

# "استعمالات المياه العادمة والمعالجة للري"

د. عبدالله عبدالرازق عرعر

استشاري بشؤون تنمية المصادر المائية والأراضي

# أولاً: المقدمة

• إن إعادة استعمال المياه العادمة والمعالجة للري ذو فائدة اقتصادية واجتماعية خاصة في البلدان التي تعاني نقصاً في الموارد المائية التقليدية. فاستعمال مياه المجاري المعالجة للري يحل محل جزء من المياه التقليدية ويصبح هذا الجزء متوفراً لسد الاحتياجات المنزلية والصناعية من المياه.

• بالإضافة إلى ذلك فإن هذه المياه المعالجة تحتوي على مواد غذائية ضرورية لنمو النبات وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاس بالإضافة إلى بعض العناصر النادرة والمواد العضوية، فمعدل محتويات مياه المجاري المعالجة والخارجة من محطات التنقية هو كالاتي:

- |             |   |                         |
|-------------|---|-------------------------|
| 1. نيتروجين | = | 50 ميليغرام / ليتر (N). |
| 2. فوسفور   | = | 10 ميليغرام / ليتر (P). |
| 3. بوتاس    | = | 30 ميليغرام / ليتر (K). |

- ففي حالة افتراض استعمال 1000 متر مكعب من هذه المياه لإرواء الدونم الواجد في السنة فإن مجموع ما يضاف من العناصر للدونم هو كالآتي:

50 كيلو غرام نيتروجين

10 كيلو غرام فوسفور

30 كيلو غرام بوتاس

- وهذه الأرقام تشير إلى أن معظم النيتروجين وجزء لا يستهان به من الفوسفور والبوتاس يسد حاجة معظم المحاصيل الزراعية بالإضافة إلى بعض العناصر النادرة والمواد العضوية.

## ثانياً: المبررات الداعية لاستعمال مياه المجاري المعالجة للري

- إن الزيادة المستمرة في عدد السكان مصحوباً بزيادة توفير المياه للاستهلاك المنزلي وتوفير شبكات الصرف الصحي ينتج عنه توفر زيادة كميات مياه المجاري. بالإضافة إلى ذلك فإن ارتفاع في مستوى المعيشة كل ذلك يحتم إيجاد طريقة للتخلص من مياه المجاري دون أن يؤثر ذلك على البيئة والصحة العامة. هذا وإن معالجة مياه المجاري ومن ثم استعمالها في إنتاج المحاصيل لهو من أفضل الطرق لهذه الغاية. زد على ذلك فإن شحة المياه التقليدية في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل الأردن مثلاً يوفر مصدراً جديداً من المياه غير التقليدية الذي يخفف من مشكلة توفير المياه للأغراض المختلفة المنزلية والصناعية والزراعية.

- لهذه الاعتبارات فإن معظم البلدان العربية قد تبنت برامج طموحة لجمع ومعالجة مياه المجاري ومن ثم استعمالها لأغراض الري أولاً وللصناعة ثانياً، وكمثال على ذلك نورد السعودية ودول الخليج العربي عامة وسوريا ومصر وتونس وليبيا والأردن وغيرها، وفيما يلي ملخصاً لسياسة الأردن في هذا المجال.

## ثالثاً: سياسة الأردن في معالجة واستعمال مياه المجاري للري

أ- المقدمة: مصادر الأردن المائي

- يلخص الجدول رقم "1" الاسقاطات المستقبلية حول كميات المياه المطلوبه مقارنة بكميات المياه الممكن توفرها للسنوات من 2005 الى 2020 وحصه الفرد في العام.

# الجدول رقم (1)

## سياسة الأردن لاستغلال المصادر المائية التقليدية وغير التقليدية

Details \ Years	2005	2010	2015	2020
1) Population in millions	5.98	6.97	8.04	9.18
2) Water Demands:				
2.1 Municipal Demand	382	435	520	615
2.2 Industrial Demand	80	102	134	168
2.3 Agricultural Demand	981	1001	991	963
Total	1443	1538	1645	1746
3) Water Supply				
3.1 Municipal Demand	281	380	463	517
3.2 Industrial Demand	76	93	112	130
3.3 Agricultural Demand	750	746	704	665
Total	1107	1219	1279	1312
4) Total Water Deficiency	336	319	366	434
5) Percapita per year in m <sup>3</sup>	296	175	159	143

- من الجدول رقم "1" يمكن ملاحظة ان مجموع المياه الممكن توفيرها تقل عن مجموع الطلبات عليها بحوالي 336 مليون متر مكعب في عام 2005 وهذا العجز يزداد ليصل حوالي 434 مليون متر مكعب في عام 2020.

