# الاثار الاقتصادية والبيئية والاستراتيجية لاستغلال بحيرة الصحراء الغربية الجوفية

## مقدمة :

بمطلع القرن العشرين وحسب المؤشرات العالمية الراهنة يتهدد العالم خطران هما :

### ١ ـ نقص الطاقة :

وهذا يبدو جليا في أنه لم تكتشف أي اضافات جديدة لمخزون البترول في العالم . وانما يستهلكه العالم اليوم هو في الواقع من الاحتياطي للمخزون العالمي مما يهدد بنفاد هذا المخزون الاستراتيجي قبل نهاية القرن الحادي والعشرين .

### ٢ ـ نقص الغذاء :

والمؤشرات الرئيسية لهذا الخطر هي الانفجار السكاني الكبير خاصة في دول العالم الثالث ، اضافة الى التدني السريع لموارد الانتاج الزراعي والتي تتمثل في مياه الري حتى في المناطق المشهود عليها بمواردها المائية الكبيرة . اضافة الى التغييرات المناخية والتي تسير في اتجاه سلبي مما يسبب قلقا كبيرا للبشرية . في الاعوام الخمسة السابقة ضرب الجفاف مناطق كثيرة من الولايات المتحدة وغرب اوروبا خاصة بريطانيا واسبانيا ، وجنوب شرق آسيا والجنوب الافريقي وهي مناطق مشهود لها بوفرة مياه الامطار . هذا اضافة الى الدمار البيئي الذي يصاحب الانفجار السكاني واثره على العالمين السابقين الماء والمناخ .

---

اعداد : ابراهيم أبو الحسن عبدالله ـ نقابة الزراعيين السودانيين .

ولكن في الوقت الذي يجلس فيه العالم العربي على مخزون طيب من احتياطي النفط قد يساعده في عاديات الايام ، فانه يجلس أيضا على احتياطي هائل من المياه الجوفية في منطقة الحجر النوبي بالصحراء الغربية ويغطي مساحات كبيرة من مصر وليبيا والسودان والذي رأيت أن يكون مجال هذه الدراسة الأولية لتوجيه الاهتمام العربي لهذا السلاح الهام .

## بحيرة حوض الحجر النوبي الكبرى :

تبدأ هذه البحيرة الجوفية من خط عرض ١٦ ش بداية من نهر النيل وتتجه غربا حتى شمال بحيرة شاد وشمالا حتى البحر الابيض المتوسط، ويغطي حوض البحيرة مساحات كبيرة من السودان ومصر وليبيا في مساحة متصلة تبلغ ١,٨٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع ، ويتراوح العمق البعدي Depth لمياه البحيرة بين ٣٠٠ متر تحت سطح الأرض بين خطي عرض ١٨ ش ـ و٢٣ ش ليصل العمق الى ٥,٠٠٠ متر عند مشارف البحر الابيض المتوسط نسبة لتغييرات التكوين الجيولوجي للصخور بتلك المنطقة ويبلغ العمق التخزيني داخل مجرى البحيرة الجوفية والذي يتكون من الحجر النوبي المسامي بمتوسط يتراوح بين ٢٥٠ ـ ٦٠٠متر[1] . واستنادا على المعلومات الفنية والجيولوجية المتوفرة قام المعهد الدولي للهايدرولوجي التابع لجامعة فاخنجي بهولندا بتقدير كمية المخزون المائي لحوض الحجر النوبي والذي يمكن استغلاله اقتصاديا بما يعادل ايراد نهر النيل السنوي لمدة ٥٠٠عام واذا عرفنا ان متوسط الايراد السنوي لنهر النيل يبلغ ٨٤مليار متر مكعب من الماء ، فانه يمكننا تقدير احتياطي مخزون المياه الجوفية بحوض الحجر النوبي بـ ٤٢,٠٠٠ مليار متر مكعب من الماء الصالح للاستغلال في مجال الزراعة . وقد قطعت الحكومة الليبية شوطاً حميدا في هذا المجال .

وبالاضافة الى هذا المخزون الهائل من المياه الجوفية فقد ابدت الدراسات الجيولوجية ان هناك اضافات سنوية متحددة من المياه تبلغ حوالي ١١ مليار متر مكعب من مصادر المياه التي تحد المنطقة في الجنوب وتتمثل في :

١ ـ بحيرة شاد .
٢ ـ نهر النيل .
٣ ـ فواصل مساقط مياه الامطار .
٤ ـ مياه الامطار والخيران في المناطق المسامية المتصلة بمجرى البحيرة .

ومن هذه المعلومات نجد أن هذه البحيرة الجوفية في الحقيقة عبارة عن نهر متجدد وليست احتياطي ثابت من الماء .

## الابعاد الاستراتيجية لاستغلال بحيرة الحوض النوبي :

تتمثل الابعاد الاستراتيجية لاستغلال هذه البحيرة في ثلاثة عوامل رئيسية مؤثرة على العالم العربي بصفة عامة وعلى قطاعات كبيرة منه بصفة خاصة والابعاد الثلاثة هي :

١ ـ البعد الاقتصادي .
٢ ـ البعد المناخي .
٣ ـ البعد البيئي .

### ١ ـ البعد الاقتصادي :

بالرغم من رسوخ فكرة الصحراء كاعتقاد ثابت في اذهان الكثيرين ، وما تحمله هذه الافكار من خلفيات سلبية ، اضافة الى عدم وجود دراسات جادة من قبل العلماء المختصين في الدول الثلاثة التي تضم هذا الحوض ، الا أن هناك مؤشرات ايجابية كثيرة تنبىء بالامكانات العظيمة التي تملكها تلك المنطقة والتي يمكن ان يستفيد منها المجتمع العربي ككل في مجال الاستثمار الزراعي والصناعي .

فمنطقة الحوض بما تملكه من رصيد هائل من المياه المخزونة (٣٢,٠٠٠ ـ مليار متر مكعب) والمياه المتجددة سنويا (١١ مليار متر مكعب) تغطي هذه المنطقة ايضا مساحة ١,٨٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع من الاراضي . واذا قدرنا افتراضا ان الواحات والاودية والسهول الصالحة للزراعة تقدر بحوالي ٢٠٪ من المساحة الكلية لهذا الحوض ، نجد ان احتياطي الارض الصالحة للاستغلال الزراعي تبلغ ٨٦ مليون فدان .

ويمكن تقسيم حوض البحيرة الجوفية الى ثلاثة مناطق ذات سمات مختلفة في المناخ والتكوين الجيولوجي ونوعية التربة والمناطق الثلاثة هي :

### أ ـ الشريط المتاخم لحوض البحر الأبيض المتوسط :

يبدأ هذا الشريط شبه الساحلي على بعد ثلاثمائة كيلو متر من ساحل البحر الأبيض المتوسط ، ويمتد من النيل شرقا في اتجاه الغرب ليغطي مساحات كبيرة من الجزء الشمالي لجمهوريتي مصر وليبيا ، ويتميز هذا الشريط بملائمة مناخه لانتاج محاصيل البحر الابيض المتوسط . ويمكن له ان يغطي احتياجات العالم العربي من القمح والموالح والخضروات والزيتون وغيرها مع امكانيات انتاج فائض كبير لتغذية السوق العالمي . ويتميز هذا الاقليم ايضا بكبر الحجم التخزيني للمياه الجوفية فيه بالمقارنة مع المناطق الجنوبية للحوض اذ ان العمق التخزيني للحجر النوبي في هذا الاقليم يصل الى عمق ٢٠٠٠ متر الا ان المعوقات الطبيعية بهذا الاقليم أكبر من غيرها بالاقاليم الأخرى وتتمثل هذه المعوقات في :

١ ـ البعد الكبير لمخزون المياه الجوفية بهذا الاقليم والتي تصل في بعض المناطق الى ٥٠٠٠ متر تحت سطح الارض مما يزيد الصعوبات الفنية والاقتصادية في استغلال المخزون المائي .

٢ ـ وجود نسبة املاح عالية بالمياه الجوفية بمتوسط ٣ جرام للمتر الواحد .

٣ ـ تدني نوعية التربة الزراعية مع وجود جيوب ملحية بالمنطقة مما يحتاج معه الى عملية استصلاح مكلفة مثيلة بنظم الاستصلاح الزراعي المتبع الان في مديرية التحرير بجمهورية مصر .

وخلاصة القول ان الاستثمار في هذا الاقليم يحتاج الى دراسات جدوى مبنية على الابحاث والتجارب الميدانية المكثفة للوصول الى نتائج ايجابية قبل البدء في الاستغلال الاقتصادي .

**٢ ـ واحات الصحراء الغربية والسهول المحيطة بها :**

تعتبر واحات الصحراء الغربية في كل من مصر وليبيا والسودان مؤشر طبيعي لمخزون المياه الجوفية في الحوض النوبي بالصحراء الغربية وقد ظهرت هذه الواحات نتيجة هبوط كبير في مستوى سطح الأرض ـ وصل في بعض المناطق الى او قريبا من مخزون المياه الجوفية أدى الى ظهور الواحات . وفي حقيقة الامر فان الواحات تمثل مركز سقوط لانخفاض أرضي كبير بدأ تدريجيا مكونا مساحات كبيرة من السهول الطينية المسطحة والتي غطت عليها الكثبان الرملية بطول الزمن نتيجة عوامل تحركات رمال الصحراء . . وتعطي واحة الخارجة بمصر والمساحات الواسعة من السهول الطينية المحيطة بها ، والتي لم تتعرض لتحركات الكثبان الرملية ، صورة للوضع الطبوغرافي لبقية واحات الصحراء الغربية .

ويمكن اختيار واحات الصحراء الغربية كمراكز ارتكاز للاستغلال الجاد لمخزون بحيرة الحوض النوبي مما تملكه هذه الواحات من عوامل ومؤشرات ذات مدلولات ايجابية تتمثل في :

١ ـ المخزون الهائل للمياه الجوفية بمنطقة الواحات حيث يصل العمق التخزيني للحجر النوبي حول الواحات بين ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ متر .

٢ ـ هبوط سطح الارض قريبا من مخزون المياه الجوفية اقتصاديا وفنيا .

٣ ـ امكانية استغلال الاحتياطي الكبير من الاراضي الطينية المسطحة المحيطة بالواحات والتي يمكن استصلاحها فنيا باستعمال الطرق والوسائل العلمية الحديثة او طبيعيا باستغلال الزراعة والغطاء النباتي (غابات) كعوامل مشجعة للزحف الصحراوي المعاكس .

ورغم النظم التقليدية الموروثة في الزراعة والاستغلال البدائي للمياه الجوفية الا ان النشاط الزراعي المعمول به الان في الواحات يمكن ان يعطي مقياس حقيقي لنوعية الاستثمار الزراعي مع التركيز على نظم الزراعة المكثفة والاعتماد على التطور الرأسي في انتاج الخضر والفاكهة ومنتجات الالبان ودعم الانتاج الزراعي بقيام صناعات المنتجات الزراعية .

كما ذكر سابقا فان استغلال امكانات الواحات الزراعية يجب أن ـ تسبقه دراسات جدوى مكثفة تعتمد على التجارب الميدانية للوصول الى الخيار الافضل .

## القطاع الجنوبي لحوض بحيرة الحجر النوبي :

يقع هذا القطاع بين خطي عرض١٦ ـ ٢٠ ش ويبدأ من النيل في الشرق وحتى شمال بحيرة شاد في الغرب ويغطي مساحة كلية تقدر بـ٦٥٠,٠٠٠ كيلو متر مربع .

ويحمل هذا القطاع سمات ايجابية كثيرة يمكن الاستفادة منها في استغلال هذا القطاع في المجال الاستثماري المكثف او في مجال اعادة البنية البيئية الصحيحة وينقسم هذا الاقليم الى ثلاثة أقاليم مناخية :

١ ـ الاقليم الصحراوي والذي يبدأ شمال عطبرة في شكل شريط ضيق نسبيا على محازاة نهر النيل في اتجاه الشمال .

٢ ـ اقليم شبه الصحراوي ويقع غرب الاقليم الصحراوي ويغطي شمال كرد فان وشمال دارفور ويستقبل هذه الاقاليم امطار خفيفة في فصل الخريف تستقي مراعي غنية جدا خاصة بحشائش الجزو ذات النسبة الغذائية العالية والتي تعتمد عليها ثروة حيوانية ضخمة لقبائل الكبابيش والحسانية والهواوير في فصل الشتاء .

٣ ـ اقليم شبه السافنا والذي يستقبل امطار سنوية في فصل الخريف تصل الى ٥٠٠مم وتكفي كمية الامطار التي يستقبلها هذا الاقليم في الزراعة حول الاودية وتغذية جيوب الغابات حول مجاري الخيران والاودية اضافة الى المراعي الغنية بهذا الاقليم والتي عليها ثروة حيوانية ضخمة في اقليمي كردفان ودارفور .

ويتميز هذا القطاع بامتلاكه لعوامل طبيعية مساعدة ومشجعة للاستغلال الزراعي المكثف وتتمثل هذه العوامل في الاتي :

أ ـ يغطي حوض الحجر النوبي الخازن للمياه الجوفية غالبية مناطق هذا القطاع وتوجد المياه الجوفية على بعد لا يتعدى ٣٠٠ متر تحت سطح الارض مما يؤكد الجدوى العالية لاستغلال المياه الجوفية اقتصاديا وفنيا كما ان بعض مناطق القطاع، كالشريط المحازي للنيل غربا من الخرطوم جنوبا وحتى منطقة دنقلا شمالا ، ووادي بارا بشمال كردفان ومنطقة شمال جبل مرة بدارفور ، تتميز هذه المناطق بوجود المياه الجوفية قريبا من سطح الارض والذي يمكن استغلال المياه الجوفية كآبار سطحية قليلة التكلفة مما يشجع الاستثمار الفردي والمحدود والذي أرى أن يكون التوجه الرئيسي لاستغلال هذا القطاع .

ب ـ يتخلل هذا الاقليم كثير من الاودية والخيران اهمها وادي الملك ووادي المقدم والتي تنحدر من هضبة جبل مرة في الغرب وتصب في النيل وتحمل هذه الاودية والخيران كميات كبيرة

من المياه السطحية خلال فصل الخريف ، ويمكن تخزين هذه المياه السطحية في شكل مجمعات مائية (بحيرات) لاستغلالها كموارد مساعدة لمخزون المياه الجوفية .

جـ ـ ارتفاع درجة الرطوبة خلال فصل الخريف واتصال فصل الخريف بفصل الشتاء مباشرة بهذا القطاع ساعد في خلق بيئة مناخية ملائمة للانتاج الزراعي في فترة تمتد لأكثر من ثمانية أشهر من شهر يوليو وحتى ابريل .

نسبة لامتلاك هذا القطاع من الحوض الى مسببات النجاح الطبيعية الهائلة التي ورد ذكرها يمكن التوجه لاستغلال هذا الحوض في شكل منهاج قومي تحت رعاية الدول العربية وذلك بتبني سياسات جدوي علمية ومشاريع رائدة مع التركيز على دور البحث العلمي واستعمال الوسائل العلمية وذلك تحت استراتيجية تحقيق اربعة اهداف رئيسية :

١ ـ قيام مشاريع قومية غير ربحية لاحياء هذا القطاع .

٢ ـ تحديد مناطق الاستثمار لدخول رأس المال العربي على نطاق واسع .

٣ ـ تشجيع الاستثمار المحدود والفردي بمساحات لا تتعدى ٥٠٠ فدان مع التركيز على الاستغلال التقليدي وتقليل التكلفة .

٤ ـ وضع برنامج قومي تشارك فيه الدول العربية والمنظمات العربية والعالمية في اعادة البنية البيئية لهذا الاقليم .

## البعد البيئي لاستغلال بحيرة الحوض النوبي :

اذا القينا نظرة تاريخية الى منطقة الحوض النوبي نجد كما ذكر المؤرخون ان المنطقة الصحراوية بشمال أفريقيا كانت في الواقع عبارة عن غابات كثيفة مليئة بالحيوانات وان هذه المنطقة كانت آهلة بالسكان حتى أعوام ٦٠٠ـ ٤٠٠ق .م من النيل حتى الاطلسي وانهم لم يصلوا الى شواطىء البحر الابيض المتوسط وهذا دليل على ان الظروف الطبيعية هناك كانت ملائمة لحياة الانسان آنذاك ويوردوا ايضا ان الزراعة المطرية كانت ممكنة حتى عام ٢٠٠٠ق.م وان المرعى جيد لتربية الابقار حتى ١٠٠٠ق.م .

وكان لنشاط الانسان الزراعي اليد الطولى في ابادة الغابات وقد بدأ الزحف الصحراوي نتيجة ابادة الغطاء النباتي وتدهور المرعى وجرف التربة وتدهور الانتاج الزراعي مع انخفاض حاد في درجة الرطوبة والغطاء النباتي الجيد يحافظ على الحياة البيولوجية للهيئة والتي بدورها تساعد في تماسك التربة وتقليل فاقد المياه والجرف الانحداري اضافة اليه مقاومة عوامل الزحف الصحراوي .

ويمكن الاستفادة من المخزون الهائل من المياه الجوفية للحوض النوبي في وضع وتنفيذ برنامج قومي لاعادة البنية الـ لحوض بحيرة الحجر النوبي بالصحراء الغربية وذلك بانشاء نباتي متصل خلال برنامج علمي ممرحل يبدأ بالقطاع الجنوبي للحوض في اتجاه الشمال وذلك استنادا للاسباب الاتية :

١ ـ احياء البنية البيئية في اتجاه معاكس للزحف الصحراوي المتجه جنوبا .

٢ ـ لازال القطاع الجنوبي يحتفظ بوضع بيئي سليم نسبيا يمكن الاعتماد عليه كقاعدة مساعدة لسرعة اكتمال البنية البيئية الصحيحة .

٣ ـ تعتبر الاودية ومجارى الاودية والخيران مصادر مياه كافية لقيام برنامج تشجير مكثف مع الاعتماد على مخزون المياه الجوفية في تكملة وتغطية احتياجات برنامج الحزام الاخضر .

## البعد المناخي لاستغلال بحيرة الحوض النوبي :

تشير الرسومات والمخطوطات التي تركتها حضارات النيل القديمة الى ان منطقة الصحراء الغربية كانت مناطق امطار غزيرة وانها كانت مكسوة بالغابات وتزخر بحيوانات مناطق السافنا ، الا ان المنطقة بدأت تفقد هذه الخاصية نتيجة التغيرات الكبيرة في نظم المناخ حتى تحولت المنطقة الى صحراء او شبه صحراء .

وبما ان للانسان القدح المعلا في تحطيم البيئة وسرعة عوامل التصحر الا ان اسباب التصحر الحقيقية كانت نتيجة تفاعلات طبيعية ومناخية بحتة بنيت على الافتراض العلمي في انه خلال عشرات الآلاف من السنين حملت السحب كميات كبيرة من مياه المحيطات ورسبتها كجبال جليدية في القطبين الشمالي والجنوبي مما ادى الى انخفاض مستوى المياه بالمحيطات والبحار الى اكثر من اربعة أمتار . وصاحب هذا الانخفاض في مستوى المياه تغييرات كبيرة في تحركات الرياح المشبعة بالسحب الممطرة نتج عنه تصحر مساحات كبيرة من اليابسة وكانت مناطق الصحراء الكبرى من اكثر المناطق تأثرا بهذه الظاهرة .

ويتوقع علماء المناخ تغييرا كبيرا في مناخ العالم يظهر بوضوح خلال النصف الاول من القرن الحادي والعشرين وذلك نتيجة احتراق كميات كبيرة من الوقود لمقابلة الثورة الصناعية التي اكتنفت العالم وتكثف كميات كبيرة من غاز ثاني اكسيد الكربون في طبقات الجو العليا يؤدي بدوره الى ارتفاع درجة حرارة الار ض٤ ـ ٥ درجات حرارية وتسبب هذه الزيادة في درجات الحرارة في ذوبان الجبال الجليدية بالقطبين وارتفاع مستوى البحار وتغيير تحركات الرياح . وقد وضع علماء المناخ خرطة مناخية جديدة متوقعة الحدوث ضمنوا فيها الصحراء الكبرى ضمن المناطق التي ستستقبل أمطارا كثيرة .

وباستغلال مخزون مياه حوض الحجر النوبي في الاستغلال الزراعي او البيئي قد يساعد كثيرا في مساعدة التغييرات المناخية المتوقعة الا ان هذا الامر يحتاج الى دراسات علمية مكثفة اذ ان كل المعلومات المتوفرة الان مبنية على افتراضات وليس على وقائع علمية .

## التوصيات :

لاهمية هذا الحوض ارى ان يضع اتحاد المهندسين الزراعيين العرب فكرة استغلال مياه حوض الحجر النوبي والاراضي الزراعية الضخمة التي يمتلكها من اوليات اهتمامه خلال السنوات الخمسة القادمة وذلك بالعمل على :

١ ـ قيام مجلس علمي متكامل ومتفرغ لوضع برنامج دراسي مكثف لكل امكانيات الحوض المائية والزراعية والبيئية والاقتصادية .

٢ ـ انشاء صندوق قومي تشارك فيه كل الدول العربية لمواجهة دراسات الجدوى والمشاريع الرائدة والمسوحات الثيوغرافية والجيوفزائية وبقية الدراسات المكملة لامكانية استغلال الحوض .

٣ ـ توجيه رأس المال العربي للاستثمار المكثف فيه حسب النتائج الايجابية التي تبديها دراسات الجدوى .

## المراجع :


١ ـ GISCHLER C.E

The Hydrelegy of Shara Ecelegical Bulletin Ner 24 1976

٢ ـ RAPP SUDAN

Ecelegical Bulletin NER 24 1976

٣ ـ ابو القاسم سيف الدين

ظواهر الزحف الصحراوي والحماية منها مع الاشارة لنطاق الضمغ العربي في السودان ـ الانسان البيئة التنمية ـ المنظمة العربية للعلوم .

٤ ـ المعهد الدولي للهايدرولوجي ـ

جامعة فاخنجي ـ هولندا .

# أثر العلاقات المائية على عمليات الري والانتاجية في الأراضي الطينية بالسودان

## مقدمة :

تعتمد التنمية الاقتصادية والاجتماعية في بلدان العالم الثالث عموماً وفي السودان خصوصاً ـ على مصادر الثروة الزراعية المحصولية والحيوانية وعلى خطط وطرق استغلالها المتاحة وعلى حسن إدارتها . . وتظهر الاحصائيات ان في السودان ١,٧ مليون هكتار تحت الري و ٦,٧ مليون هكتار من الأراضي البعلية قد استثمرت حتى الآن وانه بالامكان استغلال المزيد من هذه الأراضي . . والاهتمام الكبير بالري في الجزء الشمالي الجاف من السودان منذ بداية هذا القرن والى الآن ـ رغم انه تقنيته عالية التكلفة ـ لأنه ضمان لاستمرار الانتاج وضرورة تنويعه وتكثيفه ولإطالة موسم الانتاج .

وقبل الحديث عن ترشيد مياه الري نحتاج لترشيد وتعميق فهمنا لتقويم خططنا وقراراتنا مما يتطلب الألمام بالآتي :

أ ـ التحديد الواضح لأهداف وأغراض المشروع المعين عند الانشاء وأدوار المنتجين والدولة (سياساتها واداريها وفنييها) أو الممولين .

ب ـ المتغيرات السياسية والاقتصادية وأثرها على أهداف وأغراض المشروع .

جـ ـ نظم الري وتصميم القنوات ومنشآتها .

---

اعداد د . عثمان علي فضل جامعة الجزيرة ـ جمهورية السودان .

د ـ عمليات الري والصيانة : امدادات المياه والمناسيب واستمراريتها وتذبذبها واستجابة المزارعين وتعاملهم مع هذه الظروف وما أدخلوه وابتكروه بفطرتهم وخبرتهم على عمليات الري (والتي قد تتفق أو تتعارض مع اللوائح) وأنواع ومستوى الصيانة لإزالة الحشائش المائية والأطماء واصلاح الكسور . والجهات المسئولة عن مختلف عمليات الري (من الحقل الى المصدر) وعن الصيانة ومقدرة تلك الجهات عملياً على القيام بمسئولياتها .

هـ : ـ تفهم نظام الري ومراجعته باستمرار وتحديد كمي علمي لمساهمته في تحقيق الأهداف وما أنجز منها ومراجعة نظم الري إذا كانت قد صممت بشكل مؤقت كوضع طارىء ليعاد النظر فيه مستقبلاً .

## ٢ : ترشيد مياه الري :

**ا ـ احصائيات عن العلاقات المائية للأراضي الثقيلة VERTISOLS**

١ ـ صافي زيادة الرطوبة لعمق ١١٠ سم بعد تشبيع حقل جاف
٦٠٠ متر مكعب / فدان (أبريل)
صافي زيادة الرطوبة لعمق ١١٠ سم بعد تشبيع حقل جاف
نفس الحقل ١٩٠ متر مكعب / فدان (مايو)
صافي زيادة الرطوبة لعمق ١١٠ سم بعد تشبيع حقل جاف
نفس الحقل ٣٥٠ متر مكعب / فدان (يوليو)

٢ ـ معدل النفاذية الحقلية (٣ شهور غمر مستمر) ٠,٠٢ سم/ساعة

٣ ـ الرطوبة الحقلية لأرض مشبعة ٥٠٪ بالحجم
الرطوبة الحقلية عند الذبول الدائم ٢٨٪ بالحجم

٤ ـ الرطوبة الكلية لعمق ١٥٠ سم أواسط يوليو (قبل الري)
٢٢٠٠ متر$^{٣}$ / فدان
الرطوبة الكلية لعمق ١٥٠ سم أواسط سبتمبر (بعد تأسيس القطن)
٣٠٠٠ متر$^{٣}$ / فدان

**ب ـ تقليل الفاقد من المياه :**

أظهرت الدراسات التفصيلية على سطح الأرض الثقيلة في السودان في العشرون سنة الأخيرة (بعض نتائجها الفقرة ٢ أ) أنه حجم الماء الذي تأخذه هذه الأراضي بعد الابتلال

يتناسب عكسياً مع نسبة الرطوبة في القطاع الأرضي قبل وصول الماء . وعند إضافة ماء لأرض جافة تبدأ الامتصاص بمعدلات عالية في الدقائق الأولى وسرعان ما تنخفض هذه المعدلات كلما ارتفعت الرطوبة في التربة وكلما ظهر الابتلال في العمق وتكاد تتوقف النفاذية حين تصل زيادات قليلة في عمق ١٠٠ ـ ١٥٠ سم ـ ان أي إضافات للماء بعد التشبع تبقى على السطح حيث تتبخر أو تتسرب لتملأ الفاقد بالنتح .

هذه الخاصية رفعت كفاءة الري في هذه الأراضي لتفوق ٨٠٪ وهو حلم المتخصصين والمهتمين بمشاكل الري والهايدروليكا . . بالإضافة الى ذلك فان هذه الخاصية توضح للمزارع وللمسئولين مرحلة وجوب وقف عمليات ري الحقل مما يساعد على خفض سحب المياه من القنوات وإلا تبدأ الحيطان تظهر مغمورة بالمياه مما يضر بالمحاصيل فعلى الرغم من سلبيات قلة النفاذية على انتاج المحاصيل اذا غمرت وهي صغيرة الا انه لابد من ذكر ايجابياتها كعامل محافظة على موارد المياه في الغيط (قارن بالفاقد في الأرض الخفيفة ذات النفاذية العالية) .

الدراسات الهايدرولوجية والملاحظات بينت ان في الجزيرة والتي عرفت الري قبل أكثر من ٦٠ عام لم تتأثر مناسيب المياه الجوفية بما يجري على السطح من عمليات الري . . ووجد في أحد القنوات التي حملت المياه لثلاثين سنة انه زادت الرطوبة بالكاد في عمق ٤٠٠ سم . . فبينما تحفر الآبار السطحية لعمق يزيد عن ١٥ متراً فان تغييرات الرطوبة بالري في الحقول لا تكاد تصل ١٥٠ سم .

ان السعة الكبيرة لتخزين المياه في التربة الطينية هو عامل مساعد من عوامل المحافظة على الموارد . وذلك ما جعل بالامكان الاستفادة من مياه الأمطار في المواسم الرطبة لتأسيس المحاصيل توفيراً لمياه القنوات .

وعليه فان الحديث عن ترشيد مياه الري في أراضي السودان الثقيلة لا يعدو ان يكون ترديداً ـ أحياناً ـ لدعوات بصوت عال في بيئات مختلفة جداً وبموارد ذات خصائص مختلفة أيضاً عن مثيلتها في السودان . ان هذا لا ينفي امكانية تحسين عمليات الري بإدارة أفضل في القنوات وباهتمام أكبر من المزارعين في حقولهم . . غير ان الكاتب حاول أو يوضح المبالغة في التصورات احياناً لمحدودية ما يمكن عمله على مستوى الحقل .

نذكر هنا تأثر موارد النيل في فترة الجفاف الذي ضرب أفريقيا من غربها الى شرقها في بداية عقد الثمانينات ، فقد تدنى تصرف النيل الأزرق من متوسط ٥٠,٧ بليون متر مكعب الى ٧٤٪ في عام ١٩٧٩ وظل يتذبذب بين ٩٠٪ في ١٩٨٥ و ٦٠٪ في ١٩٨٤ مما أدى الى وقف زراعة القمح في الجزيرة في موسم ١٩٨٥/٨٤ م . ومهما يكن من أمر فان اتفاقية الاستغلال الكامل لمياه النيل (١٩٥٩) بين مصر والسودان حددت للسودان ١٨,٥ بليون متر مكعب ولمصر ٥٥,٥ بليون متر مكعب سنوياً عند (أسوان) . وعلى الرغم من انه تفيد المعلومات ان السودان

يستغل سنوياً زهاء ٧٠٪ من نصيبه الا ان استعمالات المياه والتوسع المستقبلي في التنمية الزراعية تتطلب حساباً لحاجة محاصيل البلاد بمساحاتها المقررة وباستعمال المعروف من المقننات المائية (بالأمتار المكعبة) .

**جـ ـ المتر المكعب :**

في تقارير محطة بحوث الجزيرة ان أرضنا تركت بوراً لأكثر من سنتين غطتها الشقوق الواسعة والعميقة . عند ريها أخذت ١٠٠٠ (ألف) متر مكعب/فدان . كذلك توضح الاحصاءات في الفقرة ٢ ـ أ أن ما اختزنته هذه الأراضي من المياه في الرية الثانية (مايو) كان أقل من ثلث ما اختزنته من الرية الأولى (أبريل) .

الاحصائيات السابقة وغيرها تكشف الخطأ الشائع بان الأراضي تروي بمعدل ٤٠٠ متر مكعب/فدان دون اعتبار لقطاع الرطوبة عند الري . وبالرغم من ان هذا الرقم قد استعمل افتراضاً في بداية القرن الا انه ترسب خطأ لدى بعض المتخصصين والعاملين في الري والانتاج الزراعي على حد سواء ان أي حسابات تبنى على هذا الرقم (المقدس) لا يمكن في أحسن الفروض ـ أن تكون صحيحة دائماً بل وقد تقود لنتائج كبيرة الخطأ .

يقودنا هذا أيضاً للحديث عن الدعاوي بان مياها (كثيرة) يهدرها المزارعون في الشوارع في المشاريع الكبيرة في بلادنا ، نسارع فنقول ان أي مياه تحول للمصارف تحت نظم الري في السودان تعتبر فاقداً يتوجب دراسة أسبابه بعمق ووقفه . غير انه لابد من وضع «كسر» المياه في الشوارع في حجمها الصحيح .

تقول تقديرات البنك الدولي أن ٥ متر مكعب من الماء في الشارع في الجزيرة يمكن ان تسبب وحلاً لسيارة نقل للزوجة الطين العالية بينما وقف مرور السيارات الصغيرة يتم بكميات ماء أقل . نقر هنا أن «كسر» المياه في الشوارع لعدم مراقبة ري الغيطان يسبب كثير من المضايقات كتعطيل المرور ويخلق بيئة لتوالد الناموس وانتشار الملاريا والبلهارسيا . ومع ذلك فان نسبة هذا الفاقد من الامدادات الكلية لا يكاد يذكر من احصائيات التصميم لنفترض تصرفات أبو عشرين = ٥٠٠ متر /١٢ ساعة يوم وان النمرة (٩٠ فدان) يحتاج ريها لأسبوع . إذن تأخذ النمرة من نسبة الترعة ٥٠٠×٧=٣٥٠٠٠ متر مكعب في الرية . يتضح لنا من ذلك ضآلة نسبة المياه التي تجد طريقها للشوارع .

**د ـ حفر القنوات :**

بعد حساب تصرفات قناة ما (من احصائيات أنواع المحاصيل ومساحاتها التي ستروى) وبعد تحديد السرعة المتوسطة لقطاع مائي (من الميل الطبيعي للأراضي) يحسب مساحة القطاع

المائي . ومن التصميم يحفر مجرى الماء وتوضع تربته على الجانبين لتصير الجسرين بعد حساب عرض المسطاح . تلاحظ ان طول قنوات مشروع الجزيرة يبلغ عشرات الآلاف من الكيلومترات وقد ظلت تحمل المياه بدون تطبيق لأكثر من ستين عاماً وبفاقد أرضي لا يكاد يقاس . . أصبح هذا بالامكان لضآلة كل من النفاذية وحركة المياه الأفقية في هذه الأراضي . نتج عن ذلك ان انشاء شبكات الري صار قليل التكلفة جداً .

**هـ ـ تخطيط المشاريع المروية :**

الصور الجوية ورؤية الحقول من الطائرة توضح الشكل المنتظم والترتيب المنظم لتخطيط الغيطان وشبكات الري في مشاريعنا الزراعية الكبيرة كالرهد والجزيرة وحلفا وغيرها . . ولقد لعبت العلاقات المائية دوراً كبيراً في امكانية تحقيق ذلك التنظيم فامدادات المياه ومناوبات الري وتحديد الزمن الذي يستغرقه ري هذه المساحات المنتظمة كان نتيجة خواص هذه الأراضي الطبيعية . . والنتيجة ان أطوال الترع تحددها المساحات التي تروى منها بينما أطوال قنوات أبو عشرين ١,٤ كم (تحت نظام التخزين الليل) و٢,٨ كم (نظام الري المستمر) حسب احصائيات التصميم . وأبو عشرين قناة مستقيمة (لا تتعرج) مما يتسبب أحياناً في مشاكل التحكم وتروي المساحة النمطية والمعروفة بالنمرة ومساحتها ٩٠ فدان (تخزين ليلي) أو ١٨٠ فدان (ري مستمر) . وبحساب التصميم فان ري النمرة يستغرق أسبوعاً في حالة كثافة محصولية تعادلة ٥٠٪ . ولقد قسمت النمرة لغيطان منتظمة مساحة كل منها ١٠ فدان في الجزيرة القديمة و ٥ فدان في ما خطط بعد ذلك وفي مشاريع حلفا الجديدة وآخرين وشكل النمرة مستطيل نمطي طولها على أبو عشرين يعادل ١٣٥٠ متراً وبعرض ٨٠ متراً وتحد النمرة بشوارع في جوانبها الأربعة .

**و ـ المحاصيل وانتاجها :**

تنتج هذه الأراضي المروية المحاصيل الغذائية كالذرة الرفيعة والقمح والفول السوداني ومختلف أنواع الخضروات والفواكه وتزرع فيها كميات كبيرة من الأعلاف أو من بقايا المحاصيل الأخرى وينتج منها المحاصيل النقدية كالقطن بأنواعه المختلفة . كل هذه المحاصيل تتضرر من الغمر وهي صغيرة إلا انه صار بالامكان انتاجها التجاري الوافر في هذه الأراضي والتي تختزن كميات من المياه في أعماق تتخللها جذور هذه المحاصيل .

ولابد من ذكر الغابات المروية في بعض هذه المشاريع لانتاج أخشاب الحريق والموبيليا .

## ٣ ـ خاتمة :

اتضح مما سبق ذكره ان «العلاقات المائية» للأراضي الطينية في السودان قد حددت لدرجة كبيرة طريقة بناء شبكات الري وكل جوانب مستحدثات الري ومنشآته كما حكمت اختيار المحاصيل والعمليات الفلاحية وشكل الحقول المنتظم مما جعلها من الخصائص الفريدة لمشاريعنا الزراعية .

ان ترشيد استخدامات الري في السودان يتطلب مراجعة عمليات الري وإدارة وصيانة القنوات وإعادة النظرة في النظم والقوانين «والتعاريف» العتيقة والتي تؤثر أحياناً على فهمنا للتغييرات التي طرأت في مستوى الحقل حيث تعامل أحياناً كأنها «غير موجودة» ونطرح هنا سؤال : الى متى سنظل نتمسك بضرورة التخزين الليلي غير الموجود وبان هذه الترع صممت للتخزين الليلي بينما يستعمل الآن للري المستمر وهو ما يناسب المزارع . . أليس بامكان مهندسينا وبمقدرتهم التقنية العالية وخبرتهم الطويلة وتدريبهم الممتاز أن يدخلوا العمليات والوسائل الادارية لقنواتنا وترعنا ما يرفع كفاءة استغلال المياه ويحسنها . .

ونطرح سؤالاً لزراعيينا في إدارة الحقل : ألم يحن الوقت لندرك بانه لا يمكن إدارة نظم الري عندنا إلا بالدراية بأسس واحصائيات التصميم لشبكة الري وبمعرفة قوانين الهايدروليكا الأولية . . الا يلزم من يديرون نظم الري هذه معرفة قياس كميات المياه في الترع وعند المنشآت في نقاط تنظيم الامدادات والمقننات المائية لمختلف محاصيلنا والاستعمال الواعي للمتر المكعب . نذكر هنا ان عمليات الري في الترع وتوزيعات المياه في الحقول هي مسئولية الزراعيين كما ان طلمبات المياه في الترع هي ضمن مسئولياتهم الادارية .

وعليه فطلمبات المياه مسئولية الزراعي وتنفيذ الطلمبات مسئولية مهندس وزارة الري وعلى المزارعين بالتعاون وبارشاد الزراعيين فتح المياه في غيطانهم . . ماذا ستكون استجابة المزارع لمياه كافية وامدادات مضمونة ومناسيب شبه ثابتة وبالتالي كيف تستجيب المحاصيل لهذا الحال . هذه الأسئلة نطرحها آخذين في الاعتبار «علاقات المياه في أراضينا» .

## المراجع :


١ ـ Chambers, R & Jiggins, J 1987. Agricultural Research for resources- poor farmers, Part 1: Transfer -of- technology and farming syptem Research. Agrio. Admin. & Exfension, 27: 35-52.

٢ ـ منشورات وزارة الري والمؤسسات الزراعية وهيئة البحوث الزراعية وعدد من العلماء (السودان) ١٩٢٥ ـ ١٩٨٦م.

# استخدام الموارد المائية في البادية السورية لتطوير المراعي والثروة الغنمية

## المقدمة

تبلغ مساحة البادية السورية /١٠,٩/ مليون هكتار ، أما مساحة البادية التي تمت دراستها ووضع خطة تطوير لها فتبلغ ٤,٩ مليون هكتار .

تلعب الزراعة منذ القدم دوراً هاماً في اقتصاد القطر ، ويبلغ الانتاج الزراعي خمس الانتاج العام للقطر ، حيث يساهم مساهمة كبيرة في الدخل القومي .

يشكل الانتاج الحيواني حوالي ثلث الانتاج الزراعي وبالدرجة الأولى الثروة الغنمية التي تؤمن حوالي ٤٤٪ من الحليب و٤٨٪ من اللحم و٩٦٪ من الصوف ، من منتجات القطر . حوالي ٧٠ ـ ٨٠٪ من الأعلاف اللازمة للثروة الغنمية وحتى وقت قريب كانت تؤمن من مراعي البادية السورية . لكن ازدياد عدد الأغنام وزيادة الحمولة الغنمية في مراعي البادية والرعي المبكر والجائر والأحتطاب وغيرها من العوامل الأخرى أدت الى تدهور مراعي البادية وأصبحت لا تؤمن أكثر من ٣٥٪ من الأعلاف اللازمة للأغنام .

استناداً الى ما ذكر عن الحالة الراهنة للمراعي ، تم وضع خطة تطوير مستقبلية للبادية تعتمد على تحسين الغطاء النباتي لمراعي البادية وزيادة انتاجيتها وتنظيم استعمالها ، وذلك بإدخال طرق استصلاح المراعي واستزراعها والتحسين الجذري لبعض مناطقها وادخال الدورات الرعوية المناسبة ، مما سيؤدي بالنتيجة الى زيادة مساحة المراعي الطبيعية على حساب المناطق المتدهورة ، وكذلك استخدام الجريانات السطحية والمياه الجوفية لري بعض المساحات وزراعتها

**اعداد : الدكتور محمد صبحي الاحدب وعيسى ابراهيم الشركة العامة للدراسات المائية في الجمهورية العربية السورية**

بالمحاصيل العلفية والحقلية ، هذا إضافة الى بعض الزراعات العلفية البعلية في المناطق الهامشية للبادية في محافظتي الرقة وحمص .

هذه المساحات المروية منها والبعلية ستزيد حجم كمية الأعلاف مما يستوجب معه ازدياد اعداد رؤوس الثروة الغنمية مع ما يترافق معها من تقديم كافة الخدمات اللازمة لها والذي سيؤدي بالنتيجة الى زيادة الانتاج الحيواني من لحم وحليب وصوف ، كما سيؤدي الى زيادة حجم بعض المحاصيل الزراعية من جراء زراعة المساحات المروية وكل هذا سيساهم في دعم الأمن الغذائي القطري .

سيتناول البحث وبشيء من التفصيل خطة تطوير الغطاء النباتي وتحسينه ورفع انتاجيته وحمولته الرعوية وتنظيم استعمال المراعي الطبيعية ، وتطوير الثروة الغنمية وانتاجيتها وتأمين احتياجاتها العلفية والمائية ، ودراسة الموازنة العلفية في البادية . وأيضاً خطة الاستخدام الأمثل للموارد المائية المحلية في تأمين مياه الشرب لسكان البادية والثروة الحيوانية . وفي إقامة منظومات ري هندسية لزيادة المساحات المروية في منطقة الدراسة ودراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع .

## ١ ـ الظروف الطبيعية :

### ١ ـ ١ الموقع والتضاريس :

تقع البادية السورية في الجنوب الشرقي من القطر بين خطي عرض ٣٣,٥°ـ ٣٦ شمالاً ، وخطي طول ٥٣ ٣٦°ـ ٤١° شرقاً والمساحة العامة للمنطقة المدروسة ٤٨٩٩٠ كم٢ ، طولها من الغرب الى الشرق ٣٤٥ كم وعرضها من الشمال الى الجنوب ٢٤٠ كم يحدها من الغرب حوض العاصي ومن الشمال والشمال الشرقي حوض الفرات ومن الجنوب والشرق الحدود العراقية .

من الناحية التضاريسية يميز في منطقة الدراسة سلسلة الجبال التدمرية الجنوبية والشمالية . التي يصل الارتفاع المطلق لها من ٨٦١ ـ ١٤٣٩ م ، يتشكل بين هذه الجبال مجاري مائية مؤقتة . إن أكبر حوض في سلسلة الجبال التدمرية هو حوض الدو الذي يمتد باتجاه جنوب غرب الى شمال شرق بطول يزيد عن ٨٠ كم وعرض حوالي ١٠ كم . في جنوب وشرق وشمال سلسلة الجبال التدمرية تنتشر سهوب متموجة وهضاب بارتفاع مطلق ٢٤٥ ـ ٦٧٣ م ، ومنها سهوب الفيضات التي تمثل عملياً كافة المنطقة الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة ، وتنحدر هذه السهوب من الجنوب الى الشمال .

يحد المنطقة من الشمال والشرق أراضي حوض الفرات الممتدة على طول سرير النهر وبعرض ٤ ـ ١٢ كم .

## ١ ـ ٢ ـ المناخ :

تقع البادية السورية الى الشرق من البحر المتوسط وتفصل بينهما سلاسل جبلية موازية للساحل ، لذا تتأثر بالمناخ المتوسطي المعتدل الذي يتصف بشتاء رطب ودافىء وصيف حار وجاف .

تقسم السنة بصورة عامة الى فترتين :

ـ الفترة الجافة (الصيفية) وتمتد من نيسان وحتى تشرين الأول مع متوسط حرارة هواء شهرية عالية تصل حتى ٣٤,٣° ، وكمية أمطار قليلة جداً وهواء حار .

ـ الفترة الرطبة (الشتوية) وتمتد من تشرين الثاني وحتى آذار مع متوسط حرارة هواء شهرية ٥ ـ ١٥° ، مع فترات هطول الأمطار (٨٠ ـ ٩٠٪ من الأمطار السنوية) الاتجاه السائد للرياح هو الغربي .

المتوسط السنوي للرطوبة النسبية للهواء ٤٥ ـ ٥٤٪ والمجال السنوي لها من ٣٩ ـ ٥١٪ . أعلى متوسط شهري للرطوبة النسبية في الخريف والشتاء وتتراوح من ٦٣ ـ ٧٩٪ وأقل متوسط شهري من حزيران حتى آب وتتراوح من ٢٥ ـ ٤٠٪ .

المتوسط السنوي لحرارة الهواء في المنطقة تتراوح من ١٥° في الغرب حتى ٢١° في الشرق . حرارة الهواء العظمى المطلقة في المنطقة تتراوح من ٤٣ ـ ٥١,٥° ، والصغرى المطلقة من ٨,٥ حتى ـ ٩,٨° .

توزع الهطول المطري السنوي في المنطقة غير متساوي ، وأكبر كمية للهطول (حتى ٣٠٠ مم) تهطل على مرتفعات السلسلة الجبلية التدمرية الشمالية ، وأقلها (حتى ١٠٠ مم) في سهول حوض الدو .

ومن معطيات الهطول المطري لعدة سنوات لوحظ عدم انتظام هطولها حيث أنها في محطة الرقة تتراوح من ٧٥ ـ ٣١٩ م ، وفي محطة دير الزور ٥٤ ـ ٢٨٠ مم ، وفي محطة تدمر ٣٠ ـ ٢٥٩ مم وفي محطة جبل التنف ١٥ ـ ٢٧٢ مم .

إن قيمة التبخر السنوية كبيرة في المنطقة وتتراوح من ١٦٠٠ مم في الغرب حتى ٢٠٠٠ مم في الشرق ومتوافقة مع معطيات التبخر من سطح ماء حر وفي منطقة الدراسة . الاتجاه السائد للرياح هو من الغرب الى الشرق . المتوسط السنوي لسرعة الرياح ٣,٣ ـ ٤,٤ م/ثا . وفي الصيف سرعة الرياح أعلى منها في الشتاء . السرعة العظمى للرياح تبلغ ٢٧,٢٠ م/ثا وخاصة في الربيع .

## ١ ـ ٣ ـ التربة :

تقع منطقة الدراسة ضمن المناخ المعتدل الجاف الذي تنتشر فيه الترب القلوية والقلوية المعتدلة .

إن غطاء التربة يتحدد بالصفات الليتولوجية ـ الجيومورفولوجية بالدرجة الأولى ، وأيضاً بكميات الهطول وتوزعها . تشكل القسم الأعظم لغطاء ترب منطقة الدراسة على توضعات ألوفية ـ ديلوفية ذات أصل كلسي (دولوميت ، كلس ، مارل . . .) أو على توضعات بروليوفية وألوفية ـ بروليوفية كربوناتية .

تتميز غالبية ترب منطقة الدراسة بالصفات التالية :

ـ سماكة قليلة جداً تصل حتى ٣٠ سم لترب المناطق السهلية .

ـ السماكة القليلة جداً لأفق تشكل الترب الزراعية يصل حتى ٦٠ ـ ١٠٠ سم .

ـ نسبة المادة العضوية المنخفضة ، وزيادة في نسبة الكربونات .

ـ وجود الجبس أو الآفاق الحاملة للجبس .

ـ التركيب الميكانيكي الثقيل في الجزء الأوسط من المقطع بشكل عام (ترب غضارية رملية) والمتميز بلون أصفر الى زهر مع بقع حمراء وبنية .

ـ انتشار الحصى على السطح .

ـ سطح الترب الغضارية الرملية محرومة من الغطاء النباتي ، ولها طبقة ذات قشرة قليلة السماكة ، تحمى التربة من التعرية .

يسود في منطقة الدراسة الترب السمراء (السمراء المحمرة) شبه الصحراوية المعتدلة (٥٥ , ٥٪) والترب السمراء شبه الصحراوية الجبلية المعرضة للتعرية (١٤٤٥٪) والترب الرملية الصحراوية (الكلسية) (٨ , ٩٪) ، كما يلاحظ وجود الترب السمراء الرمادية الصحراوية المعتدلة (٦ , ٥٪) والترب البنية الرمادية الفاتحة (٥ , ٣٪) . وأيضاً يلاحظ وجود ترب السبخات المالحة والترب الجبسية بمساحات قليلة .

ولقد تميز ستة مجموعات ترب في منطقة الدراسة من حيث تقييم غطاء التربة ودرجة صلاحيتها من أجل تحسين المراعي والاستثمار الزراعي (في حال توفر المياه) .

تعتبر المجموعة الأولى من أخصب مناطق الدراسة ثم يليها المنطقة الثانية والثالثة والرابعة فالخامسة وتعتبر هذه المناطق صالحة للقيام بكافة اجراءات تحسين المراعي مع اتخاذ التدابير اللازمة لحماية هذه الترب من التعرية ، ومع الأخذ بعين الاعتبار تنظيم الرعي بهذه المناطق بواسطة الدورات الرعوية ، وانتقاء نباتات رعوية للاستصلاح متحملة للجبس بالنسبة للمجموعة الرابعة ، وللملوحة بالنسبة للمجموعة الخامسة وتشغل هذه المناطق حوالي ٢٤ , ٧٪ من المساحة .

أما المجموعة السادسة وتشكل حوالي ٦٥,٨٪ من المساحة صالحة بالوضع الطبيعي بعد ادخال الدورات الرعوية وبعد اجراء تحسين المراعي وذلك بزراعة نباتات رعوية متحملة للجبس . مخطط (٢) .

## ١ ـ ٤ ـ الغطاء النباتي :

أثناء دراسة الغطاء النباتي للبادية السورية لوحظ وجود حوالي ٣٥٨ نوع نباتي رعوي ، تنتسب الى ٤٧ عائلة نباتية في تركيبها تسود النباتات الحولية وذات الحولين والموسمية ٥١,٨٪ والمعمرة ١٨,٧٪ . في المركز الثالث تأتي الشجيرات وشبه الشجيرات الرعوية ٦,٨٪ ، مع أن بهذه الأخيرة دور كبير في الغطاء النباتي ، من النباتات الشجيرية وشبه الشجيرية ذات الأهمية في الغطاء النباتي : مجموعة الرمت ، مجموعة النيتون ومجموعة الشداد ، حيث تشكل هذه الأنواع وعلى مساحات واسعة مجتمعات خاصة بها . ومن النباتات الموسمية القبا البصيلي والنميص اللذين لهما أهمية خاصة حيث يغطيان ٣٥٪ من منطقة الدراسة وتشكلان مجتمعات خاصة بهما .

من الناحية الجيونباتية ـ الجغرافية تصنف منطقة الدراسة ضمن منطقتين :

ـ تحت المنطقة الايرانية ـ التورانية من الشمال .

ـ تحت المنطقة السندية من الجنوب (ضمن حدود الصحراء الغابية) .

**مصطلحات خارطة ـ مخطط المناطق الاستصلاحية للترب**

| المجموعة | تحت المجموعة | الترب | المساحة الف/هـ ٪ |
|---|---|---|---|
| I | I ـ ١ | بنية ـ رمادية فاتحة وسمراء شبه صحراوية متوسطة السماكة غضارية رملية . | ٢,٦٤٠/١٣,٠ |
| | I ـ ٢ | سمراء شبه صحراوية عميقة بتوضع الجبس سميكة غضارية رملية . | |
| | I ـ ٣ | بنية ـ رمادية فاتحة وسمراء شبه صحراوية قليلة السماكة غضارية رملية . | |
| II | II ـ ١ | سمراء شبه صحراوية رملية غضارية الى رملية ، رملية صحراوية كلسية متوسطة السماكة الى سميكة . | ٢,٢/١٠٦,٤٧ |
| | II ـ ٢ | سمراء شبه صحراوية رملية غضارية الى رملية ، رملية صحراوية كلسية قليلة السماكة ، رملية صحراوية كلسية يتوضع الجبس على أعماق قليلة متوسطة السماكة . | |

| المجموعة | تحت المجموعة | الترب | المساحة الف/هـ ٪ |
|---|---|---|---|
| III | III ـ ١ | بنية ـ رمادية فاتحة سمراء شبه صحراوية مالحة متوسطة السماكة الى سميكة غضارية رملية . | ٧و٦/٣٧١,٩٥ |
| | III ـ ٢ | سمراء شبه صحراوية عميقة بتوضع الجبس مالحة سميكة غضارية رملية . | |
| | III ـ ٣ | سمراء شبه صحراوية مالحة متوسطة السماكة الى سميكة غضارية رملية . | |
| | IIII ـ ٤ | سمراء شبه صحراوية مالحة قليلة السماكة غضارية رملية . | |
| IV | IV ـ ١ | سمراء شبه صحراوية يتوضع الجبس على أعماق قليلة متوسطة السماكة غضارية ـ رملية . | ١,٩/٩٣,٦٦ |
| | IV ـ ٢ | سمراء شبه صحراوية يتوضع الجبس على أعماق قليلة مالحة الى متملحة ، سمراء رمادية صحراوية يتوضع الجبس على أعماق قليلة جرداء متوسطة السماكة الى سميكة غضارية رملية . | |
| V | V ـ ١ | انتومورفية مالحة . | ٠,٦/٣٠,٥٥ |
| | V ـ ٢ | هيدرومورفية مالحة . | |
| VI | VI ـ ١ | سمراء شبه صحراوية يتوضع الجبس على أعماق قليلة وسمراء رمادية صحراوية يتوضع الجبس على السطح مالحة قليلة السماكة الى متوسطة السماكة غضارية رملية . | |
| | VI ـ ٢ | بنية ـ رمادية فاتحة ، سمراء شبه صحراوية (ضمنها يتوضع الجبس على السطح) سمراء رمادية صحراوية قليلة السماكة جداً ، جبسية . | |
| | VI ـ ٣ | صحراوية رملية كلسية قليلة السماكة جداً . | ٦٥,٨/٢٢٢٣ |
| | VI ـ ٤ | بنية ـ رمادية فاتحة ، سمراء شبه صحراوية جبلية متعرضة للتعرية قليلة السماكة جداً . | |
| | ★ | رسوبية عشبية ـ متصحرة كربوناتية وغالبيتها مروية قديمة سميكة وهيدرومورفية مالحة . | ٢,٥/١٢٠,٥٨ |
| | R | تكشفات مادة الأصل . | ٦,٤/٣١٢,٥ |
| | | المجمـــــوع | ١٠٠/٤٨٩٩,٠ |

(خريطة -٢-) خارطة مخطط المناطق الاستصلاحية للمغرب

وفي منطقة الدراسة لوحظ وجود أربع مناطق جيونباتية :

ـ منطقة شبه البوادي الشمالية ٢٦٠ ـ ٣٣٠ مم أمطار .

ـ منطقة المرتفعات الوسطى ١٢٠ ـ ٢٠٠ مم لسفوح المرتفعات و١٨٠ ـ ٣٥٠ مم للمرتفعات المنخفضة والمتوسطة .

ـ منطقة البوادي الجنوبية ١٥٠ ـ ١٨٠ مم أمطار .

ـ منطقة حوض الفرات الزراعية .

إن مساحة المراعي الطبيعية في منطقة الدراسة تعادل ٨٢,٦٪ من المساحة المدروسة أما بقية الأراضي فهي عبارة عن أراضي زراعية بعلية ، وأراضي حوض الفرات المروية وسبخات وطرقات وقرى ومراعي متدهورة . واستناداً الى تركيب الغطاء النباتي وحالته وانتاجيته تم تمييز سبع مناطق رعوية متوافقة مع المناطق الجيونباتية الآنفة الذكر وهي :

## أ ـ المناطق الغربية للبادية :

مساحتها ٤٣٠ ٠٠٠ هـ تشكل ٨,٦ من مساحة منطقة الدراسة ، والنباتات الرعوية السائدة فيها : الشنان ، النميص والقبا وعلى حواف الوديان يسود شيح الوديان والقيصوم العطري ، وانتاجية المنطقة تتراوح من ٨٠ ـ ١٩٠ كغ/هـ وتقع مراعي هذه المنطقة بين القريتين وتدمر وتياس .

## ب ـ المناطق الجنوبية للبادية :

مساحتها ٧٣٠ ٠٠٠هـ وتشكل ١٤,٥٪ من مساحة منطقة الدراسة ، والنباتات الرعوية السائدة هي النباتات الموسمية والمعمرة ، وانتاجيتها قليلة حوالي ٣٠كغ/هـ .

## جـ ـ المنطقة الوسطى للمرتفعات المنخفضة :

وتشمل المناطق الهضابية والمرتفعات المنخفضة وسفوحها ومساحتها ١,٢٥٠ ٠٠٠هـ وتشكل ٢٧,٥٪ من منطقة الدراسة ويسود فيها النباتات الرعوية التالية : الشيح ، الصر ، والنباتات الموسمية والمعمرة والروتا ، وانتاجيتها تتراوح ما بين ٨٠ ـ ٦٠٠ كغ/هـ .

## د ـ منطقة سهول وادي الرافدين :

يشمل تقريباً غالبية المنطقة الشرقية لمنطقة الدراسة ومساحتها حوالي ١,٤٦٠ ٠٠٠ هـ وتشكل ٢٩,٥٪ من منطقة الدراسة ، ويسود فيها النباتات الرعوية الجبسية التالية : الرمت ، النيتون ، الصر والشداد ، وفي بعض المناطق الرملية تسود النميص والقبا والنباتات الموسمية بكثرة ، يتراوح المردود ما بين ١٢ ـ ٤٧٠كغ/هـ والمنطقة صالحة لرعي الأغنام والجمال في الفترة الرطبة .

## هـ ـ المنطقة الشمالية لشبه البادية :

مساحتها حوالي ٧٤٠ ٠٠٠هـ وتشكل حوالي ١٤,٨٪ من منطقة الدراسة تسود فيها النباتات الرعوية التالية : الشيح ، الصر ، والنباتات الموسمية والمعمرة . مردود مراعي المنطقة يتراوح ما بين ١٢٠ ـ ٣٨٠كغ/هـ ، مساحة كبيرة من المنطقة مفلوحة .

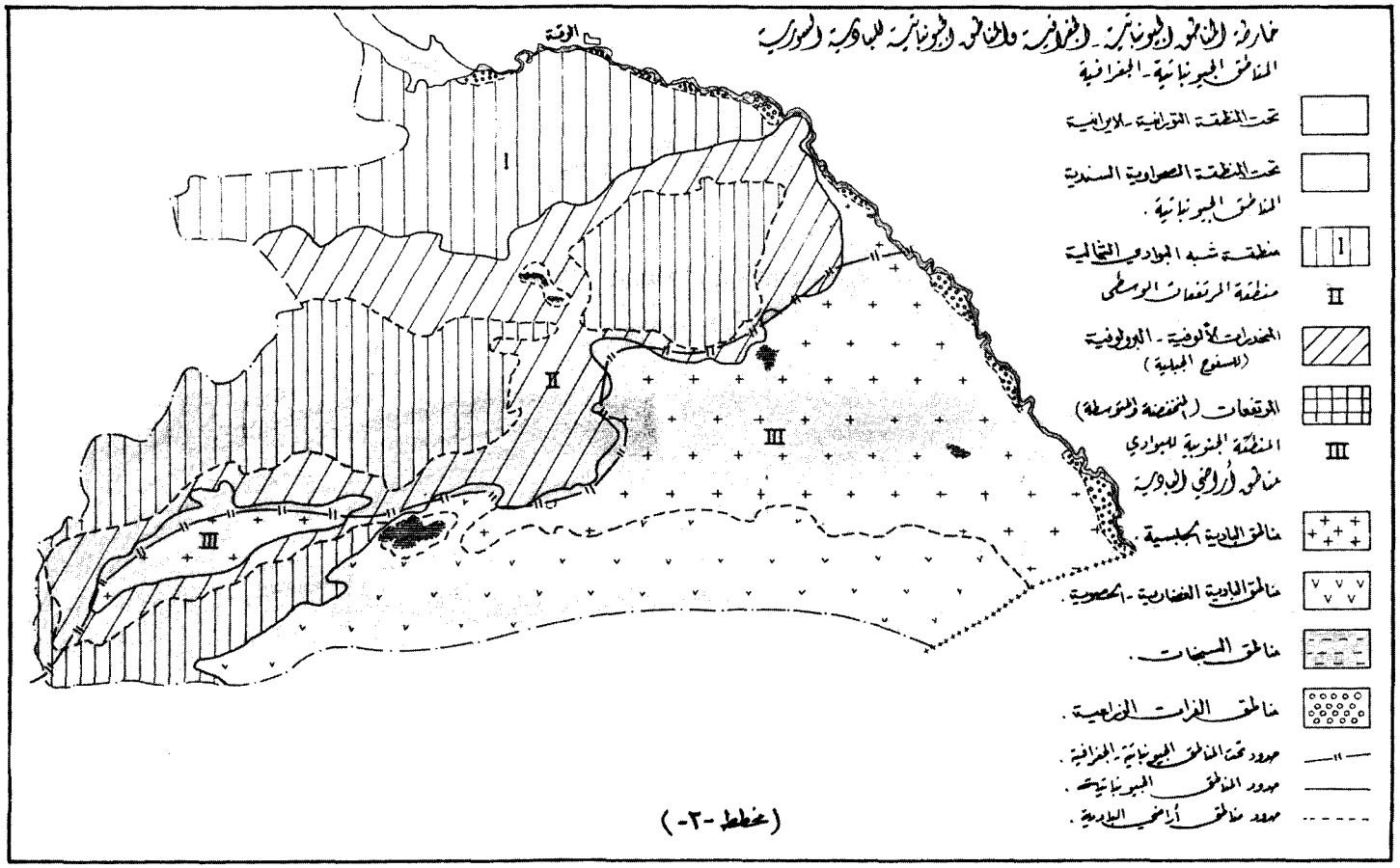
## و ـ منطقة حوض الفرات الزراعية :

تمتد على طول سرير نهر الفرات من بحيرة الأسد وحتى البوكمال بطول حوالي ٦٠٠ كم ومساحة حوالي ١٣٠ ٠٠٠هـ يجري استصلاحها وزراعتها بالمحاصيل الزراعية . ومن الأشجار السائدة هناك : الطرفاء والحور .

في هذه المناطق يستفاد من بقايا المحاصيل الزراعية للأغنام ، كما يتم زراعة مساحات واسعة بالمحاصيل العلفية المروية تساهم في دعم القاعدة العلفية للأغنام .

## ذ ـ منطقة سبخة الموح والكوم :

تعتبر سبخات الموح والكوم أكبر السبخات في منطقة المشروع ويسود فيهما على الحواف النباتات المحلية التالية : السبطاء والطرفاء والنجيل والعكرش والحمرة المغبرة أما بقية المساحة فخالية من النباتات . والنباتات الملحية هذه صالحة للجمال . مخطط (٢) .


خارطة المناطق البيوناخية - الجغرافية والمناطق البيوناخية للبادية السورية
المناطق البيوناخية - الجغرافية
تحت المنطقة القوزاخية - الايرانية
تحت المنطقة الصحراوية السندية
المناطق البيوناخية .
منطقة شبه البوادي الشمالية
II منطقة المرتفعات الوسطى
المنحدرات الأنوفية - البروفونية
(السفوح الجبلية)
المرتفعات (المنخفضة والمتوسطة)
III المنطقة الجنوبية للبوادي
مناطق أراضي البادية
مناطق البادية الجبلية .
مناطق البادية الغضارية - الحصوية .
مناطق المسبخات .
مناطق الفرات الزراعية .
حدود تحت المناطق البيوناخية - الجغرافية .
حدود المناطق البيوناخية .
حدود مناطق أراضي البادية .
الرقة
I
II
III
III

(مخطط -٢-)

## ١ ـ ٥ ـ المصادر المائية :

مكنت التحريات والدراسات المنفذة من حصر الواردات المائية السطحية والجوفية :

### ١" : الموارد السطحية :

تم تقسيم منطقة الدراسة حسب خصائصها الفيزيائية ـ الجغرافية الى سبع أحواض هيدرولوجية مستقلة هي الدو وتدمر والسخنة (أحواض هيرولوجية مغلقة) في حين تسيل أحواض المياه ـ الصواب والرقة وأبو كمال والرصافة الى نهر الفرات . .

نبين في الجدول التالي متوسط الجريان السنوي لهذه الأحواض بنسبة ضمان ٥٠٪

| الحوض الهيدرولوجي | مساحة الحوض الساكب | | متوسط الجريان السنوي | الجريان السنوي باحتمال ٥٠٪ |
|---|---|---|---|---|
| | كم٢ | ٪من المجموع | مليون م٣ | مليون م٣ |
| الدو | ٨٥٦٠ | ١٥,٥ | ١٨,٥ | ١٥ |
| تدمر | ٤٨٦٠ | ٨,٨ | ٨,٦ | ٧ |
| السخنة | ١٣١٧٠ | ٢٣,٨ | ٢٨,٤ | ٢٣ |
| الرصافة | ٩٨٦٠ | ١٧,٨ | ٣١,٠ | ٢٥ |
| المياه ـ الصواب | ١٣٤٠٠ | ٢٤,٢ | ٢٧,٢ | ٢٢ |
| الرقة | ٣٥١٠ | ٦,٣ | ٩,٨ | ٨ |
| أبو كمال | ١٩٨٠ | ٣,٦ | ٢,٥ | ٢ |
| المجموع | ٥٥٣٤٠ | ١٠٠ | ١٢٦,٠ | ١٠٢ |

تقدر الواردات السطحية لسنة مطرية متوسطة بـ ١٢٦ مليون م٣ وتكون مساوية للصفر لسنة جافة باحتمال ٨٠٪ ، يستخدم منها ٥٠٪ في السدود القائمة ٧,٣ مليون م٣ ويقترح

استخدام ٢ , ٧ مليون م٣ منها بالتخزين عن طريق إقامة سدود و٢ , ٢٢ مليون م٣ بالنشر بواسطة سدات تحويلية . نظراً للظروف الطبوغرافية السائدة والخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية فإنه لا يمكن استخدام ٣٠٪ من الواردات السطحية المذكورة .

## ٢" : الموارد الجوفية :

تقسم منطقة الدراسة الى أربع مناطق هيدروجيولوجية وهي :

١ ـ سلسلة الجبال التدمرية .
٢ ـ حوض المياه الارتوازية لمرتفعات حلب .
٣ ـ حوض المياه الارتوازية لمرتفعات الرطبة .
٤ ـ المياه الارتوازية لحوض الفرات .

تم تحديد طابقين هيدروجيولوجيين في المناطق المذكورة . يرتبط الطابق العلوي بتشكيلات الباليوجين النيوجين الرباعي والسفلي بصخور الكريتاسي الأعلى .

يتراوح تصريف آبار الحامل المائي الأول من ٣ , ١ ـ ٢ , ٣ ل/ثا أو أقل وتتوضع مياهه على أعماق تتراوح بين بضعة أمتار وحتى ٩٢ م وغالباً ٢٥ م وتتركز الآبار ذات التصريف الكبير بشكل رئيسي في حوض الدو وحوض سبخة الموح . تزيد الملوحة العامة لمياه هذا الحامل في بعض المناطق عن ٥ غ/ل وقساوتها عن ٤٥ ملغ مكافئ /ل . وبهذا فهي لا تصلح لسقاية المواشي إلا بعد تحليتها . كذلك لا ينصح باستخدامها لأغراض الري الزراعي . بينما يتميز الحامل المائي الثاني العميق بارتفاع معطائيته المائية حيث يتراوح تصريف الآبار فيه بين واحد الى عشرات الليترات/ثا . تتوضع مياه هذا الحامل على أعماق تتراوح من ١٥٠ الى أكثر من ٦٠٠ م وتبلغ ملوحتها ٠,٥ ـ ١,٦ غ/ل وتزيد في بعض المناطق عن ٣ غ/ل .

ـ وعليه ينصح :

باستعمالها أولاً في سقاية الأهالي والمواشي .
واستعمال الجزء المتبقي من المياه لأغراض الري الزراعي .

تقدر الموارد المائية الجوفية القابلة للاستثمار باحتمال ٥٠٪ بـ ١٦٥ , ٣ مليون م٣/سنة . منها ١١٤ , ٢ مليون م٣/سنة من الموارد الطبيعية و ٥١ , ١ مليون م٣/سنة من الاحتياطي الطبيعي للطابق الثاني .

تبلغ الواردات الطبيعية للطابق الأول ٧٠ , ٩ مليون م٣/سنة وللطابق الثاني ٤٣ , ٢ مليون م٣/سنة . تتوفر حسب قيم الملوحة العامة كما في الجدول التالي :

| الواردات المتوقعة القابلة للاستثمار باحتمال ٥٠٪ | الملوحة العامة للمياه غ / ل | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ١,٥ | ٣-١,٥ | ٥-٣ | ٧-٥ | ٧ |
| الواردات الطبيعية مليون م٣ | ٥٣ | ١١ | ٢٢ | ١٤ | ١٤ |
| الاحتياطي الطبيعي مليون م٣ | ٢٣,٧ | ١٢,٤ | ٤,٠٧ | ٠,٨٧ | — |
| المجموع مليون م٣ | ٨٦,٧<br>٢٣,٤<br>٢٦,٠٧ | ١٤,٨٧ | ١٤ | | |

### ٣" : نهر الفرات :

يبلغ متوسط الجريان السنوي لنهر الفرات ٨٧٥م٣/ثا عند الحدود السورية التركية . يقدر الاستهلاك المائي في ري مشاريع حوض الفرات في عام ٢٠٠٠ بـ ٢٤٥م٣/ثا . باعتبار ان هذا الاستهلاك يشكل فقط ٢٨٪ من متوسط الجريان السنوي يمكننا استجرار مياه الشرب للأهالي والمواشي في مناطق حوض الفرات من البادية السورية .

## ٢ ـ الوضع الراهن

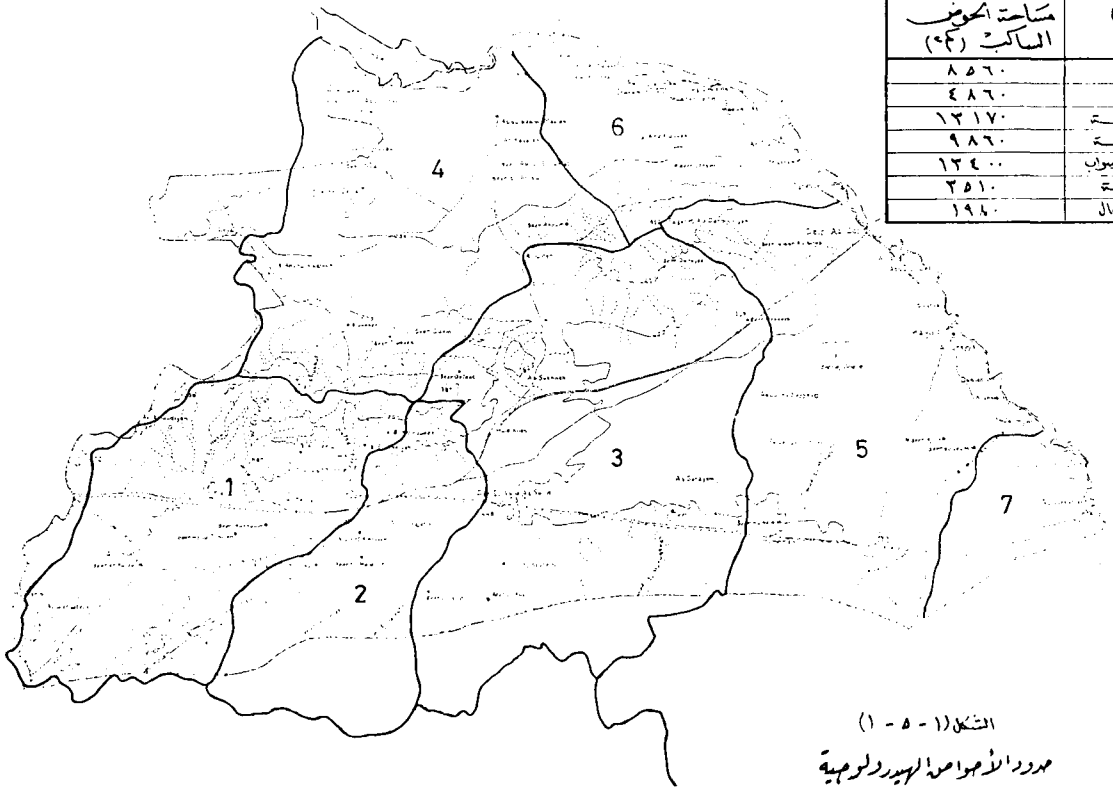
**٢ ـ ١ : الوضع الزراعي** : (المراعي الطبيعية والثروة الحيوانية والزراعات المروية والبعلية والميزانية العلفية) .

**٢ ـ ١ ـ ١ : الوضع الراهن للمراعي :**

خلال المسح الجيونباتي لمنطقة الدراسة البالغ مساحتها ٤,٨٩٩ مليون هكتار ، تم الحصول على ٣٥٨ نوع نباتي تنتمي الى ٤٧ عائلة ، كما لوحظ وجود ٧٦ نموذج رعوي تنتمي الى ١٢ مجموعة نباتية .

تبلغ مساحة المراعي الطبيعية في منطقة الدراسة ٤,٠٤٨٤٨٤ مليون هكتار حوالي ٦٠٪ منها مراعي متدهورة تتميز بانتاجيتها المتدنية .

