الباب الأول

المقدمة

الثروة المائيه في بلد ما هي الركيزه الاساسية التى يعتمد عليها البنيان الاقتصادى الزراعى لذلك البلد ، والزراعه هي محور الاقتصاد المستقل و قاعدة الامن الغذائي.و ربما تعتبر الزراعة المطرية مصدرا لا يستهان به في توفير الغذاء في بعض الحالات و لكن طبيعه الامطار المتغيرة من موسم لاخر وانعكاسات هذه المتغيرات على الانتاج الزراعى يجعل من الزراعة المنتجة المستقرة هي التى يعتمد بالدرجة الاولى مصادر مائية ثابته متوفره باستمرار وان تحديد هذه المصادر المائية واستغلالها الامثل يجب وضعه في الاعتبار في قمه الاولويات خاصه في البلدان التى يعتبر الماء فيها اهم و اندر المصادر الطبيعية .

لارتباط تاريخ الرى بتاريخ الحضارة الانسانية ، فمنذ بدايات التاريخ كان الانسان يستخدم وسائل الرى وذلك لمقابله احتياجاته الضروريه من الغذاء و لتعويض النقص في كمية الماء خاصة في المناطق الجافة ،وتطورت تقنيات وعمليات الرى بتطور الانسان وانتقله من عصر لاخر فبعد ان كان الانسان في العصور القديمة يستخدم السواقي و الشواديف اصبح اليوم بفضل التقدم التقنى يستخدم انظمة حديثة ذات كفاءه عالية في الري.

ولتصميم انظمة الري لابد من تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل ، وان لمن المدهش ان الجهد الذى يبذل في تقدير الاحتياجات المائية لغرض التصميم واداره نظم الري قليل جدا ، علما" بان الاحتياجات المائية هى القوة الدافعة للنظام باكمله كما ان تقديرها بشكل مناسب قد يغير الى حد كبير مواصفات حجم المشروع و العوائد المتوقعة كما يعمل على ترشيد الاستهلاك المائي .

وتكمن اهمية درسة تقديرات الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعيه في سببين اولهما:-

عدم المام المهندسين بهذا المجال بل في الحقيقة انهم احيانا لا يشعرون بالراحة عند التعامل مع مبادئ علم المحاصيل او الانتاج النباتى.

السبب الثانى:-

هو كثرة الطرق المستخدمة في تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل التى غالبا ما تحير المهندسين .

ونجد ان الموارد المائية في السودان لغرض الري المستديم محدودة حيث يبلغ نصيب السودان من مياه النيل 18.5 مليار متر مكعب حسب اتفاقية 1959 م لذلك يجب تعظيم الفائدة من استخدامها وعدم تعريضها للهدر لذلك تناولنا في هذا البحث تقييم تجربة استخدام مياه الري ودراسة حالة بالتطبيق على مشروع الجزيرة .

1-1مشكلة البحث:

وفقا لاتفاقية مياه النيل للعام 1959م فان حصة السودان من مياه النيل يجب ان لا تتجاوز18.5 مليار متر مكعب في العام محسوبة عند اسوان ، لذلك فان الموارد المائية في السودان محدوده يجب تعظيم الفائدة منها فيما يختص باستغلالها استغلال امثل .

تلاحظ ان فى الاونة الاخيرة هنالك كميات مقدرة من مياه النيل تعرضت الى الهدر الامر الذى سوف يؤثر سلبيا على استغلال هذه الحصة استغلالا امثل ، هذا بالاضافه لاضعاف موقف السودان التفاوضي فيما يختص بشؤون المياه العابرة .

لان القانون الدولى لا يراعي مصالح الدول التى تتسبب في هدر المياه .

يلاحظ ان هنالك وجود لمؤشرات هدر المياه لمشروع الجزيرة وفي هذا البحث فإننا سوف نتحقق من وجود هذه المؤشرات على ارض الواقع .

1-2اهمية البحث:

تتبع اهمية البحث من النقاط التالية :-

- حساب المقننات المائية في مشروع الجزيرة وفقا لاحتياجات المحاصيل ومقارنتها يحدد مدى استغلال المياه من هدرها .

- استخدام برامج الكمبيوتر في تقدير الاحتياجات المائية في المشاريع الزراعية يؤدى الى الحصول على نتائج اكثر دقة و بسهولة ووضوح.crop wat

3-1 اهداف البحث :

1- التعرف على الطرق و الاساليب العلمية المختلفة لحساب المقننات المائية.
2- التاكد من ملائمة المقننات المائية المحسوبة لمشروع الجزيرة مع المحسوبة فعليا من خزان سنار.
3- التاكد من مدى استغلال المياه المتاحة المتوفرة لمشروع الجزيرة الاستغلال الامثل .

4-1 فرضيات البحث:

1-عدم الالتزام بتحديد طلبات المياه بالقدر المحسوب على الاساس احتياجات المحاصيل ، قد يؤدى الى عدم انسياب المياه وبالتالى الى عطش المحاصيل المزوعة .

2- طلب المياه دون الحاجة اليها ، وتركها تنساب بلا ضوابط عبر الابواب والهدارات ، قد يؤدى الى مرور المياه ، اكثر من قدرة القنوات على استيعابها والاحتفاظ بها ، فتنساب الى خارج الغيط مسببة اضرار جسيمة للمحاصيل و المنشآت ، هذا بخلاف ضياع المياه .

5-1 منهجية البحث

1. جمع البيانات المترولوجية الخاصة بالرياح وطول اليوم والاشعاع الشمسي وتساقط الامطار والرطوبة النسبية .
2. جمع البيانات الخاصة بتشغيل خزانات سنار وهي التصريف اليومي بالمتر المكعب باليوم وجمع بيانات معدلات هطول الامطار .
3. حساب المقننات المائية عن طريق استخدام المعلومات الميترولوجلية التي تم ذكرها في النقطة 1 من هذه المنهجية وذلك عن طريق استخدام برنامج Crop wat وفقا للخطوات الاتية :

بما ان البرنامج يعتمد على معادلة بنمان المعدلة لحساب البخر نتح فالبيانات المطلوبة إدخالها بهذا البرنامج يمكن تقسيمها الى نوعين من البيانات .

النوع الاول : بيانات مناخية (الامطار ، درجة الحرارة ، ....الخ) .

النوع الثاني بيانات عن المحصول (نوعه ، عمق الجذور ، فترة النمو ....الخ)

هذا بالاضافة الى بيانات عن التربة .

حساب البخر نتح المرجعى ETo :

يتم حساب البخر نتح المرجعي بواسطة معادلة بنمان بواقع كل 10 ايام مستخدمين بذلك البيانات امناخية ومعدل هطول الامطار .

اعتبار التنوع المحصولي ويشتمل على تاريخ زراعة المحصول ومعامل المحصول ومراحل النمو

جدولة مياه الرى :

يتم حسابها عن طريق استخدام عدة خيارات مبنية على نوع الرى وتوقيت الرى وعمقه .

مخرجات برنامج Crop wat

المخرجات تكون على هيئة جداول ومنحنيات بشكل يومي او اسبوعي او كل 10 ايام او شهري حسب الطلب وتشمل على :

البخر النتح المرجعي (ETo/period)

معامل المحصول (Kc) القيمة المتوسطة لمعامل المحصول في اى وقت او اى مرحلة .

المطر الفعال (MM/ period) كمية الماه التي تدخل في التربة .

الاحتياجات المائية والمحاصيل(MM /period)ETm

احتياجات الرى(MM /period) IWR

الرطوبة الكلية المتاحة TAM (mm)

الرطوبة المتاحة اليومية RAM (mm)

الاحتياج المائي الفعلي(mm) ETc

علاقة الاحتياج المائي الحقيقي لاقصى احتياج مائي ETc / ETm

العجز في رطوبة التربة اليومية .

فترة الري (days) وعمق الرى المضاف (mm)

فوائد الرى (mm) (الماء المفقود عن طريق الجريان السطحى او التسرب العميق)

1- تقرير الانخفاض في الانتاجية (نتيجة الضغوط التي تعرض لها المحصول عندما تكون نتيجة(ETc / ETm) نزلت الى اقل من 100 % .

6-1هيكلة البحث:-

يحتوى البحث على خمسة ابواب.

الباب الاول:-

يحتوى على (مقدمة عامة ، مشكلة البحث ، اهداف البحث ، اهمية البحث وموقع الدراسة مشروع الجزيرة).

الباب الثانى:-

يشمل على (علاقة النبات بالماء ، علاقة النبات بالتربة ، عوامل المناخ ، طرق الرى و طرق حساب المقننات المائية).

الباب الثالث :-

عبارة عن منهجية البحث:

الباب الرابع :-

التحليل والنتائج

الباب الخامس :-

الخلاصة - التوصيات - الملاحق .

الباب الثالث

دراسة الحالة

3-1موقع الدراسة

مشروع الجزيرة الزراعي في وسط السودان بين النيلين الأزرق و الأبيض في السهل الطيني الممتد من منطقة سنار إلى جنوب الخرطوم عاصمة السودان. وأنشئ هذا المشروع في عام 1925م ّ المصانع البريطانية بحاجتها من خام القطن والذي شكل أيضاً العمود الفقاري لاقتصاد السودان بعد الاستقلال. ويعتبر مشروع الجزيرة أكبر مشروع مروي في أفريقيا وأكبر مزرعة في العالم ذات إدارة واحدة.

