح ما بين (37-38.5) و (20.6-21.6 درجة مئوية) على التوالي. ويمثل الشكل البياني رقم (27) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا الشهرية خلال موسم النمو ويعتبر شهرى ديسمبر ويناير (فصل الشتاء) أدنى الشهور حرارة (33.5-35 درجة مئوية) مقارنة بالشهور الأخرى.

- **بيانات المحصول**

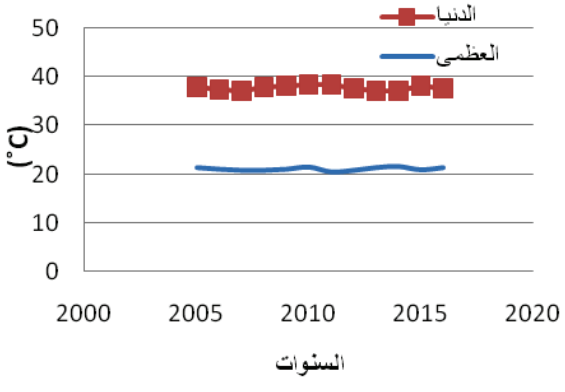
الجدول رقم (14) يمثل بيانات ملف محصول القمح المروى (الصنف أمام متأخر النضج) بمنطقة ود مدنى.

نسبة تغطية المحصول السابق 0%، تغطية الحشائش الضارة في الموسم 0%، والتسميد بالعناصر الغذائية في المستوى الأمثل، وتاريخ الزراعة 15 نوفمبر (زراعة شتوية). عملية الرى تتم كل 12 يوم من بداية الزراعة الى 60 يوم من عمر المحصول ثم بعد ذلك تتم كل 10 أيام الى فترة 110 يوم.

- **معلومات التربة**

مكونات التربة الفيزيائية: 65% طين، 33 طمى، رطوبة التربة الحجمية: عند الأشباع 54%، السعة الحقلية 45% ونقطة الذبول 35%. عمق طبقة التربة للنمو 40سم والعمق الحقيقى 1.0متر، الناقلية الهيدروليكية 50مم/يوم. الرطوبة الأبتدائية عند السعة الحقلية.

الشكل 28. متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا-السنوية



الشكل 29. متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا-الشهرية

الجدول 14. بيانات محصول القمح- محطة البحوث الزراعية(ود مدنى)

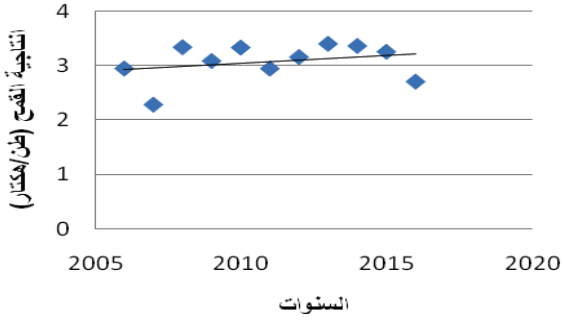
الرقم	العامل	البيان
1	الكثافة النباتية/هكتار	1266667
2	معدل البذور (Seed rate (kg/ha	40
3	الغطاء النباتي الأعظمي Maximum canopy cover- CCx (%)	95
4	المدة حتى انبات 90 % من البذور Time to 90 % seed germination	5 days
5	مدة الوصول الى الغطاء الأعظمي Time to maximum crop canopy	70 يوم
6	المدة حتى بدء اصفرار الأوراق (الشيخوخة) Time to leaf senescence	90 يوم
7	المدة حتى النضج الفسيولوجيTime to physiological maturity	120 يوم
8	المدة حتى بدء الإزهار Time to flowering	70 يوم
9	مدة الإزهارDuration of crop flowering	25 يوم
10	عمق الجذور الفعال الأعظمي Effective root depth- Zx	40 cm
11	المدة لبلوغ عمق الجذور الأعظمي Time to maximum root depth	80 يوم
12	الاستجابة لإجهاد خصوبة التربة و/أو ملوحة التربة Response to both low soil fertility and soil salinity	Tolerant
13	معامل المحصول (Harvest Index (HI	%36
14	المدة لبناء معامل المحصول-يوم	47

