بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

Sudan University of Science & Technology

كلية الدراسات الزراعية

College of Agricultural Studies

قسم الهندسة الزراعية

Department of Agricultural Engineering

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة الزراعية

بعنوان

المفاضلة بين الدورات الزراعية في مشروع الجزيرة

Differentiation between agricultural rotations in the Gezira scheme

إعداد الطلاب:

1 - هارون عيسى أحمد محمود

2 - عاطـــفة موســى غـبوش

إشراف البروفسيور:

حسن إبراهيم محمد

أكتوبر 2020م

الآيـة

قال تعالى:

(أَلَمْ تَرَا أَنَّ اللّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَآءِ مَآءً فَتُصْبِحُ الْأَرْضُ مُخْضَرَّةً إِنَّ اللّهَ لَطِيْفٌ خَبِيرٌ) صدق الله العظيم

سورة الحج ، آية 63

الإهداء

إلى أبي العطوف.... قدوتي، ومثلي الأعلى في الحياة؛ فهو من علَّمني كيف أعيش بكرامة وشموخ.

إلى أمي الحنونة..... لا أجد كلمات يمكن أن تمنحها حقها، فهي ملحمة الحب وفرحة العمر، ومثال التفاني والعطاء.

إلى إخوتي.... سندي وعضدي ومشاطري أفراحي وأحزاني.

إلى أساتذي الاجلاء.... أسمى رموز الإخلاص والوفاء

إلى جميع الأخلاء؛ أهدي إليكم بحثي المتواضع.....

الشكر والعرفان

الحمد لله الذي علم بالقلم ، علم الانسان مالم يعلم ،الحمد لله المنان ،الملك القدوس السلام ، مدبر الايام ، مصرف الشهور والاعوام ، قدرالامور فأجراها على أحسن نظام ، ماشاء الله كان ومالم يشأ لم يكن ،الحمد لله على ما أنعم به علي من فضله الخير الكثير والعلم الوفير وأعانني على انجاز هذا العمل الذي احتسبه عبادة من العبادات جعلها الله خالصة لوجهه الكريم

ويسرني ان اتقدم بالشكر الى كلية الدراسات الزراعية / شمبات...

وأسمى أيات الشكروعظيم الإمتنان للاستاذ الدكتور / حسن ابراهيم محمد

وشكر خاص لأسرة قسم الهندسة الزراعية

والشكرموصول بأسمى عباراته الى والدي العزيزين اللذين غرسا فيّ حب العلم من الصغر ، وقدما لي كل غالي ونفيس ، وكان لهما الفضل بعد الله فيما وصلت إليه الأن فلا أملك إلا الدعاء لهما بحسن العمل وبلوغ الجنان .

فهرس المحتويات

البسملة I
الاية..... II
الاهداء III
شكر وعرفان IV
فهرس المحتويات V

الباب الاول: المقدمة
1-1 مشكلة البحث 1
1-2 اهداف البحث 2

الباب الثاني :ادبيات البحث
1-2 انواع الدورات الزراعية 3
2-2 الري في مشروع الجزيرة 6
3-2 تقدير الاحتياجات المائية 8
4-2 تقدير الانتاجية 10

الباب الثالث: طرق ووسائل البحث وتجميع البيانات
1-3 موقع الدراسة 12
2-3 بيانات المناخ شهريا 15
3-3 بيانات المحاصيل 18
4-3 بيانات المساحات الكلية ومساحة كل محصول 21
5-3 ايرادات المياه من الخزان شهريا 22
6-3 العائدات المالية للدورات الزراعية 22
7-3 الإنتاجية 23

الباب الرابع: النتائج والمناقشة
1-4 تقدير الاحتياجات المائية للدورات الزراعية 24
2-4 المفاضلة بين الدورات 24
3-4 كفاءة استخدام الارض 25
4-4 العائدات المالية 25

الباب الخامس: الخلاصة والتوصيات
1-5 الخلاصة 26
-المراجع 27

قائمة الجداول

(3-1)	درجة الحرارة	15
(3-2)	سرعة الرياح	16
(3-3)	ساعات سطوع الشمس	16
(3-4)	يوضح الدروات الزراعية	18
(3-5)	تواريخ الزراعة	21
(3-6)	بيانات المساحة المرزوعة	21
(3-7)	الاحيتاج المائي للدورات الززراعية	22
(3-8)	العائدات المالية للدروات الزراعية	22
(3-9)	الإنتاجية بالقطنار على الفدان	23
(3-10)	يوضح الإنتاجية بالطن على الفدان	23

قائمة الأشكال

(3-1)	الأمطار	14
(3-2)	معدل التبخر نتح	14

قائمة الرسومات

(3-1)	الدورة الزراعية الثلاثية	18
(3-2)	الدورة الثلاثية	19
(3-3)	الدورة الرباعية	20
(3-4)	الدورتين الخماسية الأول والخامسية الثانية	20

المستخلص :

هدفت هذه الدراسة لتقدير الاحتياجات المائية للدورات الزراعية التي تم استخدامها عبر السنوات (1965م-2002م) في مشروع الجزيرة ، والمفاضلة بينهما حسب مؤشرات كفاءة استخدام الارض وكفاءة استخدام المياه وكفاءة الاضافة الكلية والعائدات من المحاصيل .

من خلال البيانات الثانوية التي تم تجميعها من مشروع الجزيرة اوضحت الدراسة ان الدورة الرباعية اكثر استهلاكا للمياه وان الفترة من اغسطس الى ديسمبر اكثر الفترات احتياجا للمياه لكل الدورات الزراعية . وللمفاضلة بين الدورات الزراعية يتضح بان الدورة الرباعية افضل الدورات . والتي تؤدي الى تعظيم مؤشرات قياس الاداء المستخدمة تشير توصيات هذه الدراسة الى ضرورة ادخال استخدام الاليات وتدني صخوبة التربة كمؤشرات اضافية لتحديد افضلية الدورات الزراعية في الدراسات في المستقبل .

Abstract

This study aimed to estimate the water needs of the agricultural cycles that were used over the years (1965-2002AD) in the Gezira project, and the comparison between them according to the indicators of land use efficiency, water use efficiency, total addition efficiency, and yields from crops. Through the secondary data collected from the Gezira project, the study indicated that the quadruple cycle is more water-consuming, and that the period from August to December is the most water-demanding period for all agricultural cycles. And for the comparison between agricultural rotations, it becomes clear that the four-cycle cycle is the best. Which lead to maximizing the performance indicators used. The recommendations of this study indicate the necessity of introducing the use of mechanisms and the low soil fertility as additional indicators to determine the preference of agricultural rotations in future studies.

البـــاب الأول

المقدمة

1.1 خلفية ومبررات الدراسة :

حصة السودان من الموارد المائية محدودة (18 مليار متر مكعب) واكبر مستهلك للمياه مشروع الجزيرة (3.8 مليار متر مكعب) لهذا لابد من العمل على ترشيد المياه في المشاريع المروية .

يؤثر اختيار المحاصيل وتعاقبها على كمية المياه الري المستهلك وعلي تكاليف نظام الري في المشروع الزراعي اذ يحدد سعة الطلمبات وقنوات النقل والتوصيل والتوزيع ، كما تؤثر انواع المحاصيل وتعاقبها على نظم تشغيل منشات الري . اعتمد تصميم اغلب المشاريع الزراعية على نظام الري السطحي بالقنوات المكشوفة في مشروع الجزيرة . تعرض مشروع الجزيرة لتغيرات في الدورة الزراعية ابتداء من سنة 1964م اذ تم ادخال سياسة التكثيف والتوزيع وتغيرت الدورة من الثلاثية تعتمد على القطن الى دورة رباعية ، وفي العام(1991م-1992م) تم ادخال القمح كمحصول غذائي في مشروع الجزيرة وتغيرت الدورة الزراعية الامر الذي اثر على توزيع المياه وتوفرها للمستخدمين . وللدورة الزراعية تاثيرات اخرى على استخدامات الاليات وعلى الموارد المائية .

1.2 تحديد المشكلة :

تعرض السودان في السنوات الاخيرة لموجة جفاف حادة وتغيرات في المناخ لها اثر كبير على تقديرات الاحتياجات المائية للمحاصيل حسب دورتها الزراعية .

