

أثر الري التكميلي على رفع إنتاجية أشجار البن وتقدير كفاءة إضافته تحت نمط ري محسن

أحمد عبد الله أحمد غالب^١

الملخص العربي

تمثل مشكلة المياه الهم الأكبر الذي تواجهه اليمن في الوقت الراهن والأصعب في المستقبل القريب. ويتطلب معالجة هذه المشكلة حلولاً كثيرة أهمها استخدام المواسير لنقل المياه لمنع أو على الأقل تقليل الفواقد، الحد من طريقة الري بالغمر، تقدير الاستهلاك المائي الفعلي لجميع المحاصيل ومن ثم إضافة الري بإتباع نظم الري الحديثة. هدفت هذه الدراسة إلى معرفة أثر الري التكميلي على رفع إنتاجية أشجار البن وتقدير كفاءة إضافة الري تحت نمط الري المحسن (أنابيب في حلقات). نُفذت الدراسة في حقل مزارع بوادي ترس - الشعوبية محافظة تعز. تميزت تربة الحقل بقوام متوسط إلى ثقيل وملوحة منخفضة وخصوبة متوسطة. بلغ عمر أشجار البن ١٥ عام عند تاريخ تنفيذ هذه الدراسة، اختير منها ٢٠ شجرة كوحدات تجريبية لتطبيق ٤ أعماق لمياه ري هي ١٥، ٣٠، ٣٨ و ٤٥ مم كأعماق إضافة للمياه بخمسة مكررات وتم توزيعها باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD). تم موالاة إضافة الري التكميلي زمنياً بحسب تقدير المزارع لحاجة الأشجار إلى المياه، وذلك بواسطة شبكة مكونة من خزان سعته ٤,٢ م^٣ وأنابيب (PVC) قطر ٢ بوصة مردومة تحت الأرض وموزعات إضافة المياه إلى حلقات دائرية ترايبية، معمولة بواسطة حلقتين مزدوجتين مبتكرتين من الحديد، حول كل شجرة بكفاءة توصيل ٩٠%. بلغ إجمالي ارتفاع المطر المباشر ٨٤٦ مم طول العام وتم حساب عمق المطر الفعال فكان ٥١٨,٤ مم. بلغ عدد الريات التكميلية ٨ ريات بإجمالي ١٢٠٠، ٢٢٠٠، ٢٧٨٠ و ٣٣٠٠ م^٣/هـ. وعند جمع كمية المطر الفعال (٥١٨٤ م^٣/هـ) إلى إجمالي الري التكميلي يكون إجمالي الاستهلاك المائي ٦٣٨٤، ٧٣٨٤، ٧٩٦٤ و ٨٤٨٤ م^٣/هـ لارتفاعات الري التجريبية المدروسة ١٥، ٣٠، ٣٨ و ٤٥ مم على التوالي. جرى جني ثمار البن لعدد ٥ جنيات الأولى بتاريخ ٢٨

أغسطس ٢٠٠٦ وأخر جنية بتاريخ ١٠ يناير ٢٠٠٧، وبعد إتمام تجفيفها تم وزن الغلة عند نسبة رطوبة ثابتة ١٢% فكان ١,٧٧، ٣,٣٣، ٣,٥٧ و ٢,٨٣ طن/هـ لارتفاعات الري سابقة الذكر على التوالي. جرت العمليات الحسابية والإحصائية فوجدت فروق معنوية فقط بالنسبة لوزن الغلة ونسبة القشر، وكانت نسبة التصافي كمتوسط عام لجميع المعاملات ٥٧% قشر و ٤٣% حبوب. نخلص إلى القول بأن أفضل المعاملات التجريبية من حيث الإنتاج (٣,٥٧ طن/هـ) كان لارتفاع ٣٨ مم، حيث كفاءة الاستهلاك كانت (٠,٤٥ كجم/م^٣)، ومن حيث كفاءة الاستهلاك المائي كان لارتفاع ٣٠ مم (٠,٤٦ كجم/م^٣) وأن الفرق بين الكفاءتين صغير جداً لا يكاد يذكر، وأن متوسط كفاءة إضافة الري المتحصل عليها تحت نمط الري المتبع بلغت ٨١%.

كلمات مفتاحية: البن، الري التكميلي، كفاءة إضافة الري، ري محسن، كفاءة الاستهلاك المائي.

المقدمة

تمثل مشكلة المياه الهم الأكبر الذي تواجهه اليمن في الوقت الراهن والأصعب في المستقبل القريب.

ولقد جاء في الإستراتيجية الوطنية للمياه عام (٢٠٠٠) أن الجمهورية تواجه اختلالاً مزمناً في شقي معادلة النمو السكاني وموارد المياه، حيث ارتفع عدد السكان إلى ١٦,٥ مليون نسمة حتى عام ١٩٩٧، بنسبة نمو ٣,٥%، بينما قدر إجمالي الموارد المائية العذبة المتجددة سنوياً بنحو ٢٥٠٠ مليون متر مكعب منها ١٥٠٠ مليون متر مكعب تقريباً مياه سطحية و ١٠٠٠ مليون متر مكعب تقريباً مياه جوفية وهذا يشير إلى أن نصيب الفرد حوالي ١٥١ متر مكعب في السنة، مع العلم أن احتياجاته المطلوبة حسب المعيار

^١الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي، فرع، تعز-إب

استلام البحث في ٢٣ ابريل ٢٠١٧، الموافقة على النشر في ٢٢ يونيو ٢٠١٧

والنقدية والأشجار المثمرة واستخدام نظم الري الحديثة المرشدة للمياه والتي بواسطتها يتم فقط إضافة الاحتياجات المائية الاستهلاكية للنبات. نظم الري كثيرة ويأتي في المقدمة نظام الري بالغمر أو التقليدي وذلك لسعة انتشاره نظراً لبساطة تقنية ممارسته إلا إنه يتميز بهدره للمياه وتدني كفاءته التي تتراوح في الوقت الحاضر، في كثير من دول العالم، بين ٢٥-٤٤ % (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٢). بالنسبة لنظم الري الحديثة فهي كثيرة منها ذات التقنية البسيطة السهلة التعامل معها ومنها ذات التقنية المعقدة والتي تتطلب دراسة وخبرة كافيتين. من نظم الري الحديث ذات التكلفة القليلة والتقنية البسيطة نظام الري بالأحواض وهذا يناسب الأشجار المثمرة بأنواعها ويتميز بكفاءة كلية ٧٢%، وهذا ناتج من ضرب كفاءة توصيل ٩٠% باستخدام أنابيب بلاستيكية بكفاءة إضافة ٨٠% (بامطرف، ١٩٩٣).

ويمكن اعتبار نظام الري التجريبي " أنابيب في حلقات" المطبقة في هذه الدراسة مشابه لهذا النظام ويمتاز عنه بعدم ملامسة مياه الري المضاف لجذوع الأشجار ولذلك أهمية وقائية ضد بعض الأمراض. أيضاً من نظم الري الحديثة ذات التكلفة القليلة والتقنية البسيطة نظام الري المتقطع في الخطوط والشرائح الطويلة وهو يناسب معظم المحاصيل الحقلية والخضر ويمتاز بتجانس عمق الرطوبة بطول الخطوط والشرائح المزروعة، كما يتميز بارتفاع كفاءة الإضافة والتي تصل إلى ٦٨% مقارنة بكفاءة الري المستمر ٥٢% طول موسم الزراعة (غالبا، ١٩٨٧). وفي دراسة أخرى بإتباع نفس النظام، وجد غالب (٢٠٠١) إن متوسط كفاءة الإضافة المحسوبة كانت ٦٣، ٧٦ و ٨٣% عند ري الذرة الشامية في خطوط طويلة ذات الميول التجريبية لسطح التربة ٤، ٥، ٦، ٠، ٠، ٦% على التوالي.

وهناك نظم الري الحديثة ذات التقنية المعقدة والتكلفة العالية أهمها نظم الري بالرش، الري الفقاعي والري

العالمي تبلغ ١١٠٠ متر مكعب حسب الإستراتيجية الوطنية لعام ٢٠٠٥، بنسبة عجز ٨٦%. كما قدر فيها بأن إجمالي الاستخدامات المائية في البلد حوالي ٣٢٠٠ مليون متر مكعب في عام ١٩٩٥، ٩٣% منها تستخدم في الزراعة و ٦% للاستخدامات المنزلية و ١% لاستخدامات أخرى. ولما كان إجمالي الموارد المائية العذبة المتجددة ٢٥٠٠ مليون متر مكعب فإن العجز المائي الحاصل لنفس العام بلغ ٧٠٠ مليون متر مكعب، ومن المتوقع أن يرتفع هذا العجز إلى ٩٢٠ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠٥ بشرط العمل على منع الفواقد المائية أو على الأقل تقليلها.

إن العجز السابق تم تغطيته حتى الآن من الضخ الجائر للمياه الجوفية الأمر الذي أدى إلى هبوط مستويات المياه في الخزانات الجوفية وتردي نوعيتها، وإذا استمر الضخ بالمعدلات الحالية فإن عدداً منها ستنضب ولن تجد العديد من التجمعات السكانية ماء حتى للأغراض المنزلية، ويتوقع أيضاً انتهاء الزراعة المروية في بعض المناطق في المستقبل المنظور.

ذكر فيما سبق إن نصيب الفرد من المياه حوالي ١٥١ م^٣ في السنة، فإذا كان عدد السكان في آخر تعداد في الجمهورية بلغ ٢٢ مليون نسمة (وزارة التخطيط، ٢٠٠٦)، فإن نصيب الفرد من المياه في هذه الحالة سوف ينخفض إلى ١١٤ م^٣ في السنة بنسبة عجز ٩٠%، ويتوافق ذلك مع عدم وجود مؤشرات تذكر حول زيادة إجمالي الموارد المائية العذبة المتجددة بدليل حالة شحة المياه، التي تعانيها محافظة تعز ولا زالت، وهي الحالة التي قد انتشرت إلى محافظات أخرى.

