

الوثيقة 18.1 إدارة المياه الرمادية في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل

هذه الوثيقة هي ترجمة عربية لمختصر المقتفات التي تمت الإشارة إليها من المرجع:

Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Eawag. Dübendorf, Switzerland

تحميل هذه الوثيقة بلغتها الأصلية (الإنجليزية) من هذا الرابط:

https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Toolbox/t18/D18_1_Morel_Diener_2006.pdf

مصادر ومميزات المياه الرمادية

يشير مصطلح المياه الرمادية إلى جميع المياه المستعملة المتولدة من الاستخدام المنزلي فيما عدا مياه صرف المراحيض، كما يطلق عليها أيضاً المياه العادمة ومياه الصرف الصحي الخفيفة. فهي تأتي من الاستحمام والحمامات وغسيل الأطباق والمغاسل وأحواض المطبخ. ويستبعد بعض الكتاب المياه المتولدة من المطابخ نظراً لما تحتويه من مواد غذائية ودهنية، إلا أن هذا التقرير يصنفها ضمن أنواع المياه الرمادية ويشير إلى أنها تطلب اهتماماً خاصاً.

وتحتوي المياه الرمادية الناتجة من المطابخ على بقايا أطعمة وكميات عالية من الزيوت والدهون ومواد التنظيف. وتعتبر المياه الرمادية الناتجة من الحمامات أقل أنواع المياه تلوثاً؛ فهي تحتوي على الشامبو والصابون ومعجون الأسنان وغيرها من منتجات العناية بالجسم، إلا أنها قد تكون أيضاً تحتوي على كائنات دقيقة مسببة للأمراض. وتتركز المواد الكيميائية في مياه الرمادية الناتجة من المغاسل لإحتوائها على مساحيق الصابون مثل الصوديوم والفوسفات والنيتروجين كما قد تحتوى مياه المغاسل على مسببات الأمراض عند غسل الحفاضات.

المخاطر والممارسات المتعلقة بإدارة المياه الرمادية في أنحاء العالم

عادة ما يحظى نظام إدارة المياه الرمادية بأقل قدر من الاهتمام بالمقارنة مع أنظمة الصرف الصحي البيئي الأخرى مثل إدارة المخلفات الصلبة وإدارة مياه المراحيض. وفي المناطق الحضرية وشبه الحضرية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل يتم تصريف المياه الرمادية بدون معالجة في شبكات تصريف مياه الأمطار أو شبكات الصرف الصحي وذلك إن وجدت. ويؤدي ذلك إلى استنزاف الأكسجين وزيادة التعكر وكثرة المغذيات في أنظمة المياه. وفي حال عدم توفر شبكات الصرف وتصريف الأمطار يتم تصريف المياه الرمادية على أرصفة الشوارع أو في الساحات مما يؤدي إلى مخاطر صحية جسيمة على حياة المواطنين.

المخاطر المتعلقة بفقر أنظمة إعادة إدارة المياه الرمادية

يشجع إعادة استخدام المياه الرمادية في ري الحدائق المنزلية أو الأراضي الزراعية خاصة في المناطق التي تندر فيها المياه أو ترتفع فيها أسعار المياه وذلك في أجزاء معينة من الشرق الأوسط وأفريقيا وأمريكا اللاتينية (الجنوبية). ومن هنا تكمن أهمية وقيمة المياه الرمادية، إلا أننا غالباً ما نُهمل الآثار السلبية المحتملة من استخدام مصادر المياه الرمادية. فالمياه الرمادية غير المعالجة، وبرغم احتوائها على أقل نسبة من الملوثات إلا أنها تحتوي على مسببات الأمراض والمواد الكيميائية والأملاح الزيوت والدهون والجسيمات الصلبة والتي قد

تؤثر على صحة الإنسان وجودة التربة والمياه الجوفية. إلا أننا يمكن التقليل من هذه مخاطر تلوث المياه الجوفية وذلك باتباع بعض القواعد الأساسية.

