بسم الله الرحمن الرحيم

حصاد المياه للزراعة في المناطق الجافة

تأليف

Theib Y. Oweis Dieter Prinz Ahmed Y. Hachum

ترجمة

أ.د.فوزي سعيد مُحَمَّد عواد أ.د. أحمد بن إبراهيم العمود

قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح) دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٣٩هـ (٢٠١٨م).

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

عويس، ي ذيب

حصاد المياه للزراعة في المناطق الجافة. / ي ذيب عويس ؛ ديتر برينز ؛ احمد يوسف هاشم فوزي سعيد محمد عواد ؛ أحمد إبراهيم العمود - الرياض، ١٤٣٩هـ.

٣١٤ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٢ - ٦٤٣ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- المناطق الجافة، ٢- الأمطار أ. برينز ، ديتر (مؤلف مشارك) ب. هاشم ، احمد يوسف (مؤلف مشارك) ج. عواد ، فوزي سعيد (مترجم) د. العمود ، احمد ابراهيم (مترجم) هـ. العنوان

ديوي ٥٥١,٤١٥ ١٤٣٩/٥٩٦٦

رقم الإيداع: ١٤٣٩/٥٩٦٦

ردمك: ٢ - ٦٤٣ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Water Harvesting for Agriculture in the Dry Areas
By: Theib Y. Oweis Dieter Prinz Ahmed Y. Hachum.

© Taylor & Francis Group, London, UK 2012.

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثالث للعام الدراسي ١٤٣٨/ ١٤٣٩هـ، المعقود بتاريخ ٢٦/ ١/ ١٤٣٩هـ، الموافق ١٦/ ١٠/ ٢٠١٧م.

"ترجم هذا الكتاب في معهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء بجامعة الملك سعود بتمويل من كرسي جائزة الأمير سلطان بن عبدالعزيز العالمية للمياه"

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

شكر وتقدير المترجِمَين

المترجمان مدينان في ترجمة هذا الكتاب لتشجيع شخصيات مميزة قد أثرت وشجعت على إخراجه إلى حيز الوجود، فلزاما علينا أن نتقدم بالشكر والامتنان لجامعة الملك سعود متمثلة **بمعهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء** لما قدمه من عون وتعاون في شتى الأمور المعنوية وتشجيعه على ترجمة هذا الكتاب الذي يعد غنياً بمعلوماته خاصة وأنه أحد أهم الكتب في مجال حصاد المياه. وواجب علينا أيضا أن نتقدم بخالص امتناننا وشكرنا للمشرف على المعهد سعادة الدكتور عبدالملك بن عبدالرحمن آل الشيخ لدعمه وتشجيعه المتواصل لإنجاز هذا العمل، والشكر موصول أيضا للمهندس علي وفا أبو ريشة رئيس قسم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في المعهد لمتابعته الحثيثة وتنسيقه لتسهيل إجراءات الترجمة بالسرعة الممكنة. وأخيراً إن هذا العمل لا يمكن إنجازه لولا دعم مركز الترجمة بجامعة الملك سعود والقائمين عليه، متمنين لهم كل توفيق.

المترجمان

نبذه عن المترجمين

أ.د. فوزي سعيد محمد عواد:

- أردني الجنسية من أصول فلسطينية، مواليد ١٩٤٧.
- حصل على دبلوم هندسة الري والصرف من جامعة بغداد ١٩٦٨م ، والبكالوريوس في الهندسة الزراعية من جامعة لايلبور الزراعية، باكستان (فيصل آباد حالياً)، ١٩٧٢م.
- وحصل على الماجستير والدكتوراه في الهندسة الزراعية–هندسة ري وصرف من جامعة ولاية كارولينا الشمالية –الولايات المتحدة الأمريكية ١٩٨٢م. عمل بالتدريس كأستاذ هندسة الري والصرف في قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، لمدة ثلاثين عاماً.
- وقبل ذلك عمل في جامعة صلاح الدين في شمال العراق، وجامعة بغداد بأقسام الهندسة المدنية وهندسة الري والصرف. قام بتدريس العديد من المقررات الدراسية لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا ذات العلاقة بهندسة الري والصرف، بالإضافة إلى الإشراف على رسائل الماجستير لطلبة الدراسات العليا.
- أنجز العديد من الأبحاث العلمية والتطبيقية في مجالات مختلفة خاصة في الاحتياجات المائية وجدولة الري، وترشيد المياه، وحركة المياه في التربة، والصرف الزراعي، وتم نشر هذه الأبحاث في أكثر من ثمانون ورقة علمية في المجلات العلمية المحكمة المحلية والدولية. اشترك في ترجمة عدة كتب علمية إضافة إلى هذا الكتاب في مجال تصميم نظم الري، ونظم وعمليات الري السطحي، والبخر–نتح للمحاصيل، وتأليف ثلاثة كتب في مجالات هندسة الصرف الزراعي، وفي جدولة الري، وفي هندسة ري المسطحات الخضراء. كما قام بإعداد عدد من النشرات الإرشادية في مجال الري، وشارك في الكثير من المؤتمرات العلمية المحلية والإقليمية والدولية، وعضو في عدة جمعيات علمية متخصصة. ساهم في تقديم العديد من البرامج التدريبية لمختلف قطاعات العاملين في مجال الري والزراعة، وذلك من خلال دورات تنظمها منظمة الفاو

بالتعاون مع وزارة الزراعة السعودية. وعمل كخبير مياه في معهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه، كما نال مع فريق بحثي من جامعة الملك سعود على جائزة الأمير سلطان الدولية للمياه.

أ.د.أحمد بن إبراهيم العمود

- أستاذ في قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة– الرياض، جامعة الملك سعود، من مواليد عنيزة بالمملكة العربية السعودية عام ١٩٤٧م.
- حاصل على درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية، من كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، الرياض عام ١٩٧٤م، ودرجة الماجستير في هندسة الري من كلية الدراسات العليا في جامعة ولاية يوتا، لوقان، يوتا، بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٨م. ودرجة الدكتوراه في هندسة الري من كلية سلسو بجامعة كرانفيلد، سلسو، بالمملكة المتحدة عام ١٩٨٦م.
- عمل بقسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة، بجامعة الملك سعود: معيداً ثم محاضراً ثم أستاذ مساعد وأستاذ مشارك ثم أستاذ منذ ١٩٩٦م حتى الآن. عمل مديرًا لمركز البحوث الزراعية في كلية علوم الأغذية والزراعة بالرياض ورئيسًا لقسم الهندسة الزراعية بالكلية. عمل مديرًا لمركز البحوث الزراعية في كلية علوم الأغذية والزراعة بالرياض ورئيسًا لقسم الهندسة الزراعية بالكلية.
- قام بتدريس المناهج المتعلقة بالري مثل أسس الري والصرف، الري بالرش والتنقيط، تخطيط شبكات الري ومقرر الري بالتنقيط المتقدم لطلبة الماجستير بالإضافة إلى الإشراف على رسائل الماجستير. أنجز ما يقارب ٨٠ بحثًا في مجالات الري المختلفة منشورة في دوريات علمية متخصصة ومحكمة ومداولات مؤتمرات وندوات علمية داخلية وخارجية. بالإضافة إلى ثلاثة كتب مترجمة عن الري بالرش، والري السطحي، وتصميم نظم الري. وكتاب مؤلف عن الري بالتنقيط، كما عمل على نشر بعض الكتيبات الإرشادية حول الرى بالتنقيط وترشيد مياه الرى ورى النخيل وغيرها.
- عضو في العديد من اللجان داخل وخارج الجامعة منها: عضو المجلس العلمي، جامعة الملك سعود وعضو في مجلس إدارة معهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، ورئيس لجنة المعدات الزراعية في الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس. ورئيس مجموعة العمل الاستشارية للعلوم الزراعية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. وعضو اللجنة الزراعية بالغرفة التجارية والصناعية بالرياض. ورئيس لجنة المياه والري بالغرفة التجارية والصناعية بالرياض، ونائب رئيس مبادرة.

مقدمة المترجِمَين

يواجه المزارعون في البلاد الجافة أو شبه الجافة خلال مواسم الزراعة شحًّا في مياه الري؛ مما يجعلهم يتكبدون كثيراً من المعاناة وبذل الجهد لتأمين ما يكفي لسد احتياجات المحصول لينمو بصورة جيدة دون تعرضه إلى أي إجهاد. وفي أغلب الأحيان لا يلجؤون إلى استغلال وممارسة أساليب حصد مياه الأمطار وتخزينها للاستفادة منها في فترات شح المياه أو عند نقصها. ويقدم المؤلف في هذا الكتاب بعض المعارف إضافة إلى الخلفية العلمية المتعلقة بأساليب وتقنيات حصد مياه الأمطار الحديثة التي تساعد في تطوير ممارسات فعالة واقتصادية في جمع وتوزيع هذه المياه. ويحرص المؤلف أيضاً على التأكيد بأن نظم حصد المياه الجديدة ما هي إلا تكملة للنظم القائمة ولا تحل محلها، لذلك فإن حصد المياه يجب أن يكون جزءاً من خطة شاملة لإدارة موارد المياه والأراضي، على أن يكون مقبولاً اجتماعياً وسليماً من الناحية الفنية، ومجدياً اقتصادياً، ومستداماً بيئياً. وبشكل عام فإن كل قطرة مياه تسهم في إنعاش البيئة التي نعيش فيها، وعليه يجب العمل بكافة الوسائل على جمع هذه المياه واستغلالها بصورة مناسبة.

المترجمان

تقديم

حصاد المياه للأغراض الزراعية هو مصطلح يعني مفاهيم مختلفة لأشخاص مختلفين. إن سوء فهم حصد المياه، وتعريفاته الغير واضحة لهو أمر شائع بين الناس. لذا فإن مصطلح حصاد المياه كثيرا ما يختلط مع العديد من المصطلحات مثل الري، والحفاظ على التربة، والمياه، أو غيرها من التقنيات، بينما قد يستخدم المهندسون والعلماء مصطلحات أخرى مختلفة. يحاول هذا الكتاب توضيح هذا اللبس من خلال تطوير مفهوم قياسي موحد، وإطار يضع المفهوم، والمكونات، وأنواع نظم حصاد المياه المختلفة في سياق عالمي موحد، وهذا يساعد على تصميم، وتنفيذ نظم استخدام المياه الزراعية الشحيحة بكفاءة أكبر.