يتصف الوضع الراهن لمراعي البادية السورية بالمؤشرات التالية :




| رقم الحوض | اسم الحوض | مساحة الحوض الساكب (كم٢) |
|---|---|---|
| 1 | الابو | ٨٥٦٠ |
| 2 | تدمر | ٤٨٦٠ |
| 3 | البصية | ١٣١٧٠ |
| 4 | الرماية | ٩٨٦٠ |
| 5 | الثيم الصواب | ١٢٤٠٠ |
| 6 | الرقة | ٣٥١٠ |
| 7 | أبوكمال | ١٩٨٠ |

الشكل (١ - ٥ - ١)

حدود الأحواض الهيدرولوجية

- مردود الهكتار الواحد للفترة الرطبة ٢٤٨ كغ مادة جافة مأكولة .
- مردود الهكتار الواحد للفترة الجافة ٧٤ كغ مادة جافة مأكولة .
- المتوسط العام ١٦١ كغ مادة جافة مأكولة .
- المادة الجافة الكلية لعام متوسط الانتاجية للفترة الرطبة ١٤٣٣ ألف طن .
- المادة الجافة المأكولة لعام متوسط الانتاجية للفترة الرطبة ١٠٠٤ ألف طن .
- الوحدات العلفية لعام متوسط الانتاجية للفترة الرطبة ٧٥٧ ألف طن .
- الحمولة الغنمية ٣٨٥٠ ألف رأس .
- المؤشرات الانتاجية للثروة الغنمية الناتجة عن ذلك فهي كما يلي :

| المؤشرات الانتاجية | انتاجية الرأس الواحد /كغ/ | الانتاج الكلي /ألف طن/ |
|---|---|---|
| - حليب | ٥٠ | ١٩٢,٥ |
| - لحم حي | ٢٢,٩ | ٨٨,٢ |
| - لحم مذبوح | ٩,٧ | ٣٧,٣ |
| - صوف غير مغسول | ٢,٢٥ | ٩,٩٧ |
| - صوف مغسول | ١,٢٧ | ٤,٨٩ |

**٢ ـ ١ ـ ٢ : التطوير المستقبلي للمراعي :**

إن الرعي المبكر والجائر للغطاء النباتي الطبيعي وزيادة الحمولة الغنمية والاحتطاب . . الخ أدى الى تدهور المراعي الطبيعية وتدني انتاجيتها وخاصة في مناطق الدو وتدمر والسخنة والرصافة ، حيث تبلغ مساحة المراعي المتدهورة حوالي ٥٠٠ ألف هكتار ولا يتعدى مردود هذه المراعي ٣٠ ـ ٥٠كغ/هـ .

إذا لم يتم تنظيم استعمال المراعي والحفاظ عليها واتخاذ جملة من التدابير الجوهرية والفعالة لحمايتها وإعادة تكوينها ، فسوف تفقد أهميتها كمصدر طبيعي لأعلاف الأغنام وستزداد المساحة المعرضة للتدهور سنوياً .

إن دراسة وضع خطة التطوير المستقبلي لمراعي البادية السورية اعتمدت على الأسس التالية :

**٢ ـ ١ ـ ٢ ـ ١** : تطبيق الدورات الرعوية ، يعتبر اجراء هاماً كلفته قليلة وله ميزات فنية جيدة لأنه يعتمد على الصفات الفينولوجية للنباتات الرعوية وأطوار نموها . ويحدد فصول مواعيد

وفترات الرعي في كل فصل ، بحيث يتسنى للنباتات تشكيل البذور وأجزاء التكاثر الاخرى لإتاحة الفرصة لنمو جديد لها .

**٢ ـ ١ ـ ٢ ـ ٢ : اجراء عمليات استصلاح المراعي في المناطق المتدهورة :**

ان استصلاح المراعي هو عبارة عن تكوين مراعي اصطناعية تحل محل المراعي المتدهورة .

في ظروف البادية السورية ، نجد ان كل مجموعة نباتية رعوية قد تأقلمت مع ظروف تربة معينة . ففي الترب الحمراء الحاملة للجبس ينتشر الرمث ، وينمو النيتون على مختلف الأراضي المالحة ، والشيح ينمو على الترب الخفيفة الرملية الغضارية غير المتسلحة أو خفيفة الملوحة ، الشنان ينمو في الأراضي الخفيفة الملوحة ، الجبسية ، والترب الغضارية الصحراوية الألوفاتية . تلعب الترب وتركيبها الميكانيكي والملحي ، وأيضاً صفاتها المائية ـ الفيزيائية دوراً هاماً في حياة النباتات الرعوية في البادية ، ولذلك عند استخدام طريقة الاستصلاح الجذري ، يجب اختيار الطريقة المناسبة لتحضير التربة قبل الزراعة .

فالترب الجبسية المستمرة في المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية للبادية تتطلب وسائل معقدة لتحضير التربة قبل الزراعة . حيث كمية الأمطار الهاطلة حوالي ١٢٠ ـ ١٤٠ مم سنوياً . ففي الخريف والشتاء والربيع تصل الرطوبة الى عمق ٤٠ ـ ٦٠ سم وغالباً فقط الى ٢٠ ـ ٢٥ سم .

في المناطق التي ينتشر فيها الترب الجبسية يفضل اتباع طريقة فتح الأخاديد (الخطوط) المجمعة للرمال وخاصة المناطق القريبة من مجموعات الترب الرملية ، وفي حال عدم وجود مجموعات الترب الرملية قرب المنطقة المراد استصلاحها يفضل اتباع طريقة إقامة الأخاديد المجمعة لمياه الأمطار التي تساعد على توفير الرطوبة وغسيل الأملاح السهلة الذوبان من سطح التربة . ويفضل استخدام هذه الطريقة في الجنوب الشرقي للبادية ، حيث لا يوجد مجموعات رملية متماسكة .

في الأراضي الجبسية يفضل استخدام طريقة الفلاحة العميقة التي تؤدي الى حمل الجبس من الطبقة الزراعية الى تحت الطبقة الزراعية وتمنع تشكل الطبقة الصلبة المعيقة لنمو النبات .

إن الاستخدام الكثيف وعلى المدى الطويل لمراعي البادية أدى الى انخفاض انتاجيتها في الوقت الحاضر عن طاقتها الكامنة ، ولذلك فإن مبدأ استصلاح المراعي هو رفع درجة استخدم الطاقة الكامنة للمراعي وذلك بزراعة نباتات رعوية ، ذات انتاجية عالية تحل محل النباتات الرعوية ذات الانتاجية المنخفضة في المراعي المتدهورة وهذا ما يسمى بالاستصلاح الجذري للمراعي . ويفضل استخدام هذه الطريقة في السنين ذات كميات الهطول الكبيرة .

يتوقف نجاح الاستصلاح على عدة عوامل متداخلة مع بعضها البعض وهي : التربة ، طريقة تحضير الأرض للزراعة ، اختيار قطع الأرض المناسبة للزراعة ، اختيار النباتات الرعوية المناسبة المتوافقة مع ظروف التربة والمناخ .

ونذكر على سبيل المثال عدة طرق مقترحة لاستصلاح البادية السورية .

**أ ـ إقامة اخاديد مجمعة للرمال :**

في بعض مناطق البادية يلاحظ فقر في الغطاء النباتي وخاصة قرب الآبار والمراكز السكانية وذلك بسبب احتطاب الشجيرات وشبه الشجيرات والتربة هنا تكون معرضة للحت الهوائي ويلاحظ وجود نبات الشنان غير المستساغ من قبل الأغنام ، وهنا تسود الرياح الحاملة للرمال والتي يمكن استخدامها في الاستصلاح .

في هذه المنطقة يمكن اقامة الأخاديد المجمعة للرمال متعامدة على اتجاه الرياح وذلك باستخدام جرار بسكة واحدة ، عرضها على سطح الأرض ٥٠ ـ ١٧٠ سم وعرضها على الأكتاف ٧٠ ـ ١٢٠ سم وعمقها ٣٠ ـ ٥٠ سم ، وكلما كانت أعرض وأعمق كانت فعاليتها أكبر والمساحة بين الأخدود والآخر من ٥ ـ ١٠ م أو ١٥ ـ ٢٠ م ، حيث تقام في فصل الشتاء أو الربيع حيث تكون التربة رطبة ، لكي لا تقع في الأخاديد الكدر .

إذا تم تجميع الرمل مع بذور النباتات الموسمية بكثرة وأعطت نموات جيدة في الربيع فإن بذور النباتات الشجيرية تزرع في العام الثاني أو الثالث بعد نفاذ بذور النباتات الموسمية التي تعطي مردود أعلى بـ ٥ ـ ١٠ مرات مما هي عليه في الطبيعة .

في السنوات الجافة تزرع النباتات الشجيرية وشبه الشجيرية في العام الأول من تجمع الرمل في الأخاديد وفي فصل الشتاء حيث تكون الرطوبة كافية ينصح زراعة النباتات الرعوية التالية : الغضى الأسود ، العجواء ، الروثا الشرقية ، والشيح .

**ب ـ إقامة اخاديد حافظة للرطوبة :**

يمكن اتباع هذه الطريقة على الترب الجرداء وذات السطح الصلب والتربة الرمادية المسمرة المالحة ، حيث تكون هذه الترب ذات نفاذية ضعيفة لمياه الأمطار فعند هطول ٤ ـ ٥ مم أمطار على سطح تلك الترب يتشكل جريان حيث يمكن الاستفادة منه في ترطيب التربة وغسل الأملاح وتحسين المراعي .

حيث يمكن إقامة تلك الأخاديد بواسطة محراث وحيد السكة يجره جرار وبعمق ٣٥ ـ ٤٠ سم وعرض ٦٠ ـ ٧٠ سم على سطح الأرض ، وعرض ١٢٠ سم مع الأكتاف .

تقام هذه الأخاديد متعامدة مع ميل الأرض ، حتى يتسنى للمياه الجارية على سطح الأرض التجمع وبحرية في الأخاديد .

تقام الأخاديد في الخريف حتى يتسنى للأمطار الهاطلة في الشتاء والربيع للتجمع في الأخاديد عند هطول ٣ ـ ٥ مم على سطح الأرض ، وكذلك يمكن بهذه الطريقة توفر الرطوبة لأعماق أكبر في التربة .

فالحسابات دلت على أنه عندما تكون المسافة بين الأخدود والآخر من ١٠ ـ ١٥ م فإن كمية المياه الجارية في الأخدود تعادل ضعف المعدل السنوي للأمطار وعمق الترطيب ١٠٠ ـ ٢٠٠ سم أما في الأرض العادية ٤٠ ـ ٦٠ سم .

تتم الزراعة على أكتاف الأخاديد في سطور أو جور وبالنباتات الرعوية التالية : الغضى الأسود ، العجواء ، الروثا الشرقية ، سمن الشتاء . . .

وفي السنين ذات الأمطار القليلة وحيث يمكن هطول الأمطار في أواخر الربيع وبشكل جريان يمكن تشتيل تلك النباتات بعد استنباتها مسبقاً في مشاتل خاصة لذلك . هذه الطريقة مكلفة ، ولكن في المناطق ذات الانتاجية المنخفضة للمراعي تعتبر جيدة لاستصلاح تلك المراعي ، وتستعمل في حوض الدو وجنوب شرق تدمر .

**جـ ـ الزراعة في شرائح ذات فلاحة عميقة :**

تستخدم هذه الطريقة على الترب الرمادية المسمرة الحاملة للجبس ذات الصفات المائية ـ الفيزيائية السيئة والتي بالفلاحة العادية وبعد هطول الأمطار تتشكل طبقة صلبة تمنع نمو النباتات الرعوية .

عمق الفلاحة بهذه الطريقة ٣٠ ـ ٣٥ سم وبعد ذلك يجري تنعيمها وتسويتها وذلك في الفترة الرطبة لكي لا يتشكل الكدر . حيث أن هذه الطريقة تجعل سطح التربة رخواً والتركيب الميكانيكي للتربة خفيف ونفاذيتها للماء عالية .

تقام الشرائح للزراعة متعامدة على اتجاه الهواء بعرض ٣ ـ ٥ م والمسافة بين الشريحة والأخرى ٥ ـ ١٠ مرات أكبر من العرض ويتعلق ذلك بدرجة كثافة الغطاء النباتي ، ثم زراعة النباتات الرعوية المختارة .

**د ـ الزراعة في شرائح ذات فلاحة عادية :**

تستخدم هذه الطريقة في الأراضي شبه الطينية وشبه الرملية حيث تتم بواسطة فلاحة عادية بالسكة ولعمق ٢٢ ـ ٢٥ سم ثم التسوية ، وتقام الشرائح متعامدة على ميل الأرض لتلافي الإنجراف بواسطة الأمطار الهاطلة للفلاحة وللخطوط عرض الشريحة ٣ ـ ٥ م ، والمسافة بين

الشريحة والأخرى في المراعي المتدهورة ٥ أضعاف العرض وفي المراعي المتوسطة ١٠ أضعاف العرض ثم تزرع بالنباتات الرعوية المختارة .

**ـ موعد الزراعة :**

أفضل موعد للزراعة في أواخر الشتاء ، حيث البذور تكون في ظروف طبيعية مناسبة وتعطي نموات عند حلول الحرارة المناسبة والثابتة والرطوبة المناسبة في التربة . وهذا مناسب لنمو تطور المجموع الجذري والخضري للنبات ، وهذه الظروف تؤدي للمحافظة على النباتات .

**ـ معدل البذار :**

إن معدل البذار المناسب للظروف السائدة يلعب دوراً كبيراً في الحصول على كثافات مناسبة للنباتات الرعوية ، وللأراضي الرمادية السمراء شبه الرملية وعند نسبة انبات ١٠٠٪ ينصح بالمعدلات التالية : الكوخية المفترشة ٣ كغ/هـ ، الروثا ٧ ـ ٩ ، الغضى الأسود ٥ ـ ٦ ، سمن الشتاء ١٠ ـ ١٢ ، الشيح ٠,٥ ـ ١ ، القبا البصيلي ٣ كغ/هـ .

إن عمق توضع البذور في التربة لغالبية هذه النباتات ١ ـ ٠,٥ سم .

**٣-١-٢-٣ : زراعة النباتات الرعوية المقترحة :**

إن طرق استصلاح المراعي المتدهورة تستوجب زراعة نباتات رعوية جيدة المردود والاستساغة ومتأقلمة مع الظروف البيئية للمنطقة منها ما هو موجود في المنطقة المدروسة ومنها ما هو معروف بنجاحه في بوادي آسيا الوسطى في أوزبكستان والمشابهة لظروف البادية السورية .

ومن هذه النباتات :

١ ـ الغضى الأسود .
٢ ـ العجواء .
٣ ـ الروثا الشرقية .
٤ ـ الكوخية المفترشة .
٥ ـ سمن الشتاء .
٦ ـ الشيح الطوراني .
٧ ـ كامفورس .
٨ ـ القفعاء .
٩ ـ العلندي .

**٢-١-٢-٤ : إقامة مراكز تطوير الثروة الحيوانية :**

تم اقتراح إقامة مراكز تطوير لرفع الانتاجية العلفية وبالتالي لتطوير الثروة الغنمية وانتاجيتها .

وبالاستناد الى كمية الهطول السنوي والتربة وتوفر المياه الجوفية والسطحية الوضع الراهن والمستقبلي للانتاجية العلفية ، تم تقسيم البادية السورية الى ثلاث مناطق :

## ١ ـ المنطقة الشمالية :

مساحتها حوالي ٢ مليون هـ ، المتوسط السنوي للهطول ١٢٠ ـ ٢٠٠ مم ، وتسود فيها التربة الغضارية الخفيفة والمتوسطة السمراء شبه الصحراوية . غالبية هذه المساحة مفلوحة وتزرع بالشعير البعلي . والغطاء النباتي السائد هو مجموعة الشيح ـ النيتون ـ النباتات الموسمية . انتاجية هذه المراعي في الفترة الرطبة لعام متوسط الانتاجية ٣٥٠ ـ ٥٥٠ كغ/هـ .

## ٢ ـ المنطقة الوسطى :

مساحتها حوالي ١,٩ مليون هـ ، المتوسط السنوي للهطول المطري ١٢٠ ـ ١٦٠ مم ، وتسود فيها التربة الغضارية وشبه الصحراوية السمراء والغضارية الصحراوية الرمادية السمراء ، وفي بعض الأماكن شبه الرملية . وغالبية هذه المساحات يسود فيها الجبس ، قسم من مساحة هذه المنطقة مفلوح ومزروع بالشعير البعلي . الغطاء النباتي السائد هو مجموعة الرمث ـ والنباتات الموسمية والمعمرة وكذلك مجموعة الشيح ـ النيتون ـ النباتات الموسمية .

انتاجية هذه المراعي في الفترة الرطبة لعام متوسط الانتاجية ٢٥٠ ـ ٤٠٠ كغ/هـ .

## ٣ ـ المنطقة الجنوبية :

مساحتها حوالي ١ مليون هـ ، المتوسط السنوي للهطول المطري ٨٠ ـ ١٣٠ مم ، تسود فيها التربة شبه الصحراوية السمراء والرمادية السمراء ، وفي بعض الأماكن التربة الجرداء ، قليلة السماكة ، غضارية وغضارية رملية ، ومساحتها قليلة جداً تزرع بالشعير البعلي في مجاري السيول حيث تتوفر الرطوبة .

الغطاء النباتي السائد : الشنان ، الرمث والنباتات الموسمية والمعمرة ، ويلاحظ الشيح على الهضاب المنخفضة ومجاري الوديان ، انتاجية هذه المراعي في الفترة الرطبة لعام متوسط الانتاجية من ٥٠ ـ ٣٠٠ كغ/هـ .

مواصفات المراكز التي ستقام في هذه المناطق الثلاث مبينة في الجدول /١/ .

## خصائص مراكز تطوير الثروة الغنمية في البادية السورية

**جدول رقم (١)**

| المؤشرات | المنطقة الشمالية مركز /١/ | المنطقة الوسطى مركز /٢/ | المنطقة الجنوبية مركز /٣/ |
|---|---|---|---|
| أ ـ الوضع الراهن | | | |
| المساحة /هـ/ | ٧٢٠٠٠ | ٧٢٠٠٠ | ٧٢٠٠٠ |
| مردود الهكتار /كغ مادة جافة/ | ٣١٢ | ٢٦٠ | ١٥٥ |
| انتاج الفترة الرطبة /كغ مادة جافة/ | ٢٢٤٦٤ | ١٨٧٢٠ | ١١١٦٠ |
| القيمة الغذائية /وحدة علفية غذائية شرطية طن/ | ١٨٢٩٥,٩ | ١٤٥٤٤,٦ | ٩١٢٩,٩ |
| الحمولة الغنمية في الفترة الرطبة /رأس/ | ٩١٤٧٩ | ٧٢٧٢٣ | ٤٥٦٤٩ |
| ب ـ الوضع المستقبلي | | | |
| المساحة /هـ/ | ٦٧٧٥٢ | ٦٨٧٢٠ | ٦٩٤٢٥ |
| مردود الهكتار /كغ مادة جافة/ | ٥٣٠ | ٤٣٣ | ٢٢٠ |
| انتاج الفترة الرطبة /طن مادة جافة/ | ٣٥٩٠٩ | ٢٩٧٥٦ | ١٥٢٧٤ |
| القيمة الغذائية /طن وحدة علفية غذائية شرطية/ | ٢٩٥٣٤,٠ | ٢٣١٨٤,٠ | ١٢٥٤١,٧ |
| الحمولة الغنمية /رأس/ | ١٤٧٦٧٠ | ١١٥٤٢٠ | ٦٢٤٠٨ |
| مساحة التحسين الجذري /هـ/ | ٨٠٠٠ | ٨٠٠٠ | ٨٠٠٠ |
| مردود هكتار التحسين الجذري /كغ مادة جافة/ | ٨٥٥ | ٨٢٣ | ٥٤١ |
| انتاج مساحة التحسين الجذري في الفترة الرطبة /طن مادة جافة/ | ٦٨٤٠ | ٦٥٨٤ | ٤٣٢٨ |
| القيمة الغذائية لأعلاف التحسين الجذري (وحدة علفية غذائية شرطية ـ طن) | ٣٦٦٦,٤ | ٣٥٣٢,٠ | ٢٣٢٠,٨ |
| الحمولة الغنمية لمساحة التحسين الجذري (رأس) | ١٨٣٣٢ | ١٧٦٠٠ | ١١٦٠٠ |

تبلغ مساحة المراعي الطبيعية حوالي ٣٨٢٥ ألف هكتار ، وبعد اتخاذ اجراءات التطوير والتحسين السابقة الذكر فسوف تصبح مساحة المراعي الطبيعية بعد الاستصلاح ٤٣١١,٤ ألف هكتار منها :

- مساحة المراعي الطبيعية قبل الاستصلاح ٣٨٢٥,٠ ألف هكتار
- مساحة التحسين الجذري ٣١٦,٩ ألف هكتار
- مساحة التحسين في شرائح ١٦٩,٥ ألف هكتار
- مساحة المراعي الكلية بعد الاستصلاح ٤٣١١,٤ ألف هكتار
- مساحة المراعي الموضوعة تحت الرعي ٣٨١٦,٨ ألف هكتار

وبعد الأخذ بعين الاعتبار كافة ظروف تحسين المراعي وتنظيم استعمالاتها فإن المردود المتوقع في خطة التطوير المستقبلي مقدراً بـ (كغ/هـ) والانتاج الكلي مقدراً بـ /ألف طن/ للفترة الرطبة والمتوسط لعام للمادة الكلية (١٠٠٪) والمادة المأكولة (٧٠٪) ستصبح كما في الجدول (٢) .

**جدول (٢)**

| المؤشرات المساحة ألف . هـ | | الفترة الرطبة | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|
| | الكلية | المردود كغ/هـ مادة كلية | الانتاج /طن ألف/ مادة كلية | المردود كغ/هـ مادة كلية | الانتاج /طن ألف/ مادة كلية |
| | تحت الرعي | مادة مأكولة | مادة مأكولة | مادة مأكولة | مادة مأكولة |
| المراعي | ٣٨٢٥,٠ | ٥٥٠ | ١٨٩٣,٢ | ٣٥٧ | ١٢٤٠,٤ |
| الطبيعية | ٣٤٤٢,٥ | ٣٨٥ | ١٣٢٥,٢ | ٢٥٠ | ٨٦٨,٣ |
| مراعي | ٣١٩,٩ | ١٠٠٣ | ٢٢٢,٥ | ٦٤٧ | ١٣٢,٩ |
| التحسين | ٢٢١,٨ | ٧٠٢ | ١٦٧,٨ | ٤٥٣ | ٩٣,٠ |
| الجذري | | | | | |
| مراعي | ١٦٩,٥ | ٧٢٣ | ١١٠,٣ | ٤٦٧ | ٦٥,٩ |
| التحسين | ١٥٢,٨ | ٥٠٦ | ٧٧,٢ | ٣٢٧ | ٤٦,١ |
| في شرائح | | | | | |
| المتوسط | ٤٣١١,٤ | ٥٨٤ | ٢٢٢٦,١ | ٣٧٩ | ١٤٤٤,٧ |
| | ٣٨١٦,٨ | ٤٠٩ | ١٥٥٨,٣ | ٢٦٥ | ١٠١١,٣ |

مما تقدم ذكره ومن معطيات الجدول /٢/ نجد أن انتاجية المراعي الطبيعية بعد التحسين سترتفع من ٢٤٨ كغ/هـ مادة جافة في الوضع الراهن الى ٣٨٥ كغ/هـ في الوضع المستقبلي للفترة الرطبة .

وان السعة العلفية للبادية السورية (منطقة الدراسة) التطوير بما فيها انتاج مراعي التحسين الجذري والشرائح ستبلغ حوالي : ١٥٥٨,٣ ألف طن مادة جافة مأكولة في الفترة الرطبة ، أي ١١٧٤,٩ ألف طن وحدة علفية في الفترة الرطبة ، وأن حمولتها الغنمية ستبلغ ٦ ملايين رأس غنم في تلك الفترة في عام الاستصلاح الكامل . أما الانتاج الحيواني الناتج عن ذلك فهو كما يلي :

| المؤشرات الانتاجية | انتاجية الرأس الواحد /كغ/ | الانتاج الكلي /ألف طن/ |
|---|---|---|
| حليب | ٥٨,٨ | ٣٥٢,٨ |
| اللحم الحي | ٣١,٦ | ١٨٩,٦ |
| اللحم المذبوح | ١٣,٥ | ٨١,٠ |
| الصوف الغير مغسول | ٣,٥ | ٢١,٠ |
| الصوف المغسول | ١,٧٣ | ١٠,٤ |

تلحظ خطة التطوير المستقبلي للبادية ري بعض المساحات من المياه الجوفية والسطحية وغيرها من المصادر الأخرى . حيث أن المساحات الحالية المروية تبلغ ٣٨٣٣ هـ منها ٣٧٨٦ هـ من المياه الجوفية و٤٧ هـ من الجريانات السطحية . وفي المستقبل أي بعد التطوير ستزداد هذه المساحة ٤٧٢٦ هـ منها ١٦٩١ هـ ستروى من المياه الجوفية و٥٧٣٨ هـ ستروى من الجريانات السطحية المحلية . التركيب المحصولي لهذه المساحات كما يلي :

أ ـ الأراضي المروية من المياه الجوفية :

| | |
|---|---|
| نخيل التمر ، الزيتون | ٦٢٠ هـ |
| قطن | ٥٣٥ هـ |
| فصة | ٣٨٠ هـ |
| شعير | ١٥٦ هـ |
| المجموع | ١٦٩١ هـ |

حيث يلاحظ أن حوالي ٣/١ ثلث هذه المساحة ستزرع بالمحاصيل العلفية وبانتاجية ٣,١٧ طن/ هـ وحدة علفية .

ب ـ الأراضي المروية من الجريانات السطحية المحلية :

شعير ٥٧٣٨ هـ

وإن انتاجية الهكتار الواحد حوالي ٢,٠ طن/ هـ وحدة علفية .

جـ ـ الأراضي الهامشية المروية من المصادر المائية الأخرى المحيطة بالبادية :

| | |
|---|---|
| قمح عالي الانتاج | ١٨٠٠٠ هـ |
| حبوب علفية | ١٨٠٠٠ هـ |
| محاصيل علفية | ٢٧٠٠٠ هـ |
| خضار | ٩٠٠٠ هـ |
| محاصيل صناعية (قطن) | ٩٠٠٠ هـ |
| أشجار مثمرة | ٩٠٠٠ هـ |
| المجموع | ٩٠٠٠٠ هـ |

يدخل ضمن المحاصيل العلفية ما يلي :

١٠٨٠٠ هـ ذرة للحبوب ، ٤٠٥٠ـ ذرة علف أخضر ، ٤٠٥٠ شعير رعوي ، شوفان ٢٧٠٠ ، ذرة بيضاء ٢٧٠٠ ، وفصة ٢٧٠٠ .

حيث يلاحظ أن حوالي ٥٠٪ من هذه المساحة ستزرع بالمحاصيل العلفية وبانتاجية حوالي ٤,٣٣ طن/هـ وحدة علفية .

تقدر كمية الأعلاف الناتجة عن الزراعات العلفية المروية ومخلفات المحاصيل المروية أيضاً من المصادر السابقة الذكر حوالي ٤٠٦٦٠٠ طن وحدة علفية .

د ـ كما أن خطة التطوير تلحظ ري ٣٢٨٨ هـ بالمياه الناتجة عن معالجة المياه المالحة للتجمعات السكانية وبانتاجية ١٣٥٠٠ طن وحدة علفية . بالإضافة الى ذلك سيتم زراعة ١٣٨٦٠٠ هـ من المناطق الهامشية في محافظتي حمص والرقة بالشعير البعلي وبانتاجية ١٥٨٠٠٠ طن وحدة علفية .

بذلك يكون الانتاج الكلي للأعلاف المروية والبعلية في منطقة الدراسة ٥٧٨١٠٠ طن وحدة علفية ، وإذا ما أضفنا اليها انتاج المراعي الطبيعية فيكون الانتاج الكلي للمراعي الطبيعية وللمصادر العلفية الأخرى في منطقة الدراسة في البادية ١٧٥٣٠٠٠ طن وحدة علفية .

## الاحتياجات العلفية

**جدول (٣)**

| التسلسل | المؤشرات | السنوي | الفترة الرطبة | الفترة الجافة |
|---|---|---|---|---|
| ١ ـ | عدد رؤوس الأغنام /ألف رأس/ | ٥٩٧٦ | ٥٩٧٦ | ٥٩٧٦ |
| ٢ ـ | حاجة الرأس الواحد /وحدة علفية/ | ٥١٢ | ٢٤١ | ٢٧١ |
| | منها : ـ من المراعي الطبيعية | ١٩٦,٦ | ١٩٦,٦ | ـ |
| | ـ من الأعلاف المركزة | ٣١٥,٤ | ٤٤,٤ | ٢٧١ |
| ٣ ـ | الاحتياجات العلفية الكلية /ألف طن وحدة علفية/ | ٣٠٥٩,٧ | ١٤٤٠,٢ | ١٦١٩,٥ |
| | منها : ـ من المراعي الطبيعية | ١١٧٤,٩ | ١١٧٤,٩ | ـ |
| | ـ من الأعلاف المركزة | ١٨٨٤,٨ | ٢٦٥,٣ | ١٦١٩,٥ |
| ٤ ـ | الاحتياطي العلفي ٢٠٪ من أعلاف المراعي الطبيعية . | ٢٣٥,٠ | ٢٣٥,٠ | ـ |
| ٥ ـ | الاحتياج الكلي بما فيه الاحتياطي العلفي /ألف طن وحدة علفية/ . | ٣٢٩٤,٧ | ١٦٧٥,٢ | ١٦١٩,٥ |
| | منها : ـ أعلاف مراعي طبيعية | ١١٧٤,٩ | ١١٧٤,٩ | ـ |
| | ـ أعلاف مركزة | ٢١١٩,٨ | ٥٠٠,٣ | ١٦١٩,٥ |

## الميزانية العلفية

جدول (٤)

| المؤشرات | الكلي لعام | للفترة الرطبة | للفترة الجافة |
|---|---|---|---|
| ١ ـ الاحتياجات العلفية الكلية /ألف طن وحدة علفية/ | ٣٢٩٤,٧ | ١٦٧٥,٢ | ١٦١٩,٥ |
| منها : ـ أعلاف مراعي طبيعية | ١١٧٤,٩ | ١١٧٤,٩ | — |
| ـ أعلاف مركزة | ٢١١٩,٨ | ٥٠٠,٣ | ١٦١٩,٥ |
| ٢ ـ الأعلاف الكلية المتوفرة من البادية ومن المصادر الأخرى خارج حدود البادية /ألف طن وحدة علفية/ . | ٣٠١٣,٣ | ١٦٧٥,٢ | ١٣٣٨,١ |
| منها : ـ أعلاف مراعي طبيعية | ١١٧٤,٩ | ١١٧٤,٩ | — |
| ـ أعلاف مركزة | ١٨٣٨,٤ | ٥٠٠,٣ | ١٣٣٨,١ |
| ٣ ـ النسبة التي تؤمنها هذه الأعلاف | ٩١,٤ | ١٠٠ | ٨٢,٦ |
| منها : ـ أعلاف مراعي طبيعية | ١٠٠ | ١٠٠ | — |
| ـ أعلاف مركزة | ٨٦,٧ | ١٠٠ | ٨٢,٦ |
| ٤ ـ العجز في كمية الأعلاف التي يجب تأمينها في البحث عن مساحات مروية في حدود منطقة البادية /ألف طن وحدة علفية/ . | ٢٨١,٤ | — | ٢٨١,٤ |

علماً أنه قد تم تقدير انتاج المناطق الزراعية وغيرها من بقايا المحاصيل التي ترعاها الأغنام بعد الجني فبلغت الانتاجية حوالي ١٢٦٠٠٠٠ طن وحدة علفية وبذلك تكون كمية الأعلاف الكلية الناتجة عن المراعي الطبيعية والمساحات المروية والبعلية في البادية والمناطق الزراعية خارج حدود البادية والتي ستدخل في حساب الميزانية العلفية ٣٠١٣٣٠٠ طن وحدة علفية .

من معطيات الجدول /٣/ يلاحظ أن الاحتياجات العلفية السنوية للأغنام /٥٩٧٦ ألف رأس/ تعادل ٣٢٩٤,٧ ألف طن وحدة علفية منها : ١٦٧٥,٢ ألف طن وحدة علفية في الفترة

الرطبة و ١٦١٩,٥ ألف طن في الفترة الجافة . أما الأعلاف التي سيتم تأمينها من المراعي الطبيعية سنوياً خلال الفترة الرطبة ١١٧٤,٩ ألف طن وحدة علفية والباقي ٢١١٩,٨ ألف طن من مصادر البادية والمصادر الأخرى موزعة كما يلي :

٥٠٠,٣ ألف طن وحدة علفية خلال الفترة الرطبة و ١٦١٩,٥ ألف طن وحدة علفية خلال الفترة الجافة .

إن معطيات الجدول /٤/ تبين أن العجز في الميزانية العلفية تعادل ٢٨١,٤ ألف طن وحدة علفية خلال الفترة الجافة . لذلك يجب البحث عن مصادر علفية أخرى لتغطية هذا العجز في المناطق الزراعية ، أو ضمن حدود البادية وذلك بإقامة منشآت مائية تكفي لري ٣٣ ألف هكتار تزرع بالمحاصيل العلفية . كما يلاحظ أن الانتاج العلفي من المراعي الطبيعية ومن مصادر البادية الأخرى يكفي لتواجد الأغنام في البادية في الفترة الرطبة ولمدة ١٨٠ يوم .

## ٢ ـ ٢ـ دور المنتجات الزراعية للبادية (الحيوانية والنباتية) في الميزان الغذائي والدخل القومي :

إن الانتاج الحيواني للمنطقة المدروسة في الراهن والمستقبلي كما يلي :

جدول (٥)

| المؤشرات | الانتاج الراهن /ألف طن/ | الانتاج المستقبلي /ألف طن/ | الفرق /ألف طن/ |
|---|---|---|---|
| حليب | ١٩٢,٥ | ٣٥٢,٨ | ١٦٠,٣ |
| لحم حي | ٨٨,٢ | ١٨٩,٦ | ٤٠١,٤ |
| لحم مذبوح | ٣٧,٣ | ٨١,٠ | ٤٣,٧ |
| صوف غير مغسول | ٩,٩٧ | ٢١,٠ | ١١,٠٣ |
| صوف مغسول | ٤,٨٩ | ١٠,٤ | ٥,٥١ |

من معطيات الجدول نجد أن المنتجات الحيوانية ستزداد مستقبلاً عما هي عليه في الوضع الراهن ، وأن قيمة المنتجات الناتجة عن الوحدة العلفية الواحدة تعادل ١,٠٥ ل.س وبما أن السعة العلفية في الوضع المستقبلي ستزيد عما هي عليه في الوضع الراهن بحوالي ٤١٨ ألف طن وأن عدد الأغنام سيزداد نتيجة ذلك بحوالي ٢,١٥ مليون رأس ، لذلك نجد أن قيمة المنتجات الحيوانية الناتجة عن الزيادة ستبلغ حوالي ٤٣٩ مليون ل.س .

أما الانتاج النباتي الناتج من المحاصيل الزراعية المروية بالمياه الجوفية والجريانات السطحية والمصادر المائية الأخرى فهو كما يلي :

جدول (٦)

| المحاصيل | وحدة القياس | الانتاج المستقبلي | الانتاج الراهن | الفرق |
|---|---|---|---|---|
| محاصيل علفية بأنواعها | ألف طن وحدة علفية | ٤٠٦,٦٣ | ٣١,١٧ | ٣٧٥,٥ |
| حبوب القمح | ألف طن | ٩٠,٠ | — | ٩٠,٠ |
| خضار بأنواعها | ألف طن | ٢٧٠,٠ | — | ٢٧٠,٠ |
| قطن | ألف طن | ٣٨,١ | — | ٣٨,١ |
| فواكه بأنواعها | ألف طن | ٧٣,٩ | — | ٧٣,٩ |

من معطيات الجدول /٦/ نلاحظ الزيادة الكبيرة في المنتجات النباتية في خطة التطوير المستقبلي عما هو عليه في الوضع الراهن وقد قدرت الحسابات قيمة الزيادة في المنتجات النباتية فبلغت حوالي ٧٨٤,١ مليون ليرة سورية .

مما تقدم ذكره نلاحظ الدور الكبير الذي تلعبه المنتجات الزراعية بشقيها الحيواني والنباتي في الأمن الغذائي للبادية والقطر .

وكذلك فإن هذا يوضح الدور الكبير لأهمية تطوير البادية السورية علماً أن الدراسة قد بينت بأن ٨٦٪ من مراعي البادية في الوقت الحاضر شديدة التدهور وإن تنفيذ اجراءات التطوير وعلى مراحل سيوقف تدهور وتصحر البادية حيث قدرت الدراسة أنه في حال عدم تنفيذ اجراءات التطوير والحماية واستمرار التدهور فإن الغطاء الطبيعي للبادية سيزول خلال ٢٠ ـ ٤٠ سنة القادمة أو قبل ذلك .

## ٢ ـ ٣ ـ سقاية المواشي :

تلحظ خطة استثمار الموارد المائية في منطقة الدراسة من البادية السورية زيادة عدد رؤوس الأغنام من ٣,٨٥ مليون الى ٦,٠ مليون رأس وتشير الدراسات المنفذة على المصادر المائية السطحية والجوفية الى عدم مطابقة مواصفات غالبية هذه المصادر مع المواصفات العالمية من حيث الملوحة العامة والقساوة وكمية المواد العضوية إضافة الى عدم انتظام انتشارها في وحدة

المساحة وضعف حالتها الفنية الراهنة وبهدف تأمين مياه مقبولة لسقاية المواشي واختيار أفضل الحلول الفنية نرغب في مادتنا هذه تناول النقاط الهامة التالية :

**٢ ـ ٣ ـ ١ : المصادر المائية الحالية :**

**أ : نهر الفرات :** يحيط منطقة الدراسة من الشمال بطول ـ ٤٠٠ كم . يقوم الأهالي بنقل ـ ٩٦٥×١٠٣ م٣ ماء بواسطة الصهاريج والمقطورات لمسافة ٢٠ ، ٣٠ كم .

**ب : السدود والفيضات والخبرات :** يوجد عشرة سدود سطحية تخزن وسطياً ٧,٣ مليون م٣ ، تؤمن ـ ١٤٠×١٠٣ م٣ ماء ، بينما تؤمن الفيضات والخبرات الطبيعية ٦٨×١٠٣ م٣ ماء .

**جـ : المياه الجوفية :** تعتبر المصدر الرئيسي والمضمون لسقاية المواشي ينتشر ٦١٥ بئر في منطقة الدراسة منها ـ ٢٦٣ بئر عميق تشكل الآبار الحكومية ٢٧٪ منها تؤمن مياه السقاية لمساحة ـ ١٢ ألف كم٢ .

**د : جمع المياه :** تنتشر في المناطق الجبلية وتقوم على جمع الجريانات السطحية الموسمية وتخزينها في آبار كتيمة ذات سعات كبيرة تصل حتى ٥٠٠٠ م٣ .

**٢ ـ ٣ ـ ٢ : استثمار المصادر المائية :**

تشكل استهلاكات المياه الجوفية ومياه نهر الفرات ٩٠٪ من حجم الاستهلاك الكلي المستخدم في سقاية المواشي . في حين لا يمكن اعتبار السدود الموسمية القائمة مصدراً مأموناً لضعف نسبة الضمان التصميمية التي تتراوح بين ٢٠ ـ ٣٠٪ . بعد تقييم صلاحية مياه الآبار للسقاية تبين صلاحية مياه ٣٣٪ من الآبار السطحية و ٢٥٪ من الآبار العميقة في حين لا تتوفر الشروط الصحية في مياه آبار جمع الهطول المطري .

**٢ ـ ٣ ـ ٣ : الحلول الفنية :**

بهدف إنشاء مركز سقاية تنفذ شبكة مائية بحيث تساوي المسافة بين مركزين البعد الاقتصادي الأعظمي بين مرعى قطيعين من الأغنام أي يؤمن كل مركز سقاية المياه للقطيع التابع له في مساحة المرعى المحددة .

ويمكن توسيع المساحة الملحقة بالمركز عن طريق انتشار شبكة مائية ثانوية يتعلق نصف قطر نقل الماء بانتاجية المصدر المائي وبالعائدية الاقتصادية لنقل المياه ومنه نقترح الحلول الفنية التالية :

آ : حفر آبار بعمق حتى ١٥٠ م ، يتراوح انتاج كل منها بين ٦ ـ ٨ م٣/يوم بحيث يكفي سقاية ٢٠٠٠ رأس من الأغنام .

ب : انتشار مركز سقاية حكومي بانتاجية ١٦٠ م٣/يوم يؤمن المياه لسقاية ٤٠٠٠٠ رأس من الأغنام .

جـ : نقل أو جر المياه من نهر الفرات لمسافة ١٥ ـ ٢٠ كم لامداد مساحة ٤٠ ألف .كم٢ .

د : تنظيم جمع الهطول المطري .

هـ : انتشار محطات تحلية باستخدام الطاقة الشمسية والهوائية .

## ٢ ـ ٣ ـ ٤ : معطيات أساسية للدراسة :

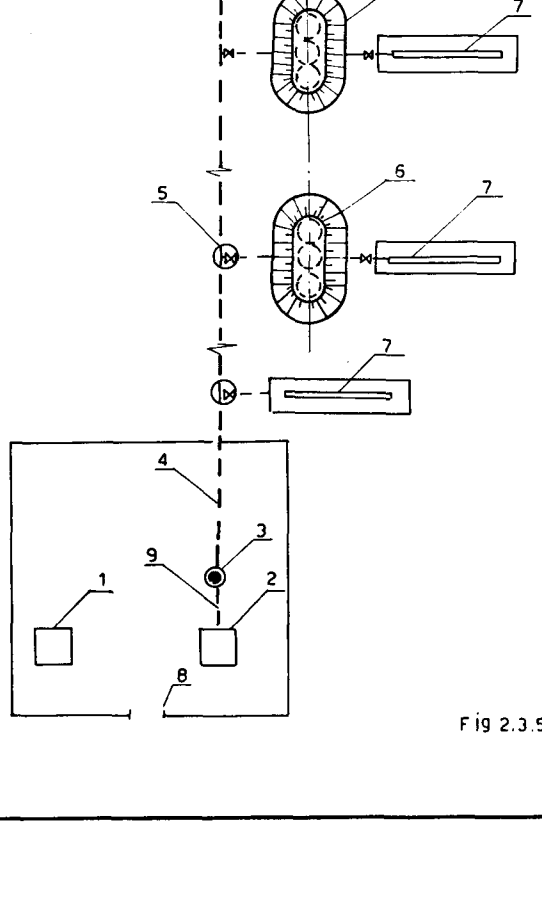
| متسلسل | المؤشر | | واحدة القياس | الكمية | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|
| | ٢ | | ٣ | ٤ | ٥ |
| ١ | مساحة المراعي | | ألف هـ ٤٣١١,٤ بدون المساحة الزراعية | | |
| ٢ | الثروة الغنمية | الاحصائية | مليون رأس ٧,٠ الاحصائية تعني التعداد | | |
| | | الفعلية | مليون رأس ٦,٠ الأعظمي بدون راحة المراعي | | |
| ٣ | مدة الرعي | | يوم | ١٨٠ | نيسان |
| ٤ | عدد الأغنام في مركز السقاية | | ألف رأس | ٣ | |
| ٥ | الاستهلاك المائي | نعاج وكباش | ل/يوم | ٥ | |
| | | خراف وفطام | ل/يوم | ٣ | |
| ٦ | نصف قطر الرعي | | كم | ٦ | |
| ٧ | القساوة المقبولة | | مغ مكافىء/ل | ٤٥ | |
| ٨ | الملوحة العامة المقبولة | | غ/ل | ٥ | |

| متسلسل | المؤشر | واحدة القياس | الكمية | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|
| ٩ | استهلاك المياه في المركز | م٣/يوم | ١٥ | |
| ١٠ | حجم المياه المنقولة | م٣/يوم | ٤٠٠ | |
| ١١ | فترة التشغيل اليومية | ساعة | ٨ | |
| | | ساعة | ١٦ | |
| ١٢ | ثابت المردود | | ٠,١ | |
| ١٣ | عمق الآبار العميقة | م | ٧٠٠ | |
| ١٤ | عمق الآبار السطحية | م | ٦٠ | |

**٢ ـ ٣ ـ ٥ : هيكل المنشآت الأساسية :**

يتكون هيكل نظام امداد المواشي بالمياه من آبار سطحية وآبار عميقة ومآخذ مائية وأنابيب جر ومحطات ضخ والمنشآت التابعة لها . يبين الشكلان ٢ـ٣ـ٥ـ١ و ٢ـ٣ـ٥ـ٢ هيكل مركز سقاية على بئر وعلى أنبوب جر . يلحظ تنفيذ المشروع على مرحلتين ومنه فمن الضروري أثناء تنفيذ المرحلة الأولى انشاء منهل تعبئة صهاريج نقل المياه في مراكز السقاية المقامة على مصادر المياه الجوفية كما في الشكل ٢ـ٣ـ٥ـ٣ في حين يتطلب نقل المياه من نهر الفرات انشاء تسعة مآخذ مائية منتشرة على ضفة النهر .

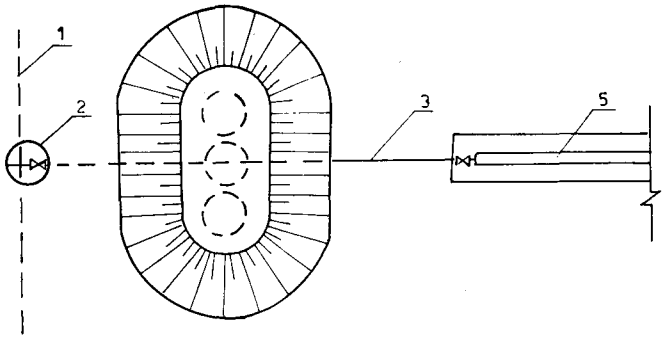
بعد تنفيذ المرحلة الثانية يتوقف نقل المياه بواسطة الصهاريج وتنتشر عوضاً عنها شبكة مائية حسب المصادر المائية المختلفة . يوضح الشكل ٢ـ٣ـ٥ـ٤ هيكل مركز سقاية نوعي يساوي ٠,٠١ ـ ٠,١ ل/ثا وحتى أعماق ٣٠ م ينصح باستخدام مضخات مكبسية تعمل بطاقة الرياح . أما تنظيم جمع الهطول المطري في المناطق الجبلية الوعرة حيث توجد صعوبات كبيرة في حفر الآبار وفي نقل المياه يتم عن طريق انشاء مساحات كتيمة تحدد أبعادها بناءً على حجم الاستهلاك المائي اليومي وعلى المتوسط السنوي للهطول المطري ويتم اختيار موقع الخزان ذي سعة ٢٧٠٠ م٣ بحيث جريان الماء بالراحة لتعبئة منهل سقاية المواشي . انظر الشكل ٢ـ٣ـ٥ـ٦ .



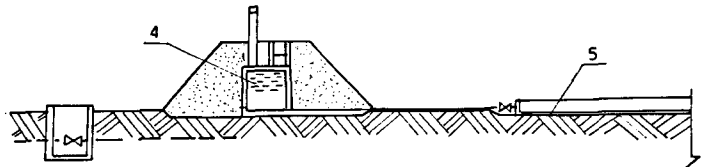

| المؤشر Discription | متسلسل No On Fig |
|---|---|
| غرفة الحارس Residential Building | 1 |
| غرفة المحركات Diesel Power Plant Building | 2 |
| رأس البئر Borehole Head | 3 |
| أنبوب الدفع Pressure Pipe Line | 4 |
| غرفة تفتيش RC. Ring | 5 |
| خزان Tank | 6 |
| منهل سقاية Watering Place | 7 |
| سور حماية Fence | 8 |
| كبل كهرباء Cable | 9 |

الشكل ( ٢-٢-٥-١) مركز سقاية على البئر

Fig 2.3.5.1 Watering Places At Pipe Line From Borehole

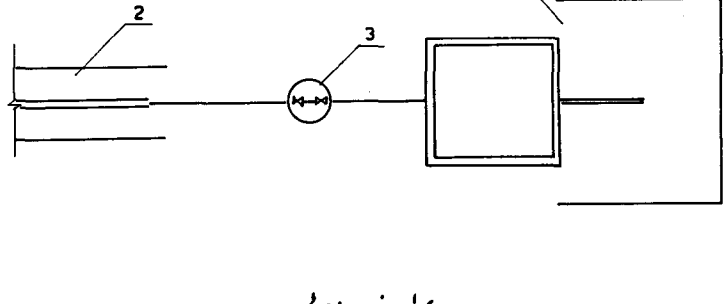



مقطع في المنشأة
Section Of Structures



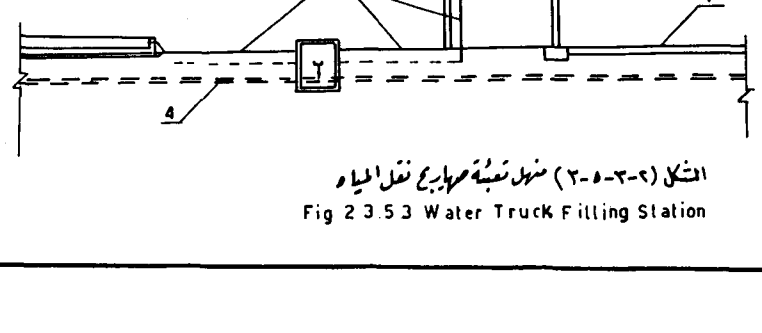

الشكل (٢-٣-٥-٢) مركز سقاية على أنبوب جر المياه
F.2.3.5.2 Pipe Line_bosed Watering Place

| المؤشر Discription | متسلسل No.On Fig |
|---|---|
| أنبوب دفع Pressure Pipe Line | 1 |
| غرفة تفتيش R.C.Well | 2 |
| أنبوب جر Discharge Pipe | 3 |
| خزان Tank | 4 |
| منهل سقاية Watering Place | 5 |




مقطع في المنشأة

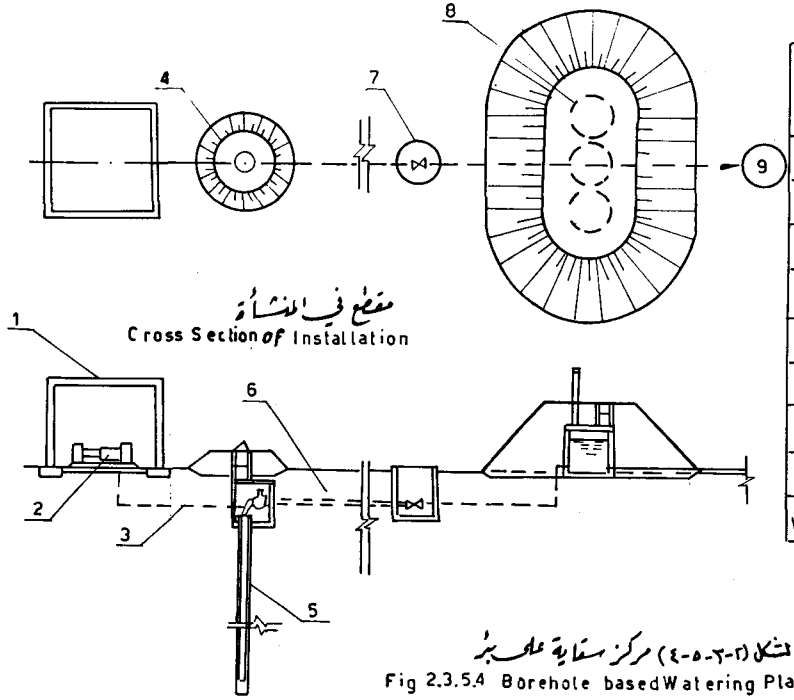
Section Of Structure




| المؤشر Discription | متسلسل No.On Fig |
|---|---|
| مساحة بيتونية Concreted Platform | 1 |
| منهل سقاية Watering Place | 2 |
| غرفة تفتيش R.C. Well | 3 |
| أنبوب جر رئيسي Main Pipe Line | 4 |
| أنبوب صدر Discharge Pipe | 5 |
| خزان Tank | 6 |
| منهل تعبئة الصهاريج Branch Pipe For Water Tru. Fill | 7 |

الشكل (٢-٣-٥-٢) منهل تعبئة صهاريج نقل المياه

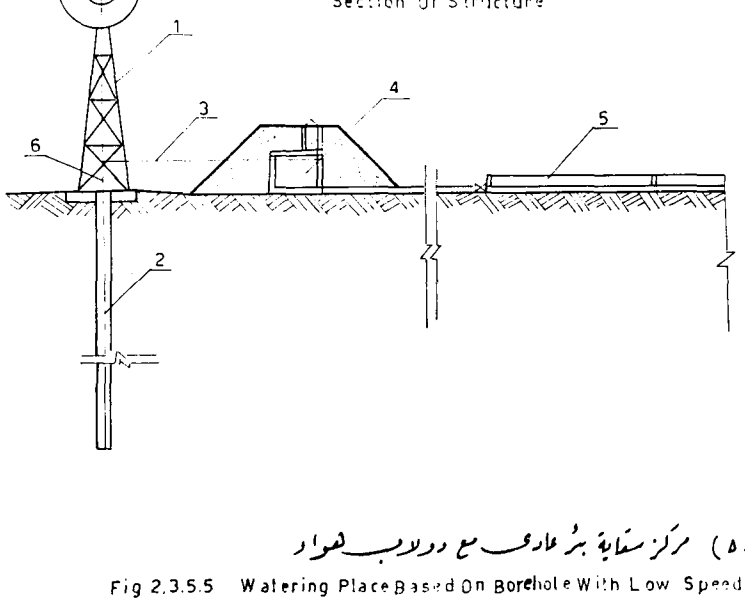
Fig 2.3.5.3 Water Truck Filling Station




مقطع في المنشأة
Cross Section of Installation

| المؤشر Discription | متسلسل No On Fig |
|---|---|
| غرفة المحركات Power Plant Building | 1 |
| مجموعة الضخ Diesel Power Plant | 2 |
| كبل Cable | 3 |
| غرفة تجميع Underground Chamber | 4 |
| البئر Borehole | 5 |
| أنبوب دفع Pressure Pipe Line | 6 |
| غرفة تفتيش R.C. Well | 7 |
| خزان Tank | 8 |
| منهل سقاية Watering Place | 9 |

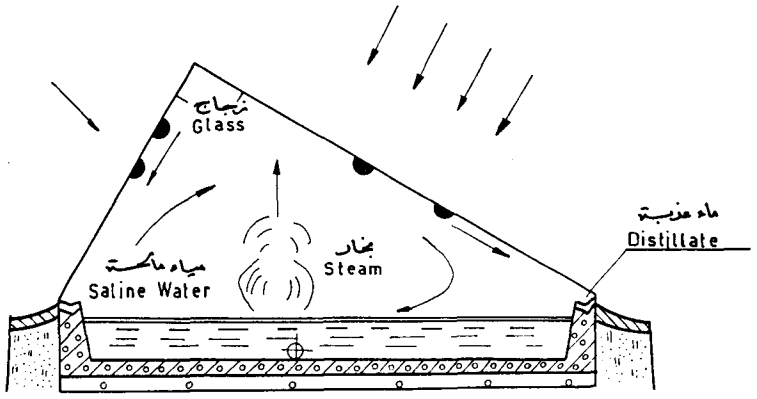
الشكل (١-٢-٥-٤) مركز سقاية على بئر
Fig 2.3.5.4 Borehole based Watering Place




| المؤشر Discription | متسلسل No.On Fig |
|---|---|
| دولاب هواء Low-Speed Winddriven Row Plant | 1 |
| بئر عادي Borehole On Open Well | 2 |
| أنبوب السالة Discharge Pipe | 3 |
| خزان 15 m³ Tank | 4 |
| منهل سقاية Watering Place | 5 |
| مضخة ماصة Sucker rood Piston Pump | 5 |

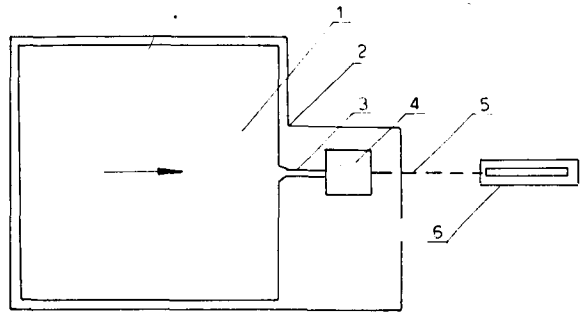
الشكل (٢-٣-٥-٥) مركز سقاية بئر عادي مع دولاب هواء

Fig 2.3.5.5 Watering Place Based On Borehole With Low Speed Wind Driven Power Plant

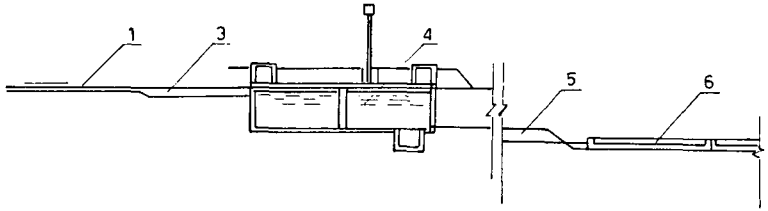



الشكل (٢-٣-٥-٧) مولدة تحلية شمسية

Fig.2-3-5-7 Solar Desalting Plant Of Noth Honse Type




مقطع في المنشأة
Section Of Structure




| مسلسل No On Fig | المؤشر Discription |
|---|---|
| 1 | مساحة بيتونية Concreted Platform |
| 2 | سور حماية Fence |
| 3 | حوض بيتوني Concrete Trough |
| 4 | خزان بيتوني R.C. Tank |
| 5 | أنبوب صرف Discharge Pipe |
| 6 | منهل سقاية Watering Place |

الشكل (٢-٣-٥-٦) مركز سقاية على مساحة جمع المطر
Fig 2.3.5.6 Catch Ment Tank based Watering Place

-٥٠٣-

وفي المناطق التي تزيد ملوحة مياهها الجوفية عن ٥,٠ غ/ل يقترح انشاء محطات لتحلية المياه المالحة تعمل إما بالطاقة الشمسية بتقطيرها أو بالطاقة الكهربائية بتشردها . يمكن حساب الطاقة الانتاجية لمحطة التحلية الشمسية من العلاقة بين الاستهلاك المائي اليومي ودرجة ملوحة مياه المصدر المائي ومنه تحسب مساحة محطة التحلية بناءً على كثافة الاشعاع الشمسي اليومية في وحدة المساحة ومن ثم تجميع المياه المقطرة في خزانات أرضية سعة ١٠٠٠ م$^3$ تضخ الى خزان عالي سعة ٢٠ م$^3$ حيث تخلط مع المياه المالحة وفقاً لنسب محددة حسب الحاجة ، انظر الشكل ٢-٣-٥-٧ .

## ٢ ـ ٤ ـ امداد المراكز السكانية بمياه الشرب :

بلغ عدد سكان منطقة الدراسة عام ١٩٨٥ حوالي ٥٥٠ ألف نسمة يتوزعون في ٣٦٣ مركزاً سكانياً ، وسيبلغ عدد السكان في عام ٢٠١٥ تقريباً ١٦٩٤ ألف نسمة .

يحتوي الجدول التالي تعداد السكان والاحتياجات المائية الحالية والمستقبلية حسب المراكز السكانية وعلى مستوى المحافظة .

يعتبر نهر الفرات مصدراً رئيسياً وخاصة بعد المعالجة لتأمين مياه الشرب الحالية والمستقبلية في محافظتي الرقة ودير الزور . أما في المحافظات الأخرى تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي والمضمون لتأمين مياه الشرب وقد بلغ حجم الاستهلاك المائي في عام ١٩٨٥ حوالي ٢٦×١٠$^2$ م$^3$/سنة من المياه الجوفية و ٥٨٥×١٠$^3$ م$^3$/سنة من المصادر الأخرى . إن مواصفات غالبية المصادر المائية المستخدمة تتجاوز الحدود المقبولة للمواصفات العامة لمياه الشرب باحتوائها على الكلور وكبريت الهيدروجين .

لم تنفذ التحريات الهيدروجيولوجية بمقاييس كافية تمكن من تقدير واستثمار الواردات الطبيعية الجوفية لذلك نقترح تأمين المراكز السكانية بمياه الشرب على الشكل التالي :

آ : استثمار المياه الجوفية للحامل المائي الثاني التي تقل ملوحتها عن الحد المقبول ١,٥ غ/ل في تأمين مياه الشرب للمراكز الآتية : تدمر والسخنة والطيبة وتوينان والشرقية ومهين وحوارين والغنتر والتجمعات السكانية المحيطة بها عن طريق نقل المياه .

ب : استثمار المياه الجوفية للحامل المائي الأول التي تقل ملوحتها عن الحد المقبول ١,٥ غ/ل في تزويد المراكز السكانية الآتية : المحطة الثانية ومعيزيلة وفيضة ابن مونيع .

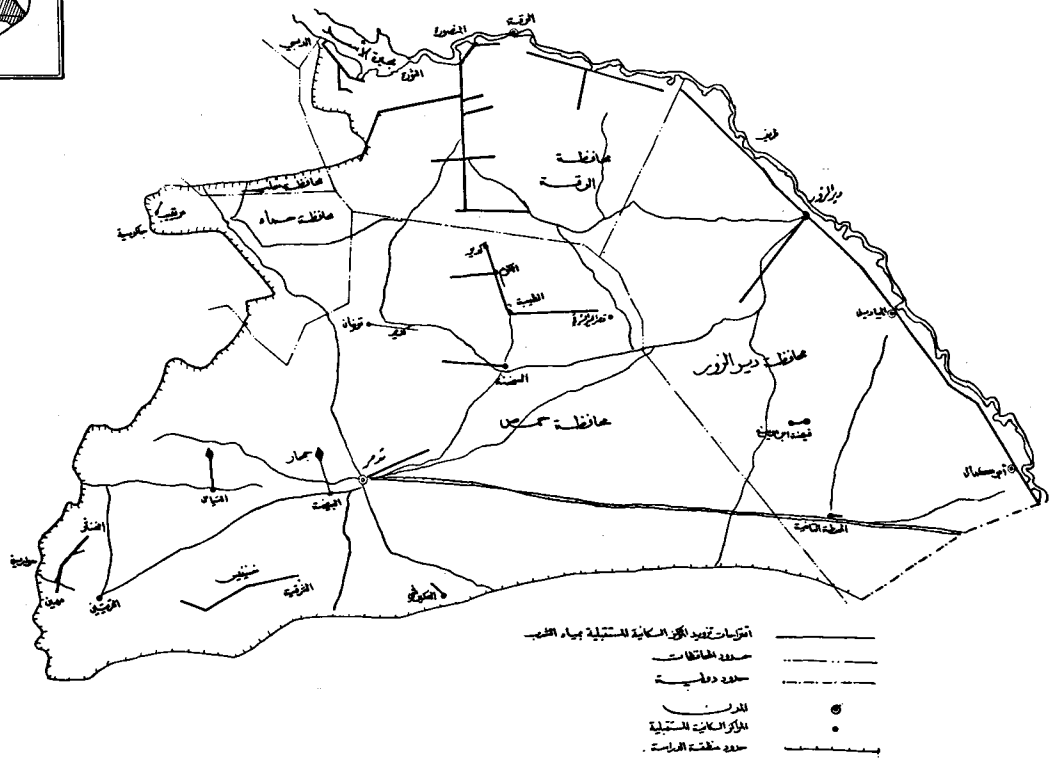
جـ : تزويد مراكز التجمعات السكانية في حوض الفرات باستجرار مياه نهر الفرات بعد المعالجة .

| متسلسل | المحافظة | الموقع | عدد المراكز السكانية | عدد السكان ألف نسمة | | الاحتياجات المائية الف . سنة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | عام ١٩٨٥ | عام ٢٠٨٥ | عام ١٩٨٥ | عام ٢٠١٥ |
| ١ | حمص | بادية / محافظة | ١٣٥ / ١٣٥ | ٧٩,٦ / ٧٩,٦ | ٣٢٠,٤ / ٣٢٠,٤ | ٤٣٢٥,٧ / ٤٣٢٥,٧ | ١٦١٩٨ / ١٦١٩٨ |
| ٢ | الرقة | بادية / محافظة | ٥٠ / ١١٣ | ١٣,٣ / ١٨٥,٨ | ٥١,٥ / ٥٩٦,٤ | ٢٥٨,٣ / ٨١١٨,٣ | ١٧٥٢ / ٤٤٤٤٧ |
| ٣ | دير الزور | بادية / محافظة | ١٠ / ٨٥ | ٢,٨ / ٢٨٢,٣ | ٤٧,٨ / ٧٦٥,١ | ١٨٦,٨ / ١٦١٤٥,٤ | ٦٨١ / ٥١٧٠٣ |
| ٤ | حماه | بادية / محافظة | ٢٨ / ٢٨ | ٢,٧ / ٢,٧ | ١٩,٢ / ١٩,٢ | ١٤١,٩ / ١٤١,٩ | ٣١٣ / ٣١٣ |
| ٥ | حلب | بادية / محافظة | ٢ / ٢ | ٠,١٤ / ٠,١٤ | ٣,١ / ٣,١ | ١٦,١ / ١٦,١ | ٣٢ / ٣٢ |
| | المجموع | بادية / محافظة | ٣٢٥ / ٣٦٣ | ٧٨,٦ / ٥٥٠,٦ | ٤٤٢,٦ / ١٦٩٤,٣ | ٤٩٢٨,٨ / ٢٨٧٤٧,٥ | ١٨٩٧٧ / ١١٣٢٨١ |

د : تزويد البيضة والمحطة الرابعة من سدي جحار وتياس .

يوضح المخطط رقم (١) مسارات هذا الاقتراح .

خريطة رقم (١٠) اقتراحات حول تزويد المراكز السكانية في البادية السورية بمياه الشرب حتى عام ٢٠١٥٠م



## ٢ ـ ٥ ـ منظومات الري الهندسية :

بناءً على التحريات المنفذة تلحظ الخطة استعمال الموارد المائية المحلية السطحية والجوفية بهدف تأمين مياه الشرب للأهالي والمواشي وللصناعات القائمة ولتطوير وتحسين المراعي المتدهورة وذلك عن طريق تقديم الاقتراحات والاجراءات الفنية المناسبة .

### ٢ـ٥ـ١ : آفاق تطوير الموارد المائية :

يتشكل الجريان السطحي الموسمي نتيجة لحدوث عواصف مطرية تتوزع بشكل غير متجانس وبتواتر غير منتظم خلال العام . من خلال جريان المسيلات الموسمية ونظراً للفواقد الكبيرة من المياه بالتسرب والتبخر ينصح عدم جدوى استخدامها كمنظومات ري هندسية ما لم تنفذ عملية تنظيم سنوية أو موسمية . لذلك لا يلعب الجريان السطحي دوراً مهماً في تطوير الثروة الحيوانية .- في ظروف البوادي تعتبر السدود التجميعية غير اقتصادية ولا يمكن اعتمادها مصدراً مأموناً لمياه الشرب . ومنه يتحدد نظام استخدام الجريان السطحي بإنشاء خزانات تجميعية ترشيحية للمياه المتسربة يمكن الاستفادة منها في سقاية الأهالي والمواشي وري بعض المساحات الزراعية كما يمكن إنشاء سدات تحويلية لنشر مياه المسيلات الموسمية في مجموعة أحواض منبسطة ومتتالية في مجرى الوادي أو عن طريق جر المياه ونشرها في أراضي الحوض الفيضاني .

لقد تمت دراسة وتقييم الجريان الموسمي في ٥٣ محور ، تم اختيارها بشكل يعكس الظروف الطبوغرافية والهيدرولوجية والهيدروجيولوجية المنتشرة في منطقة الدراسة . استبعد منها ١٧ محوراً لعدم مناسبة الموقع أما من الناحية الطبوغرافية أو الجيولوجية أو عدم كفاية الجريان السطحي .

الجدول ٢ـ٥ـ١ـ١

**الخصائص الفنية للسدود المقترحة**

| اسم السد | الجريان م.م$^3$ باحتمال ٥٠٪ | حجم التخزين م.م$^3$ | الحجم الميت م.م$^3$ | الحجم المفيد م.م$^3$ | الارتفاع م | الطول عند القمة م | عرض المفيض م | تصريف المفيض م$^3$/ثا | المساحة المروية هـ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حجار | ١,٥٤ | ١,٥٣ | ٠,٣٠ | ١,٢٣ | ١٢,٠ | ٦٤٠ | ٧٠,٠ | ١٩٥,٠ | ١٨٧,٠ |
| تياس | ١,٢١ | ١,١٢ | ٠,٣١ | ٠,٨١ | ٦,٥ | ٦٠٠ | ١٠٥,٠ | ٢٩٩,٠ | — |
| بير الصايد | ١,٠٩ | ١,٠٧ | ٠,٢٠ | ٠,٨٧ | ١٠,٠ | ٣٠٠ | ٥٠,٠ | ١٥٢,٠ | ٢٦٥,٠ |
| المياه | ٣,٣٢ | ٣,٣٥ | ٠,٦٩ | ٢,٦٦ | ٩,٢ | ٧٥٠ | ١١٠,٠ | ١٩٧,٠ | ٦٢١,٠ |
| | ٧,١٦ | ٧,٠٧ | ١,٣٠ | ٥,٥٧ | | | | | ١٠٦٣,٠ |

يحتوي الجدولان ٢-٥-١-١ و ٢-٥-١-٢ حجوم الجريانات الموسمية لهذه المحاور المختارة باحتمال ٥٠٪ ومساحات الري بالغمر الملحقة بها كما يبين المخطط رقم ٢-٥-١-١ مواقع منظومات الري المقترحة .

الجدول ٢-٥-١-٢

## المساحات المروية المقترحة من الجريانات الموسمية

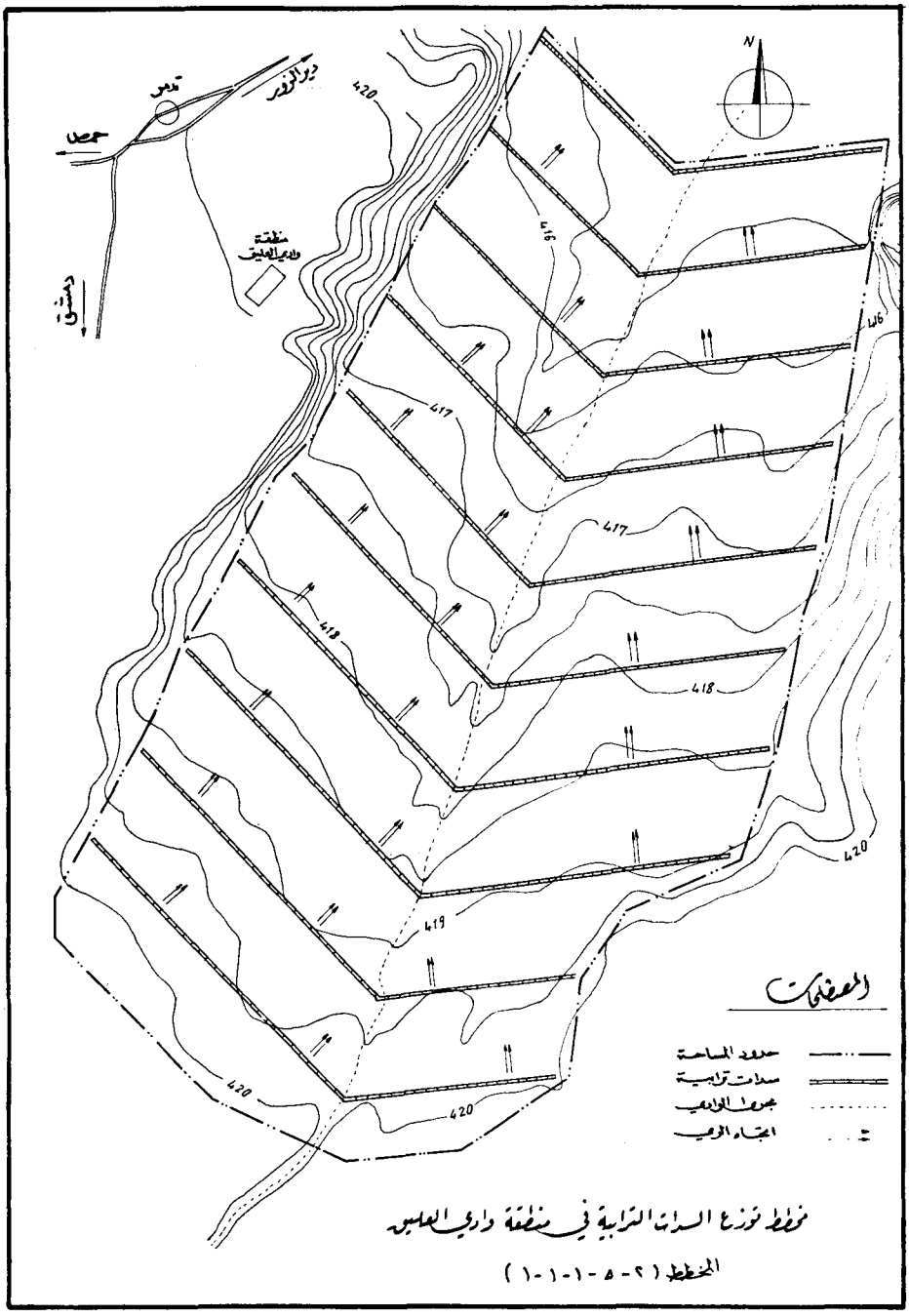
| رقم المحور | الجريان م.م$^3$ ٥٠٪ | المساحة هـ | رقم المحور | الجريان م.م$^3$ ٥٠٪ | المساحة هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٠,٩٢ | ٢١٠ | ١٨ | ٠,٣٤ | ٧٨ |
| ٢ | ٠,٢٧ | ٦٢ | ١٩ | ٠,٧٨ | ١٧٨ |
| ٣ | ٠,١٣ | ٣٠ | ٢٠ | ١,١٧ | ٢٥٥ |
| ٤ | ٠,٣٢ | ٧٣ | ٢١ | ٠,١٥ | ٣٤ |
| ٥ | ٠,٩٨ | ٢٢٤ | ٢٢ | ٠,٣٦ | ٨٢ |
| ٦ | ٠,٢٤ | ٥٥ | ٢٣ | ٠,١٣ | ٣٠ |
| ٧ | ٠,١١ | ٢٥ | ٢٤ | ٠,٢٣ | ٥٣ |
| ٨ | ٠,١٩ | ٤٣ | ٢٥ | ٠,٢٣ | ٥٣ |
| ٩ | ٠,١٨ | ٤١ | ٢٦ | ١,٣٣ | ٣٠٤ |
| ١٠ | ١,٥٣ | ٣٥٠ | ٢٧ | ٠,٨٨ | ٢٠١ |
| ١١ | ٠,١٩ | ٤٣ | ٢٨ | ٠,٤٦ | ١٠٥ |
| ١٢ | ٠,٧٥ | ١٧٢ | ٢٩ | ٠,٣١ | ٧١ |
| ١٣ | ٠,٨٩ | ٢٠٣ | ٣٠ | ١,٣١ | ٣٠٠ |
| ١٤ | ٠,٨٨ | ٢٠١ | ٣١ | ٠,١٩ | ٤٣ |
| ١٥ | ٠,٦٦ | ١٥١ | الدو | ٤,٤٨ | ١٠٢٤ |
| ١٦ | ٠,٣٤ | ٧٨ | بوميال | ٠,١٤ | ٧١ |
| ١٧ | ٠,٣٣ | ٦٨ | الجب | ١,٠٨ | ٢٤٧ |
| المجـــموع | | | | ٢٢,١٣ | ٥١٥٨ |

٢ـ٥ـ١ـ١ : استخدام الجريان السطحي :

تظهر أهمية دراسة نظام نشر المياه لحسناته الاقتصادية التي تعكسها زيادة انتاجية المحاصيل الزراعية المروية وببساطة المنشآت إضافة الى عدم امكانية استخدام حلول أكثر فعالية . كنموذج لنشر المياه تم اختيار محور وادي العليق ، تبلغ المساحة الكلية ١٣٤ هـ وتقع الى جنوب شرق مدينة تدمر بمسافة ٢٦ كم . يتراوح عرض الوادي بين ٦٠٠ ـ ٨٠٠ م وعرض مجرى الوادي بين ٨٠ ـ ١٠٠ م تشكل في تكشفات جبسية طبشورية ، تربة القاع رملية غضارية تستند على توضعات رملية حصوية بسماكة تصل حتى ٣,٥ م . يبلغ متوسط الهطول المطري السنوي لسنة جافة ١٢٠ ـ ١٣٠ مم يسقط ٩٠٪ منه خلال الفترة الممتدة من تشرين الثاني وحتى نيسان ، التربة برولوفية ألوفية رملية غضارية متوسطة الى ثقيلة سميكة الى سميكة جداً . عملياً تشكل الترب السمراء شبه الصحراوية الرملية الغضارية الثقيلة ٦٠٪ من المساحة وعلى المساحة المتبقية تنتشر التربة السمراء شبه الصحراوية السبخية الرملية الغضارية الثقيلة . فقيرة باحتوائها على الدبال ٠,٧ ـ ٠,٩٪ وغنية بكربونات الكالسيوم ٣٨ ـ ٥٥٪ عامل الرشح للترب الثقيلة ٠,٠٣ ـ ٠,١٥ م/يوم وللترب المتوسطة ٠,١٣ ـ ٠,٤٣ م/يوم التملح سلفاتي كلوريدي والملوحة خفيفة الى متوسطة .

