AECENAR
Association for Economical and Technological Cooperatio
in the Euro-Asian and North-African Region
www.aecenar.com

IEP
مركز دراسات السياسات الاقتصادية
Institute for Economical Policy (IEP)
www.aecenar.com/institutes/iep

Waste water management in North Lebanon

Author: **Maryam El-REZ**

المحتويات

1. نظام تجميع مياه الصرف الصحي 4
1.1. تعريفات 4
2.1. مصادر المياه العادمة 4
3.1. مكونات هندسة المياه العادمة 4
4.1. أنواع المجاري 5
5.1. أنواع أنظمة الصرف الصحي 6
1.5.1. نظام مشترك Combined sewer system 6
2.5.1. نظام منفصلSeparate system 7
3.5.1. نظام منفصل جزئياPartially separate system 8
6.1. تسلل Infiltration 9
7.1. توليد المجاري واستهلاك المياه 10
8.1. التباين في تدفق مياه الصرف الصحي 10
9.1. التباين في وكالة إمدادات مياه الصرف 10
10.1. العددية 11
11.1. فترة التصميم واستخدام بيانات تدفق مياه الصرف الصحي 11
1.11.1. تصميم نظام الصرف الصحي 11
2.11.1. تصميم محطة ضخ مياه المجاري 11
3.11.1. تصميم محطات معالجة الصرف الصحي 11
2. أنواع توصيلات مياه الصرف الصحي 11
1.2. توصيلات مياه الصرف الصحي 11
1.1.2. الجاذبيةgravity 11
2.1.2. الضغطpressure 11
3.1.2. الفراغ vacuum 12
2.2. مجاري الجاذبية التقليدية 12
1.2.2. مزايا 12
2.2.2. سلبيات 12
3.2.2. تصميم شبكات الصرف الصحي الجاذبية 12
4.2.2. متطلبات التصميم 12
3. المياه العادمة في لبنان 13
1.3. التخلص من المياه العادمة في البيئة 13
2.3. توزيع المياه العادمة في البحر الأبيض المتوسط 14
4. إمدادات مياه الصرف الصحي بالمقارنة مع عدد السكان 14
1.4. معدل ربط السكان بشبكة المياه الصرف الصحي 14

2.4. معدل إمدادات المياه ومياه الصرف الصحي في لبنان بالمقارنة مع عدد السكان 15
3.4. خريطة الكثافة السكانية في المناطق اللبنانية وجدول مفصل بذلك 16
4.4. رسم بياني لعدد السكان المتوقع في لبنان على مدى السنوات القادمة 17
5. معالجة مياه الصرف الصحي 17
1.5. إمكانية معالجة الصرف الصحي 17
1.1.5. نسبة تصريف مياه الصرف الصناعية دون معالجة 17
2.1.5. نسب النفايات القابلة للمعالجة 17
3.1.5. مستوى معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى المتوسط الإقليمي 17
2.5. محطات المعالجة مياه الصرف الصحي 18
1.2.5. عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في لبنان 18
2.2.5. واقع الحال لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي 26
3.5. كيفية معالجة مياه الصرف الصحي 28
4.5. مثال على قطار متقدم نموذجي لمعالجة مياه الصرف الصحي المستخدم في إعادة الاستخدام غير المباشر للشرب 30
5.5. صفات المياه الناشئة عن المياه المعاد تدويرها 30
6.5. خصائص محطة معالجة مياه الصرف الصحي 31
7.5. تقنيات المعالجة وجودة المياه 32
6. إنتاج حمأة مياه المجاري التقديرية لعامي 2001 و 2010 (أساس الوزن الرطب) 33
7. مياه الصرف الصحي بين فترة 2011-2020 34
7.1. تنبؤ البنية التحتية - مياه الصرف الصحي 34
7.2. إجمالي إيرادات قطاع مياه الصرف الصحي لفترة 2011-2020 35
8. نماذج عن بعض أنظمة المعالجة 35
9. نماذج عن بعض المعدات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصحي 36
10. تطبيق نهج ديناميكيات النظام (System Dynamics Approach) 38
11. الخاتمة 38
المراجع 39

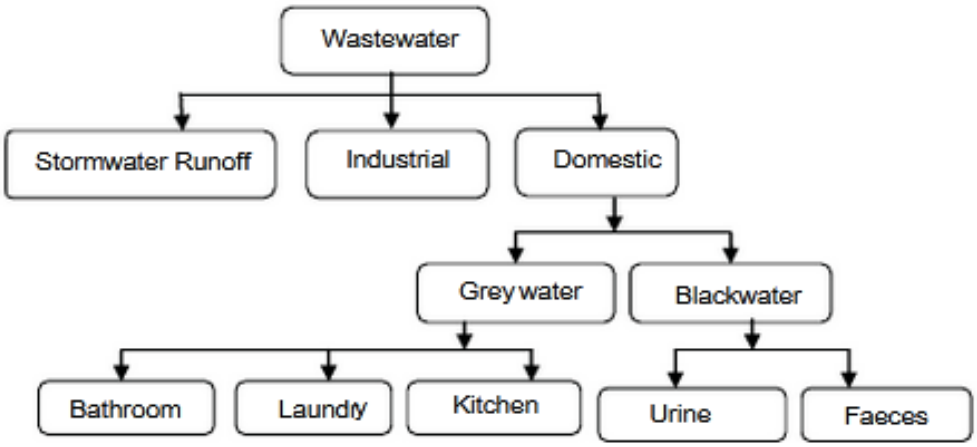
1. نظام تجميع مياه الصرف الصحي

1.1. تعريفات

- مياه الصرف الصحي: هي النفايات السائلة أو المياه العادمة الناتجة عن استخدام المياه.
- المجاري: هي ماسورة أو قناة لنقل مياه الصرف الصحي. يتم إغلاقها بشكل عام ويتم التدفق تحت الجاذبية.
- الصرف الصحي: الصرف الصحي هو نظام تجميع المياه العادمة ونقلها إلى نقطة التخلص منها مع أو بدون معالجة.

2.1. مصادر المياه العادمة

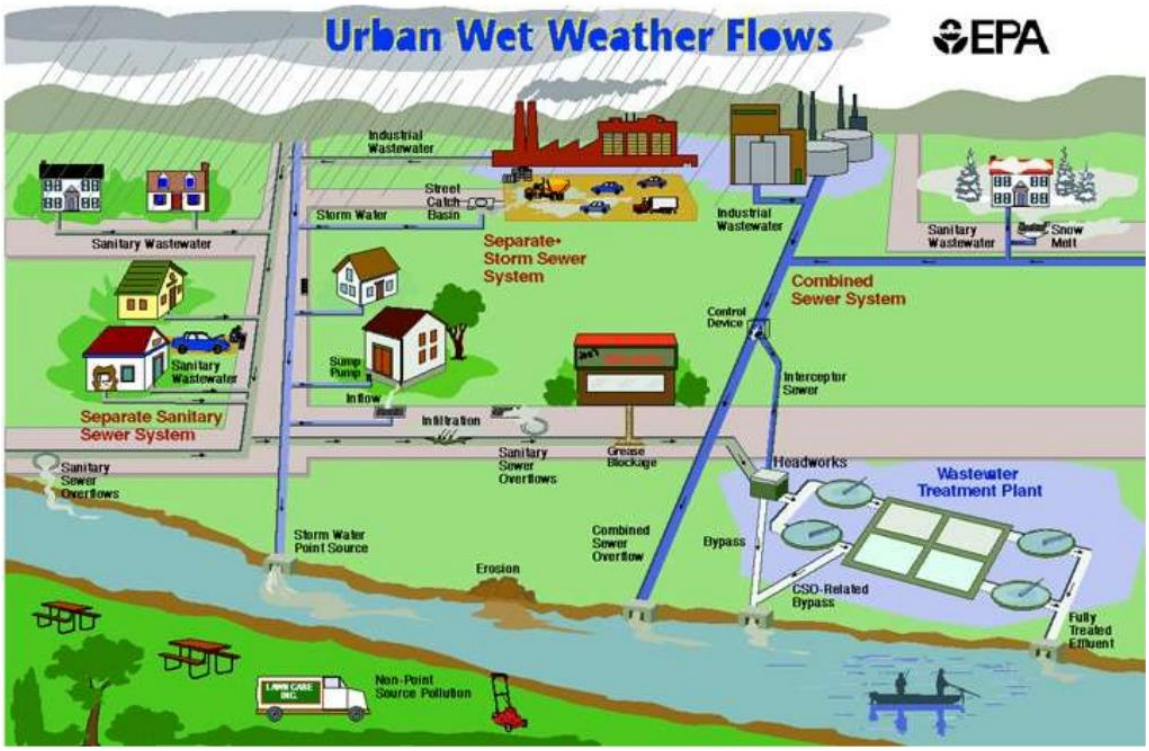
- المنزلي domestic : مياه الصرف الصحي من مكاتب المنازل والمباني والفنادق والمؤسسات الأخرى
- الصناعية industrial : هي النفايات السائلة من العمليات الصناعية
- مياه الأمطار stromwater : تشمل جريان المياه المتولدة عن الأمطار وغسل الشوارع



Types of Wastewater [1]

3.1. مكونات هندسة المياه العادمة

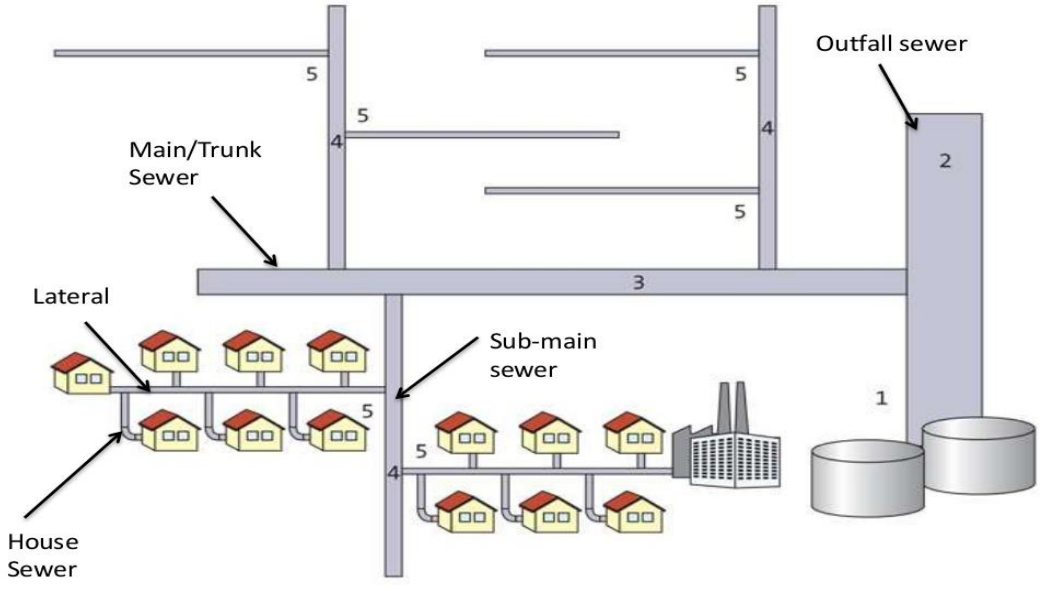
- نظام التجميع >> شبكة مواسير الصرف
- التخلص من >> محطات ضخ مياه المجاري والنفايات
- أعمال المعالجة >> محطات معالجة المياه العادمة



مكونات هندسة المياه العادمة

4.1. أنواع المجاري [2]

1. المجاري الصحية - تحمل مياه الصرف الصحي مثل النفايات من البلديات بما في ذلك مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية
2. مجاري الأمطار - تحمل مياه الصرف الصحي العاصفة بما في ذلك الجريان السطحي وغسل الشوارع
3. مجاري مجتمعة - تحمل مجاري منزلية وصناعية ومياه الصرف الصحي
4. مجاري المنزل - هي المجاري التي تنقل مياه الصرف الصحي من نظام السباكة في المبنى إلى النظام البلدي المشترك
5. المجاري الجانبية - هذه المجاري تحمل تصريف من المجاري المنزلية
6. Sub-main - تتلقى هذه المجاري تصريف من جانبين أو أكثر
7. المجاري الرئيسي / الجذع - يتلقى تصريف من اثنين أو أكثر من المجاري الفرعية
8. مجاري المصبات- تستقبل التصريف من جميع أنظمة التجميع وتنقله إلى نقطة التخلص النهائي



الشكل: أنواع المجاري (شبكة المجاري الجانبية الرئيسية / شبكة المجاري الفرعية المجاري الفرعية المجاري المصبوبة)

5.1. أنواع أنظمة الصرف الصحي

يشيرنظام الصرف بشكل أساسي إلى جميع الأنابيب داخل المباني الخاصة والعامة التي تنقل مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار وغيرها من النفايات السائلة إلى نقطة التخلص.

هناك ثلاثة أنظمة للصرف الصحي يتم تطبيقها عمليًا:

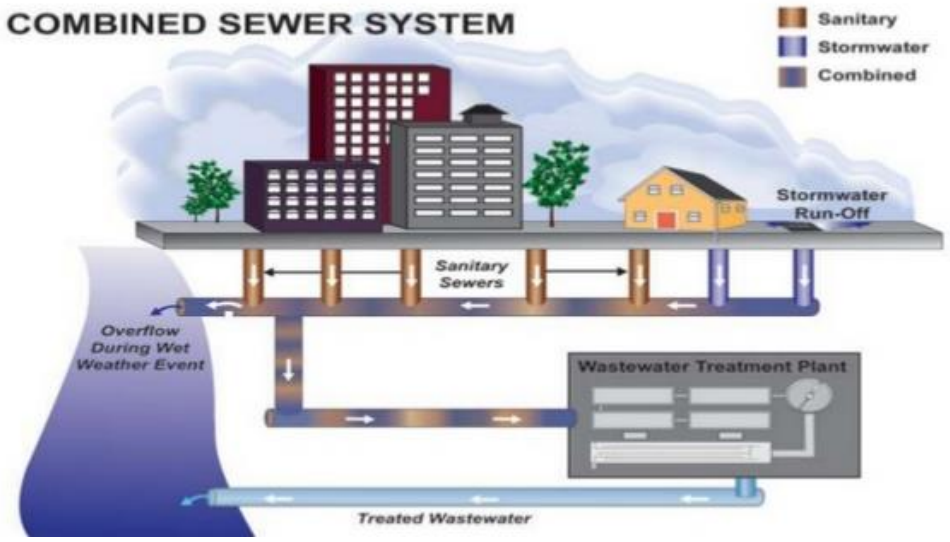
1. النظام المشترك
2. نظام منفصل
3. نظام منفصل جزئياً

1.5.1. نظام مشترك Combined sewer system

عندما يتم نقل مياه الصرف الصحي ومياه العواصف في مجاري واحدة ، يطلق عليها نظام الصرف الصحي المشترك. عندما يتكون التدفق في المجاري المدمجة من مياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية فقط دون مياه الأمطار ، يسمى التدفق "تدفق الهواء الجاف" [3].