لذا أصبح هناك وعي متزايد في الحاجة إلى حصاد مياه الأمطار. حيث أن كثيراً من الجهود قد وجهت لجمع المياه من أسطح المنازل للاستخدام المنزلي. ولكن حصاد المياه لأغراض الزراعة يعدُ أمر بالغ الأهمية على حد سواء، لا سيما في المناطق الجافة. خاصة وإن ندرة المياه في العديد من البلدان تقترب من مستوياتها الحرجة. هناك المزيد من الحاجة إلى المياه للاستخدامات المنزلية، والصناعية، والسياحية، لقد تم إعادة تخصيص المياه الزراعية لهذه القطاعات. بينما تستمر متطلبات الغذاء في النمو، مع الانعدام في الأمن الغذائي. في الكثير من المناطق الجافة، تفقد نسبة كبيرة من مياه الأمطار الشحيحة بواسطة التبخر. حيث أن حصاد المياه يمكنه أن يقلل من هذه الخسائر، وتخفيف التوتر الناجم عن شحة المياه في الزراعة.

إضافة إلى وجود عامل آخر، ألا وهو تغير المناخ، الذي يؤدي إلى هطول الأمطار في العديد من المناطق بشدة أعلى. هذا يؤدي إلى زيادة معدلات الجريان السطحي، وما يرتبط بها من انجراف التربة، والحد من تخزين المياه في التربة، ويزيد الشد الرطوبي للتربة، ونمو المحاصيل والنباتات. كما يصف هذا الكتاب، حصاد المياه بأنه طريقة بسيطة، ومنخفضة التكلفة التي تمكن المجتمعات الزراعية الفقيرة في التكيف مع تغيرات المناخ.

وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد، والدليل الثابت بفوائد حصاد المياه، إلا أن اعتماد المزارعين عليه ما زال محدوداً. لأسباب أهمها المسائل التقنية، والاجتماعية، والاقتصادية، والمؤسسية، وقضايا التعليمات، وقد تكون معقدة، ومختلفة من حالة إلى أخرى. أن فهم الأسباب التي أدت إلى البطء في تبني حصاد المياه تعد خطوة أولى وأساسية. يناقش الكتاب العوامل التي تساعد، أو تعوق نشر تقنية حصاد المياه، كما يقترح تدابير محددة ذات طابع مطري.

معظم البلدان لديها أنظمة حصاد مياه قديمة، وبعضها لا يزال يعمل بعد قرون من الاستخدام. يوجد هناك أنواع عديدة من النظم القديمة، ترتكز على مبدأ جمع مياه الجريان السطحي، وتوجيهه وتجميعه لاستخدامه بشكل مفيد. الأنظمة القديمة تستخدم المواد، والأدوات الملائمة للأوقات القديمة الماضية، ولكن يمكن تحسينها باستخدام المواد، والأدوات الحديثة. يبين هذا الكتاب كيف أن المعارف القديمة لا تزال صالحة، وأن الأدوات الحديثة، والمواد، والطرق يمكن أن تساعد في تطوير ممارسات جديدة، وأكثر اقتصادية، ودائمة، وعملية. ويؤكد الكتاب أيضاً أن نظم حصاد المياه الجديدة يجب أن ترمي إلى تكملة النظم القائمة لا أن تحل محلها. حصاد المياه يجب أن يشكل جزءا من خطة شاملة لإدارة موارد المياه، والأراضي، على أن يكون مقبولاً اجتماعيا، وسليم من الناحية الفنية، ومجدي اقتصاديا، ومستدام بيئياً.

لا يمكن أن يُمارس حصاد المياه دون وجود جريان سطحي كافي، لأن الجريان السطحي يشجع على حصاد المياه، وفي بعض الحالات يمكن التدخل اصطناعياً في حالة كونه منخفض جدا. الجريان السطحي عادة ما يؤدي إلى تآكل التربة، ولكن لا بد من السعي إلى زيادة الجريان السطحي، والحفاظ على التربة، والموارد المائية. هذا الكتاب يشرح هذا التناقض الواضح: كيف يتم حصاد المياه، على الرغم من اعتماده وحثه للجريان السطحي، إلا إنه يقلل انجراف التربة، وتدهور الأراضي.

يتوقع المرء أن أي مياه يتم حصدها للأغراض الزراعية يجب تحويلها من الاستخدامات الأخرى. هذا الكتاب يظهر بأن هذا قد يكون صحيحا في بعض الحالات، والتي لا بد من تجنبها. ولكن في معظم الحالات، يفضل استعادة المياه التي تضيع لولا حصد المياه، على سبيل المثال، في البيئات القاحلة، أكثر من ٩٠٪ من الأمطار تعود ثانيةً إلى الجو عن طريق التبخر. وعليه هذا الكتاب يبين كيف، ولماذا تحدث هذه العملية، وكيف يمكن لحصاد المياه أن يسترد جزء كبير من هذه المياه، وجعلها متاحة للاستخدامات المفيدة.

حصاد المياه يوفر فوائد مباشرة للمزارعين، والرعاة، والمستثمرين، كما أنه يوفر فوائد غير مباشرة كبيرة، في أشكال أخرى مثل الصحة البيئية (السيطرة على تآكل التربة والتصحر، ودعم

النظم البيئة، والحد من مخاطر الفيضانات) والمزايا الاجتماعية الأخرى، مثل توفير فرص عمل، والحد من الهجرة إلى المدن، وتوفير بيئة صحية أفضل للأسر الريفية. يصعب قياس الفوائد غير المباشرة كمًّا، حيث أنها أقل وضوحا للمزارعين، والمستثمرين مقارنة بفوائد الإنتاج المباشر، مما قد يجعل من حصاد المياه أقل جاذبية كأولوية للاستثمار. وهل يجب على القطاع العام أن يدعم المزارعين للاستثمار في حصاد المياه، وتشجيعهم على اعتماده؟ كيف يمكن أن تفسر الفوائد التي تمتد إلى جمهور أوسع؟ يحاول هذا الكتاب الإجابة على هذه الأسئلة، وتوجيه صانعي السياسات من اتخاذ قرارات بشأن استثمارات في حصاد المياه. هذا الكتاب تم تنظيمه على هيئة عشرة فصول كما يلي:

- المفهوم الأساسي والتعاريف، والتاريخ (الفصل ١).
- الجوانب الهيدرولوجيا، التي تعتبر بالغة الأهمية في تصميم وتنفيذ نظم حصاد المياه (الفصل ٢).
- تقنيات حصاد المياه، التقليدية والحديثة (الفصل ٣).
- طرق حث الجريان السطحي (الفصل ٤).
- تحديد المواقع المحتملة لحصاد المياه، وتحديد المناطق المناسبة للتقنيات محددة (الفصل ٥).
- تخطيط وتصميم نظم حصاد المياه: العلاقات المائية للتربة والنبات والمناخ، والعلاقات الأمطار والسيول، والتضاريس، والهندسة (الفصل ٦).
- تخزين المياه المحصودة، إعادة شحن المياه الجوفية (الفصل ٧).
- تشغيل وصيانة أنظمة حصاد المياه، أهمية مشاركة المستفيدين.
- العوامل التي تحدد نجاح: العوامل الثقافية والاجتماعية، والأولويات المحلية، والمشاركة، والمساواة، وحيازة الأراضي وحقوق المياه، والأمراض، بالإضافة إلى جوانب الاستدامة الاقتصادية والتكنولوجية والسياسية (الفصل ٩).
- قضايا نوعية المياه، والاعتبارات البيئية (الفصل ١٠).

يعد مؤلفي هذا الكتاب من العلماء الذين يعملون كمستشارين في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، وهذه المنظمة غير ربحية، لها أعمال في أكثر من ٥٠ بلدا. المعلومات الواردة في هذا الكتاب هي من مشاريع بحثية في مختلف البلدان التي قامت منظمة الإيكاردا بتنفيذها، أو من منظمات شريكة، ولا سيما مثل جامعة كارلسروه، ألمانيا (الآن معهد كارلسروه للتكنولوجيا Karlsruhe University, Germany (now the Karlsruhe Institute of Technology)، وجامعة الموصل في العراق.

نأمل أن يكون هذا الكتاب مفيدا لشريحة واسعة من القراء مثل: صناع السياسات الوطنية، الوكالات المانحة، الباحثين، الطلاب المهتمين في الموارد الطبيعية والبيئة، وغيرهم من أصحاب المصلحة في مجال الزراعة والتنمية الريفية.

شكر وتقدير المؤلفون

يقدم المؤلفون الشكر والامتنان للسيدة ريما الدباغ لجهدها الدؤوب في تنظيم وتنسيق مواد هذا الكتاب. كما يقدرون المساعدة التي قدمها السيد Ajay Varadachary في تحري هذا العمل، وكذلك السيد George Chouha في تنظيم الصور والأعمال الفنية. والشكر أيضا يمتد إلى كل من ساهم في هذا الكتاب مباشرة، أو بشكل غير مباشر من خلال تقديم الأفكار والتعليقات ووجهات النظر البناءة (وهم كثر، والمساحة لا تتسع لذكرهم جميعا). كما يود المؤلفون شكر المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) لتشجيعه ودعمه المستمر. وأخيرا، لا بد من الإشارة إلى أن العديد من التطبيقات وطرق البحث والممارسات المذكورة في هذا الكتاب قد تم تطويرها أو تحسينها بالمشاركة مع مؤسسات في البلدان النامية. فالشكر والامتنان العميق لهم لما قدموه من مشاركة في توسيع قاعدة المعرفة حول ممارسات حصاد المياه.

المؤلفون

نبذه عن المؤلفين

ذيب يوسف عويس من أحد كبار خبراء العالم في حصاد المياه وإدارة الزراعة، ومدير برنامج إدارة المياه والأراضي المتكاملة دارة الأراضي في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا). حصل على شهادة الماجستير والدكتوراه في الهندسة الزراعية والري، وأمضى أكثر من ٣٥ عاما في البحث عن أفضل أساليب تحسين إنتاجية المياه في الزراعة، وخاصة في ظل ظروف ندرة المياه. وقد قدم إسهامات أصيلة في حصاد المياه، والري التكميلي، والري الناقص، وقياس كفاءة استخدام المياه، وإدارة الملوحة، وغيرها من المجالات. وقد كتب الدكتور عويس أكثر من ٢٠٠ منشورة علمية تشمل أبحاث علمية في مجلات دولية محكمة، وكتب، وفصول كتب، وفي وقائع المؤتمرات. لقد قدم أيضا مساهمات كبيرة في برامج التدريب للعلماء الشباب من البلدان النامية.