يساوي معدل الري ٢٩٩٥ م٣/هـ يزداد الى ٣٥٠٠ م٣/هـ عند اعتماد نظام الري الغاسل بزيادة معدل الري بنسبة تتراوح بين ١٥ ـ ٢٠٪ .

من المعطيات الأساسية تتراوح الفترة اللازمة للتربة من أجل امتصاص ١٠٠٠ م٣ ماء بين ١٠ ـ ٢٤ ساعة . عند حدوث موجة فيضانية واستمرارها لفترة ١٨ ساعة نحسب سماكة طبقة المياه اللازمة لغمر المساحة وتساوي ٢٠ ـ ٢٥ سم ومنه نحسب فترة غمر التربة ٤٤ ساعة بحيث لا تؤدي الى هلاك الشعير خلال فترة النمو الخضري . نقترح انشاء مجموعة سدات ترابية في مجرى الوادي يبلغ ارتفاع كل منها ٤٠ سم وعرضها عند القمة ٥٠ سم وتنفذ بعرض ٢٢٠ سم عند تنفيذ أعمال الردميات بالبلدوزر ، ولسهولة حركة الآليات الزراعية يكون ميل الجوانب بنسبة : ١ : ٤ و ١ : ٥ يساوي عرض الحوض ١٥٠ م يزداد أو ينقص حسب الميل الطولي لمجرى الوادي وبشكل يؤمن غمر الجانب الأسفل للسدة الترابية الأعلى فطبقة مائية سماكتها ٥ ـ ١٠ سم . قدرت الكلفة الانشائية للهكتار الواحد ٢٥ ألف ليرة سورية حسب أسعار ١٩٨٥ . يبين المخطط ٢ـ٥ـ١ـ١ـ١ توزع السدات الترابية في وادي العليق .




مخطط توزع السدات الترابية في منطقة وادي العليق

المخطط ( ٢ - ٥ - ١ - ١ - ١ )

الجدول رقم ٢-٥-١-٣

باقي الجريان لموجة فيضانية باحتمال ٥٠٪

| رقم المحور حسب المخطط | جريان أكبر موجة فيضانية (مليون م٣) | فواقد المياه بالرشح وباشباع الاكتاف وبالتبخر بعد مليون (م٣) | | | باقي الجريان عند تخزين المياه بعد | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | اليوم الأول | ٣ أشهر | ٦ أشهر | اليوم الأول | ٣ أشهر | ٦ أشهر | |
| ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ |
| ١ | ٠ر٧٤ | ٠ر٧٤ | | | | | | |
| ٢ | ٠ر٢٢ | ٠ر٢٢ | | | | | | |
| ٣ | ٠ر٣٦ | ٠ر٣٦ | | | | | | |
| ٤ | ٠ر٢٦ | ٠ر٢٦ | | | | | | |
| ٥ | ٠ر٧٨ | ٠ر٢٣ | ٠ر٣٨ | ٠ر٧٣ | ٠ر٥٥ | ٠ر٤٠ | ٠ر٠٥ | وادي العليق |
| ٦ | ٠ر١٩ | ٠ر١٩ | | | | | | |
| ٧ | ٠ر١٣ | ٠ر١٣ | | | | | | |
| ٨ | ٠ر١٥ | ٠ر١٥ | | | | | | |
| ٩ | ٠ر١٤ | ٠ر١٤ | | | | | | |
| ١٠ | ١ر٦٥ | ١ر٦٥ | | | | | | |
| ١١ | ٠ر١٥ | ٠ر١٥ | | | | | | |
| ١٢ | ٠ر٦٠ | ٠ر٦٠ | | | | | | |
| ١٣ | ٠ر٧١ | ٠ر٧١ | | | | | | |
| ١٤ | ٢ر٠٢ | ١ر٣١ | ١ر٧٣ | ٢ر٠٢ | ٠ر٧١ | ٠ر٢٩ | | |
| ١٥ | ١ر٨٩ | ١ر٥٥ | ١ر٨٩ | | ٠ر٣٤ | | | |
| ١٦ | ٠ر٥٠ | ٠ر٥٠ | | | | | | |
| ١٧ | ٢ر٣٠ | ١ر٦٥ | ٢ر٠٥ | ٢ر٣٠ | ٠ر٦٥ | ٠ر٢٥ | | |
| ١٨ | ٠ر٧٧ | ٠ر٥٢ | ٠ر٧١ | ٠ر٧٧ | ٠ر٣٢ | | | |
| ١٩ | ٠ر٦٢ | ٠ر٤١ | ٠ر٦٠ | ٠ر٦٢ | ٠ر٢٤ | | | |
| ٢٠ | ٠ر٩٤ | ٠ر٤٠ | ٠ر٦٩ | ٠ر٩٤ | ٠ر٥٤ | ٠ر٢٥ | | |
| ٢١ | ٠ر١٢ | ٠ر١٢ | | | | | | |

| رقم المحور حسب المخطط | جريان أكبر موجة فيضانية (مليون م٣) | فواقد المياه بالرشح وباشباع الاكتاف وبالتبخر بعد مليون (م٣) | | | باقي الجريان عند تخزين المياه بعد | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | اليوم الأول | ٣ أشهر | ٦ أشهر | اليوم الأول | ٣ أشهر | ٦ أشهر | |
| ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ |
| ٢٢ | ٠ر٢٩ | ٠ر٢٩ | | | | | | |
| ٢٣ | ٠ر١٠ | ٠ر١٠ | | | | | | |
| ٢٤ | ١ر٥٨ | ٠ر٨٢ | ١ر١٠ | ١ر٥٨ | ٠ر٧٦ | ٠ر٤٨ | | |
| ٢٥ | ٠ر١٨ | ٠ر١٨ | | | | | | |
| ٢٦ | ١ر٠٦ | ١ر٠٦ | | | | | | |
| ٢٧ | ٠ر٧٠ | ٠ر٤٥ | ٠ر٦٧ | ٠ر٧٠ | ٠ر٣٠ | | | |
| ٢٨ | ٠ر٣٧ | ٠ر٣٧ | | | | | | |
| ٢٩ | ٠ر٢٥ | ٠ر٢٥ | | | | | | |
| ٣٠ | ٥ر٠٢ | ٣ر٠١ | ٣ر٦٩ | ٤ر٩٠ | ٢ر٠١ | ١ر٣٣ | ٠ر١٢ | |
| ٣١ | ٠ر١٥ | ٠ر١٥ | | | | | | |
| ٣٢ | ١ر٢٣ | ٠ر٧٦ | ٠ر٧٨ | ٠ر٩٢ | ٠ر٤٧ | ٠ر٤٥ | ٠ر٣١ | وادي جحار |
| ٣٣ | ٠ر٨١ | ٠ر٨١ | | | | | | وادي تياس |
| ٣٤ | ٠ر٨٧ | ٠ر٣٣ | ٠ر٣٤ | ٠ر٤٨ | ٠ر٥٤ | ٠ر٥٣ | ٠ر٣٩ | وادي بيرالصايد |
| ٣٥ | ٢ر٦٦ | ٠ر١٨ | ٠ر٢٨ | ١ر١٥ | ٢ر٤٨ | ٢ر٣٨ | ١ر٥١ | وادي المياه |

نفذت الحسابات المائية لتحديد حجم واردات السدود والسدات المختارة بنسب ضمان مختلفة بالعلاقة مع طول فترة تخزين المياه في بحيرات التخزين والحجم الفعال لهذه السدود الذي تحدده أكبر موجة فيضانية باحتمالات مختلفة والوارد الصافي من حجم الجريان السنوي مطروحا منه الفواقد بالتبخر وبالتسرب ، وحدد منسوب الحجم الميت حسب ظروف الإطماء وحجم الرواسب العالقة لمدة ٢٥ سنة .

يبين الجدول رقم ٢-٥-١-٣ الجريان المتبقي الناتج عن أكبر موجة فيضانية باحتمال ٥٠٪ حسب فترات تخزين مختلفة .

يبلغ حجم الوارد السنوي الوسطي عند فترات تخزين قصيرة في المحاور المختارة ١٣ر٦ مليون م٣ ويزداد في سنة مطرية متوسطة الى ٢٤ مليون م٣.

يقترح استخدام محاور أربعة أودية كسدود تجميعية أو ترشيحية وهي وادي جحار والمياه وبير الصايد وتياس واستخدام المحاور المتبقية (٣١ محورا) عن طريق اقامة مجموعات سدات ترابية لنشر المياه بارتفاع ٣٠-٤٠ سم . يمكن استخدام سدي جحار وتياس كسدود ترشيحية باقامة مانعة للرشح تصل حتى الطبقات الغضارية الكتيمة حيث تبلغ سماكة الطبقات الالوفية ١٥-١٨م في محور سد جحار وتقريبا ٧م في محور سد تياس . استنادا الى التركيب الميكانيكي لقاع بحيرة التخزين تم تحديد ثابت المسامية ٢ر٠ ومنه تم حساب حجم المخزون الترشيحي بدءاً من محور السد وحتى ظهور منسوب المياه على سطح التربة ويساوي هذا الحجم ٧٥٥ر٠ مليون م$^{٣}$ في وادي جحار و٩٤٥ر٠ مليون م$^{٣}$ في وادي تياس . حسب المتطلبات القياسية الخاصة تؤمن مياه الشرب للأهالي باحتمال ٩٥٪ ومياه سقاية المواشي باحتمال ٧٥٪ . استنادا الى ما سبق قدر الحجم المفيد لسد جحار بـ ١٩ر٠ م . م$^{٣}$ و٢٠ر٠ م . م$^{٣}$ ولسد تياس بـ ١٤ر٠ م . م$^{٣}$ و٠٣ر٠ م . م$^{٣}$.

تصنف السدود التجميعية المقترحة من الدرجة الرابعة ومنه تحسب أبعاد المفيض لاستيعاب موجة فيضانية باحتمال ٥٪ وتنفيذ حسابات اضافية لتصريف موجة فيضانية باحتمال ١٪ .

ومنه يقترح استخدام سد جحار وبير الصايد والمياه في الري التكميلي لسقاية المحاصيل الزراعية مع استخدام سد جحار للتخزين الترشيحي ايضا واستخدام سد تياس فقط للتخزين الترشيحي . ثم تحديد المنسوب الطبيعي للمنشآت المقترحة على أساس حجز أكبر موجة فيضانية باحتمال ٥٠٪ .

تم استخدام طرق مختلفة لمعالجة استعمال الجريان السطحي وهي :

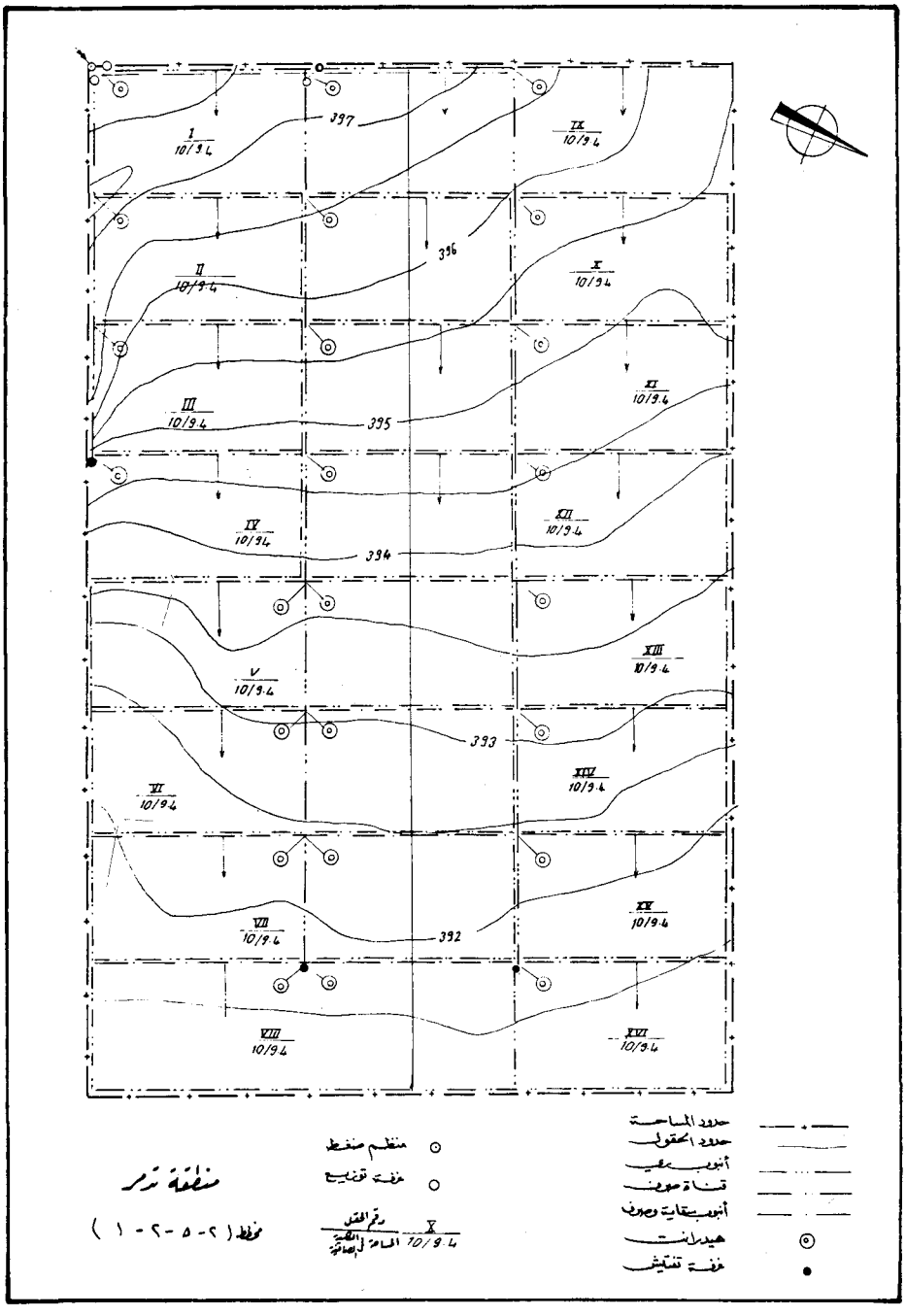
أ ـ تخزين مياه الفيضانات في سدود تجميعية موسمية واستخدامها في ري الاراضي الزراعية .

ب ـ تخزين مياه الفيضانات في سدود ترشيحية ضمن الطبقات الالوفية المتوضعة في مجاري الوديان وتنظيم استخدامها لسقاية الاهالي والمواشي .

جـ ـ انشاء سدات ترابية كاجراء هندسي لنشر مياه الفيضانات على المساحات المختارة .

ليس بالامكان من خلال البحث المقدم اعداد دراسة تفصيلية لكل من محاور المسيلات الموسمية المختارة لذلك تم اختيار محور سد جحار ومحور وادي العليق كمحاور نموذجية ليصار على اساسها تحديد طريقة استعمال الجريان السطحي والمؤشرات النوعية للمنشآت الشبيهة .

سابقا تناول البحث مساحة وادي العليق والآن نتطرق الى سد جحار ، تشكل مجرى الوادي في الطبقات الغضارية النيوجينية السميكة وتتكون التوضعات الالوفية من خليط رملي غضاري بحصي الى حصوي بسماكة ١٨م . سيتم تخزين مياه الشرب في الطبقات الالوفية عن


I 10/9.4
II 10/9.4
III 10/9.4
IV 10/9.4
V 10/9.4
VI 10/9.4
VII 10/9.4
VIII 10/9.4
IX 10/9.4
X 10/9.4
XI 10/9.4
XII 10/9.4
XIII 10/9.4
XIV 10/9.4
XV 10/9.4
XVI 10/9.4
397
396
395
394
393
392
حدود المساحة
حدود الحقول
أنبوب عام
قناة صرف
أنبوب نهاية صرف
هيدرانت
نقطة تفتيش
منظم ضغط
نقطة توزيع
رقم الحقل / المساحة / النقطة
منطقة نمر
خط (٢-٥-٢-١)

طريق اقامة مانعة رشح غضارية تخترق الطبقات الالوفية عن طريق اقامة مانعة رشح غضارية تخترق الطبقات الالوفية حتى التربة الاستنادية الكتيمة وستستخدم مياه بحيرة التخزين السطحية للاغراض الزراعية .

تتألف المنشأة من جسم السد والمفيض ومأخذ لمياه الري وآخر لمياه الشرب وأنبوب جر رئيسي . السد ترابي غير متجانس مع نواة غضارية ارتفاع ١٢م ميل الجوانب ٢ و٥ر٢ الجانب الامامي مثبت بحجارة كبيرة ، تخترق مانعة الرشح الطبقات الالوفية بعرض ٣م حتى التربة الام الكتيمة ، العرض عند القمة ٥م ينفذ موشور التصريف أسفل الجانب الخلفي من خليط رملي حصوي . يبلغ طول خط الاسالة للمفيض ٧٠م وارتفاع لسان الماء الساكب ٥ر١م . يتكون المأخذ المائي لمياه الشرب من بئرين في حوض بحيرة التخزين ، تصريف كل منهما ٦ ل/ثا ، يتم ضخ المياه الى خزان برجي متصل مع شبكة مياه الشرب .

يبلغ طول انبوب جر مياه الري ٦ر٧ كم وقطره ٣٠٠ مم من الاريستس ، وفرق ارتفاع بين بداية ونهاية انبوب جر مياه الري ٧٨م .

**٢ ـ ٥ ـ ٢ : آفاق تطوير الموارد المائية الجوفية :**

يتضح مما سبق في بند المصادر المائية أن مياه الحامل المائي الأول لا تصلح لسقاية المواشي الا بعد التحلية كذلك لا ينصح باستخدامها لاغراض الري الزراعي في حين يتوجب استعمال مياه الحامل الثاني في سقاية الأهالي والمواشي وعموماً يمكن استعمال الجزء المتبقي من المياه لأغراض الري الزراعي .

باعتبار الواردات المائية المتوقعة من المياه الجوفية تظهر المنطقة المأمولة بالمياه من الحامل المائي الثاني إلى الجنوب من سبخة الموح .

يقدر الوارد المائي السنوي في هذه المنطقة بـ ٩ر٢٢ مليون م$^{٣}$ يمكن استخدامه في ري مساحة تساوي ١٦٩٠ هـ . بمعدل ري سنوي ١٣٥٤٠ م$^{٣}$/هـ أو مساحة مزروعة بالشعير تساوي ٦٥٠٠ هـ بمعدل ري سنوي ٣٥٠٠ م$^{٣}$/هـ . تم اختيار منطقة تدمر النموذجية كنموذج لاستخدام المياه الجوفية ، تقع المنطقة جنوبا من مدينة تدمر بمسافة ١٧ كم وتبلغ المساحة الكلية ١٧٠هـ والصافية ١٦٠هـ تعتبر من الناحية المورفولوجية قليلة الانحدار سهلية الى قليلة التعرجات ويتراوح ميل السطح بين ٠٠٢ر٠ ـ ٠٠٣ر٠ . التربة رملية غضارية خفيفة ومتوسطة التركيب الميكانيكي ، سميكة الى سميكة جدا (٧ر٠ ـ ٢ر١م) تتوضع على توضعات بحصية حصوية سيلية وحصوية بحصية زاوية مختلطة مع الرمل . التربة الزراعية متجانسة تمثل الترب السمراء شبه الصحراوية المالحة الجبسية ، فقيرة باحتوائها على المادة الدبالية (٦ر٠ ـ ٧ر٠٪) وغنية باحتوائها على كربونات الكالسيوم (٣٦-٦٠٪) نوع التملح سلفاتي ـ كلوريدي ودرجة الملوحة شديدة ونادرا متوسطة ونسبيا قلوية (pH= ٨-٥ر٨) .

تتراوح الكثافة الظاهرة في الطبقات القلوية بين ١٫٣٣ ـ ١٫٣٩ ع/سم٣ وتزداد بالعمق حتى ١٫٤ ـ ١٫٥ غ/سم٣ ، تساوي المسامية ٤٦٪ تقل بالعمق حتى ٣٥٪ ، تبلغ السعة الحقلية ٣٤٪ وعامل الرشح ٥٫٠ م/يوم ، وأخيرا لا تزيد الفترة الزمنية اللازمة لامتصاص معدل سقاية قدره ١٠٠٠ م٣/هـ عن ٣ ساعات .

يتوضح منسوب المياه الجوفية على عمق يتراوح بين ٧-١١م تعتبر التربة قابلة للاستثمار الزراعي بشرط استخدام معدلات ري غاسلة بمعدل ٤٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ م٣/هـ . بناء على المعطيات السابقة نرى ان استعمال هذه الاراضي في زراعة المحاصيل الحقلية يتطلب توظيفات انشائية كبيرة (شبكة صرف وأعمال تسوية واجراءات مانعة لرشح المياه من شبكة اقنية الري) في كل الاحوال سيكون من المفيد استثمارها في زراعة المحاصيل المقاومة للملوحة وعالية الانتاجية بما فيها زراعة الأشجار المعمرة كالزيتون والتمور .

استخدمت طريقة بلاني وكريدل في حساب الاحتياجات المائية ومعدل ري المحاصيل الزراعية بناء على المعطيات المناخية لمحطة الارصاد الجوية في منطقة تدمر . يحتوي الجدول التالي على نتائج الحسابات المنفذة لبعض المحاصيل حسب الطريقة المذكورة .

| المحصول | شعير | | فصة | | قطن | | أشجار معمرة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الاشهر | الاحتياجات المائية مم | معدل الري م٣/هـ | الاحتياجات المائية مم | معدل الري م٣/هـ | الاحتياجات المائية مم | معدل الري م٣/هـ | الاحتياجات المائية مم | معدل الري م٣/هـ |
| | ٢٥ | ١٢٠ | ١١ | ١٠ | | | ١٣ | ١١٠ |
| | ٧٦ | ٦٤٠ | ٣٦ | ٢٤٠ | | | ٦٦ | ٥٣٠ |
| | ١١٥ | ٩٩٠ | ١٣ | ٥٨٠ | | | ١٢٠ | ١٠٤٠ |
| | ٧٥ | ٦٠٠ | ١١٦ | ١٠٠٠ | | | ١١٦ | ١٠٠٠ |
| | | | ١٧٧ | ١٧١٠ | ٨١ | ٧٦٠ | ١٥٧ | ١٥١٠ |
| | | | ٣٢٩ | ٣٢٩٠ | ٢٢٨ | ٢٢٨٠ | ٢٧٧ | ٢٧٧٠ |
| | | | ٣٥٥ | ٣٥٥٠ | ٤٠٦ | ٤٠٦٠ | ٣٦٦ | ٣٦٦٠ |
| | | | ٣٣٣ | ٣٣٣٠ | ٤١٣ | ٤١٣٠ | ٣٤٤ | ٣٤٤٠ |
| | | | ١٤٠ | ١١٣٠ | ١٢١ | ١١٥٠ | ١٣٣ | ١٢٦٠ |
| | ٢٤ | ١٦٠ | ٥٩ | ٥٠٠ | ٢١ | ٨٠ | | |
| | ١٦ | ٥٠ | ١٢ | ١٠ | | | | |
| | ٣٣١ | ٢٥٦٠ | ١٨٢٣ | ١٧٣٧٠ | ١٥٢٠ | ١٤٩٦٠ | ١٨٣٨ | ١٧٥٦٠ |
| | ٣٣١ | ٢٥٦٠ | ١٨٢٣ | ١٧٣٧٠ | ١٥٢٠ | ١٤٩٦٠ | ١٨٣٨ | ١٧٥٦٠ |

اختيرت طريقة الري بالراحة ـ بالاثلام باعتبار تتجمع الاملاح في الخطوط وبالتالي يمكن التخلص منها عن طريق الفلاحات الموسمية واتباع نظام الري الغاسل . من المرغوب فيه زيادة عدد السقايات بهدف المحافظة على درجة رطوبة عالية في التربة . للتخلص من فواقد المياه بالتبخر وبالرشح تم اعتماد شبكة ري مغطاة من أنابيب ازبستية تتوزع هيدرانتات على الشبكة بمسافات محددة ومنها توزع مياه الري عبر أنابيب بلاستيكية مثقبة الى الاثلام التي يصل طول كل منها حتى ٢٠٠م . يساوي معدل السقاية الكلي ١٣٥٠ م٣/هـ ومعدل الري الكلي ١٨٠٠٠ م٣/هـ باعتبار ان فواقد المياه في مكونات الشبكة تساوي ٣٪ وفي الحقول المروية ٢٠٪ قدرت الكلفة الانشائية للهكتار الواحد لمشروع الري المقترح ٨٣ ألف ليرة سورية .

يبين المخطط رقم ٢-٥-٢-١ توزع شبكة الري في منطقة تدمر النموذجية .

**٢-٥-٣ آفاق تطوير استخدام الراجع الصحي :**

يستخدم الراجع الصحي لمدينة تدمر حاليا لاغراض الري الزراعي بدون معالجة حتى ولو أولية . في حين يفضل في ظروف البادية تطوير أنظمة خاصة لمعالجة الجريان الصحي تتضمن المعالجة الميكانيكية ومرحلة واحدة من المعالجة البيولوجية . بعد معالجة مياه الراجع الصحي تضخ عبر أنابيب مضغوطة الى انابيب بلاستيكية مثقبة ومنها الى الأثلام ، وذلك بهدف الوصول الى كفاءة عالية للشبكة واستبعاد ما امكن من تعامل مباشر للمستثمرين مع هذه المياه .

يحتوي الجدول التالي على حجوم الجريان الصحي ومساحات منظومات الري المقترحة موزعة حسب المراكز السكانية :

| | | الجريان الصحي مليون م٣/سنة | | الراجع الصحي مليون م٣/سنة | | المساحات المروية هـ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| متسلسل | اسم المركز | عام ٢٠٠٠ | عام ٢٠١٥ | عام ٢٠٠٠ | عام ٢٠١٥ | عام ٢٠٠٠ | عام ٢٠١٥ |
| ١ | الثورة | ٣٣ر٣ | ٦٦ر٩ | ١٢ر٤ | ٢٤ر٤ | ٦٨٤ | ١٣٦٨ |
| ٢ | دير الزور | ٢٧ر٥ | ٤٧ر٠ | ١١ر٠ | ١٨ر٧ | ٥٤٥ | ٩٣٠ |
| ٣ | أبوكمال | ٤ر٣ | ٧ر٠ | ١ر٤ | ٢ر٨ | ٨١ | ١٦٢ |
| ٤ | ميادين | ٤ر٨ | ٩ر٦ | ١ر٩ | ٣ر٨ | ١١٠ | ٢٢٠ |
| ٥ | تدمر | ٤ر٨ | ٧ر٦ | ١ر٧ | ٢ر٨ | ١٠٢ | ١٦٤ |
| ٦ | السخنة | ١ر٦ | ٦ر٥ | ٠ر٦ | ٢ر٤ | ٤٣ | ١٧٢ |
| ٧ | القريتين | ١ر٨ | ٥ر٦ | ٠ر٧ | ٢ر١ | ٥٦ | ١٧٦ |
| ٨ | الشرقية | ٠ر٩ | ٣ر٧ | ٠ر٣ | ١ر٣ | ٢٤ | ٩٦ |
| | المجموع | ٧٩ر٦ | ١٥٣ر٩ | ٣٠ر٠ | ٥٨ر٣ | ١٦٤٥ | ٣٢٨٨ |

يقدر الفاقد بـ ٦-٨٪ من الجريان الصحي نتيجة المعالجة وفاقد مياه الري في مكونات الشبكة ٥-١٥٪ .

لتحديد الاحتياجات المائية ومعدلات الري والمساحات المروية ودرجة المعالجة الاولية من الضروري تحديد الموازنة للعناصر الرئيسية والدرجة الحدية لكل عنصر في كل من المشاريع المقترحة ودرجة تركيز النسبة للفوسفور والآزوت والبوتاس .

وأخيراً توفير ثلاثة آلاف طن من الأسمدة المعدنية و١٤٤ ألف طن من الأسمدة العضوية والنباتات المتخمرة يمكن استخدامها في تحسين ترب الحقول المروية بالراجع الصحي وترب المواقع الاخرى .

## ٢ ـ ٦ ـ الجدوى الاقتصادية لرأس المال الموظف :

إن رأس المال الموظف في اجراءات المخطط العام لمنطقة الدراسة موضح في الجدول التالي :

| الاجراءات | الكلـي مليون ل.س | ٪ من المجموع | المبلغ الذي سيسترد من قيمة المنتجات الزراعية مليون ل.س |
|---|---|---|---|
| ـ استصلاح وتحسين المراعي | ١ر١٧٥٥ | ٨ر٩ | ١ر١٧٥٥ |
| ـ الري | ٦ر١٣٣٦١ | ٦٨ر١ | ٢ر١٢٨٣١ |
| ـ تأمين مياه الشرب للمراكز السكانية | ٨ر١٣٩٩ | ٧ر٢ | ـ |
| ـ استصلاح أراضي ومنشآت | ٤ر٣١٠٦ | ١٥ر٨ | ٥ر٢٧٣٢ |
| ـ المجموع | ٩ر١٩٦٢٢ | ١٠٠ر٠ | ٨ر١٧٣١٨ |

من الجدول يلاحظ أن حوالي ٨٤٪ من رأس المال الموظف في المشروع لصالح منشآت الري واستصلاح الأراضي ، اما تحسين المراعي فيشغل المكان الثاني وبعدها يأتي تأمين مياه الشرب .

أ ـ نتيجة اجراءات استصلاح وتحسين المراعي فان زيادة كمية الاعلاف المستقبلية للمراعي الطبيعية عما هو في الوقت الحاضر تعادل ٤١٨ الف طن وحدة علفية (١١٧٥-٧٥٧=٤١٨) .

وزيادة عدد رؤوس الأغنام ٢ر١٥ مليون رأس (٦ر٠٠٠-٣ر٨٥٢=٢ر١٥) ، وذلك خلال الفترة الرطبة .

الدخل الصافي من الثروة الغنمية الناتج عن استخدام الوحدة العلفية الواحدة يساوي ١ر٠٥ ل.س وبذلك يكون نمو الدخل الصافي ٤٣٩ مليون ل.س ، واذا ما تم حسم نفقات الصيانة والاستثمار ويبقى ٣٦٦ مليون ل.س في السنة .

ان معامل الجدوى الاقتصادية لرأس المال الموظف في استصلاح وتحسين المراعي (١ر١٧٥٥ مليون ل.س) يكون ٢١ر٠ وان فترة استرداد رأس المال الموظف تكون حوالي ٠ر٥ سنوات .

ب ـ إن نمو المنتجات الزراعية للمحاصيل المروية بالمياه الجوفية والسطحية والمصادر الاخرى مبين فيما يلي :

| المحاصيل | وحدة القياس | الانتاج حسب الخطة | الانتاج في الوضع الراهن | الزيادة في الانتاج |
|---|---|---|---|---|
| | | ألف طن | | |
| ـ المحاصيل العلفية المختلفة | وحدة علفية | ٤٠٦ر٦٣ | ٣١ر١٧ | ٣٧٥ر٥ |
| ـ حبوب قمح | ألف طن | ٩٠ر٠ | ـ | ٩٠ر٠ |
| ـ خضار بأنواعها | ألف طن | ٢٧٠ر٠ | ـ | ٢٧٠ر٠ |
| ـ قطن | ألف طن | ٣٨ر١ | ـ | ٣٨ر١ |
| ـ فواكه بأنواعها | ألف طن | ٧٣ر٩ | ـ | ٧٣ر٩ |

نمو الدخل الصافي من المنتجات الزراعية المروية يقدر بحوالي ١ر٧٨٤ مليون ل.س رأس المال الموظف في هذا المجال قدر بحوالي ١٢ر٥ مليار ل.س للمنشآت الزراعية ، ولاستصلاح الاراضي المروية ٢ر٧ مليار ل.س ويكون المجموع ١٥ر٢ مليار ل.س .

إن معامل الجدوى الاقتصادية لرأس المال الموظف في هذا المجال يكون ٠ر٠٥٢ ، وفترة استرداد رأس المال ١٩ر٣ سنة .

استخدام المياه المالحة الناتجة عن التجمعات السكانية في الزراعة المروية ، تحل عدة مشاكل وهي : تحلية المياه وتحسين الظروف البيئية والحصول على السماد وزيادة المردود العلفي في البادية .

الدخل الصافي الناتج عن استخدام هذه المياه في الزراعات العلفية يقدر بحوالي ١٤ر٨ مليون ل.س . رأس المال الموظف في هذا الاتجاه ٣٦٩ مليون ل.س ولذا فان معامل الجدوى الاقتصادية يكون ٠ر٠٤ ، وفترة استرداد رأس المال ٢٥ سنة .

بصورة عامة فان رأس المال المنتج الموظف في اجراءات تطوير البادية ١٧ر٣ مليار ل.س ، ومجموع نمو الدخل الصافي من هذه الاجراءات يقدر بـ ١ر١ مليار ل.س بذلك يكون معامل الجدوى الاقتصادية لرأس المال ٠ر٠٦٣ وفترة استرداده ١٥ر٧ سنة .

# نحو استخدام امثل للمياه
# في القطاع الزراعي المروي في السودان

## مقدمة :

لا شك ان السودان يعتبر من الدول التي يعتمد عليها العالم لتغطية احتياجاته المستقبلية من الانتاج الزراعي وخاصة الانتاج الغذائي وقد شهدت فترة السبعينات من هذا القرن التركيز على هذا الاعتقاد الى الحد الذي أطلق على السودان سلة غذاء العالم .

الا انه في نفس الوقت الذي كانت الأمنيات في مستواها الأعلى كان القطاع الزراعي المروي في السودان يشهد تدهوراً كاملاً في كل النواحي مما أدى الى تدهور في انتاجية المحاصيل الزراعية وتضرر من جراء ذلك الاقتصاد القومي وشهد السودان نمواً سالباً في إجمالي ناتجه القومي وتضرر المزارعون بصورة مباشرة وارتفعت تكاليف المعيشة بوتائر عالية مما أدى الى هجرة خارجية لذوي الكفاءات والمهارات من أفراد الشعب السوداني وهجرة داخلية من المناطق الريفية الى المراكز الحضرية الصناعية .

تعقدت الأحوال أكثر مع بداية الثمانينات بدخول فترة الجفاف مداها الأعلى الذي أصاب دول الساحل الافريقي بما في ذلك السودان فتأثرت مناطق الزراعة المطرية ومناطق الانتاج الحيواني والرعوي وأصبح الريف السوداني منطقة طاردة أدت الى هجرة جماعية لسكان الريف للمراكز الحضرية الصناعية بعد ان فقدوا القدرة على تحمل موجات الجفاف وفقد انتاجهم الزراعي وهلاك ما يملكونه من أنعام . ومع بداية اشراقات الخروج من أزمة الجفاف في منتصف

---

اعداد : د . جمال الدين بلال عوض ادارة صيانة التربية واستثمار الأراضي وبرمجة المياه

الثمانينات شهد عام ١٩٨٨ أكبر كارثة طبيعية تواجه السودان في العصر الحديث الا وهي كارثة السيول والفيضانات والتي أصابت هذه المرة القطاع المروي مما أدى الى هلاك نسبة كبيرة من الانتاج الزراعي لصيف ١٩٨٨ ودمر البنيات الأساسية لمعظم المشاريع المروية على ضفاف النيل اعتباراً من سنار في أواسط السودان حتى الأطراف الشمالية من الاقليم الشمالي وكذلك عطل كل الاستعدادات الزراعية للموسم الشتوي الحالي وهذا بالطبع مؤشر خطير لما قد يعانيه السودان من أزمة حقيقة في احتياجاته من الغذاء والمواد الأولية التي يحتاج اليها القطاع الصناعي .

ومما تقدم تجيء هذه الورقة لطرح رؤية للاستغلال الأمثل للموارد المائية المتاحة في القطاع الزراعي المروي وقد شملت الرسالة الأساسية أنماط التركيبة المحصولية في مختلف مناطق الزراعة المروية في السودان وعالجت العلاقة بين المدخلات والمنتجات (IN PUT-OUTPUT RELATION) وصممت نموذجاً للبرمجة المجالية (SPATIAL PROGRMING) ليساعد في استنباط خطة للاستغلال الأمثل للموارد المتاحة في المناطق المختلفة .

## ٢ ـ السمات الأساسية للنموذج المستعمل في الدراسة :

في إطار البرمجة المجالية تم تقسيم القطاع المروي في السودان الى مناطق لانتاج المحاصيل شملت هذه المناطق شمال الجزيرة ، وسط الجزيرة جنوب الجزيرة ، شمال المناقل ، جنوب المناقل ، الرهد ، حلفا الجديدة النيل الأزرق والنيل الأبيض .

كذلك حددت الدراسة أربعة مناطق استهلاكية أساسية هي منطقة الخرطوم ، منطقة وسط السودان ، منطقة شرق السودان ومنطقة البحر الأحمر وكان المعيار في اختيار تلك المناطق طاقتها في تصنيع المواد الأولية الواردة من المناطق الانتاجية ، شملت الدراسة أيضاً أربعة أنشطة أساسية (ACTIVITIES) وهي أنشطة زراعة المحاصيل في المناطق الانتاجية المختلفة التسعة وأنشطة الترحيل بين الأقاليم المختلفة وأنشطة الصادرات والواردات بصفة عامة .

حددت الدراسة حجم الموارد المتاحة والتي يمكن استغلالها للانتاج الزراعي والتي تلعب دوراً أساسياً في تحديد الانتاج وهذه الموارد شملت الأرض والماء والعمالة .

وقد هدفت الدراسة بصورة عامة ايجاد صيغة للاستغلال الأمثل للموارد وفقاً للمعطيات التي ورد ذكرها في السمات الأساسية للنموذج .

## ٣ ـ النتائج والسياسات المقترحة :

النتائج المتوقعة لاستعمال نموذج مثل البرمجة المجالية تعتمد لحدود كبيرة على نوعية المعلومات التي تستخدم في بناء النموذج ووفق اطار الدراسة المعدة يمكن استنباط النتائج الآتية :

أ ـ استخدم أمثل للموارد وكذلك الانتاج الاقليمي .

ب ـ التوقع المستقبلي للانتاج واستخدام الموارد والاستهلاك .

جـ ـ قياس حساسية التعديل في المتغيرات الخارجية .

والهدف الذي تسعى له هذه الدراسة هو الاستخدام الأمثل للمياه في القطاع الزراعي المروي في السودان والاستفادة القصوى من النموذج ولتوفير معلومات إضافية فقد تم طرح أربعة بدائل اعتمدت على تغيير السياسات بالنسبة للطلب المحلي للمنتجات الزراعية ، ومستوى التصدير للقطن والفول السوداني واستيراد القمح . النتائج التي تعرضها الدراسة تشمل :

الاستخدامات المثلى للأراضي والمياه وقد قصدنا عرض استخدام الأراضي بالإضافة للمياه لاعطاء صورة مكتملة لعلاقة المياه بالموارد المختلفة .

## ١ ـ ٣ استخدام الأراضي :

الجدول رقم (١) يبين ان هناك نسبة كبيرة من الأراضي غير المستخدمة وهذه السمة شملت تقريباً كل البدائل .

القيمة الحدية الموجبة التي تظهر في أراضي جنوب الجزيرة وجنوب المناقل (البديل ب) تشير الى امكانية التوسع في زراعة هذه الأراضي لأن عائدها الاقتصادي مجزى وهذا يعتمد بالتأكيد على وجود أراضي غير مستخدمة لأن هناك مناطق تعاني ندرة حقيقية في الأراضي مثل جنوب المناقل أما في حالة جنوب الجزيرة فالندرة ناتجة لاعتبارات خاصة بالدورة الزراعية .

**جدول رقم (١) : استخدام الأراضي والقيمة الحدية للأرض حسب المناطق الانتاجية ـ القيمة الحدية بالجنيه السوداني للفدان والاستخدام بآلاف الأفدنة**

| مناطق الانتاج | البدائل | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (أ) | | (ب) | | (جـ) | | (د) | |
| | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام |
| شمال الجزيرة | صفر | ٥٢ | صفر | ٦١ | صفر | ٩٦ | صفر | ٦٠,٤ |
| وسط الجزيرة | صفر | ٥٨ | صفر | ٥٧,٩ | صفر | ٣٨,٣ | صفر | ٥٨,٠ |
| جنوب الجزيرة | صفر | ٧٠٦ | ١٠,١ | صفر | ٥٧,٦ | صفر | ٥,٣٤ | صفر |

تابع جدول رقم (١) :

| مناطق الانتاج | البدائل | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (أ) | | (ب) | | (جـ) | | (د) | |
| | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام |
| شمال المناقل | صفر | ١٠٠ | صفر | ١٠٣ | صفر | ١٠٥ | صفر | ١٠٠ |
| جنوب المناقل | صفر | ١٧٠٢ | ٩١,١ | صفر | صفر | ٩٧ | صفر | صفر |
| الرهـد | صفر | ٧١,٢ | صفر | ٧١,١ | صفر | ٩٠,٩ | صفر | ٧١,١ |
| حلفا الجديدة | صفر | ١٥٥ | صفر | ١٥٥ | صفر | ١٥٥ | صفر | ١٥٥ |
| النيل الأبيض | صفر | ٧١,٨ | صفر | ٨٦,١ | صفر | ١٨٠ | صفر | ٦,٧ |
| النيل الأزرق | صفر | ٦٣,١ | صفر | ٦٦,٩ | صفر | ٦٣,٠ | صفر | ٦٣,١ |

## ٢ ـ ٣ استخدام المياه :

الجدول رقم (٢) يشير لثلاثة مناطق هي الرهد ، النيل الأبيض والنيل الأزرق لاستخدام كل المياه المتوفرة لها وقد يكون هذا ناتجاً عن قلة الأراضي المزروعة لاعتبارات كثيرة منها تدني انتاجية هذه الأراضي وضعف عائدها .

اما بالنسبة للجزيرة والمناقل وحلفا الجديدة فان القيمة الحدية الموجبة للمياه تؤكد كفاءة عالية في استخدام الأراضي ، وعندما تتناقص درجة استخدام الأراضي كما في البديل (ج) تقل القيمة الحدية للمياه حتى يصل رقمها لصفر وهذا يعني انه اذا استطعنا توفير وحدة من المياه (ألف متر مكعب) فان العائد الاجمالي النقدي لا يزيد مطلقاً باستثناء الوضع في حلفا الجديدة فان القيمة الحدية للمياه ظلت موجبة في كل البدائل مما يؤكد ندرة حقيقة في المياه وهذه نتيجة تمثل الواقع .

وان اضافة أي وحدة مياه (ألف متر مكعب) يؤدي لزيادة في العائد الاجمالي النقدي حسب الأرقام المبينة نظير كل بديل .

أما على مستوى السودان فان القيمة الحدية للمياه تساوي صفراً مما يؤكد ان هناك كميات كبيرة غير مستخدمة من المياه على المستوى القومي وتشير هذه النتيجة ان أي اضافة للمياه من موارد جديدة قد لا يكون لها عائد اقتصادي مجزي .

**جدول رقم (٢) :**

**الاستخدام والقيمة الحدية للمياه حسب المناطق الانتاجية**

**القيمة الحدية بالجنيه السوداني لكل ألف متر مكعب من المياه والاستخدام مليون متر مكعب من المياه**

| مناطق الانتاج | البدائل | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (أ) | | (ب) | | (جـ) | | (د) | |
| | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام | القيمة الحدية | عدم الاستخدام |
| الجزيرة | ١٧,٥ | صفر | ١٧,٣ | صفر | صفر | ١٢١ | ١٥,٩ | صفر |
| المناقل | ٧,٢٥ | صفر | ١٠,٢ | صفر | صفر | ٣٠٤ | ٧,٢٥ | صفر |
| الرهـد | صفر | ١٧١ | صفر | ١٧١ | صفر | ٢٣٨ | صفر | ١٧١ |
| حلفا الجديدة | ١١,٥ | صفر | ١٥,٧ | صفر | ٦,٩١ | صفر | ١١,٥ | صفر |
| النيل الأبيض | صفر | ٢٠٠ | ٢٢,٠ | صفر | صفر | ٦٨٦ | ٠,٧٥٨ | صفر |
| النيل الأزرق | صفر | ٢١٦ | صفر | ٢٤٣ | صفر | ٢١٦ | صفر | ٢١٦ |
| السودان | صفر | ٥٢٨ | صفر | ٦٢٤ | صفر | ١٥٥٠ | صفر | ٣٢٨ |

## ٣ ـ ٣ السياسات المقترحة :

حسب النتائج التي بينتها الدراسة فان هناك مجال للتوسع في الزراعة اما باستخدام أمثل للأراضي غير المستخدمة أو بتقليص المتروكة بورا حسب الدورة الزراعية .

ان هناك احتياج للمياه لزيادة الرقعة التي يمكن زراعتها في كل من الجزيرة والمناقل وهذه مشكلة يمكن ان تحل على المدى القصير لأن هناك فائض من المياه على المستوى القومي ويمكن التحكم في إعادة توزيعه بواسطة الخزانات التي تتحكم في مياه النيل الأزرق وهي الخزانات التي

تمد المياه لمناطق الجزيرة والمناقل وبالتأكيد فان إعادة توزيع المياه غير المستخدم على المستوى القومي أقل تكلفة اقتصادياً في ظروف السودان الحالية من المشاريع الاخرى المطلقة مثل مشاريع زيادة ايرادات النيل من مستنقعات الاستوائية . اما الوضع في منطقة حلفا الجديدة فان زيادة المتاح من المياه يمثل مشكلة حقيقية لا يمكن ان تحل على المدى القصير لان السمة العامة في هذه المنطقة هي التناقص السنوي لايراد المياه نسبة للاطماء المتواصل لخزان خشم القربة والحل المقترح هو تشييد خزان ستيت في أعالي نهر عطبره وهذا يتطلب بالإضافة للوقت الاستثمارات اللازمة والتي قد لا تكون اسبقيتها متقدمة وفي هذه الحالة فان ترشيد استخدام المياه لتحسين وسائل الري وتنويعها وتطور المعاملات الفلاحية وتهجين سلالات من المحاصيل تستعمل كميات أقل من المياه وتحويل صناعة سكر حلفا الجديدة لأواسط السودان يمكن ان تساهم في حل المشكلة على المدى القصير والمتوسط .

# الري والتشغيل في مشروع بئر الهشم
# خلال فترة الاستزراع ٨٥ ـ ٨٦/٨٦ ـ ٨٧

## أولا ـ تعريف ومقدمة في مشروع الفرات :

بلغت مساحة القطر العربي السوري الاجمالية ١٨ر٥ مليون هكتار وتقع هذه المساحة في الاحواض التالية :

| | | | |
|---|---|---|---|
| ١ - | حوض دمشق ومساحته | ٠ر٦٠٠ | مليون هكتار |
| ٢ - | حوض الاردن الاعلى ومساحته | ٠ر٩٣٠ | مليون هكتار |
| ٣ - | حوض العاصي ومساحته | ١ر٦٩٠ | مليون هكتار |
| ٤ - | حوض الساحل ومساحته | ٠ر٥١٠ | مليون هكتار |
| ٥ - | حوض حلب ومساحته | ١ر٢٢٥ | مليون هكتار |
| ٦ - | حوض الفرات ومساحته | ٦ر٤١٠ | مليون هكتار |
| ٧ - | حوض البادية ومساحته | ٧ر١٣٥ | مليون هكتار |
| | المجمـــوع | ١٨ر٥ | مليون هكتار |

يروى حاليا من هذه المساحة سواء بالضخ او بواسطة شبكات الري ما يقارب ( ٦٥٠ ) الف هكتار ، اي بحدود ٣ر٥٪ من المساحة العامة وهناك ما يقارب ( ٢ ) مليون هكتار تزرع بعلا وتشكل ١١٪ من المساحة العامة ( اغلبها يقع في حوض البادية وحوض الفرات الذي ينبع من الاراضي التركية. بتدفق وسطي ٨٠٠ متر مكعب بالثانية وتصريف سنوي مع روافده بحدود ( ٢٥ ) مليار متر مكعب .

يقابله في بقية الاحواض البالغ تدفقها الوسطي ( ١٢٢ ) متر مكعب بالثانية وتصريف سنوي بحدود ( ٦ ) مليار متر مكعب .

وبذلك يشكل نهر الفرات حوالي ٨٥٪ من تدفق هذه الانهار و٧٦٪ من تصريف هذه الانهار .

---

أحمد سليمان الأحمد ـ المؤسسة العامة لإستصلاح الأراضي ـ سوريا .

واهم صفات حوض الفرات المناخية ، هو وقوعه في المناطق ذات المناخ الجاف ونصف الجاف .

اذ تبلغ كمية الهطول السنوية بالمتوسط ( ١٨٥ )مم .

وتتفاوت كمية الهطول السنوية بشكل كبير . وبتفاوت عكسي بين مساحة هذه المناطق وما تتلقاه سنويا من الامطار في القطر العربي السوري بشكل عام . كما يصيب هذا التفاوت العوامل المناخية الاخرى كنسبة الرطوبة بين الصيف والشتاء ونسبة الامطار والحرارة والرياح وساعات السطوع الشمسي .

ونبين فيما يلي التفاوت العكسي بين المساحة وما تتلقاه هذه المساحة من الهطول السنوي .

اذ تبلغ كمية الهطول السنوي بالتوسط بحدود (٢٥٠ )مم ، كما تتعرض معظم هذه المناطق في القطر العربي السوري بشكل عام لتغيرات في درجات الحرارة ، فقد يصل الفرق في درجة الحرارة اليومية الى حوالي ٢٣ درجة مئوية في المناطق الداخلية والى (١٣) درجة مئوية في المناطق الساحلية وقد تنخفض درجة الحرارة في فصل الشتاء دون الصفر في المناطق الداخلية وترتفع في فصل الصيف حتى تصل لاكثر من (٤٠) درجة مئوية في بعض الاحيان .

وتتراوح ساعات السطوع (منطقة الرقة) بين (١٤٠) ساعة في شهر شباط و (٣٨٣) ساعة في شهر تموز ، كما يصل التبخر من السطوح المائية (سطح حر) الى (٢٠٤٣)مم في السنة (منطقة السد ) وتهب رياح تصل سرعتها الى حوالي (٢٧) مترا بالثانية في بعض السنين في فصل الصيف وخاصة في مواسم الجفاف ، مما تثير الغبار والعواصف الرملية الشديدة .

كما تتراوح الرطوبة النسبية في المناطق الداخلية بين ٢٠ ـ٥٠٪ صيفاً وبين ٤٠ ـ٧٥٪ شتاء ، وتتفاوت كمية الهطول السنوية بشكل كبير بتفاوت عكسي بين مساحة هذه المناطق وما تتلقاه سنويا من الامطار .

كما يبينه الجدول التالي :

| المساحة بالهكتار ( مليون ) | النسبة المئوية من المساحة الكلية | وسطي معدل الامطار السنوية (مم) |
|---|---|---|
| ٠ر٦٠٠ | ٢ | ١٠٠٠ |
| ١ر٥٠٠ | ٨ | ٥٠٠ - ١٠٠٠ |
| ٥ر٥٠٠ | ٣٠ | ٢٥٠ - ٥٠٠ |
| ٧ر٠٠٠ | ٣٨ | ١٠٠ - ٢٥٠ |
| ٤ر١٥٠ | ٢٢ | اقل من ١٠٠ |
| ١٨ر٥٠٠ | ١٠٠ | - |

فعلى الساحل السوري (اقليم بحري ) الامطار السنوية بين (٥٠٠ -١٠٠٠مم ) ولا تتجاوز هذه الامطار ١٠٠٠مم الا في مناطق محدودة جدا وتتراوح الامطار في الشريط الضيق من اراضي القطر العربي السوري حتى الحدود السورية التركية بين (٢٥٠ -٥٠٠ )مم اما شرقي هذه المنطقة فان مساحات واسعة لا تتلقى سوى كمية ضئيلة من الامطار السنوية اي بين اقل من ١٠٠مم - ٢٥٠مم وان اراضي حوض الفرات تقع في هذه المنطقة .

يتضح مما سبق ان حوالي ٩٠٪ من مجموع الاراضي في القطر العربي السوري يحتاج الى ري مستديم او ري تكميلي ، وذلك لعدم كفاية الامطار الهاطلة في السنة لمتطلبات المحاصيل الحقلية سواء المحاصيل الشتوية او الصيفية منها ، خاصة عند انحباس الامطار في سنين الجفاف . فهذه التغيرات المناخية تسبب تلف المزروعات ، وهكذا يتعرض الانتاج الى تقلبات واضطرابات في الدخل الزراعي القومي . بما يهدد دوما بكوارث اقتصادية ، وخاصة في مواسم القحط والجفاف وقد اشارت الدراسات السكانية ان هناك ٧٥٪ من السكان يعملون في الزراعة ، وان النمو السكاني في القطر العربي السوري يصل الى ٣ر٣٪ من مجمل عدد السكان ومن الطبيعي ان هذه الزيادة الهائلة تحتاج الى الطعام والكساء والمأوى . .

لهذه الاسباب لا بد اذن من تحقيق زيادة الرقعة الزراعية المروية وزيادة الانتاج الزراعي لخلق توازن اقتصادي في الدخل القومي لمواجهة هذه الحاجات :

من هذا المنطلق ، فكرت الحكومات التالية في الحكم وبعد الاستقلال مباشرة لاستثمار الموارد المائية والاعتماد على الري الصناعي ، في مشاريع استصلاح الاراضي الجديدة ، والتي تعتبر اساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية في القطر .

في عام ١٩٤٧ وقعت الحكومة السورية أول اتفاقية مع شركة الكسندرجيب الانكليزية لدراسة امكانية استثمار نهر الفرات .

وفي عام ١٩٥٧ وقعت الحكومة السورية اتفاقا للتعاون مع الاتحاد السوفييتي ومن جملة هذا التعاون ، امكانية انشاء سد من البيتون على نهر الفرات .

وفي عام ١٩٦٣ وقعت ادارة مشروع الفرات عقدا مع الشركة السويدية ((V.B.B وشركة لاهاير الالمانية الغربية ، لتقديم دراسات حول انشاء سد على نهر الفرات .

وفي عام ١٩٦٤ قدمت شركة نديكو الهولندية دراسات اقتصادية واجتماعية لمساحة (٢) مليون هكتار حيث تم الانتقاء منها وبشكل مبدئي لمساحة (٦٤٠) الف هكتار صافية صالحة للزراعة المروية . وكل هذه الاراضي ستروى من نهر الفرات بالراحة او بالضخ .

وفي عام ١٩٦٦ وقعت الحكومة السورية مع الاتحاد السوفييتي اتفاقية لوضع الدراسات والتصاميم المطلوبة لانشاء سد تخزيني في موقع الطبقة (الثورة حاليا ) حيث بوشر بالعمل فورا وانتهى تنفيذ السد وبناء المحطة الكهربائية - المائية عام ١٩٧٥ على نهر الفرات .

والتخزين في بحيرة الاسد (امام السد) عام ١٩٧٣ بطاقة تخزينية مقدارها (٩ر١١) مليار متر مكعب في المرحلة الاولى والمنسوب (٣٠٠) متر كما تمت تعلية السد في المرحلة الثانية عام ١٩٨٨ ليصبح الحجم التخزيني للبحيرة بحدود (١٤) مليار متر مكعب وعلى المنسوب (٣٠٤) متر . لتروي المساحة الصافية المقترحة من قبل الشركات الدارسة والبالغة (٦٤٠) الف هكتار اضافة للمروي حاليا بواسطة الضخ من نهر الفرات او من انهار اخرى . موزعة على الاحواض التالية :

| | |
|---|---|
| ١ - حوض البليخ | ١٨٥ الف هكتار |
| ٢ - وادي الفرات | ١٦٥ الف هكتار |
| ٣ - حوض الخابور الاسفل | ٧٠ الف هكتار |
| ٤ - منطقة الرصافة | ٢٥ الف هكتار |
| ٥ - سهل الميادين | ٤٠ الف هكتار |
| ٦ - حوض مسكنة وامتداده | ١٥٥ الف هكتار |
| المجموع | ٦٤٠ الف هكتار |

ونتيجة الدراسات التفصيلية لهذه الاحواض فقد تقرر تطوير واستثمار (١٤١) الف هكتار في حوض البليخ وقسم الى المشاريع التالية :

| | |
|---|---|
| ١ - المشروع الرائد ومساحته | ٢٢ الف هكتار (منذ عام ١٩٧٢) |
| ٢ - القسم (١) ومساحته | ١٠ الاف هكتار (منذ عام١٩٨٥) |
| ٣ - باقي القسم (١) ومساحته | ١٠ الاف هكتار (قيد الانتهاء من التنفيذ |
| ٤ - القسم (٢) ومساحته | ٢٦ الف هكتار (لم ينفذ بعد) |
| ٥ - القسم (٣) شرق ومساحته | ١٧ الف هكتار (لم ينفذ بعد) |
| ٦ - الاقسام (٣ - ٤ - ٥ - ٦ ) | ٥٦ الف هكتار (لم ينفذ بعد) |
| المجموع | ١٤١ الف هكتار |

وهذه المساحة المبينة والمسماة بمشروع البليخ ستروى من بحيرة الاسد بالراحة او بالضخ وعلى مرحلة او مرحلتين ( كما مشروع بئر الهشم موضوع دراستنا ) .

والدراسات المضمنة لهذا التقرير . لم نتطرق فيها لانواع الري العامة كالري بالرش او الري بالتنقيط او سواه . وهذه النظم الجديدة لم تدخل الى مشاريع الفرات ما عدا الري بالرش الذي طبق على مساحات بسيطة في مشاريع الفرات ، ولا زال في طور التجريب ونوع الري المطبق حاليا في مشاريع الفرات التي يعتبر مشروع بئر الهشم واضحا منها . الري السطحي او

الري الإنسيابي ( Border strip flooding بانواعه سواء الري بالاحواض او الري على الخطوط .

وسنحاول في الصفحات القليلة التالية التعرف على واقع مشروع بئر الهشم من النواحي الفنية وانعكاس هذه النواحي على الري المطبق في المشروع وتقييمه بشكل دقيق والوقوف على نقاط الترشيد والهدر في هذا المشروع وخلال فترة محددة . وهي فترة الاستزراع المقررة من قبل وزارة الري . بموسمين زراعين ١٩٨٥/١٩٨٦ و ١٩٨٦/١٩٨٧ . وفترة الاستزراع هي المرحلة التي تسبق الاستثمار الزراعي اي (ادخال المشاريع الجديدة تحت الاستزراع وذلك بقصد كشف كل المشاكل الفنية المتعلقة بشبكة الري والصرف . وحتى وصول الارض الى الحدية الانتاجية الاقتصادية). وخلال هاتين السنتين اشرفت على المشروع وخاصة بالتشغيل مؤسسة استصلاح الاراضي التابعة لوزارة الري . وبعد الانتهاء من هاتين السنتين . قامت مؤسسة الاستثمار باستلام المشروع واستثماره حسب الخطط المقررة من قبل الدولة .

## ثانيا : الاقنية الموصلة الى مشروع بئر الهشم :

### ١ - القناة الرئيسية السفلى بحوض البليخ :

تعتبر القناة الرئيسية السفلى الشريان الرئيسي لري مشاريع حوض البليخ ويبلغ طولها حوالي (١٠٤) كم مأخذها بسد الفرات على الضفة اليسرى حتى نهايتها وتأخذ القناة مياهها بالراحة من بحيرة الاسد ، والهدف من انشاء هذه القناة هو ري مساحة /٩٠/ الف هكتار في حوض البليخ . ويمر تنفيذ هذه القناة بثلاث مراحل :

المرحلة الاولى: (تنفيذ الجزء الاول من القناة : والمسمى بمشروع مطلع القناة الرئيسية السفلى بطول حوالي (١٨)كم (منجز منذ عام ١٩٨٥: .

المرحلة الثانية : (الجزء الثاني من القناة ) مشروع باقي القناة الرئيسية (قيد الانجاز) .

المرحلة الثالثة : (الجزء الثالث والاخير من القناة) مشروع باقي القناة الرئيسية السفلى بطول حوالي (٣٤)كم وقناة شنينة التي تأخذ مياهها من نهاية القناة الرئيسية السفلى بطول حوالي (٤٤(كم (لم يباشر بتنفيذها بعد ) .

فيما يلي نبذة عن مطلع القناة الرئيسية السفلى (الجزء الاول) لعلاقتها بمشروع بئر الهشم .

# مطلع القناة الرئيسية السفلى بحوض البليخ (الجزء الاول)

## ١ - اعمال التحريات :

هدفت التحريات لهذه القناة بوضع التصميم الفني لانشاء مطلع القناة الرئيسية السفلى وذلك بقيام الاجهزة الفنية من مهندسين وجيولوجيين سوريين والعائدين لمؤسسة استصلاح الاراضي وباشراف الشركة الفرنسية (جرسار) بانجاز التحريات الاولية على مسار القناة لمعرفة الوضع الجيولوجي الهندسي للموقع .

كما اجريت ايضا الدراسات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية اللازمة ولقد تم في ذلك الوقت وضع التصميم الفني لهذه القناة بانشاء نفق بالمناطق العالية طبغرافيا من الكيلو ٦٠٠و- حتى الكيلو ١ر٦٠٠ الا انه بعد ذلك اجريت تعديلات جديدة باستبدال النفق بقناة مكشوفة . مما اضطر القيام بدراسات اضافية من قبل الفنيين السوريين . ونظرا للظروف الجيولوجية التي ظهرت عند كشف المقطع وخصوصا التربة الجبسية والكهوف الكارستيه . ونظرا لما لهذه القناة من اهمية حيوية واقتصادية كبيرة فقد قامت المؤسسة من قبل عناصرها السوريين بتحريات جيولوجية تفصيلية تناولت مسار القناة بكامله اضافة الى مواقع الاعمال الصناعية مع الاخذ بعين الاعتبار التربة الجبسية التي تزيد نسبة الجبسْ فيها عن الحد المسموح به واستبدالها بتربة صالحة تؤمن مواقع مناسبة ، كما ركزت الجهود ايضا على تطبيق تنفيذ الاكساء البيتوني المناسب وفقا للظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية المختلفة الموجودة بمسار القناة وعلى ان يكون الاكساء مضاعف الكثافة في بعض المناطق باستعمال رقائق البلاستيك ( p.v.c) واللباد الصناعي مع استبدال تربة الاساس بعمق لا يقل عن مترين في مواقع كثيرة من القناة مع اتخاذ الاجراءات اللازمة ايضا لصرف المياه الجوفية ومياه الرشح كما استعملت نماذج أخرى للاكساء منها اكساء بيتوني بسيط بدون استعمال رقائق البلاستيك ( P .V .C) وبدون صرف في بعض المناطق الاخرى الخالية من الجبس كما تم حقن العديد من المواقع بالمواد الاسمنتية الطينية المختلفة .

## ٢ ـ معلومات فنية تنفيذية :

ـ طول مطلع القناة (١٨) كم وبدقة (١٥ ,٨٨٩ ,١٧) كم من المطلع حتى العقدة التدفق ١٤٠ م$^{٣}$ / ثا

ـ عرض القاع ١٢,٥ م بميول جانبية ١,٥ : ١

ـ عرض القاع ١٠,٥ م بميول = ٢ : ١

ـ عمق المياه ٤,٨٦ م والميول الطويلة ١,٤٨ ٪

ـ عمق الحفر ٦ م ما عدا المسافة من الكيلو متر ٠,٦٠٠ ـ ١,٦٠٠

ـ فقد كان العمق ٤٠ م
ـ الارتفاع الحر (Free board) ١٢٥ سم (مكساء)
ـ الرشح التصميمي ٤٠ ليتر / م٢/يوم
ـ الرشح العملي ٢٣ ليتر / م٢/يوم
ـ السطح المبلول (٦٢٢٢٥٣)م٢
ـ عرض السطح عند الـ (F.S.L) (٢٧,٥)م
ـ المساحة السطحية (سطح الماء) عند الـ (F.S.L) (٤٩١٩٤٧,٥)م٢ أي بحدود ٤٩ هكتار .
ـ حجم القناة أثناء الجريان (١٥٥١٤٠٠) متر مكعب
ـ حجم القناة أثناء التخزين (١٠٢٣٠٦٤) متر مكعب
ـ المنسوب الجغرافي عند الكيلو صفر (المأخذ) ٢٨٤,٣٣ متر عن سطح البحر (القاع)
ـ المنسوب عند الكيلو ١٨ (العقدة) ٢٨٢,٥٥ متر عن سطح البحر (القاع)
ـ المنسوب عند الكيلو صفر (المأخذ) عند الـ (F.S.L) ٢٨٨,٨٨ متر عن سطح البحر
ـ المنسوب عند الكيلو ١٨ (العقدة) عند الـ (F.S.L) ٢٨٦,٣٥ متر عن سطح البحر

وكما ذكرنا ان هذه القناة ستروي /٩٠/ ألف هكتار من حوض البليخ أي (مشروع الرائد والسويدية ـ الضفة اليسرى لمشروع الفرات الأوسط ـ مشروع بئر الهشم ـ ومشروع باقي القسم (١) ـ القسم (٢) والقسم (٣) شرق وتتفرغ هذه القناة إلى قناتين :

ـ القناة الرئيسية السفلى بطول (٥٢) كيلو متر بتدفق ٨٥ م٣/ثا
ـ القناة الفرعية السفلى بتدفق (٥٥) م٣/ثا

وقد بلغت تكاليف هذه القناة (١٨) كم (٢٧٠) مليون ليرة سورية ووضعت في الخدمة في منتصف عام ١٩٨٥ ، وتتضمن هذه الكلفة المنشآت الأساسية على القناة منها (منشأة الاتصال العلوية ـ والتفريعة الرئيسية ـ ومنشأة الأمان والتفريغ (المفيض) ـ والموزع والقناة الصندوقية والهدار وحوض التهدئة ومأخذ المياه وعددها خمسة والعبارات وعددها /١٣/ والجسور وعددها /٣/ .

**ب ـ قناة السلحبية العليا الرئيسية :**

درس مسار القناة من قبل شركة الكسندر جيب الانكليزية عام ١٩٦٦ ـ ١٩٦٨ ونفذت من قبل شركة بونينكا الايطالية بين الأعوام ١٩٧٠ ـ ١٩٧٣ ، حيث أدخلت فيها المياه لأول مرة عام ١٩٧٥ وحدث أول انهيار مفاجيء في القناة بعد شهرين من مرور المياه فيها وعند الكيلو (٧) تلتها مجموعة من الانهيارات بسبب انتشار الجبس والفوالق الكارستية مما أوقف استثمارها .

جرت عدة محاولات من قبل خبراء من مختلف الهيئات والشركات العالمية الدارسة ، لإيجاد حل مناسب لهذه المشكلة ، بما في ذلك مؤتمر المجلس الذي عقد في دمشق عام ١٩٧٥ ولم يكن من بين التوصيات ما يحل المشكلة لهذه القناة نهائياً سوى توصية باجراء التحريات والبحوث والدراسات لاكتشاف مثل هذه الظواهر قبل تحديد مسار الأقنية .

أجريت محاولات أخرى بالطريقة الجيوفيزيائية الثقيلة واختبرت وقتها بواسطة الحفر الدوار وأعطت المعلومات بنسبة ٣٣ ـ ٧٥ ٪ ولكن لم تحدد الطريقة حجم وشكل الفجوات .

درست المشكلة من قبل اللجنة الفنية الاستشارية لوزارة سد الفرات (الري حاليا) التي أوضحت بدراسة اقتصادية لعدة حلول منها انشاء قناة جديدة على عدة مسارات أو بإعادة انشاء قناة جديدة على عدة مسارات أو بإعادة انشاء القناة بحلول هندسية مختلفة ، وأوضحت الدراسة اقتصادية إعادة انشاء القناة على أسس تقنية تؤمن دوام استقرارها وذلك بوضع صفائح (رقائق) مانعة لتسرب المياه مع معالجة تربة الأساسات بالاستبدال والحقن مع تسليح بتون الاكساء كمنشأة صناعية كل بلاطة على حدة (٦٦,٥) م$^{٢}$ وفي عام ١٩٧٩ أصدر السيد رئيس مجلس الوزراء (رئيس الهيئة العليا لمشروع الفرات) قراراً شكل بموجبه لجنة فنية من كبار الاختصاصيين في المؤسسة العامة لاستثمار حوض الفرات (مؤسسة استصلاح الأراضي حالياً) والشركة العامة لانشاءات الري (ساريكو) مهمتها الاشراف والتوجيه والمتابعة لتنفيذ مشروع إعادة انشاء القناة ، كما تضمن القرار تنفيذ المشروع من قبل الشركة العامة لانشاءات الري (ساريكو) وفقاً للشروط والمواصفات الفنية المعتمدة والتعديلات التي تقررها اللجنة أثناء التنفيذ .

**وقد مر التنفيذ بالمراحل التالية :**

ـ استبدال ٩٦٤٠ متر طولي وبنسبة ٥٣,٧ ٪ من طول القناة حيث تمت عمليات السبور على القناة من قبل البحوث وتحديد هذه المواقع وقد تم حفر هذه المواقع بعمق مترين على القاع والجوانب كما أقرتها اللجنة واستبدلت بتربة من الجبس وفق المواصفات المطلوبة حيث تم الردم على طبقات بسماكة ٣٠ سم ، وقد بلغت كمية الأتربة المستبدلة بـ (٧٠٢٠٠٠) متر مكعب ، علماً بأن أبعاد حفر المقاطع قابل للتعديل حسب متطلبات العمل ، ويتم عليه الكشف من قبل اللجنة بعد معالجة الكهوف التي تظهر بالحقن .

ـ توسيع وحفر مصارف عمودية وموازية للقناة وذلك منعاً لوصول المياه إلى أكتاف وجسم القناة .

ـ توسيع الأكتاف والعبارات القديمة . وردم بميل سلبي .

ـ إعادة اكساء مواقع الاستبدال التي طولها أقل من ١٠٠ م

ـ مد طبقة من مادة البيوتيل (مانعة للرشح) على كامل مساحة القناة .

ـ فرش طبقتين من مادة البيديم تحت وفوق البيوتيل وذلك لحماية البيوتيل .
ـ تم اكساء القناة بسماكة ١٢ سم اكساء مسلح وقد تم تصنيع الشبك في المعمل . وعلى كامل طول القناة .
ـ حقن جميع المواقع غير المستبدلة وخاصة نقاط الالتحام بين الأماكن المستبدلة وغير المستبدلة وحول الأعمال الصناعية .