10. نتائج الدراسة لفترة المعايرة 2006-2016

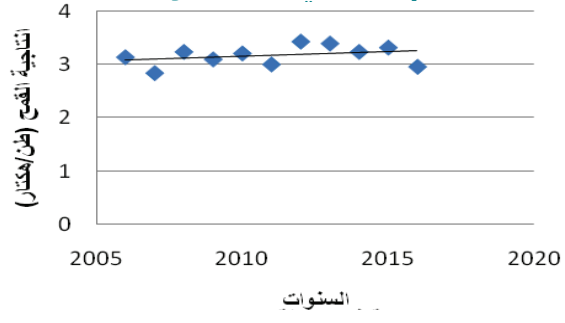
تمثل الأشكال البيانية من 28-33 أهم نواتج دراسة محصول القمح المروى لفترة 11 سنوات الماضية. حيث يمثل الشكل البياني رقم (28 و29) انتاجية القمح (طن/هكتار) المقدرة بواسطة النموذج الرياضى والأنتاجية الحقيقية في محطة البحوث على التوالي، ويلاحظ تماثل في زيادة الأنتاجية في الشكلين البيانيين خلال هذه السنوات مما يدلل على العلاقة القوية

(R^2=0.72) بين نتائج النموذج الرياضى مع نتائج الواقع في محطة البحوث (الشكل البياني رقم 30). يوضح الشكل البياني رقم (31) نسبة انتاجية المحصول الى انتاجية المياه Water productivity والتى تتراوح مابين (0.48-0.73 كجم/م^3)، ونلاحظ ايضا زيادة في هذه النسبة خلال هذة الفترة. الشكل البياني رقم (32) يوضح كمية مجموع البخر نتح (الأحتياجات المائية) خلال هذه السنوات العشرة، ويتراوح مابين 486-451مم وهناك زيادة في الأحتياجات المائية مع السنوات. الشكل البياني رقم (33) يبين دورة نمو المحصول خلال هذة الفترة والتى تتراوح مابين 113-131يوم ونلاحظ زيادة في مدة الدورة في هذه السنوات.

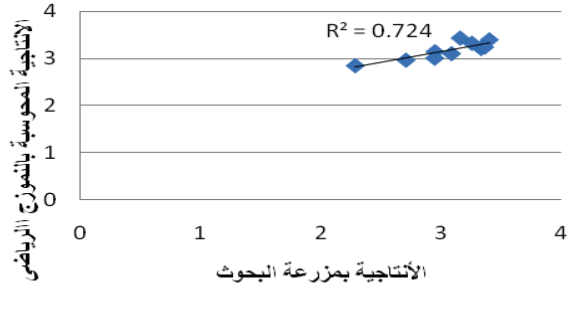
الشكل 30. الإنتاجية المقدرة بالنموذج الرياضي



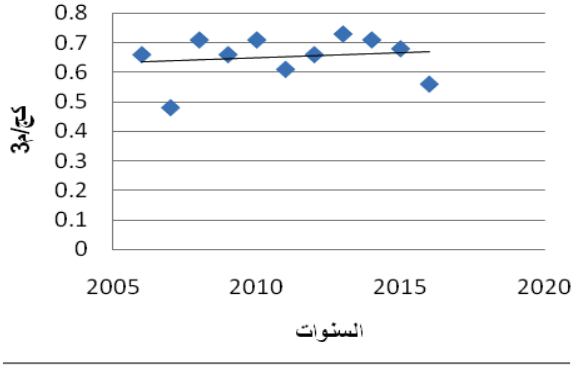
الشكل 31. الإنتاجية في محطة البحوث



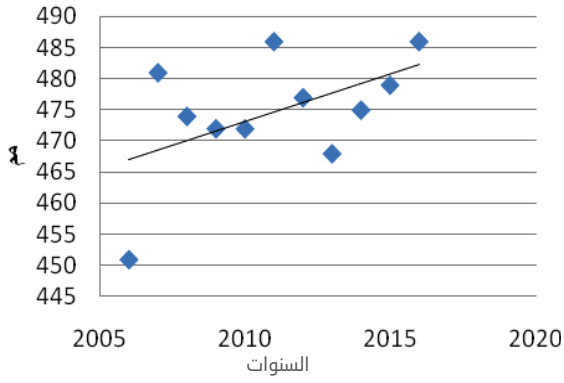
الشكل 32. العلاقة بين إنتاجية القمح (طن/هكتار) المحسوبة بالنموذج الرياضي والإنتاجية في مزرعة البحوث بمدنى