خصائص المياه الرمادية

مقدار المياه الرمادية المتولدة

تختلف كمية المياه المتولدة باختلاف عادات الاستخدام المنزلي، فتتأثر بخدمات الإمداد بالمياه المتاحة والبنية التحتية وعدد أفراد الأسرة ومتوسط عمر الأسرة وعادات الحياة اليومية، فقد يصل مقدار توليد المياه في المناطق محدودة ومتوسطة الدخل التي تعاني من ندرة المياه وتستخدم مصادر مياه بدائية كالأبار، إلى حوالي 20_30 لترًا للفرد الواحد. وتقل مستويات المياه الرمادية في المناطق التي تستخدم الأنهار والبحيرات كمصدر للنظافة الشخصية وغسيل الملابس وأدوات المطبخ. وترتفع هذه النسبة في المناطق التي تستخدم شبكات وتوصيلات متطورة للمياه، تصل لمئات اللترات من المياه يوميًا.

مكونات المياه الرمادية

يعتمد تكوين المياه الرمادية بصفة رئيسية على نوعية وجودة إمدادات مصادر المياه المتاحة والعادات الأسرية عند إعداد الطعام والتنظيف بشكل عام، فتحدد المواد الكيميائية المستخدمة نسبة الملوثات، فقد تحتوي على الصابون وبقايا الطعام والدهون والزيوت والشعر والوبر وغيرهم من المواد الكيميائية ومسببات الأمراض. ولا تتوفر سوى معلومات محدودة عن طبيعة المياه الرمادية في المناطق متوسطة ومحدودة الدخل حيث تُجرى جميع الأبحاث في البلاد الأوروبية والأمريكية.

الخصائص الفيزيائية للمياه الرمادية

درجة الحرارة

غالبًا ما تكون درجة حرارة المياه الرمادية أعلى من درجة حرارة مصادر إمدادات المياه وتختلف في نطاق يتراوح بين 18-30 درجة مئوية، ويعزى هذا الاختلاف إلى استخدام المياه الدافئة عند التنظيف وإعداد الطعام. ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة النمو البكتيري وانخفاض قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم مما يسبب ترسبة على جدران الخزانات والمواسير .

المواد الصلبة العالقة

يمكن أن يؤدي وجود بقايا الطعام والمواد الدهنية والألياف إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة في المياه الرمادية، ويؤدي وجود الجزيئات والمواد الغروية إلى زيادة عكارة المياه و ترسب الاملاح في المواسير والمضخات والفلتر المستخدمة في عمليات المعالجة.

الخصائص الكيميائية للمياه الرمادية

الأس الهيدروجيني وقلوية المياه الرمادية

يحدد الرقم الهيدروجيني درجة الحموضة والقلوية للمياه، ولتسهيل المعالجة وتجنب التأثيرات السلبية عند استخدام المياه الرمادية يجب أن تتراوح قيمة الأس الهيدروجيني بين 5.4-8.5 .

الملوحة ونسبة امتزاز الصوديوم SAR

تحتوي المياه الرمادية أيضًا على أملاح التي يمكن التعبير عنها بالتوصيلية الكهربائية EC . والتوصيلية

الكهربية تستخدم لقياس درجة الملوحة لكل الأيونات الذائبة في المياه الرمادية، بما في ذلك الأيونات الموجبة والسالبة، وتكون أعلى الأملاح شيوعاً في المياه الرمادية كلوريد الصوديوم والنترات والفوسفات الموجودة في مواد التنظيف ومساحيق الغسيل. وتتراوح التوصيلية بين 1500/300 ميكروسيمنز وقد ترتفع لتصل إلى 2700 ميكرو سيمنز .

الأوكسجين المطلوب حيويًا وكيميائيًا (BOD,COD)

تُعبّر نسبة الأوكسجين المطلوب حيويًا وكيميائيًا عن قيمة التلوث العضوي في المياه الرمادية، حيث تعبر قيمة الأوكسجين المطلوب كيميائيًا عن كمية الأوكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية الموجودة في المياه الرمادية. بينما تعبر قيمة الأوكسجين المطلوب حيويًا عن كمية الأوكسجين المستهلكة لعملية تنفس البكتيريا في فترة محددة عادة ما تكون خمسة أيام .. وقد تصل قيمة الأوكسجين المطلوب حيويًا من 20-50 ملجرام / لتر في اليوم بينما تصل النسبة بين الأوكسجين المطلوب كيميائيًا إلى المطلوب حيويًا 2-2.5 .