**نبين فيما يلي المواصفات الفنية لقناة السلحبية العليا بعد إعادة انشائها :**

ـ طول القناة (١٧,٩٥٠) كم (من مخرج السنون حتى محطة بئر الهشم الرئيسية) .
ـ تدفق القناة (١٧,٠٢) متر مكعب
ـ عرض القاع (١,٩٣) م (حيث تم تشكيل المقطع الجديد ضمن المقطع القديم)
ـ ارتفاع الماء عند الـ (F.S.L) (٣,٢٧) م (يتناقص حسب مقاطع القناة) .
ـ المنسوب في البداية (٢٧٨٣٥) م وعند الكيلو ١٨ (٢٧٦,٣٢) م
ـ السطح المبلول (٢٤٣٥٨٨) م$^{٢}$
ـ حجم القناة أثناء الجريان (٣٩٢٣١٠) م$^{٢}$
ـ حجم القناة أثناء التخزين (٣٤٠٦١٣) م$^{٣}$
ـ الارتفاع الحر (Free board) واحد متر (٤٥ سم اكساء + ٥٥ سم تراب) .
ـ عرض السطح عند الـ (F.S.L) (١١,٥) م
ـ مساحة السطح المائي عند الـ (F.S.L) (٢٠٦٩٦٣) م$^{٢}$ = ٢٠,٥ هكتار
ـ الرشح : لا يوجد في هذه القناة رشح كونها مكتومة

وقد بلغت كلفة هذه القناة بحدود (١٠٣) مليون ليرة سورية بما فيها كلفة معمل الشبكات . يقابلها الانشاء القديم بحدود (١٠) ملايين ليرة سورية عام ١٩٧٣ .

**وصل قناة الجر الرئيسية (الرئيسية السفلى) مع قناة السلحبية الرئيسية العليا :**

تأخذ قناة السلحبية الرئيسية مياهها بالراحة من مطلع القناة الرئيسية السفلى عبر ثلاث سيفونات وبأقطار مختلفة وبطول (٤١٣١) متر طولي لكل سيفون ، حيث يبلغ قطره السيفون الأول (٢) م وبتدفق (٤,٦٠) متر مكعب/ ثانية وقد نفذ من قبل شركة بونيفكا الايطالية . أما السيفون الثاني والثالث بقطر (٢,٤) م وبتدفق (٦,٨٥) متر مكعب/ثانية لكل سيفون وقد تم تنفيذها من قبل شركة انشاءات الري (ساريكو) . وقد بلغت كلفة انشاء السيفونات الثلاث بحدود ٤١/مليون ليرة سورية وبتدفق (١٨,٣٠) متر مكعب/ثانية للسيفونات الثلاث وضعت في الخدمة بعد إعادة انشاء قناة السلحبية الرئيسية العليا في عام ١٩٨٤ وتم استثمارها مع قناة

السلحبية الرئيسية العليا بشكل فعلي عام ١٩٨٥ . لتغذية جزء من المشروع الرائد (مزرعتي العدنانية والأسدية) ومشروع بئر الهشم .

## ثالثاً : مشروع بئر الهشم :

### ١ ـ الوصف العام للمشروع :

يقع مشروع بئر الهشم في القسم (١) من حوض البليخ على مساحة صافية مزروعة تبلغ بحدود (١٠) آلاف هكتار ، يقع المشروع غربي شمالي مدينة الرقة ويبعد عنها حوالي (١٠) كيلو متر على هضبة أوتلة ترتفع عن سطح البحر حوالي (٣٠٠) متر . كما ترتفع عن الأرض المحيطة بين ٢٠ ـ ٣٠ متراً حيث يحده من الجنوب الدكه الثانية لنهر الفرات ومن الغرب والشمال وادي الفيض ومن الشرق وادي البليخ ، وان معظم أراضي المشروع منحدرة ، يمكن تقسيمها حسب الانحدار إلى ما يلي :

ـ من صفر ـ ١ ٪ يشكل ٢ ٪ من المساحة العامة
ـ من ١ ـ ٤ ٪ يشكل ٤٣ ٪ من المساحة العامة
ـ من ٤ ـ ١٠ ٪ يشكل ٣٧ ٪ من المساحة العامة
ـ من ١٠ ـ ٢٠ ٪ يشكل ١٥ ٪ من المساحة العامة
ـ من ٢٠ ـ ٣٠ ٪ يشكل ٣ ٪ من المساحة العامة

وقد دلت الدراسات أن ميل الأراضي بشكل عام يجب أن يكون بين ٠,٠٣ ٪ ـ ٢ ٪ حتى تزرع بالمحاصيل وخاصة في الأراضي التي تروى بالانسياب كما في مشروع بئر الهشم . وقد تمت تسوية أراضيه بشكل يحقق هذه القاعدة .

وقد بلغت المساحة الصافية (٩٩٩٢) هكتار تقع في أصناف التربة (١ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٤) كما أن هناك مساحة تقع في الصنف (٦) لم تستثمر بعد تبلغ (١٥٠٦) هكتار أما المساحة المشغولة بواسطة الطرق والأقنية والمصارف بلغت (١٥٤٨) هكتار والأراضي التي تشغلها القرى والأبنية . بلغت (١٤٢) هكتار . كما أن هناك (٢٩) هكتار شديدة الانحدار وبذلك تبلغ المساحة الاجمالية (١٣٢١٧) هكتار وقد كانت جميع أراضي المشروع قبل الاستصلاح من الأراضي البعلية تزرع بالحبوب (الشعير غالباً) وهي معدومة الغطاء النباتي ما عدا بعض النباتات الرعوية . وفي مجال الانتاج الحيواني . فتقتصر على الرعي الطليق (الأغنام غالباً) كما أن المنطقة تكاد أن تكون معدومة من السكان المستقرين . وعدم معرفتهم بالزراعة المروية . وبشكل عام تقع أراضي المشروع في الأراضي الهامشية أي منطقة الاستقرار الرابعة . أي بين خط البادية ومنطقة الاستقرار .

## دراسات المشروع :

١ ـ تمت دراسة المشروع من قبل شركة نديكو الهولندية عام ١٩٦٣ من جملة الدراسة العامة لمشروع الفرات .

٢ ـ قامت شركة الكسندر جيب الانكليزية (١٩٦٥ ـ ١٩٦٧) بدراسة المشروع ووضع المخطط العام من ضمن مشروع البليخ ، وتشمل هذه الدراسة الشبكة العامة للري والصرف ومواقع محطات الضخ والطرق والمنشآت الصناعية .

٣ ـ قامت شركة تكنو اكسبورت ستروى البلغارية عام ١٩٧٣ بوضع التصاميم لمشروع الري والصرف والاستصلاح وقدمت برنامج تحريات إضافية نفذ من قبل مؤسسات وزارة الري ثم قدمت لاحقاً المخططات التنفيذية للمشروع .

٤ ـ في مرحلة التنفيذ تحريات تكثيفية من قبل مؤسسة استصلاح الأراضي التابعة لوزارة الري حيث شملت :

ـ حفر سبور تكثيفية وحفر عدة مسارات الأقنية الرئيسية والفرعية ومحطات الضخ والأعمال الصناعية والطرق .

ـ معالجة الفجوات الكارستية وإيجاد الحلول المناسبة لمشاكل الجبس في مواقع العمل .

ـ اعمال التحريات في مواقع القرى للمشروع من حيث دراسة الأساسات ومآخذ مياه الشرب .

وعلى ضوء الدراسات والتحريات تم تعديل المخططات التنفيذية من قبل مؤسسة استصلاح الأراضي .

٥ ـ قامت بالتنفيذ الشركة العامة السورية لانشاءات الري (ساريكو) بدءاً من تاريخ ١٩٧٦ ولمدة (٣٠) شهراً . ولكن لظروف فنية تأخر تشغيل المشروع حتى عام ١٩٨٤ حيث تم تشغيله جزئياً ولأول مرة تم استزراعه بدءاً من الموسم الزراعي ١٩٨٥/١٩٨٦ ولمدة عامين تحت اشراف المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي .

## شبكة الأقنية والمصارف في المشروع :

١ ـ المراوي الحقلية (Water Courses) ، مكساه بطول (١٥١) كم ومعلقة بطول (١٨٠) كم أي بطول إجمالي (٣٣٠) كم وهنا لا بد من التنوية أن أجزاءاً من هذه المراوي كانت ترابية ولكن خلال فترة الاستزراع اتخذ قرار في اللجنة الفنية الاستشارية حيث حولت هذه المراوي جميعها إلى مكساة أو معلقة (Flumes) وذلك لنسبة الجبس العالية . ومن الأقطار (٦٠ سم ـ ٨٠ سم) لتعطي تدفقاً مقداره (٩٠) لتر/ثانية . كما في المكساة .

٢ ـ أقنية مجمعة (Munor.c) وثانوية (Major.c) المعلقة بطول (١٣٠) كم وأقطارها (٩٠ سم ـ ١٦٠ سم) حيث تعطي تدفقاً بين (١٠٠) لتر/ثانية ـ (٤٥٠) لتر/ثانية .

٣ ـ أقنية مجمعة (Major.c) ورئيسية (Main.c) وكلها مكساة بطول (٥٨,٤) كم حيث تدفق المجمعة والثانوية بين (١٠٠٠ ـ ٢٥٠٠) لتر/ثانية .

٤ ـ الأقنية الرئيسية وكلها مكساة ويبلغ تدفقها (٧٥٠٠) لتر/ثانية .

أما شبكة المصارف في المشروع فهي ترابية ما عدا بعض الأعمال الصناعية خاصة عند المآخذ والهدارات . حيث تمت تكسيتها بالأسمنت أو بالحجر الأسود والأسمنت .

١ ـ المصارف الحقلية (Field.D) بطول (٣٠٥) كم .

٢ ـ مصارف ثانوية (فرعية) (Minor.D) بطول (١١١) كم .

٣ ـ مصارف مجمعة (Major.D) بطول (٣٨) كم .

٤ ـ مصارف رئيسية (Main.D) بطول (١٨,٦) كم .

وقد صممت ونفذت هذه المصارف لتصريف مياه الري السطحي الزائد والأمطار الجارية على السطح حسب تصميم الري في المشروع .

مع العلم أن المياه الجوفية تقع بين ١٠ ـ ٢٠ م عمق ولذلك يتوقع أن لا ترتفع المياه الجوفية إلا بعد /١٥/ سنة من بداية الاستثمار . ولذلك لم تنفذ مصارف جوفية في الوقت الحالي .

## المنشآت البيتونية والمعدنية الأساسية في المشروع :

تم إقامة منشآت بيتونية أساسية لخدمة الري نجملها كما يلي :

ـ ١٥ منظم مياه ري رئيسي وفرعي

ـ ٥٤ مأخذ مياه ري رئيس وفرعي

٦٠٠ جسر عبور مشاة وحمولات عالية وعبارات أساسية

٥ محطات ضخ مع تجهيزاتها الميكانيكية والكهرمائية .

## القرى ومياه الشرب والصرف الصحي السطحي والخدمات الاخرى في المشروع :

تم انشاء القرى النموذجية على مساحة(١٤٢) هكتار موزعة على ستة مناطق في المشروع **أي لكل مزرعة قرية مع المرافق اللازمة وحسب استيعابها السكاني . باعتبار ان العدد الوسطي لافراد الاسرة الواحدة (٥) اشخاص ومساحة الشقة للنموذج AI (٥٥) متراً مربعاً ومساحة** الشقةBI(٥٨) مترا مربعا للفلاحين اما مساحة الشقة المعدة لسكن الفنيين والموظفين (٧٦) مترا

وقد سميت هذه القرى النموذجية بالأسماء التالية :

«تشرين» «الجلاء» «ميسلون» «الرافقه» «الحكومية» «اليرموك» .

كما تم جر مياه الشرب لهذه القرى قريبا من نهر الفرات وذلك بحفر بئرين ارتشاحيين كل منهما (٣٥) لتر/ثانية وبعمق (١٢,٤) متر وقطر (٣) متر وضخ المياه لخزان ارضي مساحته (١٠٠)م$^{٢}$ وتنفيذ محطة ضخ على الضفة اليسرى من نهر الفرات استطاعة (٦٣) لتر/ثانية كما تم انشاء خزان رئيسي في اول المشروع سيقوم بالتوزيع على الخزانات الاخرى في القرى الستة .

تمر مياه الشرب ضمن انابيب جر مياه بطول اجمالي (٥٠) كم منها (١٦) كم كخط مضغوط من الفونط المرن يصل بين محطة الضخ على النهر والخزان الرئيسي الموزع و(٣٤)كم طول الانابيب الواصلة من الاسبستوس وتتراوح سعة الخزان في القرية بين ١٥٠ - ٢٥٠م$^{٣}$ ، كما تم انشاء شبكات المجاري الخارجية للقرى الستة لتصريف المياه المالحة من القرى وجرها الى احواض معالجة تبعد عن كل قرية بحدود (١) كم تقريبا ، كما نفذ محطات ضخ على المجارير وابنية الكلورة .

ونفذت شبكات الكهرباء الى كل قرية داخل البيوت السكنية ووصلها مع الشبكة العامة من محطة التمويل الرئيسية .

ونفذت شبكة هاتف الى القرى وربطها مع محطات الضخ الخمسة وربطها من جهة مع المركز الرئيسي لتزويد المشروع بمياه الري (العمليات في سد الفرات) .

ومن جهة اخرى مع نهاية قناة الجر السفلى الرئيسية (موقع عقدة كديران) الموزعة التي تغذي المشروع بمياه الري عبر قناة السلحبية الرئيسية العليا . كما تم ربط هذه القرى بطرق معبدة بطول (٥٣) كم تصل هذه القرى مع مدينة الثورة وسد الفرات من جهة ومدينة الرقة وبقية المشاريع كالمشروع الرائد ومشروع باقي القسم (١) وغيره من جهة اخرى . هذا اضافة الى الطرق الزراعية داخل المشروع . لتخديم الشبكة والحقول .

كما تم انشاء بيوت ري على المواقع الرئيسية من اقنية الري وذلك لتنظيم الري داخل المشروع من قبل عناصر مراقبة الري وفق برنامج تشغيل مسبق ، كما اقيم غرف حراسة لكل محطة من محطات المشروع لبسط الأمن على هذه المنشآت الهامة ومستودع مركزي لتخزين العدد والقطع التبديلية اللازمة لهذه المحطات . وفي القرى الستة اقيم مستودعات مستلزمات الانتاج لكل قرية والمدارس والجوامع واسواق لتأمين متطلبات السكان من المواد التموينية ، كما أقيم محطة مركزية للآلات والآليات لتخديم الآلات والآليات الزراعية في المشروع ومبنى اداري في كل قرية لادارة المزرعة .

**رابعاً : اعمال الري والتشغيل في المشروع :**

تم تشغيل المشروع في بداية شهر آذار ١٩٨٥ وبشكل غير منتظم حيث تم تشغيل محطات الضخ وشبكة الري بقصد الاختبار والتجربة مع زراعة بعض المحاصيل الصيفية (معظمها من الخضار) . اما الاستزراع الفعلي فقد كان في الموسم الزراعي ١٩٨٥ ـ ١٩٨٦ وتحديداً في تشرين أول ١٩٨٥ .

## التشغيل والري في الموسم ١٩٨٦/١٩٨٧ :

ابتدأ التشغيل للموسم الزراعي ١٩٨٦ ـ ١٩٨٧ في تشرين أول نبين فيما يلي عدد الساعات المطلوبة من المؤسسة المستثمرة والساعات المنفذة من قبل المؤسسة المشرفة على الاستزراع ، موزعة على شهور الموسم في السنة :

| الشهور | عدد ساعات الضخ المطلوبة | عدد ساعات الضخ المنفذة | كمية المياه المضخوخة متر/مكعب/شهرياً |
|---|---|---|---|
| تشرين ثاني | ٣٩٠ | ٣٨٢ | ٧٠١٣٥٢٠ |
| كانون أول | ٦٠٨ | ٥٨١ | ١٠٦٦٧١٦٠ |
| شباط | ٥٥٥ | ٥٣٨ | ٩٨٧٧٦٨٠ |
| آذار | ٩٩٦ | ٩٨٥ | ١٨٠٨٤٦٠٠ |
| نيسان | ١٢٨٩ | ١٢٦٧ | ٢٣٢٦٢١٢٠ |
| أيار | ١٣٩٦ | ١٣٨٠ | ٢٥٣٣٦٨٠٠ |
| حزيران | ٦٢٨ | ٦٥١ | ١١٤٠١٥٦٠ |
| تموز | ٧٨٧ | ٧٦٩ | ١٤١١٨٨٤٠ |
| آب | ٩٧١ | ٩٤٨ | ١٧٤٠٥٢٨٠ |
| ايلول | ٥٩٢ | ٥٨٢٠ | ١٠٦٨٥٥٢٠ |
| تشرين أول | ٣٥٧ | ٣٤٢ | ٦٢٧٩١٢٠ |
| المجموع السنوي | ٨٥٦٩ | ٨٣٩٥ | ١٥٤١٣٢٠٠ |

**مع ملاحظة ما يلي :**

ـ مجموع الساعات المطلوبة (٨٥٦٩) ساعة عمل ضخ واحدة بتدفق (١,٥) متر مكعب بالثانية وهذه تعادل (٣٥٧) يوم عمل فعلي .

ـ مجموع الساعات المنفذة (٨٣٩٥) ساعة عمل ضخ واحدة بتدفق (١,٥) متر مكعب بالثانية وهذه تعادل (٣٥٠) يوم عمل فعلي . أي ان العجز بين المطلوب والمنفذ (١٧٤) ساعة عمل وهذه تعادل (٧) أيام عمل فعلي . اي ان نسبة العجز ٢٪ بين المطلوب والمنفذ في الضخ .

ـ امتدت فترة التوقف من أجل صيانة المحطات وشبكة الري الدورة (٤٢) يوم فعلي اعتباراً من ١٩٨٧/١/١ ولغاية ١٩٨٧/٢/١٢ .

وبالحساب ينتج ٤٣٩٥ × ١,٥ × ٣٦٠٠ = ١٥٤١٣٢٢٠٠ متر مكعب ، نتج خلال العام ١٩٨٧/٩٨٦ من محطة ضخ بئر الهشم الرئيسية . ومضخوخ في قناتي حزيمة والرفع العالي الرئيستين . وهي الكمية الاجمالية المستهلكة من قبل المشروع .

ـ كان المجموع العام للمساحة المحصولية (١١٢١٣) هكتار ، وكلها تقع في أراضي الدرجة (١ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٤) وجزئياً في أراضي الدرجة السادسة وخاصة الحراج والغابات . والخضار . كما زرع محصول البيقية من أجل التسميد الأخضر قلب في الأرض في شهر آذار . أما محصول البيقية المحملة فقد زرع محملاً على الشعير أو من أجل الحب . ومحصول الذرة الخريفية زرعت كمحصول تكثيفي بعد محصولي القمح والشعير وبذلك بلغت نسبة التكثيف الزراعي في المشروع بحدود ١٢٥٪ .

ـ بلغت مساحة المحاصيل الصيفية (قطن ـ ذرة ربيعية ـ ذرة خريفية ـ بستان ـ عباد الشمس ـ حراج وخضار) (٣٣٠٣) هكتار أي بنسبة ٣٠٪ من المساحة الكلية .

ـ بلغت مساحة المحاصيل الشتوية (قمح ـ بيقية ـ تسميد أخضر ـ بيقية محملة) (٧٩١٠) هكتار . أي بنسبة ٧٠٪ من المساحة الكلية .

ـ بلغت المساحة الأرضية المستثمرة في المشروع لهذا العام (٨٩٦١) هكتار أرضي .

ـ بلغت المساحة الأرضية للمشروع حسب التصميم (٩٩٩٢) أي أن نسبة استغلال أرض المشروع بحدود ٩٠٪ وباقي المساحة والبالغة (١٠٣١) هكتار لم تستثمر لأي سبب من الأسباب والجدول التالي يبين المساحة المحصولية ومساحة الصيفي والشتوي لكل مزرعة في المشروع . للموسم الزراعي ١٩٨٦ ـ ١٩٨٧ .

| المساحة المزروعة | المساحة المحصولية /هـ/ | مساحة الصيفي /هـ/ | مساحة الشتوي /هـ/ | مساحة محاصيل التكثيف /هـ/ | المساحة الأرضية /هـ/ |
|---|---|---|---|---|---|
| تشرين | ٢٢٤٥ | ٦٧٠ | ١٥٧٥ | ٤٢٧ | ١٨١٨ |
| الجلاء | ١٤٢٥ | ٤٤٠ | ٩٨٥ | ٢٤٤ | ١١٨١ |
| ميسلون | ١٤٢٢ | ٤٥٦ | ٩٦٦ | ٢٤٥ | ١١٧٧ |
| الرافقة | ١٤٧٠ | ٤١٧ | ١٠٥٣ | ٣١٣ | ١١٥٧ |
| الحكومية | ٢٢٢٤ | ٦١٨ | ١٦٠٦ | ٥٠٠ | ١٧٢٤ |
| اليرموك | ٢٤٢٧ | ٧٠٢ | ٧١٢٥ | ٥٢٣ | ١٩٠٤ |
| المجموع | ١١٢١٣ | ٣٣٠٣ | ٧٩١٠ | ٢٢٥٢ | ٨٩٦١ |

ومن سجلات الري لدينا شهرياً تبين ان كمية المياه المستثمرة من قبل المزارع بشكل عام ومن الأقنية المجمعة والثانوية بلغت (١٣٨١٣٧٧٨٩) م$^3$ والمجموع العام المضخوخ من المحطة الرئيسية بلغ (١٥٤١٣٢٢٠٠) م$^3$ والمجموع العام للفواقد من الأقنية الرئيسية بلغت (١٥٩٩٤٤١١) م$^3$ .

وبذلك تكون كفاءة التوصيل أو نقل المياه حتى الأقنية الثانوية ٨٩,٦٪

وبالحساب تتيح لنا كفاءة الإدارة كما يلي :

- فواقد الرشح من الأقنية الاسمنتية (٢٦٩٠٤١٥) متر مكعب
- فواقد البخر من الأقنية الاسمنتية (١٤٩٧٦٨٠) متر مكعب
- فواقد التخزين وتفريع الأقنية (٣٣٢٢٤١) متر مكعب
- ينتج مجموع الفواقد الطبقية من الأقنية (٤٥٢٠٣٣٦) متر مكعب

وبذلك تكون كفاءة ادارة ري الشبكة العامة ٩٣٪

وكما في دراسة الشركات الدارسة لمشاريع الفرات ، اعتبرت ان كفاءة الري الحقلي ٦٥٪ كقيمة وسطية ، أما في مشروع بئر الهشم ومن واقع الري فيه تحسب كفاءة الري الحقلي على الشكل التالي :

ـ كفاءة التوصيل (كفاءة نقل الماء المستنتجة) ٨٩,٦٪ كما بينا أعلاه وهي كفاءة الأقنية الرئيسية .

| | |
|---|---|
| ـ كفاءة الأقنية المجمعة في المشروع | ٩٥٪ |
| ـ كفاءة الأقنية الثانوية في المشروع | ٩٥٪ |
| ـ كفاءة الأقنية الحقلية في المشروع | ٩٥٪ |
| ـ كفاءة أقنية الحقل (ترابية) | ٨٥٪ |

ومن ذلك نستنتج كفاءة ري المشروع بشكل عام .

٨٩,٦٪ × ٩٥٪ × ٩٥٪ × ٩٥٪ × ٨٥٪ = ٦٥,٣١٪

وعلى أساس هذه النسبة تحسب استهلاك الهكتار الواحد من مياه الري (الصافي) كما يلي :

$$\frac{١٥٤١٣٢٢٠٠٠ \times ٦٥,٣١}{٨٩٦١} = \frac{١٠٠٦٦٣٧٤٠}{٨٩٦١} = ١١٢٣٣,٥ \text{ متر مكعب}$$

أي : متر مكعب/هكتار/سنة

وهذا أكثر من احتياج الهكتار الصافي المطلوب والمقدر بحدود (٩٤٥٠) متر مكعب/هـ/سنة ونسبة الزيادة بحدود ١٧٪ وهذه الزيادة تعود لقلة الأمطار الهاطلة والجفاف الحاصل في موسم عام ١٩٨٦ ـ ١٩٨٧ ، حيث بلغت كمية الهطول (٩٢) مم في السنة والكمية الفعالة (٨٣) مم وهذه تعادل (٨٣٠) متر مكعب للهكتار الواحد . وبذلك يصبح صافي استهلاك الهكتار في المشروع بما فيه الأمطار الفعالة (١٢١١٢) متر مكعب/هكتار/سنة .

ولكن إذا حسبنا كل مزرعة على حده ، بكفاءة ري حقلي عام ٦٥,٥٩٪ ، ينتج لدينا استهلاك الهكتار الواحد الصافي في كل مزرعة ، وحساب كفاءة التوصيل في المزارع وكفاءة الري المزرعي كما يلي :

| البيان المزروعة | ساعات الضخ المنفذة | كمية المياه المضخوخة (م)$^{٣}$ | المساحة الأرضية /هـ/ | استهلاك الهكتار من مياه الري | المطر الفعال م$^{٣}$/هـ | الاستهلاك الكلي م$^{٣}$/هـ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تشرين | ١٦٥١ | ٢٨٦٥٩٩٦٠ | ١٨١٨ | ١٠٣٤٠ | ٨٣٠ | ١١١٧٠ |
| الجلاء | ١٠٤٦ | ١٩٢٠٤٥٦٠ | ١١٨١ | ١٠٦٦٦ | ٨٣٠ | ١١٤٩٦ |
| ميسلون | ١١٣٤ | ٢٠٨٢٠٢٤٠ | ١١٧٧ | ١١٦٠٢ | ٨٣٠ | ١٢٤٣٢ |

| البيان المزروعة | ساعات الضخ المنفذة | كمية المياه المضخوخة (م)$^{3}$ | المساحة الأرضية/هـ/ | استهلاك الهكتار من مياه الري | المطر الفعال م$^{3}$/هـ | الاستهلاك الكلي م$^{3}$/هـ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الرافقة | ١٢١٢ | ٢٢٢٥٢٣٢٠ | ١١٥٧ | ١٢٦١٥ | ٨٣٠ | ١٣٤٤٥ |
| الحكومية | ١٦٩٢ | ٣١٠٦٥١٢٠ | ١٧٢٤ | ١١٨١٩ | ٨٣٠ | ١٢٦٤٩ |
| اليرموك | ١٧٥٠ | ٣٢١٣٠٠٠٠ | ١٩٠٤ | ١١٠٦٨ | ٨٣٠ | ٨١٨٩٨ |
| المجموع | | ١٥٤١٣٢٢٠٠٨٣٩٥ | ٨٩٦١ | ١١٢٨٢ | = | ١٢١١٢ |

وبما ان الدراسات والبحوث في المنطقة اعتبرت ان استهلاك الهكتار الواحد في السنة هو بحدود (٩٤٥٠) متر مكعب/هكتار/سنة .

ينتج لدينا : كفاءة الري الحقلي وكفاءة استخدام الماء في المشروع مع اعتبار ان كفاءة الري العامة هي ٦٥,٥٩٪ .

ـ ١٢١١٢ - ٩٤٥٠ = ٢٦٦٢ متر مكعب الزيادة عن المقنن المطلوب أي بكفاءة استخدام ري بحدود ٧٨٪ وبكفاءة ري حقلي بحدود ٥١٪ .

ـ وفي كل مزرعة تكون كفاءة الاستخدام (التوصيل) وكفاءة الري الحقلي كما يلي :

| البيان المزروعة | الاستهلاك الكلي م$^{3}$/هـ/س | الاستهلاك الكلي حسب الدراسات م$^{3}$/هـ/س | كفاءة استخدام الري الحقلي٪ | كفاءة الري الحقلي٪ |
|---|---|---|---|---|
| تشرين (٢٢) | ١١١٧٠ | ٩٤٥٠ | ٨٥ | ٥٦ |
| الجلاء (٢٣) | ١١٤٩٦ | ٩٤٥٠ | ٨٢ | ٥٤ |
| ميسلون (٢٤) | ١٢٤٣٢ | ٩٤٥٠ | ٧٦ | ٥٠ |
| الرافقة (٢٥) | ١٣٤٤٥ | ٩٤٥٠ | ٧٠ | ٤٦ |
| الحكومية (٢٦) | ١٢٦٤٩ | ٩٤٥٠ | ٧٥ | ٤٩ |
| اليرموك (٢٧) | ١١٨٩٨ | ٩٤٥٠ | ٧٩ | ٥٢ |

وفي موسم ١٩٨٦/١٩٨٧ الاستهلاك المائي للمحاصيل المزروعة حسب على أساس الدراسات المائية للاحتياج المحصولي الصافي وما يقابلها من ساعات الضخ المطلوبة في المشروع كما يلي :

| اسم المحصول | المساحة المزروعة /هـ/ ١٩٨٦ - ١٩٨٧ | الاستهلاك الصافي حسب الدراسات م٣/هـ/محصول | ساعات الضخ المطلوبة حسب الدراسات |
|---|---|---|---|
| قمح | ٥٨٢١ | ٥٦٠٠ | ١٧٧٥ |
| بيقية تسميد أخضر | ١٣٤٦ | ٢٤٠٠ | ١٧٦ |
| بيقية محملة | ٧٤٣ | ٣٥٠٠ | ١٤٢ |
| قطن | ١٤٩١ | ٩٠٠٠ | ٧٣١ |
| ذرة ربيعية | ٥٥٠ | ٨٠٠٠ | ٢٤٠ |
| ذرة خريفية | ٩٠٦ | ٦٦٠٠ | ٣٢٦ |
| بستان | ٩١ | ١١٨٠٠ | ٥٨ |
| عباد الشمس | ٣٦ | ٧٧٠٠ | ١٥ |
| حراج وخضراوات صيفية | ٢٢٩ | ١٤٠٠٠ | ١٧٥ |
| المجموع | ١١٢١٣ | — | ٣٢٣٨ |

ومن ساعات الضخ المنفذة في موسم ١٩٨٦/١٩٨٧ والبالغة (٨٣٩٥) ساعة . وكفاءة الري العامة المستنتجة في الموسم هي ٥٦,٥٩٪ . ينتج لدينا ساعات الضخ الصافية المخصصة للمحاصيل المزروعة .

٨٣٩٥ × ٦٥,٥٩٪ = ٥٥٠٦ ساعة ضخ وعليه تكون نسبة التوصيل المائي المحصولي ٦٦٪ وكفاء الري المحصولي ٦٦٪ × ٦٥,٥٩ = ٤٣٪ وهذا يعود لارتفاع الاستهلاك المائي المحصولي وخاصة في المحاصيل الشتوية لظروف الجفاف في هذا الموسم .

## خامساً : التكلفة السنوية للتشغيل والري والصيانة في المشروع :

يستجر مشروع بئر الهشم مياهه من مخزون بحيرة الأسد (سد الفرات) بالراحة عبر قناتي : الجر السفلى الرئيسية ـ والسلحبية العليا الرئيسية ليصار الى ضخها مرة اخرى بثلاث مستويات من الرفع .

وسنقوم بحساب التكلفة عبر أقنية التوصيل وحتى محطة الضخ الرئيسية لمشروع بئر الهشم . كما سندخل داخل المشروع ونقف على حقيقة التكلفة السنوية لمحطات الضخ وشبكة الري والصرف (نسبة الاستهلاك السنوية) .

تقوم بحيرة الأسد بتوليد الطاقة الكهربائية كأحد أهداف مشروع الفرات وقد تبين ان كل (١٠) م$^{٣}$ من الماء تشكل ضاغطاً مائياً يولد (١) واحد كيلووات ساعي بالمتوسط . وعلى المنسوب + ٢٩٥ م .

كما علمنا ان مؤسسة السد وهي الجهة المشرفة على تشغيل البحيرة تحاسب مؤسسة الكهرباء بمعدل (٤) ق.س عن كل كيلووات ساعي .

ومشروع بئر الهشم الذي هو أحد هذه المشاريع يصيبه نسبة ١٠٪ من هذه التكلفة .

| | |
|---|---|
| ١ ـ البحيرة وتشغيل بوابات مطلع قناة الجر الرئيسية | ٢٤٠٣٦٦ ل.س |
| ٢ ـ مطلع قناة الجر السفلى الرئيسية | ١١١٠١٥٠ل.س |
| ٣ ـ قناة السلحبية العليا الرئيسية | ٤٩٣٥٦٠٠ل.س |
| ٤ ـ محطات الضخ | ٥٧١٥٣٠٥ل.س |
| ٥ ـ شبكة الري والصرف | ١٩٠٣٥٠٠ ل.س |

٦ ـ مشروع بئر الهشم :

بلغت كلفة المشروع بما فيه شبكة الري والصرف والأبنية ومحطات الضخ والأعمال الأخرى ..... (٦٠٧) مليون ل.س

| | |
|---|---|
| ونسبة الاستهلاك ٤٪ | ٢٤,٢٨ مليون ل.س |
| والمجموع العام لكلفة المشروع السنوية ١٩٨٦/١٩٨٧ | ٣٨١٨٤٩٢١ ل.س |
| ومتوسط كلفة الهكتار الواحد السنوية : ١٩٨٦/١٩٨٧ | ٤٢٦١ ل.س |
| ومتوسط كلفة المتر المكعب ماء مضخوخ : ١٩٨٦/١٩٨٧ | ٢٥ ق.س |
| متوسط كلفة المتر المكعب واصل للحقل سنوي ١٩٨٦/١٩٨٧ | ٣٨ ق.س |

## سادساً : توصيات عامة في تشغيل وصيانة المشروع :

يعتبر مشروع بئر الهشم من مشاريع الفرات الحيوية والهامة وذو حساسية خاصة ، كونه يروى بالرفع (الضخ) ووقوعه في مناطق عالية الجبس نسبياً . هذين العاملين لاشك زادا من تكاليفه التنفيذية الثانية + وتكاليفه السنوية .

لذا يجب ان يراعى فيه الدقة الفنية في التشغيل والصيانة وان يستثمر على أحسن وجه . حتى يسترد تكاليفه بأقصر وقت وأسلم الطرق . وان يراقب بشكل مستمر تشغيلاً ورياً وصيانة .

١ ـ الصيانة الدورية : وتعمل عادة في شهري كانون ثاني وشباط من كل عام وتتضمن صيانة محطات الضخ وشبكة الري وشبكة الصرف . وهذه الفترة فرصة لتفقد كامل مجموعات الضخ وتجهيزاتها وشبكة الري مع منظماتها وتعزيل شبكة الصرف بشكل جيد . وهنا يجب ملاحظة نقطة قد تكون هامة . اذ أثناء فترة الصيف وبسبب العواصف الغبارية ، قد تمتلىء بعض الأقنية بالطمي . ولذلك يجب تعزيلها أثناء جريان الماء أي أثناء الري .

٢ ـ يراعى أثناء تشغيل محطات الضخ ، ان يكون التشغيل بالتتالي للمجموعات وعدم اقلاع المجموعات الثلاث دفعة واحدة وان يكون فاصل زمني بين كل مجموعة واخرى بحدود (١٥) دقيقة حسب الحال . كما يراعى عدم سحب وتفريغ الأقنية أمام محطات الضخ (أحواض المص) بشكل سريع . كما يجب مراعاة ملء وتفريغ الأقنية بشكل هادىء وتدريجي حتى لا يكون هناك ضغط سلبي على بلاطات البيتون أو رقائق البلاستيك ، بسبب كسرها أو تمزيقها . كما يراعى أثناء تنظيف الأقنية بوساطة الآلة (الباكر) ان تستخدم بشكل سليم وان يغطي سطح الباكر بقطعة من الكاوتشوك لعدم كسر البلاطات .

٣ ـ يراعى عند تشغيل ثلاث مجموعات في شهر الذروة (حزيران ـ تموز ـ آب) وضع القناة الموصلة (السلحبية العليا) لأنها محدودة التدفق . ولذلك يجب عمل مناوبات وعلى مدى /٢٤/ ساعة بين مشروع بئر الهشم والمشروع الرائد .

**٤ ـ عدم تفريغ الأقنية المجمعة والرئيسية في نهاية التشغيل اليومي أي اغلاق البوابات** بالتتالي وحسب البرنامج الزمني للتشغيل والري وعدم سحب مخزون الأقنية منها وذلك لاستمرار استجرار المياه بشكل منتظم وفي الوقت المناسب وعدم فتح بوابات التفريع أمام المنظمات الا في الحالات الضرورية والطوارىء .

٥ ـ تفقد المفرغات (المهارب) وخاصة الأوتوماتيكية منها بين حين وآخر خشبة من تعطيلها وعدم عملها في الأوقات الحرجة واصلاحها مباشرة ودون ابطاء . وتفقد البوابات وتشحيمها وتزييتها بين كل فترة واخرى . وتفقد كل الأعمال الصناعية الاسمنتية منها والمعدنية باستمرار .

٦ ـ تنظيف شبكة الري من الطمي دورياً وكلما دعت الحاجة لذلك لنمو الأعشاب المستمر واكتسابها طبقة من الطمي الذي ينقص من مقطع القناة وبالتالي يقلل من تصريفها المائي . كما يراعى تنظيف وتعزيل شبكة الصرف وتسهيل جريان الماء فيها بشكل مستمر وعدم ترك المياه تركد أو تستقر حتى لا ترفع منسوب المياه الجوفية حولها . وحتى لا تكون مرتعاً لنمو الأعشاب وخاصة الزل الذي غالباً ما يغلق شبكة الصرف . كما حدث في مشاريع مماثلة قبلاً .

٧ ـ التنبيه وتفقد المشرفين على الري في المواقع المحددة نهاراً أو تزويدهم بسجلات لرصد كل كميات المياه المعطاة في التوزيع وتسهيل مشاهداتهم اليومية وباستمرار عن حركة المياه ووضع الأقنية والشبكة بشكل عام .

٨ ـ وضع إشارات اسمنتية على اكتاف الأقنية وخاصة الرئيسية منها مرقمة وذلك لقياس الهبوطات العامة والجزئية من جراء الحبس والماء .

٩ ـ إزالة الأعشاب النامية من على أكتاف الأقنية وبشكل دوري وحرقها وترك الأكتاف نظيفة وذلك للضرر الميكانيكي التي تحدثه جذور هذه النباتات لأعمال الاسمنت ورقائق البلاستيك مثل الفأر والجرذ عن أكتاف الأقنية لأن في وجودها أذى كبير لهذه الأقنية .

١٠ ـ السير اليومي على أكتاف الأقنية وخاصة الرئيسية وملاحظة ما قد يحصل من تسرب المياه أو لغيره وتلافي ذلك بالحال بواسطة الفرقة الخاصة بالصيانة .

١١ ـ مراقبة المياه الجوفية وذلك عن طريق الآبار البيزومترية المنشورة في المشروع وتسجيل هذه القرارات دورياً .

١٢ ـ ابعاد مياه الأمطار ومياه الري الزائدة عن الأقنية وخاصة المعلقة منها . وعدم ترك المياه الملامسة قواعد الأقنية المعلقة خشية من هبوط الفلومات المعلقة .

١٣ ـ اجراء تسوية سنوية للحقول قبل الزراعة وان يلاحظ الدقة بهذه التسوية بحدود ١٠ سم فأقل . لان ما تحت ذلك ستظهر الكهوف التي تكون مهارب لمياه الري الحقلي .

١٤ ـ مراقبة الري الحقلي والاشراف عليه بشكل دقيق والموازنة بين كفاءة الري في الأقنية الرئيسية وكفاءة الري الحقلي واستخدام المياه الموصلة الى الحقل بالشكل الأمثل . وذلك لاعطاء المحاصيل مقنناتها المائية حسب الطلب المائي لكل محصول ولكل حقل وخاصة في الأيام الحرجة من حاجة النبات للماء . بحيث يكون توازن بين الاستهلاك النباتي والمياه الجوفية الأرضية .

١٥ ـ عمل دورة محصولية متوازنة مع مراعاة ظروف أراضي المشروع المستجرة وذلك بزراعة المحاصيل ذات الجذور الليفية ومحاصيل التسميد الأخضر لزيادة المادة العضوية التي يفتقر اليها المشروع بشكل أساسي مع اجراء الفلاحات المناسبة ومع الزمن وحسن الاستثمار سيقضي على الكهوف المنتشرة في الحقول . وباعتقادنا هذا أسلم الحلول للقضاء على مشكلة الكهوف التي يعاني منها المشروع وخاصة في السنين الأولى من الاستثمار .

## سابعاً : برنامج الضخ والتشغيل المقترح للمشروع :

من الدراسة النظرية المائية تبين ان استهلاك الهكتار الواحد من الماء الصافي (١٠٧١٧) م٣/هـ . والمساحة الصافية حسب التصميم (٩٩٩٢) هكتار وبذلك يكون الماء الصافي السنوي المطلوب تأمينه حتى الحقل كما يلي :

٩٩٩٢ × ١٠٧١٧ = ١٠٧٠٨٤٢٦٠ م٣/هـ/صافي/سنة

وباعتبار ان كفاءة الري الحقلي المعتمدة ٦٥٪ .

فالمياه الاجمالية :

$$١٠٧٠٨٤٢٦٠ \times \frac{١٠٠}{٦٥} = ١٦٤٧٤٥٠٢٠ \text{ م}^٣/\text{هـ/اجمالي/سنة}$$

وفي حال تحويل هذه المياه الى ساعات ضخ :

١) الصافي : $\frac{١٦٧٤٥٠٢٠}{٣٦٠٠ \times ٥,١} = ٥٨٣٢,٢٥$ ساعة ضخ سنوية/صافي

٢) الاجمالي : $\frac{١٦٤٧٤٥٠٢٠}{٣٦٠٠ \times ٥,١} = ٨٩٧٧٣,٠٤$ ساعة ضخ سنوية/اجمالي

كما يمكننا حساب معامل الضخ وذلك لسهولة التشغيل . اذ يكفي ان نضرب هذه المعامل في المساحة . لينتج لدينا ساعات التشغيل السنوية الصافية أو الاجمالية .

١) الصافي : $\frac{٥٨٣٢,٢٥}{٩٩٩٢} = ٠,٥٨٤$ ساعة/هـ/سنوي/صافي

٢) والاجمالي : $\frac{٨٩٧٣,٠٤}{٩٩٩٢} = ٠,٨٩٨$ ساعة/هـ/سنوي/اجمالي

او استنتاج معامل الضخ الصافي والاجمالي من العلاقة التالية :

**احتياج الهكتار الصافي :**

التدفق (مجموعة) × الزمن (٣٦٠٠)

أي $\frac{١٠٧١٧}{١٨٣٦٠} = ٠,٥٨٤$ ساعة/هـ/سنوي/صافي

$\frac{١٦٤٨٨}{١٨٣٦٠} = ٠,٨٩٨$ ساعة/هـ/سنوي/اجمالي

كذلك يمكننا من هذا المعامل الصافي أو الاجمالي استنتاج ساعات التشغيل السنوية الصافية أو الاجمالية .

---

معامل الضخ × المساحة المزروعة = ساعات الضخ المطلوبة

---

**وفي التشغيل لثلاث مجموعات أو لمجموعتين أو لمجموعة ضخ واحدة :**

$\frac{٨٩٣٢,٢٥}{٣}$ = ٢٩٧٧,٤ وبفرض ان التشغيل /٢٤/ ساعة يومياً

$\frac{٢٩٧٧,٤}{٢٤}$ = ١٢٤ يوم عمل تشغيل فعلي وبثلاث مجموعات ولكامل الموسم ولكن أوصت الشركات الدارسة بأن التشغيل يجب ان يكون بحدود (٢١) يوماً خاصة في شهور الذروة وذلك حفاظاً على الطاقة الوظيفية .

$\frac{٢٩٧٧,٤}{٢١}$ = ١٤١,٧ أي ١٤٢ يوم تشغيل فعلي وبثلاث مجموعات/سنوي وبفرض ان التشغيل (١٢) ساعة يومياً كما هو حاصل حالياً يكون $\frac{٢٩٧٧,٤}{١٢}$ = ٢٤٨ يوم تشغيل فعلي ولثلاث مجموعات/سنوي .

ولكن كما نعلم ان الصيانة الدورية هي في المتوسط (٤٥) يوم/سنة .

اذن : ٣٦٥ - ٤٥ = ٣٢٠ يوم . أيام السنة التي يكون فيها تشغيل وبذلك تكون نسبة التشغيل الفعلي من أصل الأيام التي يمكن التشغيل فيها والبالغة (٣٢٠) يوم بحدود ٣٩٪ والتشغيل (٢٤) ساعة يومياً أي المتوسط السنوي . ولكن هذا لا يمكن الاعتماد عليه لوجود شهور ذات احتاج اعظمي وهي (حزيران - تموز - آب) وفي حال التشغيل (٢١) ساعة يومياً نرى :

١) في حال تشغيل مجموعة واحدة $\frac{٨٩٣٢,٢٥}{٢١}$ = ٤٢٥ يوم من أصل (٣٢٠) يوم وهذا غير معقول .

٢) في حال تشغيل مجموعتين $\frac{٨٩٣٢,٢٥}{٢١} \times \frac{٢}{٣}$ = ٢٨٤ يوم من أصل (٣٢٠) يوم . وهذه تكفي وبكفاءة ١٠٠٪ .

ولكن كما ذكرنا ان شهور الذروة تحتاج الى مياه أكثر من الشهور الباقية وسنفصل ذلك كما يأتي بعد ان نعطي شهر تموز (قمة الذروة) قيمة أو نسبة ١٠٠٪ ثم ننسب الشهور الباقية عليه . لمعرفة نسبة كل شهر من شهور السنة في الاستهلاك او الاستعمال الشهري (النتح ـ البخر) م$^3$ وذلك حسب الجدول التالي :

| الشهور / البيان | كانون (٢) | شباط | آذار | نيسان | آيار | حزيران | تموز | آب | ايلول | تشرين (١) | تشرين (٢) | كانون (١) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الاستهلاك الشهري(م)$^3$ | ٢٨٠ | ٤٤١ | ٨٤٧ | ١٢١٨ | ١٧٧٨ | ٢١٧٧ | ٢٤١٥ | ٢٠٣٧ | ١٤٥٦ | ٩١٧ | ٤٥٥ | ٢٨٠ |
| النسبة ٪ | ١٢ | ١٨ | ٣٥ | ٥٠ | ٧٤ | ٩٠ | ١٠٠ | ٨٥ | ٦٠ | ٣٨ | ١٩ | ١٢ |

## ثامناً : المراجع :

### أولاً ـ العربية :


١ ـ الكسندر حيب (١٩٦٧ ـ مشاريع الري والصرف في حوض الفرات . تقرير المرحلة الثانية من المشروع ـ حوض البليخ ـ المجلد الأول .

٢ ـ د. أحمد ناجي زين العابدين (١٩٨٠ ـ ١٩٨١) .
أساسيات علم الأراضي ـ جامعة حلب ـ كلية الزراعة .

٣ ـ د. أحمد ناجي زين العابدين (١٩٨٠ ـ ١٩٨١) .
الري الزراعي ـ جامعة حلب ـ كلية الزراعة .

٤ ـ د. مهندس محمد حسن عام (١٩٨٥ ـ ١٩٨٦) .
تشغيل وصيانة مشاريع الري .

٥ ـ د. مهندس محمد حسن عام (١٩٨٥ ـ ١٩٨٦) .
العلاقة بين التربة والنبات والمياه .

٦ ـ المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي ـ (١٩٨٥) .
المجموعة الاحصائية الرابعة .

٧ ـ المؤسسة العامة لاستثمار وتنمية حوض الفرات (١٩٨٥) .
النشرة الاحصائية ـ العدد الرابع .
٨ ـ المؤسسة العامة لاستثمار وتنمية حوض الفرات (١٩٨٦) .
النشرة الاحصائية ـ العدد الخامس .
٩ ـ المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي ـ جهاز الاشراف .
مجموعة تقارير شهرية وسنوية (١٩٨٥ ـ ١٩٨٧) .

# تطبيقات الاستشعار عن بعد في التحري عن المياه الجوفية

## مقدمة

تحتاج البلدان النامية الى معرفة وتحديد مصادرها الطبيعية بما في ذلك موارد الثروة المائية ، ونظراً لوجود كميات كبيرة من المياه مختزنة بشكل مياه جوفية وهذا الشكل من التخزين واسع الانتشار في مناطق كثيرة من العالم ، وبازدياد عدد السكان وما يطرأ على المخزون المائي من تدهور بسبب الاستهلاك المتزايد بمعدل يفوق سرعة تأمين مخزون يفي بالمطلوب ، وبازدياد الحاجة لانتاج زراعي أكبر فإن هناك ضغطاً كبيراً على المصادر هذه . وكنتيجة لذلك فإنه بات من الضروري بل ومن الملزم تحديد واستثمار مصادر جديدة للمياه الجوفية .

كما ان هذه البلدان بحاجة الى معرفة المناطق ذات الامكانات الهامة من مختلف الموارد ، ورغم اختلاف طريقة وهدف تقسيم هذه الامكانات ، إلا أن وسيلة الاستشعار عن بعد هي الطريقة الحتمية التي يمكن من خلالها تحقيق هذه الأهداف على أساس اقتصادي وفي فترة زمنية قصيرة نسبياً حيث تعتبر هذه الوسيلة (الاستشعار عن بعد) احدى الفروع الحديثة للعلوم التطبيقية .

يعتبر التحري أو التنقيب عن المياه الجوفية والعميقة عملاً هيدروجيولوجياً استنتاجياً ، وقد ساعدت تقنيات الاستشعار عن بعد وتحليل صور الأقمار الصناعية وعمليات التعزيز الجارية على هذه الصور في الحصول على رؤية شاملة لمساحات واسعة لا يمكن الحصول عليها من خلال المسح الحقلي مباشرة ، وكذلك مساعدته في تحديد مواقع وجود المياه الجوفية والتي يمكن حفر آبار المياه المنتجة فيها بنسبة نجاح كبيرة .

---

اعداد الهيدرولوجي عصام قواص ـ الهيئة العامة للإستشعار عن بعد ـ سوريا .

## الفصل الأول
## ما هو الاستشعار عن بعد ؟

كل انسان يتمتع بخمسة حواس تمكنه من معرفة العالم من حوله ، وتعتبر الأعضاء من جسم الانسان التي تسمح له بمعرفة ذلك ، هي احدى الحواس أو المستشعرات ومن بين هذه الحواس ما يتطلب اتصالاً فيزيائياً مباشراً مع الجسم المحسوس في حين أن بعضها الآخر لا يتطلب ذلك ، فمثلاً من أجل معرفة نعومة شيء ما يجب أن نلمسه مباشرة «حاسة اللمس» ، أما حاسة النظر فتمكننا من إدراك الشكل واللون والقياس من مسافة ما .

فالانسان عندما ينظر لجسم ما فهو يمارس الاستشعار عن بعد ، ولا يهم عندئذ مقدار المسافة طالما أنه لا يوجد هناك إتصالاً فيزيائياً بين الجسم المدروس والعين . فالاستشعار عن بعد يستخدم أجهزة تحسس تشابه أعضاء حواس الانسان وآلة التصوير العادية يمكن أن تكون أكثر الأشكال المألوفة من أجهزة الاستشعار عن بعد ، إذ أنها تمثل العين تماماً وتستخدم الضوء المنعكس من الجسم والمار من خلال العدسات الى سطح فيلم حساس لتشكيل الصورة بعد المعالجة الكيميائية .

ولكن هناك بعض أنواع أجهزة التحسس الميكانيكية الفيزيائية التي لا تعتمد المعالجة الكيميائية في اظهار المعلومات وإنما تستخدم كواشف الكترونية تولد اشارات كهربائية تعبر عن اختلاف الطاقة ضمن مساحة محددة ، وكمثال لهذه الكواشف يمكن أن نذكر آلة التصوير التلفزيوني .

تقوم بعض أجهزة التحسس بتسجيل طاقة الضوء المرئي «النطاق المرئي من الطيف» في حين يقوم بعضها الآخر بتسجيل أنماط أخرى من الطاقة «مثلاً الطاقة الحرارية» ، وقد تكون أجهزة الاستشعار إما سلبية أو نشطة ، فأجهزة الاستشعار السلبية تحتاج الى مصدر طبيعي للاشعاع كالشمس مثلاً ، في حين تقوم النشطة بتوليد الطاقة وارسالها الى الهدف واستقبال الطاقة المرتدة من سطح هذا الهدف .

مفهوم الاستشعار عن بعد ليس حديثاً لأن مبادىء التصوير الضوئي قديمة جداً واكتشاف الأشعة السينية تم في بداية هذا القرن وبدء باستعمال الرادار منذ عام ١٩٤٠ ولكن الحديث هو التسمية الجديدة «الاستشعار عن بعد» التي تدل في مضمونها على استخدام أجهزة حديثة لجمع المعلومات من مسافة ما وتعقيد وتطوير هذه الأجهزة ، بحيث أصبح بواسطة استخدام تلك الأجهزة المحمولة على متن التوابع الصنعية الحصول على الصور الضوئية .

ويمكن تعريف الاستشعار عن بعد بعدة صيغ منها :

انه الوسيلة التي يتم بواسطتها جمع المعلومات عن جسم ما أو مجموعة من الأجسام دون وجود اتصال فيزيائي «عضوي» مع تلك الأجسام ، حيث تستخدم الطائرات والأقمار الصناعية وغيرها من

المنصات الفضائية المختلفة أجهزة تحسس تقوم بتسجيل مستويات الطاقة الكهرطيسية ذات الأطوال الموجية المتباينة «المرئية ، الحرارية ، الميكروية» .

والكشف عن بعد «أي الاستشعار عن بعد» هو مجموعة التقنيات المستعملة لتسجيل المعلومات عن بعد وتفسيرها اعتماداً على الخواص الفيزيائية للأجسام من حيث امتصاصها للطاقة الكهرطيسية أو عكسها لهذه الطاقة .

**١ ـ الطيف الكهرطيسي :**

يعتمد الاستشعار عن بعد من الفضاء على تسجيل مختلف الأطوال الموجية في الطيف الكهرطيسي (الشكل ١) ، ويمكن تقسيم هذا الطيف الى عدة نطاقات هي :

١ ـ نطاق الموجات القصيرة جداً ويشمل الأشعة السينية وأشعة غاما .

٢ ـ النطاق قرب المرئي : أو النطاق فوق البنفسجي ، وهو الجزء ذو الأطوال الموجية من ٠,٣ ـ ٠,٤ ميكرون ، ويؤثر عليه الجو تأثيراً كبيراً مما يؤدي الى صعوبة تسجيل هذا النطاق ـ باستخدام أجهزة الاستشعار عن بعد الضوميكانيكية كالماسح متعدد الأطياف ـ التي تعطي نتائج تفوق استخدام أفلام التصوير العادية .

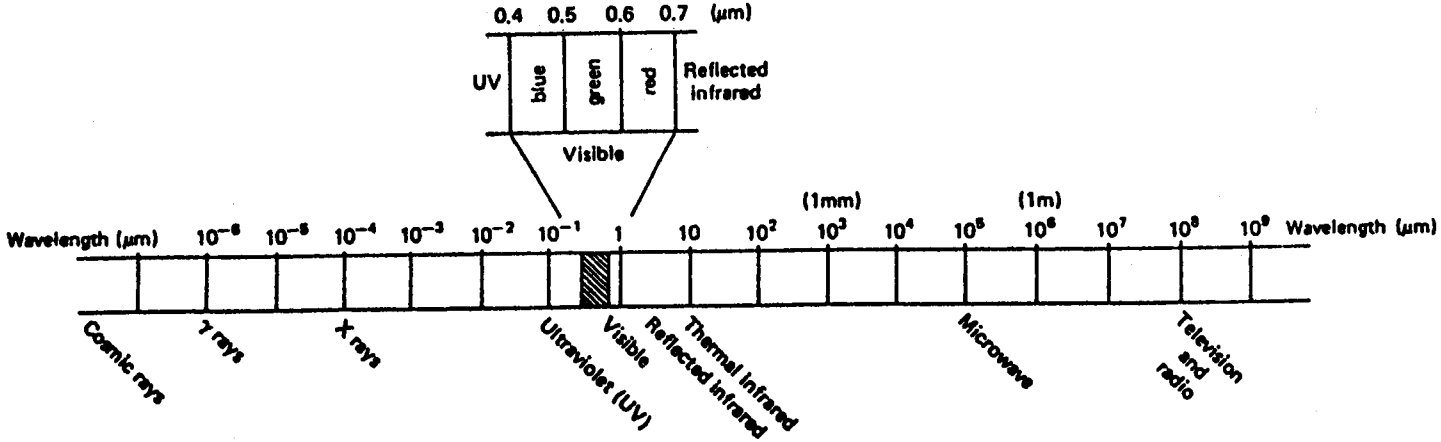
٣ ـ النطاق المرئي : وهو الجزء من الطيف الكهرطيسي الذي تستطيع العين البشرية رؤيته ، ويمتد من الطول الموجي ٠,٤ ـ ٠,٧ ميكرومتر ، ويشمل الضوء الأزرق (٠,٤ ـ ٠,٥) ميكرومتر والضوء الأخضر (٠,٥ ـ ٠,٦) ميكورمتر والضوء الأحمر (٠,٦ ـ ٠,٧) ميكرومتر ويجري تسجيل هذا النطاق على أفلام التصوير العادية والملونة .

٤ ـ نطاق تحت الحمراء القريبة : أو نطاق تحت الحمراء المنعكسة التصويرية ، وهو الجزء من الطيف الذي له أطوالاً موجية قريبة جداً من الضوء المرئي (٠,٧ ـ ٠,٩ ميكرون) وتستخدم أفلام تحت الحمراء لتسجيل هذا النطاق .

٥ ـ نطاق تحت الحمراء المتوسطة أو البعيدة أو يدعى أيضاً نطاق تحت الحمراء الحرارية الذي يشمل الأطوال الموجية من ٣ ـ ٥ ميكرون ومن ٨ ـ ١٤ ميكرون . ويستخدم مقياس الاشعاع (الراديومتر) لتسجيل الاشعاع الحراري الذي تصوره الأجسام .

٦ ـ النطاق الميكروي : ويشمل أطوال الموجات من ١ ملم الى عدة أمتار ، وتستخدم الأجهزة الرادارية لتوليد واستقبال الموجات الميكروية .

وتعتبر الشمس المصدر الطبيعي للاشعاع الكهرطيسي الذي ينتقل في الفضاء على شكل موجات لها أطوال مختلفة وتسير بسرعة تساوي سرعة الضوء تقريباً (٣٠٠٠٠٠ كم /ثانية) .

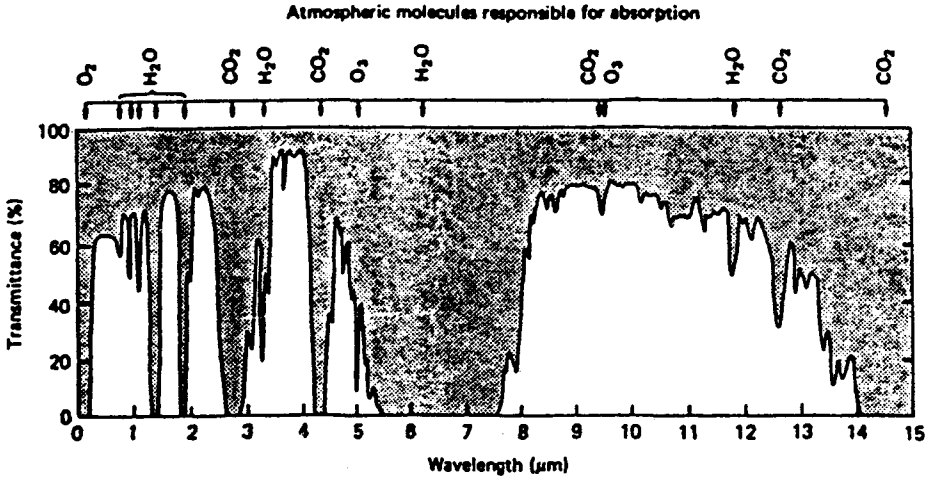



الشكل (١) الطيف الكهرطيسي

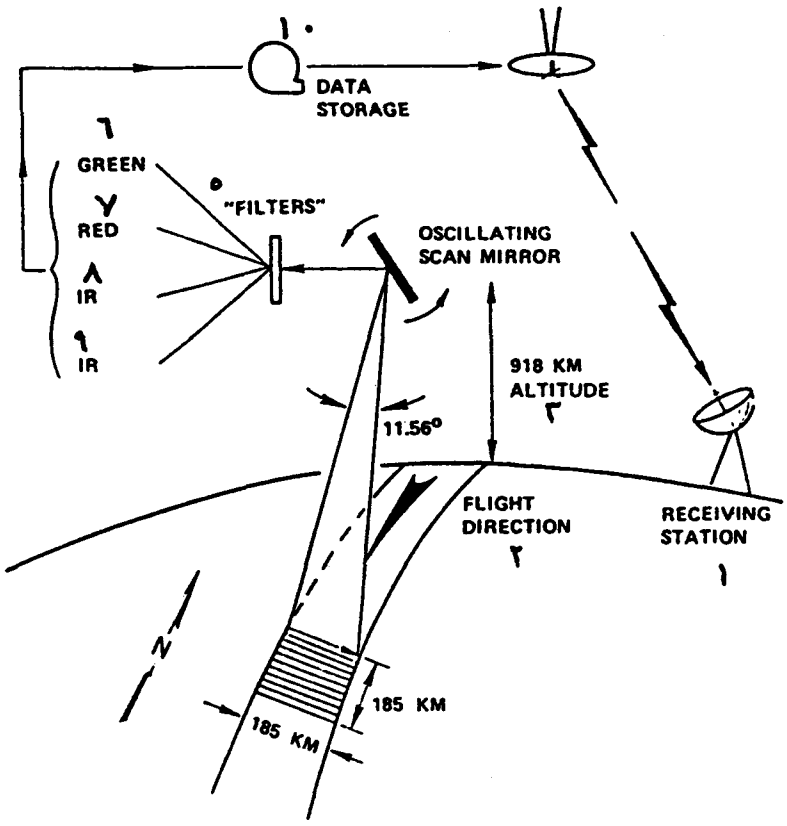
٢ ـ تأثير الغلاف الجوي :

بما أن الغلاف الجوي هو الوسط الذي يفصل بين سطح الأرض وأجهزة القياس المحمولة على متن التوابع الصنعية ، وبالرغم من قابلية الاشعاع للانتقال خلاله ، إلا أن للجو تأثيراً كبيراً على الطاقة المنتقلة بالاشعاع والتي تتعلق بمقدار زاوية الورود من جهة وبتركيب الجو ودرجة صفائه من جهة اخرى ، علماً بأن هذا التأثير يختلف باختلاف طول موجة الاشعاع .

فالذرات العالقة في الجو تعترض سير الاشعاعات أثناء مرورها خلال الغلاف الجوي فتؤدي الى بعثرة جزء منها نظراً لأن تركيب الغلاف الجوي دائم التغيير من مكان لآخر ، فإنه من الضروري والحالة هذه دراسة تركيب الجو ، وتأثير ذلك على بعثرة الاشعاعات ، مما يستدعي تحديد أطوال موجات الاشعاع النافذ ومعرفة حجم الذرات العالقة في الجو ، حيث تزداد نسبة التناثر طرداً مع حجم الذرات العالقة وعكساً مع طول الموجة . والجو أيضاً له قابلية لامتصاص أمواج معينة من الاشعاع (الشكل ٢) ، إن هذه القابلية تختلف باختلاف تركيب الجو ، فغاز الكربون وبخار الماء والاوزون لها قابلية كبيرة على امتصاص جزء من الاشعاع الشيء الذي يؤدي الى تقليل الطاقة الحرارية الواردة الى سطح الأرض .




الشكل (٢) نطاقات الامتصاص
في الطيف الكهرطيسي




الشكل(٣) نظام العمل

١ ـ محطة استقبال أرضية .
٢ ـ اتجاه التحليق .
٣ ـ ارتفاع التحليق .
٤ ـ المرآة المهتزة الماسحة .
٥ ـ مرشحات .
٦ ـ أخضر .
٧ ـ أحمر .
٨ ـ تحت حمراء .
٩ ـ تحت حمراء .
١٠ ـ تخزين المعلومات .

**٣ ـ أجهزة الاستشعار عن بعد :**

تقوم أجهزة الاستشعار عن بعد بتجميع الطاقة كالاشعاع الكهرطيسي وتحويلها الى اشارة كهربائية بشكل يمكن به الحصول على معلومات عن البيئة المرصودة ، وتتكون معظم أجهزة الاستشعار من نظم ضوميكانيكية والكترونية . الشكل(٣) .

أما المكونات الرئيسية لجهاز الاستشعار النموذجي فهي :

آ ـ مجمع (تلسكوب ، عدسة ، هوائي) .

ب ـ كاشف «فيلم ، مضاعف ضوئي ، صمام ثنائي» .

ج ـ وسيلة لتحويل الاشارات «مضخم ، مضمن» .

د ـ وحدة تسجيل «أجهزة تسجيل على الشرائط الممغنطة ، جهاز ترقيم ، شاشة عرض تشابه العرض التلفزيوني» .

تقوم أجهزة المسح الضوميكانيكي بمسح المشهد /الواقع في حقل الرؤيا/ خطاً خطاً باستخدام مرآة دوارة أو متذبذبة تستقبل الاشعاعات المنعكسة من المعالم المغطية لسطح هذا المشهد ، ومن ثم تحويل هذه الاشعاعات الى اشارات كهربائية يجري ترقيمها حسب اختلاف شداتها وتخزينها على الأشرطة الممغنطة أو ارسالها الى محطات استقبال أرضية .

**٤ ـ التطبيقات المختلفة للاستشعار عن بعد :**

تعتبر تكنولوجيا الاستشعار عن بعد وسيلة متقدمة تساهم في حل العديد من المسائل العلمية والبيئة وأصبحت تستخدم اليوم في كثير من المجالات لما تتميز به هذهْ التكنولوجيا من خواص ومميزات تفوق الطرق التقليدية الاخرى .

ـ في الغابات والحراج : يمكن مسح ووضع خرائط أنواع الغابات ومراقبة حالتها وتقدير حجم الأخشاب المستثمرة وإزالتها وذلك بدراسة الصور الفضائية متكررة التغطية .

ـ في الزراعة : ان تحليل الصور الفضائية يساعد في التعرف على أنواع المحاصيل النباتية وتقدير حجم انتاجها بالاضافة الى وضع خرائط أنواع التربة المفيدة في توجيه النشاط الزراعي .

ـ في استعمالات الأراضي : تعتبر الصور الفضائية أساساً مناسباً لوضع خرائط تصنيف استعمالات الأراضي التي توضح وجود المناطق السكنية بمختلف فئاتها والمناطق الصناعية والتجارية ومناطق المرافق العامة كالحدائق والمستشفيات وكذلك الطرق والسكك الحديدية ، كما تفيد هذه الصور في مراقبة سير نشاطات استعمالات الأراضي من فترة لأخرى وتوجيه هذه النشاطات .

ـ في الكارتوغرافيا : أو ما يدعى بعلم وضع الخرائط الطبوغرافية فإن التغطية الواسعة التي تمتاز بها الصور الفضائية الى جانب الدقة وعدم التشوه جعل من هذه الصور أساساً لرسم الخرائط الطبوغرافية وتصحيح ما هو موجود فيها وعلى الأخص لتلك المناطق صعبة الوصول والتي لا يتوفر لها الأساس الطبوغرافي .

ـ في دراسة أحوال البحار والمحيطات : يمكن قياس قوة الرياح واتجاهها وكذلك سعة الأمواج واتجاهها بواسطة أجهزة خاصة محمولة على متن التوابع الصنعية وكذلك يمكن من خلال دراسة الصور الفضائية الملونة التعرف على أماكن وجود الطحالب البحرية والبلانكتون التي تتغذى عليها الأسماك

ومعرفة حركة التيارات حيث يعتبر كشف مناطق تواجد الأسماك ضرورياً في توجيه عمليات الصيد ، كذلك فإن الصور الفضائية تقدم معلومات مفيدة حول الغطاء الجليدي العائم فوق مياه المحيطات ومراقبة حركته وتعتبر هذه المعلومات ضرورية في توجيه السفن في أعمال الملاحة البحرية .

ـ دراسة الأحوال الجوية : إن التنبؤ بالأحوال الجوية ضروري لتنفيذ المهام المختلفة في الحاضر والمستقبل وتقدم الصور الفضائية معلومات مفيدة حول قوة الرياح واتجاهها ودرجة الحرارة السطحية وحالة الغيوم .

ـ مراقبة التلوث : يساعد تفسير الصور الفضائية الملونة خاصة في كشف ومراقبة تلوث البيئة وعلى الأخص تلوث الهواء وتلوث مياه الأنهار والبحيرات البحار والمحيطات .

ـ في علوم الأرض : أصبحت دراسة وتفسير الصور الفضائية من بين الطرق الناجحة والرخيصة في توجيه أعمال استكشاف المصادر الأرضية الطبيعية بما في ذلك الثروة المعدنية والمائية الى جانب استخدامها في وضع الخرائط الجيولوجية وتمييز أنواع الصخور وتحديد مواقع حفر آبار المياه بنجاح أكبر .

تطبيقات مختلفة : يمكن الاستعانة بالتصوير الفضائي أو المداري في مراقبة وكشف الظواهر قصيرة الأجل مثل الحرائق وثورة البراكين والصواعق والأعاصير وكذلك يمكن بواسطته كشف الآثار والتنبؤ بالأخطار والكوارث الطبيعية كالزلازل والانزلاقات . كما تساعد التغطية المتكررة التي يؤمنها هذا النوع من التصوير في مراقبة هجرة الحيوانات والطيور البرية من اقليم لآخر ومن فصل الى فصل ثان .

## الفصل الثاني

## أولاً : تكنولوجيا الاستشعار عن بعد في دراسات الثروة المائية

تلعب المياه الجوفية دوراً هاماً في حياة الانسان ، فهي مصدراً أساسياً لمياه الشرب وري الأراضي والاستعمالات الحياتية اليومية ، وهي في بعض حالاتها مصدراً من مصادر الطاقة وتلعب دوراً هاماً في العديد من الصناعات الحديثة .

وتزداد مع كل يوم الحاجة للمياه لازدياد عدد السكان وارتفاع معدل الاستهلاك مما دفع الباحثين الى ضرورة ايجاد واستعمال وسائل تقنية متطورة تساهم في أعمال البحث والتنقيب عن المياه الجوفية .

لقد بينت الدراسات والنتائج الأخيرة أهمية الاستشعار عن بعد في تحديد مواقع الطبقات الحاملة للماء ، وفي تعيين الأحواض الهيدرولوجية الواسعة ، وملاحظة التشققات الصخرية وكذلك تقييم المياه الجوفية .

وتعتبر الصور الفضائية بمختلف أنواعها وسيلة متقدمة تزود الهيدروجيولوجيين بالمعلومات الضرورية لتوجيه أعمال التنقيب عن الثروة المائية ، إذ يمكن من خلال تفسير وتحليل هذه الصور ايجاد المؤشرات المباشرة وغير المباشرة لاحتمال وجود المياه الباطنية .

المؤشرات المباشرة ، وتشمل تعيين الينابيع والرشوحات والتدفقات المائية الجوفية الى الأجسام المائية السطحية ، وكذلك أيضاً ملاحظة رطوبة التربة ، ووجود بعض أنواع النباتات المحبة للماء ، وتحديد الغطاء الثلجي .

المؤشرات غير المباشرة ، وتتضمن جميع المعلومات التي تساعد في وضع الافتراضات والاستنتاجات حول امكانية وجود المياه الجوفية ، ومن بين هذه المؤشرات :

- دراسة شكل وتضاريس الأرض «الجيومورفولوجيا» .
- معرفة خواص التربة ونوعها .
- تحديد الأنواع النباتية وتوزعها واختلاف نموها .
- معرفة نوع الصخر وبنيته .
- تحديد درجة حرارة السطح .

١ ـ الجيومورفولوجيا :

لا بد من الفهم الجيد لمعالم ومظاهر وتضاريس الأرض «الجيومورفولوجيا» حتى نتمكن من التفسير والتحليل الهيدروجيولوجي للمعطيات المدارية «الفضائية» ، ومن بين هذه المظاهر ما يلي :

- الأشكال البنيوية الأرضية .
- الشبكة المائية .

وتجرى دراسة هذه المظاهر «على الصور الفضائية» وفق المراحل التالية :

- تحديد وتصنيف الأشكال التي تجمعها صفات طيفية واحدة .
- التعرف على تناظرية توزع العناصر الطيفية في الصورة .
- دراسة مميزات سطح الأرض ، وذلك بتحليل أنماط الأشكال الجيومورفولوجية في الصورة .

تعتبر هذه المراحل من طرق التحليل العامة ، أما من أجل عمليات التفسير الهيدروجيولوجي للصور ، فيتطلب ذلك من المحلل التحلي بعدة صفات ومقدرات أهمها :

- فهمه للسمات الرئيسية لمكونات الصورة .
- قدرته على تحديد وتصنيف المعطيات الطيفية والتعرف على أنماطها ، ومن ثم استنتاج الخواص الفيزيائية لسطح الأرض .

ـ قدرته على تفسير الوحدات الجيومورفولوجية اعتماداً على المظهر السطحي للبنيات وخصائصها الفيزيائية ، حيث يمكن التمييز بينها بحسب العمليات التي أوجدتها ، مثل العمليات الناتجة عن عمل الأنهار والجليديات والرياح .

ـ قدرته على فهم العمليات الديناميكية فوق وتحت سطح الأرض .

وهناك بعض الوسائل المساعدة في عملية التفسير ، كالاستفادة من خواص الاشعاع الشمسي على المنحدرات الطبوغرافية حيث أن الاشعاع المنعكس يكون أكبر على المنحدرات المواجهة للشمس منها في المنحدرات المعاكسة ، وكذلك بالنسبة للاشعاعات الصادرة مثل الاشعاعات تحت الحمراء الحرارية .

وهذه الاختلافات لتأثير الشمس على السطوح المواجهة والمعاكسة تؤدي الى اختلاف نمو الغطاء النباتي في كل حالة .

لذلك فإن أفضل وقت لتكوين ظلال تساعد في توضيح الأشكال الجيومورفولوجية هو عندما تكون الأشعة بزاوية مائلة كما في أوقات الصباح أو بعد الظهر .

