BRAD LANCASTER

حصاد مياه الأمطار

ترجمة: لميس فؤاد اليحيى
مراجعة وتدقيق: محمود الزواوي

للأراضي الجافّة وأكثر

المجلّد 1

مبادئ إرشاديّة
للترحيب بالأمطار في حياتك وموقعك الخارجيّ

الكتاب الأكثر مبيعا
الحاصل على جوائز
حول
الحصاد المائيّ

براد لانكاستر

تقديم: غاري بول نبهان

ثناء لكتاب

حصاد مياه الأمطار
للأراضي الجافة وأكثر
مجلد 1

«براد لانكاستر هو واحد من أولئك الأفراد نادري الوجود، فهو يجمع قدرة عملية لتصميم وتنفيذ حلول منطقية لقضايا إدارة مياه الأمطار مع رؤية بيئية وسياسية واضحة لأهمية فعل ذلك. ويبين لنا براد في *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* كيف نستخدم مياه الأمطار حول منازلنا وفي مجتمعاتنا بحيث تعكس المناظر الطبيعية الرائعة التي يصنعها البشر وفرة الطبيعة. وبابتعادنا عن افتراضات ندرة المشاركة في الوفرة، فإن حياتنا ومجتمعاتنا يمكن أن تتحول.»

- ديفيد كونفير، دكتوراه، مهندس بيئي ومستشار التصميم المستدام والتنمية

«يا له من كتاب حماسي رائع. براد لانكاستر يعيش ما يبشر به - نمط حياة حريص على الماء هو المحور لمزيد من الحياة. براد معلم قدير، حبه واحترامه العميق للماء يشرق عبر كل صفحة.»

- بين هاجارد, مؤلف، مصمم أنظمة استدامة، وأستاذ زراعة مستدامة

إن كتاب براد لانكاستر *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* هو كتاب مهم، ويجب أن لا يقتصر تطبيق تعاليمه على الأراضي الجافة فقط، فهي تتناول استخدام الدورات الهيدرولوجية لإنشاء ودعم مناظر طبيعية رائعة مستدامة، والدروس عالمية ومفيدة أينما كنت تعيش. هذا الكتاب هو نقطة انطلاق للبدء بالإصلاح البيئي، وتعتبر قصته عن «الرجل الذي يزرع الماء» في إفريقيا صورة مصغرة وكناية عن الاستخدام الرائع لتعليمات تشغيل الطبيعة. موصى به بشدة!»

- جون تود، دكتوراه، بروفيسور أبحاث ومحاضر بارز، كلية روبنشتاين للموارد البيئية والطبيعية، جامعة فيرمونت، رئيس، أوشين آركس انترناشونال

«إن كتاب الحصاد المائي المهم وذو التوقيت الملائم هذا يقرؤ كمحادثة مع صديق موثوق به. وهو بحد ذاته دليل فعال على كيف تفعل ومن أجل ماذا للعيش ضمن وسائلنا في مستجمعات مياهنا المشتركة.

امتنان عميق لك يا براد لتسليط الضوء على الطريق للوفرة في هذه المناخات القاحلة!»

- باربارا كلارك، مديرة مشروع، مشروع مستجمع مياه تيران، كاسكابيل، أريزونا

جوائز

مُنح *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر، مجلد 1* الجوائز التالية:

- اختيار كتاب العام من قبل مكتبة مقاطعة بيما العامة

- شارك في التصفية النهائية لاختيار كتاب العام لمجلة فورورد
- الميدالية الفضية في جوائز كتاب الناشر المستقل
- أفضل كتاب بستنة/ زراعة من قبل جوائز كتاب أريزونا/ جليف
- أفضل كتاب أول من قبل جوائز كتاب أريزونا/ جليف

للاطلاع على شرح موجز عن صور الغلاف الداخلي أنظر الصفحة الأخيرة من الكتاب

«كتب براد لحصاد مياه الأمطار قد تكون الكتب الأكثر أهمية بين الكتب التي قرأتها كمهندس معماري، وكمختص زراعة مستدامة، وكمالك منزل. الاستراتيجيات البسيطة بشكل مذهل والطبيعية والجميلة المعروضة هي أدوات محتاجة بشدة لحل مجموعة كبيرة جداً من المشاكل المرتبطة بالمياه، من استخدام الطاقة وندرة المياه إلى إنتاج الغذاء والمناظر الطبيعية المتنوعة حيوياً التي يصنعها الإنسان. ويكشف براد عن أهمية مدخل تكاملي شامل للتعامل مع الماء في موقع ما، ويذكرنا بالعوائد العظيمة للتعامل مع مياه الأمطار كمورد قيم كما هي فعلياً.»

- جيل بورست، مهندسة معمارية ومديرة تنفيذية لـ ديزاين~بيلد~ ليف (صمم ~ ابن ~ عش)، أوستين، تكساس

«مجتمعنا الحديث مصاب بحالة شديدة من الأمية الهيدرولوجية. كتاب براد *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، في ثلاثة مجلدات، هو الترياق اللازم لتخفيف وباء التصلب الدماغي المؤثر على المنابع الجماعية لنظام غرورنا الثقافي! الممارسون الواقعيون لإعادة نشر الماء للأراضي الجافة وأكثر، سيجدون وفرة من المعلومات المتاحة والعملية في هذه الكتب. تعويذة الهيدرولوجيا الحافظة لـ -أبطئها- انشرها-رسِّبها لم تكن أبداً مبيّنة بشكل أفضل من حيث المفردات الواضحة والموجزة لمالك المنزل أو صاحب المزرعة أو مطور التقسيم أو مهندس مياه أمطار المدينة. سأجعل هذا الكتاب متطلباً لكل طلابي لمستجمعات مياه الأمطار في مجتمع باسينز أوف ريليشينز، وأشعر أنه يجب أن يكون كذلك أيضاً لكل مديري الأراضي ومخططي استخدام الأراضي. هذا الكتاب سيصبح بلا شك كلاسيكياً لكل أولئك الأشخاص الذين يؤمنون بمستقبل قائم على إعادة الإماهة بدلاً من التسبب في الجفاف، ومن أجل ذلك أقول، أحسنت يا براد!»

- بروك دولمان، مدير معهد واتر، مركز فنون وعلم البيئة الغربي

«يقدِّم براد لانكاستر المجلد الأول من أصل ثلاثة مجلدات حول رؤيته لما يمكن أن يسمى الهيدرولوجيا البيئية. إنه ليس مجرد كتاب عن حصاد مياه الأمطار، على الرغم من وجود العديد من الأفكار العملية عن كيفية الاستفادة من المياه التي تهطل على أرضك. إنه دليل مصمم لمساعدة القارئ على رؤية ما يراه براد عند النظر إلى جزء من مدينة أو موقع منزل ما. لقد حدد هدفه بأن يدربك على أن ترى أرضك والبيئة التي توجد فيها بطريقة جديدة، على أنها مورد طبيعي ليُدار بتناغم مع معيشتك هناك. وفي حين أن الحصاد المائي مركزي لعيش نموذج جديد، فإنه فقط جزء من رؤية أوسع مصممة لإثراء نوعية حياتك أثناء تعزيز البيئة المحيطة.

- جيمس جيه. رايلي، دكتوراه، قسم التربة والماء والعلوم البيئية، جامعة أريزونا

كما يحدث مع جوزات البلوط الصغيرة التي تنمو لتصبح سنديانات ضخمة، فإن كلمات بين فرانكلين البليغة والحكيمة قد تكون أكثر قيمة اليوم: 'لا تضيع، ولا تطلب، فلس توفره هو فلس تكسبه.' إن ترقب الأمطار ومن ثم حصادها وتخزينها لتغذية البيئة المحلية،

ومصدر غذائنا، ونوعية هوائنا ومائنا، والبهجة البصرية لحواسنا هو نموذج طبيعي لنا لنحاكيه. وتبين لنا سلاسل كتب براد لانكاستر الرائدة، *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، كيف يمكننا محاكاة الطريقة التي تعمل بها الطبيعة، حيث أنها توفر مباشرة الموارد اللازمة لدعم عالم ذي استخدام كفؤ وفعال للماء ما يساعد على خلق وفرة في حياتنا كلها.»

- د. وين مودي، المعهد الأمريكي للمخططين المعتمدين (إيه آي سي بي)، مُخَطِّط

«*حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، المجلد 1 هو أكثر من مجرد نص عن كيفية حصاد مياه الأمطار. إنه أسلوب حياة يعيد التغذية لأرضنا بدلاً من الأخذ باستمرار الذي أصبح هو القاعدة. وقد أصبح أسلوب الحياة هذا، تقريباً، ديناً بالنسبة لبراد؛ وكما يوضح، فإنه يجب أن يكون كذلك بالنسبة لنا جميعاً.»

- هيثر كينكاد- ليفاريو، آر إل إيه، رئيسة الجمعية الأمريكية لأنظمة مستجمعات مياه الأمطار (إيه آر سي إي إيه)، مؤلفة تصميم للماء

يحتاج العالم إلى مزيدٍ من ذوي الرؤى العملية من أمثال براد لانكاستر! مازجاً بين معرفته الخاصة وتجربته وحكمته مع الحكمة والممارسات الرصينة لحاصدي الماء من مناطق مختلفة حول العالم، يتيح لنا براد وصولاً إلى ثروة من الأدوات المحتاجة بشدة لإعادة التفكير بعلاقتنا مع نعمة الماء من السماء. هذا الرجل أكثر من مجرد مطبق لما يقول، إنه يعيشه، ويأكله ويشربه أيضاً!»

- ديفيد ايزنبيرغ، مدير مركز التطوير لتكنولوجيا ملائمة، مؤلف مشارك لكتاب سترو بيل هاوس، وعضو لفترتين في مجلس ادارة المجلس الأمريكي للمباني الخضراء

«في وقت تتفاقم فيه حدة ندرة الموارد والنزاع العالمي، يساعدنا هذا الكتاب الحيوي على استعادة السيطرة على مياهنا من خلال عرضه لنا كيفية تحسين إمدادنا المائي باستراتيجيات بسيطة ومسلية وفعالة، في المنزل وغير ذلك.»

- مود بارلو، مؤلفة العهد الأزرق و كبيرة المستشارين لشؤون المياه لرئيس الجمعية العامة للأمم المتحدة

«هذا الكتاب والتفكير القابع خلفه يجب أن يكونا جزءاً من التعليم الأساسي للمهندسين المدنيين والمهندسين المعماريين ومهندسي المناظر الطبيعية والمخططين في كل مكان. بإمكاني أن أرى، كمهندس مدني يعمل في مؤسسة مياه بلدية متقدمة تعمل في مناخ جاف، أنه لو اتبع أغلب مواطنينا هذه الممارسات، فإن العديد من تحدياتنا الحالية والمستقبلية ستخف وطأتها. إن الفوائد الجانبية الإيجابية من حيث التحكم في التآكل، وخلق موائل الطيور، والتبريد الطبيعي ستكون استثنائية.»

- باتريشيا ايزنبيرغ، بي إي، رئيسة سابقة، جمعية أريزونا للمهندسين المدنيين.

«في عالم مائي كعالمنا، يجب أن تكون دراسة كتاب براد مطلوبة لكل البشر. إن هذا العمل العلمي والمباشر، وفوق كل ذلك العملي، يوصل معرفة هامة لأولئك المتعطشين لعلاقة إيجابية مع الماء. شكراً لك يا براد لتقديمك السلس لمثل هذا العنصر المعقد والهام لاستدامة العالم.»

- بول إيه. برانسون، إيرثوايز تكنولوجيز إيكولوجيكال ريستوريشن

«كتاب براد لانكاستر *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، المجلد 1، هو مصدر رائع لنا نحن قاطنو الأراضي الجافة جميعاً! إن حماس لانكاستر والتزامه نحو أنماط حياة أراضٍ جافة أكثر استدامة وعطاءً يبرز من خلال كل فقرة، وكتابته جذابة ويمكن استيعابها

بسهولة، على الرغم من امتلائها بالمعلومات. إن هذا المزيج لا يجعل حصاد مياه الأمطار يبدو ضرورياً بشكل قطعي فحسب إذا كنا نريد العيش طويلاً في الأراضي الجافة، بل سهلاً وممتعاً كذلك!»

- ديفيد إيه. كليفلاند، بروفيسور، الدراسات البيئية، جامعة كاليفورنيا سانتا باربرا، مدير مشارك، مركز الناس والغذاء والبيئة، مؤلف مشارك لـ الغذاء من حدائق الأراضي الجافة

«إن كتاب براد رائع. لقد جعله سهلاً للقراءة، والصور والرسوم البيانية وحتى الرسوم الكرتونية تجعله سهل الاتباع وعملياً جداً، ومع ذلك فإن الأبحاث والصور موجودة هناك من أجل القراءة، ما يجعله كتاباً تعليمياً جداً أيضاً. حبه للموضوع يشرق بطريقة غير واعظة أبداً. إنه إنجاز بارز. إنه ملائم جداً لكل الأماكن حول العالم. من الواضح أن الماء سيكون واحداً من أهم مواضيع القرن الحادي والعشرين، وهو يعالجه بطريقة حيث يمكن لكل شخص أن يلعب دوره.»

- بول هالوز، سانتا باربرا، كاليفورنيا

براد لانكاستر يقدم حلولاً بسيطة واختبِرَت على مر الزمن لاستخدام أفضل للمياه الساقطة على الممتلكات. تملك الأدوات والاستراتيجيات المعروضة القدرة على مساعدة مالكي المنازل على استبدال ما يقارب جميع استخداماتهم للمياه من الطبيعة بالمياه المستمدة من موارد في الموقع: مياه الأمطار ودورة مياه الأمطار والمياه الرمادية.»

- هندسة الماء في أستراليا

«هذا الكتاب هو الأفضل من كِلا العالمين، السهل جداً في الاستخدام ، والتثقيفي جداً. فطبيعته العملية والمباشرة هي ترياق للتقاعس بسبب الارباك والحيرة. وسيكون بلا شك مصدراً مهماً لعملنا في معهد تعليم الزراعة المستدامة للأطفال وميسراً لإيصال الزراعة المستدامة والحصاد المائي في المدارس.»

- باتي باركس-واسيرمان، مديرة ومؤسسة معهد تعليم الزراعة المستدامة للأطفال

«لقد كنت أبحث عن كتاب كهذا منذ وقت طويل. أي كتاب يستطيع أن يعلمني، ولدي فقط معرفة وليس الكثير من الاهتمام بالتفاصيل الميكانيكية الصغيرة أو المجهدة للظهر، البدء بحفظ مياه الأمطار مباشرة. وخلال العملية، توفير المال وإراحة الضمير والأفضل من كل ذلك، الإتيان بحياة أكثر خضرة.»

- بيتر وايلد، أخبار الماء الأمريكية

انظر www.HarvestingRainwater.com للاطلاع على المزيد من الشهادات والمراجعات للكتاب

مبادرة المطبعة الخضراء

إن رينسورس بريس ملتزمة في الحفاظ على الغابات القديمة وعلى الموارد الطبيعية. وقد اخترنا أن نطبع هـذا الكتـاب عـلى ورق سـبق وأن اسـتخدم، وتمـت معالجتـه بـدون استخدام الكلور وإعادة تدويره بنسبة 100٪. وكنتيجـة لـذلك، فقـد وفرنـا في هـذه الطباعة:

75 شجرة (بإرتفاع 40' وقطر 6-8")
386 , 34 غالوناً من المياه العادمة
24 مليون بي تي يو (وحدة حرارية بريطانية) من الطاقة الإجمالية
088 , 2 باوناً من النفايات الصلبة
140 , 7 باوناً من غازات الدفيئة

لقد اتخذت رينسورس بريس هذا الخيار بالنسبة للورق لأن المطبعة التي نتعامل معهـا، شركة تومسون - شور، هي عضو في مبادرة المطبعة الخضراء، وهو برنامج غير ربحـي مكرس لدعم المؤلفين والناشرين والمزودين في جهودهم لتقليص استخدامهم للألياف التي يتم الحصول عليها من الغابات المعرضة للزوال.

تم استخدام إنفايرونمنتال ديفنس بيبر كالكوليتور لتقديرات الأثر البيئـي. لمزيـد مـن المعلومات قم بزيارة: www.papercalculator.com

الصندوق المجدد

حالما يتم استرداد تكاليف الإنتاج، سوف يتم تحويل 10٪ من الأرباح العائدة من بيع كل نسخة من الكتاب إلى «الصندوق المجدّد». وهذا سيساعد في تمويل مشاريع وعروض ومطبوعات تعمل على المزيد من الترويج لحصاد مياه الأمطار وغيره من اسـتراتيجيات العـيش المستدام. وسوف يتم استخدام التمويل كذلك من أجل المساعدة في توزيع هذه الموارد على المكتبات والمدارس.

حصاد مياه الأمطار
للأراضي الجافة وأكثر

المجلد 1

مبادئ إرشادية للترحيب بالأمطار
في حياتك وموقعك الخارجي

براد لانكاستر

الرسوم التوضيحية

جو مارشال

سيلفيا رايسيز

آن أودري

روكسان سوينتزيل

جيفين تروي

مطبعة رينسورس

توسون، أريزونا

www.HarvestingRainwater.com

حقوق الطبع والنشر © 2006، 2008، 2009 بواسطة براد لانكاستر
جميع الحقوق محفوظة

منشور بواسطة:
رينسورس بريس
813 N. 9th Ave. Tucson, AZ 85705
U.S.A
www.HarvestingRainwater.com

الطبعة الأولى 2006
الطبعة الثانية 2006
الطبعة الثالثة 2008، منقح
الطبعة الرابعة 2008، منقح
الطبعة الخامسة 2009، منقح

مطبوع ومجلَّد في الولايات المتحدة الأمريكية على ورق خال من الحمض والكلور، قابل 100٪ لإعادة التدوير بعد الاستهلاك

تصميم الغلاف: كاي ساذر
صورة الغلاف الأمامي: جيفين تروي
رسوم الغلاف الخلفي: جو مارشال، www.planetnameddesire.com
صورة الغلاف الخلفي: كيمي آيزيل
تصميم الكتاب: تيري ريندل بينغهام
الرسوم التوضيحية: جو مارشال، سيلفيا رايسيز، آن أودري، روكسان سوينتزيل
الصور الفوتوغرافية: جميع الصور بواسطة براد لانكاستر ما لم يذكر غير ذلك

لانكاستر براد
الحصاد المائي لمياه الأمطار وأكثر، المجلد 1، مبادئ إرشادية للترحيب بالأمطار في حياتك وموقعك الطبيعي/ براد لانكاستر
بيه. سي إم.
يتضمن إشارات ببليوغرافية وفهرس
ISBN 978-0-9772464-0-3
1. حصاد مياه الأمطار. 2. الحصاد المائي. 3. تصميم المناظر الطبيعية. 4. علم البيئة. 5. التنمية المستدامة. 6. تكنولوجيا افعلها بنفسك.

رقم تحكم مكتبة الكونغرس (إل سي سي إن): 2005907763

هذا الكتاب لأغراض المعلومات فقط. إنه ليس مقصوداً لترويج أي خرق للقانون، وهو صحيح وكامل حسب أفضل ما لدى المؤلف من معرفة. الكاتب يعفي نفسه من أي مسؤولية قانونية ناجمة عن استخدام هذه المعلومات.

إلى

والديّ ستيو وديانا لانكاستر
وجدي وجدتي هيرب ومارثا لانكاستر
فريتس وجين فانت هوجرهويز
لتشجيعهم المتواصل لي على السعي وراء أفكاري وأحلامي الجامحة

السيد زيفانيا بيري ماسيكو وعائلته
لتمكيني من الحصول على رؤية شاملة

كل خادمي الأرض
الذين يعلّمون عن طريق المثال الذي يعيشون

المبادئ الثمانية
لحصاد مياه أمطار ناجح

1. **ابدأ بمراقبة طويلة ومتأملة.**

استخدم جميع حواسك لمعرفة أين تتدفق المياه وكيف. ما الذي ينجح وما الذي لا ينجح؟ ابن على الذي ينجح.

2. **ابدأ من أعلى، أو قمة، منطقة مستجمعاتك المائية واعمل متجهاً نحو الأسفل.**

الماء ينحدر نحو الأسفل، لذلك قم بجمع الماء في النقاط المرتفعة لديك من أجل مزيد من التسرب المباشر وتوزيع سهل بفعل الجاذبية الأرضية. ابدأ من الأعلى حيث تكون سرعة وحجم تدفق الماء أقل.

3. **ابدأ بأعمال صغيرة وبسيطة.**

اعمل على القياس البشري كي تتمكن من بناء وإصلاح كل شيء. إن العديد من الاستراتيجيات الصغيرة تكون فعالة أكثر بكثير من واحدة كبير حين تحاول أن تسرب الماء للتربة.

4. **اعمل على نشر وتسريب تدفق المياه.**

بدلاً من جعل الماء ينساب حاتّاً سطح الأرض، ادفعه لأن يبقى حول المكان، و«يسير» حول المكان، ويتسرب إلى التربة. أبطئه، وانشره، وسرِّبه.

5. **خطط دائماً لإيجاد مسرب للفائض، وتعامل مع تلك المياه الفائضة على أنها مورد.**

ليكن لديك دائماً مجرى لفائض الماء في أوقات الأمطار الزائدة الغزيرة، وحيث أمكن، استخدم ذلك الفائض كمورد.

6. **اعمل على زيادة الغطاء الأرضي الحي والعضوي إلى الحد الأقصى.**

أوجد إسفنجاً حياً بحيث يستخدم الماء المحصود لخلق مزيد من الموارد، في حين تتحسن قدرة التربة على تسريب المياه والاحتفاظ بها تدريجياً.

7. **اعمل على زيادة العلاقات المفيدة والكفاءة إلى الحد الأقصى عن طريق «تعديد الوظائف».**

اجعل استراتيجياتك للحصاد المائي تقوم بأكثر من مجرد الاحتفاظ بالماء. فتستطيع السواتر أن تقوم بعمل إضافي كممرات ناتئة عالية وجافة. كما يمكن للنباتات أن توضع لتبريد المباني. ويمكن كذلك اختيار الغطاء النباتي لتوفير الغذاء.

8. **قم بإعادة تقييم نظامك باستمرار: «حلقة التغذية الراجعة».**

لاحظ كيف يؤثر عملك على الموقع - البدء مجدداً بالمبدأ الأول. قم بأي تغييرات مطلوبة، مستخدماً المبادئ لإرشادك.

المحتويـات

قائمة الرسوم التوضيحية xiii
قائمة المعلومات الموجودة داخل صناديق xvii
شكر وتقدير xix
تمهيد بقلم جاري بول نبهان xxi
مقدمة 1
تطوري في الحصاد المائي 2
لمن هذا الكتاب؟ 3
كيف تستخدم هذا الكتاب والمجلدين 2 و3 4
قيمة ماء المطر 6
حصاد مياه الأمطار عبر الأرض والزمن 8
التحول بعيداً عن مياه الأمطار 8
ندرة أم وفرة 9
درب مجتمعي 18
دربنا نحو الوفرة 21
أسئلة وأجوبة حول حصاد مياه الأمطار 23

الفصل 1. الرجل الذي يزرع الماء والمبادئ التوجيهية للحصاد المائي 25
الرجل الذي يزرع ماء المطر 25
المبادئ الثمانية لحصاد مياه الأمطار 33
أخلاقيات الحصاد المائي 43

الفصل 2 تقييم موارد موقعك المائية 45
الدورة الهيدرولوجية - الجهاز الدوري لكرتنا الأرضية 45
مستجمعات المياه ومستجمعات المياه الفرعية - تحديد الجزء الخاص بك في الدورة الهيدرولوجية 46
حدِّد مستجمع مياه موقعك وراقب تدفق مياهه 48
قدِّر احتياجات موقعك من الماء 55
مثال من واقع الحياة: العيش في حدود

ميزانية مياه الأمطار لمنازل تقع في أراض جافة 57

الفصل 3 لمحة عامة: الحصاد المائي بواسطة السدود الترابية أو خزانات الماء أو كليهما 61

كيف تخطط لاستخدام مياهك المحصودة؟ 61

توصيات للحصاد المائي لموقع خارجي حول المنزل 62

عينة من استراتيجيات/ أساليب 63

مثال من واقع الحياة: مجتمع الأمطار الجارية 81

الفصل 4 التصميم المتكامل 87

مسار الشمس 88

الأنماط السبعة للتصميم المتكامل 90

دمج عناصر تصميم موقعك لإنشاء موقع خارجي مجدِّد 109

اربط جميع الأشياء معاً: إنشاء تصميم متكامل 110

مثال من واقع الحياة:إدخال تعديلات من أجل حصاد مياه أمطار متكامل في مناطق حضرية، في توسون في ولاية أريزونا 112

الملحق 1. أنماط من التدفق المائي والتعرية مع إمكانياتها للاستجابة للحصاد المائي 121

الملحق 2. تقاليد الحصاد المائي في الصحراء الجنوبية الغربية 131

الملحق 3. حسابات الحصاد المائي 137

الملحق 4. قوائم لأمثلة نباتات وحسابات المياه اللازمة لمدينة توسون، ولاية أريزونا 149

الملحق 5 أوراق العمل: أوراق تفكيرك 157

الملحق 6 الموارد 169

الملحق 7 زوايا الشمس ومسارها 171

المصادر 175

مسرد المصطلحات 179

قائمة الرسوم التوضيحية

I.1.أ موقع خارجي يُصَرِّف الموارد 5
I.1.ب موقع خارجي يحصد الموارد 5
I.2 مياه الأمطار النقية 7
I.3 المطر مجاني دائماً 8
I.4أ درب الهدر نحو الندرة 9
I.4ب درب الترشيد نحو الوفرة 9
I.5أ موقع خارجي قائم على الدعم الحيوي 12
I.5ب موقع خارجي مستدام يعيد تدوير موارد الموقع 12
I.6أ الاستخراج المفرط للمياه الجوفية 13
I.6ب المحافظة على مياه البلدية/ مياه الآبار 13
I.7أ تلويث مياهنا ومستجمع مياهنا 15
I.7ب تنظيف مياهنا ومستجمع مياهنا 15
I.8أ تحويل المياه. السدود الكبيرة 17
I.8ب تدوير المياه 17
I.9 «شارع نهر الجريان السطحي» في عاصفة صيفية 18
I.10أ نهر سانتا كروز في مدينة توسون في العام 1904 19
I.10ب نهر سانتا كروز في العام 2007 19
I.11أ السطوح الكتيمة تفقد 75٪ من مياه الأمطار 20
I.11ب حصاد الجريان السطحي للأسطح الكتيمة 20
I.12 المطر كمصدر الماء الرئيسي 22
1.1 تتجمع المياه والتربة والبذور والحياة حيث يتم إبطاء تدفق المياه 27
2.1 مخطط لمزرعة السيد بيري 28
3.1 السيد بيري في خزانه «مركز الهجرة» 29
4.1 منزل العائلة والفناء والخزان ونبات الباشون المتسلق 29
5.1 سد كابح من الحجارة السائبة 29
6.1 حفرة إثمار للسيد بيري 30
7.1 مشتل أشجار السيد بيري 30
8.1 يوضح السيد بيري مضخة يزودها حمار بالطاقة 31
9.1 السيد بيري في بستان الموز الخاص به 31
10.1 السيد بيري بجانب خزانه لتربية الأحياء المائية 31
11.1 مراقبة طويلة وتأملية 33
12.1 ابدأ من الأعلى 35
13.1 ابدأ بأشياء صغيرة وبسيطة 36
14.1 عبّارة تعمل بمثابة ماسورة بندقية 38
15.1أ موقع خارجي أجرد يتصرف كمصرف مياه 39

15.1ب موقع خارجي مع «شبكات» من النباتات وسدود الحصاد المائي الترابية 39
16.1أ المصدر وغور تجميع المياه، تدفق خطي 40
1.16ب المصدر وغور تجميع المياه، تدفق متعرج 40
17.1 فائض خزان يملأ سدوداً ترابية متتابعة 41
18.1 غطاء أرضي نباتي ومهاد وبذور 41
19.1 نظام حصاد مائي يوفر وظائف متعددة 41
20.1 مراقبة طويلة ومتأملة مرة ثانية 42
21.1 السيد بيري بجانب ما ظل قائماً من السيزال 43
1.2أ قمة مستجمع المياه 48
1.2ب حافة التلة تحدد مستجمعات المياه 48
1.2ج مستجمعات المياه ومستجمعات المياه الفرعية، الصورة الأكبر 49
2.2 مستجمع مياه منزل حضري وتدفق الجريان السطحي 49
3.2 عينة مخطط موقع لأرض بمساحة 4,400 قدم مربع 52
4.2 جريان سطحي مقدر، أنواع أسطح المستجمعات 54
5.2 حجم مستجمع مياه سقف: أبعاد خطوط التنقيط 55
6.2 مثال: موارد المياه الرمادية المقدرة 56
7.2 خزان داخلي 57
1.3 موقع خارجي يبين غطاء نباتياً محلياً ذا استهلاك منخفض للماء عند الحدود الخارجية 65
2.3 ساتر وحوض يحتجز مياه الجريان السطحي 66
3.3 ساتر كونتوري يعمل كذلك كممر مرتفع 66
4.3 سلسلة من السواتر الملتوية والكونتورية 66
5.3 مصاطب مثبتة ببقايا اسمنتية 67
6.3 استراتيجيات مختلفة لتدرجات مختلفة من الانحدار 67
7.3 مصرف فرنسي يسرِّب الجريان السطحي المحصور من السطح والفناء 68
8.3 مصرف فرنسي على شكل أنبوب عميق 68
9.3 أحواض تسريب تحجز الجريان السطحي من شارع 68
10.3 قطر حوض تسريب و قطر دائرة تنقيط الظلة 68
11.3أ مياه أمطار مجمَّعة في أحواض تسريب مبنية حديثاً 69
11.3ب أحواض مغطاة بمهاد ومزروعة 69
12.3 توجيه الجريان السطحي والمياه الرمادية إلى حوض تسريب 70
13.3أ مرحلة تثليم مجرورة بتراكتور 70
13.3ب غطاء نباتي محلي بعد التثليم 70
14.3أ حوض بدون مهاد 71
14.3ب حوض مع مهاد 71
15.3 مهاد عمودي (حفرة مهاد مملوءة أو خندق) 71
16.3 مدخل ذو مسربين يمكن أن يقلل من منطقة السطح النفاذ 71
17.3 . شوارع ضيقة، وشجرات مسكيت صغيرة تُروى بالجريان السطحي 72
18.3 موقع صلب نفاذ بقطع رصيف معاد تدويرها 72
19.3 منخفض تحويل 73
20.3 سلسلة من منخفضات التحويل 73
21.3 ساتر تحويل لمرحلة حرجة تزداد فيها السرعة 73
22.3 ميديا لونا تهديء التدفق من عبّارة 73
23.3 سد كابح بارتفاع صخرة واحدة داخل مصرف 74
24.3أ إرساء السد الكابح ذي ارتفاع الصخرة الواحدة 75
24.3ب إضافة طبقة أخرى لسد كابح 75
25.3أ سد كابح بارتفاع الصخرة الواحدة قبل هطول المطر 75
25.3ب سد كابح بارتفاع صخرة واحدة بعد هطول المطر 75
26.3 الزراعة وفقاً للاحتياجات المائية والقدرة على التحمل. 76
27.3 الزراعة وفقاً لاحتياجات التصريف 76
28.3 المكونات الأساسية لنظام خزان ماء 77

29.3 نظام خزان ماء مغلق 78
30.3 خزان مجلفن ومزراب نظام رطب 79
31.3 خزان/ جداري من الفولاذ سعة 10,000 غالون (38,000 لتراً) 79
32.3 خزانات عبّارة ذات أغطية واقية من الضوء والحشرات والكائنات الحية. 80
33.3 خزان نحيل سعة 300 غالون (136,1 لتراً) 80
34.3 خزان سعة 300 غالون (150,1 لتراً) مصنوع من البولي إيثيلين 80
35.3 خزان تحت أرضي سعة 1,200 غالون (542,4 لتراً) 80
36.3 خزان سعة 6,000 غالون (700,22 لتر) مصنوع من الإسمنت المسلح 81
37.3 خزان سعة 7,000 غالون (460,26 لتراً) مصنوع من الإسمنت ويصب في المكان 81
38.3 منزل مع خزان يتسع لـ 500 غالون (895,1 لتراً) ومصنوع من الفولاذ المغلفن 83
1.4 تغير زوايا أشعة الشمس وتبدل الفصول 88
2.4أ التعرض لأشعة الشمس في *الشتاء* والظل المخيم في الظهيرة في الانقلاب الشتوي 89
2.4ب التعرض لأشعة الشمس في *الصيف* والظل المخيم في الظهيرة الانقلاب الصيفي 89
3.4أ مسار الشمس في الانقلاب *الشتوي* 89
3.4ب مسار الشمس في الانقلاب *الصيفي* 89
4.4 عينة خريطة لموارد وتحديات موقع ما 91
5.4أ التعرض للشمس وطبعة الظل لمبنى ذي توجّه شرق – غرب 92
5.4ب هذا التعرض للشمس وطبعة الظل لمبنى ذو توجّه جنوب – شمال 92
6.4أ بروز سقف لنافذة يسمح بالتعرض للشمس في الشتاء 96
6.4ب بروز سقف لنافذة مزوداً ظلاً في الصيف 96
7.4 مظلة نافذة 97
8.4أ عريشة على الجانب المعرض للشمس في الصيف 97
8.4ب عريشة على الجانب المعرض للشمس في الشتاء 97
9.4 ستائر لفافة خارجية مواجهة للشرق تعمل كموائل للملقحات 97
10.4أ قوس شمسي من الأشجار مع مبنى ذي توجه *شرق- غرب* 98
10.4ب قوس شمسي من الأشجار مع مبنى ذي توجه *شمال- جنوب* 98
11.4أ أحواض حصاد مائي كأساس لقوس الأشجار الشمسي 99
11.4ب شجرات صغيرة وحديقة مزروعة داخل أحواض 99
11.4ج شجرات بالحجم الكامل تشكل قوساً شمسياً حياً، وحديقة شتوية 99
12.4أ منزل وخزان وشجرة تشكل مصيدة لأشعة الشمس تحصد شمس ما بعد الظهيرة في *الشتاء* 101
12.4ب منزل وخزان وشجرة تشكل مصيدة لأشعة الشمس ما يؤدي إلى حرف شمس ما بعد الظهيرة في *الصيف* 101
13.4 خزان وجدار يشكلان مصيدة لأشعة الشمس ومصد رياح لساحتها 102
14.4أ تم فقدان منفذ الشمس في الشتاء 104
14.4ب تم فقدان نصف منفذ الشمس في الشتاء 104
14.4ج احتُفِظ بمنفذ الشمس في الشتاء للمنزل 104
14.4د احتُفِظ بمنفذ الشمس في الشتاء للمنزل وللحديقة 104
15.4 شجرة مقلَّمة للسماح بنفاذ أشعة الشمس المباشرة في الشتاء في الوقت الذي تحجب فيه الشمس في الصيف 104
.16.4 ممرات مرتفعة، وأحواض منخفضة مغطاة بمهاد ومزروعة بنباتات 106
17.4 بستان لوقوف السيارات يحتاج لكميات منخفضة من المياه 106

18.4أ. قطعة أرض سكنية جافة ومكشوفة 107
18.4ب. قطعة أرض سكنية رطبة ومظللة تسود فيها سدود حصاد مائي ترابية، إلخ 107
19.4أ شارع واسع مكشوف يشبه الفرن الشمسي 108
19.4ب شارع ضيق تصطف أشجار على جانبيه ومظلل 108
20.4 الاستمتاع بالنظر إلى الطيور في صف في الهواء الطلق 109
21.4 مخطط متكامل لموقع خارجي لحصاد مياه الأمطار وحصاد المياه الرمادية 111
22.4أ منزل براد ورود لانكاستر في عام 1994 113
22.4ب نفس الموقع في عام 2005. ليس هناك جريان سطحي يخرج من الموقع 113
23.4 الجهة المعرضة للشمس لمنزل لانكاستر في أواخر الشتاء 115
24.4 حديقة في أواخر الشتاء من مياه الأمطار والجريان السطحي من السقف 117
25.4 صمام محوِّل ثلاثي الاتجاهات تحت المغسلة 117
26.4 يتم تصريف المياه الرمادية بجانب الغسالة الكهربائية 117
27.4 مخرج تصريف المياه الرمادية وحوض ترسيب مغطى بمهاد ومرزوع 118
28.4أ أنبوب من الفينيل يجعل المياه الرمادية لحوض الاستحمام متاحة 118
28.4ب مضخة سيفون يدوية لمياه حوض الاستحمام الرمادية 118
29.4 أغذية تتم زراعتها وريها بمياه الأمطار في الموقع 119
30.4 ثلاثة مصارف على الجزء السفلي من دش استحمام 120
31.4أ حرم طريق عام مجاور، 1994 120
31.4ب ممر تنزه محدد بالأشجار وحرم طريق، 2006 120
أ1.1 مثلث التعرية 121
أ2.1 سواتر من فتات الصخور وتدفق صفيحي 122
أ3.1أ ركائز وتدفق صفيحي 123
أ3.1ب مع إضافة ساتر كونتوري وأثلام 123
أ4.1أ موضع شق عند أعلى جدول 123
أ4.1ب ومع إضافة ساتر كونتوري مائل نحو الأعلى، وساتر ملتو وأسيجة مكونة من شجيرات 123
أ5.1أ جداول على قطع لإنشاء الطريق 124
أ5.1ب مع إضافة سواتر ملتوية، وسواتر كونتورية وأسيجة مكونة من شجيرات 124
أ6.1أ أخدود 125
أ6.1ب مع إضافة ساتر كونتوري وسد كابح 125
أ7.1 قطع الضفة عند المنحنيات 125
أ8.1 أحجام مختلفة من الرواسب 125
أ9.1أ جذور مكشوفة 126
أ9.1ب مع إضافة سواتر وأحواض 126
أ10.1 خط فاصل وخط رئيسي 127
أ11.1 مخلفات تدفق مائي مرتفع على أشجار حور قطني شابة 128
أ12.1أ حفرة انجراف 128
أ1.2 سدود كابحة 131
أ2.2 حدود خطية 132
أ3.2 حدائق ذات تجاويف 132
أ4.2 حدائق شبكية 132
أ5.2 حقول مغطاة بمهاد حصوية وصخرية 133
أ6.2 مزروعات قاعدة الجرف 133
أ7.2 زراعة السهل الفيضي 133
أ8.2 زراعة بناء الفيضان 134
أ9.2 الري 135
أ1.7أ - أ5.7ب مسارات الشمس في الصيف والشتاء 172

المعلومات الموجودة داخل صناديق

I.1	الأراضي الجافة: تعريف	4
I.2	درب الندرة مقابل درب الوفرة	10
I.3	حقائق حول التصريف	11
I.4	أفكار مفيدة وقصص حول التسريب	12
I.5	حقائق حول الاستخراج المفرط	13
I.6	حقائق وأفكار مفيدة حول الترشيد	13
I.7	استراتيجيات إضافية لترشيد استهلاك المياه في المنزل	14
I.8	حقائق عن التلوث	15
I.9	قصص وأفكار مفيدة حول التنظيف	16
I.10	حقائق التحويل	16
I.11	أفكار مفيدة للتدوير	18
I.12	الماء كملكية عامة	20
I.13	الماء كحق للإنسان	20
I.14	مطر، مطر، في كل مكان.. هل لنا أن نتوقف لنفكر؟	22
أسئلة وأجوبة حول حصاد مياه الأمطار		23
1.1	مشروع موارد مياه زفيشافين	32
2.1	مبادئ حصاد مياه الأمطار	33
3.1	فهم التعرية وأنماط التدفق المائي	35
4.1	موارد إضافية للتعلم عن أرضك	35
5.1	السدود التخزينية الصغيرة تنتِج مياهاً أكثر مما تنتجه السدود التخزينية الكبيرة	37
6.1	موارد إضافية للزراعة المستدامة	44
1.2	مستجمع مياه بوصفه نظام هيدرولوجي محدود ومشترك	47
2.2	موارد مستجمع المياه	47
3.2	حساب كميات مياه الأمطار	50
4.2	حساب كميات الجريان السطحي الخارج	53
5.2	نفقات المياه لموقع نموذجي	55
6.2	تقديرات لموارد المياه الرمادية المنزلية	58
7.2	تقديرات لموارد المياه الرمادية لغسالة تعبأ من الأمام وذات استهلاك منخفض للمياه	58
1.3	مقارنة بين السدود الترابية وخزانات الماء	64
2.3	النظام يحتاج إلى القليل من الصيانة ولكنه بالتأكيد ليس نظاماً لا يحتاج إلى صيانة نهائياً	84
1.4	لا تظهر قلة درايتك	90
2.4	الزوايا التقريبية للشمس حسب خط العرض لنصف الكرة الشمالي ولنصف الكرة الجنوبي في الصيف وفي الشتاء	93

3.4 خط العرض والعامل (F) 95
4.4 زراعة مكيفك الهوائي 97
5.4 «بارد ونظيف» أو «بارد وملوث» 99
6.4 مصيدة لأشعة الشمس تعمل بمثابة مصد رياح، ومانعة انتشار النيران، وستارة للخصوصية، وفناء حديقة 100
7.4 نسب الظل في فترة الظهر في الانقلاب الشتوي 102
8.4 الحقوق الشمسية 103
9.4 التقليم من أجل الشمس في الشتاء 105
أ1.3 مختصرات وتحويلات وثوابت للوحدات الإنجليزية والقياسات المترية 138
أ2.3. تقدير جريان هطول الأمطار السطحي الأقصى باستخدام قواعد حساب تقريبية بسيطة 142
أ1.4 متطلبات الماء السنوية التقريبية لحدائق الخضروات المفروشة بمهاد في مدينة توسون 150
أ2.4 الأشجار المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا 151
أ3.4 الشجيرات والصبار وأغطية الأرض المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا 152
أ4.4 أشجار الفواكه والكروم والصبار غير المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا 153
أ5.4أ المتطلبات المائية الشهرية بالإنشات - النباتات دائمة الخضرة 155
أ5.4ب المتطلبات المائية الشهرية بالإنشات - النباتات متساقطة الأوراق 155
أ5.4ج. جدول التحويل: قطر الظل مقابل غالونات/ إنشات أسفل الظل 155

شكر وتقدير

لم يكن لهذا الكتاب أن يُكتب، ناهيك عن أن يُنشر، لولا المساعدة الهائلة والتحفيز من قِبَل العديد من حاصدي الماء والأصدقاء والعائلة والجيران والمهنيين والمعلمين والطلاب. إنني مدين لكم جميعاً، فأنتم المجتمع الذي يدعمني ويَمُدُّني، وجزء من القوة الأكبر التي أراها تكافح من أجل تحسين نوعية الحياة للجميع. هنا، سأذكر بعضاً من أولئك الكثيرين الذين قاموا بمساعدتي، بالرغم من أن شكري الصادر من القلب موجه لكم جميعاً.

شكراً لك سيد زيفانيا بيري ماسيكو ولعائلتك، على حياتك وقصصك الملهمة، وعلى تعاليمك ومدخلاتك وتشجيعك وأمثلتك الإرشادية وأفكارك. شكراً لكل من تيم ميرفي وفيكي مارفيك وبين هاجارد وجول جلانسبيرغ من مجموعة سفر التكوين (ريجينيسس)؛ وباربرا روز وروكي بريتين وكريس ميولي وماري زاماك وجيرميه كيد من سان ايسيدور بيرماكلتشر، ونات دوني وميليسا مكدونالد من سانتا فيه بيرماكلتشر، وريتشارد جينينغس من إيرثرايت ديزاينز، وآرت لودويج من أويسيس ديزاين، ورس بورو، ودان وكارين هاويل، وكريج سبونهولتز من دراي لاند سولوشنز، وفان كلوثير من ستريم دايناميكس، وبيل زيديك من زيديك ايكولوجيكال كونسلتينج، وبوب وباميلا مانج وديف تاجيت وستيف كيمبيل وكارول إيسكوت وبيرت لوبيز، وجيم وكارين بروكس، وميج كيوبين وجيف بلاو وتوبي هيمينواي وديفيد أوميك وبيرل ماست، وطاقم بوتسوانا بيرماكلتشر ترست، وطاقم فامبيدزاناي بيرماكلتشر سنتر، وجستين ويلي وباقي أفراد الطاقم في بلاك ميسا بيرماكلتشر بروجيكت. شكراً لكما بيل موليسون وديفيد هولمجرين لخلق إطار عمل «مظلة كبيرة» بحيث أستطيع أن أسعى من أجل تحقيق أنظمة متكاملة وأقوم بتفصيلها.

الكثير من الامتنان أقدمه لكل الزملاء المراجعين لمسودات المخطوطات على وقتكم وتدقيقكم الحكيم وتعليقاتكم واقتراحاتكم. وإلى كل من ديفيد أجويري وتوني نوفيللي وستيف مالون لإبقاء حاسوبي في حالة جيدة ولجوش شاكتر للاستخدام السخي للماسحة الشرائحية وجهاز الحاسوب خاصتكم. شكراً أيضاً لكل من جو مارشال وسيلفيا رايسيس وآن فيليبس وجيفين تروي وروكسان سوينتزيل وكيه ساذر على رسومكم الجميلة التي تبث في الأفكار حياة ورؤية. ولجاري بول نبهان على تمهيدك المتألق وعملك ذي الرؤية.

ومن ثم، فهناك الجوهر النبيل والأرواح الرائعة التي استخدمتها بلا توقف كلوحات سبر لمفهوم الكتاب ومحتواه وتنسيقه: إيلين ألدويندا وآن أودري– لم يكن هذا الكتاب ليوجد لولا مهاراتكما المذهلة وتحريركما وتفهمكما وإداراتكما ودعمكما، في الواقع إنكما مشارِكتان في التأليف. أنستازيا رابين، لقد أبقيت شغفي متقداً (بالعديد من الطرق)، وتحملت محادثات مطَرية لا حدود لها وحافظت على المشروع مخلصاً لمقاصده. بروك دولمان، تلاعبك بالكلمات وحماسك وروح الفكاهة لديك منحت الحياة لنشر مياه وفير. كيفين موور كوش، لقد نأت صداقتك ودعمك

بي وبكتابتي بعيداً عن مستنقعات خطيرة. ديفيد كونفير، لقد أضفت بيانات لا تقدر بثمن، ووجهات نظر مختلفة، ودعما ثابتاً، وقد قمت جنباً إلى جنب مع وين مودي بتوفير الفرصة لتحقيق العديد من أفكار هذا الكتاب.

شكراً للمحررين كيلين ألدوينـدا وآن اودري وشاي سولومان وفرانك ماك جي وتوم برايتمان ومات ويبر وكيمي آيزل وديريك روف وميغان هارتمان وجيريمي فراي، وكذلك للطلاب ماك هدسون ودان وشيلي دورسي، ومؤخراً وبمهارة وبشمولية، جون فريتشمان. وشكراً كذلك للكثير منكم، خاصة جون لمساعدتي في تنقيح وتقسيم الكتاب إلى أجزاء ألذ وأسهل للهضم. شكراً لكاي ساذر على تحرير الرسوم التوضيحية، ولبراندي وينترز على عمل الرسوم المبكرة. تيري وبوب بينغهام، شكراً لكما على تصميمكما وتنسيقكما الجميل للكتاب.

شكراً للأشخاص العديدين المساعدين في توفير معلومات أساسية وأبحاث مثل طاقمي مكتبتي مدينة توسون وجامعة أريزونا، وبراين باربـاريس من قسم جامعة أريزونا لعلوم الغلاف الجوي، وأستاذي جامعة أريزونا توم ويلسون وجيم ريلي على المساعدة الصبورة فيما يتعلق بالتربة ومراجعة النص، وفيرجينيا ويلفورد وكريستينا بيكيمان من كلية أريزونا للمصادر المائية على بيانات استخدام الماء والمحافظة عليها، وفرانك سوسا على بيانات مياه أمطار توسون وعلى مساعدته في جعل دليل حصاد مياه توسون حقيقة.

شكراً لكل شخص استثمر في رؤيتي لهذا الكتاب وساعد في توفير رأس المال لطباعته من خلال طلباتكم المسبقة له. لقد اضطررتم لتحمل تأخير تلو تأخير، وأتمنى أن توقعاتكم وحاجاتكم قد تم الوصول إليها أو تجاوزها.

تقدير كبير لإيان جونسون على عمله الرائع في ضبط موقعي المحشو بالمعلومات www.HarvestingRainwater.com.

أنا مدين لكل أولئك الذين زودوني بالشهادات، وأود أن تعرفوا أن عملكم الرائع في العالم هو ما أغراني لطلب آرائكم.

شكراً لكما، أمي وأبي، على تشجيعي باستمرار على السعي وراء ما أحب. شكراً أخي رود لسيرك معي ومساعدتي في بناء الرؤية لموقعنا.

وأخيراً، أنا مدين لثقافات سكان الأراضي الجافة الأصليين الذين عرفوا – ويعرفون كيف– يعيشون باستدامة مع الأرض، نتمنى لهذه المعرفة ألا تُنسى أبداً.

تمهيـــــد

بقلم جاري بول نبهان

على الرغم من أن حصاد مياه الأمطار قد تم القيام به من قبل البشر تقريباً في جميع المناطق المعرضة للجفاف في العالم لآلاف السنين، إلا أن مجتمعنا على ما يبدو يعاني من فقدان ذاكرة جماعي فيما يتعلق بالنفع والكفاءة والاستمرارية والجمال لهذه الممارسات المجربة عبر الزمن. ولحسن الحظ، فإن هذا الكتاب وشغف براد الدائم بالحلول المُرضية من النواحي العملية والبيئية والجمالية لمعضلاتنا المائية قد تشفينا من فقدان الذاكرة ذاك في وقت نحن في أشد الحاجة فيه لأن نتذكر أن هذه الحلول جاهزة بين أيدينا. ومن حيث أكتب هذا في شمالي أريزونا، هناك تسع أشجار من عَشر ميتة خارج نافذتي بسبب أسوأ قحط في أربعة عشر قرناً، كما أن الخزان الصناعي المعروف باسم بحيرة باول عرضة للجفاف في غضون ستة أعوام أخرى. وعلى الرغم من ذلك، فإن أولئك من جيراني الذين يحصدون الماء عن أسطح منازلهم وساحات مواقفهم ومنحدراتهم لم يضطروا أبداً (كما نفعل نحن) لإجهاد أنفسهم في سحب الماء خلال السنوات الست الأخيرة من هطول الأمطار دون الطبيعي، كما استمر مزارعو منطقة هوبي المتقدمون في السن بإنتاج المحاصيل كل عام في حقول فيضان المياه (آك-تشين). وفي الوقت الذي أصبحت فيه المياه السطحية والجوفية مخصخصة بشكل متزايد ومتنازع عليها ومنقولة بين المستجمعات والطبقات الجوفية الخازنة للماء كما لو أنها ليست سوى سلعة معولمة أخرى، فإن براد يشرح استراتيجيات مختلفة بإمكانها أن تروي عطشنا وتعزز إنتاجنا المحلي للغذاء وتحافظ على السلام بين الحضارات المتجاورة. ولأن الصراعات من أجل الوصول إلى الماء من المرجح أن تكون واحدة من أكثر أسباب الحروب والاضطرابات الاجتماعية تكراراً للنصف القادم من القرن في كل قارة، فإن براد يجب أن يكون مرشحاً لجائزة نوبل للسلام لتقديمه للعالم العديد من الوسائل الراقية لتجنب مثل هذه الصراعات عن طريق الحصاد المحلي لكِلا الماء والمعرفة التقليدية البيئية.

وكالعديد من علماء بيئة الأراضي الجافة المنتشرين في أنحاء العالم، فقد شعرت بدافع لأول مرة لأخذ الأهمية القصوى للحصاد المائي للحضارات الصحراوية بعين الاعتبار عند قراءة كتاب مايكل إيفيناري الكلاسيكي، *النقب- تحدي الصحراء*، حول المحاولات الإسرائيلية اليهودية للتعلم من جيرانهم القدامى، النبطيين، الذين اعتمدوا على أحواض مياه جارية وممارسات تخزين متنوعة لجعل حضارتهم قبل التاريخ تزدهر في البتراء والنقب وسيناء. ومع ذلك السيل من أمثال الصحفي الواعي تشاك باودين ومؤسس حركة بالة القش، ماتس ميرمان، فقد سعيت وراء الباحثين الأكبر سناً والممارسين الذين على قيد الحياة لزراعة آك تشين الأودهام (باباجو) في صحراء سونوران. لقد وجدنا أن هناك الكثير لنتعلمه من جيراننا الصحراويين عن الحصاد للماء والغذاء على حد سواء: وقد واصل براد جهودنا الأولية العشوائية وتوسع بها لإنقاذ معرفة كهذه من الأمريكيين الأصليين القدامى. إلا أن براد قد خطا

كذلك خطوتين أبعد من الكثيرين منا. لقد أنجز أساساً دراسة استقصائية عالمية لممارسات الحصاد المائي، متفوقاً بشكل ساحق على سابقيه بجمع كمية من الاستراتيجيات والتقنيات والتكنولوجيات المتنوعة بشكل مذهل. ومن ثم، جرب وصقل كل واحدة من هذه الاستراتيجيات، بحيث أصبح لديه الآن معرفة مباشرة لكيفية أدائها، وبأي تكلفة. إن مكان إقامته الصحراوي الخاص يشبه تصفحاً روتينياً لموسوعة حول تقنيات الحصاد المائي ملتقطة من الحضارات والابتكارات من مناطق مختلفة من العالم.

هناك دقة كميّة وجمال فيما نفذه براد، وهذا المزيج هو أمر نادر في عالمنا الحديث، إذ إن المعالجات التكنولوجية قد نمت ببشاعة متزايدة، لكن كما يمكنك أن ترى من الرسوم والصور في هذا العمل المتقن، فإن تصاميم براد تغني لنا وهي تحل معضلات نقص الماء التي نعاني منها.

قبل نصف قرن، تنبأ توماس ميرتون بأنه «يوماً ما، فإنهم سيحاولون حتى بيعك المطر،» منبهاً إيانا بأن الخصخصة والسيطرة المشتركة على مصيرنا الهيدرولوجي قد تصبح مأساتنا. ما يضمنه براد العبقري لنا هو «ديمقراطية الماء»، وأتنبأ بأن هذا المفهوم سيصبح حجر الأساس للعدالة البيئية عبر المناطق الصحراوية في العالم، إن لم يكن في كل مكان. لن نفكر بعد الآن بالعيش في الصحراء كأنه «معوز» أو «محدود»، بل سنحتفي بالوفرة بين أيدينا. ومن يدري، ربما نستطيع أن نبدي تعاطفنا مع أولئك القاطنين في المناطق المشبعة بالماء «التي ينقصها الجفاف»، والذين قد لا يتمكنون أبداً من مشاركتنا البهجة بحصادنا لمائنا الخاص المنعش اللذيذ، تماماً كما فعلت السحالي القرنية بظهورها منذ بدء تواجدها على هذا الكوكب الجاف.

بوركت أيها الأخ براد، القديس المناصر لديمقراطية الماء.

جاري بول نبهان هو جرذ الصحراء المؤلف لكتاب *الصحراء رائحتها كالمطر والعودة إلى المنزل لتناول الطعام*، ومدير مركز البيئات المستدامة. وعلى الرغم من أنه حاصل على درجة الدكتوراه في مصادر الأراضي الجافة، إلا أنه تعلم من الأخ براد أكثر مما تعلمه من جميع أساتذته مجتمعين.

مقدمـــة

قم بجمع مياه المطر حيث يسقط المطر

- مثل من الهند الشرقية

أنا أحب المطر، أحب أن أشربه وأن أغني فيه وأن أرقص تحته وأن أستحم به. وذلك مجرد أمر طبيعي بالتأكيد، إذ أن أكثر من 70٪ من أجسامنا يتكون من الماء. أنت وأنا وكل شخص آخر، نحن *مطر* يمشي ويتحدث.

المطر هو تجسيد للحياة. إنه يصب الماء في ينابيعنا وأنهارنا وطبقاتنا الجوفية الخازنة للماء. إنه يبردنا ويجعل أرضنا خضراء ويغذي نباتاتنا التي تغذينا. كما أنه ينقي الهواء ويغسل الأملاح من التربة ويجعل الحيوانات تغني.

ومع ذلك، فإن إمدادات العالم من المياه العذبة محدودة. إن أقل من نصف واحد في المئة من جميع المياه على الأرض عذبة ومتاحة، أما البقية فهي مياه بحر أو متجمدة. إن إمدادنا يتجدد فقط بفعل الهطول، تلك الهدية الثمينة من السماء، والتي تتساقط كقطرات أو حبات بَرَد أو رقاقات ثلج، ومن ثم تتدفق فوق مواقعنا الخارجية كجريان سطحي. أشير في هذا الكتاب إلى الهدية على أنها «مياه الأمطار.» والهدية جاهزة لحصادها.

يلتقط حصاد مياه الأمطار الهطول ويستخدمه في أقرب ما يمكن من مكان تساقطه. هذه العملية تحاكي الأنظمة البيئية السليمة والصحية التي تسرب مياه الأمطار طبيعياً إلى التربة وتدورها من خلال عدد لا يحصى من أشكال الحياة. وبدلاً من سد وتجفيف الموقع الخارجي بالأرصفة غير المنفذة للماء والأشكال المحدبة التي تستنزف الهدية، كما تفعل معظم المدن والضواحي ومواقع المنازل الخارجية الحديثة، فإن الحصاد يستقبل الأمطار ويسمح له بتتبع مساره الطبيعي نحو الإنتاجية.

يزودك هذا الكتاب بسلسلة بسيطة من الاستراتيجيات المتكاملة لخلق «شبكات» حصاد مائي، تسمح لمياه الأمطار باختراق وتحسين مواقعنا الخارجية وحدائقنا وأفنيتنا ومتنزهاتنا ومزارعنا وعزبنا. إن الاستراتيجيات ضيقة النطاق هي الأكثر فاعلية والأقل كلفة، لذلك فهي مُشَدّد عليها هنا. إنها كذلك الأكثر أماناً والأسهل لإنجازها. *إن بإمكانها أن تمكنك من أن تصبح مكتفياً ذاتياً بالمياه.*

إن الفوائد عديدة. إذ يمكننا عن طريق حصاد مياه الأمطار في التربة والنبات - في الأرض أو في الخزانات التي ستروي الأرض لاحقاً، أن نحد من التعرية ونخفض من الفيضانات ونقلل تلوث المياه ونمنع تكاثر البعوض (في داخل المياه التي تركد على سطح التربة لأكثر من ثلاثة أيام). كما تولد هذه العملية مجموعة مذهلة من الموارد: إن بإمكانها أن توفر مياهاً للشرب، وتنتج ماء ري ذا جودة عالية، وتدعم الزراعة كمكيفات ومنقيات هواء حية، وتخفض من فواتير الخدمات

العامة، وتحسن خصوبة التربة، وتنمية المحاصيل والجمال، وتزيد الموارد المائية المحلية، وتخفض من الحاجة إلى المياه الجوفية، وتعزز مواطن الحياة البرية، وتمنحنا ومجتمعنا مهارات الاعتماد على النفس والتعاون فيما بيننا!

تطوري في الحصاد المائي

في عام 1994، بدأنا أنا وأخي رود بحصاد الماء في حديقتنا الخلفية عن طريق الحفر، ومن ثم بفرش مهاد في حوض حول شجرة برتقال منفردة رديئة تعاني القحط. وقمنا بتدريج ميلان التربة حول الحوض بحيث يتجه الجريان السطحي من المنطقة المحيطة ومن سطح الجيران إلى الشجرة. لقد أذهلتنا النتائج، فبعد هطول واحد للمطر، اكتست الشجرة بأوراق جديدة، ومنظر حالم من الأزهار العطرة، ومحصول وافر من الثمار التي ما لبثت أن تحولت إلى مربى برتقال شهي وعصير برتقال مُحلى قام بصنعها أفراد العائلة والأصدقاء والجيران. كان ذلك قبل عشرة أعوام، ومنذ ذلك الحين حافظنا على ريّنا لتلك الشجرة بمقدار ثلاث سقيات تكميلية فقط لكل عام. ومع ذلك فإننا نعيش في صحراء سونوران حيث معدل تساقط الأمطار السنوي هو فقط 12 إنشاً (305 ملم)، وحيث يروي معظم الرفاق أشجارهم الحمضية مرة على الأقل كل أسبوع.

ومع ازدهار شجرة الحمضيات، قررنا أن نحاكي نجاحها ونجعل مياه الأمطار مصدر المياه الرئيسي لكل حاجاتنا الخارجية. وباستخدام طرق موضحة في الفصول 3 و4، وبعمق أكثر في المجلد 2، فقد خلقنا وزرعنا سدوداً ترابية متماوجة في فنائنا الذي كان قاحلاً في السابق. ومن ثم، فقد تخلل المطر التربة بلطف، وتوقفت تعرية التربة، وبدأت الحياة الخضراء تينع في كل مكان. لقد زرعنا أشجار ظل نمت عالياً حول المنزل، مقللة من درجات حرارة الصيف بشكل كافٍ لنا للتخلص من المُبَرِّد بالتبخر (كما ساعد في ذلك تحسين العزل وطلاء خارج المنزل بالأبيض والتهوية السلبية). ومن ثم قمنا بتحسين نمو هذه الأشجار أكثر باستخدام المياه الرمادية المعاد تدويرها من المياه المصرّفة من منازلنا ومغاسلنا وأدشاشنا للاستحمام وآلات الغسيل خاصتنا. لقد هبط استخدامنا اليومي لمياه البلدية من معدل مدينة توسون السكني بمقدار 114 جالوناً (432 لتراً) لكل شخص إلى أقل من 20 جالوناً في اليوم (75 لتراً) لكل شخص[1] في اليوم، كما انخفضت فواتيرنا للمياه والكهرباء، ما أكسبنا خمس زيارات من عاملين في كل من مرافق المياه والكهرباء لأنهم كانوا متأكدين من أن عداداتنا كانت معطلة.

لقد أردنا أن نفعل المزيد، ففي كل مرة كانت تمطر فيها، كان شارعنا يتحول إلى نهر، مغذىً بالجريان السطحي من أسطح الجيران والأفنية والأرصفة. لقد أعدنا توجيه ذلك الجريان السطحي إلى 19 شجرة فتية محلية زرعناها في الأرض القاحلة على يمين الطريق المجاور لأرضنا. هذه الأشجار قليلة الاستهلاك للماء تغني الآن مع العصافير المغردة المعششة، وتقدم غطاءً مظللاً جميلاً للمشاة وراكبي الدراجات الهوائية والنارية. وتلك المياه التي كانت تتدفق بعيداً في وقت مضى تدعم الآن الأشجار التي تنقي الملوثات المحمولة مع جريان الطريق السطحي بينما تظلل وتبرد الشارع (لمزيد من التفاصيل، انظر الفصل حول تقليل المواقع الصلبة وإنشاء أرصفة ذات نفاذية في المجلد 2). لقد انخفضت تجمعات البعوض لأن الماء لم يعد يركد، بل عوضاً عن ذلك فإنه يُمتص من قبل المهاد الإسفنجي ويؤخذ من قبل النبات.

لقد كانت أرضنا حارة وقاحلة وجافة، مع منزل لا يمكن أن يكون مريحاً إلا بالدفع من أجل تغيير مناخه بواسطة الآلات. أما الآن، فإن فناءنا واحة تنتج 15 إلى 25٪ من غذائنا، وبعد أن زرعنا الأشجار وقمنا بتنصيب لوحات شمسية لتزويد المراوح بالطاقة، لم نعد ندفع قرشاً لتدفئة وتبريد منزلنا (أبق في ذهنك أننا من النوع الذي يرتدي سترة قبل إشعال النار في موقد الحطب). لقد تحولنا من المساهمة في فيضان الحي إلى المساهمة في التحكم بفيضان الحي، كما أن موقعنا الخارجي يُحسِّن موارد المياه المحلية بدلاً من استنفادها. إننا نحصد سنوياً في أرضنا البالغة من المساحة 1/ 8 فداناً (0.05 هكتار) والمنطقة المجاورة على يمين الطريق ما يزيد على 100,000 جالون (378,500 لتر) من مياه الأمطار في خزان حجمه 1,200 جالون (4,540 لتراً)، وفي التربة، وفي الغطاء النباتي، مستخدمين أقل من 20,000

جالون (700 , 75 لتر) من مياه البلدية الجوفية لحاجاتنا المنزلية وري الموقع الخارجي في نوبات الجفاف. إن أربعة أخماس المياه التي نستخدمها الآن تأتي من فنائنا الخاص، وليس من ما تزودنا المدينة به.

حين يمر بنا الأصدقاء والجيران فإنهم يرون إمكانيات الحصاد المائي ويتعلمون كيف يفعلون ذلك بأنفسهم. وبعد ذلك يتوجه العديد منهم لينثر «البذور» عن طريق إنشاء فرق عمل وتكوين واحاتهم الخاصة المروية بماء المطر. تلك بالتحديد هي رؤيتي: حصاد مياه الأمطار في أفنيتنا الخاصة وأحيائنا، وتشجيع المحاكاة، وتحسين مواردنا المائية بدلاً من استنزافها، وتطوير حياة كل شخص في مجتمعاتنا.

لقد أصبح ذلك شغفي ومهنتي، وقد قمت، مزوداً بما تعلمته من الخبرة العملية المباشرة، بتعليم عدد لا يحصى من الورش حول حصاد مياه الأمطار والزراعة المستدامة – نظام متكامل للتصميم المستدام. لقد صممت وعملت مستشاراً حول استراتيجيات الحصاد المائي المستدامة ذاتياً للعديد من بستانيي الحدائق الخلفية والأحياء ومشاريع المدينة ومحاولات إعادة استصلاح الأراضي والتطورات الإسكانية الضخمة. وكل هذه المشاريع والتعاليم قائمة على الأسس التي أعطيك إياها في هذا الكتاب. وكلي أمل أن أزرع المزيد من «بذور» الحصاد المائي.

لو حصد كل حي في مدينتي ومدينتك مياه الأمطار بطريقة متكاملة فإننا سنتمكن بشكل كبير من تقليل الحاجة إلى البنى التحتية للتحكم بالفيضانات المصنوعة من سدودنا الخرسانية المستنزفة للماء والتي تكلف ملايين الدولارات. ستصبح ساحاتنا العامة وجوانب طرقنا *بنى تحتية خضراء مختلفة* محفوفة بالأشجار وحاصدة للماء، لا تتطلب منا إنفاق البلايين لاستخراج واستيراد الماء من مجتمعات أخرى لتكميل إمدادنا المستنزَف والمتضائل.

إن الاقتصاديات تتحدث عن نفسها. فعن طريق تقييم وحصاد المورد المُتجاهَل لمياه الأمطار، بإمكان مستويات المياه الجوفية أن تستقر بل وترتفع من جديد، وستتمكن ينابيعنا وجداولنا الناضبة من العودة إلى الحياة، وستعاود النباتات المحلية استعمار الأراضي القاحلة، وفي نهاية المطاف، يمكن أن تستفيد الدورة الهيدرولوجية العالمية، بينما نقوم في الوقت ذاته بتقليل تكاليف معيشتنا! تتخلل أمثلة واقعية من هذه السيناريوهات هذا الكتاب، مشجعة إيانا على أن نفكر عالمياً ونحن نتصرف محلياً.

كيف نصل إلى هناك؟ بأن نكون مدركين، وأن نطبق إدراكنا، ونلقي بحصيرة الترحيب لندعو مياه الأمطار إلى حياتنا ومواقعنا الخارجية.

لمن هذا الكتاب

هذا الكتاب، بالإضافة إلى المجلدين 2 و3، موجه لكل من يرغب في أن يحصد مياه الأمطار بطريقة آمنة ومنتجة ومستدامة. إن بإمكانك أن تكون الخبير والخادم في أرضك، سواء كنت تعيش في موقع مدني أو ريفي، كبير أو صغير. يشرح هذا الكتاب ما هو الحصاد المائي، وكيفية القيام به، وكيفية تطبيقه على الظروف الخاصة بموقعك. إن الهدف هو تحقيق الفعالية القصوى بأقل جهد وتكلفة. سوف يتم إرشادك لتصميم مواقع حصاد مائي خارجية أو إعادة تهيئة أخرى موجودة أصلاً.

كما سيساعدك هذا الكتاب على إيصال أفكار الحصاد المائي إلى مصممي المواقع الخارجية وعمال الصيانة الذين ربما قد يساعدونك في موقعك. سيكتشف المخططون والمصممون كيفية ابتكار استراتيجيات جديدة وبيئات متكاملة مناسبة لمجتمعات الأراضي الجافة ولأولئك الذين لديهم وفرة في المياه على حد سواء. سيتعلم منسقو المواقع الخارجية والبستانيون كيفية خلق وصيانة سدود حصاد مائي ترابية. وسيتعلم النشطاء السياسيون كيف يمكن لمشاريع الحصاد المائي أن تؤلف بين الناس وتخلق حساً بالمكان وتمكِّن المجتمع.

لقد تم التركيز على الاستراتيجيات المناسبة للأراضي الجافة في جميع أنحاء هذا الكتاب، فهنا تكون الحاجة أشد ما يمكن (انظر الصندوق I.1)، والعديد منها مستعار من أو قائم على التقاليد التي مكنت الناس من العيش والازدهار في البيئات الجافة لآلاف السنين (الملحق 2). ورغم ذلك، فإن هذه

الصندوق 1.I. الأراضي الجافة: تعريف

الأراضي الجافة عادة ما تُعَرّف على أنها المناطق من العالم حيث معدل فقدان الرطوبة المحتمل السنوي (التبخر نتح) يفوق معدل اكتساب الرطوبة السنوي (الهطول). التبخر نتح هو القياس المشترك لفقدان الماء الناتج عن التبخر والنتح.[2] النتح هو فقدان الرطوبة من النباتات إلى الجو عن طريق فتحة في أوراقها.

تُعد أكثر من 6.1 بليون هكتار، أي 47.2٪ من سطح الأرض أراضي جافة.[3] خمس سكان العالم يعيشون في مواطن أراضٍ جافة. يمكن للمواسم الجافة العادية أن تستمر ستة أشهر أو أكثر. ويمكن للقحط أن يستمر لسنوات.

الاستراتيجيات قابلة للتطبيق بشمولية؛ فالمناخان الرطب والجاف عرضة للجفاف والفيضانات. ويقلل الحصاد المائي من آثار مواسم الجفاف والقحط والفيضانات. وعن طريق تحسين التقاطنا لمياه المطار فإننا نحمي أراضينا من المناخات المتغيرة والتطرفات المناخية، وفي الوقت ذاته، نجعل أراضينا أكثر مرونة.

إن هدفي هو تمكينك من تقدير قيمة مياه الأمطار والبدء باستخدامها كمصدر مياهك الرئيسي - إن لم يكن لجميع عائلتك، أو على الأقل لموقعك الخارجي. لن تحصل على أفضل النتائج من ماء الأمطار فحسب، مهما كانت شحيحة، بل ومن مصادر الماء الأخرى كذلك. إن موقعاً خارجياً متكاملاً يحصد كل المياه وموارد أخرى مثل التربة السطحية والمواد العضوية والمغذيات، إنه يعمل كإسفنجة مقعرة مانحة للحياة بدلاً من تلة محدبة حاتة دافنة، تستنزف المياه والمصادر الأخرى. (انظر الشكل I.1)

كيف تستخدم هذا الكتاب والمجلدين 2 و 3

لقد أردت منذ البداية *لحصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* أن يكون مصدراً شاملاً حول كيفية تصور وتصميم وتنفيذ أنظمة حصاد مياه أمطار متكاملة ومستدامة. وقد كبر وكبر مع البحث المتواصل والخبرة والفهم العميق والتعرض للأعمال الرائعة للآخرين. *وكانت النتيجة هي المورد الذي طالما أردته!* لكنه اتخذ شكل مجلد واحد ضخم ذي حجم مخيف جداً للمبتدئين وكبير جداً على الحمل بسهولة أثناء ملاحظة موقع ما أو العصف الذهني لأفكار التصميم أو تنفيذ الخطة. لذلك، فقد قمت بتقسيم هذا الكتاب إلى ثلاثة مجلدات سهلة الاستخدام وأكثر قابلية للحمل. إنني أوصي كل شخص بشدة بقراءة المجلد 1، حيث أنه يضع المجلدات الثلاثة في سياق ويرسي قواعد كيفية تصور نظام متكامل فعّال ومنتج فعلياً، يمكنه القيام بأكثر من مجرد حصاد مياه المطار. ومن ثم، يتوسع المجلدان 2 و3 بناء على هذا عن طريق تفصيل كيفية توظيف التقنيات المحددة التي تتمم وتحقق الاستراتيجيات العامة المذكورة في المجلد 1. يركز المجلد 2 على حصاد مياه الأمطار والمياه الرمادية بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية بواسطة السدود الترابية في الموقع الخارجي. فيما يركز المجلد 3 على تجميع المياه من الأسطح وأنظمة الخزانات.

فيما يلي تحليل مفصل:

مجلد 1

تبين المقدمة أهمية حصاد مياه الأمطار والانتقال إلى نموذج لمزيد من إدارة المياه المستدامة.

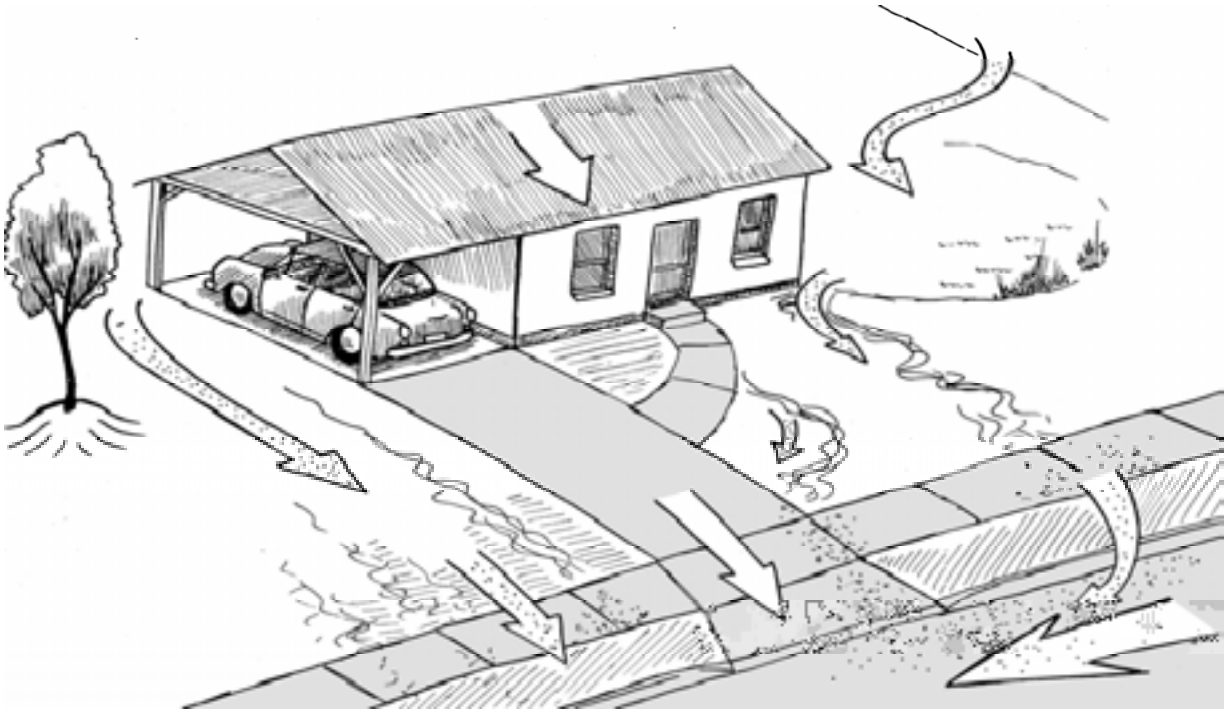
الفصول اللاحقة في هذا المجلد تطرح الخطوات من أجل خلق نظام حصاد مائي متكامل.

الفصل 1 موجه بغرض مساعدتك على تصور مبادئ الحصاد المائي الأساسية التي ستمكنك من خلق نظام يضاعف الأمان والفاعلية والإنتاجية، *هذا الفصل هو جوهر الكتاب وقلب الحصاد المائي الناجح.*

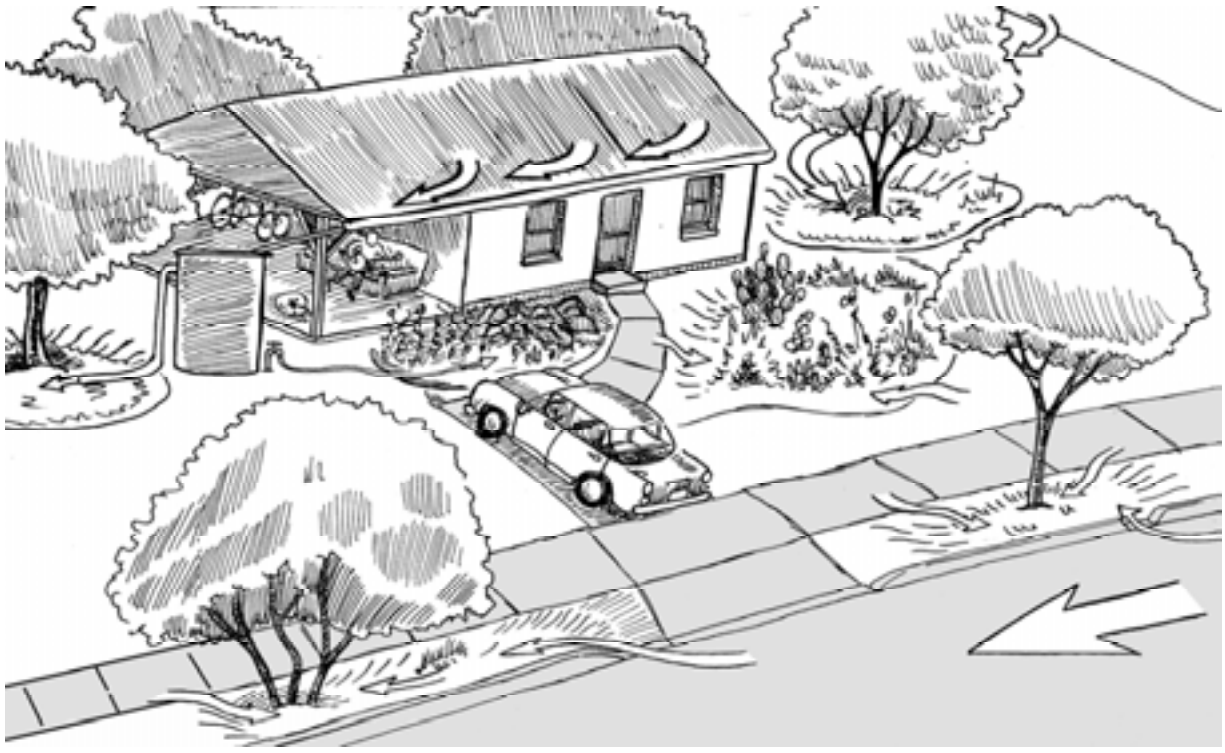
في الفصل 2، ستسير عبر مستجمعات المياه خاصتك وستدخل موارد المياه الخاصة بموقعك.

أما الفصلان 3 و4، فهما موجهان لأن يكونا نظرة عامة لأنواع التقنيات التي يمكنك استخدامها.

الفصل 3 هو مناقشة ستحدد أي استراتيجيات الحصاد المائي (السدود الترابية أو الخزانات أو كلاهما) ستكون أفضل



الشكل I.1.أ. موقع خارجي يُصَرِّف الموارد.
الأسهم توضح تدفق الجريان السطحي.



الشكل I.1.ب. موقع خارجي يحصد الموارد.
الأسهم توضح تدفق الجريان السطحي.

لموقعك وحاجاتك. كما يوفر نظرة عامة ورسوماً توضيحية لتقنيات سدود ترابية متنوعة، وبعض الرسوم التوضيحية والدراسات حول الخزانات.

الفصل 4 سيناقش دمج الموارد الأخرى في الموقع في نظامك. يمكنك هنا أن تخطط كيفية الحصول على أكثر من ماء المطر لجهود الحصاد التي تقوم بها، وسأصف كيف تمكنّا أخي وأنا من القيام بذلك في موقعنا.

هناك العديد من الملحقات. يوضح الملحق 1 أنماط التعرية وتقنيات السدود الترابية التي يمكن أن تستخدم لتدبر أمرها. أما الملحق 2، بقلم جول جلانزبيرغ، فيتمحور حول تقنيات الأمريكيين الأصليين التقليدية للحصاد المائي في الجنوب الغربي. ويعطيك الملحق 3 العديد من حسابات الحصاد المائي. فيما يوفر الملحق 4 قائمة من الأمثلة على النباتات واحتياجاتها من الماء. وفي الوقت الذي تخصص فيه هذه القائمة لمدينة توسون في ولاية أريزونا، فإن بعض القراء الآخرين قد يجدونها مفيدة. ويوفر الملحق 5 نماذج أوراق عمل لتقدير موارد المياه في الموقع وموازنات المياه ... إلخ، وهو مقصود بأن يكون هيكلاً تنظيمياً لتدوين ملاحظاتك وحساباتك للرجوع إليها مستقبلاً. ويجمع الملحق 6 الموارد المُشار إليها عبر نص هذا الكتاب، كما يوفر العديد من المراجع الأخرى: الكتب والأفلام والمواقع الإلكترونية. كما أن هناك مراجع إضافية عن المنظمات المروجة لحصاد مياه الأمطار والزراعة المستدامة على مستوى المجتمعات. كما توجد ملاحظات مراجع ومسرد مصطلحات وفهرس.

مجلد 2: السدود الترابية

ستتعلم في هذا المجلد كيفية اختيار ووضع وإنشاء سدك الترابي للحصاد المائي. إنه يقدم معلومات مفصلة حول كيفية فعل ذلك وأشكالاً مختلفة من جميع السدود الترابية، متضمناً فصولاً عن التسميد العضوي والغطاء النباتي وإعادة تدوير المياه الرمادية بحيث يمكنك أن تعدل التقنيات بحيث تتناسب ومتطلبات موقعك الخاصة.

مجلد 3: مستجمع مياه الأسطح وأنظمة الخزانات

ستتعلم هنا كيف تختار أو تحدد حجم أو تصمم أو تبني أو تشتري وتقوم بتركيب أنظمتك المختارة لتجميع المياه من السطح وتخزينها. إن المبادئ الخاصة لأنظمة الخزانات معروضة جنباً إلى جنب مع العديد من خيارات الخزانات واستراتيجيات التصميم التي تمكن خزانك من القيام بأكثر من حصاد الماء.

تؤطر قصص واقعية لأشخاص ينشئون ويعيشون مع مواقع خارجية وأنظمة حاصدة للماء المجلدات الثلاثة. لقد قمنا بشحذ مهاراتنا من خلال ساعات لا تحصى من التصميم العملي والتنفيذ والصيانة والعيش مع أنظمتنا. النطاق والسياق لبعض الأنظمة المعروضة قد يبدوان كبيرين جداً أو صغيرين جداً أو مدنيين جداً أو ريفيين جداً بحيث لا يمكن تطبيقهما على موقعك، لكن تذكر أنك إذا استوعبت كيف تم تحقيق المبادئ والأخلاقيات في الأنظمة المتعددة، فإن بإمكانك تبنيها لمتطلبات نطاق وسياق موقعك.

قيمة ماء المطر

«لا تصلّ من أجل ماء المطر، ما لم تكن لديك القدرة على الاعتناء بما تحصل عليه.»
آر. إي ديكسون (1937) مراقب، محطة مدينة تكساس للتجارب الزراعية، سبير، تكساس

إذاً، فأنت تريد أن تحصد ماء المطر، – حالاً! لنحتفل بقيمة مياه الأمطار والمصادر الأخرى العديدة التي يدعمها، لأن الطريقة التي نقيم بها مواردنا المائية تتعلق مباشرة بكيف ندركها ونستخدمها و*ندیرها*.

إن الهطول (المطر والبرد والصقيع وتساقط الثلوج) هو المصدر الرئيسي للمياه العذبة في دورة كوكبنا الهيدرولوجية. هذا الهطول، أو «المطر»، يغذي جميع المصادر الثانوية للماء، بما فيها المياه الجوفية والمياه السطحية في الجداول والأنهار والبحيرات. وفي حال تم ضخه أو تصريفه منها باطراد أسرع مما يتم تزويدها به، فإن هذه المصادر الثانوية ستتوقف تدريجياً عن التواجد.

ويتم تقطير الهطول بشكل طبيعي من خلال التبخر الذي يسبق تشكل الغيوم (الشكل 2.I)، **وبذلك فإنه يعد أنقى مصادرنا المائية.**[4] فإجمالي المواد الصلبة المذابة (TDS) التي يحتوي عليها ماء المطر في مسقط رأسي أقل 100 مرة من المياه الجوفية السطحية![5]

الشكل I.2 مياه الأمطار النقية

يعد المطر *يسراً* بسبب عدم وجود كربونات الكالسيوم مذابة فيه، وهو ممتاز للطهي والغسيل وتوفير الطاقة. بينما معظم مياهنا الجوفية والسطحية *عسرة* بسبب مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تذوب فيه عندما تجري المياه خلال أو على سطح التربة. تتراكم هذه المركبات في أو على أدوات الطهي والأنابيب ومسخنات الماء مشكّلة «طبقة» بيضاء تمنع توصيل الحرارة وتقلل عمر الأنابيب والأجهزة. فيما يوفر استخدام مياه الأمطار بدلاً من ذلك الطاقة وتكاليف الصيانة، ويمكن أن يطيل عمر مسخنات المياه والأنابيب.[6] كما يقلل استخدام مياه الأمطار الاحتياج إلى المنظفات والصابون، ويزيل زبد الصابون ومخلفات العسر والحاجة إلى ميسر للماء (الذي يكون ضرورياً أحياناً مع أنظمة مياه الآبار)،[7] إلى جانب كونه مرطب شعر طبيعي.

إن ماء المطر سماد طبيعي. وفقاً لوكيل جمعية الإرشاد الزراعي التعاونية جون بيجيمان، فإن المطر يحتوي على الكبريت – وهو مهم في تشكيل أحماض النبات الأمينية، كما يحتوي على كائنات حية مجهرية مفيدة ومغذيات معدنية يتم جمعها من الغبار في الهواء – وهي مهمة لنمو النبات. ويحتوي ماء المطر أيضاً على النيتروجين الذي يحفز اخضرار النبات. وخلال العواصف، تمكن صعقات البرق النيتروجين الجوي من الاتحاد مع الهيدروجين أو الأكسجين لتكوين الأمونيوم والنترات، وهما شكلان للنيتروجين يذوبان في الرطوبة الجوية ويمكن استخدامهما من قبل النباتات.[8]

إن محتوى ماء المطر من الأملاح هو الأقل من بين مصادر الماء العذب الطبيعي، لذا فهو مصدر ماء عظيم للنباتات. إن الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم وأملاح الصوديوم متواجدة بوفرة في القشرة الأرضية. والتربة ذات التركيز الملحي العالي تثبط نمو النباتات عن طريق تقليل قدرة الغطاء النباتي على رفع الماء والقيام بالبناء الضوئي.[9] التربة الغنية بالصوديوم تميل إلى التشتت – أو فقدان تركيبها – ما ينتج عنه تسرب ضعيف للمياه، وتكون القشور في التربة، ما يحد من اختراق الجذور ويعوق انبثاق البذور.[10] كما يكتب كل من ديفيد كليفلاند ودانيلا سوليري في كتابهما *الغذاء من حدائق الأراضي الجافة*، «تحدث التربات المالحة طبيعياً في المناطق الجافة حيث لا يتساقط مطر كاف ليغسل الأملاح القابلة للذوبان ويسحبها بعيداً عن منطقة الجذور. إن الري [بالمياه السطحية أو الجوفية] يجعل الوضع أسوأ، حيث أن المياه السطحية والمياه الجوفية تحتويان على أملاح أكثر من مياه الأمطار، تميل الأملاح إلى التراكم في التربة مع إضافة الماء باستمرار من خلال الري.»[11] وطالما أن التربة تصرِّف وأن كمية مياه أمطار كافية تنفد، فإن بإمكان مياه الأمطار إذابة هذه الأملاح وغسلها بعيداً عن منطقة الجذور.[12]

إن ماء المطر يأتينا بلا تكلفة. إنه يهبط من السماء ونحن لا ندفع لضخه ولا ندفع لشركة خدمات كي توصله لنا. (الشكل I.3).

وبالرغم من ذلك، فإن الإدارة الحالية للأمور المنزلية وموارد مياه المجتمع لا تعكس القيمة الفعلية للمطر. وبدلاً من معاملته على أنه مصدرنا المتجدد الرئيسي للمياه العذبة فإننا نعامل ماء المطر تقليدياً كمصدر إزعاج بتحويله إلى مستنزف

الشكل 3.I. المطر مجاني دائماً

عواصف أو حفر صرف أو شوارع مثقلة بالملوثات. ونستثمر بدلاً منه موارد ضخمة لنحصل على مصادر ثانوية من المياه السطحية والجوفية ذات جودة أقل. إن مثل هذه الإدارة المعاصرة للمياه تتنافى بشدة مع تقاليد حصاد مياه الأمطار.

حصاد مياه الأمطار عبر الأرض والزمن

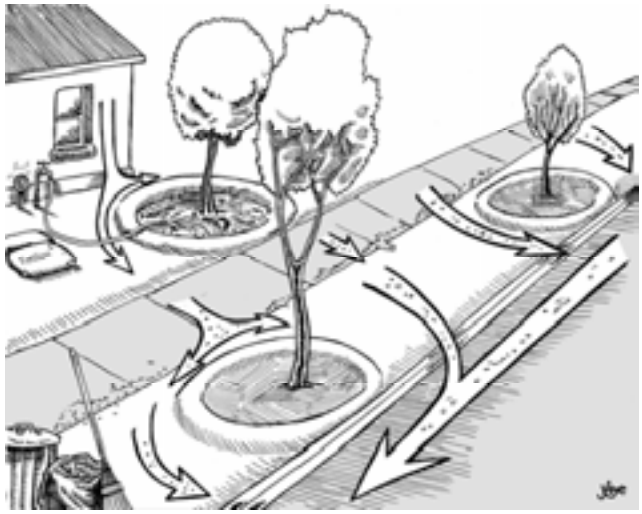
حول العالم، توضح الدلائل التقليدية والتاريخية لحاصدي مياه الأمطار أهميته كمصدر رئيسي للماء. ووفقاً لكل من جون جولد وإيريك نيسين بيترسين، مؤلفي كتاب *أنظمة مستجمعات مياه الأمطار للتزويد المحلي*، فإن بدايات جمع مياه الأمطار قد تمتد بعيداً في تاريخ البشرية كما استخدام النار، كما تدل الممارسات التقليدية للصياد- الحاصد كالاهاري بشمين (شعب سان) بجمع وتخزين ودفن مياه الأمطار في بيض النعام من أجل استرجاعها بعد شهور أو سنوات.

لقد كان الماء الجاري من الأسطح المصدر الرئيسي للماء للعديد من المستعمرات الفينيقية والقرطاجية من القرن السادس قبل الميلاد وحتى العهود الرومانية عندما أصبحت مياه الأمطار المحصودة المصدر الرئيسي للماء في المدن كلها. وقبل ما يقارب 2,000 عام، قامت الخزانات المزودة بمياه الأمطار بتوفير المياه المحلية في شتى أنحاء جنوب إفريقيا والبحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط وتايلاند. وهناك تقليد بعمر 4,000 عام لأنظمة جمع مياه الأمطار للتزويد المحلي والزراعة في مختلف أنحاء شبه القارة الهندية، ولربما يعود تاريخ الحصاد المائي في الصين إلى 6,000 عام. وقد كان الجمع عن قمم الأسطح وتخزين مياه الأمطار هو المصدر الأساسي للمياه في مدينة البندقية في إيطاليا من 300 إلى 1600 بعد الميلاد. وقد استُخدمت أنظمة مستجمعات أزتيك الأرضية بحلول 300 بعد الميلاد. كما استخدم الأمريكيون الأصليون في الجنوب الغربي مجموعة متنوعة من التقنيات (انظر الملحق *2*.) وما تزال حضارات الجُزُر تعتمد على مياه الأمطار في أجزاء من اليابان والبحر الكاريبي وبولينيزيا. ويستمر اليوم تقليد حصاد مياه الأمطار في الخزانات في المساكن المنعزلة والمزارع في كل من الولايات المتحدة وكندا وأستراليا ونيوزيلندا.[13]

التحول بعيدا عن مياه الأمطار

لقد نأينا بعيداً عن هذه التقاليد خلال الـ 150 عاماً الماضية منذ مكنتنا التكنولوجيات الحديثة من الوصول إلى، وضخ، ونقل كميات ضخمة من المياه السطحية والمياه الجوفية: وهي مصادر المياه الثانوية في الدورة الهيدرولوجية. هذه الإمدادات الثانوية بدت لا محدودة، لذلك فقد ظللنا نأخذ أكثر. وبحلول عام 1930، كان هناك 170 بئر ري تستغل مياه أوجالالا الجوفية التي تمتد 1,300 كيلومتر من أرض تكساس إلى ساوث داكوتا، وبحلول عام 1959 كان هناك ما يزيد على 42,000 بئر.[14] وكما كتب تشارلز باودين، «بحلول الستينيات كان لدى السهول المرتفعة 5,500,000 دونم خاضع للري، وكان الرجال يعملون خلال الليل لتوجيه التدفق من المضخات التي لا تتوقف عن العمل.»[15]

لقد بدت المياه السطحية والمياه الجوفية - وهي المصادر الثانوية للمياه في الدورة الهيدرولوجية- مريحة ومربحة وأكثر استقلالية من المطر- وهو المصدر الرئيسي. إن المياه السطحية والمياه الجوفية أصبحت المصادر «الرئيسية» للمياه في أنظمتنا الحديثة لإدارة المياه. وقد أصبح الإسراف أكثر انتشاراً من الترشيد. لقد بتنا نرى المطر على أنه مصدر



الشكل I.4أ. موقع خارجي على درب الهدر نحو الندرة. يُصَرَّف المطر والجريان السطحي والتربة السطحية سريعاً من الموقع الخارجي إلى الشارع حيث تسهم المياه المحمّلة بالرواسب في فيضان المصب وتلوثه. يعتمد الموقع الخارجي على ري مياه البلدية/ مياه الآبار والأسمدة المستوردة.

الشكل I.4ب. موقع خارجي على درب الترشيد نحو الوفرة. يتم حصاد واستخدام المطر والجريان السطحي وندى أوراق الشجر والتربة السطحية في الموقع الخارجي ما يسهم في التحكم بالفيضان وتحسين نوعية المياه. إن النظام ذاتي الري بالمطر وذاتي التسميد بالمواد العضوية المحصودة.

للفيضانات يجب تصريفه بعيداً. وقد بدا هذا صحيحاً لبعض الوقت، لكن الحقيقة لهذه الأمية – المائية قد انجلت.

ندرة أم وفرة؟

في حين تقوم الدورة الهيدرولوجية باستمرار بإعادة تدوير مياه الأرض لتنتج مطراً عذباً متجدداً، فإن المعدل الذي يتم فيه إنتاج المطر العذب لا يلبي احتياجاتنا المتزايدة باستمرار. وفي مقابل هذه الاحتياجات، فإن موارد المياه العذبة لكوكبنا محدودة. إن معدلات الاستهلاك الحالية تقلل مستويات المياه الجوفية وتستنزف تدفقات المياه السطحية في أنحاء العالم. ووفقاً لتقرير بلو جولد، فإن استهلاك المياه العالمي يتضاعف مرة كل 20 عاماً– أكثر بمرتين من معدل النمو السكاني البشري. وإذا ما استمرت الاتجاهات الحالية، فإن الحاجة إلى المياه العذبة بحلول عام 2025 ستكون أكثر بنسبة 56٪ مما هو متوفر حالياً.[16] إن مياه أوجالالا الجوفية تُستَنزَف ثماني مرات أسرع مما يمكن للطبيعة أن تُجددها.[17]

لقد وصلنا نقطة تحول في استخدامنا وإدارتنا للمياه. وكما يقول صديقي بروك دولمان، «إن بإمكاننا أن نختار أن نكون 'خائفين في المدينة' بسبب ندرة المياه، أو بإمكاننا أن نختار *وفرة* المياه - الظرف الملائم والمزدهر الذي 'يمكن فيه لمشروباتنا أن ترقص'!»

وبينما أركز على مياه الأمطار بشكل رئيسي، فإن الطريقة التي نُقيّم بها **جميع** مواردنا المائية تُشَكِّل مستقبلنا. أضع في الصندوق 2.1 المبادئ لدربين متناقضين لاستخدام الماء (انظر أيضاً الشكل I.4). اقرأ بتمعن واسأل نفسك: على أي درب أنا الآن؟ أي درب أريد أن أسلك من الآن فصاعداً؟

التصريف مقابل تسريب الماء

العيش في درب الهدر نحو الندرة.

إننا نُصَرِّف مواطن مجتمعاتنا عن طريق *تحويل* مياه أمطارنا بعيداً عن مواقعنا وممراتنا المائية وطبقاتنا الجوفية الخازنة بدلاً من *تسريبها* داخلها. إننا نستبدل الشبكات الحية من الغطاء النباتي السابق والتربة السطحية بالإسفلت والإسمنت والمباني غير المنفذة للماء حاملين مياه الأمطار على الاندفاع عبر الأرض وتصريفها خارج النظام.

إننا ننشئ مواقع خارجية من أكوام كتلك الطامرة (أشكال محدبة)، والتي تُصَرِّف بدلاً من أن تحتفظ بمياه الأمطار والتربة السطحية والمواد العضوية.

الصندوق 2.I. درب الندرة مقابل درب الوفرة

درب الهدر نحو الندرة	درب الترشيد نحو الوفرة
• ندرة الماء هي الحالة التي لا يمكن فيها لإمداداتنا المائية المحلية أن تلبي احتياجاتنا لأن «حساب مياهنا العذبة البنكي» يتم استنزافه.	• وفرة الماء هي الحالة التي نعدل فيها أنماطنا لإدارة واستخدام الماء حتى تقوم مياهنا المتوفرة محلياً بتلبية احتياجاتنا، بل وتتجاوزها في نهاية المطاف.
القيم	**القيم**
• إننا لا نقيِّم ولا نقدر الماء. • إننا نعامل الماء كمشكلة – كمادة يجب علينا التخلص منها. • إننا نفكر في المياه الجوفية والمياه السطحية على أنها متوفرة بشكل غير محدود – مواد في وسعنا تحمل سوء إداراتها وإهدارها. • إننا نعتقد أننا كبشر منفصلون ومستقلون عن الطبيعة.	• إننا نقدر كل الماء، معترفين به كأساس نظامنا البيئي الحي. • إننا نعامل الماء كأساس للدورة الهيدرولوجية – التي تديم الحياة. • إننا نعامل المياه الجوفية والمياه السطحية كخزانات تراكم وتركز مياه الأمطار طبيعياً، ولا نقوم بإهدارها. • إننا ندرك ونحتفي بأننا كبشر جزء من نظام الأرض الطبيعي الذي يمدنا جميعاً بالحياة.
الخصائص	**الخصائص**
• إننا كأفراد ومجتمعات، لا نتولى مسؤولية إدارة حسابات مياهنا الخاصة. • إننا نسحب باستمرار مما نوفره من مياهنا الجوفية. • إننا لا نقوم بإيداعات مائية جديدة.	• إننا كأفراد وكمجتمعات، ندير حساباتنا المائية الخاصة بحكمة. • إننا نسحب مما نوفره من مياهنا الجوفية فقط في أوقات الحاجة الفعلية. • إننا نقوم باستمرار بإيداعات مائية جديدة.
النتائج	**النتائج**
• هذه العلاقة الاستخراجية مع مواردنا الطبيعية تقود إلى تدهورها واستنزافها.	• طريق الوفرة يسهم في تجديد المياه والموارد الطبيعية المتجددة الأخرى. إننا نعمل من أجل تحسين البيئة عن طريق توفير «الفائدة المركبة» الطبيعية للتربة والنباتات والمجتمعات الحيوانية الصحية، وهي مصدر الماء والغذاء والمأوى والهواء والجمال.

إننا نضع النباتات فوق هذه الأكوام، ونضخ الماء لها عبر نظام ري، في الوقت الذي يُصَرَّف فيه المطر بعيداً عن الغطاء النباتي. كما توضع رزم العناية من الأسمدة المشتراة لتعويض التربة السطحية المفقودة وخصوبة التربة. إنه نظام مشابه لمريض في المستشفى يعيش بواسطة مُقَطِّر وريدي.