إن معالجة هذه المشكلة تتطلب حلولاً كثيرة أهمها وفي المقدمة منها استخدام المواسير لنقل المياه من المصادر إلى مواقع الاستخدام لمنع الفقد بالتسرب إلى أسفل والبحر إلى الجو، الحد من طريقة الري بالغمر أو التقليدي، تقدير الاستهلاك المائي الفعلي (ET_a) لجميع المحاصيل الحقلية

تعتمد غالبية زراعة البن على مياه الأمطار إلا أن كمية هذه المياه في بعض المناطق لا تفي بالاحتياجات المائية للمحصول، فهي في صعده ٢٠٠ مم وفي صنعاء ٣٠٠ مم وتزداد في إب والمحويت لتصل إلى ٨٠٠ مم، وفي تعز أشارت البيانات إلى أن متوسط ارتفاع الهطول المباشر لمتوسط خمس سنوات مضت بلغ ٥٢٧ مم، لذلك يلجأ المزارعين إلى تغطية العجز بالري التكميلي والذي يتراوح بين ٦٠٠ - ١٠٠٠ مم من مصادر أخرى مثل السيول، الينابيع والآبار (محرم، ١٩٩٣). ومن جانب آخر ذكرت بعض المراجع إلى أن ارتفاعات المطر الملائمة لنمو البن تتراوح بين ٧٥٠ - ١٥٠٠ مم (ASA، ١٩٦٧)، وبعضها ذكرت بأن البن ثلاثه معدلات مطر أكبر في حدود ١٧٥٠ - ٢٠٠٠ مم (De Geus، 1963). وفي دراسة أخرى ذكر Chaudhry et al (١٩٩٠) بأن الاحتياجات المائية للبن تتراوح من ٧٨٤ مم في محافظة إب إلى ٣٢٤ مم في محافظة صنعاء.

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بمحصول البن في الجمهورية اليمنية عام ٢٠٠٣ بحوالي ٣٣٦٦٢ هكتار أنتجت غلة قدرها ١١٦٠٨ طن، بمتوسط إنتاجية ٠,٣٤٥ طن/هـ. وبلغ إجمالي المساحة المزروعة في محافظة تعز لنفس العام حوالي ١٢٧٩ هكتار أنتجت ٣٣١ طن، بمتوسط إنتاجية ٠,٢٥٩ طن/هـ، وهذا الرقم لا يختلف كثيراً عن إنتاجية الهكتار لأعوام سابقة حيث كانت ٠,٢٤٠، ٠,٢٥٣، ٠,٣١٣ و ٠,٢٥٦ طن/هـ في الأعوام ١٩٩٩، ٢٠٠٠، ٢٠٠١، ٢٠٠٢ على التوالي (الإحصاء الزراعي، ٢٠٠٤). وفي دراسة متابعة لجميع بيانات أولية، حول عمق المطر (والري بحسب المزارع) وتقدير الإنتاجية، لحقل بن في الشعوبه خلال عام ٢٠٠٣ وجد غالب (٢٠٠٤) أن إنتاجية الهكتار ٢٣٠٠ كجم (٢,٣ طن).

بالتنقيط. فنظام الري بالرش يتميز بكفاءة إضافة تصل إلى ٧٥% (فتحي ونجيب، ١٩٩١)، ونظام الري الفقاعي تتراوح كفاءة الإضافة فيه بين ٨٠ - ٩٠% بمتوسط ٨٥% (نجم وبدر، ١٩٨٠) ونظام الري بالتنقيط، وهو مثال لأنواع الري الموضعي، والذي تتعاطم فيه كفاءة إضافة المياه حيث تصل إلى ٩٠، ٩٥ و ١٠٠% (فتحي ونجيب، ١٩٩١؛ نجم وبدر، ١٩٨٠ وليث، ١٩٨٨) على التوالي.

ولقد ذُكر إن من أهم ميزات نظام الري بالتنقيط إلى جانب اقتصاده في استعمال المياه زيادة المحصول والإقلال من معدل تملح التربة (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٢). ويلاقى تبنى أو انتشار هذه النظم، الري بالرش، الري الفقاعي والري بالتنقيط، في اليمن معوقات كثيرة أهمها ارتفاع تكاليف الشراء والصيانة، تعقيدات التعامل في التركيب والصيانة، شحة وجود أخصائيين في هذا المجال وحدائث المعرفة بهما لحدائث المؤسسات التعليمية التي لا يتجاوز عمرها العقدين إلى الثلاثة من الزمن في أحسن الأحوال ومع ذلك فإنه إذا كانت هذه النظم تدرس في هذه المؤسسات فإنه لا يتعدى الشرح النظري. ويعزز ذلك دراسة تقييم تنفيذ تركيب شبكات الري بالرش، الري الفقاعي والري بالتنقيط في بعض مديريات محافظة ذمار حيث وجد أن ٧٥% من الشبكات المنفذة فاشلة لأن تركيبها تم بواسطة خبرة غير متخصصة (غالب، ٢٠٠٧).

تتحصر منطقة زراعة البن عالمياً في المرتفعات الواقعة في الشريط المحصور بين خطي عرض ٢٥ درجة شمال وجنوب خط الاستواء في جميع القارات التي يغطيها هذا الشريط. وتتحصر منطقة زراعة البن في الجمهورية اليمنية بشكل رئيسي في المنحدرات الغربية بين خطي طول ١٥° ٤٣° و ١٥° ٤٤° شرقاً وخطي عرض ٣٠° ١٣° و ١٧° شمالاً وفي المنحدرات الجنوبية بين خطي طول ٤٥° ٤٣° و ٣٠° ٤٥° شرقاً وخطي عرض تقريباً ٣٠° ١٣° و ٣٠° ١٤° شمالاً (بامطرف، ١٩٩٣).

٢٠٠٦ على التوالي. وعليه فإن إجمالي عمق الهطول المباشر خلال عام ٢٠٠٦ بلغ ٨٤٦ مم، والشكل (١) يوضح عمق المطر (مم) خلال عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦.

تم حساب عمق المطر الفعال حسب (Smith, ١٩٩٢) كل عشرة أيام وكل شهر باستخدام المعادلات ١، ٢، ٣ و ٤ ملحق (٢)، حيث بلغ مجموعه ٥١٨,٤ مم طول عام ٢٠٠٦. ويوضح ملحق (١) تاريخ توزيع عمق الهطول الكلي المباشر وعمق المطر الفعال، خلال عام ٢٠٠٦.

تم إضافة مياه الري التكميلي عبر شبكة ري مكونة من خزان إسمنتي ذات أبعاد ٣,٥ × ١,٠ × ١,٢م وذات سعة (٤,٢ م^٣)، وأنابيب ذات قطر ٢ بوصة وهذه نوعين الجزء الأول الظاهر نوع حديد والجزء الثاني المردوم تحت الأرض وموزعات المياه إلى حلقات أشجار البن التجريبية نوع بلاستيك (PVC) أبيض ضغط عالي تنتهي بسدادات من نفس النوع، والشكل (٢) يوضح شبكة الري المتبعة في هذه الدراسة، وعلى جانبي الخطين التجريبيين لأشجار البن خطين في كل جانب يتم ريهم بطريقة المزارع (الغمر) ذات الكفاءة المتدنية التي تتراوح بين ٢٥ - ٤٤ % (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٢). ولقد ذكر بأن كفاءة التوصيل بواسطة المواسير تصل إلى ٩٠% (بامطرف، ١٩٩٣) وهذه تحسب بالمعادلة -٥- ملحق (٢) (الشافعي، ١٩٨٧) والصورة (٢) توضح شبكة الأنابيب والموزعات على صفيين من أشجار البن الداخلة في هذه الدراسة.

لضبط أعماق الري التجريبية بالقدر المحدد لكل شجرة تجريبية تم عمل حلقات ترابية حول أشجار البن التجريبية بواسطة حلقتين مزدوجتين (مبتكرتين) من الحديد ذات سمك ١ مم صممت وصنعت محلياً، الحلقة الصغيرة طول محيطها ١,٨٩ متر (نق = ٣٠ سم) وهذه تحيط بجذع الشجرة وتبعد عنه ٢٥ سم تقريباً، والحلقة الكبيرة طول محيطها ٥,٠٣ متر (نق = ٨٠ سم) وتبعد عن الصغيرة بمسافة ٥٠ سم وكلاهما بارتفاع ٢٥ سم، وأن مساحة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة أثر الري التكميلي على رفع إنتاجية أشجار البن وكفاءة الإضافة لنظام الري المحسن (أنابيب في حلقات).

مواد وطرق البحث

نفذت هذه التجربة في حقل إنتاجي لأشجار البن بوادي ترس- الشعوبية، مديرية المعافر والذي يبعد الحقل عن مدينة تعز حوالي ٤٨ كم تقريباً ويرتفع عن مستوى سطح البحر ١٢٩٠م. تمت الدراسة على أشجار البن سالفه الذكر عن عمر ١٥ عاماً صنف دوائري (سيف وآخرون، ٢٠٠٢). تتميز تربة الحقل بقوام سلتية طميية في الطبقة صفر - ٢٠ سم إلى سلتية طينية في الطبقة ٢٠ - ٥٠ سم ومتوسط كثافتها الظاهرية ١,١ جرام/سم^٣ (ميغا جرام/م^٣) وتفاعلها قلوي (PH = 8) وملوحتها (EC) (0.56 مليموز/سم) ونسبة كربونات الكالسيوم (١٥,٢%) ونسبة المادة العضوية (١,٥%) ومحتواها من الفسفور والبوتاسيوم ٩, ١٦٠ جزء في المليون على التوالي.

تقع منطقة الدراسة في نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة حيث لا يفي المطر السنوي فيها بالاحتياجات المائية لمحصول البن وفوق ذلك يتعرض الموسم إلى فترات جفاف في الأشهر يناير، فبراير، يوليو، أكتوبر، نوفمبر وديسمبر الأمر الذي قد يؤثر على كمية ونوعية محصول البن. لذلك اعتمدت الدراسة على تلبية احتياجات النبات من المياه من مصدرين هما، مياه مطر مباشر كمصدر رئيسي ومياه ري تكميلي.

