الفصل السادس

عوامل خصوبة التربة لنمو النبات اقتصاديا

- أولا : توفير مطالب النبات من التربة وأهمها :

- أ) الماء : ماء الرى الصالح بالكمية والكيفية والوقت والتوقيت والمعدل المناسب لنوع النبات، التربة، الظروف المناجية، وظروف الصرف بالمنطقة.

الماء : يذيب المواد الغذائية والمعادن النافعة في صورة غروية سهلة خلال العمق الجذري ليسهل امتصاصها بواسطة المجموع الجذري.

- ب) الهواء : بالنقاء والكمية الكافية لأكسدة المركبات الضارة ليحولها إلى مركبات صالحة.

الهواء : يطيل حياة البكتريا النافعة، يساعد على التنفس (بذور، إنبات، بكتريا)، وجود ثاني أكسيد الكربون يحول بعض المركبات إلى غذاء صالح للنبات. دوام خدمة الأرض يجدد التهوية ويزيد من تأثير الأكسدة والكربنة، وزيادة تعرض التربة السطحية لأشعة الشمس الدافئة، والتخلص من بعض الحشرات وتقليل فرصة الإصابة بالأمراض، والمساعدة في صرف المياه الزائدة في الطبقات تحت السطحية للتربة.

- جـ) الحرارة : تساعد على سرعة ذوبان العناصر النافعة، تنشيط التفاعلات الكيميائية والبكتريا، تساعد على تعميم وانتظام توزيع الانتشار الغذائي تمدد الهواء خلال الفراغات البينية، التمدد وزيادة نسبة الفراغات البينية (٣٠% للأراضي الرملية الخشنة، ٥٥% من حجم التربة الطينية)، تساعد على عملية الإنبات والامتصاص واستمرار حياة النبات والبكتريا النافعة.

- د) الغذاء : علاوة على المركبات الذائبة والبكتريا النافعة يجب توفر العناصر الأساسية الآتية كل بنسب احتياجات النبات له خلال فترة نموه، والعناصر التسعة هي :

- الكربون والأيدروجين والأكسجين (من الماء والهواء).

- النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والماغنسيوم والجير والحديد (تمتص من التربة في صورة ذائبة في محلول التربة أو متبادلة مع المعقد الغروي).

- يراعى التسميد مع مراعاة النوعية والكيفية والتوقيت السليم مع الحرث والتقليب وإتباع الدورات الزراعية المناسبة.

- هـ) مجال الجذور : اتساع تغلغل الجذور، حرثه، تهويته، تقليب، اختيار المسافة بين النباتات وتفادى تداخل المجموعات الجذرية، تنقية التربة من الحشائش، استعمال مياه الرى ليس بها مواد هلامية، تسد نسبة الفراغات البينية، تخير النبات المناسب في التربة التي تناسبه والظروف المناخية التي تلائمه.

- و) نقاء التربة : خلو التربة من الأجسام أو العناصر أو المؤثرات الضارة بالنبات، الغسيل الدوري للتربة، تفاديا لتراكم أية أملاح إن وجدت، إتباع الدورات الزراعية المناسبة والملائمة لظروف المنطقة مع مراعاة الصرف الجيد، إتباع طرق الرى الملائمة، التبخير، المبيدات، استعمال المعاملات الكيميائية إذا أستدعى الأمر، خدمة التربة الزراعية بصفة دائمة وحماية خصوبتها وعدم تلوثها، توفير أسباب وقاية التربة والنبات ضد أي عوامل طبيعية أو صناعية لها تأثير مباشر لتلاقى حدوث أية آثار جانبية.

- ثانيا : ملائمة أملاح المنطقة لنوعية النباتات والمحاصيل الرئيسية المراد زراعتها فيها.

- ثالثا : ملائمة أسلوب الرى والصرف ونوعيتهما مع الظروف المحلية للتربة، والنبات والظروف الطبيعية والطبوغرافية، والتضاريس الأخرى.

- رابعا : صلاحية التقاوي، وانتقاء الجيد منها، وأن احتاج لمعاملات قبل وأثناء زراعتها، علاوة على موافقتها لنوع التربة، والظروف الطبيعية، والمناخية بالمنطقة.

- خامسا : النظام، التضاريس، والطوبوغرافى للمنطقة، وملائمة ذلك مع عوامل الاحتفاظ بخصوبة التربة، ونمو النبات، وذلك يبدأ من أعداد الأرض للزراعية حتى جنى المحصول.