ملاحظة : يجب التمييز بين مقياس الصورة ومقياس التحليل ، إذ أن مقياس الصورة يعتمد على الارتفاع الذي أخذت منه الصورة وعلى دقة أجهزة التحسس في آلات التصوير أو ماسح متعدد الأطياف ، أما مقياس التحليل فيعتمد على مقدرة المحلل في التمييز .

ومن الأشكال الجيومورفولوجية «أشكال تضاريس الأرض» التي يمكن تمييزها أثناء تفسير الصور الجوية والمدارية نذكر منها :

آ ـ الأشكال البنيوية الأرضية ، وهي الأشكال الطبوغرافية الناشئة عن العمليات التكتونية المختلفة أو عمليات الحت والترشيب مثل «الجبال والهضاب والسهول والمسطحات المائية والصحارى والسهوب . . » ، وهذه الأشكال والتراكيب الظاهرة على الأرض تبين العوامل التي أدت الى نشوئها ، من تراكيب داخلية وشروط مناخية قديمة سادت سطح الأرض .

إن دراسة هذه الأشكال تتطلب من المحلل فهم المبادىء الجيومورفولوجية العامة ، لأنها «أي الأشكال البنيوية الأرضية» ذات أهمية كبيرة في فهم وضعية المياه الجوفية وتغذيتها ومتابعة امتداد الطبقات ووضعيتها التخزينية ودراسة الحركة الهيدروليكية المائية لها .

ب ـ الشبكة المائية : تعطي الشبكة المائية فكرة عن البنية الصخرية والتركيب الجيولوجي السطحي وعن الأحوال المناخية للمنطقة . لذلك تكون «الشبكة المائية» أداة تفسيرية جيومورفولوجية في غاية الأهمية للمحلل ، كما أن الشبكة المائية تبدو أكثر العناصر الجيومورفولوجية وضوحاً في الصور الفضائية ومن أكثرها فائدة لتحديد صفات التراكيب الجيولوجية والصخرية والتي تفيد بالتالي في معرفة خصائص التسرب والتخزين المائي ، ويمكن تقسيم أشكال الشبكة المائية الى الأشكال الرئيسية التالية (الشكل ٤) :

ـ النمط الشجري والشجري الزاوي ويوجد في المناطق الجافة والرطبة ذات الحجر الرملي .

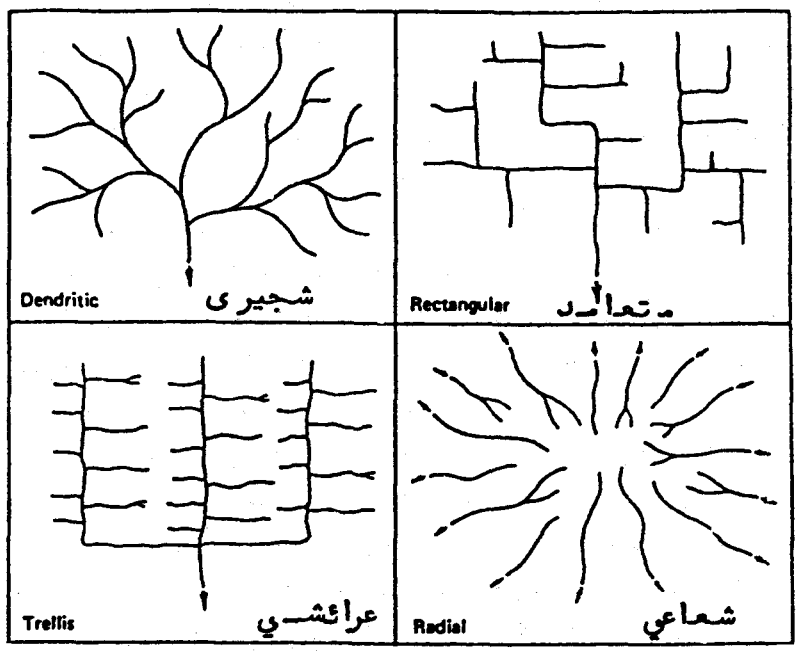
ـ النمط الشجري المتوسط والناعم ويوجد في المناطق الجافة والرطبة التي تسود فيها الصخور الغضارية .

ـ النمط الشجري الزاوي ونمط الصرف الداخلي ويوجد في المناطق الجافة والرطبة التي تسود فيها الصخور الكلسية .

هذه العلاقات تنطبق على الطبقات ذات التجانس الصخري

بالاضافة الى تحديد نوع وتركيب الصخور من نمط الشبكة المائية يمكننا بواسطة تحديد نوعية وتركيب الصخور معرفة كثافة الشبكة المائية وكذلك تركيب نظام التفرع العائد لها .

ونعرف كثافة الشبكة المائية بأنها طول الشبكة المائية مقاسة بالكيلو متر في واحدة المساحة مقاسة بالكيلو متر مربع . وتدل الكثافة الكبيرة على مناطق يسود فيها الجريان السطحي وذات صخور قليلة النفوذية أو هشة ، أما الكثافة القليلة فتدل على مناطق ذات جريان سطحي ضعيف وذات صخور نفوذة وقاسية ، وهذا يساعدنا كثيراً في التعرف على أماكن وجود المياه الجوفية إذا ما تم تحديد منطقة ذات وضع تكتوني مناسب وذات صخور نفوذة .




شكل ( ٤ ) ـ أشكال الشبكة المائية

٢ ـ الحوض الصباب :

إن تمييز الأشكال البنيوية والأرضية وتحديد الشبكة المائية باستخدام الصور الفضائية يفيد في معرفة امتداد الحوض الصباب وخواصه وذلك نظراً للعلاقة الدائمة بين المياه السطحية والمياه الجوفية .

إن التبادل المستمر بين المياه السطحية والجوفية يعرف بالدورة الهيدرولوجية في الطبيعة التي يمكن أن يعبر عنها ضمن منطقة محدودة من الأرض بما يعرف بالحوض الصباب .

والحوض الصباب لأي مصدر مائي «نبع ـ نهر ـ وادي» هو المنطقة التي تتجمع فيها مياه ذلك المصدر المائي . وللحوض الصباب حدود سطحية «هيدروغرافية» يمكن ايجادها من الخرائط الطبوغرافية وحدود جوفية يمكن معرفتها من الخرائط الهيدرولوجية .

ولكل حوض خواصه المتعلقة به من حيث مساحته وشكله ومن حيث طول وكثافة وشكل الشبكة المائية الى جانب أشكال المقاطع العرضية للمجرى الرئيسي والمجاري الفرعية التي تخترق هذا الحوض ، وتسمى عادة هذه الخواص بالخواص الفيزيائية الجغرافية (الفيزوغرافية) .

٣ ـ الفيضانات :

لقد استخدمت الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية في قياس الخواص الفيزيائية الجغرافية (الفيزوغرافية) لحوض ما ، حيث تفيد معرفة هذه الخواص في تقدير الحجم الوسطي للفيضان السنوي .

ولكن يمكن حالياً باستخدام صور لاندسات تأمين المعلومات المفيدة حول هذه الخواص ، وقد تم اختيار النطاق (٥) «٠,٦ ـ ٠,٧ مكيرون» والنطاق الطيفي (٧) «٠,٨ ـ ١,١ ميكرون» لاجراء مثل هذه القياسات ، وذلك نظراً لأن النطاق (٧) يظهر التباين الأعظمي بين المعالم الأرضية والأجسام المائية في حين أن النطاق (٥) يظهر تبايناً جيداً بين المعالم الأرضية المختلفة والمناطق المزروعة وغير المزروعة ، مما يفيد في تحديد الشبكة المائية والروافد النهرية . كما أن تحليل صور هذين النطاقين يساعد في تحديد المناطق المغمورة بالفيضانات حيث يكون لهذه المناطق عامل انعكاس منخفض بسبب وجود الماء وازدياد رطوبة التربة وموت النبات حتى ولو أخذت الصورة بعد اسبوعين من ذروة الفيضان فإن عامل الانعكاس لمثل هذه المناطق يبقى منخفضاً وبالتالي تقل الحاجة للحصول على صور عند ذروة الفيضان .

ويشير بعض الباحثين الى أن المناطق التي يحتمل غمرها تكون لها بصمة طبقية تختلف عن بصمة المناطق المجاورة ، والسبب في ذلك يعود لتشكل تربة خاصة ولنمو أعشاب مميزة . لذلك يجب استخدام صور تحت الحمراء الملونة لتحديد سرير الفيضان . أما صور لاندسات للمناطق القاحلة فتظهر أيضاً التباين الحاد بين الأراضي المروية والأراضي الجافة المجاورة .

٤ ـ المياه السطحية :

إن استخدام صور لاندسات وتحليلها يفيد في دراسة المياه السطحية وتحديد نوعيتها وأعماقها ، وان معرفة هذه الخواص ضروري لاجراء الدراسات الهيدرولوجية المختلفة .

الماء عامل انعكاس منخفض جداً في النطاق الطيفي لتحت الحمراء ، لذلك فإن أفضل نطاق لرسم حدود المياه السطحية هو النطاق تحت الحمراء (٧) . أما لمراقبة عكارة المياه فتفضل النطاقات المرئية الواقعة في المجال الطيفي «٠,٤ ـ ٠,٧ ميكرون» ، ويفضل استخدام الموجات القصيرة من الطيف المرئي لمراقبة أعماق المياه السطحية ورسم خرائط طبوغرافية القاع . وعند استخدام الاستشعار عن بعد لمراقبة المياه السطحية فإن بعض الظواهر مثل الغيوم والظلال والتربة القاتمة تسبب تشويشاً ولحل هذه المشكلة يمكن استخدام النسبة بين النطاق الطيفي المرئي الى نطاق تحت الحمراء : (٧/٤ ، ٧/٥) .

يكون اختراق الموجات الاشعاعية في المياه الصافية أعظمياً عند الطول الموجي (٠,٤٥ ميكرون) ، وتتراوح القيمة العظمى للاختراق باتجاه الأطوال الموجية الأكبر في المياه العكرة ، ويبلغ عمق الاختراق الأعظمي ٢٠ متراً تقريباً في المياه الصافية ، في حين يتراوح بين ١ ـ ٢ متر في المياه المتوسطة العكارة ، لذلك يجب اختيار صور لاندسات الملتقطة في جو صحو وسماء صافية عند الحاجة الى تقدير عمق الماء .

٥ ـ الثلج والجليد :

يعتبر الثلج والجليد ظاهرة شائعة على الأخص في المناطق النائية التي لا يمكن الوصول اليها ، وقياس سماكة الثلج والجليد بالطرق التقليدية عملية صعبة ، إذ أنها تعطي نتائج للنقاط التي تمت فيها القياسات فقط ولا يمكن تعميمها على كافة الحوض المائي .

ولكن باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في عدة نطاقات طيفية وهي بالتحديد الأمواج المرئية وتحت الحمراء والحرارية وكذلك الأمواج الميكروية يمكن الحصول على معلومات مفيدة عن الثلج والجليد . يكون للثلج وبعض أشكال الجليد عامل انعكاس مرتفع في الجزء المرئي من الطيف ، وينخفض هذا العامل في نطاق تحت الحمراء القريبة خاصة إذا وجد مع الثلج أو الجليد ماء سائل ، ولكن يبقى عامل الانعكاس هذا أعلى بكثير من عامل انعكاس المواد الاخرى . وكلما توغلنا في النطاق الطيفي لتحت الحمراء القريبة [١,٥٥ ـ ١,٧٥ ـ ٢,١ ـ ٢,٣٥ ميكرو متر] نلاحظ أن عامل الانعكاس للثلج يهبط كثيراً بحيث يصبح أقل من كافة العناصر تقريباً ، مما يساعد في التمييز بين الثلج والغيوم التي تمتاز بعامل انعكاس مرتفع . وخلال فترة الذوبان وهي الفترة الأكثر أهمية لمراقبة الثلج فإن درجة حرارة الثلج تصل الى قيمتها العظمى وهي ٢٧٣ كالفين لذلك فإن استخدام جهاز الاستشعار في المجال الطيفي لنطاق الموجات تحت الحمراء الحرارية يتيح لنا معرفة الثلج الجاهز

للذوبان ، أما الأمواج الميكروية التي يزيد طولها عن /٣/ سم فتكفي لاختراق الثلج الجاف ، ويمكن أن تكون مؤشراً لسماكة الثلج ، ولكن وجود الماء مع الثلج يثير مشاكل تزيد من تعقيد الدراسة وذلك لازدياد قيمة ثابت العزل الكهربائي بالمقارنة مع الثلج الجاف .

## ثانياً : أهمية القسمات الأرضية في التنقيب عن المياه الجوفية :

### ١ ـ تعريف :

عرفت الخطوط الأرضية أو القسمات الأرضية بعدة أشكال مختلفة حيث لاحظ العالم قيصر Kaisar (١٩٥٠) أن الخطوط الأرضية هي عبارة عن مظاهر خطية مستقيمة بطول عدة مئات من الأقدام . أما العالم دينيس Dennis (١٩٦٧) فقد عرفها بأنها استقامات أو خطوط لطيفة الانحناء لمظاهر طبوغرافية على مقياس اقليمي أو محلي والتي يمكن أن تعكس مظاهر بنيوية متكسرة ، واستخدام العالمي كي Cay (١٩٧٢) اصطلاح الخط الأرضي لمظاهر خطية واضحة على خرائط واضحة على خرائط مغناطيسية مأخوذة بالتصوير الجوي المغناطيسي .

وخلاصة القول فإن القسمات الأرضية هي كل مظهر خطي يلاحظ على الصور الفضائية بشكل مباشر على هيئة خطوط مستقيمة مستمرة ، أو خطوط منحنية لمظاهر معينة متوازية أو غير متوازية ، متجمعة أو متفرقة ، وقد تظهر بشكل غير مباشر كاصطفاف البراكين أو البحيرات والاقماع الكارستية والنباتات ، وقد تمثل هذه القسمات معالم غير طبيعية من صنع الانسان كالطرقات والسكك الحديدية وخطوط النفط . . . الخ .

### ٢ ـ تصنيف القسمات الأرضية :

يختلف طول امتداد القسمات الأرضية فمنها ما يكون مستمراً أو متقطعاً ومنها ما يكون طبيعياً أو صنعياً ، ويمكن تصنيف القسمات الأرضية الطبيعية الى الأنواع التالية :

١ ـ الحدود الموروفولوجية والصخرية والتماس بين وحدات استراتغرافية اقليمية .

٢ ـ الشقوق والكسور وعروق الصخور الاندفاعية والفوالق ذات الامتداد الطولي وأشكال الحت المميزة على امتداد الفالق .

٣ ـ الامتدادات الطولية في الشبكة المائية .

٤ ـ مناطق الشواذات الطيفية الطولية لمظاهر نباتية خطية .

٥ ـ مظاهر خطية لألوان تربة مختلفة أو بنية تربة مختلفة .

٦ ـ الامتداد الطولي لسلسلة البحيرات المائية والبحرات الكارستية وكذلك الامتداد الطولي للفوهات البركانية .

٣ ـ أهمية الصور الفضائية في كشف القسمات الأرضية :

تعود أهمية القسمات الأرضية في التنقيب عن المياه الجوفية والعميقة لترافق وجود المياه على هذه القسمات ولكونها وسطاً نفوذاً يسهل حركة المياه الجوفية وجريانها ضمن الطبقات الصخرية ولهذا كان من الضروري تحديد هذه القسمات أثناء الدراسات الهديدروجيولوجية وتحديد مواقع الآبار .

ويساعد تحليل الصور الفضائية في كشف هذه القسمات التي قد يبدو من الصعب ملاحظتها باستخدام الصور الجوية أو بالمسح الأرضي ، ويعتمد تحديد هذه القسمات على مقدرة نميز المحلل وعلى مقياس الصورة وطبيعة الصخور التي تغطي منطقة البحث .

إن اتساع المساحة التي تغطيها كل صورة فضائية (٣٤٠٠٠ كم٢) الى جانب ارتفاع قدرة التمييز يجعل من هذه الصور وسيلة تفوق الصور الجوية عند تحديد القسمات والخطوط الأرضية .

عند تحديد القسمات الأرضية من الصور الفضائية يجب رسم جميع الخطوط المستقيمة الملحوظة فيها حيث يمكن أن يتم تحديد آثار هذه الخطوط خلال ساعات قليلة أو بضعة أيام على الأكثر ، كما ويجب مراقبة ومشاهدة الصورة من زواياها المختلفة .

وأخيراً نقوم باستبعاد القسمات الطولية الناتجة عن عمل الانسان (مثل الطرق ، وخطوط الأنابيب . . . . الخ) .

إن توزع القسمات الأرضية وكثافتها واتجاهاتها تكون مفيدة جداً للدراسات الهيدروجيولوجية ولمعرفة توزع المياه الجوفية حيث نستفيد من تحديد المناطق الكثيفة او المتقاطعة للقسمات الأرضية (الفوالق والكسور) لتحديد مواقع حفر الآبار ، وقد دلت الدراسات ان القسم الأكبر من الآبار المنتجة ذات التصاريف العالية نسبياً تقع بالقرب من آثار الشقوق والخطوط الأرضية وفي شبكة التقاطع لهذه القسمات الأرضية الطولية ، ويمكن تطبيق ذلك بشكل خاص في المناطق الكارستية حيث تظهر هذه القسمات على الصور الفضائية بوضوح ملموس وعلى الأخص على الصخور الكلسية نظراً للتشققات الناتجة بفعل الانحلال الكارستي بتأثير الأمطار وعوامل الحت والتعرية ، وتعتبر هذه الطريقة للتنقيب عن المياه العميقة طريقة رخيصة وسريعة واقتصادية بالمقارنة مع الطرق التقليدية الاخرى .

ولقد بينت نتائج الدراسات التي جرت في ولاية الاباما الامريكية أن أغلب الآبار ذات التصاريف العالية نسبياً تقع بالقرب من آثار الشقوق والخطوط الأرضية التي تظهر على الطبقات الكلسية التي تغطي موقع الدراسة ، في حين لوحظ أن الآبار ذات التصاريف المتوسطة والضعيفة تتوزع بشكل أكثر عشوائي .

وفي ولاية بنسلفانيا الامريكية أكدت ايضاً القياسات التي أخذت من (٨٠ بئراً) أن تصاريف الآبار الواقعة على آثار الصدوع تكون أكبر من تصاريف الآبار الموجودة بين هذه الصدوع .

## الفصل الثالث
## أهمية التصوير الحراري والراداري في الكشف عن المياه الجوفية

لا يقتصر دور الاستشعار عن بعد في تقديم الصور الفضائية التي تغطي المجال الطيفي المرئي ومجال تحت الحمراء التصويرية فحسب ، بل يساهم أيضاً في تقديم الصور الفضائية التي تغطي المجال الحراري والميكروي من الطيف ، ولهذا النوع من الصور أهميته الخاصة في التنقيب عن المياه الباطنية ، حيث توفر الصور الحرارية والرادارية معلومات لا يمكن كشفها باستخدام صور الماسح المتعدد الأطياف الذي يعتمد على تسجيل الاشعاعات الطيفية المنعكسة .

### أولاً : التصوير الحراري :

تصدر جميع الأجسام موجات حرارية تحت حمراء في الليل والنهار ، ويمكن كشف وتسجيل الاشعاعات الحرارية خلال الليل على شكل صور مما يساعد في إزالة غطاء الظلام الذي يحجب الأجسام التي تغطي سطح الأرض .

وللصور الحرارية الليلية والنهارية تطبيقتها واستخداماتها المتعددة ، ومن بينها المجالات الهيدرولوجية وكشف المياه الجوفية .

وللحصول على تفسير دقيق للصور الحرارية يجب فهم الأسس والمفاهيم الفيزيائية التي تستند اليها التفاعلات بين الطاقة الحرارية وبين الأجسام المختلفة ، وكذلك أيضاً يجب فهم الخواص الحرارية لمادة ما التي تحدد مدى وشدة تلك التفاعلات .

### ١ ـ نطاق تحت الحمراء الحرارية في الطيف الكهرطيسي :

يحدد عادة نطاق تحت الحمراء الحرارية في الطيف الكهرطيسي بأنه الجزء الطيفي الممتد من الطول الموجي ٠,٧ ميكرومتر الى ٣٠٠ ميكرون ، ويقسم هذا النطاق الى تحت الحمراء الحرارية القريبة والمتوسطة والبعيدة ، ولا يوجد هناك حد واضح فاصل بين كل قسم وآخر .

وفي معظم الحالات يقع نطاق تحت الحمراء القريبة من ٠,٧ الى ٣,٠ ميكرومتر ويتضمن هذا النطاق تحت الحمراء التصويرية الممتدة من ٠,٧ ـ ٠,٩ ميكرومتر ، وتستخدم أفلام تحت الحمراء لتسجيل الاشعاعات الحرارية تحت الحمراء التصويرية التي تصورها عادة النباتات وليس لهذا النوع من الاشعاعات الحرارية أهمية من الناحية الحرارية في حين أن اشعاعات تحت الحمراء ذات الطول الموجي من ٣,٠ ـ ١٤,٠ ميكرومتر تدعى بمنطقة تحت الحمراء الحرارية .

وتقوم عدسات آلات التصوير بامتصاص هذه الاشعاعات وبالتالي لا يمكن كشفها بالطرق التقليدية للتصوير في حين يمكن تسجيلها بواسطة كواشف وماسحات ضوميكانيكية خاصة .

٢ ـ التأثير الجوي :

لا تنفذ الأطوال الموجية الاشعاعات الحرارية بشكل متساو أثناء انتقالها في الجو حيث يقوم ثاني اكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء بامتصاص الطاقة الحرارية عند أطوال موجية محددة تدعى بنطاقات الامتصاص (الشكل ٢) .

إن اشعاع تحت الحمراء ذو الطول الموجي من ٣,٠ ـ ٥,٠ ميكرو متر وذلك من ٨,٠ ـ ١٤,٠ ميكرو متر ينفذ خلال الجو وتدعى هذه الأطوال الموجبة بالنوافذ الجوية ، وتقوم الكواشف الحرارية بتسجيل الاشعاعات ذات الأطوال الموجية المساوية لهذه النوافذ الجوية .

يمتص الأوزون الموجود في طبقات الجو العليا الطاقة الحرارية عند الطول الموجي من ٩,٠ ـ ١٠,٠ ميكرو متر ويجب الانتباه الى وجود نطاق الامتصاص هذا أثناء استخدام أجهزة الكشف الحراري المحمولة على متن التوابع الصنعية ، في حين لا يوجد هذا النطاق عند استخدام كواشف محمولة على متن طائرات تحلق تحت طبقة الأوزون .

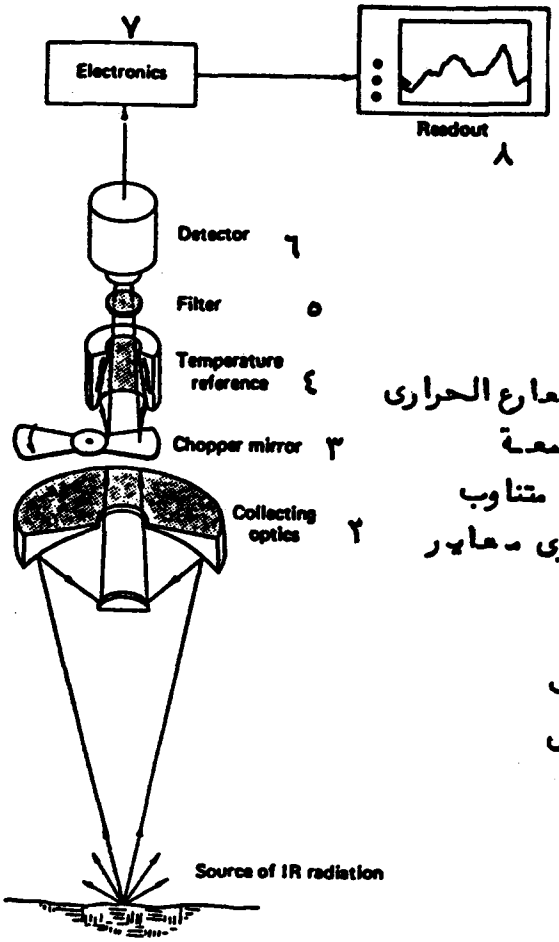
لا تستخدم في الاستشعار عن بعد اشعاعات تحت الحمراء التي يزد طولها الموجي عن ١٤,٠ ميكرو متر وذلك بسبب امتصاصها بواسطة الغلاف الجوي وتقوم معظم الكواشف الحرارية بتسجيل اشعاعات تحت الحمراء الحرارية ذات الطول الموجي من ٨,٠ ـ ١٤,٠ ميكرو متر للحصول على الصور الحرارية المستخدمة في معظم تطبيقات الاستشعار عن بعد في حين يتم تسجيل اشعاعات تحت الحمراء الحرارية ذات الطول الموجي من ٣,٠ ـ ٥,٠ ميكرو متر لدراسة الأجسام الساخنة كالبراكين والحرائق .

٣ ـ مقياس الاشعاع الحراري «الراديومتر» :

يتألف مقياس الاشعاع الحراري من ثلاثة أقسام رئيسية (الشكل ٥) :

ـ مجموعة ضوميكانيكية ماسحة .
ـ كاشف اشعاعات تحت الحمراء .
ـ مجموعة تسجيل وتصوير .

تسقط الاشعاعات تحت الحمراء الصادرة من جسم ما على سطح مرآة عاكسة تقوم بتوجيه هذه الاشعاعات الى الكاشف الذي يقيس درجة الحرارة ويحولها الى اشارة الكترونية يتم تسجيلها وعرضها على هيئة صور ذات مشدات لونية تختلف باختلاف برودة أو سخونة الجسم حيث تظهر الأجسام الساخنة بشدات لونية فاتحة في حين تبدو الأجسام الباردة بشدات لونية قاتمة .




١- مصدر الاشعاع الحرارى
٢- عدسات مجمعة
٣- مرآة قاطع متناوب
٤- كاشف حرارى مرجعى
٥- مرشح
٦- كاشف
٧- الكترونيات
٨- شاشة عرض

الشكل (٥)
مقياس الاشعاع الحرارى

٤ - تطبيقات التصوير الحراري في الكشف عن المياه الجوفية :

تعتبر الصور الحرارية المأخوذة ليلاً مفيدة جداً في الدراسات الهيدروجيولوجية وذلك بسبب انعدام تأثير اختلاف التسخين الشمسي وتأثير الظلال الناتج عن النواحي الطبوغرافية والتضاريسية التي يكون لها دوراً ملحوظاً في اختلاف درجات الحرارة بين منطاق الظل ومناطق التعريض الشمسي .

ففي الصور الحرارية الليلية تظهر المعالم الجيولوجية بوضوح شديد كالفوالق والصدوع التي لها تأثير كبير على حركة المياه الجوفية ووجود الطبقات الحاملة للماء .

حيث تظهر المناطق الحاملة للماء المصابة بالفوالق والصدوع على الصور الحرارية بشدة لونية قاتمة وذلك بسبب البرودة الناتجة عن تبخر المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض .

وكذلك تستخدم الصور الحرارية لكشف الينابيع الشاطئية العذبة التي تصب في مياه البحار ، حيث تظهر الينابيع العذبة بشدة لونية قاتمة بسبب برودة مياهها بالمقارنة مع مياه البحر وبالمثل يمكن كشف الينابيع الموجودة في سرير الأنهار أو على ضفافها .

**٥ ـ تطبيقات التصوير الحراري في الكشف عن المياه الجوفية الحارة :**

تعتبر القياسات الحرارية من بين الطرق الفعالية في البحث والتحري عن المياه الجوفية الحارة حيث تكون الشواذات الحرارية من بين أهم المؤشرات المباشرة في كشف الحرارات الأرضية وخاصة في مناطق الفوالق والبراكين النشطة وفي مناطق الينابيع والفوارات الحارة ، كما ويدل ذوبان الثلوج السريع وإصابة النباتات الناجمة عن العوامل الجيوكيميائية على وجود مكامن جوفية حارة .

ومن الشروط الأساسية لوجود الخزانات المائية الجوفية الحارة توفر العناصر التالية :

١ ـ مصدر حرارية (كالمراكز البركانية) .

٢ ـ وسط ناقل للحرارة يتألف من الماء والبخار الموجود بالصخور الخازنة .

٣ ـ تركيب جيولوجي نفوذي كالنطاقات الفالقية والصخور الغطائية المسامية .

**ثانياً : التصوير الراداري :**

تعتبر أنظمة التصوير الراداري الأنظمة النشطة التي تحمل مصدر بتوليد الطاقة الكهرطيسية «الإنارة» سطح الأرض ، ويتم تسجيل الطاقة المرتدة بواسطة هوائي ، ويمكن تمثيل فروقات الطاقة على شكل صورة رادارية .

تعمل الأجهزة الرادارية في مختلف الظروف الجوية كالغيوم والأمطار وكذلك في مختلف شروط الإضاءه كالليل أو الظلام ، كما انها تعمل في مختلف الاتجاهات مما يضيف تحسيناً طبيعياً على الصورة يساعد في إبراز العالم والقسمات الأرضية (الشكل ٦) .

يتراوح الطول الموجي للموجات المستخدمة في التصوير الراداري من بضع مليمترات وحتى متر واحد . حيث تغطي هذه الأطوال الموجية النطاقات الميكروي والراديوي من الطيف الكهرطيسي .

**١ ـ نظام التصوير الراداري :**

يتم الحصول على الصور الرادارية بواسطة أجهزة معقدة ، ولكن مختلف الأنظمة الرادارية تحتوي على العناصر الرئيسية التالية (انظر الشكل ٧) :

ـ مولد النبضات الكهرطيسية .
ـ مرسل ومستقبل «هوائي» .
ـ دوبلكسر «منظم الارسال والاستقبال» .
ـ شاشة عرض مهبطية .

٢ ـ ارتداد الطاقة الرادارية :

إن الطاقة الرادارية المنعكسة على سطح الأجسام الممغنطة لسطح الأرض تسمى بالحزمة الرادارية المرتدة ، وكلما يكون ارتداد الطاقة كبيراً كلما كانت الشدة الضوئية أكثر سطوعاً والعكس صحيح .

ويتوقف ارتداد الطاقة على العوامل التالية :

ـ خواص النظام الراداري والاستقطاب ، زاوية الانخفاض ، الطول الموجي .
ـ خواص السطح «ثابت العزل الكهربائي ، وعورة السطح» (الشكل ٨) .

يمكن ان تستقطب «تهتز» المركبة الكهربائية للموجات الكهرطيسية الرادارية باتجاه أحد المستويين الأفقي أو الشاقولي «مواز له» ويكون لمعظم الطاقة المرتدة نفس اتجاه استقطاب النبضات المرسلة في حين يكون للجزء الباقي استقطاب في مختلف الاتجاهات وتتوقف كمية هذا النوع من الاستقطاب على طبيعة السطح الذي تسقط عليه الطاقة الرادارية .

يتعلق ارتداد الطاقة الرادارية على زاوية هبوط هذه الطاقة وعلى الطول الموجي وعلى وعورة السطح العاكس حيث يكون الارتداد كبيراً في السطوح الخشنة وبالتالي تظهر مثل هذه السطوح بشدة لونية فاتحة «كالسطوح الصخرية الخشنة» . في حين يكون الارتداد ضعيفاً في السطوح الناعمة أو الملساء ، وبالتالي تظهر مثل هذه السطوح بشدة لونية قاتمة «كالرمال الناعمة أو المسطحات المائية» ويتعلق ارتداد الطاقة الرادارية أيضاً على التفاعل بين الطاقة الكهرطيسية وبين سطوح الأجسام هذا التفاعل الذي يعتمد على ثابت العزل الكهربائي ، ويتراوح قيمة ثابت العزل الكهربائي للصخور الجافة من ٣ ـ ٨ في حين تكون قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء ٨٠ ويزداد ثابت العزل الكهربائي طرداً بازدياد محتوى الرطوبة ، ويؤدي ارتفاع ثابت العزل الكهربائي الى ضعف ارتداد الطاقة الرادارية ، لذلك تبدو الأراضي الرطبة والمسطحات المائية بشدة لونية قاتمة على الصور الرادارية .

٣ ـ تطبيقات الصور الرادارية في الدراسات الهيدرولوجية :

إن امكانية استخدام الأنظمة الرادارية في مختلف الظروف الجوية تمكن من الحصول على الصور الفضائية للمناطق المغطاة بالثلوج حيث تفيد هذه الصور في تحديد الغطاء الثلجي ومناطق التغذية المائية والفيضانات .

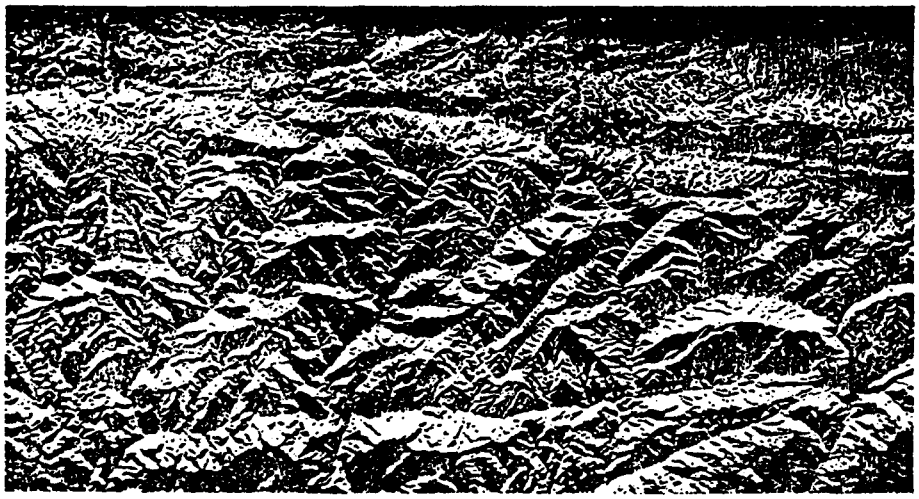
كما تفيد الصور الرادارية في وضع خرائط القسمات الأرضية بسبب زيادة وضوح هذه القسمات بتأثير الظلال والإضاءة المختلفة .

إن ظهور الشواذات اللونية القاتمة على الصور الرادارية في المناطق الجافة قد يكون دليلاً على وجود الطبقات المائية السطحية ، حيث تعتبر مثل هذه الشواذات عاملاً هاماً من عوامل توجيه أعمال البحث أو التنقيب عن المياه الباطنية .

ولتحقيق الاستفادة من معلومات الصور الرادارية بشكل أكبر يمكن تحضير صور رادارية ملونة تسهل عملية تحليل المعلومات ، وكذلك يمكن تحضير أزواج ستيريوسكوبية للرؤيا النافرة ، ومن المتوقع ان يلعب الرادار المركب على المركبات الفضائية دوراً هاماً في التطبيقات المختلفة المؤثرة في الاقتصاد وتطور الحياة الاجتماعية .

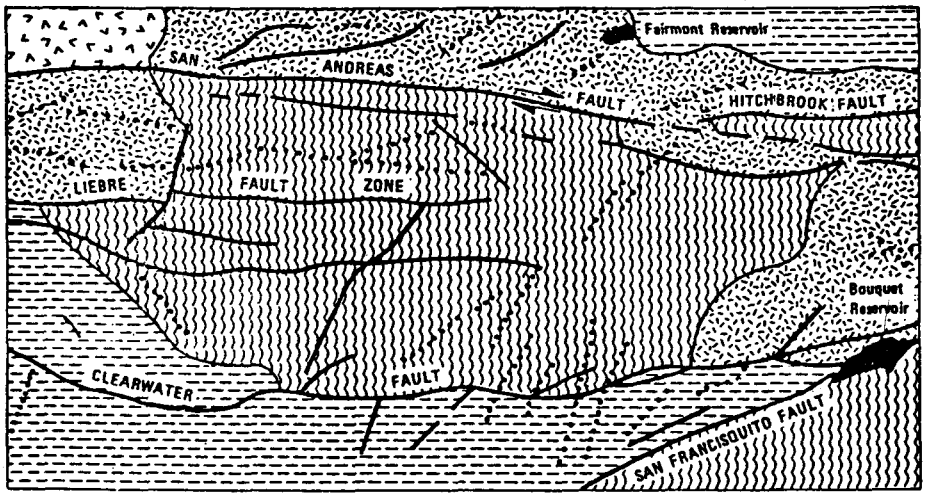
لقد استطاعت الصور الرادارية الحديثة المأخوذة بواسطة المكوك الفضائي والتي غطت بعض المناطق في صحراء جمهورية مصر العربية ان تقدم معلومات هامة عن مواقع مسارات الأقنية المائية القديمة والوديان الجافة التي غطتها الرمال الصحراوية وذلك بسبب قدرة الموجات الرادارية على اختراق سطح الأرض الى مسافة لا تقل عن (١٨٠ سم) مما يفيد في دراسة القشرة الأرضية ، ولكي تستطيع هذه الموجات الرادارية اختراق السطح يجب أن تكون المنطقة جافة وتغطيها حبيبات ناعمة متجانسة .

وهكذا تم اختيار مواقع لحفر الآبار للاستخدام الزراعي في الصحراء الغربية في مصر ونتج عن هذا سبعة آبار منتجة للمياه الجوفية ويعتبر ذلك احدى النتائج الحديثة لمشروع المكوك الفضائي الامريكي .



A. Ka-BAND RADAR IMAGE ACQUIRED NOVEMBER, 1965.

- ٦

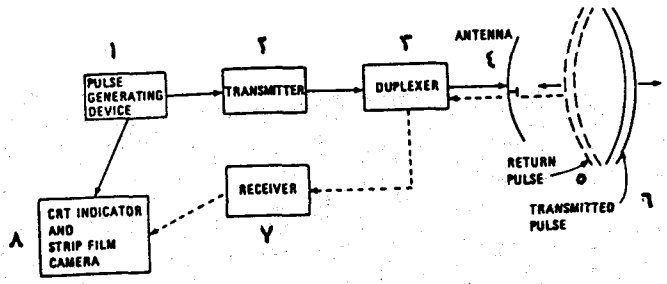



- ب

الشكل ( ٦ )

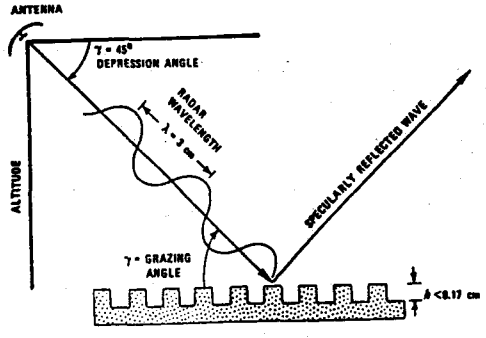
٦ - صورة رادارية في ولاية كاليفورنيا تبرز القسمات الارضية

ب - تحليل الصورة الرادارية .



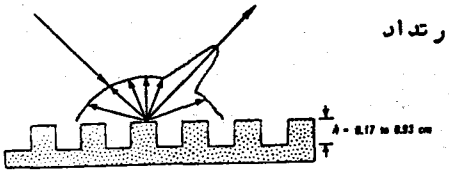

١- مولد النبضات
٢- مرسل
٣- صمام دوبلكسر
٤- هوائي
٥- النبضات المرتدة
٦- النبضات المرسلة
٧- المستقبل
٨- شاشة عرض

الشكل ( ٧ ) نظام التصوير الراداري



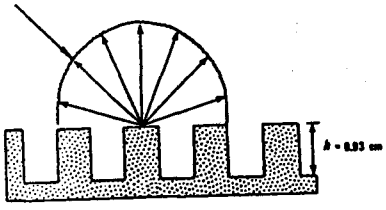

A. SMOOTH SURFACE WITH SPECULAR REFLECTION; NO RETURN.

أ- سطح أملس مراوي - لا يوجد ارتداد




B. INTERMEDIATE SURFACE ROUGHNESS; MODERATE RETURN.

ب - سطح متوسط الوعورة - متوسط الارتداد




C. ROUGH SURFACE WITH DIFFUSE SCATTERING; STRONG RETURN.

جـ - سطح وعر (خشن) - ارتداد قوي

(الشكل ٨)
تأثير وعورة السطح على ارتداد الحزمة الرادارية

## خاتمة

نتيجة لهبوط معدلات انتاج المواد الغذائية في العالم بالمقارنة مع تزايد السكان أصبح التركيز على قضية الأمن الغذائي ضرورة ملحة بل ومصيرية تواجه أقطار الدول النامية في العالم . لذا أصبح من الضروري تحقيق الاكتفاء الذاتي والاعتماد على الذات في تأمين المواد الغذائية والسعي لتوفير مستلزمات الزراعة وفي مقدمتها توفير المياه اللازمة للري .

وحيث أن تقنيات الاستشعار عن بعد تقدم معلومات قيمة ومتقدمة يمكن الاستفادة منها في التحري عن الثروات المائية لذلك أصبح من الضروري ان تدخل هذه التقنية جميع الأقطار العربية وأن تخصص الامكانيات اللازمة لصالح استثمار الثروة المائية باعتبارها عنصراً «هاماً» في الاقتصاد القومي والتنمية الاجتماعية في الوطن العربي ونوصي بأن يقوم العاملون في الدراسات المائية بالاطلاع على تقنيات الاستشعار عن بعد وتطبيقاته واتباع دورات تدريبية لرفع مؤهلاتهم وزيادة خبرتهم في هذا المجال .

# الاحتياجات المائية لمحصول الصفصفة في منطقة الشريط الساحلي التقرير النهائي

## مقدمة

ادى التوسع في الزراعة المروية بمنطقة الشريط الساحلي للجماهيرية الليبية العظمى الى استعمال كميات كبيرة من المياه الجوفية لري المحاصيل الزراعية المختلفة وفي الآونة الاخيرة اصبحت الزيادة المطرودة في معدلات الضخ السنوية من خزانات المياه الجوفية تهدد باستنزاف هذه الخزانات وتنذر بمشاكل كثيرة يتعذر وجود حل سريع وناجح مثل مشكلة تلوث الجيوب المائية وتداخلها بماء البحر .

ويحاول المهتمون بهذه المشكلة ايجاد الضوابط والتحوطات الممكن اتخاذها لتفادي وقوع مثل هذه المشاكل ، وذلك عن طريق التخطيط العلمي السليم لاستعمال هذه المصادر المائية بما يضمن سلامتها والمحافظة عليها . ومن ضمن الحلول الكثيرة المقترحة تحديد المساحات المروية وتحديد انواع المحاصيل وعدد الآبار ومعدلات الضخ السنوية وغيرها . وحتى يتم ذلك لابد من توفير بيانات ومعلومات ميدانية عن الكثير من القضايا المتعلقة بهذا الموضوع . ومن ضمن هذه القضايا توفر معلومات عن معدلات استعمال الماء للمحاصيل الزراعية الشائعة في منطقة الشريط الساحلي . وعندما عزمت لجنة البحوث الزراعية التابعة للهيئة القومية للبحث العلمي على وضع برنامج يتضمن اولويات البحوث الزراعية ، وضعت دراسة الاحتياجات المائية للمحاصيل

---

اعداد الدكتور سعد أحمد الغرباني الباحث والمشرف على المشروع ومشاركة الفنيين م . حسين سعيد حسين تيبار .
الجماهيرية العربية الليبية

الزراعية على رأس قائمة هذه الأولويات . ويعتبر مشروع البحث المقدم في هذا التقرير احدى الخطوات المتواضعة على هذا الطريق . ولقد صمم المشرف والباحث لهذا المشروع على الابتداء بأكثر المحاصيل الزراعية المروية شيوعاً وانتشارا وأكثرها استعمالا للماء في منطقة الشريط الساحلي وهو محصول الصفصفة المستخدم كمصدر للعلف الطري والجاف. ونظراً لأن هذا المشروع يعتبر المحاولة الأولى الجادة والمستمرة من نوعه ويحتاج الى جهد متواصل ومعدات متنوعة كبيرة فقد تقرر حصر التجربة في منطقتين فقط يعتقد انهما تمثلان مناخيا المنطقة الغربية من سواحل الجماهيرية الليبية . على امل ان تتسع دائرة البحث بمرور الزمن وتوفر الخبرات التي يستهويها هذا النوع من البحوث .

## اهداف البحث :

لقد روعي اثناء تصميم تجارب هذا البحث تحديد العديد من الاهداف التي ينبغي تحقيقها لانجاح مثل هذا النوع من البحوث . وتم حصر الاهداف الرئيسية المرجاة فيما يلي :

١ ـ تحديد الاحتياجات المائية السنوية لمحصول الصفصفة على مدار السنة ولفترة زمنية لاتقل عن سنتين متتاليتين على الأقل .

٢ ـ تحديد العلاقة التي تربط بين الانتاجية السنوية معبراً عنها كمادة جافة وبين كمية المياه اللازم توفرها لتحقيق هذه الانتاجية .

ومن هذه العلاقة الدالية يمكن حساب كفاءة محصول الصفصفة في استعمال الماء ومقارنة هذه الكفاءة بكفاءة بعض المحاصيل الاخرى الممكن استعمالها كبدائل للصفصفة .

٣ ـ استنتاج وصياغة علاقات رياضية تجريبية تمكن من تقدير انتاجية المحصول تحت ظروف مائية متغيرة ، وتسهل توزيع مصادر الري المحدودة السعة بما يضمن الكفاءة القصوى لاستعمالها .

٤ ـ وضع الاسس التجريبية النظرية منها والعملية وتطويرها تحت الظروف الحقلية المتباينة بما يمكن من استعمالها في المستقبل لاجراء تجارب اخرى تغطي بقية المحاصيل التي لم تتم دراستها .

٥ ـ اتاحة الفرصة امام اكبر عدد ممكن من الفنيين والطلبة الزراعيين للعمل بالمشروع بقصد التدريب على طرق البحث وتوفير الخبرة العلمية المحلية في هذا المجال .

ولقد تم تحقيق هذه الاهداف على اربعة مراحل رئيسية اثناء القيام بهذا البحث :

١ ـ المرحلة الأولى : ومدتها ٦ شهور امتدت من ١٩٨٣/٨/١م الى ١٩٨٤/١/٣٠م وشملت مرحلة الاعداد الحقلي وتدريب الفنيين على القيام بالتجارب واستعمال المعدات اللازمة لتجميع البيانات .

٢ ـ المرحلة الثانية : ومدتها ١٢ شهرا امتدت من ١٩٨٤/٢/١م الى ١٩٨٥/١/٣٠ وتم خلالها تجميع البيانات الحقلية خلال سنة كاملة من سنوات نمو الصفصفة .

٣ ـ المرحلة الثالثة : ومدتها ١٢ شهرا امتدت من ١٩٨٥/٢/١م الى ١٩٨٦/١/٣٠ واستغلت ايضا لتجميع البيانات الحقلية اللازمة لتدعيم نتائج المرحلة الثانية .

وقد تم بعد الانتهاء من كل مرحلة من المراحل البحثية السابقة تقديم تقرير متكامل عن سير البحث بالتفصيل وما تم التوصل اليه من نتائج خلال كل مرحلة .

٤ ـ المرحلة الرابعة والأخيرة : ومدتها ٦ أشهر وتغطي الفترة التي تم خلالها تحليل النتائج النهائية للبحث واعداد التقرير النهائي الذي يغطي كل جوانب البحث والذي نحن بصدده الآن .

وفي الوقت الذي نتقدم فيه بشكرنا للهيئة القومية للبحث العلمي ومركز البحوث الزراعية وامانة التعليم والبحث العلمي على اتاحتهم لنا هذه الفرصة وتقديم يد العون والمساعدة كلما طلبنا منهم ذلك ، نأمل ان يكون عملنا المقدم في هذا التقرير بداية ناجحة في هذا الاتجاه ومساهمة فعالة في تنبيه الباحثين الزراعيين ولفت انظارهم الى هذا الجانب المهم من جوانب البحوث الزراعية .

## الخلفية العلمية ومراجعة المصادر

من الواضح ان عملية تبخر الماء ونتحه من الاسطح المبتلة هي عملية فيزيائية تنطوي على تغير حال الماء من صورته السائلة الى صورته الغازية . ولكي يتم ذلك لابد من توفر مصدر للطاقة يكفي لمد الماء السائل بكمية الطاقة الكاملة للبخر حيث ان جرام واحد من الماء يحتاج الى حوالي ٥٨٥ سعر حراري يتحول من صورته السائلة الى صورته الغازية . ويعتبر الاشعاع الشمسي المصدر الوحيد للطاقة المتوفرة على سطح الارض والذي يكفي لسد المتطلبات اللازمة لتبخر الماء . ومن هنا يمكن تحديد كمية معدلات البخر والنتح ، اذا ما تحددت الكمية الكلية للاشعاع الشمسي المتوفر على سطح الارض وكيفية معدلات استهلاك هذا الاشعاع في العمليات الطبيعية الاخرى كتسخين الهواء الجوي وتسخين التربة السطحية وعملية التمثيل الضوئي وغيرها . .

وبالاضافة الى ضرورة توفر مصدر للطاقة حتى تتم عملية تبخر الماء ونتحه ، فان هذه العملية لاتتم الا بتوفر وسيلة ميكانيكية لازاحة ونقل بخار الماء بعيدا عن مصدره حتى يتكون فرق جهد مائي بين الطبقة الهوائية المشبعة ببخار الماء وطبقات الجو العليا بحيث يعمل فرق الجهد هذا كقوة دافعة لانتقال بخار الماء في الهواء واستمرار عمليتي البخر والنتح هذه الوسيلة الميكانيكية توفرها الرياح وحركة الهواء حول السطح التبخر .

وبسبب الشروط السابق ذكرها ، اختلفت السبل الارصادية المستعملة لقياس معدلات البخر والنتح فيما بينها حسب اعتماد الباحثين الذين اوجدوا هذه السبل على احد الشرطين السابقين أو كلاهما معا مما نتج عنه ثلاث طرق مختلفة هي :

١ ـ طريقة استعمال معادلة ميزانية الطاقة .

٢ ـ الطريقة الايروديناميكية .

٣ ـ الطريقة التي تجمع بين الطريقتين السابقتين . غير ان هذه الطرق جميعها بمختلف صورها المتعددة تعتبر عديمة الجدوى بدون معايرتها محليا بالطرق الحقلية المباشرة لقياس معدلات التبخر والنتح .

ونظراً لعدم توفر المعلومات الارصادية اللازمة لفترات زمنية طويلة وكافية لاستعمال الطرق الارصادية المختلفة ، وكذلك عدم وجود طرق ارصادية تسهل معايرتها محليا ، فقد وقع الاختيار على الطرق الحقلية المباشرة لقياس معدلات البخر والنتح لمحصول البرسيم موضوع هذا البحث . وبالتحديد فاننا سنعتمد على طريقة معادلة الموازنة الهيدرولوجية للحقل الزراعي والتي يمكن الاعتماد عليها لمعايرة بعض الطرق الارصادية التجريبية التي تتوفر المعلومات الارصادية اللازمة لاستعمالها . وبعد ان يتم تسديد معدلات البخر والنتح الفعلية للمعاملات المائية المختلفة في الحقل بهذه الطريقة سنستخدم النتائج التي يتم الحصول عليها في تحديد العلاقة التي تربط بين انتاجية البرسيم من المادة الجافة وبين معدلات استهلاك الماء اللازمة لتحقيق هذه الانتاجية ولهذا ينبغي التطرق لهذا الموضوع بشيء من التفصيل .

تعتبر عملية النتح المسؤولة الأولى عن استهلاك المحاصيل الزراعية للماء ، كما ان عملية التمثيل الضوئي هي التي تحدد معدل تراكم المادة الجافة والانتاجية النهائية لهذه المحاصيل . وتعتمد هاتان العمليتان على تبادل الطاقة التي يحدث آنيا في الاغطية النباتية النامية بنشاط . وكما سبق ذكره سابقا ، يعتبر صافي الاشعاع الشمسي المحدد الاساسي لكمية الطاقة الكلية المتوفرة للنبات كمصدر لعملية النتح بالرغم من انه تحت ظروف متباينة للكتل الهوائية المحيطة بالنبات قد لا تمثل الطاقة الكاملة لنتح الماء نسبة ثابتة في صافي الاشعاع الشمسي . وتحدد كمية الطاقة المستعملة في عملية التمثيل الضوئي بنسبة الطاقة الفعالة في هذه العملية نسبة لكمية الطاقة الكلية . الساقط على سطح الارض لهذا فإن العلاقة بين النتح وانتاج المادة الجافة وتراكمها في النبات غالبا ما تكون طردية . ولقد قدمت التجارب التي اجراها بريجز وشانتز (١٩١٣) على نباتات نامية في اصائص والتحاليل التي تلتها من دي ويت (١٩٥٨) وآركلي (١٩٦٣) ادلة واضحة على ذلك . غير ان هذه العلاقة الطردية بين النتح وانتاج المادة الجافة يجب فهمها على انها علاقة ارتباطية وليست عكسية . كما انها يمكن ان تكون صحيحة فقط في الظروف التي تكون فيها عوامل النمو والانتاج الاخرى ، كخصوبة التربة ، وامراض النبات لا تختلف كثيراً

ولا تحد من معدلات النمو المحددة وراثيا للمحاصيل . ولقد اشار هارنكز وجماعته (١٩٦٩) الى ان النتح والنمو لا يتعلقان بالعوامل الجوية السائدة الا حينما تكون المصادر المائية المتوفرة كافية للنمو الطبيعي . اما عندما يحد الماء من نمو النبات فان النتح والتمثيل الضوئي قد يتعلقان بدرجة توفر الماء اكثر من تعلقهما بالعوامل الجوية . ولكن نظراً لأن كلا العمليتان تتأثران بمدى فتحات الثغور تحت ظروف الاجهاد المائي ، فمن المتوقع ان يكون تأثير الاجهاد المائي على النتح والتمثيل الضوئي متمثلاً في نسب متساوية لا تخل من العلاقة الطردية العامة التي تربط بينهما .

ومثلما تم ذكره سابقا ، فان هذه النتائج قد بنيت على تجارب لنباتات نامية في اصائص مغلقة السطح لمنع بخر الماء المباشر من سطح التربة . ولهذا فان تعميم هذه النتائج لتغطي الظروف الفعلية السائدة في الحقول الزراعية قد، تأخر بعض الوقت الى حين ان اعطى دي ويت (١٩٥٨م) وآركلي (١٩٦٣م) أدلة مقنعة على انه في الامكان تعميم العلاقة الطردية بين النتح والانتاجية حتى تحت الظروف الفعلية السائدة في الحقل بشر ان تصحح الظروف المناخية المؤثرة في معدلات النتح والتي لا تؤثر في الانتاجية . ولقد ساد على ان هذه الظروف المناخية تنعكس اساسا في الرطوبة النسبية للهواء (اركلي ، ١٩٦٣) او في معدلات البخر الحر من الاسطح المائية المفتوحة (دي ويت ١٩٥٨) . ونظراً لأنه من الصعب بل من المستحيل ، قياس معدل النتح بدقة تحت الظروف الحقلية ، فان معظم الباحثين المهتمين بانتاجية المحاصيل واستهلاكها للماء اتجهوا مؤخراً لتقريب العلاقات السابقة عن طريق ربط انتاجية المحاصيل بكميات الماء المستهلكة في عمليتي البخر والنتح معا والتي يتم تقديرها بطريقة الموازنة المائية للحقل الزراعي . وبما ان كميات البخر المباشر من التربة العارية واسطح النباتات المبتلة . والتي تعتمد على طرق الري والفترة الزمنية بين الريات ، لاتمثل في جميع الاحوال نسبة ثابتة من كمية الماء المستهلكة في البخر والنتح فان العلاقة بين الانتاجية المحصولية وكمية البخر والنتح الموسمية قد لاتكون طردية حتى وان كادت هذه الانتاجية وكمية النتح تربطهما علاقة طردية مثلما سبق ذكره . وبالرغم من هذه الحقيقة ، فقد أوضحت العديد من الدراسات أخيراً (سيتورات وجماعته ، ١٩٧٤م ، هانكر وجماعته ١٩٦٩ ، ان هناك علاقة طردية تربط بين الانتاجية المحصولية وكمية البخر والنتح الموسمية . هذه العلاقة تعرف حاليا بدالة انتاجية الماء المحصولية ولها العديد من التطبيقات الهندسية والاقتصادية الهامة وخصوصا في تخطيط مصادر المياه وكيفية استعمالها . واذا ما تم تحليل هذه الدالة تحليلاً كافياً يربطها بالعوامل الزراعية والمناخية الاخرى ، فانها تساعد مساعدة فعالة في تحديد مواعيد الري وتوزيع المصادر المائية المحدودة بالكيفية التي تضمن الانتاجية المثلى للمحاصيل الزراعية (سيتورات وجماعته ١٩٧٤) .

واضافة الى ذلك يمكن من خلال هذه الدالة مقارنة المحاصيل المختلفة من حيث كفاءتها في استعمال ماء الري ومدى تأثر انتاجيتها بالاجهاد المائي تحت ظروف عدم توفر الحد الاقصى من

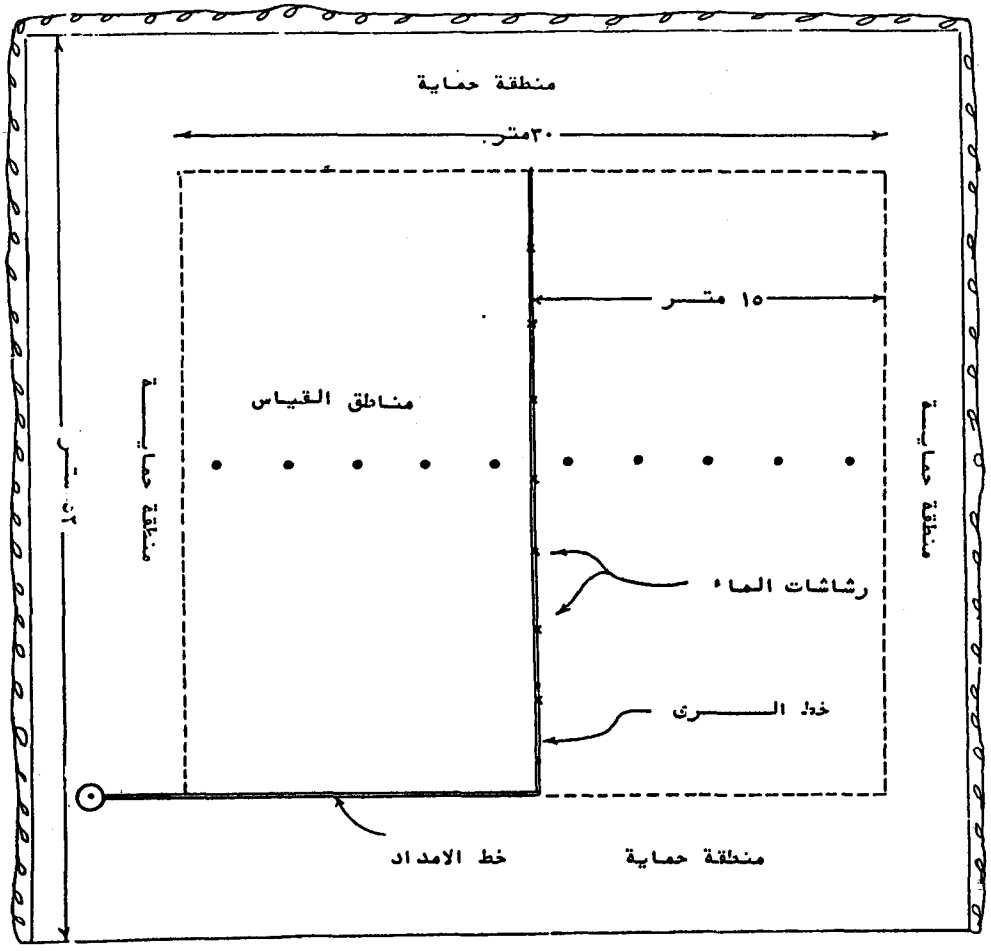
احتياجاتها الكلية . وبالرغم من ان طبيعة دالة الانتاج الماء المحصولية ينبغي أن تتوقف على نوع وسلالة المحصول فقط الا انها قد تعكس من عوامل الانتاج الاخرى كخصوبة التربة والظروف البيئية والمناخية المحيطة بالمحصول ولهذا السبب يعتبر تحديد هذه الدالية حقليا امراً في غاية الاهمية ويمثل جزءاً من هذا البحث .

## وصف وتصميم التجارب الحقلية

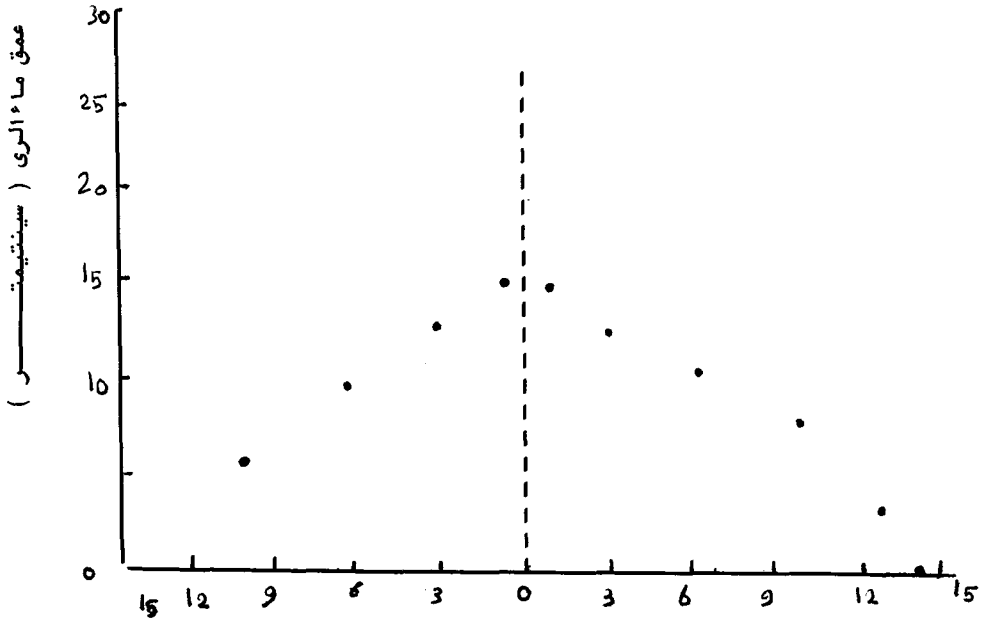
اقيمت التجربة في منطقتين من مناطق الجهة الغربية للشريط الساحلي وهما محطة تجارب كلية الزراعة بسيدي المصري والمزرعة التجريبية بمشروع وادي عين الكحام الزراعي . وتعتبر تربة المنطقتين متشابهة الى حد كبير . فهي ذات قوام من الغرين الرملي ومتوسطة العمق ولا تعاني من مشاكل واضحة للحد من الانتاج الزراعي . ولقد تم زرع البرسيم البلدي بمحطة تجارب كلية الزراعة في مساحة ربع هكتار تقريبا وذلك في بداية شهر فبراير سنة ١٩٨٣ م وبمعدل ٥٠ كجم/ الهكتار ، كما اختير حقل حديث للزراعة بالمزرعة التجريبية بمشروع وادي كحام لاجراء التجربة غير انه اتضح مع الزمن ان وضع الغطاء النباتي في هذا الحقل غير جيد مما حتم استبدالة بحقل جديد تمت زراعته في شهر اكتوبر سنة ١٩٨٣ م بمعدل ٥٠ كجم/ الهكتار وهو المعدل الشائع بين مزارعي المنطقة . وقد تم تسميد كل الحقلين في البداية بسماد مركب من نوع ١٢ ـ ٢٤ ـ ١٢ وبمعدل ٤٠٠ كجم/ الهكتار . وكان الانبات طبيعياً والنمو جيداً وخصوصا بعد القطعة الأولى والثانية .

وتم تصميم التجربة في كلا الموقعين على اساس مصدر الخط الواحد لماء الري كما هو موضح في شكل (١) . ولقد وضع الخط في وسط الحقل في اتجاه مواز للاتجاه السائد لسرعة الريح في المنطقة تساوي توزيع الماء على جانبي الخط . وركبت الرشاشات فوق حوامل على مسافة ٦ متر من بعضها البعض على طول الخط . ويبلغ ارتفاع مستوى الرشاش عن سطح الارض مسافة ١ متر حتى لا تعترض أوراق البرسيم وسيقانه رذاذ ماء الرش . ولقد اختيرت فتحات الرشاشات (من نوع راين بيرد ١٣/٦٤ × ١/٨ ، ٢٠" بحيث تعطي معدلات رش تتناقص طرديا مع المسافة كلما ابتعدنا عن الخط من الجانبين حتى نهاية نصف قطر التغطية . ويوضح شكل (٢) نظام توزيع ماء الري على جانبي الخط بطول الحقل . وتعطي الرشاشات التي تم اختيارها عند ضغط التشغيل الامثل (٥٠ باوند/ بوصة ٣) قطر تغطية كل نصف قطر التغطية لا يتجاوز ١٢ متراً ولقد روعي في تحديد المسافة الفاصلة بين الرشاشات واختيار احجامها ان تعطي هذه الرشاشات توزيعا متساويا لعمق ماء الري في الاتجاه الموازي لخط الرش . ولقد تم تقسيم المسافة الواقعة على كل جانب من جانبي الخط الى ٥ معاملات مائية

بعرض ٣ متر للمعاملة الواحدة وبطول خط الري داخل الحقل بحيث تستقبل المعاملة الاقرب لخط الري كافة احتياجاتها المائية دون تعرضها لأي جهد مائي قد يخفض من انتاجيتها القصوى . أما أبعد معاملة عن الخط فهي لا تستقبل ماءا على الاطلاق وتعتبر معاملة جافة أو




شكل (١). خريطة توضيحية لوضع التجربة في الحقل




شكل (٢) توزيع ماء الري على جانبي خط الري بالرش

بعلية . وهي بذلك معرضة لاجهاد ماء شديد اثناء فترة نموها . وتستقبل المعاملات الواقعة بين المعاملة الرطبة والمعاملة الجافة كميات مختلفة من خط الري بحيث تقل تدريجياً كلما ابتعدنا عن المعاملة الرطبة واقتربنا من المعاملة الجافة . ولقد حددت المعاملات المختلفة داخل الحقل بخيوط متينة ومثبتة بأوتاد بطول الحقل حتى يسهل التعرف عليها اثناء اخذ البيانات والعينات .

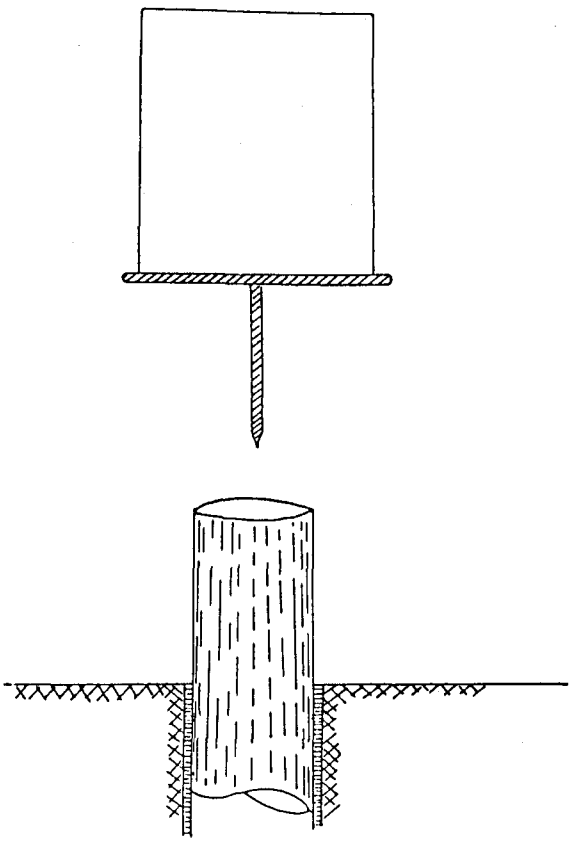
وفي منتصف كل معاملة هناك موقع قياس . واختيرت مواقع القياس هذه بحيث تكون في وسط الحقل على امتداد خط واحد متعامد على خط الري وتتكون كل منطقة قياس داخل كل معاملة من انبوبة من الالومينيوم بقطر ٥,١ سم وطول ٣ متر .

والانبوبة مغروسة في التربة على عمق ٢٤٠ سم . اما الجزء المتبقي منها وطوله ٦٠ سم مرتفعا فوق سطح التربة وتوضع عليه صفيح مفتوحة من احدى جانبيها وهذه العلبة مثبة على قاعدة حديدية من جانبها المغلق . اما جانبها المفتوح فينبغي ان لا يقل مستوى ارتفاعه عن اقصى ارتفاع يصل اليه محصول البرسيم اثناء فترة نموه تفاديا لاعتراض اوراق البرسيم وسيقانه لفتحة العلبة . وتستعمل انابيب الالومينيوم لقياس المحتوى الرطوبي للتربة باستخدام جهاز

النيوترون ميتر على اعماق مختلفة تبدأ من عمق ٣٠ سم تحت سطح التربة وتمتد الى عمق ٢١٠ سم وتؤخذ قراءة واحدة كل ٣٠ سم . ويعتقد ان كل قراءة تمثل متوسط المحتوى الرطوبي لعمودين التربة بطول ٣٠ سم مركزة مكان القراءة .

وتقاس كمية الماء في كل معاملة بعد كل رية مباشرة وذلك بقياس حجم الماء الساقط في علبة الصفيح (من حجم ١,٥ لتر) الموضوعة فوق انبوبة النيوترون متر . وبعد قياس حجم الماء باستعمال اسطوانة مدرجة يحول هذا الحجم الى عمق ماء الري الذي تم نشره على الحقل .

ويوضح شكل (٣) رسما مفصلا لاحدى مواقع القياس .



شكل (٢) توضيح لموقع قيـــاس

# طرق تجميع البيانات الحقلية
# وتحليل النتائج

## حساب الاحتياجات المائية :

تحسب كمية الماء التي يستهلكها المحصول في عمليتي البخر والنتح اثناء كل فترة زمنية بين مواعيد الحصاد بطريقة الموازنة المائية التي تمثلها المعادلة الهيدروليوجية الآتية :

ت ن = م ط + م ر +م م - ت ع

حيث : ت ن = معدل النتح والبخر أثناء الفترة بين الحصاد (ملليمتر) .

م ط = التغير في المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة الجذور (ملليمتر) .

م ر = كمية الماء التي اعطيت لكل معاملة اثناء الفترة بين الحصاد (ملليمتر) .

م م = كمية مياه الامطار الفعالة التي سقطت خلال الفترة (ميلليمتر) .

ت ع = كمية الماء المفقودة في عملية التسرب العميق الى ما ابعد من منطقة الجذور (ميلليمتر) .

وخلال مدة التجربة تعتبر كمية مياه الامطار مهمة جداً وخصوصا اثناء الفترة الممتدة من شهر اكتوبر الى شهر مارس من كل سنة . وتقاس هذه الكمية حقلياً وتضاف الى كمية مياه الري .

ولقد روعي اثناء تصميم التجربة ان تكون كمية مياه التسرب العميق اقل ما يمكن أو معدومة حتى يمكن اهمالها نظراً لصعوبة قيامها حقلياً . ونأمل أن يكون قد تم ذلك بتحديد عمق قراءات التغير في المحتوى الرطوبي للتربة بحيث تشمل عمقاً اكثر بكثير من عمق الجذور الفعال وبهذا تحصر كل ماء التسرب العميق ان وجد داخل عمق التربة . كما ان كمية الماء المعطاة للمعاملة الرطبة اثناء كل رية لا تتعدى الكمية اللازمة يجعل المحتوى الرطوبي في منطقة الجذور عند السعة الحقلية .

وكما سبق ذكره ، يتم تحديد المحتوى الرطوبي للتربة عند بداية النمو بعد كل قطعة وقبل القطعة التالية مباشرة باستخدام جهاز النيوترون ميتر عند كل ٣٠ سم ابتداءاً من سطح التربة وامتدادا الى عمق ٢١٠ . اما كمية ماء الري فتحدد بقياس حجم الماء المجمع في كل علبة صفيح عند كل معاملة وذلك بعد الانتهاء من الري مباشرة .

وخلال فترة التجربة سوف تؤخذ الاحتياطات على ان يكون معدل البخر والنتح من المعاملة الرطبة مساويا للمعدل الاقصى المحدد مناخيا للمحصول تفاديا لحدوث اي اجهاد مائي في هذه المعاملة قد ينتج عنه انخفاض في الانتاجية ويتم هذا بتقدير معدل (ت ن) الاقصى عن

طريق صحن التبخر من المحطة الاصلية المجاورة ومنه تحسب كمية ماء الري اللازم اعطاءها للمعاملة الرطبة . اما بقية المعاملات فتستقبل اجزاءا متناقصة من هذه الكمية كلما ابتعدها عن خط الري حتى تصل المعاملة الجافة والتي لا تستقبل ماءا على الاطلاق طيلة فترة نموها .

## جمع المعلومات المحصولية وحساب الانتاجية :

اثناء فترة الحصاد عند كل قطعة تجمع المعلومات من الحقل بالطريقة الآتية :

١ ـ يوضع اطار خشبي مستطيل بطول ٣ متر وعرض ٢ متر في منطقة جمع كل عينة داخل كل معاملة . ويختار الموضع التي تؤخذ منه العينة عشوائيا على طول الشريط التي يمثل هذه المعاملة . ثم يتم حصاد جميع البيانات التي داخل هذا الاطار وتوضع في اكياس من البلاستيك ثم تغلق هذه الاكياس وتوزع مباشرة لتحديد الوزن الطري للعينة .

٢ ـ يؤخذ جزءاً صغيرة من كل عينة ويوضع في كيس صغير من الورق ثم يحدد وزن هذا الجزء من العينة ويرقم حسب موقع العينة في الحقل والمعاملة التي تمثلها هذه العينة .