تم تتبع تسجيل عمق المطر (ملحق ١) بواسطة جهاز مطر تم تصميمه وتصنيعه محلياً، وقد وضع قرب حقل التجربة والصورة (١) توضح أجزاء الجهاز. تم تسجيل قراءة هطول الأمطار من ١٤ مارس إلى ٤ أكتوبر ٢٠٠٦، وقد بلغ مجموع عمق المطر الشهري ٣٨، ١٠٦، ١٦٦، ١٨٨، ٢٢، ١٥٠، ١٦٨ و ٨ مم للأشهر مارس، أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر وأكتوبر

فإن زمن الإضافة يحسب بالمعادلة -٧- ملحق (٢)، حيث كان ١، ٢، ٢،٥ و ٣ دقائق لأعماق الري سابقة الذكر على التوالي.

تم اعتماد تاريخ إضافة الريات التكميلية للوحدات التجريبية بتاريخ تحديد المزارع لحاجة أشجار البن الأخرى للمياه في الحقل، حيث تمت الإضافة بالأعماق المحددة سابقة الذكر. بلغ عدد الريات التكميلية المضافة طوال الموسم ٨ ريّات بإجمالي ١٢٠٠، ٢٢٠٠، ٢٧٨٠ و ٣٣٠٠ م^٣/هـ للأعماق ١٥، ٣٠، ٣٨ و ٤٥ مم على التوالي. ويوضح الجدول (١) تاريخ وعمق الري التكميلي في كل رية لكل عمق تجريبي، كما يوضح إجمالي الري التكميلي المضاف وإجمالي المطر الفعال وإجمالي الاستهلاك المائي الذي بلغ في نهاية السنة: ٦٣٨٤، ٧٣٨٤، ٧٩٦٤ و ٨٤٨٤ م^٣/هـ لأعماق مياه الري التجريبية السابقة على التوالي، ويوضح الشكل (٣) كمية المطر الفعال وكمية الري التكميلي المضاف وإجمالي الاستهلاك المائي (م^٣/هـ) لأعماق الري التجريبية خلال أشهر عام ٢٠٠٦.

تم أخذ عينات تربة لتقدير المحتوى الرطوبي من المعاملات التجريبية قبل الري حتى عمق ٦٠ سم، ويوضح الملحق (٣) متوسطات قيم نسبة الرطوبة والتي تحسب بالمعادلة -٨- ملحق (٢) (فتحي ونجيب، ١٩٩١)، ويشير تقارب متوسطات هذه القيم تقريباً تحت أعماق الري المختلفة في كل مرة إلى تجانس المحتوى الرطوبي ربما بسبب تباعد مواعيد إضافة الري. عدد الوحدات التجريبية في هذه الدراسة ٢٠ وحدة، وكل وحدة ممثلة بشجرة ومحاطة بمساحة متوسطة ٦,٩٠٩٣ م^٢ وعدد أعماق الري أربعة أي أن كل عمق ري تجريبي كرر خمس مرات، تم توزيعها حسب التصميم العشوائي الكامل (C R D)، وكل وحدة تجريبية ميزت بلوحة حديد أبعادها ١٠×٥٠ سم وثبتت على ساق الشجرة بسلسلة حديد يصعب انتزاعها يدوياً.

أرضية الحيز (أو الخندق) المعمول بين الحلقتين حول كل شجرة يساوي ١,٧٣ متر مربع ويمكنه استيعاب ٠,٤٣٢ متر مكعب من مياه الري.

يعتبر هذا النظام قريب من نظام الري بالأحواض الذي تصل كفاءة الإضافة فيه إلى ٨٠% (بامطرف، ١٩٩٣) وهذه حسبت بالمعادلة -٦- ملحق (٢) (الشافعي، ١٩٨٧). وحيث إن أعماق مياه الري التكميلية، التجريبية، تقاس من قاع الخندق والتي حددت بـ ٦٠، ١٢٠، ١٥٠ و ١٨٠ مم فإن أحجام المياه المضافة لكل مكررة في كل رية كانت: ٠,١٠٣٨، ٠,٢٠٧٦، ٠,٢٥٩٥، ٠,٣١١٤ م^٣ لأعماق مياه الري التجريبية السابقة على التوالي، والصورة (٣) توضح طريقة بناء الحلقة الترايبية حول شجرة البن.

إن أحجام المياه المضافة في كل رية لا يقتصر تأثيرها على نصف القطر السابق (٨٠ سم) حول كل شجرة وإنما يتجاوزها إلى أبعد من ذلك وهذا يمكن افتراضه بتماس الدوائر التخيلية حول الأشجار. ولتحديد متوسط نصف القطر للدوائر التخيلية لجميع الأشجار التجريبية، جرى قياس المسافات بين جذوع معظم أشجار البن من الجهات الأربع وحساب متوسطاتها ومن ثم حساب المتوسط العام لنصف قطر الدوائر التخيلية المحيطة بأشجار البن فكان ١,٤٨٣ م ومن هذا أمكن حساب المساحة المتوسطة الدائرية لكل شجرة المتوقع تأثرها بمياه الري المضافة حيث كانت ٦,٩٠٩٣ م^٢، وعند قسمة أحجام مياه الري سابقة الذكر على المساحة المتوسطة الدائرية التخيلية نحصل على الأعماق الحقيقية لمياه الري التكميلية المضافة وهي: ١٥، ٣٠، ٣٨ و ٤٥ مم على التوالي، وفي هذا الجانب ذكر (David and Chris (2003) أن معظم جذور أشجار البن تنتشر أفقياً تصل إلى مسافة ١٣٥٠ مم عن جذوع الأشجار. ولمعرفة زمن إضافة مياه الري، تم قياس معدل تصرف المياه من عدة أنابيب ولعدة مرات فوجد أن متوسط معدل التصرف ١,٧٣ لتر في الثانية (٠,٠٠١٧٣ م^٣/ث). وعليه

وجودها. وفي هذا الصدد ذكر الزعيمي (١٩٩٣) بأن عدم تجفيف البن بصورة مرضية يؤدي إلى أضرار سيئة وإن المبالغة في التجفيف عن الحد المطلوب يؤدي إلى أضرار سيئة أيضاً أهمها تدني الوزن وإعطاء مذاق رديء للقهوة. وعليه فإن أنسب درجة للتجفيف عندما تصل نسبة الرطوبة في الثمار ما بين ١١-١٢,٥% (Hilten et al, 1962). كما أشار بعض الباحثين أن المحتوى الرطوبي الموصى به بعد الانتهاء من التجفيف يتراوح بين ١٢-١٣% وذلك للحصول على منتج محمص بنكهة جيدة وأخاذة، ولكن هذه الميزة تتضاءل عندما تنخفض نسبة الرطوبة إلى ١٠% وما دون ذلك (الحكي، ٢٠٠٤).

بعد الانتهاء من عملية التجفيف للجنية الأخيرة والتي تمت بتاريخ ٢٥ يناير ٢٠٠٧، تم وزن المحصول ثم أخذت عينة من كل وحدة تجريبية وذلك بقصد استكمال أخذ بعض البيانات معملياً وهي تقدير نسبة الرطوبة، حسب المعادلة (٩- ملحق (٢) (فتحي ونجيب، ١٩٩١)، بعد تجفيف العينات في الفرن لمدة ٢٤ ساعة عند درجة حرارة ٧٠° وذلك لحساب وزن المحصول عند نسبة رطوبة ثابتة وقدرها ١٢% لجميع المعاملات طبقاً للمعادلة -١٠- ملحق (٢).

وقد ميزت كل لوحة بلونين الأزرق بارتفاعات مختلفة تدل على أعماق الري المدروسة والأبيض بشكل دوائر (نصف قطرها اسم) داخل اللون الأزرق ويدل عدد الدوائر على رقم المكرر لنفس العمق.

تم متابعة إزالة الحشائش والأعشاب وتقوية حوافي حلقات الري المعمولة حول أشجار البن طول الموسم. تتم عملية جني ثمار البن ذات اللونين الأحمر والأصفر، حيث بلغت عدد مرات الجني خمس جنيهات وقد جرت أول جنية بتاريخ ٢٨ أغسطس ٢٠٠٦ وأخر جنية بتاريخ ١٠ يناير ٢٠٠٧. كان يتم جني كل شجرة في كل مرة إلى كيس له نفس العلامة المميزة بالشجرة ثم يتم في نفس اليوم نشر الثمار فوق سقف منزل داخل مسارف منبسطة مصنوعة من سعف النخيل وعليها نفس العلامة وذلك بقصد تجفيفها والصور (٤، ٥) توضحان عملية تجفيف الثمار لمرات الجني الأولى والثالثة على التوالي. يتم يومياً متابعة تقليب الثمار ولمدة ١٠-١٥ يوم وعند التأكد من اكتمال التجفيف يتم حفظها أو تخزينها داخل قُفف مصنوعة من سعف النخيل أيضاً وعليها نفس العلامة المميزة للشجرة والصورة (٦) توضح أكياس جني الثمار ومسارف التجفيف وقُفف تجميع وتخزين المحصول. يساعد استخدام المسارف والقُفف المصنوعة من سعف النخيل على عدم احتباس الرطوبة تحت الثمار الأمر الذي قد يؤثر على الجودة في حالة

جدول ١. تاريخ وارتفاع كل رية تكميلية وإجمالي الاستهلاك المائي (م^٣/هـ) للارتفاعات التجريبية المدروسة

عمق مياه الري (م)				تاريخ إضافة مياه الري
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	
٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٠٠٦/٢/٢٧
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	٣/٢٢
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	٤/٢٤
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	٧/١١
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	٧/٢٤
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	١٠/١٥
١٥	٣٠	٣٨	٤٥	١٠/٣١
٥	١٥	٢٥	٣٥	١١/٢٢
١٢٠	٢٢٠	٢٧٨	٣٣٠	إجمالي الري التكميلي المضاف (م ^٣ /شجرة)
١٢٠٠	٢٢٠٠	٢٧٨٠	٣٣٠٠	إجمالي الري التكميلي المضاف (م ^٣ /هـ)
٥١٨٤	٥١٨٤	٥١٨٤	٥١٨٤	إجمالي المطر الفعال (م ^٣ /هـ)
٦٣٨٤	٧٣٨٤	٧٩٦٤	٨٤٨٤	إجمالي الاستهلاك المائي (م ^٣ /هـ)