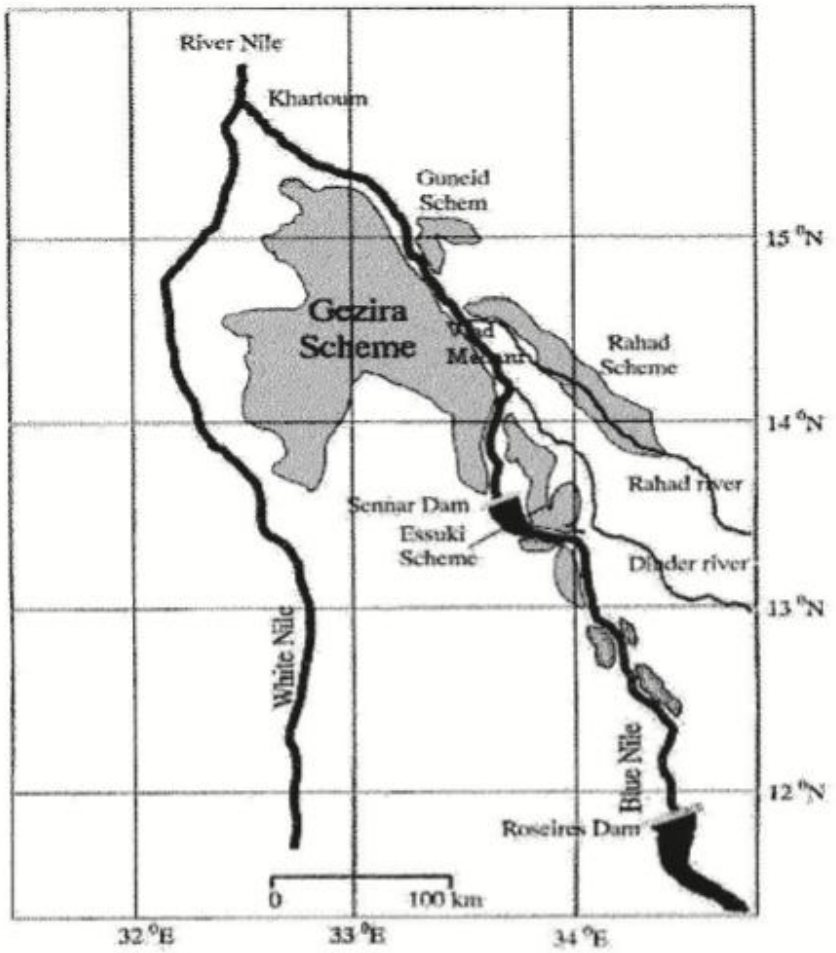


Figure 2.5. Irrigation schemes along the Blue Nile River (Mamad, 2010)

محتويات:

1-النشأة

2- مراحل تأسيس المشروع

3-أهداف المشروع

4-المساحة

5-إدارة المشروع

6-المحاصيل

7نظام الر ّي

2-3 النشأة :

بدأ مشروع الجزيرة في عام 1911م كمزرعة تجريبية لزراعة القطن في مساحة قدرها 250 فدان) بمنطقة طيبة وكركوج) شمال مدينة ود مدنية روى بالطلمبات (مضخات المياه). بعد نجاح التجربة بدأت المساحة في الازدياد عاماً بعد آخر حتى بلغت 22 ألف فدان في عام 1924م. وفي العام الذي تلاه تم افتتاح خزان سنار وازدادت المساحة المروية حتى بلغت حوالي المليون فدان في عام 1943م. والفترة من 1958وحتى 1962م تمت إضافة أرض زراعية بمساحة مليون فدان أخرى عرفت باسم امتداد المناقل، لتصبح المساحة الكلية للمشروع اليوم 2,2 مليون فدان.

3-3 مراحل تأسيس المشروع :

تأسس المشروع في عدة مراحل:

المرحلة الأولى إبّان فترة الحكم الثنائي1955 - 1925) م

كان المشروع في هذه المرحلة يدار من قبل الشركة الزراعية الهندسية، التي ركزت نشاطها الزراعي على زراعة محصول القطن كهدف إستراتيجي .وشهدت هذه المرحلة إزدياد الوعي السياسي لدى المزارعين

بالمشروع وبداية مقاومتهم للسياسة الزراعية التي تبنتها الإدارة الاستعمارية مما أدى إلى إضرابهم الأول 1941م، والثاني عام 1942م، في وقت كان العالم فيه يعيش آخر أيام الحرب العالمية الثانية .تضامن مزارعوا الجزيرة مع عمال السودان مطالبين بحق تقرير المصير للسودان والاستقلال. وفي عام 1950م، تم تأميم مشروع الجزيرة و سودنته، وتزامن ذلك مع الأزمة الاقتصادية العالمية الكبرى ع في عامي 1929و 1930م، وأثرها على اقتصاديات الدول والبلدان بما فيها السودان ومشروع الجزيرة حيث تدنت إنتاجية القطن فيه وانخفضت بالتالي دخول المزارعين الأمر الذي أدى إلى هجرة أعداد كبيرة منهم من المشروع إلى مناطق أخرى في السودان بحثاً عن الرزق. وبعد إنقشاع الأزمة الاقتصادية العالمية استعاد المشروع عافيته.

المرحلة الثانية، التوسع الأفقي للمشروع: (1970 - 1955)

في هذه المرحلة تم تكوين مجلس إدارة مشروع الجزيرة، وأنشأت مصلحة الإنشاءات والتعمير، للإشراف على الأعمال الفنية المتعلقة بامتداد المناقل كما تم تشييد سد الرصيرص .وقد ساهمت شخصيات سودانية في تخطيط مساحات زراعية جديدة بتوسع أفقي شمل (4410,5)قطعة أرض حيازة (28945 مزارعا) وبلغت المساحة الكلية لمشروع الجزيرة والمناقل (2,2 مليون فدان). وبعد التوسع الأفقي اكتمل مشروع الجزيرة وا إمتداد المناقل في عام 1958م، وا إمتداد عبد الماجد عام1963) م) بدورة زراعية ثلاثية تتكون من 15 فدان (5 أفدنة تزرع قطناً و5 تترك للمزارع يزرع فيها ما يشاء من خضروات أو فول سوداني وغيره و5 أفدنة تترك أرض بور - لا تزرع). وأصبح المشروع يعرف بمشروع الجزيرة والمناقل، وفي هذه المرحلة تم أيضاً إنشاء مصلحة الخدمات الاجتماعية.

المرحلة الثالثة، التوسع الرأسي للمشروع منذ 1970م:

من أهم التطورات التي حدثت في هذه المرحلة هي خطة التوسع والتنوع وبرنامج تعمير المشروع وتحديثه، خاصة بعد الاستمرار في التوسع الأ فقي، في فترة ما بعد الاستعمار بداء التفكير في الزيادة الرأسية بإدخال محاصيل جديدة وتقليل مساحة الأرض البور. وأصبح من الممكن تنفيذ هذه الخطة بعد إبرام اتفاقية مياه النيل معمصر في عام 1959م، كانت دواعى تطبيق سياسات التكثيف والتوسع في المشروع هي التخلي عن الاعتماد على زراعة المحصول الواحد لما لها من مخاطر (مثل الأفات والآمراض وتقلبات الأسعار). وشهد موسم1976 -1975) م) تنفيذ أكبر قدر من التكثيف والتنويع في المحاصيل حيث زادت المساحة المخصصة لكل المحاصيل المزروعة حتى بلغت حوالي (1,794,163) فدان من المساحة الكلية للمشروع وقدرها 2,2 مليون فدان.

4-3 أهداف المشروع

1- زراعة محاصيل الصادر، كالقطن وزهرة الشمس.
2- تحويل المنطقة من الزراعة التقليدية إلى الحديثة.
3- رفع المستوى المعيشي والخدمي باستيعاب 15 ألف مزارع، وتوفير السكن والخدمات الصحية والتعليمية لهم.
4- تحقيق التكامل الزراعي بإدخال الحيوان في الدورة الزراعية،
5- التوسع في زراعة الخضر والفاكهة للاستهلاك المحلي والتصدير.
6- استغلال حصة السودان من مياه النيل.

5-3 المساحة

قام مشروع الجزيرة على مساحة تقدر بحوالي (000 و200 و2 فدان) تمتد شمالاً من حدود الخرطوم الجنوبية وتوزع ملكية الأرض فيها على النحو التالي:

الحكومة تملك (000 و300 و1 فدان). (حسب قانون 1898)

الملاك الأهالي (000 و900 فدان). (تقدر الأراضي الملك الحر في بحوالي في مشروع الجزيرة (518 ألف فدان) و(382 ألف فدان) في إمتداد المناقل .

6-3 إدارة المشروع

عندما تقرر تأميم المشروع في العام (1950)انتقلت إدارة مشروع الجزيرة إلى مجلس إدارة المشروع الجديد برئاسة المحافظ الإنجليزي للمشروع المستر جنيس كل الذي ظل في خدمة المشروع في الفترة من عام 1923)وحتى 1952م) قبل أن تتم سودنة وظيفة المحافظ. وكان أول محافظ سودانى هو السيد مكي عباس الذي تولى الوظيفة من عام 1958 - 1955م واستمرت الإدارة الجديدة في سودنة الوظائف عام بعد عام. وبحلول 1956م، اكتملت سودنة جميع الوظائف.

تتكون إدارة المشروع حالياً من مجلس إدارة يرأسه وزير الزراعة الاتحادي و15 عضو منهم مدير عام المشروع ووكيل وزارةالزراعة الإتحادية وممثل لوزارة المالية ونائب محافظ بنك السودان المركزي وممثل لكل

من ولاية الجزيرة وشركة الأقطان السودانية وهيئة البحوث الزراعية إلى جانب ممثل للعمال والموظفين بالمشروع وستة ممثلين آخرين للمزارعين.

يتولى المدير العام إدارة العمل التنفيذي في المشروع بمساعدة أربع هيئات إدارية هي:

الإدارة الزراعية

الإدارة الهندسية

الإدارة المالية

إدارة الشؤون الإدارية

ويتبع لكل هيئة من الهيئآت الأدارية الأربع عددا من الوحدات المتخصصة وتعتبر الإدارة الزراعية أكبر الإدارت حيث تتولى إدارة العمليات الإنتاجية في المشروع وتنقسم إلى 18 قسم ميداني ولكل قسم لجنة إدارية يتبع لها عدد من وحدات أصغر تعرف بالتفاتيش (المفرد تفتيش) يبلغ عددها الحالي حوالي 113 تفتش. ويضم التفتيش كل تجهيزات ووسائط العمل من مساكن للعاملين ومكاتب ومخازن وورش بالإضافة إلى محالج القطن (في بلدات مارنجان والحصاحيصا والباقير القريبة من الخرطوم (كما يشمل التفتيش شبكة النقل الداخلي للإنتاج المتمثلة في خطوط السكة الحديدية الخفيفة التابعة للمشروع. وتوجد محطة أبحاث زراعية في مدينة ود مدني مهمتها دراسة تحسين البذور وغيرها من الأبحاث ذات الصلة بإنتاج القطن.