كما ان الاحتياجات المائية للمحاصيل متغيرة بتغير الدورات الزراعية و عوامل التربة ، انواع وتركيبة المحاصيل ، ونوعية المياه والنظم الإدارية السائدة . وكما هو معلوم ادت هذه التغيرات الى عدم الدقة في تحديد وتقدير طلبيات المياه على مستوى الحقل ونتج عن ذلك :-

- الإخلال بالتوازن البيولوجي للارض نتيجة لعدم تنوع المحاصيل التي تزرع .
- الإستنزاف المستمر للمادة العضوية من التربة في حالة عدم تعويض ما تفقده الارض من الدبال وتسوء خواص الارض وتقل خصوبتها .
- إحداث إضرار للارض من تكرار ري المحصول بكميات كبيرة من ماء الري مثل الأرز مما يسبب استنزاف بعض العناصر والإضرار بخواص الارض .
- تدني الإنتاجية بسبب فقد الارض لبعض العناصرالهامة مثل النيتروجين .
- تؤثر تغيرات الدورات الزراعية على كمية مياه الري المستهلكة وفي ظل محدودية مياه الري في السودان عموما ماهي انسب دورة زراعية تؤدي لترشيد استخدام مياه الري .

1.3 اهداف الدراسة :

الهدف العام لهذه الدراسة مفاضلة الدورات الزراعية المختلفة التم تم استخدامها في مشروع الجزيرة للحصول الى انسب دورة تؤدي لترشيد مياه الري المحدودة .

الاهداف التفصيلية :

1- تقدير الاحتياجات المائية لمحاصيل الدورات الزراعية المستخدمة في مشروع الجزيرة باستخدام برنامج CROP WAT .

2- تجميع بيانات الانتاجية والمساحات المزروعة لكل محصول والتكاليف وبيانات ايرادات المياه من الخزان لاغراض المفاضلة بين الدورات الزراعية التي تم استخدامها في مشروع الجزيرة .

البـــاب الثـــاني

أدبيات البحث

2.1 الدورات الزراعية :

2.1.1 مقدمة :

الدورة الزراعية او الدورة المحصولية او تدوير المحاصيل هو تناوب محاصيل مختلفة على قطعة ارض واحدة . تعتبر الدورات الزراعية من العناصر الهامة في زيادة الانتاج وتحسين خصوبة التربة ، كما تعتبر احدى مميزات الزراعة الحديثة وان كان السابقون قد طبقوا مبادئها تطبيقا عمليا دون معرفة حقيقة هذه المبادئ . وهو زراعة الارض باكثر من محصول في نفس العام . مثلا زراعتها بنوع معين من المحاصيل ثم بعد جنيه زراعتها بنوع اخر من المحاصيل . وهذه العملية تفيد في عدم نفاذ المعادن والعناصرالموجودة في التربة لانه عند زراعة الارض نفس المحصول طوال العام سوف يؤدي استهلاك المعادن والعناصر التي يحتاجها هذا العنصر فبالتالي نفاذها من التربة ولكن عند تدوير المحاصيل او الدورة الزراعية يمكن الارض من استعادة العناصر او المعادن الموجودة في التربة (Rowe,2011).

تعريفات :

1. **الدورة الزراعية :** يقصد بالدورة الزراعية ترتيب الحاصلات إثر بعضها البعض في بقعة معينة من الارض وبنظام معين وتسمى الدورة وعادة باسم اكبر حاصلاتها من الوجهة الاقتصادية ، كما تتبع عادة بوصف عددي يدل على السنين التي تنقضي بين زراعة المحصول الرئيسي مرة وبين إعادة زراعته مرة اخرى في بقعته . فيقال دورة ثنائية او ثلاثية او سداسية إذا كان مدة الدورة سنتين او ثلاث او ست سنوات .
2. **زمن الدورة الزراعية :** هي الفترة اللازمة لتعاقب المحصول الرئيسي لنفس الشريحة من الارض .
3. **المحصول الرئيسي :** هو المحصول الذي تقاس بموجبه مدة الدورة وتسمى باسمه .
4. **الشريحة :** هي قطعة من أرض الدورة يزرع فيها محصول واحد وتقسم أرض الدورة الى عدد من الشرائح تساوي عدد سنين الدورة .
5. **المحصول الاحتياطي :** هو المحصول الذي يزرع في شرائح الدورة لإكمال مدة الدورة .
6. **فترة قبل الزراعة :** هي الفترة التي تلي المحصول السابق وتساعد على تحضير الارض للزراعة .

2.1.2 أهمية الدورات الزراعية :

1. تزيد من المادة العضوية الآزوت والسعة الحقلية للتربة وبشكل خاص الدورات الزراعية التي تدخلها المحاصيل البقولية .
2. تساعد على امتصاص العناصر الغذائية والماء من اعماق مختلفة في التربة نتيجة تعاقب محاصيل ذات الجذور العميقة ذات انظمة جذرية مختلفة حيث تقوم المحاصيل ذات الجذور العميقة بامتصاص العناصر الغذائية من الاعماق وتترك متبقياتها بعد الحصاد لكي تستفيد منها النباتات ذا الجذور السطحية .
3. تساعد على استمرارية زراعة المحاصيل المناسبة لمعظم فصول السنة .
4. تساعد على تنظيم ماء الري وصيانة التربة من الجرف والغسيل وتحسين خواص التربة وبنائها .
5. تساعد على الحد من انتشار الامراض والحشرات والاعشاب
6. تساعد على استفادة المحاصيل من العناصر الغذائية المختلفة في التربة نتيجة اختلاف كمية ونوعية احتياجاتها الغذائية .

تساعد على الحد من انتشار الحشائش والاعشاب .

2.1.3 أنواع الدورات الزراعية :

حسب درجة الكثافة الى :

1. **دورات زراعية غير كثيفة :**

وهي الدورات التي يكون احد اقسامها بورا والاقسام الاخرى تحتوي على محصول واحد فقط . وتنفع مثل هذه الدورة في المناطق المحدودة الامطار وليس لها مصدر ري صناعي .

2. **دورات زراعية نصف كثيفة :**

وهي التي تحتوي احد اقسامها على محصولين وبية اقسام الدورة على محصول واحد .

وتنفع هذه الدورة في المناطق التي تزداد فيها المطر عن السابقة بحيث تزرع شتاءً ويمكن زراعتها صيفاً على الماء المحفوظ في الابار او التربة .

3. **دورات زراعية كثيفة :**

هي التي تحتوي كل قسم من اقسامها على محصولين حقليين احدهما شتوي والاخر صيفي دون ترك اي وجود كما هو يتبع في السودان ليوفر مياه الري ومنها الدورات التالية :

أ- دورات قطن ثنائية و ثلاثية في ارض خصبة وفي الاراضي الملحية ماذالت ضعيفة وفي اراضي جوار المدن .

ب- دورات قطن رباعية في ارض يزداد بها نموه الخضري وفي ارض رملية تحسنت خواصها وزادت تماسكها وفي ارض ملحية تحت الاصلاح .

ج- دورات بالمناطق الرملية اما ثنائية او ثلاثية .

د- دورات قصب سكر.

2.2 الري في مشروع الجزيرة :

مشروع الجزيرة هو اكبر مشروع تحت ادارة واحدة في العالم اذ تقدر مساحتها 2.1 مليون فدان ومائة الف مزارع ، يمثل 50% من اجمالي الاراضي المروية في السودان . ينحدر مخطط الجزيرة تدريجيا من الجنوب الى الشمال ويتم ريه بالاف الكيلومرات من القنوات الرئيسية والقنوات الحقلية الفرعية . يوفر المخطط مصدر رزق لمليوني شخص يعيشون ضمن حدوده ، ومشروع الجزيرة هو مشروع مشترك بين الحكومة والادارة والمزارعين ولكل طرف واجبات وتكلفة محدودة في الانتاج . يقوم المدير العام للري بتزويد المياه حتى قنوات التعدين ومن تلك النقطة فصاعدا يتم تشغيل توزيع المياه من موظفي المشروع

الهدف الرئيسي للخطة هو تطوير وتعزيز الموارد لتحقيق اقصى فائدة اجتماعية واقتصادية للمزارعين والاشخاص الذين يعيشون داخل النظام . وفي العام 1992م قام البرنامج بترجمة السياسة الحكومية لتحقيق الامن الغذائي وتقليل مساحة المحاصيل النقدية (القطن-والفول السوداني) وزيادة مساحة المحاصيل الغذائية (القمح والذرة الرفيعة) وانخفضت مساحة محصول القطن لموسم 1991م/1992م بنسبة 45% وزادت محاصيل الحبوب بنسبة 100% .