المُغذيات (الفوسفور، النيتروجين)

غالبًا ما تحتوي المياه الرمادية على نسبة قليلة من المغذيات بالمقارنة مع مياه المراحيض والصرف، وبالرغم من أن المغذيات المشبعة في النيتروجين والفوسفور مهمة لما تحويه من نسبة عالية من المسمدات التي تستفيد منها التربة في حالة الري إلا أننا يجب أن نراعي الآثار السلبية التي يمكن أن تضر بالبيئة المائية؛ خاصة النسبة العالية من الفوسفور التي يمكن أن تؤدي إلى نمو الطحالب على سطح المياه.

وتكون مستويات النيتروجين منخفضة نسبيًا في المياه الرمادية ويكون البول ومياه الصرف المتولدة من المطابخ السبب الرئيسي لوجوده يليه مياه المراحيض وأحواض الغسيل. وتتراوح القيم النموذجية للنيتروجين في المياه الرمادية المنزلية بين 5-50 ملجرام / لتر Lg وفي البلدان التي لم تُحظر فيها مواد التنظيف المحتوية على الفوسفور فقد يصل تركيز الفوسفور فيها إلى 4-40 ملجرام / لتر .

الخواص الميكروبية للمياه الرمادية

يمكن للمياه الرمادية أن تشكل خطرًا على الصحة العامة نظرًا لما تحتويه من مسببات للأمراض. ولا يوجد لدينا حصر لمسببات الأمراض في المناطق متوسطة وشحيحة الدخل إلا أنه يفترض أن الفيروسات والبكتيريا والطفيليات المعوية موجودة بتركيزات عالية.

(2) تقنيات الإدارة والمعالجة قليلة الكلفة

متطلبات أنظمة إدارة المياه الرمادية في المناطق منخفضة ومتوسطة الدخل

يمكن تلخيص الأهداف الأساسية لنظام إدارة المياه الرمادية على مستوى المنزل والحي في العناصر التالية:

حماية الصحة العامة: يجب أن يتوفر نظام معالجة فعال يحمي المستخدم من المياه الرمادية الملوثة ويمنع انبعاث الروائح وتكوين بؤر المياه الراكدة التي يتكاثر عليها البعوض.

حماية البيئة: يجب أن يمنع نظام إدارة المياه الرمادية التكاثر المفرط للكائنات (الإثراء الغذائي) وتلوث مصادر المياه الأساسية السطحية والجوفية وخزانات مياه الشرب .

حماية خصوبة التربة: في حالة إعادة استخدام المياه الرمادية في الري أو شحن المخزون الجوفي فيجب التأكد من تقليل الآثار السلبية طويلة وقصيرة الأجل على التربة مثل تآكل أو تخثر أو تملح التربة.

القبول الثقافي والاجتماعي والاقتصادي: يجب أن تتلائم نُظم إدارة المياه مع الظروف الاجتماعية والثقافية والاقتصادية للأسر، فإذا كان إعادة استخدام المياه الرمادية للري غير راسخ في المجتمع فمن المحتمل فشله.

سهولة الاستخدام: يجب أن يكون النظام بسيطاً ولا يعتمد على الوقود الخارجي او إمدادات الطاقة أو المواد الكيميائية.

الالتزام بالمعايير واللوائح الدولية والمحلية: يجب أن يحسن النظام من فعالية ونوعية المياه لحماية البيئة المائية والتربة ولضمان الوفاء بالمعايير العامة.

المخططات النموذجية لإدارة ومعالجة المياه الرمادية

نظراً لعدم وجود مخطط واحد للإدارة يتماشى مع جميع الظروف على مستوى المنزل والحي ، فقط تم تنفيذ مجموعة واسعة من النُظم في جميع أنحاء العالم، وعلى الأسر والأحياء اختيار أنسب هذه النُظم لتلبية احتياجاتهم. وإليك نبذة مختصرة عن خيارات الإدارة المحتملة لمساعدة الأشخاص المهتمين على الاختيار الصائب.