وكان بالمشروع 68 مكتباً لمراقبة الغيط، منها مكتب سابع دليب، ومكتب حمد النيل، ومكتب الغبشان، وغيرها. ويتكون الهيكل الوظيفي لمكتب المراقبة من موظفين (الباشمفتش، والمفتش الأول، والباشغفير، والغفير الأول، والفراش، والمحاسب، والباشمحاسب .

مقر رئاسة إدارة المشروع في بلدة بركات بولاية الجزيرة والواقعة على خط السكة الحديدية الذي يربطسنار عبر المشروع بالخرطوم.

7-3 المحاصيل

تتمثل أهم المحاصيل في :القطن، الفول السوداني، الذرة، القمح، والذرة الرفيعة، الذرة، الخضروات، الأعلاف، زهرة الشمسبالإضافة إلى الإنتاج الحيواني. وكان المشروع ينتج أيضاً الأرز قبل أن يتوقف عن ذلك لظروف

مناخية، أو ربما تم استبعاده - كما يرى البعض - لمنافسته للقطن الذي كان يعتبر المحصول الاقتصادي الأول وقتئذ، وقد تم نقل زراعة الأرز إلى منطقة النيل الأبيض حيث المياه الفائضة التي تغمر مساحات شاسعة (تقدر بحوالي مليون فدان) خلال الفترة التي يتم فيها أغلاق أبواب سد جبل أولياء في الفترة من سبتمبر / تشرين الأول و حتي مارس / آذار من كل عام .

جدول يبين إنتاج الأراضي من المحاصيل في الموسم الزراعي .

مساحة الارض بالفدان	المحصول
550.000	ذرة رفيعة
530.000	قمح
188.000	فول سوداني
50.000	خضروات
5.000	ذرة

3-8نظام الرّ ي

صورة فضائية لحواشات المشروع ومنظومة الريّ

يعتمد الإنتاج الزراعي في مشروع الجزيرة بصفة أساسية على الر ّي الصناعي وكذلك الأمطار في الفترة ما بين شهرى يوليو / تموز – أكتوبر / تشرين الأول (والتي تساهم في ري بعض المحاصيل الصيفية.

يتم ري ّ المشروع عن طريق ما يعرف بالر ّي الإنسيابي منسد سنارالذي شُ ي ّد في عام1925) م). ويتم توزيع المياه بواسطة شبكة من القنوات يبلغ طولها (375,14 كيلومتر (بطاقة تخزينية قدرها 31 مليون متر مكعب، وقد تم تصميم هذا النظام ليعمل بنظام التخزين نهاراً . يتم التحكم في حجم المياه وتوزيعها لمقابلة الاحتياجات المائية لمحاصيل الدورة الزراعية بواسطة عمالاً وأجهزة تشغيل مختلفة موزعة على طول هذه القنوات.

يعتمد الر ّي الانسيابي، الذي يتميز بإنخفاض تكاليفه، علي مدى استواء سطح الأرض وانسيابها من الجنوب نحو الشمال، وذلك من خلال شبكة من القنوات طولها 2300 كيلومتر وتتكون من 1500 قناة صغيرة طولها 8000 كيلومتر وقناتين)ترعتين) رئيسيتين بسعة 345 متر مكعب في الثانية وهما قناة الجزيرة وقناة المناقل.. وتعمل هذه القنوات ابتدء من الترعة الرئيسية على نقل المياه من السد (الذي يعرف لدى المزارعين باسم الخزان) الي الترعة الفرعية ومنها إلى جدوال كبيرة يعرف الواحد منها باسم «أبو عشرين » ومن جدوال أبوعشرين الي جدوال أخرى أصغر حجماً تعرف بجداول «أبوستة» ومن أبو ستة الي الجدول الأصغر داخل المساحة المزروعة (الحواشة) .

كانت أرض المزارع في السابق مقسمة إلى اربع حواشات، مساحة الواحدة منها تبلغ 5 فدان .ولكن بتغيير الدورة الزراعية الي دورة خماسية أصبحت الحواشات بمساحة اربع افدنة نسبة لتغير التركيبة المحصولية للمزارع.

الباب الثاني

1-2علاقة النبات بالماء :

عند قيام نظام ري لابد من اخذ خو اص النبات المراد زراعتها في الاعتبار وذلك من حيث علاقتهما بالمياه المستعملة في الري فكميات المياه المغطاه وتوقيت الري تتاثر بخواص النبات وخواص مجموعة الجذري وكيفية امتصاصه للماء وكذلك فان المحتوى الرطوبي يؤثر اثرا مباشرا على النمو الجذري .

2-1-2 المجموع الجزري Root System

ان جذور النبات تحددها الصفات الوراثية للنوع ولكنها تتأثر بنوع التربة ودرجة اندماج حبيباتها وصلابة طبقاتها ، كذلك يتأثر المجموع الجزري في اتساعه وانتشاره وتعمقه بنسبة الرطوبة في التربة ومستوى منسوب الماء الارضي فيها فعندما تكون التربة رطبة مدة طويلة اثناء المراحل يشجعه على تكون مجموع جذري سطحي وعلى العكس من ذلك فقد يؤدي الجفاف السطحي وكذلك امتداد الفترة بين الريات في المرحلة الاولى من النمو لدفع النبات لتعميق جذوره في الارض كما تؤثر ظروف الجفاف على نمو الجذور فان ارتفاع مستوى الماء الارضي يعتبر كامل مهم في التأثي على صفات المجموع الجذري مما يؤدي الى موت نسبة كبيرة من الجذور .

3-1-2 نمو النبات plant growth:

يتحدد التوازن المائي الداخلي للنباتات بالمعدل النسبي لامتصاص النباتات للماء وفقدانه بالنتج وؤثر الماء الارضي على نمو النباتات بالدرجات مختلفة تبعا لطور النمو وحالته فمن المعروف ان بذور

النباتات تختلف في قدرتها على الانبات عند درجات رطوبة مختلفة وبعض النباتات تحتاج الى قدرة تفوق السعة الحقلية وحيث ان بعض البذور يمكنها الانبات في اقل درجات رطوبة .

يلعب المحتوى الرطوبي في التربة دوراً هاما في نمو المجموع الجذري حيث يؤدي انخفاضه الى اضرار بالغة بالمحصول .

عموماً فإن فترة نمو النباتات تنقسم الى ثلاث مداخل هي النمو الخضري والازدهار والاثمار وتختلف الاحتياجات المائية في كل كل مرحلة .

2-2عوامل المناخ Climate Coefficient:

1-2-2 التبخر Evaporation:

كما هو معروف ان عملية انطلاق جزيئات الماء الى الجو وذلك بعد تحولها من حالة السيولة الى بخار وتتطلب هذه العملية تبادلا حراريا قدره 600 سعرة حرارية تقريبا لكل جرام من الماء المتبخر

ويقاس بوحدات العمق في وحدة زمن (مم – يوم أو شهر) العوامل الجوية المؤثرة:

الاشعاع الشمسي .

درجة حرارة الهواء .

ضغط البخار .

شدة الرياح السائدة بالمنطقة .

كان تورنسويت أول من استخدم مفهوم التبخر الكلي الكامن والذي يستعمل حاليا على نطاق واسع في مجال التبخر من الاسطح المائية (E0)ومن الاسطح الزراعية (ETJP) .

التبخر من الاسطح الزراعية يتوقف على :

اى نقص في الحتوى الرطوبي داخل منطقة جذور النباتات يؤدي الى انخفاض في كمية النتج نتيجة لانكماش الثقوب الدقيقة المنتشرة على اوراق النباتات .

كثافة الغطاء النباتي مرحلة نموه .

امكانية جذور الغطاء النباتي على سحب احتياجاته المائية من الارض .

التغيرات الفيسيولوجية التي تطرأ على النبات مثل ذبول التبخر الكلي الكامن (ETJP) هو اقصى كمية من بخار الماء يمكن ان تنطلق الى جو من مساحة محددة من الاراضي المغطاه بالكثافة المناسبة من الاعشاب (بإرتفاع 30-40 سم) مع توفير الامداد المستمر للرطوبة داخل منطقة انتشار الجذور ليتبقى فقط تأثير العوامل الجوية على التبخرEvaportran aspiration .

تأثير العوامل على التبخر .

3-2-2 التبخر الكلي الفعلي : Actual Evaportran aspiration

التبخر الكلي الفعلي (ET) هو الكمية الفعلية لبخار الماء المنطلق الى جو من مساحة مزروعة بنبات محدد والتي تتوقف على كل من العوامل الجوية وعلى مقدرة الغطاء النباتي على استخراج الرطوبة من التربة .

3-2 النتح "Transpiration"

عملية النتح عبارة عن تسرب بخار الماء خلال تثغور النباتات او المسافات البينية بخلايا النسيج لاوراق وتحدث هذه العملية خلال ساعات النهار عموما ان العوامل المناخية كدرجة الحرارة او الرطوبة وسرعة الرياح كلها عوامل تؤثر على معدل النتج بالاضافة على سهولة الحصول على ماء التربة .

بالاضافة الى النتح من النبات يكون هناك تبخر من سطح التربة وتسمى العمليتين بالتبخر النتحي

4-2علاقات المياه بالتربة Soil water Relation ships

1-4-2 التربة الزراعية :

كلمة تربة لها مفاهيم متباينة وفقاً للاختصاصات المختلفة للفنيين فالمهندس الانشائي مثلا يتعامل مع التربة من جهة مدى استيعابها لتحمل القوى المختلفة الواقعة عليها أما كلمة التربة في مجال هندسة الري الصرف فتعني غالباً التربة الزراعية .