الحكومة مسؤولة عن صيانة القنوات الرئيسية وعمليات الري وحتى القنوات الصغيرة . الحد الاقصى للمساحة التي يمكن ريها هو نصف المخطط اي م يعادل 1.5 مليون فدان كل عام ، كما ان الحكومة مسؤولة عن استيراد جميع المواد الكيميائية والمدخلات وتسويق القطن وتحديد سعر بوابة مزرعة القطن والقمح ، مجلس السودان للجزيرة (SGB) هو المسؤول عن تحديد مساحة المحاصيل التي سيتم زرعتها كل عام وتسوية الارض والاعدادها باستخدام اليات المخطط . والحفاظ على قنوات الحقل الفرعية . يوفر النظام المدخلات الزراعية ويشر ف على تسغيل المزارعين ويحافظ على الاصول الثابتة للنظام . يحتفظ مجلس الجزيرة السوداني (SGB) ايضا بجميع السجلات المالية الخاصة بالمخطط وحسابات المزارعين الفردية وفي نهاية العام او الموسم الزراعي ، يتم الكشف عن تكلفة خدمات المخطط من الحساب الفردي للمزارعين والرصيد المشتت على المزارعين . المزارعون مسؤولون عن العمليات الزراعية مثل الزراعة والري والحصاد ودفع تكاليف الرسوم الاخرى التي لا يدفعها النظام . يعمل المخطط بشكل مستمر لمدة 75 عام(أحمد ، 2004).

2.2.1 نظام الري :

نظام الري في المشروع عبارة عن شبكة ضخمة من القنوات الرئيسية والفرعية والصغرى والحقلية . يتكون نظام الري من قناتين رئيسيتين وهما قناة الجزيرة والمناقل ويبلغ طولهما 261 كم ، و 11 قناة

فرعية بطول إجمالي 651 كم ، و107 قناة رئيسية بطول 1.652 كم ، و1489 قناة فرعية بطول 8119 كم ، تتكون قنوات الحقل من 29000 (ابو XX) بطول اجمالي يبلغ 40.000 كم و 350.000 (ابو ستة) بطول 100000 كم وبسعة 50 لتر/ثانية . الهدف من تصميم نظام الري هو توفير امدادت مياه كافية للمحاصيل المزروعة وموثوقية امدادت المياه بغض النظر عن الوقت والمكان داخل النظام . وخلال موسم 1990م-1989م اشار الدراسات حول اداء نظام الري ان اداء النقل الراسي ووسط القنوات الرئيسية والفرعية جيد ولكن عن الزيل الزيل الرئيسي والوسطى والزيل من الاداء الثانوي كان غير مرضي لامداد 20% وهي اقل من الكميات المستهدفة من المياه ، كما ذكرها (شفيق م.س. ، 2008) وذلك مع وجود الطمي في القنوات الموجودة في انتشار الحشائش ، زادت ممارسات الري غير المراقبة الى تحول نظام الري بالتخزين الليلي الى نظام ري مستمر وتدهور جدولة الري وتوقيته . يستغرق ري رقعة قطعة ارض مساحتها 90 فدان وقت اطول من وقت اطار الري التصميمي ، ولا يمكن الحفاظ على التشغيل الكامل لنظام الري .

يعتمد الانتاج الزراعي في مشروع الجزيرة بصفة اساسية علي الري الصناعي وكذلك الامطار في الفترة ما بين شهري (يوليو-أكتوبر) التي تساهم في ري بعض المحاصيل الصيفية .

يتم ري المشروع عن طريق ما يعرف بالري الانسيابي من سد سنار الذي انشأ عام(1925م) .

ويتم توزيع المياه بواسطة شبكة من القنوات يبلغ طولها (375,14 كيلو متر) بطاقة تخزينية قدرها 31 مليون متر مكعب وقد تم تصميم هذا النظام ليعمل بنظام التخزين ليلاً .

يتم التحكم في حجم المياه وتوزيعها لمقابلة الاحتياجات المائية لمحاصيل الدورة الزراعية بواسطة عمالاً واجهزة تشغيل مختلفة موزعة على طول هذه القنوات(اسحق ، 2015) .

يعتمد الري الانسيابي الذي يتميز بانخفاض تكاليفه ، على مدى استواء سطح الارض وانسيابها من الجنوب الى الشمال ، وذلك من خلال شبكة من القنوات طولها 2300 كيلو متر وقناتين (ترعتين)رئيسيتين بسعة 345 متر مكعب/الثانية وهما قناة الجزيرة وقناة المناقل .

وتعمل هذة القنوات ابتداء من الترعة الرئيسية على نقل المياه من السد الى الترعة الفرعية ومنها جداول (ابو عشرين) الى جداول اخرى اصغر حجماً تعرف ب (ابوستة) ومن ابو ستة الى الجدول الاصغرداخل المساحة المزروعة .

كانت ارض المزراع سابقا مقسمة الى اربع حواشات ، مساحة الواحد منها تبلغ 5 فدان .

ولكن بتغير الدورة الزراعية الى خماسية اصبحت الحواشات بمساحة 4 فدان نسبة لتغير التركيبة المحصولية للمزارع (الضو ، 2004).

2.2 تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل :

عرف (سمير،2008) **الاستهلاك المائي للنبات على انه :**

مجموع ما يفقد النبات من الماء عن طريق التبخر نتح وما يدخل في بناء انسجته وبما ان الماء المستهلك في بناء الانسجة قليل جدا يطلق على الاستهلاك المائي اصطلاح التبخر نتح ETc ويقدر احتياج النبات من مياه الري بالفرق بين استهلاك النبات وكمية مياه الامطار الفعالة .

يعتمد الاحتياج المائي الواجب توفيره لري المحاصيل حتى تنمو في ظروف مثالية على :

1- عوامل المناخ ونوع المحصول وفترة النمو
2- المحصول وخصائص التربة ونوع نظام الري المستخدم
3- يمكن امداد المحاصيل باحتياجاتها المائية على الامطار الكلية او بالري التكميلي او بالري الكلي عليه عند تحديد احتياجات المحاصيل من مياه الري لابد من وضع الامطار والضائعات المائية لمساهمة المياه الجوفية في الاعتبار .

اهم العوامل المؤثرة على الاستهلاك المائي للنبات :

أ- عوامل التربة : يمكن تلخيصها في انها تمثل خزان لحفظ المياه ذات سعة معلومة ولكن النبات لا يستفيد من الرطوبة في التربة الا لعمق محدود لا يمكن للجذور عداه ان تمتصها .

ب- عوامل المناخ : اهم العوامل المؤثرة درجة الحرارة ، والامطار تؤثر على كثافة النباتات وعلى توزيعها الجغرافي في مناطق العالم المناخية المختلفة .

2.2.1 تقدير التبخر نتح القياسي :

يتم قياس وتحديد التبخر نتح بصورة كمية بطريقتين

1/ الطريقة الحسابية باستخدام بيانات الارصاد الجوية :

تعتمد على استخدام بيانات الارصاد الجوية في حسابات تاثير العوامل المناخية على الاستهلاك المائي ثم معلمل المحصول الذي يعتمد على نوع المحاصيل ومرحلة نموه وذلك بتطبيق المعادلة :

$$ETc = Kc * ET\circ \quad (1)$$ (سمير ، 2008)

حيث ان :

ETc = الاستهلاك المائي للمحصول

Kc = معامل المحصول

ET○ = جهد التبخر نتح

جهد التبخر نتح : هو معدل التبخر نتح من سطح نبات اخضر متجانس عند ارتفاع 8-10 سم من حالة نمو نشط ويغطي سطح التربة تماما تحت ظروف لا ينقصها الماء .