يفضل النظام المشترك عندما ؛

- يمكن التخلص من مياه الصرف الصحي مجتمعة دون معالجة
- تحتاج كل من المياه الصحية ومياه الأمطار إلى معالجة
- الشوارع ضيقة ولا يمكن مد مجاري صرف منفصلة



- المزايا

- يتم نقل مياه الصرف الصحي ومياه العواصف في مجاري واحدة ، لذلك تكون تكلفة البناء أقل.
- يتم تقليل قوة مياه الصرف الصحي المحلية بسبب تخفيف مياه العواصف.
- تكون المجاري كبيرة الحجم ، وبالتالي فإن فرص حدوث الاختناق نادرة. من السهل تنظيفها.
- في المدينة ذات الشارع الضيق ، يفضل هذا النظام.

- العيوب

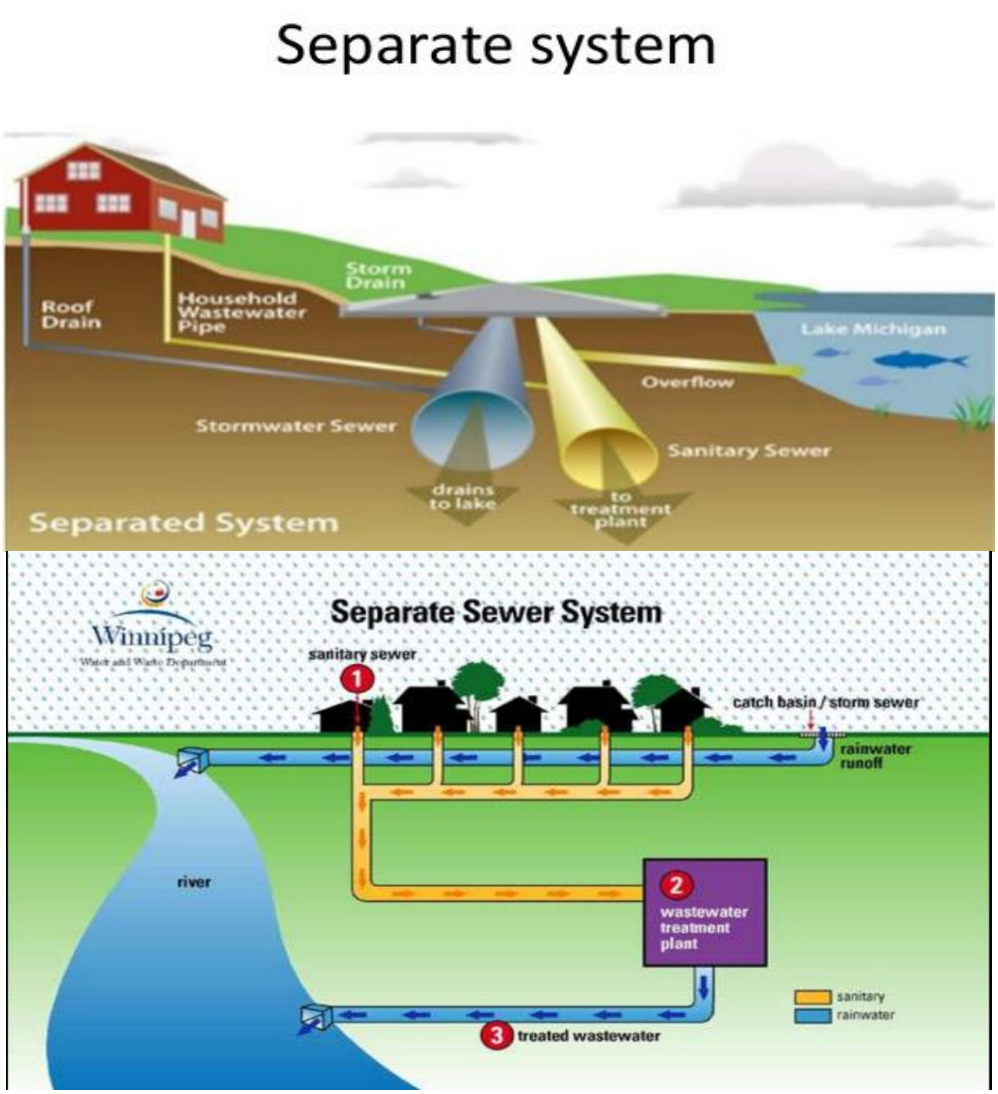
- التكلفة الأولية مرتفعة بسبب الأبعاد الكبيرة للصرف الصحي.
- بسبب الحجم الكبير للصرف الصحي ، من الصعب التعامل معها ونقلها.
- بسبب إدراج مياه العواصف ، يزداد الحمل على محطة المعالجة.
- أثناء هطول الأمطار الغزيرة ، قد تكون المجاري مفرطة وبالتالي قد تخلق ظروفًا غير صحية.
- إذا كان سيتم التخلص من مياه الصرف الصحي بأكملها عن طريق الضخ ، فهذا أمر غير اقتصادي.

2.5.1. نظام منفصل Separate system

في هذا النظام ، يتم تركيب مجموعتين منفصلتين من المجاري ، واحدة لجمع ونقل مياه الصرف الصحي والأخرى لمياه العواصف.
نظرًا لأن مياه العواصف يتم حملها بشكل منفصل ، فهي ليست كريهة بطبيعتها ويتم التخلص منها عادةً في المياه الطبيعية الخشنة دون أي معالجة.
حيث يتم نقل مياه الصرف الصحي إلى محطة المعالجة بشكل منفصل وبعد التخلص منها [4] .

يفضل أنظمة منفصلة عندما

- هناك حاجة فورية لجمع مياه الصرف الصحي ولكن ليس لمياه العواصف.
- عندما تحتاج مياه الصرف الصحي إلى المعالجة ولكن مياه العواصف لا تحتاج إليها



- المزايا

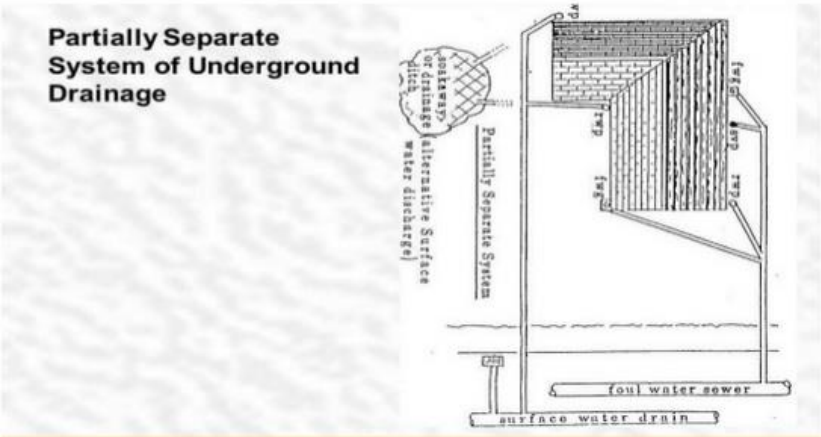
- يتطلب حجم المجاري أقل.
- نظرًا لأن مياه الصرف الصحي ومياه العواصف في أنابيب منفصلة ، فإن كمية مياه الصرف الصحي المراد معالجتها أقل.
- نظرًا لأن المجاري أصغر في القسم ، يمكن تهويتها بسهولة.
- أثناء التخلص إذا كان سيتم ضخ مياه الصرف الصحي ، يكون النظام المنفصل أرخص ،
- يمكن تصريف مياه الأمطار إلى البخار دون أي معالجة.

- العيوب

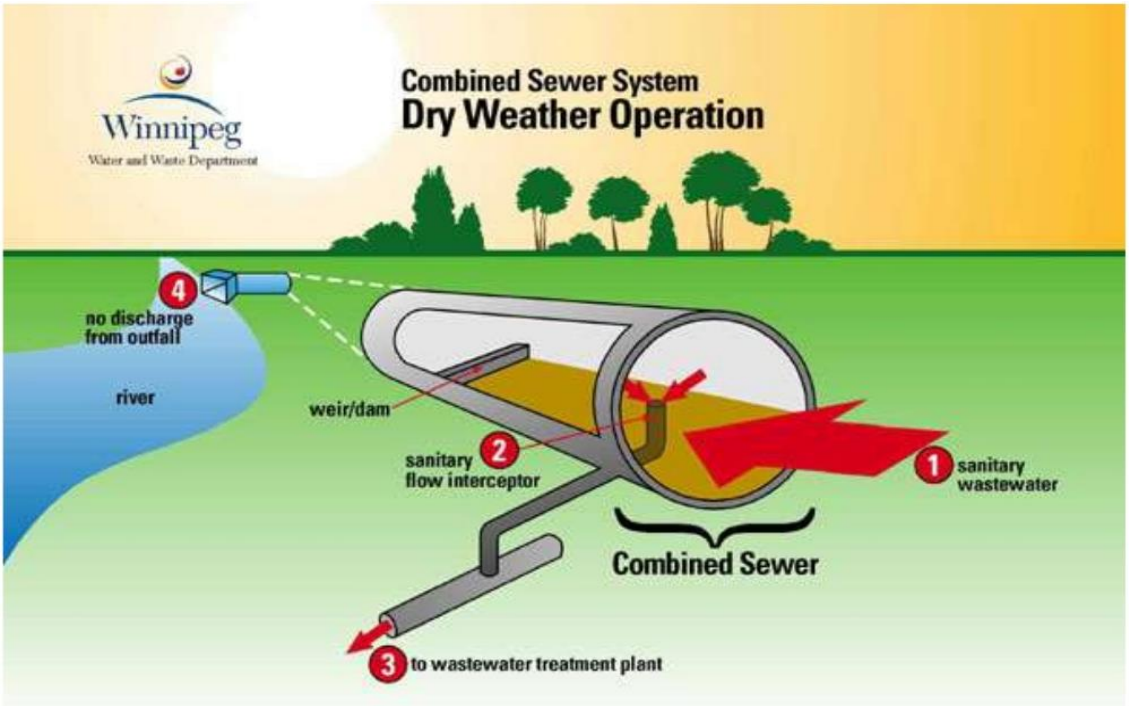
- نظرًا لأن المجاري أصغر حجمًا ، فمن الصعب تنظيفها.
- من المحتمل أن يصابوا بالصدمة.
- التكلفة الأولية مرتفعة ، عندما يتم استخدام مجموعتين منفصلتين.
- تكلفة صيانة المجاري مرتفعة أيضًا.
- بشكل عام ، لا تتوفر سرعة التنظيف الذاتي نظرًا لكمية صغيرة من مياه الصرف الصحي ، لذلك يلزم التنظيف في نقاط مختلفة.

3.5.1. نظام منفصل جزئيا Partially separate system

في هذا النظام ، يتم وضع مجموعة واحدة فقط من المجاري تحت الأرض.
هذه المجاري تعترف بالصرف الصحي وكذلك الغسيل المبكر من منطقة الصرف بسبب الأمطار.
عندما تتجاوز مياه الأمطار حدها المحدد ، يتم تحويل الفائض إلى مجاري المياه الطبيعية.



بتعبير آخر, إذا تم السماح بحمل جزء من الأمطار أو جريان المياه السطحية مع مياه الصرف الصحي ، يُعرف النظام بنظام مدمج جزئيًا.
(في المناطق الحضرية في البلدان النامية ، يتم استخدام النظام المدمج جزئيًا في الغالب لأنه اقتصادي)



- المزايا

- المجاري ذات حجم معقول. ولذلك فإن تنظيفها ليس بالأمر الصعب.
- فهو يجمع بين مزايا الأنظمة المنفصلة وكذلك المجمعة.
- يتم تقليل أعمال السباكة المنزلية ، لأن مياه الأمطار من السقف ، والغطاء من الحمامات والمطبخ ، وما إلى ذلك يمكن أن تؤخذ في الأنبوب الذي يحمل التفريغ من المياه الأقرب.

- العيوب

- أثناء ترسب الطوفان في الطقس الجاف يتم الصرف في المجاري.
- مع تضمين مياه العواصف الأولية ، تزداد تكلفة الضخ وحجم وحدات التخلص.
- تزيد مياه العواصف الحمل على وحدات المعالجة.
- هناك احتمالات للتدفق الزائد ، مما يتطلب بناء فيضان مياه العواصف.