والتربة الزراعية هي الطبقة السطحية من القشرة الأرشية الصالحة لانماء النباتات ويجب أن تكون بسمك كاف (في حدود 3.2 متر) حسب نوع المزروعات لتغطية طول جذور النباتات والا تكون شديدة التماسك ليسهل خدمتها وحدود الماء والهواء داخلها ، وفي نفس الوقت تكون قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة الازمة لسد احتياجات النباتات من الماء لذلك لابد من الوقوف على بعض الخواص الطبيعية للتربة ذات التأثير المباشر على تقديرات الاحتياجات المائية ومنها :

2-4-2 قوام التربة Soil Texture

من المعروف أن حبيبات التربة غير منتظمة الشكل وعند اجراء الكثير من الدراسات ولتفسير الظواهر المرتبطة بعلاقة الماء بالتربة يستلزم الامر تحديد شكل هندسي لهذه الحبيبات ، ونظرا لتقارب شكل هذه الحبيبات من الشكل الكروي ، فإنه من المعتاد تمثيل حبيبات التربة بكرات منتظمة الشكل ومتباينة في أحجامها .

وقوام التربة يعطي صورة عن نسب المكونات الدقيقة بالتربة (Fine Fractions) التي ترتبط بنفاذية التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه .

2-4-3 بنية التربة : Soil Structure

تتكون التربة أساسا من أربعة أجزاء رئيسية هي :

أ- الجزء المعدني Mineral part والذي يشكل الهيكل الاساسي للتربة ويتمثل في حبيبات الرمل والسلت والطين .

ب-مواد عضوية وحتى بقاي ا الكائنات الحية التي تحللت بفعل البكتيريا والفطريات الارضية وتتواجد هذه المواد على صورة كروية colloidal

ج- الماء الارضي soil water ويشغل جزء أو كل الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة .

هـ- الهواء الارضي soil air وتشغل الجزء المتبقي من الفراغات البينية الذي لايشغله الماءالارضي .

والفراغات البينية pore space هو ذلك الجزء الذي لا تشغله جوامد التربة soil solids ويمثل بصورة تقديرية حوالي نصف حجم التربة في الاراضي الزراعية .

والمقصود ببنية التربة هو نظام ترتيب الحبيبات أو درجة دمك حبيبات التربة ، وتتغير البنية الى الاحسن من الواجهة الزراعية عندما تحدث الارض ويتم تعريضها للهواء والشمس وهذا التحسين يعني تسهيل تخلل الماء والهواء الى داخل التربة .

4-4-2 مسامية التربة soil porosity

تعرف مسامية (n) بأنها نسبة حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة الى الحجم الكلي .

وترتبط المسامية ارتباط وثيق ببنية التربة وقوامها وبصفة عامة تتراوح قيمة المسامية في الاراضي الزراعية مابين 35-55% وفي حالات خاصة قد تتراوح قيمتها مابين 30-60% وبينما تحتوي الاراضي الطينية على مسامية اعلى من الاراضي الرملية الا ان هذه المسام اقل انشاءا في الاراضي الطينية عنه في الاراضي الرملية مما يعكس ظاهرة صعوبة حركة المياه داخل التربة الطينية اذا ما قورنت بحركة المياه داخل التربة الرملية .

السطح النوعي الداخلي للتربة هو مجموع مساحات اسطح حبيبات التربة التي تشغل وحدة الحجوم .

أى انه كلما صغرت اقطار حبيبات التربة كلما ازداد مساحة اسطحها في المكتب الواحد وعني ذلك زيادة مساحة السطح المعرض للاحتكاك الامر الذي تزداد معه مقاومة جريان المياه خلال مسام التربة .

ولهذا فمن الملاحظ أن جريان المياه خلال مسام التربة الرملية اسهل منه في التربة الطينية بالر غم من ان التربة الطينية مساميتها أعلى .

مع دراسة الصور المختلفة لتواجد المياه داخل مسام التربة ، يتضح ان زيادة مساحة السطح النوعي الداخلي للتربة يؤدي الى زيادة حجم المياه المختزنة خلال مسام التربة .

5-2 الصور المختلفة للمياه داخل مسام التربة :

قسم بريجز Briggs الماء الارضي عام 1897 الى الصور الآتية :

ماء الترطيب او الماء الهيجروسكوبي Hygroscopic

حبيبات التربة تعتبر من المواد الهيجروسكوبية اي تتميز بخاصية اجتذاب جزيئات الماء من الهواء الرطب الى سطحها فكنتيجة لتكثف الهواء الرطب عند التماسه بأسطح الحبيبات الجافة تتكون طبقة من جزيئات الماء على هيئة الغشاء المائي هو ما يعرف بالغشاء الهيجروسكوبي او بماء الترطيب وتزداد كمية مياه الترطيب بالتربة مع ازدياد مساحة السطح النو عي الداخلي لها ومع ازدياد ضغط بخار الماء في الهواء المحيط بعينة التربة .

1- المياه الشعرية capillary water

تتواجد هذه المياه فوق طبقة ماء الترطيب على صورة أغشية ذات سمك كبير نسبيا وتعتبر مكملة لها ويعذي ذلك احتفاظ حبيبات التربة بالماء الشعري لقوتين

الاولى : هى قوة جذب سطح الحبيبة لجزيئات الماء adhesion

الثانية : هي قوة جذب جزيئات الماء بعضها البعض cohesion والماء الشعري غير مجتذب ولذا يصعب حركة هذه المياه الى شبكات الصرف ولكن يمكنها ان تتحرك خلال مسام التربة زاحفة حول الحبيبات من مكان الى الآخر الاقل تشبعا بالماء الشعري .

3_الماء المجتذب Gravitational water :

هي المياه الزائدة عن السعة الشعرية التي لا تستطيع حبيبات التربة شدها ، ولذا تسمى احيانا بالمياه الحره اى غير الممسوكة بحبيات التربة حيث تتحرك الى اسفل بفعل الجذب الارضي الى ان تتقابل طبقة صماء فتتجمع فوقها لتملأ كل مسام التربة التي تعلو هذه الطبقة .

6_2 المعاملات الرطوبية للتربة :

يطلق عليها البعض ثوابت التربة Soil Constants او نقط التوازن equilibrium points وهذه المسميات المختلفة تهدف الى تعريف حدود معينة للحالات المختلفة لتواجد الماء داخل مسام التربة .

و فيما يلي توضيح لبعض ما يهم مهندس الري من المعاملات الرطوبية المختلفة

أ_معامل الترطيب او المعامل الهيجروسكوي Hygroscopic

هو نسبة وزن المياه التي تلتصق بحبيبات التربة المجففة صناعيا عند درجة حرارة 105-111 مئوية اذا ما تركزت في هواء مشبع برطوبة محدودة الى وزن التربة الجافة .

وتختلف رطوبة الهواء المحدودة لهذه التجربة بين مختلف دول العالم ، ففي معظم دول اوربا يتم اجراء هذه التجربة في هواء رطوبته النسبية 95% وتتراوح قيمة هذا المعامل بين 1-3 % للاراضي الرملية بينما تصل الى 7-11% للاراضي الطينية .

ب_السعة الحقلية Field capacity

هي كمية الرطوبة التي تحتفظ بها التربة بعد أن تتخلص من المياه الزائدة اي بعد توقف حركة كل المياه الهابطة الى اسقل بفعل الجاذبية الارضية ، ومعنى آخر فهي تعادل مجموع الترطيب والمياه الشعرية .

ج_المكافي الرطوبي noiurcequiva :

كمية الرطوبة التي تحتفظ بها عينة من التربة ارتفاعها 8.3 بوصة لمدة نصف ساعة بعد تعريضها بواسطة جهاز الطرد المركزي لقوى قدرها 10 منيونت ، وقد وضح فايهما اكثر وهندريكسون

veihmeyerandnendriksom : ان المكافي الرطوبي يساوي تقريبا السعة الحقلية للتربة الدقيقة الحبيبات .

د_نقطة او درجة الذبول vilting point :

يترتب على استمرار عملية امتصاص جذور النباتات للرطوبة الارضية ان تخفض هذه الرطوبة الى درجة معينة يتعذر بعدها على الجذور ان تواصل امتصاصها للماء الشعري وتبدو على النباتات بعد ذلك علامات الذبول ، ويقال في هذه الحالة ان رطوبة التربة قد انخفضت الى نقطة او درجة الذبول ويجب ان تكون كمية الرطوبة في منطقة الجذور مابين السعة الحقلية (بعد الري ودرجة تكون اعلى من نقطة للذبول (قبل الرية التالية) وفي مجال الري نتعامل مع نوعين من نقطة الذبول .

هـ - نقطة الذبول الارضية:

التي عندها تموت النباتات وهي اعلى قليلاً من معامل مياه الترطيب

و **-نقطة الذبول الظاهري** Apparent wilting point:

وهي الرطوبة الارضية التي عندها يجب ري الارض تجنب اضعاف النباتات واجهادها في امتصاص الماء .

5_ **السعة العظمى** MAXIMUM CAPACITY :

عندما لاتتوفر مشروعات الصرف الجيد للتخلص من المياه الزائدة عن السعة الحقولية فإن منسوب المياه الجوفية يصعد تدريجيا الى ان تقترب من سطح الارض مغطيا بذلك منطقة الجذور تملا كل مسام التربة فيختنق النبات ويقال في هذه الحالة ان كمية الرطوبة قد وصلت الى سعتها العظمى

6_2 **التصنيف البيلوجي للماء الارضي** :

مياه الري التي تعطي للارض على فترات معينة يمكن تقسيمها من ناحية امكانية استفادة النبات منها على النحو التالي :

أ- **مياه فائضة** Excessive water

هي كمية الرطوبة التي تزيد عن السعة الحقلية وتترشح الى باطن الارض بفعل الجاذبية الارضية ، وقل هذه المياه لا يستفيد منها النبات .

ب – **المياه المتاحة الكلية** : Total available water

هي كمية الرطوبة التي تحتفظ بها التربة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم ، ويستفيد النبات من جزء كبير من هذه المياه .

ج- **المياه المتاحة بيسر** readily available water :

أوضحت التجارب انه عندما تقترب الرطوبة الارضية من نقطة الذبول الظاهري فإن النبات يبذل طاقة كبيرة في امتصاص ما يحتاجه من الرطوبة الامر الذي ينعكس على معدل نمو النبات ويضعف انتاجية الارض .