إننا نوجه الجريان السطحي للأسقف إلى الشوارع ومصارف المياه عبر مزاريب ومواسير وسيول قيعانها مرصوفة بالحجارة تطرد الماء سريعاً من الساحات. (انظر الشكل I.5أ.)

الصندوق I.3. حقائق حول التصريف

- يشير تقرير أُعِد حديثاً من قبل أميريكان ريفيرز إلى أن التوسع السريع في الأراضي المرصوفة والمقام عليها أبنية في كل المجتمعات في شتى أنحاء الولايات المتحدة يجعل آثار الجفاف أسوأ. إن النمو العمراني في مدينة أتلانتا بولاية جورجيا والمقاطعات المحيطة يسهم في فقدان سنوي لتغلغل ماء المطر بما يتراوح بين 57 إلى 133 بليون جالون. وإن تمت إدارتها في الموقع، فإن مياه الأمطار هذه - والتي يمكنها أن تدعم الاحتياجات المنزلية السنوية لـ 1.5 إلى 3.6 مليون شخص - سترشح عبر التربة لتعيد تغذية المياه الجوفية، وتزيد التدفقات الجوفية لتملأ من جديد الأنهار والجداول والبحيرات.[18، 19]
- إن خمسة وعشرين بالمئة من الأرض في منطقة توسون مغطاة بغطاء غير منفذ للماء كالإسفلت أو الإسمنت أو البنايات.[20] وفي المدن ذات الكثافة الأعلى مثل لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا، فإن ما يزيد على 60٪ من سطح الأرض مرصوف.[21]

العيش في درب الترشيد نحو الوفرة

إننا **نُسَرِّب** مياه الأمطار إلى تربتنا وغطاءنا النباتي أقرب ما يكون إلى حيث تتساقط. إننا نستبدل الأسطح غير المنفذة للماء بسدود ترابية وخزانات حصاد مائي، وبمهاد إسفنجي يحتفظ بالماء وبغطاء نباتي لاحتجاز واستخدام الجريان السطحي من الأسطح غير المنفذة للماء.

إننا ننشئ مواقع خارجية شبيهة بالوعاء (الأشكال المقعرة) لحصاد مياه الأمطار بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، وبناء التربة السطحية، ومراكمة المهاد، وتقليل أو إلغاء الحاجة إلى الري والأسمدة. إن هذا يودع مصدر الماء الرئيسي - المطر - في تربتنا المحلية، ويقلل الحاجة إلى استخدام موارد المياه السطحية والجوفية الثانوية.

إننا نحصد جريان مياه العواصف من الشوارع إلى مواقعنا الخارجية. وعندئذ، تصبح الشوارع مصادر ري، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، لأشجار الظل الجميلة التي تحف الشوارع والممرات. تقلل هذه *البنية التحتية الخضراء* غير المكلفة الحاجة إلى مصارف المياه التقليدية المكلفة المكسوة بالإسمنت. (انظر الشكل I.5ب.)

الاستخراج المفرط مقابل الحفاظ على الماء

العيش في درب الهدر نحو الندرة

إننا **نفرط في استخراج** مصادرنا المائية المحلية بضخ الآبار وتحويل المياه من الأنهار والينابيع بشكل أسرع مما يمكن به لهطول المطر أن يجددها.

إننا نقلل إعادة التغذية الطبيعية للمياه الجوفية - وتحديداً في المناطق ذات مستويات المياه الجوفية الضحلة – عن طريق رصف أسطحنا والتسبب في جريان ماء مطر سطحي سريع.[22]

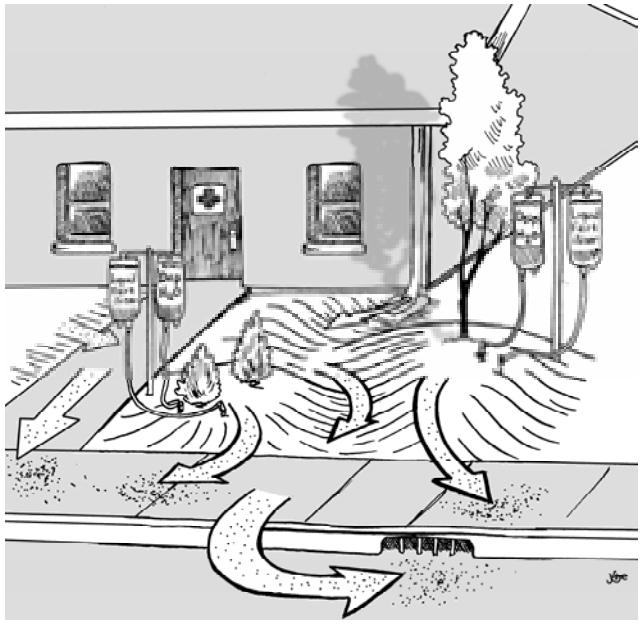
وبينما نقوم بتصريف «ودائعنا» من هطول المطر، فإننا في ذات الوقت نضخ ونستهلك المزيد من حسابات توفيرنا للمياه الجوفية القديمة. وكنتيجة لذلك، فإن الأنهار تجف، وتنخفض مستويات المياه الجوفية، وتزداد تكاليف الضخ، وتموت الأشجار الشاطئية، وتقل جودة المياه. (انظر الشكل I.6أ.)

العيش في درب الترشيد نحو الوفرة

إننا **نحافظ** على موارد مائنا العذب بالاستفادة من ماء الأمطار، وإعادة تدوير كل المياه، وبواسطة فرش المهاد، واستخدام أجهزة ذات تدفق منخفض، وتركيب أنظمة مياه رمادية، وممارسة تصميم متكامل لتقليل احتياجات المياه العذبة.

نحن نتيح لإعادة تغذية المياه الجوفية بالحدوث عن طريق صيانة التربة – والمواقع الخارجية المكسوة بغطاء نباتي، ومستجمعات ومجاري مياه جيدة.

إننا نقوم بعمل إيداع في حسابنا المائي عن طريق السماح للماء بإعادة تغذية المياه الجوفية والتراكم فيها. إننا نستخدم إمدادات المياه الجوفية القديمة فقط خلال فترات الجفاف وفقط لتلبية احتياجات مُلِحَّة.



الشكل I.5أ. موقع خارجي قائم على الدعم الحيوي يُصَرِّف موارده بعيداً. لاحظ المناطق المزروعة المحدبة. يتم تقليل مياه الأمطار المتوفرة للموقع الخارجي بنسبة تصل إلى 50% بسبب فقدان الجريان السطحي المفرط.

الشكل I.5ب. حصاد موقع خارجي مستدام وإعادة تدوير موارد الموقع. لاحظ المناطق المزروعة الغائرة والمفروشة بمهاد والغطاء النباتي المحلي. تمت مضاعفة مياه الأمطار المتوفرة للموقع الخارجي ثلاث مرات. إن كل الأمطار المتساقطة على الموقع تتسرب بالإضافة إلى الجريان السطحي من الأسطح والجريان السطحي من المواقع الصلبة على مستوى الأرض.

الصندوق I.4. أفكار مفيدة وقصص حول التسريب

- **حوّل المداخل إلى ممرات حدائق**. انظر المجلد 2، الفصل المتعلق بتقليل المواقع الصلبة والرصف النفاذ.
- **قلل الأرصفة غير المنفذة للماء أو اجعلها مسامية**. انظر الفصل المذكور أعلاه في المجلد 2.
- **زوّد المجتمعات بالماء بدلاً من سحبه منها**. إن استراتيجيات مياه الأمطار عبر الهند يعاد إحياؤها لتحسين موارد المياه المحلية. وفي مقاطعة ألوار، قام مواطنون من 650 قرية ببناء أو تجديد سدود ترابية تحتفظ بمياه الأمطار وتزيد التسريب بمقدار 20٪. المشاريع الحرجية المنظمة من قبل المجتمع عملت على استعادة الأراضي المقطوعة والمتآكلة. وبعد ستة عشر عاماً من بدء المشروع، ارتفعت نسبة المياه الجوفية 20 قدماً تقريباً (6 أمتار)؛ وازداد الغطاء النباتي بمقدار 33٪؛ وعاودت خمسة أنهار، كانت سابقاً تجف كل عام، جريانها بشكل دائم الآن. كما تجاوزت زيادة الإنتاج الزراعي تكلفة الاستثمار الأصلي بنسبة 4 إلى 1.[23] انظر الفصل 1 من هذا المجلد لقصة حول كيف أن تسريب المياه في إفريقيا جلب الوفرة إلى رجل وعائلته.

إن مياه الأمطار تصبح مصدر مائنا الرئيسي، ويتم إغناء «حسابات توفير» مياهنا الجوفية والاحتفاظ بها لأوقات الحاجة.

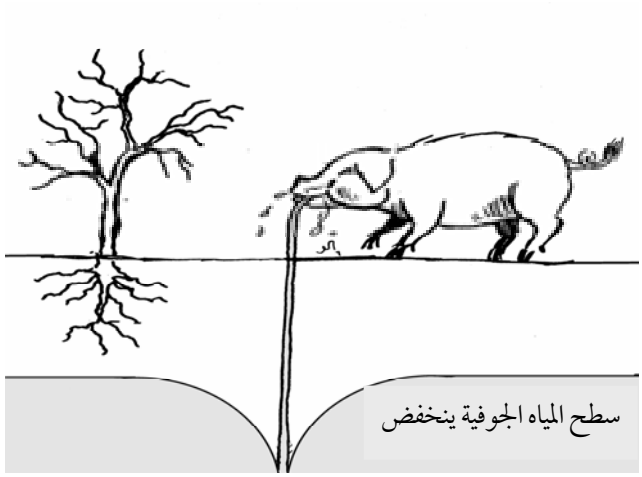
إننا نكافح للعيش في رصيد مستدام مع موارد مائنا المحلية عن طريق العيش ضمن حدود موارد/ موازنة ماء الأمطار الخاصة بموقعنا. (انظر الشكل I.6ب.)

تلويث مقابل تنظيف الماء

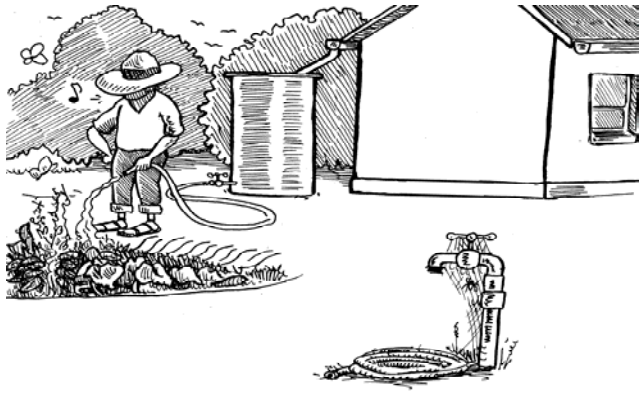
العيش في درب الهدر نحو الندرة

إننا **نلوث** مصادر مائنا العذب المحدودة. إننا منفصلون عن مصدرنا للماء وتأثيرنا على جودته. إننا نرى الماء يتدفق من الحنفيات، ويوصَّل عن طريق أنظمة توزيع مركزية ضخمة، لكننا لا نواجه الطريق الذي تسلكه المياه حتى تصل إلى حنفيتنا.

إن المطر يتساقط من الجو، ويجري عبر سطح الأرض، ويتسرب عبر تربتنا، لذلك فإن تلويث هوائنا وسطح أرضنا وتربتنا يلوث ماءنا.



الشكل I.6 أ. الاستخراج المفرط للمياه الجوفية



الشكل I.6 ب. يعمل ماء المطر المحصود على المحافظة على مياه البلدية/مياه الآبار

الصندوق I.5. حقائق حول الاستخراج المفرط

لقد أدّى ضخ المياه في ولاية أريزونا إلى تجفيف أو إفساد 90٪ من الجداول والأنهار والموائل الشاطئية التي كانت دائمة الجريان والتواجد في وقت مضى.[24]

كما أدى الاستخدام المفرط للمياه الجوفية في وادي كاليفورنيا الأوسط إلى تدمير بنية تربة الطبقات الجوفية الخازنة للمياه، مسبباً خسارة دائمة لمخزن مياه طبيعي ذي سعة تبلغ ما يزيد على 40٪ من السعة التخزينية الإجمالية لكل السدود التي أنشأها البشر وخزانات السطح في الولاية.[25]

وفي عام 1972، منع تحويل المياه من نهر الصين الأصفر، الذي كان في وقت سابق عظيماً، من وصوله إلى البحر لأول مرة في التاريخ. في ذلك العام، لم يصل التدفق إلى المحيط في 15 يوماً. وفي عام 1997، فشل في أن يصل إلى البحر في 226 يوماً.[26]

الصندوق I.6. حقائق وأفكار مفيدة حول الترشيد

إن بإمكان الأسرة الأمريكية المتوسطة أن تقلل الاحتياجات المائية بنسبة 33 إلى 50٪ كل عام.[27] كما أن بإمكان تقنيات وطرق ترشيد استهلاك المياه الإضافية أن تخفض احتياجات المياه الزراعية بما يقارب 50٪، واحتياجات المياه الصناعية بنسبة 50 إلى 90٪ دون الحاجة إلى التضحية بالناتج الاقتصادي أو نوعية الحياة.[28]

إن ترشيد استهلاك المياه يوفر طاقة، وتوفير الطاقة يوفر ماء. «إن محطات الطاقة التي تستخدم الفحم أو النفط أو الغاز الطبيعي أو اليورانيوم بحاجة أيضاً للماء من أجل توليد البخار والتبريد، وهي تستهلك 131 بليون غالون في اليوم - أي أكثر خمس مرات من ما يستخدمه الناس من الماء في بيوتهم.[29]

إن كل كيلو واط/ ساعة (ك و س) من الكهرباء المنتجة بواسطة الفحم يستهلك قرابة باوند واحد من الفحم، وينتج باوندين من ثاني أكسيد الكربون، ويستخدم أقل بقليل من 0.5 غالوناً من الماء.[30،31] إضافة إلى ذلك، فإن حرق الفحم هو أكثر وسائلنا خطورة لتوليد الكهرباء، مشكّلاً معظم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يسببها البشر في الجو.[32]

ازرع في حدود موازنتك المائية، وأنشئ موقعاً خارجياً أو حديقة بإمكانها أن تزدهر ضمن حدود موارد موقعك من مياه الأمطار والمياه الرمادية. انظر الفصل 2 للمزيد.

ركز على المزروعات المحلية في موقعك الخارجي. هذه النباتات تكيفت طبيعياً للعيش على أنماط هطول الأمطار. وسوف تزدهر إن زرعت في سدود ترابية حاصدة للماء أو حيث تعطى مياهاً تكميلية من الخزان! انظر المجلد 2، الفصل حول الغطاء النباتي.

إننا نلوث بيئتنا بمياه الصرف الصحي، والمبيدات الحشرية، ومبيدات الأعشاب، وحرق الوقود الأحفوري، وبالمواد الكيميائية الملقاة في المصارف، وسوائل السيارات المتسربة، ومصادر أخرى لا تعد ولا تحصى. (انظر الشكل I.7أ.)

الصندوق 7.I. استراتيجيات إضافية لترشيد استهلاك المياه في المنزل

انظر موقع المنزل الموفِّر للمياه www.h2ouse.org لاستراتيجيات ترشيد استهلاك المياه في أنحاء المنزل؛ انظر أيضاً المجلد 3، الفصل حول تقدير حجم خزّانك.

الغسالات

إن استبدال غسالة عادية تستخدم 30 إلى 50 غالوناً (114 - 189 لتراً) لكل دفعة من الغسيل بغسالة *إينيرجي ستار*™ جديدة معتمدَة تستخدم 10 غالونات (38 لتراً) لكل دفعة من الغسيل يمكنه أن يقلل استهلاك الماء بنسبة 30 - 60٪ ويقلل استهلاك الطاقة بنسبة 50٪ لكل دفعة.[33،34] ويعد هذا توفيراً لما يقارب 7,000 غالون (26,000 لتر) بالنسبة لمتوسط استخدامات منزلية أمريكية لكل عام.[35] قم بتركيب نظام مياه رمادية لغسالتك لتعيد تدوير مياه الغسيل في موقعك الخارجي.

تسرب المواسير

إن عشرة بالمئة من استهلاك الماء المنزلي يمكن أن يكون بسبب التسريب. وتعد أنظمة الري الأقدم عرضة للتسريب، مهدرة ما يزيد عن 50٪ إلى 75٪ من المياه المستهلكة.[36] لذلك، قم بفحص منتظم للتسريب وقم إصلاحه بشكل مناسب. إن لدى العديد من شركات المياه البلدية برنامجاً مجانياً لاختبار التسريب.

مبردات التبخر، ومكيفات الهواء، واستهلاك الطاقة

يستهلك مبرد التبخر في مدينة فينيكس في ولاية أريزونا ما معدله 65 غالوناً (246 لتراً) يومياً.[37] إن مكيفات الهواء لا تستخدم المياه في الموقع، لكن كمية الماء المستخدمة لإمدادها وغيرها من الأجهزة الكهربائية يمكن أن تكون كبيرة إن كانت الطاقة تأتي من محطة طاقة حرارية (نووية أو على الفحم أو نفطية أو على الغاز الطبيعي أو على الحرارة الجوفية). إن بإمكان استراتيجيات التبريد، بدون اعتماد على مصدر طاقة، الموجودة في الفصل 4 أن تقلل بشكل كبير الحاجة إلى التبريد الميكانيكي واستهلاك الطاقة المرافق له.

أنظمة رش الرذاذ الخارجية

تستخدم أنظمة رش الرذاذ الخارجية ما مقداره 2,160 غالوناً (8,175 لتراً) في الشهر لتبريد 1,000 قدم مربعة (92.9 م^2) من الأفنية. وذلك يعادل حتى ثلاثة أضعاف متوسط استخدام المياه الصيفي لمالك منزل في مدينة توسون في ولاية أريزونا. وبالرغم من ذلك، فقد وجدت دراسة أن رش الرذاذ يخفض درجات الحرارة بمقدار 7° فهرنهيت (3.8° مئوية) فقط.[38] إن أشجار الظل المحلية قليلة الاستهلاك للمياه تستخدم مياهاً أقل من أنظمة رش الرذاذ، وفي ذات الوقت تعمل على خفض درجات الحرارة بمقدار 20° فهرنهيت (11.1° مئوية).[39،40]

البِرَك

قم بضرب المساحة السطحية لبركة سباحة بمعدل التبخر المحلي لتحديد كمية الماء الذي سيتبخر كل عام. في توسون، فإن بركة بمساحة 400 قدم مربعة (37.1 م^2) ستفقد 16,000 غالون (60,600 لتر) من الماء كل عام بسبب التبخر، أي حجم كامل البركة تقريباً.[41] بإمكان أغطية البِرَك أن تقلل استهلاك ماء البركة بما يقارب 30٪.[42] إن لم تكن تستخدم مثل هذه الأغطية في موسم السباحة - فعلى الأقل استخدمها خارج الموسم. كما أن استخدام بركة عامة بدلاً من إنشاء وصيانة واحدة خاصة بك يمكن أن يوفر الماء والوقت والنقود والمواد الكيميائية اللازمة لإبقاء بركة منزلية تؤدي وظيفتها.

عادات بشرية

قلل استخدامك للماء بوعي لتقلل حاجتك المنزلية للمياه. على سبيل المثال، لا تبق الماء جارياً أثناء تنظيف أسنانك أو غسل يديك، ولا ترش طرق الدخول أو الأفنية أو الساحات بالماء، ولا تقم بغسل الأطعمة المجمّدة بالماء لتسريع الذوبان. وأثناء تشكيلك نموذجاً يحتذى به بشأن الترشيد في المنزل، اضغط من أجل مقاييس ترشيد إضافية في القطاعات التجارية والصناعية والحكومية والزراعية.

الشكل I.7أ. تلويث مياهنا ومستجمعات مياهنا في المنزل.

الشكل I.7ب. تنظيف مياهنا ومستجمعات مياهنا في المنزل.

العيش في درب الترشيد نحو الوفرة

إننا ننظف مياهنا الملوثة لنجعلها قابلة للاستخدام من جديد.

إننا على اتصال يوماً بيوم مع مصدر مياهنا العذبة لأننا نراه وهو يُحصَد، إننا نقوم بصيانة السطح الذي يجري عليه، كما نعمل بجد لنحافظ على نوعية مياه جيدة.

إننا نفهم أن الطريقة المثلى للحصول على ماء نقي هي *ألا نلوث الماء أصلاً*.

وإن كان لا بد من أن نلوث، فإننا نبقي التلوث في أدنى حد ممكن ونعاود استخدام وتنقية تلك المياه في المكان ذاته الذي قمنا بتلويثها فيه. على سبيل المثال، فإن استخدام صابون متوافق حيوياً ومناسب للتربة المحلية (انظر المجلد 2 ومناقشته للمياه الرمادية) يمكّننا من إعادة استخدام وتنقية مياه الغسيل أو المياه الرمادية في الموقع، باستخدام التربة والنباتات داخل مواقعنا الخارجية.

إننا نستثمر موارد مجتمعاتنا اللازمة لتنقية مائنا الملوث وإعادته نظيفاً إلى الدورة الهيدرولوجية حيث يمكن أن يساعد في دعم كل أشكال الحياة. (انظر الشكل I.7ب.)

التخزين مقابل إعادة تدوير المياه

العيش في درب الهدر نحو الندرة

إننا **نخزن** المياه كمجتمع عن طريق التصريف والاستخراج المفرط وتلويث مواردنا المائية *المحلية*. وبدلاً من تغيير سياساتنا وأنماط حياتنا وعاداتنا لتقليل حاجاتنا، فإننا نحول الماء عن مواقع وشعوب أخرى.

الصندوق I.8. حقائق عن التلوث

إن الجريان السطحي من مصادر عديدة متفرقة على نطاق واسع أو *التلوث غير محدد المصدر* يسهم بما مقداره 60٪ من إجمالي تلوث المياه السطحية في الولايات المتحدة.[43] ويتكون التلوث غير محدد المصدر من روث الحيوانات الأليفة، وانبعاثات السيارات، والرواسب والنيتروجين من الساحات والمزارع والمراعي، والمركبات المتبقية من الاستخدامات الشائعة للدهانات والبلاستيك، إلخ.

يتم استخدام بليون طن من السموم لمكافحة الأعشاب الضارة والحشرات في كافة أرجاء الولايات المتحدة كل عام، كما تبين مجلة الناشونال جيوغرافيك،[44] ومعظمه ينتهي به المطاف في أنظمة مياه المدينة الطبيعية.

إن ما يقارب 40٪ من أنهار وجداول الولايات المتحدة ملوثة إلى الحد الذي لا يمكن معه الصيد أو السباحة أو الشرب.[45]

إن المياه الصالحة للشرب هي ما يملأ ويشطف جميع مراحيض الأمريكيين تقريباً، بمقدار 6.8 بليون غالوناً تشطف بعيداً يومياً.[46]

وما يزال 90٪ من مياه الصرف الصحي في العالم النامي يتم التخلص منه دون معالجة في الأنهار والجداول المحلية.[47]

الصندوق 9.I. قصص وأفكار مفيدة حول التنظيف

- **أبق البراز بعيداً عن مياهنا.** يكلفنا التغوط في المياه الصالحة للشرب التي عادة ما تملأ مراحيضنا بلايين الدولارات وبلايين الغالونات من الماء سنوياً في محاولاتنا لإزالة البراز والملوثات الأخرى. إن الحمّامات تستهلك ما نسبته 30٪ من إجمالي استخدام المياه الصالحة للشرب داخل المنزل في سكن أمريكي تقليدي.[48] وبالتحول من الحمّامات الأقدم والأكثر استهلاكاً إلى أخرى ذات كفاءة مائية أعلى، والتي تستهلك 1.0 إلى 1.6 غالوناً لكل شطف بماء متدفق للمرحاض، يمكن تقليل ذلك الاستخدام المائي المنزلي بنسبة 15 – 25٪.[49] ومراحيض التسميد اللامائية لا تستخدم الماء وتحول فضلات المستخدم إلى سماد عضوي ذي نوعية ممتازة.
  ومن ثم، فهناك «يوم التبول خارج المنزل» السنوي في مدينة سيغموتا في السويد، حيث يتم توفير 50٪ من الماء المستخدم عادة في شطف المراحيض بماء متدفق.[50]

- **يتم استخدام الحصاد المائي لتنظيف لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا.** وقد قادت منظمة تري بيبول غير الربحية برنامجاً يحث على حصاد مياه الأمطار والمياه الرمادية في المواقع السكنية ومواقع العمل والمواقع الصناعية والعامة في لوس انجلوس لتنظيف التلوث وتقليل اعتماد المدينة على المياه المستوردة بما نسبته 50٪! إن ساحات الحصاد المائي والمواقع الخارجية التي تروى بواسطة المياه الرمادية وحقول الكرة الغارقة أصبحت تعمل كبنية تحتية خضراء للتحكم بالفيضانات، واعدة بتخفيض ملحوظ في التلوث الناجم عن الجريان السطحي باتجاه خليجي سانتا مونيكا وسان بيدرو، وفي نفس الوقت، التخلص من خطر فيضان نهر لوس أنجلوس الذي استمر لمدة 100 عام. ويقوم قسم التحكم بالفيضانات في البلدية – والذي أعيدت تسميته فأصبح قسم إدارة مستجمعات الأمطار– بدعم هذا العمل، حيث أنه يقلل الحاجة إلى بنية تحتية مكلفة وأحادية الغرض للتحكم في الفيضان.[51]

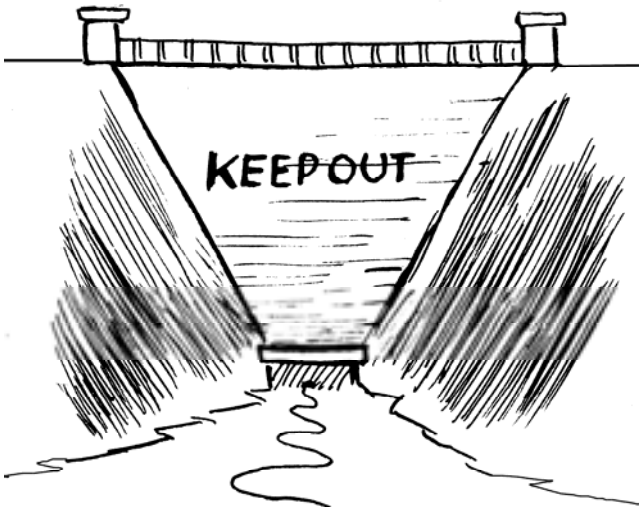
الصندوق 10.I. حقائق التخزين

يتم الآن تحويل أكثر من نصف إجمالي المياه العذبة المتوافرة للاستخدام البشري.[52]

فقط 2٪ من أنهار وجداول أميركا تبقى جارية بحرية وبدون تطوير.[53]

في عام 1996، اضطر المقيمون في مرتفع صحراء مدينة أليوكيركي في ولاية نيوميكسيكو إلى تقليل استخدامهم للمياه بنسبة 30٪، بينما تم السماح لشركة إنتل بزيادة استخدامها بالنسبة ذاتها، وإنتل تدفع أقل أربع مرات مما يدفعه مواطنو المدينة مقابل الماء.[54]

لقد وقّعت شركة المياه العالمية الأمريكية (يو إس إيه جلوبال ووتر كوربوريشين) اتفاقية مع مدينة سيتكا في ولاية ألاسكا، لتصدير 18 بليون غالون من المياه الجليدية يومياً إلى الصين، حيث يتم تعبئتها في واحدة من مناطق «التجارة الحرة» في تلك البلاد للاستفادة من الأيدي العاملة الرخيصة. ويغري مطوي الشركة المستثمرين على «اغتنام الفرصة المتسارعة... حيث مصادر المياه التقليدية حول العالم تصبح مستنزفة وفاسدة بشكل متزايد.»[55]



الشكل I.8 أ. تخزين المياه. إن السدود الكبيرة تخزن المياه غالباً من أولئك الذين يتواجدون أقرب إلى المصب، بل ومن مستجمعات مياه أمطار أخرى، حين تحول القنوات أو أنظمة الأنابيب المياه إلى السدود من مناطق أخرى.

وعلى مستوى فردي، فإننا نرى إمداداتنا المحلية للماء تتناقص حتى حين نشتري زجاجات مياه الينابيع المستوردة. إننا ندعم مشاريع السدود والقنوات الضخمة التي تحول الماء من الآخرين لتلبي حاجاتنا.

إن التحويل والتنافس على الماء تسهم في تسليعه، حيث يتحول الماء من مورد اجتماعي منتم لكافة أشكال الحياة، إلى سلعة اقتصادية يتم شراؤها وبيعها وإدارتها من قبل شركات تربح من الندرة المتزايدة للماء. إن الماء يباع لتلك الشعوب العطشى التي بددت ماءها بشكل مشابه، أو لأولئك الذين أخذناه منهم. (انظر الشكل I.8أ.)

العيش في درب الترشيد نحو الوفرة

إننا **ندوّر** مياهنا كمجتمع عن طريق زيادة إنتاجية وإمكانيات مياهنا العذبة المحدودة عن طريق تدويرها - نستخدمها مرة تلو مرة. وكلما ازدادت أشكال الحياة والاستخدامات والموارد التي تُدَوّر من خلالها المياه العذبة

الشكل I.8 ب. تدوير المياه.

بشكل *نقي*، ازدادت أشكال الحياة والاستخدامات والموارد التي يمكن للمياه أن توجدها وتمدها.

إننا نتوقف عن التصريف والاستخراج المفرط وتلويث موارد مياهنا المحلية عن طريق تغيير سياساتنا وأنماط حياتنا وعاداتنا لتقليل حاجاتنا من الماء.

إننا نتحمل مسؤولية شخصية لكيفية معاملتنا واستهلاكنا للماء، مدركين الآثار السلبية لشراء ماء زجاجات مستورد ودعم مخططات تحويل المياه الضخمة، وأن نختار بدلاً من ذلك أن نتجنب سلوكيات التحويل هذه.

إننا نعمل لمنع وعكس تسليع الماء عن طريق مساعدة الناس محلياً ودولياً وعالمياً على حصاد مياه الأمطار والاستفادة من المياه الرمادية وتقليل الحاجة إلى موارد مائية ثانوية. إن ندرة الماء تجذب قوى السوق، بينما وفرته لا تفعل ذلك. الماء جزء من الممتلكات العامة (الصندوق I.12.)، التي لنا جميعاً حق فيها. (انظر الشكل I.8ب.)

لمزيد من المعلومات حول كيفية حماية الحق بتنقية المياه لجميع سكان الأرض، (بما فيهم الحياة البرية) انظر المصادر في الملحق 6، القسم ب.

درب مجتمعي

إن معظم هطول مدينة توسون السنوي بمعدل 12 إنشاً (305 سم) ينصب على الأسطح والساحات والحدائق ومواقف السيارات، مشكلاً سيولاً من جريان الشوارع السطحي الذي يتدفق إلى مصارف المياه (الشكل I.9). إننا نعتمد بشكل أساسي على المياه الجوفية القديمة التي يتم ضخها من طبقات جوفية خازنة طبيعية أسفل المدينة والوديان المحيطة لتلبي الاستخدامات البلدية والزراعية والصناعية. إلا أن الإفراط في الضخ في الـ100 عام الماضية أدى إلى خفض مستوى هذه المياه الجوفية بمقدار يزيد عن 200 قدم (61 متراً) في بعض المناطق، وتستمر في الانخفاض 3 إلى 4 أقدام (0.9 - 1.2 سم) إضافية كل عام.[61،62] لقد جفت موارد نهر سانتا كروز التي كانت في وقت مضى دائمة والعديد من الينابيع كذلك.[63] كما قلت جودة المياه وارتفعت تكاليف الضخ بانخفاض مستويات المياه الجوفية. والأرض تنحسر بسبب ضخ المياه الجوفية الجائر.[64] كما ماتت أشجار الكوتونوود والصفصاف والمسكيت «البوسكي» أو الغابات التي كانت تجاور مجاري مياهنا.[65] (انظر الشكل I.10، بصورتيه لـ «قبل» و«بعد».)

الشكلI.9. الشارع الأول يصبح «شارع نهر الجريان السطحي» في عاصفة صيفية.

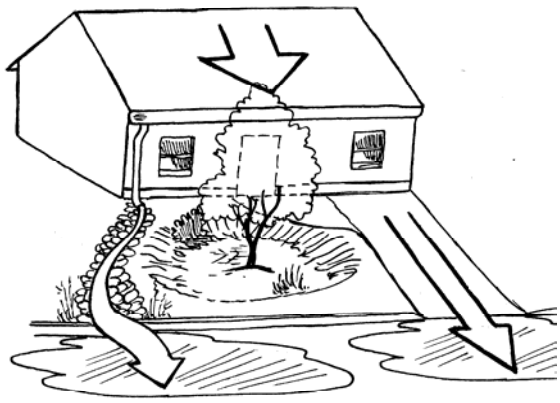
الصندوق I.11. أفكار مفيدة للتدوير

إن بإمكاننا أن نستهلك 100 غالون (379 لتراً) مدوراً فقط في خمسة استخدامات، بدلاً من استهلاك 500 غالون (1,893 لتراً) من الماء في أسبوع لخمسة استخدامات مختلفة. كما يمكننا أيضاً أن نحصد تلك الـ 100 غالون من الماء من الجريان السطحي على السطح، على سبيل المثال:

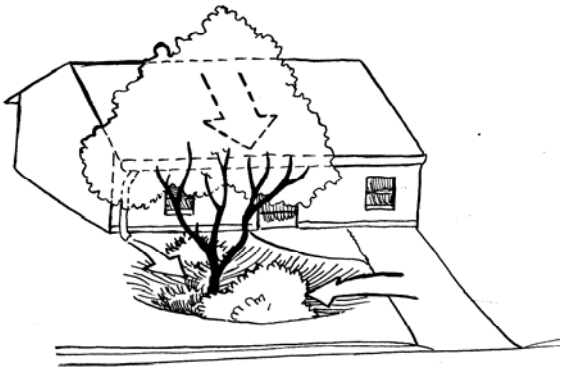
- **مياه الاستحمام**. احصد مياه الأمطار من الأسطح في خزان واستحم به في حمّام داخلي أو خارجي. (انظر الفصل 4 لمثال، والمزيد في المجلد 3.)
- **الري**. وجّه مياه الاستحمام الرمادية تلك إلى أشجار الظل، وسيصبح الـ 100 غالون من مياه الاستحمام 100 غالون من مياه الري. (انظر الفصل 4، والمجلد 2، الفصل حول المياه الرمادية.)
- **التبريد**. ضع أشجار الظل تلك في الجوانب الشرقية والغربية لبناية من أجل تبريد الهواء في الخارج والداخل على حد سواء. يمكن لهذا أن يقلل التبريد الميكانيكي الذي يمكن أن يستهلك 100 غالون بدلاً من ذلك في مبرد التبخر، أو 100 غالون في توليد الكهرباء لمكيف هواء.[56،57،58] (انظر الفصل 4 في هذا المجلد للمزيد حول استخدام الأشجار في تصميم متكامل.)
- **الغذاء**. اختر أشجار ظل حاملة للثمر، وستعوض كل 100 غالون من مياه الأمطار المحصودة الحاجة إلى استخدام 100 غالون من الماء لإنبات الشجر في حقول بعيدة. (انظر قائمة النبات في الملحق 4، وكذلك المجلد 2، فصل الزراعة.)
- **السماد العضوي**. قم بجمع الفواكه وأوراق الشجر التي تتساقط على الأرض حول قاعدة الأشجار لخلق سماد عضوي غني محافظ على الماء، مقللاً الحاجة لضخ 100 غالون إضافي أسبوعياً للري. (انظر المجلد 2، الفصل حول السماد العضوي.)

الشكل I.10 أ. نهر سانتا كروز في مدينة توسون في ولاية أريزونا، مُطِلّين الشمال الشرقي من قاعدة جبل- أ في عام 1904. لاحظ المياه المجدولة الجارية، ومستجمعات المياه ذات الغطاء النباتي الكثيف، وأشجار الحور القطني (بيضاء)، وأشجار الصفصاف، وأشجار المسكيت النامية في سهول الفيضان. الشكر: جمعية أريزونا التاريخية/مدينة توسون، إيه إتش إس الصورة رقم 24868

الشكل I.10 ب. الامتداد ذاته لنهر سانتا كروز في عام 2007. لاحظ قاع النهر الجاف الذي تحول إلى قناة، وكم من مستجمعات الأمطار تم استبدالها بأرصفة أو أبنية أو أرض عارية مضغوطة. لقد اختفت أشجار الحور القطني والصفصاف ومعظم أشجار المكسيت مع جدول المياه الناضب. تُصرِّف حديقة النهر العامة معظم الجريان السطحي إلى مجرى النهر، وهي معتمدة على نظام ري بالتنقيط.



الشكل 11.I أ. ملكية تفقد 75% من مياه أمطارها السنوية عن طريق تحويل الجريان السطحي من الجزء الكتيم الذي تبلغ نسبته 75% من المساحة السطحية (السطح والمدخل) إلى الشارع.



الشكل 11.I ب. الملكية ذاتها تحصد وتستخدم 75% أكثر من مياه أمطارها السنوية عن طريق تحويل الجريان السطحي من السطح والمدخل الكتيمين إلى الربع المستدام والنفاذ والمزروع من الموقع. ملاحظة: من المرجح أن تحتاج المواقع ذات مساحة فناء أقل نفاذية ومواقع صلبة أكثر إلى خزان مياه أمطار إضافة إلى أحواض مزروعة للتعامل مع الجريان السطحي.

الصندوق I.12. الماء كملكية عامة

إنني أستخدم المصطلح «ملكية عامة» كما هو معرَّف من قِبل فاندانا شيفا في كتابها *حروب المياه*، حيث كتبت، «إن الماء ملكية عامة لأنه الأساس البيئي للحياة كلها، ولأن استدامته وتوزيعه العادل يعتمدان على التعاون بين أعضاء المجتمع.»[59]

الصندوق I.13. الماء كحق للإنسان

إن الماء مورد طبيعي محدود ومنفعة عامة أساسية للحياة والصحة. إن حق الإنسان بالماء لا غنى عنه للعيش بكرامة إنسانية. وهو شرط أساسي لتحقيق حقوق الإنسان الأخرى.

- الأمم المتحدة، 2002 [60]

إن الملوثات من مكبات النفايات المحلية ومن أعمالنا وصناعاتنا انتقلت نحو طبقاتنا الجوفية الخازنة، مشكّلة العديد من مواقع مكبات النفايات السامة لوكالة الحماية البيئية (إي بي إيه).[66] وحيث أننا قمنا بتلويث إمدادنا من المياه المحلية وتسببنا في نضوبها، فقد قمنا بشراء آلاف الفدانات من الأراضي الزراعية في الوديان المحيطة للحصول على حقوق الضخ منها لاستخدامنا. لقد أنفقنا ما يزيد على 4 بلايين دولار للإنشاء، و60 إلى 80 مليون دولار سنوياً لتشغيل مشروع وسط أريزونا (سي إيه بي)، والذي يقوم بتحويل المياه من نهر كولورادو وضخه 1,000 قدم (305 م) نحو الأعلى في قناة معرضة للتبخر بطول 300 ميل (483 كم) عبر الصحراء ليصل مدينتنا.[67]

ومن المتوقع أن يفوق معدل النمو السكاني المتوقع واستهلاك الماء المتزايد إمدادات توسون المائية «المتجددة» بحلول عام 2025.[68] إن نهر كولورادو، والمصنف كأكثر أنهار أميركا عرضة للخطر بسبب المشاكل المتزايدة للنفايات المشعة والبشرية والسامة في الماء[69] – قد أُفرِط في تخصيصه إلى الحد الذي تضاءلت فيه موارد النهر في أقصى الجنوب بشكل خطير، معطلة العديد من أنظمة واقتصاديات دلتا نهر كولورادو.[70] إذا أخذت الولايات الموجودة على نهر كولورادو في مناطق أقرب إلى المنبع من ولاية أريزونا، والمكسيك في الأسفل، الحقوق الكاملة لمياه نهر كولورادو الممنوحة لها، فلن يكون هناك ما يكفي من الماء لتلبية احتياجات أريزونا وملء قناة السي إيه بي في سنوات الجفاف.[71] في الوقت الراهن، إننا نجلب قرابة 2,000 باوند (907 كغ) من الملح مع كل فدان- قدم من مياه (سي إيه بي) نضخه إلى منطقة توسون.[72] ذلك الملح يشكل تحدياً إضافياً ويمكن أن يصبح مُلوِّثاً لتربة بيئتنا الصحراوية القلوية المعرضة للملح أصلاً.

إن بإمكاننا أن نحدث تغييراً. حيث تحصل قطعة أرض بمساحة 1/ 4 فدان (0.1 هكتار) في توسون على 67,000 غالون (600, 253 لتر) من المطر الخالي من الملح في سنة متوسطة. فيما تستخدم عائلة واحدة متوسطة مقيمة في توسون (بافتراض أنها تتكون من 3 أشخاص) قرابة 120,000 غالون (200, 454 لتر) من الماء خلال العام، ونصف ذلك تقريباً للاستخدام الخارجي. ما يعني أن معظم الحاجات السكنية الخارجية من الماء يمكن توفيرها عن طريق حصاد مياه الأمطار التي تهطل على الملكية بدلاً من ضخ المياه الجوفية - خاصة إن تم إدراج النباتات المحلية قليلة الاستهلاك للماء في تصميم الموقع الخارجي.[73] إن تقليل استهلاك توسون للمياه الجوفية والمياه السطحية المستوردة هو المفتاح إلى تحويل مدينتا نحو اتزان مستدام مع موارد مياهنا المحلية.

إن متوسط هطول الأمطار في توسون فعلياً يفوق استخدام مياه بلديتنا الحالي (انظر الصندوق I.14)، لكن معظم هطولنا المطري يُصَرَّف بعيداً أو يُفقد بالتبخر. وحصاد المزيد من ماء المطر ذاك، مصحوباً بالمزيد من الترشيد، يأتي بنا إلى طريقنا البديل.

دربنا نحو الوفرة

بتدويرنا للماء فإننا نسرِّب ونرشِّد وننظف ضمن حياتنا ومواقعنا الخارجية، كما أننا نمكن أنفسنا من القيام بالمزيد بما هو أقل. إذاً، فالمزيد متوفر للجميع، موجداً *الوفرة*. إننا نحسن موارد الماء الخاصة بنا وتلك الخاصة بالآخرين، خاصة أولئك الموجودين باتجاه المصب وفي اتجاه أسفل المنحدر. وبدلاً من *تسليع* المياه العذبة أو تحويلها إلى سلعة الوصول إليها محدود تحتاج أن تُشترَى وتباع وتحوَّل، فإننا نجعلها *مجتمعية* عن طريق العمل معاً لتحسين مواردنا المائية المحلية وإدارة استخدامها العادل والوصول المتساوي إليها. وفي حين نحسن مواردنا الطبيعية («ملكيتنا العامة» (صندوق I.12)) في حياتنا الخاصة وعبر أحيائنا، يتم تحسين «مستجمع مياه المجتمع» وموارد المجتمع مرات عديدة!

يجب أن يحدث هذا في القطاعات الحكومية والتجارية والزراعية والصناعية الأكثر استهلاكاً للماء كما في المنزل، لكن المنزل هو حيث يبدأ الأمر لأن كل موظف حكومي ومعلم وطالب ورجل أعمال ومزارع وعامل في المصانع يعيش في منزل. إن أدركنا القدرة الكامنة للحصاد المائي في المنزل حيث من الأسهل أن نفعل ذلك، فإن بإمكاننا إدراكها في أي مكان آخر، لأننا سنكون قد تعلمنا من التجربة المباشرة، وسنكون قد تحفزنا بفعل نجاحنا، ونكون قد عشنا النموذج الذي نحاول أن نحقق.

إن الهدف الرئيسي لدرب الوفرة هو أن نستخدم ماءً أقل مما توفره الطبيعة بتجدد في حين نحسن باستمرار نوعية المياه وتدفقها وموثوقيتها، وكنتيجة لذلك، تقليل ضخ المياه الجوفية وإلغاء الحاجة إلى استيراد الماء. وأول خطوة هي أن نعمل جاهدين على حصاد مياه أمطار في مواقعنا الخارجية أكثر مما نستخدمه من موارد مياه البلدية أو الآبار الخاصة. ذلك يقود إلى تسلسل هرمي في إدارة سكان المنازل والمجتمع لمواردنا المائية حيث:

- المطر هو مصدر الماء الأساسي لمياهنا (الشكل I.12)؛
- المياه الرمادية هي مصدرنا الثانوي؛
- مياه البلدية أو المياه الجوفية من الآبار الخاصة هي مورد داعم يُستخدَم *فقط* في أوقات الحاجة.

فكر في كيف يمكن لمياه الأمطار أن تكون مصدرك الرئيسي للماء، ليس فقط لموقعك الخارجي، بل لحاجاتك الداخلية كذلك. تعرض لك الفصول والمجلدات اللاحقة كيف تقوم بكلا الأمرين.

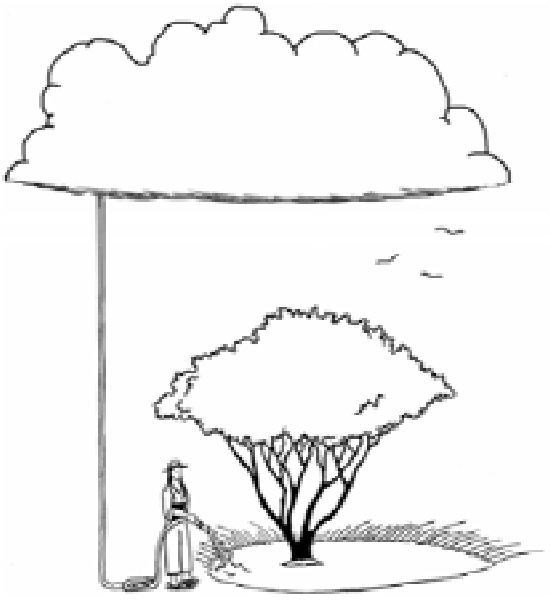
لذا، تابع القراءة، واحصد بعض المطر، واجمع الوفرة. لكن احذر، فبمجرد أن تبدأ بوضع هذه المعلومات موضع التطبيق، فإن كل عاصفة مطرية قد تملؤك بالإثارة والعجب بحيث حتى لو كانت الساعة الثالثة صباحاً، فإنك ستركض خارجاً بملابسك الداخلية حين تظهر الغيوم لترى موقعك الخارجي يمتص الماء!

حظاً موفقاً، وعسى مساعيك للحصاد المائي تكون كلها مبللة!

الصندوق 14.I. مطر، مطر، في كل مكان.. هل لنا أن نتوقف لنفكر؟

وفقاً لمستشار التنمية المستدامة ديفيد كونفر، فإن:

- بتقسيم متوسط الهطول السنوي المتساقط على المساحة السطحية لمدينة توسون في ولاية أريزونا على سكانها (بيانات رابطة حكومات بيما لعام 1998)، ومن ثم التقسيم مجدداً على 365 يوماً في كل عام، فإننا نجد أن هناك تقريباً 235 غالوناً لكل شخص (فرد) لكل يوم (235 غالوناً لكل فرد في اليوم) (890 لتراً لكل فرد في اليوم) من مياه الأمطار، مقارنة باستخدام إجمالي بلغ في عام 1998م 165 غالوناً لكل شخص في اليوم (625 لتراً لكل فرد في اليوم) تم توصيله من قِبل شركات مياه البلدية للاستخدامات البلدية والصناعية.[74]
- بازدياد الكثافة السكانية، فإن غالونات هطول المطر المتوفرة لكل شخص في اليوم ستقل، ما قد يصبح مشكلة في نهاية المطاف إن كان المطر هو مصدر المياه الصالحة للشرب، لكنه ليس مشكلة لتلبية الحاجات المائية للمواقع الخارجية، لأنه بازدياد الكثافة السكانية، فإن كثافة المواقع الصلبة تزداد كذلك، في المناطق ذات النمو العمراني الكثيف من مدينة توسون، فإن ما يصل إلى 3/ 4 الأرض هي مواقع صلبة تتكون من أسطح وطرق وأماكن وقوف سيارات ومداخل وأرصفة. إن تم توجيه مياه المطر التي تهطل على المواقع الصلبة وتم تسريبها إلى ما تبقى من المناطق التي ما تزال متوفرة للزراعة، فإن هطول المطر السنوي بمعدل 12 إنشاً (305 ملم) يتم تركيزه بما يقارب أربعة أضعاف، حتى 50 إنشاً (1,270 ملم) لكل عام. هذا- يقارب معدل الهطول السنوي في مدينة جاكسونفيل في ولاية فلوريدا (51 إنشاً أو 1,295 ملم). إن هذا لا يعني أنه يمكننا أو يجب علينا الآن أن نزرع الغطاء النباتي لفلوريدا في توسون - فأنماط هطولنا المطري أقل انتظاماً ومعدلات التبخر لدينا أعلى منها في فلوريدا. لكن هذا يوضح الحجم الكبير لمياه الأمطار المحلية التي نتجاهلها أو نطردها حالياً. إن معظم الهطول المطري لتوسون يتم فقدانه بسبب الجريان السطحي والتبخر. لا أحد يعلم الأرقام حقيقة، لكن التقديرات حتى 90٪ من الفقدان تبدو منطقية.[75] (انظر الشكل I.11.)



الشكل I.12. المطر كمصدر الماء الرئيسي لمواقعنا الخارجية.

أسئلة وأجوبة حول حصاد مياه الأمطار

بعض الإجابات القصيرة لأسئلة كثيراً ما أتلقاها

ألا يستنفد حصاد مياه الأمطار موارد المياه لأولئك الموجودين في اتجاه المصب؟

إن الهدف لمعظم الحصاد المائي هو إنشاء تأثير «التلال الحرجية» التي تبطئ، ولا توقف، جريان الماء في موقعك الخارجي ومجتمعك. وهذا لأن التلة الحرجية التي تمتص هطول الأمطار بسرعة، ثم تحررها ببطء وثبات من تربتها الإسفنجية خلال فترة أسابيع أو أشهر أو سنوات، تُعَدُّ أفضل من التلال الجرداء التي تتخلص من الماء سريعاً، مشكّلة تدفقات مفاجئة محمّلة بالرواسب في اتجاه المصب، وتجف بعد ساعات أو أيام فقط.

استراتيجيات الحصاد المائي هذه يمكنها أن تقلل من كمية الجريان السطحي المتجه نحو المصب، لكنها عادة ما تحسّن تدفق الآبار والينابيع والجداول والأنهار، لأنك تعمل على امتصاص وتدوير الماء في الموقع الخارجي بدلاً من التخلص منه سريعاً.

إن هذا الكتاب، وخاصة المجلدين 1 و2، يعرض أمثلة على استراتيجيات حصاد مياه الأمطار التي حولت الجريان المتقطع لجداول وأنهار إلى جريان يمكن الاعتماد عليه على مدار العام، ومن مستويات الآبار التي ارتفعت وإنشاء ينابيع مؤقتة. لقد تم تحسين موارد المياه لأولئك الموجودين في اتجاه المصب كما هو الحال عند أولئك الذين يقومون بالحصاد.

ألا يعني حصاد مياه الأمطار أنه سيكون لديك مياه راكدة حيث يمكن للبعوض أن يتكاثر؟

إن *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* يركز على استراتيجيات ذات نطاق ضيق، يمكنها بسهولة أن تمتص الأمطار المحصودة في التربة في غضون بضع ساعات بعد عاصفة ما. والبعوض يحتاج إلى مياه راكدة لأكثر من ثلاثة أيام حتى يتم دورة حياته من بيوض إلى حشرات بالغة.[76]

إن كنت تقوم بحصاد مياه الأمطار في خزان وليس في التربة، فإنك ببساطة تضمن عدم إمكانية وصول البعوض. توضح التقنيات في هذا المجلد، وبشكل أكبر في المجلد 3 (الخزانات) كيفية إبقاء ضوء الشمس (والذي يحفز نمو الطحالب والبكتيريا) والحشرات والمخلوقات بعيداً.

هل أحتاج خزاناً أو صهريجاً لأحصد مياه الأمطار؟

ليس بالضرورة، إذ بإمكانك أن تحصد مياه الأمطار بسهولة وكفاءة في التربة مع السدود الترابية البسيطة المعروضة في المجلد 2 (الفصل 3 في هذا المجلد يوفر نظرة عامة لبعضها). في الحقيقة، دائماً ما تكون تكلفة حصاد الأمطار في التربة أقل منها في الخزانات، حيث أن التربة موجودة أصلاً هناك، ولديها سعة تخزينية أكبر.

هل يكلف حصاد الأمطار كثيراً؟

إن كنت تقوم بحصاد مياه الأمطار في التربة وتؤدي العمل بنفسك، يمكن أن يكون *مجانياً*. لكن إن قمت بتعيين شخص ما لإنشاء موقع حصاد مياه أمطار خارجي لك، فلا يجب أن يكلف أكثر من موقع خارجي تقليدي. ليست هناك حاجة لأي مواد إضافية، إنك فقط بحاجة بشكل أساسي لنقل مزيد من التربة.

إن كنت تقوم بتركيب خزان فسيعتمد السعر على موقع ومُصَنِّع الخزان، وكيف تخطط أن تنفذ سباكته، وكيف تخطط لاستخدام الماء. تتراوح أسعار الخزانات ابتداءً من 75 دولاراً لبرميل بسعة 55 غالوناً، فأكثر. انظر المجلد 3 للمزيد من خيارات الخزانات وملحق الموارد (القسم الأول) من هذا المجلد.

إن إحدى المقاربات الفعالة من حيث التكلفة هي تطوير موازنة مائية. احسب كمية المياه التي يمكن الحصول عليها بشكل موثوق والإبقاء عليها في الموقع، ومن ثم حدد أي وسائل للحصاد تلبي احتياجاتك. (انظر الفصل 2 للمزيد.) إن السدود الترابية التي تحصد الماء بدون اعتماد

مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية (انظر المجلد 2) غالباً ما تكون أرخص 50 مرة من الخزانات، وبإمكانها أن تحتفظ بكمية أكبر من الماء. كما يمكن استخدامها في كافة أرجاء الموقع الخارجي، وهي ممتازة لحصاد جريان مياه الأمطار الأكثر اتساخاً بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، كذلك الآتي من الشوارع والممرات. قم باستخدام الأنظمة النشطة (الخزانات) لدعم نظامك الذي لا يعتمد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية في القحط. اجمع أكثر مياه الموقع نظافة وأسهلها للحصاد فقط (عادة من على قمم الأسطح) في خزانات، بحيث تحصل على أفضل ما يمكن من استثمار خزانك. ومن ثم قم بتوجيه الفائض من الخزان إلى سدود الحصاد المائي الترابية.

هل بإمكاني أن أجد شخصاً مختصاً لإنشاء موقع خارجي أو نظام حصاد مياه الخاص بي؟

إن حصاد مياه الأمطار بدأ يصبح مألوفاً أكثر، وفي حين يوجد في بعض المناطق مصممون وطواقم تركيب متمرسة، فإن العديد من المناطق الأخرى ما يزال لديها نقص في هذه الموارد.

إن هذا الكتاب موجّه بغرض مساعدة المزيد من الأشخاص على أن يصبحوا أكثر دراية ومهارة في الحصاد المائي. استخدمه لإرشاد مهندس مواقع خارجية إن قمت بتعيين واحد، أو لطاقم يقوم بالعمل على الأرض. وأغلب الظن أنك ستحتاج أن تقوم بمزيد من الإشراف، لكن لحظة، إنك ستحصل على عمل أفضل بتلك الطريق. كن حذراً بشأن من تُعَيّن، وتفحص جودة عملهم، وأرهم هذا الكتاب، وانظر مدى إرادتهم للعمل معك ومع الأفكار الجديدة.

فكر بعمل أشياء بنفسك أو بمساعدة الأصدقاء. سوف تتعلم أكثر بكثير وتوفر المال.

وبينما تتعلم عن طريق العمل، فإنك تكتسب مهارات تمكنك من مساعدة الآخرين.

هل هناك قوانين للبناء من أجل الحصاد المائي؟

تختلف قوانين المياه السطحية حول البلاد، لذلك فمن الحكمة أن تبحث ذلك مع السلطات المحلية. في منطقتي، يمكن للناس أن يحصدوا كل المياه التي تهطل مباشرة على موقعهم، لكن هناك محددات لحصاد الجريان السطحي ضمن الممرات المائية المُنشأة التي تمر من خلال موقعهم. لدى بعض المقاطعات الجافة قوانين شديدة القسوة تمنع حصاد جريان مياه الأمطار السطحي في الموقع. في مثل هذه الحالات، قم بحصاد الماء قبل أن يصبح جرياناً سطحياً.

يوصي القانون الدولي للبناء بتجنب تسريب المياه داخل التربة بمقدار 10 أقدام من أساسات المبنى. إن كان لديك طابق أرضي، فقد تحتاج تجنب التسريب على بعد 20 قدماً من الأساسات. وفيما عدا ذلك، بإمكانك التحقق من مفتش البناء المحلي.

يُقِرّ قانون الإقامة الدولي (آي سي آر) بأنه «لا حاجة إلى موافقة من أجل خزانات المياه المدعومة مباشرة بتدرج الميلان ما لم تتجاوز السعة 5,000 غالون (18,927 لتراً) ونسبة القطر إلى القطر أو العرض لا تتجاوز 2 إلى 1.» وبخلاف ذلك، فإن الخزان يحتاج إلى موافقة.

إن وزارة الصحة في ولاية أوهايو ومكتب خدمات الصرف الصحي والمياه في ولاية فيرجينيا ينظمان أنظمة خزانات مياه الأمطار، على الرغم من أن معظم قوانين المدن والبلديات غير المكتوبة هي (سي واي بي) – «غطّ ظهرك.» هذا هو تماماً ما تحاول مبادئ واستراتيجيات الحصاد المائي في هذا الكتاب أن تقوم به من أجلك. اتبعها جميعها، ولن يكون لديك أي مشاكل بعوض أو فيضان أو غرق.

كيف يمكنني أن أتعلم المزيد عن الحصاد المائي؟

قم به! ليست هناك طريقة أفضل من التجربة العملية.

إن بإمكانك أيضاً أن تطلع على ملحق الموارد في هذا الكتاب، وكذلك صفحة الموارد في موقعي الإلكتروني www.HarvestingRainwater.com لبعض المنظمات التي تقدم دورات في حصاد مياه الأمطار وجولات في مواقع حصاد مياه أمطار. كما توجد قوائم بالعديد من المنشورات والفيديوهات الأخرى.

الفصل 1

الرجل الذي يزرع الماء والمبادئ التوجيهية للحصاد المائي

إن هذا الفصل هو جوهر الكتاب وصميم الحصاد المائي الناجح. ويصف ثمانية مبادئ توجيهية وثلاث قواعد أخلاقية، تفوق في أهميتها جميع الاعتبارات الأخرى، تشكِّل الأساس لكيفية تصور وتصميم وبناء أنظمة حصاد مائي متكاملة تولِّد فوائد متعددة. استخدم المبادئ والقواعد الأخلاقية كمنظومة متكاملة بينما تفكر بها على أنها تعويذة داعمة يمكنك إنشادها، أو أغنية توجيهية يمكنك الدندنة بها وأنت تلعب في المطر، وتجري تجارب بالحصاد المائي.

وباستخدامها معاً فإن هذه المبادئ والأخلاقيات سوف تزيد فرصتك في النجاح إلى حد كبير، وتحد بشكل مذهل من الأخطاء، وتمكِّنك من اعتماد استراتيجيات متنوعة لتلبي الاحتياجات الخاصة لموقعك، وتسمح لك بتوسيع منافع عملك لتصل أبعد من موقعك بكثير. تعلَّم من الممارسة، ولكن لا تدخل فيها بجهل.

أبدأ بقصة الرجل الذي تجسد حياته قوة الحصاد المائي، والذي جعل كل شيء يتضح فجأة بالنسبة لي. ...

الرجل الذي يزرع ماء المطر

أثناء سفري في جنوبي أفريقيا في صيف عام 1995، سمعت عن رجل كان يزرع الماء. قررت أن أجده، وسرعان ما كنت على متن حافلة قديمة ملونة تهدر في ريف جنوب زيمبابوي. لقد كان المشهد جميلاً بتلال متدحرجة من الحشائش الصفراء على أرض حمراء وأحراش صغيرة من الشجر الملتو الشبيه بالمظلة. وبعد تسع ساعات وصلنا إلى المنطقة الأشد جفافاً في زيمبابوي. وبلغنا قمة ممر ذي غطاء نباتي منخفض السطح وشبه صحراوي. وكانت تمتد أسفل منا براري واحة أعشاب واسعة من التلال المتموجة المغطاة بأعشاب جافة تتوجها نتوءات جرداء من الغرانيت. لقد كانت الأشجار متناثرة، وكان كل شيء مغطى بمدى واسع رائع من السماء الزرقاء الصافية يذكرني بالمراعي الشاسعة في جنوب شرق أريزونا. تباطأت الحافلة وتوقفت في زفيشافين، المدينة الريفية الصغيرة حيث يعيش مزارع الماء.

في الصباح، حصلت على توصيلة مجانية مع المديرة المحلية لمنظمة كير الدولية. وذهبت بي إلى صف من المنازل ذات الطابق الواحد. وكان أحد هذه المنازل عبارة عن مكتب بسيط لمشروع موارد مياه زفيشافين. وكان يجلس على الشرفة هناك مزارع الماء وهو يقرأ الإنجيل.

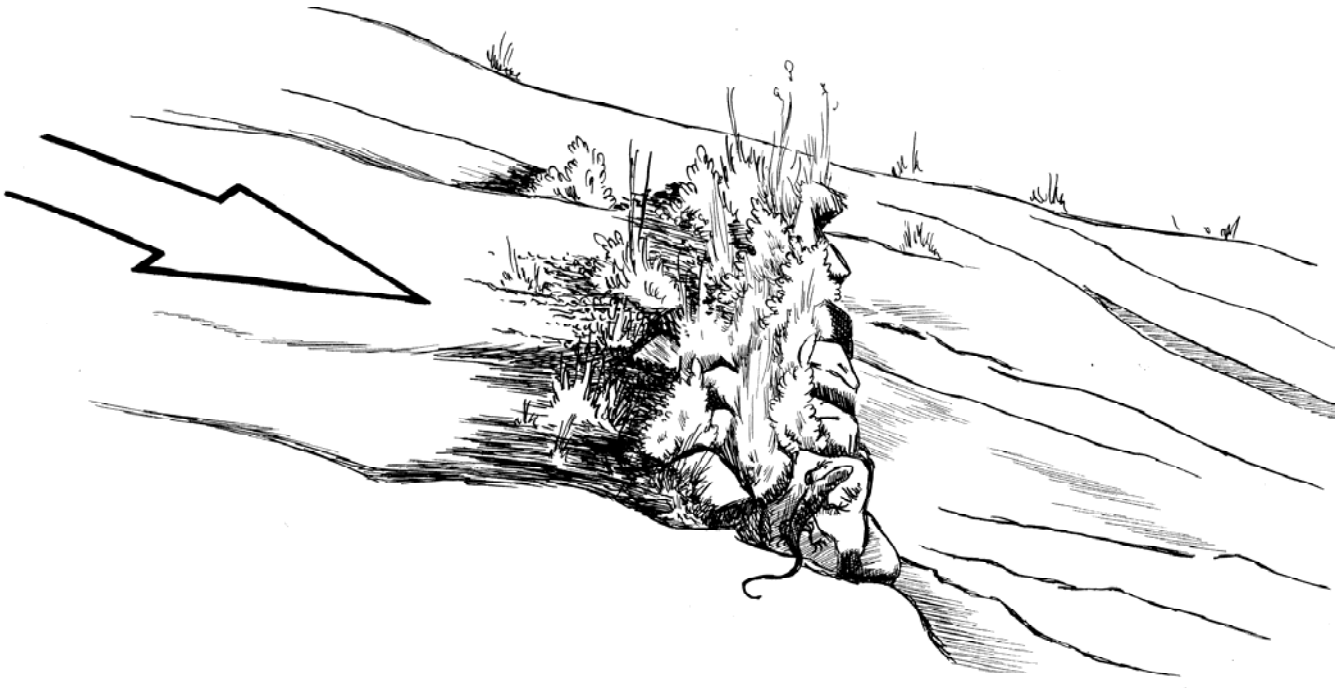
عندما توقفت السيارة التي أركبها، نهض بابتسامة كبيرة وترحيب حار. وهنا أخيراً كان السيد زيفانيا بيري ماسيكو. وعندما علم كم كانت طويلة المسافة التي سافرتها، انفجر بضحكة رائعة. وأخبرني أنه في الآونة الأخيرة يبدو أن زواراً من جميع أنحاء العالم يأتون للزيارة مرة في كل أسبوع. ومع ذلك، فقد كان كل منهم يشكِّل مفاجأة غير متوقعة بالنسبة له. قفز السيد بيري إلى المركبة وانطلقنا فوق طرق ترابية متآكلة ووعرة نحو مزرعته. وبدأ سيل لا ينضب من التناظرات الشعرية والضحكات والقصص بالانسكاب من فمه. وكانت أفضل القصص جميعها قصته هو.

في عام 1964 فُصِل من وظيفته في سكة الحديد لأنه كان ناشطاً سياسياً ضد الحكومة الروديسية بقيادة الأقلية البيضاء. وأخبرته الحكومة بأنه لن يعمل أبداً مرة أخرى. ولكونه كان مضطراً لإعالة أسرة مكونة من ثمانية أفراد، لجأ السيد بيري إلى الشيئين الوحيدين اللذين كانا لديه - أرض مملوكة للعائلة بمساحة 7.4 فدان (3 هكتار) قد تعرضت لرعي جائر وتعرية، والإنجيل. وقد استخدم الإنجيل كدليل إرشادي للبستنة فألهم مستقبله. وبقراءة سفر التكوين وجد أن كل ما احتاجه آدم وحواء كانت توفره جنة عدن. ففكر السيد بيري، «إذن، يجب علي أن أنشئ جنة عدن خاصة بي.» ولكنه أدرك كذلك أنه كان لدى آدم وحواء نهرا دجلة والفرات في منطقتهما، في حين أنه لا يوجد لديه حتى جدول مؤقت. وفكر، «إذن، يجب علي كذلك أن أنشئ أنهاري الخاصة.» وقد قام مع عائلته بفعل كِلا الأمرين.

تقع مزرعة العائلة على منحدر تلة مواجه للشمال- الشمال الشرقي ما يوفر شمساً جيدة في الشتاء للموقع نظراً لأنه يقع في نصف الكرة الجنوبي. وقمة التلة هي عبارة عن قبة كبيرة مكشوفة من الغرانيت كان يتدفق منها ذات مرة جريان سطحي من ماء المطر بدون عوائق وبشكل سبب تعرية. ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي ما يزيد قليلاً عن 22 إنشاً (559 ملم). من ناحية أخرى، كما يبيّن السيد بيري، فإن هذا المتوسط يعتمد على حالات متطرفة. فالعديد من السنوات تعتبر سنوات جفاف حيث تكون الأرض محظوظة بأن تحصل على 12 إنشاً (305 ملم) من المطر. وعندما بدأ السيد بيري، كان من الصعب جداً زراعة أي محاصيل بنجاح، ناهيك عن جني الأرباح. لقد كانت هناك حالات جفاف متكررة، ولم يكن لديه المال لحفر آبار عميقة، وشراء مضخات ووقود وغيرها من المعدات اللازمة للري بالمياه الجوفية.

وجنباً إلى جنب مع كل شخص آخر في المنطقة، كان السيد بيري معتمداً على الأمطار للحصول على الماء. وكانت العواصف تدفعه دائماً إلى الخروج لمراقبة كيفية تدفق المياه عبر أرضه. وقد لاحظ أن رطوبة التربة تبقى في منخفضات صغيرة وفي المنحدرات التي تعلو الصخور والنباتات لمدة أطول من بقائها في مناطق يجري فيها التدفق الصفيحي بدون عوائق (الشكل 1.1). وأدرك أنه كان بإمكانه محاكاة وتعزيز مناطق في أرضه كان يحدث فيها هذا الأمر، وقد فعل ذلك. وأمضى بعد ذلك وقتاً وفيراً في مشاهدة آثار عمله. لذا، فقد بدأ تعلمه الذاتي وعمله في حصاد مياه الأمطار - «زراعته للماء». وعلى مدى السنين الثلاثين التالية، أنشأ نظاماً مستداماً يوفر اليوم *جميع احتياجاته المائية من الأمطار وحدها* (الشكل 2.1).

ويقول السيد بيري: «تبدأ بمستجمعات المياه عند منبع النهر وتعالج الأخاديد الحديثة قبل القديمة عند أسفل النهر.» ابتداء من الجزء العلوي من المستجمع، قام ببناء جدران حجرية بدون ملاط على مسافات فاصلة عشوائية على خطوط كونتورية (على طول خطوط متساوية الارتفاع). إن «جدران سد الكبح» هذه تبطئ تدفق جريان مياه الأمطار، أو توقفه، وتوزع المياه أثناء انتقالها خلال ممرات متعرجة بين الحجارة. ويكون من الممكن عندئذ معالجة الجريان السطحي بسهولة أكثر لأنه لن يجد الفرصة أبداً للتراكم بأحجام وسرعات أكثر تدميراً. ويتم عندئذ توجيه الجريان السطحي المتحكَّم به من القبة الغرانيتية إلى خزانات غير مبطنة في الأسفل مباشرة.



الشكل 1.1 يتجمع المزيد من المياه والتربة والبذور والحياة حيث يتم إبطاء تدفقها عبر الأرض (هنا من قِبل الصخور الموجودة على خط كونتوري).

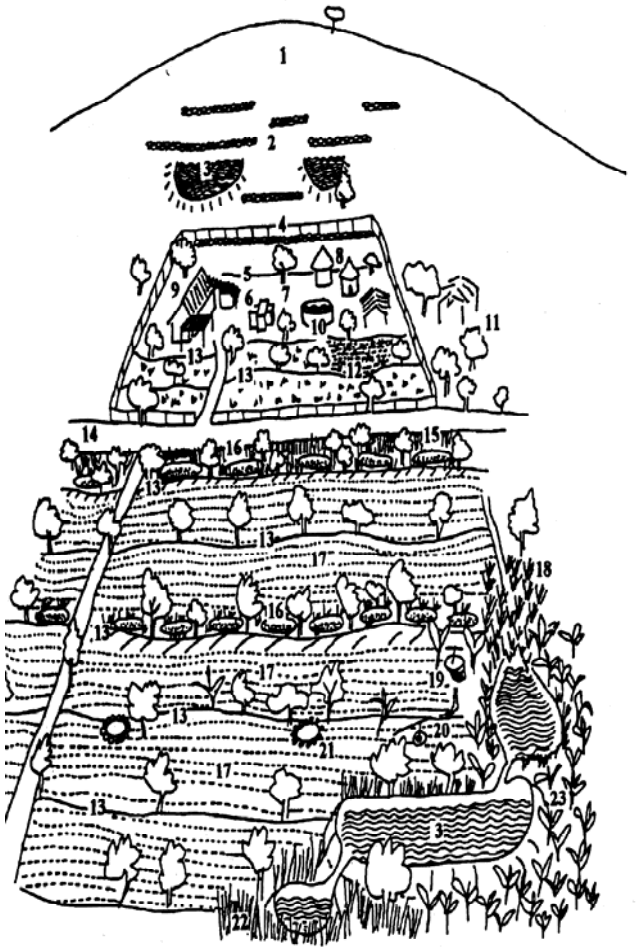
لقد تم بناء هذه الخزانات فقط باستخدام أدوات يدوية وعَرَق السيد بيري وعائلته. وقد أنجِز العمل في الأرض - وينجَز - على القياس البشري بحيث يمكن الحفاظ عليها على القياس البشري.

ويطلق السيد بيري على الخزان الأكبر بين الخزانين «مركز الهجرة» الخاص به. ويضحك قائلاً: «هنا أرحب بالماء في مزرعتي ومن ثم أوجهها إلى حيث ستعيش في التربة.» يتم توجيه المياه إلى داخل التربة بأسرع وقت ممكن. وقد تم وضع الخزانتين على أعلى نقطة في الموقع الخارجي حيث تبدأ التربة بتغطية الطبقة الصخرية الغرانيتية. (أنظر الشكل 3.1).

يكون المنحدر فوق الخزانين حاداً مع القليل من التربة. ويكون المنحدر تحت الخزانين معتدلاً والتربة قد تراكمت. ويشرح السيد بيري: «إن التربة تشبه علبة. فالعلبة يجب أن تحمل كل الماء. والأخاديد والتعرية تشبه ثقوباً في العلبة تسمح للماء والمواد العضوية بالتسرب. هذه الثقوب يجب أن تُسد.»

إن «مركز الهجرة» الخاص بالسيد بيري هو كذلك مقياس للماء، وذلك لأنه يعرف أنه إذا امتلأ ثلاث مرات في الموسم الواحد، فإن ما يكفي من مياه المطر يكون قد تسرب إلى تربة مزرعته لإبقاء الجزء الأكبر من مزروعاته في حالة جيدة لمدة سنتين. ويمتلئ الخزان في بعض الأحيان بالتراب المحمول مع مياه الجريان السطحي. ويُستخدَم التراب عندئذ لخلط الإسمنت من أجل تدعيم الجزء الرئيسي من جدار الخزان. إن جاذبية الأرض تجلب هذا المورد للسيد بيري مجاناً.

ويتم توجيه الفائض من الخزان الأصغر بواسطة أنبوب قصير إلى خزان فوق الأرض، مصنوع من الإسمنت المسلح (إسمنت مدعَّم بالحديد الصلب)، يغذي حديقة فناء العائلة في فترات الجفاف. ويوجد لدى العائلة خزان آخر مظلَّل ومبرَّد



الشكل 2.1. مخطط لمزرعة السيد بيري
(رسم توضيحي بيد سيلفيا ريسس من رسم بيد براد لانكاستر)

«كما يشرح السيد بيري، 'إنني أحفر حفر ومنخفضات إثمار لأزرع الماء بحيث يمكنها أن تنبت في مكان آخر.'»

1. قبة غرانيتية
2. جدران حجرية بدون ملاط
3. خزان
4. سور ذو جدار حجري بدون ملاط
5. ساتر كونتوري/ مصطبة كونتورية
6. حوض غسيل في الهواء الطلق
7. دجاج وديوك تركض بحرية في فناء
8. بيوت مستديرة تقليدية ذات أسقف من القش
9. بيت رئيسي مع خزان مغطى بنبات متسلق ورامادا
10. خزان مفتوح من الإسمنت المسلح
11. حظيرة – ماشية وماعز
12. حديقة الفناء
13. ساتر كونتوري
14. طريق ترابية
15. قش تسقيف وغطاء نباتي كثيف
16. حفر إثمار في منخفضات تحويل كبيرة
17. محاصيل
18. حشائش كثيفة
19. بئر ومضخة يدوية
20. مضخة يحركها حمار
21. بئر مفتوحة بالحفر اليدوي
22. قصب وقصب السكر
23. بستان كثيف من الموز

بواسطة عريش باشون مورق مثمر (الشكل 4.1). يجمع هذا الخزان الماء من سطح المنزل لاستخدامه في الشرب داخل المنزل. وباستثناء هذين الخزانين، فإن جميع منشآت الحصاد المائي المقامة في المزرعة تسرب المياه مباشرة إلى داخل التربة حيث توجد الإمكانية الأكبر للحصاد المائي.

ويتم تصريف كافة المياه الرمادية (مياه الغسيل المستعمَلة)، الناتجة من حوض غسيل موجود في الهواء الطلق، إلى خزان تحت الأرض مغطى وبدون ملاط ومبطن بحجارة وضحل حيث ينفذ الماء بسرعة إلى داخل التربة، ويصبح متاحاً لجذور النباتات المحيطة.

وعبر مستجمعات المياه بكاملها الموجودة عبر المزرعة من الأعلى إلى الأسفل، هناك منشآت حصاد مائي تعمل بمثابة شبكات تجمع تدفق الجريان السطحي، وترشح الماء بسرعة إلى داخل التربة قبل أن تتبخر. وتشمل هذه المنشآت سدوداً كابحة (جدران حجرية صغيرة بدون ملاط توضع داخل ممرات تصريف متعامدة مع جريان الماء؛ أنظر الشكل 5.1)، ونباتات مزروعة على خط كونتوري ومصاطب وسواتر وأحواض (أحواض محفورة وسواتر ترابية أو نباتية مُقامة على خط كونتوري)، وأحواض ترسيب (أحواض بدون سواتر). جميع

تلك المنشآت تحجز المياه التي كانت تهدَر يوماً ما في نظام التصريف المُنشأ من قِبل الحكومة.

قبل سنوات عديدة، قامت الحكومة بإنشاء منخفضات تصريف ضخمة في جميع أنحاء المنطقة. وخلافاً لمعظم منخفضات، أو سواتر وأحواض، الحصاد المائي فإن هذه الخنادق لم تكن مُقامة عبر منحدرات على خط كونتوري (للاحتفاظ بالمياه)، ولكن بدلاً من ذلك كانت مقامة بحيث تصرِّف المياه خارج الأرض. وهناك كميات ضخمة من الجريان السطحي الموسمي المتواصل بدون عوائق كان يتم احتجازه في منخفضات تصريف، ويُجرف إلى مصرف مركزي، ويتم تصريفه في سهل فيضاني بعيد. وقد تم التقليل من مشكلة التعرية، ولكن الجفاف ازداد أكثر لأن هذه المنطقة قد حُرِمت من مصدرها المائي الوحيد.

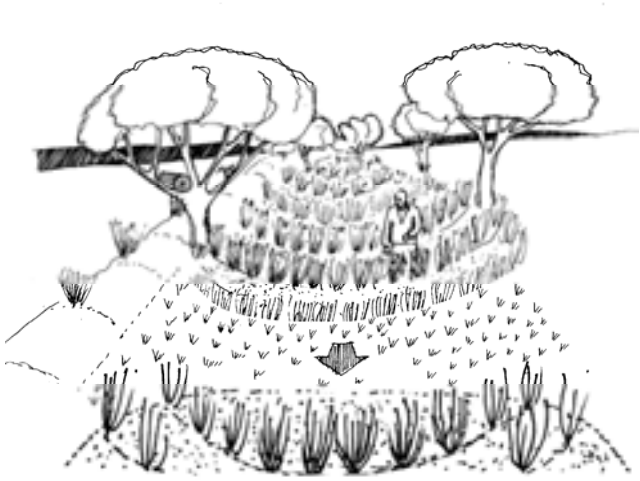
لقد عكس السيد بيري الأمور بحفر سلسلة من «حفر الإثمار» الكبيرة (أحواض بطول يبلغ حوالي 12 قدماً في عرض من 3 إلى 6 أقدام وعمق من 4 إلى 6 أقدام) في قيعان جميع منخفضات التصريف الموجودة على أرضه. والآن، عندما تمطر تمتلئ الحفر بالماء ويملأ الفائض حفرة تلو الأخرى بالتتابع عبر أرضه. وبعد توقف المطر بوقت طويل، تبقى المياه في حفر الإثمار وترشح داخل التربة. وقهقه السيد بيري، «أترى، إن حفري للإثمار مثمرة جداً.» وتأخذ ثمار حفر الإثمار شكل قش التسقيف، وأشجار الفاكهة، وأشجار الأخشاب المزروعة في الحفر وحولها. ويوفر هذا الغطاء النباتي مواد بناء، ومحاصيل يتم بيعها، وغذاء، وتحكُّم بالتعرية، وظل، ومصدات رياح، جميعها مروية بشكل كامل بالأمطار وسطح المياه الجوفية الآخذ بالارتفاع تحت الأرض. وكما يشرح السيد بيري، «إنني أحفر حفراً ومنخفضات إثمار 'لأزرع' الماء بحيث يمكنها أن تنبت في مكان آخر.» (أنظر الشكل 6.1)

ويتابع السيد بيري، «وقد علَّمت الأشجار بعد ذلك نظامي. إنها تفهمه وتفهم لغتي. إنني أضعها هنا وأقول لها، 'أنظري، إن الماء هناك. والآن اذهبي واحصلي عليه.» ويمكن بناء حوض لاحتواء الماء حول الأشجار أو بجانبها، ولكن مثل هذه السدود الترابية تقام كذلك في مكان أبعد عن الأشجار بحيث يتم حث جذورها على الامتداد والعثور على المزيد من الماء.

الشكل 3.1. السيد بيري في خزانه «مركز الهجرة»

الشكل 4.1. منزل العائلة والفناء والخزان ونبات الباشون المتسلق

الشكل 5.1. سد كابح من الحجارة السائبة عالج أخدوداً كان يسبب التعرية فيما مضى



الشكل 6.1. رسم للسيد بيري يقف في حفرة إثمار مليئة بقش التسقيف.

وتتم زراعة مزيج من المحاصيل الملقحة طبيعياً، مثل قصب السلال والقرع والذرة والفلفل والباذنجان والبندورة والخس والسبانخ والبازلاء والثوم والبصل والفول والباشون والمانجا والجوافة والباباي الأمريكي، بالإضافة إلى تلك محاصيل وأشجار السكان الأصليين، مثل الماتوبف، والموشاكاتا، والمونيي، والموتابا، بين المنخفضات وسواتر كونتورية. إن هذا التنوع يمنح عائلته أمناً غذائياً؛ وإذا فشلت بعض المحاصيل بسبب الجفاف أو المرض أو الآفات، فإن غيرها سوف يبقى حياً. وبدلاً من استخدام بذور هجينة أو معدلة وراثياً، فإن السيد بيري يستخدم مجموعة متنوعة طبيعية التلقيح لإيجاد مخزون بذور متفوق حيث أنه يجمع وينتقي ويزرع بذوراً تنمو في حديقته من سنة إلى السنة التالية. وبنشر بذور من نباتات نمت من هطول الأمطار المتقطع، وظروف النمو الفريدة التي يتمتع بها *موقعه*، وتصبح بذوره في كل سنة متلائمة بشكل أفضل مع أرضه ومع المناخ. إن هذه المحافظة على البذور هي شكل آخر من أشكال حفظ المياه، وذلك لأن السيد بيري يكيّف بذوره للعيش بمياه أقل بدلاً من تكييف إدارة مزرعته على استجلاب المزيد من المياه.

وتنتشر مصانع الأسمدة الحيَّة في المزرعة على شكل نباتات مثبِّتة للنيتروجين. أحد الأمثلة هو البازلاء البقولية الصالحة

الشكل 7.1. مشتل أشجار السيد بيري تحت حماية شجرة تامة النمو

للأكل، وتستخدَم كذلك لعلف الحيوانات وللمهاد. وقد وجد السيد بيري أن التربة المحسَّنة بمواد عضوية محلية ونباتات تثبِّت النيتروجين ترشح وتحتجز المياه بشكل أفضل من تلك المحسَّنة بأسمدة صناعية. وكما يقول، «أنت تستخدم السماد في إحدى السنوات، ولكن ليس في السنة التالية، وستموت النباتات. استخدم السماد الطبيعي مرة واحدة وازرع نباتات مثبتة للنيتروجين، وستبقى النباتات بحالة جيدة سنة بعد أخرى. إن التربة المسمَّدة بسماد صناعي هي تربة مرَّة.

إن المواد الغذائية والفاكهة الوفيرة التي ينتجها السيد بيري هي أي شيء سوى أنها مرَّة. لقد كان سخياً في ما لديه من وفرة، فهو يمنح مجموعة متنوعة من الأشجار لأي شخص يريدها. وللأسف، كما يبين السيد بيري، فإن معظم الأشجار التي يمنحها

تموت عندما لا يتم تطبيق أساليب حصاد ماء المطر قبل الزراعة. «يجب أن تحصد الأرض الماء لتعطيها للأشجار، لذا، قبل أن تزرع أشجاراً يجب عليك أن تزرع ماءً». ويقوم السيد بيري بإكثار أشجاره داخل أكياس قديمة للأرز والحبوب إلى جانب أحد الآبار الثلاث المحفورة يدوياً بجانب أسفل أرضه (الشكل 7.1).

إن التربة هي خزان السيد بيري لتجميع المياه، وهي شاسعة. وفي أوقات الجفاف، تجف آبار جيرانه البعيدين، حتى تلك الأعمق من آبار السيد بيري. ومع ذلك، كما يقول السيد بيري، «يوجد في آباري دائماً ماء يمكنني أن أغمس أصابعي فيها.» ويُعزى هذا إلى كل من الظروف الهيدرولوجية/الجيولوجية الخاصة لموقعه، ولأنه *يضع ماء في التربة أكثر بكثير مما يأخذ منها*.

باستثناء بئر واحدة مبطنة ولها مضخة يدوية لاستخدامات المياه المنزلية، فإن جميع الآبار مفتوحة ومبطنة بحجارة بدون ملاط. ويشرح السيد بيري، «إن هذه الآبار هي مُلك لرجل غير أناني. فالماء يأتي ويذهب كما يشاء، لأنه، كما ترى، هو كل شيء في أرضي.» وفي أوقات الجفاف الشديد، يستخدم السيد بيري مضخة يحركها حمار لسحب الماء من هذه الآبار لري المحاصيل السنوية في الحقول القريبة (الشكل 8.1).

تقع أرض رطبة خصبة تحت الآبار عند أخفض نقطة من أرض السيد بيري. هنا توجد ثلاثة خزانات لتربية الأحياء المائية محاطة ببستان موز مثبت للتربة نابض بالحياة (الشكل 9.1)، وقصب السكر والقصب والأعشاب. ويتم حصاد الأسماك من أجل الغذاء وسمادها يثري المياه المُستخدَمة لري النباتات. وتوجِد النباتات الأطول مصدّاً للرياح حول البرك، ما يقلل من فقدان الماء بالتبخر. وتقوم الأعشاب الكثيفة التي تنمو بمستوى أخفض بتصفية مياه الجريان السطحي القادمة، إضافة إلى أنها تغذي بقراته عندما تكون عُجولاً. (أنظر الشكل 10.1 لأكبر خزان.)

لقد أنشأ السيد بيري جنة عدن الخاصة به. فالأمطار تتسرب إلى تربته؛ وتوجد الخزانات والنباتات حيثما «تجري على السطح.» هذه الأمطار المحصودة تشكِّل «أنهاراً» ذات رطوبة متسربة تحتاجها حديقته لكي تنجح. وبعد 30 سنة من العمل، تواصل مزرعته النمو، وبدأت الآن أساليبه تحظى بالتقدير.

الشكل 8.1. يوضح السيد بيري كيف يمكن أن يقوم حمار بتزويد مضخة بالطاقة في حقوله الأكثر انخفاضاً.

الشكل 9.1. السيد بيري في بستان الموز الخاص به

الشكل 10.1. السيد بيري بجانب أكبر خزاناته لتربية الأحياء المائية

الصندوق 1.1.
مشروع موارد مياه زفيشافين

إذا كنت ترغب في دعم العمل العظيم لهذا المشروع الشعبي، اكتب إلى: السيد/ زيفانيا بيري ماسيكو، ZWRP، ص.ب 118، زفيشافين، زيمبابوي. (Mr. Zephaniah Phiri Maseko, ZWRP, P.O. Box 118, Zvishavane, Zimbabwe)

ولقراءة المزيد عن السيد بيري، أنظر *حاصد الماء - حلقات من حياة زيفانيا بيري ماسيكو المُلهَمة* بقلم ماري ويتوشينسكي. مطبعة ويفر، 2000. إسبن: 0-7974-2123-8.

ولسنوات كان السيد بيري موضع ازدراء نظراً لأنه وجد نفسه معارضاً للمساعدة الدولية والبرامج الحكومية التي شجعت استخراج المياه الجوفية ومحاصيل التصدير أكثر من حصاد مياه الأمطار وإنتاج وتوزيع الغذاء المحلي. ورداً على ذلك، قام السيد بيري بإنشاء مشروع موارد مياه زفيشهافين، وهي منظمة غير حكومية تنشر أساليبه أبعد من موقعه (أنظر الصندوق 1.1). وهي تتمتع بتأثير كبير. وقد أثر بمنظمة كير الدولية في منطقته إلى درجة أنها قامت بتحويل الكثير من أعمالها من منح الأغذية المستوردة إلى مساعدة الناس في تطبيق أساليب السيد بيري في زراعة الأمطار وزراعة محاصيلهم الغذائية بأنفسهم.

عندما سألت السيد بيري عن العقود الثلاثة التي استغرقها لإيصال أرضه ورؤيته إلى حيث هي اليوم، أجاب، «إنها عملية بطيئة، ولكن تلك هي *الحياة*. قم بتطبيق هذه المشاريع ببطء، وعندما تبدأ بالتناغم مع الطبيعة، سرعان ما ستبدأ حياة كائنات أخرى بالتناغم مع حياتك».

بعد ذلك عدنا أدراجنا نحو المنزل وتوقفنا في منتصف الطريق. لقد كانت عينا السيد بيري مليئتين بالإثارة والفرح عندما أشار عبر السياج. لقد كان جاره يعمل في مستنقعات التحويل التابعة للحكومة، ويحفر حفر إثمار على الأرض المجاورة. «وصاح السيد بيري، «أنظر إنه يبدأ بالتناغم!»

لقد أوضحت لي زيارتي برفقة السيد بيري أنه يوجد لدينا جميعاً الخيار والقوة لنكون إما المشكلة أو الحل. وقد أخبرني عن مدرسة محلية حيث كان المعلمون يُضرِبون ويهددون بترك العمل بسبب نقص المياه والظروف القاسية في صفوف متربة وحارة وتعصف بها الرياح. ولم يكن الطلاب في حالة تسمح لهم بالتعلم، حيث كانوا يعانون من سوء التغذية بدون وجود وجبات طعام مدرسية، وبوجود القليل من الطعام في المنزل. واستمع السيد بيري إلى شكاوى المعلمين، ثم طلب منهم أن لا يتهربوا من مشاكلهم. وأخبر المعلمين، «أن يعتبروا أي مكان يجدوا أنفسهم فيه على أنه وطنهم، وأن يرسخوا جذورهم في الأرض، وأن يعملوا من أجل إنعاش وتحسين حياتهم معاً.» ومن ثم قدَّم السيد بيري لهم عرضاً. إذا كانوا سيبقون، فإنه سيعلمهم وطلابهم كيف يقلبون الأشياء حولهم عن طريق حصاد مياه الأمطار لزراعة محاصيل غذائية، والحصول على مأوى وجَمال. كما حذّر من أنه إذا هرب المعلمون من الوضع، فإنهم سوف يأخذون مشاكلهم معهم. غادر نصفهم، وبقي النصف الآخر، ورسخوا جذورهم وعملوا مع السيد بيري والطلاب. ومع بعضهم البعض حوَّلوا أرض المدرسة الجرداء إلى حدائق غنّاء حيث تُزرع الوجبات الغذائية في الموقع، وتبرِّد النباتات الأبنية وتصدّ الرياح، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية. ولم يعد هناك سبب للإضراب أو الرحيل، ولكن هناك سبباً للاحتفال. بعد مرور سنوات، عاد بعض المعلمين الذين غادروا من قبل. وبدموع تملأ عيونهم شكروا السيد بيري لكونه رجلاً يحترم كلمته. كما أخبروه بأن نبوءته قد تحققت. لقد انتقلوا إلى مدارس في مستوطنات جديدة في أراضٍ خضراء خصبة، ولكن في غضون بضع سنوات كانوا قد أساؤوأ استخدام الأراضي إلى حد كبير وأتلفوها بحيث أصبحت الظروف سيئة بقدر ما كانت تلك الظروف التي هربوا منها. وردَّ السيد بيري بتكرار عرضه الأصلي. وكان بإمكان المعلمين العودة إلى المدارس الموجودة في مستوطنات جديدة وإصلاح الخراب.

والتفت السيد بيري إلي بابتسامة كبيرة وقال، «تذكَّر، الأطفال هم ورودنا؛ أعطهم مطراً وسوف ينمون ويزهرون.»

المبادئ الثمانية لحصاد مياه الأمطار

إن قصة السيد بيري هي مثال رائع لنظام متكامل وناجح لحصاد مياه الأمطار (أنظر الفصل 4 من المثال الحضري - الخاص بشقيقي وبي). وتذكر أن الأساليب الخاصة المُستخدَمة في موقعه غير قابلة للتطبيق في كل مكان. وليس هناك تصميم واحد موحَّد لحصاد مياه الأمطار. فكل قطعة أرض وكل نبات وكل حيوان موجود عليها، وأولئك الذين يشرفون عليها، يكون فريداً من نوعه. ويجب مقاربة كل موقع مع أخذ خصائصه المميِّزة بالاعتبار. من ناحية أخرى، هناك ثمانية مبادئ لحصاد مياه الأمطار التي يمكن تطبيقها على جميع المواقع، وينبغي اتباعها دائماً. وكل منها قيّم بحد ذاته، ولكنك تحصل على الفائدة الكاملة فقط إذا استُخدِمت جميعها معاً.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ الأول

ابدأ بمراقبة طويلة ومتأملة

لم يتعلم السيد بيري على يد خبراء أو في مدارس. لقد تعلم من المراقبة الطويلة والمتأملة لأرضه (الشكل 11.1) - شيء يمكن أن يفعله كل شخص. عندما بدأ كانت أرضه جافة وجرداء بفعل التعرية وغير منتِجة، إلا أنه كان منتبهاً إلى أجزاء أرضه التي كانت ناجحة، وقام بتقليدها، بما في ذلك الصخور والنباتات الموجودة في «صفوف» غير نظامية متعامدة مع المنحدر حيث كانت تبطئ جريان مياه الأمطار وتسرِّبها إلى التربة. وقام السيد بيري بتقليد هذا الأمر عن طريق إدخال منشآته الخاصة بحصاد مياه الأمطار بشكل متعامد مع المنحدر حول النباتات الموجودة، ووضعها في مواقع تناسب فيها احتياجات أسرته وأرضه. وقد أمضى بعد ذلك متسعاً من الوقت بمشاهدة آثار عمله. وكما يقول السيد بيري، «إنني أستمتع بحصاد مياه الأمطار. حقاً، أتعلم، عندما تهطل الأمطار وأرى المياه تجري، فإنني أجري! وستجدني في بعض الأحيان قد أصبحت مبللاً جداً!»

الصندوق 2.1
مبادئ حصاد مياه الأمطار

1. **ابدأ بمراقبة طويلة ومتأملة.**
2. **ابدأ من قمة منطقة مستجمعاتك المائية، أو أعلى نقطة منها، واعمل متجهاً نحو الأسفل.**
3. **ابدأ بأعمال صغيرة وبسيطة.**
4. **قم بنشر وتسريب تدفق المياه.**
5. **خطط دائماً لإيجاد مسرب للفائض، وتعامل مع تلك المياه الفائضة على أنها مورد.**
6. **اعمل على زيادة الغطاء الأرضي الحي والعضوي إلى الحد الأقصى.**
7. **اعمل على زيادة العلاقات المفيدة والكفاءة عن طريق «تعدد الوظائف.»**
8. **قم بتقييم نظامك باستمرار: «حلقة التغذية الراجعة».**

المبادئ 2، و4، و5، و6 تعتمد على تلك المبادئ الموضوعة والمعزَّزة من قِبل جمعية الإدارة البيئية التشاركية لاستخدام الأراضي (PELUM) في شرقي وجنوبي إفريقيا. والمبادئ 1، و3، و7، و8 تعتمد على واقع خبراتي الخاصة واستبصاراتي المكتسَبَة من السيد زيفانيا بيري ماسيكو وآخرين من حُصّاد المياه.

الشكل 11.1. مراقبة طويلة وتأملية

ولمراقبة موقعك، اجلس على التراب وارقص في المطر، خلال كافة الفصول. اجلس، واجلس بهدوء، وحوِّل نفسك إلى إسفنجة. اصغ بجميع حواسك - البصر والشم والسمع والتذوق ومشاعرك.

راقب كل ما يحدث. هل توجد هناك مناطق خضراء خصبة حيث تتجمع الرطوبة طبيعياً؟ هل ترى بقعاً جرداء حيث تتلاشى المياه والتربة؟ هل توجد مياه جارية؟ هل هي ملوثة؟ إذا كانت كذلك، بماذا؟ هل تنمو الأشجار مستقيمة، أم أنها تنحني - ربما بسبب رياح قوية سائدة؟ هل التربة تحت الأقدام منجرفة ومتراصة بصلابة، أم لينة مع مواد عضوية متراكمة؟ هل يمكنك سماع تغريد العصافير وأصوات الحشرات؟ فبعضها، مثل العصافير الدورية واليعاسيب، لا تكون بعيدة أبداً عن الماء. أين توجد الحياة؟ والموارد؟ والتعرية؟ من أين تأتي المياه؟ وإلى أين تذهب؟ كم تبلغ كمية المياه الموجودة هنا؟

استرخِ وكن واعياً. وبعد أن تكون قد خصصت الكثير من الوقت للمراقبة، تأمل في الأسباب التي جعلت الأشياء كما هي عليه. لماذا توجد هناك تعرية؟ ولماذا ينمو هذا النبات هنا؟ ولماذا توجد رطوبة أكثر هناك؟

حاول أن تفهم الموقع ككل، وليس كأجزاء منفصلة. تخيل ما الذي يمكن أن يحدث إذا قمت بتغيير شيء ما. كيف سيغير هذا ديناميكيات تدفق مياه الموقع، وممرات الحيوانات البرية، والرياح السائدة، والتعرض الشمسي؟ كيف يمكن أن تتحسن الأمور؟ وكيف يمكن أن تصبح أسوأ؟

إذا أصغيت، فإن الأرض سوف تخبرك بأشياء تحتاج لمعرفتها، وما تحتاجه للتحقق بمزيد من التعمق. إن تكريس وقت للمراقبة وطرح أسئلة والإجابة عنها هي طرق جيدة للتعرُّف على مكان ما.

بمجرد اتصالك بمكان ما، فإنه يبدأ بعرض موارده وتحدياته عليك، ويساعدك في توجيه خططك. وبدون فهم موقعك ربما تقوم بنصب سدود ترابية للحصاد المائي وتزرع أشجار فاكهة في منطقة مكشوفة وجافة بفعل الرياح بعيدة عن المنزل حيث يكون الجريان السطحي شحيحاً وتكثر الحيوانات البرية الآكلة للفواكه. ومع فهم أفضل للموقع، فإنك ستقيم هذه السدود الترابية الخاصة بالحصاد المائي، وستزرع الأشجار حيث يكون الجريان السطحي وافراً، والحماية من شمس ما بعد الظهيرة والرياح السائدة والمنزل المنتِج للمياه الرمادية قريبة، ما يؤدي إلى الحصول على أشجار منتِجة أكثر بكثير مزروعة في مكان ملائم من أجل قِطاف سهل من قِبل الناس، وحيوانات برية آكلة للفواكه أقل. وتعتمد النتيجة على مدى حسن فهمك لموقعك، وإلى أي مدى تحسن تنسيق الأمور معاً.

إن المراقبة والتفكير والتخطيط هي أمور لا تكلف شيئاً. وقد تدفع ثمناً باهظاً على المدى الطويل إذا لم تقم بها. حاول أن ترتكب أخطاءك في رأسك أو على الورق قبل القيام بأي شيء على الأرض. واصل تخيل سيناريوهات إلى أن تستقر على السيناريو الذي تعتبره الأفضل.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ الثاني

ابدأ من أعلى، أو قمة، منطقة مستجمعاتك المائية واعمل متجهاً نحو الأسفل[1]

عندما تشعر بأنك مستعد لإقامة منشآت حصاد مائي على أرضك، ابدأ من «قمة» - أو أعلى ارتفاع في منطقة مستجمعاتك المائية في الموقع (الشكل 12.1). كما يمكنك كذلك ذكر هذه القاعدة على أنها «ابدأ من البداية» – بداية التدفق المائي فوق مبانيك وأرضك.

وللبدء بذلك، قم بتشكيل صورة ذهنية لمستجمعاتك المائية. إن *مستجمعاتك المائية (watershed)*، أو منطقة *المستجمعات المائية (catchment area)* كما تسمى في بعض الأحيان، هي إجمالي مساحة الموقع الخارجي الذي يصرف المياه أو يوزعها إلى موقع أو مصرف مياه معين. وقد لا تبلغ مساحة مستجمع مائي لجدول يسبب التعرية محفور في منحدر ضئيل أكثر من 20 قدماً مربعاً (1.9 م^2). وقد تبلغ مساحة مستجمعات مياه لنهر ما ملايين الفدانات أو الهكتارات تشمل جبالاً وتلالاً ووديانا وهضاباً ومصارف مياه. إن مستجمعات

مياه كهذه تتكون من العديد من «مستجمعات مياه فرعية». ومستجمعات المياه الفرعية هذه هي غطاء مكوَّن من رقع من الأراضي والمباني، وغالباً ما تكون على نطاق أراضٍ سكنية، أو مساحات صغيرة مخصصة لوقوف السيارات، أو مواقع تجارية، أو حقول. ومن المرجح أن تكون مركِّزاً أكثر على مستجمعات المياه الفرعية التي تعرِّض منزلك ومكان عملك للخطر. إن هذه المستجمعات المائية الفرعية تؤثر بشكل مباشر على مستجمعات المياه للمجتمع الأكبر، وإذا تم التعامل معها بشكل جيد يكون لديها القدرة على رفد المستجمعات المائية للمجتمع! وبمجرد أن تكون قد حددت المستجمع المائي الفرعي لموقعك، يمكنك البدء بممارسة فن *نشر الماء*، مشدِّداً على حصاد ونشر وتسريب المياه بشكل لطيف في جميع أنحاء المستجمع المائي بدلاً من النشر السريع أو التصريف السريع للمياه منه.

