DWA-
Topics

Treatment Steps For Water Reuse

May 2008

Treatment Steps For Water Reuse

مراحل معالجة المياه العادمة
بهدف إعادة الاستخدام

以水的再利用为目标的污水处理工艺评估

printed and digital

Aufbereitungsstufen für die Wasserwiederverwendung

Niveaux de traitement pour le recyclage de l'eau

مراحل فرآیندی تصفیه فاضلاب برای
استفاده مجدد

digital only

Publisher/Marketing:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
German Association for Water, Wastewater and Waste
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Germany
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Translation of text from German to Arabic and French was funded by the German Government through the German Technical Cooperation Programme "Regional Cooperation with ESCWA in the Water Sector in Near East/North Africa" implemented by Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) on behalf of Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).

Translation of text from German to Farsi was funded by the Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH, Essen, Germany.

The German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA) is intensively involved with the development of reliable and sustainable water management. Being a politically and economically independent organisation it operates specifically in the areas of water management, wastewater, waste and soil protection.

In Europe the DWA is the association in this field with the greatest number of members and, due to its specialist competence it holds a special position with regard to standardisation, professional training and information of the public. The members, approximately 14,000 represent specialists and managers from municipalities, universities, consulting engineers, authorities and businesses.

Imprint

Publisher and marketing:
DWA German Association for
Water, Wastewater and Waste
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Germany
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

ISBN: 978-3-941089-83-9

Translation:
English: Richard Brown, Wachtberg – Germany
Arabic: Omat Zimmo, Ramallah – Palestine
Chinese: Wanli Zhao, Peking – China
French: TransProjekt, Bonn – Germany
Farsi: Ahmad Khan, Teheran – Iran

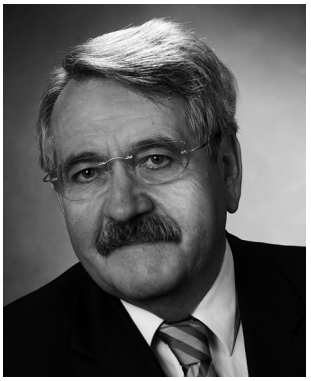
Printing:
Druckhaus Köthen, Köthen – Germany

Printed on 100 % recycled paper

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2009
German Association for Water, Wastewater and Waste

All rights, in particular those of translation into other languages, are reserved. No part of this Advisory Leaflet may be reproduced in any form – by photocopy, digitalisation or any other process – or transferred into a language usable in machines, in particular data processing machines, without the written approval of the publisher.

Preface



We all know that, already today, we are faced with the challenge of providing sufficient water of adequate quality for human consumption, agriculture and industry. Problems will increase due to the growing population and megacities but also as a result of changing lifestyles and eating habits. It is therefore advisable that we all think about how to ensure a sufficient amount and quality of the resource water can be provided.

Particularly important will be to use our water resources efficiently.
The reuse of wastewater is a key component in this respect.

The DWA Work Group has studied technologies for wastewater treatment with the focus on reuse purposes and worked out guidelines under the title “Treatment Steps for Water Reuse”.

Water recycling is widely practised by industry. It has been DWA’s intention to facilitate a better understanding of water recycling also for municipal and agricultural reuse purposes. To select the best suitable technology for each individual application in this field will always be a matter of the engineer’s experience.

The Work Group is aware that their work will not solve the world’s water problems, but they at least wanted to offer guidelines for part of the problem areas.

Dr.-Ing. E. h. Hans G. Huber
(DWA-Work Group Chairman)

Content

Preface 3

Treatment Steps for Water Reuse 5

مراحل معالجة المياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام 35

以水的再利用为目标的污水处理工艺评估 69

Printed versions in English, Arabic and Chinese

Digital versions in English, Arabic, Chinese German, French and Farsi (see enclosed CD)

DWA-

Topics

مر حل معالجة لمياه لعادمة بهدف ٍعادة لاستخد م

May 2008

gtz

DWA

Translation of text from German to Arabic and French was funded by the German Government through the German Technical Cooperation Programme "Regional Cooperation with ESCWA in the Water Sector in Near East/North Africa" implemented by Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) on behalf of Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).

إن الرابطة الألمانية للمياه والصرف الصحي والنفايات (DWA) هي الناطق الرسمي لجميع المسائل المتعلقة بالمياه في ألمانيا وهي أيضا مشاركة بشكل رئيسي في تطوير الإدارة المستدامة للمياه. وكونها منظمة مستقلة سياسيا واقتصاديا فإنها تعمل بشكل خاص في مجالات إدارة المياه والمياه العادمة والنفايات وحماية التربة.

في أوروبا تعتبر الـ DWA هي الرابطة العاملة في هذا المجال ويشارك فيها عدد كبير من الأعضاء ذوي الكفاءة العالية كما أن لها دور خاص في وضع المعايير وبرامج التدريب المهني وتوفير المعلومات للجمهور. وتضم الرابطة 14,000 عضوا يمثلون الخبراء والمدراء التنفيذيين من البلديات والجامعات والمكاتب الهندسية والهيئات الحكومية والمؤسسات التجارية.

وتتركز أنشطة الرابطة على تطوير وتحديث القوانين الفنية ووضع المعايير والمشاركة في وضع مواصفات المعايير الفنية على المستوى الوطني والدولي بالإضافة إلى المسائل الفنية والعلمية والمتطلبات الاقتصادية والقانونية لحماية البيئة والمجمعات المائية.

الناشر
الناشر والموزع:
DWA الرابطة الألمانية للمياه والصرف الصحي والنفايات
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
هاتف: +49 2242 872-333
فاكس: +49 2242 872-100
البريد الالكتروني: kundenzentrum@dwa.de
شبكة الإنترنت: www.dwa.de

ترجمة:
د. عمر زمو

طباعة (النسخة العربية)
Druckhaus Köthen

ISBN:
978-3-9417089-83-9

مطبوعة على الورق المعاد تدويره بنسبة 100 ٪

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2009
الرابطة الألمانية للمياه والصرف الصحي والنفايات

جميع الحقوق محفوظة بما فيها المترجمة إلى اللغات الأخرى ومن غير المسموح إعادة إنتاج هذا الكتاب أو أجزاء منه بأي شكل من الأشكال من خلال التصوير أو الميكروفيلم أو أي إجراء آخر مثل البرامج التي يمكن استخدامها في اللغة وأدوات معالجة البيانات من دون موافقة الناشر.

المقدمة

منذ سنوات وبشكل متزايد عرف الجميع إلى أن المياه على المستوى العالمي ستكون أكثر ندرة من البترول (النفط) و الغاز. و هناك معلومات متعددة كما ورد في التقرير البيئي لبرنامج منظمة الأمم المتحدة للبيئة عام 2007 بعنوان "GEO-4" مبينا بشكل واضح أسباب ذلك و هي: عدد سكان العالم و الذي يزيد عن ستة بليون شخص و مستوى الاستهلاك لجزء كبير من هؤلاء الناس الذي يتسبب في استهلاك الموارد بقدر يفوق قدرة الطبيعة على تعويضها. و لذلك فان الحل يكون من خلال الحد من استهلاك الموارد المائية وذلك من خلال إعادة استخدامها و إعادة تدويرها.

إن مصادر المياه العذبة في ألمانيا متوفرة بشكل كبير حاليا مما جعل تناول هذا الموضوع على مستوى ثانوي. ولكن نتيجة لمراقبة التحديات في السوق الدولية و زيادة المتطلبات للحصول على المعلومات من خلال القطاع الصناعي الألماني ووجود اللجنة المتخصصة و العاملة على الأنواع الجديدة لأنظمة الصرف الصحي فقد تأسست فرقة العمل BIZ-11.4 بعنوان "إعادة استعمال المياه" والتابعة للرابطة الألمانية للمياه والصرف الصحي والنفايات (DWA).

لقد كان تحديد ووصف مراحل عملية تنقية المياه العادمة بغرض إعادة الاستعمال من إحدى مهام فرقة العمل. وتعلق الأمر بوجه خاص على العمليات التي يفتقر تطبيقاتها في ألمانيا بسبب عدم توفر خبره في هذا المجال. و لهذا و من خلال فرقة العمل فقد تم وضع مصفوفة و التي من خلالها تتوفر التطبيقات و الطرق العلمية لمعالجة المياه العادمة بهدف إعادة استعمالها.

من المؤكد أن النتائج من هذا العمل المشرف لمجموعة العمل BIZ-11.4 والتابعة لـ DWA ليست جزءا من مجموعة القواعد و المعايير الخاصة بـ DWA. ولكن مصفوفة التقييم وضعت من خلال رؤية معاصرة و لا يمكن الادعاء على أنها الأفضل و يجب العمل من اجل تطويرها بشكل أفضل و بهذا الخصوص تعرب فرقة العمل عن شكرها وامتنانها للإسهامات و المعلومات المختلفة التي تم استخدامها.

يتوفر للمستخدم جداول إكسيل في ملحق مصفوفة التقييم لمراحل عملية معالجة المياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام من خلال الموقع الالكتروني <http://www.dwa.de/master/wastewater-reuse>. و يمكن للمستخدم الرجوع لهذه الجداول و تعديلها طبقا لمتطلباته واحتياجاته.

المؤلفون

إن هذا الموضوع و الصادر عن DWA تم وضعه من قبل فرقة العمل BIZ-11.4 والتابعة ل DWA بعنوان "إعادة استخدام المياه" و فيما يلي أسماء الأشخاص الذين شاركوا في إنتاج هذا الإصدار:

CORNEL, Peter	Prof. Dr.-Ing., Darmstadt
FIRMENICH, Edgar	Dipl.-Ing., Mannheim
FUHRMANN, Tim	Dipl.-Ing., Witten
HEIDEBRECHT, Rüdiger	Dipl.-Ing., Hennef
HUBER, Hans	Dr.-Ing. E.h. Dipl.-Ing., Berching (Sprecher)
KAMPE, Peter	Dipl.-Ing., Maintal
KARL, Volker	Dipl.-Ing., Frankfurt
MEDA, Alessandro	Dott.-Ing., Darmstadt
ORON, Gideon	Prof., Kiryat Sde-Boker, Israel (Gastbeitrag)
ORTH, Hermann	Prof. Dr.-Ing., Bochum
SCHEER, Holger	Dr.-Ing. habil., Essen
SCHMIDTLEIN, Florian	Dipl.-Ing., Bochum
SCHNEIDER, Thomas	Dipl.-Ing., Bochum
SCHWARZ, Christina	Dipl.-Ing., Neubiberg
WEISTROFFER, Klaus	Dipl.-Ing., Eschborn

منسق المشروع من قبل المكتب الرئيسي للرابطة الألمانية للمياه والصرف الصحي والنفايات

HEIDEBRECHT, Rüdiger — Dipl.-Ing., Hennef
Department of Training and International Cooperation
قسم التدريب والتعاون الدولي

المحتويات

المقدمة 37
المؤلفون 37
1 هدف مواضيع الإصدار 39
2 أهمية إعادة استخدام المياه 39
3 تصنيفات إعادة استخدام المياه العادمة 40
1.3 الجوانب الاجتماعية والثقافية والقبول 40
2.3 متطلبات التكنولوجيا 41
3.3 المتطلبات الإدارية البيانات والكفاءة التشغيلية للمحطات 41
4.3 الجوانب الصحية 42
5.3 القواعد القانونية ومراقبة الدولة 42
6.3 الفرص المتاحة في الأسواق لمشاريع إعادة استخدام المياه 43
7.3 التسعير والتمويل 43
.4 أمثلة على الاستخدام 44
1.4 تطبيقات عملية في ألمانيا 44
2.4 أمثلة مطبقة عالميا 45
.5 مصفوفة التقييم لخطوات عملية معالجة المياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام 46
1.5 هدف المصفوفة 46
2.5 المحددات 46
3.5 بنية المصفوفة وتفسير البنود 47
جدول 1: عناوين الأسطر و معايير التقييم 48
1.3.5 الأسطر 1-2 "المخاطر الصحية" 49
2.3.5 الأسطر3-6 "الجدوى الاقتصادية تكلفة الاستثمار" 49
3.3.5 الأسطر 7-11 "الجدوى الاقتصادية – تكلفة التشغيل" 50
4.3.5 الأسطر 12-16 "التأثير على البيئة نتيجة تشغيل المحطة" 50
5.3.5 الأسطر 17 – 19 "متطلبات عمال التشغيل" 51
6.3.5 الأسطر من 20-36 "تكنولوجيا المحطات" 51
7.3.5 الأسطر 37-40 "تكنولوجيا الري" 53
المراجع 53
الملاحق: مصفوفة التقييم للخطوات العملية لمعالجة المياه العادمة بهدف إعادة استخدامها 56
ملحق (أ) المختصرات (ليست جزء من النسخة الانجليزية) 67

قائمة الجداول

جدول 1: عناوين الأسطر و معايير التقييم 48

1 هدف مواضيع الإصدار

إن الحاجة إلى معالجة المياه العادمة لإعادة استخدامها لها أهمية قصوى على المستوى الدولي. هذا الموضوع سوف يؤخذ بعين الاعتبار بشكل متزايد في أوروبا ليس فقط في مناطق الجنوب حيث يتم ممارسة إعادة الاستعمال لإغراض الزراعة. بالإضافة إلى ذلك فان الاستخدام في المجالات المدنية المتعددة للمياه يتطلب اهتماما متزايدا خاصة في المدن الكبرى و المتنامية بشكل سريع وبغض النظر عن موقعها من المنطقة المناخية حيث تكون احتياجات المياه المحلية اكبر من مصادر المياه العذبة المتوفرة.

لهذا فان معالجة المياه العادمة لإعادة استعمالها يمثل مهمة معقدة حيث بالإضافة إلى القواعد و المعايير الوطنية و الدولية عن جودة المياه و تكنولوجيا المعالجة هناك أيضا محددات متعددة تختلف من دولة إلى أخرى يجب أن تؤخذ في الحسبان مثل نوع الاستخدام والموارد المالية و مستوى تدريب المشغلين المحليين. المنشورات الحديثة عن التحديات المختلفة للموضوع كثيرة و متعددة منها المراجع التالية AQUAREC (2006) و ANGELAKIS وآخرون (2001) و WHO (2006) و ASANO (2007) و JIMENEZ و ASANO (2008).

ولإعطاء نظرة شاملة و دعم لاختيار التقنيات المناسبة لمعالجة المياه العادمة لإعادة استخدامها فقد قامت فرقة العمل BIZ-11.4 تحت عنوان "إعادة الاستخدام" والتابعة ل DWA بوضع مصفوفة بأهم العمليات المختلفة لمعالجة المياه العادمة. حيث قيّمت كل مرحلة من عملية المعالجة بالنظر إلى الخصائص المختلفة كجودة التصرف الخارج و التكاليف و استهلاك الطاقة واستهلاك المواد وتكاليف الصيانة الوقائية وغيرها وتشمل عملية التقييم تحديد الخصائص لكل عملية فردية من عمليات معالجة المياه العادمة لإعادة استعمالها ويبين العلاقة في كل من هذه العمليات ويعطي معلومات عن مخاطر هذه العمليات الفردية و علاقتها بإعادة الاستعمال. بهذا فان مصفوفة التقييم في نسختها تركز بشكل أساسي على الاستخدام في مجالات الزراعة و الاستعمال المدني (الري و المياه لإطفاء الحريق و المياه غير الصالحة للشرب). إن مجال استخدام المياه في قطاع الصناعة و الطرق غير المباشرة لإعادة استخدام المياه والمسماة بمفاهيم الصرف الصحي البديل و التي تعتمد على أساس الفصل بين المواد المختلفة للتصرف في المياه العادمة ليست جزء من هذه المصفوفة و ليست مذكورة في هذا الإصدار.