ومن واقع نتائج الدراسات التي اجريت في هذا المجال فإنه يجب ان تروى الارض عند استنفاذ 65-75% من المياه المتاحة الكلية ، وبذلك فإن مفهوم المياه المتاحة بيسر هى الكمية التي تناظر 65 - 75% من المياه المتاحة الكلية وذلك عند تطبيق نظام الري بالفمر في المناطق الجافة .

د- **المياه المتاحة** : unavailable water

هي كمية الرطوبة الارضية عند درجة الذبول الدائم وتشمل :

ماء الترطيب وجزء من الماء الشعري ومثل هذه الرطوبة لايستفيد من وجودها النبات .

7_2 الري Irrigation

1-7-2مقدمة :

الري هو عملية امداد الارض بالماء لتتمكن من ذلك من مقابلة الاحتياجات النباتية وشمولية يعرف على انه اضافة الماء للارض لاى عدد من الاغرض التالية :

1- اضافة الماء للارض الامداد الرطوبة الازمة لنمو النبات .
2- تأمين المحصول ضد فترات الجفاف قصيرة المدى .
3- ترطيب الارض والهواء الجوي وبالتالي تهيئة ظروف نباتية أكثر ملائمة لنمو النباتات .
4- غسيل أو تخفيف مستوى تركيز الاملاح بالارض .
5- تقليل خطورة تصلب القشرة الارضية .
6- تسهيل عملية الحرث والخدمة .

ويضاف ماء الري بعدة طرق :

- الري السطحي .
- الري تحت السطحي .
- الري بالرش
- الري بالتنقيط .

واختيار طريقة معينة يحدد حسب :

طبوغرافية الارض .

كمية الماء المتوفرة ومدى صلاحيتها للرى .

طبيعة المحاصيل المزروعة

الصفات الفيزيائة والكيميائية للتربة .

2-7-2 الري السطحي Surface Irrigation**:**

تعرف بأنها تلك الطرق التي يضاف بها الماء الى سطح الارض فيغمره أو ينساب فوقها وهي من أقدم الطرق وأكثرها توسعا حيث تكون المساحات المروية ك بيرة في هذه الطريقة تضاف مياه الري للتر بة باعلى نقطة منها ويتسرب جزء من هذه المياه للتربة و يتقدم الباقي بإتجاه ميل الارض لكن بمعدل ثابت متناقص نتيجة لتسرب مياه الري في قطاع التربة لذا فإننا نتوقع صعوبة تجانس توزيع مياه الري حيث ان كمية المياه التي تتسرب عند بداية موضع الري تكون كبيرة عنه في نهاية ولضمان تجانس توزيع المياه يجب تعديل حجم التصرف المائي لتغطية سطح المساحة المروية قبل ان يتسرب جزء كبير عند بداية موضع الري ، وعلى هذا فإن على ارض ذات نفاذية مرتفعة كثيراً ما نلجأ الى استخدام تصرف كبير أو رى مساحة صغيرة او كليهما .

1- طرق الري السطحي :

الري بالغمر :

تعتبر من ابسط طرق الرى السطحي في فكرتها وتصميمها ومن طرقه الرى بالاحواض والغمر بالانسياب :

أ- طريقة غمر الاحواض Basin Met nod:

في هذه الفترة يقسم الحقل الى وحدات صغيرة محاطة بحوافز ترابية من جميع الجهات تختصر بينها ارض مستوية لا يزيد اضحى ارتفاع لها عن 6 سم وتقسم الاحواض المستخدمة حسب سعتها وشكلها الى :

ب -**الاحواض المستطيلة Rectangular basins** :

تعمل بمجموعة من الحواجز الترابية المستقيمة المتعامدة مع حواجز أخرى وتتم عملية الري الطالع حيث تملأ الاحواض في نهاية المروي أولا ثم يقفل عليها ويحول الماء الى التي فوقها ، والملاحظ ان هذه الطريقة لا توفر التجانس المطلوب في توزيع مياه الري اذ غالبا ما ترشح المياه الى الاحواض المجاورة لذلك يتبع الى ما يوسعه لزيادة تصرف تيار الماء وصغر مساحة الاحواض .

عادة يكون ارتفاع الماء داخل الحوض من (3-15) سم .

ج- **الاحواض الكنتورية contrar basins**:

تعمل هذه الاحواض بإقامة حواجز ترابية في اتجاه خطوط الكنتور على ان لا يزيد فرق الكنتور بينها من 6 سم ثم تقام الحواجز العرضية مستقيمة تحدد مساحة الحوض ، ويندر في هذه الطريقة تسوية سطح الارض مما ئؤدي الي اختلاف معدل تقدم الماء بالاحواض وعمق الماء المضاف وبالتالي انخفاض الكفاءة وقد تكون الاحواض اما صغيرة والتي تناسب الارض الجيدة الصرف والنفاذية او كبيرة والتي تناسب الاراضي البطيئة النفاذية .

أ/ **الغمر بالانسياب flooding with flowing water**:

في هذه الطريقة يوجه تيار الماء لينساب فوق سطح الارض ليغطي معظم المساحة تؤدي الحواجز الترابية هنا وظيفة توجيه تيار الماء للمد من الحركة الجانبية على السطح .

ب-**الغمر الحر أو الغير موجه Free flooding**:

في هذه الطريقة تتعدم الحواجز الترابية وهي تصلح للاراضي الجبلية المتموجة السطح هنالك انو اع مختلفة من طرق توزيع الماء وانتشاره بالغمر الحر تبعا لاتجاه المراوي الجاذبية Laterals يميل يصل الى 0.15 متر كما (او يمكن عملها في اتجاه ميل الارض على مساحات تقريبا من 35 متر .

اما الطريقة الثالثة فيكون اتجاه المراوي الرئيسي باعلى كنتور وتاخذ منه المراوي الجاذبية بغتجاه مائل على خطوط الكنتور .

ج- الرى بالشرائح :

في هذه الطريقة تكون الحواجز الترابية متوازية مستقيمة وأكثر تقريبا من بعضها البعض من طول الحقل وغالبا ما تكون الشريحة معدومة الانحدار في الاتجاه العمودي على الحواجز الترابية وان كان ذلك لايصنع من انحدارها باتجاه الري ، ويعتمد اقصى ميل مسموح به على قابلية الارض للتعرية والمسافة بين الحواجز ، كما يجب ان لايقل انحدار الشرائح بإتجاه الري هعن 0.5% فإذا تعذر الصرف الداخلي للارض المستوية اما بالنسبة لطول الشريحة فيجب ان يكون اطول مايمكن مع السماح بتجانس توزيع ماء الري المضاف عادة يتراوح طول الشرائح بين (100-400) وعرضها من (10-20) متر .

د- الري بالخطوط Furrow Irrigation :

في هذه الطريقة يجري تيار مناسب من الماء في خطوط بين صفوف النباتات وتعتمد هذه الطريقة على مدى الحركة الجانبية لاعلى فاذا لم تتحرك المياه جانبين لتنتشر في منطقة نمو الجذور بدرجة كافية قبل حركتها لاسفل هذه المنطقة فيجب تقليل المسافة بين خطوط الري ، تساعد الخطوط الغير عميقة على انتشار الجانبي للماء وابتلال السطح في المسافة بين خطوط الري بينما تقل هذه الفرصة باستخدام الخطوط العميقة والتي تساعد على حركة الماء لاسفل حيث يقل احتمال فقده بالتبخر وذلك ينصح بالعمل على زيادة عمق الخطوط كما تقدم النبات في الغمر .

- **مزايا الري بالخطوط :**

1/ تقلل الفاقد من المياه بالتبخر .

2/ التحكم بدرجة كبيرة في مياه الري .

3/ تستعمل في الاراضي المتفاوتة الانحدار .

4/ لاتتطلب نفس مستوى التسوية في طريقة الغمر .

5/ تستعمل في ري مدى واسع من أنواع الاراضي ذات النفاذية و الانحدارات المختلفة .

العيوب :

1- تحتاج الى عناية ووقت كبير .

2- بذل جهد كبير في اصلاح الخطوط قبل كل رية تقريبا .

3- لاتضمن توزيع منتظم للماء في منطقة المجموع الجزري .

وقد تتطلب طريقة الري بالخطوط احداث تعديل بها قبل استخدامها .

وهي :

أ/ طريقة السطور Corrugation Metned of Irrigut

تعتبر هذه الطريقة تعديلا للري بالخطوط العادية لتناسب الاراضي الشديدة الانحدار ذات الطبوغرافية الغير منتظمة ، وتستخدم هذه الطريقة مع الري بالغمر للمساعدة على انتشار الماء وتوزيعه وتتراوح المسافة بين السطور من 120- 400 سم والعرض 15-10 سم والطول بين 50-400 متر وغالبا 100-200 متر وتكون السطور في اتجاه ميل الارض الذي غالبا مايكون 1% - 7.2 .

ب/ الري بالخطوط الكنتورية Contour Furrow Irrigation

يعرف الري الكنتوري بأنه طريقة الري التي ينساب فيها الماء بإتجاه خطوط الكنتور بميل يسمح بتقدمه ولا يخشى باتباع هذه الطريقة من انجراف سطح الارض .

ج/ الري بالخطوط المتعرجة Zigzag Farrow

هذه الطريقة احدى الطرق المعدلة للرى بالخطوط للاقلال من سرعة تيار الماء والتعرية وذلك بتحويل الخطوط بزاوية قائمة ثم اتجاهها مرة اخرى باتجاه انحدار الارض لمسافة قصيرة ترتد بعدها بزاوية قائمة الى ان تقابل الموضع السابق لاتجاه الخطوط وتنحرف بزاوية قائمة مرة اخرى مع انحدار الارض

2- الري بالخطوط العريضة Broad farrow:

لزيادة مساحة السطح المغطى بالماء فنظرا لطبيعة بعض المحاصيل التي تحتاج الى كمية كبيرة من الماء اعمل خطوط ري عريضة وقد يصل عرضها الى 60 سم مما يقلل من ارتفاع الماء بها وميله الى التجمع بالقاع وقد ساعد على انتشار الماء بالخط عدم تمهد القاع .