ومن بين خيارات الإدارة، معالجة وإدارة كل تيار مائي محدد منفصل وفقاً لخصائصه المحددة فلا يمكن مقارنة مياه المطابخ بالحمّامات أو المغاسل، إلا أن هذا النظام يحتاج شبكة معالجة مطورة ومعقدة نسبياً يصعب على أفراد الأسر تشغيلها. ومن ضمن الأنظمة المحتملة تصريف مياه المطابخ فقط في شبكات الصرف الصحي، إلا أن شبكات الصرف لا تتوفر في المناطق الريفية وشبه الحضرية، كما يجب أن تشمل المعالجة مراحل ابتدائية بسيطة وثنائية لضمان جودة المنتج وإزالة الملوثات قدر الإمكان.

1 التحكم بجودة المياه الرمادية المنزلية

عند التحكم بطرق استخدام المياه في المنازل سيكون من السهل تنفيذ خطط الإدارة والمعالجة، فالتحكم بمصادر المياه هي الطريقة الأكثر فعالية لضمان الحد من الملوثات ولتجنب أعباء ومشاكل التشغيل وخفض تكاليف الإدارة وضمان استمرارية وكفاءة عمل الأنظمة؛ وبالتالي يجب التقليل من استخدام المياه، واستخدام منتجات التنظيف عالية الجودة، وتجنب صرف المواد العضوية مثل الدهون والمذيبات ومواد التبييض والمذيبات مع المياه الرمادية وكذلك استخدام منتجات صديقة للبيئة.

المعالجة الأولية

الهدف من المعالجة الأولية هو إزالة المواد الصلبة العالقة والزيوت والشحوم وبعض المواد العضوية التي يمكن أن تسبب مشاكل عند الجمع أو المعالجة. بالإضافة إلى التخلص من بعض جزيئات النيتروجين والفسفور والمعادن الثقيلة إلا أن المواد الغروية والجزيئات الذائبة تبقى عالقة في النظام. وتتميز المعالجة الأولية طبعا لميكانيكية إزالة الملوثات الصلبة إلى: (التصفية , الترسيب , التطويق , الترشيح)

الترشيح والتصفية

تختلف نظم ترشيح المواد الصلبة على حسب نوعية وحجم الفلاتر المستخدمة وتنفذ أبسط الطرق بتركيب مصفاة في الأحواض والمغاسل لحجز بقايا الأطعمة والشعر ولتجنب التصاقها بمواسير الشبكة.

التطويق – مصيدة الشحوم

التطويق والتعويم عملية فيزيائية تعمل على زيادة تراكم المكونات الخفيفة مثل الدهون والشحوم على سطح المياه وتطبق في الأنظمة الصغيرة نسبياً، وتستخدم كوحدات معالجة أولية في أنظمة الترشيح أو الري باستخدام المياه الرمادية وتعتبر بديل أقل كلفة لأحواض الترسيب او خزان التحليل والتخمير . ويجب أن تلي مصيدة

الشحوم محورين رئيسيين:

الوقت/ درجة الحرارة: مصيدة الشحوم يجب ان توافر زمن مكث كافي لتحويل المواد الدهنية إلى مواد مبردة تطفو على السطح.

الحركة الدوامية: يجب التقليل من الاضطرابات المائية لتجنب ترسب الدهون ومنعها من الانتقال إلى مرحلة المعالجة التالية.

الترسيب باستخدام الاحواض (خزان التحليل والتخمير / خزان الترسيب)

يعتبر خزان التحليل والتخمير الطريقة الأكثر شيوعًا في أنحاء العالم، ويتكون من حجرتين، حيث تشغل الحجرة الأولى ثلثين مساحة الخزان بأكمله، وتتم فيه عملية الترسيب باستخدام الجاذبية وطفو المواد الدهنية وتستقر المواد الصلبة في القاع ويتم جمعها بوضع شبكة أسفل الخزان. ولضمان التشغيل المستمر يجب تفريغ المواد المتركمة دوريًا وذلك عندما تتجاوز كميتها 30% من حجم الخزان.

برك المعالجة الأولية

تم تطبيق نظم برك المعالجة الأولية بنجاح في بعض المناطق إلا أنه لا يُفضل استخدامها لمعالجة المياه الرمادية المنزلية لأنها توفر بيئة خصبة لتكاثر البعوض وتتبعث منها روائح كريهة إذا لم يتم صيانتها دوريًا.