- وفي نفس الوقت فان ما يخص الفرد في عام 2005 الذي يساوي 296 متر مكعب في العام ينخفض ليصل 143 متر مكعب في العام 2020. وهذا المعدل يعتبر من الكميات المنخفضه جدا على مستوى العالم. حيث ان المقياس العالمي لخط الفقر هو 500 متر مكعب للفرد في السنه، لذا يمكن الاشاره الى ان سياسة الأردن بغية تقليل الأثر السلبي لهذا النقص في توفر المياه للمتطلبات المختلفه علبالاقتصاد الوطني، فانها تهدف الى تعظيم كفاءة استغلال الموارد المائيه في الزراعه وفي تزويد المياه الى الأغراض المنزليه والصناعيه.



## ب- سياسة استعمال المياه العادمة والمعالجه في الري:

- ففي مجال الزراعه تهدف هذه السياسه الى تخفيض ما يخصص للزراعه من المياه بالتدريج من حوالي 68% من مجموع المياه المتوفره في عام 2005 لتصل الى حوالي 50% من هذا المجموع عام 2020 بدون ان يسبب ذلك نقصا في مجموع الانتاج المتوقع من الزراعه. ويمكن تحقيق ذلك بواسطة زياده كفاءة استعمالات مياه الري، في جميع مراحلها من النقل من المصدر الى وصول مياه الري الى المحاصيل في الحقل. وكذلك عن طريق استعمال المحاصيل المحسنه ذات الانتاج العالي مصحوبا باداره زراعيه جيده من زراعه وتسميد ووقايه وادخال الزراعه المحميه على نطاق واسع.

- هذا ومن الجدول رقم "2" يمكن ملاحظة ان المياه التي ستخصص للزراعه تزداد نسبة المياه العادمه المعالجه فيها من حوالي 12.4% في عام 2005 الى 30% عام 2020. ومن الجدول أيضا يمكن ملاحظة أن مجموع المياه المخصصه للزراعه هي حوالي 750 مليون متر مكعب عام 2005 تقل تدريجيا لتصل في عام 2020 الى حوالي 666 مليون متر مكعب وأن كمية مياه المعالجه المخصصه للري هي حوالي 93 مليون متر مكعب عام 2005 وتزداد لتصل حوالي 202 مليون متر مكعب عام 2020 وهذا يعادل حوالي 30 بالمئه من مجموع المياه المخصصه للري في هذا العام.

## جدول رقم "2"

Details	Years	2005	2010	2015	2020
1) Conventional Water Sources		657	590	522	464
2) Treated Waste Water		93	156	182	202
3) Total Water Allocation		750	746	704	666
4) % of Treated Water of The Total		12.4	21.0	26	30
5) Total Area to be Irrigated by Treated Waste Water in Donums		93000	156000	182000	202000

- مما يذكر أعلاه فإنه يمكن القول بأن سياسة الأردن هي لزيادة جمع المياه العادمة ومعالجتها من خلال انشاء شبكات الصرف الصحي على مستوى المملكة وما يتبع ذلك من محطات معالجه لانتاج مياه صالحه للاستعمالات الزراعيه بشكل رئيسي والمتطلبات الصناعيه بشكل ثانوي. وحسب مصادر وزارة المياه والري فان مجموع كميات المياه العادمة المعالجه هو حوالي 112 مليون متر مكعب عام 2005 منه 95 مليون متر مكعب للزراعه أي ما يعادل حوالي 85% وفي عام 2020 يتوقع أن يكون ما ينتج من المياه العادمة المعالجه هو حوالي 246 مليون متر مكعب يخصص منه حوالي 202 مليون متر مكعب أي ما يعادل حوالي 82% للزراعه والباقي سيستعمل بشكل رئيسي للأغراض الصناعيه.

## رابعاً: المخاطر الواجب تجنبها عند استعمال المياه المعالجة للري:

- تحتوي مياه المجاري على حوالي 99.9% ماء وما يتبقى أي عبارة عن 0.1% هو عبارة عن مواد صلبة عالقة ومواد ذائبة عضوية ومعدنية.
- والجدول رقم (3) يلخص محتويات مياه المجاري من عمان من هذه المواد.