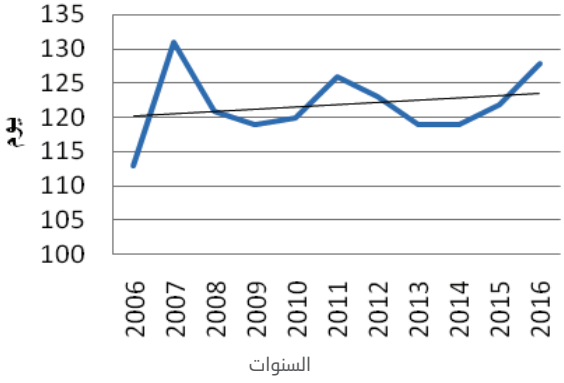
الشكل 33. نسبة الإنتاجية الى كمية المياه المستخدمة WP



الشكل 34. مجموع البخر نتح - السنوي



الشكل 35. دورة المحصول



أثر التغيرات المناخية على محصول القمح المروى بمنطقة ود مدنى للفترة (1985-2050)

تم استخدام النموذج الرياضى Aqua-cropلدراسة أثر التغيرات المناخية (أمطار، درجات حرارة، ثانى أكسيد الكربون) على انتاجية الحبوب، نسبة الحبوب الى المياه، دورة المحصول، البخر نتح لمحصول القمح بمنطقة ود مدنى بوسط السودان في الفترة (1985-2050). تم تقسيم المدة الزمنية الى ثلاث فترات: (1985-2005) (فترة أساسية) (2020-2030) و (2040-2050). استخدمت بيانات النماذج EC earth, CNRM, GFDL للسيناريوهات RCP 4.5 و 8.5RCP وتم أدخالها في ملف المناخ.

- **بيانات المناخ**

أدخل ملف المناخ لمنطقة ود مدنى لمدة 66 سنة (1985-2050) والذى يحتوى على درجات الحرارة العظمى والدنيا وكمية الأمطار وتركيز ثانى أكسيد الكربون للسيناريو4.5 و8.5. كميات الأمطار التى تهطل هى أمطار صيفية لا توثر على محصول القمح الشتوى. توضح الأشكال البيانية رقم (34 و35) متوسطات درجات الحرارة العظمى والدنيا السنوية للسيناريو 4.5 و 8.5 والتى تتراوح ما بين (35-41.5 درجة مئوية) و (21-24 درجة مئوية) على التوالي، مع توقع زيادة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في المستقبل و تركيز ثانى أكسيد الكربون كما في محصول الذرة.

الجدول رقم (15) يوضح التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا للفترات (2020-2030) و (2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة ود مدنى باستخدام النماذج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5. وتشير البيانات المتوقعة الى زيادة في درجات الحرارة تتراوح ما بين 0.94-2.09 للعظمى و0.80-1.54 للدنيا. الجدول رقم (16) يبين التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا للفترات (2020-2030) و (2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بمنطقة ود مدنى باستخدام النمازج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو 8.5RCP . وتشير البيانات الى زيادة متوقعة في درجات الحرارة تتراوح ما بين 1.00-2.89 للعظمى و0.89-2.11 للدنيا.