أ/**الرى بالخطوط المتجمعه** cluster furrows :

لزيادة عمل خطى رى متقاربين او اكثر نفس الفرض للخطوط العريضة مع عدم الاحتياج لاتباع وسيلة خاصة للمساعدة على انتشار الماء .

ب /**الرى بالخطوط الحوضية** Basin furrows

فى هذه الطر يقة تزرع النباتات على مصاطب يفصل بينها خطوط رى عريضة تملا هذه الخطوط بالماء ثم يحول عنها وتترك لتتسرب من خلالها وعادة ماتكون هذه الخطوط بطول قصير بتراوح بين 351-100متر.

2-7-**3-الرى التحت سطحى** :subsur face irrigation

1/ الرى الباطنى الطبيعى:

للمحافظة على الرطوبة المطلوبة للنبات داخل نطاق منطقة الجزور ، تهدف طريق الى الطبيعى الى خلق مستوى مائى ارضى على عمق معين لتملوه تقلئيا بعد ذلك منطقة الامتداد والشعرى ويتجه التفكير الى استخدام هذه الطريقة عند ماتكون طبيعة التربة مكونة من طبقة عليا بسمك حوالى (2-5) متر ومعامل نفاذيتها مرتجع فى الاتجاه الافقى ثم يليها طبقة اخرى قليلة النفاذية لتعمل كحاجز للمياة الارضية لتمنع هروبها الماء الى اسفل وهذه الطريقة لاتصلح الا فى الاراضى المبسطة والتى لايزيد انحدارها عن 1-2 فى الالف وباستعمالها هذه الطريقة يستلزم الامر عمل شبكة من القنوات تخطط فى اتجاه ميل الارض وتتباعد عن بعضها مسافة (30-60) متر حسب طبوغرافية الارض ومعامل نفاذية تربتها .

وبسبب ان هذه الطريقة تعتبر على الدوره الصاعدة للمياه فيجب الا تستعمل فى الاراضى التى تحتوى على نسبة عالية من الاملاح كما يخضى انه عند استعمال هذه الطريقة من تردى لحالة التربة كنتيجة الارتفاع نسبة الاملاح مع مرور الوقت

2/ **الرى الباطنى الصناعى** :

تتلخص هذه الطريقة فى وضع شبكة من الانابيب المثقبة المصنعه من الخرسانية او الدائن على عمق حوالى 40-50 سنتمتر من سطح الارض على مسافات من بعضها فى حدود 1-2 حسب نوع التربة مع توفير ضاغط من المياه داخل شبكة الانابيب باستخدام مضخة او خزان او بايه وسيلة اخرى نتسرب المياه داخل شبكة الانابيب باستخدام مضخة او خزان او بايه وسيلة اخرى تتسرب المياه من الثقوب الى باطن الارض بالدرجة الكافية لاحتياج النبات .

فالرغم من ان هذه الطريقة يترتب عليها توفير مساحة الاراضى التى كانت تشغلها المجارى المائية المكشوفة وزيادة كفاءه رى الحقل ، الا انه استخدام هذه الطريقة لم يدخل بعد نطاق التعيم ومانتطلبه من مداومة لاعمال الصيانة لتجنب اسدادها بالاضافة الى مشكلة احتمال ارتفاع نسبة الاملاح داخل منطقة الجزور .

4-7-2 الرى بالرش (الرزاز) sprinkler irrigation

تعتبر من احدث الطرق للرى والواسعه الانتشار يضاف الماء فى هذه الطريقة على شكل رزاز او قطرات تشبه لحد ما المطر الطبيعى نتيجة لخروجه كماء مضغوط من فتحة ضيقة (nozzle) يلائم نظام الرى بالرش عدد من الظروف العقلية فهو سصلح الرى معظم المحاصيل ومعظم الاراضى .

على الرغم من ان جميع اجهزة الرى بالرش تشترك فى الفكرة الاساسية لتشغيل الا انها تختلف فى التصميم معها اجهزة الرى المتنقلة او الاجهزة النصف متنقلة حيث يتم نقل الرشاش والاجهزة الثابتة او الدائمة وباختيار قطر الفتحة المناسب وارتفاع حامل لرشاش وضبط لتشغيل يمكن التوصل الى كفاءة عالية فى تجانس توزيع مياة الرى .

مميزات هذه الطريقة :

1/تستخدم الرى الاراضى ذات التخاذية العالية ذات الانحدار الشديد والغير منتظمة .

2/منع حصول التعرية مقارنة بالرى السطحى

3/ملطف الحرارة الجو المرتفعة فيقوم بحماية النبات

وعيوب هذه الطريقة :

1/تكلفة التشغيل عالية .

2/ الفاقد الناتج من التبخر وتاثير الرياح

3/انسداد اجزاء الرشاش مما يتطلب صيانة دورية

4/تعمل على غسيل المبيدات من على الارواق مما يزيد من احتمال المرض.

5/يؤدى التبخر قطرات الماء ذات الملوحة العالية من الاوراق الى تركيز الاملاح عليها ممايؤدى الى حرقها

2-7-5 الرى بالتنقيط :

تعتبر طريقة الرى بالتقيط من احدث الطرق استخداماً لزراعة الاراضى الرميلة .

يتم اضافة الماء للتربة على شكل نقاط بواسطة اجهزة التنقيط التى توجد قريبة من قواعد النباتات تصريف (2-15) لتر /ساعة مما يؤدى الى الوصول بمنطقة جزور النبات الى نسبة عالية من الرطوبة تصل الى (80-100) %من رطوبة السمة الحقلية من المصروف ان زيادة تركيز محلول التربة يؤثر تاثيراً عكسيا على العمليات الحيوية لنبات ولذلك فان الرى بالتقيط الذى يجعل منطقة الجزور دائما رطبة خلال السريان المتكرر لمياه الرى يقلل من تركيز الاملاح بمحلول التربة .

مميزات الري بالتنقيط :

1/امكانية السيطرة على مياه الرى وبالتالى الاستفادة القصوى منها دون حدوث ضائعات عن طريق التبخر او التسرب العميق .

2/امكانية اضافة المبيدات مباشرة مع مياه الرى

3/لاتحتاج الى عمليات تسوية اللارض كما انها تحافظ على التربة من التعرية

4/الحد من نمو الحشائش

عيوب الرى بالتقيط :

1/تكلفة الانشاء عالية

2/انسداد اجهزة الرى بالتنقيط

2-8القنات المائية(WATER DUIIES)-:

2-8-1المقدمة:

المقننات المائيةعند دراسة الموازنة المائية لاى حوض مطر او منطقة ما يكون الاهتمام كبير بالتبخر اليومي او ما يعرف بالبخر- نتح Eavap0transpiration هو مجموع ما يقفد من الماء بواسطة البخر الحر من الاسطح المائية او سطح التربة ومن اى اسطح اخرى رطبة .

ان الاستهلاك المائي الكلى هو البخر الكلى من المنطقة مضاف اليها تلك الكمية من المياه التى تستخدم مباشرة بواسطة النباتات لبناء انسجتها .

ان المصطلحين البخر الكلى و الاستهلاك المائي الكلى يمكن استخدامهم كمصطلحين متشابهين .

اما مصطلح Eavap0transpiration او معدل البخر نتح المحدد اساسا في الظروف الجوية وذلك من ارض ممتدة مغطاة بالنباتات القصيرة النشطة النمو تغطية تامة ولا تعانى نقصا من الرطوبة الارضية .

نجد ان عملية البخر - نتح تعتمد على كثافة الغطاء النباتى في مرحلة نموه ومن هنا يمكن اعتبار ان الكمية القصوى المستهلكة من سطح ماء مفتوح و حر يعادل السطح الذى يحدث منه البخر – نتح ولكن مع اهمال طاقة المخزون الحرارى .

المقننات المائية اصبحت الاساس للتخطيط لاى مشروع زراعي من مرحلة تصميم شبكات الرى الى اختيار وحدات الرى و التشغيل اثناء الموسم الزراعي و المقننات المائية هي عبارة حاجة المحصول لتغطية الفاقد من البخر - نتح واحتياجات الرى هى عبارة عن حاجة المجصول لتغطية القاقد من البخر -نتح و تغطية الفواقد داخل التربة و على سطح التربة ومن شبكة الرى .

الاحتياجات المائية:-

الاحتياجات المائية للمحاصيل تحسب كالاتى :-

Etcrop=Kc* Eto

الاحتياجات المائية للمحصول المعين ملم في اليوم.Etcrop=

معامل المحصول.Kc=

الاحتياجات المائية للمحصول المرجعى.Eto=

2-8-2 طرق قياس الاستهلاك المائي :

1_ باستخدام الصناديق او الليسيمتر lysimeter Experiments

تتلخص هذه الطريقة في تجهيز صندوق (ليسميتر) بعمق يكفي لعمق جذور النبات المقرر زراعته على امتداد فترة التجربة ، ويحدد مساحة سطح الصندوق بواقع المساة التي يشغلها النبات الواحد في الطبيعة لتثبيتها في الظروف التجربة .

وبعد وضع اى مادة منفذة للماء في قاع الصندوق ، يتم ملء الصندوق بنفس التربة المعينة على طبقات مع الغمر بالماء وتركها بعد ذلك لتجف وهكذا دون استخدام الدمك اليدوي .

فالهدف الرئيسي لاعداد هذه التجارب هو الاتجاه الى خلق تماثل بين ظروف التجارب والطبيعة من جميع النواحي .

ويقترح بعض وبعين التربة بحالتها الطبيعية داخل الصندوق لزراعتها للنبات المحدد وان يتم اجراء هذه التجربة في وسط الحقل المزروع لنفس النبات ليتم اجراء التجربة تحت تاثير العوامل العادية .

ليتم رى نبات التجربة بمعدل مره كل 5-4 خمسة ايام بكمية من الماء يتم قياسها وفي حالة سقوط الامطار يتم قياس كميتها ايضا لاخذها في الحسبان .

ويتم حساب الاستهلاك المائي خلال فترة تقدر بحوالي اسبوع من المعادلة الآتية المعروفة بمعادلة الميزان المائي :

$$I + P - D - U = \Delta w$$

I - كمية مياه الري المعطاة للتجربة خلال فترة زمنية قدرها t

P - كمية مياه الامطار التي تساقطت على الصندوق خلال الفترة المذكو

D – تمثل كمية المياه التي ترشحت من صندوق التجربة خلال نفس الفترة .