### جدول رقم (3)

## معدل محتويات مياه مجاري مدينة عمان

المحتوى	التركيز ميليغرام/الليتر
1- مواد صلبة ذائبة TDS	1170
2- مواد صلبة عالقة TSS	900
3- نيتروجين (N)	150
4- فوسفور (P)	25
5- القلوية كالسيوم كربونات $CaCO_3$	850
6- كبريت $SO_4$	90
7- BOD الحاجة للاكسجين البيولوجي	770
8- COD الحاجة للاكسجين الكيماوي	1830
9- TOC مجموع الكربون العضوي	220

**BOD**  
**COD**  
**TOC**

حاجة الأكسجين البيولوجي  
حاجة الأكسجين الكيماوي  
مجموع الكربون العضوي

بالإضافة إلى هذه المحتويات فإن المجاري تحتوي على عناصر معدنية من مصادر منزلية ومصانع بعضها سام كالزئبق والزرنيخ والنحاس والرصاص والزنك ولكنها بشكل عام قد لا تصل إلى مستوى يسبب خطراً للصحة العامة أو ساماً لنمو المحاصيل.

ولكن من الناحية الصحية فإن محتويات مياه المجاري من البكتيريا والفيروسات والديدان المعوية والأميبيا هي التي تشكل خطراً على الصحة العامة في حالة استعمال مياه المجاري للري دون معالجة. وللتخلص من هذه الجراثيم توجد عدة طرق للمعالجة منها الأحواض المائية الرسوبية والطرق الميكانيكية المبنية على مبدأ أكسدة المحتوى العضوي ومن تم التخلص من معظم أو جميع هذه الجراثيم.. هذا ولقد تبنت منظمة الصحة العالمية بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة الدولية دليلاً لمواصفات المياه العادمة المعالجة وطرق استعمالها للري بحيث لا يكون هناك خطراً على الصحة العامة من عمال ومزارعين ومستهلكين للمنتجات الزراعية التي تروي من هذه المياه المعالجة.

## خامساً: صفات المياه العادمة المعالجة الممكن استعمالها للري

نتيجة لدراسات متعددة من قبل الجهات المختلفة وخاصة من قبل منظمة الصحة العالمية تم الوصول إلى الاستنتاجات الآتية:

أولاً: تؤلف الديدان المعوية (الاسكارس والديدان الشريطية)، أعلى نسبة من الخطر على الصحة العامة.

ويأتي بالدرجة الثانية البكتيريا (الكوليرا والتيفوئيد) والأميبيا وفي الدرجة الثالثة الفيروسات (فيروس الكبد) (hepatitis) أمّا بالنسبة إلى محتوى المياه المعالجة من البكتيريا الضارة فقد تمت دراسة تبنتها منظمة الصحة العالمية لعدة أنهار في أنحاء مختلفة من العالم لمعرفة محتواها من البكتيريا والتي يستعمل مياهها للري – والجدول رقم (4) يبين محتويات بعض الأنهار العالمية من البكتيريا البشرية Faecal Caliform وهو ملخص لهذه الدراسة:



## جدول رقم (4)

عدد الأيام التي درست				عدد البكتيريا في 100 مليغرام
أسيا والباسفيك	أوروبا	أمريكا الوسطى والجنوبية	أمريكا الشمالية	
1	1	0	8	أقل من 10
2	3	1	4	10-100
14	9	10	8	100-1000
10	11	9	3	1000-10.000
2	7	2	0	10.000-100.000
3	0	2	0	أكثر من 100.000

ولقد كان لهذه الدراسة أثر على تقليل أهمية المحتوى البكتيري للمياه المعالجة للري فأصبحت بدون حدود للزراعة المقيدة ورفعت نسبتها من 200 وحدة في 100 ميلغرام إلى حوالي 1000 ميلغرام للزراعة الغير مقيدة بما في ذلك المحاصيل التي تؤكل بدون طبخ والملاعب والمتنزهات العامة.

## خامساً: دليل منظمة الصحة العالمية:

جدول رقم (5) يلخص ما تقترحه المنظمة من صفات للمياه المعالجة واستعمالاتها للمحاصيل المختلفة والجهات المعرضة للضرر كما وأن الشكل رقم "1" يلخص نسبة تنقية مياه المجاري من الديدان المعوية والبكتيريا والفيروسات والاحتياج البيولوجي للأوكسجين والتي يمكن الحصول عليها.

من الجدول رقم "5" يمكن توضيح ما يلي:

1- إن مياه المجاري المعالجة ومحتواها من البكتيريا المرضية "Faecal Coliform" لا يتعدى 1000 وحدة في كل 100 سم<sup>3</sup> من الماء وأن يقل عدد بيض الديدان المعوية عن بيضة واحدة (أي خالية من هذه البيوض) في كل 100 سم<sup>3</sup> من الماء يمكن استعمالها لإرواء المحاصيل الزراعية دون تقييد حيث يشمل المحاصيل التي تؤكل بدون طبخ وملاعب الرياضة والمنتزهات العامة... ومثل هذه المياه يمكن لأمانة عمان الكبرى استعمالها في مشاريعها المروية خاصة إذا استعمل نظام الري بالتنقيط.