الجدول 15. التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بودمدنى باستخدام النمازج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 4.5

العامل	2030-2020	2050-2040
EC earth		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.08	+2.09
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+0.88	+1.54
CNRM		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	0.94+	3+1.7
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	0+0.8	1.50+
GFDL		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.47	+2.04
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.12	+1.5

الجدول 16. التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة العظمى والدنيا في الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) بودمدنى باستخدام النمازج العالمية EC earth, CNRM, GFDL للسيناريو RCP 8.5

العامل	2030-2020	2050-2040
EC earth		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.71	+2.55
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.22	+1.98
CNRM		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.00	+1.97
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+0.89	+1.78
GFDL		
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	+1.56	+2.89
درجة الحرارة الدنيا (مئوية)	+1.09	+2.11

11. مناقشة نتائج دراسة أثر التغيرات المناخية على محصول القمح المروى بود مدنى (الجزيرة) للفترة 1985-2050

التأثير على انتاجية الحبوب

تمثل الجداول رقم (17 - أ، ب وج) والشكل البيانى رقم (36) متوسط انتاجية الحبوب للقمح للفترة الأساسية (1985-2005) والتغيرات المتوقعة في الفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة ود مدنى للسيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير ثانى أكسيد الكربون. حيث يتوقع أنخفاض في الأنتاجية في الفترتين (2020-2030) و (2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) يتراوح مابين 8%-11% 8%-13% للسيناريوهين 4.5RCP و8.5RCP على التوالي فى حالة ثبات تركيز ثانى أكسيد الكربون (جدول 17 - أ والشكل 36)، وهذا يرجع الى الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للفترات (2020-2050) (الأشكال البيانية رقم 34 و35، الجداول رقم 15-16) التي تسرع نضج المحصول وتقصر فترة النمو وتخفض قيمة الكتلة الحيوية المنتجة . ويتوقع كذلك زيادة فى الأنتاجية فى الفترتين (2020-2030) و (2040-2050) مقارنة بالفترة الأساسية يتراوح مابين 4%-6% 3%-6% للسيناريو هين 4.5RCP و8.5RCP على التوالي فى حالة تغير تركيز ثانى أكسيد الكربون (جدول 17 - ب والشكل 36)، وهذا يرجع الى الزيادة المتوقعة في تركيز ثانى أكسيد الكربون التي تزيد التركيب الضوئي وإنتاج الكتلة الحيوية فى هاتين الفترتين (الشكل 19 و20).

الجدول 17(أ). متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للفترة الأساسية والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة ثبات ثانى أكسيد الكربون

السيناريو 4.5			السيناريو 8.5		
	2030-2020	2050-2040		2030-2020	2050-2040
الإنتاجية في الفترة الأساسية (طن/هكتار)	3.28		الإنتاجية في الفترة الأساسية (طن/هكتار)	3.28	
التغيير (طن/هكتار)	-0.27	-0.36	التغيير (طن/هكتار)	-0.26	-0.44
التغيير النسبى (%)	-8	-11	التغيير النسبى (%)	-8	-13

الجدول 17(ب). متوسط انتاجية الحبوب محصول القمح للفترة الأساسية والتغيرات المتوقعة في الفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالة تغير ثانى أكسيد الكربون

السيناريو 4.5			السيناريو 8.5		
	2030-2020	2050-2040		2030-2020	2050-2040
الإنتاجية في الفترة الأساسية (طن/هكتار)	3.40		الإنتاجية في الفترة الأساسية (طن/هكتار)	3.39	
التغيير (طن/هكتار)	+0.14	+0.22	التغيير (طن/هكتار)	+0.22	+0.09
التغيير النسبى (%)	+4	+6	التغيير النسبى (%)	+6	+3

الجدول 17 (ج). متوسط نسبة أنتاجية الحبوب لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 (متوسط حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون)

الفترة	الأساسية 1985-2005	2030-2020	2050-2040
أنتاجية الغلال(طن/هكتار) (4.5)	3.34	3.28	3.26
أنتاجية الغلال(طن/هكتار) (8.5)	3.34	3.32	3.16

ويمثل الجدول (-17 ج) متوسط انتاجية الحبوب للفترات الثلاث (1985-2005)، (2020-2030) و(2040-2050م) حيث يتوقع انخفاض قليل يتروح مابين (1-5%) فى الأنتاجية فى الفترتين (2020-2030) و(2040-2050م) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005م) للسيناروهين وذلك كمتوسط بين حالتى ثبات وتغير لتركيز ثانى أكسيد الكربون.