إن الهدف من مواضيع هذا الإصدار من مصفوفة التقييم هو إعطاء معلومات أساسية عن إمكانيات ومعايير التطبيق والمتطلبات السابقة لاستخدام العديد من تقنيات معالجة المياه العادمة. هذه المصفوفة تعرض مساعدة سريعة و بسيطة لصناع القرار و لا ندعي أنه يمكن استخدامها كأساس لأخذ قرار مفصل والذي يجب أن يكون من خلال المتخصصين فقط. في حالات خاصة فإن المصفوفة بالتأكيد ليست للاستعاضة عن العمل الهندسي و لكن لتكون مساندة لدعم اتخاذ قرار مدروس و هادف حتى لو كانت لا تتوفر الخبرات المطلوبة. و في هذا الصدد فان الفئة المستهدفة من اجل تطبيق هذه المصفوفة يمثل على وجه الخصوص الخبرة المحدودة من جماعات المصالح العامة و واضعي السياسات و السياسيين ولإغراض التشاور مع وكالات و شركات تصنيع المعدات و المشغلين للبلديات في المناطق الزراعية (بهدف زيادة الوعي) في ألمانيا و الخارج.

2 أهمية إعادة استخدام المياه

إن محدودية الموارد المائية في العالم و التأثيرات التي هي من صنع الإنسان على هذه الموارد تمثل مشكلة عالمية متزايدة وأكثر البلدان تأثراً هي البلدان النامية الموجودة في المناطق الجافة و شبه الجافة. إضافة للظروف المناخية والتوزيع غير المتكافئ للموارد المائية فان النمو السكاني المتزايد و ارتفاع كمية استهلاك الفرد للمياه في هذه البلدان هو السبب الرئيسي في تزايد النقص في المياه. في كثير من الأحيان تؤدي إدارة مصادر المياه غير الموجه لأساسيات الاستدامة و المسببة لتلوث المياه السطحية و الجوفية في كثير من الأحيان إلى تفاقم المشاكل . ووفقا لتوقعات التقرير العالمي للمياه (اليونسكو, 2006) و حسب الأنماط الحالية للاستهلاك فمن المتوقع أن يواجه حوالي 7 مليار نسمة في 60 بلدا نقصا في المياه في منتصف القرن الحالي إذا ما تم تبني السيناريوهات الأسوأ كأساس لاستقراء النتائج إذ نرى في أفضل السيناريوهات أنه لا يزال على الأقل 2 مليار شخص في 48 بلدا يعانون من نقص المياه. وقد تنبأ خبراء التغير المناخي في الفريق الحكومي (IPCC, 2007) إلى حدوث تسارع في نقص المياه العالمي بسبب تغيرات المناخ العالمي.

إن إعادة استخدام المياه في العديد من البلدان هو ضرورة لا غنى عنها و ممارسة شائعة في قطاع المياه الصناعي، حيث تسهم في تقليص الفجوة بين استهلاك الماء المرتفع باستمرار و مصادر المياه المحدودة، ومن ناحية أخرى تساهم في التقليل من تأثيرات التغير المناخي. فالمياه العادمة المعالجة و المنقاة طبقا لمتطلبات الاستخدامات المختلفة ستكون في المستقبل جزءاً أساسياً للإدارة المستدامة لمصادر المياه.

وفي هذا السياق ولأن الزراعة في العالم هي من اكبر القطاعات المستهلكة للمياه فإن إعادة استخدام المياه العادمة المنقاة بشكل كاف لغرض الري الزراعي تسهم كثيراً في الحفاظ على موارد المياه العذبة. إضافة إلى ذلك فإن تخزين المياه له تأثيرات إيجابية على التغيرات الموسمية "مع ملاحظة ضرورة المحافظة على مستوى جودة المياه".

في الكثير من البلاد النامية يتم استخدام المياه العادمة غير المعالجة أو المعالجة بمقدار غير كافٍ.أما في المناطق الحضرية والأقل تحضراً بالتحديد يتم استخدام المياه العادمة من قبل السكان لأعمال الري نظراً لتوفرها مجاناً وعلى مدار السنة وغير مرتبطة بفترة الجفاف ولها

قيمة سماد عالية. وتساهم المياه العادمة غير المعالجة في إنتاج الأغذية بشكل ملحوظ. ومع أن مواصفات نوعية المياه لإعادة الاستخدام عادة ما تكون معروفة في هذه الدول "بناءً على تعليمات منظمة الصحة العالمية WHO" إلا أنه يتم استخدام هذه المياه في أغلب الدول النامية دون الرقابة القانونية ودون التحقق من الشروط الصحية(Ruth – University Bochum, 2005).

ولضمان إدارة مستدامة لمصادر المياه فمن الضروري اعتبار المياه العادمة مصدر مياه دائم مع ضرورة معالجة هذه المياه لتقليل المخاطر الصحية المتعلقة بالاستخدامات غير المراقبة.

3 تصنيفات إعادة استخدام المياه العادمة

1.3 الجوانب الاجتماعية والثقافية والقبول

يتعلق موضوع إعادة استخدام المياه العادمة بعوامل أساسية مختلفة تتفاعل مع بعضها البعض لتساهم في التخفيض المستمر لاستنزاف الموارد المائية. إعادة استخدام المياه تؤثر على الصحة والحياة اليومية للسكان ولذلك يجب أن تكون التكنولوجيا المستخدمة بسيطة التشغيل وواضحة. إضافة إلى المسائل الفنية والتنظيمية والمؤسساتية هناك أهمية خاصة للعوامل الاجتماعية والثقافية.

أهم عامل في إعادة الاستخدام هو تقبل المستهلك لهذه المياه. فقد شجعت العوامل الاقتصادية في مناطق مختلفة من العالم على هذا التقبل وذلك نظرا لشح المياه النظيفة وارتفاع أسعار تكلفة الطاقة اللازمة لضخ المياه من الأعماق وارتفاع تكلفة الصيانة وغيرها. مع ذلك يبقى هناك معارضة واسعة قد تصل إلى الرفض الكامل لاستخدام كميات كبيرة من المياه المعالجة وهذا يعود إلى أسباب مرتبطة بالتكنولوجيا المستخدمة وكذلك التشغيل والصيانة ونوعية المياه (الرائحة واللون) ومع أن الكثير من نظم الري تناسب إستخدام المياه المعالجة إلا أن تشغيل هذه الأنظمة لن يخلو من الأخطاء.

مع أن استخدام مياه المطر والمياه قليلة التلوث وكذلك استخدام فضلات الإنسان والحيوان كسماد طبيعي منتشر في كثير من المناطق في العالم إلا انه تبقى هناك معارضة قوية لاستخدام المياه المكررة. كما يظهر الناس حساسية خاصة لإعادة استخدام المياه وهذا لشعورهم بخطر التعرض للجراثيم من المياه المعالجة إضافة لموانع دينية أو مرتبطة بالدين تمنعهم من استخدام المياه مما يحد من التعامل مع المياه المعالجة (أيضا يمكن للدين تشجيع استخدام المياه المعالجة كما هو موضح في الأمثلة المذكورة أدناه). وعلى هذا يجب تحمل الصعاب في عملية تغيير التوجهات التقليدية للناس وهنا يظهر الدور الهام للتشغيل ووضع النظام المناسب المرتبط بنظام آمن يضمن استمرار الحد الأدنى من المواصفات لكل استخدام. ولمستخدم المياه المعالجة الحق في الاعتماد على هذه المواصفات وإلا لن يكون هناك تقبل لهذه المياه.

وعلى النقيض فبالرغم من أن القبول المؤسسي مشروط من خلال قوانين ومواصفات محددة فان القبول لدى المستخدم والمستهلك النهائي مثل الفلاحين الصغار ومستهلكي المنتجات الزراعية يكون ايجابيا نظرا لحاجتهم للمياه الشحيحة أصلا وهذا يعني في حالات كثيرة أن شروط القبول الرسمية يتم تجاهلها وتجنبها خاصة إذا كان هناك تطبيق فعال ونظم التحكم مفقودة.

من الواضح انه في حالة الاستخدام المباشر للمياه المعالجة وفي كل الحالات التي يكون الاتصال مع المستهلك النهائي من خلال المنتجات الزراعية والاستعمال المنزلي أو حتى كماء شرب من أصل ماء معاد استعماله فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار ولدرجة معينة الظروف الاجتماعية والثقافية. ولضمان التطبيق الناجح لا بد من المشاركة والإجابة على كل الأسئلة من بداية مراحل التخطيط واتخاذ القرارات العملية. وهذا يستوجب الأخذ بعين الاعتبار المواضيع التالية والتي تختلف أهميتها بناء على التطبيق المطلوب:

- عوائق إدارة المياه (الماء المطلوب مقارنة مع الماء المتوفر)
- النظافة والاحتياطات الصحية.
- المتطلبات الفنية لإنتاج واستخدام المياه المعالجة.
- متطلبات التشغيل والكفاءة (عدد وكفاءة عمال التشغيل، عوامل الأمان، احتياطات الطوارئ) بناء على مستوى التعقيد في عملية المعالجة.
- الجدوى المالية والفنية والاقتصادية آخذين بعين الاعتبار التكلفة (نفقات رأس المال) وكلفة التشغيل (نفقات التشغيل).
- المجالات البيئية والديمومة.
- الشؤون التنظيمية.

مثال: القبول الديني لاستخدام المياه المعالجة

لعب استخدام المياه المعالجة في المناطق الإسلامية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا دورا هاما منذ بداية القرن العشرين. في عام 1900 نرى أن المياه العادمة استخدمت لري 4500 هكتار في مناطق قريبة من القاهرة ونظرا لقلة مصادر المياه المتوفرة (يقدر بنقص بـ 20 بليون متر مكعب الآن وسيزداد إلى 40 بليون متر مكعب في سنة 2007) وازدياد عدد السكان (72 مليون نسمة الآن وسيصل إلى 83 مليون في سنة 2017). لن يكون غريبا ارتفاع استهلاك المياه المعالجة في كافة أنحاء البلد. كذلك نجد أن استخدام المياه المعالجة شائع و يعتبر وسيلة ناجعة لمواجهة النقص في المياه.

يدعم هذا التوجه رجال دين بارزون مثل معالي احمد الصبان وكيل وزارة الشؤون الدينية في السعودية الذي أوضح في مؤتمر إعادة استعمال المياه في أبو ظبي أن الإسلام يدعم الاهتمام بالتعامل مع المياه وحماية مصادر المياه. وأن استخدام المياه المعالجة لا يتعارض مع الدين ما دامت المياه نقية ولا يلاحظ لها لون أو رائحة (الصبان و2005).

2.3 متطلبات التكنولوجيا

لضمان استخدام آمن للمياه المعالجة في الزراعة على سبيل المثال يجب ضمان متطلبات نوعية المياه وطرق المعالجة والتي يجب ضمان توفيرها من خلال التكنولوجية المناسبة. هذه المتطلبات تشمل التعقيم لحماية الإنسان وإزالة السموم لحماية المياه الصحية والمياه الجوفية ولتقليل تركيز المواد الصلبة لتتلاءم ومعدات الري.

تحدي آخر يتمثل بالعلاقة بين المياه المتوفرة بشكل مستمر والمستخدمة بشكل متقطع. وهذا يتطلب تخزين هذه المياه في خزانات سطحية أو في الخزانات الجوفية وهذا يتطلب نوعية مياه محددة للمياه المخزونة مثل المستوى البكتيري ومحتوى السماد. إن مصفوفة التقييم المشمولة في الجزء الخامس من هذا الإصدار تقدم مساعدة للمتطلبات المختلفة بخصوص إمكانيات الاستخدام لتقنيات معالجة المياه العادمة المختلفة.

3.3 المتطلبات الإدارية البيانات والكفاءة التشغيلية للمحطات

لا فائدة من استخدام أفضل طرق المعالجة إن لم يكن بالإمكان ضمان تحقيق القوانين المطلوبة. بناء على تعقيدات طريقة المعالجة المستخدمة فان عملية تشغيل نظام إعادة الاستخدام للمياه المعالجة يتطلب درجة محددة من الكفاءة في إدارة المحطة. أيضا لضمان السلامة الفنية (النظافة والحماية الصحية) يجب تشجيع طاقم التشغيل ليتصرفوا بمسؤولية عالية. وهذا يعني ضرورة وجود عمال وأخصائيين مدربين. ويجب الانتباه أن يتم اختيار الطاقم ذو قابلية للتطوير ويشاركون في دورات تدريبية وامتحانهم بشكل مستمر خاصة في السنوات الأولى لتشغيل المشروع.

فـي الدول خارج أوروبا تكون هذه المتطلبات على عكس الواقع الذي يجب أن تكون عليه محطات المعالجة والتي تتصف بما يلي:

- عدم توفير الغطاء المالي للتشغيل.
- الطاقم ذو مؤهلات غير كافية.
- ضرورة تحسين رواتب العاملين.
- ضرورة تحسين صورة الفنيين وإظهارهم بصفة مدير موارد بدلاً من مشغل مجاري.
- إدارة مركزية وعدم القدرة على اتخاذ قرارات ميدانية.
- قلة الأثاث ومتطلبات التشغيل خاصة المعدات وقطع الغيار والطاقة والمواد الكيماوية. وهذه بمجملها تحدي كبير أمام تشجيع الموظفين وإمكانية تحقيق شروط ومواصفات التشغيل الآمن.

كما يجب الأخذ بعين الاعتبار الاحتياطات التشغيلية لضمان تشغيل المحطة بناء على القوانين والمحافظة على كفاءة عالية لعمال التشغيل حيث تؤثر على حساب التكلفة عند تخطيط مشروع المياه لإعادة الاستخدام.

مثال: تقوية كفاءة التشغيل في الجزائر

تقل فاعلية وعمر محطات معالجة المياه بشكل ملحوظ إن لم يتم الصيانة الوقائية بشكل جيد. ولهذا أخرجت من الخدمة محطات أنجزت حديثا بعد سنوات قليلة من التشغيل لأسباب احدها كفاءة تشغيل غير كافية.

أنجزت المنظمة الجزائرية لتشغيل محطات المجاري (ONA) وبالتعاون مع الشريك الألماني برنامج تدريب مستمر لتشغيل محطات معالجة المياه تم تدريب مدربين جدد وتم تجهيز مركز تدريب في بومرداس لتدريب طواقم العمالة من كافة أنحاء الجزائر. ويشمل برنامج التدريب في محطة بومرداس الأمان في العمل والصيانة الوقائية والقياس والتحكم، إدارة المشاكل والصيانة والمتابعة وإدارة المخازن. وغير ذلك فقد تحقق تحسن كبير في كافة محطات الجزائر وشعر الموظفين أن أهمية كفاءة التشغيل لا تقل أهمية عن توفير المعدات والمصادر.

أما إن تم التركيز عن الاستثمار في الأمور الفنية فقط فستكون النتيجة تكلفة تشغيل عالية وعملية تشغيل غير كفؤة.
(GTZ Emscher, 2006)

4.3 الجوانب الصحية

عند تخطيط وتشغيل مرافق إعادة الاستخدام للمياه العادمة يجب التأكد من عدم وجود أي مخاطر صحية وضمان أمان عمال التشغيل و مستخدمي المياه والناس عامة. إن المياه البلدية المعالجة بالطرق التقليدية تحتوي على مواد تسبب أخطاراً كثيرة وهي عبارة عن مواد كيماوية وكائنات ممرضة آدمية وكائنات دقيقة في أشكال متعددة مثل البكتيريا وفيروسات بالاضافة لبيض الديدان والطفيليات وبالتالي فإن الاستخدام الآمن للمياه يتطلب جودة عالية للمياه للحد من الأوبئة.

إن مخاطر الكائنات الممرضة يعتمد على نوع الاستخدام للمياه مثل طريقة الري المختارة ولهذا هناك تقييم لملائمة الطرق المختلفة للري موضحة في المصفوفة المرفقة ضمن هذه النشرة.