بعد ذلك، خذ بالاعتبار الجريان السطحي. عندما تهطل أمطار أكثر مما يمكن أن تمتصه السطوح، فإن المياه تشكل بركاً وتبدأ بالجريان فوق سطوح وطرق وتربة في طريقها نحو أسفل المنحدر. ويسمى تدفق الماء على السطح *الجريان السطحي*: الماء الجاري خارج الأرض (off the land). وعموماً، كلما كنت متجهاً أبعد نحو أسفل المنحدر، يتراكم حجم أكبر من الجريان السطحي. وكلما كانت حدة المنحدر أشد، كانت سرعة المياه التي سيتعين عليك معالجتها أكبر. إن هدفنا هو تحويل هذا *الجريان السطحي* إلى *تسرُّب*: ماء لم يعد يجري خارج الأرض، وإنما، بدلاً من ذلك، يتسرب إلى التربة.

قد يكون من الممكن، أو من غير الممكن، أن تصل إلى أراضٍ في أعلى المنحدر فوق حدود أرضك، لذا، ابدأ الحصاد المائي عند أعلى «*مستجمعك المائي* الذي لديك نفوذ عليه» - لا سيما المستجمع المائي الفرعي المكوَّن من المنطقة التي تمتلك فيها النفوذ الأعظم. وهذا يمكن أن يعني قمة تلة أو أعلى نقطة لحدود أرضك، أو أعلى أرض تعاونية مرتفعة مجاورة، أو سطح منزلك.

إذا بدأت في حصاد الماء في منطقة مرتفعة في مستجمع مياه وتابعت نحو الأسفل، فإنك سوف تجعل كل شيء أسهل على المدى الطويل: وذلك لأن:

الصندوق 3.1 فهم التعرية وأنماط التدفق المائي

إن أنماط التعرية، ووجود غطاء نباتي وحياة برية، وحجم الرواسب المترسبة، ونعومة الصخور وغيرها من الأنماط تقدِّم أدلة على مقدار سرعة تدفق جريان سطحي لماء المطر خلال مناطق لولا ذلك لكانت جافة، وكيف يتدفق الماء هناك، وأين يشكل بركاً، وإلى أين ينتقل. ويبحث الملحق 1 هذا الموضوع بتعمق أكثر.

الصندوق 4.1 موارد إضافية للتعلم عن أرضك

- ابدأ بقياس وتسجيل هطول الأمطار وغيره من الظروف الخاصة بالموقع.
- تحدث إلى الجيران حول ملاحظاتهم على مر السنين.
- ابحث عن صور وكتابات في الأوساط التاريخية المحلية.
- احصل على صور جوية من دوائر حكومية وشركات خاصة مختصة برسم الخرائط، أو قم باستئجار طائرة صغيرة للطيران فوق موقعك والتقط صوراً له. إن هذا يعطيك منظورات مختلفة لموقعك والمناطق المحيطة، ويوثَّق التغييرات التي تطرأ على الأرض بمرور الزمن.

الشكل 12.1. ابدأ من الأعلى

- حجم الجريان السطحي الذي سوف تتعامل معه في أي وقت كان سوف يكون أقل مما لو بدأت في منطقة أخفض في المستجمع المائي، وسيكون من المرجح أقل أن يخرج عن السيطرة ويصبح مدمراً. نتيجة لذلك، يمكنك معالجته بشكل أفضل وإنشاء نظام حصاد مائي يتم فيه تسريب معظم المياه قبل أن تجري خارج الأرض.

- يمكنك استخدام العديد من منشآت الحصاد المائي معتدلة الحجم ، وكل منها يحتفظ بحجم مياه من السهل تدبر أمره. وسترتوي النباتات في منشآت الحصاد المائي معتدلة الحجم بدون أن تغمرها المياه.

- مياه الأمطار سوف تتسرب بشكل متساوٍ أكثر في التربة في جميع أنحاء الموقع الخارجي، وليس فقط في القاع.

- المياه التي تحصدها عند أعلى مستجمع مياه يمكن أن تُنقَل حول الموقع بسهولة أكثر من المياه المحصودة أسفل مستجمع المياه. إن الجاذبية هي مصدر طاقة مجاني ودائم الوجود ولا يتلف، استخدمها لصالحك.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ الثالث

ابدأ بأعمال صغيرة وبسيطة

كل صغير جميل، وربما الأهم من ذلك، عندما يتعلق الأمر بالحصاد المائي، يكون أقل تكلفة وأسهل وأكثر فعالية من البدء بعمل كبير. لقد قام السيد بيري وعائلته ببناء كل شيء بأيديهم، ولم ينفقوا شيئاً تقريباً على المواد، وقاموا بكافة أعمال الصيانة بأنفسهم. لقد كان بإمكانهم القيام بهذا لأنه تم القيام بكل شيء على قياس بشري، وإبقاؤه بسيطاً فنياً وميكانيكياً للحد من الحاجة إلى الصيانة، وتمكينهم من القيام بتلك الصيانة. (أنظر الشكل 13.1).

الشكل 1.13. ابدأ بأعمال صغيرة وبسيطة، ربما عن طريق زراعة شجرة ظل محلية تستهلك القليل من الماء في حوض للحصاد المائي لتظليل الجانب الشرقي أو الغربي لمنزلك.

إن المحاولات على نطاق ضيق لأساليب متنوعة سوف تبين لك بسرعة ما الذي ينجح وما الذي لا ينجح في موقعك الفريد. وسوف تتجنب ارتكاب أخطاء كبيرة. فإذا تم ارتكاب خطأ صغير فإنه سوف يعلِّمك، ولن يؤدي إلى إخفاقك. إن البدء بأعمال صغيرة يتيح لك ولأصدقائك القيام بالعمل بالسرعة التي تريد، على الرغم من أنه يمكنك، بالطبع، توظيف أشخاص للمساعدة في العمل. وبكلتا الطريقتين، لا تبدأ بإنشاء نظام مكلف ومعقَّد قد لا يكون مناسباً لموقعك الخارجي، ولأسلوب حياتك ووسائلك. وتذكر أن إنشاء عشرات أو مئات أو حتى آلاف «إسفنجات» حصاد مائي صغيرة جداً يكون عادة أسهل وأكثر فعالية بكثير من إنشاء سد تخزيني واحد كبير، وذلك لأنها تحتجز مياهاً أكثر وتوزعها بتساوٍ في جميع أنحاء الأرض.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ الرابع

اعمل على نشر وتسريب تدفق المياه[2]

قم بنشر تدفق المياه بحيث يمكن أن *يتباطأ* ويتسرب إلى التربة. اجعل المياه تسيل بتمهل، لا أن تجري، عبر الموقع الخارجي. وهذا هو عمل «نشر الماء» داخل مستجمع المياه.

الصندوق 5.1 السدود التخزينية الصغيرة تعطي مياهاً أكثر مما تعطيه السدود التخزينية الكبيرة

وجدت دراسة أجراها المعهد المركزي للبحث والتدريب في مجال التربة وحفظ المياه في ديهرا دون في الهند، أن زيادة حجم مستجمع مياه سد تخزيني من 2.47 فدان (1 هكتار) إلى حوالي 4.94 فدان (2 هكتار) يقلل ما يعطيه من الماء لكل هكتار بنسبة تصل إلى 20 بالمائة.[3] وحسب ما يصرح به مركز العلوم والبيئة، «في منطقة معرَّضة للجفاف حيث تكون المياه شحيحة، فإن 10 سدود تخزينية بالغة الصغر ذات مستجمعات مياه، تبلغ مساحة كل منها 1 هكتار، سوف تجمع مياهاً أكثر بكثير من سد تخزيني أكبر ذي مستجمع مياه بمساحة تبلغ 10 هكتارات.»[4] كما أن السدود التخزينية بالغة الصغر لا تحتاج إلى أنظمة نشر مياه مكلفة حيث أنها موضوعة أصلاً عند كل جزء من منطقة مستجمع المياه. كما أن السدود التخزينية الصغيرة ترحِّل عدداً اقل بكثير من الناس، وتسبب تدميراً بيئياً أقل من السدود التخزينية الكبيرة.

وفي مثال آخر، تعطي «السدود التخزينية» بالغة الصغر مياهاً أكثر من السدود التخزينية الصغيرة. فأثناء دراسة استراتيجيات حصاد مائي يبلغ عمرها 4,000 سنة في صحراء النقب، والتي مكَّنت القدماء من توفير الغذاء والماء بمقدار ضئيل من الأمطار السنوية يبلغ 4 إنشات (105 ملم)، فقد وجد عالم إسرائيلي، ميكاييل إيفيناري، أن *مستجمعات المياه الصغيرة تحصد مياهاً أكثر إلى حد كبير مما تحصده مستجمعات مياه كبيرة*.

وملخصاً النتائج التي توصل إليها ميكاييل إيفيناري، يذكر كتاب *جعل المياه عمل الجميع*، «في حين أنتج مستجمع مياه مساحته هكتار واحد في النقب ما يصل إلى 95 متراً مربعاً من الماء لكل هكتار في السنة، فإن مستجمع مياه مساحته 345 هكتاراً لم ينتج سوى 24 متراً مربعاً من الماء/ هكتار/ سنة. وبعبارة أخرى، إن ما يقدَّر بنسبة 75٪ من الماء الذي كان يمكن جمعه [*في مستجمع المياه الأكبر*] قد فُقِد [*بالتبخر وفي التربة*].»[5] وقد كان الفقدان حتى أعلى خلال سنة جفاف. ووفقاً لإيفيناري «... خلال سنوات الجفاف حيث تصل مياه الأمطار إلى أقل من 2 إنش (50 ملم)، فإن مستجمعات المياه التي تكون مساحتها أكبر من 123.5 فدان (50 هكتاراً) لن تنتِج أي محصول مياه جدير بالاعتبار، في حين أن مستجمعات المياه الطبيعية الصغيرة سوف تنتِج 400,4–800,8 غالون (20–40 متراً مكعباً) للهكتار الواحد، و[*سوف تنتج*] مستجمعات مياه ميكروية مساحتها أصغر من 0.24 من الفدان (0.1 هكتار) ما يصل إلى 597,17–997,21 غالوناً (80–100 متر مكعب) للهكتار الواحد.»[6]

باستثناء خزان واحد يحتوي مياهاً لحديقة الفناء وآخر يحتجز الجريان السطحي على سطح المنزل من أجل الحصول على مياه شرب للعائلة، فإن جميع استراتيجيات السيد بيري الخاصة بالحصاد المائي توجِّه المطر إلى داخل التربة. وهو يستخدم تقنيات متعددة لنشر المياه المحصودة على أقصى مساحة سطحية مسامية ممكنة لإعطاء الماء أقصى إمكانية للتسرب داخل أرضه. وبمجرد أن تتسرب، فإن المياه تنتقل برفق خلال التربة، وليس بشكل مدمر فوقها. وكما يقول، «إنني أزرع المياه كما أزرع المحاصيل. لذا، فإن هذه المزرعة ليست مجرد مزرعة حبوب، إنها في الواقع مزرعة مياه.»

في المقابل، يمكن مقارنة إنشاء القنوات بماسورة بندقية للماء، فهي عادة تجعل تدفق الماء مستقيماً وضيقاً عن طريق منع التسرب وتسوية الضفاف، وفي بعض الأحيان قاع الممر المائي، وغالباً ما يكون ذلك باستخدام الإسمنت. إن ذلك يشبه تصلب الشرايين في الجسم، وهو سيء لصحة النظام. إن إنشاء القنوات يزيد من سرعة تدفق الماء خلال المنطقة المنشأ فيها قنوات وعند المصب، مقلِّلاً من تسرب المياه إلى التربة، وأحياناً يعمل على تعميق القناة.

نموذجياً، تقوم العبَّارة (أنبوب كبير) الموضوعة في ممر تصريف بدفع التدفق المائي عبر فتحة ذات قطر أصغر من العرض

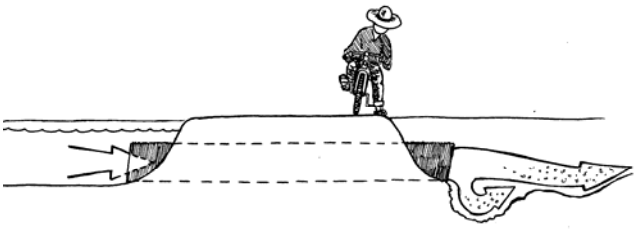
والعمق الكليين لمصرف مياه طبيعي. وفي حالة الأمطار الغزيرة، تنحسر من جهة منبع العبّارة، وتـراكِم ضـغطاً، وتـسرع خـلال العبّارة كما لو كانت ماسـورة بندقيـة رش. ويمكـن غالبـاً رؤيـة التعرية الناتجة مباشرة عند مصب العبَّارات. (أنظر الشكل 14.1)، ومع ذلك يمكننا تقليل التعرية وإثراء الموقع الخارجي إذا أبطأنـا تدفق الماء، ونشرناه، وسمحنا له بالتسرب. وفي المجلد الثاني من *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، يقدِّم الفـصل الـذي يتناول السدود الكابحة أمثلة في موضوع مصارف المياه.

يوضح الشكلان 15.1أ و15.1ب، عـلى التـوالي، كيـف يمكن أن يتصرف الموقع الخارجي إما كـ*مصرف* مياه أو كـ*شبكة*. فالماء يتدفق من أعلى نقطة أو مصدر في مستجمع المياه، إلى أسفل مستجمع المياه أو مجرى تصريف إلى حيث يغادر الماء وغيره مـن المـوارد الأرض للأبـد (أنظـر الـشكل 16.1 للاطـلاع عـلى مصدر/ غور تجمع المياه).

يبين مثـال «التـصريف»، (الـشكل 15.1أ) المـاء والتربـة والمواد العضوية وهي تصرَّف بسرعة خارج النظام مسببة تـآكلاً وفيضاناً باتجاه مجرى الماء. تترَك المناطق الموجودة في أعلى المجرى جافة، بينما تتطلب المناطق في أسـفل المجـرى إدارة مكلفـة لميـاه الأمطار، فيتدهور النظام – أو يتفكك - مع مرور الوقت.

ويبيّن مثال «الشبكة»، (الشكل 15.1ب) المنطقة ذاتها مع تغيير الموقع الخارجي ليحتجز تدفق المياه والتربة والمواد العضوية وينشرها على كامل الموقع الخـارجي وخلالـه. وهـذا *يقلل* مـن التعرية والفيضان والجفاف والتكـاليف الماليـة لبنيـة التـصريف التحتية، بينما *يحسِّن* خصوبة التربة، وعملية تسرُّب الماء، والإنتاج النبـاتي، واسـتقرار الأنظمـة البيئيـة - عـن طريـق تنميـة الظـل والغذاء والملجأ وموائل الحيوانـات البريـة ومكافحـة بالتعريـة. ويبدأ هذا النظام بتجديد - أو بناء نفسه ورعايتها.

إن الهدف الكامن في الحصاد المائي هو إنشاء سلـسلة مـن «الشبكات عبر مستجمع المياه لدينا. وعلى غـرار الـسيد بـيري، فإنه يتعين علينا توجيه الجريان الـسطحي إلى *داخـل* التربـة عـن طريق توزيع تدفقه وترسيبه. ومـع ذلـك، سـتكون هنـاك دائـماً عواصف كبيرة جداً لدرجة أنه سوف تتدفق عبر الموقع كمية من المياه أكثر مما يمكن للأرض أو للخزانات الاحتفاظ به، ما يقودنا إلى المبدأ التالي.



الشكل 14.1. عبّارة تعمل بمثابة ماسورة بندقية تسبب تعرية. لاحظ أن قاعدة ممر التصريف مقطوعة من الأسفل من جهة المصب.

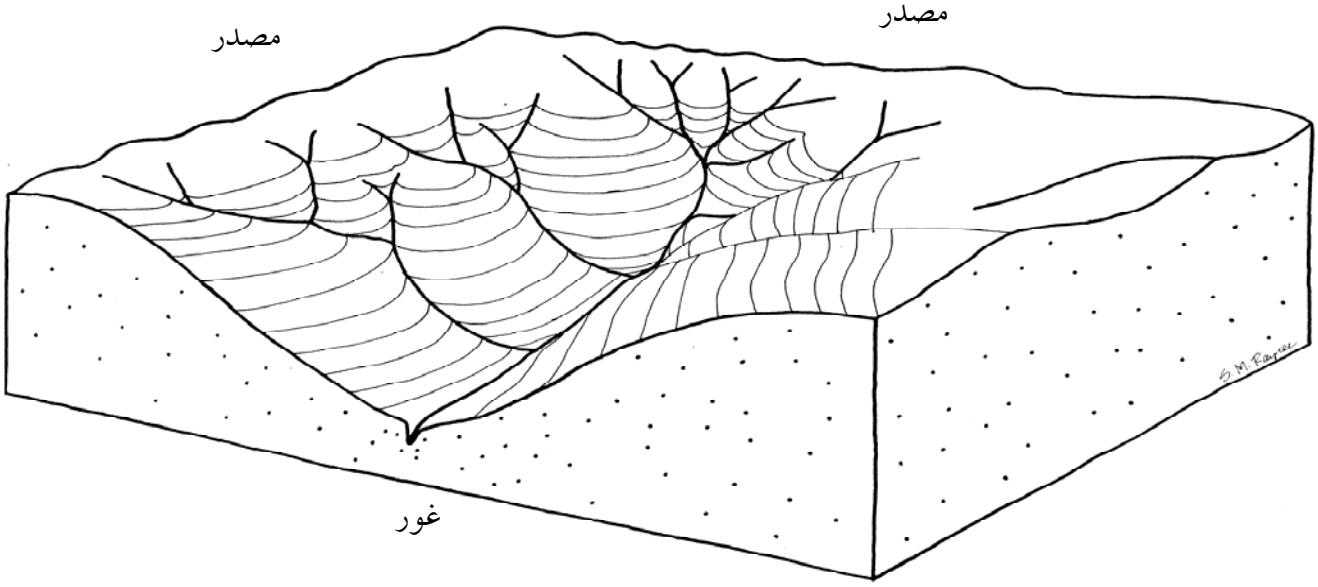
حصاد مياه الأمطار

المبدأ الخامس

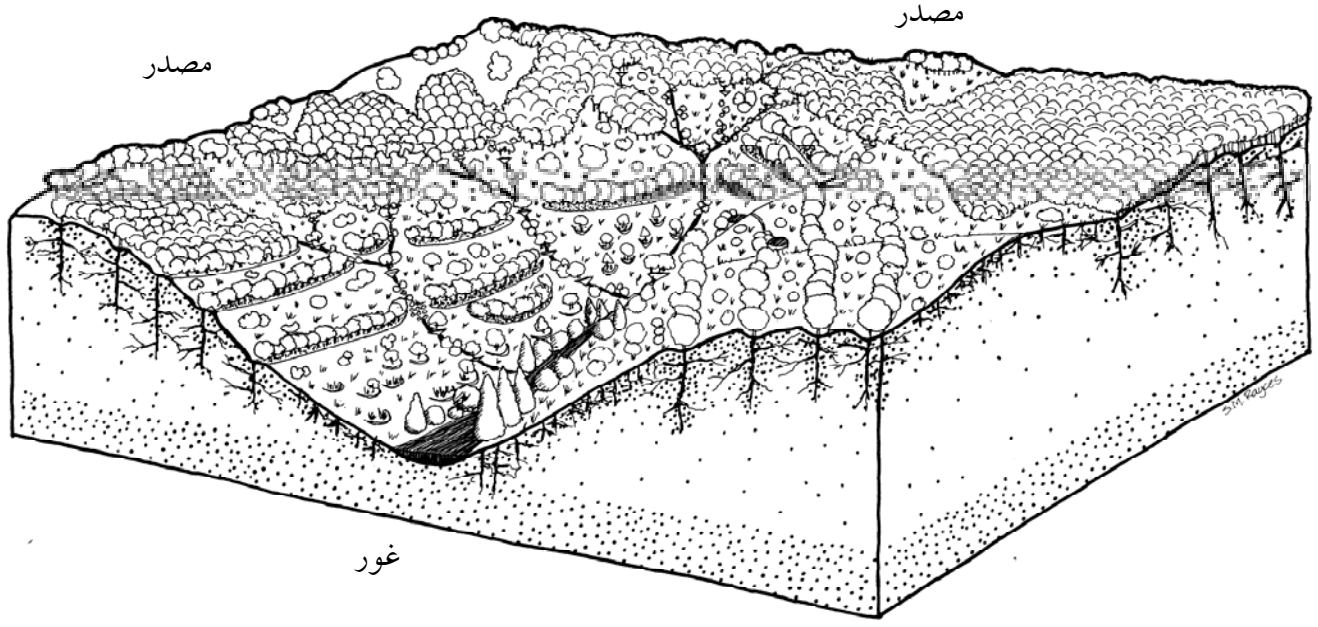
خطط دائـماً لإيجـاد مـسرب للفـائض، وتعامـل مـع تلـك الميـاه الفائضة على أنها مورد[7]

ينبغي أن لا يتم التعامل مع الفـائض عـلى أنـه مـشكلة أو فضلات، وبدلاً من ذلك، قم بتصميم مسرب للفـائض بحيـث يصبح ذلك الماء الفائض *مـورداً* (الـشكل 17.1). وقـد حـوَّل السيد بيري خنادق تصريف المياه التي أنشأتها الحكومة، وتمر عبر أرضه، إلى مشروع حصاد مائي عـن طريـق حفـر «حفـر إثـمار» - أو أحواض تسريب متدرجة - داخل الخنادق الكبـيرة. إن أي مياه زائدة تفيض من حفرة إثمار إلى الحفرة التي تليها، وفي النهاية تصرَّف نحو الأسفل إلى المصارف الكبيرة. ولدى جميع منـشآت الحصاد المائي الخاصة بالسيد بيري مسارب للفائض مخطـط لهـا. وفي العواصف العاتية يتم توجيه الجريان السطحي الإضافي مـن منشأة حصاد مائي إلى أخرى إلى أن يصل إلى قـاع موقعـه حيـث يتم تصريفه في السهل الفيضي الطبيعي في الأسفل.

بغض النظر عن مدى جودة تصميمك لنظامك، قم *دائـماً* بالتخطيط للماء الفائض في حالات حدوث عواصف عاتية جداً. ويجب تثبيت قنوات تصريف الفائض باستخدام صخور متراصة بإحكام، أو نباتات ذات جذور قوية بحيث تصمد أمام تـدفقات كبيرة. ويجب دفع الماء الفائض من الخزانات والـصهاريج بأمـان بواسطة مسارب إلى خارج الخزان وبعيداً عن أساسات الخـزان.

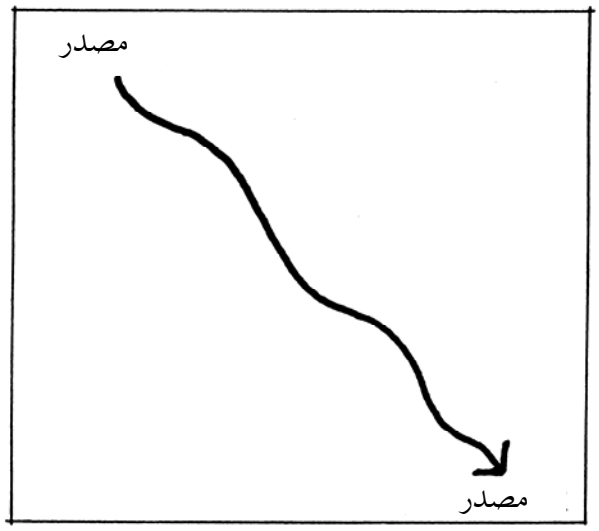


الشكل 15.1 أ. موقع خارجي أجرد يتصرف كمصرف مياه، يكون مصدر المياه في الأعلى، وغوره لتجمع المياه في ارتفاع أقل.

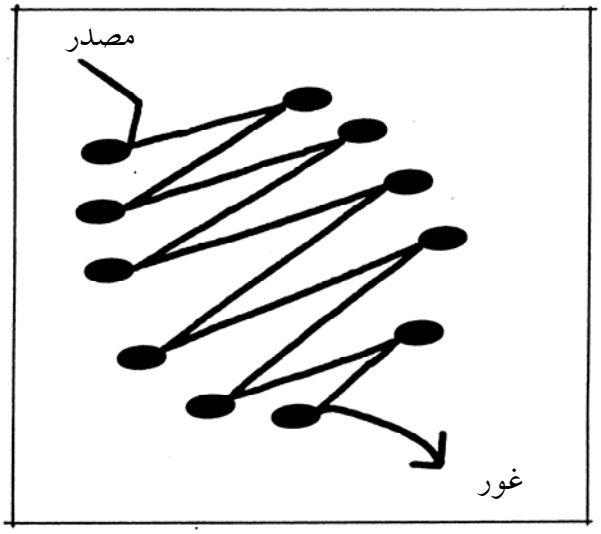


الشكل 15.1 ب. الموقع الخارجي ذاته مع «شبكات» من النباتات وسدود الحصاد المائي الترابية التي تبطئ الماء وتعمل على تسريبها.

ويجب توجيه الماء الفائض إلى موقع مفيد مثل حوض تسريب مزروع يروي، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، شجرة ظل محلية تظلل بدورها الخزان وتوفر الغذاء وتوجِد موئلاً للحياة البرية. إن الحاجة إلى إدارة الماء الفائض تنطبق على جميع الخزانات والسدود الترابية الخاصة بالحصاد المائي. وكما يقول الكشافة،» كن مستعداً.» تأكد أنه عندما يفيض نظامك، فإنه سيفيض حيث تريده أن يفيض، وبطريقة مسيطر عليها.



الشكل 16.1 أ. المصدر وغور تجميع المياه. تدفق سريع نوعاً ما وخطي نحو الأسفل لتصريف مياه الموقع الخارجي.



الشكل 16.1ب. المصدر وغور تجميع المياه. إن الشكل المتعرج يزيد من وقت التدفق، والمسافة المقطوعة، والتسريب الأرضي، من المصدر إلى غور تجميع المياه.

تأكد من أن لدى نظامك مخرجاً فائضاً نهائياً عند أسفل مستجمعك المائي. ومثالياً فإن هذا من شأنه أن يوجه الماء إلى جدول أو نهير فيه نباتات طبيعية. ولكن في البيئة الحضرية، ربما تضطر للقبول بمصرف في الشارع أو بمصرف أمطار.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ السادس

اعمل على زيادة الغطاء الأرضي الحي والعضوي إلى الحد الأقصى[8]

بدلاً من التسرب، فإن الماء غالباً ما يتدفق فوق أسطح ترابية جرداء منبسطة أو على شكل تلة، أو يتجمع لأيام داخل أسطح على شكل وعاء، ويتبخر أو يدعم تكاثر البعوض. وهذا لأن التراب الأجرد معرَّض للانضغاط ويميل السطح إلى الانسداد، كِلا الأمرين يقلل قدرة مياه الأمطار على التسرب تحت السطح. وبالمقابل، فإن تغطية التراب بغطاء أرضي عضوي، مثل المهاد والمزروعات، يزيد التسرب إلى داخل التربة. إن زرع النباتات يضع جذوراً في الأرض ويُسقِط أوراقاً لإنتاج مهاد. تقوم ديدان الأرض، وغيرها من الكائنات الحية في التربة، بتحويل الأوراق الساقطة إلى مزيد من التربة المليئة بثقوب صنعتها الديدان. وقد وجدت أن جذور هذه النباتات، بالإضافة إلى المهاد والكائنات الحية المُصاحِبة الموجودة في التربة، تنمو لتنشئ إسفنجاً حياً يمكن أن تقوم بأكثر من مضاعفة معدلات تسرب مياه الأمطار في أحواض جرداء من قبل، وتقليل التبخر والجريان السطحي والتعرية وتكاثر البعوض! (أنظر الشكل 18.1).

إن موقع السيد بيري هو حصيرة ترحيب حية مغطاة بنباتات، وتساعد الماء في التسرب إلى داخل التربة وتعيد ضخ رطوبة التربة إلى السطح من خلال الجذور.

يعيد الغطاء النباتي، فعلياً، الماء المحصود إلى «إثمار،» محولاً إياه إلى ثمار، وخضار وحبوب للبشر والمواشي والحيوانات البرية؛ وإلى ظل ومأوى للمنازل والحقول؛ وحصيرة كثيفة من الجذور والأوراق لتثبيت قنوات تصريف الماء الفائض ومكافحة التعرية؛ وألواح خشب وقش تسقيف للبناء؛ وألياف للثياب؛ وأعشاب طبية؛ ومصدات رياح تقلل من التبخر والتبخر نتح؛ وأوراق ساقطة تعمل على تفتيت التربة وتخصيبها.

الشكل 17.1. يتم توجيه الماء الفائض من خزان إلى حفرة ترابية ويملؤها ومن ثم يفيض منها ليملأ حفرة أخرى وأخرى.

الشكل 18.1. زرع غطاء أرضي نباتي، ونشر مهاد عضوي، وزراعة حبوب للمساعدة في التخلل في التربة وحمايتها وتعزيزها بجذور، وغطاء من أوراق الأشجار والمهاد والأوراق الساقطة المتجمعة.

عادة ما يكون *الغطاء النباتي المحلي* - نباتات خاصة بالسكان الأصليين توجد ضمن مسافة 25 ميلاً (40 كم) فوق موقعك أو أسفل منه - متكيّفاً أفضل ما يمكن مع أنماط هطول الأمطار وظروف الزراعة المحلية، وغالباً ما تشكّل هذه النباتات غطاء أرضياً رائعاً.

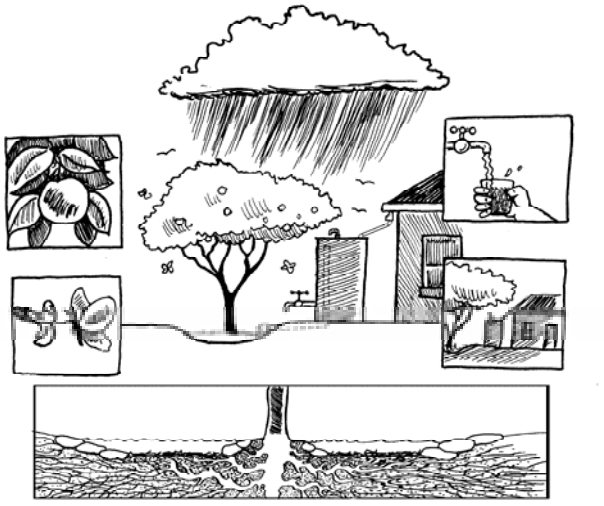
لحصاد مياه الأمطار غذاء ودواء وأليافاً ومأوى وموئلاً للحيوانات البرية، ومصدات للرياح. وتقلل مصدات الرياح هذه من تبخر الماء من الحقول والبرك. وتوفر الأسماك التي تتم تربيتها في هذه البرك الغذاء للعائلة وتخصِّب الماء المُستخدَم في الحقول. وتنشئ السواتر الكونتورية أرصفة مرتفعة. (أنظر الشكل 19.1).

حصاد مياه الأمطار

المبدأ السابع

اعمل على زيادة العلاقات المفيدة والكفاءة إلى الحد الأقصى عن طريق «تعديد الوظائف»

يتطلع السيد بيري إلى ما هو أبعد بكثير من تسريب المياه، ويسعى جاهداً لتحسين الموقع بكامله، وليس فقط جانباً واحداً منه. وهو يقوم بهذا عن طريق تصميم وإقامة منشآته الخاصة بالحصاد المائي من خلال العلاقة مع الموقع الخارجي بكامله بحيث تؤدي وظائف متعددة مفيدة - إنه «يعدد الوظائف.» وبتعديد الوظائف، يحصل السيد بيري على كفاءة وإنتاجية أكثر بكثير مقابل القدر ذاته من الجهد. كما ينتج الغطاء النباتي المُختار



الشكل 1.19. نظام حصاد مائي يوفر وظائف متعددة للماء، وتبريداً بالظل بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، وتحكُّماً بمياه الأمطار داخل السدود الترابية، وموئلاً للحيوانات البرية، وإنتاجاً للغذاء.

الشكل 20.1. مراقبة طويلة ومتأنية مرة ثانية. كيف تستجيب الأرض لعملك؟ ما الذي لا يزال يحتاج لأن تتم معالجته؟

في أغلب الأحيان، يكون من الممكن تكييف الاستراتيجيات القائمة المصممة لتؤدي وظيفة أساسية واحدة لكي تؤدي وظائف إضافية. على سبيل المثال، لقد تم بالأصل تصميم خنادق التصريف الخاصة بالحكومة فقط لتقليل التعرية والفيضانات، وقد فعلت ذلك، إلا أنها صُرِّفت بعيداً كذلك مصدر المياه الوحيد للمنطقة - مورد لا يمكن تعويضه. وقد أضاف السيد بيري حفر إثمار لحصاد الماء ضمن خنادق، وحدد حفره الإثمارية بنباتات متعددة الاستعمالات مُنشئاً مصدات رياح، ومثبتاً الحفر، ومولِّداً محاصيل ذاتية البذور تزهر على المياه المحصودة بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية.

إن لكل موقع إمكانياته الفريدة الخاصة به لتعديد الوظائف. على سبيل المثال، عند تصميم خزانات لمياه الأمطار في الموقع، يمكن أن تستعمل لأغراض أخرى كجدران خصوصية، وركائز تدعم شرفات، وأسيجة ممتلكات، وواقيات من شمس ما بعد الظهيرة، وغير ذلك. اجعل نظرية الدمينو تعمل لصالحك. أنت تعلم أنك تحسن فعلاً عندما تضع استراتيجية لحل مشكلة ما وتعمل في الوقت ذاته على حل عدة مشاكل أخرى وتوجِد المزيد من الموارد.

حصاد مياه الأمطار

المبدأ الثامن

قم بإعادة تقييم نظامك باستمرار: «حلقة التغذية الراجعة»

إن التقييم المتواصل هو المفتاح إلى رعاية طويلة الأمد لنظام الحصاد المائي (الشكل 20.1).

لقد كان لدى السيد بيري فكرة رائعة: أقم منشآت حصاد مائي عن طريق وضع نباتات على خط كونتوري. وقد قام «بتعديد الوظائف» من خلال البحث عن أنواع نباتات أنتجت محاصيل أثناء حصادها للماء وتقليلها للتعرية. وقد استقر رأيه بسرعة على نباتات السيزال التي تتمتع بقدرة شديدة على الاحتمال (صنف أغاف) ويستهلك كمية قليلة من الماء، وتقريباً لا يتطلب رعاية، وينتِج كميات كبيرة من الكتلة الحيوية لاحتجاز الماء والتربة، وينتِج أليافاً للاستخدام في الموقع أو للبيع.

لقد فكر السيد بيري طويلاً وبجهد بشأن هذه الاستراتيجية. وقد بدأ من الأعلى في مستجمعه المائي حيث ساعدت السواتر الكونتورية من السيزال على توزيع الجريان السطحي وتسريبه إلى داخل التربة. وقد قام ببناء قنوات مثبتة بصخور لتصريف الفائض من المياه. وسرعان ما أدى نظامه إلى تعظيم رقعة الغطاء الأرضي، وحصد المياه وتثبيت التربة وإنتاج ألياف سيزال. والشيء الوحيد الذي نسي أن يفعله كان أن يبدأ بأعمال صغيرة.

لقد غطت نباتات سيزال أرضه وأبطأت الجريان السطحي. لقد كان كل شيء رائعاً إلى أن جاء فصل الشتاء في سنة جفاف. فقد كان العشب متناثراً وبدت النباتات صفراء وميتة في سباتها، ولكن السيزال دائم الخضرة بدا مخضوضراً ووارف الأوراق: واتجهت مواشي السيد بيري إليه مباشرة. وتشابكت ألياف النبات الطويلة والقوية في أمعاء الحيوانات وقتلتها. لقد انهار السيد بيري، فهو لم يتوقع هذه العواقب. وهناك دائماً عواقب لا يمكننا التنبؤ بها أو لا نتنبأ بها. فيما بعد، أمضى السيد بيري أياماً عصيبة وهو يزيل جميع نباتات السيزال ما عدا مجموعة واحدة صغيرة منه. وقد ترك هذه المجموعة كتذكير وكمعلِّم - وأبعد الماشية عنها (الشكل 21.1).

إن اتباع جميع المبادئ *معاً* يمكن أن يقلل من أخطائك، ويزيد فرصك في النجاح. ومهما كانت الخطة أو التصميم جيداً، فإن الصيانة والتكيُّف سيكونان مطلوبين بمرور الوقت. وعندما يكون التصميم قد أعد بتبصر عميق، في المقام الأول، فمن المرجح أن تكون هذه التغييرات صغيرة. ويجد السيد بيري نفسه يعزز قنوات تصريف الفائض ويعمل صيانة للسواتر والخنادق، ويقلِّم النباتات للحصول على علف للماشية، ولصنع مهاد. في بعض الأحيان، كما حصل مع السيزال، يحتاج إلى أن يغيّر أو يعدِّل بعضاً من استراتيجياته. وبعد خطأ السيزال، لم يتخلى السيد بيري عن فكرته في زراعة النباتات كمنشآت للحصاد المائي - لقد كان فقط أكثر حرصاً بشأن اختيار النباتات. والآن يبدأ بزراعة مساحات صغيرة بالنباتات ليرى تأثيرها قبل أن يتوسع إلى مساحات أكبر.

وكما هو الحال بالنسبة لموقع السيد بيري، فإن جميع المواقع الخارجية تتطور باستمرار، ونحتاج إلى العمل بشكل مستمر *معها*. عد بشكل متكرر وراقب كيفية أداء موقعك، وقم بإصلاح العناصر إذا لزم الأمر، وانظر ما إذا كانت هناك طرق يمكنك بها تحسين خطة موقعك والأساليب المستخدَمة. لا يمكننا الإفلات من الحاجة إلى الصيانة، ولكن يمكننا التقليل من الحاجة إلى صيانة مفرطة باتباع المبادئ الثمانية للحصاد المائي. ولا ينبغي أن نُخشى من الصيانة المتوازنة أو أن يتم تجاهلها؛ إنها فرصة للتعلُّم والتحسين.

أخلاقيات الحصاد المائي

يقدِّم موقع وحياة السيد بيري مثالاً رائعاً لتجسيد مبادئ الحصاد المائي ضمن نظام متكامل. كما أنهما يجسدان قواعد أخلاقية تزيد من فوائد عمله أكثر. إن القواعد الأخلاقية الثلاث للزراعة المستدامة[9] الموصوفة أدناه متحققة في عمل السيد بيري، وهي توجيهات هامة بالنسبة لي في اتخاذ قرارات بشأن الحصاد المائي وتصميم نظام متكامل.

1. تذكرنا أخلاقية العناية بالأرض[10] بالاهتمام بجميع الأشياء الحية وغير الحية، بما في ذلك التربة والماء والهواء والنباتات والحيوانات، وكافة الأنظمة البيئية. وكما يذكر

الشكل 21.1. السيد بيري بجانب المجموعة الباقية من السيزال المزروع على خط كونتوري

بيل موليسون في *مقدمة إلى الزراعة المستدامة*، «إنها تنطوي على أنشطة غير ضارة وأنشطة إعادة تأهيل، وحماية نشطة واستخدام أخلاقي واقتصادي للموارد، و'مواشي مناسبة' (تعمل من أجل تحقيق أنظمة مفيدة ونافعة).»[11]

2. يوجهنا الاهتمام بالبشر[12] نحو السعي جاهدين لتلبية احتياجاتنا الأساسية للهواء والماء والغذاء والمأوى والتعليم وتحقيق فرص العمل والتواصل البشري الودي بطرق لا تعيق الآخرين أو تمنعهم من فعل الشيء ذاته. إننا لا نستغل أو نتجاهل الآخرين لتحقيق مكاسب خاصة بنا. ولا ندمر البيئة التي تدعمنا جميعاً، وإنما نساند نوعية أساسية لحياة تحسِّن بيئتنا مع تمكين الآخرين للقيام بالشيء ذاته.
3. إن إعادة استثمار الفائض من الوقت والمال والطاقة[13] لتحقيق أهداف صيانة الأرض والبشر تشجعنا على توسيع نفوذنا وطاقاتنا الفائضة لمساعدة الآخرين في تحقيق الأخلاقيات في حياتهم الخاصة وفي عملهم. إن هذا يساعدنا جميعاً، لأنه يعزز المجتمعات الأكبر التي نعيش فيها جميعنا.

يجسد السيد بيري هذه الأخلاقيات: فهو يحسِّن أرضه والكرة الأرضية ومجتمعه من خلال العمل مع الموارد المحلية بحيث يمكن لأرضه ومجتمعه أن ينتجا المزيد من الموارد على نحو مستدام. وهو يتجنب الأسمدة الصناعية والقطع الجائر للأشجار ما يوفر مكاسب قصيرة الأجل، ولكنه يلوث التربة

ويضعفها على المدى البعيد. إنه يمارس الغراس بدلاً من الاجتثاث. إنه يعطي أرضه أكثر مما يأخذ منها - على شكل ماء. إنه يعطي مجتمعه أكثر مما يأخذ منه - على شكل معلومات وأشجار وماء. إنه يمكِّن الآخرين من أن يحذو حذوه. لقد تم تشكيل مشروع مياه زفيشهافين من قِبل السيد بيري للمشاركة بفائض الوقت والطاقة والمال لنشر هذه الأفكار. إنه يعلِّم الناس كيف يحصدون الأمطار، ويحسنون التربة ويزرعون الغذاء، ويبنون المجتمع. وقد تعلم كل ذلك من خلال ممارسته عملياً طوال حياته.

وباتباع هذه المبادئ الثمانية وأخلاقيات «العناية» المذكورة أعلاه، يمكنك أن تمارس الحصاد المائي بتبصر وفعالية، وأن تبتكر أفضل الأساليب والاستراتيجيات من أجل الوضع الفريد الخاص بك. استخدم المبادئ والأخلاقيات كقائمة مبادئ توجيهية بينما تقيّم موقعك، وتتخيل ما هو أفضل ما يمكن أن تقوم به استراتيجيات الحصاد المائي وأين، وأثناء تنفيذك لأفكارك. وطالما أنه تتم تلبية المبادئ التوجيهية، فإنك ستكون على الطريق نحو الوفرة.

إن لديك الآن الأدوات اللازمة لوضع تصور وللتخطيط لنظام متكامل لحصاد مياه الأمطار. تابع القراءة لتعرف مقدار الماء الذي يتعين عليك حصاده.

الصندوق 6.1
موارد إضافية للزراعة المستدامة

إنني أدعوكم إلى الاطلاع على الزراعة المستدامة كأداة لتحسين جهودك في حصاد مياه الأمطار، ولدمج استراتيجيات مستدامة في حياتك. في حين أعرض عليكم مجموعة من المبادئ مجهزة خصيصاً للحصاد المائي، وتقدِّم الكتابات في مجال الزراعة المستدامة مبادئ تنطبق على جميع جوانب محيطنا، وأشجعكم على ممارسة هذه المادة الممتعة والممكِّنة. أنظر الملحق 6، القسم E.

الفصل 2

تقييم موارد موقعك المائية

ولكن على الأخص عندما أشرب آخر الماء الذي لدي، أعتقد أننا خاضعون لعملية الكوكب الهيدرولوجية، وفخورون جداً بكتابة أنفسنا في كتب دراسية إلى جانب الغيوم والأنهار وندى الصباح. وعندما أمشي عبر البلاد، لا أكون شيئاً سوى الوحش الذي يحمل الماء إلى محطته التالية.

- كريغ تشايلدز، المعرفة السرية للماء

من المهم البدء بالحصاد المائي مع معرفة *كيف يتوافق موقعك مع تدفقات مياه أكبر، وكم هي كمية الماء الموجودة التي يجب حصادها.*

يقوم هذا الفصل على مبدأ المراقبة الطويلة والمتأملة من خلال البدء بوصف الدورة الهيدرولوجية. وسيساعدك هذا الأمر على فهم تدفق مياه موقعك في سياق الأنماط الهيدرولوجية العالمية والروابط البينية. بعد ذلك ينتقل الفصل إلى مستجمعات المياه ومستجمعات المياه الفرعية المحلية، حيث تحدث أجزاء من الدورة الهيدرولوجية على نطاق صغير. وسوف تتعلم كيف تحدد حدود مستجمعات المياه الفرعية لموقعك، وأين يجب أن تركِّز جهودك الخاصة بالحصاد المائي، وكيف تحسب كميات الأمطار الهاطلة ومن الجريان السطحي التي تؤثر على موقعك، وكيف يمكن أن تعزز المياه الرمادية موارد مياه موقعك القابلة للحصاد. وينتهي الفصل بقصة عن زوجين من أريزونا يسعيان جاهدين للعيش ضمن إطار ميزانية مياه الأمطار في موقعهما. إن الملحق 3 «عمليات حسابية» والملحق 5 «أوراق عمل» معدَّان ليكونا ملحقين مساعدين لهذا الفصل.

الدورة الهيدرولوجية - الجهاز الدوري لكرتنا الأرضية

إن ما يلي مأخوذ أساساً بإذن من الكتاب الصغير الرائع *إعادة تأهيل مستجمعات مياه الأراضي الجافة* بقلم حاصد المياه بن هاغارد:

من إجمالي المياه في العالم، توجد نسبة ضئيلة من المياه العذبة. ومعظم تلك المياه العذبة محتجز كجليد في القمم والأنهار الجليدية القطبية. وتتم إعادة تدوير الباقي باستمرار من أجل دعم أنظمة العالم الحية. وتعرَف إعادة التدوير هذه بالدورة الهيدرولوجية.

يتم تبخر المياه من المحيطات وتتكاثف على شكل أمطار أو ثلوج فوق القارات. ويتم امتصاص هذه المياه من قِبل النباتات وتتم عملية تبخر نتح لتعود المياه إلى الهواء. هذا الضخ

للمياه لإعادته إلى الهواء من قِبل النباتات مسؤول عن معظم المياه في غلافنا الجوي. ويشكل هذا الماء الغيوم والأمطار من جديد... وتلعب الغابات دوراً هاماً في الحفاظ [والاحتفاظ] بالأمطار في الموقع الخارجي.

تتشكل قطرات المطر حول بلورات جليدية في الغيوم. وتحتاج بلورات الجليد هذه إلى نواة لتشكيلها. والغبار وأجزاء الأوراق متناهية الصغر والبكتيريا هي من بين الجزيئات التي تؤدي إلى بدء المطر. ويشجع عدد من الأنظمة الطبيعية [مثل الغابات] المطر من خلال إطلاق أعمدة من الجزيئات متناهية الصغر التي تنثر بذوراً في الغيوم ما يؤدي إلى تشكل القطرات.[1]

يُمتَص ماء المطر من قِبل الاسفنجات الحية للغابات والبراري والشجيرات الصحراوية الشوكية الخفيضة. وتساعد هذه إلى جانب تساقط أوراقها المُصاحب لها، والتربة السطحية، والتجاويف التي تصنعها حيوانات حفّارة، في احتجاز الماء في الداخل وتحريرها ببطء.

إذا تمت إزالة الغابات والأراضي العشبية وغيرها من منتجات بذور المطر والاسفنجات من موقع خارجي ما، فإن هذا الموقع الخارجي يبدأ بالجفاف. ويمكن أن تصبح الأمطار أقل شيوعاً، ويعاني الغطاء النباتي من مشاكل في الاستمرار في الوجود. وتجف الأنهار والجداول.

ويتابع بن هاغارد:

«تتدفق الأنهار والجداول عادة طوال السنة على الرغم من حقيقة أن المطر هو حدث محلي ونادر نوعاً ما في البيئات الجافة. وحتى في المناطق ذات المناخ المطري، فإن هطول المطر يحدث بنسبة مئوية ضئيلة نسبياً من الوقت. ولدى الأنهار تدفق مستمر، وذلك لأن معظم الماء مخزَّن فعلياً في التربة حيث يتحرر ببطء إلى داخل مصرف المياه. وفي مستجمعات مياه غير مستقرة ينقطع هذا التحرر البطيء والمستمر. وتجري المياه بسرعة على سطح الأرض بدلاً من النفاذ إلى داخل الأرض. هذه العملية تنشئ الفيضانات التي يليها جفاف. ومن أجل إصلاح مستجمع مياه كهذا يجب زيادة تسرب المياه إلى داخل الأرض.

توجِد الأنظمة الحية تفاعلات معقدة مع الماء. فالماء يهطل على شكل أمطار، والأشجار تعترض هذا الماء موجهة إياه إلى داخل الأرض حيث تقوم طبقات من المواد العضوية التي تطرحها الأشجار بامتصاص الماء والاحتفاظ به. ويتدفق بعض هذا الماء ببطء خلال الأرض حيث يدعم نمو الغابات والتدفق المستمر للأنهار. وتتصرف الأنهار كشبكات نقل متيحة للمواد المغذية من الغابات بالانجراف مع التيار، وللأسماك وغيرها من الحيوانات بالسباحة ضد التيار، ناقلة الفوسفات وغيره من المعادن إلى الغابات. كما تجتذب المياه في المواقع الخارجية الحيوانات البرية والمزارعين النشيطين والأشخاص الذين يقومون بالتسميد والمحافظين على الغابات، وتدعمهم. وتقوم الغابات بإطلاق الماء في الهواء حيث يتكاثف حول جزيئات تطلقها الغابات أيضاً. وتتشكل الغيوم وتكرر العملية بكاملها نفسها.»[2]

(*أعيدت طباعتها بإذن من* إعادة تأهيل مستجمعات مياه الأراضي الجافة - أنشطة أوراق عمل تمهيدية بقلم *بن هاغارد، حقوق الطبع والنشر 1994، مركز دراسة المجتمع.*)

يعتمد كل منا على الدورة الهيدرولوجية وهو جزء منها. ومع انتقال الماء بواسطة الدورة العالمية ينتقل كذلك بواسطة مستجمعات المياه الخاصة بمجتمعاتنا، ومستجمعات المياه الفرعية لمواقعنا الفردية، وبأجسامنا التي تتكون من أكثر من 70٪ ماء. ويمكننا إبطاء ذلك التدفق وتدويره وتعزيزه عندما نقوم بتحسين حياتنا ومجتمعنا من خلال حصاد مياه الأمطار. إننا نحتاج أولاً إلى تحديد مستجمعاتنا المائية، ومراقبتها بعناية.

مستجمعات المياه ومستجمعات المياه الفرعية - تحديد الجزء الخاص بك في الدورة الهيدرولوجية

إن *مستجمع المياه* هو مساحة الأرض الإجمالية التي يتدفق منها الماء والرواسب والمواد المنحلة بفعل الجاذبية إلى نقطة نهاية معينة. وفي النطاق الأوسع يمكن أن تكون نقطة النهاية هذه نهراً أو بحيرة أو محيطاً. إن مستجمع المياه هو كيان جغرافي محدد بوضوح بنقاط مرتفعة أو خط سلسلة مرتفعات يقسِّم تدفق الماء، مشكِّلاً حدود كل مستجمع مياه. وتتكون مستجمعات المياه من عدة *مستجمعات مياه فرعية*، كل منها محدد بخط مرتفعات ذات علو أخفض تقسِّم كذلك تدفق المياه وتوجّه

الأجـزاء إلى نقـاط طرفيـة معينـة. وتتكـون مـستجمعات الميـاه الفرعية هذه من مجموعة من مـستجمعات الميـاه الأصـغر. وإذا تتبعت حدود جميع مستجمعات المياه الفرعية هـذه، فـإن الـنمط الذي ستراه يبدو مثل قطع أحجية الصورة المقطّعة مشكلاً وحدة متكاملـة مترابطـة فـيما بينهـا. إن مـصطلحا «مـستجمع ميـاه» و«مستجمع مياه فرعي» هما مصطلحان نسبيان يمكن أن يـشيرا إلى مجموعة متنوعة من أحجام مناطق تصريف المياه.

على نطاق واسع، ستكون أرضك بالتأكيد تقريباً جزءاً من مستجمع مياه إقليمـي الـذي يـصرِّف الميـاه عـن آلاف الأميـال المربعة من الأرض، منشئاً جداول وأنهـاراً. إن مـوطني توسـون هو جزء من مستجمع مياه نهر سانتا كروز الذي يغطي ما يقارب 8,600 ميل مربع في جنوبي أريزونا وشمالي المكسيك. وضـمن مستجمع المياه الإقليمي هذا، يـتم تـصريف المـاء باتجـاهي مـن مناطق مائلـة إلى الأعـلى، وبعيـداً عنـي إلى منـاطق مائلـة نحـو الأسفل، وفي نهاية المطاف يتدفق إلى نهر سانتا كروز. ومستجمع مياه نهر سانتا كروز هو بدوره مـستجمع ميـاه فرعـي لمـستجمع مياه أكبر لنهر جيلا، والذي يشكّل بـدوره مـستجمع ميـاه أكـبر أكثر لنهر كولورادو.

تتألف مساحة اليابسة لمدينة ما تتدفق نحو مستجمع ميـاه إقليمي من مستجمعات مياه فرعية أصغر في جميع أنحاء المدينـة، تتفرق إلى عدة مـستجمعات ميـاه فرعيـة بمـساحة أحيـاء ذات حجـم أصـغر، مكونـة مـن مـستجمعات ميـاه فرعيـة بحجـم ممتلكات، وتتكون بدورها مـن مـستجمعات ميـاه فرعيـة أكثـر صغراً تتألف من أسـطح وفنـاءات وباحـات ومـداخل خاصـة بالسكان. ويقوم كل مستجمع مياه صغير على المستوى الحضري بتوجيه الماء المتدفق نحو نقطـة طرفيـة حـضرية مختلفـة. وتعمـل أشكال الأرض الحضرية والأبنية وساحات مواقـف الـسيارات «كسلسلة مرتفعـات» فاصـلة بـين مـستجمعات الميـاه متناهيـة الصغر هذه. وتقسِّم الأسطح المغطاة بالإسفلت تدفق الميـاه بـين الفناءات الأمامية والخلفية. وتعمل مساحات وقوف الـسيارات كحقول متدرجة الانحدار. وتعمل الطرق كسلاسل مرتفعـات خطية إذا كانت مرتفعـة، أو كمـستجمعات ميـاه إذا تـم بناؤهـا كعنصر أخفض في الموقع الخارجي.

الصندوق 1.2 مستجمع مياه بوصفه نظام هيدرولوجي محدود ومشترك

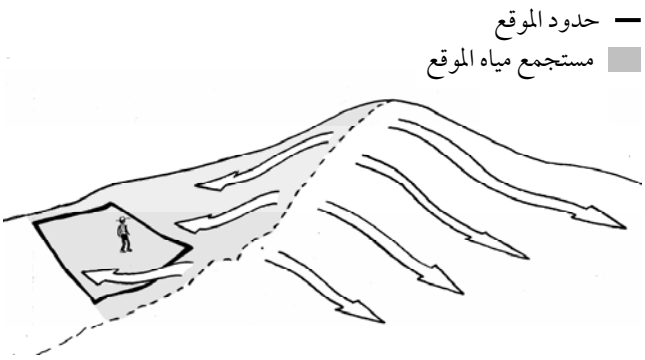
وصف المكتشف والعالم والخبير الجغـرافي مـن القرن التاسع عشر، جون ويزلي، مستجمع المياه على أنه «تلـك المـساحة مـن الأرض ذات نظـام هيـدرولوجي محـدود، تكـون جميـع الكائنـات الحيـة ضـمنه مرتبطـة ارتباطاً وثيقاً بدورتهم المائية المـشتركة، وحيـث تطلـب المنطق البسيط، عندما استقر البشر، أن يـصبحوا جـزءاً من المجتمع.»[3]

الصندوق 2.2 موارد مستجمع المياه

يمكن أن تكون خارطة المناسيب الطبوغرافية، وتسمى أحياناً «خارطة طبوغرافيـة»، مفيـدة جـداً في تحديد الحدود الفاصـلة لمـستجمع ميـاه مـا حيـث أنهـا توضـح الارتفـاع المتغـيّر للموقـع الخـارجي. وفي الولايات المتحدة تكون هذه الخرائط متاحة مـن دائـرة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) لرسم الخـرائط usgs.gov. وبالنسبة للبيئات الحضرية يمكنك غالبـاً الحصول على خرائط طبوغرافية مفصَّلة، أو على صـور جويـة مـع خطـوط حدوديـة متراكبـة، مـن وكـالات حكومية. إن دوائر النقل، أو رسم الخرائط، أو مكافحة الفيضانات تكون عادة مكاناً جيداً للبدء منه.

إن لدى وكالـة حمايـة البيئـة موقعـاً إلكترونيـاً مخصصاً لمستجمعات المياه. ويمكن العثور على «تصفح مـستجمعك المـائي» عـلى cfpub1.epa.gov/surf/locate/map2.cfm. هنا، يمكنك تحديد موقع مـستجمع الميـاه الإقليمـي الـذي تكون بلدتك أو موقعـك جـزءاً منـه، والحـصول عـلى معلومات عن مستجمع المياه ذلك، على الرغم مـن أنـه يفتقر إلى التفاصيل التي تبين لك حـدود مـستجمعات مياه أصغر.

الشكل 1.2 أ قمة مستجمع المياه



الشكل 1.2 ب. حافة التلة تحدد مستجمعات المياه

إذا كان موقعك في أعلى تلة ما، فإنه يكون كذلك في أعلى مستجمع مياه، وذلك لأن كل مياه الجريان السطحي سوف يتم تصريفها من التلة بعيداً عن موقعك (الشكل 1.2أ). إذا كان موقعك أسفل التلة، فإن موقع مستجمعك المائي سيكون ذلك الجزء من انحدار التلة الذي يصرِّف أو يطرح الماء نحو أرضك. وعلى الأرجح، فإنه سيتم تصريف المياه الموجودة على الجانب الآخر من التلة إلى نقطة نهاية مختلفة، لذا، فإنها ستكون جزءاً من مستجمع مياه مختلف (الشكل 1.2ب). ولكن إذا كان يتم تصريف الجريان السطحي الموجود على الجانب الآخر من التلة في نهاية المطاف نحو موقعك - ربما بواسطة غدير أو جدول ينساب ملتفاً حول التلة - عندئذ يكون كذلك جزءاً من مستجمع مياه موقعك. إضافة إلى هذه التلة المحلية، قد تكون هناك مناطق أخرى من الأرض تصرف المياه نحو موقعك. فإذا كان الأمر كذلك، فإن مستنقع المياه الذي يؤثر على موقعك يكون أكبر من ذلك (الشكل 1.2ج).

حدِّد مستجمع مياه موقعك وراقب تدفق مياهه

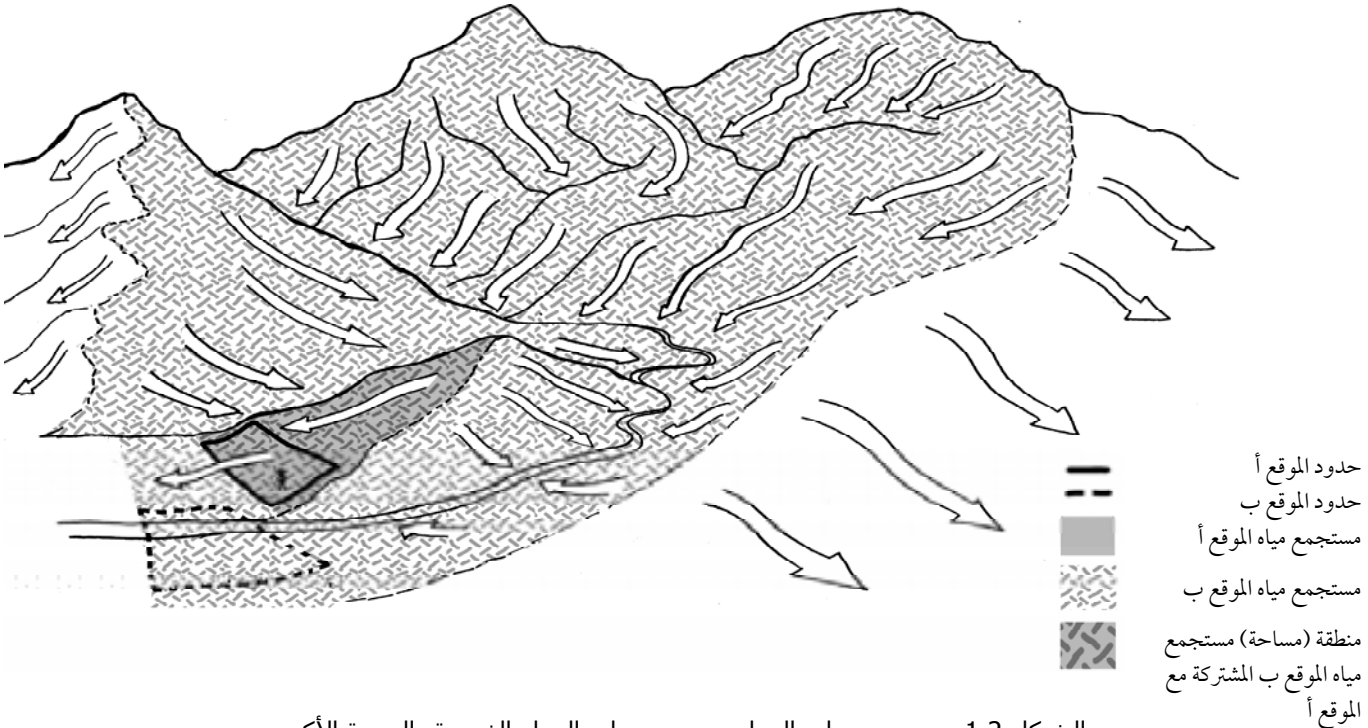
لتقييم موارد موقعك المائية، قم أولاً بتحديد حدود أرضك ومستجمع المياه الذي يؤثر مباشرة على موقعك. وسوف تعطيك خارطة طبوغرافية فكرة عامة عن «خطوط مرتفعات» مستجمعك المائي» - قمم المنحدرات التي تحدد ما إذا كانت المياه تتدفق نحو موقعك أم بعيداً عنه (أنظر الصندوق 2.2). ويمكنك المشي في أرضك في المطر لرؤية في أي طريق تجري المياه لمساعدتك في فهم انحدار الأرض ومدى تصريف مستجمع المياه إلى موقعك. ويمكن أن تعطيك أنماط التعرية معلومات عن أنماط التدفق عندما تكون الأرض جافة (أنظر الملحق 1). إذا كان الجريان السطحي يتدفق عبر أرضك، انتبه بشكل خاص إلى الاتجاه الذي يأتي منه، وإلى حجمه، وإلى الأسطح التي يجري فوقها. وقد يتم التقاط الملوثات المحتملة - مثل الزيت من الشوارع والمبيدات الكيماوية من الساحات والحقول - وحملها في مياه الجريان السطحي هذا. (أنظر الشكل 2.2 بشأن كيف يمكنك فهم الجريان السطحي الخارج من موقعك والجريان الداخل إلى موقعك).

إنشاء خارطة للموقع ورسم خارطة لمشاهداتك

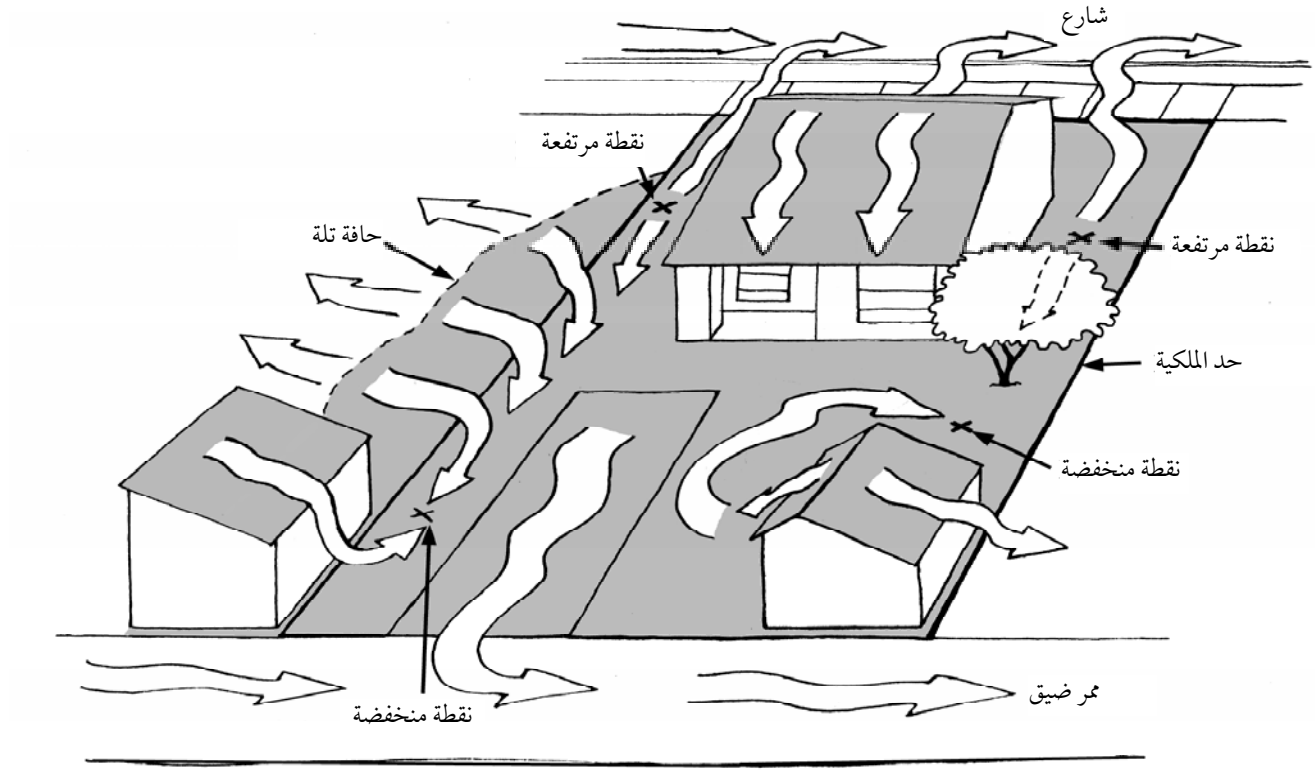
إن إنشاء خارطة للموقع يساعدك في فهم موارد وتحديات الموقع والاستفادة منها؛ ودمج نظامك الخاص بالحصاد المائي مع باقي موقعك (أنظر الفصل 4)؛ ووضع السدود الترابية الخاصة بالحصاد المائي، والغطاء النباتي، والخزانات واختيار أحجامها بشكل مناسب.

يمكنك استخدام ورقتك الخاصة (ربما يمكنك إنشاء سجلك الخاص بالحصاد المائي) أو استخدام أوراق العمل والأوراق الشبكية المتوفرة في الملحق 5.

اترك هوامش عريضة حول المحيط الخارجي للورقة، وارسم حدود أرضك «حسب مقياس رسم» داخل هذه الهوامش. فإذا اخترت مقياس 8/ 1 إنش = 1 قدم، فإن مسافة قياسها 1 قدم على موقعك سوف يتم رسمها على المخطط بقياس 8/ 1 إنش. استخدم الهوامش العريضة لرسم خارطة



الشكل 1.2ج. مستجمعات المياه ومستجمعات المياه الفرعية، الصورة الأكبر



الشكل 2.2. مستجمع مياه منزل حضري مع أسهم تصف تدفق الجريان السطحي

الصندوق 3.2. حساب كميات مياه الأمطار

حساب كميات الأمطار الهاطلة بالوحدات الإنجليزية

لحساب كمية الأمطار التي تهطل في سنة متوسطة المعدل بالقدم المكعب على مساحة مستجمع مياه معين، مثل سطح منزلك، أو ساحتك، أو المنطقة المجاورة، أو غيرها من مستجمعات المياه الفرعية:

مساحة مستجمع المياه (بالقدم المربع) مضروبة بمعدل هطول الأمطار السنوي (بالقدم) يساوي إجمالي مياه الأمطار الهاطلة على ذلك المستجمع المائي في سنة عادية (بالقدم المكعب)

(أو)

مساحة مستجمع المياه (قدم مربع) × معدل هطول الأمطار (قدم) = إجمالي مياه الأمطار (قدم مكعب)

إذا كنت تقيس كميات الأمطار السنوية عادة بالإنشات، قم ببساطة بقسمة إنشات كمية المطر على 12 لتحصل على كمية الأمطار بالقدم. على سبيل المثال، يحصل الناس في فينيكس في أريزونا على حوالي 7 إنشات من الأمطار السنوية، لذا، فإنهم يقومون بقسمة 7 على 12 ليحصلوا على 0.58 قدماً من الأمطار السنوية.

وبمجرد حصولك على الإجابة بالقدم المكعب للمعدل السنوي للأمطار، قم بتحويل القدم المكعب إلى غالونات عن طريق ضرب رقمك المقدَّر بالقدم المكعب في 7.48 غالون لكل قدم مكعب. وتبدو العملية الحسابية بكاملها كما يلي:

مساحة مستجمع المياه (قدم مربع) × معدل هطول الأمطار (قدم) × 7.48 غالون/ قدم مكعب = إجمالي مياه الأمطار (غالون)

على سبيل المثال، إذا أردت حساب كمية الأمطار الهاطلة على قطعة أرضك، البالغة مساحتها 55 قدماً في 80 قدماً (4,400 قدم مربع)، بالغالون في سنة متوسطة المعدل حيث تبلغ معدلات الأمطار 12 إنشاً، فإن العملية الحسابية سوف تبدو كما يلي:

مستجمع مياه مساحته 4,400 قدم مربع × 1 قدم من المعدل السنوي للأمطار × 7.48 غالون لكل قدم مكعب = 32,912 غالوناً من الأمطار الهاطلة على الموقع في سنة متوسطة المعدل

حساب كميات الأمطار بالوحدات المترية

لحساب كميات الأمطار الهاطلة على مساحة مستجمع مياه معينة باللترات:

مساحة مستجمع المياه (بالأمتار المربعة) × المتوسط السنوي للأمطار (بالميليمترات) = إجمالي مياه الأمطار الهاطلة على مساحة مستجمع المياه في سنة عادية (باللترات)

حساب كميات الأمطار الهاطلة على مستجمع مياه معين لحادث مطري معين بالوحدات الإنجليزية أو المترية:

استخدم العمليات الحسابية المذكورة أعلاه، ولكن أدخل كمية «مياه الأمطار من مطر معين» بدلاً من «معدل الأمطار السنوي.»

ملاحظة: يقدِّم الملحق 3 «عمليات حسابية» مزيداً من المعلومات المفصَّلة حول التحويلات والثوابت والعمليات الحسابية للحصاد المائي.

الأماكن التي تتدفق منها الموارد - مثل الجريان السطحي من ساحات مجاورة - داخلة إلى موقعك وخارجة منه ومحاذية له. قم برسم الأبنية والمداخل والباحات والغطاء النباتي الموجود والممرات المائية الطبيعية وخطوط المرافق الموجودة تحت الأرض وفوقها (لتجنب تدميرها وتدمير نفسك)، وغيرها من العناصر الهامة لموقعك حسب مقياس الرسم على مخططك. قم بعمل نسخ متعددة من مخطط موقعك الأساسي لترسم عليها عدداً من مسودات ملاحظاتك وأفكارك. (الشكل 3.2 يمثل عينة من خارطة الموقع).

احسب كميات الأمطار في موقعك

بمجرد أن تكون قد حددت ورسمت حدود موقعك، استخدم العمليات الحسابية الواردة في الصندوق 3.2 لتحديد معدل كميات الأمطار التي تهطل على موقعك سنوياً. إن هذا هو جانب «الدخل» من «ميزانية الماء» الخاصة بك. (مرة أخرى، أنظر الشكل 3.2).

ارسم خارطة لأسطح مستجمع مياه موقعك واحسب كميات جريانها السطحي

إن السقوف والأسطح المرصوفة مثل المداخل والباحات، والسطوح الترابية المتراصة مثل الممرات، هي أسطح مستجمع مياه مفيدة جداً تحصد منها مياه الأمطار. بيّن على مخططك أي أسطح لمستجمع المياه تقوم بتصريف المياه *بعيداً* عن موقعك (على سبيل المثال، مدخل ينحدر نحو الشارع) واطرح كمية هذا الجريان السطحي المفقودة من المتوسط السنوي لموارد مياه الأمطار لموقعك. (يمكنك ابتكار استراتيجيات لاستعادة هذا الجريان السطحي المفقود في وقت لاحق).

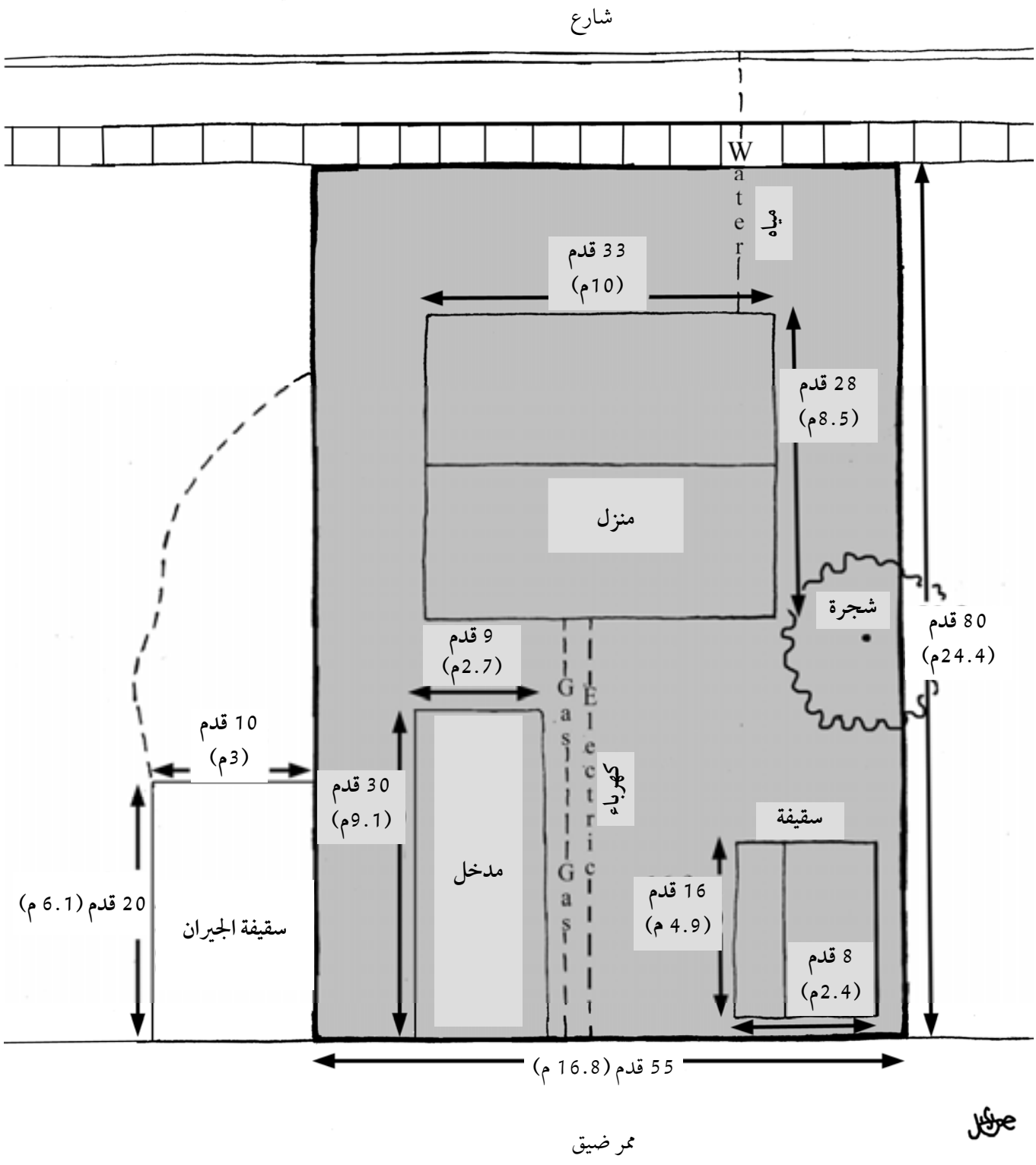
بيّن على مخططك أي أسطح لمستجمع المياه تعمل على تصريف المياه *إلى* موقعك من خارج الموقع (على سبيل المثال، جريان سطحي من ساحة مجاورة تصرِّف الماء إلى ساحتك). *أضف* كمية هذا الجريان السطحي الإضافي الخارج (أو «*جريان سطحي موقعي*») إلى المتوسط السنوي المحسوب لموارد مياه الأمطار في موقعك. أنظر التعليمات الواردة في الصندوق 4.2 حول حساب كميات الجريان السطحي الخارج. أنظر الشكل 4.2 للاطلاع على مثال لمخطط موقع مع كميات الجريان السطحي الخارج ومعامِلات الجريان السطحي الخارج.

من أين تحصل على معلومات عن معدلات سقوط الأمطار وغيرها من البيانات الخاصة بالمناخ

ابحث عن بيانات حول المعدلات السنوية لسقوط الأمطار والثلوج لمنطقتك. لاحظ سجل درجات الحرارة الكبرى والصغرى في كل فصل لتحديد النباتات المناسبة للزراعة. وتعرَّف على أطول فترات الجفاف ولتلك المطيرة للحصول على فكرة عن كميات مخزون المياه الذي يجب أن تخطط من أجله. تحقق من معدلات التبخر: كلما كان معدل التبخر أعلى، كانت استراتيجيات الحصاد المائي التي تحد من الفقدان بالتبخر أكثر أهمية. قم بتقييم اتجاه الرياح السائدة والكثافة - قد ترغب في زراعة مصدات رياح تروى بمياه الأمطار المحصودة.

وتشمل مصادر جيدة للمعلومات:

- في الولايات المتحدة: موقع خدمة الأحوال الجوية القومية على www.wrh.noaa.gov. حدد موقع محطات الأحوال الجوية الأقرب إلى موقعك وتعرَّف على ارتفاعاتها. قم بتنزيل البيانات من هذه المحطات الأكثر شبهاً بموقعك.
- في ولاية أريزونا: شبكة أريزونا للأرصاد الجوية على ag.arizona.edu/azmet. إن معدلات التبخر والرياح السائدة ودرجات حرارة التربة والحد الأدنى/ الحد الأقصى لدرجات الحرارة مدرجة لمواقع متنوعة. وبالنسبة لولايات أخرى، اتصل بخدمة الإرشاد الزراعي المحلية لشبكات أرصاد جوية مماثلة.
- تجمع خدمات الغابات القومية الأمريكية بيانات لمحطات أرصاد جوية بعيدة، على الرغم من أن البيانات ليست شاملة ولا موحدة كما هي في المصدرين المذكورين أعلاه. ومع ذلك يمكن لهذه البيانات أن تكون قيّمة بالنسبة لمواقع في مناطق ريفية نظراً لأن محطة أرصاد خدمة الغابات يمكن أن تكون أقرب إلى موقع معين من محطة مُراقبَة من قِبل وكالات أخرى.



الشكل 3.2. مخطط موقع (منظر مخطط/من الأعلى) لأرض بمساحة 4,400 قدم مربع (409 م^2). وفي سنة متوسطة المعدل ذات هطول يبلغ 12 إنشاً (305 ملم)، يتلقى الموقع 32,912 (124,585 لتراً) غالوناً من مياه الأمطار «دخِل».

الصندوق 4.2. حساب كميات الجريان السطحي

يمكنك الحصول على تقدير تقريبي لكمية الجريان السطحي من أي سطح منحدر عن طريق ضرب كمية الأمطار التي تهطل على ذلك السطح في «معامل الجريان السطحي» لها - متوسط النسبة المئوية لمياه الأمطار التي تجري بعيداً عن ذلك النوع من الأسطح. على سبيل المثال، يقدِّر معامل جريان سطحي يبلغ 0.95 لسطح بناء ما أن 95٪ من الأمطار الهاطلة على ذلك السطح سوف تجري خارج الموقع.

إن معامل الجريان السطحي لأي سطح معين يتوقف على ما يتكون منه السطح. وتؤثر كثافة الأمطار على المُعامل: كلما كانت كثافة الأمطار أعلى، يكون معامل الجريان السطحي أعلى. إن نطاقات ومتوسطات مُعاملات الجريان السطحي المتنوعة التي أستخدمها في جنوب غرب الولايات المتحدة هي كما يلي:

- سطح أو رصف كتيم (مثل شارع إسفلتي): 0.80–0.95
- مرتفعات صحراء سونوران (موقع خارجي طبيعي في حالة جيدة): يتراوح بين 0.20–0.70، بمتوسط 0.30–0.50
- أرض جرداء: يتراوح بين 0.20–0.75، بمتوسط 0.35–0.55
- عشب/ مرج: يتراوح بين 0.05–0.35، بمتوسط 0.10–0.25
- بالنسبة للحصى استخدم معامل الأرض الموجودة تحت الحصى

إن معامل الجريان السطحي لأسطح ترابية يتأثر إلى حد كبير بنوع التربة وكثافة الغطاء النباتي. فالتربة المسامية ذات الحبيبات الخشنة تميل إلى أن يكون لها معاملات جريان سطحي أقل، في حين أن التربة الطينية ذات الحبيبات الناعمة تسمح بتسرب كمية أقل من المياه، وبالتالي لها مُعاملات جريان سطحي أعلى. ومهما كان نوع تربتك، فإنه كلما كان هناك غطاء نباتي أكثر كان ذلك أفضل، حيث أن النباتات تمكِّن كمية أكبر من المياه من التسرب إلى التربة.

حساب الجريان السطحي على الأسطح: مثال بالوحدات المترية

حدد مساحة مستجمع مياه على السطح عن طريق قياس الأبعاد الخارجية فقط – أو «المساحة السطحية» – لحافة السطح (إذا كان لمنزلك سطح ذو أجزاء ناتئة، فإن المساحة السطحية للسطح ستكون أكبر من المساحة السطحية للمبنى). تجاهل انحدار السطح؛ فكمية المطر الهاطلة على سطح محدَّب ليست أكثر مما يهطل على سطح منبسط له المساحة السطحية ذاتها. (أنظر الشكل 5.2).

ولحساب الجريان السطحي بالليترات من سطح معدني مساحته 9 متر × 10 متر «المساحة السطحية» (90 متراً مربعاً) في مناخ يصل معدل المطر فيه إلى 304 ميليمتر في السنة.

سطح مساحته 90 متراً مربعاً × 304 ميليمتر من متوسط الأمطار السنوي = 360 , 27 ليتراً من المطر الهاطل على السطح في سنة متوسطة المعدل.

90 م^2 × 304 ملم = 360 , 27 ليتر/ سنة متوسطة المعدل

قم بضرب الرقم أعلاه في معامل الجريان السطحي لسطح السقف 0.95 *:

360 , 27 ليتراً × 0.95 = 992 , 25 ليتراً تجري عن السطح في سنة متوسطة المعدل.

ملاحظة *: إن 5 إلى 20٪ من الجريان السطحي من أسطح مستجمع مياه كتيمة مثل سقف ما، يمكن أن تُفقَد بسبب التبخر والرياح وفيضان المزاريب، والتسريب البسيط إلى داخل السطح ذاته. في المجلد 3، يحتوي الفصل الذي يتناول مكونات الخزان على جدول لمعاملات الجريان السطحي المخصصة لنوع الأسطح.

حساب الجريان السطحي للساحات: مثال بالوحدات الإنجليزية

لنفترض أننا في موقع يتلقى 18 إنشاً من المطر في سنة متوسطة المعدل، ولدى الموقع المجاور جزءاً أجرد مساحته حوالي 25 قدماً في 12 قدماً من ساحته، ويقوم بالتصريف داخل الأرض التي هي مثالنا. والتربة طينية ومرصوصة.

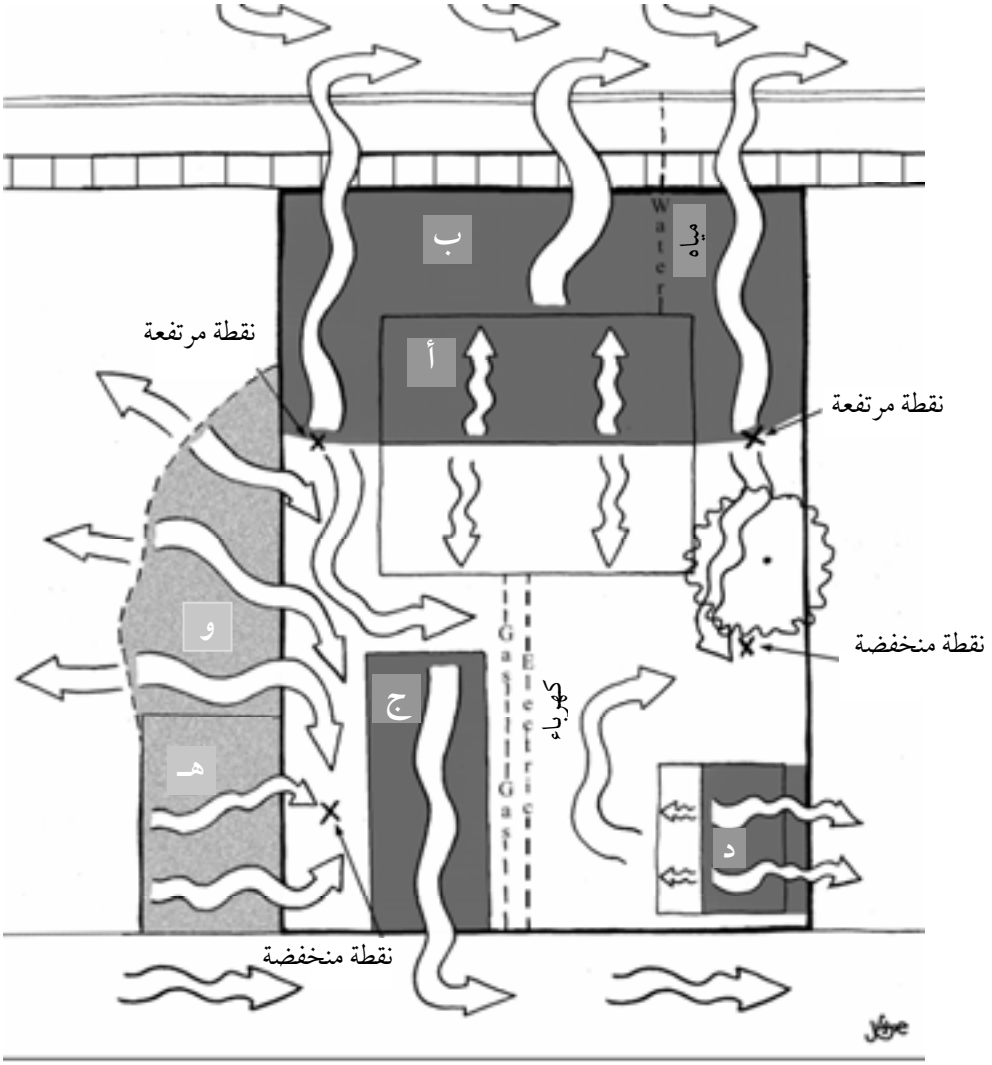
حدد كمية مياه الأمطار المتوفرة والتي تجري متجهة خارج ذلك الجزء من الساحة المجاورة إلى داخل أرضنا من خلال ضرب مساحة مستجمعها المائي (300 قدم مربع) في المعدل السنوي للأمطار مقدراً بالقدم (1.5) مضروباً بـ 7.48 (لتحويل الجواب إلى غالونات):

مساحة مستجمع المياه (قدم^2) × مياه الأمطار (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3 = إجمالي مياه الأمطار (غالون)

300 × 1.5 × 7.48 = 3.366 غالون من الأمطار الهاطلة على ذلك الجزء من الساحة المجاورة في سنة متوسطة المعدل.

قم بضرب ذلك الرقم في معامل الجريان السطحي لسطح التربة 0.60:

366 , 3 × 0.60 = 019 , 2 غالوناً تجري سنوياً خارجة عن الساحة المجاورة المتراصة إلى داخل ساحتنا. أضف تلك الغالونات إلى ميزانية مياه الأمطار السنوية لموقعنا.



الشكل 4.2. يبلغ هطول الأمطار في سنة متوسطة المعدل 12 إنشاً (305 ملم)، فإن هذا الموقع يتلقى 32,912 غالوناً (124,572 لتراً) من مياه الأمطار، ويكسب 2,992 غالوناً (11,325 لتراً) من الجريان السطحي الداخل من ساحة وسطح مخزن مجاورين، ويخسر 7,885 غالوناً (29,845 لتراً) من الجريان السطحي للحصول على ميزانية مياه الأمطار في الموقع تبلغ 28,019 غالوناً (106,052 لتراً). وإذا تحوّل الموقع الخارجي لحصاد الجريان السطحي الداخل والجريان السطحي الخارج على حد سواء، فمن الممكن أن تزداد موارد مياه الأمطار السنوية للموقع لتصل إلى ما مجموعه 35,904 غالوناً (135,897 لتراً). ويتم إدراج الكميات السنوية للجريان السطحي الخارج والجريان السطحي الداخل من كل نوع من أسطح مستجمع المياه مع مادة السطح ومعامل الجريان السطحي. ولا يزال هناك المزيد من الجريان السطحي من الأرصفة والشوارع والأزقة يمكن حصاده ضمن حق الطريق العام لزراعة أشجار في الشوارع والأزقة العامة (أنظر الفصل 8 من المجلد 2 للاطلاع على استراتيجيات حصاد الجريان السطحي في الشوارع). أنظر الصندوق 4.2 للاطلاع على عمليات حساب كميات الجريان السطحي الخارج والجريان السطحي الداخل.

الجريان السطحي المفقود

أ. يتم فقدان 3,283 غالوناً (12,424 لتراً) جريان سطحي من نصف سطح معدني مساحته 462 قدم^2 (42.9 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.95.

ب. يتم فقدان 2,246 غالوناً (8,502 لتر) جريان سطحي من جزء من ساحة حصوية مساحته 858 قدم^2 (79.7 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.35.

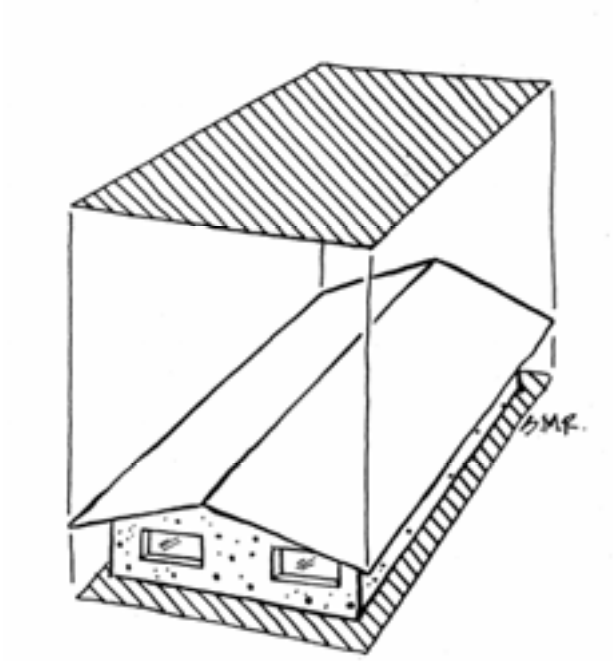
ج. يتم فقدان 1,818 غالوناً (6,878 لتراً) جريان سطحي من مدخل إسمنتي مساحته 270 قدم^2 (25.1 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.90.

د. يتم فقدان 539 غالوناً (2,037 لتراً) جريان سطحي من جزء من سطح مخزن اسفلتي مكسو بحصى الشاطئ مساحته 80 قدم^2 (7.4 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.90.

الجريان السطحي الداخل المكتسب

ه. يتم كسب 1,421 غالوناً (5,379 لتراً) جريان سطحي داخل من جزء من سطح مخزن معدني مجاور مساحته 200 قدم^2 (18.6 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.95.

و. يتم كسب 1,571 غالوناً (5,943 لتراً) جريان سطحي داخل من جزء من ساحة ترابية متراصة مجاور مساحته 200 قدم^2 (18.6 م^2) له معامل جريان سطحي يبلغ 0.60.



الشكل 5.2. حجم مستجمع مياه سقف: قياس الأبعاد الخارجية لحواف السقف فقط – أو «الاسقاط العمودي» – تجاهل انحدار السقف حيث أن الأمطار لا تسقط على سقف محدَّب أكثر مما تسقط على سقف منبسط له المساحة السطحية ذاتها.

ملاحظة: يشدد هذا الكتاب ومبادئ حصاد مياه الأمطار على حصاد الجريان السطحي والجريان السطحي الداخل المحليين من أعلى مستجمع المياه *قبل* دخولها إلى ممر تصريف، والاستفادة منهما. وبمجرد أن تصبح الماء في ممر التصريف، لا ينبغي تحويله منه، على الرغم من أنه يمكن إبطاء تدفقه للسماح بمزيد من التسرب كما هو الحال بالنسبة لسد كابح.

- مطارات محلية، نظراً لأنها تجمع وتسجل بيانات مناخية.
- اشترِ مقياساً للمطر من متجر بيع معدات أو متجر بيع لوازم حدائق للبدء بالاحتفاظ بسجلات لكميات هطول المطر في موقعك.

قدّر احتياجاتك موقعك من الماء

حدد جانب «الإنفاق» في ميزانيتك الخاصة بالماء عن طريق تقدير احتياجات عائلتك وموقعك الخارجي. وتعكس

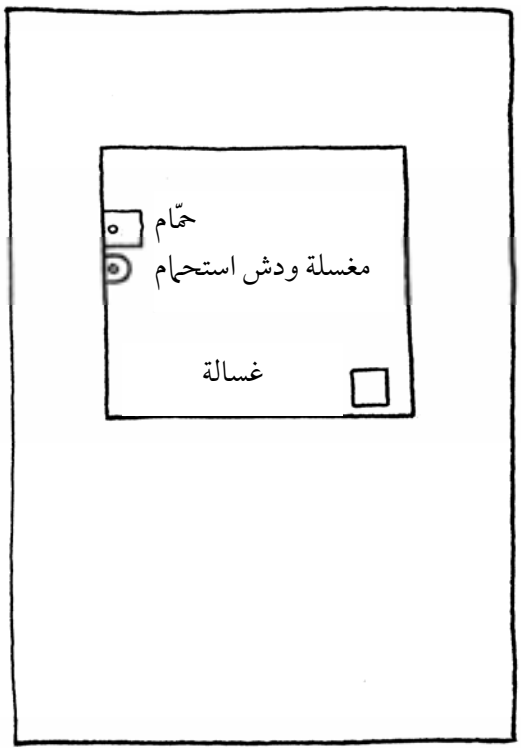
الصندوق 5.2. نفقات المياه لموقع نموذجي

ارجع إلى الشكل 4.2.

إن «إنفاق» الماء السنوي المقدَّر، أو ميزانية الاحتياجات المائية لموقع في مدينة توسون في أريزونا من الشكل 4.2 هو 8,000 غالون في السنة للموقع الخارجي (شجرة حمضيات ناضجة)، و104,248 غالوناً لاحتياجات داخلية لأسرة مكونة من أربعة أشخاص (غسيل، استحمام، طبخ، شرب، مرحاض، مبرِّد بالتبخر، مع استعمالات على أساس بيانات www.h2ouse.org لعائلة غير مُتَّبِعة لأساليب المحافظة على البيئة.

لذا، من الممكن تلبية جميع الاحتياجات من الماء للموقع الخارجي الحالي أو أكثر كثافة منه، بسهولة بـ 35,903 غالونات (135,908 لترات) من مياه الأمطار والجريان السطحي الداخل، ويمكن زيادة كثافة الموقع الخارجي أكثر بإعادة استعمال المياه الرمادية في الموقع. ومن الاحتياجات المائية الداخلية الحالية لعائلة ما، فإنه يمكن تلبية 6٪ عن طريق حصاد الجريان السطحي البالغ 6,565 غالوناً من فوق سطح المنزل. وبتطبيق استراتيجيات بسيطة لتوفير المياه موصى بها من قِبل h2ouse.org (استخدام مراحيض ذات تدفق منخفض، وقطع حنفيات (faucet aerators) لتوفير المياه (حنفيات توفير المياه)، وغسالة ذات كفاءة عالية، ومبرِّد بالتبخر بدون صمام نزف) يمكن للعائلة تخفيض الاحتياجات السنوية الداخلية من الماء إلى 62,684 غالوناً، مع جريان سطحي من السقف يزوِّد بنسبة 10٪ من ذلك. ويمكن توفير 7,350 إضافية إلى 20,636 غالوناً باتباع استراتيجيات مثل زراعة أشجار تظليل مبرِّدة للتعويض عن استخدام جهاز مبرِّد، واستخدام مرحاض تسميد لتوفير المياه المتدفقة المستعملة في شطف المرحاض. إن التغيرات في أسلوب الحياة وتعلُّم العيش بمقدار أقل من الماء يمكن أن يؤديا إلى توفير مزيد من المياه. وبدمج كافة استراتيجيات التوفير هذه، وتوسيع سطح السقف (ربما بشرفة مغطاة)، فإن هذه العائلة يمكنها تلبية جميع احتياجاتها من الماء من المطر في سنة متوسطة المعدل. واصل القراءة واطلع على ما هي الاستراتيجيات التي من شأنها أن تكون ملائمة لموقعك ولاحتياجاتك. إن كل موقع هو فريد بحد ذاته، وأنت تقرر إلى أي مدى تريد أن تأخذه باستخدام استراتيجيات موجودة في هذا المجلد وفي المجلدين التاليين من هذا الكتاب.

مصادر/ كميات المياه الرمادية



غسالة ذات استهلاك منخفض للمياه		مغسلة ودش استحمام ذوا تدفق مياه منخفض	
أسبوعياً:	60 غالوناً 227 لتراً	أسبوعياً:	224 غالوناً 848 لتراً
شهرياً:	261 غالوناً 988 لتراً	شهرياً:	974 غالوناً 3,687 لتراً
سنوياً:	3,132 غالوناً 11,855 لتراً	سنوياً:	11,688 غالوناً 44,239 لتراً

الشكل 6.2 مثال على متوسط موارد المياه الرمادية المقدَّرة للمنزل والناجمة من خلال استعمال أربعة سكان للمياه. ويمكن الوصول إلى هذه المياه الرمادية وإعادة تدويرها ضمن الموقع الخارجي بتركيب نظام للمياه الرمادية. ملاحظة: الشهر الواحد يساوي 4.35 أسابيع.