2.طريقة القياس المباشر :

1- طريقة الرطوبة المستنفذة Soil Water Depletion

يمكن قياس الاستهلاك المائي للمحصول تحت الظروف الحقلية عن طريق قياس التغير في رطوبة التربة وذلك عبر اوقات مختلفة على مدى موسم النمو قبل وبعد الري

2- تاخذ عينات من طبقات التربة في منطقة انتشار الجذور وتقدير رطوبتها بالطريقة الوزنية

1- دراسة التوازن المائي :Water Palance

تعتمد هذه الطريقة على حساب الماء الكلي المضاف والماء الكلي المفقود وذلك لمساحة حقلية كبيرة وتنص الطريقة " التغير في المحتوى الرطوبي خلال فترة معينة يساوي الفرق بين كميات الماء المضافة وكمية المياه المفقودة " ويمكن التعبير عن هذا التوازن كما يلي :

$$Ei = In + Pe + Ge - De + \Delta W \qquad (2)$$ (سمير ،2008)

حيث :

Ei = الاتزان المائي للمحصول

ΔW = التغير في الرطوبة الارضية لمساحة معينة

Dp = التسرب العميق

In = عمق ماء الري الصافي

Pe = عمق المطر الفعال الذي يصل الى سطح التربة

Ge = مساهمة الماء الارضي

3. الليسيمترات Lysimeters

وهوعبارة عن تنك في الارض او وعاء كبير مملوء بالتربة ينمو فيه المحصول تحت الظروف الطبيعية لقياس كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر نتح وهذه الطريقة تعطي قياسات مباشرة للاستهلاك المائي للمحصول وتستخدم في تقييم الطرق المختلفة لحساب الاستهلاك المائي

المعادلة :

$$ETc = Pe + In - Dp \pm \Delta W \qquad (3)$$ (سمير ، 2008)

2.2.3 تقدير الانتاجية :

الانتاجية الاقتصادية لمحاصيل الحبوب هي الانتاجية المتوقع الحصول عليها من المحصول قبل حصاده (علي ، 2009) . وتعتمد الانتاجية على عدة عوامل وتسمى مكونات الانتاج وهي :

1. عدد النباتات / $م^3$
2. عدد الافرع المنتجة في النبات الواحد
3. عدد الحبوب في السنبلة

4. وزن الالف حبة بالجرام

ولتحديد الانتاجية الاقتصادية للمحاصيل نتبع الطرق التالية :

اولا : تحديد عدد السنابل في المتر المربع وذلك بالمعادلة

عدد النباتات / م^2 – عدد الافرع المنتجة /النبات

ثانيا : عدد الحبوب في المتر المربع

عدد السنابل / م^2 – عدد الحبوب / السنبلة

ثالثا : الانتاج / م^2 = عدد الحبوب / م^2 – وزن الالف حبة .

ولتحديد هذه العوامل نتبع الطرق التالية :

1. لتحديد عدد النباتات / م^2 نؤخذ من الحقل مباشرة في عدد من المكررات عشوائيا ، ويعتمد عددالتكرارات على مساحة القطعة على الا تقل عن اربع مكررات ثم يؤخذ المتوسط
2. بطريقة عشوائية تؤحذ حزمة من النباتات حوالي 40 نبات من كل مكرر في الحقل لتحديد عدد الافرع المنتجة ثم يؤخذ المتوسط للنبات الواحد .
3. بطريقة عشوائية ايضا تؤخذ من 50 الى 100 سنبلة لتحديد عدد الحبوب في السنبلة ووزن الالف حبة . ومن ثم تحدد بعد ذلك الانتاجية الاقتصادية للمحصول بالمعادلة التالية :

الانتاجية الاقتصادية = عدد النباتات / م^2 – عدد السنابل /النبات - عدد الحبوب ÷ السنبلة – وزن الالف حبة (جم/م)

عاده ما تتم عملية تحديد وزن الحبوب في مرحلة النضج الهجين عندما تكون الحبوب تحتوي على نسبة عالية من الرطوبة (20%) وهي نسبة رطوبة اعلى من النسبة الماخوذة بها عالميا عند حصاد المحصول وهي غالبا في القمح والشعيرمثلا (14%) لذلك لابد للانتاجية الاقتصادية ان تحسب على هذه الدرجة من الرطوبة (علي ، 2009).

لذلك تحسب الانتاجية الاقتصادية المتحصل عليها بالمعادلة :

$$X = \frac{A(100-B)}{(100-C)} \qquad (4)$$

(علي ، 2009)

حيث : X = هي الانتاجية الاقتصادية للمحصول في نسبة الرطوبة المثلى للمحصول

A = الانتاجية الاقتصادية للمحصول في نسبة الرطوبة في مرحلة النضج

B = نسبة الرطوبة الحقيقية عند مرحلة النضج

C = نسبة الرطوبة المثلى عند الحصاد

الانتاجية الاقتصادية عادة ما تكون اكثر من الانتاجية الفعلية والفرق بين الانتاجيتين يعرف بالفاقد في الحصاد الفاقد في الحصاد = الانتاجية الاقتصادية – الانتاجية الفعلية

وهذا الفاقد اما ناتج من عملية الحصاد او فرط الحبوب من السنبلة او ازدياد ظاهرة الرقاد او العوامل الخارجية كالطيور مثلا . وفي حالة المحاصيلالتي تزرع في سطور واسعة كالذرة الشامية مثلا من الصعب تحديد عدد النباتات في المتر المربع ولذلك تحدد عدد النباتات في طول السطر بما يعادله 10 م^{2}وذلك بالمعادلة :

$$D = \frac{10m}{M} \qquad (5)$$

حيث : (علي ، 2009).

D = طول السطر الذي يعادل عدد النباتات فيه

M = المسافة بين السطور

كلما كانت المسافة بين السطور منخفضة كلما زادت هذه الطول

شرح برنامج :- CROPWAT البرنامج هو عبارة عن نموذج لحساب البخر-نتح المرجعي وتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل ودولة الري .

يعتمد البرنامج على معادلة بنمان المعدلة لحساب البخر-نتح المرجعي.

لخطوات التعامل مع برنامج CROPWAT الخاص بتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل وجدولة الري :

1-البيانات المطلوب ادخالها في هذه البرنامج هي :

أ-بيانات مناخية: (درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية.....الخ).

ب-بيانات عن المحصول : (نوعه ، العمق الجذري ، فترة نموه) .

ج-بيانات عن التربة : (نوع التربة ، عمق التربة ....الخ).

2-كيفية حساب البخر-نتح المرجعي ETo)).

يتم حساب ذلك بواسطة معادلة بنمان ، اعتمادا على البيانات المناخية شهرية او كل عشرة ايام (درجة الحرارة العظمى والصغرى ، الرطوبة النسبية ، عدد ساعات السطوع الشمسي وسرعة الرياح).

3-البيانات المطرية : يتم ادخال البيانات المطرية بشكل (يومي ، كل عشرة ايام ، او شهري)

4-التنوع المحصولي : يشمل تاريخ الزراعة ، معامل المحصول ، ايام مراحل النمو ، الانخفاض الجزئي في الرطوبة المساحة المزروعة (0-100%) من المساحة الكلية .

5-بيانات التربة : المطلوبة في حالة جدولة مياه الري :

الرطوبة المتاحة الكلية ، اقصى عمق جذري ، نسبة انخفاض الرطوبة النسبية من الرطوبة الكلية .

6-جدولة مياه الري : هناك عدة خيارات يمكن اختيارها بناء على تطبيق عملية الري وتوقيت الري وعمق الاضافة لمياه الري.

المخرجات :مخرجات البرنامج تكون على هيئة جداول ومنحنيات بشكل يومي او اسبوعي او كل عشرة ايام او شهري حسب الطلب . مخرجات التنوع المحصولي يمكن ان تشمل على :

1-البخر-نتح المرجعي ETo/Period)) .

2-معامل المحصول Kc))

3-المطر الفعال mm/Period)) كمية المياه التي تدخل التربة .

4-الاحتياجات المائية للمحصول (ETm)(mm/Period) .

5-احتياجات الري (IWR)(mm/Period)) .

6-الرطوبة الكلية المتاحة (TAM)(mm) .