٣ ـ بعد اخذ اجزاء العينات من جميع المعاملات المختلفة بمعدل عينة واحدة لكل معاملة بحيث يتجمع في النهاية عشر عينات من الحقل بالكامل تحمل الاكياس الورقية لاجزاء العينات الى المعمل وتوضع في افران للتجفيف عند درجة ٧٠م° ولمدة ٤٨ ساعة حتى يتم تجفيفها تماماً .

٤ ـ بعد التجفيف توزن الاكياس الورقية ويحدد الوزن الجاف لاجزاء العينات المختلفة ومنه يحسب المحتوى المائي لكل عينة في كل معاملة .

٥ ـ تحسب كمية المادة الجافة في كل عينة من العينات التي تم اخذها في خطوة رقم ١ . ومن هذه الكمية تحسب انتاجية المعاملات المختلفة بالطن المتري من المادة الجافة للهكتار الواحد .

وبعد تجميع العينات مباشرة تزال الخيوط التي تقسم الحقل الى معاملات يتم حصاد الحقل الكامل باستخدام آلة حصاد مناسبة ، ويجمع المحصول خارج الحقل . وبعد تنظيف الحقل من بقايا المحصول ترجع الخيوط الى مكانها السابق ويشرع في الاعداد لفترة النمو التالية . وينبغي أن يراعى أثناء حصاد الحقل تفادي أي اضرار لانابيب النيوترون ميتر المغروسة في التربة ولهذا فإن المنطقة القريبة من هذه الانابيب يجب أن تحصد باليد بدل الآلة الحاصدة .

## مناقشة النتائج النهائية

يوضح جدول (١) العلاقة بين الانتاجية السنوية لمحصول الصفصفة الجافة وكمية الماء المستهلكة في عمليتي البخر والنتح لكل المعاملات المائية ابتداء من المعاملة المروية كلية (١) الى

المعاملة الجافة (٥) ، وذلك بموقعي البحث (محطة تجارب كلية الزراعة ومشروع وادي كحام الزراعي) خلال سنتي ١٩٨٤ و١٩٨٥ . ولقد تمت مطابقة البيانات الحقلية المذكورة في جدول (١) بمنحنى متعدد الحدود من الدرجة الثانية معادلته الجبرية .

ص= ١٫٩٨+٢٧٫٥٤٨ س- ٦٫٣٨٠ س$^{٢}$

ر = (٠٫٩٩) و(خ ت ع)= ٢٫٤٤١ طن

حيث : ص= الانتاجية من المادة الجافة بالطن المتري للهكتار (طن/هـ) .

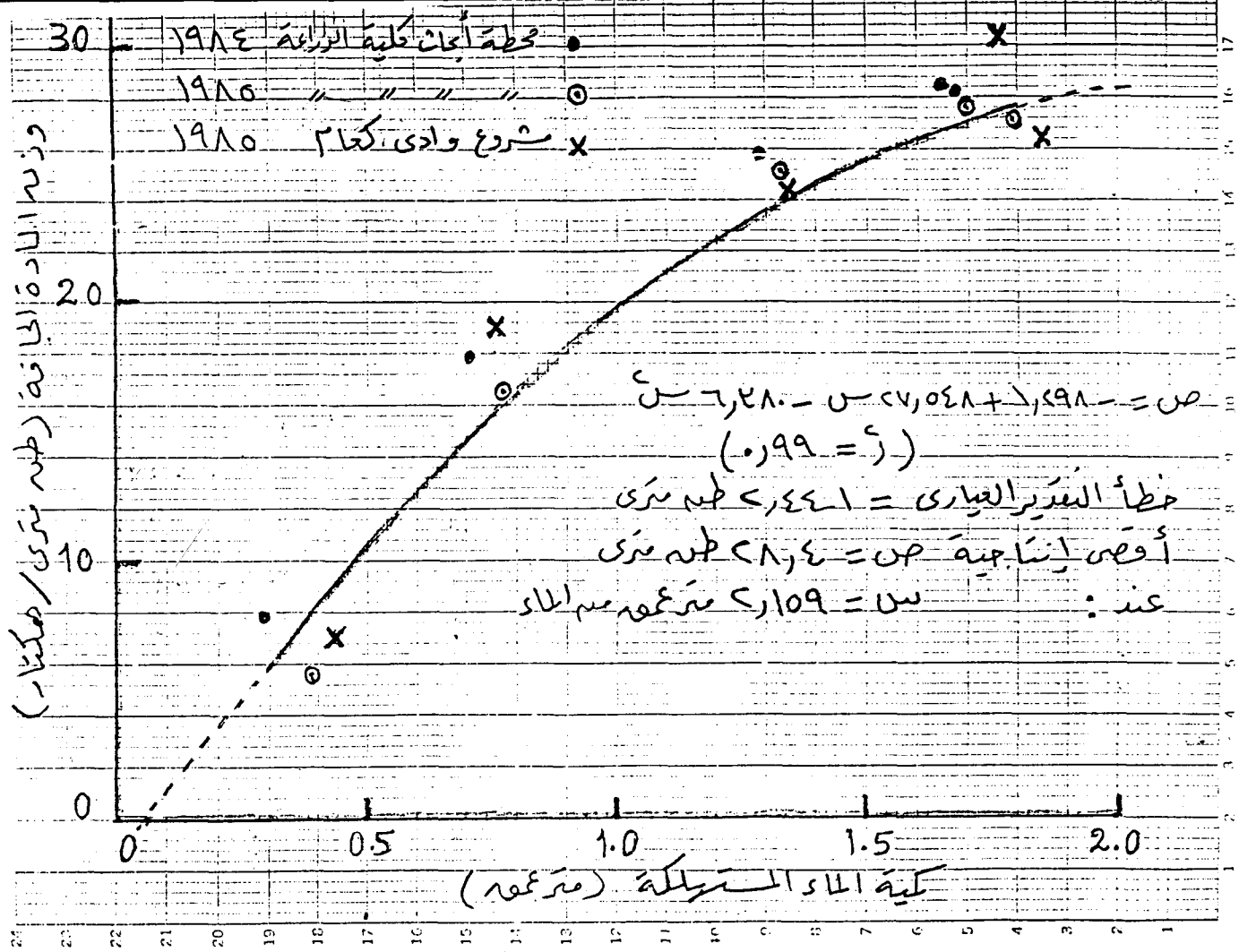
س= عمق الماء المستهلك في عمليتي البخر والنتح بالامتار (متر عمق) .

ر= معامل الارتداد الاحصائي للمعادلة .

خ ت ع= خطأ التقدير العياري من منحنى المعادلة (طن) .

| الموقع | المعاملة | عمق الماء المستهلك (س) متر عمق | الانتاجية (ص) طن/١ هكتار |
|---|---|---|---|
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ١٫٦٨١ | ٢٨٫٢ |
| ـ جامعة الفاتح | ٢ | ١٫٦٥٧ | ٢٨٫٤ |
| سنة ١٩٨٤ | ٣ | ١٫٢٨٦ | ٢٥٫٩ |
| | ٤ | ٠٫٧٠٢ | ١٨٫٠ |
| | ٥ | ٠٫٢٩١ | ٧٫٨ |
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ١٫٧٨٤ | ٢٧٫١ |
| ـ جامعة الفاتح | ٢ | ١٫٧٠٢ | ٢٧٫٦ |
| سنة ١٩٨٥ | ٣ | ٠٫٣١٩ | ٢٥٫٠ |
| | ٤ | ٠٫٧٦٦ | ١٦٫٦ |
| | ٥ | ٠٫٣٨٠ | ٥٫٤ |
| مشروع وادي كحام الزراعي | ١ | ١٫٨٤٣ | ٢٦٫٤ |
| بلدية المرقب | ٢ | ١٫٧٥٣ | ٣٠٫٥ |
| سنة ١٩٨٥ | ٣ | ١٫٣٢٥ | ٢٤٫٧ |
| | ٤ | ٠٫٧٥١ | ١٩٫٠ |
| | ٥ | ٠٫٤٢٨ | ٧٫٢ |

جدول (١) العلاقة الانتاجية السنوية للصفصفة الجافة وكمية الماء المستهلكة لكل المعاملات المائية ابتداء بالمعاملة المروية كليا (١) الى المعاملة الجافة (٥) وذلك خلال فترة التجربة الممتدة من ١٩٨٤/١/٥ الى ١٩٨٥/١١/١١ .




شكل (٤) العلاقة بين إنتاجية المادة الجافة وكمية الماء المستهلكة.

وتدل القيمة المرتفعة لمعامل الارتداد الاحصائي على ان المطابقة جيدة للغاية ويمكن تقبلها لوصف العلاقة بين الانتاجية واستهلاك الماء كما هو مبين في شكل (١) .

ويتضح من معاملة (١) بأن المنحنى المطابق للبيانات الحقلية بقطع محور السينات عند عمق مائي يعادل (٠٫٥٠) متر او حوالي ٥٠ ملليمتر . هذا القدر من الماء لم يستهلكه المحصول في عمليتي البخر والنتح لانتاج المادة الجافة ، وربما يعزى الى مفقودات البخر المباشر اثناء عمليات البخر والنتح لانتاج المادة الجافة وربما يعزى الى مفقودات البخر المباشر اثناء عمليات الري المتكررة والامطار الخفيفة بعد سقوطها مباشرة على سطح التربة واوراق النباتات . وبصورة عامة فهو قدر قليل جدا مقارنة بالكمية اللازمة لتحقيق الانتاجية القصوى للمحصول والتي تقدر من معادلة (١) بحوالي ما يقرب من (٠٫٢) مترا اذا امكن تعميم هذه العلاقة خارج حدود البيانات الحقلية . هذا من ناحية نظرية . اما من واقع التجربة فقد وصل اقصى انتاج ممكن الى ما يقرب من ٣٠ (طن/ هكتار) واقصى قيمة للماء المستهلك سنويا (١٨٫٠٠٠) متر$^{٣}$ للهكتار .

واذا اصبحت شدة العلاقة المبينة على البيانات المجمعة خلال فترة البحث ، فانه بالامكان التوصل (كما سنرى فيما بعد) الى نتائج واستعمالات عملية مفيدة للغاية تسهل على المهتمين بتخطيط مصادر المياه ومشاريع الري عملية اتخاذ القرار المناسب في ضوء البدائل والامكانيات الاقتصادية والاجتماعية المتاحة . وسنحاول فيما يلي الحصول على قيم عددية لمعايير تساعدنا على التطبيق العملي للنتائج التي تم الحصول عليها في شكل (١) .

## الكفاءة الحدية لاستهلاك الماء (ك ح هـ م) :

تعرف الكفاءة الحدية لاستهلاك الماء على انها وزن المادة الجافة التي تنتجه كل وحدة وزن اضافية من الماء المستهلك . ويمكن التعبير عنها جبريا باخذ المشتق الاول لمعادلة (١) كما يلي :

$$(\text{ك ح هـ م}) = \frac{\text{دص}}{\text{دس}} = ٢٧٫٥٤٨ - ١٢٫٧٦٠ \text{ س} \quad \ldots\ldots (٢)$$

ومنه يمكن حساب (ك ح هـ م) لكل معاملة من المعاملات المائية كما هو مبين بجدول (٢) . ونلاحظ من جدول (٢) ان (ك ح هـ م) تقل كلما زادت كمية ماء الري . اي ان زيادة ماء الري تزيد من الانتاجية الكلية النهائية للمحصول ولكن الزيادة في الانتاجية الناتجة عن اضافة كل وحدة مائية بالوزن تكون اقل من سابقتها حسب قانون المردود التناقصي التي تمثله معادلة (١) .

وكما سنرى فيما بعد ، يمكن استخدام هذه النتيجة في الوصول الى افضل مستوى انتاجي من ناحية اقتصادية حسب اسعار المحصول وتكلفة ماء الري والموارد الاقتصادية الاخرى

كمساحة الارض الزراعية المتوفرة وتكلفة عناصر الانتاج من عمالة وتفاوت مبيدات واسمدة وغيرها .

## الكفاءة الموسمية لاستهلاك الماء (ك م هـ م) :

تعرف الكفاءة الموسمية لاستهلاك الماء بمتوسط وزن المادة الجافة التي تنتجه كل وحدة من الماء الكلي التي تم استهلاكه خلال مواسم النمو . ويمكن التعبير عنها جبريا بالمعادلة :

$$(\text{ك م هـ م}) = \frac{\text{ص}}{\text{س}} = ٢٧ر٥٤٨- \left( \frac{١ر٢٩٨ + ٦ر٣٨٠ \text{ س}^{٢}}{\text{س}} \right) \ldots\ldots (٣)$$

ويبين الجدول (٣) قيمة (ك م هـ م) لكل المعاملات المائية . ومنه يتضح ان (ك م هـ م) تقل كلما زادت كمية الماء المستهلكة خلال موسم النمو .

| الموقع | المعاملة | الكفاءة الحدية لاستهلاك الماء | |
|---|---|---|---|
| | | طن/متر | كغم/متر$^{٣}$ |
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ٠ر٨٧٨ | ٠ر٠٨٨ |
| جامعة الفاتح | ٢ | ١ر٣٥٤ | ٠ر١٣٥ |
| سنة ١٩٨٤ | ٣ | ٨ر٧٢٦ | ٠ر٨٧٣ |
| | ٤ | ٢٠ر٣٣٠ | ٢ر٠٣٣ |
| | ٥ | ٢٨ر٤٩٠ | ٢ر٨٥٠ |
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ٠ر٩١٧ | ٠ر٠٩٢ |
| جامعة الفاتح | ٢ | ٢ر٥٤٦ | ٠ر٢٥٥ |
| سنة ١٩٨٥ | ٣ | ١٠ر١٥٦ | ١ر٠١٦ |
| | ٤ | ٢١ر١٤٤ | ٢ر١١٤ |
| | ٥ | ٢٨ر٤٩٧ | ٢ر٨٥٠ |
| مشروع وادي كحام الزراعي | ١ | ٠ر٢٥٥ | ٠ر٠٢٦ |
| بلدية المرقب | ٢ | ١ر٥٣٣ | ٠ر١٥٣ |
| سنة ١٩٨٥ | ٣ | ١٠ر٠٣٧ | ١ر٠٠٤ |
| | ٤ | ٢١ر٤٤٣ | ٢ر١٤٤ |
| | ٥ | ٢٧ر٨٦١ | ٢ر٧٨٦ |

جدول (٢) كفاءة المحصول الحدية لاستهلاك الماء (ك ح هـ م) لكل المعاملات المائية ابتداء من المعاملة المروية كليا (١) الى المعاملة الجافة (٥) وذلك خلال فترة التجربة الممتدة من ١٩٨٤/١/٥ الى ١٩٨٥/١١/١١ .

| الموقع | المعاملة | الكفاءة الموسمية لاستهلاك الماء | |
|---|---|---|---|
| | | طن/متر | كغم/متر$^3$ |
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ١٦ر٨٧ | ١ر٦٧٨ |
| جامعة الفاتح | ٢ | ١٧ر٠١ | ١ر٧٠١ |
| سنة ١٩٨٤ | ٣ | ٢٠ر٤٦ | ٢ر٠٤٦ |
| | ٤ | ٢٥ر٣٩ | ٢ر٥٣٩ |
| | ٥ | ٢٦ر٧٨ | ٢ر٦٧٨ |
| محطة تجارب كلية الزراعة | ١ | ١٥ر٨١ | ١ر٥٨١ |
| جامعة الفاتح | ٢ | ١٤ر٨٢ | ١ر٤٨٢ |
| | ٣ | ١٩ر٤٣ | ١ر٩٤٣ |
| | ٤ | ٢٢ر١٦ | ٢ر٢١٦ |
| | ٥ | ١٩ر٣٠ | ١ر٩٣٠ |
| مشروع وادي كحام الزراعي | ١ | ١٥ر٣٢ | ١ر٥٣٢ |
| | ٢ | ١٦ر٠٧ | ١ر٦٠٧ |
| | ٣ | ١٩ر٣٩ | ١ر٩٣٩ |
| | ٤ | ٢٢ر١٨ | ٢ر٢١٨ |
| | ٥ | ٢٠ر٣١ | ٢ر٠٣١ |

جدول (٣) كفاءة المحصول الموسمية لاستهلاك الماء (ك م هـ م) لكل المعاملات المائية ابتداء من المعاملة المروية كليا (١) الى المعاملة الجافة (٥) وذلك خلال فترة التجربة الممتدة من ١٩٨٤/١/٥ الى ١٩٨٥/١١/١١ .

ومن ناحية تحليلية فان (ك ح هـ م) افيد بكثير من (ك م هـ م) . فبينما لا تعدو قيمة (ك م هـ م) كونها متوسطا حسابيا لاغير ، نجد ان (ك ح هـ م) تخبرنا عن معدل التغير في كمية الانتاج (س) عند اي قيمة لكمية الماء المستهلكة (س) اذا زدنا قيمة (س) بقدر متناه للغاية . وبعبارة اخرى فان (ك ح هـ م) تخبرنا عما يحدث لقيمة (ص) عند اي قيمة للمتغير (س) اذا حدث تغيير جدي في (س).

وبالرغم من ان (ك ح هـ م) تقيم عند نقطة هندسية على منحنى الاستجابة (اي عند $\frac{\text{دص}}{\text{دس}}$ ) الا انها تقاس بعدد وحدات (ص) لكل وحدة من (س) على اعتبار انها معدل تغير .

وتجدر بنا الاشارة هنا الى انه عندما يمر المنحنى خلال نقطة الاصل ينبغي ان تكون (ك ح هـ م) دائما اقل من (م ح هـ م) تبعا للمردود التناقضي بداية الاستجابة التي يمثلها المنحنى حسب معادلة (١) . ويتضح هذا من حقيقة ان ميل المنحنى عند اي نقطة واقعة عليه يكون دائما اقل من ميل الخط الواصل بين هذه النقطة ونقطة الاصل .

## الحد الاقصى للانتاجية (ص) :

وهو اكبر قدر ممكن من وزن المادة الجافة يتم انتاجه بتوفير المزيد من ماء الري للمحصول مع الابقاء على بقية العوامل الانتاجية الاخرى متوفرة بمقادير لا تحد من نمو المحصول . ويحدث هذا استنتاجا من معادلة (١) عندما تكون (ك ح هـ م)= صفر اي عند :

$$\frac{\text{دص}}{\text{دس}} = ٢٧ر٥٤٨ - ١٢ر٧٦٠ \text{ س} = \text{صفر}$$

او عند س= ٢ر١٥٩ متر عمق من الماء .

وهي قيمة الاحتياجات المائية السنوية القصوى اللازم توفيرها للمحصول لضمان اقصى انتاجية ممكنة وراثيا (ص) يمكن تقديرها من معادلة (١) بحوالي (٢٨ر٤) طن/ هكتار وتؤدي اي زيادة في قيمة (س) عن القيمة السابقة الى تأثيرات ضارة بالمحصول مثل سوء صرف التربة وما قد يترتب عليه من اضرار مما يؤدي الى انخفاض الانتاجية الكلية للمحصول (ص) الى ان تتلاشى بموت المحصول .

## استعمال العلاقة بين الانتاجية واستهلاك الماء لتحديد التوزيع الامثل لماء الري :

أ ـ الحالة الاولى : عندما تكون رغبة المصمم او المخطط هي توفير اكبر قدر ممكن من الماء بغض النظر عن المردود الاقتصادي للعملية الانتاجية الكلية .

في مثل هذه الحالة ينبغي على المصمم او المخطط ان يحقق اكبر قيمة ممكنة للكفاءة الموسمية لاستهلاك الماء بحيث يصبح اكفأ مستوى انتاجي عند اعلى قيمة عددية تصلها (ك م هـ م) . اي عند :

$$\frac{\text{د(ك م هـ م)}}{\text{س}} = ١ر٢٩٨ \text{ س}^{-٢} - ٦ر٣٨٠ = \text{صفر} \ldots\ldots (٤)$$

او $\text{س} = \frac{١ر٢٩٨}{٦ر٣٨}$ = ٠ر٤٥١ متر عمق من الماء لتغطي انتاجا اقصى قدره حوالي (٩ر٨) طن للهكتار .

وبهذه الكيفية يمكن في حالة الموارد المائية المحدودة التوسع في مساحة الاراضي الزراعية على حساب التقليل من مواجهة الاحتياجات المائية القصوى (١٥٩ر٢ متر عمق) والمحصول على الانتاجية القصوى (٢٨ر٤ طن/ هكتار) .

ب ـ الحالة الثانية :

عندما يرغب المصمم او المخطط في تحقيق اكبر مردود اقتصادي ممكن للماء المستعمل في عملية الانتاج .

في مثل هذه الحالة ، لكي تصبح النتائج التي تم التوصل اليها مناسبة للتحليل لكيفية توزيع ماء الري على المحصول وتحديد مستوى الانتاج الذي يحقق اكبر مردود ممكن ، لابد من تحويل المتغيرات (س) و(ص) في معادلة (١) الى وحدات قابلة للمقارنة باستخدام معاملات تحويل لا تتضمنها المعادلة الرياضية وينبغي على الباحث او المصمم او المخطط ان يقررها مسبقا على اساس يتناسب مع احتياجات تحديده لمعنى اكبر مردود ممكن . غير انه من الاهداف التي يسعى اليها الباحث او المصمم او المخطط في هذا المجال هدفان رئيسيان هما :

١) الحصول على اكبر انتاجية ممكنة .

٢) ضمان اكبر مردود اقتصادي على هيئة ربح

وفي كلا الحالتين يمكن التعبير عن الهدف المرغوب (هـ) بالعلاقة :

$$هـ = ع ص - عَ س \quad \ldots\ldots \quad (٥) .$$

وتسمى هذه العلاقة بدالة الهدف (هـ) . وهي مجرد الفرق بين ما يمكن الحصول عليه (ع ص) وما يمكن فقدانه (ع س) حيث (ع) و(عَ) معاملات تحويل كل من (ص) و(س) على الترتيب الى وحدات قابلة للمقارنة . وعلى الباحث او المصمم او المخطط تحقيق اكبر قدر ممكن من (هـ) .

فلتحقيق اكبر انتاجية ممكنة :

$$هـ = ص \quad \ldots\ldots \quad (٦) .$$

حيث ع=١ وعَ= صفر ، تصبح العملية الانتاجية عملية كسب بدون مفقود .

وبغض النظر عما اذا كان الهدف (هـ) الانتاجية القصوى او اكبر ربح مالي او اي شيء اخر ، فان الفرق الوحيد هي الطريقة التحليلية يكمن في اختيار معاملات التحويل (ع) او (عَ) المستخدمة في المقارنة بين المردود او المفقود في العملية الانتاجية . وسواء كانت معاملات التحويل هذه ثوابت طبيعية او الاسعار السائدة في السوق او اي شيء اخر يقرره المحلل ، فانها تمثل معايير الندرة النسبية المستخدمة لتقييم المردود والمفقود . وبهذا المعنى فان تحديد الظروف

الانتاجية المثلى هو في جوهره عملية اقتصادية بحتة بغض النظر عما اذا كانت معاملات التحويل هي الاسعار النقدية للمردود والمفقود او اي شيء اخر .

ولهذا السبب سنشير الى معاملات التحويل على انها اسعار نقدية والهدف (هـ) على انه كسب مادي ونفترض هنا ان المفقودات لا تتضمن استهلاك عوامل الانتاج الاخرى كالارض مثلا . وانطلاقا من هذا المفهوم سنحاول بالاشارة الى شكل (٢) تحديد المستوى الانتاجي الامثل لتحقيق اكبر قدر ممكن من الهدف (هـ) .

لقد سبق وان اشرنا الى ان :

$$ص = \text{دالة } (س) \quad \ldots\ldots \quad (٧) .$$

بالنسبة لدالة الهدف :

$$هـ = ع\ ص - عَ\ س \quad \ldots\ldots \quad (٨)$$

فيأخذ المشتق الاول لمعادلة (٨) نحصل على

$$\frac{دهـ}{دس} = \frac{دص}{دس}\ ع - عَ \quad \ldots\ldots \quad (٩) .$$

وتكون اكبر قيمة ممكنة للربح المالي (هـ) عندما تكون $\frac{دهـ}{دس}$ = صفر

وبحل معادلة (٩) نحصل على الشرط الاساسي لضمان اكبر ربح ممكن وهو :

$$\frac{دص}{دس} = \frac{عَ}{ع} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (١٠) .$$

اي ان المستوى الانتاجي الامثل هو عندما تكون الكفاءة الحدية لاستهلاك الماء (ك ح هـ م) مساوية للنسبة بين سعر المفقود وسعر المردود . ويوضح الشكل (٥) الخط (أب) الذي ميله يساوي (عَ/ع) ويمس المنحنى عند نقطة (ب) التي تحقق معادلة (٩) بحيث تحتم الكيفية المثلى لتوزيع ماء الري تخصيص الكمية (هـ جـ) لتحقيق انتاجية تعادل هـ عـ) وتصبح معادلة (٨) :

$$٥ = ع\ (هـ\ عـ) - عَ\ (هـ\ جـ)$$

ونظرا لتغير أسعار الماء من مكان الى مكان وصعوبة تقديرها حسب الاغراض المختلفة والقناعات الفردية عند البشر . وكذلك تباين اسعار المحصول حسب العرض والطلب فاننا لا نستطيع هنا تحديد سعرا ثابتا لتكلفة ماء الري (ع) او بسعر المحصول (ع) . ولهذا السبب نكتفي هنا بحل المعادلتين (٢) و(١٠) لقيم مختلفة للاسعار (ع) و(عَ) حتى نتمكن من الحصول على مستويات الانتاج المثلى عند هذه الاسعار تاركين لكل باحث او مهتم حرية تقدير الاسعار السائدة في السوق كما تبدو له من وجهة نظره حسب المكان والزمان . فاذا افترضنا لغرض التوضيح ان تكلفة المتر المكعب الواحد من ماء الري في منطقة طرابلس تعادل (١٠٠) درهما فان سعر الهكتار ـ متر من الماء يصبح (١٠٠٠) دينارا ليبيا . فاذا كان سعر بيع الطن الواحد من الصفصفة الجافة يقرب من (١٤٠) دينارا ليبيا فان معادلة (١٠) تصبح :

$$\frac{\text{دص}}{\text{دس}} = \frac{١٠٠٠}{١٤٠} = ٧ر١٤٣$$

ومن معادلة (٢) نحصل على قيمة الماء اللازمة لتحقيق المستوى الانتاجي الامثل حيث

٧ر١٤٣= ٥٤٨ر٢٧-٧٦٠ر١٢س

او س= ٥٩٩ر١ متر عمق من الماء

اي س= ١٥٩٩١ متر$^{٣}$ من الماء

ومن معادلة (١) يمكننا حساب قيمة الانتاجية المثلى تحت هذه الظروف (ص) حيث :

ص = ٢٩٨ر١ + ٥٤٨ر٢٧س - ٣٨٠ر٦ س$^{٢}$

= ٢٩٨ر١ + (٥٤٨ر٢٧) (٥٩٩ر١) - (٣٨٠ر٦) (٥٩٩ر١)$^{٢}$

= ٢٦ر٤ طن للهكتار

ويوضح جدول (٤) مستويات الانتاج المثلى لعدة قيم من (ع) و(عَ) . ومنه يتضح انه كلما انخفضت قيمة سعر الماء (عَ) بالنسبة لسعر المحصول (ع) ينبغي اضافة المزيد من ماء الري لتحقيق الانتاجية المثلى للمحصول . وفي النهاية عندما تصل قيمة (عَ) حدها الادنى الذي هو صفر كما هو الحال في حالة توفر الماء توفر الماء مجانا او بدون تكلفة تذكر ، ينبغي استعمال كافة الماء اللازم للوصول الى الاحتياجات المائية القصوى للمحصول والتي تحقق اكبر قدر ممكن من الانتاجية . وينبغي ان نشير هنا الى ان الاسلوب التحليلي الذي تعرضنا اليه هنا يهمل تكلفة عوامل الانتاج وما يلحق تكلفة ماء الري من عمالة ومعدات وصيانة وغيرها . فلا ينبغي اشغال هذه الجوانب اثناء محاولة تطبيق هذا الاسلوب التحليلي للوصول الى نتائج عملية على ارض الواقع .

# دراسة حقلية لتقدير التوصيل الهيدروليكي غير المشبع وتقدير التدفق العلوي للماء من مستوى ماء أرضي


## موجز :

كان الهدف من الدراسة هو الوصول الى بيانات حقلية للتوصيل الهيدروليكي غير المشبع لتربة رسوبية مختارة في حوض الفرات ـ سورية تتميز بالتطبيق وبتواجد مستوى ارضي ـ كان ايضا قياس التدفق من مستوى الماء الارضي هو هدف للدراسة .

تم التعبير عن التوصيل الهيدروليكي لكل ١٠ سم عمق كدالة لدرجة التشبع الرطوبي وكدالة للعد النسبي لجهاز النترون بروب . الشد الرطوبي تم التعبير عنه بصورة مشابهة كدالة لدرجة التشبع ولنسبة العد ، تم عنصرة المتغيرات المشتركة للوصول الى التوصيل الهيدروليكي كدالة للشد الرطوبي . تم التعويض عن دالة التوصيل الهيدروليكي في قانون دراسي واجراء التكامل عددياً لقياس التدفق المائي العلوي ، الحركة العلوية للماء خلال قطاع ارضي في وجود مستوى ماء أرضي تم قياسه ومقارنته بالقيم المحسوبة .


**مقدمة :**

تحقيق الوصف الكمي للعمليات الفيزيائية ذات العلاقة في حركة الرطوبة الارضية تتطلب معرفة التوصيل الهيدروليكي ، ونتيجة ذلك تقليص حركة الماء في قطاع التربة الى مسألة رياضية . ونظراً لتعقد نظام التربة الطبيعي فان البيانات الحقلية تضفي أهمية خاصة للحسابات الرياضية .

---


د . عبد الرحمن غيبة نقابة المهندسين الزراعيين السوريين .

هناك طرق عديدة لتقدير التوصيل الهيدروليكي . قدم ريتشاردس وآخرون عام ١٩٥٦ ـ طريقة لتقدير التوصيل الهيدروليكي (K) كدالة للشد الرطوبي خلال مرحلة الصرف لحقل مروي مغطى . استخدم بحاثة آخرون الطريقة ذاتها .

(نيلسن وآخرون ١٩٦٤ ـ روز وآخرون ١٩٦٥ ـ فان بافل وآخرون عام ١٩٦٨ ـ كاسل ١٩٧٥) . قدم أريا وآخرون عام ١٩٧٥ طريقة حقلية غير محددة بالقيم العالية الرطوبة ، في قطاع مرطب معرض للتبخر والصرف تم قياس موقع مستوى حفر التدفق المتحرك الى الاسفل . معدل التدفق عبر أي مستوى تم الوصول اليه بتكامل معدل تغير الرطوبة بين مستوى صفر التدفق والعمق ذو العلاقة ، الانحدار الهيدروليكي تم الحصول عليه من قياسات التنسيومترات . هذه الطريقة استخدمت في هذا البحث .

قدم ميلر وميلر عام ١٩٦٥ الاعتبارات التحليلية للمقايسة وذلك لتبسيط الصفات المائية المقاسة حقليا . وقد طبق سيمون وآخرون عام ١٩٧٩ طريقة المقايسة وبين ذلك لمنحنيات الرطوبة الارضية والتوصيل الهيدروليكي وارفق برامج كومبيوتر لعملية المقايسة .

تم قياس الحركة العلوية للماء خلال اعمدة تربة متجانسة في وجود مستوى ماء ارضي من قبل ريمسون وفوكس ١٩٥٥ ، جاردنر ١٩٥٨ ، ريتما ١٩٦٥ . الحركة العلوية للماء خلال عمود تربة مطبق بطبقتين ثم تحليله رياضيا من قبل ويلسي ١٩٦٠ ـ وهداس وهليل ١٩٧٢ ، التغاير بين النتائج التجريبية والحسابية عزيت من قبل ويلس عام ١٩٦٠ الى الفروق في درجة الكثافة على طول القطاع الارضي اما هداس وهليل ١٩٧٢ فقد عزوا الفروق بتواجد مقاومة تلامس بين الطبقات لوجود تغيرات حادة في قوام التربة وبنائها .

## المواد والطرق :

### الطرق الحقلية :

التربة موضوع الدراسة هي رسوبية المنشأ ترسبت بفعل مياه الفيضان لنهر الفرات ، تتميز التربة بتغيرات قوام حادة تبعا لحالة ترسيب الفيضان . القوام هو طيني لومي متقاطع مع طبقات لومية او سلتية لومية .

تظهر بلورات الجبس بين عمق ٨٠ ـ ١٠٠سم . الحقل مجهز بمصارف مغطاة على مسافة ٥٠م ويتذبذب مستوى الماء الارضي بين ١,٠ متر صيفا ١,٤٥سم شتاء .

موقع التجربة كان محطة البحوث التابعة للمركز العربي لدراسات الاراضي الجافة والقاحلة القريبة من مدينة دير الزور الموقع هو لمحاصيل مروية تشمل القطن الذرة الصفراء ـ القمح ـ والفصة ، ويتضمن الجدول (١) الصفات الفيزيائية والكيميائية للقطاع الارضي .

تم اقامة ثلاثة قطع تجريبية ٣,٥×٣,٥م . كل قطعة محاطة بهيكل حديدي ٣,٥×٣,٥×٠,٥م سماكة ٢ملم مغروس لعمق ٥٠سم ، تم حفظ كل قطعة بواسطة اعمدة حديدية عند الزوايا مغلقة بمنخل بعرض ٢,٢م للحماية من القوارض وغيرها .

كما تم تغطية كل قطعة بسقف من الـ (ب ف ث) المموج المائل للحماية من الامطار المسافة بين القطع كانت بحدود ١٠ متر ، تم عمل آبار ملاحظة لعمق مستوى الماء الارضي .

تم عمل التنسيومترات من فناجين سيراميك وانابيب ب ف ث قطر ١,٣سم موصولة بكأس زئبق عن طريق انابيب بولي اثيلين شفاف بقطر داخلي ١مم ، وقد تم قياس الصعود الشعري لتلك الانابيب بوجود زئبق ـ ماء ووجد انه بالمتوسط يعادل ٥ ملبيار .

تم انشاء التنسيمومترات في كل قطعة لكل ١٠سم عمق بدءا من عمق ١٠سم وحتى عمق ١٢٠ سم بثلاثة مكررات . تم توزيع التنسيومترات عشوائيا في كل قطعة مع ترك مساحة بقطر متر في مركز كل قطعة ، حيث تم عمل انبوب لقراءة النترون ـ بروب بعمق ٢ متر مغروس في التربة لعمق ١,٧٥ متر مع الحرص على وجود تلامس جيد بين الانبوب والتربة . ثم تحديد حفر القراءات للتنسيومترات وتم ملء التنسيومترات بالماء المغلي المعالج بكبريتات النحاس وتم ايضا تحقيق التلامس بين الزئبق والماء وجهزت التنسيومترات بمسطرة قياس مدرجة بالمليبار .

تم ري القطع عن طريق خزان قريب وتم تغطية القطع بغطاء من البولي ايثيلين حتى انتهاء رشح المياه . تم اجراء الغمر للقطع مرتين للتحقيق من حالة التشبع .

رفع الغطاء عن القطع للسماح بعملية البخر واخذ العينات للرطوبة وقراءة التنسيومترات وقراءة النترون بروب .

تم اخذ عينات رطوبة بمسبار رطوبة وذلك كل ١٠ سم عمق وحتى ١٢٠ سم وتم اخذ اربعة عينات تربة لكل عمق وجمعت كل عينتان في علبة رطوبة لتقدير نسبة الرطوبة . تم اخذ قراءة النترون بروب على فترة ١٠سم بدءا من عمق ١٥سم . بدء بأخذ العينات كل يوم من الاسبوع الأول ثم كل ٢ ـ ٣ يوم بعد ذلك استمرت التجربة لمدة ثلاثة اشهر كان متوسط درجة حرارة التربة عند عمق ٥٠سم يتراوح مابين ٩ ـ ١٨ درجة مئوية . اخذت عينات الكثافة الظاهرية باستخدام جهاز لتز (لتز ١٩٤٧) ، حيث اخذت ستة عينات لكل عمق . استخدمت هذه العينات لتقدير منحنيات الشد الرطوبي .

في نهاية التجربة تم اخذ مونوليث اسطواني بقطر ١٦سم وعمق ١١٠سم وذلك بدفع انبوب ب ف ث في قطاع تربة اسطواني مشذب بالسكين .

وروعي أن يكون عمق القطاع داخل الانبوب وخارجه على نفس المستوى ، تم تغطية سطح المونوليث بالبرافين المصهور وتم وصل المونوليث بقطعة من انبوب ب ف ث مملوءة بالحصى

مجهزة بفتحة للماء ومانومتر وتم نقل المونوليث الى المخبر المركزي ـ بدمشق لاجراء تجارب تبخير تحت ظروف ثابتة من الحرارة .

## الطرق المخبرية :

تم تجهيز المونوليث بتنسيومترات كل ٥سم عمق وتم التحكم بعمق مستوى الماء الارضي بسحاحة ماريوت ، تم اجراء البخر بواسطة مروحة تعمل بصورة مستمرة ذات قوة تبخرية بمعدل ١٢ملم/ يوم . ثم رفع مستوى الماء الارضي ١٠سم كل مرة بعد مضي اسبوع للتأكد من حالة استقرار البخر .

تم اجراء الشد الرطوبي ونسبة الرطوبة باستخدام طاولة شد وذلك لقيم جهود تقل عن ١٠٠سم واستخدام اجهزة استخلاص رطوبة لقيم الجهود العالية .

## الطرق الرياضية :.

### حساب التوصيل الهيدروليكي

تم توليد بيانات التوصيل الهيدروليكي من المدخلات العمق ($Z_J$,J=1,2,...M)الشد الرطوبي ($h_{jik}$, k=0.1...n) والمحتوى الحجمي للرطوبة $0_{jik}$ وذلك باستخدام الطريقة المقترحة من قبل أريا وآخرون (١٩٧٥) حيث ان R,J هي العمق والزمن . موقع مستوى صفر التدفق في أي وقت افترض أنه موجود عندما يكون متوسط فرق الجهد الهيدروليكي $\Delta H$ صفراً أو عندما يغير اشارته حيث ان :

$$\Delta H= (h(J,k)+D(J)+ h(J,k_P)+ D(J) - h(J_P,k) - D(J_P)- h(J_P,k_p)-D(Jp))/2 \qquad (١)$$

حيث أن :

$$Jp = J + 1$$
$$kp = k +1$$

دون مستوى صفر التدفق فان الحجم الكلي من الماء Q (J+½, k+½) التي اخترقت اي مستوى $Z_j = (D(j) + D(Jp))/2$ تعادل حجم الماء المفقود من كافة الطبقات التي تعلو المستوى $Z_J$ وحتى مستوى صفر التدفق أي حسابياً تعادل :

$$Q(J- ½, k+ ½)= ((\Theta j,k+\Theta j\text{-}1 ,k - \Theta j,k_p - \Theta j,k_p-\Theta j\text{-}P,k_p) (Dj_p - Dj)/4$$
$$+ (Q^*j - ½ / k + ½) +....+$$
$$(Q^*_{DZFP} + ½, k + ½) \qquad (٢)$$

حيث أن $Q^*$ تبين الحجم الصافي من المياه المفقودة من أي عمق بين مستوى صفر التدفق والمستوى المقاس أي :

$$Q^*(j-\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}) = ((\Theta j,k + \Theta j-1,k - \Theta j,k_p - \Theta j-1,k_p)(Dj - Dj-1))/2$$

فوق مستوى صفر التدفق فان الحجم الكلي من المياه $(Qj+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2})$ التي اخترقت المستوى Zj تعادل حجم الماء المفقود من كافة الطبقات دون Zj وحتى مستوى صفر التدفق أي حسابياً تعادل :

$$Q(j+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}) = ((\Theta j,k + \Theta j_p,k - \Theta j,k_p - \Theta j_p,k_p)(Dj_p - Dj))/4$$
$$+ (Q^*j_p+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}) + .... + (Q^*_{DZFP} - \frac{1}{2}, k+\frac{1}{2})$$

حيث ان $Q^*$ تبين الحجم الصافي من الماء المفقود من أي عمق بين مستوى صفر التدفق والمستوى $Z_i$ أي

$$Q^*(Jp+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}) = ((Q_{JP},k+1.k - Q_{JP} - Q_{JP}H,Kp)(D_J+1,D_{JP}))/2$$

وتكون قيمة التوصيل الهيدروليكي تبعاً لدراسي :

$$K_{J+\frac{1}{2}, K+\frac{1}{2}} = \frac{Q(J+\frac{1}{2}, K+\frac{1}{2})(Dj - D_J+1)}{(tkp - tk)(\Delta H)}$$

وقد تم افتراض ان الطبقة من صفر - ١٠سم هي متجانسة ، قيم J,K كانت ٥٠ و ١١ على التوالي في المرة الأولى و٤٠ و ١١ عند تكرار التجربة .
تم حل المعادلات باستخدام الحاسب .

## النماذج الفيزيائية المستخدمة :

بيانات التوصيل الهيدروليكي لكل ١٠سم المتحصل عليها من القطع الثلاث تم تجميعها وتوقيعها كدالة للمحتوى الحجمي للرطوبة واستخدم لذلك النموذج - الفيزيائي .

$$K = a\ EXP(b(s-1)) \qquad (٧)$$

حيث ان a , b هي ثوابت وS هي درجة التشبع (Q/Qo) ، حيث ان $Q_O$ الرطوبة الحجمية الحقلية المشبعة . وقد استخدم النموذج التراجعي الخطي

$$In\ K_i = Ina + b(s-1)i \qquad (٨)$$

بيانات محتوى الرطوبة الحجمي والشد الرطوبي لكل ١٠سم تم الحصول عليها من القطع الثلاث التي جمعت واستخدم النموذج التراجعي المقترح من قبل سيمون ١٩٧٩ لها :

$$h=A\ (e^{B(s-1)}-1) \qquad (٩)$$

وقد تم تقدير B بشكل تقريبي من النموذج :

$$\ln hi=\ln Ad+Bd(s-1)i \qquad (١٠)$$

على اعتبار ان :

$$Bd = B\ \frac{1}{1+\bar{e}^{B(s-1)}} \qquad (١١)$$

حيث ان القيمة المطلقة لـ(B) هي اكبر من الواحد وأن :

$$Bd \rightarrow B \qquad \text{عند } (s-1) \rightarrow -١$$

وبالتالي فقد استعملت عشرين نقطة من المرحلة الجافة من القطاع لتقدير قيمة لـ B . قيمة B اعيد استخدامها في النموذج (٩) واستخدم النموذج التراجعي الخطي :

$$hi = A\ (e^{B(s-1)}- 1)i \qquad (١٢)$$ لتقدير A .

رطوبة التربة كدالة لنسبة العد لجهاز النترون بروب تم تمثيلها بالنموذج التراجعي

$$Qi=M\ CRi+N \qquad (١٣)$$

حيث قدرت N.M من بيانات القطع الثلاث .
الشد الرطوبي ونسبة العد لجهاز النترون بروب لكل عمق تم تمثيلها بالنموذج

$$h=A'\ (e^{B'(CR/CR_O-1)}-1) \qquad (١٤)$$

حيث ان $CR_O$ هي متوسط العد المقابل لقيم جهد يتراوح مابين صفر و-٥ ملليبار وتم تقدير B′ بصورة مبدئية من النموذج التراجعي .

$$\ln hi=A'd+B'd(CR/CR_O-1)$$

وذلك باستخدام عشرين قيمة من كل قطعة في المرحلة الجافة .

اعيد استخدام B في النموذج الرياضي (١٤) لتقدير A′ بالنموذج التراجعي

$$hi = A'(e^{B'(CR/CR_{o-1})}-1)i \qquad (١٦)$$

## طريقة تحليل التدفق العلوي المستقر للماء :

استخدم قانون دراسي في الانجاز العلوي على الشكل :

$$q=K(\frac{dh}{dz} - 1) \qquad (١٧)$$

وتم تكامل المعادلة (١٧) واعادة ترتيبها لتعطي :

$$hi+1 = hi + (\frac{q}{K(hi,z)}+1)\ \Delta Z \qquad (١٨)$$

حيث ان i هي رمز الخطوة وZ هي الارتفاع عن مستوى الماء الارضي . تم حل المعادلة (١٨) من قاع القطاع الارضي حيث Z= صفر ، h= صفر على افتراض استمرارية منحنى الشد الرطوبي اي عدم وجود مقاومة تلامس (هداس ـ هليل ١٩٧٢) ، وقد تم اختبار رياضي لاختيار القيمة المناسبة لحجم الخطوة ($\Delta Z$) وقد استعمل الحل التحليلي المقدم من قبل جاردنر ١٩٥٨ للدالة $K=a(b+h^n)^1$ حيث ان n,b,a هي ثوابت وذلك لاختيار حجم الخطوة .

وقد جمعت كافة قيم K-h لقطاع التربة كان انسب توافق عند قيم الثوابت $n=3, b=10^4$, $a=3.5\times10^4$

وقد تم حل المعادلة (١٨) باستخدام المدخلات q = ١,٠ سم/يوم وثلاثة مستويات لحجم الخطوة هي ٠,٠١ ، ٠,١ ، ١سم .

وقد تم تقدير العمق المتراكم (Z) المتحصل عليه من المعادلة (١٨) والعمق التكاملي (L) وتم توقيع الخطء النسبي المعروف $\frac{Z-L}{L}$ كدالة للشد النسبي h/l على ورق نصف لوغارتمي .

وقد وجد ان الحجم خطوة ٠,١ سم تراوح الخطء بين ١٠ الى ٢,٧×١٠ وذلك في مجال من الشد النسبي يتراوح مابين ١ و٤,٥ بعد ذلك اتجه الخطء النسبي للاستقرار .

وقد وجد ان الخطء النسبي يعتمد خطياً على حجم الخطوة ، ونتيجة لذلك فقد اعتمد حجم خطوة بمقدار ٠,١ سم .

## النتائج والمناقشة

### علاقات الشد ـ الرطوبة الارضية :

يبين الشكل(١) المنحنيات التميزية للرطوبة الارضية لأحد عشرة عمقا ، وقد تم التوصل الى البيانات الحقلية وذلك بربط قيم الرطوبة الحجمية والشد الرطوبي آنيا . منحنيات التمييز المخبرية تم التوصل عليها مخبريا تحت ظروف ـ التجفيف والامتصاص .

يلاحظ وجود اختلافات كبيرة في المحتوى الرطوبي في المجال الحقلي للشد الرطوبي وقد كان هذا الاختلاف بحدود ٧,٥٪ ويمكن ان نعزوا الاختلافات بين البيانات الحقلية الى الخطء التجريبي الحقلي بينما فسر آخرون (واتسون) ١٩٧٠ الاختلاف بين البيانات الحقلية والمخبرية الى ان العينات المخبرية لم يتاح لها الوقت الكافي للاتزان مع الضغط أو ان كتلة التربة المحيطة بفنجان السيراميك لم تكن في حالة اتزان مع كتلة التربة ، الا ان شكل(١) يبين ان البيانات ـ الحقلية هي واقعة ضمن حلقة الهيستيريزكي وهذا يدل ان القطاع الارضي لم يكن مشبعا بدرجة جيدة وكان يتكون من غرف متداخلة عند او قريبة من التشبع وبالتالي فان انحدار الجهد قد تبع المنحنيات الشبكية Scaming وليس منحنيات التجفيف .

ونظرا لان حالة الري تشبه طريقة مستوى صفر التدفق ، لذا فان البيانات الحقلية تمثل الظروف العملية للري .

تواجد مستوى ماء ارضي وتطبق للقطاع الارضي قد اثر على مجال الشد لكل طبقة فالطبقة السطحية حتى ٥٠ سم قد طرأ عليها مجال واسع للشد الرطوبي بالمقارنة مع الطبقات السفلية ، بينما كان مجال الشد الرطوبي دون ٥٠ سم في حالة الحركة السفلية للمياه او الظروف الساكنة .

وقد تم اختبار قيم الرطوبة المقابلة للشد الرطوبي في المجال مابين صفر و ـ ٥ على انها الرطوبة المشبعة $\theta_s$ (جدول٢) والاتجاه العام هو زيادة قيمة $\theta_s$ مع العمق ، وكانت اعلى قيمة للطبقة ٥٠ ـ ٦٠ سم واقلها للطبقة ٣٠ ـ ٤٠ سم وهذا ينطبق مع قياسات الكثافة الظاهرية لهذه الطبقات .

### مقايسة الشد الرطوبي ودرجة التشبع :

يبين جدول (٢) معايير المقايسة بين الشد الرطوبي ودرجة التشبع باستخدام النموذج الفيزيائي (٩) والخط الذي تمثله المعادلة (٩) مبين في الشكل (١) كخط متقطع وللنموذج (٩) مزية الحصول على شكل مقعر قرب التشبع على ورق نصف لوغارتمي مشابهة للشكل الطبيعي لمنحنيات التمييز . معامل الارتباط للثابت (A) متفاوت ـ مع العمق ، وقد تم الحصول على قيم عالية من معامل الارتباط في الطبقات العليا بالمقارنة مع الطبقات السفلى وهذا مرده الى تعثر مستوى صفر التدفق في الطبقات المتوسطة نتيجة وجود تطبق ومستوى ماء أرضي .

**مقايسة الرطوبة ونسبة العد :**

يبين الجدول (٢) المعايير المقدرة للنموذج الفيزيائي (١٣) وعدد النقاط ومعامل الارتباط . والتفاوت الحادث لقيم الانحدار والتقاطع مع محور (y) على طول القطاع يبين خطء استعمال خط معايرة واحد لكافة القطاع في وجود مستوى ماء ارضي تطبق واختلاف في التركيب الكيميائي على طول القطاع . بزيادة القرب من مستوى الماء الارضي وزيادة نسبة الرطوبة ، اصبحت قراءات النترون بروب اقل حساسية لتغير المحتوى الرطوبي ، كما ان التركيب الكيميائي قد اثر على قيم الانحدار . جدول (١) يبين ان اعلى قيمة للتوصيل الكهربائي في الطبقة ٦٠ ـ ٨٠ سم توافقت مع اقل قيمة للانصدار . ويمكن تفسير هذه الظاهرة بتواجد انيونات ماصة للنترونات مثل الكلوريد والبورون وتواجدَ ذرات الماء في بلورات الجبس، وقد احتوى الجدول (٢) على نسب العد $CR_I$ المقابلة لـ $Q_o$ .

**مقايسة نسبة العد والشد الرطوبي :**

يبين الشكل (٢) قراءات الشد الرطوبي ونسبة العد المقروءة آنيا . هناك تفاوت كبير بين نسبة العد على طول مجال الشد الملاحظ حقليا بشكل مشابه لمنحنيات التميز الرطوبي مع ملاحظة ان مدى التفاوت كان بدرجة أقل .

وقد تم تجميع قيم العد المقابلة لحالة التشبع وأخذ متوسطها ورمز لها بـ $CR_o$ ويبين جدول (٢) نسبة $r=CRI/CR_o$ .

وقد وجد ان اعلى قيمة لـr كانت للطبقة ٥٠ ـ ٦٠سم (R=1081) وكذلك ٧٠ ـ ٨٠سم (R=1059) وكان لهاتين الطبقتين اقل معاملات ارتباط للنموذج ـ الفيزيائي (١٣) وبالتالي فقد استخدمت قيمة CRo لساب العجز في نسبة العد $(CR/CR_o-1)$

ويبين جدول (٢) معايير المقايسة للمعادلة (١٤) ومعاملات الارتباط للثابت Á ويلاحظ ان معاملات الارتباط للثابت (á) تزيد عن (A) للطبقات السفلى ، وهذا يمكن أن يعزى الى أن قيم $(CR/CR_O-1)$ هي أقل من القيمة بالمقارنة مع (s-1) وان الثابت Á هو اكبر بالقيمة من الثابت A بينما كانت قيم B و Ḃ متساوية في القيمة .

**علاقة التوصيل الهيدروليكي ـ الرطوبة الارضية :**

يبين شكل (٣) قيم K كدالة للرطوبة الحجمية ويبين جدول (٢) قيم معامل الارتباط للمعادلة (٧) والمعادلة المذكورة في جدول (٢) تبين قيم K لمدى الرطوبة الملاحظ حقليا .

بالنسبة للعمق فان قيم (K) عند درجة التشبع (a) كانت منخفضة للطبقة العلوية (صفر ـ ٥٠سم) ثم زادت مع العمق حتى عمق ٨٠ سم ثم مالت الى الانخفاض دون ٨٠ سم ، المعامل الاسي (b) زاد حتى عمق (٦٠ ـ ٧٠سم) واستقر حتى عمق (١٠٠ ـ ١١٠سم) ثم زاد دون الـ ١١٠سم .

والقيم العالية لـ (a) في الطبقة (٥٠ ـ ٧٠سم) كانت مترافقة مع تواجد مسام كبيرة نتيجة تعفن الجذور للمحاصيل المنزرعة ، اما دون الـ ٧٠ سم فان تواجد طبقة مرئية من بلورات الجبس وبالتالي القوام الخشن قد ادى الى زيادة a اما زيادة الثابت b مع العمق يدل على تواجد تغير حاد في قطر المسام الموصلة للماء .

وقد دلت تجارب النخل الرطب للطبقة السطحية الى ان معامل التحبب هو بحدود ٠,٣٨ وهذا مايشير الى بناء غير ثابت وبالتالي فقد حدث انسداد للمسامات في الطبقة ٦٠ ـ ٧٠ سم (Silt Leam) . تراوحت معاملات الارتباط بين ٠,٨٤ و٠,٢٢ ولعدد عينات ٩٠ وهذا يبين ان النموذج المستعمل يصف الناقلية بشكل جيد ، وقد كان اقل معامل ارتباط في الطبقة ٣٠ ـ ٦٠سم ويمكن أن يتحسن الوضع اذا استعملنا معادلتين لوصف مجمل مجال الشد الرطوبي الملاحظ وذلك للجزء الجاف والرطب .

**العلاقة بين التوصيل الهيدروليكي ونسبة العد :**

تم الوصول الى العلاقة بين التوصيل الهيدروليكي ونسبة العد بصورة غير مباشرة باستخدام علاقة التوصيل الهيدروليكي بدرجة التشبع والعلاقة بين درجة التشبع ونسبة العد والثوابت المتحصل عليها .

$$K=\acute{a}\, e^{\acute{b}(CR/CR_O-1)} \qquad (١٨)$$

هي مذكورة في جدول (٢) حيث ان :

$$\acute{a}=a\, e^{bi(1/r-1)} \qquad (١٩)$$

$$\acute{b}=bi/r \qquad (٢٠)$$

$$bi=b\left(1-\frac{N}{O_0}\right) \qquad (٢١)$$

وتبين المعادلات السابقة ان á ← b́ هي اقل من b, a وسنناقش اثر هذا التحويل تجريبياً .

**العلاقة بين الشد الرطوبي والتوصيل الهيدروليكي :**

ان دوال التوصيل الهيدروليكي والشد الرطوبي قد حصل عليها بعزل العامل المشترك (s-1) بين المعادلة (٧) والمعادلة (٩) ، كما حصل على دوال اخرى بعزل العامل المشترك ($CR/CR_o$-1) بين المعادلة (١٤) والمعادلة (١٨) .

العوامل Ḃ, B, Á, A, ḃ, b, á, a المتحصل عليها في :

$$K=a\left(\frac{h}{A}+1\right)^{b/B} \qquad (٢٢آ)$$

$$K=á\left(\frac{h}{Á}+1\right)^{ḃ/Ḃ} \qquad (٢٣ب)$$

هي مذكورة في الجدول (٢)

هذه المعادلات تشبه النموذج المقترح من قبل جاردنر (١٩٥٨) .

$$K=a(b+h^n)^{-1}$$

حيث ان n يقابل b/B فالمخرج هو الحد الأول والاخيرة من كثيرة ـ حدود من الرتبة n كما ان المعادلة (٢٢) هي قابلة للحل التحيلي اذا ما اهملنا الجاذبية الارضية .

**الاختبار التجريبي للثوابت :**

الثوابت Ḃ, B, Á, A, ḃ, b, á, a تم استعمالها لتحليل حالة التدفق العلوي المستقر خلال قطاع ارضي بعمق ١٠٠ سم باستخدام المعادلة (٢٢) .

وقد اختبرت قيمة التدفق الاعظمي على انها المرادفة لشد رطوبي ٥٠ متر على سطح التربة .

تم استخدام قيم بدائية منخفضة من التدفق وتم تكرار الحساب بمعدلات اعلى على شكل :

$$qi+1=qi+0.1qi$$

ويبين الشكل (٤) قيم التدفق الاعظمي بالمقارنة مع القيم التجريبية والقيم المحسوبة باستخدام النموذج (٢٢آ) اختلفت عن تلك المحسوبة بالنموذج (٢٢ب) وكلما زاد عمق مستوى الماء الأرضي . والفرق بين المنحنيين المحسوبين كان مرده الى الفرق في قيم نسبة العد المقربة عند

التشبع واقصى نسبة عد لكل طبقة فالتحويلات التي تمت باستخدام المعادلات (١٩) حتى (٢١) وبقيم r>1 قد غيرت كلا من التوصيل الهيدروليكي المشبع ومعدل التناقص (b) . بينما اذا كانت (r) تعادل الوحدة فان التحويل يغير (b) فقط مادام N≠O وبالتالي فان تقاطعا كان من الممكن حدوثه لقيم التدفق الاعظمي المحسوب اذا كانت الطبقة ذات قيم (r) كان لها عمق قصير . يدل شكل (٤) ان قيم التدفق الاعظمي كانت قريبة من القيم المحسوبة باستخدام الدالة (٢٢آ) وهذا يرد الى شكل المعادلة (٢٢) والثوابت ذات العلاقة ، على أية حالة فان القيم المقاسة كانت اقل من القيم المحسوبة الا انها مالت الى الاجتماع عند اعماق منخفضة من مستوى الماء الارضي ، وهذا مرده الى ان الثوابت المتحصل عليها للطبقة السطحية لها معامل ارتباط عالي .

وقد بينت تجربة التدفق العلوي غير المشبع ان طبقة (٢٠ ـ ٤٠) وطبقة (٥٠ ـ ٦٠) وطبقة (٩٠ ـ ١٠٠ سم) قد اعاقت التدفق .

فالطبقة (٣٠ ـ ٤٠) سم والتي توافقت مع عمق الفلاحة فقد ادى التماسك الى سوء توزيع المسام (قيم b/B مرتفعة) والى قيم توصيل هيدروليكي منخفضة عند التشبع وبالتالي فان التوصيل المشبع وغير المشبع قد اعيق في هذه الطبقة ، الطبقة (٥٠ ـ ٦٠ سم) توافقت مع قوام سلتي لومي ولقيم (b/B) عالية مع قيمة مرتفعة للتوصيل الهيدروليكي المشبع ، وبالتالي فإن هذه الطبقة لها أثر حسن في اعاقة التوصيل غير المشبع دون اعاقة التوصيل المشبع في حالة الصرف . الطبقة ٨٠ ـ ١٠٠سم كان لها اقل قيم للتوصيل الهيدروليكي المشبع بالمقارنة مع الطبقة التي تعلوها او الطبقة التي دونها مع قيم توصيل هيدروليكي غير مشبع منخفضة .

هذه الطبقة تتوافق مع طبقة تجمع الجبس ويمكن ان نتوقع انه عند انخفاض مستوى الماء الارضي الى عمق ١٤٠سم فان هذه الطبقة تعيق الحركة العلوية من مستوى الماء الأرضي وبالتالي تعطي الفرصة لترسيب الاملاح اذا كان هناك تجفيف بسبب جذور النباتات كما ان بلورات الجبس قد اعطت صفة القوام الخشن وبالتالي سارعت من عملية تراكم الاملاح .

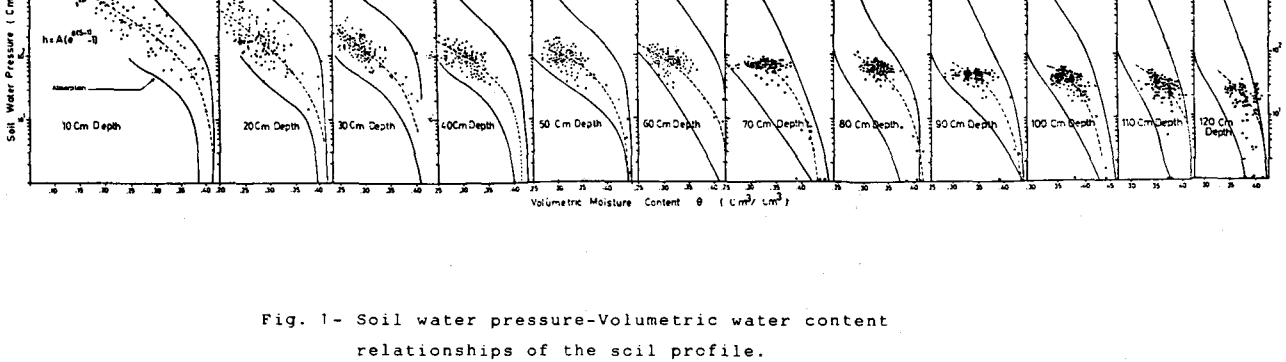



Fig. 1- Soil water pressure-Volumetric water content relationships of the scil profile.

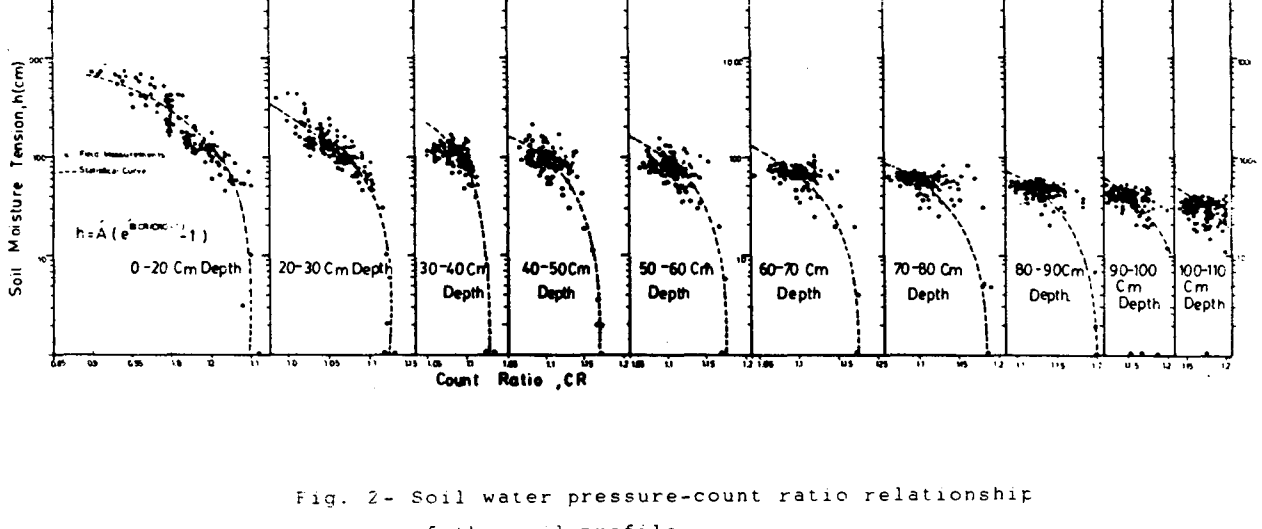



Fig. 2- Soil water pressure-count ratio relationship of the soil profile.

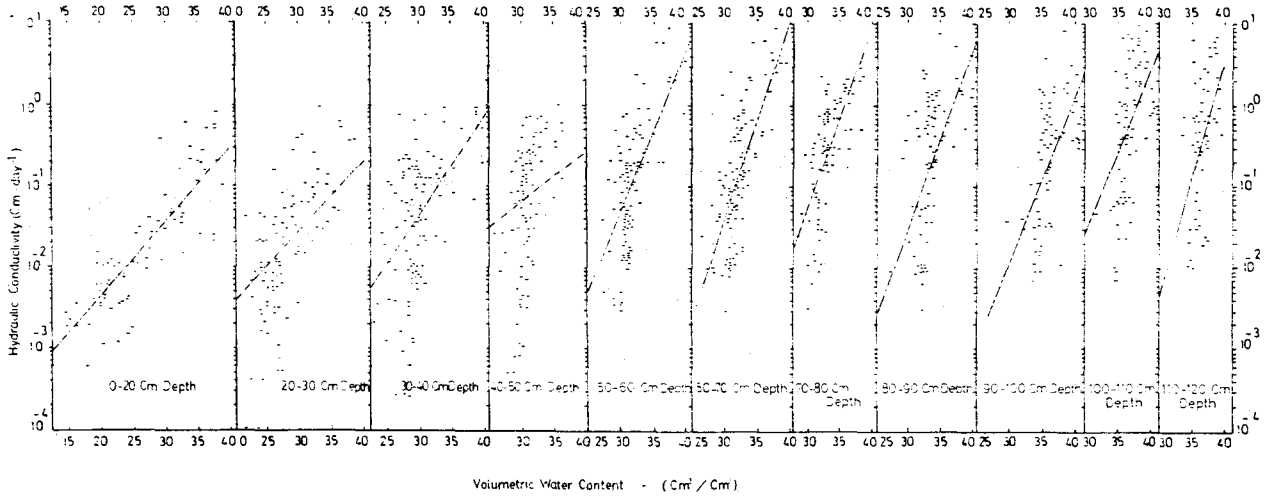



Fig. 3- Hydraulic conductivity-Volumetric moisture content relationship of the soilprofile.

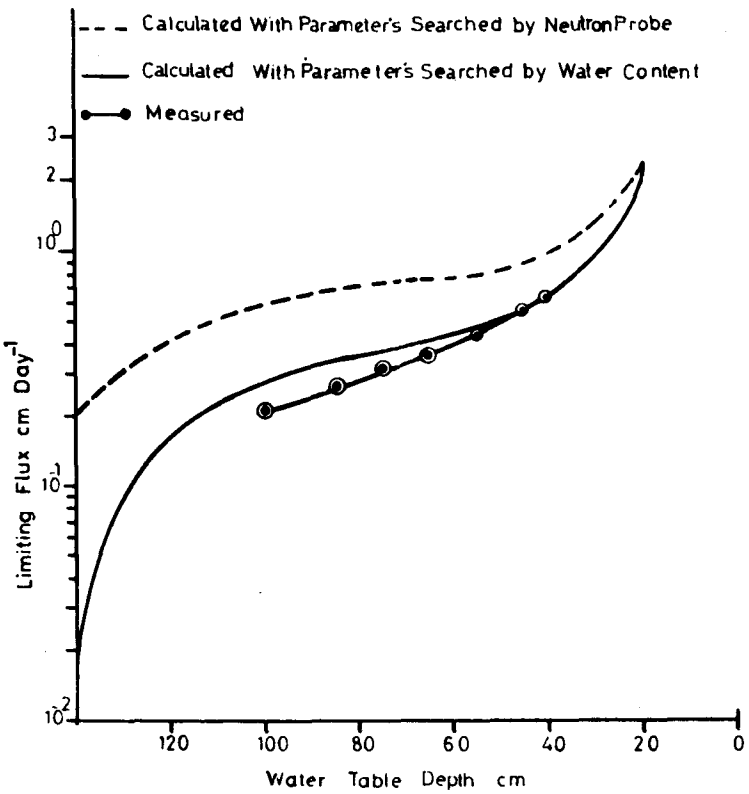



Fig. 4 - The Limiting Flux As Function Of Water Table Depth, Measured And Calculated

Table 1_ Some physical and chemical characteristics of the soil profile

| Depth cm. | Texture | Bulk Density | pH | $CaCO_3$ | $CaSO_4 2H_2O$ | E.C | Cl. | $B^{3+}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ← % → | | mmho/cm Sat. Extract | | PPM |
| 0–10 | Clay loam | 1.41 | 7.4 | 17.5 | .36 | 2.1 | 123.4 | 2.35 |
| 10–20 | Clay loam | 1.38 | 7.4 | 17.0 | .161 | 2.1 | 194.9 | .83 |
| 20–30 | Clay | 1.41 | 7.5 | 17.5 | .099 | 1.8 | 208.7 | .37 |
| 30–40 | Clay loam | 1.42 | 7.6 | 17.0 | .688 | 1.4 | 194.9 | .24 |
| 40–50 | Clay loam | 1.43 | 7.6 | 17.3 | .099 | 1.5 | 233.9 | .23 |
| 50–60 | Loam | 1.38 | 7.6 | 21.5 | .151 | 1.9 | 233.9 | 1.18 |
| 60–70 | Silt loam | 1.43 | 7.6 | 17.3 | 2.26 | 2.4 | 245.9 | 1.95 |
| 70–80 | Clay loam | 1.42 | 7.6 | 21.0 | 2.83 | 2.2 | 229.9 | 1.81 |
| 80–90 | Loam | 1.43 | 7.6 | 22.5 | 6.28 | 2.3 | 227.4 | 2.33 |
| 90–100 | Loam | 1.54 | 7.7 | 19.0 | 10.58 | 2.0 | 194.9 | 2.07 |
| 100 110 | Sand loam | 1.51 | 7.6 | 17.3 | 10.96 | 2.1 | 129.7 | 1.74 |
| 110 120 | Sand loam | 1.52 | 7.7 | 18.0 | 15.10 | 2.1 | 135.0 | 3.01 |

Table (2) - Parameters obtained in evaluating the hydraulic conductivity data

| Depth cm. | $\theta = MCR + N$ | | | | average values of saturated water and saturated count ratio | | | interpolated count ratio | $r = \frac{CRI}{CRO}$ | $h = A(e^{B(S-1)} - 1)$ | | | | $h = A'(e^{B'(CR/CRO-1)} - 1)$ | | | | $K = a\ e^{b(S-1)}$ | | | | $K = a'e^{b'(\frac{CR}{CRO}-1)}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | N | corr cof | data points | $\theta_s$ | $\overline{CRO}$ | data points | CRI | -r | A | -B | corr cof | data points | A' | -B' | corr cof | data points | a | b | corr cof | data points | a' | b' | b/B | b'/B' |
| 0-20 | 285 | .0199 | 838 | 66 | .415 | 1 110 | 8 | 1 386 | 1 25 | 105 | 3 85 | .94 | 86 | 800 | 3 2 | .96 | 56 | 391 | 8 71 | 84 | 88 | 074 | 5 64 | 2 26 | 2 07 |
| 20-30 | 220 | .069 | 662 | 78 | .420 | 1 125 | 8 | 1 594 | 1 28 | 35 | 5 35 | 605 | 86 | 600 | 3 00 | 77 | 78 | 292 | 8 33 | 55 | 86 | 063 | 5 44 | 1 56 | 1 81 |
| 30-40 | 213 | .0338 | 410 | 88 | .410 | 1 125 | 8 | 1 766 | 1 57 | 105 | 3 00 | 486 | 92 | 1000 | 2 70 | 552 | 88 | 822 | 11 27 | 49 | 92 | 0187 | 6 54 | 3 75 | 2 45 6 |
| 40-50 | 240 | 0573 | 345 | 92 | .425 | 1 170 | 8 | 1 528 | 1 31 | 130 | 220 | .424 | 90 | 600 | 2 42 | 522 | 92 | 342 | 5 850 | 27 | 90 | 104 | 3 87 | 2 66 | 1 33 |
| 50-60 | 125 | 173 | 213 | 87 | .440 | 1 175 | 8 | 2 127 | 1 81 | 235 | 1 22 | 420 | 99 | 700 | 2 10 | 501 | 86 | 25 4 | 1 9 19 | 22 | 91 | 112 | 669 | 16 34 | 3 34 |
| 60-70 | 196 | 108 | 225 | 85 | .425 | 1 175 | 8 | 1 616 | 1 38 | 75 | 2 59 | .417 | 79 | 700 | 1 40 | 390 | 84 | 38 8 | 23 82 | 73 | 79 | 292 | 12 87 | 9 19 | 9 19 |
| 70-80 | 119 | 199 | 213 | 88 | .425 | 1 185 | 8 | 1 890 | 1 59 | 120 | 1 95 | 329 | 88 | 250 | 2 70 | 360 | 83 | 21 7 | 20 38 | 69 | 88 | 559 | 7 18 | 10 42 | 2 66 |
| 80-90 | 269 | 0434 | 334 | 84 | .415 | 1 200 | 8 | 1 381 | 1 79 | 105 | 2 16 | 277 | 92 | 250 | 2 70 | 363 | 84 | 11 93 | 21 33 | 54 | 92 | 380 | 16 6 | 9 84 | 6 15 |
| 90-100 | 425 | -0 112 | 462 | 82 | .430 | 1 225 | 8 | 1 28 | 1 06 | 95 | 1 89 | 249 | 90 | 170 | 3 40 | 300 | 82 | 8 41 | 20 85 | 633 | 90 | 189 | 24 78 | 10 99 | 7 28 |
| 100-110 | 338 | -0 02 | 407 | 82 | 435 | 1 250 | 8 | 1 345 | 1 08 | 140 | 1 75 | 152 | 91 | 110 | 4 2 | 320 | 80 | 17 15 | 20 96 | 47 | 91 | 3 39 | 20 30 | 11 95 | 4 83 |
| 110-120 | 246 | 0981 | 305 | 71 | .430 | 1 250 | 8 | 1 388 | 1 09 | 45 | 3 4 | 225 | 90 | 110 | 4 2 | 282 | 70 | 14 87 | 26 48 | 56 | 90 | 2 86 | 19 20 | 8 26 | 4 57 |

# بعض الملامح الاقتصادية للري في الزراعة السودانية

## ١ ـ ١ مقدمة :

يعتبر السودان قطر زراعي ، اذ يعتمد اكثر من ٨٠٪ من سكانه على النشاط الزراعي بشقيه النباتي والحيواني ، ويمكن تعريف الاقتصاد السوداني بانه اقتصاد ثنائي يجمع بين الاقتصاد المعيشي والتجاري معاً .

يتميز السودان بمساحة شاسعة من الاراضي مع تباين واختلاف واضح وبين في مناخه ، من استوائي في الجزء الجنوبي الى مناخ صحراوي في الشمال ويمكن تقسيم النشاط الزراعي في السودان وفقا لمصادر المياه الى قطاع زراعي مطري تبلغ متوسط المساحات المستغلة به من ٨ ـ ١٣ مليون فدان،وآخر مروي تقدر مساحته بحوالي ٤ مليون فدان .