ديتر برينز Dieter Prinz has حاصل على شهادة الدكتوراه في علوم المحاصيل الاستوائية من جامعة غوتنغن ألمانيا Goettingen University, Germany، بعد دراساته في البستنة والزراعة. وقد شملت مسيرته المهنية التي أمدها ٤٣ سنة على التدريس، والبحث، والاستشارات الفنية في ١٧ بلدا، والتعامل مع الإنتاجية الزراعية، والري على نطاق صغير، والحفاظ على المياه، ومكافحة تآكل التربة، وحصاد المياه. قاد مشاريع البحوث الميدانية في عدد من البلدان النامية؛ أجرى برامج تعليمية وتدريبية في آسيا وأفريقيا وأوروبا. كما حاضر في الجامعات الألمانية. وشغل منصب مستشار لعدد من المؤسسات العلمية، وهيئات الأمم المتحدة، والوكالات الأخرى. وكان أستاذ في الهندسة الريفية، ووكيل مدير معهد المياه وإدارة أحواض الأنهار في جامعة كارلسروه (الآن معهد كارلسروه للتكنولوجيا) ألمانيا Karlsruhe University (now the Karlsruhe Institute of Technology)، وتقاعد في عام ٢٠٠٨. الدكتور برينز قام بتأليف أكثر من ٢٠٠ ورقة علمية، وفصول كتاب، والمساهمة في وقائع لعديد من المؤتمرات.

أحمد يوسف حاجم أستاذ الري الحقلي وإدارة المياه في كلية الهندسة، جامعة الموصل، العراق، حيث يدرس مقررات الدراسات العليا في نظم الري، إدارة المياه الزراعية، وهندسة الصرف الزراعي، والمحاكاة، والنمذجة الرياضية، والأمثلية وتحليل النظم. الدكتور حاجم حاصل على شهادة الدكتوراه في الهندسة الزراعية والري من جامعة ولاية يوتا، الولايات المتحدة الأمريكية. تشمل اهتماماته البحثية على أنظمة الري، وحصاد المياه، والري التكميلي، والري الناقص وغيرها من التخصصات.

كان الدكتور حاجم رئيس تحرير مجلة هندسة الرافدين لعدة سنوات، وقام بتأليف أكثر من ٧٠ منشور تقني، بما في ذلك أوراق بحثية، وفصول لعدد من الكتب، وتقارير فنية، واثنين من الكتب خاصة في إدارة الري. وقد شغل منصب مستشار في وزارتي الري، والزراعة في العراق، وزائر عالم، وخبير استشاري لإيكاردا لسنوات عديدة.

الرموز ومعانيها

الرمز	معنى الرمز
A	المساحة المزروعة
B	عرض الحاجز من الأعلى
d	ارتفاع السداد (الحاجز)
D	عمق جذور النباتات الفعالة
E	كفاءة تخزين المياه في عمق منطقة الجذر الفعالة للمساحة المزروعة
E	حجم الأعمال الترابية أو الصخرية لكل متر من طول الحاجز
ET	البخر–نتح
M	رتبة الحدث
M_w	كتلة الماء في عينة التربة
M_s	كتلة عينة التربة بعد تجفيفها بالفرن عند درجة حرارة ١٠٥ مئوية
N:	عدد الأحداث
N_g	عدد الأيام التي يكون فيها مقدار هطول الأمطار اليومية مساوية أو أكبر من TR
P	السقيط، الهطول
P_e	احتمالية التجاوز
P_c	الاحتمالية التراكمية
P_m	المحتوى الرطوبي للتربة على أساس الكتلة الجافة (نسبة مئوية)
R	متوسط أو شدة المطر الثابتة
TR	سعة الاحتفاظ

الرمز	معنى الرمز
R(t)	شدة المطر، متغير (يعتمد على الوقت)
r	عمق الجريان السطحي
T	فترة العودة
t_s	الوقت الذي يصبح فيه سطح التربة مشبعا
t_r	الوقت الذي يبدأ فيه الجريان السطحي
t_e	الوقت الذي ينتهي فيه الجريان السطحي
U	الاستهلاكي المائي الموسمي أو الاستهلاك السنوي للمحصول
V	حجم الأعمال الترابية لكل هكتار من مساحة الأراضي في النظام
z	انحدار جوانب الحاجز

قائمة الاختصارات الأساسية ومعانيها

الرمز	الشرح بالإنجليزي	الشرح بالعربي
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	الانبعاث الحراري المتقدم المحمول في الفضاء والإشعاع المرتد
AW	Available soil Water	ماء التربة المتاح
BCR	Benefit-Cost Ratio	نسبة الأرباح إلى التكلفة
CCR	Catchment-to-Cropping-Area Ratio	نسبة مستجمعات المياه إلى المساحة المزروعة
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research	المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية
CLG	Contour Laser Guiding	خطوط كنتورية بالليزر التوجيهية
CWR	Crop Water Requirements	احتياجات المحاصيل المائية
CWU	Consumptive Crop Water Use	الاستهلاك المائي للمحاصيل
DEM	Digital Elevation Model	نموذج الارتفاع الرقمي
DTM	Digital Terrain Model	نموذج التضاريس الرقمية
DP	Deep Percolation	تسرب عميق
E	Evaporation	البخر
FC	Field Capacity	السعة الحقلية
GCC	Global Climate Change	التغيرات المناخية العالمية

الرمز	الشرح بالإنجليزي	الشرح بالعربي
GIS	Geographic Information System	نظام المعلومات الجغرافية
ICARDA	International Center For Agricultural Research In The Dry Areas	المركز الدولي للأبحاث الزراعية في المناطق الجافة
ICRAF	The World Agroforestry Centre	المركز العالمي لزراعة الغابات
IfSAR	Interferometric synthetic aperture radar, a radar-based remote sensing technology	التداخل الرادار ذي الفتحة الاصطناعية، وهي تقنية الرادار على أساس الاستشعار عن بعد
LIDAR	Light Detection and Ranging,	الكشف الضوئي والقياس
MSRC	Maximum Seasonal Runoff Coefficient	أقصى معامل جريان سطحي موسمي
NRCS	The USA Natural Resources Conservation Services	خدمات الحفاظ على الموارد الطبيعية الولايات المتحدة الأمريكية
PW	Permanent Wilting Point	نقطة الذبول الدائم
RC	Runoff Coefficient	معامل الجريان السطحي
SCS	Soil Conservation Service	هيئة صيانة التربة
SPOT	System Probatoire d’Observation de la Terre	نظام المراقبة من الرصد الأرضي
SSC	Surface Storage Capacity	سعة التخزين السطحي
T	Transpiration	النتح
TAW	Total Available Water	الماء الكلي المتاح
TAC	Technical Advisory Committee	اللجنة الاستشارية الفنية
TR	Threshold Rain	الحد المطري الفاصل
WANA	West Asia and North Africa	غرب آسيا وشمال أفريقيا
WH	Water Harvesting	حصاد المياه
WHC	Water Holding Capacity	سعة تخزين الماء

المحتويات

شكر وتقدير المترجمان ..... هـ
نبذة عن المترجمين ..... ز
مقدمة المترجمان ..... ط
تقديم ..... ك
شكر وتقدير المؤلفون ..... س
نبذة عن المؤلفين ..... ف
الرموز ومعانيها ..... ق
قائمة بالاختصارات الأساسية ومعانيها ..... ش
قائمة المحتويات ..... ث
قائمة الأشكال ..... ج ج
قائمة الجداول ..... س س
قائمة المربعات ..... ف ف

الفصل الأول: مبادئ وممارسات حصاد المياه

(١,١) مقدمة ١
(١,٢) مفهوم وتعريف حصاد المياه ٣
(١,٣) نبذة تاريخية ٥
(١,٤) مكونات نظم حصاد المياه ٨
(١,٥) أهمية وفوائد حصاد المياه ١٠

(١,٦) تأثير تغير المناخ العالمي وتدابير التكيف..... ١١

الفصل الثاني: اعتبارات هيدرولوجية في حصاد المياه

(١,٢) مقدمة ١٥
(٢,٢) الدورة الهيدرولوجية ١٦
(٣,٢) نموذج لمستجمع مائي صغير ١٧
(٤,٢) الخصائص الهيدرولوجية ١٨
(١,٤,٢) البخر-نتح ١٨
(٢,٤,٢) المطر السقيط ١٩
(٥,٢) تحليل التردد والمطر التصميمي ٢١
(٦,٢) علاقة المطر بالجريان السطحي ٢٤
(١,٦,٢) العوامل المؤثرة على الجريان السطحي..... ٢٤
(١,١,٦,٢) نوع التربة ٢٤
(٢,١,٦,٢) خصائص المطر..... ٢٤
(١,٣,٦,٢) الغطاء الأرضي..... ٢٥
(٤,١,٦,٢) ميل المستجمعات الصغيرة ٢٥
(٥,١,٦,٢) أبعاد وشكل المستجمعات الصغيرة ٢٥
(٢,٦,٢) نماذج الجريان السطحي المناسبة لحصد المياه ٢٧
(١,٢,٦,٢) نماذج الجريان السطحي لمستجمعات المياه الصغيرة لحصاد المياه ٢٧
(٢,٢,٦,٢) نماذج الجريان السطحي لحصاد مياه المستجمعات الكبيرة..... ٣٦

الفصل الثالث: طرق وتقنيات حصاد المياه

(١,٣) مقدمة ٤١
(٢,٣) تصنيف طرق حصاد المياه ٤٢
(٣,٣) طرق المستجمعات الصغيرة لحصاد المياه ٤٥
(١,٣,٣) نظم الأسطح والساحات ٤٦
(١,١,٣,٣) الأسطح المناسبة ٤٧
(٢,١,٣,٣) قضايا يتعين معالجتها ٥١