7-الرطوبة المتاحة اليومية (RAM)(mm).

8-الاحتياج المائي الفعلي (Etc)(mm).

9-علاقة الاحتياج المائي الحقيقي الى اقصى احتياج مائي (Etc/ETm) .

10-العجز في رطوبة التربة اليومية mm)) .

11-فترة الري (days) وعمق ماء الري المضاف (mm).

12-فواقد الري (mm) الماء المفقود عن طريق الجريان السطحي او التسرب العميق).

13- تقدير الانخفاض في الانتاجية (ترجمة من منشورات الفاو لMarica) .

الباب الثالث

طرق ووسائل البحث

3.1 موقع البحث:

يقع مشروع الجزيرة في وسط السودان بين النيلين الازرق والابيض في السهل الطيني الممتد من منطقة سنار الى جنوب الخرطوم ، وانشئ هذا المشروع في عام 1925م .ومشروع الجزيرة وهو من اقدم واكبر المشاريع المروية في السودان حيث يمثل 50% من المساحة المروية في السودان . بدات انطلاقة المشروع في عام 1925 م بعد انشاء خزان سنار ، تبلغ المساحة الكلية للمشروع 2.2 مليون فدان .

يساهم المشروع في الوقت الحاضر بنحو 65 % من انتاج البلاد من القطن ونسبة كبيرة من انتاج القمح والذرة والمحاصيل البستانية .

شهد مشروع الجزيرة منذ انشاءه العديد من التغيرات . وحل مجلس السودان للجزيرة محل نقابة التخطيط السودانية عام 1950م ، وقد خضعت علاقات الانتاج لعدة تعديلات وتم تعديل نظام الحاسب المشترك في اعوام 1946 و 1950 و 1970 وتم استبدال بنظام الحاسب الفردي في عام 1981م بالاضافة الى ، تم تكثيف انتاج المحاصيل وتنويعه عن طريق ادخال الفول السوداني كمحصول نقدي والقمح كبديل للاستيراد وكذلك عن طريق التوسع في زراعة الخضروات . في لوائل الثمانينيات تم وضع خطط لادخال زراعة الاعلاف كاساس لدمج انتاج الماشية الحية في نظام المحاصييل في المخطط . وكل هذه التطورات ادت الى العديد من التغيرات الدوران المحصولي المعتمد .

كانت الترتيبات الخاصة بالمصادقة على ملكية الارض موجودة في منطقة الجزيرة قبل انشاء مشروع الجزيرة ومع ظهور نظام الري صدر تشريع لتجنب المضاربة ومنع بيع الاراضي لغير السكان . ولدي انشاء المشروع اشترت الحكومة او استاجرت الارض من اصحابها بموجب قانون اراضي الجزيرة لعام 1921م كاعادة تصل الى 60% من اراضي مشروع الجزيرة تحت المستاجر وملكية له ، وكانت الارض مملوكة للقطاع الخاص مؤجرة للحكومة على اساس الزامي بمعدل سنوي ثابت 0.10 ليرة للفدان (الضو ،2004).

Map 1: The Gezira Scheme

Source: Brandt et al. (1987)

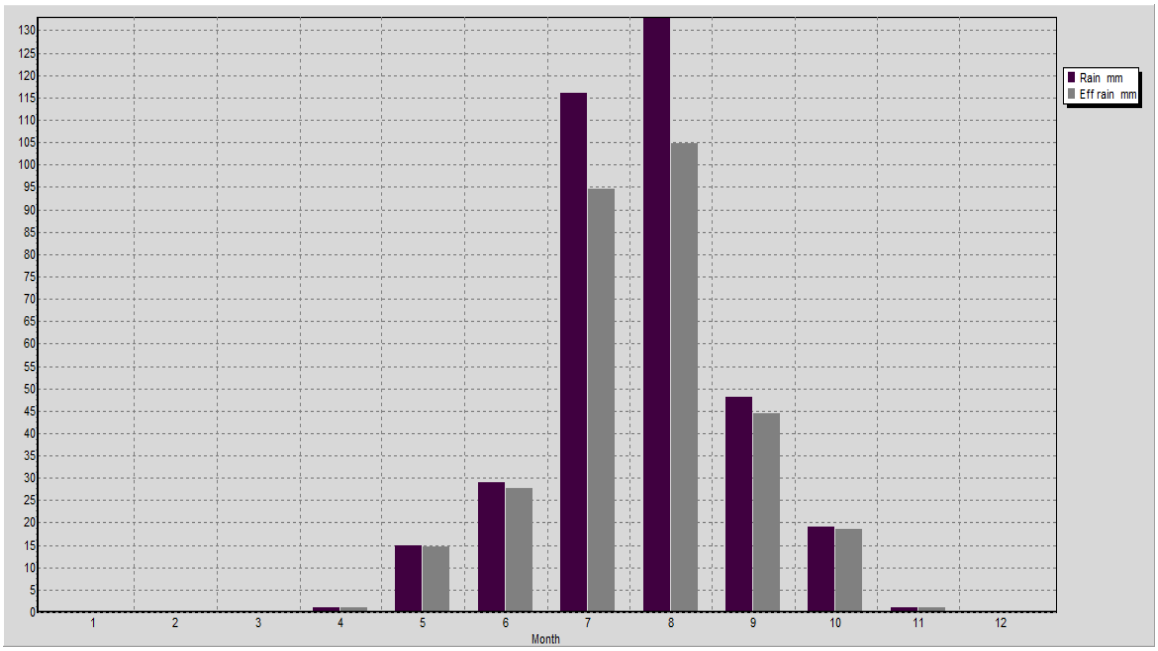
خريطة مشروع الجزيرة

3.2تجميع البيانات :

تم تجميع البيانات من برنامج الفاو CLIMWAT

-الامطار:

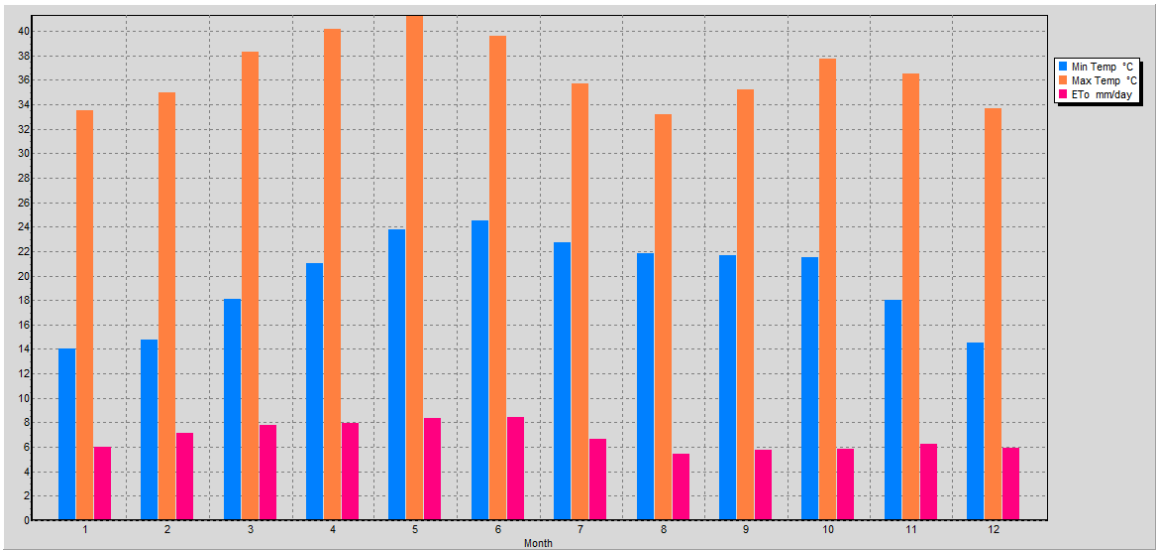
شكل (3-1) : يوضح متوسط توزيع الامطار الشهري



أعلى نسبة للأمطار تكون في شهر أغسطس أدنى امطار تكون في شهر ابريل وشهر نوفمبر .

-التبخر نتح :

الشكل (3-2) يوضح متوسط معدل التبخر نتح



تكون اعلى نسبة من التبخر نتح في مايو ويونيو وادنى تبخرمنه في شهر اغسطس .