وحسب القاعدة لاستخدام المياه العادمة يجب استخدام طريقة تعقيم مناسبة بحيث تقل كمية الطفيليات وذلك إما بإزالتها أو تدميرها أو وقفها عن العمل وعندها يمكن أن لا نخاف من الأخطار الصحية من استخدام المياه. ولهذا فهناك حدود محلية أو وطنية (إن وجدت) يجب الالتزام بها وبالتحديد من الناحية الوبائية كما ويجب أن تشمل توصيات المنضمات الدولية المعترف بها مثل منظمة الصحة العالمية WHO (WHO, 2006).

عند استخدام مواد التعقيم يجب الانتباه إلى هذه المواد فقد تتسبب في تكوين مواد كيماوية سامة نتيجة التفاعلات الكيماوية مما يؤدي إلى الضرر بالناس وخاصة العاملين بالمحطة .

يجب إرشاد مستهلكي المياه وطاقم التشغيل للمخاطر الصحية المترتبة على استخدام المياه المعالجة إضافة لذلك يجب أن تكون هناك خطط صحية تستخدم في حالة الفشل على أن يكون تطبيق الخطط في حالة الفشل إلزامي وهام جدا.

5.3 القواعد القانونية ومراقبة الدولة

في كثير من الدول هناك قواعد قانونية ومجموعة من القوانين الفنية والمقاييس (مثل هذه المواصفات موجودة في ألمانيا وهي DIN 19650 والخاصة بالمتطلبات الصحية لمياه الري). وعند مراعاة القوانين والمقاييس في الدول خارج أوروبا وهي الدول التي تكون فيها المياه شحيحة أو متوقع أن تنضب في القريب العاجل فإنه يجب الانتباه للنقاط التالية:

- مراجعة القوانين باستمرار لضمان الالتزام والمراقبة وهذا يضمن التعامل الأمن مع هذه المياه وتجنب الإضرار المستمر لصحة الإنسان ونوعية المناطق المستخدمة للزراعة.
- في بعض الدول وبشكل عام يتم نسخ قوانين لدول مجاورة أو مانحة أو متقدمة وهذه القوانين قد لا تلاءم متطلبات هذه البلد.
- قد تحوي القوانين على بعض المعاملات والمعايير التي لا تتوافق قيم الحدود فيها مع بعضها البعض ولا يمكن استخدامها بالتوازي.

إضافة لقوانين الدولة هناك أيضا مواصفات دولية معترف بها على سبيل المثال المواصفات التي نشرت حديثاً لمنظمة الصحة العالمية WHO (WHO, 2006) وهذه المواصفات تشكل هيكلية متفق عليها لتطوير مواصفات وتعليمات محلية لتقليل المخاطر الصحية الميكروبيولوجية والمتعلقة بالمياه وتعطي أيضاً معلومات عن وسائل المراقبة لضمان الأمان الميكروبيولوجي وتهدف متطلبات النوعية بشكل أساسي إلى طرق استخدام المياه وتشمل على سبيل المثال إضافة إلى الطفيليات كل من محتوى الأملاح ومحتوى السماد للاستخدام الزراعي.

إضافة للمقاييس والمتطلبات الفنية المتعلقة بإعادة استخدام المياه المعالجة فعلى القوانين الحكومية أن تشمل بالإضافة إلى التعريفات الفنية على النواحي الجوهرية مثل التعرفة والمراقبة ومسؤولية وحقوق الجهات ذات العلاقة (منظمات تنفيذ، مقاولين، مشغلين، ومستهلكين) فمثلا يجب تحديد إجراءات السلامة والمتابعة وإيجاد نظام مراقبة داخلي وأخر مستقل خارجي. إضافة لذلك يجب وضع مواصفات واضحة وعقوبات يجب أن تطبق في حالة عدم الالتزام بالمتطلبات.

كما يجب أن تتوفر خلفية واضحة للمخططات الفنية وسرية وشفافية العطاءات فإن وجود القواعد والقوانين الواضحة هي متطلب مهم لتعاون اقتصادي ناجح.

بشكل عام يمكن القول لا يوجد نقص في القوانين الملزمة وكذلك المواصفات والتوصيات لاستخدام المياه المعالجة إنما المشكلة لأغلب الدول التي تعاني من شح المياه ليس هو عدم وجود مواصفات ومقاييس للمياه المعالجة ولكن هو عدم الالتزام بها ومراقبتها من قبل هيئة مستقلة تابعة للدولة أو القطاع الخاص إضافة لذلك غالبا لا يمكن تطبيق القوانين نظرا لقلة المصادر الاقتصادية.

6.3 الفرص المتاحة في الأسواق لمشاريع إعادة استخدام المياه

في السوق الأوروبية والعالمية ونظرا لشح المياه أو تلوثها والتغيرات الناتجة عن تغيير المحددات كنتيجة لتغيير القوانين فهناك فرص كبيرة للاستثمار في قطاع المياه. ولهذا تمثل المياه المعالجة مصدرا مهماً للمياه ومن المتوقع أن يحقق قطاع إعادة استخدام الماء أرباحا كبيرة.

في السياسات القديمة تم التركيز على تطوير وتوزيع مصادر المياه ولكن السياسات الحالية كما في توجيهات هيكلية المياه الأوروبية تتوجه إلى الإدارة المتكاملة بالإضافة إلى تغطية التقنيات. إن إدارة التكلفة لمشاريع المياه سابقاً كانت تعتمد على توزيع المياه المجاني كما أدى إلى استهلاك عالي في بعض المناطق وإضاعة المصادر القليلة المتوفرة وعدم تغطية تكلفة التشغيل. أيضا الكثير من مصادر المياه الطبيعية حتى في المناطق ذات مصادر المياه القليلة يتم التخلص منها على مدار السنة أو موسميا ولا يتوفر طرق لاستخدامها أو استخراج السماد منها أو الاستفادة منها. ولشح المياه وارتفاع الطلب في كثير من المناطق فقد أصبحت هذه المصادر غالية جدا ولا يجوز استخدامها مرة واحدة فقط وعليه فإنه يجب الاستفادة من السماد ومواد التربة من مواقع الاستخدام والتوفير في استخدام المياه العذبة والطاقة اللازمة الأمر الذي يجعل هذه الحلول ذات جدوى اقتصادية. عدا ذلك فإنه يجب اعتماد تكنولوجيا معالجة مصممة خصصت للاستخدام الزراعي والاستفادة من السماد حسب حاجة النبات (فترات النمو).

وهناك علاقة وطيدة بين مفاهيم هندسة المياه العادمة لإدارة المياه واستخدامها في العديد من مجالات التطوير ومواقع انتاج هذه المياه. ومن ناحية أخرى يمكن تزويد هذه المياه المعالجة لاستخدامات القطاعين الصناعي والتجاري.

إضافة إلى ذلك ففي المناطق الصحراوية أو شبة الصحراوية وحتى في الدول المتطورة يتسبب ازدياد الطلب على الماء وارتفاع تكلفة المياه العذبة والتشدد في المواصفات التصرف لضمان المحافظة على البيئة إلى التوجه إلى إعادة استخدام المياه وبذلك توفير فرص متزايدة لأسواق إعادة الاستخدام. إن ارتفاع التوقعات في تحسين استغلال الطاقة والنواحي الاقتصادية والتطوير في طرق المعالجة ستسهم في الابتكارات المتسارعة في هذا المجال.

إن إدارة مصادر المياه المتكاملة وبشكل خاص إعادة الاستخدام تقدم فرص عمل متزايدة لشركات التصنيع والمكاتب الاستشارية ويضاف إلى ذلك مهاماً في حل مشاكل التغيرات في المناخ. وتعطي الموصوفة في هذا الإصدار معلومات هامة عن طرق معالجة المياه العادمة في مراحل التخطيط وتحضير العطاءات للمناقصات وذلك لضمان إنتاج مياه بنوعية أفضل لصالح المستهلك.

مثال: سوق إعادة استخدام المياه في آسيا

نظرا لحاجة (اللحاق بالتطور والنمو الاقتصادي المرتفع فإن قارة آسيا بشكل خاص ذات قدرة عالية في مجال معالجة المياه وإعادة استخدامها حيث أن معدل النمو فيها يصل إلى 15% للسنوات القادمة. في اندونيسيا مثلاً كان سوق المياه المعالجة في عام 2003 هو 90 مليون دولار أمريكي مع نمو اقتصادي 10% وهناك أسواق مثل تايوان والفلبين بحاجة للحاق بالتطور الاقتصادي وينطبق ذلك أيضاً على تايلاند وماليزيا.

إن حكومة الصين تحاول معالجة أزمة المياه الناتجة عن النمو الاقتصادي عن طريق تشجيع إعادة استعمال المياه. ولذلك وعلى سبيل المثال فقد تم إلزام شركات الإنشاء وشركات تطوير الأراضي العامة والخاصة على التخطيط لإعادة استخدام المياه. ولتحقيق ذلك فقد تم تأسيس التجمع التجاري الصيني لإعادة استخدام المياه. وهذا بدورة سيدعم التكنولوجيا والمعدات والمنتجات.

7.3 التسعير والتمويل

هناك حاجة لوضع سياسات تسعير بعيدة المدى ووضع قوانين على مستوى الدولة والإقليم والمنطقة وذلك لتحقيق إدارة فاعلة لإدارة الطلب من مستخدمي المياه المختلفين والأكثر اتساعا. وهذا يشجع ويسوق حلول مبتكرة للتعامل مع الدورات المائية ومبادئ انسياب المواد بشكل منفصل في المناطق الريفية أو الحضرية.

تساهم الأسعار المعقولة للاستخدامات المختلفة للمياه المعالجة في مجالات مثل مياه الشرب وإعادة الاستخدام لأغراض الصناعة أو الزراعة في استعمال مصادر المياه المحدودة بفاعلية أكبر. ويتطلب القانون الأوروبي الجديد لهيكلية المياه مساهمات مالية من المستهلك و الملوث. وعلى المدى البعيد يجب تحقيق التكلفة الكلية وذلك لضمان الاستمرارية. ويجب فصل سياسة التسعيرة المقبولة اجتماعيا والمتزايدة بناء على تقبل المستخدم للدفع ويجب تعديلها بناءا على قيمة التضخم لضمان تشغيل المرافق وخدمات المستخدمين مثل تطوير مستوى الربط.

وقد ساهمت برامج استثمار بعيدة المدى لإعادة استخدام المياه مدعومة بمحفزات اقتصادية إلى توجيه المستهلكين في المناطق الشحيحة بالمياه مثل سنغافورة وجنوب إفريقيا واستراليا وكاليفورنيا لملائمة أنفسهم على المدى المتوسط والبعيد لمصادر المياه المتوفرة إقليميا والمختلفة في النوعية والتسعيرة.

تخضع المصادر المالية والمقدمة من قبل مستثمرين لتمويل مشاريع إعادة استخدام المياه أو المطلوب توفير دعم حكومي لها أو أخذها كقروض إلى شروط مختلفة. حيث أن المشاريع المبتكرة غالبا ما تكون مدعومة. وتعتمد أسس التمويل من بنوك التطوير الدولية على وجود

دراسات جدوى اقتصادية تأخذ بعين الاعتبار بدائل مختلفة من المفاهيم والتكنولوجيا وتختار حلول تحقق استرداد رأس المال للمستثمر(أسعار منخفضة للاستثمار والتشغيل) والمستفيد (توفير تعرفة معتدلة).

وهنك أمثلة عالمية عديدة لمشاريع تمت الموافقة عليها لإعادة الاستخدام توضح طرق المنافسة وكيفية قيام الوكالات التجارية بالاستثمار ضمن محددات مشروطة ومراعاة النظم وتوجهات قوانين الدولة. وتتوفر أمثلة ناجحة عديدة في تقرير QUAREC (2006) والممول من السوق الأوروبية وتقرير EMWIS (2007) عن إعادة استخدام المياه العادمة.

4. أمثلة على الاستخدام

1.4 تطبيقات عملية في ألمانيا

على الرغم من أن التجربة شاملة ومتوفرة في اغلب طرق المعالجة في ألمانيا إلا أنه لم يتم ممارسة استخدام المياه المعالجة في الري وذلك لوفرة المياه في البلد. تقتصر الاستخدامات الموجود في ألمانيا على الترشيح والري للأغراض الزراعية أو لشحن المياه الجوفية أو الترشيح على الضفاف وجميعها طرق غير مباشرة للاستخدام (وهذا ليس ضمن بحث هذا الكتيب). كما يوجد هناك أيضا تطبيقات محددة تتمثل في معالجة المياه الرمادية في البيوت الخاصة والفنادق.

إن التطبيقات القليلة والمتمثلة في ري المزروعات واستخدام برك المياه المعالجة لتربية الأسماك هي طرق تم استخدامها قديما لمعالجة المياه البلدية العادمة منذ بداية القرن العشرين. وقد أدى زيادة القيود على انبعاث المواد المتصرفة إلى توقف إعادة استخدام المياه المعالجة بيولوجيا ومياه البلديات المنقاة.

ولقد كان هناك مشاريع لإعادة استخدام المياه في الزراعة في عدة مدن ألمانية كما هو في Berlin و Bielefeld و Braunschweig (انظر الأمثلة في الصندوق) و Darmstadt و Dortmund و Freiburg و Münster و Wolfsburg. وكذلك تم استخدام برك تربية الأسماك كما هو الحال في Amberg و Nürnberg و Spandau و قرب München.

مثال: إعادة استخدام للأغراض الزراعية وتخفيف العبء البيولوجي على المياه المستقبلة في Braunschweig.

في مدينة Braunschweig وفي عام 1895 كانت هناك بداية للتخلص من السماد الطبيعي السائل على تربة رملية وذلك لأسباب صحية ولتخفيف العبء البيولوجي على المياه المستقبلة و لتحسين التربة في هذه المناطق أيضا. هذه الأيام يتم معالجة المياه العادمة المدنية Braunschweig "التي مقدارها 22 مليون $م^3$/السنة بيولوجيا بالكامل في محطة Steinhof ذات السعة التصميمية والمقدرة بـ (350.000 نسمة) في الصيف وتستخدم هذه المياه في ري المزروعات على مسافة 3000 هكتار بطريقة الرش السطحي وتكون مخلوطة جزئياً بالحمأة الزائدة.

تستخدم هذه الأراضي في زراعة المحاصيل ذات المردود الاقتصادي مثل شمندر السكر. ولكن يمنع استخدامها في زراعة المزروعات المأكولة مباشرة أو التي تؤكل بدون طبخ لأسباب صحية وتدرس حالياً إمكانية زراعة مواد لإنتاج الطاقة.

أما في الشتاء فيتم استخدامها لتجديد المياه الجوفية وشحنها. وتعمل حقول الترشيح الحالية كمناطق عازلة طبيعية لمعادلة التغيرات في نوعية لمعالجة المياه وحماية المياه المستقبلية الحساسة. في نفس الوقت تشكلت طبقة من مادة حيوية هامة نتيجة للري السطحي المستمر للأرض ويجب حمايتها.

يعزى وجود عدد قليل من مشاريع إعادة الاستخدام إلى الوفرة في مصادر المياه النقية. وان اختلفت من منطقة لأخرى. فالمناطق الشرقية في ألمانيا تظهر فيها اتجاهات سلبية للاتزان المائي المناخي. في السنوات الحارة والجافة فقد بلغ مقدار العجز في قيمة الهطول إلى 300 ملم والذي تسبب في جفاف الطبقة السطحية من التربة. وهذه نتيجة متوقعة أن تستمر في ألمانيا بسبب الاحتباس الحراري العالمي.

كما في كثير من هذه المناطق وكنتيجة للتغيرات المناخية والمصاحبة للاحتباس الحراري للأرض فانه من المتوقع تكرار هذه الأرقام في ألمانيا. ان الاستخدام الزراعي للأراضي هو الممارسة السائدة وفي المستقبل فان إعادة استخدام المياه المعالجة خاصة إذا استخدمت في مجال إنتاج مواد للطاقة المتجددة وإنتاج الطاقة وليس لإنتاج مواد للاستهلاك البشري. وفي هذه الحالة سيصنف الخطر الصحي بقليل جداً.