فاتورة الماء الخاصة بك الاستخدام الحالي للماء. ويوفر الموقع الإلكتروني سهل الاستخدام www.h2ouse.org معدلات استخدام الماء للاستعمالات المنزلية والاستراتيجيات الموصى بها للحفاظ على المياه. ويمكن الحصول على الاحتياجات المائية المقدَّرة للنباتات من مكتب الإرشاد الزراعي المحلي (أو أنظر، على سبيل المثال، الملحق 4 «قوائم أمثلة لنباتات والعمليات الحسابية لمتطلبات المياه لمدينة توسون في ولاية أريزونا»). والأفضل من ذلك، تمشَّى لمراقبة نباتات محلية تنمو طبيعياً في منطقتك بالاعتماد على مياه الأمطار فقط. إن الاحتياجات المائية للنباتات سوف تختلف على نطاق واسع تبعاً للنبات وحجمه والتربة والمناخ والمناخ الموقعي الذي تمت زراعته فيها. مع أخذ ذلك بالاعتبار، فإن شجرة مسكيت ناضجة محلية، في مدينة توسون في ولاية أريزونا، يبلغ طولها وعرضها 20- قدماً (6.1- م)، سوف تستخدم حوالي 3,000 غالون (11,356 لتراً) من الماء في السنة، في حين أن شجرة حمضيات ناضجة غريبة وغير محلية، يبلغ طولها وعرضها 16- قدماً (4.9- م) سوف تستخدم حوالي 8,000 غالون (30,283 لتراً) من الماء في السنة.[4]

قارن احتياجات موقعك المائية بحجم الأمطار الهاطلة مباشرة على موقعك أو تتدفق خلاله. ما هي كمية احتياجاتك المائية المنزلية التي يمكنك تلبيتها من خلال حصاد مياه الجريان فوق سطح منزلك في خزان واحد أو اثنين؟ كم هي كمية النباتات التي يمكنك الاعتناء بها من خلال حصاد مياه الأمطار مباشرة في تربتك؟ كيف يمكنك تحقيق توازن في ميزانيتك المائية باستخدام مياه الأمطار المحصودة كمصدرك الأساسي للمياه؟

قم بتقييم مصدرك المائي الثانوي في الموقع – المياه الرمادية

المياه الرمادية هي المياه التي يتم تصريفها من المغاسل وأحواض ودش الاستحمام والغسالة في منزلك. وهي *لا* تشمل المياه التي يتم تصريفها من مرحاضك، والتي تسمى *المياه السوداء*. ومن الناحية المثالية فإن المصدر الأصلي للمياه الرمادية هو مياه الأمطار المحصودة، ولكن في أغلب الأحيان تكون مياه بلدية أو مياه بئر مسحوبة من صنبور ماء. أياً كان المصدر، فإن بإمكانك تحويل هذه المياه المنزلية المهدورة إلى مورد باستخدامها لري موقعك الخارجي بأمان وبشكل منتج. ويعتمد حجم المياه الرمادية المنزلية المتوفرة على كمية المياه التي تسقط في مصارفك. إن كل عائلة تختلف عن غيرها، ولكن المعلومات الواردة في الصندوق 6.2 تقدِّم تقديرات تقريبية للكميات النموذجية المُستهلكة. قم بجمع كمية مياه موقعك الرمادية المُقدَّرة من كل مصدر (أنظر الشكل 6.2 كمثال). وستقوم بعد ذلك باستخدام

هذه المعلومات في الفصل 4 لوضع خطة تصورية متكاملة لموقعك لحصاد مياه الأمطار ولحصاد المياه الرمادية. في المجلد 2 هناك فصل يقدِّم معلومات أكثر تحديداً حول أنظمة حصاد المياه الرمادية.

بعد أن تصبح لديك فكرة جيدة عن موارد موقعك لمياه الأمطار وللمياه الرمادية، أنت الآن مستعد للنظر في الاستراتيجيات الواردة في الفصل 3 والتي يمكنك بواسطتها حصاد تلك المياه. ويبين لك الفصل 4 كيفية زيادة قيمة هذه الاستراتيجيات بشكل أسيّ (متصاعد) من خلال دمجها مع موارد إضافية بما فيها الشمس والغطاء النباتي وغيرها.

مثال من واقع الحياة

العيش في حدود ميزانية مياه الأمطار لمنازل تقع في أراض جافة

لقد اقترب ماثيو نيلسون وماري سارفاك جداً من العيش في حدود ميزانيتهما من مياه الأمطار. يمكنك رؤية المزيد عن إمداداتهما من مياه الأمطار السنوية في منتصف غرفة معيشتهما.

خزان ماء من الإسمنت المسلح يتسع لـ 2,500 غالون (9,450 لتراً) ويرتفع ثلاثة أقدام عن حفرة في الأرض (الشكل 7.2). ويبدو مثل *تيناجا* - حفرة مائية في الصحراء محفورة في طبقة صخرية. وبإمعان النظر داخل خزان الماء غير المغطى يمكنك أن تجد نفسك وجهاً لوجه مع مياه الأمطار التي صرِفت إلى داخله من مزراب في منتصف سطح منزلهما الذي تبلغ مساحته (السطح) 1,500 قدم مربع (139.4-م^2). إن إمدادات مياه الأمطار هذه تلبي كافة احتياجاتهما المنزلية باستثناء مياه الشرب. وأثناء استخدامهما لمياههما فإنهما يريان مستواها ينخفض. ويقول مات: «إنك تصبح أكثر حذراً عندما ترى مستوى الماء ينخفض.» بيد أنهم لا يترددون في الإسراف قليلاً عندما يكون مستوى المياه مرتفعاً في منتصف موسم مطري. وللحديث عن مياه الأمطار المحصودة لديهما، تقول ماري: «خلال الحرارة الشديدة في شهري تموز/ يوليو وآب/ أغسطس، يمكننا أن نتمشى داخل منزلنا ونرشق أنفسنا بماء بارد. أو مجرد القفز فيه!»

الشكل 7.2. مات وماري قرب خزانهما الداخلي

لقد كان النظام مصمماً لتوفير متوسط الاحتياجات المائية لأسرة مكونة من ثلاثة أفراد لمدة أربعة أشهر بين مواسم الأمطار المعتادة للموقع. إن متوسط هطول الأمطار لديهم يبلغ 14 إنشاً (356 ملم) في السنة. وتقوم مضخة سعة 10 غالون من نوع (RV) بضغط الماء وإرساله في جميع أنحاء المنزل إلى جميع المغاسل وإلى الحمام وإلى الغسالة.

وفي الخارج، فإن 100٪ من الاحتياجات المائية للموقع الخارجي تتم تلبيتها من مياه الأمطار. وعندما تم بناء المنزل تم إيلاء اهتمام بالغ لتجنب إتلاف أو تدمير أي من النباتات المحلية الموجودة خارج مساحة الإسقاط العمودي للمنزل. نتيجة لذلك، لم يتم إنفاق أي شيء على تنظيم الموقع الخارجي – لقد كان موجوداً أصلاً. إضافة إلى ذلك فإن 98٪ من الموقع الخارجي لم يحتج إلى ري تكميلي لأنه كان مُشكلاً جيداً ومهيأ بشكل مثالي لمياه الأمطار الطبيعية. ومساحة الـ 2٪ من الموقع الخارجي التي تحتاج إلى ري تحتوي على شجرة تفاح زرِعَت بعد أن تم بناء المنزل وزرع بعض نباتات الأصص. ويتم هذا الري بالكامل بمياه أمطار مُعاد تدويرها على شكل مياه رمادية من مصارف غسالتهم ومغسلة مطبخهم.

إن واحات مات وماري لمياه الأمطار في جبال سيريتا في جنوب غرب أريزونا موجودة في موقع لمشروع احتيالي منذ سبعينيات القرن العشرين حيث تم بيع مواقع لمنازل لأناس لم يشاهدوا المكان مسبقاً. لم يكن قد تم إنشاء مرافق وبعض المواقع لم يتم تطويرها أبداً. وفي الموقع التي تم تطويرها في نهاية المطاف،

الصندوق 6.2. تقديرات لموارد المياه الرمادية المنزلية.[5]
بناء على أرقام تم الحصول عليها من «أنظمة المياه الرمادية المصرَّفة المتفرعة» من آرت لدويغ: www.oasisdesign.net وwww.greywater.com

تجهيزات منزلية	عدد مرات الاستعمال	الكمية المُستعمَلة	الاستعمال الأسبوعي للشخص	الاستعمال السنوي للشخص
غسالة تعبأ من الأعلى	1.5 استعمال/ شخص/ أسبوع	30 غالون/ استعمال 114 لتر/ استعمال	45 غالون/ أسبوع/ شخص 170 لتر/ أسبوع/ شخص	2,340 غالون/ سنة/ شخص 8,858 غالون/ سنة/ شخص
حوض استحمام	1.5 استعمال/ شخص/ أسبوع	20 غالون/ استعمال 76 لتر/ استعمال	30 غالون/ أسبوع/ شخص 114 لتر/ أسبوع/ شخص	1,560 غالون/ سنة/ شخص 5,905 غالون/ سنة/ شخص
دش استحمام	5 استعمال/ شخص/ أسبوع	13 غالون/ دقيقة 49 لتر/ دقيقة	65 غالون/ أسبوع/ شخص 246 لتر/ أسبوع/ شخص	3,380 غالون/ سنة/ شخص 12,795غالون/ سنة/ شخص
مغسلة حمام	21 استعمال/ شخص/ أسبوع	0.5 غالون/ دقيقة 1.9 لتر/ دقيقة	10.5 غالون/ أسبوع/ شخص 40 لتر/ أسبوع/ شخص	546 غالون/ سنة/ شخص 2,067 غالون/ سنة/ شخص
الإجمالي			150.5 غالون/ أسبوع/ شخص 570 لتر/ أسبوع/ شخص	7,826 غالون/ سنة/ شخص 29,625 غالون/ سنة/ شخص

الصندوق 7.2. تقديرات لموارد المياه الرمادية لغسالة تعبأ من الأمام وذات استهلاك منخفض للمياه.
بناء على أرقام تم الحصول عليها من www.greywater.com. قارن بالبيانات الخاصة بالغسالة التي تعبأ من الأعلى في الصندوق 6.2.

تجهيزات منزلية	عدد مرات الاستعمال	الكمية المُستعمَلة	الاستعمال الأسبوعي للشخص	الاستعمال السنوي للشخص
غسالة تعبأ من الأمام	1.5 استعمال/ شخص/ أسبوع	10 غالون/ استعمال 38 لتر/ استعمال	15 غالون/ أسبوع/ شخص 57 لتر/ أسبوع/ شخص	780 غالون/ سنة/ شخص 2953 غالون/ سنة/ شخص

كان الجيران يشغلون مولداتهم على مدار الساعة للحصول على الكهرباء، وكان جميعهم تقريباً يحضرون مياههم بواسطة شاحنات متجاهلين مياه الأمطار الهاطلة مجاناً من السماء. وقد كان مات وماري يولّدون معظم كهربائهما من لوحات شمسية موجودة فوق سطح منزلهما. وبصرف النظر عن مياه الشرب، فقد كان يتعين عليهما نقل الماء مرة واحدة فقط، وذلك خلال موسم الجفاف الذي يمتد لمدة خمسة أشهر.

إن إنشاء التصميم بما يقارب الموارد المقدَّرة في الموقع من أمطار وشمس هو الذي مكَّن مات وماري من العيش مع وسائل راحة حديثة في حين يستهلكان ويدفعان فقط جزءاً مما يستهلكه جيرانهما من الموارد من خارج الموقع. إن مات وماري مرتبطان كذلك بشكل مباشر مع بيئتهما الصحراوية الجميلة، ومصدر مواردهما، وحاجتهما للحفاظ على الاستهلاك متوازناً. هذه هي الأفكار التي أشجع الآخرين على تقليدها، وهذا السبب الذي جعلني أقدم مات وماري هنا. من ناحية أخرى، ينبغي تغيير أسلوبين معينين من الأساليب المستخدمة في موقعهما بدلاً من تكرارهما. أولاً، خزان خارجي مغلق أفضل من خزان غرفة المعيشة المفتوح. وذلك لأنه في حين أن المياه المكشوفة تبرِّد المنزل في الصيف بشكل ملائم، فإنها كذلك تبرِّده في الشتاء حيث أن المياه تنصب من هطول أمطار باردة (تتولى مناخل

الشبابيك والأبواب مع عشر أسماك آكلة للبعوض أمر مشكلة البعوض المحتملة المصاحبة للمياه المكشوفة). ثانياً، مات وماري يشعران بالقلق من أن الدهان المصنوع من لدائن مرنة على سطح منزلهما قد يلوث ماءهما. إن هذا هو السبب الذي يجعلهما ينقلان ماء الشرب من البلدة. لقد أخبرتهما مؤخراً عن دهانات متنوعة ومواد طلاء مصنوعة من لدائن مرنة حاصلة على موافقة للاستخدام مع أنظمة مستجمعات مياه الشرب (أنظر الفصل الذي يتناول مكونات خزان المياه في المجلد 3). وباستخدام أحد هذه الطلاءات (وتبريد جسديهما بدش يغذيه ماء المطر بدلاً من القفز داخل الخزان)، فإنهما سيكونان مطمئنين ولديهما وفرة من ماء المطر، ولكن الشتاء سيبقى بارداً.)

اسعَ للعيش في توازن في موقعك مثلما يفعل مات وماري من خلال القيام أولاً بتقييم مواردك واحتياجاتك - المبدأ الأول من الحصاد المائي: *مراقبة طويلة ومتأملة*. وعند تخطيطك بشأن أي استراتيجيات وتقنيات يمكن أن تستخدم لحصاد موارد الموقع، فكِّر باستمرار بالطريقة التي سوف يعمل بها النظام ككل - المبدأ الأخير للحصاد المائي: *قم بإعادة تقييم نظامك باستمرار: «حلقة التغذية الراجعة.»* وكلما كان تقييمك أفضل سيكون نظامك أفضل، والفصول التالية تقدِّم لك المزيد من الأدوات.

3

الفصل

لمحة عامة: الحصاد المائي بواسطة السدود الترابية أو خزانات الماء أو كليهما

بمجرد أن تكون قد قمت بتقييم مواردك واحتياجاتك المائية في الموقع (من الفصل السابق)، فإن الخطوة التالية هي الإجابة على السؤال التالي: كيف تخطط لاستخدام مواردك المائية؟ الطريقة التي تجيب بها عن السؤال سوف تحدد إلى حد كبير الاستراتيجية الأفضل لحصاد تلك المياه - سواء كانت السدود الترابية أو خزانات المياه أو كليهما. ويقارن هذا الفصل بين هذه الاستراتيجيات، ويصف بإيجاز بعضاً من أساليبها وتطبيقاتها الأكثر تفصيلاً لمساعدتك في تصور وتقرير أيها الأكثر ملاءمة لموقعك الخاص. (*لقد تمت تغطية هذه الاستراتيجيات بالتفصيل في المجلدين 2 و3*.) وبعد ذلك، سيتم تقديم توصيات أساسية للحصاد المائي ضمن إطار الموقع الخارجي السكني. ويختتم الفصل بزوجين يعيشان في منزل وما يحيط به من أرض يقومان بحصاد المياه بسدود ترابية وبخزانات مياه. وبعد ذلك يبين لك الفصل التالي (التصميم المتكامل) كيف تجعل هذه الاستراتيجيات تتكامل مع جوانب أخرى لموقعك، بحيث يمكن لجهودك في الحصاد المائي الاستفادة من موارد إضافية مجانية مثل ضوء الشمس، والطاقة، والحرارة في فصل الشتاء؛ وفي توفير خصوصية، وموئلاً للحيوانات البرية ومأوى صيفي، وظلاً، وتبريداً، والتخلص من الضوضاء والضوء وتلوث الهواء؛ وفي الوقت ذاته السيطرة على الفيضان والتعرية – بعبارة أخرى، كيف تعظِّم إماكنيات موقعك!

كيف تخطط لاستخدام مياهك المحصودة؟

استخدام في موقع خارجي أو في حديقة

إذا كنت تخطط لاستخدام مياهك المحصودة لاستعمالات موقع خارجي أو لحديقة، ابدأ بحصاد الماء في التربة باستخدام *سدود ترابية*. إن المواقع الخارجية التي تحصد المياه في التربة ومزروعة بنباتات محلية ذات استهلاك منخفض للمياه يمكنها غالباً العيش على مياه الأمطار وحدها بدون ري تكميلي من خزان ماء أو صنبور، بمجرد أن يكون قد تم توطيد النباتات. من ناحية أخرى، فإن خزانات المياه تمنحك إمكانية استخدام الري التكميلي في أوقات الجفاف - لا سيما إذا كان قد تم زراعة حديقة خضراوات أو نباتات غير محلية أقل قدرة على الاحتمال.

استعمالات للشرب وللغسيل

إذا خططت لاستخدام مياهك المحصودة لاستعمالات الشرب والغسيل، ابدأ بحصاد الماء في خزانات مياه. ولكن لا تنسى التربة، واستمر في توجيه فيضان الماء من الخزان، والمياه الرمادية من منزلك، والجريان السطحي من الموقع الخارجي العام إلى داخل السدود الترابية الحاصدة للمياه. وفي حين أنه يمكن تركيب خزان الماء لري حديقة أو كمصدر ماء تكميلي للموقع الخارجي في أوقات الجفاف، فإنه كلما كانت المياه التي يمكن أن تحصدها بفعالية أكثر ومحتجزة في التربة، كانت الحاجة إلى الري التكميلي من خزان ماء أقل.

وافق بين نوعية المياه التي يتم حصادها والاستراتيجية المستخدمة لحصادها

إن النوعية الأعلى مستوى من مياه أمطار موقعك، عادة الجريان السطحي من مواد سطح نظيفة مثل المعدن أو الألواح الصخرية أو البلاط أو الدهانات المصنوعة من لدائن مرنة معتمدة لأنظمة جمع مياه الأمطار، هي المياه الأفضل للتخزين داخل خزانات، أو للاستهلاك المنزلي، أو للاستخدام في حدائق خضراوات. وينبغي توجيه مياه الأمطار الجارية على أسطح أكثر قذارة، مثل المنحدرات الترابية أو الشوارع أو الأرصفة، إلى الأشجار والشجيرات داخل سدود ترابية للحصاد المائي بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية. ويجب توجيه المياه الرمادية المنزلية إلى أحواض مغطاة بمهاد ومزروعة بأشجار وشجيرات واستخدامها فيها. لا تخزِّن المياه الرمادية في خزانات.

تذكر السؤال: «كيف تنوي استعمال مياهك المحصودة؟» وأنت تقرأ المقارنات بين هذه النهج للحصاد المائي في الصندوق 1.3.

توصيات للحصاد المائي لموقع خارجي حول المنزل

إنني أوصي أن *تبدأ* جميع عملائي *بسدود* حصاد مائي *ترابية*. وأشدد على أهمية وضع السدود الترابية والنباتات حيث يمكن أن تقدِّم وظائف مفيدة، مثل الجوانب الشرقية والغربية من المنزل من أجل توفير تبريد بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية بواسطة أشجار ظل. وأؤكد على استخدام رقعة من الغطاء النباتي المحلي من نباتات ذات استهلاك منخفض للماء وموجودة ضمن نصف قطر 25 ميلاً (40 كم) من الموقع، وعلى ارتفاع 500 قدم (150م) أعلى من الموقع أو أخفض منه. قد تتطلب بعض المواقع تحديد *محلي* بنصف قطر أكبر للحصول على مزيد من التنوع، ولكن ابدأ بنصف القطر الصغير لضمان أنك لا تغفل أنواعاً محلية متفوقة. وعادة ما تكون مثل هذه النباتات هي الأكثر فائدة للحياة البرية المحلية، وتخلق إحساساً بالمكان متجذراً في موقعنا الحيوي المحلي. وهذه النباتات متكيفة مع ظروف النمو المحلية ويمكن قطع الري التكميلي عنها بمجرد أن يكون الغطاء النباتي قد توطد بشكل جيد، أو نما إلى الارتفاع المرغوب فيه. إن مثل هذه المواقع الخارجية النباتية المحلية تكون جميلة وتحتاج إلى القليل من العناية.

إنني أوصي *بخزانات ماء لتكملة* الأساس المكون من سدود الحصاد المائي الترابية الموضوعة في جميع أنحاء الموقع الخارجي أو الحديقة. وتعمل خزانات الماء على جعل فترة توفر مياه الأمطار تمتد إلى موسم الجفاف - لا سيما بالنسبة لمواقع خارجية وحدائق خضراوات تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء. وتستخدم السدود الترابية المياه الفائضة من الخزانات وتعمل على جعل جميع المياه المستعملة داخل الموقع الخارجي أو الحديقة تذهب إلى حد أبعد.

ويجب وضع أشجار الفاكهة أو غيرها من النباتات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء، إذا ما استخدِمَت، قريبة من المنزل لإيجاد أثر واحة حول المنزل. عندئذ تتم العناية بالنباتات بواسطة مياه أمطار من السطح، ومياه رمادية من المغاسل، ودش وحوض الاستحمام، والغسالة، وبرعاية من قِبل أولئك الذين يعيشون داخل المنزل. *إن الهدف هو اختيار الغطاء النباتي وزراعته بطريقة تكون فيها مياه الأمطار هي مصدر الماء الأولي للموقع الخارجي، والمياه الرمادية مصدره الثانوي، وسيتم استخدام المياه الواردة فقط كمصدر تكميلي وقت الحاجة*. إن الغطاء النباتي المترامي الأطراف والذي يحتاج إلى كميات كبيرة من الماء والمزروع بعيداً عن المنزل يجعل تحقيق هذا الهدف أصعب بكثير. وستكون النباتات بعيدة عن النظر وبعيدة عن

القلب، ومهملة واستفادك منها أقل، وربما تكون بعيدة إلى درجة تجعل من غير الممكن ريّها بسهولة من الجريان فوق سطح المنزل أو من المياه الرمادية المنزلية. وبدلاً من ذلك، فإن الغطاء النباتي المحلي الأكثر تحملاً يكون عادة عند الحدود الخارجية للأرض , وتتم زراعته داخل سدود الحصاد المائي الترابية. إن هذا الغطاء النباتي الأكثر تحملاً يمكنه أن يحمي النباتات الأقل تحملاً، مثل أشجار الفاكهة، من أشعة الشمس أو من الرياح المفرطة. وتدعم النباتات المحلية الأكثر تحملاً والمزروعة على طول الحدود الخارجية المزيد من الحياة البرية التي تقدِّر تدخلاً أقل من جانبنا. (أنظر الشكل 1.3). وبالطبع، فإن عملية زراعة وصيانة الموقع الخارجي الذي يستهلك كمية منخفضة من المياه والموجود في سدود حصاد مائي ترابية، تكون سهلة وغير مكلفة. (أنظر الملحق 4 للاطلاع على قائمة أمثلة لنباتات من توسون في ولاية أريزونا، وكذلك المجلد 2، الفصل الذي يتناول الغطاء النباتي، للاطلاع على مزيد من الإرشادات الخاصة بالزراعة.)

عينة من استراتيجيات/أساليب

الآن وقد أصبح لديك فكرة عن الطريقة التي ترغب في حصاد مياه الأمطار لديك بها – في التربة، أم في خزان ماء، أم في كليهما، فأنت مستعد للتفاصيل! في المجلد 2 من *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، تصف الفصول بالتفصيل كيف تحصد مياه الأمطار في التربة باستخدام مجموعة متنوعة من أساليب السدود الترابية. وتتناول الفصول في المجلد 3 حصاد مياه الأمطار في صهاريج أو خزانات ماء. وأقدم أدناه لمحة عامة موجزة/ عينة لبعض الأساليب. إن الرسومات التوضيحية الموجودة في هذا الفصل هي من أجلك، أيها القارئ، لتكون تصوراً عن السدود الترابية وتخزين المياه أثناء قيامك بصياغة خطة متكاملة للحصاد المائي لموقعك – ولإثارة شهيتك للمزيد في المجلدين 2 و3.

لمحة عامة عن سدود الحصاد المائي الترابية

تتم مناقشة الأساليب المذكورة أدناه بالتفصيل في المجلد 2. من ناحية أخرى، يوجد في الملحق 1 من هذا المجلد رسومات توضيحية لاستخدام العديد من هذه الأساليب في مكافحة أنماط متنوعة من التعرية.

ساتر وحوض

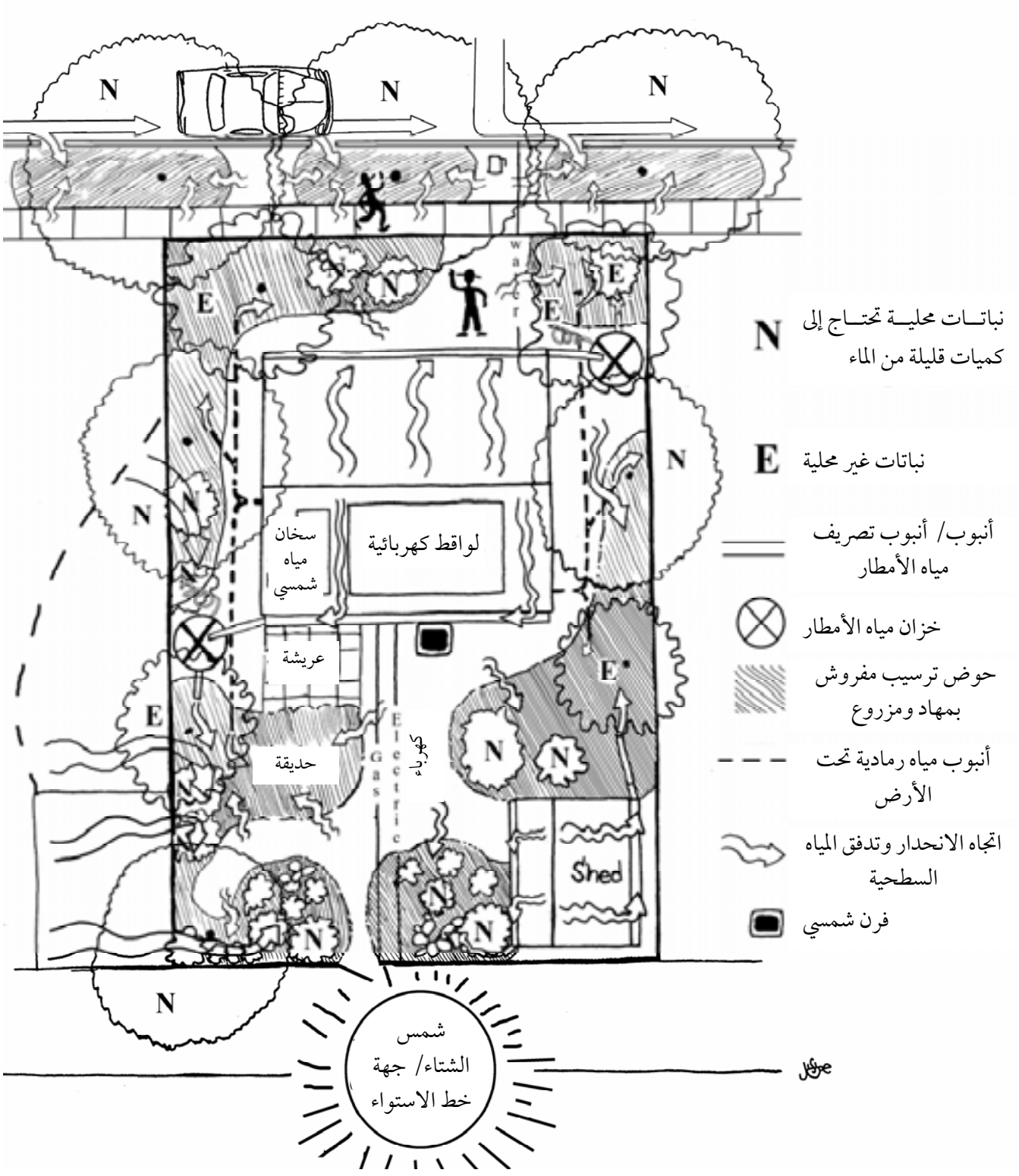
إن الساتر والحوض هو سد ترابي للحصاد المائي مُقام بشكل متعامد على انحدار الأرض، ومصمم ليمنع مياه الأمطار من الجريان على المنحدر وتسريب هذه المياه في مساحية موقعية، غالباً التربة ومنطقة الجذور لنباتات موجودة أو مخطط لزراعتها. ويتألف عادة من جزأين: حوض محفور وساتر مرفوع مقامان بالضبط أسفل منحدر الحوض. ويمكن عمل الساتر من تراب تم إخراجه من حفرة لتشكيل حوض، أو يمكن عمله من أجمة أو صخر أو من تراب إضافي. ويحتجز الحوض المياه فضلاً عن أن الساتر يمكِّنك من حصاد المزيد من المياه. استخدم هذه الاستراتيجية على أرض ذات انحدار يصل إلى 1:3 , 19 درجة، أو إلى 33٪ تدرُّج ميلان. اجعل الحجم ملائماً لحدث هطول ذي حد أقصى من الأمطار. إن هذه الاستراتيجية غير ملائمة لمجاري التصريف. (أنظر الأشكال 2.3 و3.3 و4.3).

المصطبة

إن المصطبة، وتسمى أحياناً *منصة*، هي «رف» من التربة منبسط نسبياً مبني بشكل موازٍ للخط الكونتوري لمنحدر ما. وعلى خلاف السواتر والأحواض، فإنه لا توجد أغوار مبنية في المصاطب، لذلك تحتاج لأن تحدَّد بسواتر أو بجدران منخفضة من أجل الحفاظ على مياه الأمطار وتكديس المواد العضوية. ويمكن استخدام المصاطب للحدائق والبساتين وغيرها من المزروعات في الأراضي الجافة. كما تساعد المصاطب المبنية بشكل جيد في مكافحة التعرية على المنحدرات. استخدمها على أرض يصل انحدارها إلى 1:2، 29 درجة، أو 50٪ تدرُّج. ومن المرجح أن تحتاج المصاطب على منحدرات تزيد عن 1:3 تدرج إلى جدار استنادي للتثبيت. اجعل الحجم ملائماً لحدث هطول ذي حد أقصى من الأمطار. والمصاطب ليست ملائمة في أنواع تربة تميل إلى التشبُّع بالماء حيث من الممكن أن يؤدي تسريب مياه الأمطار إلى ظروف أسطح تحتية مشبعة بسبب وجود طبقات – مثل الطين – تعيق حركة الماء إلى مسافة أعمق خلال التربة. (أنظر الشكل 5.3 و6.3).

الصندوق 1.3. مقارنة بين السدود الترابية وخزانات الماء

المواصفات	السدود الترابية	خزانات الماء
استعمالات الماء	توفر كميات كبيرة من مياه الأمطار عالية الجودة للحديقة والموقع الخارجي.	توفر مياهاً للشرب والغسيل ومكافحة الحرائق وغسل المراحيض (ولكن خذ بالاعتبار أولاً مراحيض التسميد التي لا تستخدم المياه) وللري التكميلي. وتختلف نوعية مياهها حسب سطح مستجمع المياه، وبناء الخزان، والفلترة، والصيانة، ونظام التنظيف الأول بماء متدفق. وتكون مياه الأمطار على درجة منخفضة جداً من العسر.
مناطق جمع المياه	يمكن أن تجمع المياه من أسطح وشوارع وأغطية نباتية وأرض ترابية جرداء ومصارف المياه الرمادية والتكاثف الناتج عن مكيفات الهواء، إلخ.	تحتاج إلى أسطح تجميع نظيفة نسبياً (تكون عادة من المعدن أو بلاط أو ألواح صخرية) متوضعة في مكان أعلى من الخزان.
سعة تخزين المياه	إمكانية كبيرة جداً لتخزين المياه في التربة.	سعة التخزين محدودة بحسب حجم الخزان.
التكلفة	غير مكلفة في البناء والصيانة. يمكن بناؤها بأدوات يدوية، على الرغم من أن معدات الحفر يمكن أن تسرِّع العملية.	تكلفة بناؤها وصيانتها باهظة أكثر بكثير من السدود الترابية. وتختلف التكلفة تبعاً للحجم ومواد البناء وما إذا كان مكانها فوق أم تحت الأرض، وما إذا كان قد تم بناؤها ذاتياً أم كانت جاهزة، إلخ.
الموقع	لا تضعها ضمن مسافة تبلغ 10 أقدام (3 م) من جدار أو أساسات بناء. وقد يكون من الصعب استخدامها في ساحات صغيرة جداً ذات أسقف كبيرة مجاورة.	يمكن وضعها ضمن مسافة تبلغ 10 أقدام (3 م) من جدار أو أساسات بناء، ولكن يتعين عليك أن تكون قادراً على السير حول خزان الماء المُقام فوق الأرض للتحقق من عدم وجود تسريبات ومن أجل إجراء التصليحات في حال وجودها. إن الخزانات تزيد من إمكانية تخزين المياه في ساحات صغيرة جداً.
الفترة الزمنية التي تكون المياه متوفرة فيها	تكون المياه متوفرة لفترات محددة بعد هطول المطر بناء على نوع التربة والمهاد والمناخ وامتصاص النباتات للماء.	تكون المياه متوفرة لفترات طويلة بعد هطول الأمطار.
الصيانة	تعمل السدود الترابية بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية؛ وتتطلب بعض الصيانة بعد هطول غزير للأمطار.	الصيانة ضرورية؛ يجب فتح صمام للوصول إلى الماء، وقد تحتاج إلى مضخة لتوصيل المياه.
مكافحة التعرية	فعالة جداً لمكافحة التعرية.	يمكن أن تساعد في مكافحة التعرية.
جمع المياه الرمادية	فعالة جداً في حصاد المياه الرمادية من المصارف المنزلية.	من غير الملائم حصاد المياه الرمادية في خزانات ماء، وذلك يعود إلى قضايا نوعية الماء. لا تقم أبداً بتخزين المياه الرمادية في خزان مياه الأمطار.
آثار نوعية المياه على البيئة	يتم حجز الملوثات في المياه الرمادية والجريان السطحي في الشوارع في التربة فتبقى بعيدة عن الممرات المائية الإقليمية.	أثرها أقل من السدود الترابية على البيئة الواسعة.
الآثار على البنية التحتية الحضرية والفيضانات	يمكنها أن تحتجز كميات كبيرة من الماء، ما يؤدي إلى تقليل الحاجة إلى مياه البلدية ومصارف مياه الأمطار ومعالجة مياه الأمطار وتقليل الفيضانات.	يمكنها أن تحتجز كميات قليلة إلى معتدلة من المياه، ما يؤدي إلى تقليل الطلب على مياه البلدية، ومصارف مياه الأمطار ومعالجة مياه الأمطار، وتقليل الفيضانات.
تغذية المياه الجوفية	يمكنها في بعض الأحيان تغذية سطوح المياه الجوفية الضحلة.	ليس استعمالاً فعالاً لمياه الخزانات. ولكن استعمال مياه الخزانات بدلاً من مياه البلدية/ البئر يقلل من نضوب المياه الجوفية.



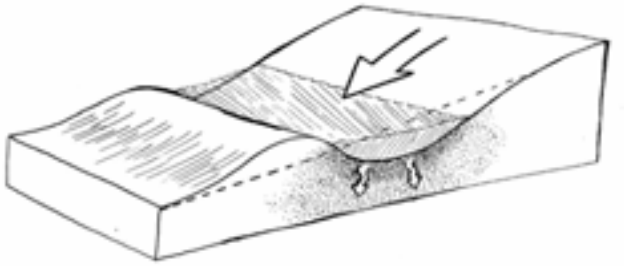
الشكل 1.3. موقع خارجي يبين غطاء نباتياً محلياً ذا استهلاك منخفض للماء عند الحدود الخارجية، وفي مناطق نائية، وفي مناطق ذات كميات مياه أقل. ويتم وضع النباتات الغريبة الأكثر حاجة للمياه في مكان قريب من المنزل حيث يكون من السهل وصول الجريان السطحي من السقف والمياه الرمادية المنزلية والعناية. من ناحية أخرى، يمكن أن يتكون موقع خارجي يحتاج إلى قدر قليل من الصيانة بالكامل من نباتات محلية ذات استهلاك منخفض للمياه.

المصرف الفرنسي

المصرف الفرنسي، أو البئر الجاف، يحتجز مياه الأمطار في خندق أو حوض مليء بمواد مسامية، بما فيها حصى أو حجر الخفاف أو مواد عضوية خام. يوجد بين هذه المواد فراغات هوائية واسعة تسمح للمياه بالتسرب بسرعة إلى المصرف والتخلل داخل منطقة الجذور من التربة المحيطة، في الوقت الذي تشكِّل فيه سطحاً ثابتاً يمكنك المشي عليه. يمكن بناء المصرف الفرنسي مع أنبوب مثقَّب، أو بدونه، موضوع بشكل أفقي داخل المادة المسامية التي تملأ المصرف. استخدمه على أرض منبسطة إلى معتدلة الانحدار؛ وتكون المصارف مناسبة في مواقع خارجية تحتاج لري جوفي عميق. من المهم أن يحصد المصرف الفرنسي فقط مياه الجريان السطحي التي تكون خالية نسبياً من الرواسب، مثل تلك القادمة من مزراب تصريف على السطح، أو من حافة فناء مرصوف من أجل منع حدوث امتلاء مبكر للبنية بالطمي. إن المصارف الفرنسية ليست ملائمة في مجاري تصريف ومناطق ذات مياه محملة بالرواسب، أو تحت الطرق أو عبرها. (أنظر الشكلين 7.3 و8.3).

حوض تسريب

إن حوض التسريب هو انخفاض مصمم بشكل منخفض المستوى وضحل نسبياً محفور في الأرض يحصر ويسرِّب مياه الأمطار والجريان السطحي والمياه الرمادية في حوض الزرع الذي يشكله. هذا الأسلوب يعمل على أفضل وجه على مواقع خارجية منبسطة حيث لن يكون له ساتر ما يمكِّن جميع مياه الجريان السطحي المحيطة من التصريف فيه. كما يمكنه أن يعمل على منحدرات معتدلة وحوض متدرج، أو حُفر أشجار للحصاد المائي، أو أحواض مترابطة لمياه الأمطار. اجعله في حجم مناسب لحدث ذي حد أقصى من العواصف وقمة جيشان المياه الرمادية. إن أحواض التسريب ليست ملائمة في مجاري التصريف أو مناطق المياه الجوفية الضحلة حيث من الممكن أن تؤدي إلى تشكُّل مياهاً راكدة، أو على حقول مصارف المياه الفاسدة. (أنظر الشكلين 9.3 و12.3)

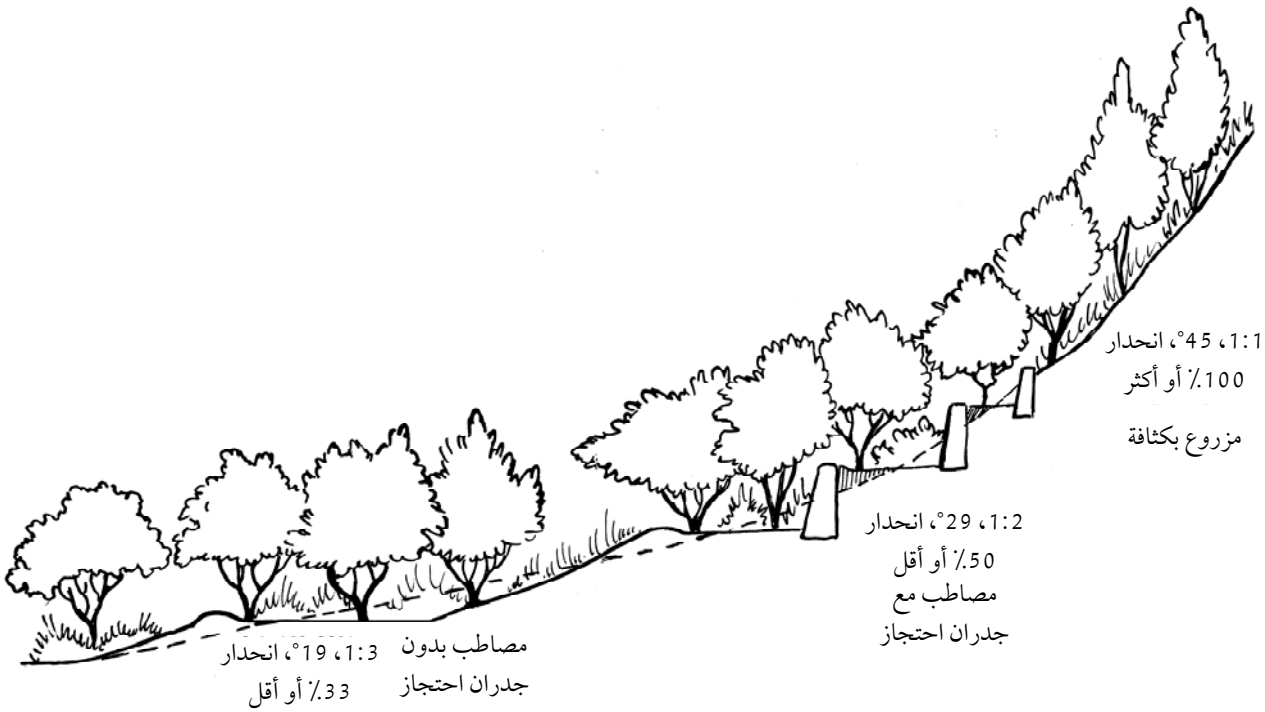


الشكل 2.3. ساتر وحوض يحتجز مياه الجريان السطحي ويسربه إلى داخل التربة

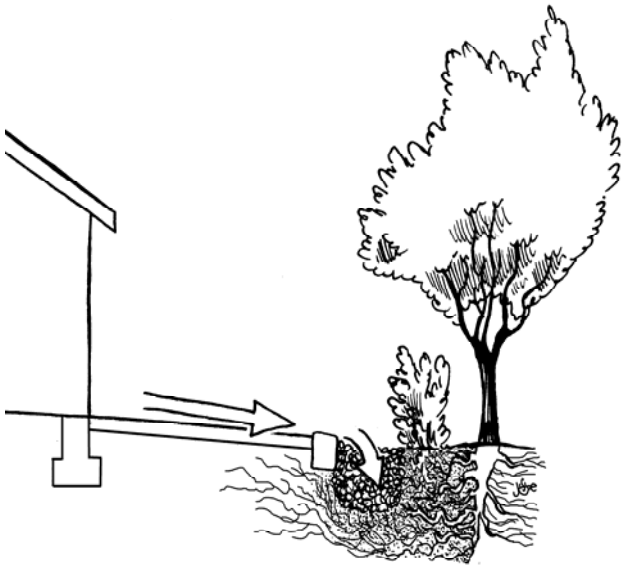
الشكل 3.3. ساتر كونتوري يعمل كذلك كممر مرتفع

الشكل 4.3. سلسلة من السواتر الملتوية والكونتورية على موقع خارجي منحدر. وتشير الأسهم إلى تدفق الماء المنتشر والمتسرب بواسطة السدود الترابية.

الشكل 5.3. مصاطب مثبتة بجدران استنادية مصنوعة من بقايا صخرية في الفناء المنحدر في سكن زيماش في لوس ألاموس في نيو ولاية ميكسيكو. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الخلفي من الداخل.

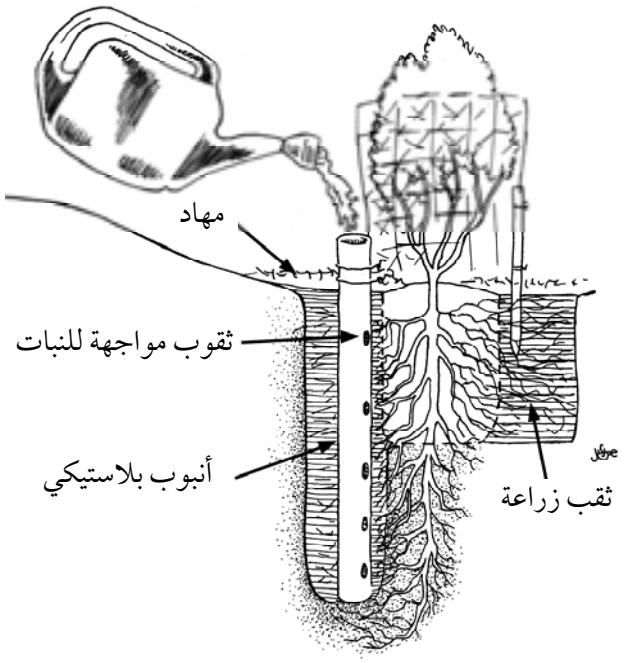


الشكل 6.3. استراتيجيات مختلفة لإنشاء مصاطب لتدرجات انحدار مختلفة



الشكل 7.3. مصرف فرنسي يسرِّب الجريان السطحي المحتجز من سطح وفناء

الشكل 9.3. سلسلة من أحواض التسريب تحصر وتسرب مياه الأمطار والجريان السطحي من الشارع المجاور وممر المشاة. وفي حال تصميمها بشكل صحيح، فإن هذه الأحواض يمكن أن تعمل على أنها نظام الري الوحيد للغطاء النباتي المرتبط بها، في حين تعمل كذلك كنظام مكافحة للفيضانات.



الشكل 8.3. نوع آخر من المصرف الفرنسي على شكل أنبوب عميق حيث يعمل أنبوب بلاستيكي على توجيه المياه أعمق إلى داخل التربة، مقللاً من نمو الأعشاب الضارة، ومشجعاً نمو المزيد من الجذور الأعمق المتحملة للجفاف. وهذا يمكن أن يزيد من بقاء النبات حياً/توطيده في أحواض بنسبة تصل إلى 65%. بعد التوطيد، اسحب الأنبوب واستخدمه من جديد.

الشكل 10.3. مثالياً يبلغ قطر حوض التسريب على الأقل 1.5 ضعف (وحتى ثلاثة أضعاف) قطر محيط تنقيط ظلة النبات الناضج المرتبط به، نظراً لأن الجذور تنتشر ومعظم الماء المستعمل من قِبل النباتات يُسحَب من قِبل منطقة الجذور خارج خط تنقيط الظلة.1 من ناحية أخرى، فحتى حوض أصغر حجماً يكون أفضل من عدم وجود حوض.

الشكل 11.3 أ. مياه أمطار مجمَّعة في أحواض تسريب مبنية حديثاً بعد دقائق من عاصفة صيفية وافرة. لم يتم تغطية الأحواض أو زراعتها بعد. ميلاغرو كوهاوسينغ، مدينة توسون في ولاية أريزونا. شكر على الصورة موجّه إلى: ناتالي هيل. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.

الشكل 11.3 ب. الأحواض ذاتها مغطاة ومزروعة. الأحواض مصممة لتسريب المياه بسرعة بحيث لا تكون هناك مشاكل مع البعوض أو التربة اللاهوائية. هذه الأحواض بمهادها الاسفنجي وجذور نباتاتها الحافرة للتربة، تسرب جميع المياه في غضون 20 دقيقة. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.

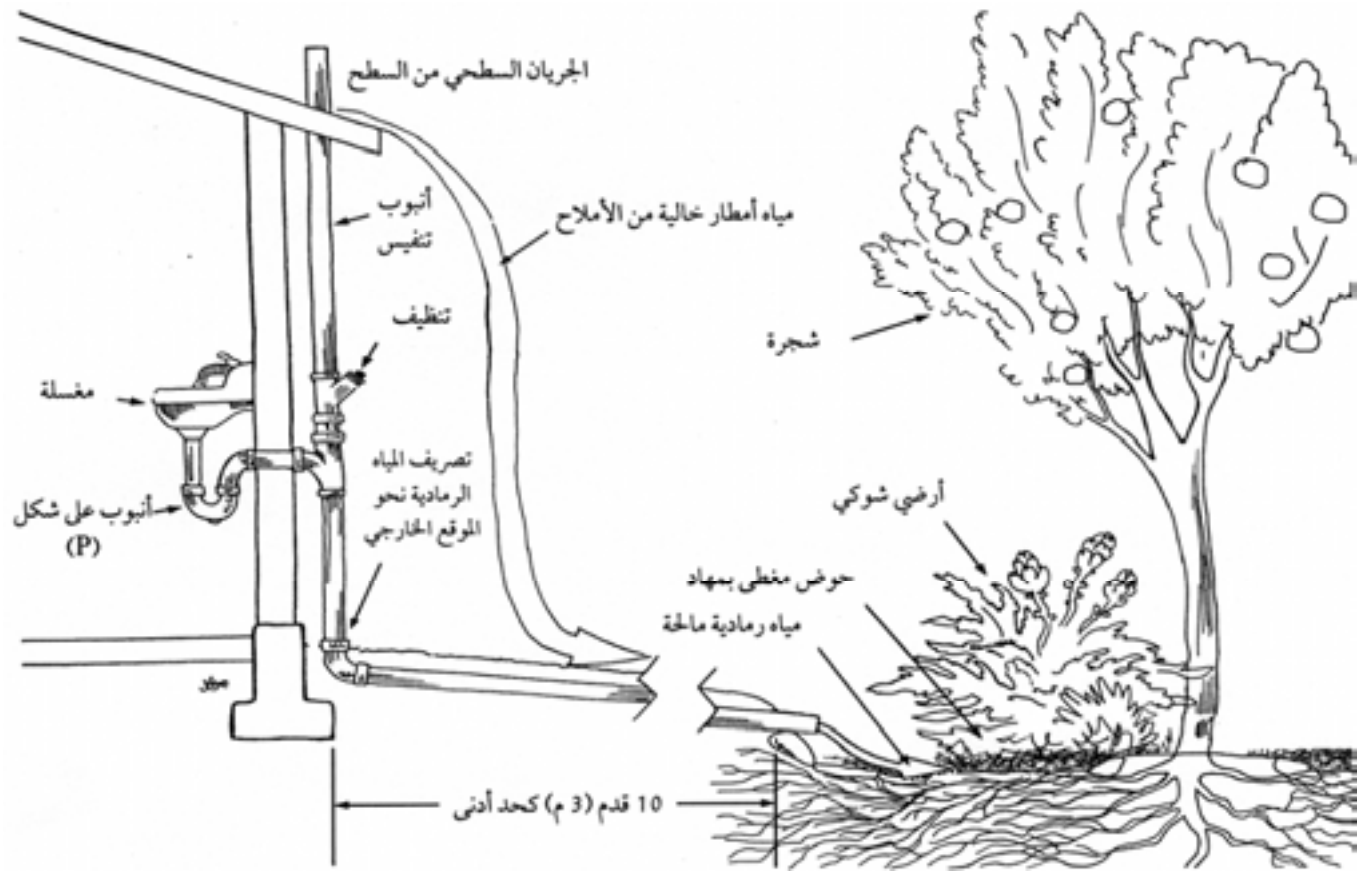
التثليم

التثليم هو أسلوب حصاد مائي يُستخدَم لتسريع إعادة تشكيل الغطاء النباتي لأرض مُفسد نظامها أو معرَّاة ذات هطول مطري سنوي يبلغ من 3 إلى 14 إنشاً (76 ملم إلى 356 ملم)، عن طريق إنشاء العديد من المنخفضات الصغيرة المشكَّلة جيداً في التربة والتي تجمع البذور ومياه الأمطار والرواسب والفضلات النباتية، وتوفر مناخاً موقعياً محمياً لإنبات بذور وغرس شتلات. وفي الحالة المثالية يحتجز كل ثلم ما يكفي من المياه لإنبات بذرة أو أكثر والحفاظ على نموها. يوجد لدى الأثلام سعة تخزين مياه كافية لزيادة التسريب إلى مستويات فوق معظم معدلات سقوط الأمطار على أراض جافة، وبالتالي التخلص من ما يقرب من جميع الجريان السطحي والتعرية المصاحبة له. وتكون الأثلام على شكل حرف V ويتم عملها بواسطة مدحلة تثليم، وعلى الرغم من أن آثار الحوافر أو آثار العجلات ذات الفرزات العميقة التي تتحرك ببطء أو آثار الشاحنات يمكن أن تسبب أحياناً التأثيرات ذاتها. ويجب أن تبلغ مساحة المواقع على الأقل دونماً واحداً لتبرير جلب معدات. ويجب أن يصل الانحدار إلى 1:2، 29 درجة، أو تدرّج 50٪. ويبلغ عمق الأثلام الفردية حوالي 4 إلى 7 إنشات (10 إلى18سم)، وطولها 10 إنشات (25 سم)، وعرضها 8 إنشات (20 سم). إن التثليم ليس ملائماً في مجاري التصريف. (أنظر الشكل 13.3).

فرش المهاد

إن فرش المهاد هو استخدام مواد مسامية مثل السماد، أو الروث القديم، أو القش، أو رقائق الخشب على سطح التربة. ويشكِّل المهاد حصيرة ترحيب إسفنجية تجتذب المياه إلى داخل التربة وكذلك غطاء واقياً يقلل من فقدان رطوبة التربة بالتبخر. كما يحد من تعرية التربة ونمو الحشائش الضارة، في الوقت الذي يحسن فيه خصوبة التربة.

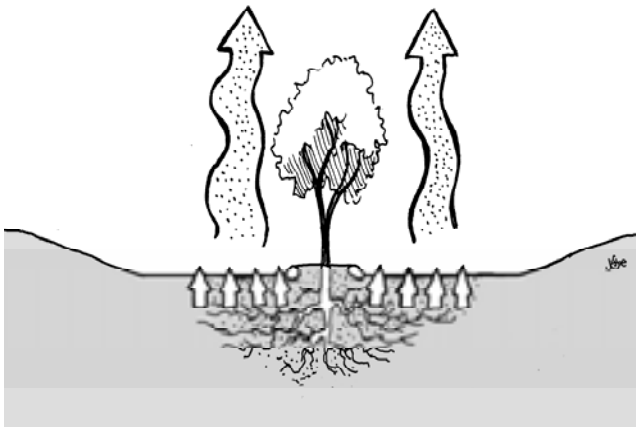
لا ينبغي خلط المهاد مع التربة أو حفره فيها، وذلك نظراً لأن معظم مواد المهاد تكون غنية بالكربون ويمكن أن تستهلك النيتروجين الذي في التربة وهي تتحلل. ويحدث استهلاك النيتروجين لأن الكائنات الدقيقة التي تساعد على التحلل تحتاج إلى نيتروجين لتفكيك روابط الكربون، والذي تحصل عليه من التربة المحيطة. ويتحلل المهاد الغني بالكربون والموضوع على سطح التربة ببطء أكثر من ما لو كان ممزوجاً في التربة، لذا، فإن نيتروجين التربة يُستنفد بسرعة أبطأ بحيث لا يؤثر سلباً على الغطاء النباتي.



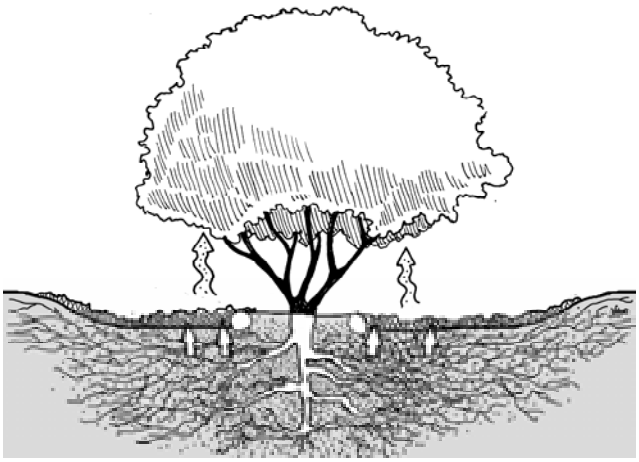
الشكل 12.3. يتم توجيه الجريان السطحي من سقف المنزل والمياه الرمادية الناتجة من مياه مغسلة الحمام إلى حوض تسريب مغطى جيداً ومزروع. وعلى الرغم من أنه غير ظاهر، فإن الحوض يستمر ملتفاً حول الجانب الآخر من الشجرة. لاحظ المحبس الذي على شكل حرف P ومدخنة التنفيس بين المصرف الداخلي ومخرج المياه الرمادية الخارجي، الأمر الذي يمنع الرائحة المحتملة ودخول الحشرات إلى المنزل. وتقوم نهاية الأنبوب بالتصريف فوق المهاد في الحوض ببضعة إنشات (7.5 سم) لمنع الجذور من النمو داخل الأنبوب، والمواد الصلبة من التجمّع وسد الأنبوب. وتتسرب المياه الرمادية فوراً تحت سطح المهاد.

الشكل 13.3 أ. مرحلة تثليم مجرورة بتراكتور تصنع أثلاماً وتنثر فيها بذوراً على أرض جرداء متراصة، مارانا في أريزونا.

الشكل 13.3 ب. غطاء نباتي محلي يعمل على ترميم الأرض والتربة، بعد التثليم

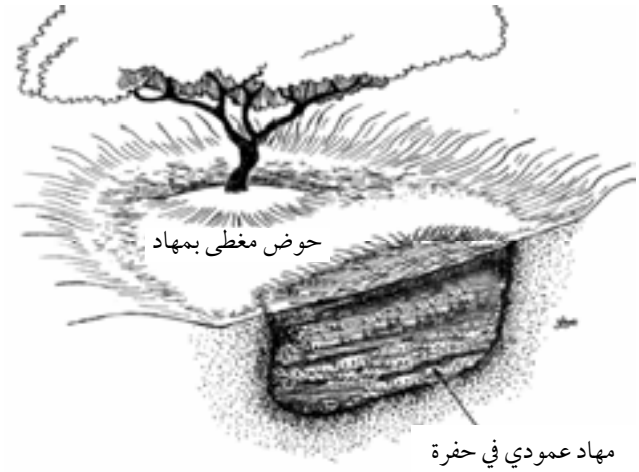


الشكل 14.3 أ. حوض بدون مهاد يفقد القسم الأكبر من رطوبة التربة بسبب الفعل الشعيري والتبخر. لاحظ الشجرة الصغيرة المُجهدة



الشكل 14.3ب. الحوض مغطى بمهاد من أجل الحصول على تسريب محسّن واستبقاء للماء داخل التربة.

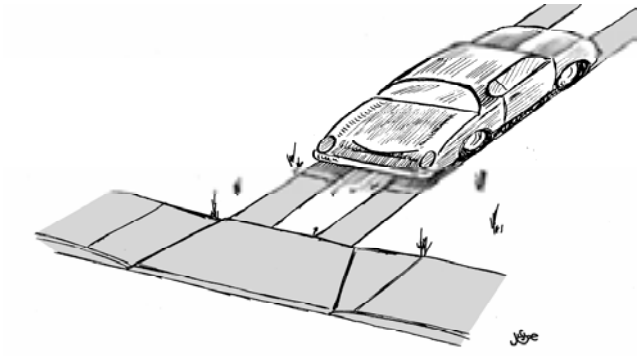
قم بزيادة إمكانية حصاد الماء لسدود حصاد مائي ترابية أخرى عن طريق فرش سطح التربة حول الغطاء النباتي وفي الأحواض بمهاد (أنظر الشكلين 14.3 و15.3). كما يمكن للمهاد أن يميز أحواض الزراعة عن الممرات. ويعمل أفضل ما يمكن في مناطق منبسطة أو ذات انحدار خفيف، على الرغم من أنه يمكن وضعه على منحدرات أكثر حدة عندما يتم جمعه مع سدود ترابية أخرى. إن المهاد العضوي ليس ملائماً في مجاري التصريف نظراً لأنه قد ينجرف. ويمكن استخدام صخور ثقيلة أو أنقاض في مجاري التصريف. من المهم إبطاء أو إيقاف الجريان السطحي قبل أن يتصل مع المهاد العضوي على المنحدرات.



الشكل 15.3. تباين مهاد عمودي (حفرة مهاد مملوءة أو خندق) يحفز تسرب المياه واستبقائها في مكان أعمق داخل منطقة الجذور في التربة.

التقليل من المواد الصلبة وإنشاء رصف نفاذي

إن تقليل المواقع الصلبة هو استراتيجية لتخفيض الحاجة إلى الأرصفة إلى الحد الأدنى من خلال تخطيط وتصميم إبداعيين، وإزالة الرصيف غير المنفذ للماء، حيثما أمكن ذلك. بتقليل المواقع الصلبة غير المنفذة للماء (وجعلها تنحدر نحو سدود ترابية مجاورة)، يمكنك زيادة المناطق النفاذة المجاورة لتعزيز تسريب المياه الموقعي للجريان السطحي على الموقع الصلب، وتقليل الجريان السطحي الخارج من الموقع الذي من شأنه لولا ذلك أن يسهم في فيضانات المصب والتلوث، ويقلل تأثير الجزر الحرارية الناجم عن وجود مفرط لموقع صلب مكشوف.



الشكل 16.3. طريق ذو مسربين يمكن أن يقلل من منطقة السطح غير النفاذ بنسبة 60% مقارنة بالطرق الاسمنتية التقليدية.

الشكل 17.3. شوارع أضيق وشجرات مسكيت صغيرة محلية منتجة للغذاء تروى بالجريان السطحي المحصود من الشوارع، سيفانو، مدينة توسون في ولاية أريزونا.

الشكل 18.3. ساحة صغيرة ذات موقع صلب يتم إبقاؤه نفاذاً عن طريق إنشاء قطع رصيف معاد تدويرها ذات ثغرات واسعة من أجل تسريب المياه، سكن أمادو، مدينة توسون في ولاية أريزونا. مصمم من قِبل بلو آغاف لتصميم المواقع الخارجية. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الخلفي من الداخل.

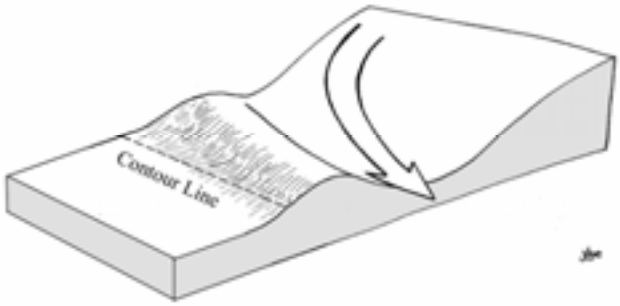
إن الرصف النفاذ هو مصطلح فضفاض لأساليب الحصاد المائي التي تستخدم مواد رصف مسامية لتمكين المياه من المرور خلال الرصيف والتسرب إلى التربة، لتروي، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، النباتات المجاورة، مبددة حرارة الشمس، ومقللة انضغاط التربة، ومتيحة لجذور الأشجار تحت الرصيف التنفس، ومرشحة الملوثات، ومقللة من الحاجة إلى بنية تصريف تحتية مكلفة. وكأسلوب حصاد مائي، فإنه يكون مفيداً أكثر ما يمكن في مواقع مبنية فيها نمو عمراني كثيف مع مساحة قليلة من الأسطح غير المرصوفة. ويكون الرصف النفاذ فعالاً أكثر ما يمكن عندما يحصد فقط مياه الأمطار التي تهطل عليه بشكل مباشر، بدون جريان سطحي إضافي من المناطق المائلة نحو الأعلى. وهو ليس ملائماً في مجاري التصريف. قم برفع الرصف النفاذ فوق الموقع الخارجي المحيط لمنع الترسب أو انزياح الرصيف بسبب تربة تحتية ذات تصريف رديء ، ولمنع الجريان السطحي لمياه الأمطار المحملة بالرواسب من سد المسامات في الرصيف النفاذ. (أنظر الأشكال 16.3 و17.3 و18.3).

منخفض تحويل

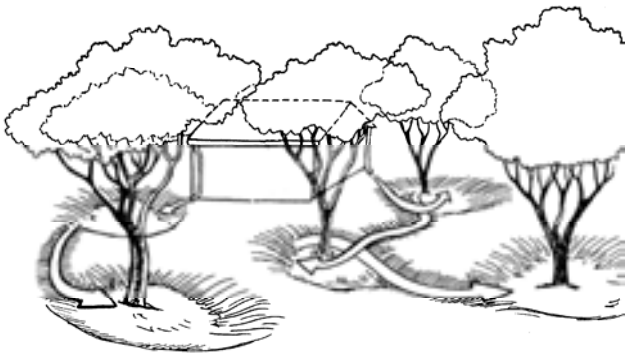
إن منخفض التحويل هو مجرى تصريف ينحدر بتدرج، وينقل الماء ببطء من نقطة إلى أخرى. وعلى غرار الساتر والحوض، فإنه يتكون عادة من حوض طولي عموماً مع وضع التراب المأخوذ من الحفرة على المنحدر نحو الأسفل لتشكيل ساتر. وعلى خلاف الساتر والحوض، الذي يتم بناؤه على الخط الكونتوري لاحتواء الماء والسماح له بالنفاذ داخل الأرض محلياً، يتم بناء منخفض التحويل خارج الخط الكونتوري نوعاً ما، ما يسمح لجزء من الماء من النفاذ إلى داخل التربة محلياً في الوقت الذي يتم فيه نقل المياه الفائضة ببطء باتجاه أسفل التلة من مكان إلى آخر مسرباً الماء على طول الطريق.

تستخدَم منخفضات التحويل لاعتراض وتسريب وإعادة توجيه كلاً من التدفق الصفيحي والمياه الموزعة في قنوات. ويمكن أن تعمل منخفضات التحويل على التحكم في قوة الماء التي تندفع خارجة من عبارة أو من خندق طولي على جانب الطريق، محولة المياه المركَّزة سريعة الحركة إلى مورد قيّم من خلال نشر التدفق وتهدئته. ويمكن لمنخفضات التحويل أن توجه الجريان السطحي إلى ساتر وحوض للحصاد المائي، أو إلى حوض التسريب، أو إلى بركة، أو إلى أي وجهة نهائية أخرى.

إن منخفضات التحويل ليست ملائمة في مجاري التصريف، ولا ينبغي استخدامها في تربة قلوية عرضة لتراكم الأملاح والتشبع بالماء. (أنظر الأشكال من 19.3 وحتى 22.3) .

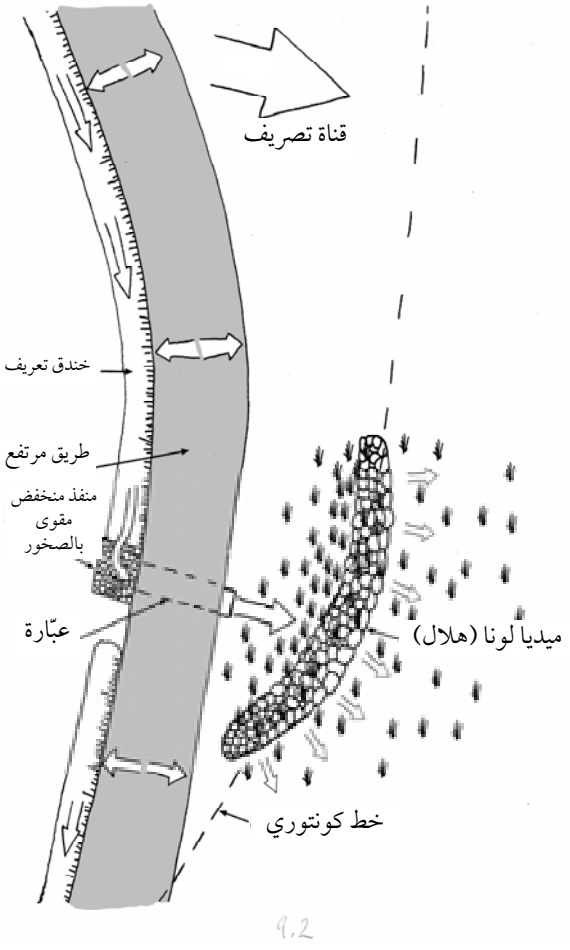


الشكل 19.3. منخفض تحويل



الشكل 20.3. سلسلة من منخفضات التحويل كممر لماء الحصاد المائي الفائض من حوض تسريب إلى آخر.

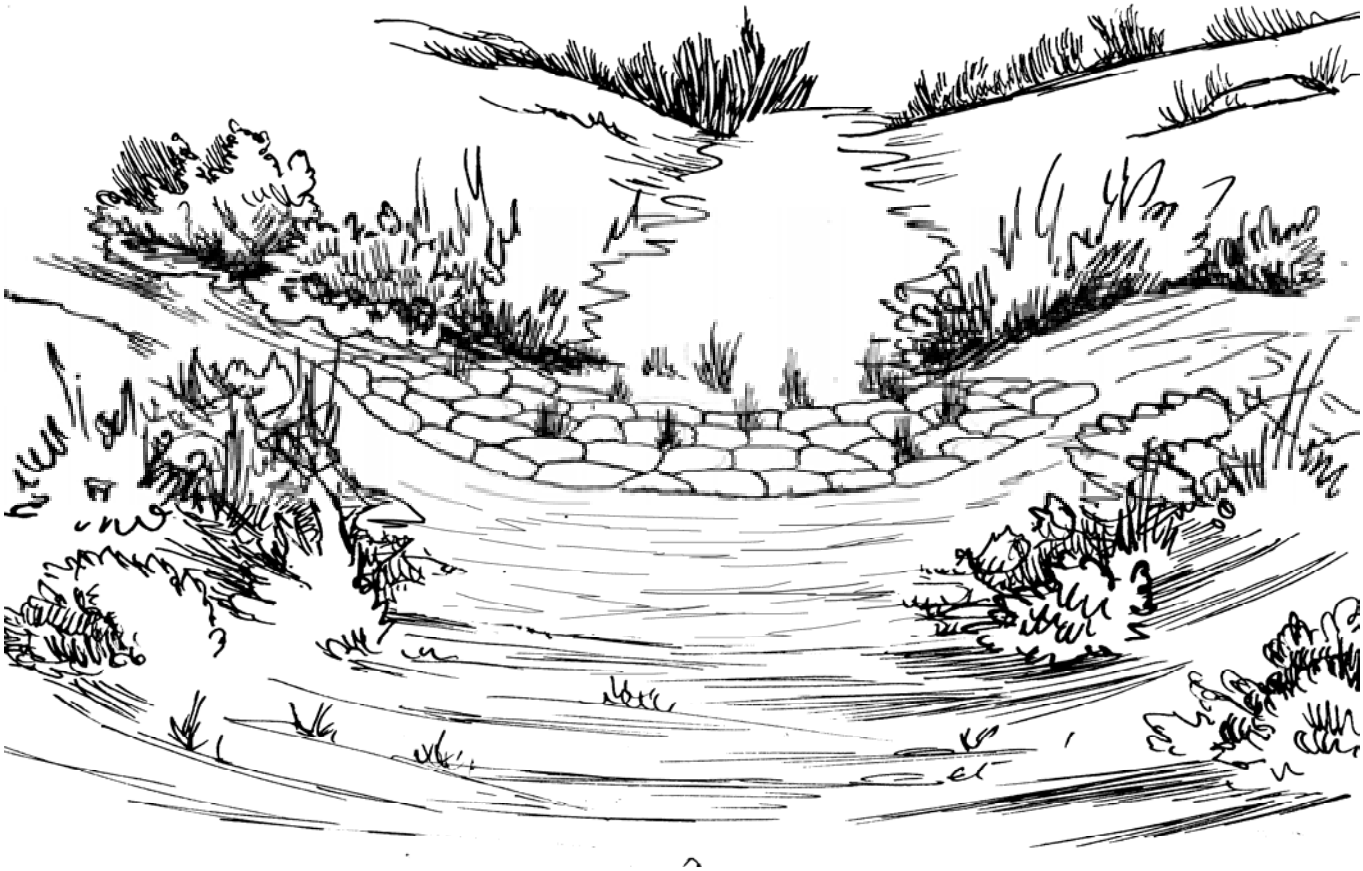
الشكل 21.3. مطب حفرة انزلاق/ساتر تحويل يوجه الجريان السطحي من الطريق إلى مزروعات في منخفض كونتوري.



الشكل 22.3. ميديا لونا تبطئ وتنشر وترسب تدفقاً من عبّارة لتحويل تدفق عبر قناة حات إلى تدفق صفيحي منتِج. وهنا تعمل الميديا لونا بارتفاع حجر واحد كهجين من سد كابح بارتفاع حجر واحد/منخفض تحويل.

سد كابح

إن سد الحصاد المائي الكابح هو حاجز منخفض يكون *نفاذاً* أو «راشحاً»، ومُقام بشكل متعامد مع تدفق المياه داخل مصرف ماء. ولا يعمل السد الكابح على إيقاف تدفق الماء، وإنما يبطئه. وبقيامه بذلك، فإن الماء الجاري يتجمع مؤقتاً وراء السد وينتشر فوق قسم أكبر من سطح تصريف الماء قبل أن يتدفق من خلال السد ومن فوقه. وبإبطاء ونشر تدفق الماء، تساعد السدود الكابحة في تسريب الرطوبة إلى التربة، وتقلل من الفيضان عند المصب من خلال تخفيف ذروة تدفق الماء، وتحافظ على التربة والمواد العضوية في المنطقة التي تعلو السد، وتقلل التعرية، وتثبت جزءاً من الموقع الخارجي. ويبنى السد الكابح عبر مصرف ماء يتدفق فقط دورياً، ويستخدم غالباً للمساعدة في ترميم جدول أو أخدود آخذ في التعرية. ويمكن أن تعمل

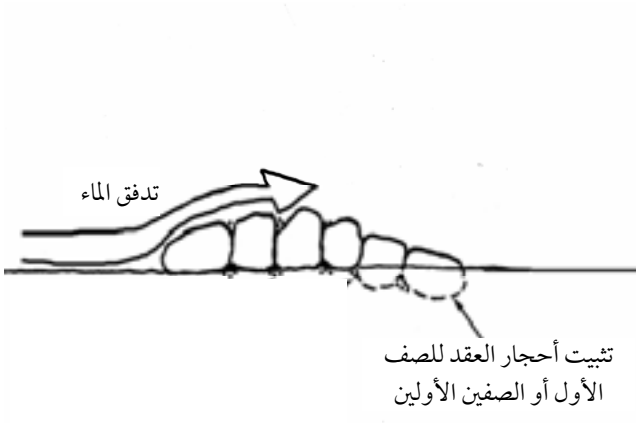


الشكل 23.3. السد الكابح بارتفاع صخرة واحدة هو السد الأسهل للبناء، وهو ثابت جداً نظراً لكونه منخفضاً. وهو بارتفاع صخرة واحدة تشكّل حوالي خمسة صفوف متوازية مرصوصة بإحكام مع بعضها البعض عبر مصرف مائي والجزء العلوي من الضفاف. ويبلغ قطر الحد الأدنى لحجم الصخرة من 8 إلى 12 إنشاً (20-30 سم). ووضع الصخرة بشكل أفضل هو أهم من حجم الصخرة، لذا فإن كثيراً من الصخور تتصرف كبضعة جلاميد صخرية منبسطة كبيرة. ضع البناء في معبر متموج أو في مجرى مستقيم لمصرف مائي حيث تتجمع الرواسب بشكل طبيعي.

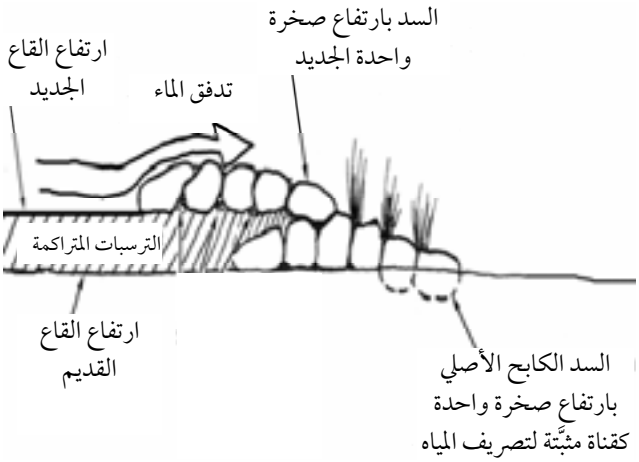
السدود الكابحة على تحسين الطرق أو الممرات حيث تعترض مصارف ماء مؤقتة. قم ببناء سدود كابحة بطول لا يزيد عن 3 أقدام (0.9 م)، ولا تقيمها داخل منعطف في مجرى تصريف أو مباشرة أسفل منعطف باتجاه مجرى الماء في مجرى تصريف، أو في أضيق نقطة في مجرى التصريف أو مباشرة أسفل التضيّق باتجاه مجرى الماء في مجرى التصريف. (أنظر الأشكال 23.3 و24.3 و25.3).

الغطاء النباتي

الغطاء النباتي هي الحياة التي تنشأ من نظام حصاد مائي. وهي تزيد تسريب الماء وتثبيت التربة بتغلغل الجذور، وتوفر موارد وفوائد متعددة. ويتم تشجيع زراعة النباتات واستخدامها داخل كل سد ترابي للحصاد المائي أو بجانبه. إن استخدام النباتات ملائم في كل جزء من جميع أنواع مستجمعات المياه بدون تحديد للانحدار الملائم. ومن المهم زراعة أنواع تلائم المناخ بذلك القدر من الكثافة بحيث يمكنها، بمجرد أن يكون قد تم توطيدها، أن تعيش بشكل أساسي، أو حصري، على مياه أمطار الموقع المحصودة. ضع جميع المزروعات، واجعل بينها مسافات وفقاً لحجمها المتوقع عند النضج، وليس وفقاً لحجمها عند زراعتها. (أنظر الشكلين 26.3 و27.3؛ وهناك المزيد حول استخدام النباتات في تصميم متكامل في الفصل التالي.)



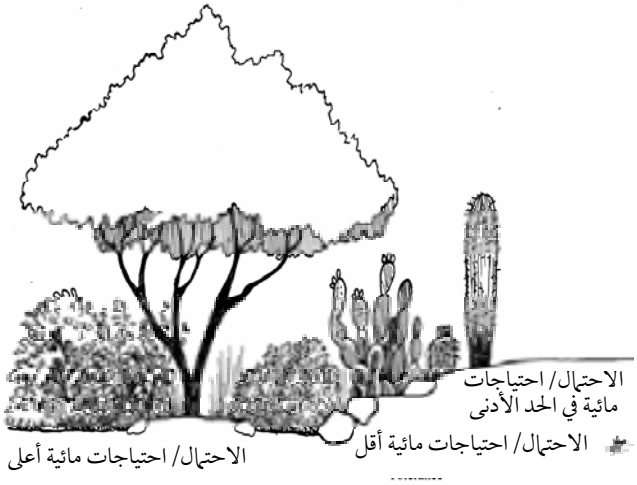
الشكل 24.3 أ. ثبت أحجار العقد للصف الأول أو الصفين الأولين من الصخور في سد كابح ذي ارتفاع الصخرة الواحدة لإرساء البناء، وتجنب سقوط الماء بطريقة مشابهة للشلال من الصخور على تربة جرداء ما من شأنه أن يكوِّن حفرة تعرية. ازرع في البناء بذور حشائش محلية لتسريع توطيد النباتات المثبِّتة.



الشكل 24.3 ب. يمكن أن يتم بناء سد كابح بارتفاع صخرة واحدة فوق الأول بعد أن يكون قد امتلأ طبيعياً من الخلف بما يدعمه من الرواسب والنباتات المثبتة. عندئذ يعمل السد ذو ارتفاع الصخرة الواحدة الأصلي كقناة مثبَّتة لتصريف المياه الفائضة للسد الثاني.

25.3 أ. سد كابح بارتفاع صخرة واحدة، ريد ويندميل درو، مالابي رانش، بالقرب من دوغلاس في ولاية أريزونا. إن السدود الكابحة بارتفاع صخرة واحدة هي مجرد سدود بارتفاع صخرة واحدة ومقامة في ثلاثة إلى خمسة صفوف متوازية مرصوصة بإحكام مع بعضها البعض عبر مصرف مائي. ليس هناك مئزر. تمت إعادة نشرها بإذن من مقدمة إلى مكافحة التعرية بقلم بيل زيديك وجان ويليام جانسينز. شكر على الصورة موجَّه إلى: فان كلوتييه من ستريم داينامكس. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.

الشكل 25.3 ب. بعد شهرين، وبعد أمطار الصيف، نمت نباتات جديدة في الجهة التي تعلو السد. ولأن البناء يكون بارتفاع صخرة واحدة فقط، فإن النباتات سوف تنمو بسهولة بين الصخور لتثبت البناء أكثر وتبطئ من تدفق الماء. إن تثبيت أحجار صف الصخور الموجود في المنحدر نحو الأسفل أعمق داخل التربة كان من الممكن أن يقلل من الحت مباشرة أسفل البناء إلى الحد الأدنى. تمت إعادة نشرها بإذن من مقدمة إلى مكافحة التعرية بقلم بيل زيديك وجان ويليام جانسينز. شكر على الصورة موجَّه إلى: فان كلوتييه من ستريم داينامكس. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.



الشكل 26.3. الزراعة وفقاً للاحتياجات المائية والقدرة على التحمل. لاحظ كيف يمكن أن تستخدم الصخور الجافة المكدسة لتثبيت جوانب أحواض الحصاد المائي.

الشكل 27.3. شجرة تحتاج إلى تصريف أفضل (غالباً ما تكون شجرة فاكهة) مزروعة بجانب حوض حيث يمكن لجذورها أن تستفيد من الحصاد المائي بسهولة، في الوقت الذي تبقى فيه قاعدة الشجرة (تاج الجذر) مفرغة من الماء وجافة لتقليل فرصة تعفن التاج.

لمحة عامة عن أنظمة خزانات الماء

ينبغي أن تتبع أنظمة خزانات الماء مبادئ حصاد مياه الأمطار الموضحة في الفصل 1، ولكن لأنها تخزن كمية من الماء يسهل الوصول إليها، فإنه يتعين عليك كذلك اتباع مجموعة إضافية من المبادئ المخصصة لخزانات الماء. وتتم مناقشة مبادئ ومكونات أنظمة خزانات الماء المبينة أدناه بالتفصيل في المجلد 3، كما تتم مناقشة خيارات متنوعة للصهاريج (التي تم تصنيعها مسبقاً أو المصنوعة في الموقع). اذهب إلى الإنترنت إلى watertanks.com للحصول على مرجع سريع لبعض الصهاريج مسبقة التصنيع والتكاليف الحالية.

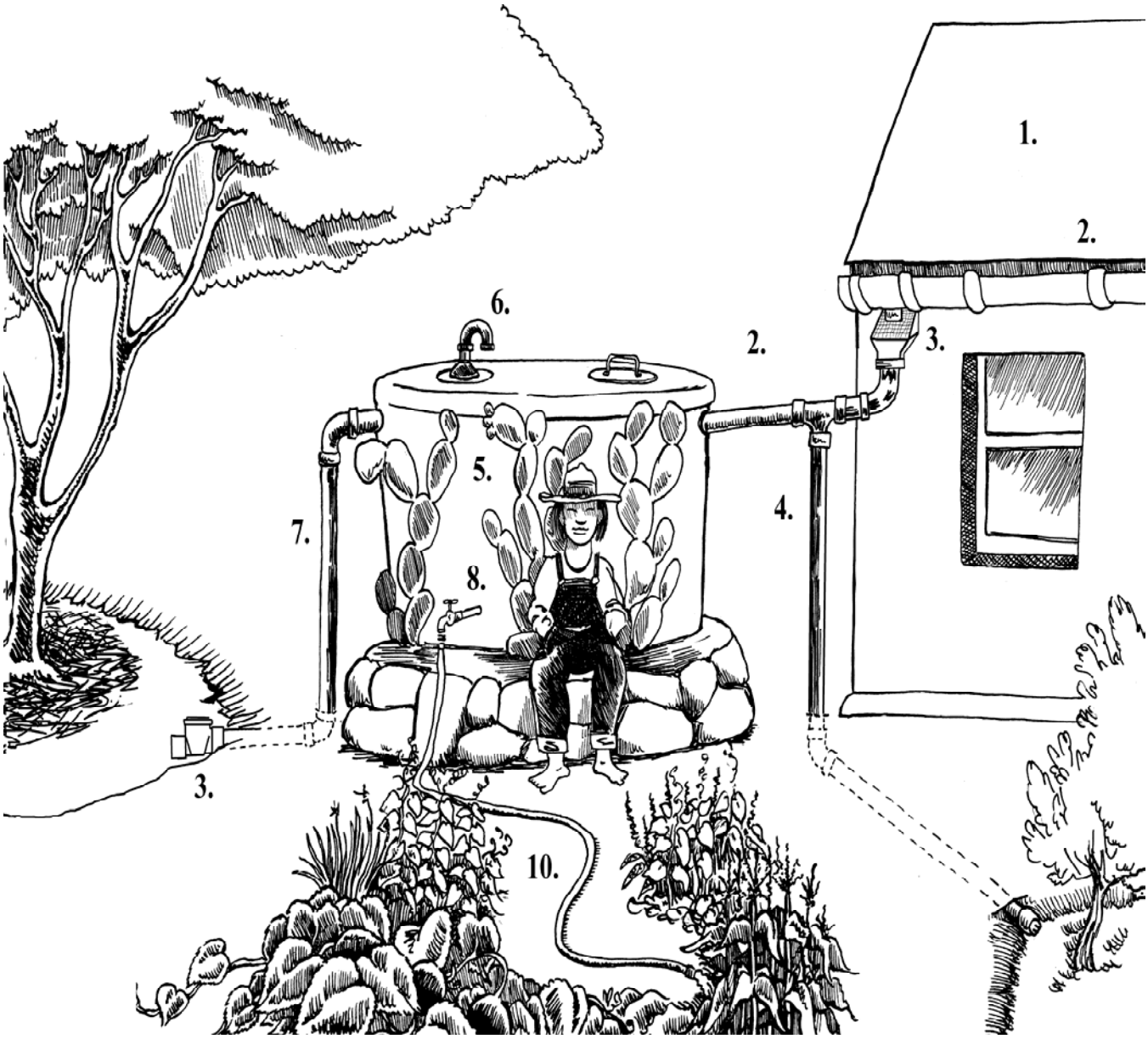
عشرة مكونات أساسية لنظام خزان ماء سكني فوق الأرض وبسيط (الشكل 28.3)

1. سطح مستجمع مياه
2. أنابيب تصريف ومزاريب
3. تغطية فتحات خزان الماء والمزاريب بمناخل
4. أنظمة التدفق الأول (اختياري)
5. خزان ماء
6. منفس
7. فائض مياه
8. حنفية وصمام
9. فلاتر ومضخات (اختيارية ولم يتم وضع صور لها)
10. فريق الصيانة: أنت

تسعة مبادئ لنظام خزان الماء

أنظر الأشكال من 30.3 حتى 36.3 للاطلاع على أمثلة عن خزانات/ صهاريج. أنظر المجلد 3 لـ *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* لمزيد من التفاصيل حول كيفية تلبية مبادئ خزانات الماء.

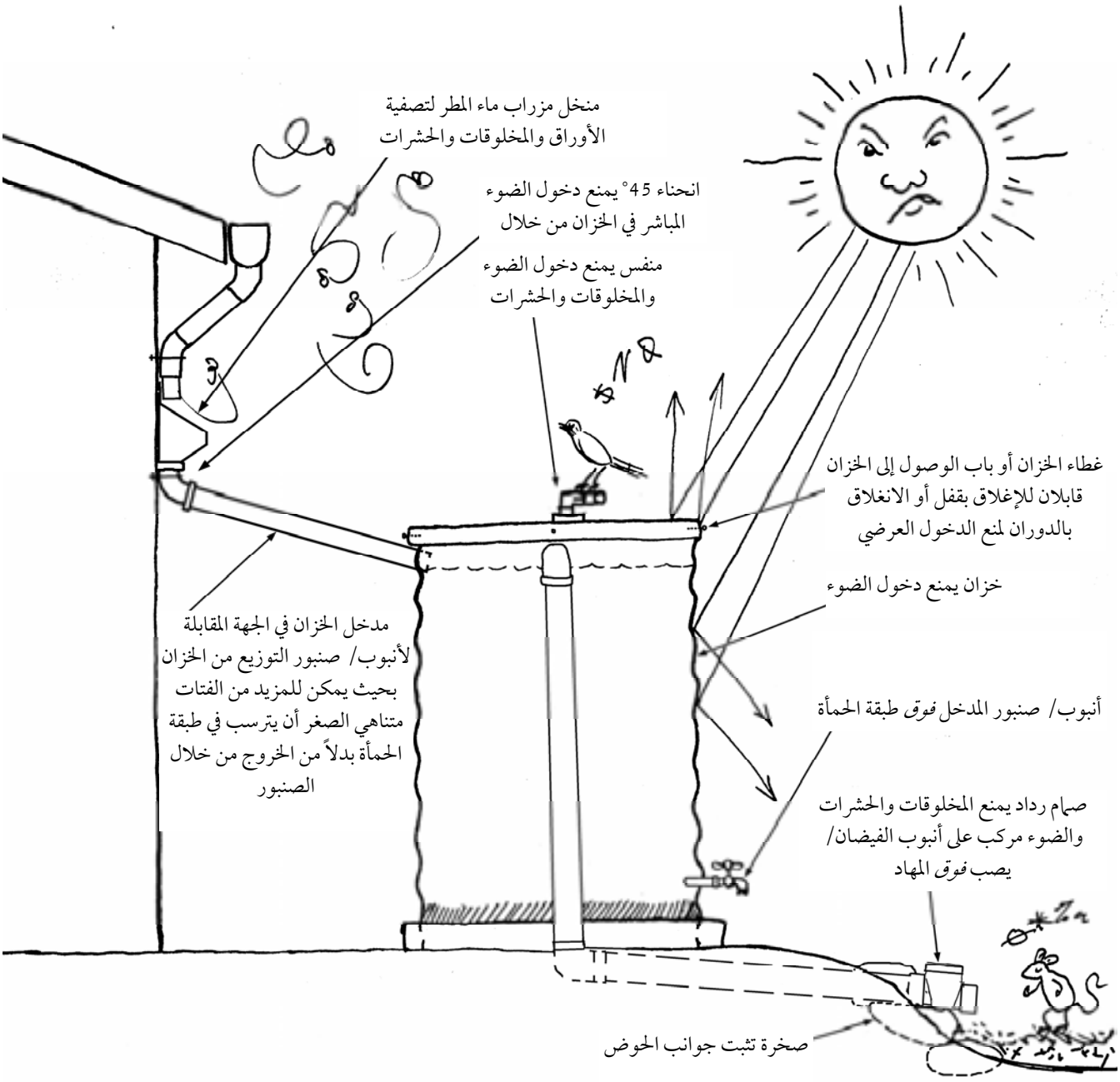
1. **تأكد من وجود تدفق داخل كافٍ.** لا تفقد الماء. اجعل أنابيبك الخاصة بالتصريف والمزاريب وأنابيب التدفق الداخل بحجم مناسب لمعالجة أقصى حد من شدة وكثافة هطول الأمطار الذي من المحتمل أن يحدث في منطقتك. (أنظر المعلومات حول تحديد حجم المزراب في المجلد 3، الفصل الذي يتناول مكونات خزان الماء.)
2. **تأكد من وجود تدفق خارج كافٍ واستخدمه كمورد.** يجب أن يكون قطر أنبوب تصريف الفائض في الخزان مساوياً لقطر أنبوب التدفق الداخل للخزان، أو أكبر منه، بحيث لا يقوم نظامك بتجميع الماء. قم بتوجيه ذلك المورد من التدفق الفائض إلى خزان آخر، أو إلى أحواض مغطاة ومزروعة بنباتات.



الشكل 28.3. المكونات الأساسية لنظام خزان ماء

المفتاح:

1. سطح مستجمع مياه
2. أنابيب تصريف ومزاريب
3. تغطية فتحات خزان الماء والمزاريب بمناخل
4. أنظمة التدفق الأول (اختياري)
5. خزان ماء
6. تهوية
7. فائض مياه
8. حنفية وصمام
9. فلاتر وممضخات (اختيارية ولم يتم وضع صور لها)
10. فريق الصيانة: أنت



الشكل 29.3. نظام خزان ماء مغلق

3. **قم بتصميم نظامك لجمع مياه ذات جودة عالية.** كلما كانت نوعية المياه **المحصودة** أعلى كانت خيارات استخدامها المحتمل لديك أكثر، لذا لا تلوث مياهك بأي مواد سامة أو ملوثة يتكون منها نظامك. إن المواد المصنفة على أنها صالحة للتماس مع مياه الشرب تنتج المياه الأعلى جودة.

4. **قم بتصميم نظام مغلق يعمل على فلترة ذاته بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية.** قم بتصميم أو تركيب خزانات «مغلقة» محجوبة عن أشعة الشمس والحشرات والكائنات الحية بحيث لا تنمو الطحالب والبكتيريا، ولا يتكاثر البعوض، ولا تلوث الكائنات الحية الغارقة أو فضلاتها مياهك. إضافة إلى ذلك، سوف تقلل أغطية الخزانات من فقدان الماء بالتبخر. قم بتركيب أنبوب التدفق الخارج من الخزان (أنبوب «التزود») فوق أسفل الخزان بما لا يقل عن 4 إنشات (10 سم) لتجنب سحب حمأة الرواسب (فضلات أوراق الشجر والتراب، إلخ.) إلى داخل أنبوب التغذية. أنظر الشكل 29.3 كمثال.

5. **حافظ على إمكانية وصول إلى خزانك وقطعه الداخلية.** إنك تحتاج للوصول إلى خزانك للتحقق من مستويات الماء، ولتنظيفه، ولإجراء تصليحات له. قم ببناء خزانات فوق الأرض بحيث تكون هناك مساحة كافية للسير حولها بالكامل للتحقق من (وتصليح) التسريبات وإجراء عمليات تفقُّد، لا سيما إذا كانت قريبة إلى مبنى ما.

6. **قم بتهوية خزانك.** يجب تهوية جميع الخزانات المغطاة بأغطية أو أسقف محكمة لمنع تشكل فراغ داخل الخزان عندما يتم سحب كميات كبيرة من الماء بسرعة من الخزان.

7. **استخدم الجاذبية لصالحك.** ضع خزانك في مكان يمكنك فيه الاستفادة من ارتفاع سطح مستجمع المياه وقوة الجاذبية المجانية لجمع مياه الأمطار وتوزيعها في جميع أنحاء موقعك. وقد تكون الخزانات الموجودة تحت الأرض غير قادرة على استخدام الجاذبية لتوزيع المياه المخزَّنة، ولكن ينبغي تصميمها بحيث يمكن أن يحدث فيضان الماء مع الجاذبية. ويمكنك دائماً إضافة مضخة لزيادة ضغط الماء والأداء، إن لزم الأمر، ولكن لا تحول المضخة إلى عكاز يجب أن يعتمد عليه نظامك.

الشكل 30.3 خزان مجلفن ومزراب نظام رطب، تانك تاون في ولاية تكساس. إن أنبوب مزراب النظام الرطب يكون فيه ماء دائماً بحيث لا يمكن استخدامه في الطقس البارد. ويتم دعم الجريان الأفقي في الأنبوب من التربة، ومن ثم يرتفع إلى الأعلى (ولكن ليس أعلى من نقطة تدفقه الداخل في أنبوب التصريف) ليدخل في خزان أو سد ترابي.

الشكل 31.3. خزان/جداري من الفولاذ سعة 10,000 غالون (37,850 لتراً) ومزراب نظام جاف يجمع الجريان السطحي من السقف للري، متحف الأطفال في سانتا في، ولاية نيو مكسيكو. يقوم مزراب النظام الجاف بتصريف جميع المياه من الأنبوب تاركاً إياه جافاً بين فترات هطول الأمطار. وهو لا يجمع الحمأة وليس عرضة للتلف بسبب التجمد.

الشكل 32.3. خزانات عبّارة ذات أغطية واقية من الضوء والحشرات والكائنات الحية. ينتقل الماء الفائض من خزان إلى التالي، ومن ثم يخرج إلى أحواض مزروعة غير ظاهرة. ميلاغرو هاوسينغ، توسون في ولاية أريزونا.

الشكل 33.3. خزان ووتر هارفست سليم لاين® مصنوع من الفولاذ المموج سعة 300 غالون (1,136 لتراً). مُعاد إنتاجه بإذن من بلوسكوب وتر. إن خزانات سليم (الرفيعة) تعمل بشكل رائع بالنسبة للمساحات الصغيرة والساحات الضيقة، وهي متوفرة بسعات تصل حتى 1،500 غالون (6,000 لتر) ومصنوعة من المعدن أو البلاستيك أو الألياف الزجاجية. ويمكن أن تؤدي غرضاً إضافياً كجدران للحديقة أو كستائر للخصوصية.

الشكل 34.3. خزان سعة 300 غالون (1,150 لتراً) مصنوع من البولي إيثيلين مع مصفاة لفتحة المطر على المزراب يجمع الجريان السطحي في السقف من سطح الشرفة لري فناء الموقع الخارجي، مكاتب المحافظة على الطبيعة، توسون في ولاية أريزونا. يمنع منحنيان بدرجة 45° في أنبوب المزراب الضوء المباشر عن الخزان. ويشمل غطاء فتحة الوصول إلى داخل الخزان على منفّس مخفي. وفي أسفل الخزان على الجهة اليسرى، ويمكّن صمام كروي من الاستفادة من مياه الخزان، وبجانب الصمام يوجد محبس يوصل مياه البلدية. وبجانب المحبس يوجد صمام لمنع ارتداد الماء يوجه الماء الفائض إلى حوض مغطى بمهاد.

الشكل 35.3. خزان تحت أرضي سعة 1,200 غالون (4,542 لتراً) مصنوع من الإسمنت ومصمم هندسياً ليتحمّل وزن مركبات فوقه. وتظهر منه فقط أغطية الوصول إلى داخله. ويجمع الخزان الجريان السطحي في السقف من المنزل. سانتا في ولاية نيومكسيكو.

8. **اجعل استخدام الأمطار ملائماً**. حيثما يكون ممكناً، قم باختيار مكان خزانك بحيث يكون بالقرب من كل من مصدر الماء (السقف) والوجهة المقصودة (الحديقة، المغسلة، إلخ.). إن هذا سوف يقلل من طول أنابيب المزراب وخراطيم الماء إلى الحد الأدنى ما يؤدي إلى توفير المال والمواد ويساعد في الحفاظ على ضغط الماء. وعلى أقل تقدير، قم بوصل أو بلحم حنفية الخزان لتكون قريبة بشكل ملائم من نقطة استعمالك، حتى ولو كان الخزان بعيداً بشكل غير مناسب.
9. **اختر مكان خزانك بحيث يفعل أشياء أكثر من تخزين الماء**. كلما كان خزانك يفعل أشياء أكثر، كان أكثر فعالية من حيث التكلفة. فبتصميم خزان يعمل كذلك كجزء من ستار خصوصية، أو كسياج أو كجدار استنادي أو كدعامة ارتكاز لشرفة مغطاة، تتخلص من تكلفة شراء مواد أخرى لجعل ذلك الجزء من الستار و/ أو سور و/ أو جدار و/ أو دعامة.

مثال من واقع الحياة

مجتمع الأمطار الجارية

أنهي هذا الفصل بقصة زوجين في مزرعة منزلية يحصدان مياه المطر في كل من التربة والخزانات. وعلى الرغم من أنهما يعيشان في أرض تبلغ مساحتها 40 فداناً (16.2 هكتار)، إن المبادئ التي تعلماها من العيش عدة سنوات مع نظام يتطور يمكن تطبيقه بجودة مماثلة على 1/10 فدان من قطعة أرض حضرية، وفي مجتمع بأكمله، وفي أي أرض ذات مساحة متوسطة بينهما.

العيش بعيدا عن مياه أمطار محصودة في خزانات وفي التربة

قبل سبعة وعشرين عاماً حصل دان هاول على تذكرته للانتقال من سباق الفئران في جنوبي كاليفورنيا إلى حياة الريف. وهناك على لوحة إعلانات محل غسل الملابس في غسالات أتوماتيكية مقابل أجر، كانت توجد بطاقة 3 × 5» إنشات مكتوب عليها «40 فداناً في في نيو مكسيكو الريفية الجميلة - رخيصة.»

الشكل 36.3. خزان سعة 6,000 غالون (22,700 لتر) مصنوع من الإسمنت المسلح، ويخزِّن الجريان السطحي في السقف من أجل الاستعمال المنزلي والري، سكن ميولي، تيجيراس في ولاية نيو مكسيكو. إن القطعة المربعة من المعدن المموج فوق الخزان هو غطاء فتحة الوصول إلى داخل الخزان.

الشكل 37.3. خزان سعة 7,000 غالون (26,460 لتراً) مصنوع من الإسمنت ومصبوب في الموقع، وذو واجهة حجرية يعمل كفناء ويجمع الجريان السطحي في السقف من أجل ري أشجار حمضيات ونباتات أخرى في الأسفل بفعل الجاذبية. لاحظ كيف أن الجزء الرئيسي من الخزان يوجِد مناخاً موقعياً أكثر دفئاً بالنسبة لمعظم أشجار الحمضيات الحساسة للصقيع على الجانب المواجه للجنوب من هذا الخزان في نصف الكرة الشمالي. توسون في ولاية أريزونا. لرؤية الصورة ملونة، أنظر الغلاف الخلفي من الداخل.

وقد اشتراها دان بدون أن يراها، وانطلق ليجد أرضه في غرب وسط ولاية نيو مكسيكو. وعلى ارتفاع 7,000 قدم (2,134م) كان الهواء منعشاً تحت سماء زرقاء رحبة. لقد كانت الأرض جميلة للغاية ولكنها كانت آخذة في التعرية. وكانت أشجار صنوبر البينيون شديدة القدرة على الاحتمال، والعرعر والأعشاب الرفيعة تتناثر متبعثرة على الأرض معبِّرة عن حالات مناخية متطرفة. فدرجات الحرارة في يوم صيفي يمكن أن ترتفع لتصل إلى 100 درجة فهرنهايت (38 درجة مئوية)، وتنخفض في ليالي الشتاء أدنى من درجة التجمد بكثير. والأهم من ذلك كله أنها كانت جافة. وقد وصل معدل هطول الأمطار السنوي فقط إلى 14 إنشاً (356 ملم)، وكانت المياه الجوفية عميقة جداً لدرجة أن كل شخص في المنطقة كان يجلب الماء بواسطة صهاريج. لقد كانت التربة معرّاة بسبب سوء إدارة رعي المواشي والإفراط في قطع الأشجار. وبدون تأثير التثبيت بواسطة النباتات، كانت الرياح ومياه الأمطار تجتاح الأرض آخذة معها التربة السطحية. لقد كان دان مصمماً على الانتقال إلى أرضه والعيش بطريقة أفضل. وعاد إلى لوس أنجلوس ليعد نفسه. بعد خمس سنوات، في عام 1977، توجه هو وزوجته الجديدة كارين إلى الأرض مع أموالهما المدخرة وتصميمهما.