-عناصر المناخ (شهرياً):

1-درجة الحرارة :

جدول (3.1) يوضح اعلى وادنى ومتوسط درجة حرارة

Month	Min Temp	Max Temp
	°C	°C
January	14	33.5
February	14.8	35
March	18.1	38.3
April	21	40.2
May	23.8	41.3
June	24.5	39.6
July	22.7	35.7
August	21.8	33.2
September	21.7	35.2
October	21.5	37.7
November	18	36.5
December	14.5	33.7
Average	19.7	36.7

يلاحظ من الجدول (3.1) اعلى درجة حرارة كانت في شهر مايو و ابريل و يونيو وادنى درجة حرارة كانت في يناير و ديسمبر .

2-سرعة الرياح :

الجدول (3.2) يوضح متوسط سرعة الرياح

Month	Wind
	km/day
January	216
February	242
March	216
April	190
May	216
June	268
July	268
August	242
September	190
October	138
November	190
December	216
Average	216

من الجدول (3.2) اعلى سرعة رياح كان في شهر يونيو ويوليو وادنى سرعة في شهر اكتوبر.

3-ساعات سطوع الشمس :

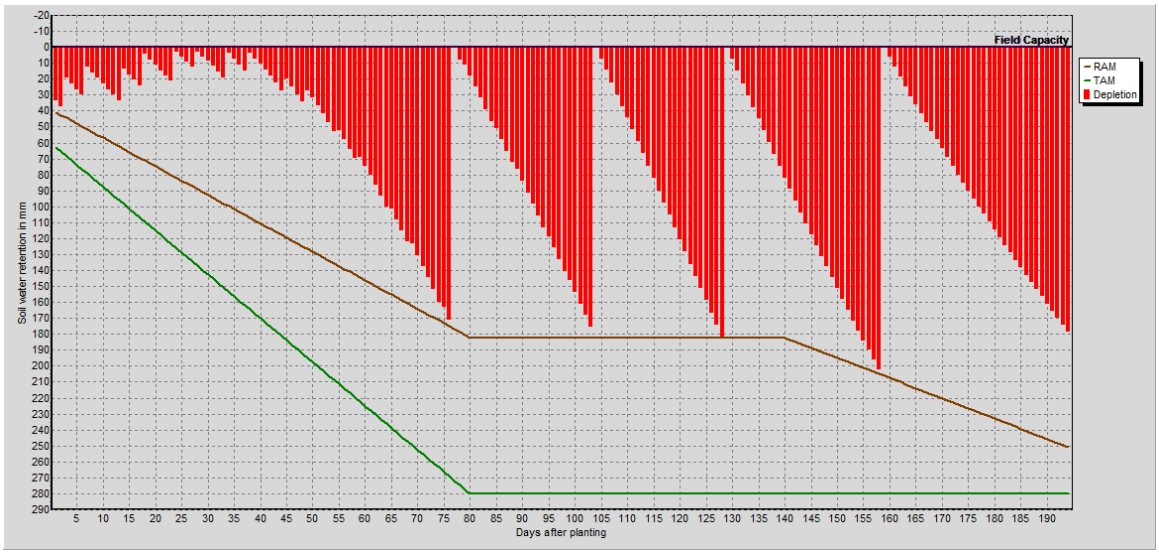
الجدول (3.3) يوضح متوسط ساعات شروق الشمس

Month	Sun
	hours
January	10.3
February	10.7
March	10.4
April	10.6
May	10.1
June	9.3
July	7.7
August	7.6
September	9.2
October	9.9
November	10.4
December	10.5
Average	9.7

من الجدول (3.4) اعلى ساعات سطوع شمسي كان في شهر فبراير وابريل وادنى ساعات سطوع في شهر يونيو ويوليو .

4-الرطوبة النسبية :

الشكل (3.3) يوضح متوسط الرطوبة النسبية



الشكل (3.3) اعلى رطوبة نسبية عند العمق 200 ملم وادنى رطوبة عند العمق 10 ملم .

3.3 بيانات المحاصيل وتعاقبها:

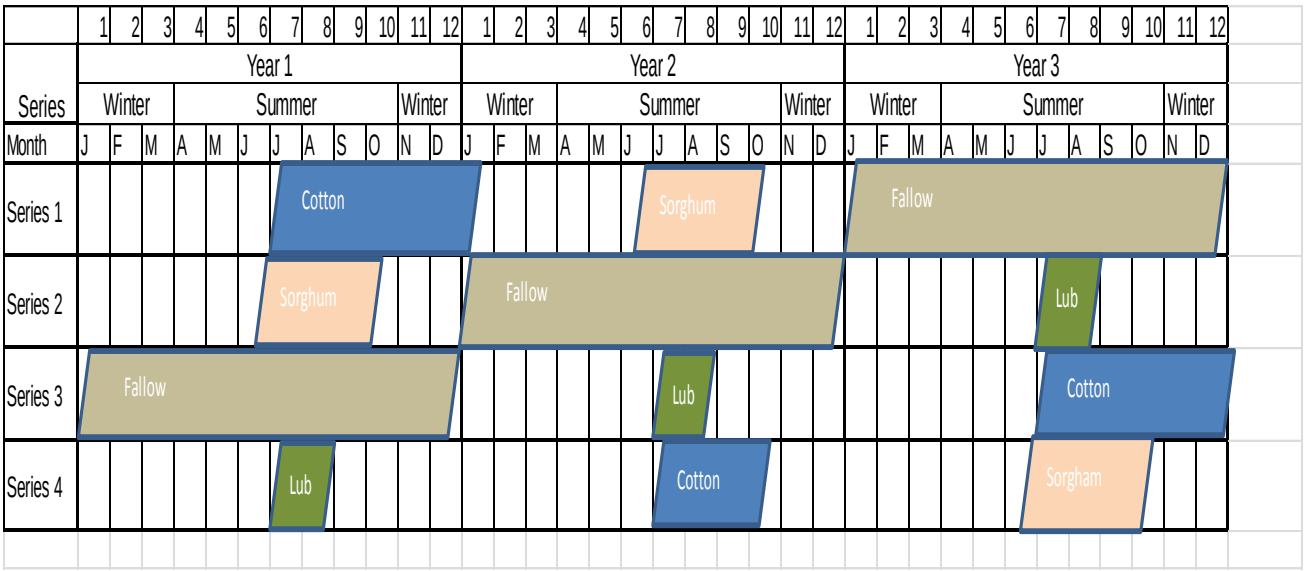
جدول (3.4) يوضح الدورات الزراعية التى تم استخدامها في الدراسة.

NO	Rotation designation	Crop rotation description	Years	Land use intensity %
1	3 course R	Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fallow	1965	47 %
2	4 course R	Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fallow	1975	75 %
3	5 course R Act(A)	Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fodder/Fallow- Fallow	1993	72 %
4	5 course R Act(B)	Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fodder/Fallow- Fallow	2002	53 %

Sourse : (Kheiry Hassan . 2015) .

بدا التناوب المحصولي في مشروع الجزيرة بالسودان بثلاثة دورات للمحاصيل عام 1925م وهي (القطن - البور – البور – القطن – البور – الذرة الرفيعة – اللوبيا/ البور)بكثافة استخدام الارض 43.75 % .

الرسم (3.1) يوضح الدورة الزراعية الثلاثية في مشروع الجزيرة .