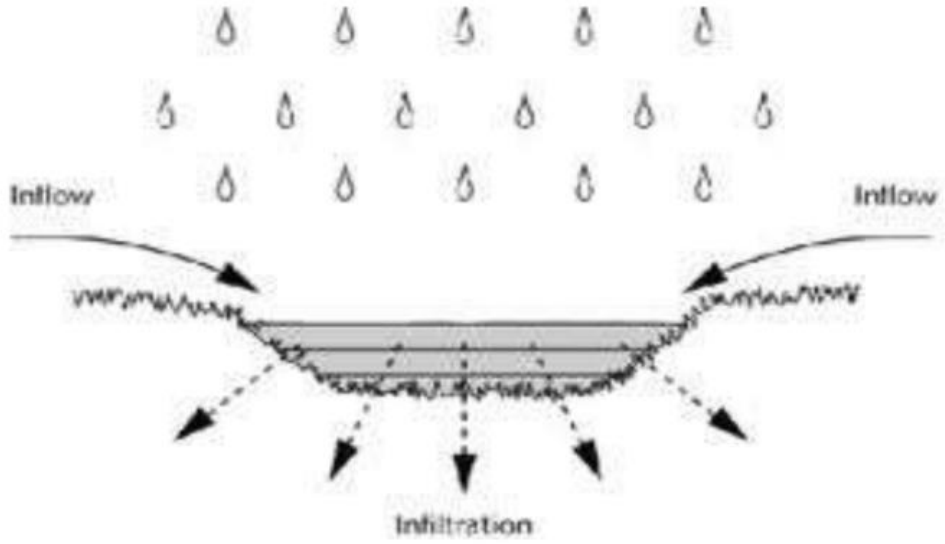
☜ ***ملاحظة***

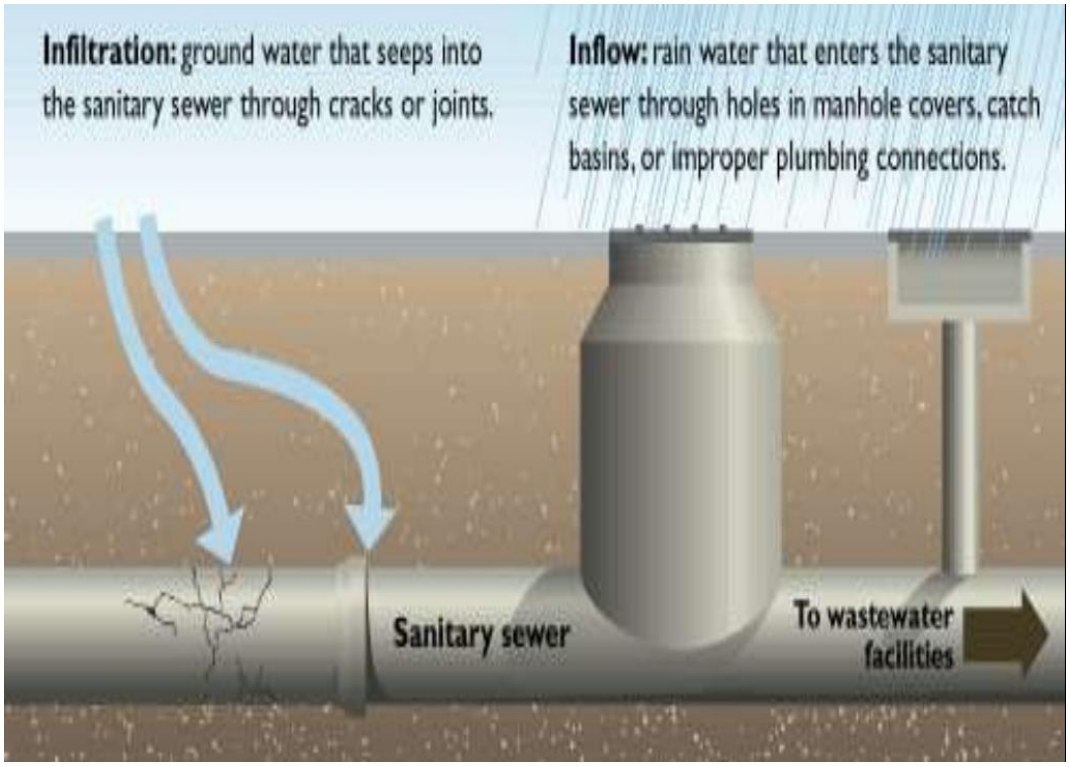
- *لا يسمح بتصريف مياه الصرف الصحي في أي مجرى*
- *عند وجود مياه عاصفة داخل المجاري ، قد يذهب جزء من المجاري الصحية لأن آثارها ستكون أقل نظرًا للتخفيف*
- *تبقى مياه الصرف الصحي في القاع عادة بسبب الكثافة العالية من مياه العواصف*

6.1. تسلل Infiltration

• المياه العادمة التي تدخل المجاري من خلال الوصلات والأنابيب المتشققة والجدران وأغطية الثقوب
• يكاد يكون الاختراق غير موجود في الطقس الجاف ولكنه يزداد خلال موسم الأمطار
• تستخدم وكالة المياه والصرف الصحي (WASA) لاهور معدلات التسلل التالية لتصميم نظام الصرف الصحي [5] .

قطر الأنبوب. حتى 600 مم← 5٪ في المتوسط تدفق مياه الصرف الصحي
لأكثر من 600 مم← 10٪ في المتوسط. تدفق مياه الصرف الصحي





7.1. توليد المجاري واستهلاك المياه

يصل حوالي 70-130٪ من المياه المستهلكة إلى المجاري
1. الصناعات ذات نقطة التصريف الخاصة
2. مفاصل الصرف الصحي السيئة

← النطاق العام 70-90٪ من استهلاك المياه عند أخذ عملية التسلل في الاعتبار
← المتوسط تدفق مياه الصرف الصحي يساوي متوسط معدل استهلاك المياه

8.1. التباين في تدفق مياه الصرف الصحي

مثل إمدادات المياه ، يختلف تدفق مياه الصرف الصحي من وقت لآخر حيث يجب أن تكون المجاري قادرة على استيعاب الحد الأقصى. معدل تدفق التغير في تدفق مياه الصرف الصحي تحتاج إلى دراسة.
يستخدم HERMAN FORMULA لتقدير نسبة التدفق الأقصى إلى المتوسط

$$M = \frac{Qmax.}{Qavg.} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

P = Pop. In 1000

M = Peak Factor

9.1. التباين في وكالة إمدادات مياه الصرف

Average Flow (m3/day)	Peak Factor
< 2500	4
2500-5000	3.4
5000-10000	3.1
10000-25000	2.7
25000-50000	2.5
50000-100000	2.3
100000-250000	2.15
>500000	2

10.1. العددية

تبلغ الكثافة السكانية للمنطقة السكنية 15000 لكل / كم^2 ومساحة 120.000 متر مربع. إذا كان متوسط استهلاك المياه 400 lpcd. أوجد متوسط تدفق الصرف الصحي وأقصى تدفق للصرف الصحي يمكن استثناءه في م^3/ يوم.

11.1. فترة التصميم واستخدام بيانات تدفق مياه الصرف الصحي

1.11.1. تصميم نظام الصرف الصحي

فترة التصميم غير محددة لأن النظام مصمم للعناية بأقصى قدر من التطور للمنطقة
- استخدام Q_{max} (التدفق الأقصى) لتصميم المجاري
- استخدام Q_{min} (الحد الأدنى للتدفق) للتحقق من السرعات أثناء التدفق المنخفض

2.11.1. تصميم محطة ضخ مياه المجاري

- مدة التصميم عادة 10 سنوات
- نعتبر متوسط التدفق اليومي والذروة والحد الأدنى للتدفق بما في ذلك التسلل

3.11.1. تصميم محطات معالجة الصرف الصحي

- فترة التصميم عادة 15-20 سنة ،
- تطلب بيانات متوسط التدفق ، التسلل ، ذروة التدفق

2. أنواع توصيلات مياه الصرف الصحي

1.2. توصيلات مياه الصرف الصحي

أكثر أنواع توصيلات مياه الصرف الصحي شيوعًا هي الجاذبية والضغط والفراغ

1.1.2. الجاذبية gravity

معظم الخصائص لها أنظمة جاذبية.
تتدفق المياه العادمة من كل خاصية تحت الجاذبية إلى شبكة الأنابيب ثم إلى محطة ضخ.
يجب وضع الأنابيب تحت ممرات المشاة أو الطرق أو الممتلكات الخاصة أو الحدائق العامة للسماح بتدفق مياه الصرف الصحي عن طريق الجاذبية.

2.1.2. الضغط pressure

تستخدم أنظمة الصرف الصحي بالضغط مضخات فردية في خزانات التجميع المثبتة على كل خاصية.
يتم ضخ المياه العادمة من المنزل أو العمل من خزان التجميع إلى شبكة الأنابيب في الشارع. نحن نمتلك ونحافظ على المضخة في الموقع للعقارات السكنية المؤهلة وبعض الشركات الصغيرة.

لقد تم تشغيل أنظمة الضغط لسنوات عديدة. كانت جامبيرو وبيليمبلا بارك وستانويل بارك و كولكليف وأوتفورد من بين المناطق الأولى التي تمت خدمتها بهذه التكنولوجيا.

3.1.2. الفراغ vacuum

تستخدم المجاري الفراغية فراغًا جزئيًا في أنابيب مياه الصرف الصحي لنقل مياه الصرف الصحي من المنازل والشركات إلى نقطة معالجة مركزية.

2.2. مجاري الجاذبية التقليدية

مجاري الجاذبية التقليدية عبارة عن شبكات كبيرة من الأنابيب الجوفية التي تنقل المياه السوداء والمياه الرمادية

1.2.2. مزايا:

- صيانة أقل بالمقارنة مع المجاري المبسطة وخالية من المواد الصلبة
- المياه الرمادية وربما مياه الأمطار يمكن أن تدار بشكل متزامن
- يمكن التعامل مع الحصباء والمواد الصلبة الأخرى ، وكذلك كميات كبيرة من التدفق
- يمكن بناء مجاري الجاذبية التقليدية في مناخات باردة حيث يتم حفرها في عمق الأرض ، ويقاوم تدفق المياه الكبير والثابت التجميد.

2.2.2. سلبيات:

- تكاليف رأس المال مرتفعة جدا ؛ ارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة
- يجب الحفاظ على الحد الأدنى للسرعة لمنع ترسب المواد الصلبة في المجاري
- يتطلب الحفريات العميقة
- من الصعب ومكلف تمديد كما يتغير المجتمع وينمو
- يتطلب تصميم خبير والبناء والصيانة
- التسربات تشكل خطر تسرب المياه العادمة وتسلل المياه الجوفية ومن الصعب تحديدها

3.2.2. تصميم شبكات الصرف الصحي الجاذبية

تنقسم الشبكة إلى:

- الشبكات الأولية (خطوط الصرف الصحي الرئيسية على طول الطرق الرئيسية)
- الشبكات الثانوية (الشبكات في الحي)
- شبكات التعليم العالي (الشبكات على مستوى الأسرة)

4.2.2. متطلبات التصميم

أ. تدفق نموذجي

- يجب تصميم شبكة المجاري بحيث تحافظ على سرعة التطهير الذاتي (أي التدفق الذي لن يسمح بتراكم الجزيئات).

- بالنسبة لأقطار المجاري النموذجية ، ينبغي اعتماد سرعة لا تقل عن 0.6 إلى 0.7 م / ث خلال ذروة الظروف الجوية الجافة.

ب. يجب ضمان التدرج المستمر للهبوط على طول المجاري للحفاظ على تدفقات التنظيف الذاتي ، والتي قد تتطلب عمليات حفر عميقة. عندما يتعذر الحفاظ على درجة الإنحدار ، يجب تثبيت محطة ضخ.

ت. عمق المجاري

يتم وضع المجاري الرئيسية أسفل الطرق ، على عمق يتراوح من 1.5 إلى 3 أمتار لتجنب الأضرار الناجمة عن الأحمال المرورية.

ث. يعتمد اختيار قطر الأنبوب على متوسط التدفقات وذروة الذروة المسقطة.

المواد الشائعة الاستخدام هي أنابيب الخرسانة والبولي فينيل كلورايد والأنابيب المصنوعة من الحديد الزهر أو الدكتايل.

ج. غرف التفتيش الوصول

- يتم وضع غرف الوصول على فترات زمنية محددة:

فوق المجاري ،

عند التقاطعات الأنابيب ،

وعند التغيرات في اتجاه خط الأنابيب (عموديا وأفقيا).

- يجب تصميم غرف التفتيش بحيث لا تصبح مصدرًا لتدفق مياه الأمطار أو تسرب المياه الجوفية.

ح. في حالة قيام المستخدمين المتصلين بتصريف المياه العادمة شديدة التلوث (مثل الصناعة أو المطاعم) ، قد تكون هناك حاجة إلى معالجة أولية وقبلية في الموقع قبل التصريف في نظام الصرف الصحي لتقليل مخاطر انسداد وتحميل محطة معالجة المياه العادمة.

خ. يوصى بالاحتفاظ المحلي بمياه الأمطار أو نظام صرف منفصل لمياه الأمطار. يتطلب نظام معالجة المياه العادمة أبعاد أصغر وأقل تكلفة ، وهناك كفاءة معالجة أعلى لمياه الصرف الصحي الأقل تمييعًا.

3. المياه العادمة في لبنان

1.3. التخلص من المياه العادمة في البيئة

في غياب محطات معالجة مياه الصرف التشغيلية ، يتم تصريف النفايات السائلة من التجمعات الساحلية في البحر بينما يتم التخلص من النفايات السائلة من المجتمعات الداخلية في الأنهار أو المجاري أو في الأراضي المفتوحة أو تحت الأرض.