أوقف دان وكارين مقطورتهما، وقاما ببناء كوخ صغير مغطى بسقف من الحديد المموج تبلغ مساحته 200 قدم مربع (18.6م^2). وكان هناك أنبوب تصريف موصول يصرِّف ماء المطر إلى عشرة براميل بلاستيكية مختومة يتسع كل منها لـ 55 غالوناً (208 لتر). وعندما هطلت أمطار تموز/ يوليو، امتلأت البراميل على الفور، متيحة لدان وكارين استراحة ترحيب من نقل الماء. لم يقم جيرانهما بجمع قطرة واحدة من المطر، وكانوا عائدين على الطريق الطويل إلى البلدة حاملين الماء في اليوم التالي.

لقد كان دان وكارين يعلمان أن الأمطار والثلوج ستكون متقلبة، وتتراوح مابين 7 إنشات إلى 30 إنشاً (178 إلى 762 ملم) من سقوط الأمطار في السنة، مع معدل هطول سنوي يبلغ 14 إنشاً (356 ملم). وفوق أرضهما البالغة مساحتها 40 فداناً (16.2 هكتار)، فإن هذا المدى من هطول المطر يمكن أن يتنِج 7,623,000 إلى 32,670,000 غالون (28,856,000 إلى 123,669,000 لتر) من الأمطار في السنة!

لقد أدرك الزوجان هاول أن الأمطار كانت وفيرة أكثر بكثير من كمية مياه البلدية المحلية التي كان بإمكانهما نقلها. كما أنها كانت مجانية – وتأتي إليهما! لذا، فقد قرر الزوجان هاول جعل مياه الأمطار المصدر الرئيسي للماء لجميع احتياجاتهما المائية، وأطلقا على مزرعتهما اسم «مجتمع الأمطار الجارية».

وبمجرد أن قاما بتوصيل خزان فولاذي مجلفن سعته 500 غالون (1,900 لتر) مع أنبوب التصريف على السقف المعدني لمنزلهما المبني حديثاً، حصلت شاحنة الماء على استراحة. لقد كان الخزان الواحد والسقف الجديد البالغة مساحته 400 قدم مربع (37.2 م^2) كافيين لسد الاحتياجات المائية المنزلية للزوجين هاول من شرب وغسيل واستحمام وطبخ لسنة كاملة! (أنظر الشكل 38.3).

العيش على ماء المطر: مخزون الخزان

يعيش الزوجان هاول على مياه الأمطار منذ 20 عاماً. إن مذاقها رائع ولم تكن هناك حاجة أبداً لأن تتم فلترتها، ومع ذلك قاما بتركيب ري بالتنقيط «مصفاة فلترة على شكل حرف Y» قبل ثلاث سنوات من أجل ضيوفهما، ولأن جزيئات صغيرة جداً من الصدأ الذي يتعرض له الخزان بدأت تظهر في الماء. وتلوث الهواء في منطقتهما قليل جداً، والأهم من ذلك، تتم المحافظة على سقف دان وكارين المعدني ونظام مستجمع المياه بكامله نظيفاً وخال من المواد السامة من البداية حتى النهاية. لقد كانا حريصين في تجنب المصادر المحتملة للمواد السامة مثل الألواح الإسفلتية التي تكسى بها السقوف أو موانع التسرب المصنوعة من الرصاص. ويتأكدان من أن خزانهما مغلق بإحكام بحيث يمنع دخول أي أشعة شمس أو حشرات أو كائنات حية يمكن أن تؤدي إلى وضع أو تكاثر بكتيريا أو أمراض غير مرغوب فيها.

لقد صنع الزوجان هاول تغييرات مذهلة في أسلوب حياتهما المرتبط باستعمالهما للماء. فيستخدم دان وكارين 5 غالونات من الماء فقط لكل منهما في اليوم داخل المنزل. ويتم تصريف أي مياه تنزل في المغسلة أو الحمام إلى الخارج لري النباتات. لقد قاما ببناء مرحاض تسميد جاف للتخلص من استهلاك المياه لمعالجة المياه العادمة، واستخدام الفضلات البشرية (براز وبول) لتعزيز خصوبة أرضهما. وبالعيش داخل

حدود مواردهما المائية في الموقع، لا يتسبب الزوجان هاول بإفقار منطقتهما بسبب الاستهلاك المفرط، ولا يحتاجان إلى العمل بدوام كامل لسد احتياجاتهما الأساسية.

ومع بناء كوخ وورشة، فقد ازداد سطح مستجمع مياه السقف من 400 إلى 2,000 قدم مربع (37.2–185.8 م^2). لقد رفع خزانان إضافيان سعة مخزون المياه المنزلية لجمعية مياه الأمطار الجارية إلى 4,500 غالون (17,000 لتر). لقد بدأ دان وكارين صغيرين وعملا على معالجة مواطن الخلل في نظامهما قبل التوسع، وهذا هو بالضبط ما يوصيان أن يقوم به الآخرون.

كيف يتعامل الزوجان هاول مع الماء المتجمد في خزاناتهما

يقوم الزوجان هاول في فصل الشتاء بتصريف ما يكفي من الماء من خزاناتهما التي تبلغ سعة كل منها 500 غالون (1,900 لتر) بحيث يكون 20٪ في الجزء العلوي من الخزان فارغاً. هذا الأمر يضمن وجود متسع كافٍ لتمدد الماء إذا تجمدت. ومن يوم إلى يومين هي أطول مدة يبقى فيها دان وكارين بدون قدرة على استخدام الماء الذي تجمد داخل خزاناتهما الموجودة في الهواء الطلق، فلديهما دائماً إمداد مائي احتياطي مخزَّن داخل المنزل لمثل هذه الحوادث. إن ذلك هو مدى استعداد الزوجين هاول لتخزين مياه الشتاء، وهو يعمل بشكل جيد بالنسبة لهما.

(ربما تكون هناك حاجة لاستراتيجيات مختلفة في ظل ظروف أشد برودة. ومن أجل الاستعداد لطقس شديد البرودة، اسأل السكان المحليين الذين يحصدون الماء ماذا يفعلون، واطلع على القوانين المحلية بشأن خزانات الماء وتركيب التمديدات الصحية في منطقتك.)

حصاد مياه الأمطار في التربة

في حين كان الزوجان هاول يقومان بتركيب نظام جمع مياه الأمطار على سقف منزلهما، كانا في الوقت ذاته يعملان في الموقع الخارجي على حصاد مياه الجريان السطحي للعناية بنباتاتهما.

الشكل 38.3. منزل الزوجين هاول وخزانهما الذي يتسع لـ 500 غالون (1,895 لتراً) والمصنوع من الفولاذ المغلفن

كان دان وكارين يستخدمان جميع الجريان السطحي على سقف منزلهما لاحتياجاتهما المائية المنزلية، لذا فقد قررا إنشاء حديقة غذائية كبيرة حيث يعمل الموقع الخارجي بشكل طبيعي على تركيز مياه الجريان السطحي داخل غدير صغير (مصرف مائي) على بعد حوالي 150 قدماً (45.7 م) من المقطورة والمنزل. ومن أجل تثبيت الغدير وضمان أن الحديقة ستكون في مأمن من العواصف المطرية المسببة للتعرية، قام دان وكارين ببناء سلسلة من السدود الكابحة وأكياس الحجارة المعدنية في المصرف المائي. إن السدود الكابحة هي حواجز نفاذة موضوعة *داخل* مصرف مائي بشكل متعامد مع تدفق الماء. ويتم تثبيت أكياس الصخور المعدنية أكثر بلف سياج معدني.

لقد تم وضع أكياس الحجارة المعدنية والسدود الكابحة داخل المصرف المائي بحيث أنه بمجرد تراكم المخلفات والرواسب خلف البنية الصغيرة، فإنها سوف تنشئ سلسلة من المصاطب الأفقية على مستويات متدرجة متجهة من أعلى إلى أسفل الغدير. لقد تم نشر تدفق الماء فوق سطح واسع، وإبطاؤه، والسماح له بالغوص ببطء إلى التربة. وعملت سدود ترابية أخرى على إبطاء تدفق الماء أكثر في مكان أعلى من المنحدر داخل مستجمع المياه المحلي الذي يصرِّف الماء إلى الغدير، ومع إيقاف التعرية والمياه محصودة في التربة، بدأت نباتات جديدة بالظهور في حوض غدير كان ذات يوم آخذ في التلف. وكما يوضح دان: «إذا كان هناك حتّاً في الغدير ولا توجد نباتات، عندها تعرف أن الوضع خارج

الصندوق 2.3. يحتاج النظام إلى القليل من الصيانة ولكنه بالتأكيد ليس نظاماً لا يحتاج إلى صيانة نهائياً

قبل ثلاث سنوات أدى أنبوب مياه مكسور إلى فقدان نظام الري لـ 7.000 غالون (550 ,26 لتراً) من المياه المحصودة. وخلافاً لنظام البلدية حيث يوجد إمداد مائي احتياطي، فإن نظام دان وكارين محدود ويجب معالجة التسريبات على الفور. لقد تدبرا أمرهما في ذلك الفصل، ولكن كان عليهما أن يكونا محافظين بشدة أكثر حذراً إلى أن قامت الأمطار بتجديد مخزونهما المائي. إن التفقُّد المتكرر لنظامك هو فكرة جيدة.

نطاق السيطرة. وإذا توطدت النباتات في القاع عندها تعرف أن الوضع أكثر استقراراً.»

ضمن هذه المصاطب ذات المستويات الثابتة، قام دان وكارين بزراعة 600 قدم مربع (55.7 م^2) من الحدائق لتلبي 15–25٪ من احتياجاتهما الغذائية. وقد حققا النجاح الأكبر في زراعة الهليون والثوم والبصل المصري الجوال والأرضي شوكي المقدسي. ويتم ري الحدائق بشكل أساسي من مياه الأمطار المخزَّنة في التربة، ولكن بالنسبة للنباتات الأقل تحملاً للجفاف، فقد كان الزوجان هاول يحتاجان إلى مصدر مائي للري السطحي في أوقات الجفاف. ولتوفير هذا الأمر، قاما بحفر خزانين ترابيين بسعة 000 ,20 غالون (700 ,75 لتر) على منطقة مرتفعة في موقعهما الخارجي. ويمتلئ هذان الخزانان تماماً في هطول مطر واحد جيد، ويوفران كل مياه الري المطلوبة لمدة سنة كاملة! وبمجرد أن يمتلئ الخزانين، يتم ضخ الماء من الخزانين إلى خزان من الألياف الزجاجية تبلغ سعته 000 ,10 غالون (850 ,37 لتراً) وإلى خزان مستعمل من الفولاذ بسعة 000 ,5 غالون (950 ,18 لتراً) وهو قائم كذلك على مكان مرتفع من الموقع الخارجي. عندئذ يتم توزيع المياه من الخزانين إلى الحدائق بالاستفادة من التدفق بفعل الجاذبية.

ولدعم الخضار التي تحتاج إلى الكثير من الماء، قام دان وكارين بتثبيت خراطيم تسريب المياه تحت سطح الأرض ببضعة إنشات، وقاما بتغطية التربة فوقها بمهاد للحفاظ على الرطوبة. وهناك حاجة إلى عشرة أرطال لكل إنش مربع (psi) من ضغط الماء لخطوط الري لتعمل، وقد تحقق هذا الأمر بسهولة من خلال وضع الخزانات فوق مستوى الحديقة: لكل *قدم من مصدر المياه (الخزان) مرفوع فوق وجهته (الحديقة)، توفر الجاذبية ضغطاً يبلغ 0.43 رطلاً لكل إنش مربع*. وكما يقول دان: «لا مضخات ولا مرافق ولا تلوث.» (أنظر الفصل الذي يتناول مبادئ أنظمة الخزانات في المجلد 3 بالنسبة لنظام الري بالتنقيط الذي تتم تغذيته بفعل الجاذبية والذي يمكن أن يعمل بأقل من ضغط 10 رطل لكل إنش مربع.)

بعد كل موسم ممطر يتم تفريغ الماء الفائض في الخزانات فوق الموقع الخارجي حيث تكون هناك حاجة إليه. وتتم إزالة الطمي المتراكم من قاع الخزان وتنقل بعربة باتجاه أسفل المنحدر لإقامة سواتر كونتورية للحصاد المائي. وفي بعض الأحيان يتم حفر حوض على طول الجزء المائل نحو الأعلى من هذه السواتر، مشكلاً ساتراً وحوضاً. تقام هذه المنشآت في صفوف متساوية الارتفاع على طول الأرض حيث تحتجز مياه الأمطار وتسربها بسرعة داخل التربة حيث تكون متاحة لنمو النباتات.

يجري دان وكارين على الدوام تجارب محاولان زيادة إنتاجية موقعهما وكفاءة حصادهما المائي. لقد حقق بستان يغذَّى بماء المطر داخل نظام سواتر شبكة ومقلاة نجاحاً محدوداً. ومن هنا اكتشفا أن مستجمعات المياه الميكروية كانت بحاجة إلى توسيع لحصاد كمية مياه أكبر، وأن الظواهر المناخية المتطرفة حدَّت من تنوع المحاصيل المنتِجة التي كان بإمكانهما زراعتها. وقد كان إيجاد أساليب مختلفة من السواتر والأحواض التي سرَّعت عملهما في إعادة زراعة النباتات أكثر نجاحاً (للاطلاع على المزيد عن أساليب السدود الترابية المذكورة في هذه الفقرة والفقرة أعلاه، أنظر الفصل الذي يتناول الساتر والأحواض في المجلد 2).

لم ينتهِ عمل الزوجين هاول بعد. إن لديهما حياة مختلفة كلياً عن حياة الدوام المكتبي من الساعة 9 وحتى الساعة 5، ولكنهما ليست حياة ترفيهية. إذ يجب المحافظة على النظام، ولديهما خطط لحفر المزيد من الخزانات وإنشاء المزيد من السواتر الكونتورية. إنهما يخططان لاستعمال المياه الإضافية المحصودة لزراعة نباتات محلية وطبية. وعندما تنهمر الأمطار من غيوم العاصفة فوق أرضهما، تمتلئ السواتر والأحواض والخزانات بالماء، وتحتجز أكياس الحجارة المعدنية الطمي الخصب، وتنبثق النباتات بنمو جديد. ويوليد موقعهما الآن من الموارد أكثر مما يتم تصريفه. لقد مر أكثر من عشرين عاماً منذ ذلك اليوم المحتوم في مغسلة الملابس الأتوماتيكية في كاليفورنيا عندما قرر دان أن يجري مع فكرة مذهلة: من كان يمكن أن يخمن أنها ستجعل كليهما يجريان مع المطر؟

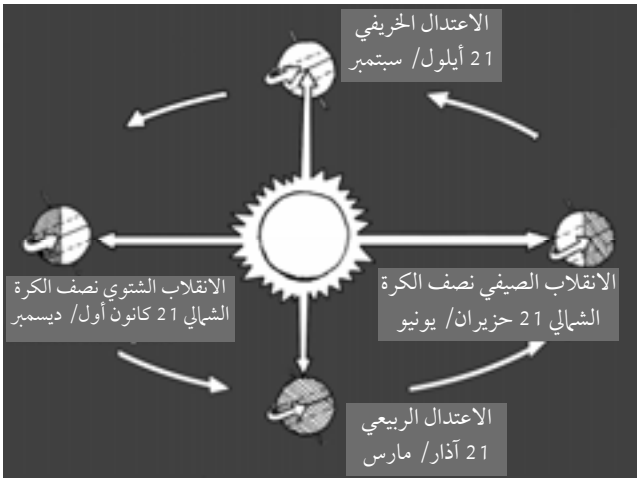
4 الفصل

التصميم المتكامل

يبين لك هذا الفصل كيف تزيد إمكانية موارد موقعك المائية إلى الحد الأقصى من خلال دمج المياه المحصودة مع الشمس والنباتات في موقعك للمساعدة، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، في تبريد المباني في الصيف، وتدفئتها في الشتاء، وتحسين النباتات والحدائق. وبالقيام بذلك تحقق المبدأ السابع من الحصاد المائي: اعمل على زيادة العلاقات المفيدة والكفاءة إلى الحد الأقصى عن طريق «تعديد الوظائف.»

استخدم استراتيجية «النظام المتكامل» لتوفير الاحتياجات في الموقع (على سبيل المثال، الماء، والمأوى، والغذاء، والجماليات) بالاستفادة من عناصر في الموقع (على سبيل المثال، الجريان السطحي لمياه الأمطار، والمياه الرمادية، والظل المبرِّد، والشمس التي تبعث الدفء، والنباتات) من خلال إيجاد تصميم فعال يوفر الموارد (على سبيل المثال، الطاقة والماء والمال) في الوقت الذي يتم فيه تحسين وظيفة واستدامة الموقع.[1] ويساعد التصميم المتكامل في تحويل «المشاكل» إلى حلول، على سبيل المثال، يمكن أن يعمل حصاد الجريان السطحي لمياه الفيضان المسببة للتعرية في أحواض إلى إنبات أشجار الظل، ويساعد في مكافحة الفيضانات والتعرية. إن المفتاح هو أن *ترى* و*تفهم* و*تجمع* العناصر في الموقع – مثل الجريان السطحي لمياه الأمطار، والنباتات والتعرض للشمس – لزيادة استعمالها المفيد إلى الحد الأقصى.

ولمساعدتك في فعل ذلك، فإن هذا الفصل يساعدك في تطوير تصميم متكامل لموقعك. ومرة أخرى نبدأ بالمراقبة، وهذه المرة بالتركيز على مسار الشمس عبر موقعك، ورسم مخطط له إلى جانب الملاحظات الأخرى التي وضحتها برسوم على خطة الموقع التي رسمتها في الفصل 2. لماذا تنظر إلى الشمس في كتاب للحصاد المائي؟ ذلك لكي تستطيع توجيه المباني والنباتات وغيرها لتحقيق الدرجة الأقصى التي يمكنها بها إنتاج موارد بدلاً من استهلاكها – من خلال القيام بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية وبحرية بتدفئة نفسها وتبريدها وتزويدها بالطاقة ونموها والحفاظ عليها بطريقة ستمكنك من تحقيق المزيد من جميع مواردك المائية (والوقت والمال). وفي هذا السياق، يتم تقديم *سبعة أنماط أساسية* للتصميم المتكامل في هذا الفصل لمساعدتك في إنشاء مخطط مفاهيمي لسدود الحصاد المائي الترابية والخزانات والحدائق والأشجار والمباني يتخلص من ملاحظاتك ويبني على موارد موقعك الموجودة في الوقت الذي يساعدك في تخفيف تحدياته. وكلما كانت الأنماط التي تدمجها في



الشكل 1.4. إن تغير زوايا أشعة الشمس يسبب تغير الفصول. ففي الانقلاب الشتوي في نصف الكرة الشمالي تكون الشمس منخفضة في السماء وقت الظهيرة، وحتى أنها لا تظهر في القطب الشمالي؛ ولكن في الوقت ذاته في نصف الكرة الجنوبي تكون الشمس فوق الرأس مباشرة عند مدار الجدي. وفي الانقلاب الصيفي في نصف الكرة الشمالي تكون الشمس مرتفعة في السماء عند وقت الظهيرة، ولا تغرب الشمس في القطب الشمالي، وتكون شمس منتصف النهار فوق الرأس مباشرة عند مدار السرطان. مقتبس من *المنزل المنحوت يدوياً – دليل عملي وفلسفي لبناء كوخ من الطوب* بقلم إيانتو إيفانز ومايكل جي. سميث، وليندا سمايلي، تشيلسي غرين ببليشينغ، 2002.

تصميمك أكثر، فإنه يصبح متكاملاً أكثر. وينتهي الفصل بأفكار مفيدة حول كيفية قيامك بتحسين التصميم المفاهيمي المتكامل لموقعك أكثر، وبالقصة التي تتحدث عن كيفية قيامي أنا وأخي بإنشاء مثل هذه الخطة وتنفيذها على أرضنا الحضرية. (يقدِّم الملحق 5 أوراق عمل تحثك للحصول على معلومات لتمضي قدماً بالمبادئ السبعة التالية. وربما ترغب في قراءة هذا الفصل بكامله أولاً ومن ثم قراءته مع أوراق العمل مدوناً المعلومات المناسبة.)

مسار الشمس

إننا نعيش على كوكب ذي ميلان يبلغ 23.5 درجة يقطع المسافة حول الشمس بشكل كامل كل سنة. هذه الخصائص تؤدي إلى تغيير تدريجي طوال السنة في الاتجاه الذي تشرق فيه الشمس وتغرب الاتجاه ووقت حدوث ذلك من اليوم، وزاوية الشمس فوق الأفق. وتعتمد درجة تغيير الاتجاه على خط العرض الذي يوجد عليه موقعك على الأرض (أنظر الشكل 1.4.)

وفي نصف الكرة الشمالي تشرق الشمس *جنوباً من* الشرق المحدد حسب مؤشر البوصلة، وتغرب *جنوباً من* الغرب المحدد حسب مؤشر البوصلة في الشتاء، في حين تشرق وتغرب من *شمال* الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة، على التوالي، في الصيف.

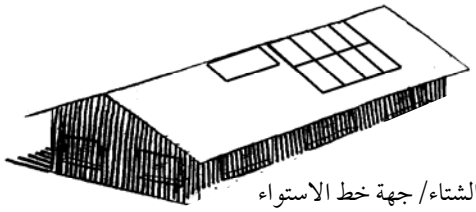
وفي نصف الكرة الجنوبي يحدث العكس: تشرق الشمس وتغرب شمال الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة في شتائها (الذي يحدث في الوقت الذي يكون نصف الكرة الشمالي في فصل الصيف)، وتشرق وتغرب جنوباً من الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة في صيفها. وفي الاعتدالين الربيعي والخريفي (21 آذار/ مارس و21 أيلول/ سبتمبر في نصف الكرة الشمالي؛ و21 أيلول/ سبتمبر و21 آذار/ مارس في نصف الكرة الجنوبي) تشرق الشمس وتغرب من الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة.

وجّه نفسك نحو «تدفق» الشمس طوال العام

بالنسبة لأولئك الذين يعيشون في نصف الكرة الشمالي، فإن الجهة الموجودة جنوب المباني والجدران والأشجار هي «جهة الشمس في الشتاء»، والجهة التي يواجه الشمال هي «جهة الظل في الشتاء.» وهذا لأن الشمس في الشتاء تبقى في السماء *الجنوبية* طوال اليوم. وفي منتصف النهار تبقى زاوية الشمس بالنسبة للأفق منخفضة (تصبح الزاوية أخفض كلما كنت أبعد أكثر إلى الشمال في خط العرض). (أنظر الشكل 2.4 والأشكال من 1.7أ حتى 5.7ب في الملحق 7.)

ويكون الوضع عكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي. فالجانب المواجه للشمال في المباني والجدران والأشجار هو «جانب الشمس في الشتاء» والجانب المواجه للجنوب هو «جانب الظل في الشتاء.» وتبقى شمس الشتاء في السماء *الشمالية*.

حدد «جانب الشمس في الشتاء» و«جانب الظل في الشتاء» لمنزلك الآن! ويشير ما تبقى من هذا الفصل باستمرار إلى هذا التوجّه، لذا كن مستعداً وتوجَّه الآن!



الشمس في الشتاء/ جهة خط الاستواء

الشكل 2.4 أ. التعرض لأشعة الشمس في *الشتاء* والظل الساقط في ظهيرة الانقلاب الشتوي على خط عرض 32 درجة. سخان شمسي للماء الساخن وألواح شمسية على السطح.

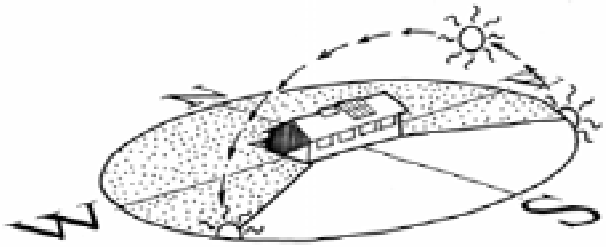
الشمس في الشتاء/ جهة خط الاستواء

الشكل 2.4 ب. التعرض لأشعة الشمس في الصيف والظل الساقط في ظهيرة الانقلاب الصيفي على خط عرض 32 درجة. سخان شمسي للماء الساخن وألواح شمسية على السطح.

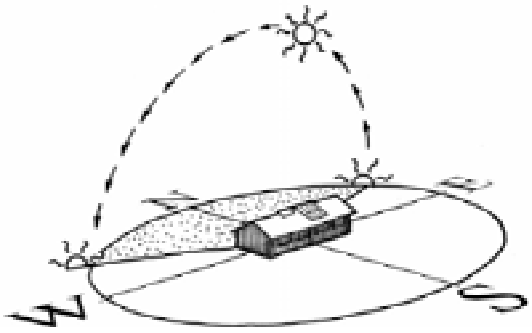
في الصيف عند خط عرض 23.5 درجة شمال، تشرق الشمس وتغرب إلى الشمال من الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة، ولكن في منتصف النهار تكون الشمس في السماء الجنوبية (وأعلى عن الأفق منها في الشتاء). لذا، فإن «جانب الظل في الصيف» للمباني والجدران والأشجار يكون هو الجانب المواجه للجنوب في الصباح وفي وقت متأخر من بعد الظهر، ولكن يكون في منتصف النهار الجانب المواجه للشمال (مع ظل أقصر بكثير من الظل الساقط في الشتاء). والعكس صحيح في نصف الكرة الجنوبي. (أنظر الشكل 3.4؛ والصندوق 2.4، والملحق 7 للاطلاع على زوايا الشمس بحسب خط العرض والفصل لنصفي الكرة الشمالي والجنوبي.)

ولدى سكان المناطق الاستوائية (من شمال وجنوب خط عرض 23.5 درجة حتى خط الاستواء) وضعاً أبسط، حيث تكون شمس منتصف النهار في الانقلاب الصيفي أكثر من 90 درجة فوق الأفق (جنوب الأفق في نصف الكرة الشمالي؛ وشمال الأفق في نصف الكرة الجنوبي)، لذا يكون «جانب الظل في الصيف» لمختلف الأجسام هو جانبها المواجه للجنوب (نصف الكرة الشمالي) أو جانبها المواجه للشمال (نصف الكرة الجنوبي) طوال اليوم.

حدد «جوانب الظل في الصيف» لمنزلك الآن!



الشكل 3.4 أ. مسار الشمس في الانقلاب الشتوي عند خط عرض 32 درجة شمالاً. سقوط ظل المنزل في الظهيرة. أنظر الملحق 7 للاطلاع على صور مسار الشمس عند خطوط عرض أخرى.



3.4 ب مسار الشمس في الانقلاب الصيفي عند خط عرض 32 درجة شمالاً. سقوط ظل المنزل في الظهيرة.

أضف الموقع أو اتجاه تدفق الشمس وغيرهما من الملاحظات على مخطط موقعك

ارسم خارطة لموقع شروق وغروب الشمس وقت الانقلابين الصيفي والشتوي؛ وأين تريد ظلاً أكثر أو تعرضاً للشمس أكثر؛ والاتجاه أو الموقع الذي تأتي منه الرياح السائدة أو الضوضاء أو الضوء؛ وأنماط حركة المشاة أو الحيوانات الأليفة أو الحيوانات البرية؛ وأي موارد أخرى أو تحديات قد ترغب في عمل تصميم لها (الشكل 4.4). وبتسجيل موارد وتحديات موقعك الموجودة يمكنك تحسين مخطط وتصميم سدود الحصاد المائي الترابية والخزانات والحدائق وأشجار الظل والممرات والمباني بحيث تحصد جميعها المزيد من الموارد وتبدد أو تحوِّل التحديات.

الصندوق 1.4 لا تظهر قلة درايتك

«كن على دراية بالشمس» وليس «قليل الدراية بالشمس.» عندما أسأل الناس في أمريكا أي جانب من منازلهم تصيبه الشمس مباشرة في الشروق والغروب في الصيف، فإن الغالبية يبدون لي «عدم درايتهم» بقولهم «الشرق والغرب المحددين حسب مؤشر البوصلة» أو «الجانب الجنوبي.» وفي الواقع تشرق الشمس في الصيف من الشمال الشرقي وتغرب في الشمال الغربي، وتصيب مباشرة الجانب الشمالي من منازلهم، وهذه معلومة هامة عند التخطيط للمكان الذي يجب أن تزرع فيه شجرات ظل مبرِّدة بمياه أمطار محصودة.

لاحظ كيف تؤثر الشمس على موقعك. اخرج في ساعات الصباح الباكر، وفي وقت متأخر من بعد الظهر، وفي منتصف النهار. راقب تغير مكان الشمس على مدار السنة. كيف تطول الظلال وتقصر؟ أين توجد المواضع الدافئة والباردة في الشتاء؟ أين توجد المواضع الحارة والباردة في الصيف؟ أي المناطق داخل منزلك تتعرض للشمس مباشرة في الصباح وبعد الظهر، في الصيف وفي الشتاء. هل هناك شمس وظل على حديقتك وعلى مناطق معيشة في الهواء الطلق، وأين تريدها أن تكون؟ قم بإنشاء خارطة للمواضع الحارة والباردة لموقعك خلال الفصول.

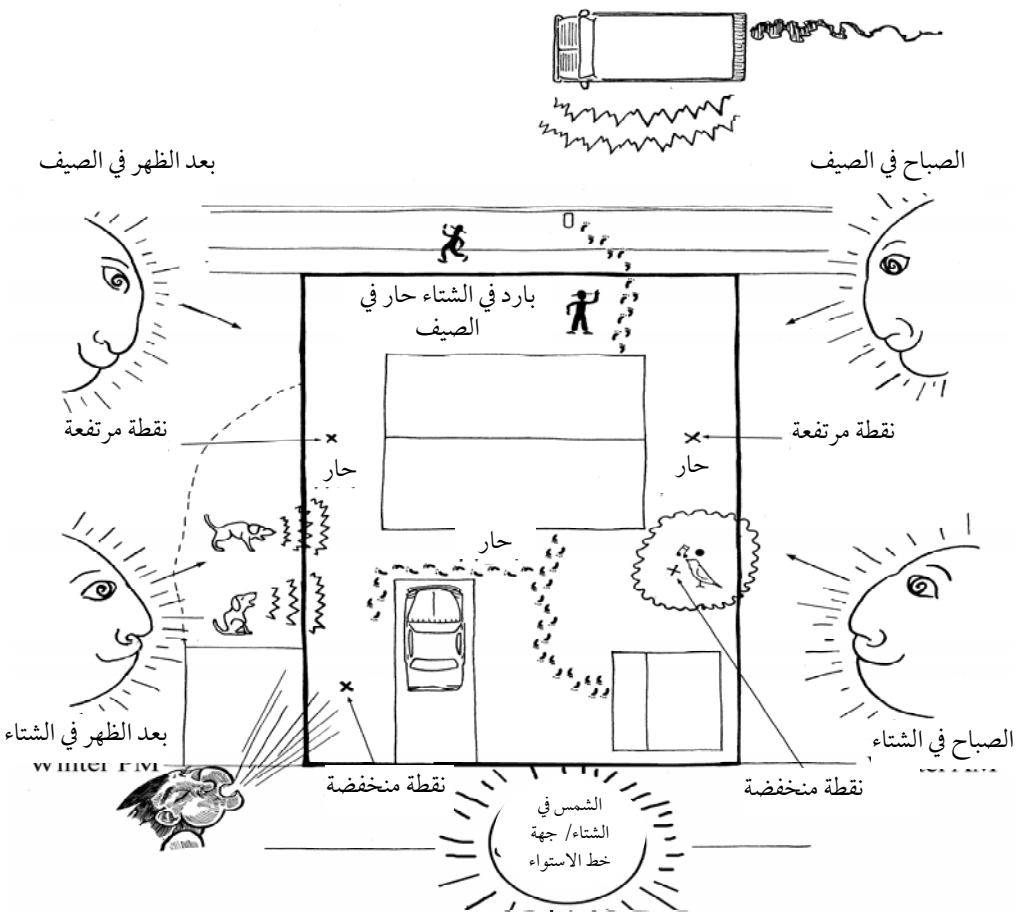
الأنماط السبعة للتصميم المتكامل

والآن استخدم أنماط التصميم المتكامل التالية للحصول على أفكار بشأن كيف يمكنك ترتيب عناصر تصميمك بكفاءة لتناسب الظروف والاحتياجات الخاصة بموقعك. وسوف ترغب في أن تكون خارطة موقعك (وأوراق العمل) في المتناول بحيث يمكنك تدوين أي معلومات إضافية. ويجب أن تكون جميع اكتشافات وحسابات «خطوات العمل» مكتوبة على أوراقك العمل للحصول على مزيد من المراجع. ولهذه الأنماط تسلسلاً كما سترى.

النمط الأول من التصميم المتكامل

توجيه المباني والمواقع الخارجية إلى الشمس

قم بدمج تكييف المباني ومساحات المعيشة والسدود الترابية/ مناطق الزراعة للحصاد المائي مع الشمس للحصول على أقصى قدر من التدفئة والتبريد بدون اعتماد أي مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية في الوقت الذي تقلل فيه من الاحتياجات المائية والطاقة. لقد رصدت دراسة استمرت لمدة سنة كاملة، في ديفيز في ولاية كاليفورنيا، درجات الحرارة في مبنيين سكنيين متماثلين لهما توجهات مختلفة للشمس، ولم يتم تشغيل أي أنظمة تدفئة أو تبريد خلال هذه السنة. وجدت الدراسة أن وحدات الشقة في المبنى *ذي التوجه شرق-غرب* (جدران طويلة تواجه الجنوب والشمال)، *ومع سقف صغير ناتئ كانت* ***أكثر دفئاً*** *في الشتاء بـ 17° فهرنهايت (9.4° مئوية)* ***وأبرد*** *في الصيف بـ 24° فهرنهايت (13.3° مئوية)* من الشقق الموجودة في المبنى المماثل ذي التوجه شمال-جنوب (جدران طويلة تواجه الشرق والغرب).[2] (أنظر الشكل 5.4.) إن ذلك فارق كبير! إن بناء أو شراء منزل ذو توجه شمسي صحيح لا يكلِّف شيئاً إضافياً، ومع ذلك يمكنك أن تقلل بشكل كبير جداً تكاليف الخدمات العامة من خلال زيادة دفء الشمس في الشتاء إلى الحد الأقصى، وتقليل حرارة الصيف إلى الحد الأدنى.

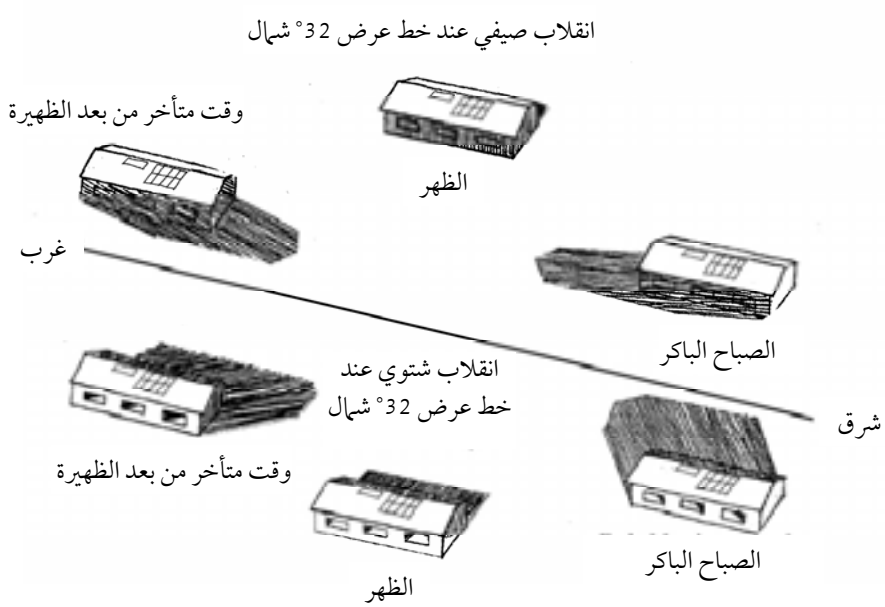


الشكل 4.4. ارسم خارطة للموارد التي يجب حصادها، والتحديات التي يجب تحويلها أو تبديدها على موقعك، خارطة عينة.أنظر أوراق العمل في الملحق 5. قم بتبديل هذه الملاحظات بتلك الخاصة بتدفق المياه (الشكل 4.2) ثم قم بإنشاء خطة متكاملة تحصد موارد متعددة في الوقت الذي تبدد فيه تحديات متعددة (الشكل 21.4).

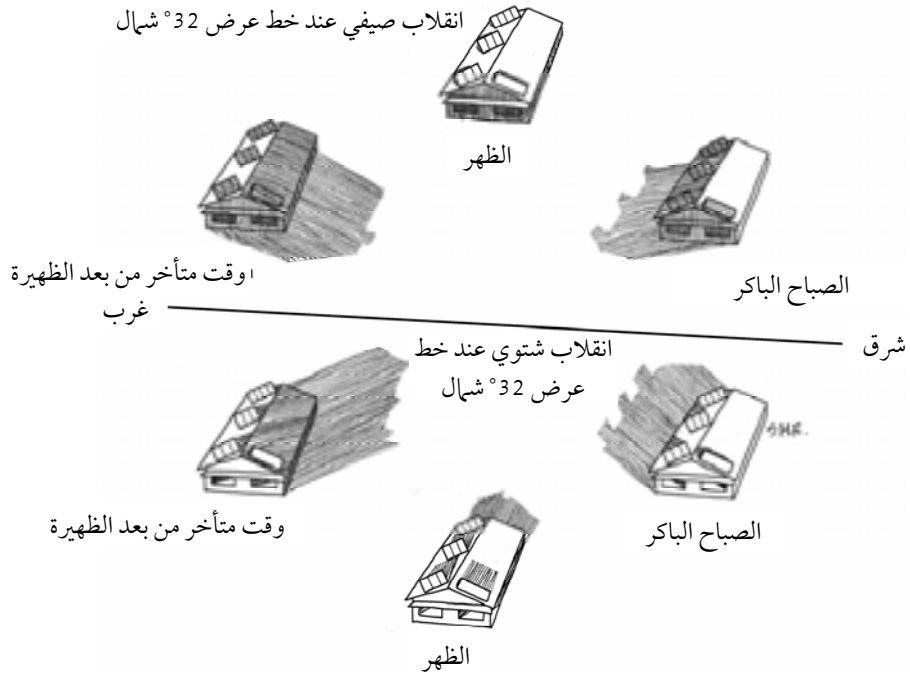
تُسقط المباني والأشجار في موقعك الخارجي ظلاً مبرِّداً خلال النهار، ويقلل جزء الغطاء النباتي المتغصن من فقدان الحرارة المشعة في الليل منشئاً مجموعة متنوعة من المناخات الموقعية. وعند القيام بالزراعة داخل سدود حصاد مائي ترابية ، حدد هذه المناخات الموقعية، واختر وازرع النباتات الملائمة لهذه المناخات الموقعية. فتوضع النباتات الحساسة للبرودة في الجانب الدافئ والمشمس في الشتاء لشجرة أو مبنى، بينما توضع النباتات التي تحتمل الجفاف والحرارة في الجانب الغربي حيث تكون حرارة شمس ما بعد الظهيرة هي الأشد والتبخر نتح هو الأعظم. وتوضع النباتات المتحملة للبرودة في الجانب البارد المظلل في الشتاء. وتوضع النباتات التي تحتاج إلى مياه أكثر في الجانب الشرقي حيث تحصل النباتات على الشمس في الصباحات الباردة، وعلى الظل في فترات ما بعد الظهر الحارة.

خطوات العمل

- ما هي وجهة موقعك و/ أو منزلك؟ إذا كنت لا تعرف احصل على بوصلة أو اسأل الشمس، فالشمس سوف توجهك إلى الاتجاهات الأربعة المحددة عليها إذا استعنت بالمعلومات المدرجة في الصندوق 2.4 وانتبهت إلى أين تكون الشمس طوال اليوم. ضع هذه المعلومات على خارطة موقعك.



الشكل 5.4أ. هذا التوجّه يكون *أكثر دفئاً* في الشتاء و*أكثر برودة* في الصيف. ويكون التعرض للشمس وإسقاط الظل لمبنى ذا توجّه شرق-غرب عند خط عرض 32° شمال. مشهد للشمس في الشتاء/جهة خط الاستواء للمبنى. لاحظ كيف يكون جانب الشمس في الشتاء مظلل بالسقف الناتئ عند الانقلاب الصيفي، ولكن ليس عند الانقلاب الشتوي. هذا التوجه المثالي للمبنى وانحدار السقف ملائم تماماً لتركيب عنقودي غير مكلف لألواح كهروضوئية شمسية وسخان شمسي للمياه الساخنة بدون وضع رفوف مرتفعة خاصة.



الشكل 5.4ب. هذا التوجّه يكون *أكثر برودة* في الشتاء و*أكثر دفئاً* في الصيف. ويكون التعرض للشمس وإسقاط الظل لمبنى ذي توجّه شمال-جنوب عند خط عرض 32° شمال. مشهد للشمس في الشتاء/جهة خط الاستواء للمبنى. إن هذا التوجّه للمبنى/السقف يستلزم تركيباً ممتداً بشكل واسع وأكثر تكلفة لألواح كهروضوئية وسخان شمسي للماء بحيث لا تظلل بعضها بعضاً في الشتاء. إضافة إلى ذلك فإن هناك حاجة لرفوف مرتفعة لضبط زاوية الألواح الشمسية بشكل صحيح نحو الشمس. كما أن المزيد من الألواح الكهروضوئية ضرورية لتلبية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة لنظام التدفئة/التبريد الميكانيكي.

الصندوق 2.4. الزوايا التقريبية للشمس حسب خط العرض لنصف الكرة الشمالي في الصيف (21 حزيران/يونيو) والشتاء (21 كانون الأول/ديسمبر)، ولنصف الكرة الجنوبي في الشتاء (21 حزيران/يونيو) والصيف (21 كانون الأول/ديسمبر)

حدد خط العرض لموقعك بالبحث في الكرة الأرضية أو في الأطلس أو في خارطة طبوغرافية أو في الغوغل «ما هو خط العرض (لبلدتك وولايتك ودولتك)؟» ملاحظة: لقد تم تدوير الزوايا المدرجة في هذا الجدول من أجل تسهيل القراءة. أنظر الملحق 6، القسم L للاطلاع على مزيد من الموارد عن زوايا الشمس والتصميم الشمسي بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية.

خط العرض، درجة ش أو ج	التاريخ	الموقع الذي تشرق منه الشمس شمال أم جنوب الشرق المحدد حسب مؤشر البوصلة	الموقع الذي تغرب فيه الشمس شمال أم جنوب الغرب المحدد حسب مؤشر البوصلة	نصف الكرة الشمالي: موقع الشمس في الظهيرة، فوق الأفق الجنوبي	نصف الكرة الجنوبي: موقع الشمس في الظهيرة، فوق الأفق الشمالي
0°	21 حزيران/ يونيو	23° ش	23° ش	114°	67°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	23° ج	23° ج	67°	114°
4°	21 حزيران/ يونيو	24° ش	24° ش	110°	63°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	24° ج	24° ج	63°	110°
8°	21 حزيران/ يونيو	24° ش	24° ش	106°	59°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	24° ج	24° ج	59°	106°
12°	21 حزيران/ يونيو	24° ش	24° ش	102°	55°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	24° ج	24° ج	55°	102°
16°	21 حزيران/ يونيو	25° ش	25° ش	98°	51°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	25° ج	25° ج	51°	98°
20°	21 حزيران/ يونيو	25° ش	25° ش	94°	47°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	25° ج	25° ج	47°	94°
24°	21 حزيران/ يونيو	26° ش	26° ش	90°	43°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	26° ج	26° ج	43°	90°
28°	21 حزيران/ يونيو	27° ش	27° ش	86°	39°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	27° ج	27° ج	39°	86°
32°	21 حزيران/ يونيو	29° ش	29° ش	82°	35°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	29° ج	29° ج	35°	82°
36°	21 حزيران/ يونيو	30° ش	30° ش	78°	31°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	30° ج	30° ج	31°	78°
40°	21 حزيران/ يونيو	32° ش	32° ش	74°	27°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	32° ج	32° ج	27°	74°
44°	21 حزيران/ يونيو	35° ش	35° ش	70°	23°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	35° ج	35° ج	23°	70°
48°	21 حزيران/ يونيو	38° ش	38° ش	66°	19°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	38° ج	38° ج	19°	66°
52°	21 حزيران/ يونيو	42° ش	42° ش	62°	15°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	42° ج	42° ج	15°	62°
56°	21 حزيران/ يونيو	47° ش	47° ش	58°	11°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	47° ج	47° ج	11°	58°
60°	21 حزيران/ يونيو	55° ش	55° ش	54°	7°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	55° ج	55° ج	7°	54°
64°	21 حزيران/ يونيو	70° ش	70° ش	50°	3°
	21 كانون الأول/ ديسمبر	70° ج	70° ج	3°	50°
68°	21 حزيران/ يونيو	عند الدرجة 68° لا تشرق الشمس أبداً عند حدوث الانقلاب الشتوي، ولا تغرب أبداً عند حدوث الانقلاب الصيفي.			
	21 كانون الأول/ ديسمبر	(وهذا صحيح بالنسبة لجميع خطوط العرض فوق 66.5° الذي يحدد الدائرة القطبية الشمالية/ الدائرة القطبية الجنوبية.)			

الصندوق 2.4 (تابع)

ملاحظة 1: تشرق الشمس في المناطق المدارية (أقل من 23.5°)، عند حدوث الانقلاب الصيفي، في نصف الكرة الشمالي من *شمال* الشرق وتبقى في النصف الشمالي من السماء طوال اليوم؛ في حين تشرق الشمس في المناطق المدارية لنصف الكرة الجنوبي عند حدوث الانقلاب الصيفي جنوب الشرق، وتبقى في النصف الجنوبي من السماء طوال اليوم. هذا مبيّن في الجدول البياني على الصفحة السابقة بوصفه موقع الشمس في الظهيرة لأكثر من 90° (لاحظ أن هذا لا يحدث طوال الصيف، وإنما فقط لفترة حول الانقلاب، وهو يتغير بحسب خط العرض.)

ملاحظة 2: إن الاختلاف بين موقع الشمس في الظهيرة في الانقلابين الصيفي والشتوي مبين على أنه 47° لكل خط عرض. وهذا يكون ضعف ميل الأرض البالغ 23.5°.

http://www.srrb.noaa.gov/highlights/sunrise/azel.html
http://www.srrb.noaa.gov/highlights/sunrise/sunrise.html http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/
http://www.geomancy.org/astronomy/sunfinder/calculator/index.html

- عندما تعرف وجهة مبناك، ويكون لديك إدراك جيد لمكان الشمال والجنوب والشرق والغرب بالنسبة لموقعك، انتقل إلى الأنماط التالية، فهي ستساعدك في تحسين أداء منزلك وموقعك الخارجي، حتى لو كانت وجهتهما غير مثالية!

النمط الثاني من التصميم المتكامل

الأجزاء الناتئة عن المباني

على غرار قبعة الشمس ذات الحواف، فإن الأجزاء الناتئة من السقف على مبنى ما يمكنها تعزيز راحتك. فالأجزاء الناتئة من السقف يمكنها أن تحسن أداء التبريد والتدفئة بدون اعتماد على أي مصدر طاقة بصرف النظر عن الوجهة، وزيادة مساحة السقف ما يؤدي إلى مزيد من الجريان السطحي على السقف. إن الأجزاء الناتئة ذات الحجم المناسب على جانب «شمس-الشتاء» للمبنى تؤدي إلى دخول الشمس منخفضة الزاوية في الشتاء في الوقت الذي تمنع فيه الشمس الواقعة فوق الرأس في الصيف. إن الأجزاء الناتئة الموجودة على جهة الشرق والغرب وجانب الظل في الشتاء للمباني تعزز الظل في الصيف. اجمع بين الأجزاء الناتئة والتوجه الشمسي الصحيح وستكون مرتاحاً أكثر وستدفع أقل مقابل الخدمات. (أنظر الشكل 6.4).

وبمعرفة خط العرض لموقعك، إلى أي مسافة يجب أن تمتد الأجزاء الناتئة من النافذة عن *جانب المبنى المعَّرض للشمس في الشتاء*؟ إن المعادلة التالية المأخوذة من *كتاب طاقة الشمس السلبية* تأليف إدوارد مازريا[3] تقدِّم الجواب. (لاحظ أن المعادلة تنطبق فقط على النوافذ المواجهة للجانب المعرض للشمس في الشتاء.)

ارتفاع النافذة ÷ (F) = بروز الجزء الناتئ (OP)

يتم تحديد ارتفاع النافذة من خلال قياس المسافة العمودية من عتبة النافذة إلى الارتفاع السفلي لامتداد الجزء الناتئ (أنظر الشكل 6.4)، في حين أن (F) هو عامل يتم اختياره من الجدول الموجود في الصندوق 3.4 وفقاً لخط العرض لموقعك وللمناخ. (ملاحظة: إذا كنت ستقوم بتركيب أنابيب تصريف تأكد من إدراج عرضها كجزء من امتداد الجزء الناتئ، حيث أنها سوف تزيد امتداد الجزء الناتئ والظل الذي يسقطه.)

ولتحديد الحجم المثالي للنوافذ في مناخات مختلفة لتعزيز إمكانيات التدفئة والتبريد بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكة، أنظر *الشمس والرياح والضوء* بقلم جي. زد. براون ومارك ديكيه.

أجزاء ناتئة للحدائق

هنا في الصحراء المنخفضة في جنوبي ولاية أريزونا، يمكن للأجزاء الناتئة الحية أن توفر الشمس في الشتاء وأن تنشر في الصيف الظل الذي تتوق إليه حدائق الخضار. قم بوضع أحواض الحدائق الغائرة على الجانب الجنوبي أو الجنوبي الشرقي من أشجار المسكيت المحلية المقلَّمة للسماح للشمس في الشتاء من النفاذ إلى الحديقة مباشرة. وفي الصيف سوف تقوم الأغصان المتدلية بتظليل جزء كبير من الشمس المرتفعة فوق الرأس. ويمكنني أن أنتج خضراوات السلطة والأرضي شوكي والأعشاب والفاصولياء المسطحة والثوم والبصل والبطاطا والجزر والأرضي شوكي المقدسي والأزهار الصالحة للأكل في شمس تسطع لفترة لا تقل عن 6 ساعات يومياً في الشتاء مع درجات حرارة معتدلة ومعدلات تبخر منخفضة. وفي حرارة الصيف الشديدة عندما تزداد معدلات التبخر، يحمي ظل المسكيت المنتشر الفلفل الحار والبندورة والريحان والباذنجان والكوسا والقرع وخضار الصيف من الذبول المبكر بسبب التعرض لأشعة الشمس.

الصندوق 3.4. خط العرض والعامل (F)

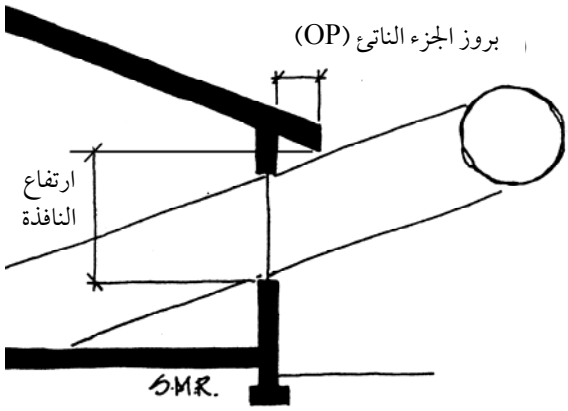
خط العرض إلى الشمال أو إلى الجنوب	العامل (F)
28°	11.1–5.6
32°	6.3–4.0
36°	4.5–3.0
40°	3.4–2.5
44°	2.7–2.0
48°	2.2–1.7
52°	1.8–1.5
56°	1.5–1.3

إن استخدام عوامل F أدنى يوفر المزيد من الظل لفترة أطول في الصيف. ومن المرجح أن يرغب أولئك الذين يعيشون في مناخ حار في الصيف ومعتدل في الشتاء باستخدام الرقم الأدنى في نطاق العامل F عند حساب طول الجزء الناتئ؛ وسيكون من المرجح أن يرغب أولئك الذين يعيشون في مناخات معتدلة في الصيف وباردة في الشتاء باستخدام الرقم الأعلى في نطاق العامل F.

خطوات العمل

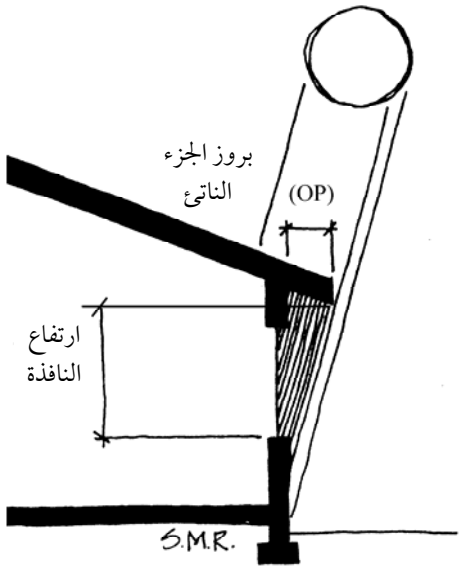
- قم بإيقاف تشغيل أنظمة التدفئة والتبريد الميكانيكية مرة واحدة في كل فصل من السنة لمراقبة كيف يؤثر التعرض المباشر للشمس - أو نقصه - على الراحة في منزلك.
- استخدم العملية الحسابية لبروز الجزء الناتئ لتحديد مقاييس الأجزاء الناتئة لمنطقتك. وقارن الأجزاء الناتئة الموجودة بما تنصح به العملية الحسابية. لاحظ كيف تؤثر الأجزاء الناتئة على راحتك.
- عند تركيب جزء ناتئ أو تمديده، أدرس الخيارات التالية:
  - جزء ناتئ يمتد عبر كامل جانب بنائك المعرض للشمس في الشتاء لتحقيق الفائدة لجدارك وكذلك لنوافذك.
  - مظلات لنوافذك فقط (الشكل 7.4).
  - تعريشة خفيفة جداً لدعم نباتات متسلقة كثيفة غير دائمة توفر ظلاً بواسطة الأوراق في الصيف. (أنظر الشكل 8.4). وفي الشتاء قم بإزالة الأقسام العلوية من النبات المتسلق الخالية من الأوراق واستخدمها كمهاد بحيث تحصل نوافذك على أشعة شمس مباشرة في الشتاء (أنظر النمط الخامس من «التصميم المتكامل: الحفاظ على تعرض للشمس في الشتاء»). استخدم الجريان السطحي الموجود أعلى السقف لري النبات المتسلق. (ملاحظة: في حين يجب وضع سدود الحصاد المائي الترابية على بعد 10 أقدام كحد أدنى، فإنه من الممكن زراعة النباتات في مكان أقرب إلى المبنى). قم فقط بتوجيه جذور النباتات لتعثر على الماء المحصود في سدود ترابية أبعد. أنجز ذلك من خلال استخدام مياه الري على جانب النباتات الأقرب إلى السدود الترابية. بعد ذلك، قم كل شهر أو اثنين بنقل ناثر مياه الري أو

خرطوم الري قدماً واحداً أبعد عن النبات وقدماً واحداً أقرب إلى السدود الترابية إلى أن تنتهي في نهاية المطاف من ري النباتات بواسطة جذورها الممتدة داخل السدود الترابية.)



الظهر عند الانقلاب الشتوي

الشكل 6.4أ. بروز سقف من الجانب المعرض للشمس في الشتاء يسمح بتعرض للشمس في *الشتاء* لنافذة على خط عرض 32°



الظهر عند الانقلاب الصيفي

الشكل 6.4ب. بروز سقف من الجانب المعرض للشمس في الشتاء يوفر الظل في الصيف لنافذة على خط عرض 32°

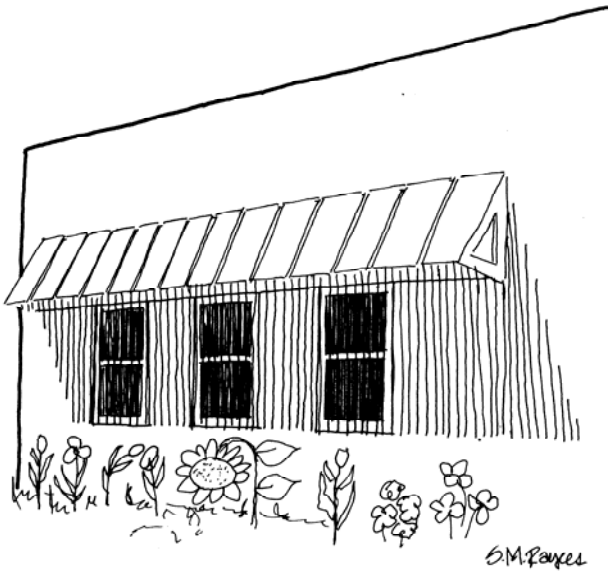
- ستائر لفافة خارجية أو مصاريع موجودة على النوافذ المواجهة للغرب للمساعدة في صد الشمس المباشرة في الصيف قبل أن تدخل وترفع حرارة المبنى (الشكل 9.4).
- الشرفات المغطاة و/ أو أشجار الظل على الجوانب الشرقية والغربية والمعرضة للشمس في الصيف من المبنى الخاص بك كما هو موضح في النمط التالي.

النمط الثالث للتصميم المتكامل

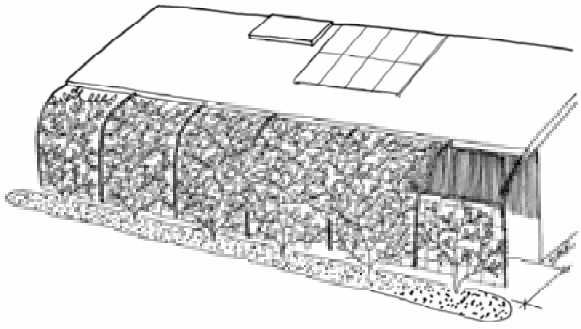
القوس الشمسي

يتم إنشاء القوس الشمسي باستخدام عدد من عوامل التظليل مثل الأشجار والخزانات والعرائش والشرفات المغطاة والأجزاء الناتئة المثبتة على شكل عناق رحب كبير يرحب بالإمكانية الكاملة للشمس في الشتاء (الشكل 10.4). وفي الوقت ذاته تحرف جزءاً كبيراً من الشمس في الصيف باستخدام «ظهر وأكتاف وأذرع وأيدي» القوس. إن سدود الحصاد المائي الترابية تكون هي الأساس للأقواس الشمسية عندما يُستخدَم الغطاء النباتي كعامل حماية (يبين الشكل 11.4 نمو القوس الشمسي من حوض إلى شجرات صغيرة إلى شجرات ناضجة). ضع السدود الترابية والشجرات قريبة إلى المباني بما يكفي لاستخدام الجريان السطحي من السقف كمصدر أولي لمياه الري، والمياه الرمادية المنزلية كمصدر ثانوي. وبنمو أشجار الظل فإنها تعمل على تجميل ساحتك، وتنقي الهواء وتبرد بشكل كبير درجات الحرارة في الصيف (أنظر الصندوقين 4.4 و5.4).

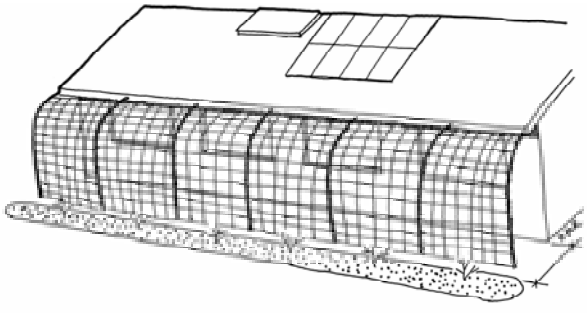
تظلل الأقواس الشمسية المباني والحدائق وأماكن اللقاءات في الساحة من شمس صباح الصيف لشمال شرق وشمس ما بعد الظهيرة لجنوب غرب. ضع الأشجار التي تسقط أوراقها في الشتاء عند الذراعين الشرقي والغربي للقوس للسماح للشمس المتسربة من اختراق القوس في وقت مبكر في الربيع وفي وقت متأخر في الخريف. وتعمل الأشجار دائمة الخضرة بشكل جيد عند الشريط الشمالي من القوس لحجب الشمس في الصيف وإبعاد رياح الشتاء الشمالية الباردة. والمبدأ ذاته يعمل في نصف الكرة الجنوبي مع تغيير الاتجاهات فقط.



الشكل 7.4. مظلة نافذة تظلل/تبرِّد النوافذ والجدار في الصيف



الشكل 8.4أ. عريشة على الجانب المعرض للشمس في الصيف

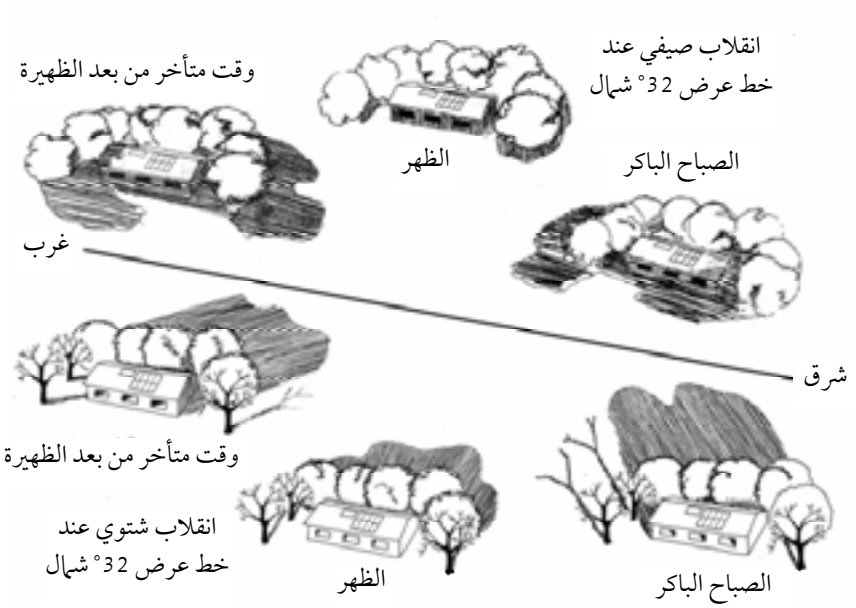


الشكل8.4ب. عريشة على الجانب المعرض للشمس في الشتاء

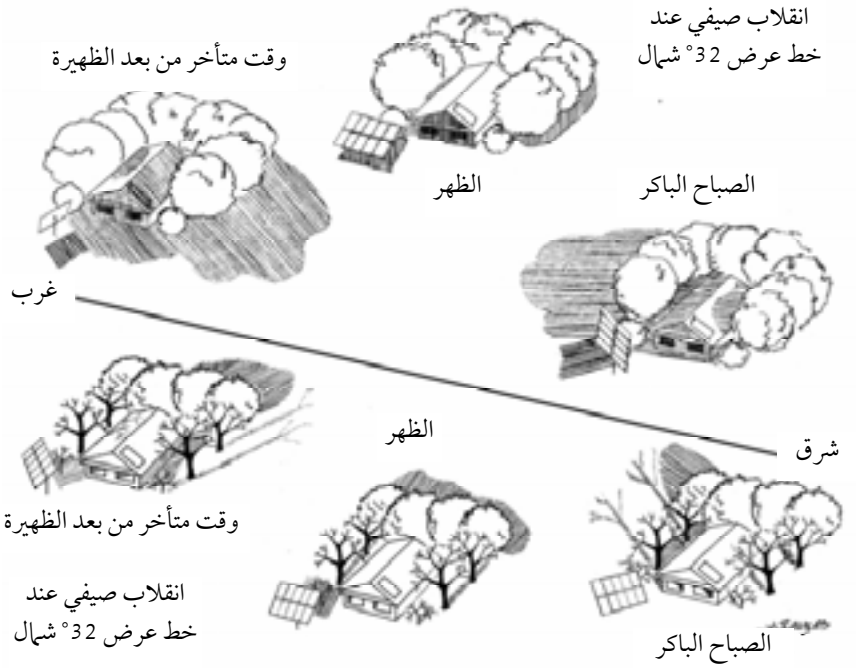
الشكل 9.4. ستائر لفافة خارجية مواجهة للشرق تعمل أيضاً كموائل للملقحات. ويعيش النحل النجار المفيد في سيقان زهور هيسبيرألو المصنوعة منها الستائر اللفافة. لاحظ أن الظل المرقط من الأشجار إلى الشرق يوفر تبريداً إضافياً!

الصندوق 4.4. زراعة مكيفك الهوائي

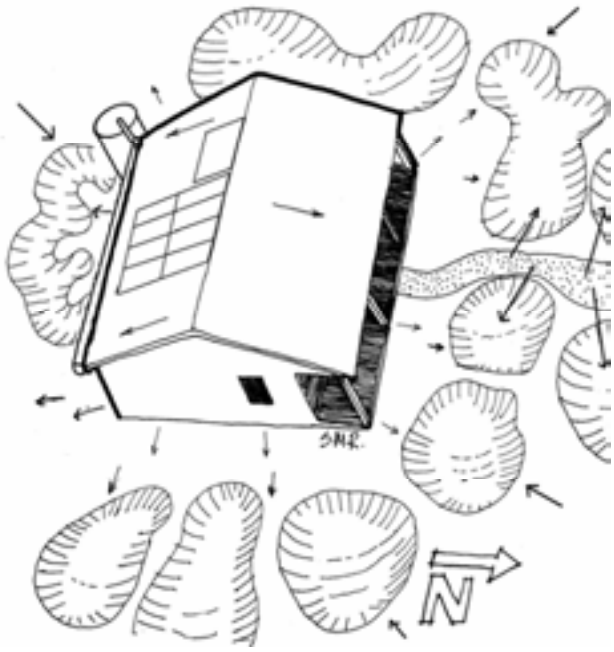
وجدت دراسة أجريت في فينيكس، في ولاية أريزونا أن استخدام الماء في المبردات بالتبخر يحتاج في المتوسط إلى 65 غالوناً (246 لتراً) للمبرِّد الواحد في اليوم الواحد، أو حوالي 13,400 غالون (50,725 لتراً) أثناء موسم التبريد من آذار/ مارس إلى تشرين الأول/ أكتوبر.[4] إن كمية المياه تلك ذاتها يمكن أن تلبي كافة الاحتياجات المائية لأربع أشجار مسكيت محلية بارتفاعات تصل إلى 20 قدماً (6 أمتار) وذات ظلة.[5] وإذا وضعت في الجوانب الشرقية والغربية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية من المنزل، فإن بإمكان أشجار الظل هذه أن تقلل من درجات الحرارة في الصيف حول المبنى بقدر يصل إلى 20° فهرنهايت (11° مئوية) مقارنة بالمبنى ذاته بدون ظل.[6]



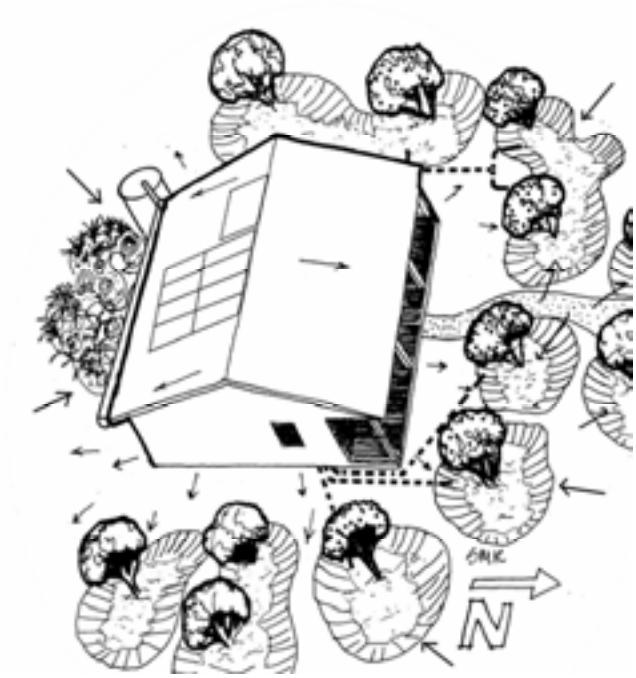
الشكل 10.4أ. قوس شمسي من الأشجار مع مبنى ذي توجه *شرق- غرب* عند خط عرض 32° شمال. مشهد لجانب المبنى المعرض للشمس في الشتاء. إن الألواح الشمسية وسخانات الماء الشمسية المركبة على السقف تستقبل الشمس لمدة لا تقل عن ست ساعات كاملة يومياً على مدار السنة. وتقوم الأشجار التي تسقط أوراقها في الشتاء والمزروعة على الجانبين الشرقي والغربي من المبنى بتعريض المبنى إلى حرارة وضوء الصباح وما بعد الظهيرة أكثر مما تعرضه له الأشجار دائمة الخضرة. قارن مع الشكل 5.4أ.



الشكل 10.4ب. قوس شمسي من الأشجار مع مبنى ذي توجه *شمال- جنوب* عند خط عرض 32° شمال. مشهد لجانب المبنى المعرض للشمس في الشتاء. يتم تركيب الألواح الشمسية على حامل خاص لتتبع الشمس على الجانب الجنوبي من الأشجار لتستقبل الشمس لمدة لا تقل عن ست ساعات كاملة يومياً على مدار السنة. وتقوم الأشجار التي تسقط أوراقها في الشتاء والمزروعة على الجانبين الشرقي والغربي من المبنى بتعريض المبنى إلى حرارة وضوء الصباح وما بعد الظهيرة أكثر مما تعرضه له الأشجار دائمة الخضرة. قارن مع الشكل 5.4ب.



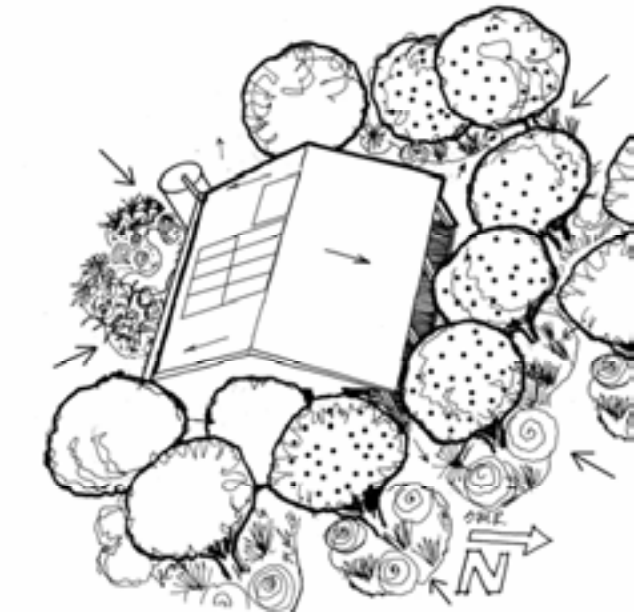
الشكل 11.4 أ. أحواض حصاد مائي مقامة لتساعد في نمو قوس الأشجار الشمسي، وحوض واحد على جانب المنزل المعرض للشمس في الشتاء لزراعة حديقة شتوية غائرة (خط عرض 32° شمال)



الشكل 11.4ب. شجرات صغيرة والحديقة مزروعة داخل أحواض ومروية بمياه الجريان السطحي المحصودة من السقف. وتمثل الخطوط المنقطة خطوط المياه الرمادية التكميلية. ويتم توجيه المياه الرمادية إلى شجرات فاكهة حيث يجتمع الناس للحصول على ري مريح وحصاد للفاكهة.

الصندوق 5.4. «بارد ونظيف» أو «بارد وملوث»

إن توليد الطاقة الكهربائية المستخدَمة لتوفير تكييف لعائلة متوسطة ميكانيكياً يسبب إطلاق حوالي 3,500 باوند (1,587 كغ) من ثاني أكسيد الكربون و31 باوناً (14 كغ) من ثاني أكسيد الكبريت من أعمدة دخان محطة الطاقة كل سنة.[7] وتستهلك الأقواس الشمسية المبرِّدة المكونة من الأشجار ثاني أكسيد الكربون وتنتِج الأكسجين - إلى ما يصل إلى 5 باوندات (2.2 كغ) من الأكسجين في اليوم للشجرة الواحدة.[8] ووفقاً لمؤسسة يوم الشجرة الوطني، وعلى مدى ما يزيد عن فترة 50 عاماً، فإن شجرة ظل مزروعة في مكان مناسب يمكن أن تنتِج ما تصل قيمته إلى 31,250 دولاراً أمريكياً من الأكسجين، وأن توفر ما تصل قيمته إلى 62,000 دولار أمريكي من مكافحة تلوث الهواء.[9]



الشكل 11.4ج. شجرات بالحجم الكامل تشكل قوساً شمسياً حياً، وحديقة شتوية مزدهرة. الألواح الشمسية وسخانات الماء الشمسية تتمتع بنفاذ كامل للشمس على مدار السنة.

الصندوق 6.4. مصيدة لأشعة الشمس تعمل بمثابة مصد رياح، ومانعة انتشار النيران، وستارة للخصوصية، وفناء حديقة

تعيش الجدة النشيطة جداً أليغرا ألكويست في منزل من أكياس رمل ملتصقة بالإسمنت في أرض عشبية حارة وتجتاحها الرياح وعرضة لاشتعال النيران في جنوب شرق ولاية أريزونا. وكانت الطبيعة تبدو قاسية جداً للزراعة ناهيك عن الجلوس في الهواء الطلق، لذا فقد قامت ببناء خزان وجدار للحديقة جنوب غرب جدار منزلها الذي يواجه الجنوب لإنشاء مصيدة لأشعة الشمس. والآن يوجِد هذا الركن المحمي بيئة مبهجة للجلوس في الهواء الطلق على مدار العام، ولحديقة ذات حوض غائر. ويحصد الخزان مياه الأمطار النقية في مكان قريب إلى حيث تكون هناك حاجة إليه في الحديقة، ويحمي الخضار من الرياح الغربية القاسية وشمس ما بعد الظهيرة الحارة. ويقوم دش استحمام في خارج المنزل، مزوَّد بصابون متوافق حيوياً، بتصريف المياه الرمادية إلى نباتات الحديقة المعمرة (أنظر الشكل 13.4).

خطوات العمل

- تأكد من ما إذا كان لديك أي عناصر للقوس الشمسي في مكان حول منزلك أو حديقتك، مثل شجرة ظل موجودة أو مبنى قائم.
- ارسم خارطة للأجزاء المفقودة من القوس الشمسي التي يجب وضعها لاستكماله وتحقيق الفائدة لمنزلك أو لحديقتك. قم بإنشاء سدود حصاد مائي ترابية و/ أو قم بتركيب خزانات لإدامة أشجار الظل.

النمط الرابع للتصميم المتكامل

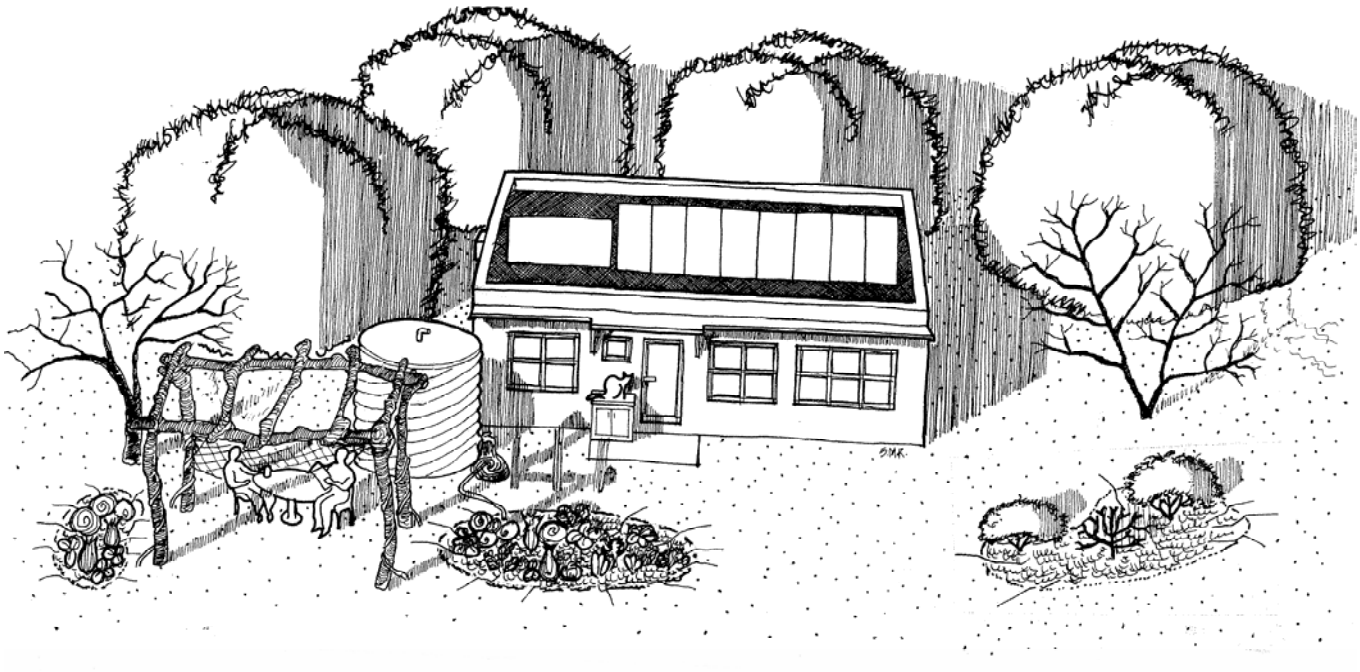
مصائد لأشعة الشمس

توجِد مصيدة أشعة الشمس مكاناً جميلاً لزراعة حديقة أو لأخذ غفوة. ويمكن أن تشتمل العناصر التي تشكِّل مصيدة أشعة الشمس خزانات أو نباتات طويلة تحتاج إلى كميات قليلة من الماء، أو منزل، أو عرائش، أو ظل، أو أي عناصر تظليل أخرى. وتكون مصيدة أشعة الشمس مفتوحة أكثر من القوس الشمسي. وفي نصف الكرة الشمالي تكون مصيدة أشعة الشمس التي على شكل حرف L مفتوحة على الشرق والجنوب، ومغلقة على الشمال والغرب. وفي نصف الكرة الجنوبي تكون مفتوحة على الشرق والشمال، ومغلقة على الجنوب والغرب. (أنظر الشكل 12.4). وتوجِد مصيدة أشعة الشمس مناخات موقعية مثالية للحدائق والنباتات الحساسة والمناطق المريحة للقاءات العائلية في الهواء الطلق، وأماكن لتثبيت أرجوحات شبكية.

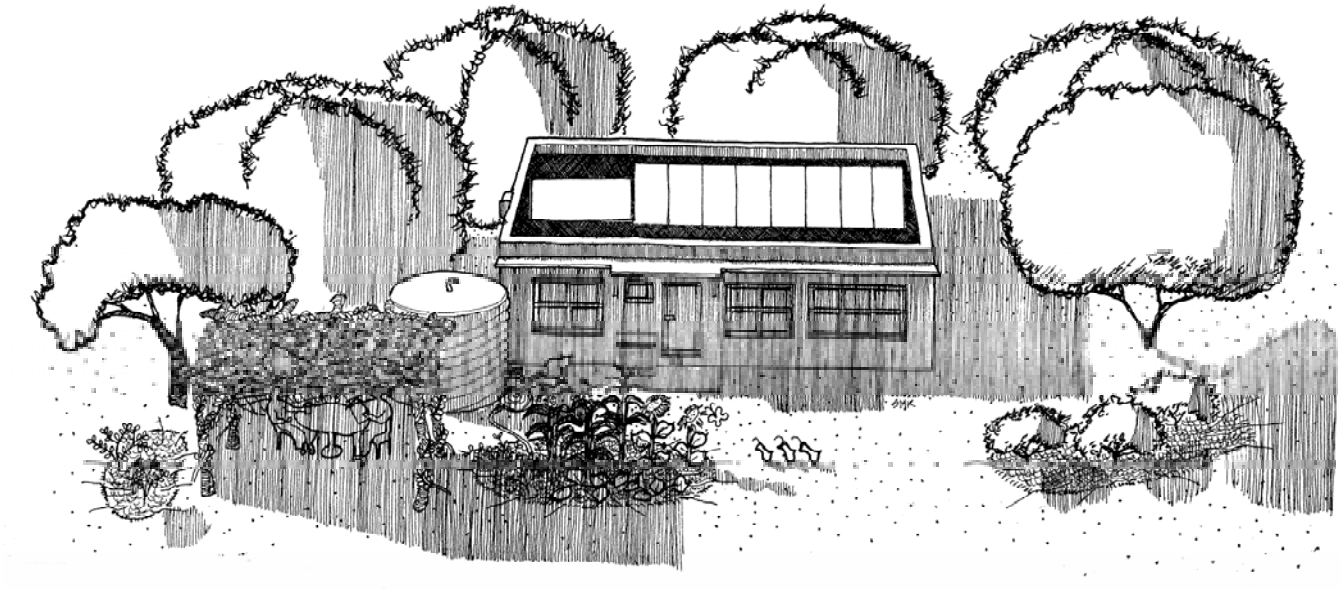
إن مصيدتي لأشعة الشمس تلتقط الشمس في الشتاء في الصباح لإذابة الصقيع وتدفئة الأشياء، ولكنها تحجب الشمس في فترات ما بعد الظهيرة الحارة. هذا يزيد من فترة الموسم البارد لنمو حديقتي الصحراوية المنخفضة بحوالي شهرين. فيمكنني أن أزرع قبل شهر وأحصل على شهر إضافي من النمو بمنع خضراوتي من التوقف عن الإزهار (الدخول في مرحلة البذور). ويقلل الظل في فترة ما بعد الظهيرة من تبخر نتح النبات، ومن إجهاد الحرارة وإجهاد الجفاف، ويقلل من مشاكل الحشرات. إنني أستمتع بالبقاء في حديقتي التي هي بمثابة مصيدة لأشعة الشمس، لأنني، شأني شأن النباتات، أحصل على الدفء في الصباح عندما أريده، وعلى الظل في فترة ما بعد الظهيرة عندما أحتاج لفترة راحة من الشمس.

خطوات العمل

- قبل قيامك بالزراعة، حدد المناطق في موقعك التي يمكن أن تكون فيها مصيدة أشعة الشمس منطقية، وارسم خارطة لها ولأي عناصر موجودة أصلاً في المكان.



الشكل 12.4أ. يشكل المنزل والخزان والأشجار ومبنى الغطاء المظلل (رامادا) مصيدة لأشعة الشمس تحصد شمس ما بعد الظهيرة في *الشتاء*. أنت تنظر إلى الشمس في الشتاء/الجانب (الجنوبي) من خط الاستواء عند 32° شمال المنزل في فترة ما بعد الظهيرة – الشمس تغرب في جنوب الغرب المحدد حسب مؤشر البوصلة.



الشكل 12.4ب. المنزل والخزان والأشجار ومبنى الغطاء المظلل (رامادا) ذاتهم الذين يشكلون مصيدة أشعة الشمس تعمل على إزاحة شمس ما بعد الظهيرة في الصيف. إنك تنظر إلى جانب المنزل الذي يواجه الجنوب – الشمس تغرب في شمال الغرب المحدد حسب مؤشر البوصلة.

الشكل 13.4. مشهد من جهة الرياح السائدة لخزان وجدار أليغرا ألكويست اللذين يشكلان مصيدة وقائية لأشعة الشمس ومصد رياح لفنائها. الألواح الشمسية على السقف تواجه الجنوب.

الصندوق 7.4. نسب الظل في فترة الظهر في الانقلاب الشتوي

مقتبس من: *تظليل فعال بواسطة أشجار الموقع الخارجي*، تأليف ويليام بي. ميلر وتشارلز إم. ساكامانو، كلية الزراعة في جامعة أريزونا، نشرة الإرشاد الزراعي 188035/ 8835، آذار/ مارس 1990

خط عرض شمال أو جنوب	ارتفاع الجسم: طول الظل الساقط عند الظهيرة في الشتاء
°28	1:1.28
°32	1:1.49
°34	1:1.55
°36	1:1.75
°40	1:2.04
°44	1:2.50
°48	1:3.13
°52	1:3.70
°56	1:5.26

- قم بحصاد مياه الأمطار لدعم العناصر النباتية في مصيدة أشعة الشمس. وكما يقول السيد بيري: «ازرع الماء قبل أن تزرع الأشجار.»
- قرر ما إذا كان يمكن وضع خزان جديد للمساعدة في إنشاء مصيدة لأشعة الشمس لحديقة أو لفناء.

النمط الخامس للتصميم المتكامل

الحفاظ على التعرض للشمس في الشتاء

كما تسخر إمكانية الأمطار الكاملة، افعل الشيء ذاته مع الشمس في الشتاء. حافظ على التعرض مكشوفاً لكل من النوافذ والحدائق وسخانات الماء الشمسية والألواح الشمسية والأفران الشمسية المواجهة للشمس في الشتاء. لقد وجدت التنمية العمرانية لفيليدج هومز في ولاية كاليفورنيا أنه مع الاحتفاظ بالوصول الشمسي في الشتاء، فإن البيوت الشمسية البسيطة يمكن أن تحصل على 40 إلى 50٪ من احتياجاتها من التدفئة من الشمس، ويمكن أن تلبي التصاميم الأكثر تعقيداً 85٪ من احتياجاتها من التدفئة.[10] وأنا أعتمد على النوافذ المواجهة للجنوب للحصول على قدر كبير من احتياجاتي من التدفئة

لمنزلي؛ وتوفر سخانات الماء الشمسية كل المياه الساخنة، وتوفر عشرة ألواح شمسية كل الاحتياجات من الكهرباء. ولكن الأشجار المزروعة في غير أماكنها الصحيحة يمكن أن تشل هذا الأداء بشكل كبير، حتى الظل الساقط من الأشجار عديمة الأوراق يمكن أن يحجب ما يزيد عن 50٪ من الحرارة والضوء المحتملين.[11]

عند التخطيط لتحديد المكان الذي يجب وضع الخزانات أو الأشجار فيه، وسدود الحصاد المائي الترابية التي سوف تحافظ عليها، كن واعياً بشأن الظلال التي سوف تسقطها. ضعها في مكان لا تحجب فيه الشمس في الشتاء/ جهة خط الاستواء عن منزلك أو عن سخانات الماء الشمسية أو عن الحديقة الشتوية. (أنظر الشكل 14.4 كمثال). ويمكنك تحديد أطول ظل يمكن أن يسقطه جسم ما في الانقلاب الشتوي (21 كانون الأول/ ديسمبر في نصف الكرة الشمالي، و21 حزيران/ يونيو في نصف الكرة الجنوبي) من خلال الحصول على خط العرض لموقعك من الصندوق 7.4 وضرب ارتفاع الجسم بالعامل المرافق لنسبة الظل.

على سبيل المثال، هنا في توسون على خط عرض 32° شمال، تكون النسبة 1:1.49، لذا، فإنه لكل قدم (أو متر) من ارتفاع جسم ما، سيكون طول الظل الساقط في ظهر يوم 21 كانون الأول/ ديسمبر 1.49 قدماً (أو متراً). قم بضرب ارتفاع شجرة ناضجة طولها 25 قدماً بالرقم 1.49 لتحصل على 37.25 - طول الظل (بالأقدام) الساقط على الشمال عند خط العرض الذي يوجد عليه موقعي. وباستخدام هذه العملية الحسابية يمكنني أن أحدد بعد المسافة جنوباً عن منزلي أو حديقتي الشتوية حيث يجب أن أزرع تلك الشجرة بشكل لا تحجب فيه الحصيلة الشمسية الشتوية عندما أن تنمو إلى الحجم الذي تصبح فيه شجرة ناضجة.

خطوات العمل

- استخدم نسبة الظل المدرجة في الصندوق 7.4 لتتوقع الطريقة التي يمكن أن تؤثر فيها النباتات والمنشآت الموجودة على حصيلتك الشمسية الشتوية. ثم لاحظ ما الذي يحدث.
- استخدم العملية الحسابية الخاصة بنسبة الظل لوضع منشآت أو نباتات جديدة في أماكنها الصحيحة على الجانب المعرض للشمس في الشتاء من مبانيك أو حديقتك الشتوية. وخطط لأحجام نباتاتك في مرحلة النضج ، وليس الحجم وقت زراعتها. واستشر طاقم مشتل زراعي وكتب زراعية لمعرفة معلومات عن الحجم.
- ضع خطة لأنظمة سدود حصاد مائي ترابية وخزانات لدعم النباتات المزروعة بشكل صحيح.

الصندوق 8.4. الحقوق الشمسية

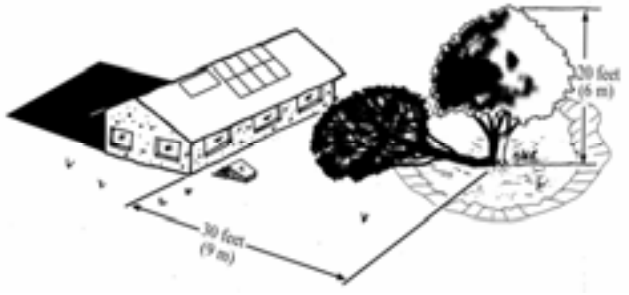
في عام 1977، سنَّت ولاية نيو مكسيكو قانون حقوق الطاقة الشمسية، وهو القانون الأول في البلاد الذي يعترف بالمورد الطبيعي للطاقة الشمسية كحق من حقوق الملكية. إن صاحب الملكية الذي يطالب أولاً بحقوق الطاقة الشمسية يمكنه منع أصحاب الملكية المجاورين من التعدي على الحق بإقامة مبان جديدة أو زراعة أشجار جديدة. أنظر الملحق 6، القسم M لمعرفة المزيد عن حقوق الطاقة الشمسية في نيو مكسيكو.

وفي ولاية أريزونا، حظر قانون حقوق الطاقة الشمسية إيه آر إس 33-439 أي ميثاق أو تشريع أو شرط من منع تركيب أو استخدام جهاز يعمل بالطاقة الشمسية.

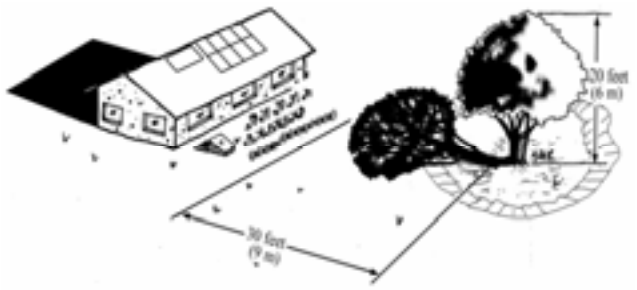
وقد ذكرت المجتمعات التقدمية لفيليدج هومز في ديفيز في ولاية كاليفورنيا، وميلاغرو كوهاوسينغ في توسون في ولاية أريزونا، في إعلانها للمواثيق والشروط والتشريعات بأنه يحظر على السكان التدخل في حقوق الجيران في الطاقة الشمسية. من ناحية أخرى، يسمح لمالك منزل ما أن يتخلى عن حقوقه الخاصة.[12،13] وبدلاً من حظر استخدام حبال الغسيل، كما تفعل بعض لجان الحقوق المدنية (CCR)، فإنها تشجعه.

الشكل 14.4أ. تم فقدان منفذ الشمس في الشتاء. فعند خط عرض 32° وقت الظهيرة في الانقلاب الشتوي هناك شجرة دائمة الخضرة ناضجة موضوعة في مكان غير صحيح تحجب الشمس في الشتاء عن النوافذ المواجهة للشمس في الشتاء/خط الاستواء، وعن الحدائق الشتوية وسخانات الماء الشمسية والألواح الشمسية والفرن الشمسي.

الشكل 14.4ب. تم فقدان نصف منفذ الشمس في الشتاء. فعند خط عرض 32° وقت الظهيرة في الانقلاب الشتوي، تظلل الأغصان العارية لشجرة ناضجة تسقط أوراقها في الشتاء مزروعة في مكان غير صحيح حوالي 50% من التعرض للشمس في الشتاء، ما يؤدي إلى زيادة في تكاليف التدفئة وإعاقة إنتاج الطاقة الشمسية بشكل بالغ.



الشكل 14.4ج. احتُفِظ بمنفذ الشمس في الشتاء للمنزل. فعند خط عرض 32° وقت الظهيرة في الانقلاب الشتوي تسمح شجرة ناضجة مختارة بعناية ومزروعة في مكان صحيح لنوافذ المنزل المواجهة للشمس في الشتاء/خط الاستواء، وسخانات الماء الشمسية والألواح الشمسية والفرن الشمسي بالتعرض للشمس في الشتاء.



الشكل 14.4د. احتُفِظ بمنفذ الشمس في الشتاء للمنزل وللحديقة. فعند خط عرض 32° وقت الظهيرة في الانقلاب الشتوي تسمح شجرة ناضجة مختارة بعناية ومزروعة في مكان صحيح بأن يتم الاحتفاظ بالتعرض للشمس في الشتاء لحديقة شتوية وللمنزل، بما في ذلك النوافذ المواجهة للشمس في الشتاء/خط الاستواء، وسخانات الماء الشمسية والألواح الشمسية والفرن الشمسي. وكما ذكِر في الصندوق 7.4، فإنه عند خط العرض هذا تكون نسبة الظل في الانقلاب الشتوي عند وقت الظهيرة 1:1.49. ولكل قدم (أو متر) من الارتفاع، فإن جسماً ما سوف يسقط ظلاً يبلغ طوله 1.49 قدماً (متراً).

ملاحظة: على عكس الألواح الشمسية، فإن الحديقة الشتوية يمكن أن تعمل بشكل جيد عند التعرض للشمس لمدة لا تقل عن ست ساعات كاملة يومياً أو في الظل الجزئي لشجرة تسقط أوراقها في الشتاء.

الشكل 15.4. شجرة مقلَّمة للسماح بنفاذ أشعة الشمس المباشرة في الشتاء من خلال نوافذ مواجهة للشمس في الشتاء/خط الاستواء، في الوقت الذي تحجب فيه الشمس في الصيف عند خط عرض 32°. مقتبس من تصميم وصيانة موقعك الخارجي المزروع بمواد صالحة للأكل – طبيعياً، تأليف روبرت كوريك، مطبعة ميتامورفيك، 1986

النمط السادس للتصميم المتكامل

ممرات مرتفعة، أحواض غائرة

حافظ على الممرات «مرتفعة وجافة»، والمناطق المزروعة «غائرة ورطبة.» وارفق دائماً مع الممر المرتفع حوضاً غائراً لحجز الجريان السطحي ولإنشاء حماية وجمال للممر (الشكل 16.4). إن الأشجار المزروعة في أحواض الحصاد المائي هذه تظلل وتجمِّل الطرق والممرات والفناءات المجاورة. وهذا يقلل من التعرض المفرط للشمس الذي يقلل بدوره من خطر الإصابة بسرطان الجلد الذي يعتبر الشكل الأسرع انتشاراً من أنواع السرطانات في الولايات المتحدة،[14،15] في الوقت الذي يوجِد مكاناً مريحاً للقيادة أو للمشي أو لركوب الدراجات أو لتجاذب أطراف الحديث. وفي الأجواء الباردة يمكن أن تساعد الممرات والطرق المرتفعة كذلك على الحفاظ عليها خالية من الجليد.

تمتص أشجار الظل الكثير من الأمطار الهاطلة ضمن قطر ظلة الشجرة والجريان السطحي المتدفق حول قواعدها. هذا يوجِد نظام حي لمكافحة الفيضانات، ويرشح الملوثات المحمولة في الجريان السطحي مثل النترات والفوسفور والبوتاسيوم، والتي تعتبرها الأشجار غذاء.[16]

ويمكن زراعة ساحة موقف السيارات «بمرآب حي» مكون من أشجار ظل محلية مقاومة للفيضانات ومرشحة للملوثات، ومروية فقط بالجريان السطحي في ساحة موقف السيارات. وإذا تمت زراعة أشجار ذات احتياج منخفض للماء ومنتجة للغذاء مثل المسكيت المخملي، فإنه يصبح «بستاناً لوقوف السيارات.» (أنظر الشكل 17.4).

خطوات العمل

- لاحظ الارتفاعات النسبية للممرات، والأرصفة، وطرق القيادة والشوارع مقارنة مع مناطق الزراعة المجاورة في منزلك ومجتمعك. هل ترى نمط «الممرات المرتفعة، الأحواض الغائرة» ونمط الممرات الغائرة، ومناطق الزراعة المرتفعة؟ هل يتم توجيه مياه الأمطار إلى النباتات أم إلى الإسفلت أو إلى مصارف مياه الأمطار؟

الصندوق 9.4. التقليم من أجل الشمس في الشتاء

إذا كان لديك حالياً أشجار ناضجة تحجب الحرارة والضوء عندك في فصل الشتاء، فإنه بإمكانك تقليمها للحصول من جديد على منفذ شمسي في الشتاء. استخدم الصندوق 2.4 لتحديد أي جزء من مسار الشمس يمكنك إعادة فتحه بالتقليم، ثم قم بالتقليم إذا كان ذلك مناسباً؛ أنظر كذلك الشكل 15.4.

- لاحظ المناطق الطبيعية التي لم يتم إفسادها. من المرجح أنك ستجد أكبر وأكثف غطاء نباتي في مناطق منخفضة وعلى طول مصارف المياه حيث تتركز المياه.
- حدد وارسم مخططاً للمناطق التي يمكنك أن تضع فيها نمط الممر المرتفع والحوض الغائر في منزلك. قم بإنشاء سدود حصاد مائي ترابية من خلال حفر أحواض غائرة، ومن ثم استخدم التراب المتوفر حديثاً لإنشاء الممرات المرتفعة.

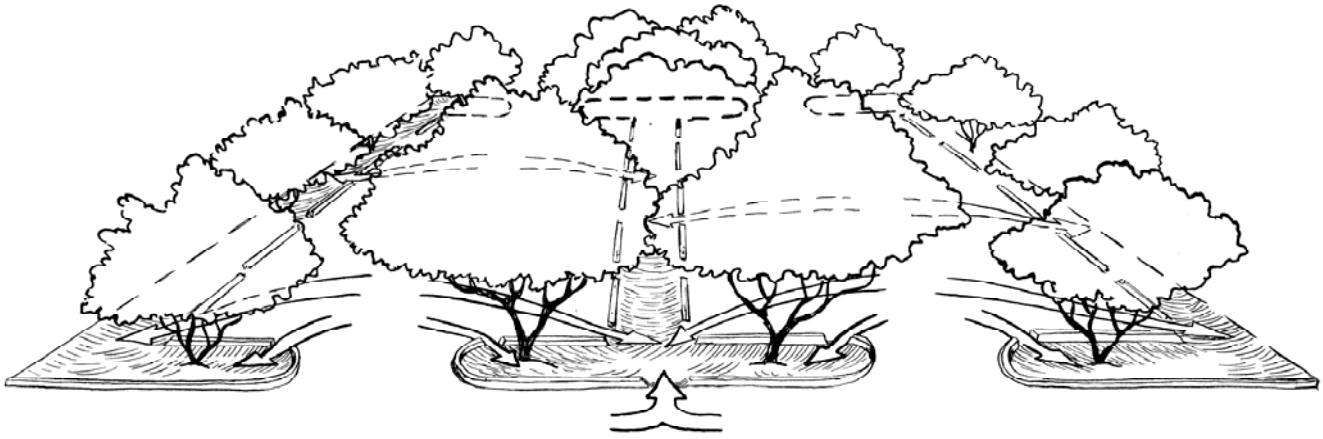
النمط السابع للتصميم المتكامل

قلل من الرصف واجعله نفاذاً

إن مياه الأمطار تشبه شخصاً عارياً – فهي لن تبقى في المنطقة إذا وضعتها فوق رصيف حار في الصيف. لذا، يتعين علينا تقليل كمية الرصف غير المنفذ للماء على مواقعنا وفي الأحياء المجاورة، في حين نزيد النباتات المظللة (قارن بين الشكلين 18.4أ و18.4ب).

إن معظم الحرارة المخزَّنة في الإسفلت والإسمنت في المناطق الحضرية خلال النهار يتم إطلاقها في وقت متأخر من فترة ما بعد الظهر والمساء، مبقية درجات الحرارة مرتفعة. إن الشوارع العريضة بشكل بالغ وغير المظللة، وقطعة الأراضي المبنية غير المظللة، تساهم بشكل مباشر في أثر الجزيرة الحرارية، ووجِد أنها ترفع درجات الحرارة العظمي في النهار بحوالي 10° فهرنهايت (5.5° مئوية) في ديفيز في ولاية كاليفورنيا.[17] (أنظر الشكل 19.4أ كمثال عن شارع واسع في منطقة سكنية.)