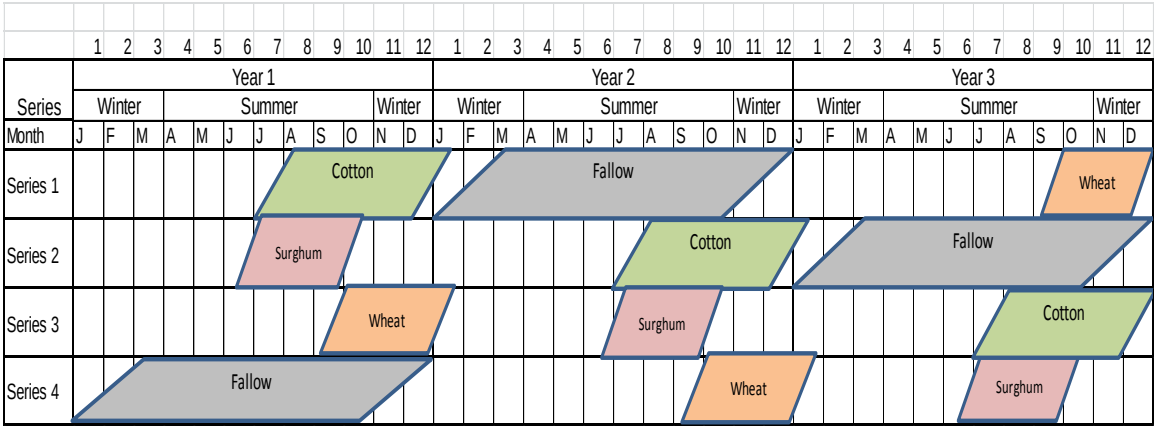


بعد عام 1960م بدا التكثيف وتم ادخال الفول السوداني والقمح وتغيرت الدورة الزراعية الى (قطن- قمح- ذرة/فول سوداني- بور) بكثافة استخدام الارض 75% . في التسعينيات فرضت الحكومة سياسة الامن الغذائي وتم تخليص مساحة المحاصيل النقدية وزادت

مساحة محاصيل الذرة بنسبة 94% . يلخص الجدول ادناه تناوب المحاصيل وكثافة استخدام الاراضي التي تم اخذها في اعتبار الدراسة .

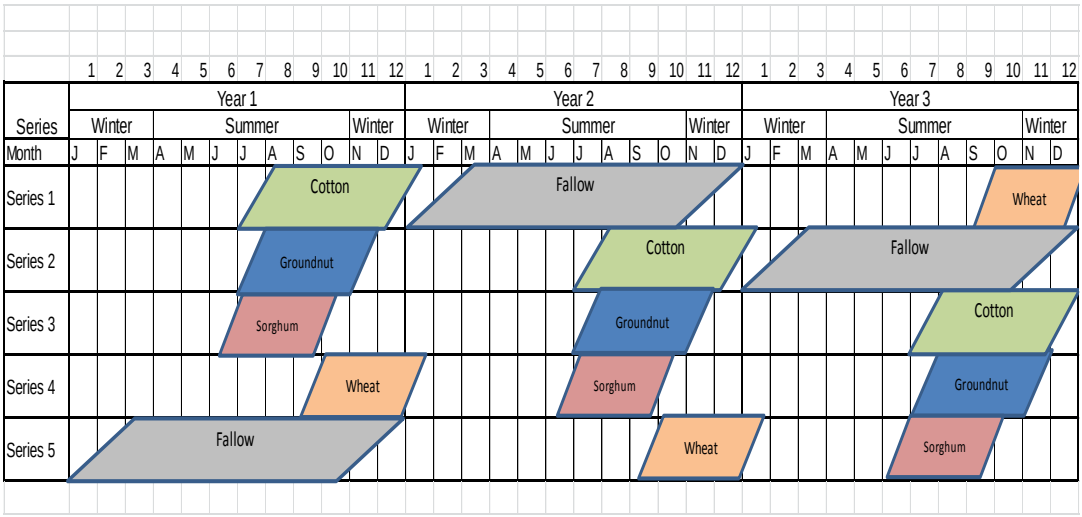
1-الدورة الثلاثية : (Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fallow)

الرسم (3.2)يوضح الدورة الثلاثية :3Course R



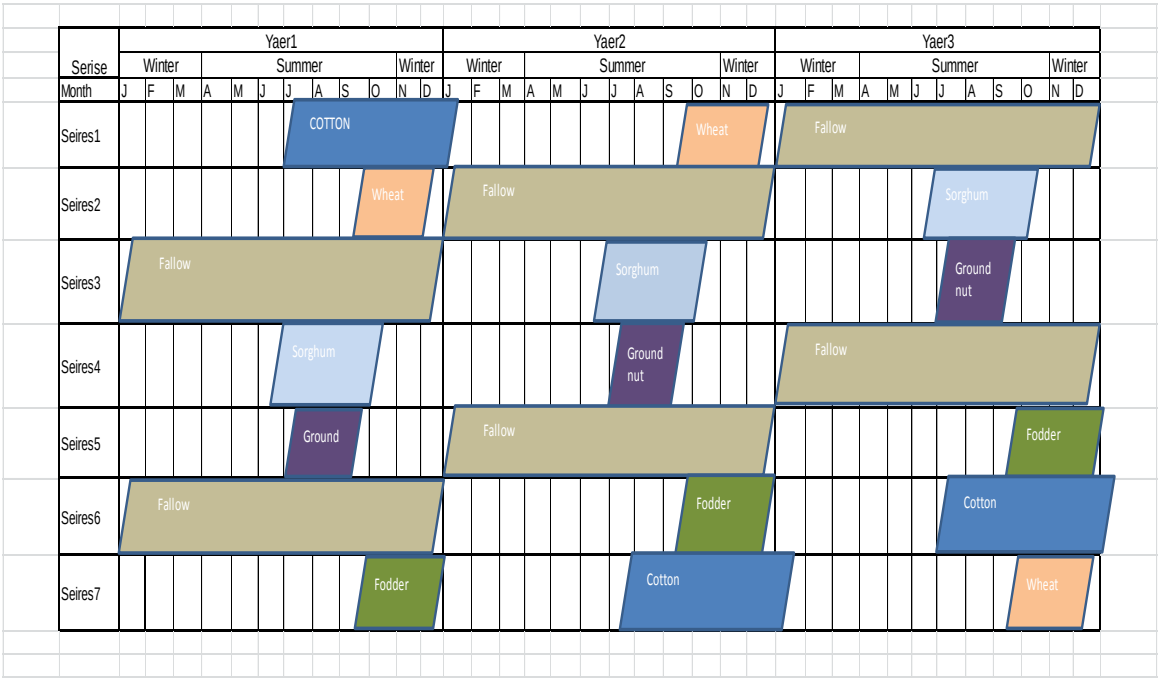
2-الدورة الرباعية :(Cotton- Wheat- Sorg/Gnut- Fallow)

الرسم (3.3) يوضح الدورة الرباعية :4Course R



3-الدورة الخماسية الاول(A)5CR Act والخماسية الثانية (B)5CR Act

الرسم (3.4) يوضح الدورتين الخماسة الاول والثانية:



3.3.2 تواريخ الزراعة :

الجدول (3.5) يوضح تاريخ زراعة المحاصيل كما متبع في مشروع الجزيرة (الفاو).

المحصول	تاريخ الزراعة	نهاية فترة الزراعة
القطن Cotton	01/07	
القمح Wheat	15/09	15/10
الذرة Sorghum	15/06	
الفول السوداني Groundnut	01/07	15/07
الاعلاف Fodder		

3.4 بيانات المساحات المزروعة :

اعتمادا على بيانات الوحدة الاقتصادية لمشروع الجزيرة المساحات التي تم تخصيصها وزراعتها للمحاصيل المختلفة بالجزيرة كما

بالجدول (3.6) :

No	Crop rotation	Cotton	Wheat	Sorghum	Groundnut	Fodder	Area/fed	% Total area
1	3 course R	507 000	75 000	255 000	60 000	95 000	992 000	45.1%
	Land use %	51%	7%	26%	6%	9%	100%	
2	4 course R	603 000	428 000	154 000	361 000	49 000	1 595 000	72.5%
	Land use %	38%	27%	9%	23%	3%	100%	
3	5 course R Org.	420 000	420 000	210 000	210 000	420 000	1 680 000	76.4%
	Land use %	25%	25%	13%	13%	25%	100%	
4	5 course R Act (A)	175 000	514 034	621 736	163 814	52 000	1 526 584	69.4%
	Land use %	11%	34%	41%	11%	3%	100%	
5	5 course R Act (B)	190 000	81 000	679 000	45 000	130 000	1 125 000	51.1%
	Land use %	17%	7%	60%	4%	12%	100%	

Sourse : (Kheiry Hassan . 2015) .