- سادسا : " التركيب المحصولي المثالي" للمنطقة واختيار " المحصول الاقتصادي لها" والدورة الزراعية المناسبة.

- صور تواجد المياه بالتربة : تختلف مسام و فراغات التربة من حيث حجمها حسب تركيب حبيبات التربة وشكلها، فإذا فرضنا أن حبيبات التربة مثلا كروية الشكل فإن حجم الفراغات والمسام إذا كان التركيب متعامد يكون حوالي ٤٧,٤% من الحجم الأصلي، أما إذا كان التركيب مائلا فإن نسبة الفراغ تبلغ ٢٥,٩ % وتتغلغل المياه وتتواجد بفراغات ومسام التربة. أنظر شكل (٦-١).

- (١) المياه الهيجروسكوبية : هي عبارة عن غشاء رقيق من الماء يحيط بكل حبه من حبيبات التربة، وهو لا يتحرك من مكانة، ولا يفقد من التربة إذا جفت تجفيفا طبيعيا. أما إذا جففت بالتسخين فإنها تتبخر وإذا ما تركت التربة في الهواء فإنها تعود لامتصاص المياه الهيجروسكوبية من الهواء. ومعامل المياه الهيجروسكوبية هو نسبة وزن الماء الذي تمتصه التربة مجففة صناعيا بالتسخين، إذا ما تركت في الهواء المشبع بالماء إلى الوزن الجاف.

ويزيد هذا المعامل تبعا لزيادة السطح المعرض للهواء تبعا لصغر حجم الحبيبات فهو يتراوح في التربة الطينية بين ٧ % إلى ١٠ % ، وهى التربة الرملية من ١ % إلى ٣% فقط، والمياه الهيجروسكوبية ليس لها فائدة في نمو النبات.

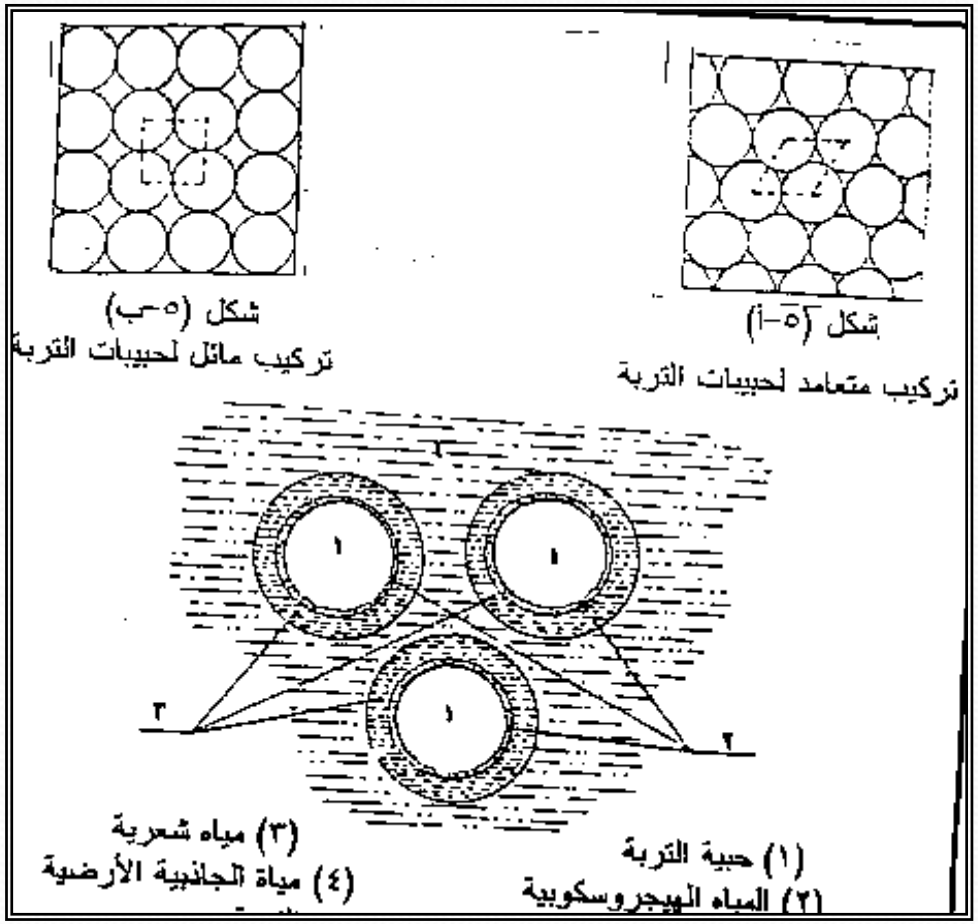
- (٢) المياه الشعرية : وهى الغلاف الثاني حول حبيبات التربة بعد المياه الهيجروسكوبية ويكون في هيئة غشاء سميك نسبيا يملأ جزءا من الفراغات البينية في التربة. ويمكن لهذه المياه التحرك في أي اتجاه بالخاصة الشعرية، وبالتالي يمكن للنبات الانتفاع بها، وهى التي تكون المنطقة الرطبة حول الجذور.
وتكون سرعة سيرها كبيرة إذا مساعدتها الجاذبية الأرضية، كما يحدث وقت الرى، وفى عبر أوقات الرى تصعد المياه الشعرية من منسوب المياه الجوفية حيث تتبخر على السطح.