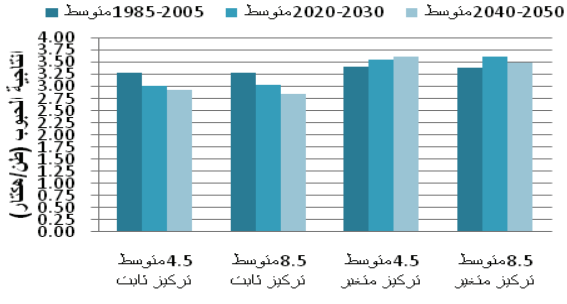
التأثير على نسبة الأنتاجية للمياة (Water productivity)

يبين الجدول رقم (18) والشكل (37) مقارنة متوسط نسبة أنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة ود مدنى للسيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون. والذى يشير الى توقع نقصان طفيف في هذه القيم للفترتين للسيناريو RCP4.5 و 8.5RCP لحالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون. وهذا يرجع الى انخفاض انتاجية الحبوب بنسبة أكبر من نسبة انخفاض البخر- نتح الحقيقى، والذى يحدث نتيجة الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للفترات المذكورة (الأشكال البيانية رقم 34 و35، الجداول رقم 15-16) وقصر دورة النمو. ونلاحظ زيادة في نسبة انتاجية الغلال الى المياه مع زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون للفترتين (2030-2040) و (2040-2050) نتيجة لزيادة الانتاجية ونقص البخر-نتح الحقيقى.

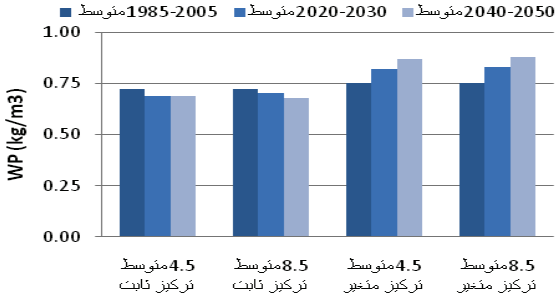
التأثير على كمية البخر نتح

الجداول (-19 ا وب) والأشكال البيانية (38 و39) توضح مقارنة متوسط البخر نتح المرجعى والبخر نتح الحقيقى (الاحتياجات المائية)-(ملم) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) مقارنة بالفترات (2020-2030) و (2040-2050)، بمنطقة ود مدنى للسيناريو RCP 4.5 و8.5 RCP في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون.

الشكل 36. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



الشكل 37. مقارنة متوسط نسبة انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



حيث يتوقع أن ينخفض البخر نتح المرجعى انخفاض طفيف يتراوح مابين 2.3-3.9% للسيناريو 8.5RCP و2.6% للسيناريو 4.5RCP. ويتوقع كذلك أن يكون هنالك أنخفاض في كمية البخر نتح الحقيقى (الاحتياجات المائية) يتراوح مابين 3.9-5.5% للسيناريو 4.5RCP و4.4-7.7% للسيناريو 8.5RCP للفترات (2020-2050) مقارنة بالفترة الأساسية (1985-2005) وهذا يرجع الى نقصان دورة نمو المحصول. ويلاحظ كذلك عدم تأثير لتركيز ثانى أكسيد الكربون على كمية البخر نتح المرجعى أو الحقيقى.

الجدول 18. متوسط نسبة أنتاجية الغلال الى المياه (كجم/م^3) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2020-2030	2040-2050
السيناريو (4.5)			
تركيز CO_2 ثابت	0.72	0.69	0.69
تركيز CO_2 متغير	0.75	0.82	0.87
السيناريو (8.5)			
تركيز CO_2 ثابت	0.72	0.70	0.68
تركيز CO_2 متغير	0.75	0.83	0.88