ويختلف نوع الزراعة المروية وفقا لسبل الري ، ري بالراحة ، ري حيضي وري بالآلات الرافعة الميكانيكية . ولقد عرف الانسان السوداني منذ حقب تاريخية طويلة ادوات مختلفة للري مثل الشادوف والساقية التي ظلت قيد الاستعمال لفترات طويلة .

## ١ ـ ٢ الاهمية النسبية للري في الزراعة السودانية :

تمثل جملة المساحات المروية نسبة ٢٥٪ من اجمالي المساحات المزروعة في السودان ، الا انها تشكل اهمية عالية من حيث المنظور الاقتصادي وذلك لنوعية المحاصيل المستزرعة في القطاع

---

إعداد : صلاح شرف الدين محمد الوحدة الاستشارية للمؤسسات ـ وزارة الزراعة والموارد الطبيعية الخرطوم

المروي ، اذ نجد القطن ، القمح ، قصب السكر بجانب المحاصيل الغذائية الاساسية خاصة البقوليات والذرة ، تجدر الاشارة الى أن القطاع المروي يستوعب أكثر من ربع مليون مزارع .

## ١ ـ ٣ الموارد المائية للري في السودان :

تقصر الاشارة والتركيز هنا على مياه النيل باعتبارها اهم الموارد المائية المتاحة في السودان . تقدر المياه المخصصة للسودان من مياه النيل وروافده وفقا لاتفاقية مياه النيل لعام ١٩٤٩ بين جمهوريتي السودان ومصر العربية بـ ١٨,٥ مليار متر مكعب عند تصرف خزان أسوان و ٣٠,٥٥ مليار متر مكعب عند خزان سنار بالسودان ، ويمكن سحب هذه المياه خلال العام تراعى هذه الاتفاقية الاستفادة من الزيادة المتوقعة لايرادات النيل فوق المتوسط والتي يتم تقسيمها بين القطرين بالتساوي .

## ١ ـ ٤ طرق تخزين مياه النيل في السودان :

يتم تخزين مياه النيل في السودان بواسطة الخزانات المقامة على روافد النيل الرئيسية ، خزان سنار بالنيل الازرق ويحفظ حوالي ٠,٧ مليار متر مكعب خزان الروصيرص ويقع ايضا بالنيل الازرق ويخزن حوالي ٢,٧ مليار متر مكعب و ١,٧ مليار متر مكعب تخزن بواسطة خزان خشم القربة الموجود على نهر عطبرة، وتهدف عمليات التخزين لتعويض النقص الناجم عن سلوك مياه النيل الذي يتدنى اثناء موسم الشتاء والصيف ويزداد عند موسم الصيف .

وتجدر الاشارة الى خزان جبل أولياء الموجود أو المقام على النيل الابيض بغرض تنظيم حصة جمهورية مصر العربية .

## ٢ ـ وسائل الري :

تاريخ استخدام وسائل متعددة للري في الزراعة السودانية يعود إلى فترة تقارب ٣٠٠٠ عام ، اذ استخدم الانسان السوداني في العصر المروي (٣٥٠ ـ ٣٠٠ ق.م) الساقية في المناطق النيلية ولقد استمر استخدام هذه الآلة الى أواسط هذا القرن حيث حلت الطلمبات الزراعية محلها .

### ٢ ـ ١ الساقية :

الساقية هي أداة لرفع المياه لأغراض الري ، استغلت أو استخدمت بشكل أساسي ورئيسي من قبل المزارع السوداني قبل قدوم الطلمبات الزراعية ، وهي آلة خشبية تنقل الحركة بواسطة تروس خشبية لرفع المياه من خلال قواديس (أواني) وكذلك يستخدم الحيوان (الثيران والجمال) في جر الساقية ، تتوقف كمية المياه المرفوعة بالساقية على عوامل أهمها :

١ ـ عدد حيوانات الجر
٢ ـ ارتفاع مستوى المياه عن الساقية .
٣ ـ ارتفاع الأرض الزراعية المراد ريها .

وتقدر المساحة القصوى التي يمكن ريها بالساقية حوالي خمسة أفدنة في فترة الفيضان وتقل هذه المساحة الى فدانين عند انخفاض مستوى النيل أظهرت بعض الدراسات ان كمية المياه التي ترفعها الساقية في الساعة بالامتار المكعبة تتراوح بين ١٩ ـ ٨٠ متر مكعب كأقصى حجم ويتحكم مستوى المياه في تحديد حجم المياه المرفوعة . حيث أن هناك علاقة عكسية بين مستوى الرفع وكمية المياه المسحوبة .

اذا تم افتراض ان المياه اللازمة لري فدان من المتوسط ٤٠٠ متر مكعب فان الزمن اللازم للري يتراوح بين ٥ ـ ٤٠ ساعة وهذا التباين أدى الى اتباع نهج سياسة الدورة الزراعية الملائمة مع كميات المياه المسحوبة .

**٢ ـ ١ ـ ١ السمات الاساسية لزراعة الساقية :**

١ ـ تعتبر زراعة الساقية متنوعة تبعا للمحاصيل الغذائية والاعلاف المضمنة في الدورة الزراعية .

٢ ـ التكثيف المحصولي سمة أساسية لزراعة السواقي ، ويعزى ذلك لضيق الرقعة الزراعية المربوطة بزمام الساقية وهذا يفضي لسمة أخرى لزراعة السواقي وهي سمة الاقتصاد المعيشي .

**٢ ـ ١ ـ ٢ مصير السواقي :**

كما جاء سابقاً في جزء آخر من هذه الدراسة ، بأن الساقية عرفت في الزراعة السودانية منذ المملكة المروية مروراً بفترة الاستعمار الانكليزي في أوائل هذا القرن ، وظلت هذه الحقب الزمنية تحتل الصدارة في الزراعة المروية ، وان هذا الثبات في صدارتها أثار اهتمام الباحثين ، لكن يمكن للباحث ان يلحظ اختفاء الساقية من الزراعة السودانية ارتبط ارتباطاً وثيقاً بالوضع السياسي الذي فرضه الاستعمار ، وذلك بربط المقتصد السوداني بالعالم الخارجي والمتطلبات الجديدة لتلبية احتياجات جيش الغزاة من الغذاء ومحدودية الساقية في العطاء ، مما دفع الانجليز ـ لادخال الطلمبات الزراعية للتوسع في الرقعة المزروعة .

## ٢ ـ ٢ الطلمبات الزراعية :

تعتبر المرحلة التالية لتطور وسائل الري في السودان استخدام الطلمبات الرافعة التي حلت تدريجياً محل الساقية،والتي ادت الى تحسين وسائل الري والتوسع في الرقعة الزراعية .

العلاقة بين تزايد اعداد الطلمبات وتناقص اعداد السواقي بالمديرية الشمالية خلال سنوات مختارة .

حيث تزايدت اعداد الطلمبات تدريجياً من /٦٥/ في عام ١٩٢٧ إلى /٧٧/ في عام ١٩٣٧ ثم الى /٦٠٨/ في عام ١٩٥٣ بينما تناقصت اعداد السواقي تدريجياً حيث كانت في السنوات ١٩٢٧ ـ١٩٣٧ ـ١٩٥٣ كما يلي ٩٨٨٠ ، ٦٨٥٩ ، ٥٦٩٢ على التوالي .

### ٢ ـ ٢ ـ ١ السمات الزراعية للطلمبات :

بظهور الطلمبات الزراعية في السودان بدأت الزراعة التجارية تحل تدريجياً محل الزراعة التقليدية المعيشية ، واصبحت المحاصيل النقدية كالبقوليات والبهارات والبساتين تنافس المحاصيل الغذائية كالقمح والذرة وبدأت تتناقص مساحات الأعلاف .

في مناطق أخرى كالنيل الأبيض ارتبط دخول الطلمبات واستخدامها بزراعة القطن ، وتباينت المساحات المربوطة بالرخص الزراعية من ٥ أفدنة الى آلاف الافدنة في المشاريع الزراعية الكبيرة كالرهد والسوكي ومشاريع النيل الازرق. . الخ .

جدول رقم (١) يوضح مشاريع الطلمبات الزراعية في السودان ، وتمثل المساحات المزروعة بالطلمبات الزراعية حوالي ٢٧٪ من جملة المساحات المروية في السودان .

## ٢ ـ ٣ الري بالراحة (الجاذبية) :

عرف حوض النيل بالجاذبية منذ أزمان غابرة ، اذ شق الفراعنة الترع وشيدوا القناطر واصبح تطور هذه الوسيلة أحد السمات الرئيسية لنمط الانتاج الزراعي، لكن رغم المعرفة المبكرة بهذه الوسيلة في حوض النيل الا ان استخدامها في الزراعة السودانية تل مرحلة ظهور الطلمبات الزراعية .

يجدر الانتباه الى ان الري بالراحة يرتبط مستوى تطور القوى المنتجة فيه بالتطور الانشائي المدني من هندسة القنوات وادوات التحكم .

جدول رقم (١) : المساحات المربوطة بالطلمبات الزراعية بمصادر المياه

| الرافـــد | المشـــروع | المساحات بآلاف الافدنة |
|---|---|---|
| النيل الأبيض | ملط | ٢٠,٠٠٠ فدان |
| | منقلة | ٣٠,٠٠٠ |
| | سكر كنانة | ٨١,٠٠٠ |
| | سكر عسلاية | ٣٥,٠٠٠ |
| | مشاريع النيل الابيض | ٣٥٠,٠٠٠ |
| النيل الازرق أعالي سنار | كناف أبو نعامة | ٣٠,٠٠٠ |
| | الســوكي | ٨٦,٩٠٠ |
| | الرهــد | ٣٠٠,٠٠٠ |
| | مشروع سكر شمال غرب سنار | ٣٢,٥٠٠ |
| | مشروع شمال غرب سنار | ١٦,٦٠٠ |
| | مشاريع خصوصية | ٣٨,٠٠٠ |
| النيل الازرق أسفل سنار | مشاريع النيل الازرق | ٢٧٠,٤٠٠ |
| | مشاريع خصوصية | ٥٥,٤٠٠ |
| | حرقة ونور الدين | ٢٢,٣٠٠ |
| | الجنيــد | ٣٨,٧٠٠ |
| | الواحــة | ٣٠١,٠٠٠ |
| | الســليبت | ٢٠,٠٠٠ |
| نهر عطبرة ـ النيل | اعـالي عطبرة ـ حلفـا الجديدة | ٣٠٠,٠٠٠ |
| | طلمبــات | ٣٣٢,٠٠٠ |

لقد كانت احد الاهداف الرئيسية للحكم الانجلو-مصري استغلال موارد البلاد الطبيعية والعمالة الرخيصة ، فتم انشاء مشاريع زراعية تجريبية ، وبعد ضمان نجاح القطن ، أصبحت الحكومة آنذاك جادة في انشاء مشروع الجزيرة .

بقيام مشروع الجزيرة دخلت الزراعة السودانية مرحلة جديدة وكان ذلك بداية الري بالراحة ، وعلى أثرها تم تشييد اكبر شبكة للري في السودان في مساحة بلغت حوالي ٢ مليون فدان شملت مشروع امتداد المناقل .

في عام ١٩٦٤ تم افتتاح مشروع خشم القربة (٣٣٠ الف فدان) لتوطين أهالي حلفا التي غمرتها مياه السد العالي وبذلك يكون جملة المساحات التي تروى بهذا الاسلوب من الري تقدر بحوالي ٧٣٪ من جملة المساحات المروية .

**٢ ـ ٤ ـ ١ السمات الزراعية للري بالجاذبية :**

١ ـ تعتبر الزراعة تحت هذا النظام من الري زراعة موجهة لتحقيق سياسات كلية (اقتصاد تجميعي) .

٢ ـ تتبع نظام زراعي مبني على الدورة ويتم تنفيذه بصرامة شديدة .

٣ ـ التصميم الهندسي لنظام الري مبني لتحقيق اهداف الدورة الزراعية .

٤ ـ يعتبر القطن هو المحصول الرئيسي في الدورة كالقمح والفول السوداني .

٦ ـ هنالك محاصيل غذائية كالذرة والخضروات والاعلاف .

٧ ـ تشمل الدورة على البور للحفاظ على خصوبة الأرض .

## ٣ ـ ٣ : اشكال الملكية لوسائل الري في الزراعة السودانية :

ان تطور القوى المنتجة لابد وان يصاحبه تطور العلاقات الانتاجية التي تشمل ملكية الانتاج وشكل توزيع عائد الخيرات المنتجة وفي الزراعة السودانية نشاهد ان هنالك تطورا حدث في وسائل الري من الساقية الى الطلمبات الى الري بالراحة ولازم هذا تطور في اشكال ملكية وسائل الري وما اود ان انوه اليه ان آلية التطور لم تتبع شكلاً هندسياً حيث انه وفي المعتقدات المختلفة نجد صعوبة لوضع خطوط فاصلة لتحديد مدى تلازم المقولة المذكورة في مقدمة هذا الجزء .

### ٣ ـ ١ اشكال الملكية في مرحلة الساقية :

حيث أن الساقية أرقى من آلة الشادوف من حيث المستوى التكنولوجي ومستوى تقسيم العمل المصاحب لتشغيلها الا ان شكل الملكية الغالب للساقية هي الملكية العائلية ولايقدر ان تكون ملكية الساقية ملكية فردية اذا وضعنا في الاعتبار عامل الزمن او عمر الساقية وذلك لعدة اعتبارات منها ارتباط الساقية بالارض التي تتفتت وفق قانون الميراث الاسلامي وبالتالي ينطبق ذلك على الساقية التي لاتقبل التجزئة فتظل ملكيتها عائلية مما ادى الى :

١ ـ تفتيت شكل الانتاج العائلي للاستهلاك المباشر بالنسبة للانسان وللحيوان المرتبط بالعمل الزراعي .

٢ ـ المستوى التكنولوجي المتدني يفضي الى كثافة العمل ، أي العمل الجماعي مما يقلل النزعة الفردية لملكية الساقية .

٣ ـ ملكية الساقية كأداة ليس هو الشرط الحاسم في عملية توزيع العائد بل ملكية حيوان الساقية والعمل الملازم مجتمعة هي التي تشكل نصيب هذا العامل في عملية توزيع الخيرات المادية المنتجة .

٤ ـ اتسمت الساقية بملامح العلاقات الاقطاعية حيث ان ريع الارض كان يمثل شرطاً هاماً في التوزيع كما ان تسمية الساقية انسحبت على الارض واصبحت مقياساً قانونياً لها .

## ٣ ـ ٢ الطلمبات الزراعية :

بدخول الطلمبات الزراعية بدأت تتغير اشكال ملكية وسائل الري في الزراعة السودانية وذلك من الملكية العائلية الى الملكية الفردية والملكية العامة واثر هذا التطور في الزراعة ينقلها من مراحل الزراعة المعيشية الى اعتاب الزراعة الرأسمالية . وان عملية التحول في اشكال الملكية مرت عبر مراحل لعبت عوامل متداخلة في الاسراع بمعدلاتها منها الدور المباشر للدولة : لعبت دولة الحكم الثنائي دوراً حاسماً في تطوير الزراعة السودانية من مراحل الزراعة المعيشية الى الزراعة التجارية وذلك بـ :

أ ـ سن قوانين الاراضي ١٨٩٧ و ١٩٢٥ والتي أدت الى أن تؤول اكثر من ٩٩٪ من الاراضي في السودان الى ملكية الدولة .

ب ـ انشاء مشاريع الطلمبات الزراعية وادخال محاصيل نقدية جديدة وتشجيع الافراد والشركات بمنح تراخيص لاستغلال الاراضي الحكومية للزراعة (مشاريع النيل الابيض) . وادى ذلك الى ظهور الشركات الزراعية الخاصة وظهرت التعاونيات الزراعية عقب صدور قانون التعاون ١٩٤٧ ، ثم انتشار المشاريع الخصوصية الفردية .

ان تطور القوى المنتجة (وسائل الري) ساهم في تطور علاقات الانتاج الزراعية من علاقات شبه الاقطاع تحت نظام الساقية الى العلاقات الرأسمالية التي أدت الى تحويل الفائض الزراعي لملكية الأدوات الرأسمالية .

وقد ادى دخول الطلمبات الزراعية الى تغيير التركيب المحصولي من سيادة المحاصيل الغذائية الى سيادة المحاصيل النقدية مما ساهم في تغيير البناء الاجتماعي ـ الاقتصادي للقرية السودانية .

واتسمت هذه الفكرة ببداية ربط الاقتصاد السوداني بالسوق العالمية وتقسيم العمل الدولي والذي ادى الى خلق تشوهات في المقتصد السوداني بوجود جزر مرتبطة بالسوق العالمي وجزر اخرى تعيش تحت ظل الاقتصاد المعيشي .

ولقد شجع نجاح تجربة الطلمبات الزراعية الدولة في التوسع لاستغلال الاراضي الشاسعة باقامة المشاريع الكبيرة .

### ٣ ـ ٣ الزراعة المروية بالراحة (الجاذبية) :

بعد صدور قانون الاراضي الذي بموجبه آلت معظم الاراضي السودانية للدولة ، فان هذا البناء القانوني لملكية الارض ادى الى تدخل الدولة لملكية وسائل الانتاج الرأسمالية وذلك لكي تحقق الاهداف النهائية للاستعمار .

فلقد تميزت شكل ملكية وسائل الري في الزراعة المروية بالراحة الى ملكية رأسمالية اكثر تطوراً الا ان النقلة الشاسعة المفروضة على المجتمع ادت الى تشوهات في عملية النمو الاقتصادي والاجتماعي للدول السودانية ، وما زلنا نعاني من آثار تلك التشوهات في مسار التنمية الزراعية ومن أهم سماتها الآتي :

١ ـ ادخال علاقات زراعية جديدة بين الدولة والمزارعين تحت شكل اداري لتحقيق اهداف محددة تنفذ عبر سياسات زراعية .

٢ ـ اصبح المزارع ينفذ هذه السياسات وفق الدورة الزراعية والتركيبة المحصولية المحددة .

٣ ـ ادى الى وجود مزارع لا يملك حق اتخاذ قراره وفق ما يشاء ولا يمتلك الارض بالمفهوم الزراعي ولا هو بعامل زراعي أجير .

## ٤ ـ اشكال توزيع العائد في الزراعة المروية :

### ٤ ـ ١ الساقية :

يمكن تجميع اشكال توزيع العائد تحت نظام الساقية في السودان تحت ثلاثة قواعد اساسية لاتنفك منها جملة العلاقات ويمكن تحديد القوى التي لها نصيب من العائد كالآتي :

١ ـ الارض
٢ ـ الساقية
٣ ـ حيوانات الساقية .
٤ ـ علف الحيوان

٥ ـ البذور والمعدات .
٦ ـ العمالة .
٧ ـ عامل الساقية .
٨ ـ العمد

ويمكن تصنيف هذه القوى الى اربعة عناصر هي :

١ ـ الارض
٢ ـ وسائل الري (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٧)
٣ ـ العمل وادواته .
٤ ـ الادارة (العمد) .

وقد كانت قاعدة التوزيع في الشمالية في الغالب على ١٢ جزء اما في منطقة النيل الازرق فكانت تبنى على ١٠ اجزاء كما موضح في الجدول رقم (٢) .

## ٤ ـ ٢ الطلمبات الزراعية :

ان القاعدة التي ارتكز عليها توزيع العائد في الطلمبات الزراعية لاتختلف كثيراً عن تلك التي سادت تحت نظام الساقية الا ان نسب العناصر تعدلت لتصبح في العموم الغالب ٥٠٪ للماء و ٥٠٪ للعمل وعناصر الانتاج من عائد المحصول هذه القاعدة العامة هي التي سادت في معظم الطلمبات الزراعية الخصوصية الا اننا نجد ان هناك اختلافات طفيفة عن هذه القاعدة وفقا لحساب ريع الارض ولبعض المحاصيل كالاعلاف واشجار النخيل والبساتين التي يتم حسابها بطريقة مغايرة عينا أو نقداً وفق الاعراف السائدة . كما انه كان سائداً في مشاريع النيل الابيض الزراعية حيث ان المحاصيل الغذائية والاعلاف كانت تترك للمزارع ويتم تقسيم محصول القطن . وفي مراحل لاحقة بدأ نظام رسوم الماء يسود في الطلمبات الحكومية وبعض الجمعيات التعاونية .

توزيع العائد تحت نظام الساقية في الشمالية والنيل الأزرق

| الخدمـــة | | الشمالية | | النيل الازرق ١٩٥٥ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ١٩١٠ العدد٪ | ١٩٥٢أ العدد٪ | ١٩٥٢ب العدد٪ | العدد | النسبة |
| ملكية الارض | ٣ ٢٥ | ١ ٨,٣ | ٣ ٢٥ | ١ | ٪١٠ |
| ملكية وصيانة الساقية | ١ ٨,٣ | ١ ٨,٣ | ١ ٨,٣ | ١ | ١٠ |
| ملكية الثيران | ١ ٢٥ | | | ٢ | ٢٠ |
| توفير اعلاف الثيران | ١ | ١ ١,٧ | ٥٠ | ١ | ١٠ |
| الحبوب والادوات الزراعية | ١ | ١ | | ١ | ١٠ |
| العمل | ٣ ٢٥ | ٥ ٤١,٧ | | ٤ | ٤٠ |
| عامل الساقية | ١ ٨,٣ | ١ | ٢ ١٦,٧ | | |
| العمد | ١ ٨,٣ | | | | |
| الجملة | ١٢ ٪١٠٠ | ٪١٠٠ | ٪١٠٠ | ١٠ | ٪١٠٠ |

المصادر : حسن عبد العاطي

التغير التكويني في الزراعة والتحولات الاقتصادية والاجتماعية في الشمالية ـ جامعة ويلز ـ ١٩٨٣ رسالة دكتوراه .

## ٤ ـ ٣ الزراعة المروية بالراحة :

### ٤ ـ ٣ ـ ١ نظام الشراكة :

اعتمد توزيع العائد في المشاريع المروية على نظام الشراكة بين المزارع والدولة والادارة وفي ذلك يتحمل كل شريك مسؤولية محددة في العملية الانتاجية مقابل نصيب متفق عليه من قيمة العائد وعرف هذا النظام بالحساب المشترك ، وكان دوما بنوده في تعديل وفقا للظروف السياسية والاقتصادية للبلاد وقوة اتحادات المزارعين .

ومن أهم سمات هذا النظام :

١ ـ ان العائد من المحصول الرئيسي يتم توزيعه نقداً بعد خصم كافة بنود التكاليف .
٢ ـ ان صافي العائد يتم توزيعه على كافة المزارعين .
٣ ـ يراعى هذا النظام الربح التفاضلي للارض والموارد الاخرى .
٤ ـ تتحمل الدولة مسؤوليتها عن العملية الانتاجية .
٥ ـ كان هذا النظام ملائماً لتصميم المشاريع الزراعية التي كان محصول القطن المحصول الرئيسي في الدورة التي كانت مبنية على نظام ثماني في الجزيرة وسداسي في المناقل مما يقلل من تكلفة الانتاج .
٦ ـ بعد اعلان الدولة للسياسات الزراعية في صدر الستينات من هذا القرن والتي كانت تهدف لسياسة التنويع والتكثيف لمقابلة سياسة الاكتفاء الذاتي من بعض المحاصيل الزراعية مما ادى الى تعديل الدورة الزراعية من دورة ثمانية الى دورة سداسية في الجزيرة ومن سداسية الى ثلاثية في المناقل .
٧ ـ هذا التعديل لم يقابله تعديل في البنيات الاساسية كالتصميم الهندسي المدني لنظام الري . . الخ . مما ادى الى مشاكل ادت الى ارتفاع تكلفة الانتاج لظهور الحشائش والآفات الزراعية وقلة خصوبة الأرض مما استوجب استخدام السماد الصناعي . . ومشاكل المنافسة على عنصر الماء بين المحاصيل المختلفة .
٨ ـ اخذ على هذا النظام العائد الضئيل من محصول القطن للمزارع لتحمل القطن كافة منصرفات المحاصيل الاخرى التي كانت تترك للمزارع .
٩ ـ تحت هذه الظروف المتداخلة اعلنت الدولة لاتباع سياسات جديدة منها الغاء الحساب المشترك والعمل بنظام الحساب الفردي المبني على رسوم الماء والارض منذ عام ١٩٨١/٨٠م .

## ٤ ـ ١ نظام فئات رسوم الماء والارض :

كان هذا النظام سائداً في بعض الطلمبات الحكومية جزئياً ، وطبق على عدد من المشاريع الزراعية عند نشأتها ، وهي مشروع السوكي ، مشروع الرهد الزراعي ، وأخيراً في موسم ٨٢/٨١ قررت الدولة تعميمه على كافة المشاريع المروية الحكومية .

### ٤ ـ ١ ـ ١ كيفية حساب فئة الماء والارض :

ان القاعدة الاساسية لنظام فئات الماء والارض هي استرداد التكاليف التشغيلية الثابتة والمتغيرة لوزارة الري وادارتها لتوفير مياه الري مع استرداد التكاليف لتضمن في الفصل الأول والثاني لادارات المؤسسات الزراعية ، وعليه فان بنود المالية التي يجب تغطيتها بهذا الرسوم هي :

أ/ الري :

الفصل الأول لوحدات الري العاملة بالمؤسسات .

الفصل الثاني

الفصل الثالث ويشمل :

مال التجديدات .

جزء اهلاك الخزانات .

الفائدة على رأس المال .

البحوث الهايدرولوجية .

جزء اللجنة الفنية لمياه النيل .

ب/ المؤسسات :

الفصل الأول للادارة

الفصل الثاني : اهلاك رأس المال .

الفائدة على رأس المال .

**٤ - ١ - ٢ طرق فئات الماء والارض :**

لتحديد فئات الماء والارض اتبعت اللجنة الفنية المناط بها انجاز هذه المهمة في عامي ١٩٨٢/٨١ الخطوات التالية :

١ - حساب الميزانيات وفقا لما جاء اعلاه .

٢ - تحديد المساحات الخاصة بالدورة الكاملة للمؤسسات .

٣ - افتراض ان المشروع يزرع قطنا فقط مع حساب مساحات المحاصيل الاخرى وفقا لعدد الريات الموصى بها .

٤ - حساب تكلفة الفدان وذلك بقسمة الميزانية على المساحة بحسبان ان المشروع يزرع قطنا، وبالتالي تحدد فئة الرسم للقطن .

٥ - للمحاصيل الاخرى حيث يأخذ نسبة ما تحتاجه من مياه مضروب في فئة القطن .

تكرر هذه الخطوات ايضا لحساب تكلفة رسم الارض وتجمع الارقام الخاصة بالارض والماء . بعد اكتمال هذ العمليات يتم استصدار فئة الرسم بقرار وزاري .

اتبعت هذه الطريقة لحساب تكلفة الماء والارض في مشروع الجزيرة اما بالنسبة للمؤسسات الأخرى ونظرا لتباين طبيعة كل مؤسسة أوصت اللجان بأن ترفع فئة رسم الماء والارض بزيادة معينة وتكون لكل المؤسسات رسم موحد على ضوء تلك الزيادة .

**٤ ـ ١ ـ ٣ سمات هذا النظام :**

١ ـ اقتصر دور الدولة في العملية الانتاجية على توفير الارض والماء مقابل رسم يغطي التكلفة .

٢ ـ أفضى هذا النظام الى استحداث نظم وقواعد محاسبية جديدة مبنية على الحساب الفردي للمزارع .

٣ ـ على النقيض لنظام المشاركة التي يتساوى فيها الشركاء الثلاثة في تحمل المخاطرة ، فأن هذا النظام يحمل المزارع هذه المخاطرة والتي انعكست على الاداء للادارات في شكل ديون متراكمة .

٤ ـ تحت ضغوط المنظمات الدولية المانحة استجابت الدولة لاعلان هذا النظام ، مع أن بعض الدراسات التي اجرتها الدولة أوصت على اعادة دراسته .

**٤ ـ ١ ـ ٤ سلبيات النظام (فئة الماء والارض) :**

ترتب على اعلان هذا النظام والعمل سلبيات عديدة نذكر منها :

١ ـ مازال محصول القطن هو المحصول الرئيسي الذي يتحمل تكلفة هذا الرسم .

٢ ـ التصاعد المستمر لفئات الماء والارض ، الذي ينعكس سلبا على دخل المزارع .

٣ ـ على النقيض لنظام المشاركة ، اصبح المزارع وحده يتحمل مسؤولية المخاطرة، بمعنى آخر أن رفع الدولة ليدها عن المشاركة الفعلية اصبحت مجمل مخاطر المزارع تتراكم كديون عليه مستحقة للدولة .

**٥ ـ ١ خاتمة :**

ان التطور الذي لازم وسائل الري في السودان تبعه تطور في علاقات الانتاج المتمثلة في أشكال ملكية وسائل الانتاج وتوزيع العائد .

وكان هذا التطور هو العامل الرئيسي في تحديث الاقتصاد السوداني ، واحداث النقلة من اقتصاد معيشي الى اقتصاد سوقي وذلك يرتبط الانتاج الزراعي بحركة التبادل السلعي ، كما تجدر الاشارة بأن وتائر هذا التطور اختلفت من منطقة الى أخرى تبعا لخصائص كل منطقة .

## واجبات الشركاء

مشروع الجزيرة :

١/ التزامات الحكومة :

أ/ تعمير الاراضي .

ب/ توفير مياه الري .

جـ/ صيانة الترع والقنوات .

٢/ التزامات المزارعين :

أ/ تفريغ ابو عشرين وابو ستة

ب/ المسح الجاف

جـ/ المسح بعد

د/ توزيع السماد

هـ/ الزراعة

و/الحش

ز/ السلخ

ع/ الري (١٤ مرة)

ط/ نظافة ابو عشرين وابو ستة

ك/ حش الشوارع والمناطق العامة

ص/ الرقابة

ض/ ترحيل القطن لمحطات التجميع .

لا/ مصروفات الروية .

٣/ التزامات الادارة :

أ/ تنظيف واقامة القنوات الصغيرة .

ب/ استخدام الكوادر المؤهلة اللازمة لادارة المشروع .

جـ/ تحويل المصروفات المشتركة من رأس الادارة وبالاقتراض من بنك السودان .

د/ تقديم القروض اللازمة للمزارعين لمساعدتهم في تمويل العمليات الزراعية .

٤/ بنود الحساب المشتركة :

أ/ الحرث .

ب/ البذور

جـ/ مكافحة الآفات .

هـ/ قلع سيقان القطن .

و/ التجولات الندرة .

حـ/ وزن القطن حتى محطات التجميع وترحيله للمحالج .

ط/ النقل لبورتسودان .

ي/ التخزين .

لا/ مصروفات متنوعة بما في ذلك التأمين على المحصول .

## الخاتمة :

إن التطور الذي لازم وسائل الري في السودان يتبعه تطور في علاقات الانتاج المتمثلة في اشكال ملكية وسائل الانتاج وتوزيع العائد .

وكان هذا التطور هو العامل الرئيسي في تحديث الاقتصاد السوداني ، واحداث النقلة من اقتصاد معيشي الى اقتصاد سوقي وذلك بربط الانتاج الزراعي بحركة التبادل السلعي ، كما تجدر الاشارة بأن وتائر هذا التطور اختلفت من منطقة الى اخرى تبعاً لخصائص كل منطقة .

# تركيز العناصر الثقيلة في بعض المحاصيل الزراعية المروية بمياه الصرف الصحي

اعداد
المؤتمر المهني الهندسي الزراعي العام
بالجماهيرية العربية

## * المستخلص *

تروى بعض المحاصيل الزراعية في مشروع الهضبة الخضراء في الجماهيرية الليبية منذ سنة ١٩٧١ م ، بمياه الصرف الصحي المعالجة . والمحاصيل التي تزرع في هذا المشروع والتي قمنا بمتابعتها هي : الشعير ، القمح ، الطماطم ، البطاطس ، الفول ، الخوخ ، البرقوق ، الرمان ، الكمثرى والتين ، وفي هذا البحث تم تحليل أوراق . أزهار وثمار وبذور بعض المحاصيل التي ذكرت سلفا ولقد وجد تركيز الرصاص ، الكاديوم ، النيكل ، الكـــروم كما يلي :

ـ ففي أوراق وبذور الفول وجد تركيز هذه العناصر كالآتي :

ـ بالنسبة للرصاص ٥,٧٥ و ٢,٨٠ مليجرام / كيلو جرام على التوالي .

أما الكاديوم فوجد ٠,٢٨ و٠,٢٧ مليجرام / كيلو جرام بالنسبة للأوراق والبذور على التوالي النيكل ٩,٢٠ و٥,٨٠ والكـروم ٢,٠٠ ، ١,٠٠ مليجرام / كيلو جرام .

---

(١) الجيلاني محمد عبد الجواد . مجمع الفاتح الجامعات .

(٢) محمد ميلود خليفة . مجمع الفاتح الجامعات .

(٣) البروك الزرزاح . مجمع الفاتح الجامعات .

(٤) عبد الوهاب النحائسي . المكتب الوطني للاستشعارات الزراعية .

(٥) مختار شيمة . مشروع الهضبة الخضراء الزراعي .

ـ أما الشعير فيوجد في الأوراق أثناء طرد السنابل ٤,٠٠ مليجرام / كيلو جرام . من الرصاص و٠,٣٠ ، ٢,٤٠ كاديوم ونيكل على التوالي والكـروم كان بتركيز ٢,٤٠ مليجرام / كيلو جرام .

تركيز العناصر مثل الرصاص ، الكاديوم ، النيكل ، الكـروم في أوراق الطماطم أثناء فترة التزهير كان ٢٥,٠ ، ٠,٦٠ ، ٤,٤٠ ، ٠,٨٠ على التوالي أما عصير الطماطم فوجد تركيز كلا من الرصاص والكاديوم والنيكل والكـروم ٣,٨ ، ٠,٤٨ ، ٢,٠٩ ، ١١,٤ مليجرام / كيلو جرام على التوالي . ووجد في أوراق وثمار الرمان كمثال لأشجار الفاكهة الشائعة في المشروع ، فإن أوراقه تحتوي على ١١,٠ ، ٠,٣٢ ، ٤,٣ ، ٢,٤ مليجرام / كيلو جرام كلا من الرصاص ، الكاديوم النيكل ، الكـروم على التوالي . والثمار تحتوي على ١٢,٦ ، ٠,٤٤ ، ٢,٨ ، ٢,٤٢ مليجرام / كيلو جرام من الرصاص ، الكاديوم ، النيكل ، الكروييم على التوالي .

. . . .بعض هذه التركيزات تقترب من معايير الصحة العالمية من ناحية تركيز هذه العناصر في المواد الغذائية ، والتربة التي ينمو فيها الشعير فإن مستخلصها يحتوي على ١,٣٢ ، و٠,٠١ ، و٠,١٠ ، و٠,٠٦ من الرصاص والكاديوم والكـروم والنيكل على التوالي .

## * مقدمة : *

في أوائل القرن التاسع عشر وبعد أن أصبحت عمليات تطهير المياه من الطرق المنتشرة في العالم بواسطة الكلوره ، أصبحت مياه الصرف الصحي المعالجة من المصادر الهامة التي يمكن استعمالها في ري المحاصيل الزراعية خاصة في المناطق التي لا تتوفر فيها نوعيات جيدة من المياه الصالحة للري وكذلك المخلفات الصلبة لهذه المياه أصبحت من الأسمدة العضوية الهامة لاستخدامها في زيادة خصوبة التربة وخاصة في التربة الرملية التي تفتقر إلى معظم العناصر الغذائية .

يجب أن نعلم بأن كل المياه المعالجة ليست خالية من بعض المشاكل التي يجب الحيطة لها ، ومن أهم هذه المشاكل : أ) وجود بعض الميكروبات التي تسبب أمراض الإنسان والحيوان خاصة عندما تكون عملية الكلورة غير جيدة . ب) تركيز بعض العناصر الثقيلة التي إذا زاد تركيزها عن حد معين تسبب في التأثير على صحة الإنسان والحيوان ونمو النبات وفي هذا البحث سوف يتم التركيز على الفقرة «ب» إن تركيز العناصر الثقيلة في مياه الري والمادة الصلبة تعمل على :
ـ أ) النشاط الصناعي في المنطقة في هذا الموضوع يمكن الرجوع إلى المراجع ١ ـ ٢ ـ ٣ ـ ١٤ ـ

٢٠ ، أما تأثير المعاملات المختلفة على تركيز العناصر الثقيلة ، قام بدارستها أحد العلماء كما في المرجع (٣) .

تم تقسيم العناصر الثقيلة إلى درجة عالية الخطورة ودرجة متوسطة الخطورة بواسطة العالم (جاست) مرجع رقم (٤) حيث أشار في هذا التقسيم إلى العناصر عالية الخطورة مثل الكاديوم ، الزئبق ، النحاس ، النيكل ، ومتوسطة الخطورة مثل الحديد ، الالمنيوم ، الكـــروم ، الرصاص المتيسر الحيوي للعناصر الثقيلة للنبات الموجودة في مياه الري ، الناتجة عن مياه الصرف الصحي المعالجة والتي في المادة الصلبة تعتمد على عدة عوامل منها . درجة تفاعل التربة ، السعة التبادلية ، الأكسدة والاختزال ، نوع معادن الطين المكونة لغرويات التربة الغير عضوية ، المركبات العضوية ، التركيب الكيميائي لمحلول التربة ونوع النبات مراجع (١ - ٥ - ٦ - ٧ - ٨) .

احتفاظ التربة وانطلاق العناصر الثقيلة منها تعمل على ربط هذه العناصر بالمركبات العضوية واللاعضوية المكونة للتربة ، التبادل الايوني لكل هذه العناصر يؤثر على تركيز هذه العناصر في محلول التربة مراجع (١ ، ٢ ، ٧ ، ٩) تيسر هذه العناصر في محلول التربة وكمية مخزونها يحدد إلى حد ما كمية امتصاصها بواسطة النباتات معتمدين على نوعية كل نبات ، مراجع (١٠ - ١١ - ١٣ - ١٤) . وتجب الإشارة هنا بأن العناصر الثقيلة لا تتحرك في قطاع التربة بعيدا عن منطقة الجذور النامية مما يزيد عن احتمالية امتصاصها بواسطة جذور النباتات المختلفة مرجع (٣ - ٧ - ١٢) . هذه قليل من المراجع أردنا الإشارة إليها ، غير أن المجالات العلمية المتخصصة في هذا المجال والمجالات التي لها علاقة بالمقالات العلمية الخاصة بهذا الموضوع . في هذا البحث المتواضع سوف نتناول تركيز بعض العناصر الثقيلة وهي الرصاص ، الكاديوم ، النيكل ، الكـــروم ، الحديد ، الخارصين ، النحاس والمنغنيز في بعض المحاصيل الزراعية في مشروع الهضبة الخضراء الزراعي الذي يروي بمياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة طرابلس الغرب عبر سبعة عشر سنة ومقارنة النتائج ببعض البحوث المنشورة في هذا المجال في بعض البلدان الأخرى في العالم التي تستخدم نفس نوعية المياه ومقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية .

## = مواد وطرق البحث =

تم تحليل عينات من مياه الصرف الصحي المعالجة في عدة سنوات وذلك بجمع عينات من المياه دورياً وتحليلها لما تحتويه من الرصاص ، الكاديوم ، النيكل ، الكـــروم ، الحديد ، النحاس ، المنغنيز ، والخارصين لسنوات ١٩٧٥ م ، ١٩٧٦ م ، ١٩٧٨ م ، ١٩٨١ م ، ١٩٨٧ م كأمثلة لنتائج هذه الدراسات . وتم تحليل العناصر بواسطة جهاز الامتصاص الذري

المزود باللهب ، وجمعت عينات نباتية من المحاصيل المزروعة في موسم (٨٦ / ٩٨٧ - ٨٧ / ٩٨٨) وفق المرجع ١٥ وغسلت الأوراق والثمار بواسطة الماء المقطر عدة مرات ثم وضعت في فرن عند درجة حرارة مئوية قدرها ٦٥ درجة ، طحنت العينات بواسطة جهاز الطحن الشواني ثم هضمت العينات وفق مرجع ١٥ وتم تحليل العناصر المذكورة أعلاه بواسطة جهاز الامتصاص الذري المزود باللهب ، كما جمعت عينات تربة من بعض الترب النامية فيها بعض المحاصيل وعملت مستخلصات بواسطة المحلول المخبري (ثنائي الاثيلين ، ثلاثي الاميين ، خماسي حامض الخليك)

## * النتائج والمناقشة *

الجدول رقم (١) يبين تركيز العناصر الثقيلة ، الرصاص ، الكاديوم ، النيكل والكروم والحديد والنحاس، والخارصين والمنغنيز في مياه الصرف الصحي المعالجة للسنوات ١٩٧٥ م، ١٩٧٦ م ١٩٨١ م ١٩٨٧ م ، ومقارنة هذه النتائج بمعايير منظمة الأغذية والزراعة لسنة ١٩٨٥ م مرجع (٢٢) ، نلاحظ بأن كل من الرصاص والنيكل تركيباتها أقل من الموضوعة من قبل منظمة الأغذية والزراعة بالنسبة للرصاص أقل بسبع عشرة مرة ، أما النيكل في السنين الأخيرة أقل من التركيز المسموح به مرتين ، أما بالنسبة للكاديوم والنيكل فهو من حدود الحد الحرج الذي وضعته منظمة الأغذية والزراعة وهما (٠,٥١ و٠,١ مليجرام / ليتر ، غير إن هذه العناصر تتحول في التربة إلى مركبات كيميائية كنتيجة للذوبان في درجة تفاعل التربة العالية والتربة الجيرية مثل تربة مشروع الهضبة الخضراء ، وفي هذه الحالة تكون غير متيسرة للنبات وتركيزات منخفضة جداً في محلول التربة ، أما بالنسبة للحديد والنحاس والخارصين والمنغنيز فإن تركيباتها دون المعدل الحرج الذي وضعته منظمة الأغذية والزراعة .

جدول (٢) يوضح تركيز العناصر التي ذكرت سلفاً في نبات الفول الموسم الزراعي ١٩٨٦ م ، ١٩٨٧ م في الأوراق وقشرة قرون الفول وبذوره والتربة النامي فيها الفول ومياه الري ، وتبين النتائج بأن تركيز الرصاص عالي في الأوراق إذا ما قورن بتركيزه في قشرة قرون الفول وبذوره حيث أن تركيزه في الأوراق ٥,٧٣ مليجرام / كيلو جرام وفي البذور تركيزه ٢,٨٣ مليجرام / كيلو جرام . أما تركيزه في ماء الري فهو (٠,٠١ وفي مستخلص التربة ١,٢٥ مليجرام / كيلو جرام . أما تركيز الكاديوم فيكاد يكون متساو في كل الأوراق والبذور وهو ٠,٢٨ مليجرام / كيلو جرام . والنيكل يأتي تركيزه قبل الرصاص في المستوى والبذور تحتوي على ٥,٨٠ مليجرام / كيلو جرام . أما بقية العناصر فهي كما هي موضحة في جدول (٢) ، والذي تجدر به الإشارة بأن تركيز الكاديوم قد وصل في البنجر السكرى السويسري إلى ١,٥٠ مليجرام / كيلو جرام في تربة درجة تفاعلها ٧,٦ (مرجع ١٣) .

جدول (٣) يبين تركيز العناصر الثقيلة التي ذكرت سلفاً في نبات الشعير ويلاحظ بأن تركيز الرصاص في القش وصل إلى ٨ مليجرام / كيلو جرام . بينما وصل تركيزه في بذور الشعير إلى ١٦,٥ مليجرام/ كيلو جرام، أما الكاديوم فإن تركيزه في الأوراق أثناء طرد السنابل هو ٠,٣٠ مليجرام / كيلو جرام وفي السنابل هو ٠,٤٢ ويصل تركيزه في البذور إلى ٠,١٦ مليجرام / كيلو جرام . وفي المرجع (١٦) وجد الباحث بأن تركيز الكاديوم الذي يؤثر على صحة الانسان والحيوان هو ٠,١ مليجرام / كيلو جرام . . .

تركيز بعض العناصر الثقيلة في بعض السنوات لمياه الصرف الصحي المعالجة :

| السنة / العنصر | (١) ١٩٧٥ م | (٢) ١٩٧٦ م | (٣) ١٩٧٨ م | (٤) ١٩٨١ م | (٥) ١٩٨٧ م | معايير منظمة الأغذية والزراعة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الرصاص | ٠,٠٥ | ٠,٠٤ | ٠,٠٦ | ٠,٠٨ | ٠,٠٣ | ٥,٠ |
| الكاديوم | ٠,٠١ | ٠,٠١ | ٠,٠١ | ٠,٠٢ | ٠,٠١ | ٠,٠١ |
| النيكل | ٠,٠٢ | ٠,٠٢ | ٠,١٠ | ٠,١٤ | ٠,١٣ | ٠,٢ |
| الكروم | ٠,٠٨ | ٠,١٠ | ٠,١١ | ٠,١٢ | ٠,١٠ | ٠,١ |
| الحديد | ٠,١٥ | ٠,٣٤ | ٠,٣٢ | ٠,٥٥ | ٠,٢٧ | ٥,٠ |
| الخارصين | ٠,٠٥ | ٠,٠٣ | ٠,٠٣ | ٠,١١ | ٠,٠٢ | ٢,٠ |
| النحاس | ٠,٠٥ | ٠,٠٣ | ٠,٠٢ | ٠,٠٢ | ٠,١٢ | ٠,٢ |
| المنغنيز | ٠,٠٢ | ٠,٠٣ | ٠,٠٤ | ٠,٠٣ | ٠,٠٣ | ٠,٢ |

١ ـ الجيلاني عبد الجواد .
٢ ـ شركة ساوى والجيلاني عبد الجود .
٣ ـ الجيلاني عبد الجواد .
٤ ـ عبد الله حبال .
٥ ـ الجيلاني عبد الجواد ومحمد ميلود خليفة .

جدول رقم (٢)

تركيز بعض العناصر الثقيلة في نبات الفول في مشروع الهضبة الخضراء في موسم ٨٦ / ١٩٨٧ م ، المشروع القديم رقم (١٤) وكذلك التربة النامي فيها الفول وماء الري المعالجة :

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل | الكروم | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأوراق | ٥,٧٣ | ٠,٢٨ | ٩,٢٠ | ٢,٠٠ | ١٦١ | ١٤٠ | ٢٢,٠ | ٢٧,١ |
| قشرة القرون | ٢,٨ | ٠,٢٥ | ٥,٩٠ | ١,٥٠ | ٤,٨٠ | ٢٥,٠ | ٢,٤٠ | ١٧,٨٠ |
| الجذور | ٢,٨٣ | ٠,٢٧ | ٥,٨٠ | ٢,٠٠ | ٣٥,٠ | ٥٢,٥ | ٢,٥١ | ١٧,٦ |
| مياه الري | ٠,٠١ | ٠,٠٠١ | ٠,٠١ | ٠,٠١ | ٠,٠٤ | ٠,٠٣ | ٠,٠٢ | ٢,٥٤ |
| التربة | ١,٣٥ | ٠,٠١ | ٠,٠٧ | ٠,١٢٠ | ٠,١٢٠ | ٢,١٥ | ١,٥١ | ٠,٠٠٣ |

**ملاحظة** : مستخلص التربة عمل بواسطة ( ) ثنائي الاثيلين، ثلاثي أمين خامس حامض الخليك.

٢ ـ مياه الري جمعت أثناء جمع عينات الفول، المتوسطة أثناء فترة نمو الفول لثلاث مرات .

جدول رقم (٣)

تركيز بعض العناصر الثقيلة في نبات الشعير، في التربة النامي فيها الشعير.

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل | الكروم | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| البستان | ٤,٠٠ | ٠,٣٠ | ٢,٤٠ | ٢,٤ | ٣٦,٠ | ٥٧ | ٤,٣٥ | ٩,٧٠ |
| الأوراق السنابل | ٤,٤٥ | ٠,٤٢ | ١,٤٠ | ١,٦ | ٣٨,٥٠ | ٥٢,٠ | ٤,٨٠ | ١١,٣٠ |
| القش | ٨,٠ | ٠,٣٩ | ٦,٠ | ٤,٨٠ | ٤٥,٢ | ٨٤,٠ | ٥,٠ | ١٦,٢ |
| البذور | ١٦,٥ | ٠,١٦ | ٦,٧ | ١,٩٥ | ٣٥,١ | ٣٥,٩ | ٧,٣ | ٦,٧ |
| التربة | ١,٣٢ | ٠,٠١ | ٠,٠٦ | ٠,١٠ | ٣,٨ | ٢,١١ | ١,٤٩ | ٢,٤٤ |

## جدول رقم (٤)

## تركيز بعض العناصر الثقيلة في نبات القمح

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل | الكروم | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الجذور | ١٦,٠ | ٠,٤٠ | ٥,٢ | ٢,٨ | ٢٩,٣ | ٢,٤٦ | ٥,٢ | ١٠,٩ |
| الأوراق، السيقان | ١٢,٠ | ٠,٣٦ | ٤,٠ | ١,٢ | ٥١,٣ | ١٤,٢ | ٢٥,٦ | ٢٤,٢ |
| السنابل | ١٢,٤ | ٠,٣٢ | ٥,٦ | ٣,٢ | ٢١,٣ | ٨٩ | ٥,٦ | ٢٧,٢ |
| القش | ١٢,٨ | ٠,٤٨ | ٥,٩ | ١,٦ | ٤,٧ | ١٠٥,٤ | ٨,٤١ | ٢٢,٠ |
| الجذور | ٨,٠ | ٠,٣٢ | ١,٠ | ١,٠٨ | ٩١,٨ | ٢٩,١ | ٢,٤ | ٤٣,٨ |

## جدول رقم (٥)

## تركيز بعض العناصر الثقيلة في أشجار (الخوخ ـ العوينة (البرقوق) ـ الكمثرى) مشروع الهضبة الخضراء .

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل | الكروم | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ميليجرام | /كيلو جرام | | | | |
| الكمثرى | | | | | | | | |
| الأوراق | ٧,٢ | ٠,٣٦ | ٣,٠٠ | ٢,٤٨ | ١٤,٠ | ١١٢,٠ | ٥,٦ | ٥١,٨ |
| الثمار | ٣,٢ | ٠,٧٢ | ٢,٤٨ | ٣,٢٨ | ٧,٨ | ٥٨,٠ | ٢,٨ | ١٠,٤ |
| الخوخ | | | | | | | | |
| الأوراق | ١٢,٠ | ١,٣٢ | ٦,٦٨ | ٥,٤٠ | ١٣,٤ | ١٠٨,٢ | ٤,٨ | ٨,٢ |
| الثمار | ٨,٨ | ٠,٢٨ | ٤,٠٠ | ١,٢٠ | ١١,١ | ٩٦,١ | ٥,٢ | ٢١,٢ |
| العوينة الصفراء | | | | | | | | |
| الأوراق | ٩,٦ | ٠,٣٦ | ٥,٤٨ | ١,٠٨ | ١٣,٦ | ١٢٤,٨ | ٥,٢ | ٢١,٢ |
| الثمار | ٨,١٠ | ٠,١٢ | ٩,١٠ | ٠,٥٨ | ٦,٣ | ٧٩,٨ | ٥,٣ | ٨,٨ |
| العوينة السوداء | | | | | | | | |
| الأوراق | ١١,٢ | ٠,٥٦ | ٣,٤٨ | ٢,٠٦ | ٢٠,٧ | ١٧٤,٠ | ٧,٦ | ١٧,٦ |
| الثمار | ٥,٧ | ٠,١٣ | ١٩,١٠ | ٠,٤٥ | ٦,٥ | ٨٨,٢ | ٢,٣ | ٧,١ |

مراجع (١٧ ـ ١٨ ـ ١٩ ـ ٢٠) ووصل تركيز النيكل في البذور إلى ٦,٧ مليجرام / كيلو جرام والكـــروم ١,٤٥ مليجرام / كيلو جرام ، وهي تعتبر مؤشرات عالية إلى حد ما (١٧ ـ ١٨ ـ ١٩) .

وفي جدول رقم (٣) يبين أيضا تركيز العناصر المدروسة في التربة النامي فيها الشعير حيث يلاحظ بأن الرصاص معدله أعلى من العناصر الأخرى وأن التربة ناقصة من الحديد المتيسر للنبات ، وتحتوي على كمية لا بأس بها من الزنك والنحاس والمنجنيز .

جدول (٤) ، يبين تركيز العناصر في نبات القمح ويلاحظ بأن الرصاص له تركيز عالي في الجذور بالرغم من أخذ الاحتياطات اللازمة أثناء غسلها بالماء المقطر مرتين ، وتحتوي الأوراق أثناء طرد السنابل ١٢,٩ مليجرام / كيلو جرام أما السنابل فتحتوي على ١٢,٤ والبذور ٨,٠ ميلجرام كيلو غرام وهو أعلى من المعدل الذي يؤثر على صحة الانسان أما تركيز كل من النيكل والكروم هو ١,٠٠ و١,٠٨ مليجرام / كيلو جرام على التوالي .

تركيز بعض العناصر التي درست في هذا البحث بالنسبة للفواكه مثل الخوخ والكمثرى والبرقوق الأسود والأصفر في الأوراق والثمار موضح في الجدول رقم (٥) . فتحوي كل من ثمار الخوخ والبرقوق الأسود على أعلى معدل بالنسبة للرصاص مقارنة بالكمثرى والبرقوق الأصفر . أما بالنسبة للكاديوم فإن تركيزه في ثمار الكمثرى والخوخ أعلى من تركيزه في ثمار البرقوق بنوعيه حيث أنه يصل في ثمار الخوخ إلى ٠,٧٨ مليجرام / كيلو جرام أما في ثمار البرقوق بنوعيه ففي حدود ٠,١٣ مليجرام / كيلو جرام ، وهو تركيز أعلى من ٠,١٠ مليجرام / كيلو جرام المحدد من منظمة الصحة العالمية ، وتركيز النيكل في ثمار البرقوق الأسود أكثر منه في الأصفر ، والكـــروم تركيزه في الكمثرى والخوخ أعلى من البرقوق بنوعيه بصفة عامة . أما الحديد والنحاس والخارصين والمنجنيز فإن تركيزاتها مشابهة للتركيزات المشار إليها في المرجع (٢١) .

جدول رقم (٦) يوضح تركيزات العناصر الثقيلة في كل من التين والرمان والليمون ، في الأوراق والثمار بالنسبة للتين والرمان والأوراق بالنسبة لليمون ويلاحظ بأن الرمان والتين لهما قدرة على امتصاص الرصاص أكثر من الحمضيات في كل من الأوراق والثمار وكلاهما في حدود ١١ مليجرام / كيلو جرام ، ويلاحظ بأن تركيز الكاديوم في أوراق التين وثماره أعلى منه في الرمان وأوراق الحمضيات وبالنسبة لاحتواء ثمار الرمان والتين من الكاديوم يعتبر تركيزه أعلى من الحد الحرج المحدد من قبل منظمة الصحة العالمية .

تركيز النيكل في ثمار التين هو ٨,١٩ مليجرام / كيلو جرام أما الكـــروم يكاد يكون متقارباً في كل أنواع الأشجار في هذا الجدول مع العلم بأن أعمار الأشجار هي في حدود اثني عشر سنة .

## جدول رقم (٦)

تركيز بعض العناصر الثقيلة في أشجار التين ، الرمان ، والحمضيان الليمون .

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل | الكروم | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | مليجرام | /كيلو جرام | | | |
| التين | | | | | | | | |
| الأوراق | ٩,٠٠ | ٠,٨٥ | ٤,٤٥ | ٢,٨٥ | ٢٧,٢ | ١٧٤ | ٩,٣ | ١٧,٢٥ |
| الثمار | ٣,٤٥ | ٠,٩٢ | ٨,١٩ | ١,٤٨ | ٢٠,١ | ٣٥,٧٥ | ٣,٢٥ | ٣,٠٥ |
| الرمان | | | | | | | | |
| الأوراق | ١١,٠ | ٠,٣٢ | ٤,٥ | ٢,٤ | ١٦,٢ | ٦٧ | ٧,٢ | ٢٠,٦ |
| الأزهار | ٩,٦ | ٠,٤٠ | ٥,٠ | ٢,٤ | ٢٢,٥ | ٥٢ | ٨,٦ | ١١,٠ |
| الأوراق في دور نضج الثمار | ١٢,٠ | ٠,٥٦ | ٥,٦ | ٢,٢٠ | ٢١,٤ | ٧٦,٢ | ٨,٠ | ٤٣,٨ |
| الحمضيات | | | | | | | | |
| الأوراق | ١٢,٦ | ٠,٤٤ | ٧,٨ | ٢,٤٢ | ١٨,٨ | ٦٩,٦ | ٩,٦ | ٢٠,٤ |
| التربة النامية فيه الحمضيات | ٧,٧٣ | ٠,٤٨ | ٦,٣٠ | ٢,٢٥ | ١٤,٥ | ٩٠,٠ | ٢,٢٥ | ٩,٨ |
| | ١,١٠ | ٠,٠٢ | ٠,١٤ | ٠,٠٩ | ٢,٤٩ | ٠,٠٥ | ٠,٢ | ١,٨٨ |

يلاحظ من جدول (٦) بأن النحاس يعتبر منخفضاً في أوراق الحمضيات حيث يصل تركيزه إلى ٠,٢٥ مليجرام / كيلو جرام بيد أن الحد الحرج هو ٦ مليجرام / كيلو جرام مرجع (٢١) . وكذلك المنغنيز يعتبر منخفضاً ، أما الحديد والخارصين فيعتبر في حدود التركيز الكافي للنمو الجيد .

جدول رقم (٧) يبين تركيز كل من الرصاص والكاديوم والنيكل والكـــروم والخارصين والحديد والنحاس والمنجنيز ، ويلاحظ بأن تركيز النيكل يعتبر عالي النسبة للثمار (عصير الطماطم) حيث يصل في الثمار . الناضجة (٢٥)(٤٢ مليجرام / كيلو جرام والكاديوم يصل تركيزه إلى ٢,٨٢ مليجرام / كيلو جرام وهي ناضجة وهذا على حساب الوزن الجاف ولكن لو أدرجنا النتيجة على أساس الوزن الغض ٠,١٣ و٠,١١ بالنسبة للثمار الناضجة والغير ناضجة . أما الرصاص فإن تركيزه يلي النيكل بالنسبة لعصير الطماطم ، أما بالنسبة للأوراق أن التركيز بصفة عامة أعلى فمن الكاديوم والنيكل والكـــروم وكما نلاحظ في نفس الجدول بأن تركيز

النيكل عالي في درنات البطاطس حيث يصل إلى ٤٢,٥٠ مليجرام / كيلو جرام وأن التربة النامي بها الطماطم تحتوي على ١,٩٢ مليجرام / كيلو جرام بالنسبة للرصاص يليه النيكل والكبـــروم ثم الكاديوم في التركيز .

جدول رقم (٧)

تركيز بعض العناصر الثقيلة في أوراق ثمار الطماطم وأوراق ودرنات البطاطس .

| | الرصاص | الكاديوم | النيكل مليجرام | الكروم /كيلو جرام | الزنك | الحديد | النحاس | المنجنيز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطماطم : | | | | | | | | |
| الأوراق في دور الأزهار | ٢٥,٠ | ٠,٤٠ | ٤,٤٠ | ٠,٨٠ | ٤٠,٠ | ١٧٦,٦ | ١١,٨٠ | ٢٨,٨٠ |
| الثمار وهو أخضر (عصير) | ٤,١٢ | ١,١٠ | ٥٣,٠ | ٦,٣٥ | ٣٥,٦ | ٣٢,٨ | ١٢,٢٦ | ١٢,٤٥ |
| الأوراق في دور اللفوج | ٣١,٠ | ٠,٤٥ | ٥,٢٠ | ٠,٤٠ | ٤٢,٨ | ١٦١,٢ | ١٢,٨٠ | ٢٩,١٠ |
| الثمار وهو ناضج | ٦,٢٠ | ٢,٨٢ | ٤٢,٢٥ | ١٩,٣٥ | ٣٦,٢ | ٤٢,٢ | ١٥,٢٥ | ١٩,٣٥ |
| البطاطس : | | | | | | | | |
| أوراق الدرنات | ٢٨,٠٢ | ١,٦٢ | ٢,٨٠ | ٢٨,٠١ | ٢٧,٠٢ | ١٣٦,٠ | ٩,٨٥ | ١٤,٧٢ |
| التربة النامي فيها الطماطم | ٣,١ | ٠,٢٨ | ٤٢,٥٠ | ١,٢٢ | ١٦,٣٠ | ٢٢٧,٠ | ٤,١ | ٨,١ |
| | ١,٩٢ | ٠,٠٤ | ٠,٣٥ | ٠,٢١ | ٨,٦ | ٤,٩ | ٤,٦ | ٣٧,٧ |

عمل مستخلص التربة بواسطة المستخلص المخلبي ثنائي الاثيلين ، ثلاثي الأمين وخماسي حامض الخليك .

## *** ملخص النتائج ***

يتضح من هذه الدراسة بأن مياه الصرف الصحي المعالجة يزداد فيها تركيز بعض العناصر الثقيلة فيها ، خاصة الكاديوم ، النيكل ، الكـــروم والخارصين .

نتائج تحليل بعض المحاصيل الزراعية بهذه المياه في موسم ١٩٨٦ م - ١٩٨٧ م دلت على أن هناك تراكم بالنسبة للنيكل والرصاص في الأوراق أكثر من بذور الفول . ولوحظ تراكم بالنسبة للرصاص في بذور الشعير يصل إلى ١٦,٥ جزء في المليون والكادميوم بحيث أصبح قريباً من معدلات الصحة العالمية التي تؤثر على صحة الانسان وقد لوحظ تراكم الكادميوم في الشعير

أكثر منه في القمح ودلت النتائج بأن البرقوق الأصفر يتم تراكم الرصاص فيه أكثر من البرقوق الأسود في الأوراق والعكس صحيح بالنسبة للثمار ، وثمار الخوخ وجد أنها تحتوي على أكبر معدل تركيز بالنسبة للرصاص حيث يصل إلى (٨,٨) مليجرام / كيلو جرام ، وتراكم الرصاص في ثمار الرمان أكثر مقارنة بالأزهار والأوراق حيث يصل في الثمار إلى (١٢,٦) مليجرام / كيلو جرام وتحتوي ثمار التين على معدل تركيز من الكادميوم في هذه الدراسة هو في ثمار الطماطم حيث يصل (٢,٨٢) مليجرام / كيلو جرام . أما درنات البطاطس فتحتوي على (٢٨ , ٠) مليجرام / كيلو جرام من الكادميوم ، بينما يصل تركيز الرصاص إلى (٣,١) مليجرام / كيلو جرام .

## ** المراجع **


١ ـ بيج ـ ١ ـ ل . ١٩٧٤ م ـ تأثير العناصر الثقيلة على مخلفات المجاري الصلبة بإضافتها للأراضي الزراعية ، مراجعة للبحوث التي عملت قبل ١٩٧٤ م منظمة البيئة الامريكية .

٢ ـ ماتيجي ٢ س . ف . آ ـ ل ـ ١٩٨٣ م . دراسة تلوث التربة بالعناصر المعدنية كتاب تطبيقات الكيمياء الجيولوجية فصل ١٢ ـ ص ٣٩٤ ـ ٣٥٥ .

٣ ـ نوري رم ـ ١٩٦٩ م . التخلص من مخلفات المجاري بواسطة نشرها على الأرض تشاركية نورس بولاية نيوجرسي بأمريكا .

٤ ـ جاست . ٢ . ١٩٧٦ م . إضافة مخلفات المجاري الصلبة إلى الأراض الزراعية واحتمالية التأثير على النبات والحيوان والانسان تقرير رقم ٦٤ . مجلس الزراعة والتغذية بولاية ايوا الامريكية مدينة (امس) .

٦ ـ الجيلاني محمد عبد الجواد . المحافظة على المصادر الطبيعية ١٩٧٥ م نشرت أبحاث مجلس البحوث الزراعية العالمية روما ٢ ص ١ ـ ١٦ .

٧ ـ الجيلاني محمد عبد الجواد ١٩٨٧ م . انتقال مياه الصرف الصحي المعالجة والمادة الصلبة في الزراعة بالاشارة إلى مشروع الهضبة الخضراء ، إحدى وثائق منظمة الأغذية والزراعة ، مارس ١٩٨٧ م ص ١ ـ ٥٣ . الدورية ، الأراضي والمياه .

٨ ـ سيمن ـ ٢ ـ ١٩٨١ م التأثير البيولوجي للعناصر الثقيلة في بيئة المياه حلقة دراسية كتاب رقم ١٥٤ ، حول تأثير العناصر الثقيلة على المياه الصحية وتأثيرها على النواحي البيولوجية ـ جنوة ـ ايطاليا ـ ٢ ـ ٤ نوفمبر ١٩٨١ م .

٩ ـ عبد الله الجبالي ورحمة الله ١٩٨١ م ، متابعة كيميائية للمياه المعالجة بغرض استخدامها في الزراعة ـ تقرير مقدم إلى الهيئة القومية للبحث العلمي الليبية ص ـ ١ ـ ١٥٠ .

١٠ ـ جورج ميتشل ١٩٧٧ م تأثير كل من الكادميوم والنحاس والزنك والنيكل على

النباتات نتيجة امتصاصها من التربة المضاف إليها المادة الصلبة الحاملة للعناصر الثقيلة ، بحث للدكتوراه جامعة كاليفورنيا - بريفر سايد .

١٢ - امنشر . م - س . وامنشر كوبتي و ش .م - سالم و١ - الاسكندر . ١٩٨٦ م . احتفاظ وانطلاق العناصر الثقيلة في التربة باستخدام عدة نماذج «مجلة جيودرمى» العالمية رقم ٣٨ ص ١٣١ - ١٥٤ .

١٣ - جرج . د . هايبن وويسالي س هاجار ١٩٨٤ م . مقارنة بين امتصاص الرصاص والكادميوم بواسطة الخضروات من الحدائق إلى حول المدن . مجلة تلوث البيئة مجموعة - ب - رقم ٧ لسنة ١٩٨٤ م . ص ٧١ - ١٨ .

١٤ - ماثيوس ب . جـ . ١٩٨٥ م تنظيم عمليات تلوث وكميات مخلفات المجاري من المادة الصلبة وإمكانية استخدامها في الزراعة . س - - د - س . مراجعة إلى هيئة البيئة الايطالية مجلد رقم ١٤ - عدد ٣ ص ١٩٩ - ٢٣٠ .

١٥ - والش ل .م . وباتن - ج - د . ١٩٧٦ م اختبار التربة وتحليل النبات ، منشورات الجمعية الأمريكية للتربة والمحاصيل .

١٦ - تشانج -١ - س وبيج - - ١ - ب - وارنجى - جـ - ١ - رامكتوا - م - و - وجون - ت - ١ - ١٩٨٣ م تراكم الكادميوم والزنك في الشعير النامي في التربة المسمدة بمختلف المجاري الصلبة - مجلة نوعية البيئة رقم ١٢ ص ٣٩١ - ٣٩٧ .

٧١ - تقرير مقدم إلى إدارة التغذية والأدوية ١٩٨٠ م حول مكونات الغذاء الصحي والتي تؤثر على الصحة العامة ، رقم التقرير وملفه ٧٧ ، إدارة التغذية والأدوية الامريكية .

٨١ - معايير منظمة الصحة العالمية لسنة ١٩٧٢ م ، منظمة الصحة العلمية ، جنيف سويسرا .

١٩ - تقرير البنك الدولي في سنة ١٩٨٥ م حول استعمالات المياه المعالجة في الزراعة وتأثيرها على الصحة العامة . الاجتماع الذي عقد في (ايدل بيرج) بسويسرا . هذا التقرير أعد من أجزاء العالم في البيئة وعقد المؤتمر في يوليو سنة ١٩٨٥ م .

٢٠ - مجلة نوعية المياه يناير ١٩٨٧ م ، المياه في الزراعة ، منشورات حماية البيئة الكندية ص ١ - ٩١ .

٢١ - العناصر الثقيلة في البيئة الليبية ١٩٨٤ م ، منشورات جامعة الفاتح ص ١٨٦ حتى ٣٠١ .

٢٢ - نوعية مياه الري للزراعة منشورات منظمة الأغذية والزراعة رقم ٢٩ لسنة ١٩٨٥ م مراجعة حديثة بواسطة (ايرس . ى - س و د . وستكوت) منظمة الأغذية والزراعة العالمية ص - ١ - ١٧٤ .

# تلوث محاصيل الخضر المروية بمياه المجاري

# «تلوث اوراق نباتات الخس والسلك»

# «بمشروع الهضبة الزراعي»


## مستخلص

أجريت دراسة تلوث بكتريا القولون على أوراق نباتات الخس والسلك بمشروع الهضبة الزراعي ، ووجد أن نسبة تلوث أوراق الخس تصل من ٢٥٪ الى ٤٨٪ وعلى أوراق السلك ٣٥٪ أما نسبة تلوث أوراق الخس بمزارع سيدي المصري فتصل من صفر ٪ الى ٥٪ ووجد أن أعداد الوحدات المكونة لمستعمرات بكتيريا القولون بكل سنتمتر مربع تصل من ٤ ـ ١٩ على أوراق الخس ومن ٤٠٠ ـ ٨٠٠ على أوراق السلك بمشروع الهضبة ، أما بحقول سيدي المصري فتصل من صفر ـ ٢ على أوراق الخس ، وهذه النتائج تشير الى أن هذا التلوث على أوراق نباتات الخس التي تؤكل طازجة تنذر بخطر حدوث اصابات بكتريا القولون التي يمكن أن تسبب العديد من الامراض للانسان ، مثل مرض التيفود مما يستلزم وضع برنامج علمي متكامل لتتبع مصادر التلوث ووضع السبل الكفيلة لتجنب حدوثه والحد من زراعة محاصيل الخضر التي تؤكل طازجة .


**مقدمة :**

تدخل الكائنات الممرضة مصادر المياه من فضلات الانسان والحيوان ومن الكائنات الطبيعية المتواجدة بالامعاء الغليظة للانسان والحيوان أنواع بكتيريا القولون Coliforn Bactria


اعداد الدكتور علي زايد + ليلي ساسي المؤتمر المهني الهندسي الزراعي العام بالجماهيرية العربية الليبية

ووجود هذه الانواع في الماء يعتبر دليلا على التلوث الناتج من الانسان والحيوان . واذا وجدت هذه الكائنات بالماء أو على الخضروات التي تستهلك طازجة فان المجال يصبح مفتوحا للكائنات الممرضة للامعاء لتتمكن من الدخول لجسم الانسان . والتحليل المعملي عن بكتيريا القولون في حالة المياه يعتبر من العمليات الضرورية وذلك ان بكتيريا القولون وخاصة اشيريشيا كولاي Escherichia coli توجد دائما في الامعاء الغليظة للانسان باعداد كبيرة وتفرز بالملايين يوميا من الشخص الطبيعي وهي تعيش لفترة طويلة في الماء والشخص السليم لا يفرز كائن التيفود ولكن اذا أصيب بهذا المرض فان الكائن الممرض سيظهر في فضلاته وبالتالي فان وجود بكتيريا القولون في الماء يعتبر اشارة انذار بأن الماء معرض للتلوث الخطر .

وتشير تقارير الصحة العالمية رقم ٥١٧ (١٩٧٣ م) بشأن إعادة استخدام مياه المجاري انه بالرغم من الانخفاض الكبير في كمية هذه الميكروبات بسبب عدم ملائمة البيئة والتنافس البيولوجي فان كمية هذه الميكروبات القادرة على الحياة كافية لأن تكون ضارة بالناس الذين يأكلون الخضروات الطازجة المروية حديثا بمياه مفقودة غير معالجة . ويعتبر استعمال مياه المجاري المعالجة في الزراعة من الطرق التقنية المتقدمة في استغلال مياه المجاري . وهي مستعملة في العديد من الدول المتقدمة . وتقام عمليات المعالجة المختلفة للتخلص من التلوث البيولوجي بالمياه المستعملة في الزراعة وذلك لتفادي حدوث أية أضرار للانسان .

ويعتبر مشروع الهضبة الزراعي من المشاريع الحضارية العملاقة القائمة على أرض الجماهيرية العظمى وذلك للاستفادة من مياه المجاري في مجال الزراعة . وأقيمت هذه الدراسة للتعرف على مدى وجود التلوث ببكتيريا القولون على نباتات الخس والسلك ببعض مزارع مشروع الهضبة الزراعي .

**مواد وطرق البحث :**

لدراسة وجود التلوث ببكتيريا القولون على محاصيل الخضر (الخس والسلك) بمزارع مشروع الهضبة الزراعي تم جمع أوراق نباتات الخس والسلك بحقلين بمشروع الهضبة الزراعي وكذلك حقلين بسيدي المصري خلال الفترة من ١٩٨٧/١٢/١٥ ، الى ١٩٨٨/٢/١٥ م . حيث أخذت ٢٠ ورقة من نباتات الخس من كل حقل ورقتين من كل نبات واحدة خارجية وأخرى داخلية . كما جمعت ٢٠ ورقة من نباتات السلك من نفس حقول الخس في مشروع الهضبة الزراعي . وضعت الاوراق في كيس بلاستيك جديد ونظيف وحفظت العينات بالثلاجة حتى تم فحصها بعد ٢٤ ـ ٧٢ ساعة .

فحصت الاوراق بأخذ قطعة من كل ورقة ٥ × ٧ سم ووضعت في دورق به ١٠٠ مليليتر ماء معقم ومقطر ورجت لمدة ساعة واحدة على جهاز دوار . وثم نقل ١,٠ مليليتر الى طبق

يحتوي على بيئة ابو سين ميثلين الازرق EMB باستعمال ثلاثة مكررات من كل دورق . وضعت الاطباق في حضان تحت درجة حرارة ٣٧° م لمدة ٤٨ ساعة . أخذت اعداد المستعمرات البكتيرية ذات النمو المميزة لبكتيريا القولون وهي تلك التي تظهر على شكل مستعمرات لها اشعاع معدني محض Green petalic sheen . وتم ايجاد متوسط اعداد الوحدات المكونة للمستعمرات Colony forrina unit لكل سنتميتر مربع واحد من مساحة الورقة الكلية لكلا السطحين .