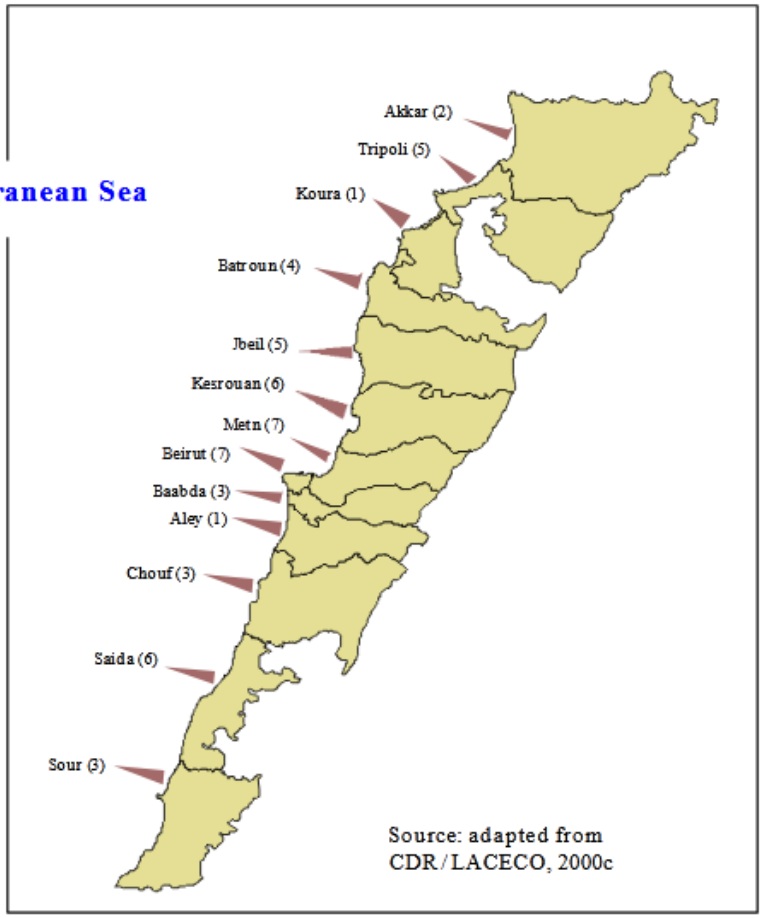
Average Flow Rate and BOD_5 of Wastewater Through the Ghadir Sea Outfall

Month	*Flow Rate (m^3/day)*	*BOD_5 (mg/l)*
June, 2000	24,419	371
July, 2000	30,348	527
August, 2000	39,247	494
September, 2000	41,612	418
October, 2000	41,000	445
November, 2000	40,967	411
Average	**36,266**	**444**

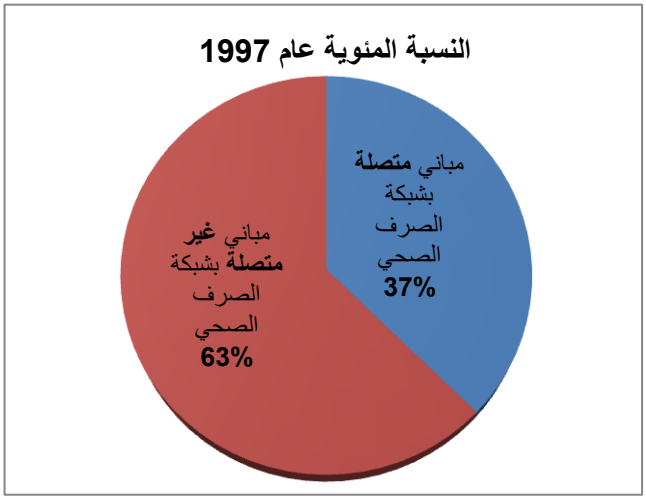
Source: CDR / Subal, 2000

2.3. توزيع المياه العادمة في البحر الأبيض المتوسط

Distribution of Wastewater Outfalls Into the Mediterranean Sea



4. إمدادات مياه الصرف الصحي بالمقارنة مع عدد السكان



1.4. معدل ربط السكان بشبكة المياه الصرف الصحي

إن متوسط معدل ربط السكان بشبكة المياه العامة لا يتعدى 80%، وأن حصة مياه الصرف الصحي والمياه المبتذلة المربوطة بالشبكة العامة لا تتعدى 60%، وأن حصة المياه المبتذلة التي تتم معالجتها من إجمالي المياه المستهلكة تقدّر بحوالي 8% فقط مقابل

نسبة 32% لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وأن 60-70% من مصادر المياه الطبيعية يوجد فيها أنواع مختلفة من البكتيريا، وأن 53% فقط من الأسر اللبنانية الموصولة إلى شبكات المياه العامة تشرب المياه من هذه الشبكات.

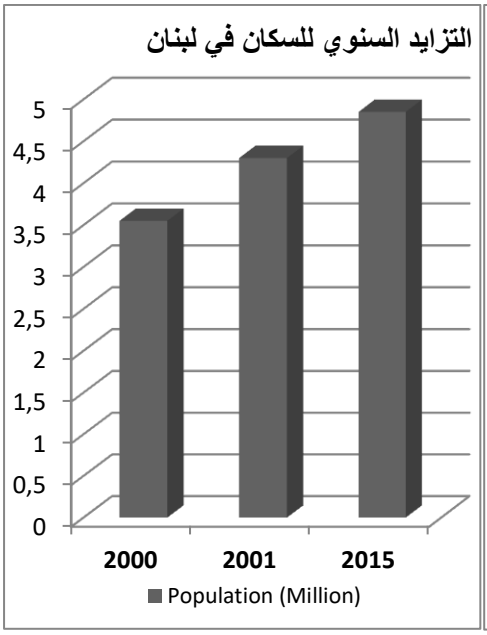
وفقا لتعداد المباني والمنشآت لعام 1998 الذي أجرته الإدارة المركزية للإحصاء (ACS) ، فإن أقل من 60 ٪ من المباني لديها إمكانية الوصول إلى المرافق الصحية العامة. تتمتع بيروت بأعلى معدل لشبكات الصرف الصحي (98.3 ٪) ، تليها ضواحي بيروت (89.3 ٪) ثم الشمال (53.5 ٪) ، الجنوب (42.1 ٪) والبقاع (41.1 ٪) ، في حين أن جبل لبنان لديه أقل (33.9 ٪). تستخدم المناطق المتبقية خزانات الصرف الصحي أو تصريف مياه الصرف الصحي في الآبار (MoE /، LEDO / ECODIT 2001؛ المقدسي ، 2007 ؛ MEDAWARE et al. ، 2004).

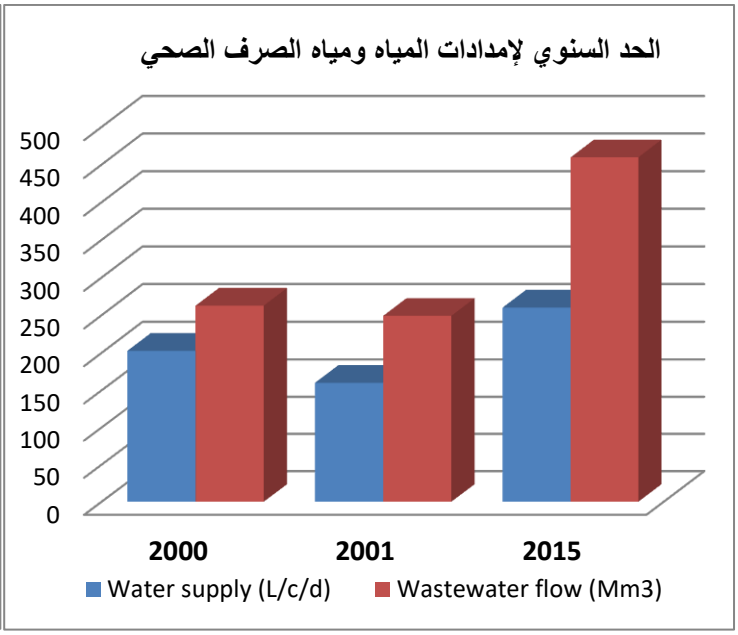
	بيروت	ضواحي بيروت	**الشمال**	الجنوب	البقاع	جبل لبنان
نسبة المباني **لديها إمكانية الوصول** إلى المرافق الصحية العامة (%)	98.3	89.3	**53.5**	42.1	41.1	33.9
نسبة المباني التي **ليس لديها إمكانية الوصول** إلى المرافق الصحية العامة (%)	1.7	10.7	**46.5**	57.9	58.9	66.1

2.4. معدل إمدادات المياه ومياه الصرف الصحي في لبنان بالمقارنة مع عدد السكان [6]

Predicted Maximum Population, Water Supply and Wastewater for Lebanon

Year	Population		Water supply		Wastewater flow	DBO
	Million	Reference	L/c/d	Reference	Mm^3	Tons
2000	3,3 - 3,8	(ESCWA, 2007; Sarraf *et al*, 2004)	190 - 215	(Abdulrazzak & Kobeissi, 2002)	227 - 298	------
2001	4,3	(MoE/LEDO/ECODIT, 2001)	160	(MoE/LEDO/ECODIT, 2001)	249	99,600
2015	4,5 - 5,2	(ESCWA, 2007; Sarraf *et al.*, 2004)	260	(Jaber, 1997)	426 - 493	-----

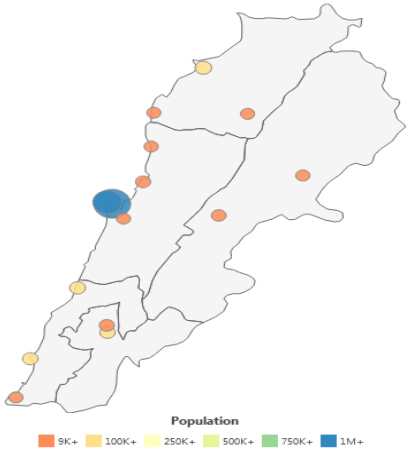




L /c/d = Liters per capita per day (litres par personne par jour)

3.4. خريطة الكثافة السكانية في المناطق اللبنانية وجدول مفصل بذلك [7]

Name	Population	Location
Beirut	1,916,100	Map
Ra's Bayrut	1,251,739	Map
Tripoli	229,398	Map
Sidon	163,554	Map
Tyre	135,204	Map
Nabatiye et Tahta	120,000	Map
Habbouch	98,433	Map
Jounieh	96,315	Map
Zahle	78,145	Map
Baalbek	30,916	Map
En Naqoura	24,910	Map
Jbail	20,784	Map
Bcharre	20,000	Map
Batroun	10,852	Map
Baabda	9,000	Map



4.4. رسم بياني لعدد السكان المتوقع في لبنان على مدى السنوات القادمة [7]

5. معالجة مياه الصرف الصحي

1.5. إمكانية معالجة الصرف الصحي

1.1.5. نسبة تصريف مياه الصرف الصناعية دون معالجة

في غياب المرافق والخدمات الخاصة المكرسة لإدارة التلوث الصناعي ، يتم تصريف مياه الصرف الصناعية (حوالي 12 ٪ من إجمالي مياه الصرف الصحي: حضري وصناعي) في شبكة الصرف الصحي في المناطق الحضرية دون معالجة.

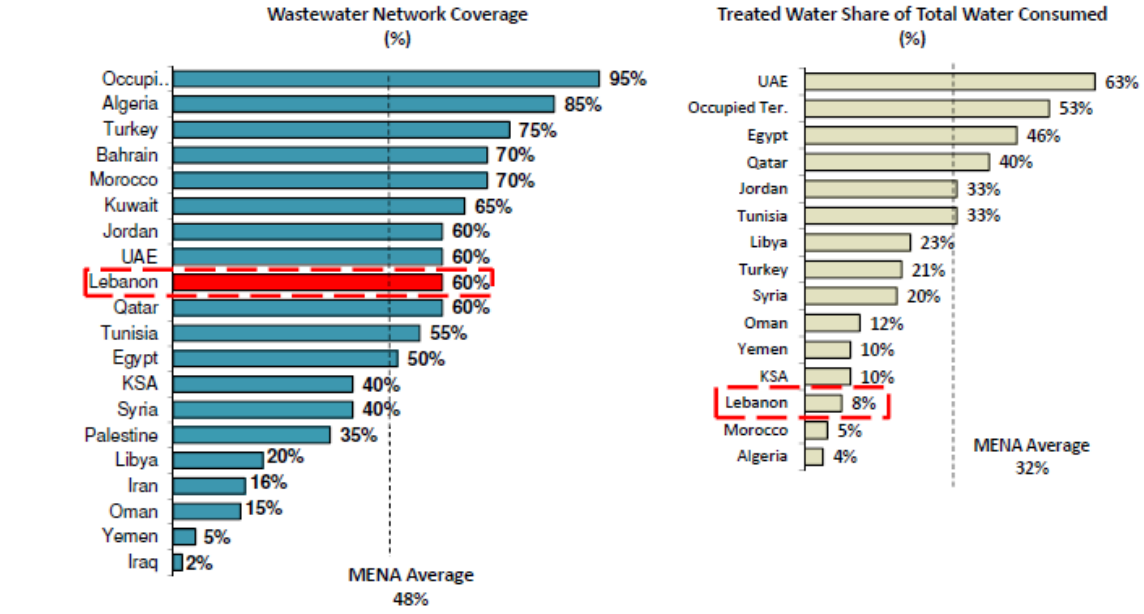
من الصعب تقدير إجمالي حمولة الملوثات التي يصرفها القطاع الصناعي في المجاري المائية بسبب نقص البيانات المتعلقة بكمية ونوعية المخلفات السائلة. بناءً على إحصاءات العمالة الصناعية ، قدّر أن القطاع الصناعي سيولد حوالي 200000 متر مكعب من المياه العادمة يوميًا في عام 2020)

2.1.5. نسب النفايات القابلة للمعالجة

قد يحدث تفريغ غير قانوني في مياه الصرف الصحي ومن ثم سيتم تصريف مياه الصرف الناتجة عن الصناعة إلى محطات معالجة المياه العادمة التجارية والمنزلية (CDR / LACECO,2000)
ومع ذلك ، 96 ٪ من التيار الصناعي ، باستثناء المدابغ ، غير خطرة
ويمكن معالجة 66 ٪ من النفايات المنزلية ؛
في حين أن البقية يجب أن تتطلب بعض المعالجة المسبقة قبل التصريف في شبكات الصرف الصحي المحلية (CDR / LACECO,2000)

3.1.5. مستوى معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى المتوسط الإقليمي

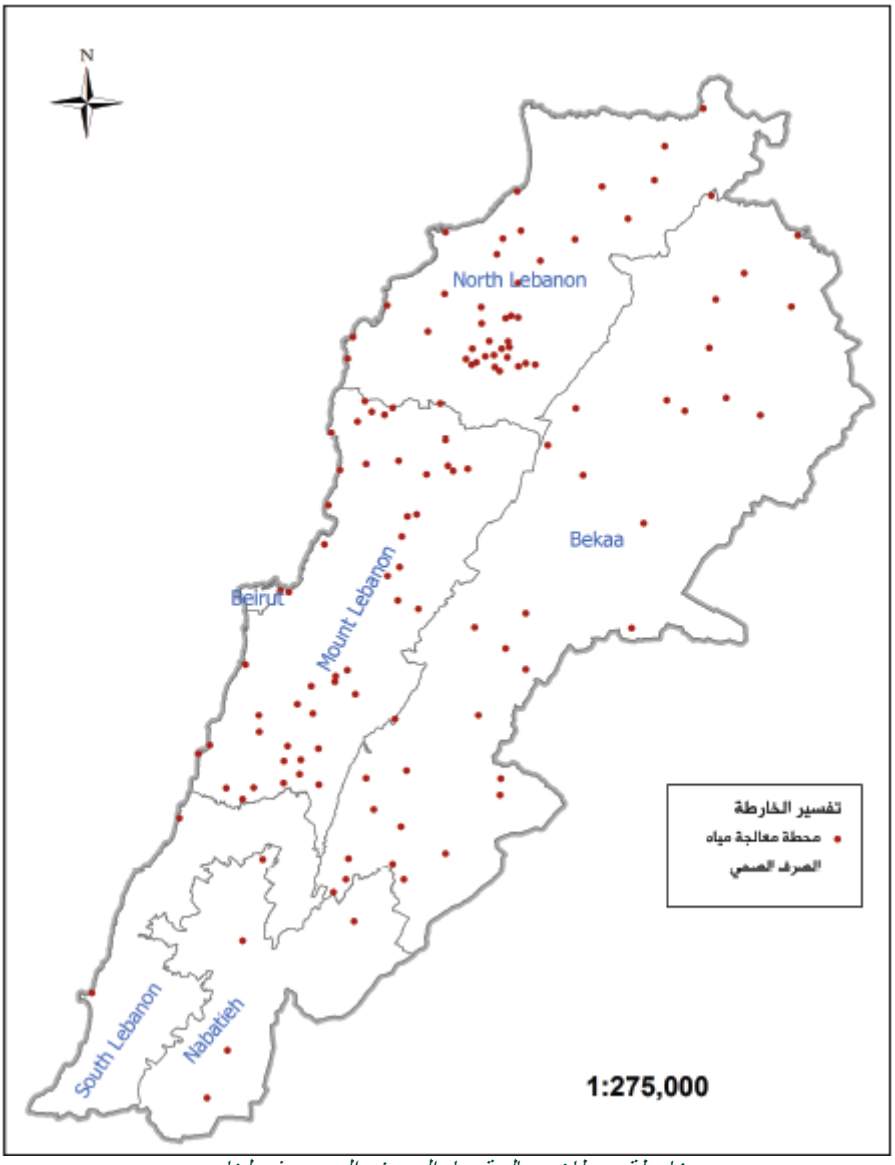
تغطية شبكة مياه الصرف الصحي بنسبة 60٪ أعلى من المتوسط الإقليمي ، إلى جانب مستويات معالجة منخفضة بشكل ملحوظ (8%>) [8]