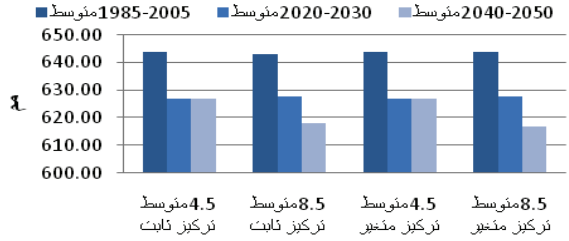
الجدول 19 (أ). متوسط البخر نتح المرجعى (ملم) لمحصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2020-2030	2040-2050
السيناريو 4.5			
تركيز ثابت	644	627	627
تركيز متغير	644	627	627
السيناريو 8.5			
تركيز ثابت	643	628	618
تركيز متغير	644	628	617

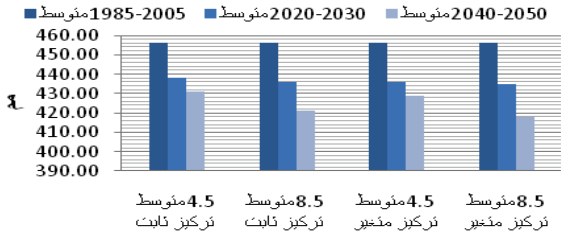
الجدول 19 (ب). متوسط البخر نتح الحقيقى (ملم) لمحصول القمح للفترة الأساسية 1985-2005 والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ودمدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2020-2030	2040-2050
السيناريو 4.5			
تركيز ثابت	645	438	143
تركيز متغير	456	436	429
السيناريو 8.5			
تركيز ثابت	456	364	421
تركيز متغير	456	435	418

الشكل 38. مقارنة متوسط انتاجية الحبوب لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



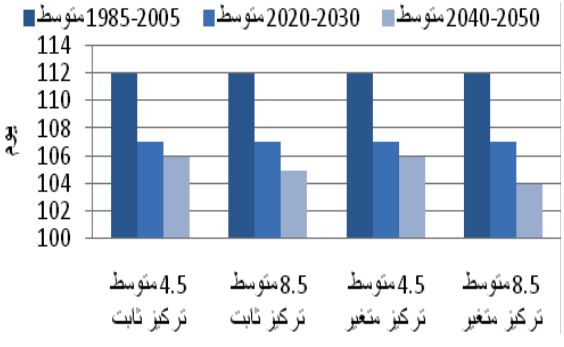
الشكل 39. مقارنة متوسط نسبة انتاجية الحبوب الى المياه لمحصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



التأثير على دورة المحصول

الجدول رقم (20) والشكل البيانى (40) يبينان مقارنة متوسط دورة نمو محصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 2040-2050، بمنطقة ود مدنى للسيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغير لتركيز ثانى أكسيد الكربون، حيث يتوقع أن تنخفض هذه الدورة مابين 5-6 أيام للسيناريو 4.5RCP و مابين 5-7 أيام للسيناريو 8.5RCP. وهذا يرجع الى الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للفترات المذكورة (الأشكال البيانية رقم 34 و35، الجداول رقم 15-16). ويلاحظ عدم تاثير يذكر لتركيز ثانى أكسيد الكربون على دورة نمو المحصول.

الشكل 40. مقارنة دورة نمو محصول القمح للسيناريو 4.5 و 8.5 في حالة ثبات وتغيير ثاني أكسيد الكربون للفترات الثلاث



الجدول 20 . متوسط دورة نمو محصول القمح للفترة الأساسية (1985-2005) والفترات 2020-2030 و2040-2050، بمنطقة ود مدنى، السيناريو RCP 4.5 وRCP 8.5 في حالتى ثبات وتغيز لتركيز ثانى أكسيد الكربون

الفترة	الأساسية 1985-2005	2030-2020	2050-2040
السيناريو 4.5			
تركيز ثابت	112	107	106
تركيز متغير	112	107	106
السيناريو 8.5			
تركيز ثابت	112	107	105
تركيز متغير	112	107	104