**النتائج والمناقشة :**

من نتائج هذه الدراسة يتضح وجود بكتيريا القولون Coliform Bacteria على اوراق نباتات الخس والسلك المزروعة بمشروع الهضبة الزراعي باعداد كبيرة . فكما هو مبين بجدول رقم ١ نجد أن نسبة تلوث أوراق الخس يحول مشروع الهضبة والتي تم أخذ العينات منها تصل من ٢٥٪ الى ٤٨٪ أما أوراق السلك فتصل نسبة التلوث الى ٣٥٪ . وفي حالة نباتات الخس المزروعة بسيدي المصري فتصل نسبة التلوث من صفر٪ الى ٥٪ . ووجد أن اعداد الوحدات المكونة للمستعمرات بكتيريا القولون بكل سنتميتر مربع تتراوح من ٤ ـ ١٩ على اوراق نباتات الخس ومن ٤٠٠ ـ ٨٠٠ على أوراق نباتات السلك المزروعة بمشروع الهضبة أما بالنسبة لنباتات الخس بحقول الخضر بسيدي المصري فتصل من صفر ـ ٢ . ،

واذا أخذنا متوسط مساحة سطح ورقة نبات الخس ١٠٠ سنتيمتر مربع فان اعداد الوحدات المكونة للمستعمرات لبكتيريا القولون تصل من ٤٠٠ الى ١٩٠٠ وحدة على السطح الواحد ومن ٨٠٠ ـ ٣٨٠٠ وحدة على كلا سطحي الورقة الواحدة في حالة نبات الخس بمشروع الهضبة الزراعي . وهذه النتائج تشير الى الخطورة التي يمكن أن تشكلها هذه الاعداد الكبيرة لبكتيريا القولون على أوراق نبات الخس الذي يستهلك طازجاً .

وتواجد مثل هذه الاعداد من بكتيريا القولون على أوراق نباتات الخس قد تكون ناتجة عن تلوث بكتيري بالمياه المعالجة المستعملة بالري أو نتيجة استعمال فضلات الانسان في التسميد وقد يكون مستوى التلوث بسيطا في المياه المعالجة يصعب تحديده معملياً بعد المعالجة مباشرة ولكن مع مرور الوقت وعند وقوع الخلايا البكتيرية على الأوراق فقد تتوفر لها الظروف المناسبة والملائمة للبقاء والتكاثر . فقد وجد أن الخلايا البكتيرية بامكانها المحافظة على بقائها في أماكن محمية على الاوراق (٢ و٥) كما وجد أن الخلايا البكتيرية لها القدرة على الالتصاق السريع بالاوراق (٢ و ٤) .

ووجود مثل هذا التلوث على أوراق نباتات الخس التي تؤكل طازجة ينذر بخطر حدوث اصابات ببكتيريا القولون التي يمكن أن يسبب العديد من الامراض للانسان مثل مرض

التيفود . حيث أشير الى ان استعمال فضلات الانسان كسماد يؤدي الى تفشي مرض التيفود (٣) وكذلك الامراض الناتجة عن Escherichia coli التي تصيب الامعاء الغليظة للانسان . ومن هذه النتائج يتضح أهمية وضع برنامج علمي متكامل لتتبع مصادر حدوث التلوث ووضع السبل الكفيلة لتجنب حدوثه كما يجب الحد من زراعة محاصيل الخضر التي تؤكل طازج حيث لم ينصح بزراعة مثل هذه المحاصيل بالتقارير الاوليه المقدمة من الشركات الاستشارية (١) .

## نسبة تلوث اوراق الخس والسلك
## بمشروع الهضبة الزراعي ببكتيريا القولون ومتوسط عددها

| | عدد الاوراق المفحوصة | نسبة التلوث | متوسط عدد مستعمرات بكتيريا القولون/سم٢ | متوسط عدد مستعمرات بكتيريا القولون على مسطح ورقة ١٠٠سم٢ لكل سطح |
|---|---|---|---|---|
| - مشروع الهضبة | | | | |
| - نباتات الخس | | | | |
| حقل رقم (١) | ٢٠ | ٤٨٪ | ١٩ | ٣٨٠٠ مستعمرة |
| حقل رقم (٢) | ٢٠ | ٢٥٪ | ٤ | ٨٠٠ مستعمرة |
| نباتات السلك | | | | |
| حقل رقم (١) | ٢٠ | ٣٥٪ | ٤٠٠ | ٨٠٠٠٠ مستعمرة |
| - حقل سيدي المصري | | | | |
| - نباتات الخس | | | | |
| حقل رقم (١) | ٢٠ | ٥٪ | - | - |
| حقل رقم (٢) | ٢٠ | ٥٪ | ٢ | ٤٠٠ |

## المراجع


١) مشروع التوسع بالهضبة الخضراء وتقرير اولي
القسم ٥ - دراسة زراعية
رياردت ساوتي
أ - س - أ - مارس ١٩٧٥ م .
الجمهورية العربية الليبية وزارة الزراعة

2. Blakseman J.- 1932 Phyllonlane interactions in Mourt, M.S. and Lacy, G.H. 1982. Phytonathoaenic Probaryotic. Academic Press. N.Y.

3. Carpenter, P.L. 1977. Microbioloay. N.P. Sounder, Cano. London. 0.512

4. Hass, Jerry, H. and Botem Joseph, 1976. Pseudomoras lachrymans adsorption survial and infectivity following precision iroculation of leaves. Phytopetholoav. 66: 992- 97.

5. Schneider, R. M and Grooan, R.C. 1977. Bacteriel spock of tomato, souroes of inoculum and establishrent of a resident pooulation.
Phytoratholoay. 67. 389- 394.

# استخدام مياه محطات التنقية في الزراعة وتأثير مواد التنقية على المزروعات

**المقدمة :**

قال تعالى في كتابه العزيز : (وجعلنا من الماء كل شيء حي) .

يعتبر الماء عنصر هام وأساسي في حياة الانسان والحيوان والنبات ولا يمكن الاستغناء عنه بحال من الأحوال ، وتعتبر الثروة المائية في أي بلد من البلدان هي الركيزة الأساسية للحضارة ويعتمد عليها البنيان الاقتصادي والحضاري .

إن الماء هو أساس الزراعة ، والزراعة هي العمود الفقري للاقتصاد القومي لأي بلد كان والزراعة هي قاعدة الأمن الغذائي للبلد ، لذا فإن الزراعة القوية هي التي تعتمد بالدرجة الاولى على مصادر مائية ثابتة متوفرة باستمرار واستغلالها الاستغلال الأمثل .

تبلغ مساحة الاردن الضفة الشرقية حوالي (٩٣) مليون دونم منها (٧٥) مليون دونم أراضي هامشية صحراوية تعتبر مراعي طبيعية وحوالي (١١) مليون دونم غير صالحة للزراعة أي بنسبة (١٣٪) ، ويوجد حوالي مليون دونم غابات أي ما يقارب (١٪) والمساحة المستغلة زراعياً تبلغ حوالي ستة ملايين دونم نسبتها الى اجمالي المساحة (٦٪) ، وتبلغ المساحة المروية حوالي (٥٠٠٠٠٠) دونم ، وهذه تروى من قناة الغور الشرقية وسد الملك طلال ومجموعة الأودية الجانبية مثل وادي العرب ، زقلاب ، الجرم ، اليابس ، كفرنجة ، راجب الكفين ، شعيب ، حسبان ، وكذلك الينابيع والآبار الارتوازية التي يبلغ عددها (٦٤٥) بئراً . يبلغ المعدل السنوي

---

اعداد محمود أبو غنيم نقابة المهندسين الزراعيين الاردنيين .

للموارد المائية في الاردن (١١٠٠) مليون م٣ منها (٨٨٠) مليون م٣ مياه سطحيه و(٢٢٠) مليون م٣ مياه جوفية ، يستغل للزراعة سنوياً ما يعادل (٤٠٠) مليون م٣ من ضمنها (٥٠) مليون م٣ من المياه الجوفية .

إن الموارد المائية في الاردن محدودة الكمية بالنسبة لمساحة الأراضي وعدد السكان الذي يبلغ (٣,٥) مليون نسمة وهم في تزايد مستمر .

٩٪ من مساحة الاردن تهطل عليها أمطار لا تزيد عن (٢٠٠)ملم سنوياً و١٪ من المساحة أمطارها (٥٠٠) ملم .

بالاضافة الى أن هذه الموارد كثيراً ما تتأثر بالتذبذبات والتغيرات المناخية السائدة والاعتماد الكلي على الأمطار .

لذلك لا بد من التفكير باستخدام المياه العادمة (مياه المجاري) والتي تعتبر مصدراً هاماً من مصادر المياه المتاحة ولا سيما في البلدان المحدودة المصادر المائية كالاردن .

كما أن نوعية المياه العادمة تشكل عاملاً محدداً في نوعية المحاصيل الحقلية والخضرية المسموح بريها ، وذلك بهدف توفير أكبر قدر ممكن من الأمن الصحي للمواطنين ، ونظراً للتوسع الكبير في انشاء شبكات ومحطات الصرف الصحي والتي أصبحت تفرز كميات كبيرة من مياه المجاري أصبح موضوع استعمالاتها يلاقي اهتماماً بالغاً في الآونة الأخيرة بين العاملين والمهتمين في هذا المجال ، وقد أظهرت دراساتهم وأبحاثهم العديد من النتائج التي يمكن الاستفادة منها في تقرير كيفية استعمال وإدارة مثل هذه المياه وفق أسس صحية وبيئية سليمة ، وبناء عليه لا بد لنا من التعرف على تأثير استعمال مثل هذا النوع من المياه على بعض العناصر الأساسية للبيئة الزراعية والتي تمثل التربة ، النبات ، الانسان .

## ١ ـ تأثير استعمالات مياه المجاري على التربة :

إن استعمال المياه العادمة المعاملة وغير المعاملة يؤدي الى تأثيرات سلبية وايجابية على خواص التربة الحيوية والطبيعية والكيماوية وذلك نتيجة لاختلاف مكونات هذه المياه عن غيرها من مياه الري نظراً لاحتوائها على أنواع مختلفة من البكتريا اضافة الى وجود أملاح الامونيوم واليوريا فيها .

### أ ـ تأثير استعمالات مياه المجاري على الخواص الحيوية للتربة :

لقد تم اجراء العديد من الدراسات والأبحاث لمعرفة تأثير استعمالات مياه المجاري ومعرفة التأثير الحيوي الذي تلعبه تلك الميكروبات على خصوبة التربة وانتاجها .

في سنة ١٩٥٦ أجريت دراسة مخبرية ووجد أن الأعداد الكلية للبكتريا قد زادت في التربة زيادة ملحوظة بعد الري مباشرة ثم أخذت بالتناقص التدريجي مع مرور الوقت وكانت سرعة التناقص في الأراضي المزروعة اكبر منها في الأراضي البور .

في سنة ١٩٥٨ أكد النتائج السابقة Repioh & Gongel وقد أكدت الدراسات المخبرية الحقلية في جمهورية مصر العربية التي أجريت على مياه المجاري في الري أن المعاملة تزيد من الأعداد الكلية للبكتريا والفطريات بجانب زيادة أعداد مجموعات البكتريا المتخصصة في التربة كالازوباكتر والكلوستريديا المثبتة لنتروجين الهواء الجوي .

وقد درس Marcenkin سنة ١٩٦٩ تأثير الري بمياه المجاري على أراضي رملية وطينية من حيث نشاطها الانزيمي ووجد ان المعاملة تزيد من نشاط انزيمات السكريز والبورياز والفوسفاتير بجانب تنشيط سعتها التأزتية .

**ب . تاثير مياه المجاري على الخواص الكيماوية للتربة : ـ**

وجد lunt سنة ١٩٧٣ ان الري بمياه المجاري يزيد النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في الاراضي بدرجة كبيرة . وفي محاولة لقياس كمية العناصر السمادية التي تضاف للتربة من جراء ريها بمياه المجاري على اراضي رملية وجد Vodami سنة ١٩٦١ أنه عند اضافة (٤٠٠٠ م$^{٣}$/ هكتار) من مياه المجاري وُجد أن المعاملة أضافت للتربة (٢٠٠ ـ ٣٠٠ كغم نيتروجين + ٦٠ ـ ٨٠ كغم فوسفات + ١٢٠ ـ ١٧٠ كغم بوتاسيوم) .

**ج . تاثير مياه الري على الخواص الطبيعية : ـ**

يعتبر سماد المجاري من افضل المحسنات لخواص التربة الطبيعية حيث أنها تحسن درجة التحبب والبناء والسعة المائية والتبادلية ، كما أنها تنشط الديدان الارضية التي تعمل على تحسين مسامية التربه .

**د . التاثيرات السلبية (الضاره) لمياه المجاري على التربه : ـ**

تؤدي الى ارتفاع نسبة بايكربونات الكالسيوم وقلة نسبة الكالسيوم والمغنسيوم بالمياه العادمة والى رفع نسبة الادمصاص الصوديومي المدمص SARA حيث يؤثر ذلك سلباً على نفاذية التربة ، كما أن زيادة تركيز بعض العناصر كالزنك والنحاس تؤثر سلبا على النبات .

## ٢ . تأثير استعمال مياه المجاري على النبات : ـ

نظراً لاستعمال مياه المجاري لري مختلف انواع المزروعات ولتأثير هذه المياه على الخواص الحيوية والفيزياوية والكيماوية للتربة كما سبق فلا بد بالتالى أن تؤثر على حياة النبات وقد وجد أن زيادة تركيز الزنك من (٥ ـ ١٠) جزء بالمليون تكون سامة وكذلك زيادة تركيز الكالسيوم

والمغنيسوم والصوديوم لها نفس التأثير السام الناتج من زيادة اكسيد النحاس بالتربة ، وان زيادة تركيز الكوبالت عن (٢) جزء بالمليون يعتبر سام كذلك زيادة تركيز الكلور يؤثر سلباً على النبات وهذه تختلف من نبات لاخر فاشجار الفاكهة والعنب تعتبر حساسة اذا ما زادت نسبة الكلور عن (٣٥٠) جزء بالمليون فتعتبر سامة للنبات وعند استعمال طريقة الري بالرش فان زيادة الكلور (١٠٠) جزء بالمليون يعتبر سام .

## ٣ . تأثير مياه المجاري على الانسان : ـ

تحتوي المياه العادمة على اعداد كبيرة من البكتيريا الضارة على حياة الانسان كما أن تلك المياه تشكل بيئة جيدة لنمو وتكاثر العديد من أنواعها وكذلك لاحتوائها على نسبة من العناصر الثقيلة ، وحيث ان المزارع على اتصال مباشر مع هذه المياه فانه سيكون اول من يتعرض وعائلته للاضرار الصحية الناجمة عن هذا الاستعمال .

يوجد في الاردن ثلاثة عشر محطة للتنقية موزعة في انحاء المملكة وهناك محطة تنقية البقعة تحت الانشاء وهذه موضحة كما يلي : ـ

### الاشجار المزروعة في المحطات

| اسم المحطة | كينا | حور | تفاح | زيتون | زينه | اشجار حرجية مختلفة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الخربة السمراء | (٦٥٠٠٠٠) | (٥٢٠٠٠٠ امريكي) (١٥٥٠٠٠ بلدي) | (١٠٠٠) | (٢٥٠٠٠) | (٥٥٠٠٠) | (٢٥٠٠٠٠) |
| أربد | (١٠٠٠٠) | - | - | - | (١٠٠٠) | (٥٠٠٠) |
| الرمثا | (٢٠٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (١٠٠٠) |
| كفرنجه | (١٠٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (١٠٠٠) |
| مادبا | (٥٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (٥٠٠) |
| الكرك | (١٠٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (٥٠٠) |
| معان | (٥٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (٥٠٠) |
| العقبة | (٥٠٠٠) | - | - | - | (١٠٠٠) | (٧٠٠٠) |
| السلط | (٢٥٠٠) | - | - | - | (٥٠٠) | (٣٥٠٠) |

كما يوجد محطات للتنقية في كل من جرش ، الطفيلة ، المفرق ، عنجرة .

# محطة الخربة السمراء

**الموقع والتربه : -**

تقع الخربة السمراء الى الشمال الشرقي من عمان وهي تبعد حوالي (٤٠) كم من العاصمة للشرق وتبعد عن مدينة الزرقاء حوالي عشرة كيلومترات تصلها طريق معبد وتقع بالقرب من بلدية الهاشمية التي تبعد عنها حوالي (٣) كم وواقعة في منطقة منحوته تحيط بها التلال وقد اختيرت لتكون محطة التنقية فيها لبعدها عن السكان ولمناخها الصحراوي . ويبلغ ارتفاعها عن مستوى سطح البحر (٥٦٠ م) ذات أمطار قليلة وتبخر مرتفع ومعدل متوسط درجات الحرارة من (٢٧° م) في أيلول الى (٩° م) في كانون ثاني .

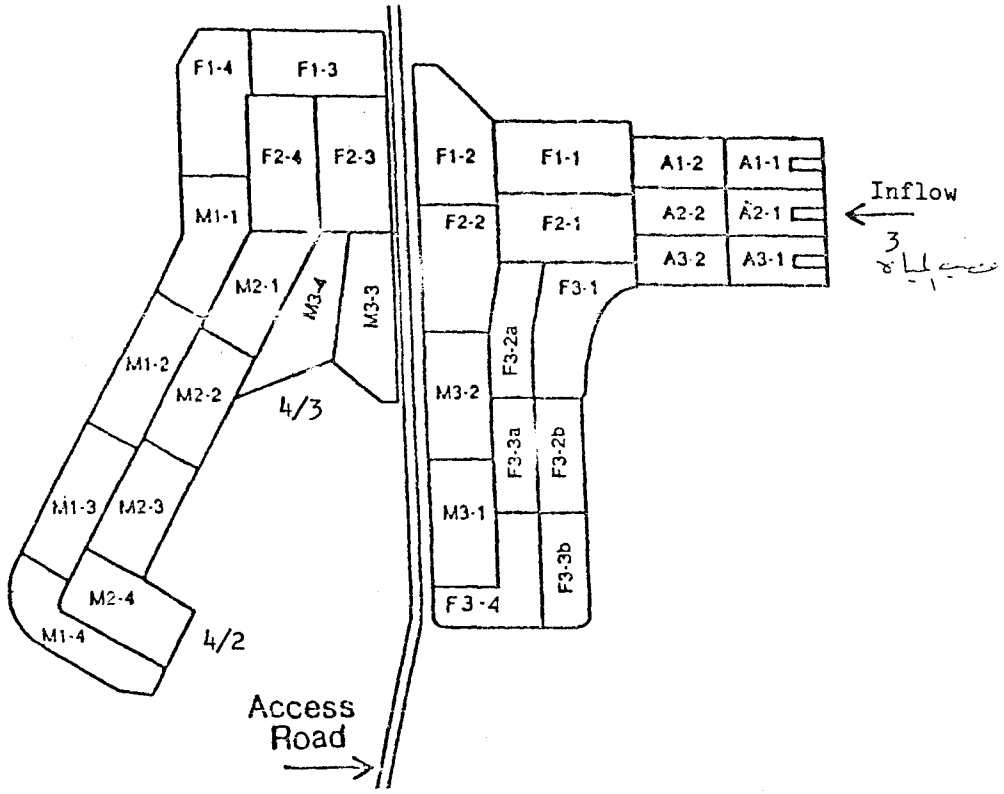
**التربة والصخور : -**

تسود في أعلى التلال الترب الصحراوية الرقيقة ذات أفق تجمع كربونات الكالسيوم المتحجر ذات القوام الهيكلي تحت التربة ، أما بين الجبال والمناطق المقعرة تسود الترب الصحراوية العميقة الكلسية أو الكابية ذات المحتوى العام من كربونات الكالسيوم والاملاح وقلة المادة العضوية غالباً ما تكون متوسطة القوام في السطح الى متوسطة وثقيلة تحت التربة جميع هذه الترب متطورة من الحجر الجيري الطري المختلط احياناً بالبازلت .

## جدول يبين تركيب المياه قبل وبعد مرورها بالأنابيب

| | قبل الأنابيب | بعد مرورها بالأنابيب ومصبها بالأحواض |
|---|---|---|
| BOB / الأوكسجين الحيوي الممتص | ٧٩٩ Mgli | ٦٢٣ Mgli |
| TSS / المواد الصلبة العالقه | ٨٩٩ | ٧٥٤ |
| COD / الاوكسجين الكيماوي الممتص | ١٨٢٩ | ١٣٧٦ |
| TOC / الكربون العضوي | ٢٢٤ | ١٩٣ |
| TDS / مجموع الأملاح الذائبة | ١١٧٢ | ١١٢٧ |
| TOTAL NASN / مجموع النيتروجين | ١٥٠ | ١٠٣ |
| AMM.N / نيتروجين الأمونيا | ١٠١ | ٩١ |
| TOTAL Pasp / مجموع الفوسفور | ٢٥ | ٢٢ |
| SO 4 / الكبريتات | ٩٣ | ٦٠ |
| $H_2$ S / كبريتيد الهيدروجين | ١٨ | ٢٢ |

# مخطط أحواض المياه المعادمة في الحزبة السمرا



المناخ : -

النمط الرطوبي السائد Aridic بمعنى أن قطاع التربه يكون جافاً معظم اوقات السنة ، أما النمط الحراري فهو Thermic أي ان معدل درجات الحرارة السنوي على عمق (٥٠) سم في التربة يتراوح ما بين (١٥ - ٢٢°) ويكون الفرق بين معدل درجات الحرارة للصيف والشتاء اكثر من (٥°م) .

الامطار تتراوح بين (١٠٠ - ٢٠٠ ملم) وغالباً ما تكون على شكل زخات قوية وتتعرض المنطقة لفترات من الصقيع خصوصاً في شهر كانون ثاني .

لقد تم اختيار الموقع لتنقل اليه المياه العادمة من ثمانية عشر بلدية وتجمع سكاني وبدء العمل في انشاء محطة التنقية ومد الانابيب والاحواض والبنية التحتية عام ١٩٨٣ واستمر العمل في الانشاء (٢٥) شهراً وقد انجزت في (١٣) آيار عام ١٩٨٥ على مساحة (٢٠٠٠) دونم أي حوالي (٢٠) مليون م٢ ، ويبلغ طول خط مياه المجاري التي تنقل المياه العادمة (٣٩ كم) بقطر (١٢٠٠) ملم والانابيب من الاسمنت والفولاذ وهذه تصب في (٣٢) بحيرة (حوض) في ثلاثة مواقع قريبة من بعضها البعض ذات سعة (٣,٦٤٥,٠٠٠ م٣) مياه عادمة وقد بلغت الكلفة الاجمالية (١٧) مليون دينار اردني . تنتقل المياه العادمة بواسطة الانابيب وتصب في الاحواض دون معاملة كيمياوية وانما تترك لأشعة الشمس من بحيرة لاخرى حيث يمكث ٤٠ يوماً من أجل الترسبات ، وستكون طاقتها الانتاجية (٥٠) مليون م٢ عام ٢٠٠٠ .

تبلغ المساحة المخصصة لمحطة التنقية (٧٠٠٠) دونم ويجري العمل لاستصلاحها وزراعتها بالاشجاء الحرجية والتزينية والعطرية والمثمرة .

ان المياه الخارجية من محطة التنقية بمعدل (٥٠٠٠٠ م٣) يومياً تتزايد لتصل (١٥٠٠٠٠ م٣) يومياً في المستقبل ، هذا وقد تم افتتاح المحطة في ١٩٨٥/٦/١ وقد بدأ العمل بالزراعة في ١٩٨٥/٩/١٨ حيث تم استصلاح وزراعة (١٠٠٠) دونم عام ١٩٨٥/ ١٩٨٦ والاستصلاح يشمل : -

أ . تنظيف الحجارة الكثيرة التي تغطيها بشكل كلي .

ب . تسوية الارض اللازمة بحيث تصبح قابلة للزراعة والري .

ج . حراثة الاراضي وعمل الاقنية لتسهيل عملية الري والزراعة ، وقد تم استصلاح حوالي (٣٠٠٠) دونم عام ١٩٨٧ وتجري العمليات لاستطلاح وزراعة (٢٠٠٠) دونم وزراعتها بالاشجار الحرجية والمثمرة ونباتات الزينة والعطرية .

١ . لقد تم زراعة (٢٥٠٠٠) غرسة زيتون من انواع مختلفة على ابعاد مختلفة وهي (٤ × ٤ م ، ٤ × ٦ م ، ٦ × ٥ م) على شكل صفوف وكانت نسبة النجاح (١٠٠٪) وحالتها جيدة .

وهي تروي بالتنقيط بمعدل لتر واحد في الدقيقة وهي تروي كل (١٠) ايام مرة وقد تم تمديد شبكة مواسير للري في جميع انحاء المحطة وشبكة انابيب بلاستيك للتنقيط بلغ مجموعها (٨٠,٠٠٠ م) وكذلك تم تركيب مضخة كهربائية لرفع المياه الى الخزان الرئيسي الذي يتسع (١٢٠٠ م٣) ويتم استهلاك (٥٠٠ م٣) من المياه يومياً .

وهذه سوف ترتفع الى (١٠٠٠ م٣) يومياً وان الانتاج من الثمار لا تزال في بدايته .

٢ . التفاح : ـ لقد تم زراعة (١٠٠٠) غرسة تفاح قزمي وذلك كتجربة لاكثار هذا النوع من التفاح بمسافات (٢ م) بين الشجرة والاخرى و(٤ م) بين الصف والاخر وكانت نسبة النجاح حتى الآن (١٠٠٪) .

## ٣ . الأشجار الحرجية :

أ . الحور : ـ لقد تم زراعة (٢٠٠٠٠) عقلة حور من الحور الامريكي المحسن حيث تم استيراد هذه العقل من معهد الحور في أزميت من تركيا وقد زرعت خلال شهر آذار لسنة ١٩٨٦ وكان نجاحها كاملاً (١٠٠٪) ، وقد بلغ ارتفاع معظم الأشجار حوالي ثلاثة أمتار والنمو السنوي لبعض الأشجار يزيد عن (١٠٠ سم) وستكون هذه الأشجار مصدراً للعقل من هذا النوع من الحور واكثاره في الأردن ، وقد تم زراعة (٥٠٠٠٠٠) عقلة في أعوام ١٩٨٧/١٩٨٨ أخذت من الأمهات ، والمسافات (١ ـ ٢ م) كما تم زراعة (١٥٥,٠٠٠) عقلة حور بلدي حيث كان نجاحه حوالي (٧٠٪) وبلغ معدل الارتفاع حوالي (٢ م) وستكون أشجار الحور مصدراً قومياً لانتاج الأخشاب في المستقبل لاستعمالها في صناعة الورق وعيدان الثقاب وغيرها وهذه تروى سيحاً بالقنوات .

ب . الكينا : ـ لقد تمت زراعة ما يزيد على (٦٥٠,٠٠٠) بمسافات (٢ ـ ٣ م) بين الغرسة والأخرى وعلى أسطر بنفس المسافة وهي بحالة جيدة وبارتفاع يزيد على (٢ م) وتروى بواسطة الأقنية سيحاً وهذه في المناطق المنخفضة والوديان .

ج . الكازولينا والسرو والأكاسيا والفلفل والصنوبر الحلبي : ـ وقد تم زراعة حوالي (٢٥٠٠٠٠) غرسة من هذه الأنواع والأكثر من الكازولينا والسرو والأكاسيا بأبعاد (٢ ـ ٣ م) بين كل غرسة وأخرى وعلى أسطر بين السطر والآخر (٣ م) ونموها جيد وهي بارتفاعات مختلفة ونمو سنوي جيد ، وقد بدأ العمل بزراعة نباتات الزينة والعطرية لتغطية المنطقة وتخضيرها والاستفادة منها مثل الورد والقطف والعطرية (الخبيزة) .

وسيتم زراعة حوالي ثلاثة ملايين غرسة حسب الخطط السنوية المرسومة لذلك والتوسع في الزراعة ، وتوجد شبكة طرق داخل هذه المشاجر ويقوم العمال بعملية الأرواء بواسطة القنوات

وكذلك تجري عمليات التعشيب والتقليم باستمرار لكثرة الأدغال التي تزاحم الأشجار على الغذاء والماء خصوصاً في فصل الربيع والصيف .

بالطبع هناك مياه زائدة عن حاجة الزراعة وهذه المياه تذهب الى سيل الزرقاء حيث يتم الاستفادة منها من قبل المزارعين الذين يقومون بزراعة نباتات الأعلاف كالبرسيم والفصة وكذلك ري الأشجار المثمرة والحرجية على جانبي السيل .

وتقوم مديرية الحراج وحفظ التربة بوزارة الزراعة بالتعاون مع مشروع سد الملك طلال ذلك السد الذي أقيم في نهاية نهر الزرقاء لتغذى مناطق الأغوار بالمياه والذي تبلغ طاقته حوالي (٨٠) مليون م$^{٣}$ مياه ، بزراعة ضفاف النهر وتحريجه بموجب خطة مرسومة لذلك يتم زراعة (٢٠ كم) على جانبي النهر بأشجار الدفلا والكينا والحور والصفصاف والنخيل والكازورينا وأشجار التين والحمضيات وذلك بستة صفوف لكل جانب لحماية ضفاف النهر من الانجراف والاستفادة من المياه والأرض وقد بدأ العمل في هذا المشروع هذا العام ١٩٨٨ . وان المزارعين كما ذكرنا يقومون بسحب المياه من النهر بواسطة مضخات وأقنية الري الى مزروعاتهم وهذه بالطبع مراقبة من قبل وزارة الزراعة بحيث لا يسمح بزراعة الخضروات الورقية والتي تؤكل طازجة وكل من يخالف ذلك تتلف مزروعاته .

أما في محطات التنقية الأخرى يتم زراعة الأشجار الحرجية والتزينية والحمضيات للاستفادة من المياه العادمة المتوفرة وتقوم بهذا العمل سلطة المياه بالتعاون مع وزارة الزراعة/ مديرية الحراج وحفظ التربة وتزويدها بالغراس الحرجية المنتجة من مشاتلها مجاناً .

نتيجة لذلك فان المياه العادمة تعتبر مصدر من مصادر المياه المتوفرة لاستغلالها في الزراعة ولكن تستعمل بحذر ومتابعة من قبل لجنة السلامة العامة وتستعمل لري الأشجار الحرجية والأعلاف والزينة والأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية كالشعير .

وان هناك اجماع بعدم صلاحية استعمال مياه المجاري الغير معاملة في انتاج أي نوع من المحاصيل الخضرية والورقية التي يتناولها الانسان في غذائه طازجاً .

كذلك يوجد آثار سلبية في المياه الجوفية في المناطق التي يمارس هذا النوع من النشاط يجب الانتباه وأخذ الحيطة والحذر من ذلك .

لقد عقدت دورة تدريبية في قبرص برعاية منظمة الأغذية والزراعة الدولية شارك فيه الأردن وجمهورية مصر العربية وقبرص وذلك من ٦/٢١ - ١٩٨٨/٦/٢٧ قدمت في أوراق عمل حول استخدام المياه العادمة واستعمالاتها وكانت النتائج والتوصيات :

١ . تكثيف المشاركة الفعالة بين أقطار الشرق الأدنى في حقل إعادة استعمال المياه العادمة والجارية لاستعمالات الري على شكل هيكل برنامج أبحاث موحد .

٢ . انشاء مركز تدريب في منطقة الشرق الأدنى في حقل استعمال نوعية المياه العادمة في مجال الغابات والأشجار ونباتات الأعلاف واحتمالاتها .

٣ . ظهور التحذيرات العامة والتطور الصحي والتثقيفي والتي قد تظهر في مشاريع إعادة استعمال المياه .

٤ . نوعية المقاييس والمعالجات الحيوية والكيماوية لهذه المياه .

٥ . التركيز على الاستفادة من اعادة استعمال المياه خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة .

٦ . التركيز على عمل بحوث وأوراق عمل شاملة كل (٣ ـ ٥) سنوات يتم تحضيرها وتقدم للمؤتمر الذي سينعقد في القاهرة مستقبلاً .

## اقتراحات عامة ونواحي حول استعمال المياه العادمة في الأردن :

١ . نظراً لشح المياه في الأردن فان إعادة استعمال المياه العادمة المعاملة يعتبر رافداً جديداً للموارد المائية التي تساعد على زيادة المساحة الزراعية وبالتالي زيادة الانتاج الزراعي لذا يقترح ما يلي :

أ . إعادة استعمال المياه العادمة والمعاملة في القطاع الزراعي .

ب . اتباع أسلوب الري المتحفظ (الري باستعمال المياه حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية) .

ج . اعتماد أنظمة الري الحديثة .

د . تحديد نوع الزراعات (الزراعة) .

١ . زراعة الخضروات التي تؤكل مطبوخة .

٢ . زراعة أشجار الفاكهة والخضروات الصناعية والمحاصيل التي يتناولها الانسان مباشرة وكذلك زراعة الأعلاف والأشجار الحرجية والمشاتل وأشجار الزينة .

٣ . زراعة المحاصيل الحقلية كالشعير .

٢ . التوسع في انشاء شبكات المجاري ومحطات التنقية : ـ الاستمرار في تنفيذ اجراءات السلامة العامة التي تقضي بتجديد أنواع الزراعة .

٣ . الاهتمام ومراقبة تسرب المياه العادمة الى المياه الجوفية ومياه السيول والأنهار واجراء الدراسات وأخذ الحيطة من ذلك .

٤ . ينصح بعدم أخذ الفواكه عن الأرض وقبل الحصاد توقف الري (٢٠) يوم قبل القطف .

# تأثير لون الأغطية البلاستيكية على تقليل فقد الماء وانتاج الكوسا


## المستخلص :

أجريت الدراسة بمزرعة كلية الزراعة ـ جامعة الخرطوم في فبراير ١٩٨٣ وفبراير ١٩٨٤ واستعملت أربعة ألوان من الأغطية البلاستيكية على الأرض هي الشفاف والأخضر والأصفر والأسود وقورنت بعدم التغطية على صنف الكوسا «زكييني» .

اشتملت البيانات التي جمعت من التجربة على درجة حرارة التربة ، درجة رطوبة التربة ، كثافة الحشائش ، انتاج محصول الكوسا ودرجة جوديتها مرتبطة بالمعاملات .

دلت النتائج على ان جميع الألوان المستعملة أدت الى زيادة معنوية في درجة حرارة التربة ، ومحافظة على رطوبتها ، وانخفاض في نمو الحشائش مع تحسين في انتاجية الكوسا كماً وكيفاً بالمقارنة مع عدم التغطية ، وان للون الغطاء البلاستيكي وموعد استعماله أهمية كبيرة في تحديد فعاليته في اللون الأسود أقل منها في الألوان الأخرى .


---


اعداد الطيب عمر الطيب ورفاقه المؤتمر المهني الهندسي الزراعي العام بالجماهير العربية الليبية .

+ مصلحة البساتين ـ كلا ـ السودان .

++ كلية الزراعة ـ جامعة الخرطوم ـ السودان .

+++ جامعة عمر المختار للعلوم الزراعية البيضاء ـ ليبيا .

## مقدمة :

الأهداف الرئيسية لاستعمال الأغطية الأرضية هي رفع درجات الحرارة وتقليل التبخر وإعاقة انبات ونمو الحشائش التي تضرب المحصول وبالتالي رفع الانتاج وتحسين المحصول .

استعملت الأغطية البلاستيكية في مختلف أنحاء العالم لهذه الأغراض منذ أوائل الخمسينات وربما قبل ذلك . كما استعملت في الأونة الأخيرة ألوان مختلفة منها وبخصائص متباينة بغرض التأثير على عوامل امتصاص الاشعاعات وانتقالها في التربة والجو وعلى الأحوال الطبيعية لماء التربة وماء السطح .

بما ان نبات الكوسا من النباتات الرخوة العشبية ومن محاصيل الفصول الدافئة فانه يستفيد من هذا التحسين من درجات الحرارة وتقليل فقد الماء إضافة لمكافحة الحشائش التي تمت بالتغطية .

الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير الألوان المختلفة للأغطية البلاستيكية على حرارة التربة ورطوبتها ، وكثافة الحشائش الطفيلية وانتاج وجودة محصول الكوسا تحت الظروف سابقة الذكر .

## مواد وطرق البحث :

أجريت التجربة تحت ظروف كلية الزراعة بشميات ـ جامعة الخرطوم خلال الموسمين الزراعيين ١٩٨٣ ـ و ١٩٨٤ ، حيث كانت تواريخ الزراعة أول فبراير من كل موسم .

أولاً : قسمت الأرض المراد زراعتها الى وحده تجريبية أبعادها × متر (أحواض) بحيث كانت كل وحدة تضم أربعة مراقد (مساطب) للبذور تفصلها مجاري الماء وزعت على الوحدات خمس معاملات أغطية بلاستيكية عشوائياً على تصميم المربع اللاتيني بخمس مكررات ، كانت تفاصيل الخمس معاملات كما يلي :

١ ـ غطاء بلاستيكي شفاف .
٢ ـ غطاء بلاستيكي أصفر .
٣ ـ غطاء بلاستيكي أخضر .
٤ ـ غطاء بلاستيكي أسود .
٥ ـ معاملة المقارنة «عدم التغطية» .

كان سمك البلاستيك المستعمل مليمتر . تمت عملية فرش البلاستيك على سطح الأرض في كل حوض أو وحدة تجريبية بعد اعداد مراقد البذور مباشرة حيث تنبت أطراف الغطاء بالتربة في نهاية كل حوض ، ثم ثقبت الأغطية بثقوب دائرية ذات قطر يساوي خمسة سنتمترات في

صفوف تتباعد واحد متر مع مسافة سنتمتر بين الثقوب في الصف لتمثل المسافات المتبعة في زراعة الكوسا بحيث تقابل الثقوب جانباً واحداً من المراقد (المساطب) .

زرعت بذور الكوسا (صنف زكيني) زراعة مباشرة خلال الثقوب بحيث تخرج البادرات خلال الثقوب عند نموها ، ثم يفترش العرش على سطح الغطاء البلاستيكي بينما تبقى الحشائش محبوسة تحت الغطاء . خلال فترة نمو النباتات كانت الأرض تروى مرة كل خمسة أيام بمعدل متر مكعب من الماء للكهتار ، التسميد والعمليات الفلاحية الاخرى كانت تجرى وفقاً للحاجة والتوصيات .

اشتملت البيانات التي جمعت من البحث على الآتي :

١) درجة حرارة التربة على الأعماق ، وسنتمتر عند الانبات وعند الأزهار والعقد وفي نهاية الموسم .
٢) نسبة الرطوبة في التربة في العمق ـ سنتمتر بالطريقة القرافيمترية .
٣) الوزن الجاف للحشائش بالمتر المكعب من الأرض يحسب عند نهاية الموسم .
٤) الوزن الشكلي للثمار (الانتاج) .
٥) طول الثمرة (الجودة) .

أجريت التحاليل الاحصائية للمعلومات وفقاً لطريقة تصميم المربع اللاتيني .

## النتائج والمناقشة :

كما هو موضح في الجدول (١) تفيد النتائج ان درجة حرارة التربة في مادة التغطية بأي من الألوان الأربعة وعلى جميع أعماق التربة كانت أعلى من عدم التغطية بينما كانت درجات الحرارة تنازلية على الترتيب :

البلاستيك الشفاف يليه الاصفر ثم الاخضر ثم الاسود ـ كانت التفسيرات التي اوردها كيس (٣) لزيادة درجة حرارة التربة باستعمال الاغطية البلاستيكية هي تقليل فقد الاشعاعات من سطح الارض الى الجو نتيجة لتكوين طبقة من الحبيبات المائية على الجانب الاسفل للغطاء حيث تعمل هذه الحبيبات كعازل طبيعي يمنع تسرب الحرارة الى الجو بالاضافة الى العوامل الاخرى كتقليل معدل التبخر وازدياد نشاط الكائنات الدقيقة في التربة بسبب استعمال البلاستيك ورفع حرارة التربة (١)

اما عن اثر زيادة الحرارة في الالوان المختلفة للفروقات بينهما في الخصائص المتعلقة بالاشعاع الحراري والانتقالية نسبة لاطوال الموجات لهذه الالوان .

**جدول (١) : -**

**درجة حرارة التربة على خمسة أعماق متأثرة بالألوان المختلفة للأغطية البلاستيكية(درجات مئوية مأخوذة من متوسط قراءة)**

| الموسم | عمق التربة (سم) | المعاملات | | | | | أقل فرق | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | شفاف | أصفر | أخضر | أسود | بدون غطاء | ٠,٠٥ | ٠,٠١ |
| ١٩٨٣ | ٥ | ٢٧,٦ | ٢٧,٥ | ٢٥,٨ | ٢٣,٣ | ٢٢,١ | ٠,٣٥ | ٠,٥٠ |
| | ١٠ | ٢٧,٥ | ٢٧,١ | ٢٦,٠ | ٢٢,٥ | ٢٠,٧ | ٠,٢٤ | ٠,٣٥ |
| | ١٥ | ٢٨,٣ | ٢٨,١ | ٢٧,٣ | ٢٤,٧ | ٢٣,٥ | ٠,٢٩ | ٠,٤٢ |
| | ٢٠ | ٣٠,٦ | ٣٠,١ | ٢٩,٣ | ٢٧,٣ | ٢٥,٩ | ٠,٢٨ | ٠,٤٠ |
| | ٢٥ | ٣١,٣ | ٣٠,٩ | ٢٩,٩ | ٢٨,٤ | ٢٦,٨ | ٠,٣٢ | ٠,٤٥ |
| | المتوسط | ٢٩,١ | ٢٨,٧ | ٢٧,٥ | ٢٥,٢ | ٢٣,٨ | | |
| ١٩٨٤ | ٥ | ٢٧,١ | ٢٧,٠ | ٢٧,٠ | ٢٤,٠ | ٢٢,٦ | ٠,١٨ | ٠,٢٦ |
| | ١٠ | ٣٠,٢ | ٣٠,٠ | ٣٠,١ | ٢٦,٤ | ٢٥,٢ | ٠,٢٢ | ٠,٣١ |
| | ١٥ | ٣٠,٥ | ٣٠,٢ | ٣٠,٤ | ٢٧,٠ | ٢٥,٠ | ٠,٣٥ | ٠,٤٩ |
| | ٢٠ | ٣٠,١ | ٢٩,٧ | ٢٩,٠ | ٢٧,١ | ٢٤,٨ | ٠,٣٢ | ٠,٤٥ |
| | ٢٥ | ٣١,٠ | ٣٠,٩ | ٢٩,٠ | ٢٨,٠ | ٢٥,٨ | ٠,٣٢ | ٠,٤٥ |
| | المتوسط | ٢٩,٨ | ٢٩,٦ | ٢٩,٣ | ٢٦,٥ | ٢٤,٧ | | |
| متوسط | الموسمين | ٢٩,٥ | ٢٩,٢ | ٢٨,٤ | ٢٥,٩ | ٢٤,٣ | | |

لقد اوضح كيس (٣) ان للون الغطاء التي يحتوي عليها دور كبير في كفاءته لانتقال الاشعاعات الحرارية .

هذا وقد وجد - سك (٥) فروقات قليلة بين اللونين الاصفر والاخضر في هذا الخصوص .

يوضح الشكل (١) الاختلافات في محتوى التربة من الرطوبة بمرور الزمن متأثرا بالمعاملات .

اعطت جميع الالوان ارتفاعا في رطوبة التربة في كل تواريخ المعاينة مقارنة بعدم التغطية ، مؤكدة تأثير التغطية في تقليل التبخر اما مباشرة عن طريق العزل الطبيعي كغطاء او غير مباشرة

بزيادة نمو المحصول الذي يعمل بدوره كغطاء على الارض واق من الحرارة والرياح الجافة هذا اضافة الى دور البلاستيك في القضاء على الحشائش التي تنافس المحصول على الماء وبالتالي تقلل من رطوبة التربة (الجدول) .

كما يبدو من الشكل ايضا ان اللون الاسود اعطى نسبة في رطوبة التربة اعلى من الالوان الاخرى ، وهذا فرضا بسبب الكفاءة العالية في قضائه على الحشائش مقارنة بالالوان الاخرى . (جدول (٢)) ، نتيجة للمنع الكلي لمرور الضوء يوضح الجدول ايضا انخفاضا معنويا في الوزن الجاف للحشائش بالتغطية مقارنة بعدمها دون فروقات معنوية بين الاصفر والاخضر والشفاف في موسم ١٩٨٣ وفي متوسط الموسمين . من المعروف ان اللون الاسود اكثر كفاءة من الالوان الاخرى في امتصاص الضوء على كل مدى طول موجات التمثيل الضوئي .

**جدول (٢) :**

**الوزن الجاف للحشائش متأثرا بالالوان المختلفة للاغطية (جرام/متر مربع)**

| المعاملة | الموسم | | المتوسط |
|---|---|---|---|
| | ١٩٨٣ | ١٩٨٤ | |
| بلاستيك شفاف | ٥٩ر٥ | ٥٣ر٨ | ٥٦ر٦ |
| بلاستيك اصفر | ٦٤ر٨ | ٦٠ر٥ | ٦٢ر٦ |
| بلاستيك اخضر | ٤٠ر٠ | ٤٩ر٠ | ٤٤ر٥ |
| بلاستيك اسود | ٤ر٨ | ٢ر٩ | ٣ر٩ |
| بدون غطاء | ١٢٢ر٩ | ٦١ر٩ | ٩٢ر٤ |
| المتوسط | ٥٨ر٤ | ٤٥ر٦ | ٥٢ر٠ |
| اقل فرق معنوي : | | | |
| ٠ر٠٥ | ٢٥ر٥ | ٨ر٨ | ٢٢ر١ |
| ٠ر٠١ | ٣٥ر٧ | ١٢ر٣ | ٣٢ر١ |

في تجربة مماثلة اورد بوساتاي (٤) تفسيرا مشابها لهذا في نتائجه . ومهما يكن من امر فان الاجابة الصحيحة يمكن الوصول اليها فقط بالدراسة الدقيقة في عملية التمثيل الضوئي وتأثرها بالمعاملات المذكورة .

الجدول (٣) يعطي صورة واضحة للانتاج الكلي متأثرا بالمعاملات . كل الالوان زادت الانتاج زيادة معنوية مقارنة بعدم الغطاء ولكن كان الاسود اقلها زيادة ولم تكن هناك فروقات

معنوية بين الالوان الثلاثة الاخرى في الموسم ١٩٨٤ وفي متوسط الموسمين . اما في عام ١٩٨٣ فقد كان اللون الاخضر اعلاها انتاجية حيث كان الفرق معنويا بينه وبين الشفاف والاسود . عند الرجوع الى نتائج وجود ارتباط موجب بينهما وبين الانتاج الكلي يمكن من تفسير الانخفاض في الانتاج في حالة اللون الاسود . بما ان الكوسا من محاصيل الفصول الدافئة فان الارتفاع القليل في درجات حرارة التربة في اللون الاسود ربما لم يكن كافيا للنمو الامثل ولذا فان كل من الانتاج ووزن الحشائش اقل . اما في حالة عدم التغطية فان الظروف من تبادل غازات واضاءة للتمثيل الضوئي والتنفس وغياب الغطاء كانت اكثر صلاحية لنمو الحشائش بدرجة تفوق التأثير الضار للحرارة المنخفضة والتي كانت بجانب منافسة الحشائش تعوق من نمو المحصول ولذا كان الوزن الجاف للحشائش اعلى وانتاج الكوسا اقل من بقية المعاملات .

كأحد مواصفات جودة المحصول فان طول الثمرة قد تأثر بالمعاملات المذكورة تأثرا متباينا (جدول ٤) . اعطت جميع الالوان زيادة معنوية في طول الثمرة مقارنة بعدم التغطية . هذا ولم يكن هناك فرق معنوي بين الالوان في موسم ١٩٨٣ وفي متوسط الموسمين ، بينما في موسم ١٩٨٤ اعطي كل من البلاستيك الشفاف والاسود ثمارا اطول من اللونين الاخرين دون فروقات معنوية بين اللونين في كل مجموعة . ان انخفاض اطوال الثمار عند عدم التغطية وارتباطه المباشر

**جدول (٣) :**

**الانتاج الكلي للكوسا متأثرا بمعاملات التغطية (طن/هـ)**

| المعاملة | الموسم | | المتوسط |
|---|---|---|---|
| | ١٩٨٣ | ١٩٨٤ | |
| بلاستيك شفاف | ١٤ر٣ | ٤ر٠ | ٩ر٢ |
| بلاستيك اصفر | ١٥ر٠ | ٤ر٣ | ٩ر٧ |
| بلاستيك اخضر | ١٥ر٥ | ٤ر٠ | ٩ر٨ |
| بلاستيك اسود | ١٣ر٣ | ٣ر٦ | ٨ر٥ |
| بدون غطاء | ٧ر٢ | ٢ر١ | ٤ر٦ |
| المتوسط | ١٣ر٠ | ٣ر٦ | ٨ر٣ |
| اقل فرق معنوي : | | | |
| ٠ر٠٥ | ٠ر٨٠ | ٠ر٥٥ | ٠ر٧٥ |
| ٠ر٠١ | ١ر١٥ | ٠ر٨٠ | ١ر٠٨ |

بالانتاج (جدول ٣) يمكن تفسيره بالاسباب سابقة الذكر لتأثير التغطية على درجة حرارة التربة ، والرطوبة وكثافة او منافسة الحشائش مع نبات الكوسا . هذا الانخفاض ينعكس على القيمة التسويقية وبالتالي على الارباح للمنتج كما ينعكس على القيمة الاستهلاكية .

**جدول (٤) :**

**طول ثمار الكوسا متأثرا بالوان الاغطية المختلفة (سنتمتر)**

| المعاملة | الموسم | | المتوسط |
|---|---|---|---|
| | ١٩٨٣ | ١٩٨٤ | |
| بلاستيك شفاف | ١١ر٣ | ١١ر١ | ١١ر٢ |
| بلاستيك اصفر | ١١ر١ | ١٠ر٣ | ١٠ر٨ |
| بلاستيك اخضر | ١١ر٢ | ١٠ر٣ | ١٠ر٨ |
| بلاستيك اسود | ١١ر٣ | ١١ر٢ | ١١ر٣ |
| بدون غطاء | ١٠ر٢ | ٩ر٧ | ١٠ر٠ |
| المتوسط | ١١ر٠ | ١٠ر٦ | ١٠ر٨ |
| اقل فرق معنوي : | | | |
| ٠ر٠٥ | ٠ر٣٤ | ٠ر٥٨ | ٠ر٦١ |
| ٠ر٠١ | ٠ر٤٥ | ٠ر٨٢ | ٠ر٨٥ |

# ترشيد استخدام المياه الجوفيه
# في الزراعة
# والمعايير الاساسية التي يجب مراعاتها

## مقدمة :

تزايد الاتجاه ، نحو أستعمال المياه الجوفية في أغراض الزراعة وخاصة في المناطق الجافة ، حيث لا تفي معدلات الترسيب بالاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية مما يقتضي وجود مصدر دائم للري . فبالرغم أن الناحية الاقتصادية لاستخدام المياه الجوفية كمصدر لري المحاصيل قد تناوله عدد لابأس به من الباحثين الا أن المشاكل البيئية التي قد تنتج من الاستعمال الغير مرشد للمياه الجوفية لم تجد أهتماماً يذكر بعد . علما بأن هذه المشاكل قد عرفت بشكل واسع بعد التجربة الامريكية ، في زراعة الوادي العظيم Imperial Valley في اواخر القرن الماضي .

تهدف هذه الورقة الى تسليط الضوء على تأثير نوعية مختلفة من المياه الجوفية على بعض خصائص التربة .

يجب عند أستعمال المياه الجوفية في الري أن تأخذ في الاعتبار نوعية وكمية الاملاح بها والعائد البيئي من ذلك بالاضافة الى تكاليف تشغيل الابار والعائد الاقتصادي من المساحة المروية . وسوف نتناول في هذه الورقة الجزء الخاص بالعائد البيئي أو بمعنى آخر أثر استعمال مياه جوفية ذات تركيزات مختلفة من الاملاح الذائبة وأثر ذلك على بعض خواص التربة . يعتبر التقسيم الامريكي وكذلك الروسي من اكثر التقسيمات استعمالاً لتقسيم نوعية مياه الري . بالتقسيم الروسي (Kovda, 1958) أوضح ان الري بماء يحتوي ١ جم/لتر من الاملاح لا يؤدي الى

---

اعداد د . محمد جمال أحمد يونس . إدارة صيانة التربة واستثمار الأراضي وبرمجة المياه .

تجميع الاملاح في التربة التي تروى به وأن هذا الماء يعتبر جيدا . وان النباتات تتأثر بالماء الذي يحتوي ١٠ ـ ١٢ جم/ لتر من الاملاح ، فأذا كان تركيز الاملاح ٥ ـ ٦ حجم/ لتر فأن هذا الماء يمكن استعماله دون أن يحدث ضررا للنباتات أذا أتبع نظام للتبادل بين الري بهذا الماء وبماء عذب بحيث لا يزيد الاملاح في محلول التربة عن ١٥ ـ ٢٠ جم/لتر .

ويقترح كوفدا أتباع نظام للتبادل بين المياه الملحية والمياه العذبة في المناطق ذات الجو الجاف الحار حيث تروي ٥ ـ ١٥ ريه في العام ففي مثل هذه الظروف تحمل المياه الملحية الى الارض مقادير كبيرة من الاملاح يصل ١٠٠ ـ ٢٠٠ طن للهكتار سنوياً . وبمقتضى هذا الري يجب أن يصحب الري بماء عذب يعمل على طرد الاملاح التي تحتفظ بها الارض من المياه الملحية في منطقة نمو الجذور وتزداد مرات الري بالماء العذب كلما زاد تركيز الاملاح كما يأتي : ـ

١ ـ اذا كان تركيز الاملاح في الماء ٢ ـ ٣ جم/لتر تغسل الارض مره كل عام .

٢ ـ اذا كان تركيز الاملاح في الماء ٤ ـ٥ جم/لتر تغسل الارض ٢ ـ ٣ مرات كل عام .

٣ ـ اذا كان تركيز الاملاح في الماء المستعمل عن السعة الحقلية والتأكد من الصرف الجيد .

والرأي السائد في الولايات المتحدة الامريكية ممثلاً برأي معمل بحوث الاراضي الملحية والقلوية يختلف عن رأي كوفدا فالنظام الامريكي يقسم الماء من ناحية تركيز الاملاح الى ٤ درجات .

١ ـ مياه ذات ملوحة منخفضة ، درجة التوصيل الكهربائي لها ٢٥ ر مليموز/سم أي حوالي ٠,١٥ جم/لتر .

٢ ـ مياه ذات ملوحة متوسطة ، درجة التوصيل الكهربائي ٢,٥ ـ ٠,٧٥ ملميموز/سم أي حوالي ٠,١٥ ـ ٠,٥ جم/لتر .

٣ ـ مياه ذات ملوحة عالية التوصل الكهربائي ٠,٧٥ ـ ٠,٢٥ مليموز/سم أي حوالي ٠,٥ ـ ١,٥ جم/لتر .

٤ ـ مياه عالية الملوحة جداً ، درجة توصلها الكهربائي أعلى من ٢,٢٥ مليموز/سم .

ويلاحظ ان الرأي الروسي يعتبر المياه ذات الملوحة العالية في النظام الامريكي مياه جيدة على أساس أن المحلول الارضي ذات ١ جم/لتر لا يضر النباتات النامية فيه .

غير أننا نشير الى أن النظام الامريكي لم يتخذ تركيز الاملاح وحده وسيلة لتقدير مدى صلاحية الماء للري والاضرار التي تتوقع نتيجة استعماله في الاراضي بل يضع في الاعتبارات نسبة الصوديوم في الماء نسبة إدمصاص الصوديوم (ن أ ص) وكذلك مقدار الكربونات + البيكربونات المتبقية وهذه العوامل الثلاثة مجتمعه هي التي تدل على درجة جودة الماء وصلاحيته للري ، والملاحظ أن كوفدا لم يشر الى أثر أرتفاع نسبة إدمصاص الصوديوم بالماء أو الى الكربونات + البيكرونونات المتبقية . كما انه لم يأخذ في الاعتبار تركيز بعض الايونات الضارة مثل البورون . وقد قمنا باجراء بحوث معملية وحقلية شملت المواضيع الاتية : ـ

١ ـ تأثير أضافة ماء ذي تركيزين مختلفين من الاملاح الى تربة مختلفة القوام وتركيز الاملاح .
٢ ـ تأثير الري عدة مرات بمحلول ملحى على مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة .
٣ ـ تأثير أضافات متزايدة الحجم من المحلول الملحي على مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة .
٤ ـ تأثير أضافة ماء ذات تركيزين مختلفين من الاملاح الى تربة ذات تركيزات مختلفة منها .
٥ ـ تعاقب محصولين مختلفين من حيث المجموع الجذري وعلاقة ذلك بتجمع الاملاح في منطقة الجذور (مشروع الرواكيب)

توجز النتائج التي تمخضت عن هذه الدراسات في النقاط التالية : ـ

١ ـ عند أضافة ماء مالح للتربة تحتفظ التربة بجزء من الماء يعادل السعة الحقلية لها وبالتالي تحتفظ التربة بمقدار من الاملاح يعادل مقدار الماء الذي احتفظت به التربة مضروباً في تركيز الاملاح في المستقبل (جدول رقم ١)

٢ ـ الماءالزائد عن السعة الحقلية للتربة يتجه إلى أسفل القطاع (أو الصرف) وفي الطريقة يقوم بعملية الاحلال لمحلول التربة . أي أن التربة تفقد من املاحها الاصلية جزءاً يطرده ماء الري الزائد بصرف النظر عن درجة ملوحة هذا الماء .

مما سبق اتضح الاتي : ـ

١ ـ يزداد مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة الطينية في قطاعها عن المقدار الذي يحتفظ به التربة الرملية نتيجة للفرق بين السعة الحقلية العالية للتربة الطينية بالمقارنة مع التربة الرملية (جدول رقم ١) .

٢ ـ عندما يكون الماء المضاف في التربة الواحدة كافيا للوصول بالتربة الى حالة اتزان ، فأن عدد الريات بالماء المالح لا يؤدي الى تزايد مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة وذلك لان التربة تحتفظ بالاملاح الموجودة في مقدار الماء الذي تحتفظ به عند السعة الحقلية وهو مقدار ثابت في كل ريه ، ويحل الماء المضاف محل محلول التربة ويكون مقدار الاملاح الذي يفقد مساوياً لمقدار الاملاح الذي يضاف مع كل ريه (جدول رقم ٢) .

٣ ـ لا يختلف مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة بزيادة مقدار الماء المضاف لان مقدار الاملاح الذي يحتفظ به التربة يتوقف على مقدار الماء الذي تحتفظ به عند السعة الحقلية لهذه التربة وما زاد عن ذلك يذهب الى أسفل القطاع (أو الى المصرف) بصرف النظر عن حجمه ، (جدول رقم ٣) .

## جدول رقم ١ تأثير اضافة ماء ذي تركيزين مختلفين من الاملاح الى تربة مختلفة القوام وتركيز الاملاح

| تركيز الاملاح في المياه المستعملة جم/لتر | القوام | التوزيع الحجمي للحبيبات | | | الملح في التربة | | ما متحجر بالتربة | ملح مضاف للتربة | ملح غسل من التربة | تركيز المحلول الراشح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | رمل ٢ - ٢و ملم٪ | سلت ٢و- ٠٠٢و ٢ وملم ٪ | طن ١ حمل | قبل الري جم/كجم | بعد الري جم/كجم | سم٣/كجم | جم/كجم | جم/كجم | جم/لتر |
| ١,٦٧ | رملي | ٧٤ | ١٠ | ١٦ | ١,٢٠ | ١,٥٠ | ٠,٢٣ | ٠,٣٩٠ | ١,٠٧ | ٥,٦٨ |
| | رملي طيني | ٦٠ | ١٤ | ٢٦ | ١,١٠ | ١,٤٩ | ٠,٤١ | ٠,٦٨٥ | ١,٢١ | ٢,٥٠ |
| | سلتية لوميه | ١١ | ٧٢ | ١٧ | ٣,٠ | ٣,٣ | ٠,٣٩ | ٠,٦٥٠ | ٢,١٦ | ٩,٤٠ |
| | طيني | ٣٠ | ١٦ | ٥٤ | ٠,٦٠ | ١,٢٠ | ٠,٣٧ | ٠,٦٢٠ | ٠,١٩٠ | ٢,٣١ |
| ٣,٢٥ | رملي | ٧٤ | ١٠ | ١٦ | ١,٢٠ | ١,٩ | ٠,٢٤ | ٠,٧٩٠ | ٠,٧٥٠ | ٥,٠٢ |
| | رملي طيني | ٦٠ | ١٤ | ٢٦ | ١,١٠ | ٢,٣٠ | ٠,٤٢ | ١,٣٧٠ | ٠,١٠٣ | ٣,٦٦ |
| | سلتيه لوميه | ١١ | ٧٢ | ١٧ | ٣,٠ | ٣,٢٦ | ٠,٤٠ | ١,٣٠ | ١,٩١٠ | ١٠,٣٣ |
| | طيني | ٣٠ | ١٦ | ٥٤ | ٠,٦٠ | ٢,٣٠ | ٠,٣٦ | ١,١٧٠ | ٠,٥٠٢ | ١,٦٣ |

## جدول رقم ٢ ـ تأثير الري عدة مرات بمياه ملحية على مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة

| تركيز الاملاح في المياه المستعملة جم/لتر | الماء المضاف لتر/كجم تربه | ترتيب الري | تركيز الاملاح بالتربة قبل الري | تركيز الاملاح بالتربة بعد الري | حجم الراشح لتر/كجم | تركيز الراشح جم/لتر | الملح المغسول جم/كجم | الملح المضاف للتربة جم/كجم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٣,٢٥ | ٠,٥ | الاولى | ٠,٤٩ | ١,٥٧ | ٠,١٤٠ | ٤,١٤ | ١,٢٥ | ١,٢٠ |
| | ٠,٥ | الثانية | ١,٥٧ | ١,٦٠ | ١,٢١ | ٩,٥٠ | ١,٠٦٥ | ١,٠٧ |
| | ٠,٥ | الثالثة | ١,٦٠ | ١,٦٦ | ١,١٥ | ١٠,٦٠ | ١,٠٧٠ | ١,١٠ |
| | ٠,٥ | الرابعة | ١,١٦٦ | ١,٧٠ | ١,١٦ | ١٠,٨٠ | ١,١٥٠ | ١,١٢ |
| ٤,٥٨ | ٠,٥ | الاولى | ٠,٤٩ | ٢,٣٢ | ٠,١٣٩ | ٥,٠٠ | ٠,٠٧ | ١,٠٦ |
| | ٠,٥ | الثانية | ٢,٣٢ | ٢,٤٢ | ٠,١٥٩ | ٤,٦٠ | ١,٧٠ | ١,٦٥ |
| | ٠,٥ | الثالثة | ٢,٤٢ | ٢,٤٢ | ٠,١٤٩ | ١٤,٨٦ | ١,٥٦ | ١,٦٠ |
| | ٠,٥ | الرابعة | ٢,٤ | ٢,٤ | ٠,١٥٩ | ١٥,٣٦ | ١,٦٩ | ١,٦٥ |

## جدول رقم ٣ ـ تأثير أضافات متزايدة الحجم من مياه مالحة(+) على مقدار الاملاح الذي تحتفظ به التربة

| تركيز الملح بالتربة جم/كجم | | حجم المياه المضافة وعدد الاضافات لتر/كجم | ماء محتجز بالتربة لتر/كجم | ترتيب وحجم وتركيز | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ١ | | ٢ | | ٣ | | ٤ | | ٥ | |
| قبل الري | بعد الري | | | حجم لتر/كجم | تركيز جم/لتر | حجم | تركيز | حجم | تركيز | حجم | تركيز | حجم | تركيز |
| ٠,٤٥ | ٠,٥٨ | ١ × ٠,٥ = ٠,٥ | ٠,٣٨٥ | ٠,١٤٥ | ٣,١٥ | | | | | | | | |
| | | ٢ × ٠,٥ = ١,٠ | ٠,٣٨٠ | ٠,١٤٥ | ٣,٠٨ | ٠,٤٨٦ | ١,٧٠ | | | | | | |
| | | ٣ × ٠,٥ = ١,٥ | ٠,٣٧٠ | ٠,١٣٢ | ٣,١٠ | ٠,٤٨٠ | ١,٥٩ | ٠,٥٣٢ | ١,٨١ | | | | |
| | | ٤ × ٠,٥ = ٢,٠ | ٠,٣٦٥ | ٠,١٣٩ | ٣,٠٧ | ٠,٤٨٥ | ١,٦٣ | ٠,٥٣٠ | ١,٩٢ | ٠,٤٨٥ | ١,٦٥ | | |
| | | ٥ × ٥ = ٢,٥ | ٠,٣٦٥ | ٠,١٣٩ | ٣,٠٧ | ٠,٥٠٠ | ١,٦٣ | ١,٤٩٨ | ١,٩٢ | ٠,٤٩ | ١,٦٧ | ٠,٤٩ | ١,٧٠ |

(+) تركيز المياه المستعملة ١,٦٧ جم/لتر

٤ ـ باستعمال أعمدة من تربة واحدة مختلفة في تركيز الاملاح فيها واضافة ماء ذي تركيز ثابت من الاملاح يزداد مقدار الملح الذي يفقده عمود التربة مع الماء بزيادة تركيز الاملاح في التربة .
٥ ـ بأستعمال تربه واحدة يقل الملح الذي يفقده عمود التربة بازدياد تركيز الاملاح في المياه المستعملة في الري
٦ ـ تفقد التربة الطينية من املاحها أقل مما تفقده التربة الرملية أو الطينية .
٧ ـ التربة الخالية من الاملاح ذات تركيز منخفض منه احتفظت بمقدار من الملح يزيد عن المقدار الذي احتفظت به في ماء السعة الحقلية ولم يتضح بعد كيفية الاحتفاظ بهذا الملح .
خلاصة القول يمكن ان تستنتج من ذلك ان التربة ذات مستوى الماء الارضي البعيد وذات الصرف الجيد لا يتجمع فيها من الاملاح نتيجة للري بماء مالح غير ما يكون في مقدار الماء الذي تحتفظ به التربة عند السعة الحقلية بصرف النظر عن مقدار ماء الري المضاف أو عدد مرات الري .

اما اذا كان مستوى الماء الارضي قريب فان عوامل اخرى سوف تتدخل وهي : ـ

١ ـ زيادة ونقص تركيز الاملاح في الماء الارضي نتيجة لوصول مياه الري اليه ويتوقف ذلك على تركيز الاملاح في مياه الري والمياه الارضية .
٢ ـ معدل التبخر من السطح .
٣ ـ مقدار الماء الارضي الذي يصل سطح التربة بالخاصة الشعرية .

أوضحت التجارب الحقلية أن زراعة محصولين ذات مجموع جذري غير عميق بالتتابع قد أدى الى ارتفاع الاملاح في منطقة الجذور بالمقارنة مع زراعة محصول ذات مجموع جذري غير عميق يتبعه محصول ذات مجموع جذري عميق .

## المراجع : ـ


١ ـ عبد المنعم بليغ ١٩٦٨
تكنولوجيا الاراضي ـ استصلاح الاراضي الملحية والقلوية
٢ ـ يحي محمود مصطفى ١٩٦٩
اصلاح الاراضي فنيا واقتصادياً .

- Grigg, D., I978

The Harsh Lands. Billing 9 sons Ltd., London.

- Kovda, v.I965

Alkaline soda- saline soils- Budapest symb. sodic, Agrok, es Tal vol. I4:I5-48

- U.S. Salinity Lab. staff (I964)

Diagnosis and imporvement of saline and Alkali soils.

Agric. Handbook No. 60 USDA

- Younis, M.G.A. I977

Astudy of the effect of well waters on some physical, chemical and pedological properties of El. Rawakib soils.

- Younis, M.G.A. I985

Emirates and Sudan Investment Co. ltd., Agricultural Scheme, Jebel Aulia, Khartoum province, Val. I.

## التوصيات : ـ

١ ـ عند أستعمال المياه الجوفية للري فأنه بجانب العائد الاقتصادي لابد من دراسة العائد البيئي وذلك بربط نوعية المياه المستعملة مع نوعية التربة ونوعية المحاصيل الزراعية والمناخ السائد .

٢ ـ المتابعة المستمرة للتغيير الذي يحدث في نوعية المياه الجوفية .

٣ ـ فحص وتحليل التربة من وقت الى آخر لمتابعة تجمع بعض العناصر الضارة بالنبات وبالتالي صحة الانسان والحيوان (البورن ، النحاس ، . . . الخ) أو ما يعرف بالعناصر الصغرى .

٤ ـ التبادل بين زراعة المحاصيل ذات الجذور العميقة والجذور غير العميقة في الدورة الزراعيية تجنبا لتجمع الاملاح في الطبقة السطحية للتربه .

# المحتويات


* المقدمة ..... ٣
* الباب الأول ..... ٥
قراءة في مقررات وتوصيات مؤتمر التكامل العربي
في مجال ترشيد وتطوير استخدامات المياه في الزراعة
للدكتور يحيى بكور الأمين العام للاتحاد ..... ٧
* الباب الثاني ..... ١٣
ـ أهداف المؤتمر وأهميته ..... ١٥
ـ المشاركون في المؤتمر ..... ١٧
ـ برنامج جلسات المؤتمر ..... ٢١
ـ وقائع حفل افتتاح المؤتمر ..... ٢٧
* الباب الثالث ..... ٣١
ـ مقررات وتوصيات المؤتمر ..... ٣٣
* الباب الرابع ..... ٣٩
ـ البحوث والدراسات المقدمة للمؤتمر
ـ الموارد المائية بالسودان وسبل تنميتها وأثرها على الانتاج الزراعي ٤١
ـ المياه والتنمية الزراعية في سورية ..... ٦٣
ـ تطوير وترشيد استعمالات المياه للزراعة في الاردن ..... ٨٤

ـ الثروة المائية في لبنان ودورها في التنمية الزراعية ..... ٩٦
ـ أنظمة الري الحديثة ودورها في ترشيد استخدامات المياه في الزراعة
في دولة الامارات العربية المتحدة ..... ١٠٦
ـ الموارد المائية في الأراضي العربية المحتلة وأطماع العدو الصهيوني
فيها ..... ١١١
ـ الأمن المائي العربي وأهميته في تحقيق الأمن الغذائي العربي ... ١٣٥
ـ مشروع مركز دراسات الأمن المائي العربي ..... ١٧٣
ـ تنمية موارد المياه السطحية وامكانية ترشيد استخدامها ..... ١٧٧
ـ تطوير طرق ووسائل الري وأهميتها على ترشيد استخدام المياه . ١٨٩
ـ تقنيات الحصاد المائي في الاردن ..... ٢١٢
ـ دور العمليات الفلاحية في ترشيد استعمالات مياه الري
للمحاصيل الحقلية بمشروع الجزيرة ..... ٢٢٧
ـ الاستخدام الأمثل لمياه الأمطار ..... ٢٣٣
ـ ترشيد استخدام مياه الري في حوض الفرات ..... ٢٤٣
ـ علاقة طبيعة الأرض بطرق الري وأثر ذلك على ترشيد استخدام
المياه ..... ٢٦٦
ـ العوامل المؤثرة على صلاحية الأراضي للري والتحري عنها ... ٢٧٧
ـ تطوير طرق وتقنيات الري وتحديد احتياجات القطر من
تجهيزات الري ..... ٣٠٥
ـ التنمية المتكاملة للأحواض المائية العربية ..... ٣٤٣
ـ الاستغلال الأمثل لمياه الري بمشروع ساق النعام الزراعي ... ٣٨٨
ـ الري التكميلي للمحاصيل وأهميته على زيادة الانتاج والانتاجية ٤٠٠
ـ أثر الري التكميلي على انتاجية القمح والشعير ..... ٤٢٠
ـ بعض امكانيات الري التكميلي للزراعة الموسمية بشرق السودان ٤٤٠
ـ الآثار الاقتصادية والبيئية والاستراتيجية لاستغلال بحيرة
الصحراء الغربية والجوفية ..... ٤٥٢

ـ أثر العلاقات المائية على عمليات الري والانتاجية في الأراضي الطينية في السودان ..... ٤٦٠
ـ استخدام الموارد المائية في البادية السورية لتطوير المراعي والثروة الغنمية ..... ٤٦٦
ـ نحو استخدام أمثل للمياه في القطاع الزراعي المروي في السودان ٥٢٠
ـ الري والتشغيل في مشروع بئر الهشم خلال فترة الاستزراع .. ٥٢٦
ـ تطبيقات الاستشعار عن بعد في التحري عن المياه الجوفية ... ٥٥٢
ـ الاحتياجات المائية لمحصول الصفصفة في منطقة الشريط الساحلي في الجماهيرية العربية الليبية ..... ٥٧٦
ـ دراسة حقلية لتقدير التوصيل الهيدروليكي غير المشبع وتقدير التدفق العلوي للماء من مستوى ماء أرضي ..... ٥٩٦
ـ بعض الملامح الاقتصادية للري في الزراعة السودانية ..... ٦١٤
ـ تركيز العناصر الثقيلة في بعض المحاصيل الزراعية المروية بمياه الصرف الصحي ..... ٦٢٩
ـ تلوث محاصيل الخضر المروية بمياه المجاري ..... ٦٤١
ـ استخدام مياه محطات التنقية في الزراعة وتأثير مواد التنقية على المزروعات ..... ٦٤٥
ـ تأثير لون الأغطية البلاستيكية على تقليل فقد الماء ..... ٦٥٥
ـ ترشيد استخدام المياه الجوفية في الزراعة والمعايير الأساسية التي يجب مراعاتها ..... ٦٦٢

اتحاد
المهندسين الزراعيين العرب
دمشق