Note: Data not available for Bahrain, Kuwait, Iran, Iraq, Palestine
Source: Water Market Middle East, Web search

2.5. محطات المعالجة مياه الصرف الصحي

1.2.5. عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في لبنان [9]



خارطة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في لبنان

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
حاصبيا	كفرحمام	ثاني	استكمل	115	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 700
حاصبيا	ميماس 1 و 2	ثاني	استكمل	120	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	3 000
راشيا	عين حرشة	ثاني	استكمل	120	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 200
الشوف	جباع الشوف	ثاني	استكمل	300	اتحاد الشوف الأعلى	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	2 000
النبطية	كفر فيلا	ثاني	استكمل	525	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	3 500
حاصبيا	شوّيا	ثاني	استكمل	50	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	700
حاصبيا	عين جرفا 1 و2	ثاني	استكمل	375	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	2 500
حاصبيا	أبوقمحة	ثاني	استكمل	90	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	600
حاصبيا	كفير	ثاني	استكمل	450	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	3 000
مرجعيون	قليعة 1	ثاني	استكمل	600	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	4 000
مرجعيون	قليعة 2	ثاني	استكمل	200	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 300
مرجعيون	دير ميماس	ثاني	استكمل	200	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 300
حاصبيا	مرج الزهور	ثاني	استكمل	120	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 200
عكار	بقرزلا	ثاني	استكمل	-	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 800
عكار	حميرة	ثاني	استكمل	40	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	600
عكار	شاربيلا	ثاني	استكمل	-	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 152
راشيا	راشيا	ثاني	استكمل	100	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	6 000
راشيا	حوش القنعبّة	ثاني	قيد التحضير	100	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	1 000

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
بعلبك	تمنين التحتا	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للمصادر الهيدروليكية والكهربائية	-	225 000
جبيل	جبيل	ثاني	قيد التحضير	35 500	مجلس الإنماء والإعمار	فرنسا	800 000
جبيل	كفر	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	عين كفاع	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	حاقل	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	خاربة	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	ترتج	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	لقلوق	ثاني	-	_	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	قرطبا	ثاني	قيد التحضير	-	مجلس الإنماء والإعمار	إيطاليا	11 600
جبيل	لاسا	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	يانوح	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	قرقريا	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
البترون	سلعاتا	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	30 000
بشرّي	حصرون	ثاني	قيد التحضير	_	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	4 800
بشرّي	بشري	ثاني	استكمل	_	مجلس الإنماء والإعمار	-	17 600
طرابلس	طرابلس	ثاني	استكمل	-	مجلس الإنماء والإعمار	البنك الأوروبي للاستثمار	1000 000
عكار	العبدة	ثاني	قيد التحضير	_	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	185 000

كفر	كفر	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
جبيل	بشللي	ثاني	-		مجلس الإنماء والإعمار	-	-
جبيل	شلوماس	ثاني	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	-	-
بعلبك	شليفا	ثاني	-	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-
كسروان	معاملتين	ثاني	قيد التحضير	-	مجلس الإنماء والإعمار		-
بعلبك	مرج أبيض	ثاني	-	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-
الهرمل	مرج الضهر	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-
الهرمل	مداوش	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-
الهرمل	حوش بيت اسماعيل	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-
عكار	مشمش	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	إيطاليا	68 000
عكار	جبرايل	ثاني	قيد التحضير	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	فرنسا	61 500
عكار	عكار العتيقة 1 و2 و3	ثاني	استكمل	260	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	2 550
عكار	قبيات الغربية	ثاني	استكمل	1 350	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	9 000
عكار	نهر شدرا	ثاني	-	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-	-

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
الكورة	الكورة	-	-	-	مجلس الإنماء والإعمار	فرنسا	-
بعلبك	لبوة	ثاني	قيد التحضير	-	مجلس الإنماء والإعمار	البنك الدولي للإنشاء والتعمير	47 000
زحلة	أبلح	ثاني	استكمل	2 000	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	14 630
زغرتا	مرياطا	ثاني	-	-	-	-	-
المنية- الضنية	تربل	ثاني	-	-	-	-	-
الهرمل	البستان	ثاني	-	-	-	المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية	-
كسروان	نوق	ثاني	-	-	-	-	-
كسروان	مزرعة كفرذبيان	ثاني	قيد التحضير	-	-	-	-
كسروان	ميروبا	ثاني	-	-	-	-	35 000
جبيل	غلبون	ثاني	-	-	-	-	-
جبيل	حالات – نهر ابراهيم	ثاني	-	-	-	-	-
المتن	مشيخا	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	حدشيت	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	بلوزا	ثاني	-	-	-	-	-
البترون	حوقة	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	بان	ثاني	-	-	-	-	-
البترون	عبدللي	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	مزرعة النهر	ثاني	-	-	-	-	-

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
بشرّي	برحليون	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	مزرعة بني صعب	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	قنات	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	بيت منذر	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	قنيور	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	حدث الجبه	ثاني	-	-	-	-	-
بشرّي	بريسات	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	سبعل	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	عينطورين	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	أسلوت	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	مزرعة التفاح	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	بحيري	ثاني	-	-	-	-	-
زغرتا	كفرصغاب	ثاني	-	-	-	-	-
بعبدا	ترشيش	ثاني	-	-	-	-	-
عاليه	مجدل بعنا	ثاني	-	-	-	-	-
عاليه	عين الحلزون	ثاني	-	-	-	-	-
عاليه	حبرمون	ثاني	-	-	-	-	-
عاليه	رويسة النعمان	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	كليله	ثاني	-	-	-	-	-

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
الشوف	المختارة	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	عينبال	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	باتر	ثاني	-	900	-	-	6 000
الشوف	غريفة	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	بسابا	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	بكيفا	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	مجدلونا	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	مزرعة المحتقره	ثاني	-	-	-	-	-
الشوف	بيقون	ثاني	-	-	-	-	-
بعلبك	حرفوش	ثاني	-	-	-	-	-
زحلة	عنجر/ مرج	ثاني	قيد التحضير		-	إيطاليا	300 000
بعلبك	يمونة	ثاني	قيد التحضير	340	-	مجلس الإنماء والإعمار	2 500
المنية الضنية	بخعون	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	48 000
البترون	البترون	-	قيد التحضير	-	-	فرنسا	30 000
الهرمل	الهرمل	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	96 000
حاصبيا	حاصبيا	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	-
بنت جبيل	بنت جبيل	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	-

القضاء	اسم المشروع	مستوى المعالجة	الحالة	الاستطاعة	الجهة المسؤولة عن الإدارة	الوكالة الممولة	عدد السكان المخدمين
الشوف	مزرعة الشوف	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	-
المتن	خنشارة	-	قيد التحضير	-	-	-	-
الكورة	أميون	-	قيد التحضير	-	-	-	-
كسروان	حراجل	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	40 000
بنت جبيل	شقرا	-	قيد التحضير	-	-	إيطاليا	-
كسروان	طبرجا	-	قيد التحضير		-	JBIC	425 000
الشوف	المنطقة الساحلية في الشوف	-	قيد التحضير	-	-	فرنسا	-
النبطية	جباع	ثاني	استكمل	150	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	-
حاصبيا	شبعا	ثاني	استكمل	900	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	6 000
مرجعيون	الخيام	ثاني	استكمل	600	البلدية	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	6 000
صيدا	صرفند	-	بانتظار التمويل	-	-	-	-
النبطية	كفر صير، يحمر، زوطر	-	قيد التحضير	-	-	-	-
بنت جبيل	تبنين، شقرا	-	قيد التحضير	-	-	-	-
جزّين	عرقوب	-	قيد التحضير	-	-	-	-

2.2.5. واقع الحال لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي [6]

وجد في لبنان حتى الآن واحد وثلاثون محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي تنتج حوالي 16000 متر مكعب في اليوم وتحقق معالجة ثانوية للمياه العادمة مع هدف محدد ، وهو إعادة استخدام مجاري مياه الصرف المعالجة للري (MEDAWARE et al.2004) . (MEDAWARE et al. ,2004) وهي تتألف من نباتات مجتمعية صغيرة

هناك محطتان كبيرتان لمعالجة المياه العادمة ، هما محطة غدير للمعالجة الأولية ومحطة المعالجة الثانوية بطرابلس ، تعملان حالياً.

يجب أن يتيح إنجاز بناء محطات المعالجة الكبرى على نطاق واسع معالجة حوالي 80٪ من مياه الصرف الصحي بحلول عام 2020 ، أي حوالي مليون متر مكعب في اليوم من المياه المستعملة المعالجة

يجب أن تتطلب نسبة 20٪ المتبقية بناء حوالي 100 محطة صغيرة لمعالجة مياه الصرف

من المخطط إنشاء 35 محطة لمعالجة المياه العادمة (WWTP) أو قيد الإنشاء: سبعة تحت الإنشاء ، و 18 تحت الإعداد وتمول ، و 10 بدون تمويل مضمون حتى الآن (في عام 2004). بدأت GOL في بناء سبع محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي في عام 2001: صيدا ، وشكا ، والبترون ، وجبيل ، ومنطقة الشوف الساحلية ، وبعلبك والنبطية.

جدول يبين وضع محطات معالجة الصرف الصحي (تحت التنفيذ, تحت الإعداد, لا يوجد تمويل مضمون)

Current Situation of Planned Secondary Wastewater Treatment Plant in Lebanon

Zone	*Caza*	Location	*Implementation Status*		
			Under Execution	Under Preparation	No funding secured
Costal	Akkar	Abdeh		X	
Inland		Michmich		X	
Inland	Minieh-Dinnieh	Bakhoun		X	
Costal	Tripoli	Tripoli	X		
Inland	Becharre	Becharre		X	
Inland		Hasroun			X
Inland	Koura	Amioun		X	
Costal		Chikka	X		
Costal	Batroun	Batroun	X		
Costal	Jbeil	Jbeil	X		
Inland		Kartaba		X	

وفقا لمجلس الإنماء والإعمار ، فإن أعمال إدارة مياه الصرف الصحي يعوقها نقص الأموال. على الرغم من أن GOL حصلت على تمويل لـ 25 محطة لمعالجة المياه العادمة ، إلا أنه لا يزال هناك حتى الآن 10 مصانع مقترحة على الأقل بدون تمويل

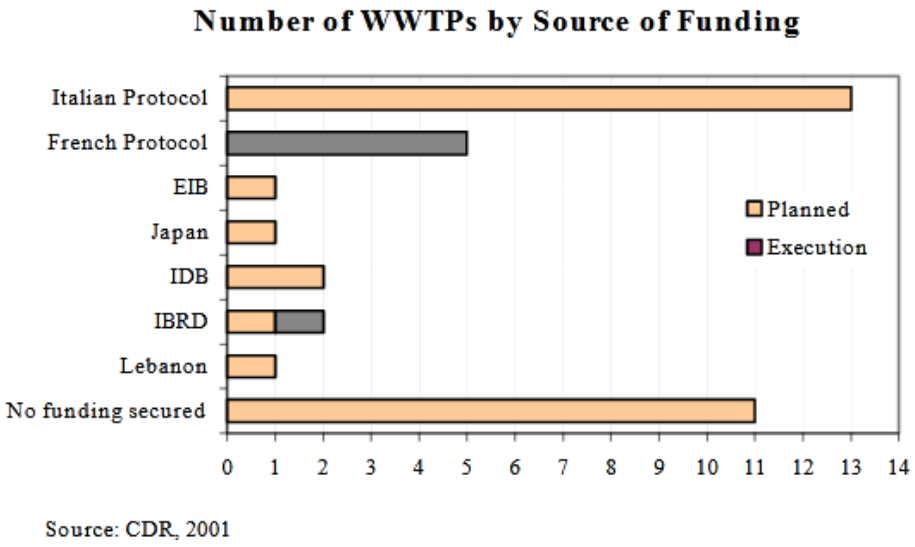
Small-Scale Wastewater Treatment Plants Funded by USAID

Area	*Village*	*NGO*	*Cost (US$)*	*Beneficiaries*
Bekaa	Jabbouleh	CHF	74,000	NA
Dennieh	Markibta	Pontifical Mission	113,000	260 families
Akkar	Qobayat	Pontifical Mission	195,000	NA
	Charbila	Mercy Corps	80,000	5,759 families
	Bqerzla	Mercy Corps	23,811	330 families
	Akkar el Atika	YMCA	80,000	NA
	Koss Akkar	YMCA	143,000	NA
Baabda	Himmana	Pontifical Mission	168,000	1,400 families
	Kornayel	Pontifical Mission	NA	NA
Chouf	Bchetfine	Creative Associates	350,000	240 families
Marjaayoun	Borj el Moulouk	Pontifical Mission	185,000	NA
	Marj el Zouhour	YMCA	130,000	NA
Hasbaya	Wazzani	Mercy Corps	31,677	NA
Total	**13 WWTPs**		**1,573,488**	