تقنيات المعالجة الثانوية

تهدف المعالجة الثانوية إلى إزالة المواد العضوية وتقليل مسببات الأمراض وكمية المغذيات الموجودة من خلال إجراء بعض العمليات والبيولوجية التي يصعب توفرها في المعالجة الأولية ، حيث تعمل الكائنات الحية الدقيقة من خلال تفاعلات كيميائية وحيوية بتحلل المواد العضوية في ظروف هوائية ولا هوائية.

المُرشح اللاهوائي

يشبع استخدام المرشحات اللاهوائية في مرحلة المعالجة الثانوية للمياه الرمادية المنزلية، حيث يفضل وضعها بعد مصيدة الشحوم او خزان التحليل والتخمير . ويعتبر المرشح اللاهوائي

مُفاعل حيوي ذي قاعدة ترشيح ثابتة fixed film reactor يهدف إلى إزالة المواد الطافية والجزئيات الصلبة الذائبة، ويتكون من خزان معزول يحتوى عدة طبقات من مواد التصفية ، ويعمل المرشح على توفير مساحة سطح كافية لتفاعل البكتيريا، وعندما تدفق المياه الرمادية من الأسفل إلى الأعلى تصطدم بالكتلة الميكروبية على السطح فتعرض إلى التحلل اللاهوائي. وتنتج المرشحات اللاهوائية غازات قابلة للاشتعال مثل غاز الميثان وروائح كريهة فيجب التنظيف الدوري للمرشحات، ويمكن وضع المرشح فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض لتوفير العزل والحماية من ظروف المناخ القاسي.

المرشحات الأفقية والرأسية

مرشحات التدفق الرأسي تعمل على دفع المياه فورًا إلى السطح للتأكد من وجود الأكسجين في مواد التصفية المرشح ولتحسين مستوى المعالجة يمكن زراعة بعض النباتات على سطحه حيث تحفز البكتيريا الموجودة في جذور النباتات التحلل البكتيري، وتختلف المرشحات الأفقية في أن جزء منها يكون مغمورًا بالمياه ويكون التحلل بها هوائيًا (باستخدام النترات وليس الأكسجين) ولا هوائيًا أيضاً.

برك المعالجة الثانوية

يعتبر نظام البرك غير شائع ويستخدم في نطاق محدود، وتتكون من برك سطحية كل له وظيفة محددة؛ فتعمل البركة الأولى على ترسيب المواد الموجودة في المياه العادمة الخام (كبديل لخزان التحليل والتخمير)، يليه اثنين او ثلاثة أحواض برك هوائية واختيارية تُحلل المواد الصلبة العالقة والجزئيات الذائبة وتعمل الأحواض الأخيرة على احتجاز البكتيريا والجزئيات الصلبة المستقرة ومسببات الأمراض.

أنظمة معالجة عالية التقنية

إن وحدات المعالجة المدمجة تطبق على نحو متزايد، ولكنها معقدة نسبيًا ومكلفة وتتطلب عمالة ماهرة للتشغيل والصيانة، ولا يُفضل استخدامها في المناطق متوسطة ومنخفضة الدخل نظرًا للخبرة المحدودة في تشغيل هذه الوحدات. ومن أمثلة هذه الأنظمة الأقراص البيولوجية الدوارة والمرشحات الغشائية والتنضاح العكسي.

التخلص وإعادة استخدام المياه الرمادية

تتلخص الخطوة الأخيرة في إدارة المياه الرمادية في التخلص الآمن أو إعادة استخدام المياه المعالجة، ويشرح الآتي بعض تقنيات الإدارة المناسبة للمياه المعالجة والفوائد المتوقعة والمخاطر المحتملة من استخدامها.

التفريغ في المسطحات المائية

يعتبر تفريغ المياه الرمادية في المسطحات المائية أكثر الطرق شيوعًا لإعادة المياه إلى البيئة الطبيعية لاسيما في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، إلا أنه يتم التخلص من المياه بدون معالجة في بعض المناطق مما يسبب تلوثًا خطيرًا للبيئة المائية ويشكل خطرًا على الصحة العامة عند استخدامها حتى للري.