- (٣) المياه الحرة أو المياه الجوفية : هي المياه التي لا تستطيع حبيبات التربة جذبها، تسير بالجاذبية الأرضية في مسام التربة أو هي المياه التي تزيد عن السعة الحقلية للتربة. والسعة الحقلية معناها أن الحبيبات تحتجز جزءا من الماء حتى تتساوى القوة الشعرية مع قوة الجاذبية، وأي مياه تزيد عن هذا الحد تنزل إلى أسفل بالجاذبية الأرضية، والمياه الجوفية تملأ كل المسام، ويمكن التخلص منها بالصرف.

- الأرض رملية :

- كمية المياه التي يمكن اختزانها في باطن الأرض ويستنفذها النبات في يسر ٧٥. ٣
- (الرطوبة المثلى) = ١,٥× (٠,٩٠ ×٠ ٤٢٠٠ ×
  ٣,٧٥/١٠٠= ٢١٣م^{٣}/ ف.
- الفترة ما بين الريات = ٢١٣ ÷ ٢٤ = ٨,٨٨ = ٩ أيام.
- كفاءة مياه الرى = ((٢٤×٩) +٩٠٠) × ١٠٠ = ٣٦ %.

- مما سبق يتبين أن كفاءة الرى منخفضة جدا للأراضي الرملية خصوصا إذا تم الرى بالغمر، وذلك لضعف قوة احتفاظها بالرطوبة، لذلك نلجأ إلى طرق ري أخرى : كالري على الحامي ، الرى بالرش، الرى الجوفي أو بالرشح والري الكنتورى، ...إلخ. (جدول ٦-١)


شكل (٥-أ)
تركيب متعامد لحبيبات التربة
شكل (٥-ب)
تركيب مائل لحبيبات التربة
١
١
١
٢
٣
(١) حبة التربة
(٢) المياه الهيجروسكوبية
(٣) مياه شعرية
(٤) مياة الجاذبية الأرضية

شكل (٦-١)

جدول (٦-١) : كفاءة الرى في أنواع التربة المختلفة.

الفوائد والكفاءة	نوع التربة		
	رملية	طميية	طينية
فواقد الفائض السطحي	%١٥	%١٥	%٣٠
فواقد التسرب العميق	%٣٥	%١٥	%٥
كفاءة ري الحقل	%٥٠	%٧٠	%٦٥
فواقد مساقى المزرعة	%١٥	%١٠	%٥
كفاءة ري المزرعة	%٣٥	%٦٠	%٦٠

(جدول ٦-٢): تأثير معدل إعطاء مياه الرى السطحي بالغمر على كميات امتصاص التربة.

نوع التربة	معدل الامتصاص (مم/ساعة)	زمن الرى المناسب ساعة	الانحدارات المناسبة في اتجاه الرى
رملية متوسطة	٢٠	٦-٤	٠,٢٠ -٠,٤٠
طميية	١٥	٨-٦	٠,١٠ -٠,٢٠
طينية	٥	١٢-٨	٠,٠ -٠,١٠

- تحديد الفترة بين الريات :

- يستفيد النبات بحوالي ٧٠ % من الماء المتسرب، المحصور بين السعة الحقلية ومعامل الذبول. هذه لنسبة من الرطوبة المثلى تتمثل في احتواء المسام الشعرية حوالي ٦٠ % من الفراغات البينية للوصول إلى سعة حقلية مثلى. يمتص النبات الرطوبة المتاحة له في منطقة انتشار الجذور بمعدل يتوقف على نوع النبات وموسم نموه مع ثبات خواص التربة. يفقد جزء من هذه الرطوبة عن طريق البخر مع دوام رطوبة داخل جسم التربة لاختلاف قوة الشد.