النظرة الجديدة لإعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة ستساهم في عمل التوازن على طلب المياه والمساهمة في تخفيف أزمة المياه. وهذا ينطبق وبشكل خاص إذا استخدمت هذه المياه في إنتاج مواد الطاقة المتجددة بهدف إنتاج الطاقة وليس لإنتاج مواد.

2.4 أمثلة مطبقة عالميا

عالميا مورست بشكل هادف عملية إعادة استخدام المياه المعالجة في تطبيقات عديدة (انظر الأمثلة من أوروبا – اسبانيا في الصندوق) ومنطقة الشرق الأوسط في دول كثيرة مثل اسبانيا و(الأردن) والولايات المتحدة، وذلك لري المناطق الخضراء أو المناطق الخضراء الحضرية وتربية الأسماك و إنتاج مياه لغير الشرب وكذلك حقن المياه الجوفية. من هذا السياق نلفت الانتباه إلى المنشورات والتفاصيل للحالات العديدة من الاستخدام. ومن أحدث هذه النشرات الدراسية الدولية لإعادة استخدام المياه للمؤلف Jimenez & Asano (2008) وتقرير إعادة استخدام مياه المجاري في الشرق الأوسط MED-EUWI (2007).

مثال: إعادة استخدام المياه في Costa Brava - اسبانيا

في شمال شرق اسبانيا وبالتحديد في المناطق الساحلية في Catalonia يلاحظ تطور كبير لمشاريع في إعادة استخدام المياه وينعكس ذلك في الإصلاحات السياسية و البنيوية وأيضا على الأرقام والإحصائيات. مثلا" في Costa Brava ما بين عام 1989 إلى 2001 زادت كمية المياه المعالجة بيولوجيا" وكمية استخدامها وصلت إلى 30 م³ وذلك بازدياد من صفر سنويا" إلى 2.3 مليون م³ .فقد زادت كمية المياه العادمة المستخدمة والمقدرة بـ 30 مليون م³ بعد عمليات المعالجة البيولوجية من صفر إلى 2.3 مليون م³ سنوياً و استخدمت هذه المياه لري مزارع العنب والورود وملاعب الغولف وكذلك استخدمت المياه المعالجة في شحن المياه الجوفية ك لمنع اندفاع حاجز المياه المالحة كما هو الحال في منطقة Torroella de Montgri و Tossa de Mar .
(SALA et al., 2002)

مثال: استخدام المياه في وادي الأردن- الأردن

تعتبر الأردن بلد محدود المصادر المائية نتيجة لزيادة استهلاك المياه والمتوقع أن يزداد الوضع المائي سوءاً وبناء على ذلك وبتشجيع من الحكومة ومدعومة بالقوانين والمحددات فقد وصل استخدام المياه المعالجة في الزراعة إلى 71مليون م³ وهو ما يعادل 16% من الاستهلاك الكلي للزراعة والمقدرة بـ 444 م³ ففي وادي الأردن وبشكل خاص يعاد استخدام المياه المعالجة لأغراض الزراعة بعد خلطها بالمياه النقية بنسبة 3:1 (تخفف للاستخدام الزراعي غير المحدد) ويمثل خزان الملك طلال والذي سعته 57 مليون م³ والذي يستوعب مياه محطتي معالجة قرية السمرة في البقعة وكذلك محطة المعالجة في جرش وهذا نتيجة الإدارة الحازمة أهمية عالية في إدارة مصادر المياه.
(SCHNEIDER, 2005)

مثال: استخدام المياه في كاليفورنيا –الولايات المتحدة

تعتبر كاليفورنيا رائدة في مجال إعادة استخدام المياه وهذا يتضح في المعايير القانونية الموجودة و التكنولوجيا المستخدمة و كذلك القبول الاجتماعي في عام 2000 حيث يوجد هناك 200 محطة معالجة للمياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام تم استخدامها ري المزروعات في مجالات مختلفة أهمها الزراعة و صيانة المنتزهات.

مثلا في منطقة Monterey والتي تنتج حوالي 70% من إنتاج الشوك الأرضي في الولايات المتحدة , فإن جزء كبير من الأراضي تسقى بالمياه المعالجة وفي أوقات ذروة الحاجة للماء تستخدم كل المياه المعالجة بمعدل 83.000 م³/يوم.

وفي Irvine يوجد بشكل موازي لشبكات توزع المياه لشبكات المياه المعالجة بشكل مستقل بهدف ري المنتزهات وملاعب الغولف والزراعة على الطرق . وهذه المياه المعالجة تمثل 20% من استهلاك المياه الإجمالي و توزع هذه المياه بطريقة فنية ومراقبة جيداً للبيوت الخاصة.
(ORTH, 2005)

5. مصفوفة التقييم لخطوات عملية معالجة المياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام

1.5 هدف المصفوفة

إن معالجة المياه العادمة بهدف إعادة الاستخدام يجب إن يتم باستخدام التقنية الأفضل ملائمة لكل حالة تطبيق على حده, اخذين بعين الاعتبار القوانين المحلية و المقاييس الدولية مثلا" (منظمة الصحة العالمية, منظمة الأغذية العالمية) على سبيل المثال وعند اختبار تقنية المعالجة يجب الأخذ بعين الاعتبار القيود التي تختلف من دولة لأخرى و المتمثلة" بالاستثمار و متطلبات التشغيل و مستوى تدريب عمال التشغيل المحليين. ولدعم مخططي محطات المعالجة وطاقم التنفيذ بهذه المهمة المعقدة اقترحت مجموعة العمل BIZ-11.4 التابعة للرابطة الألمانية للمياه (إعادة استخدام المياه).

مصفوفة تحتوي على الخطوات المتعددة لمعالجة المياه العادمة, قيمت كل مرحلة معالجة بما يتعلق بالنواحي المختلفة مثل نوعية المياه المتدفقة و التكاليف واستهلاك المواد و الطاقة وتكلفة الصيانة الوقائية وغيرها.

تشمل عملية التقييم تصنيف و مقارنة طرق المعالجة المختلفة دون الأخذ بعين الاعتبار مكان التطبيق و خصوصا لغرض ري المزروعات. لقد تم تطوير المصفوفة كنتيجة للتقييم وتعطي نظرة عامة على الإمكانيات المتعددة للمعالجة و تهدف إلى المساعدة في اتخاذ قرار سريع عن التقييم الأولي و لا ندعي بان المصفوفة كاملة او صحيحة بشكل مطلق و لكن يمكن تطبيقها في أغلب الأحيان وإنها ليست بديلا للدراسات الهندسية و القرارات الملائمة للحالات الخاصة و لكن تمكن و تسهل اتخاذ قرار منطقي مبني على أسس حتى لو توفرت خبرة فنية محدودة.

إن التقييم الوارد في المصفوفة ذو صفة فنية و لا تشمل بشكل مفصل المخاطر الصحية و لذلك يجب الرجوع إلى المراجع ذات العلاقة مثل توصيات(2006) WHO.

2.5 المحددات

إن إمكانية التوسع في تطبيقات إعادة استخدام المياه المعالجة تحتاج إلى تحديد مجال الاستخدام و بحذر تركز مصفوفة التقييم على المجالات التالية:

- ري المزروعات.
- مياه غير صالحة للشرب في الاستخدام المنزلي (مثل رحض المراحيض).
- استخدام المناطق الخضرية (مثل ري المنتزهات و الطرق و إطفاء الحريق).

إن نقطة البداية لمصفوفة التقييم هي تحديد المجال المراد استخدام المياه المعالجة له. وبهذا يمثل الري الزراعي، أوسع مجال للاستخدام وأهم نقطة ارتكاز ان الحاجة العالية إلى الماء في هذا القطاع وقلة متطلبات المعالجة مقارنة مع الاستخدامات الأخرى (حيث لا حاجة لإزالة السماد من الماء) و تقدم استخداما واسعا للمياه المعالجة ولهذا الاستخدام تعتبر المياه العادمة من المواد الخام و ينتج منها المياه المعالجة و التي يمكن أن يكون لها صفات مختلفة حسب الاستخدام المطلوب. وتعتمد المغذيات المسموح بها على فترة النمو الخضري وحالة التربة ويعتمد المستوى الصحي على المنتج المروي وطريقة الزراعة وكمية المواد الصلبة التي تعتمد على طريقة الري المستخدم وينطبق هذا أيضا على الاستخدامات الحضرية مثل استخدام الماء غير القابل للشرب للأغراض المنزلية.

الأنواع التالية من الاستخدام لم تشمل في مصفوفة التقييم:

- الاستخدام الصناعي.
- الاستخدام غير المباشر في تزويد مياه الشرب.
- فكرة بدائل للاستخدامات الصحية/مفاهيم الصرف الصحي البديلة.

إن استخدام المياه المعالجة في الصناعة غير مشمولة في مصفوفة التقييم حيث أن هذه البنود مطورة بشكل كامل و مستخدم في ألمانيا ولا حاجة لتفصيل ذلك الآن. إن العديد من التطبيقات الصناعية مشمولة في عملية الإنتاج بحيث لا يمكن التمييز بين دورة التشغيل الداخلية وإعادة الاستخدام الحقيقي. ويمكن تصور مدى الاستخدام الصناعي للمياه المعالجة بالأرقام التالية:

يستخدم 30,200 مليون م³/السنة (منها 22,500 مليون م³ تستخدم في التبريد) و 6,200 مليون م³/السنة هي مياه نظيفة وهذا يعني أن المياه المعاد استخدامها مقدارها 24,000 مليون م³/السنة وبذلك يكون معامل الاستخدام (نسبة الماء المستخدم/الماء النقي) هو 4.9 وهذا يعني أن كل متر مكعب من المياه النقية يستخدم خمسة مرات تقريباً وان حجم المياه المعاد استعمالها (24,000 مليون م³/السنة) يتجاوز كمية المياه العادمة البلدية (9,695 مليون م³/عام) بعامل لا يقل عن 2.4 (إحصائيات 1998 عن مكتب الإحصاء الألماني حسب المنشور في (CORNEL and MEDA, 2008).

وهذا لا يشمل المناطق التي تقوم بالاستخدام غير المباشر لمياه الأنهار المستقبلة و التي احتوت على مياه مجاري في أعلى السيل وهذه تشكل نسبة عالية في المناطق المكتظة وسط أوروبا نتيجة استخدام انهار كبيرة مثل الراين و الدانوب كمياه مستقبلية للمياه العادمة المعالجة في محطات التقنية. إضافة إلى ذلك وفي المناطق المكتظة بالسكان فقد تم استكشاف المواد الموجودة في المياه العادمة في العديد من المياه السطحية المستخدمة كمصدر لمياه الشرب الخام وهذا يمثل استخدام غير مباشر وبدون تخطيط وهذا غير مشمول في هذه الدراسة.

أن ما يسمى مفاهيم الصرف الصحي البديلة والمبنية على أساس فصل المياه إلى مياه سوداء و بنية و صفراء و رمادية ليست مشمولة في المصفوفة ولهذا السياق يجب الرجوع إلى المراجع ذات العلاقة.

3.5 بنية المصفوفة وتفسير البنود

مصفوفة التقييم كاملة منشورة في الملحق وهي مقسمة إلى خمسة جداول وتحتوي على مجموعات تكنولوجية متناسقة.

كما بنيت المصفوفة بحيث تكون خطوات عملية المعالجة مرتبة في الأعمدة و معايير التقييم في السطور. وقد تم وصف عناوين الأسطر و معايير التقييم في الجدول رقم (1).

يكون التقييم من خلال تصنيفات مثل عالي, وسط, وقليل و " يستكمل جزئيا بمعلومات أساسية مثل استهلاك الطاقة وكفاءة الإزالة لبعض معايير المياه العادمة ,وقد بنيت التفاصيل على التقييمات الواردة في المراجع العلمية وتقديرات أعضاء مجموعة العمل.وتمثل الأرقام خلف كل مجال مصدر المعلومة ذو العلاقة وتفاصيل المرجع يشار لها في نهاية الملحق.

جدول 1: عناوين الأسطر و معايير التقييم

الجانب				السطر
المخاطر الصحية	عمال تشغيل مرافق محطة المعالجة			1
	مستخدمي المياه المعالجة			2
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار	متطلبات المكان		3
		الأعمال الإنشائية		4
		الأعمال الميكانيكية		5
		الأعمال الكهربائية		6
	تكاليف التشغيل	تكلفة متطلبات العمالة		7
		تكلفة متطلبات الطاقة		8
		التخلص من البقايا		9
		مصادر التشغيل		10
		تكاليف الصيانة الوقائية		11
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان			12
	إزعاج من الرائحة			13
	الصوت / الضوضاء			14
	الرذاذ			15
	الحشرات (الديدان والذباب ، غيرها)			16
المتطلبات عن عمال التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية			17
	نفقات الصيانة الوقائية			18
	التدريب المطلوب لعمال التشغيل			19
تكنولوجيا المحطات	درجة المكنكة			20
	القوة			21
	استقرار العملية			22
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة			23
	نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD		24
		تخفيض المواد العالقة		25
		إزالة المغذيات	الامونيا	26
			النترات	27
			الفوسفور	28
		تخفيض الكائنات الممرضة	الفيروسات	29
			البكتيريا	30
			البرزويات	31
			الديدان	32
		اللون / الرائحة		33
		العكارة المتبقية		34
		زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35
	تراكم المواد المتبقية			36
تكنولوجيا الري	ري الجذور			37
	الري بالتنقيط			38
	الري بالرش			39
	الري بالغمر			40
أنواع الاستخدام	ري المزروعات			41
	ليست صالحة للشرب (لرحض المراحيض)			42
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)			43
	ري الغابات			44

في الفقرات التالية تم وصف اسطر المصفوفة والتي تحتوي على معايير التقييم وتعريف تصنيفات التقييم المستخدمة.

1.3.5 *الأسطر 1-2 "المخاطر الصحية"*

يتم تقييم وصفي للمخاطر الصحية على عمال تشغيل مرافق محطات المعالجة ولمستخدمي للمياه المعالجة وذلك حسب التصنيفات التالية:

التصنيف	ملاحظات
عالي	في الحالات التي يتم فيها التعامل مع مواد كيماوية خطرة
متوسط	إمكانية ضرورة التعقيم يمكن أن يكون التعقيم مطلوباً
منخفض	التعامل بالمياه يكون ما قبل المعالجة فقط إذا كان التطبيق يحدث كمرحلة معالجة أولية

2.3.5 *الأسطر3-6 "الجدوى الاقتصادية تكلفة الاستثمار"*

تفاصيل الجدوى الاقتصادية هي عامة وبشكل مقارن. إن تصنيفاتها بشكل منخفض ومتوسط وعالي هو لاعتبارات المقارنة الأولية لعمليات المعالجة. وقد وضعت وحددت التصنيفات حسب المتغيرات الألمانية.

التصنيف	ملاحظات
عالي	التكلفة >1000 €/النسمة والمساحة المطلوبة > 1 م^2/النسمة
متوسط	التكلفة >600 إلى 1000 €/النسمة والمساحة المطلوبة > 1 م^2/النسمة
منخفض	التكلفة ≤ 600 €/النسمة والمساحة المطلوبة ≤ 0.3 م^2/النسمة

العوامل التي تؤثر على تكلفة الباطون لم تؤخذ بعين الاعتبار حيث أنها تختلف من موقع لآخر. إن تحديد تكاليف الاستثمار والتشغيل يجب حسابها من البداية وبعناية لكل مشروع حيث أن دراسة الجدوى الاقتصادية من أهم العوامل المقررة للتقييم.