(٣,٣,٢) على مستوى المزرعة ٥١
(٣,٣,٢,١) شرائط الجريان السطحي ما بين الصفوف ٥١
(٣,٣,٢,٢) أحواض معينية الشكل النيجارم ٥٥
(٣,٣,٢,٣) المسقاة ٥٧
(٣,٣,٢,٤) مدرجات الكفاف ٥٨
(٣,٣,٢,٥) الحفر الصغيرة ٥٩
(٣,٣,٢,٦) حواجز الكفاف والمتون الترابية ٦٠
(٣,٣,٢,٧) سداد على هيئة شبه دائرية وشبه منحرف ٦٣
(٣,٣,٢,٨) مدرجات على شكل حاجب ٦٥
(٣,٣,٢,٩) السداد المستطيلة ٦٦
(٣,٣,٢,١٠) مستجمعات صغرى من نوع فاليراني ٦٧
(٣,٤) نظم حصاد المياه بالمستجمعات الكبيرة ٦٩
(٣,٤,١) مقدمة ٦٩
(٣,٤,٢) حصاد المياه من منحدر طويل ٧١
(٣,٤,٢,١) نظم سفح الهضبة ٧١
(٣,٤,٢,٢) ليمان ٧٥
(٣,٤,٢,٣) سداد كبيرة نصف دائرية أو شبه منحرف ٧٧
(٣,٤,٢,٤) صهاريج مزروعة أو خزانات وحفائر ٧٨
(٣,٤,٣) نظم حصاد مياه الفيضان ٧٩
(٣,٤,٣,١) أنظمة حصاد المياه في قاع الوادي ٨٠
(٣,٤,٣,٢) أنظمة خارج الوادي ٨٣
(٣,٥) حصاد المياه للاستهلاك الحيواني ٨٤
(٣,٥,١) تقنيات تقليدية ٨٤
(٣,٥,٢) التقنيات الحديثة ٨٥
(٣,٦) القلق من التلوث ٨٥

الفصل الرابع: طرق حث الجريان السطحي

(٤,١) مقدمة ٨٧

(٤ , ٢) أساليب تحسين الجريان السطحي ٨٧
(١ , ٢ , ٤) إنشاء قنوات ضحلة ٨٨
(٢ , ٢ , ٤) تنظيف المستجمعات ٨٩
(٣ , ٢ , ٤) تنعيم سطح التربة ٩٠
(٤ , ٢ , ٤) رص سطح التربة ٩٠
(٥ , ٢ , ٤) غلق مسامات السطح ٩٢
(٦ , ٢ , ٤) أغطية غير نفاذة ٩٤
(٤ , ٣) مزايا وعيوب طرق حث الجريان السطحي ٩٩
(٤ , ٤) اعتبارات أخرى ١٠٢

الفصل الخامس: تحديد المناطق المناسبة لحصاد المياه

(١ , ٥) مقدمة ١٠٣
(٢ , ٥) معايير تحديد المناطق المناسبة ١٠٣
(١ , ٢ , ٥) خصائص الأمطار ١٠٤
(٢ , ٢ , ٥) الهيدرولوجيا وموارد المياه ١٠٦
(٣ , ٢ , ٥) الغطاء النباتي واستخدام الأراضي ١٠٦
(٤ , ٢ , ٥) التضاريس، ونوع التربة وعمقها ١٠٨
(٥ , ٢ , ٥) الجوانب الاجتماعية-الاقتصادية والبنية التحتية ١٠٩
(٣ , ٥) طرق الحصول على البيانات ١١٠
(١ , ٣ , ٥) نظرة عامة ١١٠
(٢ , ٣ , ٥) التحقق على أرض الواقع ١١١
(٣ , ٣ , ٥) التصوير الجوي ١١١
(٤ , ٣ , ٥) تقنية الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد ١١١
(٤ , ٥) الأدوات ١١٥
(١ , ٤ , ٥) الخرائط ١١٥
(١ , ١ , ٤ , ٥) الخرائط الطبوغرافية ١١٥
(٢ , ١ , ٤ , ٥) الخرائط الكبيرة ١١٥
(٢ , ٤ , ٥) الصور الجوية ١١٦

(٣,٤,٥) نظم المعلومات الجغرافية ١١٦
(٥,٥) أشجار القرارات تسلسل القرارات ١٢١

الفصل السادس: تخطيط وتصميم نظم حصاد المياه

(٦,١) مقدمة ١٢٥
(٦,٢) علاقات التربة-المياه-النبات-المناخ ١٢٥
(٦,٢,١) التربة ١٢٥
(٦,٢,١,١) قوام وبناء التربة ١٢٨
(٦,٢,١,٢) سعة احتفاظ التربة بالماء وعمق التربة ١٢٩
(٦,٢,١,٣) معدل الرشح ١٣٠
(٦,٢,٢) الاحتياجات المائية للمحاصيل ١٣١
(٦,٢,٢,١) النبات والجفاف ١٣١
(٦,٢,٢,٢) تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل ١٣٣
(٦,٢,٢,٣) الموازنة المائية للحقل ١٣٤
(٦,٣) الأمطار ١٤٠
(٦,٣,١) توزيع المطر خلال الموسم ١٤٠
(٦,٣,٢) المطر التصميمي ١٤٢
(٦,٣,٣) الحاجة إلى التخزين ١٤٣
(٦,٣,٤) طريقة التصميم الأساسي ١٤٤
(٦,٣,٥) اختيار الموقع والطريقة ١٤٥
(٦,٣,٦) اختيار المحاصيل ١٤٧
(٦,٣,٧) تقدير الجريان السطحي ١٤٩
(٦,٣,٨) نسبة مستجمع المياه إلى نسبة المساحة الزراعية ١٤٩
(٦,٣,٩) أمثلة على التصميم ١٥٠
(٦,٣,١٠) تصميم النظام الأمثل ١٥١
(٦,٣,١١) اعتبارات إضافية في اختيار نسبة المساحة ١٥٢
(٦,٤) اعتبارات التصميم للأشجار ١٥٤
(٦,٤,١) تصميم نظم الحصاد للأشجار ١٥٥
(٦,٤,٢) حصاد المياه لاستمرارية الحياة Life-saving ١٥٦

(٦,٥) تقييس المواد وتقدير الكميات ١٥٦
(٦,٥,١) تقييس وتخطيط النظام ١٥٦
(٦,٥,٢) الأعمال الترابية للسداد الحواجز ١٦٠
(٦,٥,٣) موازنة الأعمال الترابية ١٦٢

الفصل السابع: خزن حصاد المياه

(٧,١) مقدمة ١٦٥
(٧,٢) قطاع التربة ١٦٧
(٧,٣) التخزين فوق سطح الأرض ١٧١
(٧,٤) التخزين السطحي الأرضي ١٧٢
(٧,٤,١) برك التخزين الصغيرة ١٧٣
(٧,٤,٢) خزانات المزارع الصغيرة ١٧٥
(٧,٤,٣) الخزانات أو الصهاريج ١٧٦
(٧,٤,٤) الحفائر ١٧٨
(٧,٤,٥) الخزانات الكبيرة ١٨٠
(٧,٥) التخزين تحت السطحي تحت الأرض ١٨١
(٧,٥,١) الصهاريج ١٨١
(٧,٥,٢) تبطين منشآت تخزين المياه ١٨٧
(٧,٥,٣) سدود المياه الجوفية ١٨٧
(٧,٥,٣,٢) سدود التسرب العميق ١٨٩
(٧,٥,٣,٣) السدود تحت الأرضية ١٩٠
(٧,٦) اختيار نظام التخزين ١٩٢

الفصل الثامن: تنفيذ وتشغيل وصيانة نظم حصاد المياه

(٨,١) مقدمة ١٩٣
(٨,٢) تنفيذ نظم حصاد المياه ١٩٤
(٨,٣) اعتبارات في التنفيذ ١٩٨
(٨,٣,١) قضايا في الإفراط وعدم الإفراط في التصميم ١٩٩

(٨,٣,٢) التكنولوجيا الملائمة ٢٠٠
(٨,٤) تشغيل أنظمة حصاد المياه..... ٢٠٢
(٨,٥) الحفاظ على نظم حصاد المياه ٢٠٤
(٨,٦) الرصد والتقييم ٢٠٧
(٨,٧) الإرشاد والتدريب ٢٠٩

الفصل التاسع: القضايا الاقتصادية-الاجتماعية

(٩,١) مقدمة ٢١٥
(٩,٢) دراسات الجدوى الاجتماعية..... ٢١٥
(٩,٣) قضايا حيازة الأرض ٢١٦
(٩,٤) تحليل تكاليف وفوائد حصاد المياه..... ٢١٧
(٩,٤,١) التكاليف في حصاد المياه..... ٢١٨
(٩,٤,٢) فوائد حصاد المياه ٢١٩
(٩,٤,٣) تحليل الجدوى الاقتصادية..... ٢٢٠
(٩,٤,٣,١) المستجمعات الصغيرة للمحاصيل الحقلية..... ٢٢١
(٩,٤,٣,٢) المستجمعات الكبيرة في جنوب الصحراء الكبرى الأفريقية ٢٢٣
(٩,٤,٣,٣) أمثلة من الصين والهند ٢٢٤
(٩,٤,٣,٤) بعض التوصيات العامة..... ٢٢٥
(٩,٥) أسلوب متكامل للتخطيط والإدارة ٢٢٦
(٩,٥,١) دور الجهات الحكومية ٢٢٨
(٩,٥,٢) المشاركة المجتمعية..... ٢٢٨
(٩,٥,٣) مشاركة الجنسين ٢٣٠
(٩,٥,٤) المزارعون كمدراء..... ٢٣٠
(٩,٥,٥) دور الخبراء والوكالات المانحة..... ٢٣٢
(٩,٥,٦) مداخلات التبني أو عدم التبني..... ٢٣٣
(٩,٦) حصاد المياه، والتنمية المستدامة في مجال الزراعة ٢٣٤
(٩,٦,١) استدامة الموارد..... ٢٣٦
(٩,٦,٢) استدامة البيئية ٢٣٧