تعطى مياه الرى على فترات بحيث تضاف مياه الرى قبل الوصول إلى معامل الذبول عندما يكون حوالي ٧٠ % من الماء المتسرب قد أستنفذ. لذلك يلزم معرفة خواص التربة الهيدروليكية واحتياجات النبات مع طول "جذوره الفعالة". (جدول ٦- ٣)

- ملحوظة : الجزء الفعال من الجذور هو الجزء العلوي والمتوسط حيث تتكاثر شعيرات الجذور خصوصا عند اكتمال النمو.

- **مثـــــال :**

- **نبات القطن يصل طول جذوره (١,٥ متر) بينما الجزء الفعال ٩٠ سم عند اكتمال نموه، الجذر الفعال لمحاصيل الحبوب يتراوح بين ٤٠ إلى ٦٠ سم والأشجار حوالي ١,٥ متر. علما بأن الاحتياجات المائية لكل محصول على حدة متغيرة.**

- **السعة الحقلية (Field capacity) :**

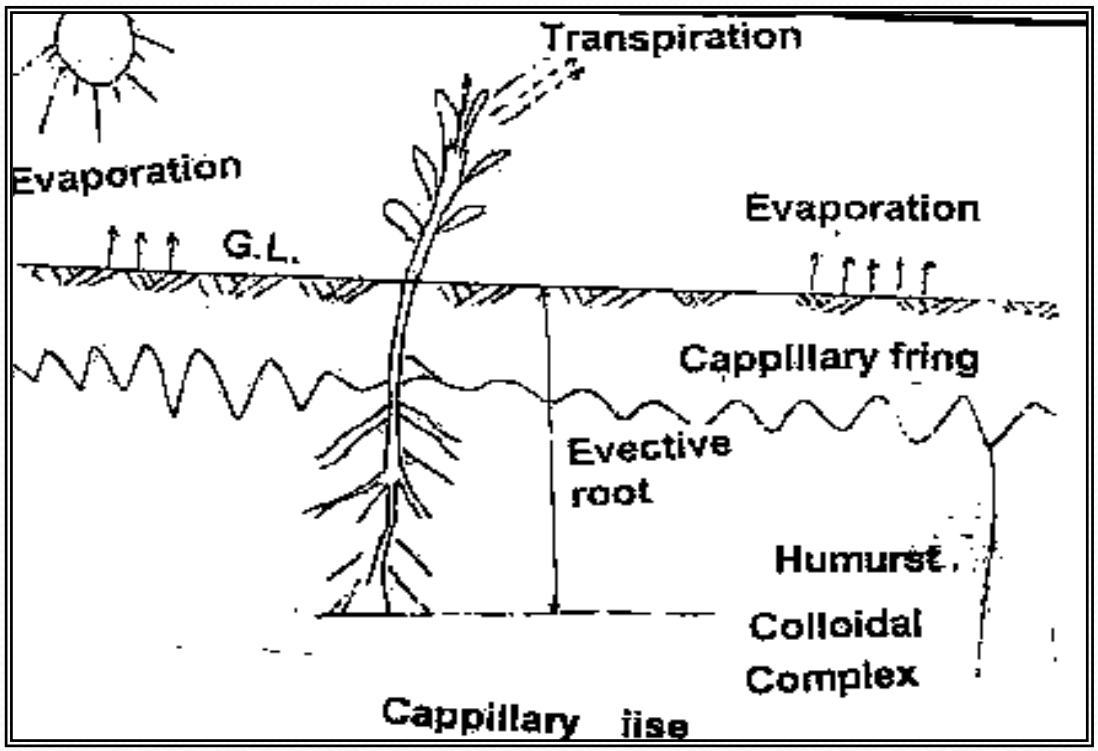
- **هي مقدار الرطوبة التي تحتفظ بها التربة بعد التخلص من المياه الزائدة ووقوف حركة المياه بفعل الجاذبية الأرضية إلى أسفل. وتتحقق " السعة الحقلية المثلى " للتربة حين تشغل المياه الشعرية نحو ٦٠% من حجم الفراغات البينية"، بحيث يتبقى حوالي ٤٠% من حجم الفراغات ليشغل بالهواء الأراضي، اللازم لتنفس النبات، والبكتريا النافعة لإتمام عمليات الأكسدة والكربنة اللازمة.**

جدول (٦-٤): خواص التربة الهيدروليكية واحتياجات النبات المائية.