إلا أن الخبرة الميدانية تشير إلى وجود فروق عالية بين دولة وأخرى وموقع وآخر لنفس البلد. وعلية هذه بعض المحددات التي يجب أخذها بعين الاعتبار:

- حالة السوق والوضع التنافسي في الموقع أو الدولة
- المواصفات التفصيلية للتكنولوجيا الواقع عليها المختارة
- العلاقة بين الأعمال المدنية والميكانيكية أو المعدات للتكنولوجيا المختارة
- مساهمة تكلفة العمالة في تكلفة الاستثمار والتشغيل في الدول ذات الأجور المنخفضة
- توفر وتكلفة التشغيل (الطاقة وقطع الغيار وبنود المصروفات والمواد الكيماوية وغيرها).
- الحاجة إلى تشغيل أو استخدام أشخاص بخبرات عاليه في أعمال الصيانة والصيانة الوقائية.

في مصفوف التقييم قسمت تكلفة الاستثمار إلى متطلبات المساحات لأرضية والأعمال المدنية والأعمال الميكانيكية وأعمال الكهربائية E+MCR وتكنولوجيا القياس- التحكم والتنظيم بالأرقام فإن المساحة الأرضية المطلوبة محددة بوحدة م^2/النسمة حيث أن السعر الأساسي وهذا يعتمد بشكل رئيسي على البلد.

للمقارنة النوعية فإن الأساس أن تكون خطوات التصميم تتناسب والحمل والسعة الهيدروليكية. وبناءً على ذلك تعطى تكلفة الاستثمار بناءً على أساس عدد السكان ومكافئ السكان €/النسمة أو على أساس السعة الهيدروليكية €/م^3 في الساعة ويكون التحويل بينهما ممكناً والى مدى محددة و فقط عندما يتم افتراض معدل تصريف المياه العادمة المحددة لكل نسمة أو مكافئ نسمة.

3.3.5 الأسطر 7-11 "الجدوى الاقتصادية – تكلفة التشغيل"

الملاحظات العامة والمتعلقة بالتكلفة الأولية تنطبق أيضاً على تكلفة التشغيل لمحطات المعالجة تحت الدراسة وهذه الملاحظات مقسمة إلى ما يلي:

- تكلفة الموظفين ومتطلباتهم
- تكلفة الطاقة ومتطلباتهم
- تكلفة التخلص من المواد المتبقية
- تكلفة المواد المستخدمة في المعالجة مثل (المرسبات والمخثرات)
- تكلفة الصيانة الوقائية

إن الأرقام المذكورة تعكس الظروف الألمانية للمحطات المنشأة حديثاً ولذلك لا يمكن تحديد تكلفة نقل التكنولوجيا إلى دول أخرى.

يعطي الجدول التالي تكلفة التشغيل الإجمالية لبعض طرق المعالجة باليورو لكل متر مكعب من المياه المعالجة حسب التصنيفات التالية:

التصنيف	ملاحظات
عالي	التكلفة > 0.4 €/م^3 و ≤ 0.8 €/م^3
متوسط	التكلفة > 0.06 €/م^3 إلى 0.4 €/م^3
منخفض	التكلفة ≤ 0.06 €/م^3

وقد تم حساب الطاقة المطلوبة بالكيلوواط ساعة اللازمة لمعالجة 1 م^3 من المياه العادمة وهذه القيمة لا تعتمد على البلد ويمكن استخدامها مباشرة في حسابات التكلفة.وقد أعطيت متطلبات الطاقة وفق التصنيفات التالية

التصنيف	ملاحظات
عالي	متطلبات الطاقة > 0.02 كيلووات ساعة لكل م^3 و ≤ 0.2 كيلووات ساعة لكل م^3
متوسط	متطلبات الطاقة > 0.002 إلى 0.02 كيلووات ساعة لكل م^3
منخفض	متطلبات الطاقة ≤ 0.002 كيلووات ساعة لكل م^3

4.3.5 الأسطر 12-16 "التأثير على البيئة نتيجة تشغيل المحطة"

إن التأثيرات البيئية الناتجة عن تشغيل محطات معالجة المياه العادمة تم تقيمها بشكل وصفي وحسب التصنيفات التالية:

- انبعاث غاز الميثان (أو انبعاث الغازات الضارة للمناخ)
- الانزعاج بسبب الرائحة
- الانزعاج بسبب الصوت
- الرذاذ المنبعث
- الحشرات (الديدان والذباب والبعوض وغيرها)

التصنيف	ملاحظات
عالي	تأثير عالي على البيئة
متوسط	تأثير متوسط على البيئة
منخفض	تأثير منخفض على البيئة

5.3.5 الأسطر 17 – 19 "متطلبات عمال التشغيل"

إن مستوى التدريب الحالي لغالبية عمال التشغيل في الدول النامية والأسواق الجديدة يمثل العامل المحدد لاختيار التكنولوجيا المستخدمة في المعالجة. وتشتمل مصفوفة التقييم على متطلبات العاملين لكل طريقة معالجة وذلك حسب التصنيفات التالية:

- قابلية التشغيل و/أو تكلفتها
- تكاليف الصيانة الوقائية
- التدريب اللازم لعمال التشغيل

التصنيف	ملاحظات
عالي	متطلبات عالية
متوسط	متطلبات متوسطة
منخفض	متطلبات منخفضة

6.3.5 *الأسطر من 20-36 "تكنولوجيا المحطات"*

لقد تم تجميع التفاصيل الفنية للطرق المختلفة تحت بند تكنولوجيا المحطات وبالتحديد كفاءة المعالجة. إضافة إلى المعلومات الرقمية المنشورة فقد تم استخدام التصنيفات الوصفية التالية:

تم تقييم نوعية المياه المعالجة/أو كفاءة المعالجة بناءً على معايير المياه العادمة التالية بحساب درجة إزالتها.

- الأكسجين الحيوي الممتص COD و BOD (المركبات الكربونية العضوية)
- المواد العالقة (SS) (المواد المفلترة و الصلبة والمعلقة)
- المغذيات (الأمونيا والنترات والفوسفات)
- كائنات حية مسببة للمرض (البكتيريا و البروتوزوا والديدان)

تشمل المصفوفة على تفاصيل درجة الإزالة (%) أو تركيز المياه المعالجة (مليجرام/اللتر). كذلك خفض عدد الكائنات الحية مسجلاً بدرجات لوغرثمية وقد استخدمت التصنيفات التالية.

التصنيف	ملاحظات
عالي	درجة الإزالة > 70% أو 4-6 درجة لوغرثمية
متوسط	درجة الإزالة 30- 70% أو 2-3 درجة لوغرثمية
منخفض	درجة الإزالة < 30% أو حتى 2 درجة لوغرثمية
لا تأثير	درجة الإزالة < 5%
ليست ذات علاقة	إذا ما استخدمت كمعالجة متقدمة فقط

وهناك أيضا معايير أخرى تم وصف خصائصها وحالتها في المياه المعالجة مثل:

- اللون والرائحة
- العكارة المتبقية
- زيادة ملوحة المياه نتيجة المعالجة

التصنيف	ملاحظات
عالي	المياه المعالجة تكون ذات لون/رائحة/عكارة عالية
متوسط	المياه المعالجة تكون ذات لون/رائحة/عكارة متوسطة
منخفض	المياه المعالجة تكون ذات لون/رائحة/عكارة منخفضة
لا تأثير	---

هناك أيضا معايير إضافية غير قابلة للتحديد ومتعلقة بوصف تكنولوجيا المعالجة تم تقيمها بشكل وصفي وهي:
إضافة إلى ذلك فإن المعايير غير المحددة تم حسابها للوصف المباشر لتكنولوجيا المحطة وتم تقيمها بالمقارنات التالية:

- التقنية
- القوة
- استقرار العملية
- التأثير على نوعية المياه المتصرفة.

التصنيف	ملاحظات
عالي	درجة أعلى
متوسط	درجة أعلى من المتوسط
منخفض	درجة منخفضة

إن كمية المواد الناتجة من عملية المعالجة تم تقيمها على النحو التالي:

التصنيف	ملاحظات
عالي	> 80 إلى 110 لتر/(النسمة في السنة) حمأة جافة تحتاج إلى التخلص منها
متوسط	> 40 إلى 80 لتر/(النسمة في السنة) حمأة جافة تحتاج إلى التخلص منها
منخفض	حتى 40 لتر/(النسمة في السنة) حمأة جافة تحتاج إلى التخلص منها
لا تتراكم	---

7.3.5 الأسطر 37-40 "تكنولوجيا الري"

في حالة استخدامها المياه المعالجة في الري فقد تم تحديد إمكانية استخدام المياه المعالجة باستخدام طرق المعالجة المختلفة وملائمتها لتكنولوجيا الري المستخدمة.

بشكل عام فإن تركيز المواد الصلبة ممثلة بمحتوى المواد الصلبة الجافة يجب أن يكون قليل جداً وبناءً على ذلك تكون عملية الفلترة موصى بها أو واجبة وذلك عند استخدام الرشاشات ذات الفتحات الصغيرة جداً.

يجب تعقيم المياه المستخدمة في عملية الرش على شكل رذاذ كما هو الحال في نظام الرشاشات وذلك للتقليل من المخاطر الصحية للمعاملين والجيران.

التصنيف	ملاحظات
مناسب	ممكن ولكن مع التحفظ لضرورة الفلترة أو التعقيم
أقل ملائمة	ضرورة الفلترة
غير مناسبة	---
ليس ذو علاقة	إذا استخدمت كمعالجة أولية فقط

8.3.5 الأسطر من 41-44 "خيارات الاستخدامات"

تفصل هذه الأسطر وحسب التفصيلات التالية ما إذا كان من الممكن استعمال المياه المعالجة و/أو صلاحيتها لتحقيق الأهداف الموصى بها:

التصنيف	ملاحظات
يوصى به	---
ممكن	---
لا يوصى به	---
ليس ممكناً	---

المراجع

AL-SABBAN, A. (2005): Presentation in Arabic by HE Ahmed Al-Sabban, Deputy Minister for Planning and Development, Ministry of Islamic Affairs, Kingdom of Saudi Arabia, at the conference "Middle East Water Reuse "27/28.11.2005, Abu Dhabi, UAE, organized by the Economic magazine MEED

ANGELAKIS, A.; TTHIRS, T.; LAZAROVA, V. (2001): Water Reuse in EU Countries: Necessity of Establishing EU-Guidelines, State of the Art Review, Report of the EUREAU Water Reuse Group EU2-01-26

ALCALDE, L.; ORON G.; MANOR, Y.; GILLERMAN, L.; SALGOT, M. (2004): Wastewater reclamation and reuse for agricultural irrigation in arid regions: The experience of the city of Arad, Israel, Israeli-Palestinian International Conference on Water for Life, Antalya, Turkey, Oct. 2004, <www.ipcri.org>

AQUAREC (2006): Water Reuse System Management Manual, AQUAREC (Integrated Concepts for Reuse of Upgraded Wastewater), Editors: Davide Bixio and Thomas Wintgens, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2006, ISBN 92-79-01934-1, Kurzfassung auf www.aquarec.org>

ASANO, T. (2007): Water Reuse: Issues, Technologies and Applications, McGraw-Hill, 1. Auflage, März 2007, ISBN 9780071459273

ATV-M 205 (1998): Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser, Ausgabe Juli 1998, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

ATV-DVWK-A 131 (2000): Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Ausgabe Mai 2000, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

BARJENBRUCH M.; AL JIROUDI D. (2005): Erfahrungen aus dem Vergleich von Kleinkläranlagen auf dem Demonstrationsfeld in Dorf Mecklenburg, GWF Wasser Abwasser, Jg. 146, Nr. 5, 2005, S. 400–407

Bfai – BUNDESAGENTUR FÜR AUßENWIRTSCHAFT (2007): Wassermanagement und Wassertechnik im Nahen und Mittleren Osten und in Nordafrika, 2007, Bundesagentur für Außenwirtschaft, ISBN 3866434952

CORNEL, P. (2006): Weitergehende Behandlung von Kläranlagenabläufen (A-Kohle, Oxidations-, Desinfektionsverfahren u. a.), DWA WasserWirtschaftsKurs M/2 vom 11.-13. Oktober 2006, ISBN 3939057584

CORNEL, P.; MEDA, A.; HUBER, H. (2007): Development of a Matrix as a Decision Support Mechanism for Comparison and Evaluation of Technologies in Water Reuse Applications, in: Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser (GWA), Bd. 206, Advanced Sanitation, Hrsg.: Inst. für Siedlungswasserwirtschaft, RWTH Aachen, März 2007, ISBN 9783938996126, S. 28/1–28/9

CORNEL, P.; MEDA, A. (2008): Water reuse situation in Central Europe: the current situation, in: Water Reuse: An International Survey, Contrasts, issues and needs around the world, Editors: Blanca Jimenez und Takashi Asano, IWA Publishing, London, geplantes Veröffentlichungsdatum: 1. 2. 2008, ISBN 1843390892

DIN 19650 (1999): Bewässerung – Hygienische Belange von Bewässerungswasser, Ausg.: Febr. 1999, Beuth Verlag, Berlin

DWA-LANDESVERBAND BAYERN (2005): Kanal- und Kläranlagennachbarschaften, Fortbildung des Betriebspersonals 2005, München, ISBN 3887210581

DWA-A 262 (2006): Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern zur Reinigung kommunalen Abwassers, Ausgabe: März 2006, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

EMWIS (2007): Final report on waste water reuse – Annex B – Case studies, Nov. 2007, Ergebnisse der Arbeitsgruppe Abwasserwiederverwendung, Euro-Mediterranean Information System on Know-how in the Water Sector, <www.emwis.net/topics/waterreuse>

ENGELHARDT, N. (2006): Die Membranbelebungsanlage Nordkanal, Wiener Mitteilungen, Band 195, Betriebserfahrungen moderner Kläranlagen, ISBN 3852340861

FRECHEN, F. B. (2006): Leistung und Kosten des Membranbelebungsverfahrens, DWA WasserWirtschafts- Kurs M/2 vom 11.-13. Oktober 2006, ISBN 3939057584

GRÜNEBAUM, T.; WEYAND, M. (1995): Reduzierung der Betriebskosten bei der Abwasserbehandlung, 47. Darmstädter Seminar – Abwassertechnik – am 15. November 1995, Schriftenreihe WAR, Band 86, TH Darmstadt, ISBN 3923419791, S. 155–178

GÜNDER, B. (2001): Das Membranbelebungsverfahren in der kommunalen Abwasserbehandlung, Kommunale Kläranlagen, 2. Auflage, Technische Akademie Esslingen, Expert Verlag, ISBN 3816919944, S. 173–192

GÜNTHERT, F. W.; REICHERTER, E. (2001): Investitionskosten der Abwasserreinigung, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, ISBN 3486265075

GTZ – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT MBH, EMSCHER GESELLSCHAFT FÜR WASSERTECHNIK MBH (2006): Ausbildungsprogramm ONA, Algerien (PPP-Maßnahme), Schlussdokumentation, Zeitraum: 01.01. – 31.12.2006, Komponente 3 des Programms der Technischen Zusammenarbeit „Integrierte Wasserwirtschaft Algerien“

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL OM CLIMATE CHANGE (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Fourth Assessment Report, Summary for Policymakers, Working Group II of the IPCC, Brussels, April 2007

IRC – INTERNATIONAL WATER AND SANITATION CENTRE (2004): Waste stabilization ponds for wastewater treatment, <http://www.irc.nl/page/8237>

JIMINEZ, B.; ASANO, T. (2008): Water Reuse: An International Survey, Contrasts, issues and needs around the world, Editors: Blanca Jimenez and Takashi Asano, IWA Publishing, London, 2007, geplantes Veröffentlichungsdatum: 1.2.2008, ISBN 1843390892

LABER, J. (2001): Bepflanzte Bodenfilter zur weitergehenden Reinigung von Oberflächenwasser und Kläranlagenabläufen, Wiener Mitteilungen, Band 167, ISBN 3852340586