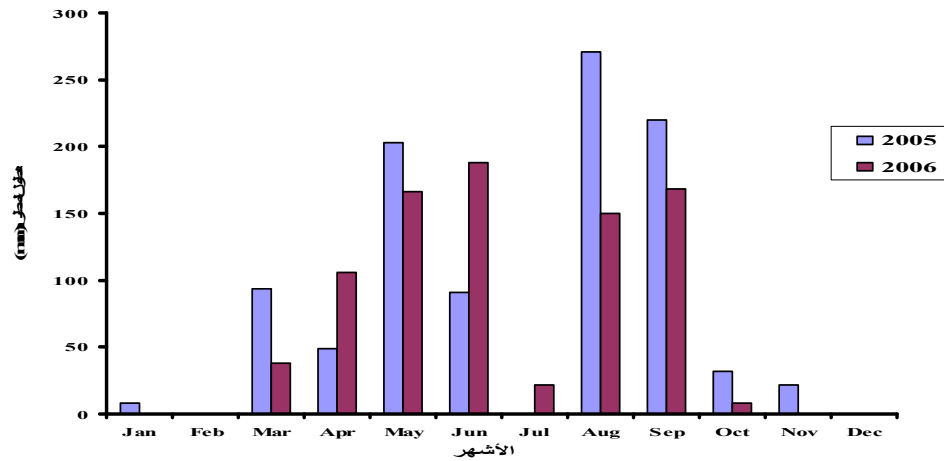
صورة ١. توضح أجزاء جهاز قياس المطر جوار حقل البن- الشعوبية



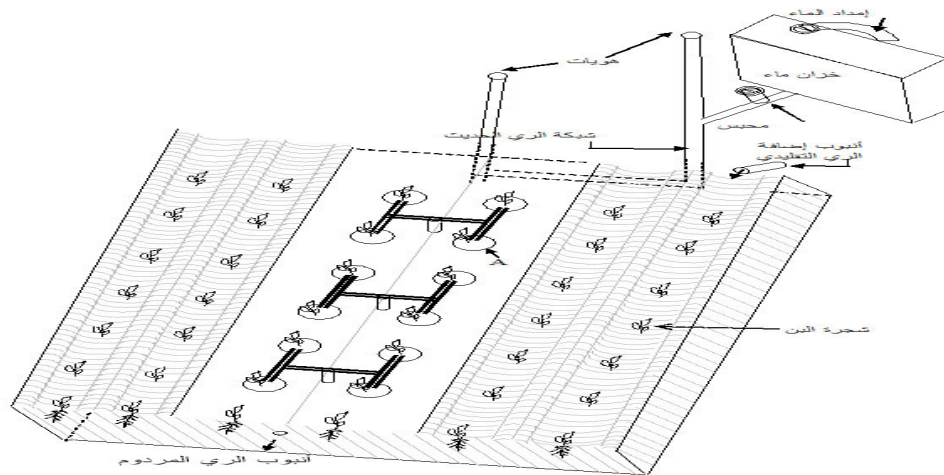
صورة ٢. توضح شبكة أنابيب الري في حقل التجربة



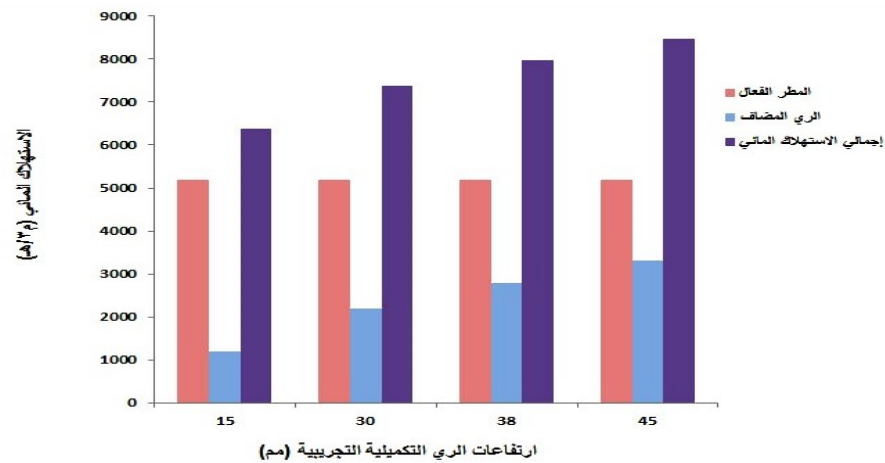
صورة ٣. توضح طريقة بناء حلقات الري الترابية حول شجرة البن



شكل ١. يوضح ارتفاع هطول المطر خلال الأعوام ٢٠٠٥، ٢٠٠٦



شكل ٢. مسقط جانبي لشبكة الري المتبعة المحسنة والموضح فيه خزان الماء وأنابيب التوصيل الظاهرة والمردومة وموزعات المياه (التي تأخذ شكل H) إلى الحلقات الترابية (A) المحيطة بالأشجار التجريبية ذات المساحة ١,٧٣ م^٢ وعلى الجانبين صفيين من أشجار البن تروى بالطريقة التقليدية



شكل ٣. يوضح ارتفاع المطر الفعال، وارتفاع الري التكميلي المضاف وإجمالي الاستهلاك المائي ٢٠٠٦



صورة ٤. توضيح تجفيف ثمار البن للجنية الأولى



صورة ٥. توضيح تجفيف ثمار البن للجنية الثالثة



صورة ٦. توضيح أكياس الجني ومسارف التجفيف وقُفف التخزين

جدول ٢. نسب الرطوبة المحسوبة قبل وبعد الري وكفاءة إضافة مياه الري

كفاءة الإضافة %	حجم المياه المحتفظ به بعد ٢٤ ساعة في العمق (م ^٣)	حجم المياه المحتفظ به بعد ٢٤ ساعة (م ^٣)	فارق القراءتين %	متوسطات رطوبة التربة			فترات القياس
				قبل الري %	بعد الري %	عمق القياس	
٧٨	٠,١٦٢	٠,١٢٤	١٣	١٦	٢٩	٥٠ - ٠	٢٠٠٦/٦/١٢
٨٧	٠,١٨١	٠,١٤٣	١٥	١٥	٣٠	١٠٠ - ٥٠	٧/٢٤
٧٨	٠,١٦٢	٠,١١٤	١٢	١٦	٢٨	١٠٠ - ٥٠	١٠/١٥
٨١	متوسط الكفاءة الكلية %	٠,٠٤٨	٥	١٩	٢٤	١٠٠ - ٥٠	

النتائج البحثية ومناقشتها

عند مقارنة القيم المئوية النهائية لموسم ٢٠٠٦ الواردة في الجدول (١) مع القيم المماثلة لها للموسم الماضي ٢٠٠٥ يلاحظ في موسم ٢٠٠٦ زيادة في مياه الري التكميلي المضاف مقدارها ١٥٠ م^٣/هـ (١٥ مم) وانخفاض في مياه المطر الفعال مقدارها ٩٦٦ م^٣/هـ (٩٦,٦ مم). ونتيجة لذلك انخفض الاستهلاك المائي لأشجار البن في هذا الموسم (٢٠٠٦) بمقدار (٩٦٦ - ١١٥) ٨١٦ م^٣/هـ عن موسم ٢٠٠٥ (غالب، ٢٠٠٥).

تم تجميع وتبويب وتحليل أهم المكونات المحصولية وهي: الغلة، وزن ١٠٠ ثمرة، اوزان ونسب الحب والقشر للـ ١٠٠ ثمرة وكذلك كفاءة الاستهلاك المائي، جدول (٣). عند تحليل بيانات الغلة لأعماق مياه الري التكميلية التجريبية المدروسة إحصائياً حسب التصميم العشوائي الكامل وجدت فروق معنوية عالية عند احتمال ١% بين العمق التجريبي الأول (١٥مم) والأعماق الثلاثة الأخرى (٣٠، ٣٨، ٤٥ مم). كما وجد فرق معنوي عند احتمال ٥% بين العمق الرابع (٤٥ مم) والعمق الثالث (٣٨ مم) فقط.

تشير متوسطات قيم الغلة في العمود الرابع من الجدول إن أعلا إنتاج وقدره ٣,٥٧ طن/هـ كان للعمق التجريبي الثالث (٣٨ مم) عند نسبة رطوبة ثابتة ١٢% وأقل إنتاج وقدره ١,٧٧ طن/هـ يعود للعمق التجريبي الأول (١٥

كذلك تم وزن ١٠٠ ثمرة وإجراء عملية فصل القشرة عن النواة ووزن كل مكون منفرداً. بعد إتمام العمليات الحقلية والمعملية جرى تجميع البيانات وتحليلها إحصائياً لأهم المكونات المحصولية وهي وزن المحصول (طن/هـ)، وزن ١٠٠ ثمرة (جم)، ووزن كل من الحب والقشر وحساب نسبهما. كما تم حساب كفاءة الاستهلاك المائي (كجم/م^٣) المقدرة بحسب المعادلة ١١-١- ملحوظ (٢) حسب (Norwood، 1999).

تقدير كفاءة إضافة الري:

لتقدير كفاءة الإضافة تم اعتماد ثلاث حلقات (خنادق) محيطة بأشجار البن التجريبية مساحة كل حلقة ١,٧٣ م^٢ ولثلاث فترات متباعدة خلال الموسم. حيث كان يتم أخذ عينات تربة من موقعين من الحلقات المخصصة لهذا التقدير ومن عمقين ٥٠ - ٠، ١٠٠ - ٥٠ سم وذلك قبل إضافة الري والذي كان حجمه ٢,٠٧٦ م^٣.

وبعد ٢٤ ساعة من إضافة الري تم أخذ عينات من تربة لنفس المواقع ولنفس الأعماق ثم جرى تجفيفها في الفرن لمدة ٢٤ ساعة عند ١٠٥ درجة مئوية وتم حساب نسبة الرطوبة للعينات قبل وبعد الري والجدول (٢) يوضح متوسطات قيم نسب الرطوبة للفترات الثلاث.