الشكل 16.4. ارفع الممرات، واخفض الأحواض المغطاة بمهاد والمزروعة بنباتات

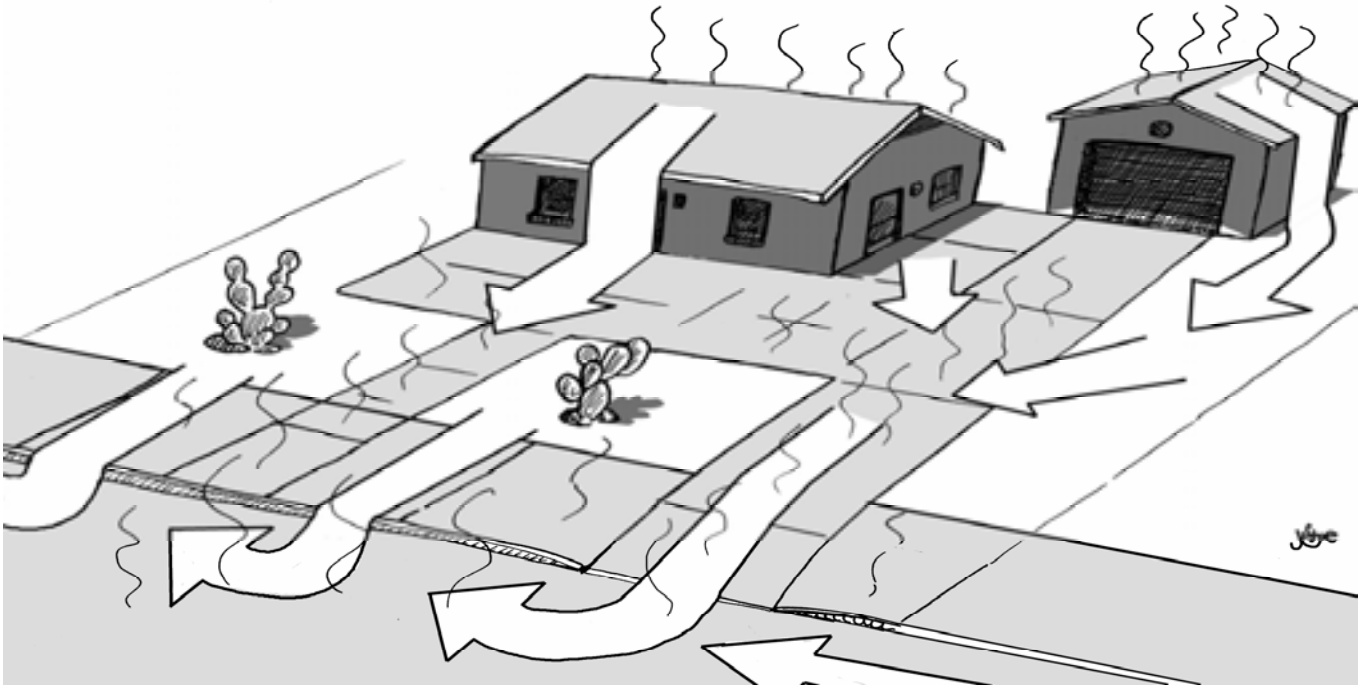


الشكل 17.4 بستان لوقوف السيارات ذو أشجار تحتاج لكمية قليلة من الماء، وأشجار ظل منتجة للغذاء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية ومروية بجريان سطحي، قادم من ساحة مرتفعة لوقوف السيارات محصودة داخل أحواض غائرة مغطاة بمهاد.

يصل عرض الشوارع السكنية النموذجية في غربي الولايات المتحدة إلى 40 قدماً (12.2 م)، ولكن هناك بدائل. ففي تطوير إسكان مبتكر ليفيلدج هومنز في ديفيز في ولاية كاليفورنيا، يصل عرض الشوارع إلى 20 قدماً (6.1 م).[18] وبتضييق الشوارع، واستخدام الشوارع غير النافذة، وتحديد مداخل المنازل بطول المركبة، فقد جعلت فيليدج هومز 15٪ من الأراضي متاحة من أجل إنشاء حدائق مجتمعية وبساتين وطرق للتنزه مزروعة بأشجار على جانبيها وممرات خاصة للدراجات.[19]

تشكل الأشجار المتشابكة ظلة فوق الشوارع الضيقة، وتظلل 80٪ من منطقة الشوارع، وتقلل من درجات الحرارة في فصل الصيف، وتقلل من الحاجة إلى مكيفات الهواء ذات صوت الأزيز المزعج، وتوجِد أحياء مجاورة أكثر هدوءاً وأكثر متعة (الشكل 19.4ب).

قم بتوجيه الجريان السطحي من الشوارع إلى سدود الحصاد المائي الترابية المجاورة، وحاول أن تقلل من كمية الأجزاء المرصوفة، وانظر ما إذا كان من الممكن جعل ما تبقى من الرصيف نفاذاً. وفي المجلد 2، يقدِّم الفصل «تقليل الموقع الصلب وإنشاء أرضية مرصوفة ذات نفاذية» عدداً من الأرصفة النفاذة التي يمكن أن تقلل الجريان السطحي بنسبة تصل إلى 90٪ وتنتِج مياه أمطار أنظف بشكل ملحوظ مقارنة مع الأرصفة غير المنفذة للماء.[20]



الشكل 18.4 أ. قطعة أرض سكنية جافة ومكشوفة تسود فيها أرصفة كتيمة ونباتات متناثرة وأرض متراصة جرداء ومتدرجة لتصريف جميع مياه الجريان السطحي إلى الشارع.

الشكل 18.4ب. قطعة أرض سكنية رطبة ومظللة تسود فيها سدود حصاد مائي ترابية ونباتات محلية ذات استهلاك منخفض للماء وأرصفة ذات نفاذية بتحدر ذات تدرج يعمل على تقليل الجريان السطحي إلى الحد الأدنى والاستفادة منه في الموقع.

الشكل 19.4أ. إنشاء أثر الجزيرة *الحرارية* في الصيف والذي يمكن أن *يزيد* درجات الحرارة بما يصل إلى 10° فهرنهايت (5.5° مئوية). شارع واسع مكشوف يشبه الفرن الشمسي في توسون في ولاية أريزونا. لا توجد أشجار في الحق العام للطريق.

الشكل 19.4ب. إنشاء أثر الجزيرة الباردة الذي يمكن أن يقلل درجات الحرارة بما يصل إلى 10° فهرنهايت (5.5° مئوية). شارع ضيق تصطف أشجار ناضجة على جانبيه ومظلل في فيليدج هومز في ديفيز في ولاية كاليفورنيا. وتزرع الأشجار في حرم الطريق العام على بعد بضعة أقدام فقط من حافة الشارع لتظليل قسم أكبر من الشارع. وفي الشتاء سوف تسقط هذه الأشجار أوراقها لتسمح بدخول المزيد من الحرارة والضوء عند الحاجة. أنظر الشكل 17.3 للاطلاع على شارع ضيق محاط بالأشجار في توسون في ولاية أريزونا.

الشكل 20.4. ازرع صفاً بدلاً من بناء صف، وازرع مكيف هواء بدلاً من شراء واحد. الاستمتاع بالنظر إلى الطيور في ظلة أشجار البلوط التي تشكل صفاً حياً وذاتي التبريد في الهواء الطلق في مركز وايلدفلاور في أوستن في ولاية تكساس.

خطوات العمل

ابحث عن أمثلة عن أرضية مرصوفة نفاذة وغير منفذة للماء حول منزلك ومجتمعك.

- حدد الطريقة التي يمكنك فيها تقليل مساحة الأرضية المرصوفة في موقعك، واجعل الأرضية المرصوفة المتبقية قابلة للنفاذية أكثر. قم بتنفيذ هذه التغييرات.
- ادرس تحويل الممر إلى منزلك إلى ممر مشجر بتحديد مقاييسه ليكون بطول وعرض مركبتك.
- ادرس استخدام طوب أو حصى أو حصى تثبيت ذات نفاذية عوضاً عن مواد الرصف الكتيمة.
- خطط لإنشاء سدود حصاد مائي ترابية ونباتات ملائمة في مناطق تمت فيها إزالة الأرضية المرصوفة، ومجاورة لمناطق تبقى فيها الأرض المرصوفة.
- ادرس زراعة «غرف» في الهواء الطلق من أشجار الظل لتحل محل الحاجة إلى مزيد من الأبنية أو لتقليل تلك الحاجة. (الشكل 20.4).
- في المجلد 2، اقرأ الفصل « تقليل الموقع الصلب وإنشاء أرضية مرصوفة ذات نفاذية.»

دمج عناصر تصميم موقعك لإنشاء موقع خارجي مجدّد

لا بد أن تدعوك عناصر التصميم المتكامل السابقة إلى التفكير في *أين* يمكنك وضع استراتيجيات حصاد مائي ورسم خرائط ووضع خطط لها، لإنشاء تصميم أكثر تكاملاً وكفاءة وإنتاجية. والهدف من هذه العناصر هو إعطاؤك إطاراً مفاهيمياً لإنشاء «أنظمة تجديدية.» ويتم إنشاء الأنظمة التجديدية من خلال دمج مدروس لعناصر التصميم بحيث يمكنها تعزيز

نفسها وإعادة إنشائها بدون اعتماد على مساهمات مستوردة مثل الوقود المنقول بالأنابيب أو الماء الذي يتم ضخه. وبمجرد إنشائها تقوم هذه الأنظمة التجديدية بالجزء الأكبر من العمل بحيث لا تحتاج لأن تقوم به أنت. وهي تعظم العائد على استثمارك في الحصاد المائي. ففي أي وقت نستثمر فيه الجهد أو الوقت أو المال أو المواد أو العمالة، فإننا نقوم بذلك بواحدة من ثلاث طرق: **تنكسي** أو بشكل **توليدي** أو بشكل **مجدِّد**. قارن بين خصائصها:

الاستثمار **التنكسي**:

- يبدأ في التدهور أو الانهيار بمجرد القيام به؛
- يتطلب استثمارات متواصلة للطاقة ومساهمات خارجية للحفاظ عليه عاملاً؛
- يستهلك موارد أكثر مما ينتج؛
- يؤدي عادة وظيفة واحدة فقط؛
- *تشمل الأمثلة*: المروج والمواقع الخارجية التزينية المعتمدة على المبيدات والأسمدة الكيماوية ومياه ري يتم جلبها من آبار عميقة أو من خدمات بلدية؛ ويتم تزويد المباني المدفأة والمبرَّدة بالكهرباء من مصادر طاقة مستوردة؛ ومواقف سيارات تقليدية أحادية الاستخدام.

استثمار توليدي:

- يبدأ بالتراجع فور القيام به؛
- يتطلب استثمارات متواصلة للطاقة ومساهمات خارجية للحفاظ عليه عاملاً؛
- ينتج موارد أكثر مما يستهلك؛
- يؤدي عادة وظائف متعددة؛
- تشمل الأمثلة: مواقع متعددة الاستعمالات (تنتج موارد متعددة مثل الغذاء والجمال وموائل الحياة البرية)؛ وتتم تدفئة وتبريد وإضاءة المباني بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية؛ منتجات طاقة بديلة دائمة مثل أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الماء الميكروية وطاقة الرياح (تحول المباني إلى منتجة للطاقة «النظيفة»)؛ مواقف سيارات تنشئ مرآباً بستاناً من أشجار ظل منتجة للغذاء باستخدام مياه الأمطار المحصودة، ومنشآت حصاد مائي مبنية تزيد من استخدام الموارد المائية والحصول عليها في الموقع.

استثمار مجدِّد:

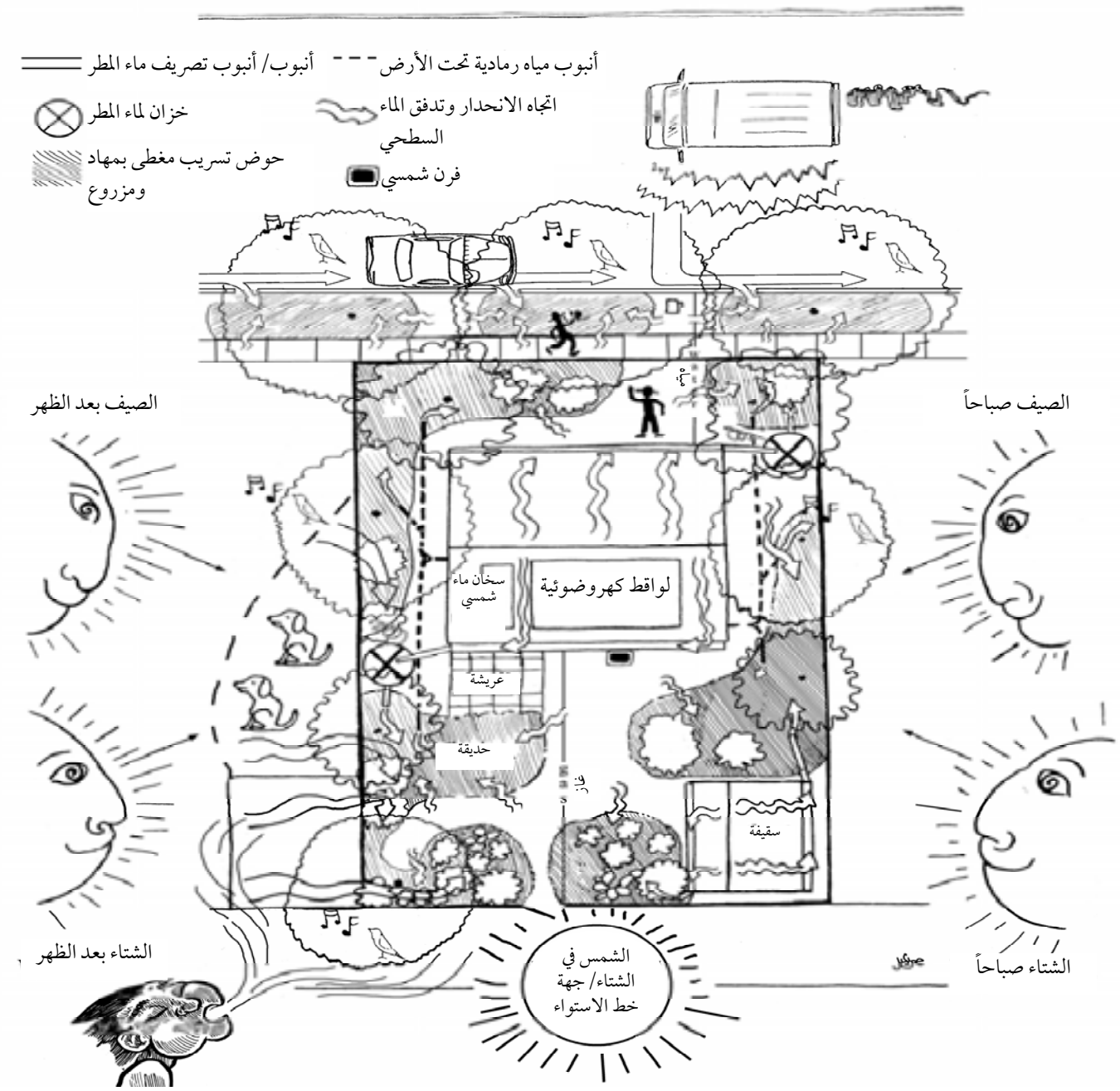
- يمكنه أن يصحح ذاته أو يعيد إنشاءها أو توليدها؛
- يبدأ بالنمو أو التحسن فور القيام به؛
- لا يتطلب استثمارات متواصلة للطاقة ومساهمات خارجية للحفاظ عليه عاملاً؛
- ينتج موارد أكثر مما يستهلك؛
- يؤدي عادة وظائف متعددة؛
- يمكنه إعادة إنتاج نفسه؛
- تشمل الأمثلة: مواقع متعددة الاستعمالات تعيش فقط على الأمطار الهاطلة الطبيعية ولا يتطلب أي موارد خارجية إضافية بعد توطيده؛ وأنظمة بيئية وغابات طبيعية تعيد إنتاج نفسها؛ وصناديق قروض مجتمعية دوّارة؛ ومنشآت حصاد مائي نباتية تبني وتصلح ذاتها بعد التوطيد.

اسعَ لجعل كافة جهودك في الحصاد المائي مجدِّدة، وقد يقول مزارع المياه السيد بيري: «ستكون متناغماً مع الطبيعة.» قد لا تصل إلى هناك على الفور، ولكن بالقيام فقط بحصاد الماء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، وبالطريقة التي يقترحها هذا الكتاب، فإنك سوف ترتقي من المستوى التنكسي إلى المستوى المجدِّد.

اربط جميع الأشياء معا: إنشاء تصميم متكامل

استخدم مخطط موقعك وموارده وتحدياته التي تم رسم خارطة لها كأساس لاختيار منشآت الحصاد المائي وتحديد أماكنها لإنشاء تصميم متكامل يزيد من كفاءة الموقع ويعظم إمكانية الموقع. وللقيام بهذا:

1. اطبع عدة نسخ من مخطط موقعك (مرسوم حسب مقياس الرسم) لاستخدامها كخرائط أساس لملاحظات وأفكار تمهيدية.
2. اعمل بمخططات مفاهيمية مختلفة لخطة الحصاد المائي. وأوصي بخيارين:



الشكل 21.4. مخطط متكامل لموقع خارجي لحصاد مياه الأمطار وحصاد المياه الرمادية. أشجار ظل منتجة للغذاء ومروية بمياه الأمطار والمياه الرمادية مزروعة في قوس شمسي مبرّد حول المنزل. ويتم الاحتفاظ بأشعة الشمس النافذة في الشتاء للتدفئة والطبخ والطاقة والإنارة. وقد تم التقليل من الموقع الصلب غير النفاذ عن طريق إزالة المدخل إلى المنزل وزراعة حديقة وإيقاف السيارة في الشارع. حديقة مقامة في مصيدة أشعة شمس محمية، ومروية بخزان يُشكل جزءاً من المصيدة. نباتات كابحة للرياح والضوضاء، وذات قدرة على التحمل، وتحتاج إلى كمية قليلة من الماء، وجاذبة للطيور المغردة، مزروعة داخل أحواض على المحيط الخارجي لنشر وتبريد الرياح. كما تعمل النباتات وخزان على حجب الكلاب النابحة بحيث أنها تتوقف عن النباح. ترفَع الممرات لتوجيه الجريان السطحي إلى نباتات مجاورة مزروعة في أحواض. أنابيب المياه الرمادية والخدمات الجوفية مدفونة في الممرات المرتفعة لمنع التضارب مع النباتات. وتنفذ المياه الرمادية إلى أحواض غائرة. ويتم تصريف الماء من السقوف، وتدرّج أجزاء من الأرض أو ترفَع لتشكل سواتر للاستفادة من الجريان السطحي المتدفق من خارج الموقع، وللاحتفاظ بكل ماء مطر الموقع في الموقع. وتشكل أشجار الظل المروية بمياه الجريان السطحي من الشوارع والأرصفة حاجزاً بين الشارع والمنزل، وتدعو الأصدقاء للتنزه والزيارة.

- اصنع رسومات نماذج مقصوصة (بنفس مقياس مخطط موقعك) للأشجار والخزانات والفناءات والحدائق وغيرها من العناصر التي تريد أن تضيفها إلى موقعك. انقل هذه القصاصات في جميع أنحاء مخطط موقعك متخيلاً كيف ستتفاعل مع تدفقات الموارد في الموقع (مياه الأمطار، والمياه الرمادية، والشمس، والرياح، إلخ.)
- ضع ورقة شفافة فوق مخطط موقعك واختر المكان الذي يمكنك أن تضع فيه العناصر المختلفة (أشجار، وخزانات، وفناءات، وحدائق، وغيرها من العناصر) التي تريد أن تستعملها في موقعك، وبعد ذلك تأكد من الطريقة التي تتفاعل بها مع تدفقات الموارد في الموقع.

ومع استمرارك باللعب بترتيبات مختلفة، اسأل نفسك: «أين أريد الماء، وأين يوجد لدي ماء، وكم من الماء يوجد لدي، وكيف/ أين يمكنني استخدام الماء أفضل ما يمكن؟» تذكر، إن هدفك هو زيادة كفاءة موقعك وتعظيم إمكانيات موقعك. ارجع إلى أقسام سابقة من هذا الفصل للاطلاع على أفكار مفاهيمية. أنظر الملحق 6، القسم N، للاطلاع على معلومات عن أنماط تصميم أخرى.

3. *أدخل تحسينات على تصميمك عن طريق وضع خطط لتفاصيل الحصاد المائي*. وبعد معرفة المكان الذي تريد أن تحصد فيه الماء، يحين الوقت الذي تستدل فيه على الطريقة التي تقوم فيها بذلك. أعد قراءة الفصل 3 لتحدد ما هي استراتيجيات الحصاد المائي المعينة الأكثر ملاءمة لاحتياجاتك، وذلك لحصاد الماء سواء كان في التربة أو في الخزانات أو في كلتيهما.

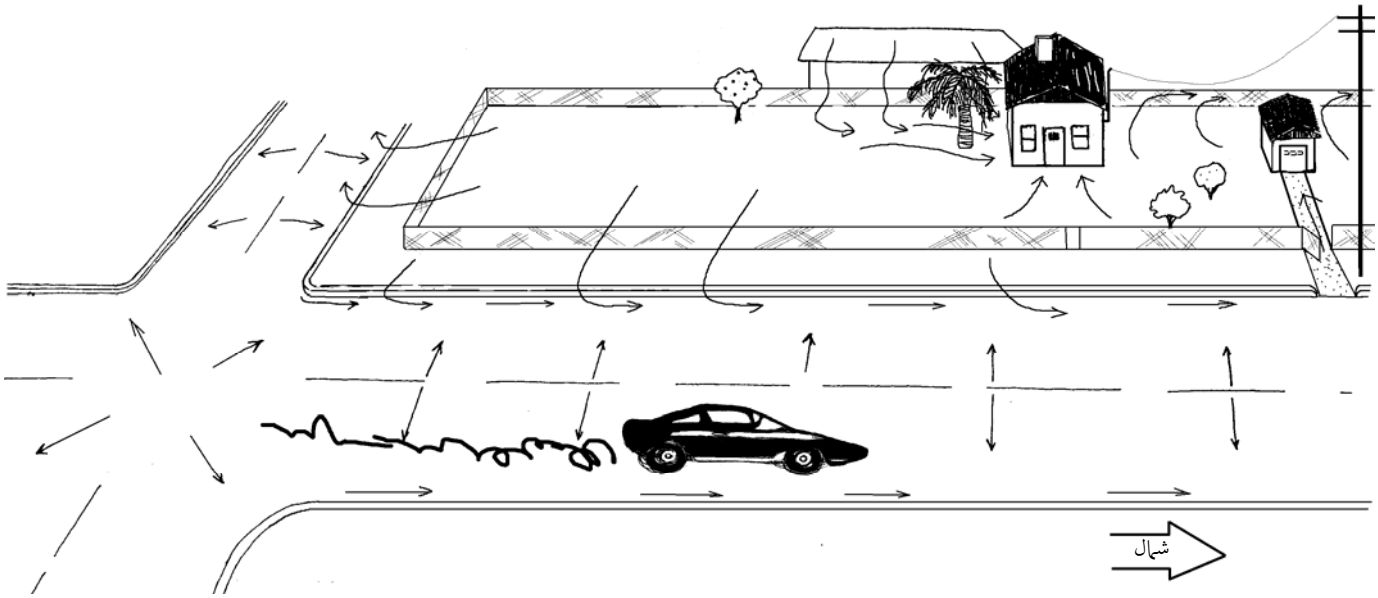
بعد ذلك اذهب إلى المجلد 2 الذي يقدّم أولاً لمحة عامة عن استراتيجيات سدود الحصاد المائي الترابية واستخدامها على النحو الصحيح، مع تناول الفصول الباقية لوصف أساليب الحصاد المائي بالتفصيل، إضافة إلى فائدة الغطاء النباتي، واستعمال المياه الرمادية في ري النباتات.

ثم اذهب إلى المجلد 3 الذي يصف الخزانات. والآن تمشى في موقعك مرة أخرى وأنت تتخيل كيف يمكن أن تعمل الاستراتيجيات المختلفة داخل السياق الخاص لموقعك. تسلى أكثر مع أفكار ومخططات على الورق - إن إجراء تغييرات بالقلم والممحاة أسهل بكثير من إجرائها بالمجرفة (أنظر الشكل 21.4 للاطلاع على مخطط مثالي لموقع ما). وعندما تشعر أن خطتك أصبحت جاهزة، احفر أثلاماً في أماكن الممرات والأشجار واستراتيجيات الحصاد المائي وغيرها من العناصر في التراب في موقعك، أو حددها بأعمدة أو بطلاء رشاش. تجوَّل في جميع أنحاء موقعك وأنت تتخيل كيف يكون شعورك بإقامة هذا النظام. قم بإجراء أي تغييرات ضرورية، فإذا كان كل شيء على ما يرام - ابدأ بالتنفيذ!

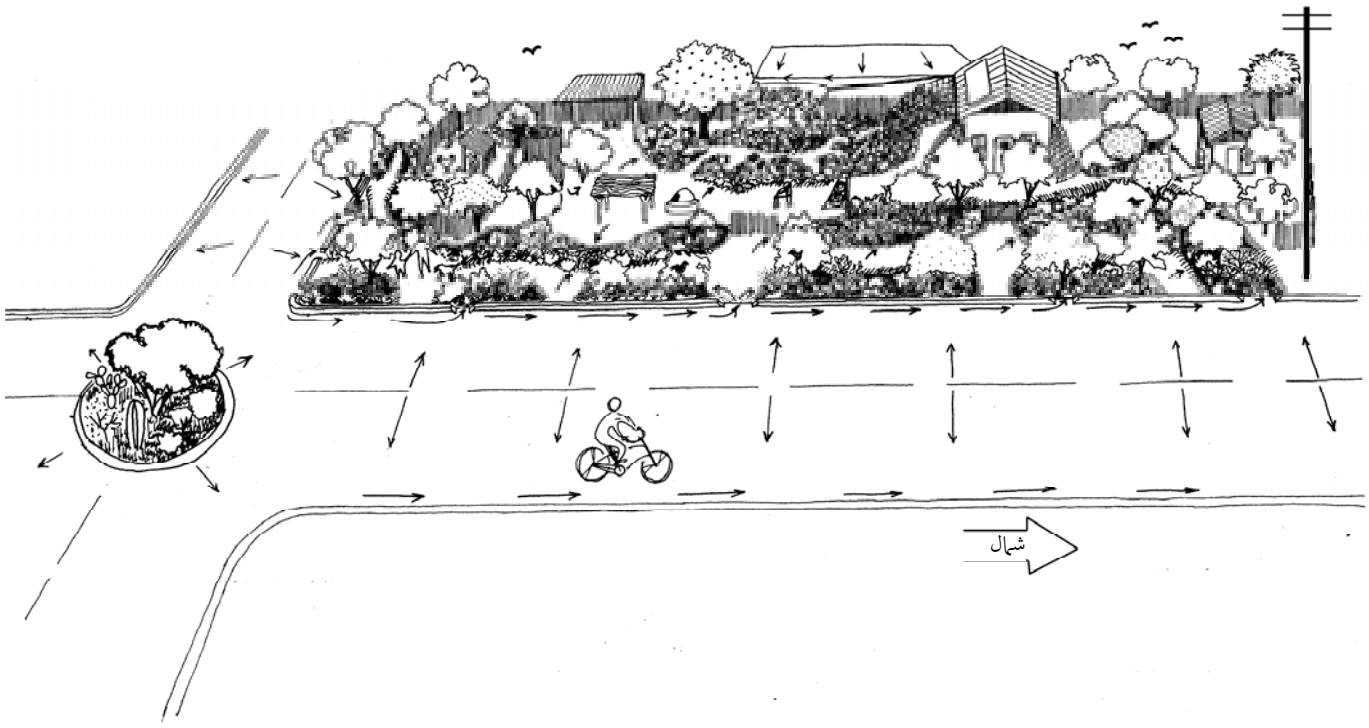
مثال من واقع الحياة

إدخال تعديلات من أجل حصاد مياه أمطار متكامل في مناطق حضرية، في توسون في ولاية أريزونا

على الفور بعد شرائنا رود وأنا لمنزل بحاجة لإصلاح ومتجه نحو الشرق- الغرب، انهمرت أمطار الصيف بغزارة من السماء. وعرفنا من أين يحدث التسريب في السقف، وأين يتجمع الجريان السطحي مقابل المنزل، وكيف كان القسم الأكبر من مياه الأمطار يجري خارج موقعنا إلى الشارع. قمنا برسم مخطط لهذه الملاحظات، وغيرها (الضوضاء، والمصابيح العلوية، والتلوث القادم من الشارع، وأين كنا نريد الخصوصية، وأين كنا نحتاج إلى الظل، وأين كنا نحتاج إلى تعزيز التعرض للشمس للنوافذ المواجهة للجنوب، إلخ.) على مخطط رسمناه للعقار (للأرض والمنزل). وكانت تتم إضافة المزيد من الملاحظات كلما قضينا المزيد من الوقت في الموقع، ونواصل عمل ذلك اليوم. كما تم قضاء ساعات طويلة في تخيل كيف يمكننا تحسين الموقع بسدود ترابية وخزانات ومزروعات وتكنولوجيات خاصة بالطاقة الشمسية واستراتيجيات التدفئة والتبريد بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، وأكثر من ذلك. وقد قمنا بعمل عصف ذهني لمعرفة كيف يمكن لمثل هذه التحسينات أن تندمج مع الاحتياجات والموارد القائمة في الموقع لتحقيق الحد الأقصى من التأثير المفيد. (أنظر الشكل 22.4، «قبل» و«بعد.»)



الشكل 22.4أ. موقعنا عند شرائه في عام 1994. معظم الجريان السطحي يُصرف خارج الموقع، أو من الأعلى نحو المنزل، أو من خلال المرآب. وتذهب المياه الرمادية جميعها إلى مصرف مائي. وتحجب شجرة النخيل نفاذ الشمس في الشتاء.



الشكل 22.4ب. موقعنا في عام 2005. ليس هناك جريان سطحي يخرج من الموقع. يتم تسريب الجريان السطحي في الموقع قبل أن يصل إلى المنزل أو إلى المرآب، ويوجد لدينا تصريف إيجابي بعيداً عن المباني. ويتم توجيه الجريان السطحي إلى أحواض وأشجار على طول حافة الطريق. ويتم توجيه المياه الرمادية كلها إلى الموقع الخارجي ويُعاد تدويرها فيه. وبإزالة شجرة النخيل، تمت استعادة وصول الشمس في الشتاء. وتم تركيب ألواح شمسية على السطح، وتم تركيب فرن شمسي وسخان ماء شمسي على الأرض جنوب العريشة المواجهة للجنوب. (لقد تم تركيب سخان الماء الشمسي على الأرض لأن سقفنا القديم لم يكن قوياً بما يكفي لحمل وزن السخان.)

وللتوسع في هذه الممارسة في *المراقبة الطويلة والمتأملة* قمنا بحساب موارد مياه الأمطار التي كان بإمكاننا حصادها داخل مستجمع مياه موقعنا. في سنة ذات متوسط يبلغ 12 إنشاً (305ملم) من المطر، يجري حوالي 6,000 غالون (22,700لتر) خارج سطحنا البالغة مساحته 990 قدماً مربعاً (92 م^2)، في حين تسقط كمية إضافية من الماء تبلغ 38,000 غالون (143,800 لتر) على ساحتنا البالغة مساحتها 132 × 46 قدماً. وخارج سورنا بالضبط يهطل 29,000 غالون (109,800 لتر) من الأمطار على حرم الطريق العام الذي يبلغ عرضه 20 قدماً (6.1 م) على الجهتين الجنوبية والشرقية من زاوية أرضنا، في حين أن 30,000 غالون (113,600 لتر) إضافية في السنة يمكن أن تحصد عن الشوارع السكنية المجاورة. إضافة إلى ذلك، فإن جزءاً من سطح جيراننا البالغة مساحته 270 قدماً مربعاً (25.1 م^2) يصرِّف 1,600 غالون (6,050 لتراً) من الجريان السطحي إلى داخل ساحتنا. وقد وصل هذا إلى ما مجموعه حوالي 104,600 غالون (395,950 لتراً) من المطر!

لقد بدأنا حصاد مياه الجريان السطحي على السقف عند أعلى مستجمعنا المائي - السقف. لقد قمنا بإزالة السقف الإسفلتي الذي توجد فيه تسربات، ونقلنا كومة الإسفلت القديم السام إلى مكب النفايات - لم نكن نعلم عندئذ بأن الإسفلت يمكن تدويره. وقمنا بتوسيع مساحة السقف بحساب وتركيب امتداد لبروز سقفنا بطول كافٍ للحصول على مزيد من الظل في الصيف، وفي الوقت ذاته قصير بما يكفي للسماح لحرارة وضوء الشمس المجانيين في الشتاء بالدخول إلى نوافذنا المواجهة للجنوب. من ناحية أخرى، نسينا إدراج عرض أنبوب التصريف (قمنا بتركيبه في وقت لاحق) عند تحديد الطول المثالي للجزء الناتئ من السقف بحيث أصبح الآن (بعد تركيب أنبوب التصريف) جزء من الشمس في الشتاء مظلل أكثر قليلاً مما يمكن أن يكون مثالياً. وبعد ذلك قمنا بتركيب سطح معدني مجلفن عيار 26 من شأنه أن يدوم لبقية حياتنا. لقد تم اختيار المعدن بسبب متانته وسهولة تركيبه وقوته، وأهم من ذلك كله، لطبيعته غير السامة ما يسمح باستخدامات أكثر لمياه الجريان السطحي عالية الجودة التي تمر فوقه.

لقد بدأنا حصاد معظم مياه الأمطار في أماكن قريبة قدر الإمكان من المكان الذي تهطل فيه - في الموقع الخارجي مع سدود حصاد مائي ترابية *صغيرة وبسيطة*. وتم حفر الأحواض وتغطيتها جيداً بالمهاد لحصاد وتسريب مياه الأمطار والجريان السطحي في جميع أنحاء مستجمعنا المائي، *ابتداء من النقاط العالية من الساحة ونزولاً نحو النقاط المنخفضة*. وتم توجيه المياه الفائضة من الأحواض الأكثر ارتفاعاً إلى الأحواض الأكثر انخفاضاً ما أدى إلى مزيد من نشر وتسريب المياه. وشكلت التربة الناتجة عن عملية الحفر شبكة من الممرات المرتفعة ومناطق لقاء مرتفعة. لقد ركزنا على السدود الترابية والماء حيث أردنا أن نعدد الوظائف بنباتات متعددة الاستخدامات ما يشكل قوساً شمسياً من أشجار الظل المبرِّدة في جهات الشرق والشمال والغرب من منزلنا؛ ولينشئ على طول حدود الأرض سوراً حياً من النباتات المحلية والمنظر الجميل وموئلاً للحياة البرية؛ وحول أشجار الحمضيات الموجودة التي يمكن أن تشكل جزءاً من مصيدة أشعة الشمس تظلل حديقة عضوية مستقبلية من شمس ما بعد الظهيرة. لقد تم وضع حديقة الأحواض الغائرة المغطاة بالمهاد والبالغة مساحتها 200 قدم مربع (18.6 م^2) جنوب المنزل تماماً نظراً لأن النباتات الخضراء القصيرة لن تحجب الشمس في الشتاء عن النوافذ المواجهة للجنوب. ولكن كان يتعين علينا أولاً إزالة شجرة نخيل كانت تحجب الشمس في الشتاء. وبإزالة شجرة النخيل أصبح لدينا تعرض مثالي للشمس في الشتاء للبستنة الشتوية (الموسم الأكثر إنتاجية والأقل استهلاكاً للماء في توسون)، وتدفئة وتبريد لمنزلنا بواسطة الشمس بدون اعتماد آلية ميكانيكية، وإمكانية وضع ألواح شمسية فوق سقف منزلنا لإنتاج كهربائنا الخاصة. وبين الحديقة والمنزل قمنا ببناء عرائش متفرقة زرعنا فوقها نباتات متسلقة تسقط أوراقها في الشتاء من أجل الحصول على ظل في الصيف. في الشتاء نقوم بتقليم النباتات المتسلقة للسماح للشمس بالسطوع من خلالها. ويتم إيجاد مزيد من الظل في الصيف بوضع رامادا وأشجار جنوب المنزل للحفاظ على الحصيلة الشمسية المفيدة في الشتاء حيث نريدها. تشكل الشمس الآن المصدر الحراري الرئيسي لمنزلنا حيث تزود فرننا الشمسي بالطاقة، وتساعد في إنبات وفرة من نباتات الشتاء الخضراء، ومع

الشكل 23.4. جهة منزلنا المعرضة للشمس في أواخر الشتاء. إن الألواح الشمسية (على السقف)، وسخانات الماء الشمسية (على الأرض إلى يمين المنزل)، والفرن الشمسي منزلي الصنع (أمام سخان الماء)، ومجفف الطعام الشمسي (إطار خشبي ومصفاة موضوعين أعلى أعمدة العريشة المصنوعة من حديد التسليح)، والحديقة الشتوية، جميعها موضوعة داخل الغلاف الشمسي ذاته لمدخل مفتوح لوصول الشمس في الشتاء إلى النوافذ المواجهة للجنوب. وسعينا بعد ذلك جاهدين لتظليل باقي الموقع بأشجار في الأماكن التي لا نحتاج فيها للحفاظ على التعرض للشمس في الشتاء. لاحظ كيف يزيد أنبوب التصريف من امتداد الجزء الناتئ ويسقط ظلاً في الشتاء أكثر مما كنا نريد.

تركيب الألواح الشمسية وسخانات الماء الشمسية تكون المصدر الوحيد للكهرباء والتسخين للماء. إن توجه منزلنا شرق- غرب، والجزء الناتئ الممتد، وقوس الشمس المكون من نباتات مظللة، وغيرها من الاستراتيجيات السلبية، مثل التهوية الليلية، تعتبر مصدرنا الرئيسي للتبريد. إن فواتير الكهرباء لم يعد لها وجود، وتصل قيمة فواتيرنا الخاصة بالغاز والماء إلى أكثر قليلاً من تكلفة الخدمة نظراً لأن الاستهلاك يتراوح بين شيء لا يذكر إلى معدوم. (أنظر الشكل 23.4.)

إلى جانب الشمس والماء، فإننا نحصد كذلك طاقة الجاذبية. لقد وضعنا أنابيب تصريف على الجزء من السقف الخاص بالجيران الذي يصرِّف المياه فوق أرضنا لتوجيه الجريان السطحي إلى الموضع المرتفع من ساحتنا حيث توجد شجرة الحمضيات. لقد كان الماء المستعمَل يذهب بعيداً عن الشجرة، والآن يُصرَّف بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية نحوها. إن أنابيب التصريف ودرجة انحدار سقفنا توجه أقل بقليل من نصف الجريان السطحي الموجود على السقف إلى سدود ترابية وأشجار الفاكهة شمال المنزل، ويتم توجيه الباقي إلى خزان فوق الأرض مُقام غرب الحديقة على طول حدود أرضنا على قمة منصة ترابية يبلغ ارتفاعها قدمين (61 سم). ويوفر الخزان، بمرافقة شجرة الحمضيات، العديد

من المهام من خلال تعزيز مناخ مصيدة أشعة الشمس الموقعي المفيد للحديقة، عاملاً بمثابة جزء من سياج الأرض، وكان يوفر ستاراً للخصوصية من جار كثير التحديق. وبرفع الخزان يمكننا الاستفادة من الجاذبية لنقل الماء من أنبوب التصريف الموجود على السقف إلى الخزان، ومن الخزان إلى الحديقة. إن ضغط الجاذبية منخفض، لذا، فإن وضع الحديقة تماماً بجانب الخزان يحافظ على أن يبقى طول خرطوم المياه فقط 25 قدماً (7.6 م)، ما يقلل من الاحتكاك الذي يقلل من الضغط داخل الخرطوم ويجعل ماء الخزان صالحاً للاستعمال (الشكل 24.4).

تبلغ سعة الخزان 1,200 غالون (4,550 لتراً). لقد اخترنا هذا الحجم بعد حساب المتوسط السنوي للجريان السطحي على السقف، مقيّمين احتياجاتنا المائية، ومحددين الموارد التي نريد أن نخصصها للنظام (تمت مناقشة هذا أكثر في *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، المجلد 3). لقد كنا نعرف أنه لم يكن لدينا جريان سطحي كافٍ لتلبية احتياجاتنا المائية المنزلية واحتياجات ري الحديقة والموقع الخارجي، لذا، فقد قمنا بتنفيذ استراتيجيات حفاظ مثل تركيب مرحاض تسميد جاف، وتركيب نظام مياه رمادية يعمل على تدوير جميع المياه التي تنزل في مصارفنا داخل الموقع الخارجي (أنظر الفصل الذي يتناول المياه الرمادية في حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر، المجلد 2، وكذلك الأشكال من 25.4 وحتى 28.4)، واستبدال بعض النباتات غير المحلية الشرهة للماء بنباتات محلية متحملة للجفاف. لقد ساعد هذا كثيراً، ولكن كنا لا نزال لا نملك من الجريان السطحي على السقف ما يكفي لتلبية جميع احتياجاتنا المائية. لذا فقد التزمنا باستخدام مياه السقف كجزء من نظام خزان ابتدائي تجريبي فقط للري وللاستخدام التكميلي للمياه خارج المنزل. ورغبة منا في الحفاظ على الخزان منخفض التكلفة وبسعة دون 1,500 غالون (5,700 لتر)، فقد قررنا أن نخزن كميات ماء من حدث هطول أمطار كبير يصل إلى 3 إنشات (76 ملم) ينحدر نحو الحديقة. هذا يعني أننا كنا في حاجة إلى خزان تبلغ سعته 1,200 غالون (4,550 لتر).

وبمعرفة كم يجب أن يكون حجم الخزان الذي كنا نحتاجه، فإن السؤال التالي كان: أي نوع من الخزانات كنا نريد استخدامه؟ تشمل الخزانات مسبقة التصنيع المتوفرة محلياً خزانات معدنية أو بلاستيكية أو من الألياف الزجاجية أو خزانات جاهزة للمياه الفاسدة. وقد كان لدينا كذلك خيار بناء خزاننا الخاص من الإسمنت المسلح، أو خزانات على شكل عبّارة تحت الأرض. (للاطلاع على مزيد عن خيارات الخزانات، أنظر *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، المجلد 3).

لقد اخترنا الخزانات الجاهزة لتحليل المياه العادمة للأسباب التالية:

1. من حيث أنها خزانات متوفرة محلياً وجاهزة، فقد كانت خيارنا الأرخص ثمناً للحجم الذي كنا نريده.
2. لقد كان خزان تحليل المياه العادمة بارتفاع 5 أقدام (1.5م)، وبطول 10 أقدام (3 م)، وبعرض 4 أقدام (1.2 م) مناسباً للمساحة لدينا. وقد أنشأنا منصة مرتفعة لتحسين توزيع المياه المخزنة المُغذى بفعل الجاذبية، ولكن لأن قاعدة المنزل كانت منخفضة جداً أكثر من المنصة المخطط لها، فإنه لم يكن بإمكاننا الحصول على خزان بارتفاع أكثر من 6.5 قدم (مترين)، وإلا سيكون الجزء العلوي من الخزان أعلى من حافة التنقيط لسقفنا، مع استبعاد إمكانية التدفق إلى داخل الخزان بفعل الجاذبية.
3. لقد أردنا أن نستخدم الخزان كجزء من حدود سياج أرضنا الغربية، وكستارة للخصوصية وكحاجب غربي للشمس. وقد عمل الخزان البالغ طوله 10 أقدام (3 م) بشكل جيد لتحقيق هذه الاستعمالات.
4. إن الإسمنت هو مادة مقاومة للحريق نسبياً، لذا يمكن أن يعمل الخزان كمانع حرائق في حال أشعل الجار من الجهة الغربية ناراً.
5. كانت هناك شجرة حمضيات حساسة للصقيع إلى الجنوب تماماً من المكان الذي أردنا أن نضع فيه الخزان، لذا فقد كان من الممكن أن تساعد كتلة الخزان بتلطيف تقلبات درجات الحرارة وإيجاد مناخات موقعية أكثر دفئاً نوعاً ما للشجرة في ليالي الشتاء الباردة.

الشكل 24.4. حديقة في أواخر الشتاء مزروعة بالكامل من مياه الأمطار والجريان السطحي من السقف، وتم حصادها في خزان سعته 1,200 غالون (4,550 لتر) في عام 2005. لرؤية الصورة ملونة أنظر الغلاف الخلفي من الداخل.

الشكل 25.4. صمام محوِّل ثلاثي الاتجاهات تحت المغسلة يعطينا الخيار الملائم لإرسال المياه الرمادية إلى الموقع الخارجي أو إلى مجرى تصريف بناء على ما الذي يمر في المصرف.

الشكل 26.4. يتم تصريف المياه الرمادية (تحمل علامة الوجهة: تين، ووايت سابوت، وبرتقال، وخوخ) بجانب الغسالة الكهربائية. ويوضع خرطوم التصريف من الغسالة في أنبوب مختلف مع كل دفعة غسيل. والخيار لعائلة تستعمل المنظفات غير المتوافقة حيوياً هو إدارج أنبوب تصريف إضافي عليه علامة يصرِّف الماء إلى مجرى تصريف.

الشكل 27.4. يوضع كل مخرج تصريف للمياه الرمادية في حوض مغطى بمهاد ومرزوع ومسرِّب ويحصد كذلك ماء الأمطار والجريان السطحي. ويصرَّف الأنبوب، أو يخرج، 3 إنشات (7.6 سم) فوق المهاد بحيث لا تنمو الجذور داخل الأنبوب أو تسدّه. وتتسرب المياه الرمادية على الفور تحت سطح المهاد. ويتم توزيع المياه الرمادية إلى أحواض متعددة لتقليل التدفق إلى أي حوض منفرد، وبالتالي يتعزز التسرب أكثر. ويتم تحديد حجم الأحواض كذلك للعمل عدة مرات على احتواء وتسريب ذروة جيشان المياه الرمادية التي سيتم تصريفها خلال فترة قصيرة من الوقت. وللاطلاع على مزيد من المعلومات والاختلافات الأخرى، أنظر فصل المياه الرمادية من المجلد 2.

الشكل 28.4أ. أنبوب شفط من الفينيل محجَّم على قاع حوض استحمام، ويمر عبر إطار النافذة ليوصل المياه الرمادية من أجل استعمال الموقع الخارجي، ويتجاوز الحاجة إلى التعامل مع مواسير تصريف لحوض الاستحمام من نوع آخر يتعذر الوصول إليها. لاحظ أن هذا النوع من الأنظمة قد لا يبدو ملائماً على الرغم من أنه من الممكن أن يكون خياراً مفيداً لمياه رمادية يتعذر الاستفادة منها بطريقة أخرى.

الشكل 28.4ب. مضخة سيفون يدوية (من متجر بيع قطع سيارات) تسحب مياه حوض الاستحمام الرمادية عبر أنبوب. وبمجرد أن تبدأ المياه بالتدفق، يتم نزع المضخة، ويوضع الأنبوب بجانب شجرة التين، ويستمر تأثير السيفون لسحب الماء. قم بشراء الأنبوب بعد شرائك للمضخة بحيث يمكنك اختيار قطر الأنبوب ليناسب المضخة. أنظر المجلد 2 للاطلاع على المزيد من الأشكال المختلفة.

6. لقد أردنا أن نلعب بفكرة استخدام خزان تحليل المياه العادمة كصهريج لمعرفة عيوبه ومزاياه. وقد اعتبرنا أنه من الممكن أن يكون نظاماً جاهزاً قابلاً للتطبيق وربما ينتهي بنا الأمر إلى تركيبه لزبائن.

لقد كان خزان تحليل المياه العادمة يصنع حسب طلب الزبون للاستخدام كخزان، ويدعَّم أكثر من أجل التركيب فوق الأرض (*أنظر المجلد 3 لمزيد من التفاصيل*). لقد بلغت تكلفته آنذاك 600 دولار أمريكي، شامل التوصيل والتركيب.

جميعها عملت بشكل رائع، مع توفير 95٪ من مياه ري حديقتنا الآن من مياه الأمطار المحصودة (الشكل 29.4).

لم أعد أشعر أنني ورود نعيش في حالة فقدان توازن تماماً مع الموارد المائية في بيئة أرضنا الجافة. ولم نعد نحصل على مياهنا كلها من المياه الجوفية المسحوبة بإفراط ومن المياه المجلوبة من مستجمعات مائية بعيدة. وبدلاً من ذلك، فإننا ننتقل أكثر فأكثر نحو العيش في إطار ميزانيتنا من مياه الأمطار، وضمن حدود بيئتنا المحلية. إننا لا نعتمد بالكامل على مياه الأمطار، وإنما نقلل من اعتمادنا التنكسي على مياه مجتمعنا الجوفية الآخذة بالتناقص، وعلى مياه نهر كولورادو التي يتم جلبها.

لقد أصبحت مياه الأمطار ضمن موقعنا الخارجي التوليدي مصدرنا المائي الأولي، وأصبحت المياه الرمادية مصدرنا المائي الثانوي، والمياه الجوفية هي، بشكل صارم، مصدر تكميلي نادراً ما يُستخدَم. وقد أصبح معظم موقعنا الخارجي المُقام مجدِّداً من خلال النمو بقوة بالاعتماد فقط على مياه الأمطار. وكلما تقدمنا أكثر كلما أصبح الأمر أكثر سهولة وأكثر متعة. لقد أصبح لعبة حيث نستخدم إبداعنا للخروج أكثر فأكثر من ما نجده داخل الحدود الطبيعية لمستجمع مياه موقعنا، في الوقت الذي نعطي فيه أكثر من ما نأخذ. وبتلك الروح، قمنا بإنشاء دش الاستحمام خارج المنزل بحيث يمكن للمستحم إما أن يستخدم مياه البلدية المضغوطة عند رأس الدش، أو ماء الخزان الموزَّع من دلو دش استحمام يتدلى من خطاف. (أنظر الشكل 30.4 الذي يبين تصريف دش الاستحمام خارج المنزل). وتذهب كل المياه الرمادية من الاستحمام بالدش والأعمال المنزلية مباشرة إلى الموقع الخارجي بواسطة أحواض

الشكل 29.4. أغذية تتم زراعتها ومعالجتها في الموقع، حيث تم ريها بمياه الأمطار. لرؤية الصورة ملونة، أنظر الغلاف الخلفي من الداخل.

مغطاة بمهاد (أنظر فصل المياه الرمادية في *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، المجلد 2). وقد تضمنت استراتيجيات أخرى إنشاء دكان غسالات كهربائية مقابل أجر واستخدام المياه الرمادية في فنائنا، وتقليل المواقع الصلبة غير المنفذة للماء من خلال استبدال ممراتنا الإسفلتية بمزروعات مورقة داخل أحواض التسريب، والعمل مع الجيران والمدينة لاستبدال 26٪ من المساحات المرصوفة من التقاطع الركني بدوَّار مروري مزروع بنباتات محلية، وحصاد الجريان السطحي في الشارع داخل أحواض مغطاة بمهاد ذات حواف مرتفعة لزراعة حزام أخضر من أشجار الشارع على طول حرم الطريق العام (أنظر فصل «تقليل الموقع الصلب وإنشاء أرض مرصوفة نفاذة» في المجلد 2).

الشكل 30.4. ثلاثة مصارف على الجزء السفلي من دش استحمام خارجي، كل منها يحوِّل المياه الرمادية إلى نباتات مختلفة في الموقع الخارجي.

الشكل 31.4أ. حرم الطريق العام مجاور لممتلكات ذات مداخل إسفلتية تمت إزالتها مؤخراً، 1994. لرؤية الصورة ملونة، أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.

الشكل 31.4ب. ممر تنزه محدد بالأشجار ينعش ما كان يوماً ما حرم طريق مجدب، 2006. لرؤية الصورة ملونة، أنظر الغلاف الأمامي من الداخل.

ويبين الشكل 31.4 صوراً «قبل» و«بعد». ونتيجة لـذلك ينمـو الموقع الخارجي وينتج بوفرة، وتنخفض خدماتنا العامة وتكلفـة معيشتنا بشكل ثابت - وليس المياه الجوفية. لقـد تـم الاعـتراف بذلك عندما فزنا بجوائز «المكـان الأول لموقـع خـارجي لمالـك منزل دون 10,000 دولار أمريكي،» و«أفضل حصاد مـائي،» و«جيه. دي. دي ميغليو للأعـمال الفنيـة في موقـع خـارجي» في مسابقة عام 2005 لوزارة الموارد المائية في أريزونا/ توهونو تشل بارك لتنسيق المواقع الخارجية في الأراضي القاحلة.

إننا نزيد من ضغطنا لتحسين كفاءة وملاءمة نظامنا لجعـل مياه الأمطار المصدر المائي الأولي داخـل منزلنـا كـذلك. ونقـوم *بإعـادة تقيـيم مـا فعلنـاه باسـتمرار*، وقمنـا بتوسـيع أو تعـديل الأحواض عنـد الحاجـة، ووضـعنا أو نقلنـا النباتـات التـي تـم اختيارها أو زراعتها بشكل سيء، وجعلنا أنظمـة خزاننـا والميـاه الرمادية أكثر قابلية للوصول وأكثر ملاءمة للاستخدام. كما أننـا نقوم بالتخطيط لمنطقة مطبخ خـارجي بـرواق مـسقوف جديـد وخزان بحيث يمكننا إجراء تجارب على مياه الأمطار مـن أجـل الشرب والطبخ والتنظيف وأكثر من ذلك.

يقوم أشخاص آخرون بتطوير أنظمـتهم وإجـراء تجـارب بطريقة مشابهة. إننا نساعد ونعلِّم ونشجع بعضنا البعض، وتنمو الحركة عندما تبدأ الممارسة والأمثلة والمعرفة داخل مـستجمعاتنا المائية الميكروية في فنائنا بالتدفق وتغذية مستجمع المياه الأكـبر في المجتمع. ابدأ من الأعلى. ابدأ بأعمال صغيرة. ابدأ.

الملحق 1

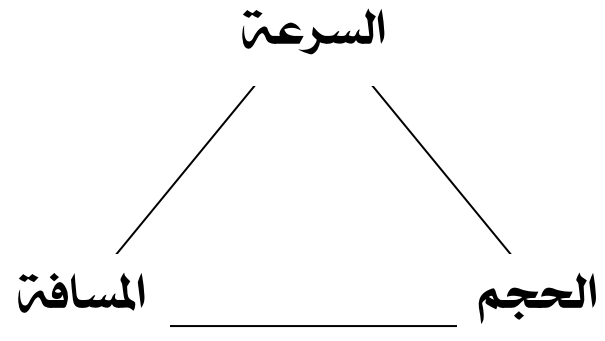
أنماط من التدفق المائي والتعرية مع إمكانياتها للاستجابة للحصاد المائي

أنماط أو مسارات

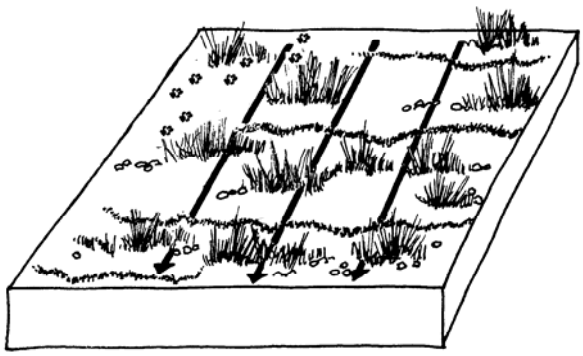
إن الأنماط أو «المسارات» التي يخلفها تدفق الماء والرواسب هي أدلة ممتازة توجّه اختيار جهود الحصاد المائي وتحديد مكانها. والتعرية هي أحد تلك الأنماط. إن التعرية هي حدث طبيعي يتم حصرها وإبطاؤها طبيعياً في المستجمعات المائية السليمة بواسطة نباتات وأنواع تربة حية ومسامية. وتكون التعرية في المستجمعات المائية السليمة بطيئة وجزءاً طبيعياً من التوازن الديناميكي الذي ينقل الرواسب نحو المصب. وبانتقال المادة العضوية والتربة إلى أسفل المنحدر، فإنه يتم الاستعاضة عنها بتساقط الأوراق من النباتات في الموقع، وبتربة تنتقل نحو الأسفل من انحدار أبعد مائل نحو الأعلى، وبإضافة مواد نباتية مهضومة «تنتقل إلى منطقة مائلة نحو الأعلى» وتخرج على شكل فضلات الحيوانات. وعلى طول المنحدر (باستثناء القمة) فإنه يتم إيقاف الانتقال البطيء للمادة العضوية والتربة نحو الأسفل عن طريق استبدالها.

وفي مستجمعات مائية غير سليمة، فإن التعرية غير المحصورة يمكن أن تكون مثل الجرح العميق في جسم الإنسان، حيث تؤدي إلى فقدان سريع للماء والتربة. إنها دليل على موارد مستنفدة في موقع خارجي غير مستقر. إن تعلُّم التعرف على أنماط/ مسارات التعرية وأسبابها هي خطوة أساسية في التخطيط لاستراتيجيات فعالة للحصاد المائي تكسر مثلث التعرية في الشكل أ1.1.

تشير السرعة والمسافة والحجم إلى سمات الماء المتدفق على سطح الأرض. قلل من أي واحد منها وسوف تبدأ بقطع دورة التعرية. وكلما كسرت الدورة أكثر، فإنك تقلل من التعرية أكثر. وإذا وضعت استراتيجية حصاد مائي، مثل ساتر وحوض، أو سد كابح، أو حوض في طريق الماء المتدفق فوق الأرض، فإنك سوف تقلل من التعرية من خلال تقليل سرعة تدفق الماء. وسوف تكون قد وضعت مطباً ترابياً لتخفيف السرعة على طريق التعرية السريع.



الشكل أ1.1. مثلث التعرية



الشكل أ2.1. سواتر من فتات الصخور وتدفق صفيحي

إذا وضعت استراتيجية واحدة أو أكثر من هذه الاستراتيجيات أعلى مستجمع المياه بدلاً من البدء من الأسفل، فإنك سوف تقلل من التعرية من خلال تقليل المسافة التي يقطعها الماء قبل أن يتم حثه على التسرب إلى داخل التربة. وهذا يشبه مطب تخفيف السرعة عند أعلى ممر المدخل بحيث لا تسنح للماء أية فرصة لتسرع على نحو مدمِّر.

إذا تم وضع عدد من الاستراتيجيات التي تحجز مياه الجريان السطحي وتسربها إلى داخل التربة، في جميع أنحاء مستجمع مياه – من قمم المنحدرات إلى أسفلها، فإنه يتم تقليل التعرية أكثر عن طريق تقليل حجم تدفق المياه السطحية. ولن تكون المياه السطحية قادرة على التراكم بحجم مدمِّر قبل أن يكون قد تم تسربها إلى داخل التربة. إن التدفق فوق الأرض على نحو يسبب تعرية سوف يقلل منه مع ازدياد ما يتم تسربه إلى داخل التربة، أو يمر بهدوء عبر الموقع الخارجي.

فيما يلي عدد من أنماط تدفق الماء والتعرية واستجابتها المحتملة لسدود الحصاد المائي الترابية. إن أساليب الاستجابة مغطاة بالتفصيل في المجلد 2 الذي يتناول السدود الترابية.

النمط والاستجابة

التدفق الصفيحي

إن التدفق الصفيحي هو التوزيع المتساوي نسبياً لمياه التدفق السطحي فوق سطح الأرض، والذي يتبع انحدار الأرض نحو الأسفل، ولكنه غير مركَّز داخل قنوات واضحة المعالم. ومن المرجح أن يكون التدفق الصفيحي قد حدث بعد انهمار غزير لأمطار إذا لم ترَ قنوات واضحة المعالم في منطقة ذات انحدار ترابي أجرد. فإذا لم تتركز المياه داخل قناة، فلا بد أنها تعبر الأرض كتدفق صفيحي. وهناك مؤشرات أخرى تتمثل في سواتر من فتات الصخور وركائز نباتات تم وصفها أدناه.

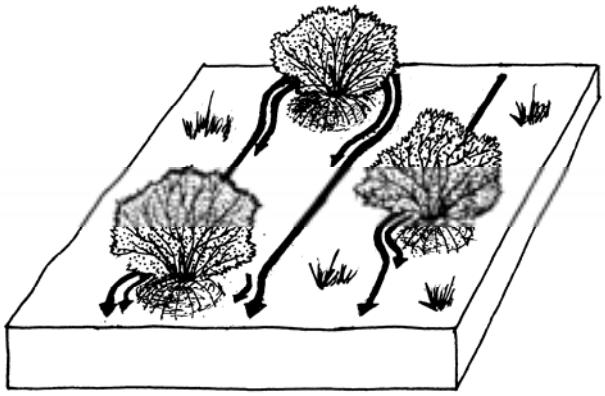
سواتر من فتات الصخور

النمط: السواتر من فتات الصخور عبارة عن خطوط منحنية صغيرة من المواد العضوية مثل أوراق أشجار متعفنة تم حملها بواسطة التدفق الصفيحي، ومن ثم تم ترسيبها بشكل متعامد مع التدفق. ويشير القوس الخارج للمنحنى عادة إلى اتجاه المنحدر المتجه نحو الأسفل. وعادة ما يكون ارتفاعها أقل من إنشين (51 ملم)، وغالباً لا تستمر أكثر من بضعة أسابيع بعد هطول المطر. وتوجد فقط على منحدرات معتدلة في ساحات، أو في موقع خارجي واسع، وليس في مصارف المياه. (أنظر الشكل أ2.1)

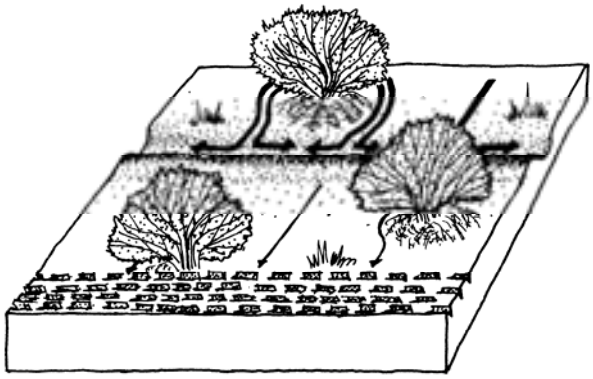
الاستجابة: إن هذه السواتر متناهية الصغر والمكونة من مواد عضوية هي مؤشر على تدفق صفيحي أكثر هدوءاً، لذا، فهي عادة لا تشير إلى حاجة ملحة لمكافحة التعرية، إلا أنها تساعد في تأكيد اتجاه الانحدار التدريجي وتدفق المياه. وهذا أمر مفيد عند وضع سواتر وأحواض كونتورية، أو سواتر ملتوية، أو عند الزراعة على خطوط كونتورية.

الركائز

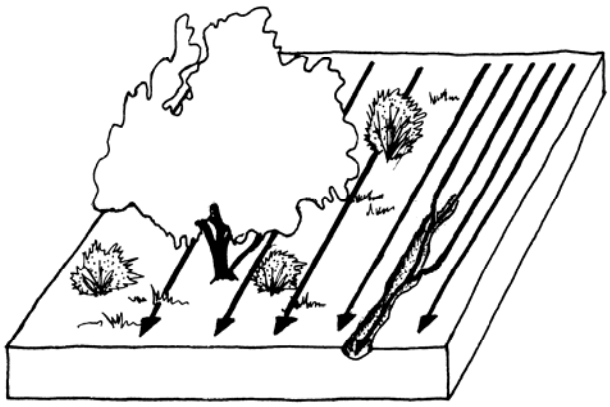
النمط: الركائز هي أكوام من التربة مثبتة في مكانها بواسطة الحشائش، والشجيرات والأشجار المنخفضة (الشكل أ3.1أ). وتكون الأرض خارج محيط الركائز أكثر انخفاضاً. وتُظهر نظرة عن كثب أن جذور النباتات والظلات الواقية المكونة من أوراق الأشجار تحمي الركائز من الانجراف. وهذه الظلة ذاتها المكونة من أوراق وأغصان الأشجار والشبيهة بالشبكة تساعد كذلك في بناء الأكوام من خلال التقاط التربة والمواد العضوية المحمولة مع الرياح والماء، ومن خلال إضافة الأوراق والأغصان الساقطة إلى التربة في الأسفل. إن وجود الركائز يشير عادة إلى حدوث تعرية صفيحية أكثر ضخامة داخل



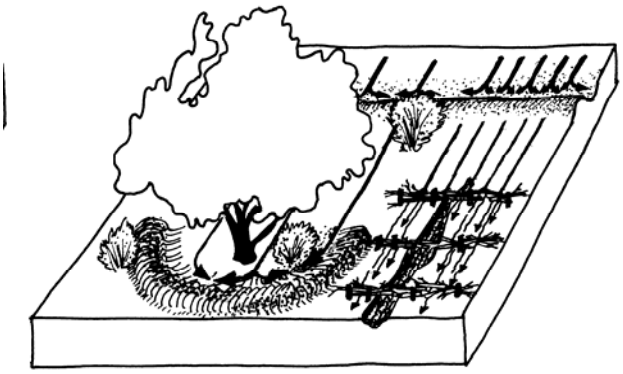
الشكل أ3.1أ. ركائز وتدفق صفيحي



الشكل أ3.1ب. مع إضافة ساتر كونتوري وأثلام



الشكل أ4.1أ. موضع شق عند أعلى جدول



الشكل أ4.1 ب. ومع إضافة ساتر كونتوري مائل نحو الأعلى، وساتر ملتو مع أشجار وسياج دغلي

موقع خارجي واسع، على الرغم من أنه تتم ملاحظة الركائز في بعض الأحيان في مصارف المياه حيث يجرف التدفق المركَّز الرواسب غير المحتجزة في مكانها الصحيح.

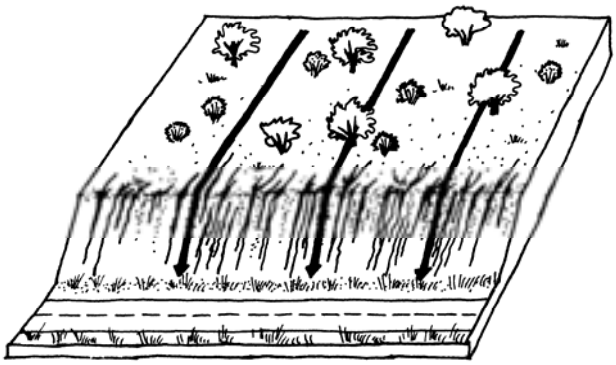
الاستجابة: إن الاستراتيجيات التي تبطئ من الجريان السطحي وتزيد من التسريب في الموقع الخارجي الواسع، مثل السواتر والأحواض ، وأحواض التسريب، وزيادة الغطاء النباتي، تكون عادة ملائمة لتقليل التعرية الصفيحية الكبيرة (الشكل أ3.1ب).

جريان القناة

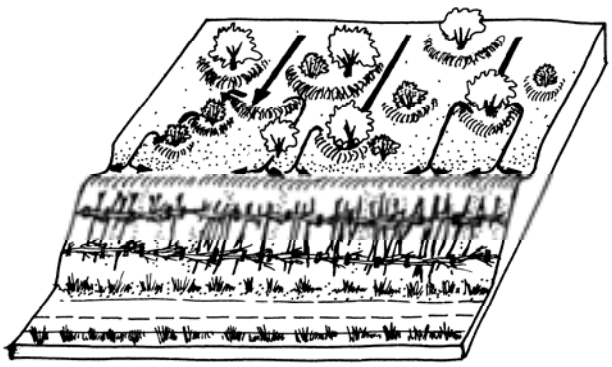
إن جريان القناة هو التوزيع المركَّز للجريان السطحي داخل قنوات أو مصارف مياه واضحة المعالم. ابحث عن نقاط تثليم، وجداول، وأخاديد، وأماكن تقطع الضفاف، والأحجام المختلفة للرواسب، ونباتات تنمو داخل القنوات، وجذور مكشوفة. إن هذه الأنماط موصوفة أدناه.

نقاط أثلام أو نقاط تقطع

النمط: إن نقطة الثلم أو نقطة التقطُّع هي مظهر من مظاهر التعرية تنشأ عندما يتركز التدفق الصفيحي داخل جريان قناة من خلال شق ثلم أو تجويف داخل الأرض (الشكل أ4.1أ). ونقاط الأثلام تبدأ صغيرة، ولكن من الممكن أن تنمو لتكون بالغة جداً. وهي عبارة عن الحواف المتنامية لكل من الجداول والأخاديد، وسوف تستمر بالنمو بعكس اتجاه التيار، طالما أن هناك تربة يتم شقها، أو إلى أن يتم تصويبها وتثبيتها. إن مظهر التعرية ينتقل بعكس اتجاه التيار في حين تنتقل المياه مع التيار.



الشكل أ5.1أ. جداول على قطع لإنشاء الطريق



الشكل أ5.1ب. مع إضافة سواتر ملتوية، وسواتر كونتورية وأسيجة مكونة من شجيرات

الاستجابة: يجب معالجة مواضع الشقوق بسرعة لإيقاف التعرية. ويجب إبطاء التدفق الصفيحي فوق الأرض ونشره وتسريبه إلى داخل التربة قدر الإمكان قبل أن يصل إلى موضع شق. إن استراتيجيات الحصاد المائي، مثل السواتر والأحواض، والتثليم، والغطاء النباتي، والمهاد، وأحواض التسريب، يمكن أن تشكِّل جميعها منحدرات مفيدة عند وضعها في مكان يعلو نقطة تقطُّع. وداخل القناة الحاتّة ذاتها، قم بنشر وتسريب التدفق بواسطة حواجز نفاذة ملائمة لحجم القناة (أنظر أدناه: «تعرية الجداول» و«الأخاديد» من أجل أمثلة). أنظر الشكل أ4.1ب.

تعرية الجداول أو السواقي

النمط: إن الجداول أو السواقي هي مصارف مياه حاتّة صغيرة جداً انجرفت فيها تربة سائبة. وهي شائعة جداً على المنحدرات المتآكلة حيث تم شق الطرق داخل سفوح التلال أو على مداخل وطرق ترابية جرداء تتجه بانحدار نحو الأسفل (الشكل أ5.1أ). إن الجداول هي مرحلة مبكرة لذلك النوع من تعرية القناة الذي يحدث نحو الأسفل من مواضع الشقوق.

الاستجابة: ضع نصب عينيك أولاً نشر وتسريب التدفق الصفيحي فوق الجدول أو الساقية. ويمكن للسواتر والأحواض، والغطاء النباتي، والمهاد أن تكون جميعها فعالة. بعد ذلك قم بنشر وتسريب التدفق إلى داخل الجدول ذاته، مع سلسلة من السدود الكابحة الصغيرة جداً والمبنية من أغصان وأكوام من الصخور موضوعة عبر الشق (الشكل أ5.1ب).

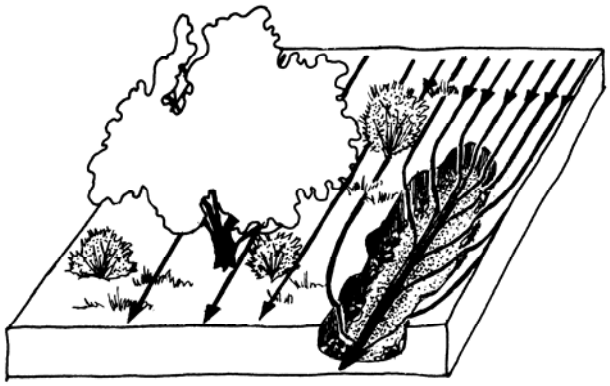
الأخاديد

النمط: الأخاديد هي مصارف مياه أو جداول ضخمة، وغالباً ما كانت سواقي أو جداول استمرت في التآكل والازدياد في العمق والنمو. إن الأخاديد هي مظهر من مظاهر تعرية القنوات (الشكل أ6.1أ).

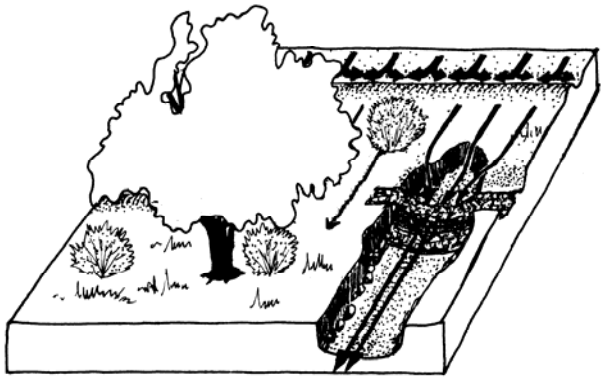
الاستجابة: ينبغي إبطاء الجريان فوق الأرض الذي يتم تصريفه نحو القناة، ونشره وتسريبه إلى داخل التربة بأكبر قدر ممكن قبل الوصول إلى المصرف. ومن الممكن أن تكون السواتر والأحواض، والتثليم، والغطاء النباتي، والمهاد، وأحواض التسريب جميعها ملائمة. وداخل المصرف بحد ذاته فإن سلسلة من سدود الصخرة الواحدة القوية والمُقامة في مكان صحيح حيث تكون مبنية بشكل متعامد مع التدفق، يمكنها أن تساعد في تثبيت مصرف الماء بينما يتم في الوقت ذاته إصلاح الموقع الخارجي (الشكل أ6.1ب).

قطع الضفة عند المنحنيات

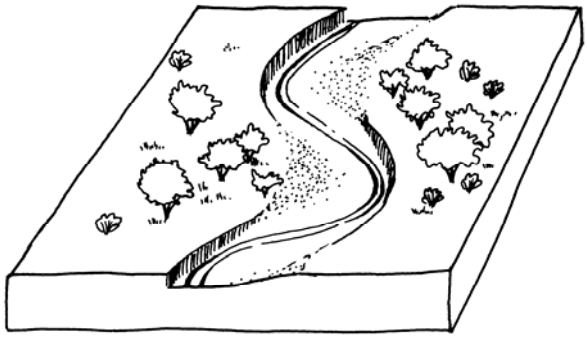
النمط: يحدث قطع الضفة عندما تتدفق المياه الجارية عبر قنوات حول منحنى ويقطع زخم الماء المندفع نحو الأمام الضفة الخارجية لمصرف الماء. وغالباً ما تسمح المياه المتحركة ببطء أكثر داخل المنحنى لرواسب هذا القطع بالترسب داخل موقع المنحنى. لاحظ شكل جانب التدفق القاطع، إنه يكون عادة بشكل جرف عمودي. ومن ثم لاحظ شكل جانب الترسيب، إنه يكون عادة بشكل ضفة منحدرة باعتدال. (أنظر الشكل أ7.1.)



الشكل أ6.1أ. أخدود



الشكل أ6.1ب. مع إضافة ساتر كونتوري وسد كابح



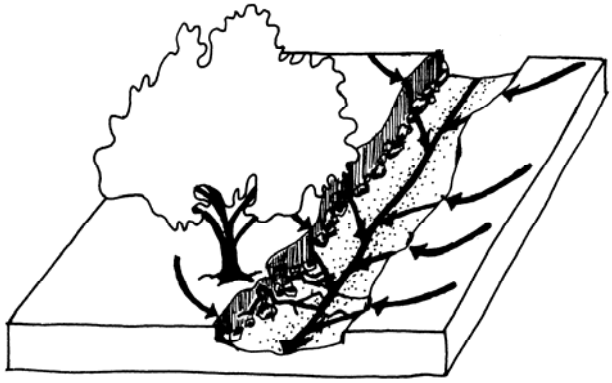
الشكل أ7.1. قطع الضفة عند المنحنيات

الشكل أ8.1. أحجام مختلفة من الرواسب

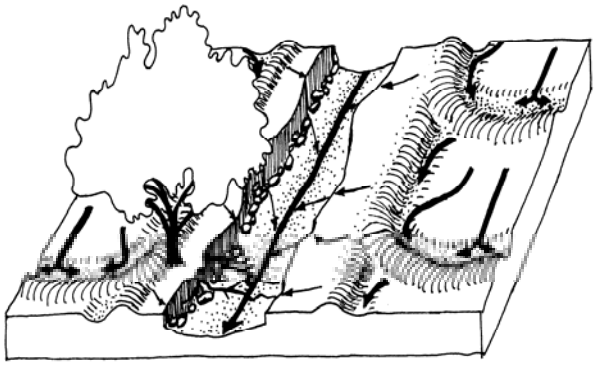
الاستجابة: يمكن لمثل هذا القطع للضفة عند المنحنيات أن يساعد في «نشر وتسريب» الماء من خلال القيام في نهاية المطاف بتوسيع وإطالة مسار التدفق بواسطة قناة أفعوانية أكثر بصورة مستمرة. وهذا يمكن أن يقلل من درجة ميل (انحدار) مصرف الماء، ويبطئ من تدفق الماء. لا تحاول السيطرة على إنحناء القناة هذا، بل استخدم عوضاً عن ذلك إدراكك للانحناء لوضع سدود كابحة بشكل صحيح إذا كانت مكافحة التعرية داخل القناة ضرورية. إن السدود الكابحة هي منشآت حصاد مائي ومكافحة للتعرية توضع متعامدة مع تدفق الماء الذي يمر في قنوات داخل أجزاء مستقيمة من القنوات في منطقة تعلو المنحنيات باتجاه المنبع. إن البناء الصحيح واختيار المكان الصحيح لهذه المنشآت يساعد في ضمان أن لا يحدث قطع الضفة حول حواف السدود الكابحة.

حجم الرواسب داخل قاع مجرى الماء

النمط: إن الأحجام المختلفة للرواسب هي أدلة على تدفقات مائية ورواسب قديمة في المجرى المائي. وكلما كانت قطع الرواسب أكبر، مثل الصخور الكبيرة أو الجلاميد، كان تدفق المياه القديمة، ويمكن أن يكون التدفق المحتمل، أسرع وذا اندفاع أقوى. إن وجود صخور ضخمة أو جلاميد يشير إلى ماء سريع الحركة، حيث أن هذه هي الأجسام الوحيدة الثقيلة بما يكفي لتستقر في المياه التي تتحرك بسرعة. ومع تباطؤ حركة الماء فإن الرواسب الأصغر والأخف وزناً تتساقط. وتترسب الحجارة أولاً، ومن ثم التراب، وأخيراً الطمي والطين عندما تصبح حركة الماء بطيئة إلى حد كبير. (أنظر الشكل أ8.1). قد يكون مصرف الجلاميد المتناثرة جافاً وقت الملاحظة، ولكن عندما يفيض فإنه يفيض بقوة كبيرة جداً.



الشكل أ9.1أ. جذور مكشوفة



الشكل أ9.1ب. مع إضافة سواتر وأحواض

الاستجابة: تحديد التدفق المحتمل هو المفتاح إلى اختيار وإقامة منشآت الحصاد المائي ومكافحة التعرية الملائمة. ومن الأفضل عادة البقاء بعيداً عن مصارف الجلاميد المتناثرة التي من المحتمل أن يحدث فيها تدفقات كثيفة. وبدلاً من ذلك، ركِّز جهود الحصاد المائي ومكافحة التعرية على التدفقات الأكثر اعتدالاً في الموقع الخارجي الواسع وعلى مصارف الماء الأصغر التي تغذي التدفقات الأكثر كثافة.

الغطاء النباتي في قيعان مصارف الماء

النمط: إن الغطاء النباتي الذي ينمو (أو عدم وجوده) في قاع غدير ما يعطيك فكرة عن تدفقات قديمة. لاحظ مقدار القطع نحو الأسفل، أو حجم العمق بفعل الحت الذي حدث مؤخراً في مصرف الماء، محاولاً تحديد أعمار الأشجار الأصغر سناً والحشائش المعمرة وغيرها من النباتات التي تنمو في قعر المجرى المائي.

الاستجابة: إن حجم وكثافة وعمر النباتات التي تنمو في قاع مصرف الماء وعلى طول ضفافه الأكثر انخفاضاً هي مؤشر جيد عن تكرار الفيضانات وتاريخ الفيضانات الحديثة، حيث أن الفيضانات عادة ما تزيل النباتات الصغيرة. وإذا كنت تحاول إعادة زرع نباتات في مصرف الماء، فإن وجود، أو عدم وجود، النباتات يمكن أن «يعلمك» أين تكون الزراعة مقبولة لتقليل خطر فقدان النباتات الجديدة بسبب الفيضانات.

الجذور المكشوفة

النمط: قد تكون الجذور المكشوفة للأشجار والشجيرات واضحة على طول مصارف ماء حاتّة كبيرة وصغيرة (الشكل أ9.1أ).

الاستجابة: نتيجة لتعرية القناة والضفة، فإن الجذور المكشوفة تزودك بمعلومات عن درجة التعرية والتدفق المائي المحتمل في مصرف ما. وبشكل عام، فإنه كلما كانت الجذور مكشوفة أكثر، كان التدفق أكثف، وعمق وعرض القطع التآكلي أكبر.

إن استراتيجيات مكافحة التعرية تكون عادة هي ذاتها المستخدَمة للأخاديد، وحتى لو كان قطع الضفة شديد جداً، ركِّز أولاً على تقليل شدة التدفق من خلال حصاد الماء وتقليل التعرية في مكان أكثر ارتفاعاً في مستجمع المياه. (أنظر الشكل أ9.1ب).

أنماط عامة من الماء والانحدار والتدفق

إن الأنماط التالية ليست مقتصرة على التدفق الصفيحي أو تدفق القناة فحسب، فهي ناجمة عن تدفقات متنوعة للمياه، وأشكال الحياة التي تدعمها، والمنحدرات التي تساعد في تشكيلها. ابحث عن رواسب، وخطوط رئيسية، وخطوط فاصلة، وعلامات أعلى ارتفاع لمستوى الماء، وحفر الانجراف، والغطاء النباتي، والحيوانات. هذه الأنماط موصوفة أدناه.

تراكم الرواسب

النمط: يحدث تراكم الرواسب عندما تسقط الصخور والرمال والتربة والأغصان الصغيرة والبذور وروث الحيوانات وغيرها من المواد المحمولة بالجريان السطحي من التدفق. وفي بعض الأحيان تلتقط الأغصان أو الحجارة أو الرقع العشبية أو الشجيرات هذه الرواسب. ابحث عن هذه الرواسب في الموقع الخارجي الواسع حيث يوجد تدفق صفيحي، أو في مصارف الماء، وخمِّن مصدرها.

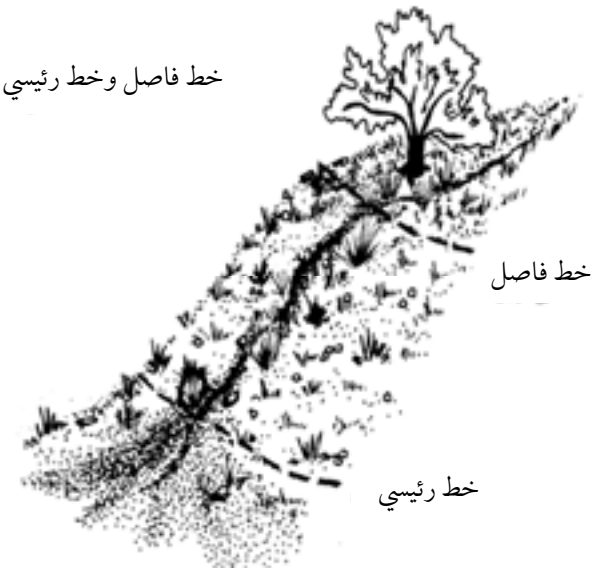
الاستجابة: إن وجود أنواع مختلفة من الرواسب يمكن أن تعطيك فكرة جيدة عن حجم ومدى امتداد مستجمعك المائي. فإذا كنت في وادي صحراء منخفض، وكان يوجد بقايا أشجار بلوط وجوز وصنوبر، فربما أن مستجمعك المائي يمتد داخل الارتفاعات الأعلى حيث تنمو هذه النباتات طبيعياً. وإذا ظهرت قصاصات حشائش وأوراق توت في ساحتك، ولكن لم يكن لديك مرج ولا شجرة توت، ابحث عن مصدرها في مناطق مائلة نحو الأعلى.

خطوط فاصلة وخطوط رئيسية

النمط: الخطوط الفاصلة هي أماكن في الموقع الخارجي تتغير فيها الانحدارات من درجات معتدلة حيث تتراكم الرواسب خارج جريان سطحي بطيء الحركة، إلى درجات شديدة الانحدار حيث يتم التقاط الرواسب وحملها بعيداً بواسطة جريان سطحي يتحرك بسرعة أكبر. والخطوط الرئيسية هي الموجودة حيث تتغير الانحدارات من درجات شديدة الانحدار حيث يتم التقاط الرواسب وحملها بعيداً بواسطة جريان سطحي يتحرك بسرعة، إلى درجات انحدار أكثر اعتدالاً حيث تتراكم الرواسب خارج جريان سطحي يتحرك بسرعة أبطأ. وعلى مستوى جزئي، يمكنك رؤية خط فاصل حيث يتغير الانحدار المغطى بأوراق الأشجار والطمي إلى رقعة من التراب المنحدر الأجرد أشد انحداراً. وسيكون الخط الرئيسي أسفل التلة حيث يتغير هذا الانحدار الأجرد إلى انحدار أكثر تدرجاً حيث تتراكم جزيئات من الحجارة وطمي ومواد عضوية مجمَّعة.

إن الأرض الواقعة أسفل الخط الرئيسي يمكن أن تكون موقعاً جيداً للزراعة، نظراً لأنها لا تتعرض للتعرية، وإنما بدلاً من ذلك تتلقى الماء والمواد العضوية. وعلى المستوى الكلي، فإن الجبل أو قمة التلة تنحدر إلى الأسفل نحو خط فاصل حيث يشتد انحدارها وتزداد التعرية، ومن ثم يأتي الخط الرئيسي حيث يقل الانحدار عند قمة مروحة غرينية مكونة من رواسب متراكمة. (أنظر الشكل أ10.1).

الاستجابة: ركِّز الجهود المبذولة للحصاد المائي في الأماكن التي تتطلب جهداً أقل – فوق الخطوط الفاصلة أولاً، ومن ثم تحت الخطوط الرئيسية ثانياً. كن حذراً من الانحدار بين الخط الفاصل والخط الرئيسي حيث من الممكن أن يكون منحدراً أو يشكل تحدياً إلى درجة لا تسمح بالقيام بما هو أكثر من زراعة غطاء نباتي على خط كونتوري، أو من وضع سواتر كونتورية أو مصاطب مكونة من دغل أو مسارات مفردة من الصخور. إذا كنت تقوم ببناء سد ترابي صغير أو بركة صغيرة، تأكد من أنك لن تعمل على تجميع الماء فوق خط رئيسي. ويتعين عليك إبقاء مستوى الماء تحت الخط الرئيسي بحيث يمكنك توجيه فائضك من المياه عبر منحدرات أكثر اعتدالاً ويمكن تدبر أمرها بسهولة.



الشكل أ10.1. خط فاصل وخط رئيسي

علامات أعلى ارتفاع لمستوى الماء

النمط: علامات أعلى ارتفاع لمستوى الماء هي النقاط الأعلى في المصارف أو في السهول الفيضية حيث يمكنك رؤية دليل على تدفق سابق مرتفع. ابحث عن خطوط زوال الألوان على الصخور والنباتات وبقايا الفروع والأغصان والحشائش، وغيرها من البقايا التي تشير إلى علامة الماء المرتفع من الفيضانات. وفي بعض الأحيان تكون هذه الرواسب مرتفعة بشكل يثير الدهشة على سياج أو في فروع الأشجار. تأكد داخل أرضك أو ساحتك من أنه لا تظهر علامات لارتفاع الماء فوق مستوى أساسات منزلك أو قريباً منها. (أنظر الشكل أ11.1).

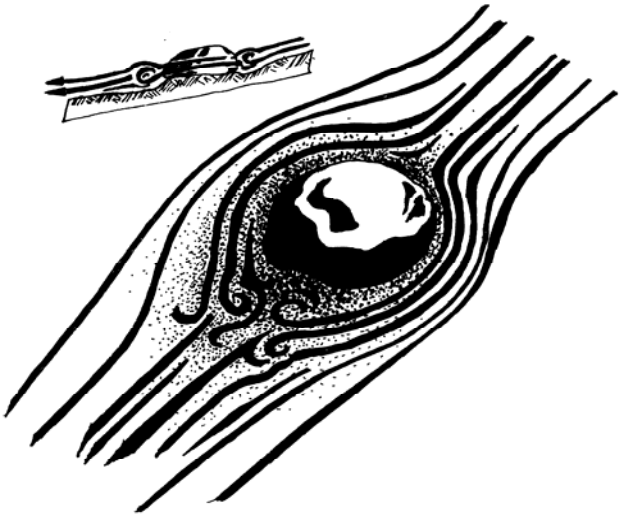
الاستجابة: تخبرك علامات ارتفاع لمستوى الماء عن حوادث ارتفاع ماء محتملة في مصارف الماء وفي سهول فيضية. ولا يتم استخدام استراتيجية لتغيير هذا الأمر في الموقع الخارجي الواسع، فقط لا تقوم بالبناء، أو الزراعة على نطاق واسع، داخل المنطقة التي يحتمل حدوث فيضانات فيها. وإذا وجدت دليلاً عن تراكم للمياه على أساسات مبنى ما، حاول أن تحصد تلك المياه بواسطة سدود ترابية قبل أن تصل إلى المبنى، وتأكد من أن درجة الارتفاع حول المبنى تصرِّف الماء إلى النقطة 10 أقدام (3م) بعيداً عن المبنى. ويمكن أن تصبح قمم الفيضانات في المناطق الحضرية أكثر كثافة نظراً لأن المزيد من الأراضي تتم تغطيتها بسقوف وشوارع وساحات لوقوف السيارات. وليس من الحكمة شراء أرض موجودة في مكان معرض للفيضانات.

حفر انجراف

النمط: تتشكل حفر الانجراف في مواقع يتم فيها دفع الماء حول جسم ثابت مثل صخرة ضخمة، وغالباً ما تنشئ دوامة مباشرة تحت الجسم باتجاه مجرى الماء. هذه الدوامات تخلف حفراً دائرية واضحة المعالم في قيعان الجداول، وفي المواقع الخارجية الواسعة التي يمر فيها التدفق الصفيحي (الشكل أ12.1).

الاستجابة: لا تشير حفر الانجراف بالضرورة إلى الحاجة إلى مكافحة التعرية، ولكنها يمكن أن تساعد في تأكيد اتجاه وقوة تدفق الماء المحتمل حتى عندما لا يكون هناك ماء يتدفق حالياً.

الشكل أ11.1. مخلفات تدفق مائي مرتفع على أشجار حور قطني شابة



الشكل 12.1 أ. حفرة انجراف

الغطاء النباتي

النمط: يكون الغطاء النباتي عادة أكثر كثافة حيث يوجد الماء. الغطاء النباتي المائي – نباتات تتحمل بعض التشبع بالماء – يبطئ الماء عند السطح أو قريباً منه. وفي الجنوب الغربي، فإن أشجار الحور القطني (*Populus fremontii*) وأشجار الجميز (*Platanus wrightii*) ذات الأوراق العريضة والتي تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء عادة ما تدل على وجود ينابيع، أوتدفق مائي دائم، أو إلى مستويات ضحلة من المياه الجوفية. وتوجد شجيرات بيرسيج *(bursage)* (*Ambrosia deltoidea*) مثلثة الأوراق وشديدة القدرة على الاحتمال في مناطق قاحلة خالية من الماء. من ناحية أخرى، فإن كل شيء نسبي، ففي مناطق جافة للغاية لا يمكن أحياناً حتى للبيرسيج النمو في مناطق قاحلة وخالية من الماء في الموقع الخارجي الواسع، وبدلاً من ذلك يتم العثور عليها على طول مصارف ماء وفي مناطق أخرى ذات تركيز مائي أكبر. وتشمل المؤشرات قصيرة الأمد لرطوبة التربة على حوليات محلية مثل الرشاد (*Lapidium thurberi*) والحوليات الاجتياحية الوفيرة مثل التمبلويد (*Salsola iberica*).

الاستجابة: تعرَّف على الاحتياجات المائية للنباتات المحلية، وسوف تخبرك كم من الماء يوجد في التربة وما هي أنواع النباتات ذات الاحتياجات المائية المماثلة التي يمكن للموقع الخارجي أن يدعمها.

الحيوانات

النمط: إن الحيوانات والحشرات والطيور التي تحتاج إلى ماء يمكنها أن تدل على قرب مصدر مائي أو على اعتماد على مصدر مائي. وتوجد اليعاسيب قرب مسطحات مائية مكشوفة. ووجود عدد كبير من العلاجم (ضفادع الطين) ربما يعني أن مصدر الماء مؤقت أو صغير إلى درجة لا تسمح بدعم أسماك مفترسة.

الاستجابة: تعرَّف على الاحتياجات المائية للحيوانات والحشرات والطيور المحلية. وعند تقييم موقع ما، استخدم مشاهدات أو أدلة لهذه الأشكال من الحياة لترشدك إلى مصادر المياه المحلية. وفي بيئات حضرية تتواجد فيها نوافير وبرك، فإن وجود مخلوقات معتمدة على الماء قد لا يشير إلى وجود إمدادات طبيعية للماء.

الملحق 2
تقاليد الحصاد المائي في الصحراء الجنوبية الغربية

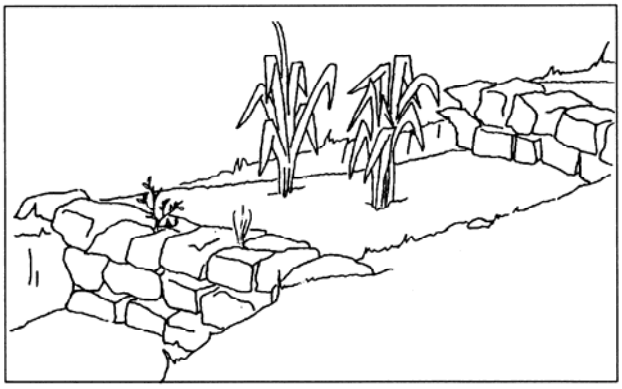
بقلم جويل غلانزبيرغ
رسومات روكسان سوينتزيل

ظهرت هذه المقالة لأول مرة في مجلة الزراعة المستدامة للأراضي الجافة (بيرماكلتشر درايلاند جورنال)، عدد آب/أغسطس من عام 1994، وتمت إعادة طباعتها بإذن من معهد الزراعة المستدامة للأراضي الجافة

قبل ظهور تكنولوجيا الري الحديثة، كانت شعوب جنوب غرب أمريكا يعتمدون على مجموعة من أساليب الحصاد المائي والحفاظ على الماء لزراعة محاصيلهم الغذائية. وهذه الأساليب ليست ما تزال ملائمة فقط، بل إن في استخدامها ونطاقها، وفي بعض الأحيان، أوجه قصورها الكثير لنتعلمه. إن العديد من هذه الأنظمة المستخدَمة من قِبل شعوب تقليدية موصوفة وموضحة برسومات أدناه.

السدود الكابحة

تبنى السدود الكابحة عبر مصارف ماء تتدفق دورياً فقط. وهي مبنية من صخور ويمكن أن تتراوح بالنسبة للحجم بين صغيرة إلى ضخمة. هذه السدود الصخرية تحتجز الماء والتربة المتراكمين وراءها. وكانت توفر طريقة ممتازة لتخصيب التربة وتثبيت مصارف الماء، وكانت تستخدَم لجميع أنواع المحاصيل. وهناك أمثلة جيدة في كولورادو، ويوتا، وفي نيو مكسيكو – في الحدائق العامة الوطنية ميسا فيردي وهوفنويب، وعند سدود صغيرة عديدة في مصارف ماء ريو غراندي العليا وتشاما، وفي جميع أنحاء هضبة باجاريتو (الشكل أ1.2).



الشكل أ1.2 سدود كابحة

مصاطب أو حدود خطية

لقد كانت المصاطب بحد ذاتها تبنى في بعض الأحيان، ولكن الحدود الخطية أو الخطوط المنخفضة من الحجارة عبر منحدرات التلال كانت أكثر شيوعاً. وفي بوينت أوف ذا باينز في ولاية أريزونا، كانت قمة تلة بويبلوس (pueblos) محاطة بحلقات من الحجارة متحدة المركز ومجمّعة من جانب التلال كلها وموضوعة على طول خطوط كونتورية عبر المنحدرات.

وتحتجَز التربة المنجرفة نحو جوانب التلال الجرداء خلف الجدران الحجرية، لتتراكم بعمق يصل إلى 16 إنشاً (406 ملم). هذه التربة السائبة من الممكن أن تكون خصبة جداً وذات امتصاص عالٍ للماء (الشكل أ2.2).

حدائق التجاويف

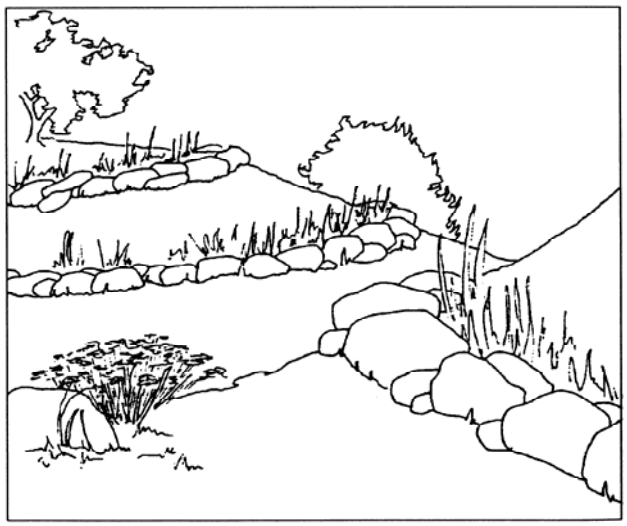
يمكن أن تكون حدائق التجاويف إما أحواضاً غائرة ذات سواتر على مستوى الأرض، أو أحواضاً على مستوى الأرض محاطة بسواتر ترابية مرتفعة. وتحتجز الأحواض ذات السواتر ماء المطر وتحتفظ به، إضافة إلى الاحتفاظ بالماء المجلوب يدوياً. وقد كانت أحواض التجاويف تبنى على نطاق ضيق للغاية لمحاصيل ذات قيمة خاصة، وهي معروفة تاريخياً بشكل جيد عند الزوني (الشكل أ3.2).

الحدائق الشبكية

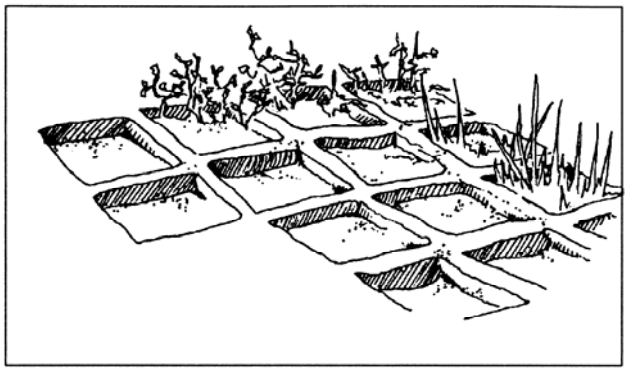
إن الحدائق الشبكية مشابهة لحدائق التجاويف، ولكن لها جدراناً مصنوعة من الحجر بدلاً من التراب. وعادة ما يكون لها أحواض أكبر بكثير من أحواض حدائق التجاويف. وتساعد الأحواض ذات الجدران في حجز التربة، وكان يتم وضعها غالباً لحصر ماء الجريان السطحي من منحدرات معتدلة. وكانت تستخدَم على نطاق واسع خلال عصور ما قبل التاريخ في جميع أنحاء مصارف ماء ريو غراندي العليا، وتشاما، وأوجو كالينتيه. ربما أنها لم تكن تروى يدوياً، ويبدو من المرجح أنها كانت تستخدَم لزراعة محاصيل رئيسية مثل الذرة والفاصولياء (الشكل أ4.2).

حقول مغطاة بالحصى والصخور

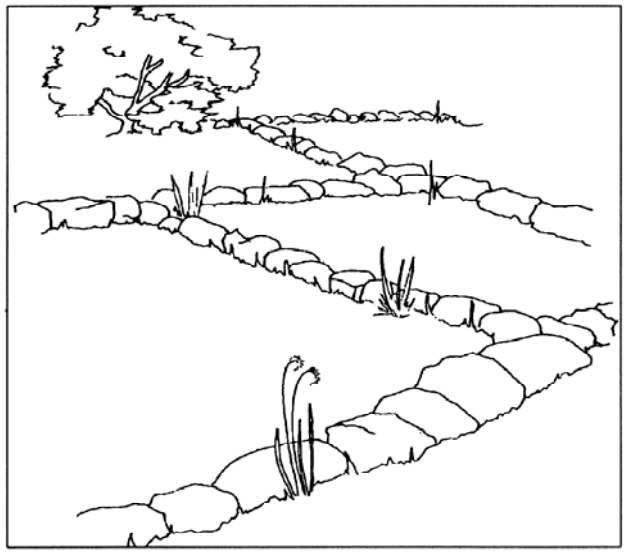
إن المهاد من أي نوع يبطئ التبخر من خلال تظليل سطح التربة. ومن الواضح أن قبائل الأناساتزي كانت تعرف عن هذا الأمر. ففي جميع أنحاء مصارف ماء ريو غراندي العليا، وتشاما تمت تغطية مناطق شاسعة بمهاد من الحصى. وغالباً ما كانت تتم تغطية الحدائق الشبكية بمهاد. إن المهاد الحصوية لا تحافظ على الرطوبة فقط، وإنما تقلل كذلك من التعرية بفعل الرياح والماء.