LENZ, G. (2004): Qualifikation des Betriebspersonals auf Kläranlagen, Hrsg.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

LÜTZNER, K. (2002): Ein Beitrag zur Bilanzierung von Bodenfiltern, Dresdner Berichte 21, TU Dresden, ISSN 1615083X

MED-EUWI – MEDITERRANEAN EU WATER INITIATIVE (2007): Mediterranean Wastewater Reuse Report, Joint Mediterranean EIWI/WFD Process, Produced by the Mediterranean Wastewater Reuse Working Group, Nov. 2007, <http://www.emwis.net/topics>

MURL – MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LADWIRTSCHAFT DES LANDES NRW (1999): Handbuch – Energie in Kläranlagen, Düsseldorf, September 1999

NOWAK, J. (2005): Abwasserbehandlung in bepflanzten Bodenfiltern – Arbeitsblatt DWA-A 262 (Bemessung, Bau und Betrieb), 2005, DWA WasserWirtschafts-Kurs L/6 Abwasserentsorgung im ländlichen Raum, ISBN 3939057002

ORTH, H. (2005): Länderbericht USA, in: Anforderungen an die Abwassertechnik in anderen Ländern, Abschlussbericht zum BMBF-Vorhaben 02WA0452, Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung, Teil II: Abwasserbehandlung und Wasserwieder-verwendung, Hrsg.: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik, Bochum, ISBN 3981025504

RUDOLPH, K.-U.; SCHÄFER, D. (2001): Untersuchungen zum internationalen Stand und der Entwicklung Alternativer Wassersysteme, Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-Forschungsvorhaben 02WA0074, Oktober 2001

RUHRVERBAND (1992): Seminar über Schönungsteiche am 19. November 1992 beim Ruhrverband in Essen

SALA, L.; MUJERIEGO, R.; SERRA, M.; ASANO, T. (2002): Spain sets the example, Water 21, August 2002, S. 18–20

SCHLEYPEN, P. (2005): Isar-Badegewässerqualität, Vortrag beim Wasserwirtschaftlichen Kolloquium an der Universität der Bundeswehr München

SCHNEIDER, T. (2005): Länderbericht Jordanien, in: Anforderungen an die Abwassertechnik in anderen Ländern, Abschlussbericht zum BMBF-Vorhaben 02WA0452, Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung, Teil II: Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung, Hrsg.: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik, Bochum, ISBN 3981025504

STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Kap. 12.4 in Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2006, Statistisches Bundesamt Deutschland, ISBN 9783824607730

STROHMEIER, A. (1998): Filtrationsanlagen, Kommunale Kläranlage, Technische Akademie Esslingen, Expert Verlag, ISBN 3816914063, S. 246–266

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2006): Water – A Shared Responsibility, The United Nations World Water Development Report 2, UNESCO Publishing, Paris/Berghahn Books, New York, ISBN 9789231040061

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2007): Global Environment Outlook: Environment for Development (GEO-4), <www.unep.org/geo/geo4/>

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C.A.L. (2006): Wastewater treatment in warm climates, Water 21, April 2006

WEDI, D.; WILD, W.; RESH, H. (2005): Betriebsergebnisse der MBR Monheim – Abwasserreinigung und Erhalt der Permeabilitäten mittels chlorfreier chemischer Reinigung, in: Membrantechnik in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung – Perspektiven, Neuentwicklungen und Betriebserfahrungen im In- und Ausland, 6. Aachener Tagung Siedlungswasserwirtschaft und Verfahrenstechnik, Aachen 2005, Beitrag A9, Hrsg.: T. Melin, J. Pinnekamp, M. Dohmann, ISBN 3861307758

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006): Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey-water, World Health Organization, Geneva, 2006, Veröffentlichung in vier Bänden

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006a): Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey-water, Volume 2: Wastewater use in agriculture, World Health Organization, Geneva, 2006, ISBN 9241546832

الملاحق: مصفوفة التقييم للخطوات العملية لمعالجة المياه العادمة بهدف إعادة استخدامها

المعالجة الميكانيكية

الجانب			رقم السطر	المعالجة الميكانيكية							
				التصفية				الترسيب			
				مع ترسيب / تخثير		بدون ترسيب / تخثير		تصفية دقيقة 10 ميكرومتر		مع ترسيب / تخثير		بدون تخثير	
المخاطر الصحية	عمل تشغيل مرافق محطة المعالجة		1	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	25	متوسط	25	منخفض	27	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	متوسط	28
	مستخدمي المياه المعالجة		2	منخفض (فقط كمرحلة معالجة مسبقة)	25	منخفض (فقط كمرحلة معالجة مسبقة)	25	منخفض (التطهير ضروري)	27	منخفض (فقط كمرحلة معالجة مسبقة)	28	منخفض (فقط كمرحلة معالجة مسبقة)	28
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار	متطلبات المكان	3	منخفض	25	منخفض	25	منخفض	27	منخفض (0.04-0.06 م2/النسمة)	6	منخفض (0.02-0.04 م2/النسمة)	6
		الأعمال الإنشائية	4	متوسط (400-1000 €/ (متر مكعب/ساعة) +تخثير	2	منخفض (400-1000 €/ (متر مكعب/ساعة)	2	منخفض	27	متوسط (250-1000 €/النسمة حوض ترسيب + 80-1 €/النسمة ترسيب)	3	متوسط (250-1000 €/النسمة حوض ترسيب)	3
		الأعمال الميكانيكية	5	منخفض	25	منخفض	25	متوسط	27	منخفض	34	منخفض	34
		الأعمال الكهربائية	6	منخفض	25	منخفض	25	منخفض	27	منخفض	34	منخفض	34
	تكاليف التشغيل	تكلفة متطلبات العمالة	7	منخفض	25	منخفض	25	منخفض	27	منخفض	34	منخفض	34
		تكلفة متطلبات الطاقة	8	متوسط (0117،0-0017 كيلووات ساعة/م3)	27	متوسط (0009-0013/م3)	27	منخفض	27	منخفض (~ 0002 كيلووات ساعة/م3)	5	منخفض (~ 0001 كيلووات ساعة/م3)	5
		التخلص من البقايا	9	عالي	25	متوسط	25	منخفض	27	عالي	34	متوسط	34
		مصادر التشغيل	10	عالي	25	منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	25	منخفض	27	عالي	34	منخفض (لا يوجد مصادر تشغيل)	34
		تكاليف الصيانة الوقائية	11	عالي	25	منخفض	25	منخفض	27	منخفض	34	منخفض	34
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان		12	بلا	25	بلا	25	بلا	27	منخفض (تتكون كميات قليلة من غاز الميثان عندما تكون عملية التحلل اللاهوائي ممكنة وذلك عند فترات الترسيب الطويلة	30	منخفض (تتكون كميات قليلة من غاز الميثان عندما تكون عملية التحلل اللاهوائي ممكنة وذلك عند فترات الترسيب الطويلة	
	إزعاج من الرائحة		13	عالي	29	عالي	29	منخفض	27	منخفض	29	متوسط	29
	الصوت / الضوضاء		14	منخفض	29	منخفض	29	منخفض	27	منخفض	29	منخفض	29
	الرذاذ		15	منخفض	29	منخفض	29	متوسط	27	منخفض	29	منخفض	29
	الحشرات (الديدان ، والذباب ، الخ)		16	عالي	29	عالي	29	منخفض	27	متوسط	29	منخفض	29
متطلبات على عمال التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية		17	متوسط	31	منخفض	25	متوسط	31	متوسط	31	منخفض	31
	نفقات الصيانة الوقائية		18	متوسط	31	منخفض	25	متوسط	31	متوسط	31	منخفض	31
	التدريب المطلوب لعمل التشغيل		19	متوسط	29	منخفض	29	متوسط (عمالة مدربة مطلوبة)	27	متوسط	29	منخفض	29
تكنولوجيا المحطات	درجة المكننة		20	منخفض / متوسط	25	منخفض	25	عالي	27	متوسط	27	منخفض	27
	القوة		21	عالي	25	عالي	25	متوسط	27	متوسط	27	عالي	27
	استقرار العملية		22	عالي	25	عالي	25	متوسط	27	عالي	27	عالي	27
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة		23	متوسط	25	منخفض	31	منخفض	31	متوسط	31	منخفض	31
	نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD	24	متوسط (الحد الأقصى 60٪)	25	منخفض (الحد الأقصى 25 ٪)	25	منخفض (< من 10 ٪ او <60 ملغ / لتر)	27	متوسط/عالي (55-75٪ COD، 45-80٪BOD)	6	متوسط/عالي (25-35٪ COD، 30-35٪BOD)	6
		تخفيض المواد العالقة	25	عالي (الحد الأقصى 95٪)	25	عالي (85٪)	25	متوسط (< من 30 ٪ او <10 ملغ / لتر)	27	متوسط/عالي (60-90٪)	6	متوسط (55-65٪)	6
		إزالة المغذيات: الامونيا	26	منخفض (10٪)	34	منخفض (10٪)	34	منخفض	27	منخفض (<-30٪)	6	منخفض (<-30٪)	6
		النترات	27	لا تأثير (0٪)	25	لا تأثير (0٪)	25	منخفض	27	لا تأثير (0٪)	34	لا تأثير (0٪)	3
		الفوسفور	28	عالي	25	منخفض (<10 ٪)	25	منخفض	27	عالي (75-90٪)	6	متوسط/منخفض (<35٪)	6
		تخفيض الكائنات: الفيروسات	29	منخفض	34	منخفض	34	لا يوجد تفاصيل	27	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1
		البكتيريا	30	منخفض	34	منخفض	34	لا يوجد تفاصيل	27	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1

الجانب			رقم السطر	المعالجة الميكانيكية							
				التصفية						الترسيب	
				مع ترسيب / تخثير		بدون ترسيب / تخثير		تصفية دقيقة 10 ميكرومتر		مع ترسيب / تخثير	بدون تخثير
	المعرضة	البرزويات	31	منخفض	34	منخفض	34	لا يوجد تفاصيل	27	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1
		الديدان	32	منخفض	34	منخفض	34	لا يوجد تفاصيل	27	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	منخفض (0-<1 لوغرثم)	1
	اللون / الرائحة		33	لا تأثير	25	لا تأثير	25	لا تأثير	27	منخفض عند زمن مكوث قليل وإمكانية حدوث رائحة من خلال العمليات اللاهوائية	30	منخفض عند زمن مكوث أطول وإمكانية حدوث رائحة من خلال العمليات اللاهوائية	30
	العكارة المتبقية		34	منخفض	25	متوسط	25	منخفض	27	منخفض	34	متوسط	34
	زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35	متوسط (ملوحة نتيجة الترسيب الكيميائي)	25	لا تأثير	25	لا تأثير	27	عالي (ملوحة نتيجة الترسيب الكيميائي)	30	لا تأثير	30
	تراكم المواد المتبقية		36	متوسط (يعتمد على المدينة: 15-70 لتر/ (النسمة في السنة))	27	متوسط (يعتمد على المدينة: 15-60 لتر/ (النسمة في السنة))	27	منخفض	27	عالي (730-2500 لتر/ (النسمة في السنة) للمحلول الغير مستقر أو 40-110 لتر/ (النسمة في السنة) للحمأة المجففة)	6	منخفض (330-730 لتر/ (النسمة في السنة) للمحلول الغير مستقر أو 15-40 لتر/ (النسمة في السنة) للحمأة المجففة)	6
تكنولوجيا الري	ري الجذور		37	غير مناسب	25	غير مناسب	25	مناسب	27	غير مناسب	10	غير مناسب	10
	الري بالتنقيط		38	غير مناسب	25	غير مناسب	25	مناسب	27	غير مناسب	10	غير مناسب	10
	الري بالرش		39	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	25	غير مناسب	25	مناسب	27	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10
	الري بالغمر		40	مناسب	25	مناسب	25	مناسب	27	مناسب	10	مناسب	10
أنواع الاستخدام	ري المزروعات		41	ممكن	29	لا يوصى به	29	يوصى به	27	ممكن	29	ممكن	29
	ليست صالحة للشرب (لرحض المراحيض)		42	لا يوصى به	25	غير ممكن	25	ممكن	27	لا يوصى به	29	غير ممكن	29
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)		43	لا يوصى به	25	غير ممكن	25	ممكن	27	لا يوصى به	29	غير ممكن	29
	ري الغابات		44	ممكن	25	ممكن	25	يوصى به	27	ممكن	29	ممكن	29

برك و مرافق التخزين وأحواض معالجة المياه العادمة

الجانب			رقم السطر	برك المياه العادمة				مرافق تخزين المياه العادمة وأحواض المعالجة	
				برك مهواة / هوائية مع برك ترسيب		برك غير مهواة / أنوكسك /غير هوائية		برك الصقل النهائية	
المخاطر الصحية	عمال تشغيل مرافق محطة المعالجة		1	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	مستخدمي المياه المعالجة		2	متوسط (عملية التطهير مطلوبة)	26.33	متوسط (عملية التطهير مطلوبة)	26.33	متوسط (عملية التطهير مطلوبة)	26.33
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار	متطلبات المكان	3	عالي (0.25-0.5 م²/النسمة)	6	عالي (1.2-3.0 م²/النسمة)	6	عالي (3.0-5.0 م²/النسمة)	6
		الأعمال الإنشائية	4	منخفض (300-1000 €/ نسمة)	26.33	منخفض (300-1000 €/ نسمة)	26.33	منخفض (300-1000 €/ نسمة)	26.33
		الأعمال الميكانيكية	5	منخفض	2	منخفض	2	منخفض	26.33
		الأعمال الكهربائية	6	منخفض	2	منخفض	2	منخفض	26.33
	تكاليف التشغيل	تكلفة متطلبات العمالة	7	منخفض	4	منخفض	4	منخفض	26.33
		تكلفة متطلبات الطاقة	8	متوسط	33	منخفض	33	منخفض	34
		التخلص من البقايا	9	متوسط	26.33	متوسط	26.33	منخفض	33
		مصادر التشغيل	10	منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	26.33	منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	26.33	منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	26.33
		تكاليف الصيانة الوقائية	11	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان		12	متوسط (تكون غاز الميثان في منطقة الترسيب من خلال عملية التحلل اللاهوائي)	26.33	عالي (تكون كثيف لغاز الميثان من خلال عملية التحلل اللاهوائي)	26.33	منخفض (تكون غاز الميثان من خلال عملية التحلل اللاهوائي للمواد المتبقية والحمأة)	26.33
	إزعاج من الرائحة		13	منخفض	26.33	عالي (يعتمد على طريقة التشغيل)	26.33	منخفض	26.33
	الصوت / الضوضاء		14	متوسط (يعتمد على التهوية)	26.33	لا يوجد	26.33	لا يوجد	26
	الرذاذ		15	متوسط (يعتمد على نظام التهوية)	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	الحشرات (الديدان ، والذبلب ، الخ)		16	عالي (بعوض)	26.33	عالي (بعوض)	26.33	عالي (بعوض)	26.33
متطلبات على عمال التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية		17	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	نفقات الصيانة الوقائية		18	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	التدريب المطلوب لعمال التشغيل		19	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
تكنولوجيا المحطات	درجة المكننة		20	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	القوة		21	عالي	26.33	عالي	26.33	عالي	26.33
	استقرار العملية		22	عالي	26.33	عالي	26.33	عالي	26.33
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة		23	منخفض	26.33	منخفض	26.33	منخفض	26.33
	نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD	24	متوسط/عالي (65-80% COD ; 75-85% BOD)	6	متوسط/عالي (65-80% COD ; 75-85% BOD)	6	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	26.33
		تخفيض المواد العالقة	25	عالي (70-80٪)	6	عالي (70-80٪)	6	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	26.33
		إزالة المغذيات الامونيا	26	منخفض (<30٪)	6	متوسط (<50٪)	6	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	26.33
		النترات	27	منخفض (<30٪ نيتروجين كلي)	6	متوسط (<60٪ نيتروجين كلي)	6	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	26.33