الإرتشاح والتصريف في طبقات التربة

وفيه يتم تصريف المياه بكميات محددة في التربة، وتعتمد طرق الرش التقليدية على أنابيب مثقوبة محاطة بطبقات من الحصى أو غيره من المواد التي يسهل اختراقها لضمان توزيع المياه على أوسع نطاق في التربة المحيطة بها، وتعتمد فعالية وفائدة نُظم الرش على طبيعة ونوعية التربة فتتناسب هذه الطريقة مع التربة الرملية والطينية الحبيبية المشققة. ولضمان استفادة التربة من المياه يجب ترشيح المياه في الطبقات الجافة.

شحن منسوب المياه الجوفية

يتم إمداد المياه الجوفية بالمياه الرمادية بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق الري، وبالرغم من أن تغذية المياه الجوفية يعمل على تحسين جودة المياه ويطيل العمر الافتراضي لها، إلا أن ذلك لا يقلل من مخاطر التلوث المحتملة للمياه؛ حيث تتركز في المياه الرمادية ملوثات عضوية وبكتيريا ناقلة للأمراض وان كانت بنسب محدودة. وتعتمد نسبة التلوث المحتملة على هيدرولوجية المياه الجوفية ونوعية التربة والمياه الرمادية. وتزيد مخاطر التلوث في حال استخدام المياه الجوفية كمصدر للشرب.

إعادة الاستخدام في الري

يجب تقييم واختبار خصائص المياه الميكروبية والبيوكيميائية ومقارنتها بمعايير إعادة الاستخدام وذلك عند استخدامها في الري الزراعي. ويجب أن ينصب التركيز على نوعية المحاصيل وخصائص التربة ونظام الري المستخدم ثم بعد ذلك يتم تقييم المياه الرمادية المعالجة من حيث المعايير الكيميائية المتفق عليها، مثل قيمة الأملاح الذائبة وبعض الأيونات السامة أو ونسبة امتزاز الصوديوم. وعلى الأرجح لن تتسبب المياه الرمادية المعالجة في أي تسمم للمحاصيل أو تشكل مخاطر صحية، إلا أنه يجب توخي الحذر في المناطق ذات الإستهلاك المنخفض للمياه أو استخدام المياه الملوثة بمُسببات الأمراض، فقد يؤدي استخدام المواد الكيميائية مثل المذيبات والمطهرات في كمية قليلة من المياه الرمادية إلى تراكم بعض المواد الكيميائية في التربة وبعض انسجة المحاصيل.

3 نماذج لنُظم إدارة المياه الرمادية

يقدم هذا القسم وصفًا فنيًا للنظم المستخدمة في إدارة المياه الرمادية ومتطلبات تشغيلها وصيانتها ويناقش كفاءة ادائها وتكلفتها وأسباب الفشل ومشاكل التشغيل، كما يوضح أن أسباب الفشل غالبًا ما تنجم عن فقر الصيانة وعدم فهم مبادئ التشغيل الصحيحة، ويؤكد على أهمية تدريب المستخدمين على المشاكل التقنية التي يمكن أن

يواجهونها لتجنب فشل الأنظمة.

تنفيذ نظام لرشح المياه الرمادية المحلية في مدينة جني ، مالي

خلفية عامة عن المشروع

تقع مديني ديجيني في الدلتا الداخلية من نهر النيجر ويسكنها حوالي 20,000 مواطن، وتشتهر المدينة بمبانيها العتيقة حيث صنفها منظمة اليونسكو كموقع للتراث العالمي، وأنشأت المنظمات العالمية فيها نظامًا لإمداد مياه الشرب مع عدم توفير أي تسيهلات للتخلص من المياه الرمادية ، وعلى الرغم من الانخفاض الشديد لاستهلاك المياه فقد تم تصريف مئات من اللترات من المياه الرمادية في الشوارع مباشرة. لذا أجريت دراسة عام 2002 لبحث الطرق المتاحة لتنفيذها للتقليل من المياه الرمادية.

نظام إدارة المياه الرمادية

تتدفق المياه الرمادية من المطابخ والمغاسل والحمامات من خلال ماسورة قطرها 11 سم إلى مصيدة الدهون والشحوم تقع أسفل السور الخارجي للمنزل ليسهل فتحها عند لصيانة، المياه الرمادية المعالجة اولياً تترك مصيدة الشحوم وتنتقل عبر ماسورة قطرها 4 سم الى خندق التصريف والرشح .