	نوع التربة	رملية	رملية طميية	طميية	سلتية طميية	طميية طينية	طينية
١	الكثافة الظاهرية (طن/م٣)	١,٥	١,٥	١,٤	١,٤	١,٣	١,٣
٢	السعة الحقلية(%من الكثافة الظاهرية)	١١,٥	١٧,٠	٢٤,٠	٢٧,٠	٢٨,٠	٢٨,٠
٣	درجة الذبول(%من الكثافة الظاهرية)	٦,٠	٩,٠	١٢,٠	١٤,٠	١٦,٠	١٨,٠
٤	السعة المتيسرة(% من الكثافة الظاهرية)	٥,٥	٨,٠	١٢,٠	١٣,٠	١٢,٠	١٠,٠
٥	الرطوبة المثلى(٧٠% من السعة المتيسرة)	٣,٧٥	٥,٦٠	٨,٤٠	٩,١	٨,٤	٧,٠

- **نقطة الذبول (Wilting point) :**

- **هي النقطة التي تكون عندها نسبة الرطوبة كمياه شعرية في التربة غير كافية لاستمرار حياة النبات، حيث تظهر علامات الإعياء ، في صورة ذبول دائم في أوراق النبات. عند هذه النقطة يتعذر على جذور النبات بعدها أن تواصل امتصاصها للماء الشعري، وحيث لا تقوى درجة امتصاص جذور النبات للعصارة على قوة شد حبيبات التربة للماء الملتصقة تحت تأثير قوى الشد السطحي المتوقف على قوة التماسك، وقوى الالتصاق (Cohesion and adhesion forces).أنظر شكل (٦-٣).**


Transpiration
Evaporation
G.L.
Evaporation
Cappillary fring
Evective
root
Humurst
Colloidal
Complex
Cappillary lise

شكل (٦-٣)

- ملاحظات إضافية عن العلاقات : الماء - النبات - التربة، وعلاقة ذلك بنشاط الرى والصرف.

- (أ) عوامل تؤثر على تحريك كمية ماء الرى لأسفل خلال تربة:

- ١- كمية المياه المضافة للتربة ومعدلاتها.

- ٢- طريقة ووسيلة وكيفية الإضافة.

- ٣- نوع التربة وخواصها وظروف تكوينها وقدرة سطحها على الرشح والامتصاص والتوصل.

- ٤- مجموع التوصيل الرطوبي على مدى العمق لأسفل.

- ٥- قوة احتفاظ التربة بالرطوبة لفترة زمنية عند السعة الحقلية.

- ٦- تكيف الظروف الأخرى المتاخمة مع معدل سريان الامتصاص والانتشار، وكذلك الظروف الجوية.

- (ب) كفاءة الرى % = (احتياجات النبات أو استهلاكه الفعلي + احتياجات الرى، أو كمية مياه الرى العملية ×١٠٠)، كفاءة الرى تتأثر بنوع التربة، نوع النبات وأطوار نموه، مكونات التربة ونسب الأملاح بها، قرب أو بعد المياه الجوفي، نوعية مصدر مياه الرى، فواقد التوصيل والتشرب والتسرب والتبخر، صيانة وسائل توزيع مياه الرى وسلامة التخطيط والإدارة.

- **مثـــــال :**

- **حدد الفترة بين الريات لري نبات القطن، في مرحلة من مراحل نموه، إذا كان معدل الاستهلاك اليومي للفدان ٢٤ م^{٣} من المياه، وأن طول جذر النبات الفعال وقتها = ٩٠ سم. احسب كفاءة مياه الرى، علما بأن معدل إمداد الأرض بمياه الرى هو ٤٢٠ متر مكعب للفدان للأرض المتوسطة والطينية، ٦٠٠ متر مكعب للفدان للأرض الرملية.**

- الحل: أولا الأرض طينية :

- كمية المياه التي يمكن اختزانها في باطن الأرض ويستنفذها النبات في يسر =(الرطوبة المثلى) - (الكثافة الظاهرية) × (العمق الفعال من الجذور بالمتر × مساحة ١ فدان بالمتر المربع) × (نسبة الرطوبة المثلى).