(٢٠٠٣)، يلاحظ إنه يزيد عنهما بمقدار ٨ و ١٠ أضعاف تقريباً على التوالي. أيضاً عند مقارنة نفس المتوسط (٢,٦٢ طن/هـ) بمتوسط عام إنتاجية بعض المزارع المروية في محافظة المحويت وقدره ١,٨١ طن/هـ — Bamatraf & Al-Sanabani (1992) فإنه يزيد بمقدار ٠,٨ طن/هـ تقريباً.

ولمعرفة تأثير كمية المطر الفعال وحجم الري التكميلي المضاف على إنتاجية محصول البن في كل منهما، يؤخذ مثال على ذلك العمق التجريبي الأول والمقدر إنتاجيته ١,٧٧ طن/هـ وهذا ناتج من إجمالي استهلاك مائي ٦٣٨٤ م^٣/هـ، فيكون المتر المكعب من الماء فرضاً أنتج (١٧٧٠ × ١ ٦٣٨٤) ٠,٢٧٧٣ كجم بن. وحيث إن إجمالي المطر الفعال كان ٥١٨٤ م^٣/هـ، وهذا ثابت في جميع الأعماق التجريبية، فإن الإنتاج الافتراضي من تأثير المطر الفعال فقط يقدر بـ (٠,٢٧٧٣ × ٥١٨٤) ١,٤٣٧ طن/هـ، بينما جزء المحصول الناتج من كمية مياه الري التكميلي المضاف وقدره ١٢٠٠ م^٣/هـ يقدر بـ (١,٧٧ - ١,٤٣٧) ٠,٣٣٣ طن/هـ وعلى نفس المنوال فإن أجزاء المحصول الناتجة من كمية مياه الري التكميلي المضافة وهي ٢٢٠٠، ٢٧٨٠ و ٣٣٠٠ م^٣/هـ، لبقية الأعماق التجريبية — تساوي {٣,٣٣ - ١,٤٣٧٥}، (٣,٥٧ - ٢,٤٣٧٥) و (٢,٨٣ - ١,٤٣٧٥) {١,٨٩٣، ٢,١٣٣ و ٣,٣٩٣ طن/هـ للأعماق الثاني، الثالث والرابع على التوالي. مما تقدم يكون إجمالي الانتاج ١,٧٧، ٣,٣٣، ٣,٥٧ و ٢,٨٣ طن/هـ للأعماق التجريبية ١٥، ٣٠، ٣٨ و ٤٥ مم على التوالي، كما هو موضح في الجدول (٣). تشير بيانات الإنتاج النهائي لأعماق الري التجريبية المدروسة، إن العمق الثالث زاد بمقدار ٠,٢٤ طن/هـ عن العمق الثاني، وهي زيادة غير معنوية، مقابل زيادة إضافة ٥٨٠ م^٣/هـ مياه ري تكميلية. وعند إضافة ري تكميلي ١٠٠ م^٣/هـ إلى عمق الري الرابع زيادة عن عمق الري الثاني نقص الإنتاج بمقدار ٠,٥ طن/هـ. وهذا يتفق مع

وإن الفرق بين العمقين يساوي ١,٨ طن/هـ وهذا يعني زيادة إنتاج العمق الثالث عن العمق الأول بنسبة ١٠٢%، وأيضاً بنسبة زيادة قدرها ٧ و ٢٦% عن العمقين الثاني (٣٠ مم) والرابع (٤٥ مم) على التوالي.

أوضحت قيم الإنتاج أن هناك زيادة كبيرة في هذا الموسم (٢٠٠٦) عن موسم ٢٠٠٥، في جميع الأعماق التجريبية وهذه الزيادة ١,٠٢، ١,١١، ١,٦٧ و ١,٢٨ طن/هـ، بنسبة ٧٤، ٢٠٠، ١١٤، ١٢١% للأعماق الأول، الثاني، الثالث والرابع على التوالي، على الرغم من أن الاستهلاك المائي في هذا الموسم أقل بمقدار ٨١٦ م^٣/هـ، كما ذكر سابقاً، فإن هذه الزيادة في الإنتاج ربما تعود بدرجة ثقة كبيرة إلى ظاهرة تبادل الحمل. وفي هذا الجانب أشارت دراسة أجراها David and Chris (٢٠٠٣) خلال الأعوام ٢٠٠٠، ٢٠٠١ و ٢٠٠٢ لمحصول البن تحت ثلاثة مستويات رطوبة هي: مطر، شد رطوبي متوسط وشد رطوبي منخفض وكانت قيم المحصول تتقارب بين المستويات الثلاثة لكل سنة وتختلف كثيراً بين السنوات الثلاث لكل مستوى رطوبي. فالمستوى الرطوبي الأول (مطر) مثلاً كانت قيم المحصول، ثمار خضراء، ١١,٦٩، ٢,٥٧ و ٢٠,٥٣ طن/هـ لسنوات الدراسة ٢٠٠٠، ٢٠٠١ و ٢٠٠٢ على التوالي، وهكذا بالنسبة للمستويين الآخرين وعليه فإن هذه النتيجة تؤكد ظاهرة تبادل الحمل في أشجار البن بين السنوات.

عند أخذ العمق التجريبي الثالث (٣٨ مم) للموسمين ٢٠٠٥، ٢٠٠٦ كعمق موصى به فرضاً، باعتباره الأفضل من حيث الإنتاج وهو ١,٦٧ و ٣,٥٧ طن/هـ على التوالي، وحساب متوسطهما والذي يساوي ٢,٦٢ طن/هـ فإنه يمكن اعتبار هذا المتوسط كمتوسط سنوي للإنتاج تحت نفس الظروف، وعند مقارنة هذا المتوسط بمتوسطات الإنتاجية ٠,٣٤٥ و ٠,٢٥٩ طن/هـ على مستوى الجمهورية وعلى مستوى محافظة تعز، حسب كتاب الإحصاء الزراعي

تشير متوسطات قيم وزن ١٠٠ ثمرة جافة عند نسبة رطوبة ثابتة (١٢%) عدم وجود فروق معنوية بين أعماق الري التجريبية المدروسة ومع ذلك فإن أعلا وزن كان بالنسبة لعمق الري التجريبي الثالث الذي بلغ ٦٢,٦ جم. وأظهر التحليل الإحصائي لأوزان مكونا الـ ١٠٠ ثمرة، وهما الحب والقشر، عدم وجود فروق معنوية بين أعماق الري المدروسة. بينما نسب مكونا الحب والقشر، فقط نسبة مكون القشر أظهر فروق معنوية عند احتمال ٥% بين العمق الرابع من جانب والعميقين الأول والثاني كما هو موضح في الجدول (٣).

وعند مقارنة متوسط عام نسبة مكون القشر بنسبة مكون الحب (٥٧,١، ٤٢,٩%) يلاحظ أن نسبة مكون القشر أعلى بمتوسط عام لجميع الأعماق بمقدار ١٤,٢% عن متوسط عام نسبة مكون الحب وهذا يؤكد ما وجدته غالب (٢٠٠٦) حيث كان المتوسط العام لجميع أعماق الري التجريبية، لإنتاج موسم ٢٠٠٥، ٥٩% قشر و ٤١% حب بفارق ١٨% بين المكونين.

إن النتائج السابقة لا تتفق مع نتائج المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٨٢)، حيث وجد أن كل كيلو جرام من ثمار البن الجاف يعطي حوالي ٢/٣ - ٣/٤ كجم بن حبوب صافي والباقي قشر وهذه النتيجة كنسبة متوسطة تساوي ٧١% حبوب و ٢٩% قشر. هذه النتائج المتعارضة قادت الكاتب في موسم ٢٠٠٥ إلى وضع عدة افتراضات للتأكد من نتيجة زيادة نسبة الحب على نسبة القشر، التي ذكرت في دراسة المنظمة العربية، والذي قد يكون سببه بدرجة رئيسية اختلاف أحجام الثمار وقد يكون سببه أيضاً وجود بعض الثمار الفارغة بالكامل/ نصف فارغة/ ربع فارغة بمعنى أن الاندوسبرم المخزن في الثمرة موجود جزئياً أو غير موجود بالكامل (ثمار فارغة) مقارنةً بالثمرة السليمة والذي يقود بالنتيجة إلى هذا التضاد. للتحقق من ذلك تم فرز الثمار إلى ثلاثة أحجام: كبيرة، متوسطة وصغيرة

الاستنتاج القائل من أن الزيادة أو الإسراف في الري يمكن أن يؤدي إلى تشبع الأرض بالمياه مما يخفض الإنتاج ويقل المحصول بدرجة كبيرة (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٢). وهذه النتيجة تؤكدها أيضاً دراسة David and Chris (٢٠٠٣) حيث تشير إلى أن إضافة كميات تصاعديّة من مياه الري إلى المستوى الأول (مطر فقط) لا يؤدي إلى نتيجة تصاعديّة اقتصادية في مقدار الإنتاج. ففي الموسم ٢٠٠٠ مثلاً وجد أن مقدار الإنتاج في المستوى الأول تحت ظروف المطر فقط (١٤٤٩ مم) كان ١١,٦٩ طن/هـ، ثمار غير جافة، وفي المستوى الثاني مطر زائد ٢٨١ مم مياه ري ارتفع الإنتاج إلى ١٥,٨٢ طن/هـ، ثمار غير جافة، بزيادة ٤,١٣ طن وفي المستوى الثالث مطر زائد ٤٨٤ مم مياه ري ارتفع الإنتاج إلى ١٦,٣١ طن/هـ، ثمار غير جافة، بزيادة ٤,٦١ طن، وهذا يعني أن إضافة ٢٠٣ مم مياه ري إلى المستوى الثالث زيادة عن ما تم إضافته إلى المستوى الثاني رفع الإنتاج فقط بمقدار ٠,٤٨ طن/هـ.

يوضح الشكل (٤) مقارنة مستوى الإنتاج بتأثير المطر الفعال وتأثير الري التكميلي ومجموع التأثيرين للأعماق التجريبية المدروسة.