3.5 بيانات إيرادات المياه من الخزان شهرياً :

من خلال البيانات الثانوية التي تم تجميعها من مشروع الجزيرة اوضحت الدراسة ان الدورة الرباعية اكثر استهلاكا للمياه وان الفترة من اغسطس الى ديسمبر اكثر الفترات احتياجاً للمياه لكل الدورات الزراعية (اسحق ، 2015) .

الجدول (3.7) يوضح الاحتياج المائي للدورات الزراعية :

Month	3 Course R	**4 Course R**	5 Course R Act (A)	5 Course R Act (B)
January	541	837	600	358
February	124	124	63	94
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	392	619	761	758
July	372	505	563	580
August	647	833	848	868
September	648	847	871	885
October	603	856	623	502
November	500	817	493	222
December	586	870	585	372
Total	**4,412**	**6,308**	**5,409**	**4,639**
Source : (Kheiry Hassan . 2015)				

3.6 العائدات المالية للدورات الزراعية :

الجدول (3.**8**) يوضح صافي العوائد المالية للدورات الزراعية في مشروع الجزيرة :

Rotation	**3 Course R**	**4 Course R**	**5 Course Org**	**5 Course Act A**	**5 Course Act B**
Mean	57.828	68.766	47.897	19.923	21.667
SD	211.193	251.182	174.953	72.773	79.145
Skewness	0.16889	0.16889	0.16889	0.168889	0.16889
Kurtosis	-0.22335	-0.22335	-0.22335	-0.22335	-0.22335
Min	(497.761)	(592.012)	(412.347)	(171.517)	(186.538)
Max	715.391	850.850	592.632	246.508	268.095

Source : (Keiry Hassan . 2015)

من خلال الجدول اعلاه نجد ان الدورتان 3CR، 4CR لهما اعلى عائد من صافي الارباح من نظام تناوب المحاصيل الاخرى .

3.7 الانتاجية :

يوضح **الجدول (3.9)**ادناه الارباح الحقيقية في الفترة من 1970م – 2002م خاصة بالنسبة للفول السوداني والقطن ، انخفضت بشكل عام خلال التسعينات مقارنة بمستوياتها خلال السبعينيات(الضو،2004) .

الجدول (3.9) يوضح الانتاجية بالقنطار/فدان .

Period	Cotton Ls/feddan	Wheat Ls/feddan	Sorghum Ls/feddan	G/nuts Ls/feddan
1970/71–1979/80	364.15	78.19	122.57	242.39
1980/81–1989/90	151.81	47.00	91.56	129.65
1990/91–1999/00	148.23	61.74	183.82	192.93
1970/71–1999/00	225.55	68.30	138.71	185.65
2000/01–2001/02	350.13	248.15	320.74	105.58

Course : (Eldaw , 2002)

جدول (3.10) يوضح الانتاجية بالطن / فدان لكل دورة :

Rotation	Cotton	Wheat	Groundnut	Sorghum	Fodder	Total
3Course R	7.518	2.29	6.19	4.62	4.62	25.24
4Course R	11.28	3.41	9.28	6.93	6.93	30.9
5Course R Act(A)	6.76	2.05	5.57	4.16	4.16	18.5
5Course R Act(B)	13.53	4.09	11.14	8.32	8.32	37.08

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

4.1 تقدير الاحتياجات المائية للدورات الزراعية بالجزيرة كما في الجدول (3.7) تم حساب الاحتياجات المائية للدورات المختلفة باستخدام برنامج CROP WAT والبيانات التي تم تجميعها في الفصل الثالث .

من الجدول يتضح ان اكبر استهلاك للمياه (6.308) في الدورة الرباعية واكبر استهلاك شهري في شهر سبتمبر في الدورة الخماسية الثانية .باسباب زيادة مساحة محصول القطن .

جدول (5.1) يوضح الاستهلاك المائي للدورات الزراعية :

Month	3 Course R	4 Course R	5 Course Org	5 Course Act A	5 Course Act B
January	541	837	1,144	600	358
February	124	124	277	63	94
March	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0
May	0	0	0	0	0
June	392	619	927	761	758
July	372	505	693	563	580
August	647	833	947	848	868
September	648	847	957	871	885
October	603	856	655	623	502
November	500	817	649	493	222
December	586	870	1,159	585	372
Total	**4,412**	**6,308**	**7,407**	**5,409**	**4,639**

4.2 المفاضلة بين الدورات الزراعية حسب استخدام المياه :

لاغراض المفاضلة بين الدورات الزراعية المستخدمة خلال العام 1965م – 2002م تم استخدام مؤشرات التقييم التالية لكل دورة زراعية :

- كفاءة استخدام الارض .
- كفاءة استخدام المياه .
- كفاءة الاضافة الكلية .
- العائدات من المحصول .

4.3 كفاءة استخدام الارض :

الجدول(3.6) يوضح كفاءة استخدام الارض حسب المساحات المزروعة في كل دورة لكل محصول. من الجدول نجد ان الدورة الرباعية اعلى دورة من حيث كفاءة استخدام الارض (72.5%) واقل في الدورة الثلاثية (45.4%) .

4.4 العائدات المالية :

الجدول (3.8) يوضح صافي الايرادات او العائدات المالية لكل دورة زراعية حيث نجد ان الدورة الرباعية اعلى دورة من حيث العوائد المالية (SDG(850.850 واقل عوائد مالية في الدورة الخماسية الثانية (246.508)

4.4 كفاءة الاضافة :

الدورة الثلاثية	الدورة الرباعية	الدورة الخماسية أ	الدورة الخماسية ب
21.2	30.3	26.0	22.3

التحليل الاحصائي :

باعتبار ان اوزان المؤشرات متساوية والهدف زيادة قيم كل مؤشر ، نجد ان المؤشر التراكمي لكل دورة زراعية كما في الجدول

	3CR		4CR		5CR (A)		5CR (B)
كفاءة استخدام الارض	2204444		2215278		2199689		2201566
كفاءة استخدام المياه	4412		6308		5409		4639
كفاءة الاضافة	21		30		26		22
العائدات المالية	57.828		68.766		19.923		21.667
المؤشر التراكمي	1.18111E+13		2.8828E+13		6.1632E+12		4.8683E+12

من الجدول يتضح ان احسن الخيارات الدورة الرباعية 4C Course R .

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة:

من خلال البيانات الثانوية التي تم تجميعها من مشروع الجزيرة اوضحت الدراسة ان الرباعية اكثر استهلاكا للمياه وان الفترة من اغسطس الى ديسمبر اكثر الفترات احتياجا للمياه لكل الدورات الزراعية .

وللمفاضلة بين الدورات يتضح بان الدورة الرباعية افضل الدورات والتى تؤدي الى تعظيم مؤشرات قياس الاداء المستخدمة .

تشير توصيات هذه الدراسة الى ضرورة استخدام الاليات وتدني خصوبة التربة كمؤشرات اضافية لتحديد افضلية الدورات الزراعية في الدراسات في المستقبل .

المراجع

- ادم ، حسين سليمان (1996) –المناخ الزراعي – دار الاصالة للصحافة والنشر والانتاج الاعلامي.

- سمير ، محمد اسماعيل (2008) –تخطيط وتصميم نظم الري –الناشر : مكتبة بستان المعرفة .

- على ، عثمان الخضر (2009) انتاج محاصيل الحبوب الغذائية في السودان –الناشر : مكتبة الشريف الاكاديمية للنشر والتوزيع –الطبعة الثانية (2012) .

- Kheiry Hassan M. Ishag(2015)Resources Management and Risk Efficiency of Crop Rotation Systems in Sudan Gezira Scheme-Published by Canadian Center of Science and Education .

-Eldaw, A. M. (2004). The Gezira Scheme, Perspectives for Sustainable Development, University of Gezira,Reports and Working Papers 2/2004 .

-Elnour, F. M., &Elamin, A. E. (2014). Status of on-Farm water use efficiency and source of inefficiency in the Sudan Gezira Scheme. International Working Paper Series NAF-IRN Paper No. 14/1 Heep://economia.unipv.it/naf/

- Ahmed, A. E. (2011). Risk sources and attitude among the tenants of the Gezira Scheme–Sudan.*Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 10*(2), 71-75. http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2011.03.006

- Ahmed, M. A. (2004). Effective farm management decision-making in the Gezira Scheme Irrigation Management in Sudan International Irrigation Management Institute .