إلا أن هنالك تحفظاً بالنسبة لإرواء المسطحات الخضراء العامة كمسطحات الفنادق حيث يكون هنالك تلامساً مباشراً من قبل الناس مع مثل هذه المسطحات فإنه ينصح أن يكون محتوى البكتيريا لإرواء مثل هذه المسطحات لا يزيد على 200 وحدة في كل 100سم<sup>3</sup> من الماء المعالج.

أما طريقة المعالجة المطلوبة فيبين الجدول رقم (5) بأن الأحواض الرسوبية التي تؤمن توقف احتجاز الماء المعالج لمدة حوالي 20 يوماً أو طرق معالجة أخرى تؤدي نفس النتيجة بالنسبة لتنقية محتوى المياه المعالجة من البكتيريا والديدان المعوية هي الطرق التي تفي بالغرض.

أما الجهات المعرضة لمثل هذا الاستعمال والمراد حمايتها هي العمال الزراعيين والمستهلكين للنواتج وعموم الناس بشكل عام.

-2

إن مياه المجاري التي ستستعمل لري الحبوب كالقمح والشعير ومحاصيل الألياف الصناعية كالقطن وكذلك البنجر السكري وأشجار الفاكهة، ومحاصيل الإعلاف فإنه لا توجد قيود على المحتوى البكتيري أما محتوى الديدان فيجب أن يكون أقل من بيضة واحدة في كل 100 سم<sup>3</sup> من الماء المعالج. وفي مثل هذا الاستعمال تكون الفئة المعرضة للضرر هم العمال فقط، وبمثل هذه المياه من الصفات يمكن الحصول عليها باستعمال الأحواض المائية Stabilization ponds" عند مكوث الماء المراد معالجته مدة من 8 إلى 10 أيام في هذه الأحواض أو أية معالجة أخرى تضمن إزالة بيوض الديدان والبكتيريا البشرية بنفس الدرجة.

-3

في حالة استعمال الري بالتنقيط وإرواء المحاصيل العلفية والأشجار والحبوب، وفي هذه الحالة هي عدم تعرض العمال الاحتكاك بالمياه، فإنه لا توجد مقاييس لمحتوى هذه المياه من البكتيريا والديدان المعوية.

أما درجة معالجة مثل هذه المياه بحيث تكون المياه صالحة للري بشكل مقيد باستعمال نظام الري بالتنقيط الواردة ذكرها أعلاه فيجب أن لا تقل عن الترسيب لإزالة العوائق العائمة والمحتوى من الرسوبات (الرمل والطين) وهذا أبسط أنواع التنقية.

## جدول رقم (5)

Recommended microbiological quality guidelines for wastewater use in agriculture<sup>a</sup>

Category	Reuse condition	Exposed group	Intestinal nematodes <sup>b</sup> (arithmetic mean no. of eggs per litre <sup>c</sup> )	Faecal coliforms (geometric mean no. per 100 ml <sup>c</sup> )	Wastewater treatment expected to achieve the required micro-biological quality
A	Irrigation of crops likely to be eaten uncooked, sports fields, public parks <sup>d</sup>	Workers, consumers, public	$\leq 1$	$\leq 1000^d$	A series of stabilization ponds designed to achieve the micro-biological quality indicated, or equivalent treatment
B	Irrigation of cereal crops, industrial crops, fodder crops, pasture and trees <sup>e</sup>	Workers	$\leq 1$	No standard recommended	Retention in stabilization ponds for 8-10 days or equivalent helminth and faecal coliform removal
C	Localized irrigation of crops in cat. B if exposure of workers and the public does not occur	None	Not applicable	Not applicable	Pretreatment as required by the irrigation technology, but not less than primary sedimentation

<sup>a</sup> In specific cases, local epidemiological, socio-cultural and environmental factors should be taken into account, and the guidelines modified accordingly.

<sup>b</sup> *Ascaris* and *Trichuris* species and hookworms.

<sup>c</sup> During the irrigation period.

<sup>d</sup> A more stringent guideline ( $\leq 200$  faecal coliforms per 100 ml) is appropriate for public lawns, such as hotel lawns, with which the public may come into direct contact.

<sup>e</sup> In the case of fruit trees, irrigation should cease two weeks before fruit is picked, and no fruit should be picked off the ground. Sprinkler irrigation should not be used.

Source: WHO (1989).

# شکل رقم (1)

Generalized removal curves for BOD, helminth eggs, excreted bacteria, and viruses in waste stabilization ponds at temperatures above 20° C (Source: Shuval *et al.*, 1986b)