Note: Costs include community contributions, which may reach 40 percent of the total

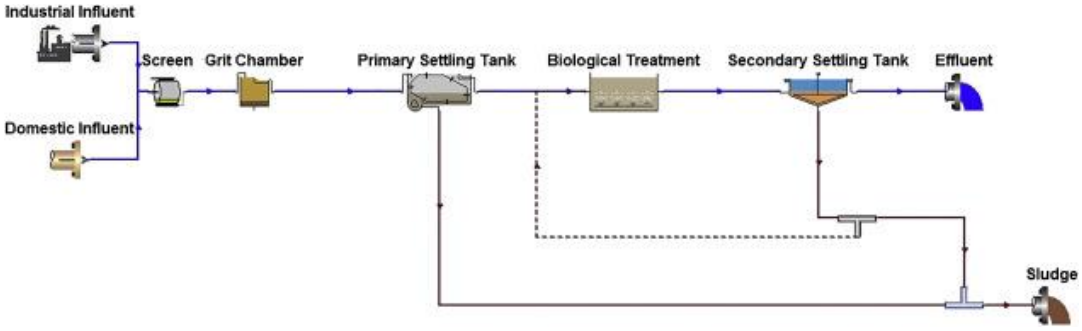
NA: Not Available

Source: Data supplied to ECODIT by USAID Lebanon Mission, August 2001 [6]

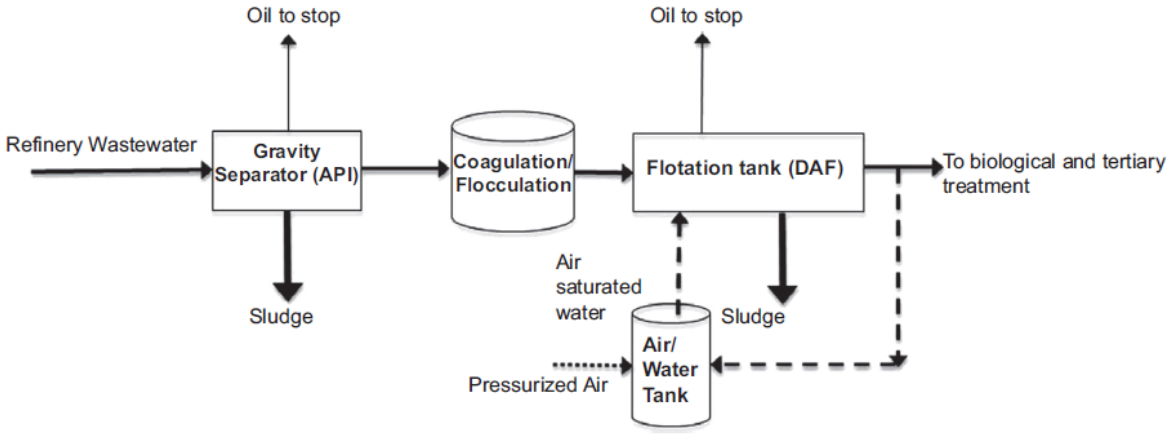


3.5. كيفية معالجة مياه الصرف الصحي

يمكن إجراء معالجة مياه الصرف الصحي في أنظمة مركزية أو لا مركزية. بعد المعالجة ، يتم تصريف النفايات السائلة عادة إلى المياه السطحية. عادةً ما يتم معالجة مياه الصرف الصناعي في الموقع ، على الرغم من إرسال كميات محدودة أيضًا إلى الأنظمة البلدية المركزية . تنقسم محطة معالجة مياه الصرف الصحي النموذجية إلى الوحدات التالية :



عمليات الوحدة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي النموذجية [10]



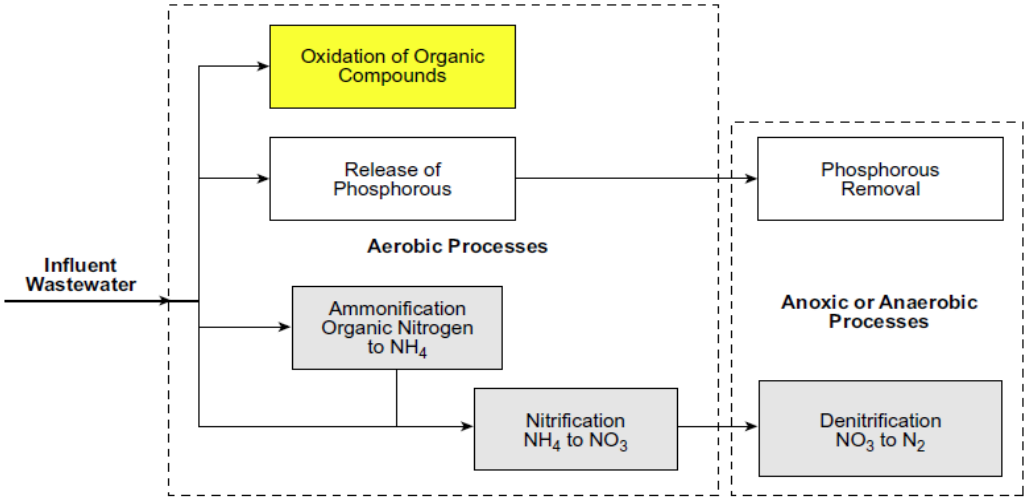
Typical refinery wastewater treatment plant [14]

أ. **المعالجة الأولية** - إزالة المواد الصلبة الكبيرة (الخرق ، العصي ، العوامات ، الشحوم) عن طريق فحص وإزالة الحصباء (الرمل ، الحصى ، الرماد ، إلخ). العمليات المستخدمة ميكانيكية بحتة [13][12][11] .

ب. **المعالجة الأولية** – إزالة جزء من المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية عن طريق الترسيب. في حين أن العلاج الأولي ميكانيكي بحت ، فقد يستخدم العلاج الأساسي طرق فيزيائية كيميائية مثل التخثر / التلبد (coagulation /

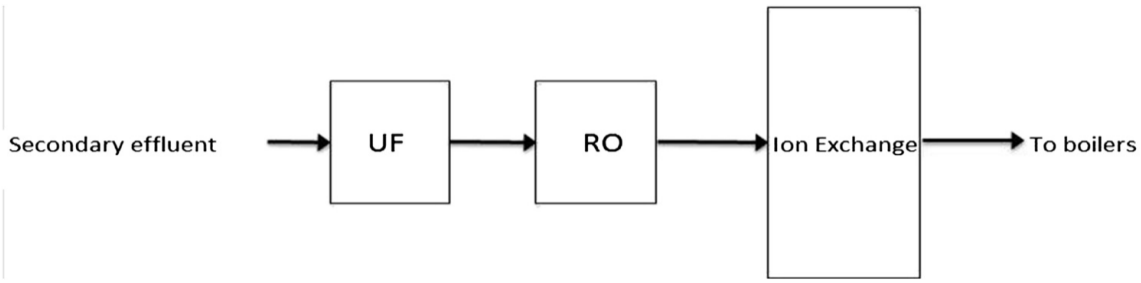
flocculation) من أجل تعزيز الترسيب. التخثر هو عملية زعزعة استقرار شحنة الجسيمات الغروية في مياه الصرف الصحي بحيث تتراكم على جزيئات أكبر ، والتي يمكن تسويتها بسهولة. ينتج التندف جسيمات أكبر من جسيمات غروانية صغيرة ، والتي يمكن بعد ذلك إزالتها بسهولة عن طريق الترسيب أو الترشيح. التعويم هو وحدة معالجة ميكانيكية تزيل الجزيئات الصلبة أو السائلة من مياه الصرف بمساعدة الهواء. تلتصق فقاعات الهواء بالجسيمات التي يجب إزالتها وتحت تأثير القوى الطافية ترتفع إلى السطح. ثم تقوم الكاشطات بإزالة المخلفات في الجزء العلوي من خزان التعويم.

ت. **المعالجة الثانوية** – عادة ما تكون خطوة معالجة بيولوجية لإزالة المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي (في محلول أو معلق) والمواد الصلبة المعلقة ، بالإضافة إلى عمليات إزالة المغذيات (غالبًا ما يتم تضمينها في تعريف الخطوة الثالثة). يتم تقليل الملوثات ذات الأهمية الكبرى في مياه الصرف الصحي بشكل كبير خلال هذه المرحلة من حيث الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD) والطلب على الأكسجين الكيميائي (COD). أهداف المعالجة البيولوجية هي ما يلي: أكسدة الجسيمات والمكونات القابلة للتحلل الحيوي ؛ التقاط وتحويل المواد الصلبة العالقة والغروية إلى كتلة بيولوجية ؛ إزالة المغذيات ، مثل النيتروجين والفوسفور.



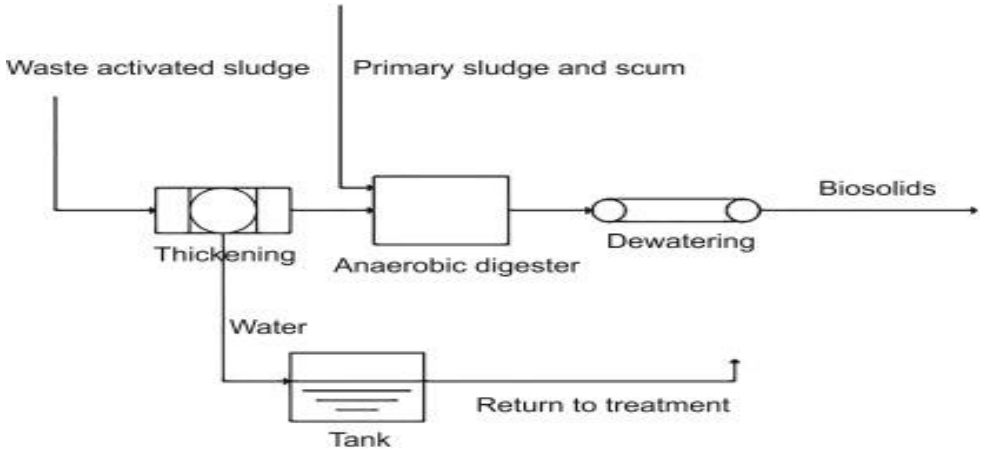
العمليات البيولوجية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي [15]

ث. **المعالجة الثلاثية** – إزالة المواد الصلبة العالقة المتبقية باستخدام المرشحات. التطهير هو أيضًا نموذجي في هذه الخطوة. علاوة على ذلك ، يمكن تضمين خطوة معالجة متقدمة في هذا التعريف حيث يتم استخدام طرق إضافية لمزيد من تنقية مياه الصرف الصحي ، مثل الامتزاز (adsorption) ، والتبادل الأيوني (ion exchange) ، وفصل الغشاء (membrane separation) ، والأكسدة المتقدمة (advanced oxidation) ، وما إلى ذلك ، لإزالة المواد المذابة والمعلقة. هذه الخطوة حاسمة عندما يكون الغرض هو إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.



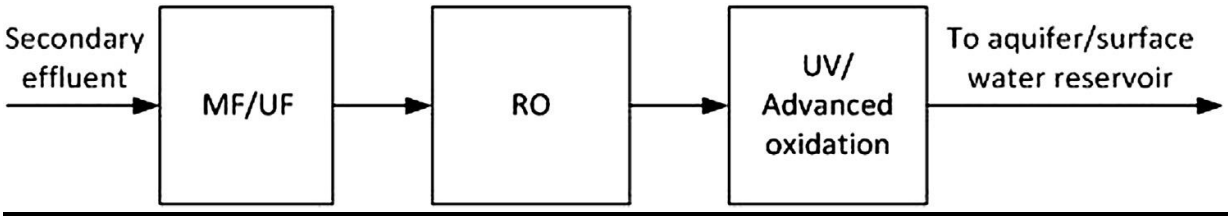
معالجة مياه الصرف الصحي في مصفاة الدرجة الثالثة لتغذية المرجل (boiler feed) [16]

ج. **معالجة المواد الصلبة (الحمأة sludge)** – التجميع ، التثبيت والتخلص اللاحق. تتضمن هذه الخطوة عمليات التثخين لزيادة المواد الصلبة للحمأة قبل العلاج ، والهضم اللاهوائي ، ونزح المياه من الهضم ، والمعالجة النهائية للحمأة التي يتم التخلص منها عن طريق التسميد أو التجفيف (انظر الصورة أدناه).



خطوات معالجة الحمأة [14]

4.5. مثال على قطار متقدم نموذجي لمعالجة مياه الصرف الصحي المستخدم في إعادة الاستخدام غير المباشر للشرب [14]



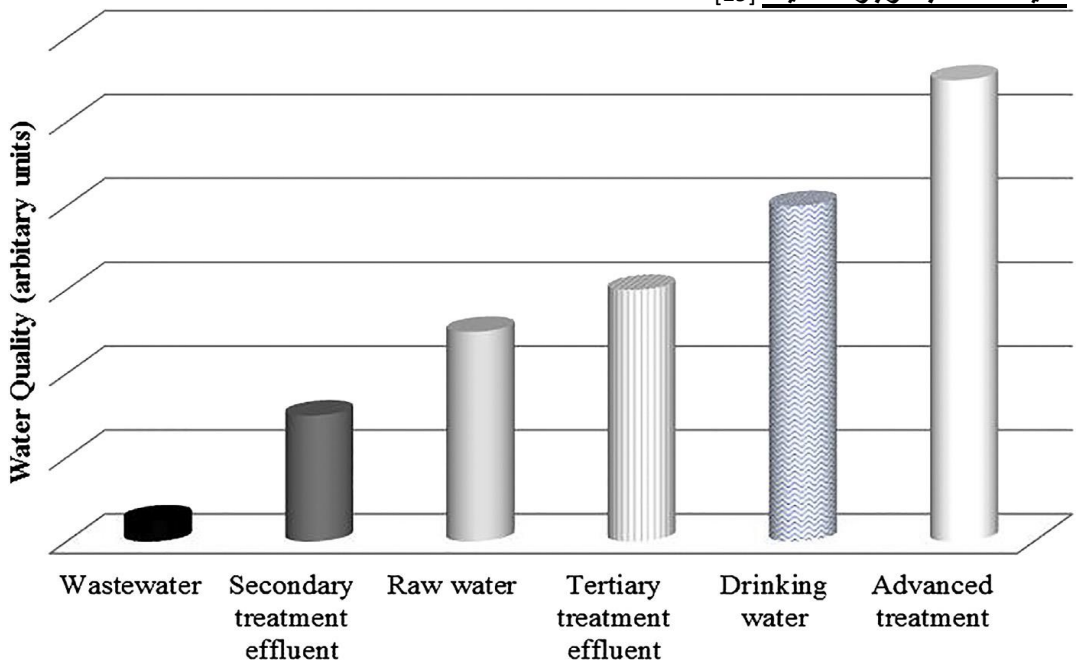
5.5. صفات المياه الناشئة عن المياه المعاد تدويرها [17]

Water Quality	Explanation	Appropriate Uses	
0	Untreated wastewater: polluted wastewater in the form it is found in sewerage.	None!	
1	Primary treatment: wastewater that has been subject to a first cleaning stage. The pollution level has been reduced by 30–40%.	Appropriate for the irrigation of forested land in a controlled way (on land with limited access), landscapes and flowers by surface or subsurface application.	
2	Secondary treatment: wastewater has been subject to a second cleaning stage. The pollution level has been reduced by 95%.	It is appropriate for surface tree irrigation, such as olive trees, vineyards, industrial trees, and other trees where water does not come into contact with the crops.	
3	Tertiary treatment: wastewater has been subject to a third cleaning stage. The pollution level is reduced by 99%.	Appropriate for the irrigation of cultivations which are consumed by humans on the condition that the edible parts do not come in contact with this water.	
4	Potable water.	Appropriate for the irrigation of any crop and human use.	