(٩,٦,٣) الاستدامة الاجتماعية ٢٣٧
(٩,٦,٤) جوانب الاستدامة الأخرى ٢٣٨
(٩,٦,٤,١) الاستدامة الاقتصادية ٢٣٨
(٩,٦,٤,٢) استدامة التقنية ٢٣٨
(٩,٦,٤,٣) الاستدامة السياسية ٢٣٩

الفصل العاشر: نوعية جودة المياه والاعتبارات البيئية

(١٠,١) مقدمة ٢٤١
(١٠,٢) حصاد المياه للاستهلاك البشري ٢٤١
(١٠,٣) المياه المحصودة للاستهلاك الحيواني ٢٤٣
(١٠,٤) حصاد المياه لإنتاج المحاصيل ٢٤٥
(١٠,٥) اعتبارات في جودة المياه المتعلقة بأساليب حصاد المياه ٢٤٧
(١٠,٥,١) أنظمة فوق السطوح وأنظمة فناء المنازل ٢٤٨
(١٠,٥,٢) جريان المياه السطحي في المزرعة من أنظمة مستجمعات المياه الصغيرة ٢٥٠
(١٠,٥,٣) حصاد المياه على الانحدار الطويل ٢٥١
(١٠,٥,٤) حصد مياه الفيضانات ٢٥٢
(١٠,٦) التأثيرات على النظم البيئية والتنوع البيولوجي عند أسفل المجرى ٢٥٤
(١٠,٧) الأمراض التي تنقلها المياه ٢٥٥
المراجع ٢٥٧
ثبت المصطلحات ٢٦٩
كشاف الموضوعات ٢٨٥
لوحات ملونة ٢٨٩

قائمة الأشكال

الفصل الأول

(١ , ١) متوسط الظروف الهيدرولوجية في بيئة شبه قاحلة؛ P = هطول الأمطار، E = التبخر، T = النتح، R = الجريان، D P = التسرب العميق ٢
(١ , ٢) المفهوم الأساسي لحصاد المياه لأغراض الزراعة. ٤
(١ , ٣) تخطيط يبين أهداف حصاد المياه في المناطق الجافة ٥
(١ , ٤) نظام caag في منطقة حيران، وسط الصومال (١٥٠-٣٠٠ مم معدل هطول الأمطار السنوي) ٧
(١ , ٥) نظام التنقير (Pitting) zay لحصاد المياه في بوركينا فاسو. النظام يجمع مياه الجريان السطحي في حفائر، حيث تزرع النباتات. ٨
(١ , ٦) المكونات الرئيسية لنظام حصاد المياه التقليدية. ٩
(١ , ٧) التغيير المتوقع في هطول الأمطار بين القرن ٢٠ والقرن٢١ . ..... ١٢

الفصل الثاني

(٢ , ١)العوامل الأساسية التي تتداخل مع تخطيط حصاد المياه التي يجب أخذها في الاعتبار. ١٥
(٢ , ٢) العلاقة بين أشكال مختلفة من المياه وحركة المياه في مستجمعات المياه الصغيرة. ١٦
(٢ , ٣) نموذج مستجمع صغير ١٨
(٢ , ٤) مثال على تطبيق طريقة (ثايسين) للمضلع ٢١
(٢ , ٥) تأثير ميل سطح الأرض على سعة خزن السطح (SSC) لمياه الأمطار. ٢٥

(٢,٦) قياس تصرف المستجمعات الكبيرة هو شرط أولي للنمذجة الهيدرولوجية. محطة القياس في منطقة عويد منا Oued Mina في الجزائر. ٢٦
(٢,٧)منطقة مشروع مستجمع وضعي في مالي، غرب أفريقيا. يصعب جداً حساب حجوم الجريان السطحي من انحدارات مشابهة لهذه الحالة المغطاة بأنواع مختلفة من النباتات، ونباتات حول الصخور. بالإضافة إلى أن كمية حصد المياه تختلف خلال المواسم المطيرة حسب تغير الغطاء النباتي.....٢٧
(٢,٨) استجابة مستجمع وضعي تحت ثلاثة عواصف مطرية مختلفة.....٢٨
(٢,٩)مكونات تقسيم عاصفة ممطرة شدتها ثابتة لمدة T لأغراض حصاد المياه. الحد الفاصل المطري Threshold rain هو مجموع العناصر ١ و ٢ و ٣؛ مكون ٣ (فوق المنحنى) = سطح التخزين؛ العنصر ٤ (فوق المنحنى) = الجريان السطحي. العنصر ٥ هو مقدار الرشح بين tr و T. يمثل P التوصيل الهيدروليكي لتربة مشبعة. ٣٠
(٢,١٠)معامل الجريان السطحي مقابل شدة المطر لأثنين من العواصف التي لها نفس العمق ويساوي ١٠مم بفرض قيمتين اثنتين من سعة التخزين السطحي (صفر و ٢مم).....٣١
٢,٢,١ م مستجمع Oued Saoudi، غرب تونس. ٣٩
٢,٢,٢ م أنواع الاحتفاظ بالماء. ٣٩

الفصل الثالث

(٣,١) خنادق رشح كنتورية جنبا إلى جنب مع سدود حجز (وسط)، والحفاظ على التربة، والمياه، والمساعدة على تغذية المياه الجوفية. ٤١
(٣,٢) توجيه مياه الجريان السطحي من المنحدرات الطويلة (في الخلفية) إلى الحقول بمقاطعة كايس، مالي، غرب أفريقيا. ٤٢
(٣,٣) نظرة عامة على أنظمة حصاد المياه للأغراض الزراعية.....٤٣
(٣,٤) مختلف مستجمعات المياه المستعملة في أنظمة حصاد المياه الصغيرة في محطة أبحاث: حصاد المياه بالمتون الكنتورية (يمين)؛ حصاد المياه بشرائط الجريان السطحي للحبوب، والمحاصيل العلفية (الوسط)؛ والمتون الهلالية ونصف الدائرية للشجيرات العلفية (يسار). المساحات غير المزروعة تعمل ٤٥
(٣,٥) نظام الحوضين يستخدم لتخزين المياه التي تحصد من أسطح المنازل للاستخدام المنزلي، والمياه من الجريان السطحي من ساحة لأغراض الحدائق.....٤٦

(٦ ,٣)تخزين المياه المحصودة من فوق أسطح المنازل في صهاريج معدنية واستخدامها للشرب وري الحدائق في وسط تايلاند. ٤٧
(٧ ,٣)حصاد مياه الأمطار من السطح في وادي الصدع الأثيوبية. وزارة الزراعة الإثيوبية تدعم بناء الخزانات. منذ عام ٢٠٠٦، جميع المباني المدرسية الجديدة، والعيادات الريفية في الأجزاء الجافة من إثيوبيا يجب أن يكون لديها أنظمة حصاد المياه على السطح. ٤٧
(٨ ,٣)مثال من لانتشو بمقاطعة قانسو، جمهورية الصين الشعبية: قمة تل مغطاة بطبقة إسمنتية؛ يتم تخزين الجريان السطحي من مستجمعات الاصطناعي في ٥٠ خزان أرضي بسعة ٤٠ م٣ لكل منها. يتم استخدام المياه التي تم جمعها لري الأشجار ٤٨
(١ ,١ ,٣م) قليل فقط من البيوت المحمية مغطاة بالزجاج؛ والغالبية مغطى بالبلاستيك. مياه الجريان السطحي التي تم تجميعها من أسطح البيوت المحمية تخزن في خزانات أرضية تقع بين البيوت المحمية. مضخات كهربائية تجهز المياه إلى داخل البيوت المحمية ٤٩
(٢ ,١ ,٣م) استخدام الري بالتنقيط لتوزيع الماء ضمن البيت المحمي. ٥٠
(٩ ,٣) استخدام الطرق كمستجمعات في منطقة نينغشيا ذاتية الحكم لقومية هوى، الصين. ٥٠
(١٠ ,٣) حصد المياه بين الصفوف على أرضية مستوية. نسبة المستجمعات إلى المساحة التي تم فيها الحصاد تزيد كلما يتراجع سقوط الأمطار. النسبة تساوي ١ و ٢ و ٥ للحالات العليا، والمتوسطة، والأسفل، على التوالي. ٥٢
(١١ ,٣) حصد المياه بين الشرائح (شرائط الجريان السطحي) في الأراضي المنحدرة. في الجهة اليمنى متون هلالية ونصف دائرية ٥٣
(١٢ ,٣) حصاد مياه الجريان السطحي في المستجمعات الصغيرة تظهر الأخاديد الصغيرة في المنطقة المزروعة لتزيد من تناسق انتظامية توزيع المياه. ٥٤
(١٣ ,٣) مستجمعات نيجارام الصغيرة: (أ) تطبيق في سوريا. (ب) الرسم التخطيطي. يمكن زراعة الأشجار إما في أسفل حفرة الرشح، أو على درجة داخل الحوض. ٥٥
(١٤ ,٣) حصاد المياه باستخدام المسقاة. ٥٧
(١٥ ,٣) مدرجات على مسطبات كنتورية: (أ) مثال من جنوب تونس. (ب) نظام على ٦٥٪ الميل. (ج) النظام على انحدار ١٤ ٪. ٥٨
(١٦ ,٣) مصطبة مرتفعة للحفظ شيدت على انحدار ١٠٪ مزروعة بالأشجار. ٥٩