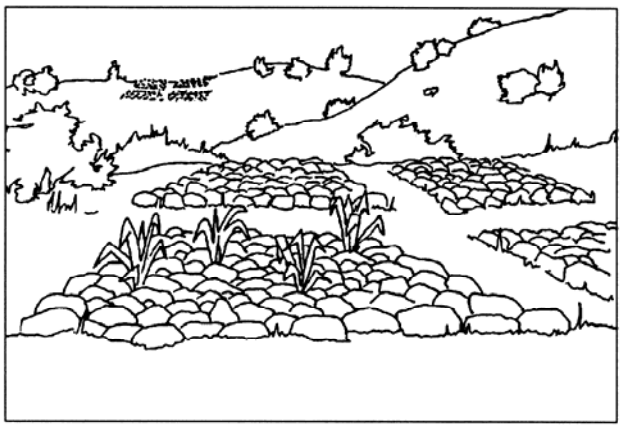
الشكل أ 2.2. حدود خطية



الشكل أ 3.2. حدائق ذات تجاويف



الشكل أ 4.2. حدائق شبكية



الشكل أ5.2. حقول مغطاة بمهاد حصوية وصخرية

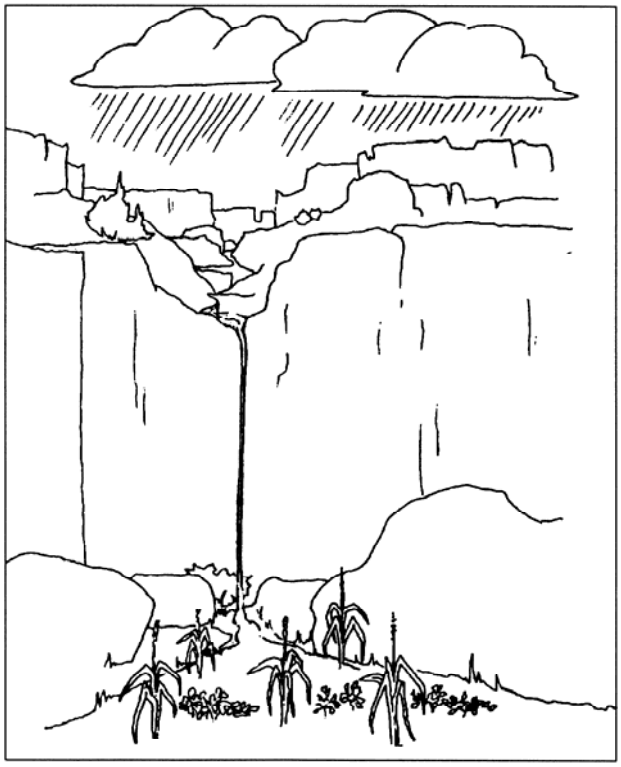
وتزيد المهاد الحصوية الداكنة من درجات حرارة التربة والجو، ما يقلل من خطر الصقيع المبكر والمتأخر. وفي وباتكي في شمال أريزونا، كان شعب سيناغوا قادراً على زراعة المحاصيل الغذائية بدون مياه تكميلية، وذلك يعود إلى حد كبير إلى التغطية الطبيعية بالخَبَث الناجم عن ثوران بركان صنسيت كريتر. إن هذا الثوران، وطبقة الخَبَث الناجمة عنه والتي تغطي رداداً بركانياً خصباً ويحتفظ بالماء، كان مسؤولاً عن انتقال شعوب الأناساتزي والهوهوكام والموغولون إلى هذه المنطقة للعيش فيها، منشئين ثقافة السيناغوا حوالي عام 1000 ميلادي (الشكل أ5.2).

مزروعات قاعدة الجرف

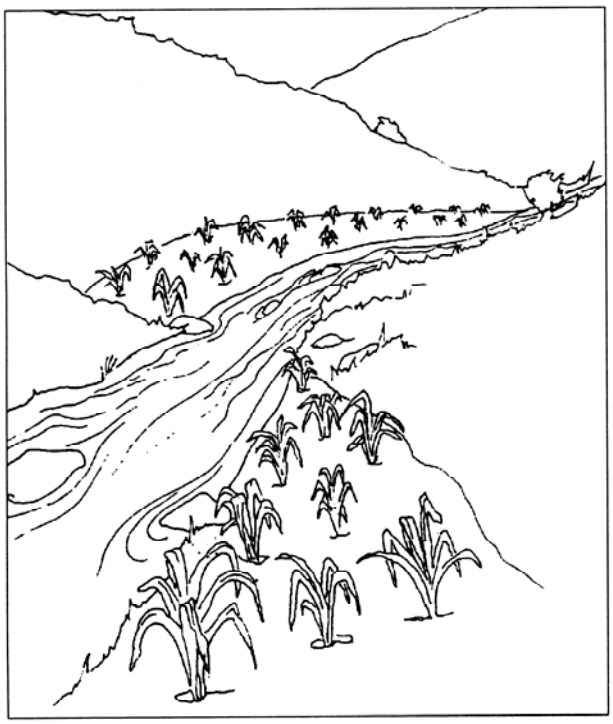
غالباً ما كانت سطوح الجروف لتجميع المياه تستخدم لتوفير الماء للمحاصيل. وبالزراعة حيث يمكن أن تجري المياه وأن تتركز، فإنه يمكن زيادة الرطوبة والخصوبة المتوفرتين. ففي تشاكو كانيون كان هذا الأسلوب يستخدَم على نطاق واسع. وتم تطوير نظام ري معقد باستخدام الجريان السطحي من الجرف. وقد تمت إقامة حدائق شبكية وسدود كابحة ومصاطب في أماكن مختلفة لحصر هذا الجريان السطحي (الشكل أ6.2).

زراعة السهول الفيضية

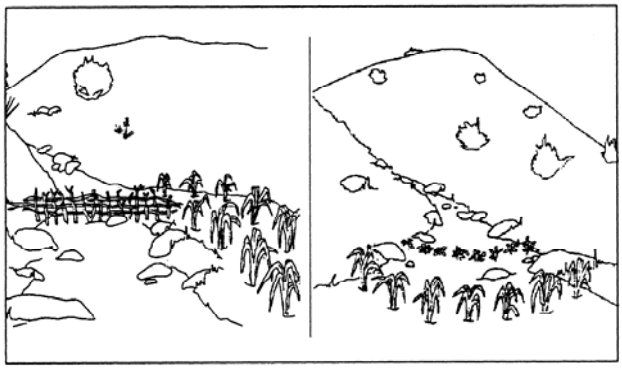
إن التربة الواقعة في قناة ماء متدفق أو بالقرب منها، تكون عادة رطبة وخصبة. ولهذا السبب، فقد تم وضع حقول السهول



الشكل أ6.2. مزروعات قاعدة الجرف



الشكل أ2.7. زراعة السهل الفيضي



الشكل أ8.2. زراعة بماء الفيضان

الفيضية على طول هوامش تيارات دائمة أو مؤقتة، أو على مصاطب جداول منخفضة، أو داخل قيعان الجداول (الشكل أ2.7). إن المبدأ مشابه لتعزيز الرطوبة والخصوبة المستخدمتين في زراعة السد الكابح الواقع في جداول أكثر انحداراً. وفي هذه الحالة، فقد تمت زراعة المناطق الأكثر انبساطاً في مصارف الماء حيث كان منسوب الماء المرتفع مفيداً كذلك للمزارعين.

أحد العيوب لتلك المواقع هو تصريف الهواء البارد داخل قيعان هذه الوديان. إن تجمع الهواء البارد يجعل هذه المواقع عرضة للصقيع في أواخر الربيع وأوائل الخريف، ما يحد من طول الموسم الزراعي. وهناك عيوب أخرى تحد من استخدام هذه المناطق هي خطر الفيضانات التي تدمر الحقول، وصعوبة إزالة النمو الضفافي الكثيف.

وغالباً ما كانت الأسيجة المكونة من شجيرات والجدران الترابية تستخدم لإبطاء أو نشر الماء عبر الحقول. هذا أدى إلى الري الذي نشر الماء على مساحة أكبر من الأرض، مؤدياً إلى نمو المزيد من المحاصيل بمزيد من التحكم.

زراعة بماء الفيضان

في كثير من الأحيان كانت التربة المنتشرة على شكل مراوح تحت الغدران أو الأخاديد الصغيرة تزرع للاستفادة من مياه الفيضان التي تتجه نحو الأسفل في مصارف الماء هذه. وهذا يعرف أحياناً بزراعة آك- تشين ولا تزال تُمارَس من قِبل شعبي أودهام وهوبي. وفي بعض الحالات، يتم وضع الموقع بجانب ممر الغدير. وعندئذ يتم بناء الأسيجة الدغلية عبر حوض الغدير لتوجيه الماء إلى خارج الغدير وإلى داخل الحقل. وقد يحطم فيضان مدمِّر السياج ولكنه لن يدمر الحقل. إن تدمير الحقل بفعل فيضان ما يعتبر مشكلة حقيقية مع زراعة الآك-تشين بالنسبة للحقول الواقعة مباشرة على ممرات الغدير (الشكل أ8.2).

الـــري

إن وجود الري قبل وصول الإسبان هو أمر واضح، ولكن مداه وطابعه ليسا كذلك. إن ما نعرفه هو أنه لم تكن سمة شاملة لزراعة بويبلو في الماضي كما هي الآن، وكان فقط واحداً من مجموعة واسعة من أساليب الزراعة المُستخدَمة.

وليس من الواضح إلى أي مدى كان ريو غراندي وغيره من الأنهار الكبيرة في شمالي نيو مكسيكو تستخدَم للري في فترة ما قبل التاريخ. إن الزراعة الحديثة تستبعد أي دليل عن أنظمة ري سابقة، ولا يوافق الباحثون على أدلة وثائقية. وفي سانتا كلارا بويبلو، يبدو أن التربة السائبة في الغدير والقرية المجاورة مباشرة كانت تعتبر مواقع مفضلة للري. وكانت هذه المناطق تروى بجدول سانتا كلارا.

وحتى أواخر عام 1940، كانت جميع الحقول المروية تقريباً بجوار جدول سانتا كلارا. وهناك على ما يبدو مجرد تحول تدريجي لحيازة الأراضي من المنطقة الواقعة حول بويبلو إلى أسفل النهر، ما يشير إلى أن الزراعة أسفل النهر في سانتا كلارا كان جزءاً واحداً بسيطاً من زراعة بويبلو. وقد كانت الحقول عادة متناثرة عبر الموقع الخارجي على ارتفاعات مختلفة في بيئات مختلفة لمنع كارثة ما من تدمير جميع المحاصيل. لقد قام شعب الهوهوكام في جنوبي أريزونا ببناء قنوات ري كبيرة لتحويل الماء من أنهار كبيرة، ولكن الفشل اللاحق لهذه المشاريع ساهم بتدمير حضارتهم «المتقدمة». وفي منطقة الأناساتزي، يبدو أن الزراعة الجافة كانت هي القاعدة، وكان الري على نطاق ضيق مقارنة مع الهوهوكام (الشكل أ9.2).

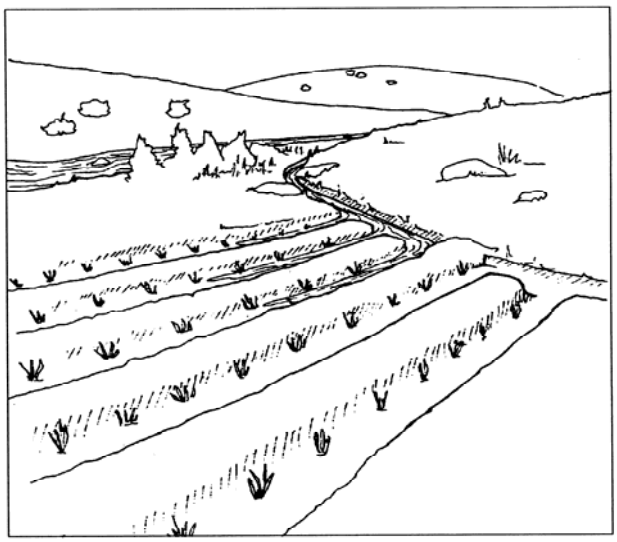
اتباع الأناساتزي على مر الوقت

إن ظهور تقنيات الزراعة الحديثة مع مرور الزمن يعطينا رأياً في التأثيرات البيئية لزراعة الأناساتزي واستجاباتهم لهذه التأثيرات. وفي الأصل كانت تمارس الزراعة البسيطة بإزالة

وحرق الغطاء النباتي. وكانت الأراضي تجرد من النباتات وتحرق وتزرع. وعندما تستنفد، يتم تجريد أرض جديدة. وفي ما بعد كانت قطعة الأرض تتعافى ويصبح من الممكن إعادة زراعتها. هذا التجريد الشامل زاد من التعرية. وتم بناء سدود كابحة وحدود خطية فيما بعد في الأراضي التي احتلها تشاكو ومناطق ميمبريس، وحوض سان خوان، وغيرها من المواقع، مثل بوت كريك بويبلو بالقرب من تاوس. لقد كانت هذه المنشآت على ما يبدو محاولة لإيقاف التعرية الخطيرة الناجمة عن إزالة الغابات وقطع الأشجار الجائر والاستعمال المفرط للنباتات البرية وحركة المشاة. وعلى الرغم من أن محاولات المحافظة هذه، فقد تم هجر هذه المناطق في نهاية المطاف. وعندما حل جفاف طويل الأمد من عام 1276 وحتى عام 1299 ميلادي، كانت أنظمة الإنتاج الغذائي رازحة أصلاً تحت ضغط من الكثافة السكانية المرتفعة. وربما أن مزيج الجفاف مع التدهور البيئي الناجم عن الزراعة بكميات ضخمة والاستخدام السكني قد أدى إلى هجران نهائي للمستوطنات.

لقد قام اللاجئون من هذه المناطق ببناء حدائق شبكية، وهي أساليب تهدف إلى منع بدء التعرية. وبدلاً من انتظار أن تبدأ التعرية، أصبح المزارعون الآن يحاولون إيقاف العملية عند مصدرها قبل أن تبدأ، ومثال ذلك مزارعو أناساتزي متعلمين من أخطاء سابقة ومتكيفين مع بيئاتهم.

وكما ذكر أعلاه، في وقت سابق، كان الأناساتزي يزرعون حقولهم بالتعاقب، حيث يزرعون حقلاً حتى يستهلك تماماً، وبعد ذلك يقومون بتجريد حقل آخر، وهكذا إلى أن يصلوا إلى الحقل الأول بعد عدة سنوات. من ناحية أخرى، ومع ازدياد عدد السكان، فقد تم إجبار السكان على استخدام كل الأرض الزراعية المتوفرة المجاورة لقراهم. وهذا أجبر الأناساتزي أن يكونوا بدواً رحَّل إلى حد ما، ينتقلون كل 60 إلى 100 سنة عندما يستنزفون تربة موقع ما وغيرها من الموارد الطبيعية. وبعد فترة من الزمن، كان من الممكن للجماعة الأصلية أو لجماعة أخرى أن تسكن المنطقة مرة أخرى، بعد أن تكون خصوبة التربة والموارد الطبيعية قد تعافت من الاستخدام السابق. هذا هو الجزء الرئيسي لأنماط استخدام الأرض من قِبل بويبلو قبل كولومبوس. وحتى بعد أن أدى اعتماد الذرة والكوسا



الشكل أ9.2. الري

والفاصولياء إلى أسلوب حياة مستقرة في القرى، فقد استمروا في كونهم شبه رحَّل بوتيرة أبطأ بكثير.

لقد كان السكن المستمر وما يرتبط به من عدد سكان واسع النطاق وأنظمة الري ومشاريع البناء وإزالة الغابات واستنزاف التربة هو ما ساهم بالهجرة القسرية في القرن الرابع عشر. لقد علمت الأرض الأناساتزي أن يُبقوا الأشياء صغيرة وأن ينتقلوا من حين لآخر لإتاحة مجال للراحة. ومع البقاء مرنين داخل بيئتهم، وباستخدام العديد من الأساليب في مواقع ومناخات موقعية وارتفاعات مختلفة، وبالحفاظ على نطاق صغير ملائم، فقد كان الأناساتزي قاردين على البقاء حيث فشل النمو والتحضر السابقين. ومن المفارقات أنه بدلاً من التعلم من ما فشل سابقاً واعتماد ما حقق نجاحاً، فقد فعلنا العكس. وعلى غرار قبائل التشاكوان والهوهوكام، فإننا نعتقد بأن «تقدمنا» التقني، وقوتنا وعظمتنا قد جعلتنا مستثنيين من قيود بيئتنا. ومثلهم تماماً، فإن فشلنا جاء إلينا كمفاجأة.

جويل غلانزبيرغ هو أستاذ ومصمم بارع في الزراعة المستدامة للأراضي الجافة يعيش في شمالي نيو مكسيكو ويعمل مع مجموعة ريجينيسيز (www.regenesis-group.com).

روكسان سوينتزيل هي فنانة استثنائية ومؤسسة مشاركة (مع جويل) لموقع الشجرة المزهرة المزدهرة للزراعة المستدامة في سانتا كلارا بويبلو في نيو مكسيكو.

الملحق 3

حسابات الحصاد المائي

قائمة بمعادلات ومعلومات أخرى

الصندوق أ3.1

مختصرات وتحويلات وثوابت للوحدات الإنجليزية والقياسات المترية

المعادلة 1.

مساحة المستجمع لسطح مستطيل

المعادلة 2.

مساحة المستجمع لسطح مثلث

المعادلة 3.

مساحة المستجمع لسطح دائري

المعادلة 4.

الحجم المحتمل لجريان سطحي من السقف أو مساحات مستجمعات كتيمة أخرى

الصندوق أ3.2

تقدير جريان هطول الأمطار السطحي باستخدام قواعد حساب تقريبية بسيطة

المعادلة 5.

صافي الجريان السطحي المقدر من سطح مستجمع متوسط بمعامل جريانه السطحي

المعادلة 6.

سعة الخزان اللازمة لحصاد الجريان السطحي من السقف الناجمة عن حدوث عاصفة كبيرة

المعادلة 7.

سعة تخزين المياه المطلوبة لمنزل ملتزم باستخدام مياه الأمطار المحصودة كمورد مياهه الرئيسي

المعادلة 8.

ضغط المياه المقدر بفعل الجاذبية الأرضية من خزانك

المعادلة 9.

السعة التخزينية لأسطوانة (يمكن أن ينطبق على خزان أسطواني أو طول أنبوب التدفق الأول)

المعادلة 10.

السعة التخزينية لخزان مربع أو مستطيل

المعادلة 11.

سعر المرة الواحدة للسعة التخزينية

المعادلة 12.

وزن المياه المخزنة

الصندوق أ1.3 مختصرات وتحويلات وثوابت للوحدات الإنجليزية والقياسات المترية

ملاحظة: * البنود مقربة أو مدورة

† كثافة الماء تتغير بشكل طفيف مع الحرارة

اختصارات للوحدات الإنجليزية

إنشات = in

قدم = ft

قدم مربعة = ft^2

قدم مكعبة = ft^3

غالونات = gal

باوندات = lb

باوندات لكل إنش مربع من الضغط = psi

فدان = a

فدان قدم = AF

التحويلات للوحدات الإنجليزية

لتحويل قدم مكعبة إلى غالونات، قم بضرب القدم المكعبة بـ 7.48 غالون/ قدم^3 *

لتحويل الإنشات إلى أقدام، قم بتقسيم الإنشات على 12 إنش/ قدم

لتحويل غالونات من الماء إلى باوندات من الماء، قم بضرب الغالونات بـ 8.32 باوند/ غالون *†

لتحويل أقدام مكعبة من الماء إلى باوندات، قم بضرب الأقدام المكعبة بـ 62.23 باوند/ قدم^3 *†

لتحويل فدان قدم من الماء إلى غالونات، قم بضرب الفدان قدم بـ 325.851 غالون/ فدان قدم

لتحويل فدان قدم من الماء إلى قدم مكعبة، قم بضرب الفدان قدم بـ 43.560 قدم مكعبة/ فدان قدم

الثوابت

باوندات من الضغط لكل إنش مربع من الماء لكل قدم من الارتفاع = 0.43 psi/ قدم *†

النسبة بين قطر دائرة ومحيطها يعبر عنها π = 3.14 *

الاختصارات للوحدات المترية

ملليمتر = ملم

سنتميتر = سم

متر = م

لتر = لتر

كيلوغرامات = كغم

هكتار = هكتار

التحويلات للوحدات المترية

لتر واحد من الماء وزنه 1 كيلوغرام

متر مكعب من الماء = 1,000 لتر

لتحويل الفهرنهايت (ف) إلى مئوي (س) لقياسات درجات الحرارة الفعلية داخل المنزل/ خارج المنزل («إنها 70 درجة خارج المنزل اليوم»)، قم بطرح 32 من الدرجة الفهرنهايتية، وقم بضرب الناتج بـ 5، ومن ثم قم بالتقسيم على 9.

لتحويل الفهرنهايت (ف) إلى مئوي (س) لفرق درجات الحرارة («إن اليوم أكثر حرارة بمقدار 20 درجة من الأمس»)، قم بضرب الفهرنهايت بـ 5، ثم قم بالتقسيم على 9.

التحويل بين الوحدات الإنجليزية والوحدات المترية

لتحويل الإنشات إلى مليمترات، قم بضرب الإنشات بـ 25.4 ملم/ إنش

لتحويل الإنشات إلى سنتيمترات، قم بضرب الإنشات بـ 2.54 سم/ إنش

لتحويل الأقدام إلى مترات، قم بضرب القدم بـ 0.30 م/ قدم *

لتحويل الأقدام المربعة إلى أمتار مربعة، قم بضرب الأقدام المربعة بـ 0.093 م^2/ قدم^2 *

لتحويل الأقدام المكعبة إلى أمتار مكعبة، قم بضرب الأقدام المكعبة بـ 0.028 م^3/ قدم^3 *

لتحويل الغالونات إلى لترات، قم بضرب الغالونات بـ 3.79 لتر/ غالون *

لتحويل الباوندات إلى كيلوغرامات، قم بضرب الباوندات بـ 0.45 كلغ/ باوند *

لتحويل الفدانات إلى هكتارات، قم بضرب الفدانات بـ 0.405 هكتار/ فدان *

لتحويل الأميال إلى كيلومترات، قم بضرب الأميال بـ 1.6 كم/ ميل *

أفضل تقنية لقياس هطول المطر: قم بشراء مقياس مطر بسيط بسعر 10 دولارات أمريكية أو ما شابه من مخزن أغذية أو أجهزة، أو محل زراعة أو مشتل، أو محل معدات علمية. إن مقياس المطر المدبب من الأسفل يجعل قراءة الكميات القليلة من هطول المطر أسهل.

لمصادر توثق معدلات هطول المطر المحلية ومعلومات مناخية أخرى، انظر الملحق 6، القسم G.

المعادلة 1أ.

مساحة المستجمع لسطح مستطيل (وحدات إنجليزية)

الطول (قدم) / العرض (قدم) = مساحة المستجمع (قدم^2)

مثال:

قياسات منزل 47 قدماً للطول و27 قدماً للعرض، على خط التنقيط من السقف. لاحظ أنه من غير المهم إن كان السقف مسطحاً أو بارزاً، فأبعاد السطح على خط التنقيط هي نفسها. إن ما يهم هو «طبعة» خط تنقيط السطح.

47 قدماً × 27 قدماً = 1,269 قدماً^{2}

1,269 قدماً^{2} = مساحة المستجمع

إن كان السطح يتكون من مستطيلين أو أكثر، قم بحساب المساحة لكل مستطيل ومن ثم اجمعها معاً. مرة أخرى، خذ مشهد قطرة مطر متساقطة، وانظر فقط على «طبعة» خط تنقيط السطح. إنه من غير الممكن رؤية درجة ميلان السطح من أعلى وذلك غير مهم. مع أشكال الأسقف المخروطية أو المثمنة أو غيرها من الأشكال غير القياسية، مرة أخرى، قم بحساب المساحة بناء على *خط التنقيط*.

المعادلة 1ب.

مساحة المستجمع لسطح مستطيل (وحدات مترية)

الطول (م) / العرض (م) = مساحة المستجمع (م^2)

مثال:

15 م × 9 م = 135 م^2

135 م^2 = مساحة المستجمع

مرة أخرى، جميع الاعتبارات في المعادلة 1أ. مطبقة.

المعادلة 2ب.

مساحة المستجمع لسطح مثلث (مثلث قائم الزاوية)

قم بضرب أطوال الضلعين الأقصر للمثلث، ثم اقسم على 2 = مساحة المستجمع

مثال:

قسم مثلث من سطح قياساته 9 قدماً في 12 قدماً في 15 قدماً. وهذا مثلث قائم الزاوية، بزاوية 90 درجة بين الضلعين بطول 9 أقدام و12 قدماً. بأخذ قياسات الضلعين الأقصر:

(9 أقدام × 12 قدماً) ÷ 2 = مساحة المستجمع (قدم^2)

108 أقدام^2 ÷ 2 = 54 قدماً^{2}

54 قدماً^{2} = مساحة المستجمع

المعادلة 2ب.

مساحة المستجمع لسطح مثلث (المعادلة الرياضية القياسية)

قم بضرب قاعدة المثلث بارتفاعه ثم قم بالتقسيم على 2 = مساحة المستجمع

حيث يمكن أن تكون القاعدة أي ضلع، ويتم قياس الارتفاع عمودياً من القاعدة إلى النقطة المقابلة.

مثال:

أنت تريد مساحة قسم مثلث من فناء. طول القسم المواجه لك 20 قدماً (قاعدة المثلث)، وقمت بقياس 4 أقدام عمودياً نحو النقطة المقابلة من المثلث.

(20 قدماً × 4 أقدام) ÷ 2 = مساحة المستجمع

80 قدماً^{2} ÷ 2 = 40 قدماً^{2}

40 قدماً^{2} = مساحة المستجمع

المعادلة 2ج.

مساحة المستجمع لسطح مثلث (صيغة هيرون)

إن هذه الطريقة، المنسوبة إلى هيرون الاسكندرية (القرن الأول قبل الميلاد)، لا تتضمن علم المثلثات. إنها تحتاج فقط إلى دالة الجذر التربيعي (sqrt) الموجودة في معظم الحاسبات الإلكترونية أو في الكمبيوتر. قد تكون مفيدة عند التعامل مع المثلثات غير القائمة الزاوية حيث بإمكانك قياس (أو معرفة) جميع أطوال الأضلاع.

الخطوة 1: حدد أطوال أضلاع المثلث. هذه هي أ، ب، ج

الخطوة 2: قم بحساب س

(أ + ب + ج) ÷ 2 = س

الخطوة 3: قم بحساب ص، باستخدام:

س × (س – أ) × (س – ب) × (س – ج) = ص

الخطوة 4: قم بحساب مساحة المستجمع، والتي هي الجذر التربيعي لـ ص.

الجذر التربيعي لـ ص = مساحة المستجمع

المعادلة 3.

مساحة المستجمع لسطح دائري

π × نق = مساحة المستجمع

ملاحظة: نق = نصف قطر الدائرة.

مثال:

قطر سطح دائري يساوي 25 قدماً. قم بتقسيم القطر على 2 للحصول على *نصف القطر* 12.5 قدم.

$\pi \times$ (12.5 قدم × 12.5 قدم) = مساحة المستجمع (قدم^2)

3.14 × 156.25 قدم^2 = 490.62 قدم^2

490.62 قدم^2 = مساحة المستجمع

المعادلة 4أ.

الحجم المحتمل للجريان من السطح أو منطقة مستجمع كتيمة أخرى (وحدات إنجليزية)

مساحة المستجمع (قدم^2) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^2 = كمية الجريان السطحي القصوى (غالون)

ملاحظة: لتقدير أكثر واقعية ودقة انظر المعادلة 5.

مثال على حساب الجريان السطحي السنوي:

قم بحساب الغالونات من المطر الجاري من السطح في سنة متوسطة من منزل بقياسات 47 قدماً للطول و27 قدماً للعرض من عند خط التنقيط للسطح. (في المثال الموجود في الأسفل، فإن أبعاد السطح على خط التنقيط متضمنة في الحسابات؛ ومساحة المستجمع هي ذاتها سواء كان السطح مسطحاً أو بارزاً.) ومتوسط هطول الأمطار في هذا الموقع هو 10.5 إنش في العام، لذلك فإنك ستقوم بتقسيم هذا على 12 إنشاً من هطول الأمطار لكل قدم لتحول الإنشات إلى أقدام لاستخدامها في المعادلة. (ملاحظة: بإمكانك استخدام المعادلة نفسها لحساب الجريان السطحي من عاصفة واحدة ببساطة عن طريق استخدام هطول المطر من تلك العاصفة بدلاً من معدل هطول الأمطار السنوي في المعادلة.) وحيث أن السطح مستطيل الشكل، استخدم الحساب التالي لمساحة المستجمع:

(الطول (قدم) × العرض (قدم)) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3 = كمية الجريان السطحي القصوى (غالون)

(47 قدماً × 27 قدماً) × (10.5 إنش ÷ 12 إنش/ قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3) = كمية الجريان السطحي القصوى (غالون)

1,269 قدماً^{2} × 0.875 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 = 8,306 غالوناً

8,306 غالوناً = الجريان السطحي

مثال على حساب الجريان السطحي من حادثة مطر واحدة:

قم بحساب الكمية القصوى بالغالونات من المطر الجاري من السطح في حادثة مطر واحدة من منزل بقياسات 47 قدماً للطول و27 قدماً للعرض من عند خط التنقيط للسطح. إنه ليس من غير العادي لعاصفة قوية في منطقة المثال أن تتسبب في تساقط 3 إنشات من المطر. لتحديد الجريان السطحي من حادثة مطر كهذه، فإنك ستقوم بتقسيم إنشات المطر المتساقط الثلاث على 12 إنشاً من الهطول المطري لكل قدم لتحويل الإنشات إلى أقدام لاستخدامها في المعادلة. وبما أن السطح ذو مساحة مستطيلة، استخدم الحسابات التالية لمساحة المستجمع:

(الطول (قدم) × العرض (قدم)) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3 = كمية الجريان السطحي القصوى (غالون)

(47 قدماً × 27 قدماً) × (3 إنش ÷ 12 إنش/ قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3) = كمية الجريان السطحي القصوى (غالون)

1,269 قدماً^{2} × 0.25 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 = 2,373 غالوناً

2,373 غالوناً = الجريان السطحي الأقصى

الصندوق أ2.3. تقدير جريان هطول الأمطار السطحي باستخدام قواعد حساب تقريبية بسيطة
قاعدة تقريبية بسيطة لحساب حجم جريان هطول الأمطار السطحي على مساحة مستجمع (وحدات إنجليزية): بإمكانك أن تجمع 600 غالون من الماء لكل إنش من المطر المتساقط على 1,000 قدم مربعة من سطح المستجمع. **على نطاق كبير حقاً:** بإمكانك أن تجمع 27,000 غالون من الماء لكل إنش من المطر المتساقط على هكتار واحد من سطح المستجمع. **قاعدة تقريبية بسيطة لحساب حجم تساقط الأمطار على سطح مستجمع (وحدات مترية):** بإمكانك أن تجمع 1,000 لتر من الماء لكل 10 مليمترات من المطر المتساقط على 100 متر مربع من سطح المستجمع. **على نطاق كبير حقاً:** بإمكانك أن تجمع 100,000 لتر من الماء لكل 10 مليمترات من المطر المتساقط على هكتار واحد من سطح المستجمع.

المعادلة 4ب.

الحجم المحتمل للجريان من السطح أو مناطق مستجمعة غير منفذة للماء أخرى (وحدات مترية)

مساحة المستجمع (م2) × الهطول المطري (ملم) = كمية الجريان السطحي القصوى (لتر)

وستكون حسابات الهطول المطري السنوي، أو موسم ماطر، أو حدث ما، مشابهة لتلك بالوحدات الإنجليزية.

المعادلة 5أ.

صافي الجريان السطحي المقدر من سطح مستجمع معدل بمعامل جريانه السطحي (وحدات إنجليزية)

مساحة المستجمع (قدم2) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم × معامل الجريان السطحي = صافي الجريان السطحي (غالون)

إن سطوح المستجمعات غير المنفذة للماء كالأسقف والأرصفة غير المنفذة قد تفقد 5٪ إلى 20٪ من المطر المتساقط عليها بسبب التبخر والتسرب البسيط إلى سطح المستجمع نفسه. وكلما كان سطح سقفك أكثر نفاذية أو خشونة، كان أكثر احتفاظاً أو امتصاصاً لمياه الأمطار. وبالمتوسط، فإن الأسطح المعدنية المائلة تفقد 5٪ من الهطول المطري، متيحة لـ 95٪ التدفق إلى الخزان. أما الأسطح الإسمنتية أو الإسفلتية فإنها تحتفظ بما يقارب 10٪، فيما يمكن للأسطح المغطاة بالقطران أو بالحصى أن تحتفظ بـ 15٪ إلى 20٪. وعلى أية حال، فإن نسبة الاحتفاظ تعتمد على الحجم والكثافة لحادثة مطرية، لذا، فإن الأسطح الأكثر نفاذية يمكن أن تمتص حتى 100٪ من حوادث مطرية صغيرة وخفيفة. ولأخذ هذا الفقدان المحتمل في الحسبان، قم بتحديد معامل الجريان السطحي المناسب لمنطقتك وسطح مستجمعك الكتيم (0.80 إلى 0.95).

مثال على حساب صافي الجريان السطحي السنوي من سطح ما:

قم بحساب صافي غالونات المطر الجاري من السطح في سنة متوسطة من منزل بقياسات 47 قدماً للطول و27 قدماً للعرض عند خط التنقيط للسطح. متوسط هطول الأمطار في هذا الموقع هو 10.5 إنش في العام، لذلك فإنك ستقوم بتقسيم هذا على 12 إنشاً من

هطول الأمطار لكل قدم لتحول الإنشات إلى أقدام لاستخدامها في المعادلة. (ملاحظة: بإمكانك استخدام المعادلة نفسها لحساب الجريان السطحي من عاصفة واحدة ببساطة عن طريق استخدام هطول المطر من تلك العاصفة بدلاً من معدل هطول الأمطار السنوي في المعادلة.) افترض أن فقدان الماء الذي يحدث على سطح المستجمع هو الحد الأعلى للنطاق حتى تحصل على تقدير دقيق لصافي *الجريان السطحي*. هذا يعني أن تختار *معامل الجريان السطحي* 80٪ أو 0.80. وحيث أن السطح هو مساحة مستطيلة، استخدم الحساب التالي لمساحة المستجمع:

(الطول (قدم) × العرض (قدم)) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم × 0.80 = صافي الجريان السطحي (غالون)

(47 قدماً × 27 قدماً) × (10.5 إنش ÷ 12 إنش/ قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3) × 0.80 = صافي الجريان السطحي (غالون)

1,269 قدماً^{2} × 0.875 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 × 0.80 = 6,644 غالوناً

6,644 غالوناً = صافي الجريان السطحي

بناءً على هذا، فإن تقديراً واقعياً لحجم الماء الذي يمكن أن يتم جمعه من السطح بطول 47 قدماً وعرض 27 قدماً في المثال في سنة متوسطة هو 6,644 غالوناً.

إن بإمكان الأسطح النفاذة كالأسطح الترابية أو المواقع الخارجية المزروعة أن تسرب حتى 100٪ من المطر المتساقط عليها. ويتأثر معامل جريانها السطحي بشدة بنوع التربة وكثافة الغطاء النباتي. وتميل التربة ذات الحبيبات الكبيرة المسامية الرملية لأن يكون لها معاملات جريان سطحي أقل، في حين تسمح التربة ذات الحبيبات الناعمة لكمية أقل من الماء بالتسرب، وبذلك فإن لها معامل جريان سطحي أعلى. وأياً كان نوع التربة، فإنه كلما ازداد الغطاء النباتي قل معامل الجريان السطحي، حيث أن النباتات تمكن المزيد من المياه من التسرب إلى التربة. فيما يلي بعض معاملات الجريان السطحي لجنوب الولايات المتحدة الغربي، على الرغم من أن هذه تقديرات تقريبية حيث أن معدلات الجريان السطحي تتأثر أيضاً بكثافة الهطول المطري ومدته. وكلما كان الهطول المطري أكثر كثافة أو أطول وقتاً كان الجريان السطحي أكثر، حيث أن كمية أكبر من المطر تتسرب إلى التربة قبل أن تصبح التربة مشبعة. إن الهطول المطري الخفيف جداً قد يتبخر فقط، ولا يجري سطحياً أو يتسرب على الإطلاق.

- مرتفعات صحراء سونوران (موقع خارجي أصلي جيد): النطاق 0.20 – 0.70، المتوسط 0.30 – 0.50
- أرض جرداء: النطاق 0.20 – 0.70، المتوسط 0.35 – 0.55
- مرج مخضرّ/ عشب: النطاق 0.05 – 0.35، المتوسط 0.10 – 0.35
- للحصى قم باستخدام معامل الأرض التي أسفل الحصى.

مثال على حساب صافي الجريان السطحي السنوي من قطعة جرداء من فناء:

في منطقة تتلقى 18 إنشاً من المطر في سنة متوسطة، تريد أن تقوم بحساب الجريان السطحي لقطعة جرداء بطول 12 قدماً وعرض 12 قدماً من فناء يقوم بالتصريف إلى حوض مجاور مسرَّب. التربة طينية ومضغوطة، وأنت تقدر بأن يكون معامل جريانها السطحي 60٪ أو 0.60.

مساحة المستجمع (قدم2) × الهطول المطري (قدم) × 7.48 غالون/ قدم × معامل الجريان السطحي = صافي الجريان السطحي (غالون)

12 قدماً × 12 قدماً × (18 إنشاً ÷ 12 إنشاً/ قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3) × 0.60 = صافي الجريان السطحي (غالون)

144 قدماً^{2} × 1.5 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 × 0.60 = 969 غالوناً

969 غالوناً = صافي الجريان السطحي

بناءً على هذا، فإن التقدير الفعلي لحجم الجريان السطحي الذي يمكن أن يتم جمعه من قطعة جرداء من فناء بطول 12 قدماً وعرض 12 قدماً في الحوض المجاور المسرِّب هو 969 غالوناً في سنة متوسطة.

مثال على حساب صافي الجريان السطحي من حادثة عاصفة واحدة على مرج مخضرّ موطد:

إن معامل الجريان السطحي لهذا المرج الموطد يفترض أن يكون 20٪ أو 0.20، وحادثة العاصفة القصوى هي 3 إنشات:

12 قدماً × 12 قدماً × (3 إنشا ÷ 12 إنشاً/ قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3) × 0.20 = صافي الجريان السطحي (غالون)

144 قدماً^{2} × 0.25 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 × 0.20 = 54 غالوناً

54 غالوناً = صافي الجريان السطحي

المعادلة 5ب.

صافي الجريان السطحي المقدر من سطح مستجمع غير منفذ للماء معدل بمعامل جريانه السطحي (وحدات مترية)

مساحة المستجمع (م2) × الهطول المطري (ملم) × معامل الجريان السطحي = صافي الجريان السطحي (لتر)

مثال:

في منطقة تتلقى 304 مليمتراً من المطر في العام، لديك سطح مستجمع على قمة السقف بطول 15 متراً وعرض 9 أمتار، وأنت تريد أن تعرف مقدار هطول المطر الذي يمكن جمعه فعلياً من ذلك السطح في سنة متوسطة. أنت تريد تقديراً دقيقاً لصافي الجريان السطحي السنوي، لذا، لا بد أن تستخدم *معامل جريان سطحي* يساوي 80٪ أو 0.80. (وحيث أن السطح مستطيل الشكل، استخدم الحساب التالي لمساحة المستجمع كما في المعادلة 1ب – مساحة المستجمع (م^2) = الطول (م) / العرض (م) – وهي مدرجة في الحسابات التالية.)

(الطول (م) × العرض (م)) × الهطول المطري (ملم) × 0.80 = صافي الجريان السطحي (لتر)

(15 م × 9 م) × 304 ملم × 0.80 = صافي الجريان السطحي (لتر)

135 م^2 × 304 ملم × 0.80 = 32,832 لتراً

32,832 لتراً = صافي الجريان السطحي

إن تقديراً واقعياً لحجم الماء الذي يمكن أن يتم جمعه من السطح بطول 15 م وعرض 9 م في المثال في سنة متوسطة الهطول المطري هو 32,832 لتراً.

المعادلة 6.

سعة الخزان اللازمة لحصاد الجريان السطحي من السقف الناجمة عن حدوث عاصفة كبيرة

مساحة المستجمع (قدم^2) × الهطول المطري المتوقع في عاصفة محلية ذات حجم كبير (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^2 × معامل الجريان السطحي = جريان المستجمع السطحي (غالون)

مثال:

حاصد مائي لديه سطح مساحته 1,200 قدم^2 يعيش في منطقة حيث يمكن لعاصفة واحدة (أو عاصفتين متباعدتين أياماً قليلة فقط) أن تحدث 3 إنشات من المطر.

1,200 قدم^2 × (3 إنشات ÷ 12 إنش) × 7.48 غالون/ قدم^2 × 0.80 = جريان المستجمع السطحي (غالون)

1,200 قدم^2 × 0.25 قدم × 7.48 غالون/ قدم^2 × 0.80 = 1,795 غالوناً

1,795 غالوناً = جريان المستجمع السطحي

هذا حجم *الخزان* الأدنى اللازم لجمع الجريان السطحي من السقف لحجم العاصفة هذا.

ملاحظة: تهدف الحسابات أعلاه لإعطاء تقدير تقريبي لحجم خزان سيقلل فقدان الماء إلى فيضان من الخزان وتمديد توافر الكثير من الهطول طويلاً بعد حادثة المطر فقط – وهي ليست قائمة على الاحتياجات المائية المقدرة. إنها عملية حسابية سريعة وسهلة لأولئك الذين يريدون ببساطة أن يكملوا استخدامهم المائي بتوفير خزان مياه أمطار فعال. إنني غالباً ما أوصي حاصدي المياه المبتدئين بأن يبدأوا بخزان لا تتجاوز سعته 1,500 غالون. إن بالإمكان توسيع النظام في أي وقت لاحق. ولتبدأ على مستوى بسيط، فإنك لا تحتاج أن تبدأ بخزان يحصد كل جريان الأسقف السطحي؛ بل ابدأ بتقدير حجم خزان يجمع الماء من قسم واحد من السطح.

المعادلة 7.

سعة تخزين المياه المطلوبة للمنازل التي تلتزم استخدام مياه الأمطار المحصودة كمصدر مياهها الرئيسي (وحدات إنجليزية)

عدد الأشخاص × استهلاك الماء اليومي (غالون/ شخص/ يوم) × أطول فترة جفاف (أيام) = السعة التخزينية المطلوبة (غالون)

مثال:

إن كان 3 أشخاص يقيمون في المنزل المستخدم في الأمثلة السابقة، وكل شخص يستهلك ما معدله 50 غالوناً تقريباً يومياً، ومدة موسم الجفاف الاعتيادية في منطقتهم تستمر 140 يوماً، فإن:

3 أشخاص × 50 غالوناً/ شخص/ يوم × 140 يوماً = 21,000 غالون

21,000 غالون = السعة المائية المطلوبة

إن كان الأشخاص المقيمون في هذا المنزل يخططون للعيش بشكل رئيسي على مياه الأمطار بمعدل استهلاكهم الحالي للمياه فإنه من الحكمة أن يخططوا لسعة جمع وتخزين 21,000 غالون من الماء على الأقل لقضاء حتى 140 يوماً في أوقات الجفاف.

إن كانت سعة الماء المحتاجة (ومساحة المستجمع المطلوبة) تبدو كبيرة جداً لتكون مجدية، انظر كم يمكنك أن تقلل فعلياً من استهلاكك اليومي للماء، ومن ثم قم بإجراء الحسابات من جديد. على سبيل المثال، إن كان بإمكان المنزل ذاته أن يقلل استهلاكه اليومي للمياه إلى 20 غالوناً/ شخص/ يوم فستكون هناك حاجة لسعة جمع وتخزين 8,400 غالون من الماء فقط.

ملاحظة: العملية الحسابية السابقة ستعطي تقديراً تقريبيا لسعة الخزان الدنيا لتلبية احتياجات الموسم الجاف في فترة القحط المتوقعة. كما أن هناك حاجة لتوجيه الماء الذي تم جمعه بكفاءة إلى خزان لضمان أن الخزان ممتلئ أو شبه ممتلئ في أول يوم من موسم الجفاف. انظر المجلد 3 من *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*، لمزيد من الحسابات والاعتبارات.

المعادلة 8.

ضغط المياه المقدر بفعل الجاذبية الأرضية من خزانك (وحدات إنجليزية)

ارتفاع الماء عن وجهته (قدم) × ضغط الماء لكل قدم من الارتفاع (psi/ قدم) = ضغط الماء السلبي (psi)

لكل قدم من مصدرك للمياه أعلى من ارتفاع المكان الذي سيتم استخدامها فيه فإنك تشكل 0.43 psi/ قدم من ضغط المياه السلبي (الجاذبية الأرضية هي القوة الوحيدة المستخدمة لتشكيل هذا الضغط). قد يكون مصدر المياه هو خزان أو مزراب وماسوره التصريف المرتبطة به. قد يكون المكان الذي تستخدم به الماء هو حوض حديقة أو حوض شجرة فواكه أو أي موقع آخر حيث الماء الإضافي مطلوب.

مثال:

يريد الرفاق بخزانهم الجديد ذي ارتفاع 8 أقدام أن يكتشفوا كم من ضغط الماء السلبي سيكون متوفراً لتوصيل الماء من الخزان إلى فروع نباتاتهم الموضوعة في أحواض تحت سطح الأرض المجاورة لها بمقدار 6 إنشات (0.5 قدم). يبلغ ارتفاع الماء في الخزان ذو ارتفاع 8 أقدام، 4 إنشات أقل من قمة الخزان بسبب وجود ماسورة فيضان تسمح لمياه المطر بالتدفق بأمان خارج الخزان أثناء العواصف القوية. بناء على هذه المعلومات فإن ارتفاع الماء عن وجهته تقريباً 8.1 قدم. باستخدام المعادلة 8، قم بحساب ضغط الماء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية كما يلي:

8.1 قدم × 0.43 psi/ قدم = 3.48 psi

3.48 psi = ضغط الماء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية

وبينما يتم استخدام ماء الخزان، فإن ضغط الماء سينخفض مع مستوى المياه المتناقص (فرق الارتفاع) في الخزان. كذلك، أبق في الاعتبار أن الاحتكاك بين الماء وجدران الخرطوم أو الأنبوب أو خط الري ستقلل من ضغط المياه، لذا، حاول أن تستخدم الماء بالقرب من الخزان للمحافظة على الضغط بتقليل طول الأنبوب أو الخرطوم. على سبيل المثال، ضع حديقة في الجانب الشرقي من خزانك حيث سيتم تظليل الخضروات من شمس بعد الظهيرة الحارة بواسطة جسم الخزان، ولن تحتاج خرطوماً أطول من 25 قدم (7.6 م).

مثال:

إنني غالباً ما أضع الخزانات بحيث تكون قاعدتها مرتفعة على الأقل 2.5 قدماً عن الحديقة أو الحوض اللذين يتلقيان الماء المخزّن. يضمن هذا لي على الأقل 1 psi من الضغط الحاصل بسبب الجاذبية الأرضية حتى حين يكون الخزان شبه فارغ.

ارتفاع الماء عن وجهته (قدم) × ضغط الماء لكل قدم من الارتفاع (psi/ قدم) = ضغط الماء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية (psi)

2.5 قدم × 0.43 psi/ قدم = 1.08 psi

1.08 psi = ضغط الماء بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية

المعادلة 9أ.

السعة التخزينية لأسطوانة (يمكن أن ينطبق على خزان اسطواني أو طول أنبوب التدفق الأول) (وحدات إنجليزية)

π × (نصف قطر الاسطوانة (قدم))^2 × ارتفاع الاسطوانة الفعال* (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3 = السعة (غالون)

ملاحظة: نق = نصف قطر الدائرة

* إن الارتفاع الفعال هو ارتفاع الماء الذي يمكنك أن تسترجعه من الخزان حين يكون ممتلئاً، على عكس الارتفاع الكلي للماء في الخزان، والذي يتضمن عدداً من إنشات الماء التي لا يمكن تصريفها أبداً بسبب أن أنبوب التدفق الخارجي يقع فوق قاع الخزان.

مثال:

يفكر سكان المنزل أعلاه في استخدام خزان أسطواني لتخزين مياه أمطارهم. إنهم يريدون أن يحددوا سعة خزان بقطر 3 أقدام وارتفاع 8 أقدام. نصف قطر الخزان هو 1.5 قدم. وحيث أنهم يدركون أن ارتفاع التخزين الفعال للخزان سيقل بمقدار 4 إنشات بسبب أن المخرج مرتفع بمقدار 4 إنشات من قاع الخزان، و5 إنشات أخرى بسبب كون قاع أنبوب فيضان الخزان يقع على 5 إنشات تحت قمة الخزان، فإن الارتفاع الفعال سيكون 7.25 قدماً. وباستخدام المعادلة 9أ، فإنهم سيحسبون السعة المستخدمة للخزان كما يلي:

$\pi \times (1.5 \text{ قدم})^2 \times 7.25$* قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 = السعة (غالون)

3.14×2.25 قدم$^2 \times 7.25$ قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 = 383 غالوناً

383 غالوناً = السعة

المعادلة 9ب.

السعة التخزينية لاسطوانة (يمكن أن ينطبق على خزان اسطواني أو طول أنبوب التدفق الأول) (وحدات مترية)

$\pi \times$ (نصف قطر الاسطوانة (م))$^2 \times$ ارتفاع الاسطوانة الفعال* (م) × 1,000 لتر/ م^3 = السعة (لتر)

انظر ملاحظات المعادلة 9أ.

المعادلة 10أ.

السعة التخزينية لخزان مربع أو مستطيل (وحدات إنجليزية)

الطول (قدم) × العرض (قدم) × الارتفاع الفعال* (قدم) × 7.48 غالون/ قدم^3 = السعة (غالون)

مثال:

قرر ساكن منزل أن يركب خزاناً مستطيلاً وأبعاده الداخلية هي: ارتفاع 8 أقدام وطول 6 أقدام وعرض 4 أقدام. صنبور منفذ للخزان موضوع على مسافة 4 إنشات فوق قاع الخزان. والجانب السفلي لأنبوب التصريف موضوع على بعد 5 إنشات تحت قمة الخزان. إنهم يحسبون الارتفاع الفعال للخزان على أنه 7.25 قدم، لذا، تكون الحسابات كما يلي:

6 قدم × 4 قدم × 7.25 قدم × 7.48 غالون/ قدم^3 = 1,302 غالوناً

1,302 غالوناً = السعة

المعادلة 10ب.

السعة التخزينية لخزان مربع أو مستطيل (وحدات مترية)

الطول (م) × العرض (م) × الارتفاع الفعال* (م) × 1,000 لتر/ م^3 = السعة (لتر)

انظر ملاحظات المعادلة 10أ.

المعادلة 11أ.

سعر المرة الواحدة للسعة التخزينية (وحدات إنجليزية)

سعر الخزان (دولار) ÷ السعة التخزينية (غالون) = سعر السعة التخزينية (دولار/ غالون)

مثال:

الخزان في المعادلة 10أ يتسع لـ 1,302 غالوناً من الماء، وقد يكلف ما يقارب 850 دولاراً لشراءه وتركيبه:

850 دولاراً ÷ 1302 غالوناً = 0.65 دولار/ غالون

0.65 دولار/ غالون = سعر السعة التخزينية

المعادلة 11ب.

سعر المرة الواحدة للسعة التخزينية (وحدات مترية)

سعر الخزان (دولار) ÷ السعة التخزينية (لتر) = سعر السعة التخزينية (دولار/ لتر)

انظر الملاحظات المرفقة مع المعادلة 11أ. وقم باستبدال الدولار بالعملة المناسبة لأي عملة أخرى غير الدولار.

المعادلة 12أ.

وزن المياه المخزنة (وحدات إنجليزية)

المياه المخزنة (غالون) × 8.32* باوند/ غالون = وزن المياه المخزنة (باوند)

مثال:

لقد امتلأ برميل بسعة 55 غالوناً تحت مزراب مياه بالماء حتى آخره، وأنت بحاجة لأن تجد كم وزنه لتحدد ما إذا كان بإمكانه تحريكه.

55 غالوناً × 8.32 باوند/ غالون = 457 باوند

457 باوند = وزن الماء المخزن

إن الماء ثقيل جداً. لا تقلل من شأن القوة التي تتعامل معها حين تخزنها. إن المنصات التي تدعم خزانات التخزين يجب أن تكون قادرة على حمل وزن الماء!

* ملاحظة: كثافة الماء تتغير بشكل بسيط مع درجات الحرارة.

المعادلة 12ب.

وزن المياه المخزنة (وحدات مترية)

ا لتر من الماء يزن 1 كيلوغرام

لذا:

المياه المخزنة (لتر) × 1 كلغ/ لتر = وزن المياه المخزنة (كغم)

الملحق 4

قوائم لأمثلة نباتات وحسابات المياه اللازمة لمدينة توسون ، ولاية أريزونا

يحتوي هذا الملحق على تقديرات المياه اللازمة لحدائق الخضراوات وثلاث قوائم نباتات معمرة متعددة الاستخدامات خاصة بمدينة توسون في ولاية أريزونا (سوف تتذبذب احتياجات المياه بحسب كثافة الغطاء النباتي ونوع التربة والموقع والانكشاف). هناك مجموعة أكثر تنوعاً من النباتات الملائمة والأصناف المتوفرة لهذه المنطقة غير تلك التي تقترحها القائمة. هذه القوائم تعمل ببساطة كدليل إرشادي تقديمي للتوسونيين، وكنموذج للأشخاص في مكان آخر لإنشاء قوائم نباتات خاصة بمواقعهم ومناخاتهم. انظر صفحة قوائم/ موارد النباتات www.Harvesting Rainwater.com لقائمة متزايدة من قوائم النباتات المطرية الإقليمية.

يمكن حساب المتطلبات المائية السنوية أو الشهرية المقدرة للنباتات بسهولة عن طريق البحث في قوائم النباتات عن حجمها عند النضوج، واحتياجاتها المائية (منخفضة، متوسطة، مرتفعة)، وطبيعتها دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق، ومن ثم، استخدام الحسابات البسيطة التي تلي القوائم. إن هذه التقديرات مفيدة جداً لتحديد أي نباتات وكميتها التي يمكن استدامتها في موازنة مياه الأمطار لمواقع مدينة توسون في ولاية أريزونا (المحسوبة في الفصل 2) والمياه الإضافية المحتملة من مياه استخدامات المنازل الرمادية (المقدرة من الصندوق 6.2).

إن قسم الزراعة من ملحق الموارد في المجلد 2 من *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر* يدرج بعضاً من الكتب التي جمعت منها المعلومات. ومن ثم، كست مجموعات البستنة المحلية وخبراء الأعشاب والمتحمسون للمهارات البسيطة ومجتمعات النباتات الأصلية والمشاتل الزراعية المملوكة محلياً وملاحظاتي القوائم، ويمكنها أن تساعدك على تشكيل قوائمك كذلك. كما يقدم الفصل 4 من هذا الكتاب وقسم الزراعة في الفصل حول تسريب الأحواض في المجلد 2 المزيد من الأفكار.

يبين الجدول الأول في الصندوق أ4.1، للعديد من أحجام حدائق الخضراوات (أقدام مربعة أو أمتار مربعة)، احتياجات الماء السنوية المقدرة تقريباً. لاحظ أن هذه الحدائق ممهدة وفي أحواض مغمورة، بما يطابق مبادئ واستراتيجيات الحصاد المائي.

الصندوق أ1.4 متطلبات الماء السنوية التقريبية لحدائق الخضروات المفروشة بمهاد في مدينة توسون في ولاية أريزونا، مزروعة في أحواض مغمورة.

بناءً على «القيمة الاقتصادية للحدائق المنزلية في البيئة الريفية الصحراوية» من إعداد ديفيد أ. كليفلاند، وتوماس في. أورام، ونانسي فيرغنسون، هورت ساينس 20(4):969.1986-694

50 قدم^2	100 قدم^2	150 قدم^2	200 قدم^2	250 قدم^2	300 قدم^2
3,180 غالون	6,360 غالون	9,540 غالون	12,720 غالون	15,900 غالون	19,080 غالون
4.5 م^2	9 م^2	13.5م^2	18م^2	22.5 م^2	27 م^2
12,080 لتر	24,160 لتر	36,250 لتر	48,080 لتر	60,420 لتر	72,500 لتر

في جداول قوائم النباتات التالية (الصناديق أ4. 2 – أ4. 4)، فإن احتياجات الماء التقريبية مدرجة كالتالي:

LW = استخدام ماء منخفض بمقدار 10 إلى 20 إنشاً من الماء في العام

MW = استخدام ماء متوسط بمقدار 20 إلى 35 إنشاً من الماء في العام

HW = استخدام ماء مرتفع بمقدار 35 إلى 60 إنشاً من الماء في العام.

إن الأرقام 1 أو 2 أو 3 أو 4 بين أقواس تشير إلى الحاجة التقريبية للري للنباتات بعد أن تكون قد توطدت (وهذا يستغرق غالباً عامين إلى ثلاثة أعوام).

(1) = لا ري إضافي،

(2) = الري مرة شهرياً في موسم النمو،

(3) = الري مرتين شهرياً في موسم النمو،

(4) = الري مرة أسبوعياً في موسم النمو.

المعدلات قائمة على قوائم النباتات قليلة الاستخدام للماء/ المتحملة للجفاف لقسم أريزونا لموارد المياه والملاحظة المباشرة.

دلالات الاختصارات: D= متساقطة، E= دائمة الخضرة، EO= الزيوت الأساسية، EPS= مثبت طين/ أصباغ الأرض، F= طعام، FB= أصناف مانعة لانتشار النيران، FR= فوّاح، FW= مواد ألياف/ صناعة سلال/ مواد للحياكة، G= صمغ، H= شديد التحمل، HC= ملطف شعر، LF= سياج حي، M= علاجي، NF= مثبت للنيتروجين، P= طلاء أو صبغة، S= ملجأ/ مظلل، SC= غشاء، SD= نصف متساقطة، SH= شبه شديد التحمل، SP= صابون، T= دباغة الجلود، W= خشب/ خشب أشجار، WB= مصدات رياح.

«الملقحات» قد تتضمن: الفراشات، والنحلات المحلية المنفردة، والدبابير المفترسة المفيدة.

الصندوق أ2.4 الأشجار المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا

الفصيلة	الماء	الحجم	تحمل البرد	نطاق الارتفاع	معدل النمو	نوع الشجرة	الاستخدامات البشرية	الحياة البرية	الحيوان الأليف الذي يستخدم النبات
أكاسيا الصحراء Desert Ironwood *(Olneya tesota)*	LW (1)	25'×25'	15° SH فهرنهايت	2,500 قدم فأدنى	متوسط	E	NF، M،F، T،S	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	الدجاج، الماعز
المسكيت المخملية Velvet Mesquite *(Propsopis valutina)*	LW (1)	30'×30'	5° H فهرنهايت	1,000– 5,000'	سريع	SD	M، FW،F، S، P،NF W	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	الدجاج، الماعز، المواشي، نحل العسل، الكلاب
مكسيت سكروبين Screwbean Mesquite *(Propsopis pubescens)*	LW (2-3)	20'×20'	0° H فهرنهايت	4,000 قدم دون	متوسط	D	M، FW،F WB، W،S	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	الدجاج، الماعز، المواشي، نحل العسل، الكلاب
أكاسيا مخلب القط Cat claw Acacia *(Acacia greggii)*	LW (1)	20'×20'	0° H فهرنهايت	تحت 5,000'	متوسط إلى سريع	D	T، S، P،M W،	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	المواشي، نحل العسل
أكاسيا وايت ثورن Whitethorn Acacia *(Acacia constricta)*	LW (1)	10-15'× 10-15'	5° H فهرنهايت	2,500– 5,000'	متوسط إلى سريع	SD	S، M، G،F	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	المواشي
صفاف الصحراء Desert Willow *(Chilopsis linearis)*	LW (2-3)	25'×25'	10° H فهرنهايت	1,500– 5,000'	سريع	D	FW،FR، W، S،M WB،	الطيور والملقحات	المواشي، نحل العسل
ميس الوادي Canyon Hackberry *(Celtis reticulata)*	MW (2-3)	حتى 35'×35'	20° H فهرنهايت	1,500– 6,000'	متوسط	D	W، S،F WB،	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة	الدجاج
فوت هيلز بالو فيردي Foothills Palo Verde *(Cercidium microphyllum)*	LW (1)	25'×25'	15° H فهرنهايت	500– 4,000'	بطيء إلى متوسط	D	W، S،F	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة وسلاحف الصحراء	المواشي، نحل العسل
بلو بالو فيردي Blue Palo Verde *(Cercidium floridum)*	LW (2)	30'×30'	15° H فهرنهايت	500– 4,000'	سريع	D	W، S،F	الطيور والملقحات والثدييات الكبيرة والصغيرة وسلاحف الصحراء	الخرفان، نحل العسل

الصندوق أ3.4 الشجيرات والصبار وأغطية الأرض المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا

الفصيلة	الماء	الحجم	تحمل البرد	نطاق الارتفاع	معدل النمو	نوع الشجرة	الاستخدامات البشرية	الحياة البرية	الحيوان الأليف الذي يستخدم النبات
أوريجانيللو Oreganillo *(Aloysia Wrightii)*	LW (2)	5×5'	H 15° فهرنهايت	6,'-500 500،1	متوسط	D شجيرة	FR،F	الملقحات	نحل العسل، المواشي
فرشاة السمّان Quail-brush *(Atriplex lentiformis)*	LW (1)	حتى 8 × 12'	H 15° فهرنهايت	تحت 4,'000	سريع	E شجيرة	, M، FB،F SP، SC،NF	الطيور، الثدييات الكبيرة	نحل العسل، المواشي
كيلتيبابين Chiltepine *(Capsicum annum)*	LW (2)	حتى 3'	حساس للصقيع	تحت 4,'000	بطيء إلى متوسط	E شجيرة، D مع الصقيع	M،F	الطيور	الدجاج
الميس الصحراوي Desert hackberry *(Celtis pallida)*	LW (2)	حتى 10'	H 20° فهرنهايت	3,'-500 500،1	بطيء إلى متوسط	SD شجيرة	W، SC، M،F	الطيور، الملقحات، الثدييات	الدجاج، نحل العسل، المواشي
بريتل بوش Brittlebush (*Encelia farinosa)*	LW (1)	3'	SH 28° فهرنهايت	تحت 3,'000	سريع	E شجيرة	G،M	الملقحات، الطيور، الثدييات الكبيرة	
شاي المورمون Mormon Tea *(Ephedra trifurca)*	LW (2)	3–12'	H	حتى 4.500'	بطيء	E شجيرة	T، P، M،E	الملقحات، الطيور، الثدييات الكبيرة	نحل العسل
أوكوتيللو Ocotillo *(Fouquiera splendens)*	LW (1)	حتى طول 15'	H 10° فهرنهايت	تحت 5,'000	بطيء	D «شجيرة»	LF، M،E	الملقحات، الطيور	
تشاباروسا Chuparosa *(Justicia californica)*	LW (2-3)	4'	SH 28° فهرنهايت	1,000- 2,500'	متوسط إلى سريع	D شجيرة	F	الطيور، الملقحات	
كريوسوت Creosote *(Larrea tridentata)*	LW (1)	حتى 11'	H 5° فهرنهايت	تحت 4,'500	بطيء إلى متوسط	E شجيرة	W، M،G	الطيور، الملقحات، الثدييات	
السنفورينة الغربية Wolfberry *(Lycium fremontii)*	LW (1)	3–5'	H	2,' 500فما دون	متوسط إلى سريع	D شجيرة	SC، M،F	الطيور، الملقحات	الدجاج، نحل العسل، المواشي
بينستيمون Penstemon *(Penstemon parryi)*	LW (1)	حتى طول 3'	H 15° فهرنهايت	4,'-500 500،1	متوسط	E غطاء أرضي	M	الطيور، الملقحات	
جوجوبا Jojoba *(Simmondsia chinensis)*	LW (1)	حتى 7'	H 20° فهرنهايت	5,'-000 000،1	بطيء إلى متوسط	E شجيرة	, SC، M،FB WB،SP	الثدييات الكبيرة والصغيرة	المواشي
ساجوارو Saguaro *(Carnegiea gigantea)*	LW (1)	حتى طول 40'	SH 21° فهرنهايت	600- 3,600'	بطيء	E صبار	, W، M، G،F T	الطيور، الخفافيش، الملقحات	الدجاج
صبّار البرميل Barrel Cactus *(Ferocactus wislizenii)*	LW (1)	بطول 4–8'	H 15° فهرنهايت	1,000- 5,600'	بطيء	E صبار	P، M، HC،F	الطيور، الملقحات، الثدييات	الخنازير
ستاجهورن تشولا Staghorn Cholla *(Opuntia versicolor)*	LW (1)	بطول 3–10'	H	2,000- 3,000'	متوسط إلى سريع	E صبار	SC، M،F	الطيور، الملقحات، الأيل الأذاني	
شجرة التين الشوكي Prickly Pear *(Opuntia Engelmanii)*	LW (1)	حتى طول 5'	H 10° فهرنهايت	1,000- 6,500'	متوسط	E صبار	, LF، F،EPS P،M	الطيور، الملقحات، الثدييات، السلاحف	الأغنام، المواشي (حين يتم حرق الشوك)

الصندوق 4أ.4. أشجار الفواكه والكروم والصبار غير المحلية متعددة الاستخدامات لمنطقة مدينة توسون في ولاية أريزونا

الفصيلة	الأصناف	الماء	الحجم	تحمل البرد	معدل النمو	نوع الشجرة	الاستخدامات البشرية	الحياة البرية	الحيوان الأليف الذي يستخدم النبات
تفاح Apple *(Malus pumila)*	آنا، إين شيمير Ein Shemer،Anna	MW (3)	15-20'× 15-20'	150–250 ساعات برد معتدل	متوسط	D شجرة	S،F	الطيور، الملقحات، الغزلان	الدجاج
مشمش Apricot *(Prunus armeniaca)*	رويال أو بلينهيم، كيتي katey،Royal or Blenheim	MW (2-3)	25×25'	300–400 ساعات برد معتدل	متوسط	D شجرة	S، FB،F ، WB	الملقحات	الدجاج
الخروب Carob *(Ceratonia siliqua)*	كاسودا، سانتا في، سافاكس Safax، Santa Fe،Casuda	MW (3)	25×25'	23 SH° فهرنهايت	متوسط	Eشجرة	S، FB،F ، WB		نحل العسل، الأغنام، الماعز، الخنازير، الأبقار، الخيول
جوجوبا صينية Chinese Jujube *(Ziziphus Jujuba)*	لانغ، إل آي Li،Lang	LW (2)	20-30× 10-20'	0 H° فهرنهايت	متوسط	D شجرة	M،F		الدجاج
حمضيات -- جريب فروت Citrus – grapefruit	دانكان، روبي ريد، مارش Marsh، Ruby Red،Duncan	HW (3)	14-20'	27 SH° فهرنهايت	متوسط	E شجرة	، FB، F،EO S،M	الملقحات	نحل العسل
حمضيات – ليمون Citrus - lemon	امبروفد ماير، لشبونة Lisbon،Improved Meyer	HW (3)	Up to 20×20'	31 SH° فهرنهايت	متوسط	E شجرة	، FB، F،EO S،M	الملقحات	نحل العسل
حمضيات – برتقال حلو Citrus – Sweet orange	فالنسيا، تروفيتا، مارس، سانجوينيلي، بلود Valencia، ، Marrs،Trovita Sanguinelli Blood	HW (3-4)	12-20'× 12-20	27 SH° فهرنهايت	متوسط	E شجرة	، FB، F،EO S، M،FR	الملقحات، عصافير الطنان	نحل العسل
نخيل Date Palm *(Phoenix dactylifera)*	ميدجول، خضراوي، هالاوي، زاهيدي، مكتوم، الإناث فقط تنتج الثمار ، Khadrawy،Medjool ، zahidi،Halawy Maktoom. Only females Produce fruit	MW (3-4)	حتى طول 40'	22 SH° فهرنهايت	متوسط	E شجرة	، M، FW،F WB، W،S	الطيور	الدجاج، الكلاب، الجمال، الخيول
عنب Grape *(Vitis spp.)*	فليم، روبي، لومانتو، بلاك مانوكا، ثومبسون ، Lomanto، Ruby،Flame Thompson،Black Manukka	MW (4)	طول 50-90'	0–10 H° فهرنهايت	متوسط	Dكروم	S، FW،F (على عرائش)	الطيور، الملقحات، الثدييات الصغيرة	الدجاج، نحل العسل
تين Fig *(Ficus carica)*	بلاك ميشين، كونادريا Conadria،Black Mission	MW (3)	15-30× 15-30'	15 H° فهرنهايت 100< ساعات برد معتدل	سريع	Dشجرة	S، M، FB،F	الطيور، الخفافيش، الملقحات	الدجاج
ليوكوات Lioquat *(Eriobotrya japonica)*	بيغ جيم، تاناكا، شامبانيا، غولد ناغيت ، Tanaka،Big Jim Gold Nugget،Champagne	HW (4)	20×20'	الأشجار H 10° فهرنهايت، الفواكه والأزهار SH 28° فهرنهايت	متوسط	Eشجرة	WB، S،F		الدجاج، نحل العسل
نوبال Nopal (*Opuntia ficus-indica)*	بوربانك، كويلوتا، بابايا، هني ديو، فلوريدا وايت ، Papaya، Quillota،Burbank Florida White،Honey Dew	LW (1-2)	حتى طول 10'	20 H° فهرنهايت	متوسط إلى سريع	Eصبار	، FB، F،ESP SC، M،LF	الملقحات، سلاحف الصحراء، الجافالينا	الدجاج، الخنازير، الأغنام، المواشي
زيتون Olive *(Olea europaea)* *	أسكولانو، باروني، هاس، مانزانيلو، ميشين ، Haas، Barouni،Askolano Mission،Manzanillo	MW (2)	حتى 30×30'	الأشجار H 15° فهرنهايت، ثمار خضراء SH 28° فهرنهايت	متوسط	Eشجرة ، FB،F	، W، S،M WB	الطيور	الدجاج
خوخ Peach *(Prunus persica)*	ديزيرت غولد، ميد برايد، ريو غراند Rio ، Mid Pride،Desert Gold Grand	MW (3-4)	15–25'	15 H° فهرنهايت 250– 300، ساعات برد معتدل	متوسط إلى سريع	Dشجرة	S، M، FB،F	الطيور، الملقحات	الدجاج، نحل العسل
رمان Pomegranate *(Punica granatum)*	وندرفل، فليشمان، باباجو، سويت Wonderful، Fleishman، Sweet،Papago	LW (2-3)	12–15'	15 H° فهرنهايت، 100– 200 ساعات برد معتدل	متوسط	Dشجيرة إلى شجرة	، M، FB،F T، SC،P	الطيور	الدجاج، نحل العسل

* اطلب الزيتون المثمر من سانتا كروز تري نيرسري (www.santacruzolive.com) أو بيسفول فالي فارم سابلاي (www.groworganic.com).

كيفية تقدير المتطلبات المائية في شهر معطى لنبات مدرج في مدينة توسون في ولاية أريزونا

بناءً على نشرة «كيفية تطوير جدول مواعيد الري بالتنقيط» منشور من برنامج إل أو دبليو (LOW) 4 التابع لامتداد تعاونية مقاطعة بيما/ مركز جامعة أريزونا لأبحاث الموارد المائية 350 إن. كامبيل آف. مدينة توسون، إيه زد 85719. بيه إتش. 7710-622-520.

كما يمكن إنشاء «مقدر متطلبات مياه نبات» مشابه لمناطق أخرى بحسب معدلات التبخر- نتح المحلية.

لمصدر إضافي، انظر قسم أريزونا للموارد المائية لقوائمهم للنباتات التي تتحمل الجفاف/ قليلة الاستخدام للمياه

http://www.water.az.gov/adwr/Content/Conservation/LowWaterPlantLists/default.htm

إن لديهم قوائم نباتات خاصة بمدينة توسون وفينيكس والبنال وبريسكوت ومناطق إدارة سانتا كروز النشطة (إيه إم إيه)

1. حدد فيما إذا كانت النباتات دائمة الخضرة أو متساقطة، وما إذا كانت متطلباتها المائية عالية أو متوسطة أو منخفضة. *على سبيل المثال، المكسيت المخملية متساقطة وذات متطلبات مائية منخفضة.*
2. حدد قطر الظل للنبات (قطر الجزء المورق من النبات). يمكن لهذا أن يكون الظل الحالي للنبات أو الظل المحتمل له عند نضوجه. *لنقل أن المكسيت في مثالنا لها ظل بطول 20 قدماً.*
3. حدد متطلبات النبات المائية بالإنشات لشهر معطى. انظر الجداول في الصناديق أ5.4أ وأ5.4ب، والتي تبين كم إنشاً من الماء تحتاج النبتة أن تتلقى تحت ظلها لتحافظ على صحتها. بناءً على الجدول في الصندوق أ5.4ب، *فإن متطلب شهر حزيران للمكسيت المتساقطة الأوراق وذات المتطلبات المائية القليلة هو 3 إنشات.*
4. قم بتحويل متطلبات النبتة المائية من إنشات إلى غالونات. أوجد قطر ظل النبتة في الصندوق أ5.4ج. ومن ثم أوجد العدد المقابل من الغالونات لكل إنش من الماء تحت الظل، واضربه بعدد الإنشات المتطلبة لشهر حزيران/ يونيو للحصول على إجمالي غالونات الماء اللازمة في ذلك الشهر. *على سبيل المثال، عدد الغالونات في إنش من الماء تحت قطر يبلغ 20 قدماً لمكسيت مخملية هو 196 غالوناً. تحتاج الشجرة 3 إنشات في شهر حزيران، لذلك، بضرب 196 × 3 = متطلبات شهر حزيران/ يونيو المائية بمقدار 588 غالوناً.*

كيفية تقدير متطلبات المياه السنوية لنبتة مدرجة في مدينة توسون، ولاية أريزونا

قم باستخدام الجداول في الصندوق أ5.4ب لإيجاد متطلبات النبتة المائية السنوية بالإنشات. قم بضرب ذلك الرقم بعدد الغالونات لكل إنش من الماء تحت الظل (الجدول في الصندوق أ5.4ج)، وقطر ظل تلك النبتة. *على سبيل المثال، فإن نبتة المكسيت المخملية بقطر 20 قدماً تحتاج إلى 15 إنشاً من الماء سنوياً، ومن الجدول أ5.4ج فإننا نرى أن هناك 196 غالوناً لكل إنش من الماء أسفل ظل بقطر 20 قدماً. لذا، بضرب 15 × 196 = متطلب مائي سنوي بمقدار 2,940 غالوناً.*

ملاحظة 1: إن تقديرات المتطلبات المائية السنوية هي غالباً كل ما تحتاج أن تأخذه بالاعتبار عند تصميم موقع خارجي لنباتات محلية أصلية بناءً على كثافات وأحجام النباتات الطبيعية البرية. مثل هذه المزروعات تتكيف عادة مع أنماط هطول الأمطار المحلية، وبمجرد توطدها، فإن بإمكانها أن تعيش في الفترات الجافة بين الهطولات.

إن تقديرات المتطلبات المائية الشهرية ملائمة أكثر لتصميم مواقع خارجية لنباتات غير محلية أو أصلية تزرع بأعلى من الكثافة الاعتيادية أو تروى من أجل أحجام أكبر من النباتات الاعتيادية. تعطيك هذه التقديرات فكرة أفضل حول أي مواسم أو أشهر تتطلب مياهاً أكثر بحيث يمكنك أن تخطط لتخزين المياه اللازمة وتوقيت الري الإضافي بمياه الخزان أو المياه الرمادية.

سوف تزداد المتطلبات المائية لكل النباتات كلما نمت، حيث أن كمية الماء التي ترشح من خلال أوراقها تزداد بازدياد مساحة سطح الأوراق التراكمية. وبهذا، فإنه من المهم التخطيط للاحتياجات المائية لنباتاتك في حجم نضوجها. وعلى أية حال، فإن بإمكانك تقليل حجم نضوج النباتات الأصلية بتقليل كمية المياه المتوفرة لها – مقللاً الحاجة للمزيد من الماء. على سبيل المثال، يمكن لمكسيت مخملية تتلقى تقريباً 600 , 6 غالون من الماء لكل عام أن تنمو لتصبح بارتفاع وعرض 30 قدماً، لكن إن توفر للشجرة 940 , 2 غالوناً من الماء فقط لكل عام ، فإنها غالباً لن تنمو لتصبح أطول من أكثر من 20 قدماً.

ملاحظة 2: لطريقة أخرى من أجل تقدير الاحتياجات المائية لموقع خارجي وجداول لمعلومات تسمح لك بأن تفعل ذلك للعديد من المواقع في ولاية أريزونا، انظر المنشور المجاني، *حصاد مياه الأمطار لاستخدام الموقع الخارجي*، الطبعة الثانية بقلم باتريشيا إتش. ووترفول وكريستينا بيكلمان، 2004. يمكن طلب الوثيقة من قسم أريزونا للموارد المائية، منطقة إدارة توسون النشطة، 400 دبليو. كونغريس، الجناح 518، مدينة توسون، إيه زد 85710، هاتف 3800–770–520، الموقع الإلكتروني www.water.az.gov.

الصندوق أ5.4أ. المتطلبات المائية الشهرية بالإنشات – النباتات دائمة الخضرة

المتطلب المائي	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	الإجمالي السنوي
منخفض	0	0	2»	2»	3»	3»	3»	2»	2»	2»	1»	0	20»
متوسط	0	0	3»	4»	5»	5»	5»	4»	4»	3»	2»	0	35»
عالٍ	0	3»	5»	6»	8»	9»	7»	6»	6»	5»	3»	0	58»

الصندوق أ5.4ب. المتطلبات المائية الشهرية بالإنشات – النباتات متساقطة الأوراق

المتطلب المائي	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	الإجمالي السنوي
منخفض	0	0	0	2»	3»	3»	3»	2»	2»	0	0	0	15»
متوسط	0	0	0	4»	5»	5»	5»	4»	4»	0	0	0	27»
عالٍ	0	0	0	6»	8»	9»	7»	6»	6»	5»	0	0	47»

الصندوق أ5.4ج. جدول التحويل: قطر الظل مقابل غالونات/ إنشات أسفل الظل

قطر الظل بالأقدام	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
عدد الغالونات لكل إنش من الماء أسفل الظل	2	8	18	31	49	71	96	125	159	196	306	441

الملحق 5

أوراق العمل: أوراق تفكيرك

إن هذا الملحق موجه بغرض أن يكون *تلخيصاً لعملية التصميم* في هذا الكتاب، وكقائمة تدقيق للخطوات الموصى بها نحو إنشاء تصميم حصاد مائي متكامل مفاهيمي. إنه يهدف إلى مساعدتك لتحدد وتضع أي استراتيجيات يجب استخدامها في موقعك وأين تفعل ذلك بحيث تحصل على أقصى إمكانيات وفعالية من موقعك ككل. قد تجد من المفيد أن ترجع إلى الفصول التي تم أخذ الخطوات المتعددة منها للتفاصيل.

قد يجد المعلمون أوراق العمل هذه مفيدة لتعليم الحصاد المائي في صفوفهم. لاحظ أن مناهج الحصاد المائي الإضافية (المصممة بحيث تستخدم مقترنة بهذا الكتاب) موجودة على موقعي الإلكتروني www.HarvestingRainwater.com.

فكر بنسخ أوراق العمل هذه – خاصة أي خرائط موقع قد تكون رسمتها، بحيث يمكنك تسجيل التنقيحات والطبقات المتزايدة من معرفتك المتعمقة- وقم بوضع ملاحظاتك على أوراق العمل بدلاً من الكتاب. لا تتردد في إضافة ملاحظات يمكن لصقها وصفحات إضافية من الملاحظات والتنقيحات. رجاء كن على علم بأن هذه المادة محفوظة الحقوق، لذا، بإمكانك أن تنسخ هذه الصفحات من هذا الملحق لاستخدامك الشخصي الخاص ولأولئك الذين يشاركونك السكن **فقط**، ولا يجوز أن تنسخ هذه الأوراق إلى كمبيوتر. رجاءً قم بالاتصال براد لانكاستر لأخذ إذن بشأن جميع الاستخدامات الأخرى، والوسائط الأخرى (الكمبيوتر، القرص المضغوط، إلخ).

يتبع هذا الملحق تدفق الأفكار في المجلد 1 من *حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر*. لذلك، فإن النتيجة ستكون سلسلة من الأوراق، بدءاً بأي أفكار قد تدور في ذهنك بخصوص تطبيق مبادئ الحصاد المائي على موقعك، إلى الملاحظات الأساسية حول أرضك، ما يقود إلى الخطوات التي بإمكانك أن تقوم بها لتملك منزلاً وفناءً أكثر وفرة بالماء- منزلاً أكثر راحة وجمالاً في الشتاء والصيف على حد سواء.

رجاءً لا تبالغ في محاولتك عمل خرائط جميلة أو دقيقة، أو إيجاد كل المعلومات أولاً، أو قياس كل شيء أو القيام بكل الحسابات (على الرغم من أن القياسات والحسابات لا بد أن تتم بدقة في نهاية المطاف من أجل الحصول على أفضل نتائج إعدادك لحصاد مياه الأمطار). كلما وجدت نفسك بحاجة لمعلومات، ابحث عنها وقم بملئها لاحقاً. هذه عملية مستمرة، ويجب أن تكون عملية اكتشاف مليئة بالمغامرة.

الفصل 1 / الخطوة 1: مبادئ حصاد مياه الأمطار

هذا تلخيص لـ«مبادئ حصاد مياه الأمطار الناجح» الموجودة في الصفحات 29-38. قم بإضافة آرائك أسفله. وعد باستمرار إلى هذه المبادئ أثناء تقييم موقعك، وتصور نهج الحصاد المائي، وتطبيق التصميم.

مبادئ حصاد مياه الأمطار الناجح

1. **ابدأ بمراقبة طويلة ومتأملة**

استخدم جميع حواسك لمعرفة أين تتدفق المياه وكيف. ما الذي ينجح وما الذي لا ينجح؟ ابن على الذي ينجح.

2. **ابدأ من أعلى، أو قمة، منطقة مستجمعاتك المائية واعمل متجهاً نحو الأسفل**

الماء ينحدر نحو الأسفل، لذلك قم بجمع الماء في النقاط المرتفعة لديك من أجل مزيد من التسرب المباشر وتوزيع سهل بفعل الجاذبية الأرضية. ابدأ من الأعلى حيث تكون سرعة وحجم تدفق الماء أقل.

3. **ابدأ بأعمال صغيرة وبسيطة**

اعمل على القياس البشري كي تتمكن من بناء وإصلاح كل شيء. إن العديد من الاستراتيجيات الصغيرة تكون فعالة أكثر بكثير من واحدة كبير حين تحاول أن تسرب الماء للتربة.

4. **اعمل على نشر وتسريب تدفق المياه**

بدلاً من جعل الماء ينساب حاتّاً سطح الأرض، ادفعه لأن يبقى حول المكان، و«يسير» حول المكان، ويتسرب إلى التربة. أبطئه، وانشره، وسرِّبه.

5. **خطط دائماً لإيجاد مسرب للفائض، وتعامل مع تلك المياه الفائضة على أنها مورد**

ليكن لديك دائماً مجرى لفائض الماء في أوقات الأمطار الزائدة الغزيرة، وحيث أمكن، استخدم ذلك الفائض كمورد.

6. **اعمل على زيادة الغطاء الأرضي الحي والعضوي إلى الحد الأقصى**

أوجد اسفنجاً حياً بحيث يستخدم الماء المحصود لخلق مزيد من الموارد، في حين تتحسن قدرة التربة على تسريب المياه والاحتفاظ بها تدريجياً.

7. **اعمل على زيادة العلاقات المفيدة والكفاءة إلى الحد الأقصى عن طريق «تعديد الوظائف»**

اجعل استراتيجياتك للحصاد المائي تقوم بأكثر من مجرد الاحتفاظ بالماء. فتستطيع السواتر أن تقوم بعمل إضافي كممرات ناتئة عالية وجافة. كما يمكن للنباتات أن توضع لتبريد المباني. ويمكن كذلك اختيار الغطاء النباتي لتوفير الغذاء.

8. **قم بإعادة تقييم نظامك باستمرار: «حلقة التغذية الراجعة»**

لاحظ كيف يؤثر عملك على الموقع – البدء مجدداً بالمبدأ الأول. قم بأي تغييرات مطلوبة، مستخدماً المبادئ لإرشادك.

فاصل: أنت ومياهك

كيف تعتقد أنك تستخدم موارد المائية حالياً (تفصيل تقريبي)؟

داخل المنزل _____

خارج المنزل _____

هل تتمنى لو أن لديك:

مصدر ماء أنظف او أفضل؟ _____

ماء أقل كلفة؟ _____

ارتباطاً مباشراً أكثر مع مصادرك المائية واستخداماتك المائية؟ _____

هل سبق وأن فكرت بالحفاظ على الماء؟ _____

إن كان الجواب نعم، كيف؟ _____

إن كان لديك مصدر مائي أفضل أو ماء أرخص، فكيف ستستخدمه؟

استخدامات في الموقع الخارجي والحديقة _____

الغسيل والاستحمام _____

استخدام يحتاج إلى مياه صالحة للشرب (الشرب والطهي) _____

غير ذلك _____

بعد قراءة/ مطالعة هذا الكتاب، ما الذي تريد أن تفعله؟

أولاً؟ _____

ثانياً؟ _____

ثالثاً؟ _____

الفصل 2/ الخطوة 2: البناء على مراقبة طويلة ومتأملة- قيّم مستجمع مياه موقعك ومصادرك المائية

أ. تجوّل في مستجمع مياه موقعك.

حدد حوافه/ حدوده، ولاحظ كيف يتدفق الماء داخلها. قم بعمل أي ملاحظات أدناه. عد إلى الصفحات 42-44 للمزيد من المعلومات.

إن كان الجريان السطحي يتدفق عبر أرضك، فكن منتبهاً بشكل خاص للاتجاه الذي يأتي منه، ولحجمه، ولقوة تدفق المياه. ابحث عن الأسطح التي يتدفق الماء عليها لتقدير جودة المياه. سجل أي ملاحظات أدناه. وقد تريد أيضاً أن تبحث عن أنماط تعرية حيث يوجد جفاف (انظر الملحق 1 في الصفحة 111). دوّن ملاحظاتك.

ب. أنشئ خطة موقع وخريطة لملاحظاتك.

أولاً، قم بتصوير موقعك، بحيث يكون لديك صور «قبل» والتي ستوثق معها تطورك مع صور «بعد» المستقبلية. قد تريد أن تدرج نسخاً من هذه الصور مع هذه الأوراق.

الآن، استخدم ورق المربعات في نهاية هذا الملحق (بإمكانك أن تشتري الخاصة بك إن رغبت بذلك) وباستخدام الشكل 3.2 في الصفحة 47 كنموذج، أنشئ خطة موقع «بمقياس الرسم» لحدود ملكيتك. اترك هوامش عريضة لتحديد المواقع حيث تتدفق الموارد – كالجريان السطحي من فناء جارك – إلى داخل أو خارج أو على بمحاذاة موقعك. ارسم البنايات والمداخل والأفنية والأغطية النباتية الموجودة وممرات المياه الطبيعية وطرق الخدمات تحت الأرض وفوق الأرض، إلخ، على النطاق. ومن ثم، ارسم أي أسطح مستجمعات تصرف المياه بعيداً عن موقعك (على سبيل المثال، مدخل يميل باتجاه الشارع)، وأي أسطح مستجمعات تصرف الماء باتجاه موقعك من مكان خارجي؛ حدد الاتجاه والتدفق لأي مياه جريان سطحي أو جريان داخلي. عد إلى الصفحات 44-50 بينما تقوم بكل هذا. اكتب المعلومات الإضافية أدناه.

الملاحظات الإضافية التي يمكن أن تدونها في هذا الوقت:

أي النباتات تعيش على مياه الموقع (مياه الأمطار) وحدها، وأيها تعتمد على المياه التي يتم ضخها أو مياه الري التي يتم جلبها؟

أي النباتات المحلية غير المروية تراها تنمو ضمن نصف قطر 25 ميلاً (40 كم) من موقعك، ويمكن أن تكون جيدة في موقعك؟

ج. احسب موارد موقعك من مياه المطر.

ج1. «دخل» موقعك من مياه الأمطار

حدد جانب «الدخل» من موازنة مياه موقعك بحيث يمكنك أن تقارنها بجانب «الإنفاق». لهذا القسم، عد إلى الصفحات 44-51 والحسابات الإضافية الموجودة في الملحق 3.

- ما متوسط هطول المنطقة السنوي بالإنشات أو الملم؟ _____
- ما مساحة موقعك (أرضك) بالأقدام المربعة أو الفدانات أو الهكتارات؟
- ما مساحة أسطح منزلك والمرأب والسقيفة والبنايات الأخرى في ملكيتك (انظر الحسابات في الملحق 3، والمعدلات 1-3 في الصفحات 126-127)؟

_____ _____ _____

الآن، استخدم الحسابات في الصفحة 45 و48، أو في الملحق 3، لتحديد موارد موقعك للهطول المطري. عليك أن تجيب عن الأسئلة التالية: ما مقدار الهطول المطري الذي يتساقط على موقعك في سنة متوسطة؟ للإجابة عن هذا، فإنك ستستخدم مساحة موقعك والهطول السنوي للحصول على بضع تقديرات أولية حول موارد الهطول المطري السنوي لديك بالغالونات أو اللترات. إن وجدت صعوبة في الرياضيات، استخدم فقط أشكال «القاعدة التقريبية البسيطة» في الملحق 3 في الصفحة 129. قم بإجراء حساباتك أدناه.

س. موارد الهطول المطري السنوي لديك بالغالونات أو اللترات. ما كمية المياه التي تهطل على موقعك؟

س = _____

ج2. «فقدان» مياه أمطار موقعك

الآن، عد إلى الحسابات في الصفحات 45 و48 لتحديد كمية الهطول المطري الذي يتم تصريفه من أسطح مستجمعاتك الكتيمة لتخزين/ استخدام محتمل في خزانات مرافقة أو سدود ترابية. إنك لست بحاجة لأن تكون دقيقاً؛ إنك تريد تقديراً جيداً فقط.

الجريان السطحي من السطح _____

الجريان السطحي من المدخل _____

الجريان السطحي من الفناء _____

_____ الجريان السطحي _____

ثم، لاحظ كم من ذلك الجريان السطحي (والجريان السطحي الإضافي المحتمل من أسطح مبنية أو مضطربة كالقطاعات المكومة من الموقع الخارجي أو المواقع الترابية الجرداء) يصرف حالياً خارج أرضك. أضف التقدير الإجمالي واكتبه أدناه:

ص. الفقدان/ الجريان السطحي من موقعك بالغالونات أو اللترات. ما كمية المياه التي تجري بعيداً عن موقعك؟

ص = _____

ج3. مكتسب موقعك من المياه

الآن، أنت تريد أن تقدر كم من الماء (سنوياً) تكسب بسبب الجريان السطحي من ملكيات أخرى إلى موقعك. استخدم نفس الحسابات كما في الأعلى.

ع. مكتسب/ الجريان الداخلي بالغالونات أو اللترات. كم من الجريان السطحي يتدفق إلى موقعك من خارج أرضك ؟ (نفس الحسابات كما في الأعلى)

ع = _____

ج4. جمعها معاً

س (الهطول المطري على الموقع) – ص (الجريان السطحي الذي يتم تصريفه خارج موقعك) + ع (الجريان الداخلي إلى موقعك) = م (المجموع: ما المقدار الذي تقوم بحصاده حالياً)

س _____ – ص _____ + ع _____ = م _____

م = _____

هذا يساوي مجموع موارد مياه الأمطار في موقعك والتي تقوم بحصادها حالياً.

ج5. حصادك الممكن من مياه الأمطار

الآن، قم باستثناء ص، أرصدتك المدينة، أي، مياه الأمطار التي تعتبر جرياناً سطحياً من موقعك:

س (الهطول المطري على الموقع) + ع (الجريان الداخلي إلى موقعك) = م م (مجموع حصادك الممكن لمياه الأمطار)

س _____ + ع _____ = م م _____

م م = _____

قد يبين هذا كمية الماء الإضافية التي يمكن أن تقوم بحصادها باستخدام سدود الحصاد المائي الترابية المتنوعة أو تقنيات التخزين.

قم بكتابة أي ملاحظات إضافية وقم بإجراء أي حسابات. قارن كمية الماء التي *تقوم* بحصادها (م) بتلك التي *يمكنك* حصادها (م م).

د. قم بتقدير احتياجات موقعك المائية.

تحدد هذه الخطوة جانب «الإنفاق» من موازنتك المائية بتقدير احتياجات منزلك وموقعك الخارجي المائية. انظر الصفحات 51–53.

- ما مقدار استهلاكك المائي السنوي بناءً على فاتورة مياهك؟ _____
- في أي الأشهر يكون استهلاكك/ احتياجك المائي الأعلى؟ _____

الخطوات التالية هي محاولة تقدير مقدار الماء المستهلك داخل المنزل مقابل المستهلك خارجه.

- قم بتقدير متوسط استهلاكك المائي السنوي *داخل المنزل* باستخدام الموقع الإلكتروني سهل الاستخدام www.h2ouse.org (انظر الصفحات 51–53).

_____

- قم بتقدير متوسط استهلاكك المائي السنوي *خارج المنزل* (بناءً على متطلبات الاحتياجات المائية للنبات؛ انظر الملحق 4 في الصفحة 136): قم بإدراج بعض من نباتاتك الكبيرة ومتطلباتها المائية أدناه.
- أو/ و: قم بطرح استهلاكك المائي داخل المنزل المقدر من فاتورة مياهك لتقدير أولي لاحتياجاتك الحالية خارج المنزل. _____

هـ. قارن بين احتياجاتك ومواردك.

قارن احتياجات موقعك المائية مع حجم موارده من مياه الأمطار على الموقع أو المتدفقة إليه. قم بمراجعة المعلومات التي قمت بجمعها وحسابها في القسم ج في الأعلى؛ وكذلك، عد إلى الفصل 3 والحسابات الموجودة في الملحق 3 عند الحاجة لذلك. يتضمن هذا الفصل تسجيل أي أفكار قد تخطر ببالك بشأن كيفية تحقيق التوازن لميزانية موقعك المائية، وربما كذلك إجراء بعض الحسابات الإضافية.

- ما كمية الماء التي يمكن أن تقوم بحصادها في موقعك؟ (م م من الصفحة 145) _____
- ما كمية الاحتياجات المائية المحلية التي يمكن أن تلبيها بحصاد الجريان السطحي من قمم الأسقف في خزان أو أكثر؟ _____
- ما كمية النباتات التي يمكن أن تعتني بها فقط بحصاد الأمطار المتساقطة والمتسربة مباشرة إلى تربتك؟ _____
- ما كمية النباتات التي يمكن أن تعتني بها إن كان الجريان السطحي للموقع موجها كذلك للمناطق المزروعة (قد يكون هذا الجريان السطحي محولاً بشكل مباشر وبدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية لمناطقك المزروعة أو محصوداً في خزان وموزعاً على المناطق المزروعة بحسب الحاجة)؟
- قم بإدراج الخطوات الأخرى التي قد تتخذها لتحقيق التوازن لموازنتك المائية باستخدام مياه الأمطار المحصودة كمورد مياهك الرئيسي. انظر اقتراحات استراتيجية الترشيد في الصندوق 7.1 في الصفحة 13.

داخل المنزل _____

خارج المنزل _____

و. موارد المياه الرمادية.

قم بتقدير متوسط حجم مياه المنزل الرمادية التي يمكن الوصول إليها وبإمكانك إعادة استخدامها في موقعك الخارجي، باستخدام المعلومات في الصندوق 6.2 في الصفحة 53 أو من www.greywater.com . إمكانية الوصول إليها تعني أن بالإمكان الوصول إلى أنابيب التصريف الحالية أو تركيب أخرى جديدة لتحويل المياه الرمادية إلى الأحواض المفروشة بمهاد والمزروعة في الموقع الخارجي. ستحتاج أن تحافظ على الأقل على انخفاض 1/ 4 إنش لكل قدم خطية من الأنبوب (انخفاض 2 سم لكل متر خطي) لتقوم الجاذبية الأرضية مجاناً وبأريحية بتوزيع مياهك الرمادية من نقطة تحت الأنبوب على شكل P لمصدر المياه الرمادية (آلة الغسيل، المغسلة، إلخ) إلى مخرج أنبوب المياه الرمادية في الموقع الخارجي.

الغسالة _____

دش الاستحمام _____

حوض الاستحمام _____

مغسلة الحمام _____

غير ذلك _____

المجموع _____

الفصل 3/ الخطوة 3: السدود الترابية أو الخزانات أو كلاهما.

عد إلى المقارنات في الصندوق 1.3 (الصفحة 57) وإلق نظرة على النظرة العامة للاستراتيجيات في أواخر الفصل 3 لتحديد كيف يمكن أن تحصد الماء من استخداماتك المخطط لها على أفضل وجه.

والآن وقد قمت بتقدير (تقريباً) موارد واحتياجات موقعك المائية (من أوراق العمل السابقة)، فإن الخطوة التالية هي الإجابة مرة أخرى على الأسئلة التالية:

كيف تستخدم مواردك المائية *حالياً* (تفصيل أولي)؟

داخل المنزل _____
خارج المنزل _____

كيف *تخطط* لاستخدام مواردك المائية؟
استخدامات في الموقع الخارجي والحديقة _____
الغسيل والاستحمام _____
استخدام يحتاج إلى مياه صالحة للشرب (الشرب والطهي) _____
غير ذلك _____

بعد مراجعة الفصل 3 و«مبادئ حصاد مياه الأمطار الناجح» من الفصل 1، ما الذي تعتقد بأنك تريد فعله ؟
أولاً؟ _____
ثانياً؟ _____
ثالثاً؟ _____

قارن ما سبق بإجاباتك في الفاصل السابق. ما الفرق، وأنت الآن تملك معلومات أكثر للعمل بها؟

الفصل 4/ الخطوة 4: تصميم متكامل

يهدف هذا الفصل إلى جعلك أكثر إدراكاً لموارد وتحديات الموقع الإضافية، وليبين لك كيفية الاستفادة القصوى من إمكانياتها عن طريق تحقيق تكامل حصادها مع حصاد الماء. الأرقام في الأسفل تتبع أنماط التصميم المتكامل والخطوات التنفيذية لها موجودة في الصفحات 81-101.

قم بعمل نسخة مصوّرة جديدة لخريطة موقعك وحدد الاتجاهات الشمال، والجنوب، والشرق، والغرب.

1. اتجاه موقعك

(اطلع على الصفحات 81-101؛ انظر خاصة الأشكال التي يمكن استخدامها كنماذج لتحديد خريطة موقعك الخاصة.)

- ما هو خط عرض موقعك (اسأل أمين المكتبة المحلية اللطيف إن لم تكن تعرف): _____
- ما هو اتجاه موقعك و/ أو منزلك؟ (استخدم البوصلة لاتجاه الشمس؛ انظر الصفحة 81). ضع هذه المعلومات على خريطة موقعك وقم بكتابتها في الأسفل أيضاً.