U – كمية المياه التي استهلكت فعلا لعمليتى التبخر والنتح خلال ذات الفترة الزمنية

Δw- التغير الذي طرأ على المحتوى الرطوبي بالتربة خلال الفترة المذكورة .

2_ دراسة رطوبة التربة Soil Moisture Studies

تتلخص هذه الطريقة في قياس الرطوبة الارضية على اعماق مختلفة من امتداد عمق الجذور بأى طريقة مناسبة من الطرق السابق ذكرها وتتم عملية قياس الرطوبة بتوقيتين مختلفين هما:

الاول – بعد توقف حركة المياه المجتذبة ، اى بعد انقضاء مابين يومين الى 4 ايام عقب الري .

الثانية – قبل ميعاد الري التالية مباشرة .

ويحسب الاستهلاك المائي خلال الفترة ما بين وقتي القياسt وعمق المكافئ من المياه وذلك من المعادلة الآتية :

$$U=\sum_0^D \Delta\, pv.\, \Delta D$$

U- الاستهلاك المائي خلال الفترة الزمنية t

D- عمق منطقة القياس (القياسات عمق منطقة انتشار الجذور)

Δpν - التغير الذي طرأ على المحتوى الرطوبي(لمقياس الحجم) بعمق من التربة قدرهΔDخلال الفترة الزمنية t وهي قيمة سالبة .

وفي حالة سقوط الامطار خلال فترة عمليتي القياس تؤول المعادلة السابقة الى :

$$U=Pe+\sum_0^D \Delta\, p\nu . \Delta D$$

P - جزء فعال من الامطار الذي اسهم في زيادة المحتوى الرطوبي (بو حدات عمقي مكافئ من المياه) .

3_ باستخدام الايتوميترات : Autometras

تستخدم الايتوميترات لقياس التبخر اتوميتر بيشيه (piche atmometer)

من الاجهزة التي يتم تصنيعها بأشكال مختلفة .

ويتكون اتوميتير بيشيه اساس من قرص منفذ للمياه ومغطى بورقة نشاف من الجهتين ، يتصل هذا القرص بأسطوانة مدرجة مملوءة بالماء من خلال جهاز خاص من شأنه تنظيم تعويض ما يتبخر من سطحي القرص بالمياه ، و خلال فترة زمنية معينة يمكن معرفة كمية المياه المتبخرة من سطحى القرص من واقع الفرق بين قرائتي سطح المياه للاسطوانة المدرجة .

4_ طريقة الميزان الهيروليجي Hydrologic Balance :

تستخدم طريقة الميزان الهيدروليجي في التقدير الاستهلاك المائي لمساحات كبيرة على مستوى محافظة مثلا خلال فترة نمو محصول معين او خلال عام .

تتلخص هذه الطريقة في قياس جميع صور المياه الوارده والمنصرفة من المنطقة محددة خلال فترة زمنية معينة .

ويحسب الاستهلاك المائي من واقع الفرق بينهما على النحو التالي :

$$U = I + P - D \mp G$$

U- الاستهلاك المائي للمطنقة المحددة خلال الفترة الزمنية المعينة .

I - كمية مياه الري المعطاة للمنطقة .

P- كمية مياه الامطار المتساقطة على المنطقة .

D- كمية المياه المحسوبة من المنطقة شبكات الصرف .

G- كمية المياه التي اضيفت او سحبت من المياه الجوفية بالمنطقة

2-8-2 معادلات تقدير الاستهلاك المائي

تستخدم الطرق الحسابية في تقدير الاستهلاك المائي للمناطق التي لم يسبق لها عمل اى دراسات حقلية وخصوصا في مناطق التوسع الزراعي عندما لا تتوفر المعلومات الكافية عن هذا الموضوع .

وموضوع لابط الاستهلاك المائي بالمحاصيل المختلفة خلال فترة نموها مع العوامل الجوية الرئيسية قد جذب اهتمام الكثير من الباحثين منذ عام 1955 ، الامر الذي تمخض عنه وجود العديد من مثل هذه المعادلات في الوقت الحاضر (اكثر من ثلاثين معادلة) .

تعتبر المعادلة بلاني – كريدل (Blaney – Criddle) من بين المعادلات الاكثر استخداما على المستوى العالمي .

1_ معادلة بلاني – كريدل (Blaney – Criddle)

خلال الفترة من عام 1920 حتى عام 1930 قام بلاني بعمل قياسات حقلية لتقدير الاستهلاك المائي من لمحاصيل متعددة لربط التبخر الكلي الفعلي (تبخر من سطح الارض + نتح الغطاء النباتي) لكل من العناصر المناخية المؤثرة وعلى وجه التحديد : متوسط درجة حرارة الهواء ، متوسط الرطوبة النسبية وعدد الساعات المضيئة خلال فترة الحساب بالنسبة لعدد الساعات المضيئة في السنة .

عام 1962 حيث تم استبعاد عامل الرطوبة النسبية لضئالة تأثيرها .

وتكتب معادلة بلاني كريدل لحساب الاستهلاك المائي بالسنتمتر خلال شهر واحد من اشهر نمو محصول معين على النحو التالي :

$$U=4.57K \cdot P(t+17.8)$$

U - الاستهلاك المائي كعمق مكافئ خلال فترة شهر محدد من اشهر نمو المحصول بالسنتميتر .

K – معامل وضعي (معامل بلاني) تتوقف على نوعية ومرحلة نمو المحصول .

P- عدد الساعات المضيئة خلال الشهر المحدد بالنسبة لعدد الساعات المضيئة خلال السنة .

t- متوسط درجة الحرارة للهواء والساندة خلال الشهر المحدد درجة مئو ية .

2_ طريقة بلاني- كريدل المعدلة بواسطة منظمة الغذاء والزراعة FAO

تم العمل على تطوير معادلة بلاني –كريدل تحت اشراف منظمة الغذاء والزراعة FAO التابعة للامم المتحدة بروما . لادخال مؤثرات اضافية اخرى للمعادلة في الظروف الموقعية وذلك بإستخدام اما بيانات آنية محددة او من معادلات الرطوبة النسبية لفترة طويلة سابقة ، وساعات الاشراق الشمسي ، وسرعة الرياح ونتج من ذلك التوصل للمعادلة التالية(Doorenbos and Pruitt 1977) :

$$ETr = a+b(P(0.46T+8.13))$$

ETr - البخر نتح المرجعي مم / يوم

P - نسبة الاشراق السنوي خلال الشهر على الاساس اليومي

T- متوسط درجات الحرارة .

a,b – معاملات معايرة المناخ .

2-8-3 معادلات حساب التبخر الكلي الكامن :

1- معادلة ثورنسويت Thornswaite:

في عام 1955 اعطى ثورنسويت بالاشتراك مع معادلة لحساب التبخر الكلي الكامن وتكتب على النحو التالي :

$$(ET)P = 1.6Ld\left(\frac{10t}{I}\right)^{a}$$

(ET)P - التبخر الكلي الكامل لسنتمتر خلال فترة ثلاثين يوما

Ld - نسبة عدد الساعات المضيئة خلال ثلاثين يوم الى عدد 360 ساعة وفقا لموقع المكان بالنسبة لخط العرض .

t- المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء درجة مئوية

I- مؤشر حراري (heatindex) خلال العام .

معامل يتوقف على قيمة I .

2_ معادلة بنمان Penman

توجد عدة صيغ تعبر عن عن طريقة بنمان غالبيتها تختلف فيما بينها وكيفية التعبير عن مصطلح الحركة الهوائية (Cuenca and Nicholson1982) وتاخذ معادلة بنمان الاساسية (Penman1948- Penman1952) بعد تحويلها الى الوحدات العالمية في الصيغة التالية :

$$ETr = \frac{\Delta}{\Delta+\gamma} Rn - G + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} F(u)\Delta e$$

ETr - البخر – نتح المرجعي للعشب مم / يوم

$\frac{\Delta}{\Delta+\gamma}$ – دالة تعبر عن تاثير ارتفاع الموقع ودرجة الحرارة .

Δ - ميل المنحنى الذي يعبر عن العلاقة بين بخار الماء المشبع ودرجة الحرارة عند Tmean

γ- الثابت الرطوبي ممثل العلاقة عجز بخار الماء المشبع وانخفاض الحرارة الرطبة .

Rn – صافي الاشعاع الشمسي مكافئ مم / اليوم

G- دفق حرارة التربة (+ اذا كانت التربة في حالة تسخين) مكافئ مم/ يوم $= 1-\frac{\Delta}{\Delta+\gamma}$

$\frac{\gamma}{\Delta+\gamma}$

Fu - دالة الرياح

Fu= m(w1+w2U2m)

حيث :

M- ثابت تحويل

w1 - w2ثوابت عددية تجريبية

U2m –سرعة الر ياح عند ارتفاع 2 م كم /يوم

Δe - عجز ضغط البخار ملليبار = es-ea

es تمثل ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء Tair ميلبار

ea - متوسط بخار الماء الفعلي الموجودفي الهواء ميلبار .

3_ معادلة بنمان المعدلة بواسطة منظمة الغذاء والزراعة الفاو FAO

تم تطوير هذه المعادلة بنفس الاسلوب الذي استخدم في تطوير معادلة بلاني – كريدل المعدلة بواسطة منظمة الغذاء والزراعة آنفة الذكر .

وصيغة معادلة بانمان المعدلة (FAO) تأخذ الشكل التالي :

$$ETr = C \left(\frac{\Delta}{\Delta+\gamma} Rn - G + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} F(u) \Delta e \right.$$

C - معامل معايرة يعتمد على البيانات الجوية

C= f (RHmax,Uday /Unight ,Rs, U2day)

Uday/ Unight - نسبة الرياح النهارية الى سرعة الرياح الليلية

Rs- الاشعاع الشمسي ملمتر لليوم

Uday – سرعة الرياح النهارية عند ارتفاع 2 م م/ث

4_ معادلة رايت- بنمان :

ان احد صيغ بانمان تم تطويرها تحت الظروف المناخية الجافة في الولايت الغربية

من امريكا هي التي تم نشرها عا 1982 وسميت طريقة رايت – بنمان .