6.5. <u>خصائص محطة معالجة مياه الصرف الصحي</u> [18]

Attribute	WTP Price in €	
Value of decrease of odor probability from medium to small.	0.18–0.45	
Value of irrigated land increase.	0.32–0.48	
Value of water application in tomato plants.	0.12–0.23	
Value of water application in olive trees.	0.21–0.39	
Value of one-day job increase.	0.03–0.04	

7.5. تقنيات المعالجة وجودة المياه [19]



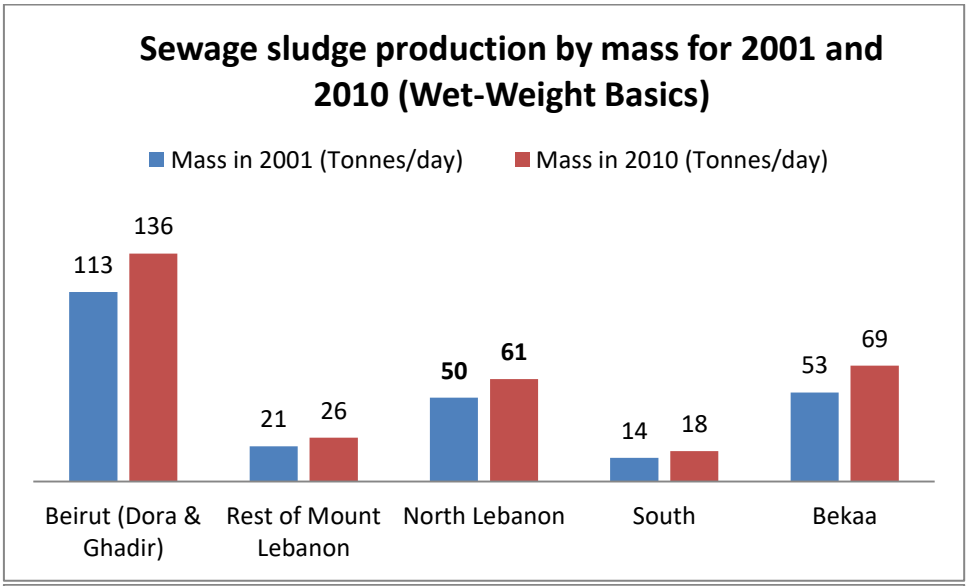
6. إنتاج حمأة مياه المجاري التقديرية لعامي 2001 و 2010 (أساس الوزن الرطب) [20]

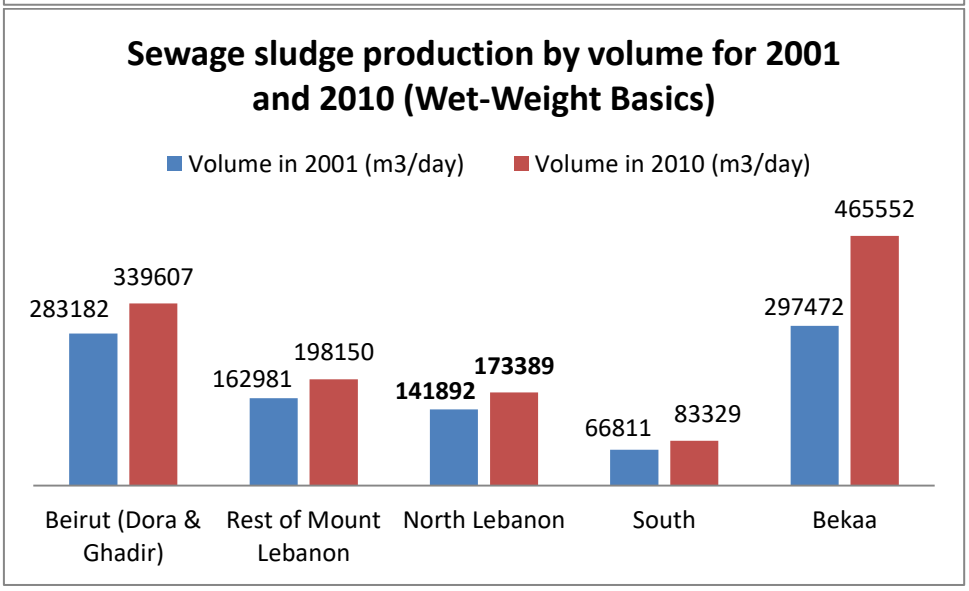
Estimated Sewage Sludge Production for 2001 and 2010 (Wet-Weight Basis)

Mohafaza	*2001*		*2010*	
	Mass (Tonnes / day)	Volume (m^3 / day)	Mass (Tonnes / day)	Volume (m^3 / day)
Beirut (Dora and Ghadir)	113	283,182	136	339,607
Rest of Mount Lebanon	21	162,981	26	198,150
North Lebanon	50	141,892	61	173,389
South	14	66,811	18	83,329
Bekaa	53	297,472	69	465,552
Total	**251**	**952,338**	**310**	**1,260,028**

Note: After drying and digestion processes, sludge volume can decrease by as much as 90 percent

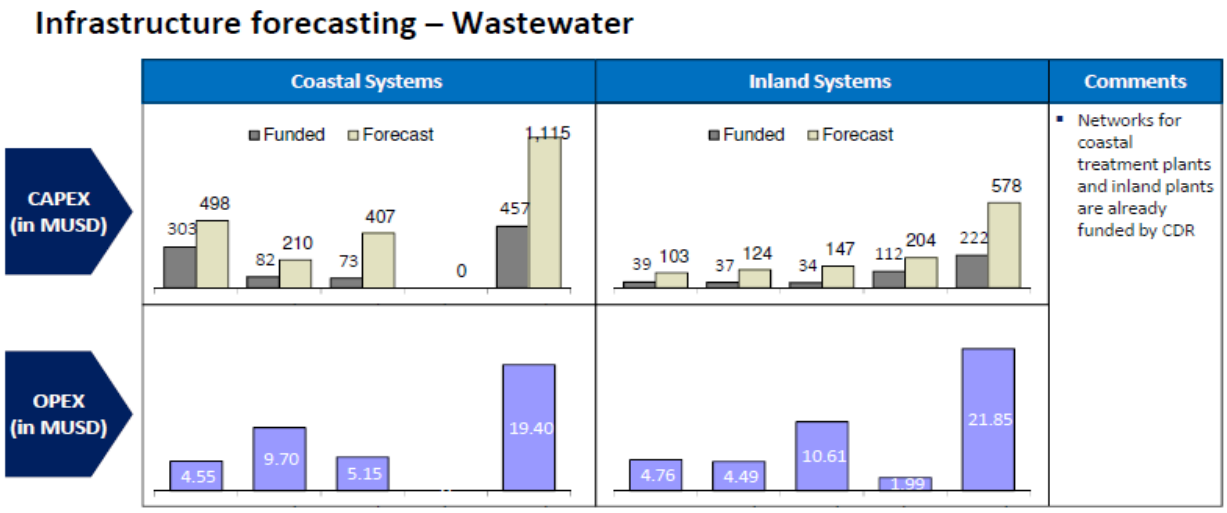
Source: CDR / Tecsult-Kredo, 2001





7. مياه الصرف الصحي بين فترة 2011-2020

7.1. تنبؤ البنية التحتية – مياه الصرف الصحي[8]



#	Initiative	Implementation time & CAPEX (11 / 12 / 13 / 14 / 15 / 16-20)	Financing
I.7	**Wastewater** – Collection and treatment to at least preliminary level of 80% by 2010 and 95% by 2020 – Pre-treatment of all industrial wastewater by 2020 – Reuse of 20% of treated wastewater by 2015, and 50% by 2020 – Secondary treatment and reuse of all inland wastewater by 2020 and secondary treatment by 2020 of coastal wastewater where reuse is economically justified 1. Integrated and prioritized immediate investment: a. Funded networks for the seven completed and two operational WWTPs along the coast b. Completion of already funded projects c. Networks for already completed projects (23 inland and 11 coastal plants) 2. Preparation of regional wastewater master plans 3. Integrated national investment program 2013-2020 a. Preparation and implementation b. MEW responsibility for budget execution and project implementation with staff recruitment and capacity building 4. Economic reuse of treated wastewater and sludge (studies and investment) 5. Capacity building and pilots for wastewater sub-sector **Long term (wastewater)** – Continuation of the integrated national investment program – Updating pre-treatment plants to secondary and extension of Jbeil plant – Investments for reuse of treated wastewater for irrigation	1,895M$ 190 490 880 4 200 20 31 80 1,213M$	GoL Loans/ Grants PSP

مياه الصرف (ترجمة الصورة)

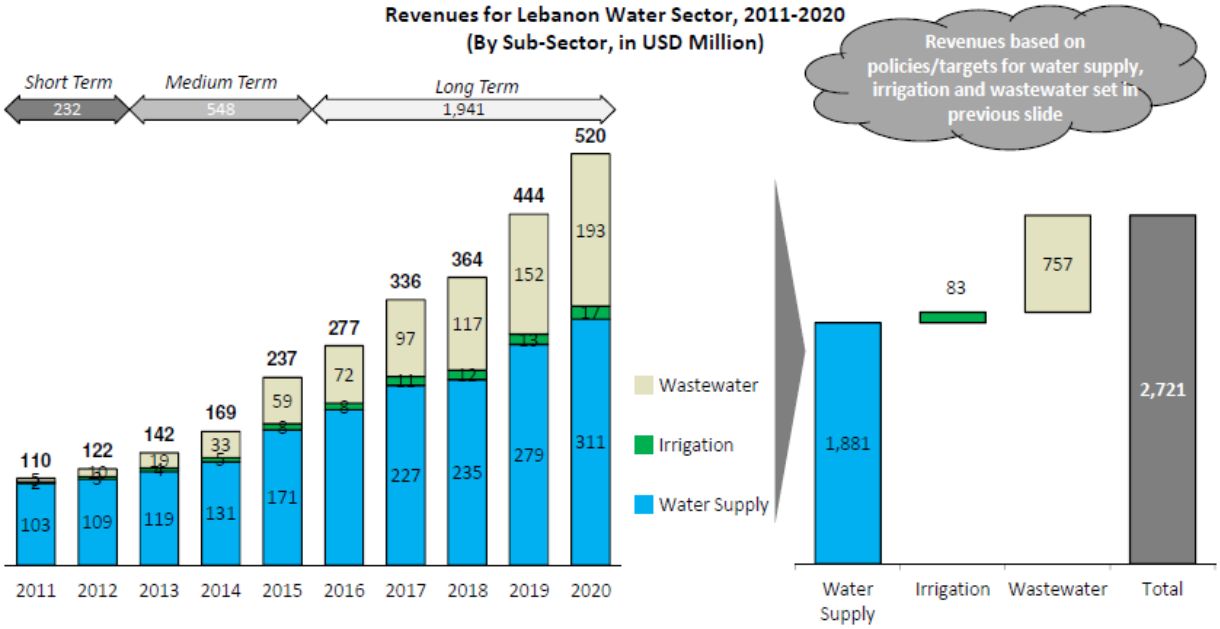
- الجمع والمعالجة إلى مستوى أولي على الأقل 80٪ بحلول 2010 و 95٪ بحلول 2020
- المعالجة المسبقة لجميع مياه الصرف الصناعي بحلول عام 2020
- إعادة استخدام 20٪ من مياه الصرف الصحي المعالجة بحلول عام 2015 ، و 50٪ بحلول عام 2020
- المعالجة الثانوية وإعادة استخدام جميع المياه العادمة الداخلية بحلول عام 2020 والمعالجة الثانوية بحلول عام 2020 للمياه العادمة الساحلية حيث يكون هناك مبرر اقتصادي لإعادة الاستخدام

1. الاستثمار الفوري المتكامل والمُحدد الأولويات :
   أ. شبكات ممولة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي السبع المكتملة وتشغيلها على طول الساحل
   ب. الانتهاء من المشاريع الممولة بالفعل
   ج. شبكات المشروعات المنجزة بالفعل (23 نباتًا داخليًا و 11 نباتًا ساحليًا)
2. إعداد الخطط الرئيسية الإقليمية للمياه العادمة
3. برنامج الاستثمار الوطني المتكامل 2013-2020
   أ. الإعداد والتنفيذ
   ب. تتحمل وزارة الكهرباء والمياه مسؤولية تنفيذ الموازنة وتنفيذ المشروع مع تعيين الموظفين وبناء القدرات
4. إعادة الاستخدام الاقتصادي لمياه الصرف الصحي والحمأة (دراسات واستثمار)