مرافق تخزين المياه العادمة وأحواض المعالجة	
منخفض	26.33
منخفض (عند زمن مكوث طويل)	26.33
عالي	6
متوسط	26.33
منخفض	26.33
منخفض	26.33
منخفض	26.33
منخفض	34
منخفض	33
منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	26.33
منخفض	26.33
عالي (تكون كثيف لغاز الميثان من خلال عملية التحلل اللاهوائي)	26.33
منخفض	26.33
لا يوجد	26
منخفض	26.33
عالي (بعوض)	26.33
منخفض	26.33
منخفض	26.33
منخفض	26.33
منخفض	26.33
عالي	26.33
عالي	26.33
منخفض	26.33
منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	10
منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	10
منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	10
منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	10

الجانب			رقم السطر	برك المياه العادمة				مرافق تخزين المياه العادمة وأحواض المعالجة	
				برك مهواة / هوائية مع برك ترسيب		برك غير مهواة / أنوكسك /غير هوائية		برك الصقل النهائية	
		الفوسفور	28	متوسط/ منخفض (<30٪)	6	متوسط/ منخفض (<35٪)	6	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	26.33	منخفض (انخفاض الأحمال المتبقية/توازن في الحد الأعلى للتصرف	10
	تخفيض الكائنات الممرضة	الفيروسات	29	منخفض (1-2 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1
		البكتيريا	30	منخفض (1-2 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-6 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-6 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-6 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1
		البرزويات	31	منخفض (0-1 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (0-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	عالي (1-4 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1
		الديدان	32	متوسط (1-3 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	متوسط (1-3 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	متوسط (1-3 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1	متوسط (1-3 لوغرثم يعتمد على زمن المكوث)	1
	اللون / الرائحة		33	متوسط (يتلون لوجود الطحالب والبكتيريا)	26.33	عالي (يتلون لوجود الطحالب والبكتيريا/ رائحة من خلال عملية التحلل اللاهوائي)	26.33	متوسط (يتلون لوجود الطحالب والبكتيريا)	26.33	متوسط (يتلون لوجود الطحالب والبكتيريا)	26.33
	العكارة المتبقية		34	متوسط	26.33	متوسط	26.33	متوسط	26	منخفض	26.33
	زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35	متوسط (خطر الملوحة نتيجة التبخر)	26.33	متوسط (خطر الملوحة نتيجة التبخر)	26.33	متوسط (خطر الملوحة نتيجة التبخر)	26.33	متوسط (خطر الملوحة نتيجة التبخر)	26.33
	تراكم المواد المتبقية		36	متوسط (يعتمد على زمن إزالة الحمأة)	26.33	متوسط (يعتمد على زمن إزالة الحمأة)	26.33	منخفض (يعتمد على زمن إزالة الحمأة)	26.33	منخفض (يعتمد على زمن إزالة الحمأة)	26.33
تكنولوجيا الري	ري الجذور		37	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10
	الري بالتنقيط		38	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10	مناسب (يتطلب ترشيح)	10
	الري بالرش		39	أقل مناسبة (يتطلب تعقيم)	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
	الري بالغمر		40	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
أنواع الاستخدام	ري المزروعات		41	ممكن	26.33	ممكن	26.33	ممكن	26.33	ممكن	26.33
	ليست صالحة للشرب (لرحض المراحيض)		42	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)		43	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33	لا يوصى به	26.33
	ري الغابات		44	ممكن	26.33	ممكن	26.33	ممكن	26.33	ممكن	26.33

مفاعلات التدفق الصاعد اللاهوائي ذات طبقة الحماة (UASB) و عمليات الحمأة المنشطة والمرشحات البيولوجية و أحواض القصيب

الجانب		رقم المسطر	UASB		عمليات الحمأة المنشطة				المرشحات البيولوجية		محطات النباتات	
					إزالة المواد الكربونية		إزالة المغذيات					
المخاطر الصحية	عمال تشغيل مرافق محطة المعالجة	1	منخفض	28	منخفض	28	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	منخفض	28	منخفض	28
	مستخدمي المياه المعالجة	2	منخفض (فقط كمرحلة معالجة مسبقة)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار متطلبات المكان	3	منخفض (0.03-0.1 م²/النسمة)	6	منخفض (0.12-0.25 م²/النسمة)	6	منخفض (0.12-0.25 م²/النسمة)	6	منخفض (0.12-0.3 م²/النسمة)	6	عالي (3-5 م²/النسمة)	6
	الأعمال الإنشائية	4	متوسط	26	متوسط (100-800 €/النسمة)	2	متوسط (200-900 €/النسمة)	2	متوسط (200-600 €/النسمة)	2	عالي (1000-2000 €/النسمة)	24
	الأعمال الميكانيكية	5	متوسط	30	متوسط (40-80 €/النسمة)	2	متوسط (40-80 €/النسمة)	2	منخفض	2	منخفض	24
	الأعمال الكهربائية	6	متوسط	30	عالي	2	عالي	2	منخفض	2	منخفض	24
	تكاليف التشغيل تكلفة متطلبات العمالة	7	منخفض	30	متوسط (5-10 €/النسمة في السنة)	8	متوسط (5-10 €/النسمة في السنة)	8	منخفض	4.9	منخفض (50-130 €/النسمة في السنة)	24
	تكلفة متطلبات الطاقة	8	منخفض	30	عالي (~ 0.110 كيلووات ساعة/م³)	5	عالي (~ 0.190 كيلووات ساعة/م³)	5	متوسط (~ 0.085 كيلووات ساعة/م³)	5		
	التخلص من البقايا	9	منخفض	30	متوسط (10-20 €/النسمة في السنة)	8	متوسط (10-20 €/النسمة في السنة)	8	منخفض	4.9		
	مصادر التشغيل	10	منخفض (انعدام المصادر اللازمة للتشغيل)	30	متوسط (1-2.5 €/النسمة في السنة)	8	متوسط (1-2.5 €/النسمة في السنة)	8	منخفض	4.9		
	تكاليف الصيانة الوقائية	11	منخفض	32	متوسط (2.5-5 €/النسمة في السنة)	8	متوسط (2.5-5 €/النسمة في السنة)	8	منخفض	4.9		
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان	12	عالي (يكون غاز الميثان مذاباً في المياه المعالجة ويزداد مقداره بزيادة درجة الحرارة وينطلق إلى الجو)	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30	لا يوجد (إذا كان تدفق الهواء غير كافي مع إمكانية تكوين مناطق لاهوائية وتوليد غاز الميثان)	30	منخفض (تكون مناطق لاهوائية مع إمكانية تكوين غاز الميثان)	26
	إزعاج من الرائحة	13	منخفض	30	متوسط	29	منخفض	29	متوسط	30	منخفض	30
	الصوت / الضوضاء	14	منخفض	30	متوسط/عالي (يعتمد على تكنولوجيا المعالجة)	29	متوسط/عالي (يعتمد على تكنولوجيا المعالجة)	29	لا يوجد	26	لا يوجد	26
	الرذاذ	15	منخفض	30	منخفض/عالي (يعتمد على تكنولوجيا المعالجة)	29	منخفض/عالي (يعتمد على تكنولوجيا المعالجة)	29	منخفض	30	منخفض	30
	الحشرات (الديدان ، والذباب ، الخ)	16	منخفض	30	منخفض	29	منخفض	29	عالي	30	عالي	30
متطلبات على عمال التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية	17	متوسط	30	متوسط	31	عالي	31	متوسط	30	منخفض	30
	نفقات الصيانة الوقائية	18	متوسط	30	متوسط	31	عالي	31	متوسط	30	منخفض (على فترات زمنية عند قص النباتات)	30
	التدريب المطلوب لعمال التشغيل	19	متوسط	30	متوسط	29	عالي	29	متوسط	30	منخفض	30
تكنولوجيا المحطات	درجة المكننة	20	منخفض	27	عالي	27	عالي	27	متوسط	30	منخفض	27
	القوة	21	منخفض	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27	منخفض/ متوسط	27
	استقرار العملية	22	منخفض	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة	23	متوسط	30	عالي	30	عالي	30	متوسط	30	منخفض	30

الجانب			رقم الشرط	UASB	عمليات الحماة المنشطة				المرشحات البيولوجية		محطات النباتات	
					إزالة المواد الكربونية		إزالة المغذيات					
نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD		24	متوسط / عالي (50 الى 85-95%)	30	عالي (80-90% COD ; 85-93% BOD)	6	عالي (80-90% COD ; 85-93% BOD)	6	عالي (70-90% COD ; 80-93% BOD)	6	عالي (75-85% COD ; 80-90% BOD)	6
	تخفيض المواد العلقة		25	متوسط / عالي (65-80%)	6	عالي (87-93٪)	6	عالي (87-93٪)	6	عالي (87-93٪)	6	عالي (87-93٪)	6
	إزالة المغذيات	الامونيا	26	متوسط (<50٪)	6	منخفض (20٪)	3	عالي (< 80٪)	6	متوسط/عالي (50-85٪)	6	متوسط/عالي (40-98٪ مع اختلاف فصول السنة)	29
		النترات	27	متوسط (<60٪ نيتروجين كلي)	6	لا تأثير (0٪)	3	عالي (28٪)	34	متوسط (<60٪ نيتروجين كلي)	6	منخفض (0-17٪)	24
		الفوسفور	28	متوسط / منخفض (<35٪)	6	منخفض (30%بدون ترسيب)/عالي (90% مع ترسيب)	3	منخفض (30%بدون ترسيب)/عالي (90% مع ترسيب)	3	منخفض/منخفض (<35% فقط عند الترسيب)	4.9	متوسط/عالي (30-95% يعتمد على العمر)	29
	تخفيض الكائنات الممرضة	الفيروسات	29	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-2 لوغرثم)	1	منخفض (0-2 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1
		البكتيريا	30	منخفض (0.5-1.5 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	متوسط/منخفض (0.5-3 لوغرثم)	1
		البرزويات	31	منخفض (0-1 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1	منخفض (0.5-2 لوغرثم)	1
		الديدان	32	منخفض (0.5-1 لوغرثم)	1	منخفض (1-<2 لوغرثم)	1	منخفض (1-<2 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1
	اللون / الرائحة		33	عالي (تكون مواد ذات رائحة نتيجة التحلل اللاهوائي)	30	منخفض (عند تشغيل صحيح)	30	منخفض (عند تشغيل صحيح)	30	منخفض (مع إمكانية تكون مواد ذات رائحة عند الظروف اللاهوائية)	30	منخفض (مع إمكانية تكون مواد ذات رائحة عند الظروف اللاهوائية)	30
	العكارة المتبقية		34	متوسط	30	متوسط	26	متوسط	34	متوسط	30	متوسط	30
	زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35	لا تأثير	30	منخفض	30	متوسط (زيادة الملوحة نتيجة الترسيب الكيميائي عند إزالة الفسفور)	30	منخفض (خطر زيادة الملوحة نتيجة الترسيب أو تبخر الماء عند زيادة معدل التدوير وأشعة الشمس وانخفاض رطوبة الهواء)	30 34	منخفض (خطر زيادة الملوحة نتيجة عمليات النتح بواسطة النباتات)	30
	تراكم المواد المتبقية		36	منخفض (70-220 لتر/النسمة في السنة وسائل غير مستقر أو 10-35 لتر/النسمة في السنة من الحماة المجففة)	6	عالي (1100-3000 لتر/النسمة في السنة وسائل غير مستقر أو 35-90 لتر/النسمة في السنة من الحماة المجففة)	6	عالي (1100-3000 لتر/النسمة في السنة وسائل غير مستقر أو 35-90 لتر/النسمة في السنة من الحماة المجففة)	6	متوسط (360-1900 لتر/النسمة في السنة وسائل غير مستقر أو 35-80 لتر/النسمة في السنة من الحماة المجففة)	6	متوسط/عالي (عند قص النباتات)	30
تكنولوجيا الري	ري الجذور		37	ليست ذات صلة (معالجة مسبقة فقط)	10	ليست ذات صلة (معالجة مسبقة فقط)	10	مناسب (يحتاج إلى ترشيح)	10	أقل مناسبة (يحتاج إلى ترشيح)	10	أقل مناسبة (يحتاج إلى ترشيح)	10
	الري بالتنقيط		38	ليست ذات صلة (معالجة مسبقة فقط)	10	مناسب (يحتاج إلى ترشيح)	10	مناسب (يحتاج إلى ترشيح)	10	أقل مناسبة (يحتاج إلى ترشيح)	10	أقل مناسبة (يحتاج إلى ترشيح)	10
	الري بالرش		39	ليست ذات صلة (معالجة مسبقة فقط)	10	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10	مناسب (يحتاج إلى تعقيم)	10
	الري بالغمر		40	ليست ذات صلة (معالجة مسبقة فقط)	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
أنواع الاستخدام	ري المزروعات		41	لا يوصى به	30	يوصى به	29	يوصى به	29	ممكن	30	ممكن	30
	ليست صالحة للشرب (لرحض المراحيض)		42	غير ممكن	30	لا يوصى به	29	ممكن	29	لا يوصى به	30	لا يوصى به	30
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)		43	غير ممكن	30	لا يوصى به	29	ممكن	29	لا يوصى به	30	لا يوصى به	30
	ري الغابات		44	ممكن	30	يوصى به	29	يوصى به	29	ممكن	30	ممكن	30

الترشيح و الترسيب/التخثير و تكنولوجيا الأغشية

الجانب			رقم المسطر	ترشيح						الترسيب/التخثير		تكنولوجيا الأغشية			
				ترشيح سريع (خشن)		مرشح رمل بطيء		ترشيح ثنائي الطبقة				UF/MF		NF/RO	
المخاطر الصحية		عمال تشغيل مرافق محطة المعالجة	1	ترشيح	28	منخفض	28	منخفض	28	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28
		مستخدمي المياه المعالجة	2	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	28	منخفض	28	منخفض	28
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار	متطلبات المكان	3	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30
		الأعمال الإنشائية	4	منخفض (25-60 €/النسمة)	11	منخفض (25-60 €/النسمة)	11	منخفض	32	منخفض	32	عالي (4000-8000 €/(م3/الساعة))	12 13 14 15	عالي	34
		الأعمال الميكانيكية	5					منخفض	34	منخفض	32			عالي	34
		الأعمال الكهربائية	6					منخفض	34	منخفض	32			عالي	34
	تكاليف التشغيل	تكلفة متطلبات العمالة	7	منخفض	11	منخفض	11	منخفض	34	منخفض	32	متوسط (0.26-0.4 €/م3)	12 13 14 15	عالي	34
		تكلفة متطلبات الطاقة	8	منخفض	33	منخفض	33	منخفض	33	منخفض (~0001 كيلووات ساعة/م3)	5			عالي (0.45-0.70 €/م3 تحلية)	10
		التخلص من البقايا	9	منخفض	11	منخفض	11	منخفض	34	متوسط	32			عالي	34
		مصادر التشغيل	10	منخفض	11	منخفض	11	منخفض	34	متوسط	32			عالي	34
		تكاليف الصيانة الوقائية	11	متوسط	11	متوسط	11	متوسط	34	متوسط	32			عالي	32
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان		12	لايوجد	30	لايوجد	30	لايوجد	30	لايوجد	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30
	إزعاج من الرائحة		13	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30
	الصوت / الضوضاء		14	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30
	الرذاذ		15	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30
	الحشرات (الديدان ، والذبلب ، الخ)		16	متوسط	27	متوسط	27	متوسط	27	منخفض	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30
متطلبات على عمل التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية		17	متوسط	31	متوسط	31	متوسط	31	متوسط	30	عالي	30	عالي	30
	نفقات الصيانة الوقائية		18	عالي	31	عالي	31	عالي	31	متوسط	30	عالي	30	عالي	30
	التدريب المطلوب لعمل التشغيل		19	عالي (وجود عمال مدربين أمر ضروري)	27	عالي (وجود عمل مدربين أمر ضروري)	27	عالي (وجود عمل مدربين أمر ضروري)	27	عالي (وجود عمل مدربين أمر ضروري)	30	عالي (وجود عمال مدربين أمر ضروري)	30	عالي (وجود عمال مدربين أمر ضروري)	30
تكنولوجيا المحطات	درجة المكننة		20	منخفض	27	متوسط	27	متوسط	27	منخفض	27	عالي	27	عالي	27
	القوة		21	متوسط	27	متوسط	27	عالي	27	عالي	27	متوسط	26	متوسط	27
	استقرار العملية		22	عالي	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة		23	عالي	30	عالي	30	عالي	30	عالي	30	عالي	30	عالي	30
	نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD	24	منخفض (<20 % أو < 40 مليجرام/اللتر)	11	منخفض (<20 % أو < 40 ملجرام/اللتر)	11	منخفض (<20 % أو < 40 ملجرام/اللتر)	11	منخفض	30	عالي (89-96% مع وجود تهوية أو COD < 30 ملجرام/اللتر، BOD < 5 ملجرام/اللتر	12 13 14 15	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30
		تخفيض المواد العالقة	25	متوسط / عالي (<50 % أو < 5 ملجرام/اللتر)	11	متوسط / عالي (<50 % أو < 5 ملجرام/اللتر)	11		11	عالي	30	عالي (تقريباً 100%)	12 13 14 15	عالي	26