(٣,١٧) نظام الحفر في بوركينا فاسو، غرب أفريقيا. الحقل محدد بسداد ترابية كي يحفظ مياه الجريان السطحي..... ٦٠
(٣,١٨)حواجز الكفاف (حواجز كنتورية)..... ٦١
(٣,١٩) حواجز الكفاف لحصاد المياه مع الشجيرات العلفية. ٦١
(٣,٢٠) حواجز كفاف مع سداد عرضية. ٦٢
(٣,٢١) سداد حجرية استخدمت مع نظام زي (z ay) g حصاد المياه في بوركينا فاسو، غرب أفريقيا. ٦٣
(٣,٢٢) تخطيط سداد شبه دائرية وعلى هيئة مثلث. المناطق الواقعة بين مناطق الزراعة تعمل بمثابة مستجمعات مياه. ٦٤
(٣,٢٣) مستجمع صغير لحصاد المياه في النيجر، يحتوي على حفر (الجانب الأيسر)، وسداد (متون) شبه دائرية. السداد الشبه دائرية الكبيرة قطرها ٣ أمتار، و ٢ متر لسداد الصغيرة (في الصفين الأسفل). ٦٥
(٣,٢٤) مستجمعات صغير نصف دائرية مع شجيرات علفية في شمال غرب سوريا ٦٥
(٣,٢٥) أشجار التين تنمو في مدرجات الحاجب بالقرب من السلوم في شمال غرب مصر ٦٦
(٣,٢٦) سداد مستطيلة: نظام الشرفة في كسلا، شمال شرق السودان ٦٧
(٣,٢٧) مستجمعات صغيرة من نوع فاليراني: (أ) "محراث تموجات الدولفين" تستخدم في بناء المستجمعات الصغيرة؛ (ب) المحراث في وضع الاستخدام؛ الأحواض شيدت على طول الكفاف. (ج) مستجمعات الصغيرة بعد نمو النبات. ٦٨
(٣,٢٨) سداد من نوع فاليراني تبدو مثل حواجز الكفاف على فترات متقطعة. استخدام المكننة يسهل إنشاء هذا النوع من حصاد المياه على نطاق واسع. ٦٩
(٣,٢٩) رسم تخطيطي لمستجمع صغير مثالي يستخدم في نظام حصاد المياه ٧٠
(٣,٣٠) دمج نظم المستجمعات المائية الصغيرة والكبيرة في موريتانيا..... ٧٠
(٣,٣١) قناة في مرتفع لقطع مسار المياه وحصدها، وجمعها، وتوجيه مياه الجريان السطحي وصولا إلى المنطقة المستهدفة في الوادي، أو في سفح التل. إعادة بناء مزرعة النبطية في النقب..... ٧١
(٣,٣٢) هنود النافاجو في ولاية أريزونا، الولايات المتحدة الأمريكية، استخدموا القناة في نظام حصاد المياه لزراعة الذرة والقرع. ٧٢
(٣,٣٣) نظام حصاد مياه سفح الهضبة في مالي: حقول مغمورة مع منشآت تحويل. ٧٢

(١, ٢, ٣م) نظام قنوات على منحدر التل في كانجوساينو، غرب مالي. حوض التوزيع يقع أسفل التل. ٧٤
(٢, ٢, ٣م) نفس الموقع خلال الأمطار. المساحة المزروعة ٣,٣ هكتار والمحصول ينمو بشكل جيد ٧٤
(٣, ٢, ٣م) قناة الصرف لصرف المياه الفائضة بعد تعبئة جميع الحقول ٧٥
(٣,٣٤) مقطع عرضي نموذجي لليمان. يتم بناء السدة من مواد بناء أو من التربة الغنية بالطين المتراصة. يمكن الحصول على الصخور لإنشاء السدة من حفر الموقع نفسه لزيادة حجم التربة المترسبة. ٧٦
(٣,٣٥) ليمان مغمور بالماء. عمر الأشجار أربع سنوات. ٧٦
(٣,٣٦) مخطط لسداد كبير على شكل شبه منحرف. الأبعاد بالمتر. ٧٧
(٣,٣٧) تابا مثالية في جنوب تونس. ٧٨
(٣,٣٨) حفائر- خزان صغير-في السودان. ٧٩
(٣,٣٩) أرضية الوادي تستخدم كنظام لحصد المياه في تونس. ٨١
(٣,٤٠) الجدران الحجرية باستخدام القفف والتي شيدت عبر قاع الوادي في منطقة مرسى مطروح في شمال غرب مصر ٨١
(٣,٤١) الرسم التخطيطي لسلسلة من جسور (مفردها جسر) التي بنيت على طول قاع وادي حاد الانحدار..... ٨٢
(٣,٤٢) مثال على الانجراف من هضبة رخوة وترسب التربة في قاع واد في وسط الصين ٨٣
(٣,٤٣) مثال لتحويل مياه الفيضان كما هو مطبق في تونس. ٨٤
(٣,٤٤) نظام يستخدم لحصاد مياه الأمطار للاستهلاك الحيواني في أستراليا الغربية. ٨٥

الفصل الرابع

(٤,١) استخدام حادلة لرص شرائط الجريان السطحي بين شرائط المحاصيل، فيها تكلفة رأس المال مرتفعة ولكن متطلبات العمالة منخفضة. ٨٨
(٤,٢) تنظيف الحقول لتحسين حصاد المياه في الأردن. الحجارة التي تم جمعها يمكن استخدامها لبناء السداد الحجرية (أ) أو مدرجات على هيئة الحاجب. ٨٩
(٤,٣) رص وتنعيم سطح التربة في محطة الأبحاث الحقلية التابعة إلى إيكاردا ٩١
(٤,٤) مستجمعات المياه من نوع roaded مع خزان في أستراليا. ٩١

(٤,٥) موقع حديث لمستجمع حصاد المياه الأمطار في المكسيك. سطح التربة تم تنعيمه ورصه باستخدام جرار زراعي وحادلة بعجلات مطاطية، وخلط الملح في سطح التربة لتهيئة ظروف مثلى للحصول على جريان سطحي مرتفع. الماء الذي يمكن أن يستخدم من قبل النباتات عند سفح المنحدر يتم جمعه، ويستخدم في الري بالتنقيط في بستان خلال موسم الجفاف. ٩٣
(٤,٦) إضافة مستحلب شمع البارافين على مستجمعات المياه الصغيرة بالقرب من حلب، سوريا، للحث على الجريان السطحي. ٩٤
(٤,٧) تغطية جزئية من الأرض، مع الأغطية البلاستيكية في مزرعة في قانسو، الصين ٩٤
(١,١,٤م) حصاد المياه من أنواع مختلفة من الأسطح في مقاطعة قانسو، الصين (الجريان السطحي ٪).....٩٥
(١,٢,٤م) الاستفادة من منحدرات مغطاة بألواح بلاستيكية لتجميع مياه الأمطار....٩٧
(٢,٢,٤م) يسمح استخدام حصاد الجريان السطحي لأغراض الري بالتنقيط للمحاصيل البستانية ٩٨
(٤,٨) الجريان السطحي السنوي (٪) من مختلف مواد المستجمعات المائية الاصطناعية في المنطقة اللويس شبه القاحلة في الصين ٩٩
(٤,٩) العلاقة بين أبعاد مستجمعات المياه والاستثمار (العمل و / أو رأس المال) لمختلف ممارسات حث الجريان السطحي.....١٠١
(٤,١٠) ملاءمة تقنيات حث الجريان السطحي على مختلف أنظمة حصاد المياه. ١٠١

الفصل الخامس

(٥,١) المعايير الرئيسية التي تؤخذ بالاعتبار عند اختيار منطقة حصاد المياه المناسبة. ١٠٤
(٥,٢) العلاقة بين الأمطار، والغطاء النباتي، والجريان السطحي في غرب أفريقيا. ١٠٧
(٥,٣) خواص التربة يؤثر بقوة على كفاءة حصاد المياه. ١٠٨
(٥,٤) أنواع التربة الملائمة لمناطق مستجمعات المياه والزراعة في نظم حصاد المياه. ١٠٩
(١,١,٥م) تظهر في الصور عالية الجودة من جوجل السمات الطبوغرافية، والبنية التحتية، وحتى النباتات.....١١٤
(٢,١,٥م) صور الأرض من جوجل تستخدم لتخطيط التداخل مع حصاد المياه في ليبيا.... ١١٥
(١,٢,٥م) خريطة تظهر إمكانية حصد مياه الجريان السطحي في جميع أنحاء أفريقيا... ١١٧

(١,٣,٥م) خريطة تبين صلاحية حصاد المياه باستخدام سداد ترابية على الكفاف لجمع مياه الجريان السطحي لزراعة الشجيرات..... ١١٩
(٢,٣,٥م) خريطة تبين صلاحية حصاد المياه باستخدام أحواض صغيرة لجمع مياه الجريان السطحي لزراعة الأشجار..... ١١٩
(٥,٥) مبدأ تهيئة GIS اعتمادا الصور الجوية وخرائط التضاريس الرقمية. ١٢٠
(٥,٦)شجرة القرار المستخدمة لتحديد مواقع حصاد المياه المحتملة في شمال منطقة كايس في مالي.. ١٢٢
(١,٤,٥م) إمكانية jessour (أ) وتوبياس tabias (ب) في منطقة الدراسة (اللون الأخضر) وفقا لتراكم التدفق والمنحدرات. (١) فقط استخدام تراكم تدفق المياه، (٢) استخدام المنحدر فقط، (٣) استخدام كلا الطريقتين تراكم التدفق والمنحدر على حد سواء. ١٢٣

الفصل السادس

(١,٦) منحنيات معدلات الرشح النموذجية والرشح التجميعي للتربة الرملية المزيجية والتربة الطينية السلتية تحت شدة مطر ثابتة وتساوي تقريبا ٢٨مم/ ساعة. ١٣٠
(٢,٦) زراعة الذرة مناسبة تماما تحت ظروف حصاد المياه..... ١٣٢
(٣,٦) محصول شعير يعاني من الإجهاد (يمين) وغير مجهد (يسار) خلال مرحلة الإنتاج في مناخ البحر الأبيض المتوسط. الشعير غير المجهد يحصل على بعض الري التكميلي خلال الفترات الحرجة. الصورة من إيكاردا..... ١٣٧
(٤,٦) المطر التراكمي والاستهلاك المائي التراكمي المستخدم بواسطة الشعير في بريدا، سوريا، ١٩٨٠-٩٩. ..... ١٤٣
(٥,٦) الجريان السطحي يمكن قياسه مباشرة باستخدام أجهزة القياس، مثل الموجود في كانغوسينو، Kanguessanou بمقاطعة كايس، مالي. ١٤٥
(٦,٦) زاوية المنحدر يُعد عامل رئيسي في اختيار تقنية حصاد المياه. (Prinz, 2010)..... ١٤٧
(٧,٦) التباين من المياه المتاحة (AW) في منطقة جذور المحاصيل تحت حصاد المياه في المستجمعات الصغيرة خلال موسم النمو باستخدام مستجمعات مختلفة: قيم (CCR) لمنطقة الزراعة. إجمالي الأمطار الموسمية ٢٠٠ مم (٤٠ مم منها قبل الزراعة)، يفترض بأن استخدام المياه للمحاصيل تساوي ٣٦٠ مم. ١٥٤
(٨,٦) تخطيط نموذجي لمستجمع صغير من نوع هلال لحصاد المياه..... ١٥٧