جرى تحليل قيم كفاءة الاستهلاك المائي المحسوبة إحصائياً ولم تظهر فروق معنوية بين أعماق الري التجريبية ويتضمن العمود العاشر من الجدول (٣) متوسطات كفاءة الاستهلاك المائي للأعماق التجريبية حيث يلاحظ أن أعلا كفاءة كانت للعمق الثاني (٠,٤٦ كجم/م^٣) يليه العمق الثالث (٠,٤٥ كجم/م^٣)، وإن الفرق بين العميقين صغير لا يكاد يذكر.

ويوضح الشكل (٥) منحنيات مقارنة لكل من الاستهلاك المائي ومحصول البن والشكل (٦) منحنيات مقارنة لكل من محصول البن وكفاءة الاستهلاك المائي بين أعماق الري التجريبية المدروسة.

ومن هذه القيم أمكن حساب كفاءة الإضافة بقسمة إجمالي حجم المياه المحتفظ به في العمقين (٠ - ٥٠، ٥٠ - ١٠٠ سم) على حجم مياه الري المضافة (٠,٢٠٧٦ م^٣)، وذلك حسب المعادلة ٦-٦- ملحق (٢)، ويتضمن العمود الأخير كفاءة الإضافة للعمق ٠ - ١٠٠ سم لفترات القياس الثلاثة ثم المتوسط العام وقدره ٨١%.

كما تقدم يلاحظ أن معظم المياه المحتفظ به بعد ٢٤ ساعة من الري موجودة في العمق ٠ - ٥٠ سم حيث نجد أن متوسط القراءات لفترات القياس الثلاث قدر بـ ٠,١٢٧ م^٣ وهذا يمثل ٦١% من المياه المضافة، بينما يلاحظ أن متوسط القراءات للمياه المحتفظ به بعد ٢٤ ساعة من الري في العمق ٥٠ - ١٠٠ سم لفترات القياس الثلاث قدر بـ ٠,٠٤١ م^٣ وهذا يمثل ٢٠% من المياه المضافة. وأن المياه المتبقية {٠,٢٠٧٦ - (٠,١٢٧ + ٠,٠٤١)} وقدرها ٠,٠٣٩٦ م^٣ ونسبتها ١٩% جزء منه امتصته جذور الشجرة الواقعة أسفل العمق ٥٠ سم وجزء آخر تبخر وثالث غار أسفل العمق ١٠٠ سم.

خلاصة القول أن معظم المياه المضافة وقدرها ٦١% احتفظ به في العمق الفعال ٠ - ٥٠ سم حيث تتواجد معظم الجذور الماصة، ونسبة المياه المحتفظ به في العمق ٥٠ - ١٠٠ سم قدرت بـ ٢٠%.

جدول ٣. متوسطات قيم إنتاجية اشجار البن للأعماق التجريبية عند نسبة رطوبة ثابتة 12(%)، اوزان ونسب مكونات الثمار وكفاءة الاستهلاك المائي

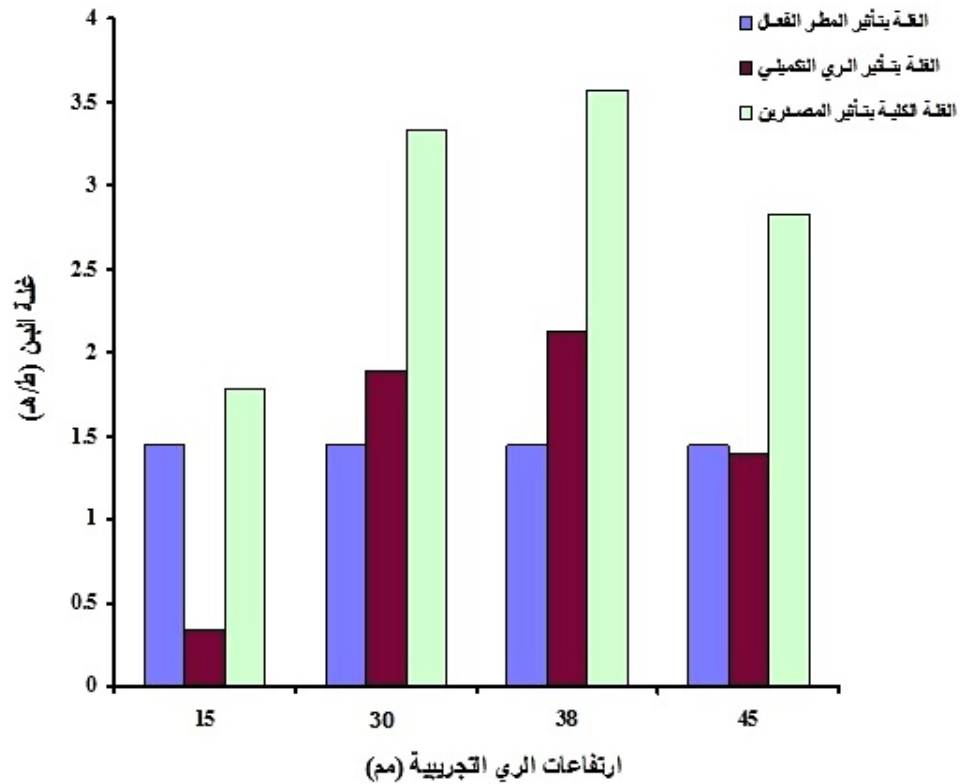
كفاءة الاستهلاك المائي (كجم/م ^٣)	مكونات ١٠٠ ثمرة		وزن ثمرة (جم)	وزن ١٠٠ ثمرة (جم)	الغلة (طن/هـ)	إجمالي الإنتاج	بتأثير الري التكميلي	بتأثير المطر الفعال	أعماق الري التجريبية (مم)
	القشر	الحب							
٠,٢٨	٥٨,٩	٣٤,٢	٤١,١	٢٣,٩	٥٨,١	١,٧٧	٠,٣٣٣	١,٤٣٧	١٥
٠,٤٦	٥٩,٥	٣٥,١	٤٠,٥	٢٣,٩	٥٩,٠	٣,٣٣	١,٨٩٣	١,٤٣٧	٣٠
٠,٤٥	٥٦,٥	٣٥,٤	٤٣,٥	٢٧,٢	٦٢,٦	٣,٥٧	٢,١٣٣	١,٤٣٧	٣٨
٠,٣٣	٥٣,٥	٣١,٩	٤٦,٥	٢٧,٢	٥٩,٦	٢,٨٣	١,٣٩٣	١,٤٣٧	٤٥
-	*	-	-	-	-	*			مستوى المعنوية
-	٤,٥	-	-	-	-	٠,٥٤			أقل فرق ٠,٠٥
-	-	-	-	-	-	٠,٧٦			معنوي عند ٠,٠١
٢٩	٦	١١	٨	١٢	١١	١٢			معامل الاختلاف (%)

وعدد كل حجم ١٠٠ ثمرة حيث تم فصل القشرة عن الحبة وتم تتبع حالة الثمار الفارغة أو نصف فارغة أو ربع فارغة، وفي نهاية العملية وجد أن هذه الحالة تكاد تكون متساوية في جميع الأحجام. وعند وزن الحب والقشر وحساب نسبة كل منهما وجد أن نسبة القشر أعلى من نسبة الحبوب بزيادة ٨، ١٤، و ٣١% للأحجام الكبيرة، المتوسطة والصغيرة على التوالي بمتوسط عام ١٨%. مما سبق ذكره فإن حالة الثمار الفارغة (إن وجدت) واختلاف أحجام الثمار (برغم ارتفاع نسبة القشرة كلما صغرت الثمار) ليس لهما علاقة في ارتفاع نسبة القشر عن الحبوب.

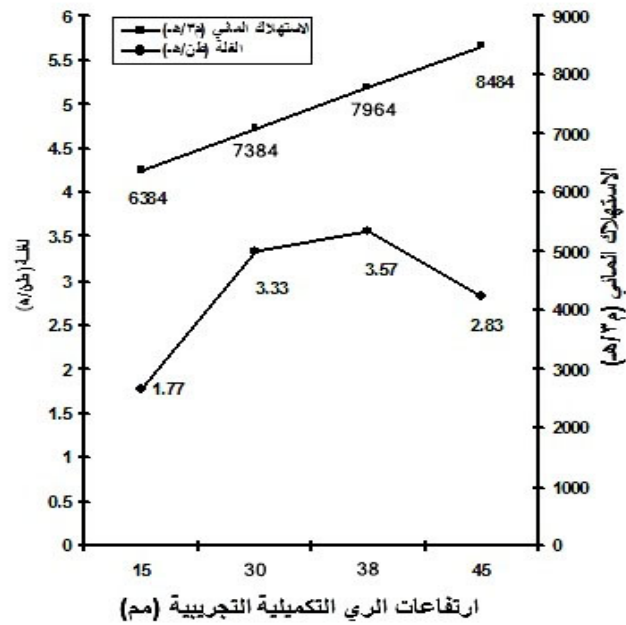
نسب كفاءة إضافة مياه الري المحسوبة:

بعد حساب نسبة الرطوبة لعينات التربة المأخوذة قبل وبعد إضافة الري لفترات القياس الثلاث وإيجاد الفارق بين القراءتين الموضحة في الجدول (٢) أمكن حساب حجم المياه المحتفظ به في التربة بعد ٢٤ ساعة من الري، وهذه تحسب بالمعادلة ١٢-١- ملحق (٢).

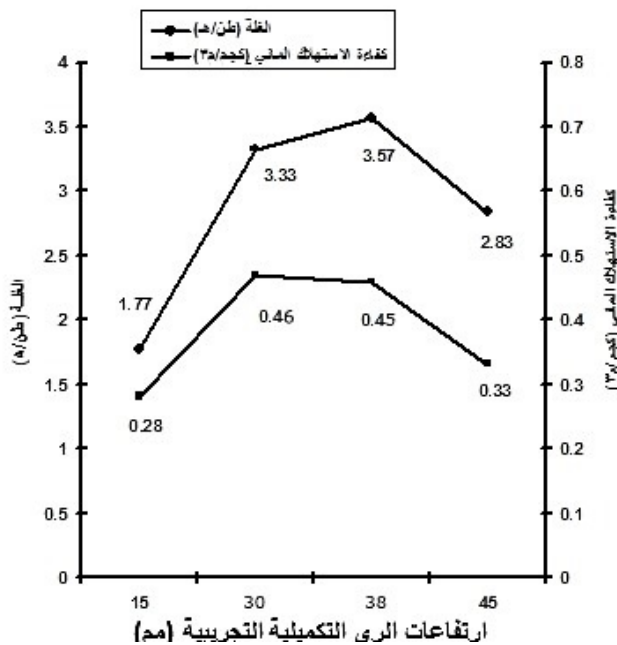
ويتضمن نفس الجدول أحجام المياه الموجودة في أعماق المساحات القياسية المدروسة (١,٧٣ م^٢) حول أشجار البن ٠ - ٥٠، ٥٠ - ١٠٠ سم.