معايرة هذه المعادلة اعتمد على استخدام بيانات البخر – نتح للبرسيم المقاسة من اللسيومترات في امركز الابحاث الزراعية لمدينة كمبورلي بولاية ايداهو .

وتاخذ صيغة بنمان –رات wright 1982 الشكل التالي :

$$ETr \quad \frac{\Delta}{\Delta+\gamma} \quad (\quad Rn \quad - G)+ \quad \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} \ (aw+bw.\ U2m)\ (as-ea)$$

ETr- البخر نتح المرجعي للبرسيم مم/ يوم

L- الحرارة الكامنة للبخر سعر / جرام .

اما المصطلحات الاخرى فقط سبق وتم تعريفها والثوابت المتمثلة بالارقام 15.36 و 0.1 فهي مصطلحات تحويل وحدات ناتج المعادلة الى مم / اليوم .

الباب الرابع :

التحليل والنتائج

استصحابا للمنهجية الذي تم ذكرها والتطرق اليها في الباب الاول من هذا البحث فإننا قمنا بادخال البيانات المترولوجية الموجودة في الجداول رقم (2- 4) ورقم (1- 4) وذلك بغرض حساب المقننات المائية ببرامج crop wat

Gezira Scheme Crop Water Requirement- Season 2012/2013

نتائج التحليل بواسطة برامجcorpwat

#### Feddan	0.882 million Ha

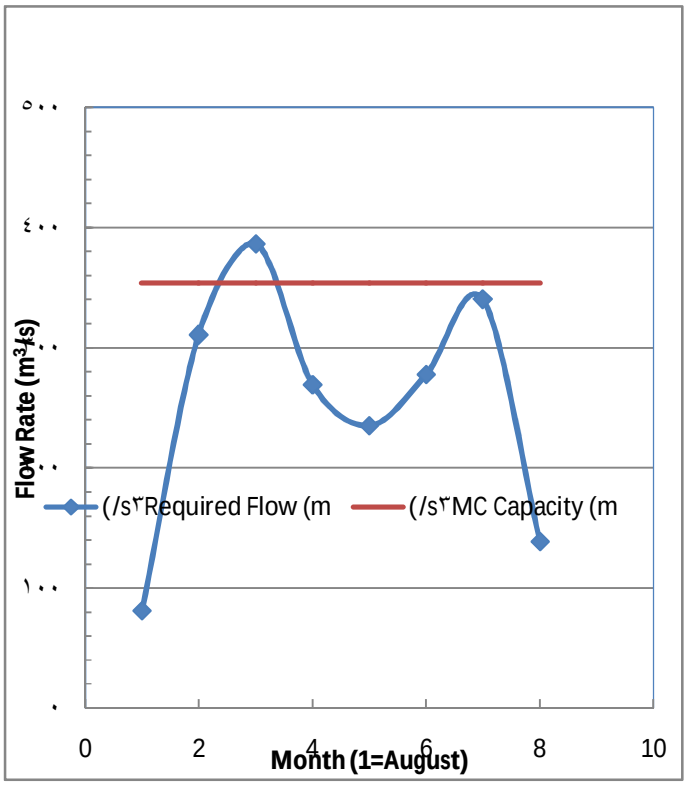
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
18.5	0	0	0	0	0	2.3	5.4	99.6	198.3	214	168.1
39.7	0	0	0	0	0	2.6	0.1	84.7	193.9	214	180.2
195	127.7	0	0	0	0	0	0	55.4	167	214	201.8
0	0	0	0	0	0	16.8	75.9	155.3	170	26.6	0
0	0	0	0	0	0	6.7	40.4	152.6	185.7	72.4	0
0	0	0	0	0	0	5.5	26.9	146.9	190	103	0
0	0	0	0	0	0	3.6	57.4	132.6	142.7	21	0
0	0	0	0	0	0	2.1	39.1	132.5	152.1	40.9	0
0	0	0	0	0	0	0	26.2	130.1	159.4	64.1	0
0	0	0	0	0	0	66.8	92.4	136.9	32	0	0
0	0	0	0	0	0	49.2	83	138	60.6	0	0
0	0	0	0	0	0	37.8	72.2	138.2	87.3	0	0
209	169.3	30.1	0	0	0	0	0	0	0	51.1	126.7
204	196.8	76	0	0	0	0	0	0	0	36.7	88.8
196	205.6	109	0	0	0	0	0	0	0	27.8	73.2

2	2	0.7	0	0	0	0.1	0.6	2.3	2.9	1.9	1.4
60.5	55.3	22.7	0	0	0	3.4	18.4	69.5	89.8	56	42.3
0.23	0.23	0.08	0	0	0	0.01	0.07	0.27	0.34	0.22	0.16
31	**29.29**	**28.6**	**0**	**0**	**0**	**35.24**	**42.38**	**43.1**	**43.1**	**65.4**	**37.19**
0.61	0.79	0.33	0	0	0	0.03	0.13	0.49	0.61	0.28	0.43
278	340.1	139	0	0	0	15.54	81	310.4	386.5	269	235.1
24	29.38	12	0	0	0	1.343	6.998	26.82	33.39	23.3	20.31

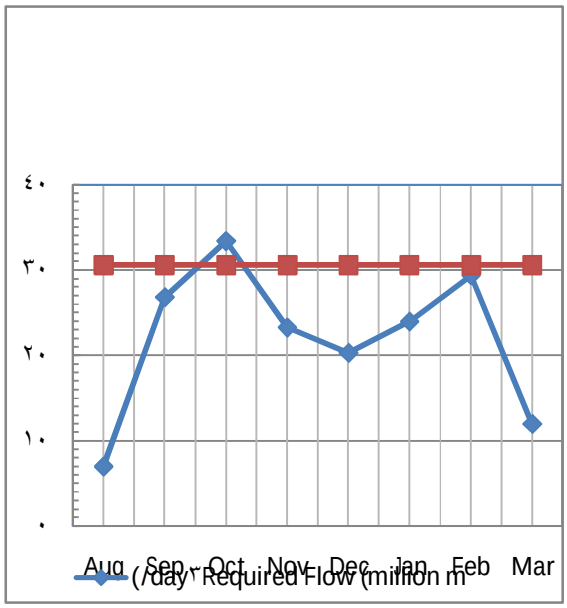
مخطط يوضح العلاقة بين الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية وسعة القنوات لمشروع الجزيرة

Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
81	310.4	386	269	235.1	278	340.1	138.6
354	354	354	354	354	354	354	354

Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
7	26.82	33.4	23.3	20.31	24	29.38	11.98
30.6	30.59	30.6	30.6	30.59	30.6	30.59	30.59



مخطط يوضح العلاقة بين الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية وسعة القنوات لمشروع الجزيرة



3-4 مناقشة النتائج :

ومن نتائج التحليل لحساب الحوجة المائية للمحاصيل الزراعية لمشروع الجزيرة بواسطة برنامج crop wat والمقارنة بين سعة قناتى الجزيروالمناقل وا إجراء الحسابات فى الجدول4-1 و4-2:

1- يتضح ان الهدرفي شهر (Mar – Feb - Jan – Des - Nov - Sep - Aug) بسعة 825.8 مليون متر مكعب فى الثانية من جملة الوارد 2832 مليون متر مكعب فى الثانية و71.41 مليون متر مكعب فى اليوم .

2- يتضح ايضا ان في شهر Oct ان الحوجة المائية للمحاصيل اكبر من السعة القصوي لترعتي المناقل والجزيرة بزيادة قدرها 32 مليون متر مكعب فى الثانية و 2.8 مليون متر مكعب فى اليوم.

3- وعليه يبلغ كمية الهدر 17138.4 مليون متر مكعب فى العام من جملة الوارد 58752 مليون متر مكعب فى العام .

الباب الخامس :

الخلاصة والتوصيات والملاحق

5-1الخلاصة :

1- تم التحليل بواسطة برنامج Cropwat

حيث تم حساب الحوجة المائية للمحاصيل الزراعية وبالمساحات المزروعة فعلياً وباستخدام البيانات المترولوجية لمشروع الجزيرة .

2- تمت المقارنة بين الحوجة المائية للمحاصيل وبين السعة القصوي لترعتي المناقل والجزيرة .

2-5 التوصيات :

1- يجب ضرورة الاستفادة من ادارة مصادر المياه وفقاً للاحتياجات المائية للمحاصيل لتجنب الهدر في المشاريع الزراعية والاستفادة القصوي من حصة السودان لرفع الانتاجية الاقتصادية .

2- استخدام برامج تكنولوجية اخري لحساب المقننات المائية والمقارنة بين النظم المختلفة .

3- ضرورة تطوير نظم الري واستخدام الانظمة الاكثر كفاءة في المشاريع الزراعية الاخري .

4-يجب الاهتمام بنظافة الترع الرئيسية والفرعية واز الة الحشائش والاطماء لضمان وصول المياه المحددة وتقليل ضائعات النقل في مشروع الجزيرة .

5- يجب الالتزام بزراعة المحاصيل الزراعية المحسوبة الحوجة المائية وبالمساحات المحددة .

المراجع :

1- تأليف ريتشارد انش كوينكا

اسم المرجع : تصميم نظم الري (المنظور الهندسي) ، النشر العلمي والمطابع ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، تاريخ النشر : 1424/8/23هـ الموافق 2003/10/19 م .

2- تأليف : عبد المنعم محمد حامد

اسم المرجع : حركة الماء في الاراضي ومتقنيات الري ، الناشر : الدار العبرية للنشر والتوزيع

32 شارع عباس العقاد ، مدينة نصر ، القاهرة ، تاريخ النشر ، الطبعة الاولى 2001 م

3- اسم المؤلف / شارل شكري سكلا

اسم المرجع : الهندسة الري والصرف ، اسم الطبعة : شركة مطابع لوتس بالفجالة، 38 شارع كامل صدقي بالفجالة ، القاهرة ، الطبعة الثالثة (أكتوبر 2003م) .