تقييم الأداء

بعد عام واحد من تنفيذ المشروع التجريبي، اختفى التخلص من المياه الرمادية عبر الشوارع تمامًا ، وانخفضت تكلفة نقل البضائع بسبب تحسن ظروف الشوارع، ولم تُثبت العينات المأخوذة من الآبار أي نسبة تلوث سببها نظام التخلص من المياه الرمادية .

التشغيل والصيانة

تم الإبلاغ بصفة مستمرة عن انسداد المصائد بالشحوم والحصى وكانت اسباب فشل المصائد يرجع الى النقص في الصيانة وانسداد المواسير الداخلية بالأكياس البلاستيكية ثم عُقدت اجتماعات مع المجتمع المحلي وبالاخص النساء لزيادة الوعي وتدريبهم على صيانة نظام التصريف، وتم تعديل مصيدة الدهون لمنع المواد الطافية من سد المخرج.

الدروس والخبرات العملية المستفادة من تطبيق المشروع

تعوّل نسبة نجاح المشروع على تعاون المجتمع المحلي، وتعتبر هذه الدراسة مثالاً ناجحاً لتنفيذ نظاماً بسيطاً ولكن فعالاً للتخلص من المياه الرمادية، واشراك وتدريب الخبراء المحليين على تشغيل وصيانة النظام.

استخدام المياه الرمادية لري الحدائق في مدينة كوليكورو، مالي

خلفية عامة عن المشروع

يصل تعداد سكان المدينة إلى حوالي 26,000 مواطن وهي عاصمة ثاني مدينة إدارية في مالي، ويتراوح متوسط أفراد الأسر بين 10-25 فرد ويعيشون في مجمع سكني فسيح ويشتركون في مرفق صحي واحد، وتستخدم معظم الأسر مراحيض الحفرة التقليدية بما في ذلك منطقة الاستحمام ، ويتدفق عادة البول ومياه الاستحمام خارج أرضية المراحيض إلى البلاعة ومنها الى غرفة تجميع ومنه إلى أرضية الشوارع أو مصارف الأمطار؛ فتم تنفيذ نظام للتخلص من المياه الرمادية الناتجة من الحمامات باستخدام المرشحات المزروعة بالنباتات لإنتاج الخضروات..

نظام إدارة المياه الرمادية

يتكون النظام من ش صفاية سلكية تغطي مخرج الدش وتمنع مرور الجزيئات الصلبة إلى مصيدة الدهون والشحوم التي تتسع الى 200 لتر ، ثم يتم جمع المياه الرمادية من المصيدة إلى فلتر رأسي التدفق الطبقة العلية منه رملية وفي المنتصف طبقة من الفحم النباتي وفي القاع طبقة من الحصى، ثم تمر المياه المعالجة في أنبوب مثقوب يغذي النباتات أعلى الفلتر.

تقييم الأداء

عملت المزرعة في البداية كمصدر لتوفير المحاصيل الزراعية، مما لاقى تشجيعاً من الأسر ولكن فشل النظام لاحقاً بسبب سوء الصيانة. فصدأت الشبكة السلكية وأزالها المستخدمون مما أدى إلى انسداد المصيدة بسبب ضغط المواد الصلبة عليها.

الصيانة والتشغيل

يبدو ان الصيانة المتكررة لجميع أجزاء النظام هي الحل الوحيد لضمان نجاح واستمرارية المعالجة، فينبغي تنظيف الشبكة بشكل يومي وتفريغ مصفاة الدهون بشكل دوري لتجنب انسدادها بالجزيئات الصلبة.

الدروس المستفادة

يجب التأكيد على التزام المستخدمين وتدريبهم على مراحل الصيانة المختلفة الذي يعتبر العامل الحاسم في نجاح المشروع.