شكل ٤. يوضح الغلة بتأثير المطر الفعال، تأثير الري التكميلي ومجموع تأثيرهما (٢٠٠٦)



شكل ٥. يوضح الاستهلاك المائي والغلة (٢٠٠٦)



شكل ٦. يوضح الغلة وكفاءة الاستهلاك المائي ٢٠٠٦

التوصيات

- اعتبار نظام الري المبتكر (أنابيب في حلقات) هو النظام أكفاء مقارنة من نظام الري بالغمر.
- اعتبار العمق الثالث ٣٨ مم هو العمق الأفضل.
- تنفيذ التوصية بنفس الحقل وفي حقول ومناطق أخرى بإتباع نفس التقنية ومقارنة ذلك بطريقة المزارعين لمدة سنتين.
- للمحافظة على نفس النتيجة أو تحسينها يجب رفع كفاءة التنفيذ بإتباع العمليات الزراعية السليمة وعمليات ما بعد الجني.
- بعد إتمام الخطوات السابقة يتم نشر التقنية على مستوى الجمهورية.

المراجع

- الحكيمي، أمين ٢٠٠٤، نوعية وجودة البن. ورشة عمل حول الحالة الراهنة لزراعة البن وأفاق التطور المستقبلي. صنعاء، سبتمبر ٢٠٠٤.

وهذه تستفيد منه بقية الجذور في هذا العمق. وفي هذا الصدد ذكر كل من David and Chris (٢٠٠٣) بأن معظم الجذور الماصة للمياه تتركز في الطبقة العلوية حتى العمق ٣٥٠ مم كما أن انتشارها أفقياً يصل إلى مسافة ١٣٥٠ مم من جذع شجرة البن.

الاستنتاج:

- تباين الإنتاجية في جميع أعماق الري التجريبية بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦ يؤكد ظاهرة تبادل الحمل في أشجار البن.
- الارتفاع النسبي لإنتاجية عمق الري الثالث عن العمق الثاني (٠,٢٤ طن/هـ) غير معنوي.
- لجميع أعماق الري المدروسة تكون نسبة القشر أعلى من نسبة الحبوب كمتوسط عام مقداره ١٨، ٢، ١٤، ٢% للموسمين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦ على التوالي.
- استخدام حلقات ترابية حول أشجار البن يرفع كفاءة الإضافة من (٢٥ - ٤٤%) كما هو في نظام الري بالغمر إلى ٨١%.

غالب، احمد عبد الله احمد ٢٠٠١، الصفات المحصولية للذرة
بإتباع نمط الري المتقطع على ميول مختلفة. مجلة
الإسكندرية للتبادل العلمي، الإسكندرية، ج.م.ع.، مجلد(٢٢)
عدد(٢)، ٢٠٠١.

----- ٢٠٠٤، متابعة تجميع بيانات أولية
في مجال إدارة المياه في حقول أشجار البن. فرع الهيئة
العامة للبحوث والإرشاد الزراعي-تعز.

----- ٢٠٠٦، تقدير الاستهلاك المائي
لأشجار البن. التقرير الفني لفرع الهيئة العامة للبحوث
والإرشاد الزراعي، موسم ٢٠٠٥، تعز.

----- ٢٠٠٧، التقييم الفني لبرنامج
تنمية الري وبحوث الري المزرعي. مشروع التنمية الريفية
بالمشاركة، ذمار.

(ASA) American Society of Agronomy. 1967. Irrigation of
Agricultural Lands. Agronomy Monograph # 11. Madison,
Wisconsin, USA.

Bamatraf, A. M. and M. M. Al-Sanbani. 1992. Evaluation of
Irrigation Management in Al-Mahuit Province. A study
prepared for the Rural Development Project Al-Mahuit,
Commissioned by GTZ, Sana'a, ROY.

Chaudhry, M. A., A. G. Turkawi, and J. A. Tejada.1990.
Regional Agricultural Water Requirement in the Northern
Part of ROY. TSHWC/ UNDP, Sana'a, ROY.

De Geus, J. G. 1973. Fertilizer Guide for the Tropics and
Subtropics. Center d'Etude de / L Azote, Zurich.

David Peasley and Chris Rolfe. 2003. Developing irrigation
strategies for coffee under sub - tropical conditions. A
report for the Rural Industries Research and Development
Corporation. RIRDC Project No. DPH - IA, 2003.

Ghaleb, A.A.A. 1987. Evaluation of Surge Irrigation for
Different Field Crops . Ph.D. Thesis, Soil Department,
Faculty of Agriculture, Alex. University., Egypt

Hilten, H., M. Steen, A. Bayer. 1992. Coffee an Exporter's
Guide. ITC, Geneva.

Norwood, C. A. 1999. Water Use and Yield of Dry land Row
Crops as Affected by Tillage. Agron. J. 91: 108-115.

Smith, M. 1992. Cropwat, FAO, Irrigation and Draining Paper
No. 46, P21, Rome 1992.

الهيئة العامة للموارد المائية ٢٠٠٠م، الإستراتيجية الوطنية
للمياه، الجمهورية اليمنية، صنعاء.

الزعيمي، عبد الباقي ١٩٩٣، الحصاد وتقنية ما بعد الحصاد للبن
اليمني. الندوة الوطنية الأولى للبن. صنعاء ٢٦-٢٩ يوليو
١٩٩٣.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية ١٩٨٢، الجدوى الفنية
والاقتصادية لتطوير إنتاج البن في الجمهورية العربية
اليمنية. الخرطوم ١٩٨٢.

الشافعي، يحي زكريا ١٩٨٧، الري والصرف في استصلاح
الأراضي. جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية،
١٩٨٧.

بامطرف، عبد الرحمن ١٩٩٣، إدارة المياه في حقول أشجار
البن. الندوة الوطنية الأولى للبن. صنعاء ٢٦-٢٩ يوليو
١٩٩٣.

وزارة الزراعة والري ٢٠٠٤، الإحصاء الزراعي. صنعاء، مايو
٢٠٠٤.

وزارة التخطيط والتعاون الدولي - الجهاز المركزي للإحصاء
٢٠٠٤، التعداد العام للسكان ٢٠٠٤.

ليث، خليل إسماعيل ١٩٨٨، الري والبزل. الجمهورية العراقية.

محرم، إسماعيل ١٩٩٣، العوامل المحددة لإنتاج البن في اليمن.
الندوة الوطنية الأولى للبن. صنعاء ٢٦-٢٩ يوليو ١٩٩٣.

منظمة الأغذية والزراعة ٢٠٠٢، حبات وقطرات، روما، ٢٠٠٢.
نجم، محمد عبد الله وخالد بدر ١٩٨٠، الري. الجمهورية
العراقية.

سيف، عبد العليم خالد وآخرون ٢٠٠٢، المسح التصنيفي لأشجار
البن، التقرير الفني لفرع الهيئة العامة للبحوث والإرشاد
الزراعي. تعز.

فتحي، أحمد محمد ونجيب عبد العظيم ١٩٩١م، أساسيات الري
والصرف. كلية الزراعة-جامعة الإسكندرية. جمهورية
مصر العربية ١٩٩١.

الملحقات

ملحق ١. تاريخ عمق الهطول وحساب المطر الفعال كل ١٠ أيام وكل شهر خلال عام ٢٠٠٦

المطر الفعال $P_{eff} < 70$ مم		المطر الفعال $P_{eff} \geq 70$ مم		عمق الهطول (مم)	تاريخ الهطول
كل شهر	كل ١٠ أيام	كل شهر	كل ١٠ أيام		
				٤	٠٦/٣/١٤
				٨	٣/١٥
			١٥,٩	٢٠	٣/٢٠
		١٢,٨	٠,٣	٦	٣/٢٣
١٢,٨		١٢,٨		٣٨	مجـ.الشهر
				٤٢	٣/٤
				٤٨	٤/٤
	٧٢			٦	٤/٧
				٤	٤/٨
			٠,٣	٤	٤/٢٧
				٢	٤/٢٨
٦٠,٨				١٠٦	مجـ.الشهر
				٢٦	٥/٧
		١٤,٧		٤	٥/٨
				٨	٥/١٨
				٣٠	٥/١٩
			٣٥,١	٢٦	٥/٢٠
				٢٠	٥/٢٤
	٤٩,٦			٢٤	٥/٢٥
				٢٨	٥/٣٠
١٠٨,٨				١٦٦	مجـ.الشهر
				١٦	٦/٤
				٣٦	٦/٥
				٢٢	٦/٨
	٨٣,٢			٤	٦/٩
				٣٦	٦/١٠
				٢	٦/١١
				١٠	٦/١٢
				١٦	٦/١٣
				١٨	٦/١٦
			٣٢,٧	١٤	٦/١٩
				٢	٦/٢١
				٤	٦/٢٥
				٢	٦/٢٦
				٤	٦/٢٧
			٥,١	٢	٦/٣٠
١٢٦,٤				١٨٨	مجـ.الشهر
			٢,١-	٢	٧/٧
			٢,٧	١٠	٧/١٨
				٤	٧/٢٧
		٣,٢	٢,٧	٦	٧/٢٨
٣,٢		٣,٢		٢٢	مجـ.الشهر

تابع ملحق ١. تاريخ عمق الهطول وحساب المطر الفعال كل ١٠ أيام وكل شهر خلال عام ٢٠٠٦