12. التوصيات

تناولت هذه الدراسة تأثير التغيرات المناخية على زراعة القمح في السودان ممثلاً بمشروع الجزيرة بمنطقة ود مدني، حيث اتضح أن العوامل المناخية ممثلة في الارتفاع في درجات الحرارة لها تأثيرات واضحة ومباشرة في إنتاج محصول القمح من خلال تأثيرها على نسبة إنتاجية المياه وعلى كمية البخر النتح. كما أن محصول القمح يعتبر مصدر الغذاء الاساسي للشعب السوداني، عليه لابد من بناء القدرات بشكل كبير يدفع في اتجاه تعزيز نظم زراعة القمح في وجود حقيقة التغيرات المناخية لتستمر في عملية الانتاج الاقتصادي، وتعزيز حاجة المجتمعات المحلية بما يقوي نظمها البيئية لتتمكن من مواجهة التغيرات المناخية، والحاجة الماسة لتحليل دقيق ومتأني لظاهرة التغير المناخي. عليه توصي هذه الدراسة على الاتي:

1. يتضح من نتائج الدراسة ان التغيرات المناخية المتوقعة في الاعوام (2020-2030) و (2040-2050) سوف تؤثر سلبا على متوسط الانتاجية لمحصول القمح في منطقة ود مدني نتيجة للارتفاع المتوقع في درجات الحرارة وعليه توصي هذه الدراسة باستنباط عينات من القمح مقاومة للحرارة مع انخفاض دورة نمو المحصول.
2. إنتاجية المياه تتاثر بشكل طفيف بارتفاع درجات الحرارة عليه نوصي باتباع تقنية الري الناقص او الري الجزئي من خلال تقليل عدد الريات لمحصول القمح في المراحل غير الحساسة للعجز المائي حيث لاتؤثر على الانتاج.
3. رفع كفاءة استخدام المياه في مشروع الجزيرة وذلك للتقليل من المياه المهدرة وتوفير امدادات المياه وذلك باستخدام التقانات الحديثة في الري.
4. دعم محطات البحوث الزراعية بمحطات أرصاد جوية داخل المشاريع الزراعية لمتابعة الاحوال المناخية الدقيقة والتي تساعد في نجاح زراعة محصول القمح.
5. توعية وتدريب وارشاد المزارعين على التكيف مع التغيرات المناخية المتوقعة.

المراجع

أحمد، سليمان سيد (2013)، الزراعة وتحديات العولمة. مطبعة الإدارة العامة لنقل التقانة والارشاد، الخرطوم

تقرير الأمن الغذائي (2016) التقرير السنوي لاوضاع الأمن الغذائي في السودان للعام 2015م ومؤشرات العام 2016.
الإدارة العامة للتخطيط والاقتصاد الزراعي، إدارة الأمن الغذائي- وزارة الزراعة، الخرطوم.

عبداللطيف محمد عجيمي،2009 م ، إنتاج وتصنيع القمح في السودان، رؤية إستراتيجية لتقدير الأمن الغذائي - السودان.

المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغير المناخ على الموارد المائية والقابلية الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (RICCAR)

The FAO AquaCrop webpage http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/aquacrop/en/.

Ali El-Toum Hassan and Elasha A. (2010). Crop Production Under Mechanized Rain-fed Agriculture in Sudan. In M. A. Mustafa (eds), Proceedings of the National Symposium on Sustainable Rain-fed Agriculture in Sudan, Publ. by UNESCO Chair of Desertification Studies, Al-Sharga Hall, University of Khartoum, Sudan, 17-18 November, 2009, pp. 89 -112.

Ali El-Toum Hassan, Tahani Yousif and Waleed Elamin (2016). A note on effect of some drought mitigation technologies on sorghum productivity in northern Gedarif, Sudan. Sudan Journal of Agric. Res. 26(2): 127 – 134.

Hsiao, T.C., Heng, L., Steduto, P., Rojas-Lara, B., Raes, D., and Fereres, E. 2009. AquaCrop.

The FAO crop model to simulate yield response to water: III. Parameterization and testing for maize. Agronomy Journal, 101(3): 448-459.

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2009. AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: II. Main algorithms and software description. Agronomy Journal, 101(3): 438-447

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2012. AquaCrop Reference manual. http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html

Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D. and Fereres, E. 2009. AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. Agronomy Journal, 101(3): 426-437

19-00116