استخدام المياه الرمادية في ابراج الزراعة العمودية في محافظة خاوتينغ بجنوب أفريقيا

خلفية عامة

لأسباب كثيرة لا يزرع المواطنون في المناطق الريفية أية محاصيل، ويرجع السبب الرئيسي في هذا هو صعوبة نقل وتحصيل المياه من المصادر المائية، فالمياه المحدودة التي يتم جمعها من المصدر لا تستخدم تحت اي ظرف في الري ولهذا تم تصميم نظاما لإعادة ادارة المياه الرمادية سهل الاستخدام ومنخفض التكلفة وسهل التشغيل؛ حيث لا يتعين على المحاصيل الاعتماد على هطول الأمطار بل على مياه المغاسل وادوات الطبخ وغيرهم.

نظام ادارة المياه الرمادية

يتكون الهيكل الخارجي للمزرعة العمودية من سياج حديدية ومواد لتظليل التربة ومصروف في المنتصف معبأ بالحجارة، وتعمل الحجارة على توزيع المياه على طول العمود. ويتم زراعة المحاصيل في شقوق محاطة بمواد التظليل على جانبي الأعمدة ويتم الري رأسياً لضمان وصول المياه لكافة جذور النباتات.

تقييم الأداء

لا تتوفر أية معلومات عن كفاءة معالجة المياه ولكن نمت الخضراوات المزروعة بشكل جيد حتى في الحرارة الشديدة التي عادة لا تسمح بنمو النباتات في الظروف العادية، ويرجع السبب في ذلك إلى انخفاض درجة حرارة التربة بسبب دوران الهواء في منتصف الأعمدة بعيداً عن سطح الأرض.

التشغيل والصيانة

يجب صب دلوين إلى ثلاثة يومياً لضمان عدم جفاف التربة ويُفضل أن يقع مكان الحدائق العمودية في الفناء بالقرب من المنزل لتقليل مسافة نقل المياه الرمادية إليه.

الدروس المستفادة

يجب انتقاء المواد المناسبة لتغطية جانبي العمود فلم تصمد مواد التظليل سوى لموسم واحد حيث أن الأغشية

البلاستيكية السوداء تتلف بسرعة عند التعرض لأشعة الشمس ، وتتمثل إحدى نقاط القوة في النظام هو الحد الأدنى من متطلباته سواء في التشغيل أو الصيانة، إلا انه ينبغي الحذر من ملوثات المياه الرمادية فلا توكّل المحاصيل خام (بدون طبخ) كما يجب مراقبة الإستعمال في المنازل لعدم صرف المواد الكيميائية الى التربة ومنها إلى النباتات.

استخدام المرشحات المزروعة ذات التدفق الأفقى لمعالجة المياه الرمادية لأربعة منازل في مونتيفيردي ، كوستاريكا

خلفية عامة

تتميز المدينة بمعالمها السياحية الجذابة ومناخها الإستوائي حيث تقع في شمال غرب كوستاريكا ، وكعادة معظم الدول اللاتينية فإن النظام يتلخص في معالجة المياه الرمادية بمصبخزان التحليل والتخمير ثم تصريفها في الشوارع، وكرد فعل على هذا الموقف الغير مقبول تطوع أحد المواطنين بقطعة أرض لتنفيذ مشروع معالجة المياه الرمادية .

نظام الإدارة

تم تصميم النظام ليقبل المياه من أربعة منازل بمتوسط 4.5 فرد لكل أسرة وبمتوسط استهلاك للمياه يبلغ 139 لتر يومياً، تنقل الأنابيب المياه الرمادية من المنازل إلى خزان خرساني للترسيب سعته 500 لتراً. ثم تمر المياه على مُرشحين مزروعين ذو تدفق أفقى الأول مستطيل الشكل والثاني بيضاوي الشكل، وبعد المرور على المرشحين تتدفق المياه المُعالجة إلى حوض عميق يحوي أنواع مختلفة من النباتات المائية والأسماك حيث تعمل الأسماك على تقليل نسبة البعوض.

الأداء

أثبتت عينة أن جودة المياه المعالجة تكافئ جودة المياه الموجودة في مصدر مائي أساسي في المدينة.

التشغيل والصيانة

وجد أن التفريغ اليدوي للحماة مثل خزان الترسيب سنويًا ضروري جدًا لضمان استمرارية النظام كما تُدْفَن الحماة المزالة في الحديقة. بالإضافة إلى الاعمال البسيطة من ازالة فروع الاشجار والحشائش النامية على الخزان.