∴ كمية المياه / فدان= ١,٣ × ٠,٩٠ ×٤٢٠٠ × (٧٠/١٠٠ ×١٠) = ٣٤٤ م^{٣}/ف.

- الفترة ما بين الريات = كمية المياه التي يمكن اختزانها في باطن الأرض ويستنفذها النبات في يسر ÷ معدل الاستهلاك اليومي للفدان.

∴ الفترة بين الريات = ٣٤٤ ÷ ٢٤ = ١٤,٣٣= ١٤ يوم.

- كفاءة الرى = (معدل الاستهلاك اليومي للفدان) × عدد الأيام × (معدل كمية مياه الرى).

∴ كفاءة الرى = ((٢٤ × ١٤) ÷ ٤٢٠) ×١٠٠ =٨٠ %.

- ثانيا : الأرض طينية (متوسطة التماسك) :

- كمية المياه التي يمكن اختزانها في باطن الأرض ويستنفذها النبات في يسر

(الرطوبة المثلى) = ١,٤ × (٩٠ × ٤٢٠٠) × (٨,٤ / (١٠٠ × ١٠٠) = ٤٤٤ م^{٣}/ ف.

- الفترة ما بين الريات = ٤٤٤ ÷ ٢٤ = ١٨,٤ = ١٨ يوم
- كفاءة مياه الرى = (٢٤ × ١٨) ÷ ٤٢٠) × ١٠٠ = ١٠٠ %

- القيم في الجدول ، تمثل نماذج لقيم ثابتة متوسطة، وإن كان الواقع أنها متغيرة من سريان غير مشبع إلى سريان مشبع حيث تتشبع التربة تدريجيا حتى تثبت تقريبا، كما يختلف توزيع انتشار الرطوبة حسب نوع التربة (أنظر المنحنيات).

- مثال آخر :
- أرض رملية متوسطة (الرى بالغمر) = ٨٤ م٣/ ساعة. احسب مساحة الحوض؟
- الحل :
- التصرف من فتحة الرى = معدل الامتصاص × المساحة المنزرعة من الحوض (المغمور).
- ٨٤ م٣/ ساعة = ٠,٠٢٠ (متر/ ساعة) × (متر مربع) مساحة الحوض
- مساحة الحوض= ٠,٨٤ ÷ ٠,٠٢٠ =٤٢٠٠ متر مربع = ١ فدان.

(على أساس أن كمية مياه الرى الداخلة للحوض تمتص كلها)

- مثال آخر :

- تربة زراعية معدل امتصاصها الثابت ١٥ مم/ ساعة ويخصص لري الفدان في الرية الواحدة ٥٠٠ متر مكعب وفتحة الرى تصرفها ٣١,٥٠ متر مكعب/ ساعة.

- احسب المساحة النموذجية المناسبة للأحواض، كمية المياه اللازمة لري الحوض، وكذلك الزمن اللازم لرية وسمك الرى المكافئ بالسنتيمترات.

- الحل :

- تصرف فتحة الرى = معدل الامتصاص × مساحة الحوض
- ٣١,٥ متر مكعب / ساعة = ٠,٠١٥ (متر/ ساعة) × مساحة الحوض (متر مربع)
- مساحة الحوض = ٣١,٥٠ ÷ ٠,٠١٥ = ٢١٠٠ متر مربع = ٢/١ فدان.
- كمية المياه اللازمة للحوض = ٥٠٠ (متر مكعب /فدان) × ٢/١ فدان = ٢٥٠ م^{٣}.

- ولحساب زمن الرى =٣١,٥٠(متر مكعب/ ساعة) × (ساعة) = ٢٥٠ (متر مكعب)

∴ زمن الرى = ٢٥٠ +٣١,٥٠= ٧,٩٤ ساعة

= ٥٦ ق ٧ س = حوالي ٨ ساعات

- سمك الرى المكافئ = ٢٥٠ (متر مكعب) ÷ ٢١٠٠ (متر مربع)
= ٠,١١٩ متر = ١١,٩سم