الجانب			رقم السطر	ترشيح						ترسيب/التخثير		تكنولوجيا الأغشية			
				ترشيح سريع (خشن)		مرشح رمل بطيء		ترشيح ثنائي الطبقة				UF/MF		NF/RO	
	إزالة المغذيات	الامونيا	26	متوسط (<5 ملیجرام/اللتر)	11	متوسط (<5 ملیجرام/اللتر)	11	متوسط (<5 ملیجرام/اللتر)	11	منخفض (10%)	3	عالي (90% مع وجود تهوية أو 0.1-2 ملیجرام/اللتر)	12 13 14 15	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30
		النترات	27	عالي (<10٪ ملیجرام/اللتر)	11	عالي (<10٪ ملیجرام/اللتر)	11	عالي (<10٪ ملیجرام/اللتر)	11	لا تأثير (0٪)	3	متوسط/عالي (4.5 ملیجرام/اللتر)	12 13 14 15	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30
		الفوسفور	28	متوسط / منخفض (30% بدون تخثير) عالي (70% أو <0.3 ملیجرام/اللتر مع تخثير)	11	متوسط / منخفض (30% بدون تخثير) عالي (70% أو <0.3 ملیجرام/اللتر مع تخثير)	11	متوسط / منخفض (30% بدون تخثير) عالي (70% أو <0.3 ملیجرام/اللتر مع تخثير)	11	عالي	3	عالي (ترسيب يصل إلى 90% أو 0.5-0.7 ملیجرام/اللتر)	12 13 14 15	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30
	تخفيض الكائنات الممرضة	الفيروسات	29	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	عالي (2.5->6 لوغرثم)	1	عالي (2.5->6 لوغرثم)	1
		البكتيريا	30	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	منخفض (0-1 لوغرثم)	1	عالي (3.5->6 لوغرثم)	1	عالي (3.5->6 لوغرثم)	1
		البرزويات	31	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	متوسط (0-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	عالي (>6 لوغرثم)	1	عالي (>6 لوغرثم)	1
		الديدان	32	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	منخفض (2 لوغرثم)	1	عالي (>3 لوغرثم)	1	عالي (>3 لوغرثم)	1
	اللون / الرائحة		33	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30
	العكارة المتبقية		34	منخفض	11	منخفض	11	منخفض	11	منخفض	3	منخفض	34	منخفض	30
	زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	متوسط (زيادة الملوحة نتيجة ترسيب المواد الكيميائية)	30	متوسط (زيادة الملوحة نتيجة ترسيب المواد الكيميائية)	34	لا تأثير (يتولد محلول عالي الملوحة وبحاجة الى التخلص منه)	30
	تراكم المواد المتبقية		36	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض (550-1100 لتر/النسمة في السنة وسائل مستقر أو 17-34 لتر/النسمة في السنة من الحماة المجففة)	3	متوسط (يتولد محلول عالي الملوحة وبحاجة الى التخلص منه)	30
تكنولوجيا الري	ري الجذور		37	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
	الري بالتنقيط		38	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
	الري بالرش		39	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
	الري بالغمر		40	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10	مناسب	10
أنواع الاستخدام	ري المزروعات		41	يوصى به	27	يوصى به	27	يوصى به	27	يوصى به	30	يوصى به	30	يوصى به	30
	ليست صالحة للشرب (الرحض المراحيض)		42	ممكن	27	ممكن	27	ممكن	27	ممكن	30	يوصى به	30	يوصى به	30
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)		43	ممكن	27	ممكن	27	ممكن	27	ممكن	30	يوصى به	30	يوصى به	30
	ري الغابات		44	يوصى به	27	يوصى به	27	يوصى به	27	يوصى به	30	يوصى به	30	يوصى به	30

التعقيم

الجانب			رقم السطر	التعقيم											
				غشاء (UF)		أشعة فوق بنفسجية UV		الأوزون		مرشح رملي		برك الصقل		الكلور	
المخاطر الصحية	عمل تشغيل مرافق محطة المعالجة		1	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	متوسط	26	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28	منخفض	28	منخفض	28	عالي (التعامل مع المواد الكيميائية)	28
	مستخدمي المياه المعالجة		2	منخفض	28	منخفض	28	منخفض	28	منخفض	28	متوسط (في حاجة إلى تعقيم)	26	منخفض (فقط عند الكلورة الزائدة)	26
الجدوى الاقتصادية	تكاليف الاستثمار	متطلبات المكان	3	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	عالي	30	عالي	30	منخفض	30
		الأعمال الإنشائية	4	عالي	34	منخفض (7-41 €/النسمة)	16	عالي (0.52 €/م3)	17	عالي	18، 19، 20، 21	منخفض	22، 23	منخفض	34
		الأعمال الميكانيكية	5	عالي	34	متوسط	26	عالي	32	منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض	22، 23	متوسط (تكنولوجيا آمنة)	26
		الأعمال الكهربائية	6	عالي	34	متوسط	26	عالي	17	منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض	22، 23	منخفض	34
	تكاليف التشغيل	تكلفة متطلبات العمالة	7	عالي (0.2-0.8 €/م3)	7	منخفض (0.03-0.05 €/م3)	7	متوسط (0.05-0.2 €/م3)	7	منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض	22، 23	منخفض (0.04- 0.06 €/م3)	7
		تكلفة متطلبات الطاقة	8							منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض			
		التخلص من البقايا	9							منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض			
		مصادر التشغيل	10							منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض			
		تكاليف الصيانة الوقائية	11							منخفض	18، 19، 20، 21	منخفض			
التأثيرات على البيئة عند تشغيل وحدات محطة المعالجة	انبعاث غاز الميثان		12	لا يوجد	25	لا يوجد	26	لا يوجد	26	لا يوجد	26	قليل (إمكانية تكون غاز الميثان عند التحلل اللاهوائي للمواد المتبقية والحمأة)	30	لا يوجد	26
	إزعاج من الرائحة		13	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30	منخفض	30
	الصوت / الضوضاء		14	منخفض	30	لا يوجد	26	منخفض	30	لا يوجد	26	لا يوجد	26	لا يوجد	26
	الرذاذ		15	لا يوجد	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30	منخفض	30	منخفض	30	لا يوجد	30
	الحشرات (الديدان ، والذباب ، الخ)		16	لا يوجد	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30	متوسط	30	عالي (بعوض)	30	لا يوجد	30
متطلبات على عمال التشغيل	التشغيل / النفقات التشغيلية		17	عالي	30	منخفض	30	عالي	31	منخفض	30	منخفض	30	عالي	30
	نفقات الصيانة الوقائية		18	عالي	30	متوسط	26	عالي	31	منخفض	30	منخفض	30	عالي	30
	التدريب المطلوب لعمل التشغيل		19	عالي (وجود عمل مدربين أمر ضروري)	30	متوسط	26	عالي (وجود عمل مدربين أمر ضروري)	30	منخفض	30	منخفض	30	عالي (عمالة مدربة مطلوبة)	30
تكنولوجيا المحطات	درجة المكنكة		20	عالي	27	متوسط	27	متوسط	27	منخفض	27	منخفض	27	منخفض	27
	القوة		21	متوسط	27	عالي	27	متوسط	27	متوسط	26	منخفض / متوسط	27	متوسط	26
	استقرار العملية		22	عالي	27	عالي	27	عالي	27	عالي	27	متوسط / عالي	26	عالي	27
	القدرة على التأثير على نوعية المياه المتصرفة		23	عالي	30	عالي	30	عالي	30	منخفض	30	منخفض	30	عالي	30
	نوعية المياه المتصرفة (أداء المعالجة)	إزالة COD/BOD	24	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	لا تأثير	34	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	عالي (85%)	18، 19، 20، 21	منخفض (تقل الأحمال المتبقية / اتزان الحد الأقصى للتصرف الخارج)	26	لا تأثير	34
		تخفيض المواد العالقة	25	عالي	26	لا تأثير	34	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	عالي (90%)	18، 19، 20، 21	منخفض (كما ورد أعلاه)	26	لا تأثير	34
		إزالة الامونيا المغذيا	26	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	26	لا تأثير	34	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	عالي (80%)	18، 19، 20، 21	منخفض (كما ورد أعلاه)	26	لا تأثير	34

الجانب			رقم السطر	التعقيم									
				غشاء (UF)		أشعة فوق بنفسجية UV		الأوزون		مرشح رملي		برك االصقل	الكلور
		ت	27	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	26	لا تأثير	34	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	منخفض (10% غير مزروع) / عالي (70% غير مزروع)	18، 19، 20، 21	منخفض (كما ورد أعلاه)	26	لا تأثير	34
		الفوسفور	28	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	26	لا تأثير	34	ليس ذو علاقة (يستخدم كمعالجة متقدمة فقط)	30	متوسط (30% غير مزروع) / عالي (80% غير مزروع) ينخفض الأداء مع مرور الوقت	18، 19، 20، 21	منخفض (تقل الأحمال المتبقية / اتزان الحد الأقصى للتصرف الخارج)	26	لا تأثير	34
	تخفيض الكائنات الممرضة	الفيروسات	29	عالي (2.5-<6 لوغرثم)	1	متوسط (1-<3 لوغرثم)	1	عالي (3-6 لوغرثم)	1	متوسط/منخفض (1.5-2.5 لوغرثم)	18، 19، 20، 21	عالي (1-4 لوغرثم)	1	متوسط (1-3 لوغرثم)	1
		البكتيريا	30	عالي (3.5-<6 لوغرثم)	1	عالي (2-<4 لوغرثم)	1	عالي (2-6 لوغرثم)	1	متوسط/منخفض (1.5-2.5 لوغرثم)	18، 19، 20، 21	عالي (1-6 لوغرثم)	1	عالي (2-6 لوغرثم)	1
		البرزويات	31	عالي (>6 لوغرثم)	1	عالي (>3 لوغرثم)	1	منخفض (1-2 لوغرثم)	1	متوسط/منخفض (1.5-2.5 لوغرثم)	18، 19، 20، 21	عالي (1-4 لوغرثم)	1	منخفض (0-1.5 لوغرثم)	1
		الديدان	32	عالي (>3 لوغرثم)	1	لا تأثير	1	منخفض (0-2 لوغرثم)	1	متوسط	26	متوسط (1-3 لوغرثم)	1	منخفض (0-<1 لوغرثم)	1
	اللون / الرائحة		33	لا تأثير	30	منخفض (إزالة الكلور ممكنة)	30	منخفض (إزالة المواد المسببة للون والرائحة)	30	متوسط (إمكانية تكون لون نتيجة تكون الطحالب ; تكون الرائحة عند الظروف اللاهوائية)	30	متوسط (إمكانية تكون لون نتيجة تكون المواد المسببة للرائحة عند الظروف اللاهوائية)	30	متوسط (زيادة اللون والرائحة بزيادة محتوى الكلور المتبقي)	30
	العكارة المتبقية		34	منخفض	34	لا تأثير	34	لا تأثير	11	منخفض	18، 19، 20، 21	متوسط	30	لا تأثير	34
	زيادة الملوحة نتيجة المعالجة		35	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	لا تأثير	30	منخفض (خطر زيادة الملوحة نتيجة تبخر الماء عند زيادة زمن المكوث وشدة أشعة الشمس وكبر المساحة السطحية)	30	منخفض	26
	تراكم المواد المتبقية		36	منخفض (يتولد محلول عالي الملوحة وبحاجة الى التخلص منه)	30	لا يوجد	30	لا يوجد	30	منخفض	26	منخفض (يعتمد على زمن إزالة الحمأة)	30	لا يوجد	30
تكنولوجيا الري	ري الجذور		37	مناسب											10
	الري بالتنقيط		38	مناسب											10
	الري بالرش		39	مناسب											10
	الري بالغمر		40	مناسب											10
أنواع الاستخدام	ري المزروعات		41	يوصى به											10
	ليست صالحة للشرب (لرحض المراحيض)		42	يوصى به											10
	الاستخدامات الحضرية (مثل الزراعة وإطفاء الحريق)		43	يوصى به											10
	ري الغابات		44	يوصى به											10

المفتاح

الرقم	المصدر
1	WHO, 2006a
2	Günthert und Reicherter, 2001
3	ATV-DVWK, 2000
4	Bayern, 2005 الرابطة الاتحادية للدولة DWA
5	MURL, 1999
6	Von Sperling und Chernicharo, 2006
7	ATV, 1998
8	Grünebaum und Weyand, 1995
9	Lenz, 2004
10	Alcalde et al., 2004
11	Strohmeier, 1998
12	Wedi, 2005
13	Engelhardt, 2006
14	Günder, 2001
15	Frechen, 2006
16	Schleypen, 2005
17	Cornel, 2006
18	Laber, 2001
19	Novak, 2005
20	DWA, 2006
21	Lützner, 2002
22	IRC, 2004
23	Ruhrverband, 1992
24	Barjenbruch und Al Jiroudi, 2005
25	فرقة العمل (تقييم مشترك)
26	Tim Fuhrmann (تقييم شخصي)
27	Hans Huber
28	Volker Karl (تقييم شخصي)
29	Roland Knitschky (تقييم شخصي)
30	Alessandro Meda und Peter Cornel (تقييم شخصي)
31	Hermann Orth (تقييم شخصي)
32	Holger Scheer (تقييم شخصي)
33	Florian Schmidtlein (تقييم شخصي)
34	Christina Schwarz (تقييم شخصي)

ملحق (أ) المختصرات (ليست جزء من النسخة الانجليزية)

ملاحظة المترجم:

لقد تم استخدام الرمز الأصلي باللغة الانجليزية للمصطلحات الرئيسية كما هو متعارف عليها عالمياً بدون تغيير. ولا يقصد بهذا الإجراء خلق رموز جديدة للمجتمعات الناطقة باللغة العربية ولكن فقط لجعل الرموز الانجليزية مفهومة إلى غير الناطقين باللغة العربية.

المختصرات الانجليزية	التعريف
BOD	الأكسجين الحيوي الممتص
COD	الأكسجين الكيميائي الممتص
DS	المواد الجافة
E+MCR	تكنولوجيا القياس والتحكم و التنظيم الكهربائي
N_{tot}	النيتروجين الكلي
SS	المواد المعلقة
PT	عدد السكان الكلي و المكافئ السكاني