(٦,٩)مخطط لمستجمع مائي صغير من نوع نيغارم. ١٥٩
(٦,١٠) مقطع عرضي لمستجمع نوع negarim (الخط A– A في الشكل ٦,٩). الشجرة تم زرعها في أسفل حفرة الرشح ١٥٩
(٦,١١) المقطع العرضي لمستجمع negarim التي تزرع فيه الشجرة على الدرجة إذا كان النبات حساس للغمر (برينز، ٢٠١٠). ١٦٠
(٦,١٢) مقطع عرضي لشبه منحرف نموذجي لسداد حصاد المياه أو حاجز. ١٦١
(٦,١٣) توزيع منشآت المياه الرئيسية في مخطط لمستجمع مياه كبيرة في مالي. القنوات التي توصيل المياه إلى الحقول المزروعة تبدأ من هذا المنشأ، كذلك قناة التخلص من المياه الزائدة. مثل هذه المنشآت يجب اختيار أبعاده بأكبر دقة ممكنة. ١٦٣

الفصل السابع

(٧,١) (أ) و (ب): قياس عمق التربة وأخذ عينات منها في موقع حصاد المياه المحتمل في تمامسرت Tamasert، ليبيا. التربة المحلية من نوع الرملية المزيجية، التي تتصف برشحها الجيد، وسعتها المتوسطة لتخزين المياه. ١٦٧
١,١,٧م زراعة محصول الذرة في نظام مستجمع وضعي طويل الانحدار في مالي. ١٦٨
(٧,٢) جرار مصنوعة من الطين (في الواجهة)، وصهاريج إسمنتية حديثة مستخدمة في جنوب فيتنام. ١٦٩
(٧,٣) خزان إسمنتي مستخدمة في المناطق الساحلية في فيتنام ١٦٩
(٧,٤) خزان من مادة البلاستيك PVC جاهز لتخزين مياه الأمطار المستخدمة على نطاق واسع في شرق أفريقيا. تتوفر تجاريا بالاحجام ١ و ٢ و ٥ و ١٠ م٣..... ١٧٠
(٧,٥) تجميع مياه الأمطار على السطح في شمال شرق البرازيل. يتم تخزين المياه في خزانات مبنية ومدفونة لنصفها. الفتحة تسمح بتنظيفها بسهولة..... ١٧٠
(٧,٦) خزانات تم تغطيتها في إثيوبيا، التي شيدت بتمويل من منظمة غير حكومية. هذا النوع من الخوانات ممتازة للمحافظة على المياه، ولكن أبعد من القدرة المالية لمعظم صغار المزارعين.١٧٢
(٧,٧) بركة تخزين في شمال شرق البرازيل، مبطنة بأغطية بلاستيكية. ١٧٤
(٧,٨) خزان مزرعة صغيرة للري التكميلي في تونس. ١٧٤
(٧,٩) سد أرضي صغير مكسور بسبب عدم وجود مفيض بسعة كافية للتعامل مع ذروة الفيضان ١٧٥

(٧,١٠) سد من حجارة مستخدمة لحصد مياه الفيضان في واد شمال غرب مصر. يتم استخدام المياه للري التكميلي للمحاصيل الحقلية، وتغذية المياه الجوفية. ١٧٦
(٧,١١) تخطيط يوضح مقطع عرضي لخزان مزروع من نوع khadin ١٧٧
(٧,١٢) حفيرة في الأردن: يكون الماء في هذه الحفرة متاحا لمدة ٣ أشهر بعد انتهاء موسم الأمطار. ١٧٩
(٧,١٣) حفيرة محسنة في الأردن: لا يسمح للحيوانات الدخول في الحفيرة، بل تسقى من ساقية خارج الحوض .T ١٧٩
(٧,١٤) سد خرساني في عُمان (أعلى)، وسد ترابي في سوريا (أسفل). ١٨٠
(٧,١٥) صهريج حديث خرساني في شمال غرب مصر. ١٨٢
(٧,١٦) رفع الماء من صهريج تقليدي في مصر. ١٨٢
(٧,١٧) مقطع عرضي لحوض صهريج منخفض التكلفة (حجم ٣٠ م٣) تم تطويره للمناطق الريفية في شمال ليبيا. الحوض مغطي بألواح الحديد المموج. يتم تخزين مياه السيح السطحي خلال هطول الأمطار في الحوض ١٨٢
(٧,٢,١م) حوض ترسيب وصهريج في مقاطعة جانسو، جمهورية الصين الشعبية ... ١٨٤
(٧,٢,٢م) قبو مياه (من الأمام) في مقاطعة جانسو، جمهورية الصين الشعبية (Yuanhong) ١٨٤
(٧,٣,١م) تصميم صهاريج المستخدمة في قانسو. ١٨٥
(٧,٣,٢م) الماء يمر من خلال مصيدة الطمي قبل الدخول إلى الصهريج في مقاطعة قانسو، جمهورية الصين الشعبية. ١٨٦
(٧,٣,٣م) المياه من الصهاريج تستخدم لري المحاصيل. ١٨٦
(٧,١٨)سد رملي يعمل. رواسب خشنة ترسبت أمام مجرى أعلى السد. عندما تقترب الرواسب من مستوى أعلى السد، يمكن في هذه الحالة من زيادة ارتفاع السد. ويوصى باستشارة خبير بناء ١٨٨
(٧,١٩) مقطع عرضي تخطيطي لسد تخزين رملي نموذجي. ١٨٩
(٧,٢٠) تصميم ومقطع عرضي لسد تسرب عميق ١٩٠
(٧,٢١) رسم تخطيطي لسد تحت أرضي. ١٩٠
(٧,٢٢) حفر خندق لبناء سد تحت سطح الأرض. ١٩١
(٧,٢٣) بناء سد تحت الأرض في النيجر وغرب أفريقيا. ١٩١

الفصل الثامن

(٨,١,١م) أخدود تآكل في Hawatim Thella، ليبيا. عمق الأخاديد ٦-٧ م يصل إلى ١٥ م ١٩٥
(٨,١,٢م) الأخاديد تتوسع بشكل مطرد إلى أعلى التلة وتدمر الأراضي الزراعية الخصبة مثل أشجار الفاكهة الظاهرة في الخلفية. ١٩٦
(٨,١,٣م) مقطع عرضي لمنطقة حواتم ثيلا Hawatim Thella مبيناً منشآت حصاد المياه والتدابير المقترحة للحفاظ على التربة..... ١٩٦
(٨,١) باحث من معهد المناطق القاحلة، تونس، ومزارع بجنوب تونس يناقشان قضايا حصاد المياه..... ١٩٨
(٨,٢) العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند تنفيذ تقنية حصاد المياه في موقع معين. ١٩٩
(٨,٣) استخدام آلات مكلفة كمحراث 'Dolphin' لعمل أحواض Vallerani واسعة النطاق لحصاد المياه في البادية السورية التي تعتبر مسألة تخطيط شامل طويلة الأمد، وتقييم اقتصادي دقيق ٢٠١
(٨,٤)العناصر الأساسية لنجاح تكامل حصاد المياه مع تكنولوجيا الري الحديثة بناء على مثال من تونس..... ٢٠٢
(٨,٥) منشآت حصاد المياه مثل هذا الهدار للقياس في نظام المستجمع الكبير يجب مراقبته بانتظام لضمان صيانة سريعة وفعالة..... ٢٠٣
(٨,٦) الحجم التراكمي للتدفق الداخل الذي يحتمل أن يحجز، ويستخدم بشكل مفيد باستخدام جريان سطحي من منشأة سعتها التخزينية ١٠٠ م٣ في منطقة خناصر، شمال سوريا..... ٢٠٤
(٨,٧) هدار قياس في وادي يستخدم لمراقبة الجريان في البادية السورية. ٢٠٧
(٨,٨) قياس جريان المياه في قناة صغيرة في البادية السورية. الخزان الصغير في الأرض يمكن تخزين حوالي ١ م٣ من الجريان السطحي. من المستحسن وضع طبقة إسمنتية فوق سطح التربة حول الخزان لتجنب تآكل التربة، وتفادي الأخطاء في تقدير الجريان السطحي. يمكن تجهيز حواجز سداد صغيرة dikes على كلا جانبي الخزان لتوجيه المياه وإجبار جميع التدفق لمرور من فوق الخزان، ومنع التآكل على جانبي الخزان..... ٢٠٨
(٨,٩) الحصول على البيانات اللازمة لتنفيذ، ورصد، وتقييم تطور مشروع حصاد المياه..... ٢٠٨
(٨,٢,١م) سد خرساني مسلح يحجز الجريان في مقدمة upstream المستجمع المائي، وخط الأنابيب البلاستيكية تنقل المياه المخزنة إلى حقول في الأسفل..... ٢١٠

(٨,٢,٢م) باحث من معهد المناطق القاحلة (IRA) في مدنين، تونس، قرب افتتاح نظام ري بالتنقيط تحت سطحي. ٢١١
(٨,٢,٣م) مقطع عرضي لموقع المشروع مستجمع مائي كبيرة في جنوب تونس. ٢١١
(٨,٣,١م) مشروع مستجمع مائي كبيرة في Kanguessanou، مالي: تم تنفيذ الأعمال الإنشائية من قبل المزارعين أنفسهم. الغذاء مقابل العمل يسهل الأنشطة. ٢١٢
(٨,٣,٢م) حقول مغمورة بالمياه بعد هطول أمطار غزيرة. ٢١٣
(٨,٣,٣م) منشأ تحويل متناسب. ٢١٣
(٨,٣,٤م) منشأ تحويل يدوي. ٢١٤
(٨,٣,٥م) حجز وحصد المياه قد زاد إنتاجية الذرة بشكل كبير في Kanguessanou، مالي. ٢١٤