على خريطة موقعك:

- حدد «جانب الشمس في الشتاء»، و«جانب الظل في الشتاء» لمنزلك.
- ضع على الخريطة موقع شروق وغروب الشمس للانقلابين الصيفي والشتوي.
- قم كذلك بتحديد أي مما يلي، وأي موارد أو تحديات إضافية (انظر الشكل 4.4، الصفحة 82): أين تريد ظلاً أو تعرضاً أكثر للشمس؛ الاتجاه أو الموقع الذي تأتي منه الرياح السائدة أو الإزعاج أو الضوء؛ وأنماط خطوات أقدام حركة الأشخاص أو الحيوانات الأليفة أو الحياة البرية.
- أين تكون البقع الدافئة والباردة في الشتاء؟ والبقع الحارة والباردة في الصيف؟ أي المناطق داخل منزلك تتعرض للشمس مباشرة في الصباح؟ هل تحصل على شمس وظل في مناطق حديقتك خارج المنزل حين وحيث تريدها؟ حدد خريطة موقعك بشكل مناسب واكتب ملاحظاتك في الأسفل.
- أغلق أنظمة التسخين والتبريد الآلية مرة على الأقل في كل موسم من العام لملاحظة كيف يؤثر التعرض الشمسي المباشر –أو عدمه – على راحة منزلك وفناءك. عندما تفعل ذلك، ما هي ملاحظاتك؟

2. الجزء الناتئ من النافذة (الصفحات 85-88)

- هل لديك أجزاء ناتئة من النوافذ؟ _____
- إن كان كذلك، ما هو طول إسقاطها على جانب الشمس في الشتاء لمنزلك؟
- استخدم معلومات إسقاط الجزء الناتئ في الصفحات 85-87 والصندوق 3.4 لتحديد

أحجام نتوءات ملائمة لنوافذ جانب الشمس الشتوية لديك. _____

- قارن النتوءات الموجودة بما توصي به الحسابات. _____
- ما الذي لاحظته فيما يتعلق بكيفية تأثير النتوءات أو عدمها على راحتك خلال العام؟ _____
- ما الذي يمكنك فعله (تشييد مظلات أو تعريشات، زرع نباتات، تمديد النتوءات، فتح جزء مغطى من شرفة مواجهة لجانب الشمس الشتوية، إلخ) لتحسين الطرق الإيجابية التي يمكن للشمس والظل أن يؤثر على بنايتك بها؟ _____

3. **منزلك في الصورة الأكبر: الأقواس الشمسية (الصفحات 88-90)**

قم بعمل خارطة جديدة إن لزم الأمر.

- هل لديك أي عناصر قوس شمسي في مكان حول منزلك أو حديقتك، كشجرة ظل موجودة أو شرفة مغطاة أو مبنى؟ إن كان كذلك، حددها على خريطة موقعك واكتب تعليقات حولها في الأسفل.
- الآن، أشر في خريطة موقعك إلى حيث يجب ان توضع قطع مفقودة من قوس شمسي لتكميله وتحقيق الفائدة لموقعك أو حديقتك.
- هل يمكنك استخدام أي استراتيجيات حصاد مائي (سدود ترابية، أشجار، خزانات) لإنشاء أو تكبير قوس شمسي أو مصد رياح؟

4. **المصائد الشمسية (الصفحات 90-92)**

حدد على خريطة موقعك أين يمكن أن تشكل مصيدة شمسية فائدة، وأشر إلى أي عناصر موجودة أصلاً في الموقع. اكتب ملاحظاتك في الأسفل.

- ضع في الحسبان استحسان سور أو خزان جديد أو مزروعات في سدود ترابية مثل الأشجار أو الشجيرات الضخمة أو الكروم التي تنمو على التعريشات، الأسوار، إلخ، لإنشاء مصيدة شمسية. اكتب أي أفكار في الأسفل.

5. **المحافظة على التعرض لشمس الشتاء (الصفحات 93-95)**

- أين لاحظت بأن ظلال الشتاء تحجب الشمس عنك؟ دون ملاحظاتك في الأسفل، وأشر في خريطة موقعك إلى الملامح (الأشجار، إلخ) التي تكوّن ظلال شتاء طويلة.
- ما هو خط عرضك؟ _____
- ما الطول الممكن لظل ناتج عن شجرة بطول 20 قدماً في شمس الظهيرة في خط عرضك (انظر علاقة معدل الظل في الصندوق 7.4 في الصفحة 93)؟
- الآن، فكر أين يمكن أن تريد إضافة مزروعات أو هياكل أو مصدات رياح جديدة موضوعة بدقة لتجنب حجب ضوء الشمس في الشتاء المرغوب به للنوافذ المواجهة للشمس في الشتاء، والحدائق الشتوية، والاستراتيجيات الشمسية، بينما تحقق فوائد أخرى. سجل أي ملاحظات في الأسفل، وارسمها على خريطة موقعك إن كان ذلك ضرورياً.
- هل هناك أي ملامح تحجب ضوء الشمس في الشتاء تريد إزالتها أو وضعها في مكان آخر؟ _____
- سجّل أي ملاحظات إضافية في الأسفل.

6. **الطرق المرتفعة، الأحواض الغائرة – الارتفاع النسبي (الصفحات 95-96)**

- دون ملاحظاتك عن التالي: الارتفاع النسبي للممرات والأفنية والأرصفة وطرق القيادة ومداخل المنازل مقارنة بمناطق الزراعة المجاورة في منزلك ومجتمعك.
- هل ترى أي أنماط «ممر مرتفع، حوض غائر» أو نمط ممر غائر، منطقة مزروعة مرتفعة؟

- هل يتم توجيه مياه الأمطار إلى النباتات أو إلى إسفلت أو مصارف مياه؟
- الآن، حدد مناطق الخريطة حيث *يمكنك* تطوير نمط الممر المرتفع، الحوض الغائر في المنزل.

7. **تقليل الأرض المرصوفة وجعلها نفاذة (الصفحات 96-99)**

- في الأسفل، اكتب أمثلة على أرصفة غير نفاذة ونفاذة حول منزلك ومجتمعك.
- اكتب أي أفكار عن كيف يمكنك أن: تقلل الأرض المرصوفة في موقعك؛ إما بتوجيه بقية جريان الأرصفة السطحي إلى سدود ترابية مجاورة أو بجعل الأرصفة المتبقية أكثر نفاذية؛ حول طريق قيادتك إلى «طريق حديقة» أو استخدم طوباً ذا نفاذية أو حصى أو حصى زاوياً ذا تدرّج مفتوح بدلاً من مواد غير نفاذة مثل الأسمنت؛ إلخ. (عد إلى الصفحات 64-66 للمزيد من الأفكار واقرأ المجلد 2، الفصل حول تقليل المواقع الصلبة وإنشاء أرصفة نفاذة.)

8. **ربطها جميعاً معاً - إنشاء تصميم مفاهيمي متكامل (الصفحات 100-101)**

الآن، بإمكانك فعلاً أن تستخدم المعلومات والأفكار التي جمعتها حتى هذه اللحظة. ركز على وضع وتكامل العناصر المتعددة على موقعك، بينما تعود إلى المجلدين 2 و3 للتفاصيل.

مرة أخرى، قم بعمل نسخ عديدة من خريطة موقعك. استخدم هذه النسخ كخرائط أساسية للرسم التخطيطي لمسودات تصاميم نظام الحصاد المائي المتكامل لموقعك. عد باستمرار لملاحظاتك على الخريطة لترى كيف تتكامل أفكار تصميمك مع ما هو موجود أصلاً ويمكنها أن تبني بأفضل الطرق عليه.

تلاعب بتصاميم خطة الحصاد المائي المختلفة. إنني أوصي لك بخيارين:

- قم بعمل رسوم مقصوصة (بنفس مقياس خريطة موقعك، وربما باستخدام أوراق لاصقة أو ملاحظات لاصقة) للأشجار والخزانات والأفنية والحدائق والعناصر الأخرى التي تريد إضافتها لموقعك. حرك هذه الرسوم المقصوصة حول خريطة موقعك متخيلاً كيف ستتفاعل مع تدفقات موارد موقعك (مياه الأمطار، المياه الرمادية، الشمس، الرياح، إلخ).
- ضع ورقاً شفافاً فوق خريطة موقعك وارسم أين يمكنك أن تضع العناصر المتنوعة (الأشجار والخزانات والأفنية والحدائق والعناصر الأخرى) التي تريد أن تقدمها لموقعك، ومن ثم انظر كيف تتفاعل مع تدفقات موارد الموقع.

وبينما تتابع تلاعبك بالترتيبات المختلفة، اسأل نفسك، «أين أحتاج الماء، وأين هو موجود لدي، وما هي كميته، وكيف/ أين يمكنني أن أحقق استفادة قصوى منه؟» تذكر، أن هدفك هو زيادة فعالية الموقع والاستفادة القصوى من إمكانياته. دون أي ملاحظات إضافية في الأسفل.

مرة أخرى .. قبل أن تحفر (أو تقوم بطلب ذلك الخزان) _

قم بتنقيح تصميمك عن طريق تخطيط تفاصيل الحصاد المائي أو حساب حجم خزان (خزانات) منوي شراؤها. (الفصول في حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر، والمجلدان 2 و3، يحويان جميع المعلومات اللازمة لمثل ذلك التنقيح.) تذكر دائماً أن تعود باستمرار إلى مبادئ حصاد مياه الأمطار في الفصل 1 للتأكد من تحقيقها جميعاً في خطتك الآخذة بالتطور.

الآن، امش في أرضك مرة أخرى، متخيلاً كم استراتيجية مختلفة يمكن أن تعمل في السياق الخاص لموقعك. ما هي ملاحظاتك؟

تلاعب أكثر بالأفكار والتصاميم على الورق – فمن الأكثر سهولة أن تقوم بعمل التغييرات بقلم رصاص وممحاة بدلاً من المجرفة. ما الذي قمت بتغييره؟ _____

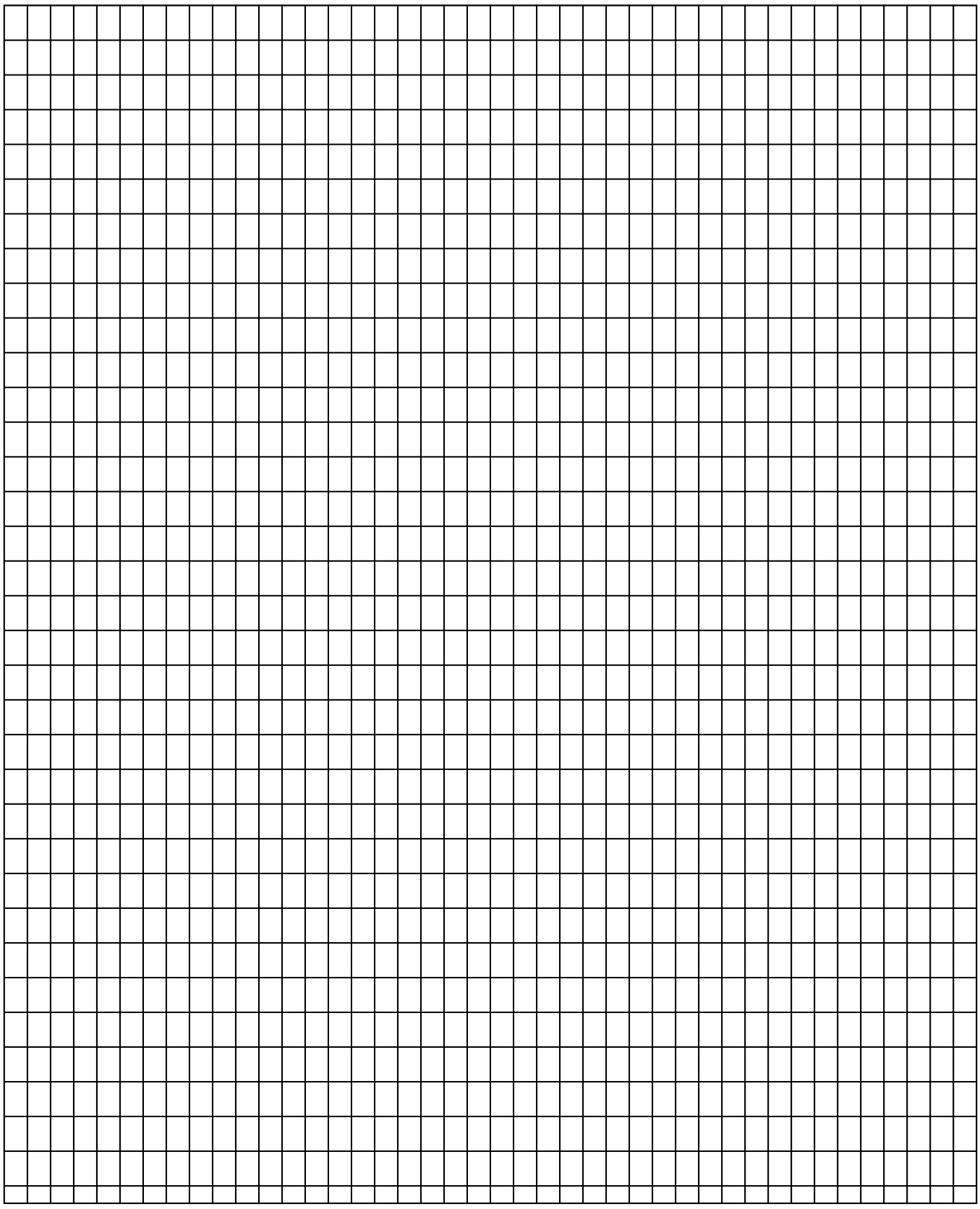
حين تشعر بأن خطتك جاهزة، قم بحفر أثلام على أو تعليم حدود أو رش الألوان على مواقع الممرات والأشجار

واستراتيجيات الحصاد المائي والعناصر الأخرى على التراب في موقعك. امش حول موقعك مستشعراً ما يمثله عيش هذا النظام. قم بإجراء أي تغييرات لازمة وإن بدا كل شيء جيداً – ابدأ العمل.

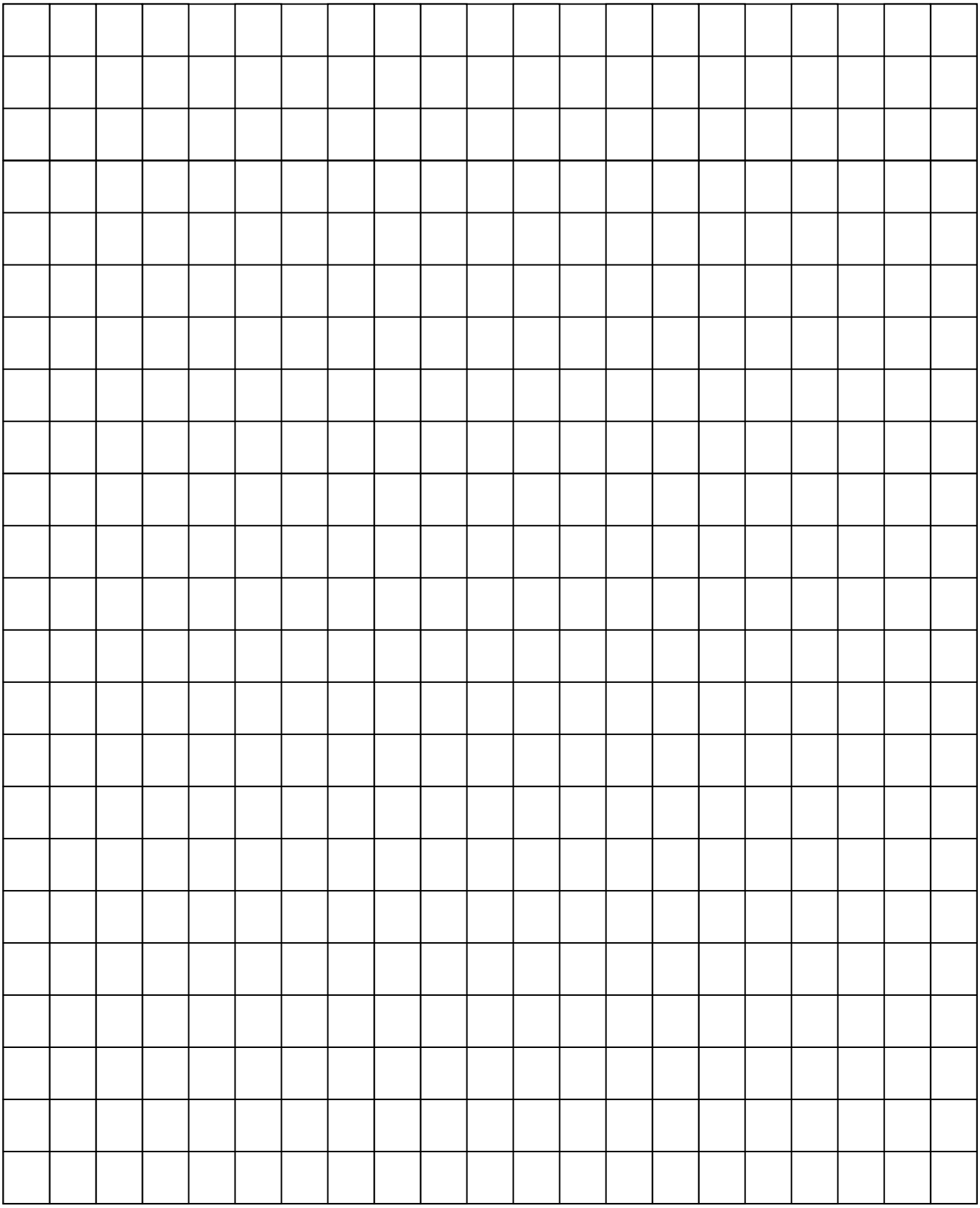
ولكنك لست مضطراً إلى تنفيذ كل شيء دفعة واحدة. بدلاً من ذلك، استخدم مبادئ حصاد مياه الأمطار لوضع أولويات عملك – *ابدأ بأعمال صغيرة، ابدأ من الأعلى*... و– *إن كانت الملاحظات أو الإنجازات المستقبلية تتطلب إحداث تغيير في خطتك بعد أن تكون قد بدأت التنفيذ، قم بعمل التغيير*. فقط أضف ملاحظاتك الجديدة لتلك التي سبق وأن قمت بعملها على خريطة موقعك، وقم بتقييم أفضل نهج متكامل، وامض قدماً. إن كل ذلك يشكل عملية قائمة على مراقبة *طويلة ومتأملة*، مستمرة طوال فترة علاقتك مع الموقع.

الملحق 3: الحسابات

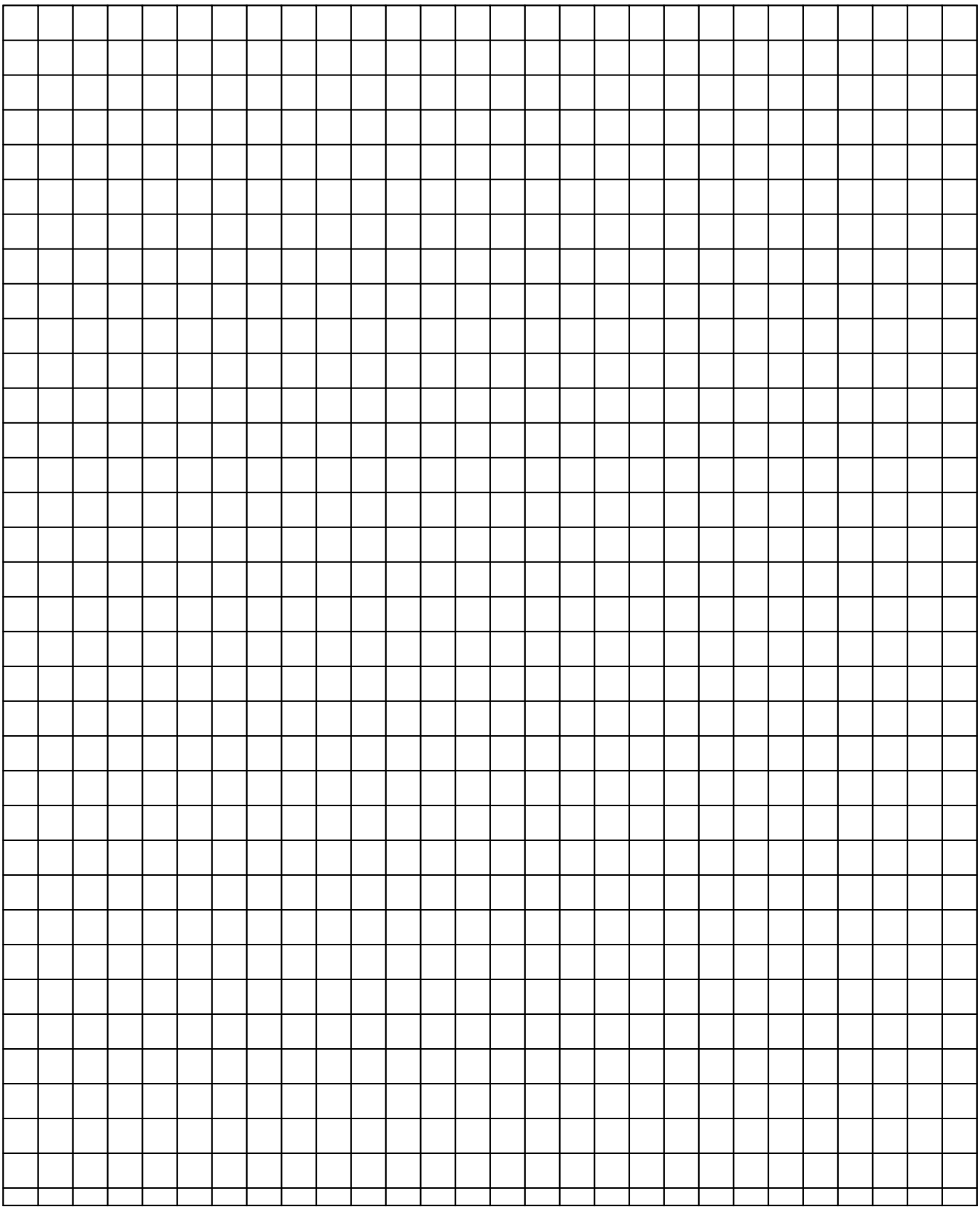
ألق نظرة سريعة على المعادلات. إن كنت تشعر بأن أياً منها ملائمة لحالتك، فالفراغ متوفر في الأسفل لحساباتك وملاحظاتك.



⅛ إنش مربع



¼ إنش مربع



5 م^2

الملحق 6

المـــوارد

يوفر الملحق 6 قائمة شاملة من الموارد المفيدة؛ إنه يتضمن أكثر بكثير من مجرد النصوص المشار إليها في هـذا المجلـد. تبـدأ هذه القائمة بمصادر عامة لحصاد مياه الأمطار، ومن ثـم تتبعهـا بالترتيب حسب المواضيع لمقدمـة المجلـد 1 والفـصول 1 إلى 4. تـوفر الأقـسام O إلى X مـصادر زراعيـة ومجتمعيـة وحكوميـة وتمويلية للزراعة المستدامة.

ومن أجل توفير الورق وموارد أخرى، ومن أجل السماح بمحتوى ومراجعات حديثـة، فـإن ملحـق المـصادر يظهـر الآن بـــشكل حـــصري في صـــفحة المجلـــد 1 عـــلى www.HarvestingRainwater.com

الملحق 7

زوايا الشمس ومسارها

هذا الملحق يتوسع في ما تناوله الصندوق 2.4 والأشكال 3.4أ وب في الفصل 4، بتوضيح كيف يتغير مسار الشمس مع خط العرض والمواسم (انظر الأشكال 1.7أ إلى 5.7أ). تساعدك هذه المعلومات على فهم أعمق للعبة الشمس والظل لوضع الخزانات فوق الأرض في مكان أفضل و/ أو المزروعات (تحديداً الأشجار) وما يرافقها من سدود الحصاد المائي الترابية، التي ستظلل وتبرد منزلك في الصيف، بينما تحافظ على تعرض لشمس الشتاء وضوء وحرارة وطاقة شمسية شتوية مجانية. انظر نمط التصميم المتكامل ثلاثة – القوس الشمسي في الفصل 4، إضافة إلى الأشكال 10.4أ وب لمزيد من المعلومات والأمثلة. إن الفكرة هي تقليل استهلاكك للموارد بشكل مستدام، وفي نفس الوقت، زيادة إنتاج مواردك.

إن الطاقة الشمسية في الموقع، كما طاقة الرياح والطاقة المائية الميكروية، توفر الماء لأنه يتم استهلاك من 0.5 إلى 30 غالوناً (2 إلى 113 لتراً) من الماء لكل كيلو واط في الساعة (ك و س) من الكهرباء المولدة في محطات الطاقة التقليدية (الفحم، الطاقة النووية، الطاقة المائية).[1] يؤثر مسار الشمس (واتجاه البنايات نحو الشمس) على الزوايا المثلى لتركيب لوحات خلايا شمسية أو ضوئية (PV) مثبتة على السطح. يجب أن يواجه المحور الطويل لكل من المنزل واللوحات الشمال *الحقيقي* في نصف الكرة الجنوبي لفعالية قصوى (انظر الأشكال 5.4أ وب).

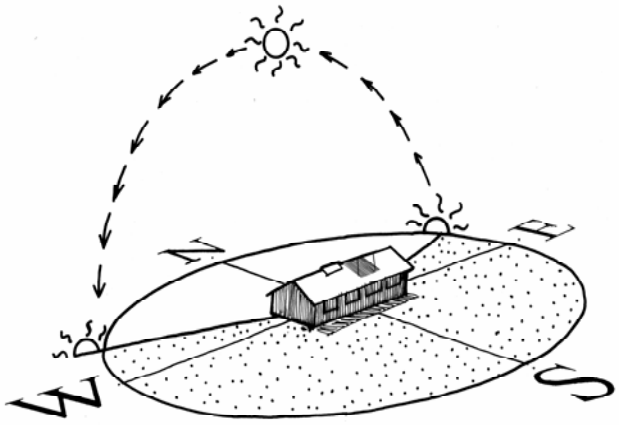
إن اللوحات المثبتة على السطح واحدة من أرخص الطرق لتركيب اللوحات الشمسية. أو هناك خيار أكثر كلفة لتركيب اللوحات الشمسية على متعقب متحرك يتبع الشمس (مبقياً اللوحات مشيرة مباشرة إلى الشمس طيلة النهار) فيزيد بذلك كمية الشمس التي تسقط على اللوحات بمقدار 10٪ في الشتاء و40٪ في الصيف.[2] الفرق أكبر في الصيف، لأن مسار الشمس يقطع جزءاً أكبر من السماء.

هناك قاعدة تقريبية وبسيطة لتحديد زاوية تركيب لوحة على السطح، وهي أن تثبت زاوية لوحاتك على نفس رقم خط العرض لديك. فإذا كنت تقيم على خط عرض 44°، فإن لوحاتك يجب أن تكون بزاوية 44° مواجهة لشمس الشتاء. بإمكانك أن تزيد فعالية اللوحات بمقدار 5 إلى 10٪ إن قمت بتركيبها على السطح مع مسننة سقاطة أو وسيلة أخرى لتغيير زاوية اللوحات موسمياً بالنسبة إلى الأفق الجنوبي (في نصف الكرة الشمالي) أو الأفق الشمالي (في نصف الكرة الجنوبي). القاعدة التقريبية البسيطة هنا هي أن زاوية الصيف ستكون قرابة 15° أقل من زاوية خط العرض، وزاوية الشتاء ستكون قرابة 15° أكثر من زاوية خط العرض.[3] لذا، على خط عرض 44°، فإن زاوية اللوحات في الصيف ستكون تقريباً 29°، وزاوية الشتاء ستكون تقريباً 59°. بإمكانك زيادة الكفاءة 3 إلى 5٪ إضافية إن جعلت هذه الزوايا أكثر دقة بحسابات قليلة أخرى –

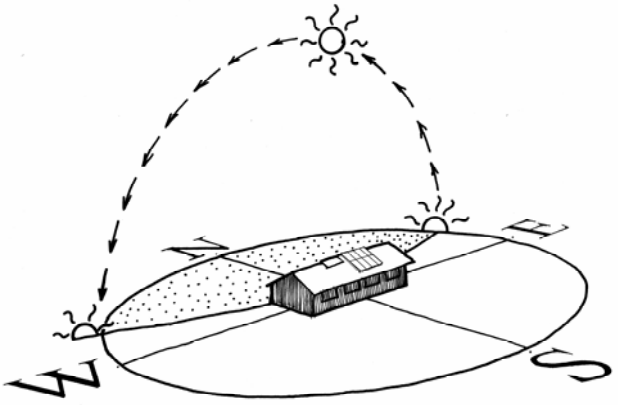
انظر الميلان وزاوية الاتجاه للوحات الشمسة في http://www.theenergygrid.com/grid/articles/paneltilt.html.

في بعض الحالات قد تريد أن تجعل زاوية لوحاتك متحيزة بسبب موسمية الطقس. على سبيل المثال، الشتاءات في ولاية أوريجون الساحلية رطبة جداً وغائمة، ما يؤدي إلى إنتاج طاقة شمسية هزيل، لكن مواسم الصيف ممتازة مع كثير من الشمس. لذلك، قد يكون من الحكمة أن يتم تركيب اللوحات لصالح الزاوية الصيفية المنتجة بدلاً من الزاوية الشتوية الخفيفة. كما قد تميل الاحتياجات الكهربائية الموسمية العالية زاوية اللوحات، بتركيب اللوحات لإفادة الموسم الذي لديه أعلى استخدام للطاقة.

لاحظ أنه من الأفضل أن تكون لوحاتك مركبة بزاوية 15° أو أحدّ، بغض النظر عن خط عرضك أو طقسك أو استخدامك للطاقة بحيث يمكن للوحات أن تقوم بالتنظيف الذاتي بفعل هطول الأمطار والجاذبية الأرضية بشكل أفضل.



الشكل أ1.7أ. مسار الشمس على خط عرض 0° (خط الاستواء) في الانقلاب الصيفي. اللوحات موضوعة على 15°.

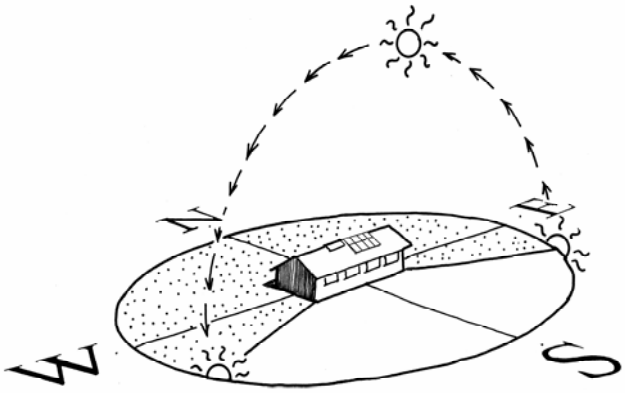


الشكل أ2.7أ. مسار الشمس على خط عرض 24° ش في الانقلاب الصيفي. اللوحات موضوعة على 15°.

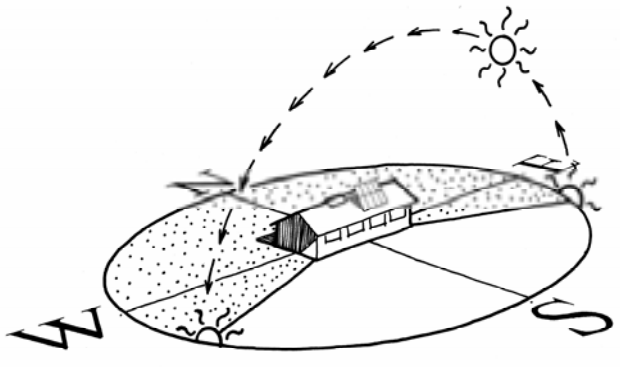
تميل الزوايا المسطحة إلى جمع قدر أكبر من الغبار وما شابه. على سبيل المثال، في الشكل أ2.7أ تم تركيب اللوحات على زاوية موسمية بمقدار 15° بدلاً من 9° لتنظيف ذاتي أفضل.

لا تقلق بشأن محاولة الحصول على كل الشمس خلال النهار، اهدف بدلاً من ذلك إلى الحصول على ما يمكنك في ساعات ذروة أشعة الشمس بين الساعة 8 صباحاً و4 مساءً في الصيف، و9 صباحاً و3 مساءً في الشتاء.

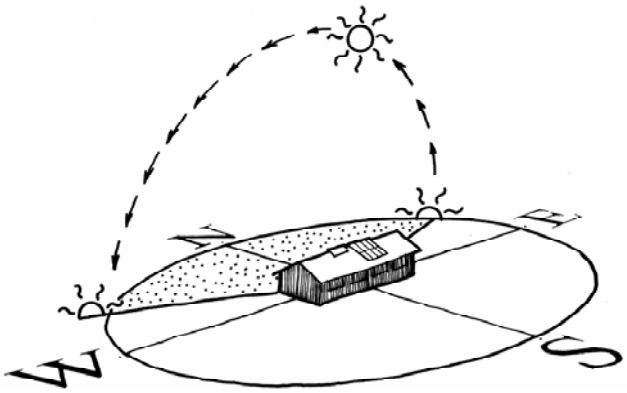
إن كل الأشكال في هذا المحلق ما عدا أ1.7 هي لنصف الكرة الشمالي. أما في نصف الكرة الجنوبي، فستكون اللوحات موجهة نحو كمية أشعة الشمس نحو الشمال، بدلاً من الجنوب. لقد تم وضع جميع زوايا اللوحات المركبة في الأشكال بحسب زاوية موسمها المثالية (وذات التنظيف الذاتي). ومع ذلك، فهناك تركيب أبسط، لكن أقل كفاءة، بتركيب اللوحات مثبتة في مكانها طوال العام بنفس زاوية خط عرض الموقع.



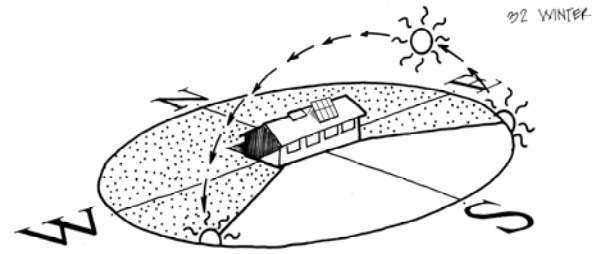
الشكل أ1.7ب. مسار الشمس على خط عرض 0° (خط الاستواء) في الانقلاب الشتوي. اللوحات موضوعة على 15°.



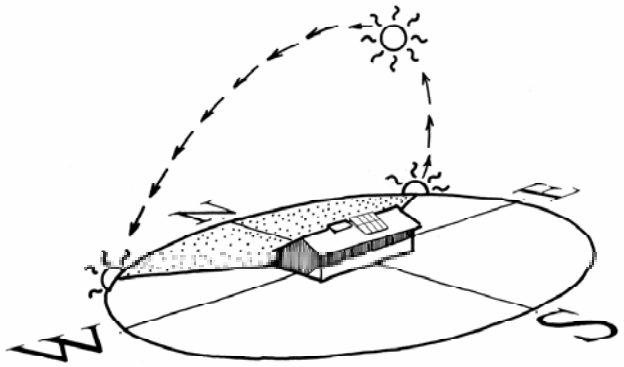
الشكل أ2.7ب. مسار الشمس على خط عرض 24° ش في الانقلاب الشتوي. اللوحات موضوعة على 39°.



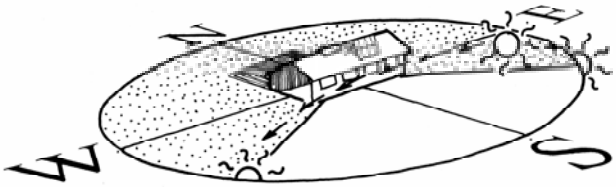
الشكل أ3.7أ. مسار الشمس على خط عرض 32° ش في الانقلاب الصيفي. اللوحات موضوعة على 20° (التدفق مع زاوية 20° للسطح).



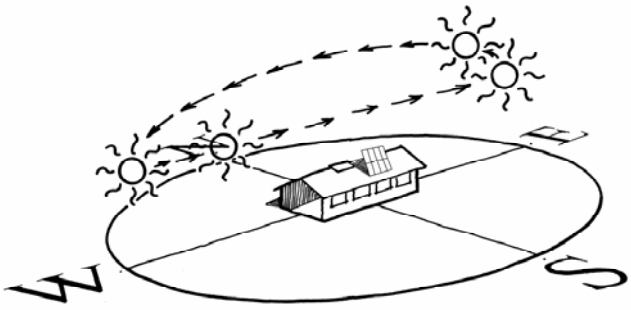
الشكل أ3.7ب. مسار الشمس على خط عرض 32° ش في الانقلاب الشتوي. اللوحات موضوعة على 47°.



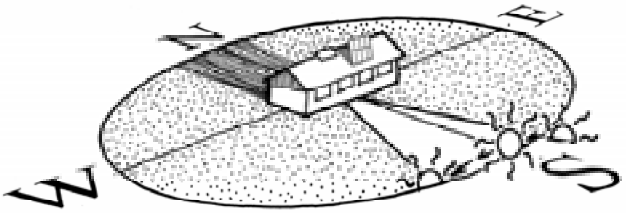
الشكل أ4.7أ. مسار الشمس على خط عرض 44° ش في الانقلاب الصيفي. اللوحات موضوعة على 29°.



الشكل أ4.7ب. مسار الشمس على خط عرض 44° ش في الانقلاب الشتوي. اللوحات موضوعة على 59°.



الشكل أ5.7أ. مسار الشمس على خط عرض 68° ش في الانقلاب الصيفي. اللوحات موضوعة على 53°.



الشكل أ5.7ب. مسار الشمس على خط عرض 68° ش في الانقلاب الشتوي. اللوحات موضوعة على 83°.

الهوامش المرجعية

1. باسكواليتي، مارتن وسكوت كيلي، «أسعار المياه للكهرباء في أريزونا،» ورقة حقائق المشروع، مؤسسة أريزونا للمياه.
2. لانداو آر.، تشارلز، «التوجيه المثالي للوحات الشمسية,» 2001، 2002، 2008. www.macslab.com/optsolar.html
3. آي تي إيه سي إيه، «زوايا اللوحات الشمسية لخطوط عرض متنوعة.» www.itacanet.org/eng/elec/solar/angle.htm

المصـــادر

INTRODUCTION

1. Alduenda, Eileen, ed., Sustainable Design: A Planbook for Sonoran Desert Dwellings (Tucson Institute For Sustainable Communities, 1999).
2. United Nations Environment Programme (UNFP), *World Atlas of Desertification,* 2nd ed. (London: Arnold; New York: John Wiley & Sons, 1997).
3. Ibid.
4. Todd, Wendy Price and Gail Vittori, *Texas Guide to Rainwater Harvesting* (Austin: Texas Water Development Board in Cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems, 1997).
5. Personal communication in an interview with Brian Barbaris, Senior Research Specialist, Department of Atmospheric Sciences, University of Arizona, 12 February 2003.
6. Todd and Vittori, *Texas Guide.*
7. Ibid.
8. Begeman, John, "Thanks to Storms, Rain Delivers More I ban Water to Desert," *Arizona Daily Star,* Aug. 2, 1998, Home Section, p. 1.
9. Cleveland, David and Daniela Soleri, *Food From Dryland Gardens* (Center for People. Food and Environment, 1991).
10. Ibid.
11. Ibid.
12. Evenari, Michael, Leslie Shanan, and Naphtali Tadmor, *The Negev: The Challenge of the Desert* (Cambridge: Harvard University Press, 1971).
13. Gould, John and Erik Nissen-Petersen, *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction, and Implementation* (London: Intermediate Technology Publications, 1999).
14. Bowden, Charles, *Killing the Hidden Waters* (Austin: University of Texas Press, 1977), 119 120. 15. Ibid.
16. Barlow, Maude, *Blue Gold: The Global Water Grisis and the Comnodification of the World's Water Supply.* A Special Report issued by the international Forum on Globalization, June 1999.
17. Ibid.
18. Shogren, Flizabeth, "Sprawl Adds to Drought, Study Says," *Los Angeles Times,* August 29, 2002, p. A12.
19. American Rivers, Natural Resources Defense Council, Smart Growth America, *Report: Paving Our Way to Water Shortages: how Sprawl Aggravates the Effect of Drought,* August 28, 2002. Available online at www.smartgrowthamerica.org/Sprawl0o20 Report FINAL.pdf
20. Personal communication via email correspondence with Frank Sousa, Tucson Department of Transportation and Engineering Division, Stormwater Section, 7 November 2002.
21. Condon, P and S. Moriarty eds., *Second Nature: Adapting LA1 Landscape for bustainable living* (Los Angeles: Metropolitan Water District of Southern California, 1999).
22. American Rivers, *Report: Paving.*
23. Agarwal, Anil, Sunita Narain, and Indira Khurana, *Making Water Everybody's Business* (New Delhi: Centre for Science and Environment, 2001).
24. Glennon, Robert, *Water Follies: Groundwater Pumping and the Fate of America's Fresh Waters* (Washington, DC: Island Press, 2002).
25. Barlow, *Blue Gold.*
26. Brown, Lester R. and Brian Haiweil, "China's Water Shortage Could Shake World Food Security," *Worldwatch,* July/August 1998.
27. Hawken, Paul, Armory Lovins, and L. Hunter Lovins, *Natural Capitalisrm: Creating the Next Industrial Revolution* (New York: Little, Brown and Company, 1999).
28. Barlow, *Blue Gold.*
29. Parfit, Michael, "Sharing the Wealth of Water," *National Geographic Special Edition: Water, the Power, Promise, and Thrmoil of North America's Fresh Water,* 1993, p. 28.
30. Penn State. College of Education. *Investigations: Lesson 13: Lifestyles and Global Warming—Any Connection?* www.ed.psu.edu/ci/ Papers/STS/gac-3/in I 3.htm.

31. Email correspondence with Tom Hansen of Tucson Electric Power on April 30, 2003 in which he stated "the Springerville Generating Station produces electricity with an annual average water consumption of about 0.45 kWh." Additional information can be found at www.powerscorecard.org.
32. Flannery, Tim, *The Weather Makers: How Man is Changing the Climate and What It Means for Life on Earth* (Grove Press, 2001).
33. H2ouse.org, "Save Water, Money, Energy Now!" www.h2ouse.org/action/top5.cfrn
34. Woodwell, John, Jim Dyer, Richard Pinkham, and Scott Chaplin, *Water Efficiency fir Your Home: Products and Advice Which Save Water, Enerty, and Money,* 3rd ed (Snowmsass CO: Rocky Mountain Institute, 1995). www.rmi.org/imagcslorher/Water/W95-36_WaterEff4Home. pdf
35. Ibid.
36. H2ouse.org, "Save Water."
37. Karpiscak, Martin M., Thomas M. Babcock, Glenn W. France, Jeffrey Zauderer, Susan B. Hopf, and Kenneth E. Foster, *Evaporative Cooler Water (lie Within the City of Phoenix.: Final Report,* Arizona Department of Water Resources, Phoenix Active Management Area, April 1995.
38. Arizona Department of Water Resources, "Outdoor Water Use" pamphlet.
39. Figures determined from calculations from Pima County, Arizona, Cooperative Extension, Water Resources Center, How 4 Program. "How to Develop a Drip Irrigation Schedule" handout.
40. Heede, Richard and Staff of Rocky Mountain Institute, *HOMEmade Money,* Rocky Mountain Institute, 1995.
41. Arizona Department of Water Resources, "Outdoor Water Use."
42. H2ouse.org, "Pool and Spa Water Savings." www.h2ouse.org
43. Corbetr, Michael and Judy Corberr, *Designing Sustainable Communities: Learning from Village Homes* (Washington, DC: Island Press, 2000).
44. Ellis, William S., "The Mississippi: River Under Siege," *National Geographic Special Edition: Water, the Power, Promise, and Trurmoil of North America's Fresh Water,* 1993.
45. Barlow, *Blue Gold.*
46. National Wild and Scenic Rivers System, "River and Water Facts." www.nps .gov/rivers/waterfacts.html
47. Barlow, *Blue Gold.*
48. Vickers, Amy, *Handbook of Water Use and Conservation* (Amherst MA: WaterPlow Press, 2001).
49. Ibid.
50. New Internationalist, "Factfile on Water," *New, internationalist,* April 2000.
51. Condon and Moriarty, *Second Nature.*
52. *New York limes* Special Supplement: *Water, Pushing the Limits of an Irreplaceable Resource,* December 8, 1998.
53. Barlow, *Blue Gold.*
54. Ibid.
55. Ibid.
56. Karpiscak et al., *Evaporative C4oler Water Use.*
57. Pima County, Arizona, Cooperative Extension, Water Resources Center, 1,ow 4 Program. "How to Develop a Drip Irrigation Schedule" handout.
58. Heede et al., *HOMEmade Money.*
59. Shiva, Vandana, *Water War: Privatization, Pollution. and Profit* (Cambridge MA: South End Press, 2002).
60. United Nations Committee on Economic, Cultural and Social Rights 2002, General Comment No. 15. The right to water (articles 11 and 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights). Twenty-ninth Session, Geneva E/C. 12-2002-Il.
61. Gelt, Joe, Jim Henderson, Kenneth Seasholes, Barbara Tellman, Gary Woodard, Kyle Carpenter, Chris Hudson, and Souad Sherif, *Water in the Tucson Area: Seeking Sustainability,* Water Resources Research Center, Issue Paper #20, Summer 1999.
62. Laney, Nancy, *Desert Water. From Ancient Aquifrrs to Modern Demands* (Tucson: Arizona-Sonora Desert Museum Press, 1998).
63. Logan, Michael F.. *The l.essening Stream: An Environmental History of the Santa Gruz River* (Tucson: University of Arizona Press, 2002).
64. Ibid.
65. Ibid.
66. Arizona Department of Environmental Quality, *Superfund Programs Section Site and Program information C 02-04,* July 2002.
67. Laney, *Desert Water.*
68. *Science Daily,* "Possible Climate Shift Could Worsen Water Deficit in the Southwest", 2000-02-16. www.scicncedaily.com/releases/2000/02/0002 16052551 .htm.
69. American Rivers, "Colorado River 'Most Endangered'," April 14, 2004 press release. www.americanrivers.org!site/News2?ahbr=AMR_&page=NewsArticle&id=6699
70. Bergman, Charles, *Red Delta: Fighting for L/i' at the End of the Colorado River* (Golden CO: Fulcrum, 2002).
71. Reisner, Marc, *Cadillac Desert* (New York: Penguin Books, 1986).
72. Personal communication with Dr. Jim Riley, Associate Professor Soil, Water and Environmental Science Department, University of Arizona, 16 June 2005.
73. Vincent, Kirk and Laurie Wirt, "Urban Runoff—Lessen the Strain on Public Works by Using That Water at Home," *The Arizona Hydrological Society Newsletter,* v. 10, 1993, Pp. 1—3.

74. Personal email correspondence with David Confer on 16 February 2002.
75. Ibid.
76. Personal communication with Frank Ramberg, Research Scientist, Department of Entomology, University of Arizona on 24 January 2005.

CHAPTER 1

1. *PELUM Association,* "Water Harvesting: Some General Principles and Methods for Areas of Intensive Use and Dryland Cropping." PELUM Association, Box CY3O1, Causeway, Harare, Zimbabwe, July 1995.
2. Ibid.
3. Agarwal, Anil, Sunita Narain, and Indira Khurana, *Making Water Everybody Business* (New Delhi: Centre for Science and Environment, 2001).
4. Ibid.
5. Ibid.
6. Ibid.
7. *PELUM Association,* "Water Harvesting."
8. Ibid.
9. Mollison, Bill, *Introduction to Permaculture* (Tyalgum, Tasmania: Tagari Publications, 1988).
10. Ibid.
11. Ibid.
12. Ibid.
13. Ibid.

CHAPTER 2

1. Haggard, Ben, *Drylands Watershed Restoration.' Introductory Workshop Activities,* Sol y Sombra Foundation. (Santa Fe: Center for the Study of Community, 1994).
2. Ibid.
3. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "What is a Watershed?" www.epa.gov/win/whar.html
4. Figures determined from calculations from Pima County, Arizona, Cooperative Extension, Water Resources Center, Low 4 Program. "How to Develop a Drip Irrigation Schedule" handout.
5. Ludwig, Art, *Branched Drain Greywater Systems* (Santa Barbara CA: Oasis Design, May 2000—March 2002).

CHAPTER 3

1. Tipton, Jimmy L., *Water Requirements of Landscape Trees: Final Report* (Phoenix, Arizona Department of Water Resources, 1997).

CHAPTER 4

1. Phillips, Ann, Editor. *City of Tucson Water Harvesting Guidance Mantual,* City of Tucson, Department of Transportation, Stormsater Section, June 2003.
2. Hammond, Jonathan, Marshall Hunt, Richard Cramer, and Loren Ncubaucr, *A Strategybr Energy Conservation: Proposed Energy Conservation and Solar Utilization Ordinance for the City of Davis, California,* City of Davis, August 1974.
3. Mairia, Ed, *The Passive Solar Energy Book: A Complete Guide to Passive Solar Home, Greenhouse and Building Design.* (Emmaus PA: Rodale Press, 1979).
4. Karpiscak, Martin M., Thomas M. Babcock, Glenn W. France, Jeffrey Zauderer, Stisan B. Hopfi and Kenneth E. Foster, *Evaporative Cooler Water Use Within the City of Phoenix.' Final Report,* Arizona Department of Water Resources, Phoenix Active Management Area, April 1995.
5. Plant water use figures determined from calculations from Pima County, Arizona, Cooperative Extension, Water Resources Center, Low 4 Program. "How to Develop a Drip Irrigation Schedule" handotit.
6. Heede, Richard and Staff of Rocky Mountain Institute, *HOMEmade Money,* Rocky Mountain Institute, 1995.
7. Ibid.
8. Rosenow, John, "Every Tree Is Part of the Global Forest," *Arizona Urban and Community Forestry,* vol. 5, No. 1 (March 1999), p. 3.
9. Ibid.
10. Corbett, Judy and Michael Corbett, *Designing Sustainable Communities: Learning from Village Homes* (Washington, DC: Island Press, 2000).
11. Kourik, Robert, *Designing and Maintaining Your Edible Landscape Naturally* (Santa Rosa, CA: Metamorphic Press, 1986).
12. Corbett and Corbett, *Designing Sustainable Communities.*
13. Milagro Co-Hotising Declaration of Covenants, Conditions, and Restrictions.
14. "Recognizing Skin Cancer," Boston University, 1997. www.bu.edti/cme!modules/2002/skincancer02/conrent /04- rnalig.html.
15. Mobely, Barbara, "Extension Launches Skin Cancer Inititiative," Alabama Cooperative Extension System. www.aces.edu/dept/extcomm/newspaper/may20a03.html
16. Keating, Janis, "TREES: The Oldest New Thing in Stormwater Treatment?" *Storm water,* March 2002. www.forester.net/sw0203trees.html
17. Hammond et al., *Strategy for Energy Conservation.*
18. Corbett and Corbett, *Designing Sustainable Communities.*
19. Ibid.
20. James, William, "Green Roads: Research Into Permeable Payers," *Storm water,* March 2002. www.forester.net/sw..O2O3green.html

مسرد مصطلحات

هوائية (Aerobic). حالة تدعم كائنات حية لا تنمو ولا تحيا إلا بوجود الأكسجين.

الطحالب (Algae). نباتات مجهرية تحتوي على الكلوروفيل، وتعيش في الماء. ويمكن أن تضفي الطحالب طعماً ورائحة على المياه المخزَّنة.

اللاهوائية (Anaerobic). حالة تدعم كائنات حية لا تنمو ولا تحيا إلا في غياب الأكسجين.

حصى زاوي مفتوح التدرج (Angular open-graded gravel). ركام تكون جسيماته ذات شكل زاوي بحيث تتشابك سطوحها المنبسطة مع بعضها البعض لتقاوم الدوران والانتقال من مكان لآخر، وله مدى ضيق لأحجام الجسيمات، ومساحات فارغة مفتوحة تعمل على تحسين التشابك بين الجسيمات مع الحفاظ على مسامية جيدة.

سنوي (Annual). نبات يستغرق سنة واحدة، أو أقل، ليمر في دورة حياته بكاملها: إنبات البذور، والنمو الخضري، والإزهار، وإنتاج البذور الذي يموت النبات بعده.

طبقة جوفية خازنة للمياه (Aquifer). طبقات مكونة من جسيمات رسوبية تحت أرضية (رمال، وحصى، وصخور) ترسبت على مر زمن جيولوجي حيث تملأ المياه الفراغات الصغيرة جداً بين الجسيمات.

صمام لمنع ارتداد الماء (ردَّاد) (Backwater valve). صمام أنبوب تصريف مياه الصرف الصحي مؤلف من رفرف يفتح مع تدفق المياه إلى الخارج، ولكنه، على العكس من ذلك، يبقى مغلقاً لمنع تدفق مياه الصرف الصحي المتجمعة إلى الداخل.

ويكون عادة مصنوعاً من بلاستيك ABS، ويستخدَم مع مصارف المجاري التي تتغذى بفعل الجاذبية، ومتوفر لدى موردي مواد السباكة المجهزين جيداً. وأنا أقوم بتركيب صمامات منع ارتداد في نهايات أنابيب تصريف الماء الفائض من الخزان لإبعاد الحشرات والحيوانات وأشعة الشمس عن الماء المخزَّن.

ساتر وحوض (Berm 'n basin). سد ترابي للحصاد المائي موضوع بشكل متعامد مع انحدار الأرض، ويتكون من حوض محفور مع ساتر مرتفع موجود بالضبط على انحدار الحوض المتجه نحو الأسفل.

متوافق حيوياً (Biocompatible). مادة يُنتِج تحللها نواتج مفيدة للبيئة، أو على الأقل غير ضارة بالبيئة، التي تترسب فيها.

مياه سوداء (Blackwater). مياه عادمة من المراحيض (يعتبر بعض المشرِّعين أن المياه العادمة لمغسلة المطبخ هي مياه سوداء) وتحتوي على مستويات من المواد الصلبة وبكتيريا الكوليفورم (القولونية) أعلى مما هي عليه في مصادر المياه الرمادية.

ساتر ملتو (بوميرانغ) (Boomerang berm). ساتر شبه دائري مفتوح على الجريان السطحي الوارد من منحدر من الأعلى.

نظام صرف متفرع للماء الرمادي (Branched drain greywater system). نظام لوازم أنابيب أو صمامات أو «L مزدوج» أو «Y»، «تفرِّع» أو تقسم تدفق بفعل الجاذبية لماء

رمادي إلى ما يصل إلى 16 منفذاً داخل أحواض مفروشة بمهاد موزعة على موقع خارجي (landscape).

سطح مستجمع مياه (Catchment surface). سطح يتم فيه حجز الجريان السطحي داخل سدود ترابية أو خزان مائي من أجل استخدام مفيد في الموقع.

مشروع وسط أريزونا CAP (Centra] Arizona Project). مشروع قناة بعدة مليارات من الدولارات تحوِّل الماء من نهر كولورادو وتضخها نحو الأعلى إلى 000 , 1 قدم (305 م)، وعلى مسافة أكثر من 300 ميل (483 كم) عبر الصحراء للوصول إلى المزارع ومدينتي فينيكس وتوسون في أريزونا.

التدفق عبر قناة (Channel flow). التوزيع المركَّز للجريان السطحي داخل قنوات أو مصارف واضحة المعالم. ابحث عن مواقع أثلام وجداول وأخاديد وشقوق ضفة وأحجام مختلفة للرواسب ونمو خضري داخل القنوات، وجذور مكشوفة لتقييم قوة التدفق وسلامة القناة.

إنشاء قنوات(Channelization). تضييق جريان الماء وجعله مستقيماً عن طريق إحكام سد الضفاف، وفي بعض الأحيان قاع الممر المائي، وتمهيدها، وغالباً ما يكون ذلك بواسطة الإسمنت. ويمكن تشبيه ذلك بماسورة بندقية للماء. ويزيد إنشاء القنوات من سرعة جريان الماء خلال المنطقة التي تمر فيها قنوات وباتجاه مجرى الماء، ما يؤدي إلى تقليل تسرب الماء إلى داخل التربة، وفي بعض الأحيان إلى تعميق القناة.

سد كابح (Check dam). حاجز منخفض يسمح بالتسرب يقام بشكل عمودي على اتجاه جريان الماء داخل قناة تصريف ما لإبطاء جريان المياه، ولجعل المزيد من الماء يرشح إلى داخل التربة، والاحتفاظ التربة والمواد العضوية أعلى في مستجمع المياه.

خزان ماء (Cistern). خزان لتخزين مياه الأمطار.

مجرى تصريف مشترك (Combined sewer). مجرى تصريف يحتوي على مياه مجاري ومياه عادمة من المنازل، وجريان سطحي لمياه الأمطار من الشوارع والساحات والطرق الخاصة.

تسليع (Commodify). تحويل مورد طبيعي إلى سلعة ذات وصول محدود ليتم شراؤها وبيعها وتخزينها.

الأشياء المشتركة (Commons). موارد طبيعة، أو نظام بيئي، توفر أساساً بيئياً للحياة، وتعتمد استدامتها وتوزيعها العادل على التعاون بين أفراد مجتمعها.

العمل كمجتمع (Communify). العمل معاً لتعزيز الموارد الطبيعية والمجتمع ذي الصلة من خلال إدارة الاستخدام المستدام والعادل، والوصول المتساوي إلى الموارد.

المجتمع (Community). يمثل كافة الكائنات الحية والمتفاعلة في نظام بيئي، بمن فيهم البشر، وغيرهم من الحيوانات والنباتات والفطريات والبكتيريا.

تسميد طبيعي (Compost). تحسين للتربة باستخدام مواد عضوية متحللة. إن إجراء التسميد يسرِّع تحلل المواد العضوية مع الحفاظ على مزيد من المواد المغذية من خلال المحافظة على كومة السماد رطبة (في حفرة، في الظل، مغطاة بقش)، ومهوَّاة بشكل خفيف، ومن خلال موازنة كمية المواد الكربونية (مواد خشبية جافة مثل القش أو نشارة الخشب) مع المواد الغنية بالنيتروجين (مواد نباتية خضراء، سماد طازج، البول)، الأمر الذي يمنع الروائح أيضاً.

مراحيض تسميد (Composting toilet). مراحيض بدون مياه حيث تضاف مواد جافة غنية بالكربون مثل القش أو نشارة الخشب إلى غرفة التسميد الهوائية الخاصة بها للمساعدة في تحلل (بدون روائح كريهة) براز الإنسان وبوله إلى سماد عالي الجودة.

ساتر كونتوري (Contour berm). ساتر وحوض مشيدان على طول خط كونتوري.

الخط الكونتري (Contour line). خط مستوى متعامد مع انحدار الأرض.

عبّارة (Culvert). أنبوب صرف معدّ لنقل الماء تحت طريق ما. ويمكن إنشاء عبارات معدنية لتصب داخل خزانات ماء فوق الأرض.

معبر متموج (Crossover riffle). ويسمى كذلك «معبر تباطؤ»، وهذا قسم مستقيم من قناة الصرف حيث تستقر الرواسب بشكل طبيعي في مناطق ذات مياه تتحرك بشكل أبطأ.

تعريض أنبوب لضوء النهار(Daylighting pipe). جعل مخرج الأنبوب في الهواء الطلق.

تعريض مجرى مائي لضوء النهار (Daylighting a waterway). كشف وإعادة تغطية بغطاء نباتي لمجرى مائي كان سابقاً مزوداً بأنابيب أو مدفون لإيجاد مجرى مائي طبيعي زاخر بالحياة.

تنكسي (Degenerative). نوع من الاستثمار الذي يبدأ بالتدهور أو الانهيار فور الشروع به، ويتطلب استثمارات متواصلة في الطاقة والمدخلات الخارجية للحفاظ عليه فعالاً، *يستهلك* موارد أكثر مما ينتجه، ويؤدي عادة وظيفة *واحدة* فقط.

حوض حجز/ استبقاء (Detention/Retention basin). بناء يقلل من تدفق مياه العواصف المطرية من موقع ما من خلال حجز الجريان السطحي مؤقتاً في الموقع. ولا يعتبر هذا بناء حصاد مائي إلا إذا كان يتم استخدام الماء المحتجَز بشكل مفيد في الموقع (مثلاً، ري النباتات).

منخفض تحويل (Diversion swale). مجرى تصريف ينحدر بتدرج، وينقل الماء ببطء بانحدار نحو الأسفل عبر موقع خارجي، مع السماح في الوقت ذاته لبعضه بالتسرب إلى داخل التربة.

الري بالتنقيط (Drip irrigation). استراتيجية ري تنشر الماء بواسطة باعث على منطقة جذور النبات بسرعة أبطأ (عادة أقل من 3 جالونات (11 لتراً) في الساعة) بما يكفي للسماح للتربة بامتصاصه بدون جريان سطحي.

الأراضي الجافة (Dryland). مناطق من العالم يتجاوز فيها متوسط الفقدان السنوي الكامن للرطوبة (تبخر نتح) متوسط الزيادة في الرطوبة (هطول الأمطار).

جدار استنادي من ركام حجري جاف (Dry-stacked retaining wall). وهو جدار مسامي طبيعياً من الحجر أو الطوب أو حطام الإسمنت، توضع «جافة» بدون ملاط، ويحافظ على انحدار خلفي، أو ميلان يتراوح بين 5 إلى 15 درجة باتجاه المنحدر للمساعدة في التصدي لوزن الأرض المائلة نحو الأعلى.

مزراب ذو نظام جاف (Dry system downspout). يصرِّف المزراب ذو النظام الجاف كل الجريان المائي مباشرة من المزراب، تاركة المزراب جافاً بين العواصف المطرية. ولا يجمع المزراب ذو النظام الجاف أي حمأة، وليس عرضة للتلف بسبب التجمد.

صندوق نفايات (Dumpster). حاوية قمامة خارجية يمكن أن يحصل منها الباحثون عن فرص في القمامة على موارد ملقاة في القمامة.

تدفق مياه سريع الزوال (Ephemeral water flow). مياه تتدفق بشكل موسمي فقط، أو أثناء العواصف وبعدها مباشرة.

التعرية (Erosion). حت التربة والصخور بفعل الجاذبية والرياح والماء، ويتعزز بفعل ممارسات قطع الأشجار من قِبل البشر.

التبخر (Evaporation). تحول الماء من سائل إلى بخار.

تبخر نتح (Evapotranspiration). القياس المشترك لفقدان الماء بواسطة التبخر والنتح من خلال مسامات النباتات.

الإسمنت المسلح (Ferrocement). إسمنت معزز بالمعدن.

نظام التدفق الأول (First flush system). جهاز، أو طول أنبوب مغطى يحوِّل التدفق الأول من الماء الأقذر أو الأكثر وحلاً والمُنصب من مستجمعات مائية بعيداً عن أي خزان مائي.

صرف فرنسي (French drain). خندق أو حوض مملوء بمواد مسامية/ مثل الحصى أو النشارة التي تحتوي على مسافات هوائية واسعة بينها، متيحة للماء الارتشاح بسرعة إلى المصرف، والنفاذ إلى داخل منطقة الجذور في التربة المحيطة، مع تشكيل سطح ثابت يمكنك المشي فوقه.

كيس حجارة (معدني) (Gabion). سد كابح تكون الحجارة فيه معبأة في رزمة من أسلاك التسييج، أو في سلة من الأسلاك تجعل كل شيء متماسك مع بعضه البعض – يشبه إلى حد ما حشو بوريتو من الحجر داخل تورتيلا من الأسلاك.

سلة معدنية للحجارة (Gabion basket). سلة مستطيلة الشكل مصنوعة من أسلاك ومصممة لتحوي صخوراً كثيرة مشكلة سداً كابحاً عبر مصرف مائي.

توليدي (Generative). نوع من الاستثمار الذي يبدأ بالتدهور أو الانهيار فور الشروع به، ويتطلب استثمارات

متواصلة في الطاقة والمدخلات الخارجية للحفاظ عليه فعالاً، ينتج موارد أكثر مما ينتجه، ويؤدي عادة وظائف *متعددة*.

المياه الرمادية (Greywater). مياه عادمة تنجم عن غسالة الملابس أو حوض الاستحمام أو الدش، أو المغسلة، والتي يمكن إعادة استخدامها بأمان لري الموقع الخارجي.

حصاد المياه الرمادية (Greywater harvesting). القيام بتوجيه المياه الرمادية المولَّدة في موقع ما بأمان، نحو منطقة جذور نباتات معمرة في ساحة حيث يمكن أن تساعد في إنبات حدائق جميلة ومنتِجة.

سدادة المياه الرمادية (Greywater stub out). وصلة أنابيب مياه رمادية يتم تركيبها أثناء تشييد المبنى، أو إعادة بنائه، ما يتيح وصولاً سهلاً وغير مكلف إلى سيل مياه الصرف. وللاستفادة من المياه الرمادية يتم إنشاء نظام بسيط لتوزيع المياه الرمادية ضمن الموقع الخارجي، ومن ثم تم وصله بالسدادة.

المياه الجوفية (Groundwater). مياه تسربت طبيعياً إلى داخل طبقة جوفية خازنة للماء تحت الأرض، وتخزَّنت بداخله.

الطائفة (Guild). مجموعة متناغمة من أنواع الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات والبشر، والعناصر غير الحية مثل الحجارة أو المباني التي تعمل من خلال علاقاتها التعاونية المتبادلة فيما بينها بشكل أفضل مما تعمله كأفراد.

أخدود (Gully). مصرف مياه، أو جدول، كبير يسبب تآكلاً.

ماء عسر (Hard water). صفة لماء يحتوي على كالسيوم ومغنيسيوم مذابين، وهو مسؤول عن معظم حالات تشكُّل القشور في سخانات وأنابيب المياه.

المواد الصخرية (Hardscape). مواد رصف صلبة مثل الأرصفة الإسمنتية، والشوارع الإسفلتية، والباحات المرصوفة بالطوب.

النحت الصاعد Headcut. حافة متنامية باتجاه معاكس لجريان الماء لأخدود أو جدول مائي يسبب تعرية.

الدورة الهيدرولوجية (Hydrologic cycle). الحركة المستمرة للماء بين الأرض والجو من خلال هطول المطر، والتسرب إلى داخل أنظمة حية والانطلاق منها، والتبخر، والتبخر نتح، وهطول الأمطار من جديد.

غير منفذ للماء (Impervious). سطح صلب غير مُنفذ.

مدحلة تثليم (Imprinter roller). أداة تثليم مصنوعة من بكرة مصقولة بطول 10 إلى 20 قدماً (300–600 سم)، وبقطر 20 أو 24 إنشاً (50–60 سم) مع أطوال 10 إنشات (25 سم) لحديد زاوي 6 × 6 إنش (15 سم) إلى 8 × 8 إنش (20 سم) ملحوم على البكَرة على شكل حلقات نجمية متعاقبة.

تثليم (Imprinting). أسلوب حصاد مائي يُستخدَم لتسريع إعادة تشكيل الغطاء النباتي لأرض مُفسد نظامها أو معرَّاة ذات هطول مطري سنوي يصل من 3 إلى 14 إنشاً (76 ملم إلى 356 ملم)، عن طريق إنشاء العديد من المنخفضات الصغيرة المشكَّلة جيداً في التربة والتي تجمع البذور ومياه الأمطار والرواسب والفضلات النباتية، وتوفر مناخاً موقعياً محمياً لإنبات بذور وغرس شتلات.

التسرب (Infiltration). حركة المياه من سطح الأرض إلى داخل التربة.

حوض التسرب (Infiltration basin). موقع خارجي ذو مستوى منخفض، وهو غور ضحل نسبياً محفور في الأرض يجمع مياه الأمطار التي تهطل بداخله، والجريان السطحي الذي يصرف فيه من المناطق المحيطة، وكذلك المياه الرمادية المنزلية المحتملة، ويسربها ويستخدمها.

غرفة التسرب (Infiltration chamber). غرفة بلاستيكية فارغة تحت سطح الأرض وبلا قاع يتم فيها إطلاق المياه الرمادية، وتقلل الاتصال البشري أو الحيواني المباشر مع المياه الرمادية، وتحد من مخاطر نمو الجذور في أنابيب المياه الرمادية.

تصميم متكامل (Integrated design). هو منهجية تصميم فعالة جداً يزوِّد بالاحتياجات في الموقع (مثلاً، الماء والمأوى والطعام وجمال الطبيعة) من عناصر في الموقع (مثلاً، جريان مياه العواصف المطرية، والمياه الرمادية، والظل المبرِّد، والشمس المنتجة للحرارة، والغطاء النباتي) عن طريق تقييم كافة الموارد في الموقع، ووضع وتصميم جميع الموارد الجديدة الموجودة بحيث يتخذ من هذه الموارد الموجودة أساساً له، ويساعد في تحويل تحديات الموقع أو نقلها أو تغييرها إلى مزيد من الموارد.

ويوفر التصميم المتكامل موارد (مثل الطاقة والماء والمال) مع تعزيز وظيفة واستدامة الموقع.

صمام جاندي (Jandy valve). صمام تحويل ثلاثي لنظام توزيع المياه الرمادية المنزلية المفضَّل لدي، وهو قابل للتعديل بشكل كامل. متوفر من مزودي البرك ومنتجعات المياه المعدنية.

كيلوواط- ساعة (كيلوواط ساعة) (Kilowatt-hour (kWh)). عند شرائك الكهرباء فإنه يُطلب السعر منك مقابل كيلوواط- ساعة. فعندما تستخدم 1,000 واط لساعة واحدة، فهذا يساوي كيلوواط- ساعة. وإذا تم إشعال لمبة ذات 100 واط لمدة ساعة واحدة في اليوم لمدة 30 يوماً، فإن الطاقة المُستخدَمة تكون 100 واط × 30 ساعة = 3,000 واط ساعة = 3 كيلوواط ساعة. في عام 2005 كان المتوسط الأمريكي الشهري لاستهلاك الكهرباء السكني يعادل 938 كيلوواط ساعة، وفقاً لإدارة معلومات الطاقة.

هبوط الأرض (Land subsidence). غور أو انخساف الأرض الناجم عن ارتصاص الطبقات الرسوبية لطبقة جوفية خازنة للماء. وهذا يحدث عندما يتم سحب المياه الجوفية من الفراغات المسامية لهذه الطبقات الرسوبية بشكل أسرع مما يمكن تعويضها بشكل طبيعي.

غطاء نباتي يستهلك كميات قليلة من الماء (Low-water-use vegetation). نباتات يمكنها العيش على هطول الأمطار الطبيعي وحده.

ميديا لونا (Media luna). ميديا لونا هي بُنى مصنوعة عادة من حجارة بارتفاع طبقة حجرية واحدة. وهناك نوعان من بُنى لونا ميديا - يُستخدَم كلاهما لمعالجة التدفق الصفيحي ومنع التآكل. ويمنع «جامعو التدفق الصفيحي» (حواف *منخفضة*) التآكل (بمعنى النحت الصاعد) عند أعلى الجداول والأخاديد عن طريق إيجاد انتقال ثابت من التدفق الصفيحي إلى تدفق قناة عند نقطة الجمع. ويتم استخدام «أساليب توزيع التدفق الصفيحي» (حواف *مرتفعة*) على أرض منبسطة نسبياً لتوزيع التدفق المسبب للتآكل الموجّه بقنوات، ولإعادة التدفق الصفيحي إلى حيث كان يحدث يوماً ما.

المناخ الموقعي (Microclimate). مناخ محلي أكثر اعتدالاً أو تطرفاً يتم إيجاده حسب الاحتماء أو التعرض لمظاهر منطقة خارجية مجاورة أو مبانٍ.

الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms). نباتات أو حيوانات ذات حجم مجهري.

المهاد (Mulch). طبقة مسامية من مواد عضوية أو صخور على سطح التربة (غير مختلطة في التربة) تزيد من مسامية وخصوبة التربة التحتية، مع تقليل فقدان التربة من الرطوبة بسبب التبخر.

استخدام مياه البلدية (Municipal water use). استخدام «مياه المدينة» التي تدفع مقابلها، والتي غالباً ما يتم مد أنابيب لها وضخها لمسافات بعيدة. هذا المصدر يكون عادة مياهاً سطحية (مثل تلك القادمة من خزانات أو أنهار) أو مياه جوفية يتم ضخها من طبقات جوفية خازنة للماء.

غطاء نباتي محلي (Native vegetation). غطاء نباتي أصلي يمتد في موقع يبلغ نصف قطره 25 ميلاً (40 كم)، ويوجد ضمن ارتفاع 500 قدم (150 م) للموقع. وقد تتطلب بعض المواقع تحديد محلي بنصف قطر أكبر لإدخال المزيد من التنوع النباتي، إلا أنه كلما كان نصف القطر أصغر، كان من المحتمل أكثر أن تتمكن النباتات من النمو بقوة أكثر ضمن القيود المناخية للموقع.

التغذية الطبيعية (Natural recharge). المعدل الذي تملأ المياه فيه بشكل طبيعي، أو تغذي طبقة جوفية خازنة للماء.

نظام شبكي ووعائي (Net and pan system). سلسلة معدَّلة من السواتر الملوية المتصلة بشكل مباشر ببعضها البعض، وتركِّز الجريان السطحي المحصود عند نقاط متعددة في الموقع الخارجي. نظام تام يشبه «شبكة» من السواتر متدلية فوق سفح تل مع «أوعية» أو أحواض داخل كل جزء من الشبكة.

تلوث غير محدد المصدر (Nonpoint source pollution). ملوثات من عدة مصادر نشر. ويحدث التلوث غير محدد المصدر بسبب عاصفة مطرية أو ذوبان الثلوج التي تنتقل فوق الأرض. ويلتقط الجريان السطحي الملوثات الطبيعة وتلك التي من صنع الإنسان، ويجرفها، ثم يرسبها في نهاية

المطاف في بحيرات وأنهار وأراض رطبة ومياه ساحلية، وحتى في مصادر جوفية لمياه الشرب.

مياه غير صالحة للشرب (Nonpotable water.). مياه غير آمنة للاستهلاك البشري بدون عمليات تقطير و/ أو معالجة كافية.

منطقة واحات (Oasis zone). المنطقة المحيطة بنقاط تجمع مثل الفناءات والشرفات الأمامية والممرات ضمن 30 قدماً (9 م) من المنزل حيث تكون موارد المياه مثل الجريان المائي على سطح المنزل والمياه الرمادية المنزلية متوفرة بسهولة لتوفير كثافة و/ أو تنوع أكبر للغطاء النباتي.

سد الصخرة الواحدة(One-rock dam). السد الكابح الأسهل للبناء؛ فهو بارتفاع صخرة واحدة فقط (ليس هناك تكديس للصخور) ويوضع بشكل ثلاثة إلى خمسة صفوف متوازية مرصوصة بإحكام مع بعضها البعض عبر مصرف مائي.

ميزانية المياه في الموقع (On-site water budget). كمية مياه الأمطار المتساقطة والجريان السطحي على موقع ما، مطروحاً منها كمية المياه المفقودة في الجريان السطحي. وفي بعض الأحيان تكون المياه الرمادية المنتجَة في الموقع والمُعاد استعمالها متضمَّنة، ولكن على خلاف مياه الأمطار، فإن هذه ليست بالضرورة مصدر مياه مستدام إذا تم ضخها أو شحنها إلى خارج الموقع.

ملقحة طبيعياً (Open-pollinated). نباتات غير مهجّنة منتَجَة عن طريق نقل حبوب اللقاح من أبوين من الصنف ذاته، واللذين بدورهما ينتجان نسلاً مثل النباتين الأبوين. والخضراوات المتناقلة بالوراثة هي أصناف ملقحة طبيعياً تنتقل من جيل إلى جيل.

عضوي (Organic). كائنات حية غير معدَّلة وراثياً يتم تنميتها أو زراعتها بدون أسمدة صناعية أو مبيدات أو حمأة مجاري وبطريقة تتحسن بها خصوبة التربة المرتبطة بها بمرور الوقت.

غطاء أرضي عضوي (Organic groundcover). مواد طبيعية تتحلل وتحسِّن التربة، مثل مواد ناجمة عن نباتات ميتة، أو روث، أو سماد طبيعي.

توجيه (Orientation). كيف يتم توجيه البناء أو المزروعات بالعلاقة مع شمس ظهيرة أيام الشتاء، وزوايا الشمس عند الشروق وعند الغروب على مدار السنة. والأبنية التي تكون بجدرانها ونوافذها الأطول مواجهة لشمس الظهيرة في أيام الشتاء، وذات جدران أقصر ونوافذ أقل مواجهة للشمس عند شروقها وعند غروبها، تكون تدفئتها وتبريدها، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، أسهل بكثير من مبنى ذي توجيه معاكس.

غرفة التفريغ (Outlet chamber). غرفة فارغة تحت سطح الأرض بلا قاع يتم فيها إطلاق المياه الرمادية، ما يقلل من إمكانية أن يكون البشر أو الحيوانات في اتصال مباشر مع المياه الرمادية، ويحد من مخاطر نمو جذور داخل أنبوب المياه الرمادية.

الفائض (Overflow). الممر المخطط له والثابت لخروج المياه الفائضة من سد ترابي أو خزان حصاد مائي.

مياه فائضة (Overflow water). ماء فائض يتجاوز السعة التخزينية للسد الترابي أو خزان الحصاد المائي.

وصلة على شكل حرف P (P-trap). أنبوب تصريف على شكل حرف P يستخدم لمنع غاز المصرف من الدخول إلى المبنى عن طريق الحفاظ على مانع تسرب الغاز مكوَّن من الماء في منحنى الأنبوب.

أجزاء في المليون. وأجزاء في البليون (Parts per million (ppm) and parts per billion (ppb)). تستخدم لتحديد مقدار الملوثات و/ أو المقادير الضئيلة من المعادن كمياً في الماء، إلخ.

كائن ممرِض (Pathogen). كائن حي يمكن أن يسبب مرضاً.

جيشان الذروة (Peak surge). أعلى حجم قصير الأمد لتدفق الماء المتوقَّع.

الرشح (Percolation). الحركة نحو الأسفل للماء المتسرب إلى التربة.

معمِّر (Perennial). نبات يعيش أكثر من سنتين.

تدفق ماء متواصل (Perennial water flow). ماء يتدفق باستمرار على مدار العام، عاماً بعد عام.

الزراعة المستدامة (Permaculture). منهجية تصميم متكامل ومستدام تستند إلى أنظمة طبيعية.

رصف نفاذ (Permeable paving). مصطلح واسع لأساليب حصاد مائي تستخدم مواد صخرية مسامية/ مواد رصف لتمكين الماء من المرور خلال الرصيف والتسرب داخل التربة، لتروي، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، المزروعات المجاورة، وتبدد أشعة الشمس وتقلل من انضغاط التربة، وتسمح لجذور الأشجار الموجودة تحت الرصيف بالتنفس، وتصفي الملوثات، وتقلل من الحاجة إلى بنية تصريف تحتية مكلفة.

pH. قياس الحموضة أو القلوية التي تتراوح بين 1 إلى 14. فأقل من 7 يكون حامضياً بشكل متزايد، و7 طبيعياً، وأعلى من 7 قلوياً بشكل متزايد.

ماء صالح للشرب (Potable water). ماء آمن للاستهلاك البشري ويمكن استخدامه في أكبر تنوع ممكن من الاستعمالات.

مزراب ماء المطر (Rainhead). مصفاة ماسورة تصريف زاويّة توضع تحت مزراب سطح المبنى. ومزراب المطر مصمم ليوجه معظم الرمال وحطام الحجارة بعيداً عن المصفاة إلى الأرض أسفل منه، في حين يسمح للماء بالدخول خلاله والنزول في ماسورة التصريف.

رامادا (Ramada). غطاء مظلِّل في الهواء الطلق يكون من المريح الاجتماع تحته.

مجدِّد (Regenerative). نوع من الاستثمار يبدأ في النمو أو التحسن فور الشروع به، ولا يتطلب استثمارات متواصلة في الطاقة والمدخلات الخارجية للحفاظ عليه فعالاً، ينتج موارد أكثر مما يستهلكه، ويؤدي عادة وظائف *متعددة*، ويمكنه *إعادة إنتاج نفسه*.

متجدِّد (Renewable). مورد يمكن استبداله خلال فترة قصيرة من الزمن. ومتجدِّد لا يعني بالضرورة مستدام، على سبيل المثال، يستهلك نقل مياه نهر كولورادو «المتجددة» التي يتم ضخها إلى توسون وفينيكس في أريزونا كميات ضخمة من الموارد، بينما عمل الإفراط في تخصيصه على استنزاف تدفق النهر إلى حد كبير، حيث تم تدمير المسارات الواسعة لدلتا نهر كولورادو وثقافة السكان الأصليين في المنطقة.

خزان ماء (Reservoir). بناء لتخزين المياه. ويمكن أن يكون مكشوفاً أو مغطى.

جدار ساند (Retaining wall). بناء يحتجز انحداراً لمنع التعرية.

جدول (Rill). مصرف متناهي الصغر يسبب تعرية انجرفت منه تربة رخوة. وهو شائع جداً على منحدرات تعرية حيث تم شق الشوارع إلى سفوح جبلية أو على طرق ترابية عارية وطرق تتجه مع اتجاه المنحدر.

منحدر ملتف (Rolling dip). مصرف معترض محفور ومصمم لتحويل الماء بعيداً عن سطح الطريق، ويتكون من مظهرين رئيسيين: 1) مصرف منحدر ذو زاوية واسعة مع انحدار معترض من 4–8٪ (شديد الانحدار بما يكفي لجرف الرواسب المتراكمة بعيداً عن الطريق وعن المصرف) و2) تلة ذات درجة انحدار عكسية (مطب rollout) تستخدم لتعزيز قناة التصريف ومنع الماء من التدفق في أثلام الطريق التي تحدثها العجلات. ويكون طول المنحدر وطول المطب مساويين تقريباً لمتوسط طول المركبة التي تنتقل فوقهما للحصول على تنقل سلس على البنية.

جريان سطحي (Runoff). الماء الذي يتدفق على سطح عندما تهطل أمطار أكثر مما يمكن للسطح أن يمتصه.

مُعامل الجريان السطحي (Runoff coefficient). متوسط النسبة المئوية لمياه الأمطار التي تجري على نوع من أنواع الأسطح. على سبيل المثال، سطح بناء ذو معامل جريان سطحي يبلغ 0.95 يدل على أن 95٪ من الأمطار المتساقطة على ذلك السطح سوف تخرج منه.

جريان سطحي داخل (Runon). جريان سطحي يجري إلى موقع ما.

تربة مشبعة (Saturated soil). تربة تكون فيها المسافات بين المسامات مملوءة تماماً بالماء.

الرواسب (Sediment). التربة والرمال والمعادن المنجرفة من الأرض إلى الماء أو إلى بقع منخفضة من الأرض،

وغالباً ما يحدث هذا بعد هطول الأمطار. ويمكن لكمية رواسب مفرطة أن تدمر مناطق تعشيش الأسماك؛ وتسد موائل الحيوانات، والمصارف الفرنسية، والأرصفة المسامية، وتعمل على تعتيم المياه بحيث لا تصل أشعة الشمس إلى النباتات المائية.

أنبوب تصريف (Sewer). أنبوب يستخدَم لنقل مياه المصارف إلى أماكن أخرى.

جريان صفيحي (Sheet flow). توزيع لماء جريان سطحي توزيعاً متساوياً نسبياً فوق سطح الأرض، متتبعاً انحدار الأرض نحو الأسفل، ولكنه لا يتركز في قنوات واضحة المعالم. ويكون الجريان الصفيحي قد حدث على الأرجح بعد هطول كبير للمطر إذا كنت لا ترى قنوات واضحة في منطقة ترابية جرداء منحدرة.

منحدر (Slope). انحدار قابل للقياس يدل على تغيُّر في الارتفاع من نقطة إلى أخرى.

ماء يَسِر (Soft water). ماء يحتوي على القليل من الكالسيوم والمغنيسيوم المذابين، أو لا يحتوي عليهما.

منفذ للشمس (Solar access). الحفاظ على تعرض كامل للشمس في الشتاء لنوافذ تواجه الشمس في الشتاء، ولسخانات الماء الشمسية والألواح الكهروضوئية الشمسية والأفران الشمسية والحدائق الشتوية.

القوس الشمسي (Solar arc). عدد من العناصر المظلِّلة، مثل الأشجار وخزانات الماء والمعرشات والشرفات المغطاة والأفاريز المتدلية المبنية على شكل أقواس أو أشباه دوائر مكشوفة للشمس في الشتاء، وتصد أشعة الشمس في الصيف، عند الشروق وعند الغروب، عن أي أشياء، مثل المنزل أو الحديقة المقامين داخل القوس.

مفرِّغ (Spillway). مسلك مخطط له ومُرسَّخ لتفريغ الماء الفائض.

مياه العواصف المطرية (Stormwater). مياه أمطار فور هبوطها على سطح ما.

تربة تحتية (Subsoil). التربة المضغوطة بشكل طبيعي والموجودة تحت تربة سطحية أقل انضغاطاً وأغنى بمواد عضوية.

مستجمع مياه فرعي (Subwatershed). مستجمع مياه أصغر داخل مستجمع مياه أكبر، ويشكل جزءاً علوياً له.

موقع مشمس (Sun trap). منطقة ذات مناخ موقعي أكثر أريحية وأكثر اعتدالاً نظراً لأن الموقع مكشوف للشمس المشرقة وشمس الظهيرة في الشتاء، في حين تكون مظلَّلة عن شمس ما بعد الظهيرة – بشكل أساسي في فصل الصيف.

موقع ممول تمويلاً فائقاً (Superfund site). موقع ملوث بمواد خطرة، وتمت الموافقة على استخدام أموال استئمانية لتمويل جهود تنظيف التلوث.

مياه تكميلية (Supplemental water). مصدر مياه مساعد يهدف إلى زيادة الموارد الطبيعية من هطول الأمطار في الموقع.

مياه سطحية (Surface water). المياه التي تجري على سطح الأرض، مثل المياه الجارية في الجداول والأنهار.

مستدام (Sustainable). حالة يتم فيها الحفاظ على التنوع الحيوي وتجدديّة الأنظمة البيئية والثقافات وإنتاج الموارد الطبيعية ونوعيتها على مر الزمن.

شرفة مكشوفة (Terrace). تسمى في بعض الأحيان منصة، وهي عبارة عن «رف» من التراب منبسط نسبياً ويبنى موازياً لخط محيط منحدَر ما. وتقلل الشرفة المكشوفة من شدة انحدار قسم من المنحدر ما يقلل من الجريان السطحي والتعرية، في حين تزيد من التسرب. ويمكن بناء الشرفات المكشوفة مع جدار ساند أو بدونه اعتماداً على شدة انحدار المنحدر.

صمام محوِّل ثلاثي الاتجاهات (Three-way diverter valve). صمام يُستخدَم لتوجيه أو تحويل جريان الماء نحو اتجاه واحد أو نحو اتجاهين. ويوجد في متاجر بيع تجهيزات برك السباحة والمنتجعات الصحية، ويمكن دمج هذه الصمامات في تمديدات أنابيب المياه الرمادية للسماح للمستخدِم بإرسال المياه الرمادية إلى الموقع الخارجي أو إلى المصرف، حسب رغبته.

تيناجا (Tinaja). حفرة مياه صحراوية محفورة طبيعياً في طبقة صخرية.

تربة سطحية (Topsoil). الطبقة العلوية من التربة والتي تحتوي على معظم المواد العضوية والخصوبة.

إجمالي المواد الصلبة المُذابة TDS (Total dissolved solids). يقيس كمية المواد المُذابة في جالون واحد، أو لتر واحد، من الماء. ومن الناحية الفنية فإن هذه المواد هي البقايا الجافة التي تبقى بعد أن يكون قد تم تسخين الماء إلى 180 درجة مئوية.

سام (Toxic). أي مادة يمكنها التسبب بإصابة كائنات حية عندما تؤكل، أو تُمتَص من خلال الجلد، أو تُستنشَق إلى الرئتين.

النتح (Transpiration). فقدان الرطوبة من النباتات إلى الهواء بواسطة ثغور داخل أوراقها.

منفذ (Vent). فتحة بشكل منخل يتم تركيبها فوق قمة أنبوب التعبئة لخزان ماء مغلق، وهذا يسمح للهواء بالتدفق إلى داخل الخزان وإلى خارجه، ويسمح بتدفق سلس للماء دخولاً وخروجاً، ويحول دون حدوث انفجار داخلي يسببه الفراغ عندما يتم سحب كميات ماء كبيرة بسرعة من الخزان.

مياه عادمة (Wastewater). مياه مُستخدَمة من قِبل البشر وتعتبَر «عادمة» ويجب التخلص منها. إن إيجاد مثل هذا الشيء هو الهدر الحقيقي.

جهاز إزالة عسر الماء (Water softener). جهاز يعمل على استبدال أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء بأيونات الصوديوم. فبدون الكالسيوم والمغنيسيوم يصبح الماء «يَسِر»، ولكن الصوديوم، أو الملح، المُضاف ليس جيداً للنباتات أو للتربة. لذا، فإن المياه المُزال عسرها ليست جيدة للاستخدام مع أنظمة المياه الرمادية، ونتاج الغسيل العكسي للجهاز هو نتاج أسوأ حتى نظراً لأنه يحتوي على نسبة ملح أعلى.

مستوى الماء الجوفي (Water table). الحد العلوي لمسطح مياه جوفية.

مستجمع مياه (Watershed). المساحة الإجمالية لموقع خارجي يصرف مياه أو ينقلها إلى موقع، أو مصرف مياه، معين.

بئر (Well). حفرة من صنع الإنسان في الأرض يتم سحب المياه الجوفية منها.

مزراب ذو نظام رطب (Wet system downspout). مزراب ذو نظام رطب يقطر الماء إلى الأرض حيث يتم دعم الجريان الأفقي بالتربة المدفون فيها، ثم يرتفع مرة أخرى إلى الأعلى (ولكن ليس أعلى من نقطة تدفقه الداخلي عند ماسورة التصريف) للدخول إلى الخزان أو إلى السد الترابي. ويتم سباكة ماسورة التصريف «الرطب» بحيث تكون غير منفذة الماء، وذلك لأن هذا القسم من الأنبوب سوف يحتفظ بماء بشكل مستمر. ويمكن أن تتجمع الحمأة داخل الأنبوب غير المنفذ للماء، ويكون الأنبوب عرضة للتجمد في الشتاء إذا لم يتم تفريغه أو تركيبه بشكل مناسب.

الجهة المواجهة للشمس في الشتاء (Winter-sun side). بالنسبة لأولئك الذين يعيشون في نصف الكرة الشمالي، تكون الجهة المواجهة للجنوب في الأبنية والجدران والأشجار هي «الجهة المواجهة للشمس في الشتاء»، والجهة المواجهة للشمال هي «جهة الظل في الشتاء». وهذا لأن الشمس في الشتاء تبقى في السماء الجنوبية طوال اليوم.

وتستمر السلسلة...

حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر، المجلد 2
سدود الحصاد المائي الترابية

إن السدود الترابية واحدة من أسهل الطرق وأكثرها فعالية لحصاد العديد من الموارد المائية في التربة، والاحتفاظ بها، بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية. ويقوم الغطاء النباتي المرتبط بعدئذ بضخ المياه المحصودة خارجاً على هيئة جمال وغذاء ومأوى وحياة برية وموائل وأشجار واستراتيجيات تسخين وتبريد بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية، بينما يتحكم بالتعرية ويزيد من خصوبة التربة ويقلل الفيضان باتجاه المجرى ويحسن نوعية الماء والهواء.

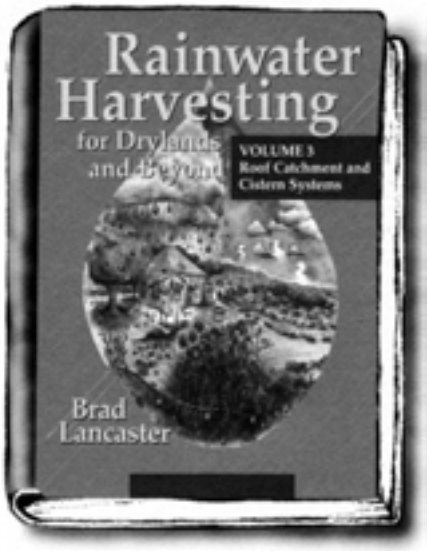
ومتخذاً من المعلومات الموجودة في المجلد 1 أساساً له، فإن هذا الكتاب يبين لك كيف تختار سدود الحصاد المائي الترابية، وكيف تحدد موضع وحجم ما تنتقيه منها، وكيف تقوم ببنائها وزراعتها. إنه يعرض معلومات مفصلة حول كيفية عمل جميع السدود الترابية وأنواعها المتعددة، متضمناً فصولاً حول المهاد والغطاء النباتي وإعادة تدوير المياه الرمادية بحيث تتمكن من تعديل التقنيات وفقاً لمتطلبات موقعك الخاصة. كما أن معلومات حول كيفية إنشاء أدوات رخيصة وبسيطة لقراءة الميل وتدفق الماء متضمنة كذلك مع إرشادات لعينة من النباتات.

تتخلل هذا الكتب قصص وأمثلة واقعية، وتشمل:

- كيف تقوم جدات باستصلاح أراضيهن بواسطة سدود ترابية بسيطة مقامة على ممراتهن اليومية.
- كيف تعمل القطوع الكابحة وأحواض التسريب على إعادة توجيه الجريان السطحي للشارع لري أشجار الظل المزدهرة المزروعة على امتداد الشارع بدون اعتماد مصدر طاقة أو آلية ميكانيكية.
- كيف ساعدت السدود الكابحة على إنشاء ينابيع وتدفقات دائمة في جداول كانت جافة في وقت مضى.
- كيف تنشئ أحواض التسريب حدائق مزدهرة مروية بالمطر.
- كيف تحول مغاسل مياه الحديقة الخلفية الرمادية «المياه المهدورة» إلى مورد ينمي الغذاء والجمال والظل الذي يبني المجتمع وأكثر.
- أكثر من 450 رسماً توضيحياً وصورة.

لمزيد من التفاصيل، وللحصول على معلومات بشأن شراء الكتاب انظر www.HarvestingRain.com

حصاد مياه الأمطار للأراضي الجافة وأكثر، المجلد 3
أنظمة مستجمع السطح والخزانات



إن الخزانات التي تحصد الجريان السطحي من مستجمعات الأسطح تملك القدرة على حصاد الجريان السطحي لمياه الأمطار الأعلى جودة في الموقع، والسماح بأكبر مدى من الاستخدامات الممكنة لتلك المياه. إن استخدامات المياه تتراوح ما بين الري إلى الحماية من الحرائق والاستحمام والغسيل وكذلك المياه الصالحة للشرب.

متخذاً من المعلومات المعروضة في المجلد1 أساساً له، فإن هذا الكتاب يريك كيف تختار أنظمة خزانات تحصد الجريان السطحي للسطح، وكيف تحدد حجمها وتصممها وتبنيها، أو كيف تشتريها وتركّبها. كما يتم عرض مبادئ إرشادية خاصة بمثل هذه الأنظمة مع العديد من خيارات الخزانات واستراتيجيات التصميم التي ستحسن نوعية المياه وتوفر نقودك وتقلل الصيانة وتوسع الطرق التي يمكن بها أن تستخدم خزانك والمياه المحصودة فيه.

المعلومات الإضافية تتضمن:

- كيف تحدد حجم المزاريب وأنابيب التدفق
- كيف تحول أنبوب تصريف إلى خزان تخزين – كيف تبني خزانات على شكل عبّارات
- كيف تقوم بتعديل خزانات الاسمنت المسلح للمياه العادمة لاستخدامها كخزان
- كيف تنشئ نظام ري بالتنقيط يعمل بفعل الجاذبية الأرضية للاستخدام مع خزانات فوق الأرض
- كيف تنشئ نظام ري بالتنقيط يعمل بفعل الجاذبية الأرضية للاستخدام مع خزانات تحت الأرض
- تركيب النظام، وأفكار مفيدة للصيانة، وخيارات معالجة المياه
- أكثر من 60 رسماً توضيحياً وصورة

لمزيد من التفاصيل وللحصول على معلومات بشأن شراء الكتاب انظر www.HarvestingRain.com

مقتطفات عن الصور الموجودة على الغلاف الأمامي من الداخل

جميع الصور أدناه تظهر مرة أخرى في الكتاب، من أجل توضيح دراسات حالات أو مفاهيم. إن أرقام الصور تتطابق مع مكان وجودها في الكتاب.

الشكل 11.3أ. قبل تركيب المهاد الاسفنجي. مياه الأمطار والجريان السطحي من السقف تم جمعها في أحواض تسريب مبنية حديثاً بعد دقائق من عاصفة صيفية وافرة. لم يتم تغطية الأحواض بالمهاد أو زراعتها بعد. ميلاغرو كوهاوسينغ، مدينة توسون في ولاية أريزونا. شكر على الصورة موجّه إلى: ناتالي هيل.

الشكل 11.3ب. بعد تركيب المهاد الاسفنجي. الأحواض ذاتها مغطاة بمهاد ومزروعة. الأحواض مصممة لتسريب المياه بسرعة بحيث لا تكون هناك مشاكل مع البعوض أو التربة اللاهوائية. هذه الأحواض بمهادها الإسفنجي وجذور نباتاتها الحافرة للتربة، تسرب جميع المياه في غضون 20 دقيقة. يتم ري النباتات فقط بمياه الأمطار المحصودة، ومياه المنزل العادمة المعاد تدويرها.

الشكل 25.3أ. سد كابح بارتفاع صخرة واحدة قبل هطول الأمطار، ريد ويندميل درو، مالابي رانش، بالقرب من دوغلاس في ولاية أريزونا. إن السدود الكابحة بارتفاع صخرة واحدة هي مجرد سدود بارتفاع صخرة واحدة ومقامة في ثلاثة إلى خمسة صفوف متوازية مرصوصة بإحكام مع بعضها البعض عبر مصرف مائي. تمت إعادة نشرها بإذن من *مقدمة إلى مكافحة التعرية* بقلم بيل زيديك وجان ويليام جانسينز. شكر على الصورة موجَّه إلى: فان كلوتييه من ستريم داينامكس.

الشكل 25.3ب. سد كابح بارتفاع صخرة واحدة بعد شهرين، وبعد أمطار الصيف، نمت نباتات جديدة في الجهة التي تعلو السد. ولأن البناء يكون بارتفاع صخرة واحدة فقط، فإن النباتات سوف تنمو بسهولة بين الصخور لتثبت البناء أكثر وتبطئ من تدفق الماء. تمت إعادة نشرها بإذن من *مقدمة إلى مكافحة التعرية* بقلم بيل زيديك وجان ويليام جانسينز. شكر على الصورة موجَّه إلى: فان كلوتييه من ستريم داينامكس.

الشكل 31.4أ. قبل حصاد مياه الأمطار وزراعة الأشجار عام 1996 في حرم الطريق العام المجاور لأرض لانكاستر بمدخل إسفلتي تمت إزالته مؤخراً. مدينة توسون، ولاية أريزونا، 1994.

الشكل 31.4ب. ممر تنزه محدد بالأشجار بعد حصاد مياه الأمطار وزراعة الأشجار، ينعش الآن ما كان يوماً ما حرم طريق مجدب، 2006. يتم ري المواقع الخارجي بمياه الأمطار المحصودة والجريان السطحي للشارع فقط.

مقتطفات عن الصور الموجودة على الغلاف الخلفي من الداخل

الشكل 24.4. حديقة في أواخر الشتاء مزروعة بالكامل من مياه الأمطار والجريان السطحي من السقف، وتم حصادها في خزان سعته 1,200 غالون (4,550 لتراً) في منزل لانكاستر.

الشكل 29.4. أغذية تتم زراعتها ومعالجتها في الموقع، حيث تم ريها بمياه الأمطار في منزل لانكاستر.

الشكل 5.3. مصاطب مثبتة بجدران استنادية مصنوعة من بقايا صخرية في الفناء المنحدر في سكن زيباش في لوس ألاموس في ولاية نيو ميكسيكو.

الشكل 18.3. ساحة صغيرة ذات موقع صلب يتم إبقاؤه نفاذاً عن طريق إنشاء قطع رصيف معاد تدويرها ذات ثغرات واسعة من أجل تسريب المياه، سكن أمادو، مدينة توسون في ولاية أريزونا. مصمم من قِبل بلو آغاف لتصميم المواقع الخارجية.

الشكل 31.3. خزان/ جداري من الفولاذ سعة 10,000 غالون (38,000 لتراً) ومزراب نظام جاف يجمع الجريان السطحي من السقف للري، متحف الأطفال في سانتا في، ولاية نيو مكسيكو.

الشكل 37.3. خزان سعة 7,000 غالون (26,460 لتراً) مصنوع من الإسمنت ومصبوب في الموقع، وذو واجهة حجرية يعمل كفناء ويجمع الجريان السطحي في السقف من أجل ري أشجار حمضيات ونباتات أخرى في الأسفل بفعل الجاذبية. لاحظ كيف أن الجزء الرئيسي من الخزان يوجِد مناخاً موقعياً ميكروياً أكثر دفئاً بالنسبة لمعظم أشجار الحمضيات الحساسة للصقيع على الجانب المواجه للجنوب من هذا الخزان في نصف الكرة الشمالي. توسون في ولاية أريزونا.