المطر الفعال $P_{eff} < 70$ مم		المطر الفعال $P_{eff} \geq 70$ مم		عمق الهطول (مم)	تاريخ الهطول
كل شهر	كل ١٠ أيام	كل شهر	كل ١٠ أيام		
				٥٠	٨/٣
		٣٠,٣		٦	٨/٩
				٤	٨/١٨
		٠,٣		٢	٨/٢٠
				١٢	٨/٢٢
				٤٠	٨/٢٥
				٢٨	٨/٢٦
	٦٢,٤			٨	٨/٣١
٩٦,٠				١٥٠	مجـ.الشهر
				٤	٩/١
				٨	٩/٢
				٢	٩/٣
				٤	٩/٤
				١٠	٩/٥
				١٢	٩/٦
				١٨	٩/٧
	٥٢,٨			٢	٩/٨
				١٦	٩/٩
				٨	٩/١١
				١٠	٩/١٢
				٤	٩/١٩
		٢١,٩		٢٠	٩/٢٠
				١٦	٩/٢٣
				١٠	٩/٢٤
		٢٦,٧		٢٤	٩/٢٦
١١٠,٤				١٦٨	مجـ.الشهر
		١,٥		٨	١٠/٤
		٥,٢-		٨	مجـ.الشهر
٥١٨,٤				٨٤٦	مجـ.الموسم (مم)

$$P_{eff} = 0,6 P_{total} - 10 \quad (3)$$

ب) في حالة مجموع عمق المطر أكثر من ٧٠ مم

$$P_{eff} = 0,8 P_{total} - 24 \quad (4)$$

حيث: P_{eff} = عمق المطر الفعال (مم).

P_{total} = إجمالي عمق المطر كل عشر أيام أو كل شهر (مم).

حساب كفاءة توصيل مياه الري:

$$E_c = (W_f / W_r) \times 100 \quad (5)$$

ملحق ٢. المعادلات الحسابية المستخدمة:

حساب عمق المطر الفعال كل عشرة أيام وكل شهر:

أولاً: المطر الفعال كل ١٠ أيام:

أ) في حالة مجموع عمق الهطول أقل أو يساوي ٧٠ مم

$$P_{eff} = 0,6 P_{total} - 10/3 \quad (1)$$

ب) في حالة مجموع عمق المطر أكثر من ٧٠ مم

$$P_{eff} = 0,8 P_{total} - 24/3 \quad (2)$$

ثانياً: المطر الفعال كل شهر:

أ) في حالة مجموع عمق المطر أقل أو يساوي ٧٠ مم

حيث: MO_L = نسبة الرطوبة المفقودة من ثمار البن المجففة في الفرن (%).

W_L = وزن الرطوبة المفقودة بعد التجفيف (جم).

B_d = وزن ثمار البن بعد التجفيف في الفرن (جم).

حساب وزن محصول ثمار البن عند نسبة رطوبة ثابتة (١٢%) لجميع المعاملات:

$$Y_{W(at12\%)} = \{ 100 - MO_L / 100 - 12 \} Y_w(10)$$

حيث: $Y_{W(at 12\%)}$ = وزن محصول البن عند نسبة الرطوبة ثابتة ١٢ % (طن/هـ).

Y_w = وزن محصول البن جاف هوائياً (طن/هـ).

MO_L = نسبة الرطوبة المفقودة من ثمار البن، من المعادلة (٩)، (%).

حساب كفاءة الاستهلاك المائي:

$$WUE = Y_w / (W_a + P_{eff}) \quad (11)$$

حيث: WUE = كفاءة الاستهلاك المائي (كجم/م^٣).

Y_w = وزن محصول ثمار البن عند نسبة رطوبة ١٢% (طن/هـ).

W_a = كمية مياه الري المضاف (م^٣/هـ).

P_{eff} = كمية مياه المطر الفعال (م^٣/هـ).

حساب حجم المياه الموجودة في عمق التربة المدروسة:

$$V = (\Theta / 100) A_s / A_w \times D \times A \quad (12)$$

حيث V = حجم المياه الموجودة في عمق التربة المدروسة (م^٣).

Θ = فارق نسبة الرطوبة (بعد الري - قبل الري) (%).

A_d = متوسط الكثافة الظاهرية لتربة الحقل (جم/سم^٣).

A_w = كثافة الماء (جم/سم^٣).

D = عمق التربة المدروسة (م).

A = المساحة القياسية المدروسة (مساحة الخندق) (م^٢).

حيث: E_c = كفاءة انتقال المياه من الخزان إلى حلقة الري حول الشجرة (أو من المصدر إلى رأس حقل الزراعة) (%).

W_f = حجم المياه الواصل إلى حلقة الري حول الشجرة (أو إلى رأس حقل الزراعة) (م^٣).

W_r = حجم المياه الخارج من الخزان (من المصدر) (م^٣).

حساب كفاءة إضافة الري:

$$E_a = (W_s / W_f) \times 100 \quad (6)$$

حيث: E_a = كفاءة إضافة الري %

W_s = كمية المياه التي احتفظت بها التربة في منطقة الجذور (م^٣).

W_f = كمية المياه التي أضيفت إلى الحلقة حول الشجرة (م^٣).

حساب زمن إضافة الري:

$$T = V / Q \quad (7)$$

حيث T = زمن الإضافة (ث ، د ، س).

V = حجم المياه المطلوب إضافته (لتر، م^٣).

Q = معدل تصريف المياه الداخل إلى الحلقة أو الحوض (لتر/ث، م^٣/دقيقة ساعة).

حساب نسبة الرطوبة في التربة بعد تجفيفها في الفرن عند ١٠٥° لمدة ٢٤ ساعة:

$$MO_L\% = (W_L / S_d) \times 100 \quad (8)$$

حيث: MO_L = نسبة الرطوبة الأرضية في العينة (%).

W_L = وزن الرطوبة المفقودة من العينة (جم).

S_d = وزن التربة الجافة تماماً (جم).

حساب نسبة الرطوبة في ثمار البن بعد تجفيفها في الفرن عند ٧٠° م لمدة ٢٤ ساعة:

$$MO_L\% = (W_L / B_d) \times 100 \quad (9)$$

ملحق ٣. يوضح تاريخ أخذ عينات التربة ومتوسطات قيم نسبة الرطوبة (%) تحت أعماق الري التجريبية المدروسة

مستويات الري التجريبية (مم)				العمق (سم)	تاريخ أخذ العينات
٤٥	٣٨	٣٠	١٥		
٢٦	٢٩	٢٥	٢٨	٣٠-٠	٠٦/٣/٢٢
٢٣	٢٩	٢٢	٢٦	٦٠-٣٠	
٢٣	١٨	٢١	١٩	٣٠-٠	٤/٢٤
٢٢	١٩	٢٠	١٧	٦٠-٣٠	
٣١	٣١	٣٠	٢٩	٣٠-٠	٦/١٢
٣١	٣٠	٣٠	٢٨	٦٠-٣٠	
١٨	١٦	١٥	١٩	٣٠-٠	٧/١١
١٩	١٩	١٢	١٩	٦٠-٣٠	
٢٢	٢٠	٢١	٢١	٣٠-٠	٧/٢٤
٢٢	١٩	٢٢	٢٢	٦٠-٣٠	
٣٣	٣٠	٣٢	٣١	٣٠-٠	٨/٢٨
٣٢	٣١	٣٢	٢٩	٦٠-٣٠	
٢١	٢١	٢١	٢٤	٣٠-٠	١٠/١٥
٢٢	٢١	١٩	٢٧	٦٠-٣٠	
٢١	١٩	٢٠	١٥	٣٠-٠	١٠/٣١
٢١	١٩	١٩	١٩	٦٠-٣٠	

ABSTRACT

Effect of Supplemental Irrigation on Rise the Production of Coffee Trees and Determination Irrigation Addition Efficiency under Beneficent Irrigation Pattern

Ahmed Abdullah Ahmed Ghaleb

Water dilemma is the biggest care facing Yemen now and will be more difficult on close future. There are a lot of solutions to treating this problem , such as decrease the water loses by using pipes for water transfer; prohibit the flood irrigation system; determination the actual water consumption for all crops and using the modern irrigation systems. The objectives of this study were knowing the effect of supplement irrigation on rise the production of coffee trees and the irrigation addition efficiency under beneficent irrigation pattern (pips to rings). The study was carried out on farmer field at Wadi Terrs, Al-Shaoba, Taiz governorate. Field soil was heavy texture, light salt and medium fertility. The coffee trees were 15 years old. Four supplementary irrigation head were applied (15, 30, 38 and 45 mm.) and each water head was repeated five times, in other words 20 coffee trees were used in completely randomized design (CRD). The supplementary irrigation was added according to the trees need as seeing by the farmer. It is added through a net which content of reservoir has 4.2 m³ capacity, plastic pipes (PVC), 2 inches diameter and soil rings surrounding the trees. The water transfer efficiency through plastic pipe was 90% and the supply efficiency of this system was 81%. The total rainfall for 2006

season was 846 mm. and the effective rainfall was 518.4 mm. (5184 m³/h). Eight supplementary irrigation were added during the season, so the total volume were 1200, 2200, 2780 and 3300 m³/h. The total water consumption (effective rainfall and supplementary water) were 6384, 7384, 7964 and 8484 m³/h for 15, 30, 38 and 45 mm. water head, respectively. The coffee fruits were collected five times, the first collection was on 28 Aug. 2006 and the last one was on 10 Jan. 2007. Coffee yield weight had been taken at 12% fixed moisture, so it were 1.77, 3.33, 3.57 and 2.83 t/h for 15, 30, 38 and 45 mm. water head, respectively. The statistical analysis showed that there are significant differences just for yield weight and husks percentage, while the general averages of the husks and beans percents for all treatments were 57 and 43%, respectively. The result of this study clarified that the best water head was 38 mm., which gave the highest average yield (3.57 t/h), while the better water use efficiency was 0.46 kg/m³ for 30 mm. head treatment. Finally the average of irrigation addition efficiency which obtained it under the followed irrigation pattern was 81%.

Key words: Coffee, Supplemental irrigation, Irrigation addition efficiency, Water use efficiency.