الفصل التاسع

(٩,١) إعادة تغذية المياه الجوفية عن طريق مياه الفيضان الحصاد في المملكة العربية السعودية. تقييم الفوائد الاقتصادية لمثل هذا المشروع لا يكاد يكون ممكنا. ٢١٩
(٩,٢) الفوائد التجميعية الإجمالية، التكاليف الإجمالية، وصافي الفوائد بالنسبة للقمح المزروع بمختلف المعاملات مياه الحصاد بلوشستان، باكستان (قيم سنة ١٩٨٦، متوسطات لمدة ست سنوات). ٢٢٣
(٩,٣) الأطراف المعنية في مشروع حصاد المياه لأغراض الزراعة. ٢٢٧
(٩,٤) مختلف جوانب الاستدامة فيما يتعلق بحصاد المياه. ٢٣٥
(٩,٥) مثال افتراضي لتقييم إنجاز الاستدامة. ٢٣٩

الفصل العاشر

(١٠,١) صهريج في شمال شرق ليبيا. يتم ضخ المياه من البئر إلى الحوض الصغير (في المقدمة) لتزويد الماعز والأغنام وغيرها من الحيوانات. لمنع تلوث مياه الصهريج، يجب أن يكون المعلف موجودا على بعد عدة أمتار، على أن تكون فتحة دخول الماء في الجانب المقابل. ... ٢٤٤
(١٠,٢) وادي غمرته المياه في جنوب المغرب. ترتبط كل الفيضانات مع انتقال الرواسب وزيادة تعكر الماء. ٢٤٦
(١٠,٣) خزان لمياه الأمطار في منطقة أمهرة، إثيوبيا. يتم استخدام المياه التي تم جمعها من على السطح (السقف) بشكل رئيسي للأغراض المنزلية، وأحيانا للزراعة. ٢٤٨

(١٠,٤)مستجمع مائي شيد مع صهريج لتغطية متطلبات مياه الشرب والمنزلية المحلية في قرية تونسية صغيرة. ٢٥٠
(١٠,٥) في هذا المثال من إثيوبيا، مياه الجريان السطحي لا بد أن تمر من خلال اثنين من أحواض التسيب قبل أن تصب في البركة المغلقة. ٢٥١
(١٠,٦) تدفق المياه بعد هطول الأمطار إلى قاع النهر سريع الزوال في جنوب تونس. الماء يحرك جزيئات التربة، التي قد تحمل المواد الغذائية، وكذلك الملوثات الكيميائية. ٢٥٢
(١٠,٧) مياه الجريان السطحي التي تتدفق من خلال منشأ مائي (بربخ) culvert بعد حدث هطول الأمطار في البادية السورية. المياه غنية في الرواسب، التي تستقر في أسفل المجرى..... ٢٥٢
(١٠,٨) لرواسب التي تحملها المياه المتدفقة تترسب وتغيير تشكيلة مجرى النهر سريع الزوال. ٢٥٣

قائمة الجداول

(١,١) الظواهر والآثار الناجمة عن تغير المناخ العالمي (GCC)، وتدابير التكيف المتعلقة بحصاد المياه. ١٣
(١,٢) تحديد تردد المطر السنوي لوادي الخناصر، سوريا باستخدام طريقة Weibull ٢٣
(٢,٢) أقصى معامل جريان سطحي (MSRC) للحد الفاصل للمطر threshold rain الذي يساوي ٢مم في وادي خناصير، حلب، سوريا، ١٩٥٧/ ٥٨ – ٢٠٠٠/ ٢٠٠١. ..... ٣٢
(٢,٣) أقصى معامل جريان سطحي (MSRC) للحد الفاصل للمطر threshold rainالذي يساوي ٤مم في وادي خناصير، حلب، سوريا، ١٩٥٧/ ٥٨ – ٢٠٠٠/ ٢٠٠١. ..... ٣٣
(٢,٤) أقصى معامل جريان سطحي (MSRC) للحد الفاصل للمطر threshold rain الذي يساوي ٦مم في وادي خناصير، حلب، سوريا، ١٩٥٧/ ٥٨ – ٢٠٠٠/ ٢٠٠١. ..... ٣٤
(٢,٥) أقصى معامل جريان سطحي (MSRC) للحد الفاصل للمطر threshold rain الذي يساوي ٨مم في وادي خناصير، حلب، سوريا، ١٩٥٧/ ٥٨ – ٢٠٠٠/ ٢٠٠١. ..... ٣٥
(٢,٦) معامل الجريان السطحي الموصى به لتخطيط مستجمع صغير لحصد المياه في وادي خناصير، حلب، سوريا. ٣٥
(٣,١) الملامح الرئيسية للمجموعات الرئيسية من وسائل وتقنيات حصاد المياه. ٤٣
(٣,٢) تصنيف أساليب وتقنيات حصاد المياه. ٤٤
(٤,١) خصائص طرق حث الجريان السطحي في مناطق مستجمعات المياه لتعزيز حصاد المياه. ١٠٠
(٥,١) طرق تحديد المعايير ذات الصلة لحصاد المياه ١١٠
(٥,٢) معلومات لتخطيط حصد المياه يحصل عليها من نظم الاستشعار عن بعد..... ١١٢
(٦,١) القيم النموذجية لسعة احتفاظ التربة بالماء (الخزن)..... ١٢٨

(٦,٢) قيم للدلالة على أقصى عمق جذور فعالة لمختلف مجموعات المحاصيل لظروف حصاد المياه..... ١٢٨
(٦,٣) القيم النموذجية لمعدل الرشح النهائي (الأساسي) لمختلف قوام التربة..... ١٣١
(٦,٤) الحساسية العامة لجفافية المحاصيل ١٣٢
(٦,٥) الاحتياجات المائية لمحاصيل مختارة تحت ظروف زراعة مروية بشكل كامل مع إدارة سليمة..... ١٣٦
(٦,٦) الاستهلاك المائي للخضروات في الأردن تحت ظروف حصاد المياه ١٣٨
(٦,٧) الاستهلاك المائي للبقوليات في الأردن تحت ظروف حصاد المياه. ١٣٨
(٦,٨) الاستهلاك المائي للحبوب في الأردن تحت ظروف حصاد المياه..... ١٣٩
(٦,٩) الاستهلاك المائي للعشب في الأردن تحت ظروف حصاد المياه..... ١٣٩
(٦,١٠) الاستهلاك المائي للشجيرات (الأحراج) في الأردن تحت ظروف حصاد المياه. ١٣٩
(٦,١١) الاستهلاك المائي لأشجار الفواكه في الأردن تحت ظروف حصاد المياه. ١٤٠
(٦,١٢) المتوسط الشهري، أكثر وأقل سنة ممطرة، في بريدا، شمال سوريا (١٩٨٠-١٩٩٩) جنبا إلى جنب مع هطول الأمطار الشهرية عند ٧٠٪ احتمالية تجاوز في السنة، ومتوسط الاستهلاك المائي الشهري للشعير في المنطقة. لا تهطل الأمطار خلال فترة أشهر يونيو-سبتمبر. ١٤١
(٦,١٣) الخطوط العريضة اللازمة لتقنيات الحصاد من المستجمعات الصغيرة الرئيسية. ١٤٦
(٦,١٤) منطقة المناخ المفضلة، وتحمل الجفاف والتغدق للأشجار ١٤٨
(٦,١٥) تحديد نسبة المساحة الأمثليه لمحصول استهلاكه المائي ٢٥٠ مم، ومعامل الجريان السطحي ٠,٤٠، وكفاءة التخزين في منطقة الجذور من ٠,٥٠..... ١٥٢
(٦,١٦) عمق المياه التي تم حصادها والمياه المتاحة في تربة المساحة المزروعة لفترة ١٠ أيام مع مستجمع المياه: نسبة المساحة المزروعة 1 :1 (CCR)، ومعامل الجريان السطحي (RC) يساوي ٠,٥٠ وكفاءة توزيع المياه على المساحة المزروعة (E) dsh,d ٨٥٪. ١٥٣
(٨,١) لمحة عامة عن متطلبات الصيانة، والتردد لبعض تقنيات حصاد المياه وترددها. ٢٠٥
(١٠,١) المستويات المطلوبة من الملوثات في إمدادات مياه المواشي، والمستويات التي من المحتمل أن تسبب مشاكل..... ٢٤٥
(١٠,٢) الاعتبارات الرئيسية في جودة المياه وفقا لنوع مياه نظام الحصاد. ٢٤٧

قائمة المربعات

(١ , ٢) الاحتياجات المائية المحاصيل، والاستهلاك المائي. ١٨
(٢ , ٢) دراسة حالة: حساب السعة الاستيعابية لنظام حصاد المياه التقليدية في تونس. ٣٧
(١ , ٣) دراسة حالة: حصاد المياه من الأسطح والساحات في مقاطعة قانسو، الصين. ٤٩
(٢ , ٣) دراسة حالة: مستجمعات المياه الكبيرة في مالي، غرب أفريقيا. (انظر المربع ٨,٣ لمزيد من المعلومات). ٧٣
(١ , ٤) حصاد المياه من أنواع الأسطح المختلفة في مقاطعة قانسو، الصين Gansu Province China.. ٩٥
(٢ , ٤) استخدام المنحدرات المغطاة بطبقات البلاستك لحصد مياه الأمطار. ٩٧
(١ , ٥) تطبيق تقنية صور جوجل الأرضية في تخطيط مشروع حصاد المياه. ١١٣
(٢ , ٥) تحديد إمكانية حصاد المياه في أفريقيا ١١٦
(٣ , ٥) استخدام GIS في التخطيط للتدخلات في حصاد المياه في سورية. ١١٨
(٤ , ٥) ملاءمة منشآت حصاد المياه في تونس. ١٢٢
(١ , ٧) إلى متى يمكن أن تغطي المحاصيل احتياجاتها المائية من المياه المخزنة في قطاع التربة؟.. ١٦٨
(٢ , ٧) صهريج في منطقة جبلية شبه قاحلة في مقاطعة قانسو Gansu، الصين. ١٨٣
(٣ , ٧) دراسة حالة: الصهاريج المستخدمة في مقاطعة قانسو، الصين. ١٨٥
(١ , ٨) حصاد المياه جنبا إلى جنب مع الحفاظ على التربة والمياه في ليبيا ١٩٥
(٢ , ٨) دراسة حالة: أمثليه (تحسين) استخدام مياه الأمطار في جنوب تونس. ٢١٠
(٣ , ٨) دراسة حالة: حصاد المياه في مستجمع مياه كبيرة في غرب مالي، غرب أفريقيا. ٢١١