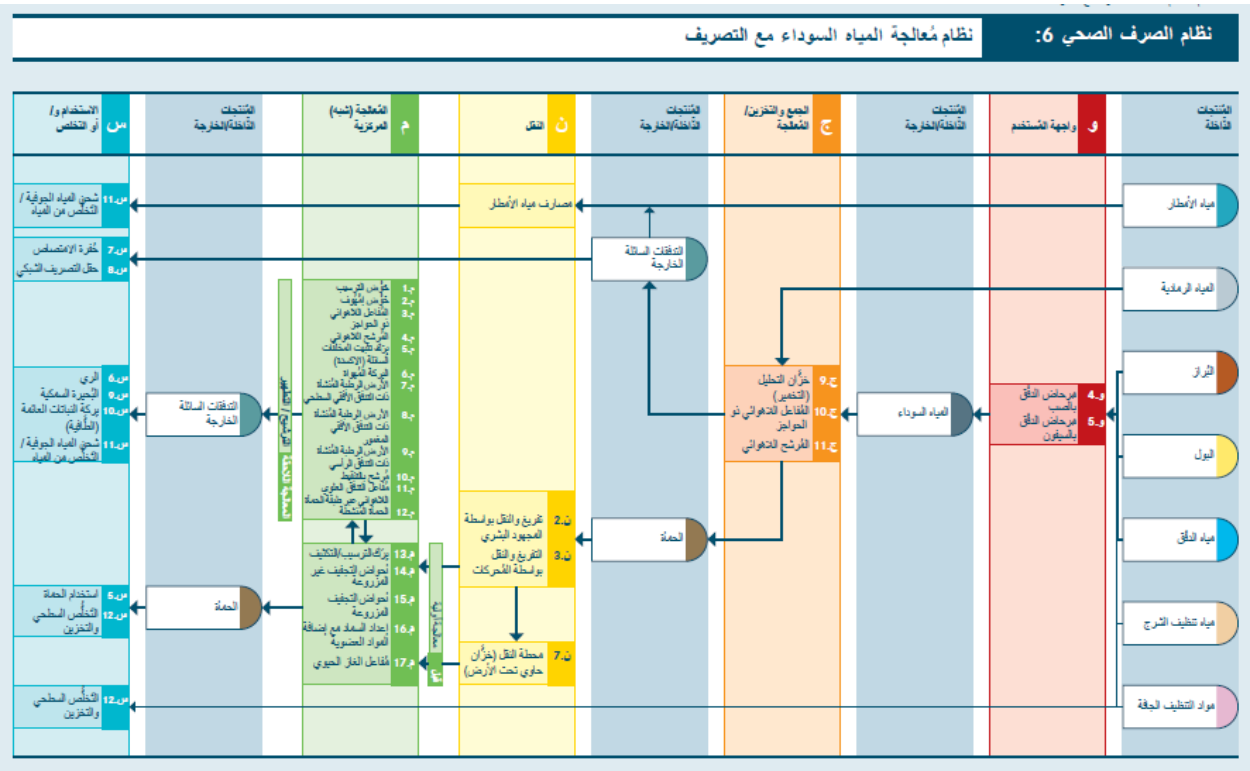
5. بناء القدرات والطيارين لقطاع الصرف الصحي الفرعي طويلة الأجل (مياه الصرف الصحي)
   - استمرار برنامج الاستثمار الوطني المتكامل
   - تحديث محطات المعالجة المسبقة إلى ثانوية وتمديد محطة جبيل
   - استثمارات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة للري

7.2. إجمالي إيرادات قطاع مياه الصرف الصحي لفترة 2011-2020 [8]

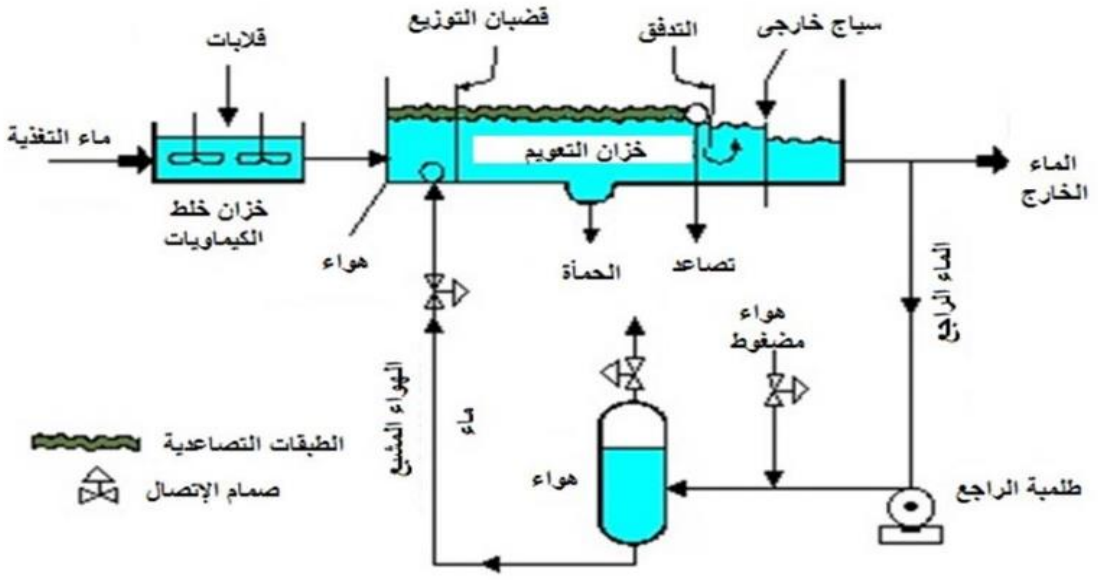
Total revenues of the water sector for the period 2011-2020 are estimated to reach USD2.72 Billion



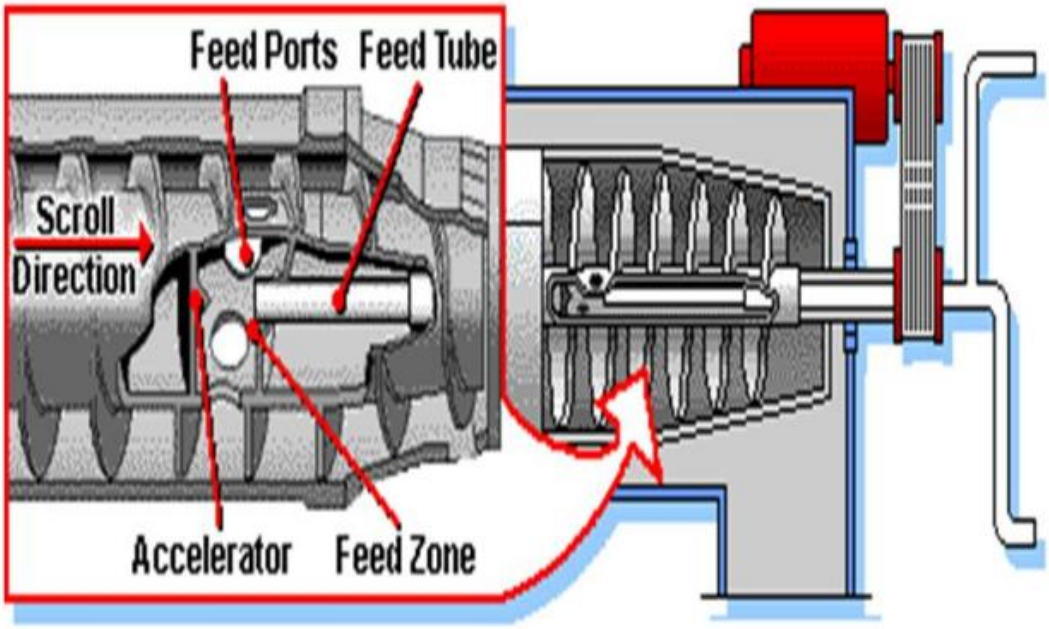
8. نماذج عن بعض أنظمة المعالجة [21] [22]



التركيز للحمأة بطريقة التعويم (Air Flotation thickeners)



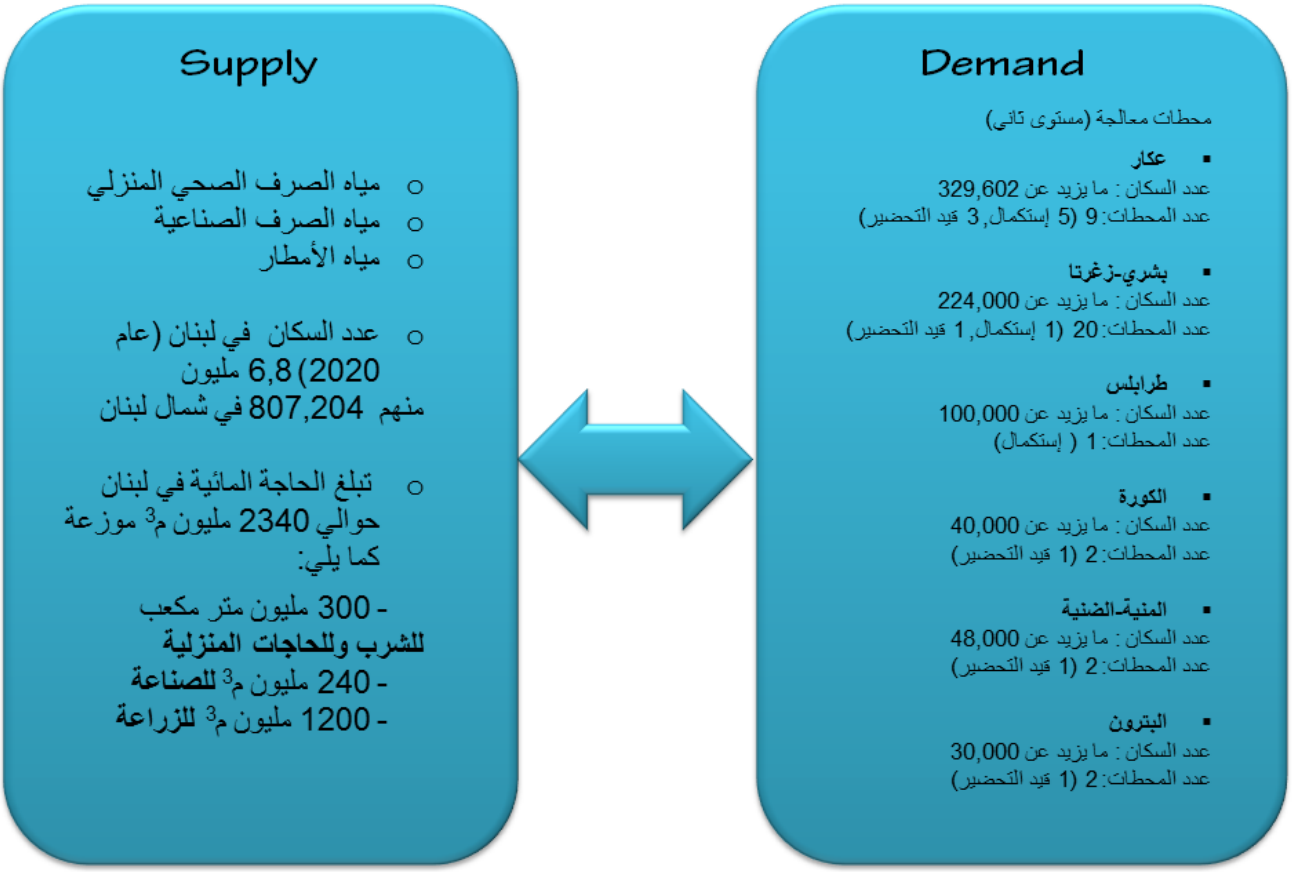
9. نماذج عن بعض المعدات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصحي [22]



صورة رقم ٦ – أ توضح مُعدة التجفيف باستخدام الطرد المركزى

صور رقم ٨ توضح شكل مصفوفة الحمأة وعمليات التقليب الميكانيكي

10. تطبيق نهج ديناميكيات النظام (System Dynamics Approach)



11. الخاتمة

يعاني لبنان عامة وشمال لبنان خاصة من نقص في إمدادات مياه الصرف الصحي وذلك للأسباب التالية:

- عدم توفر الإمدادات على عدد من البيوت والأبنية
- قدم الإمدادت وعدم صيانتها بشكل كافي
- عدم توسيع شبكة الصرف الصحي رغم الكثافة السكانية على مر السنين

كما تظهر الحاجة في شمال لبنان إلى ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي خاصة أن شمال لبنان يعد ثروة زراعية . وهنا تكمن ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي في هذه المنطقة.

إن معالجة مياه الصرف الصحي في شمال لبنان تعد خطوة مهمة وإيجابية للبيئة,

- الحد من تلوث البيئة في هذه المنطقة,
- زيادة الثروة المائية
- زيادة إستثمارالأراضي المهملة للزراعة مما يخلق فرص لإدخال أصناف أنواع جديدة من الزراعات.

المراجع

[1] InTech. www.researchgate.net/publication/221911472

[2] Water Supply & Sewerage by E.W Steel and Mcghee

[3] Wastewater Engineering, treatement, disposal, Reuse by Metcalf and Eddy,3rd Edition

[4] water and wastewater Engineering by Fair and Geyer

[5] water and wastewater technology by Masle J. Hammer

[6] State of art about water uses and wastewater management in 39ebanon, Darine Geara, Regis Moilleron, Antoine El Samarani, Catherine Lorgeoux and Ghassan Chebbo, Received 19 February 2010 – Accepted 13 July 2010

[7] http ://worldpopulationreview.com/countries/lebanon-population/

[8] Lebanese Republic Ministry of Energy and Water, Lebanese Government, resolution No.2, Date 09/03/2012

[9] *تقييم مياه الصرف الصحي المعالجة والمخصصة للزراعة في لبنان, منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة, روما 2016*

[10] Chapter 3 – Aquatic Environment , V.J.Inglezakis S.G.Poulopoulos E.Arkhangelsky A.A.Zorpas A.N.Menegaki, Environment and Development Basic Principles, Human Activities, and Environmental Implications 2016, Pages 137-212

[11] F.R. Spellman, Spellman's Standard Handbook for Wastewater Operators, vol. 1, Technomic Publishing Co., Lancaster, 1999.

[12] P.A. Vesilind, Wastewater Treatment Plant Design, IWA Publishing, London, 2003.

[13] Metcalf and Eddy Inc, Wastewater Engineering. Treatment and Reuse, fourth ed., McGraw-Hill, Singapore, 2004.

[14] IPIECA, Petroleum Refining Water/wastewater Use and Management, Operations Good Practice Series, London, 2010. http ://www.ipieca.org/sites/default/files/publications/Refining_Water_0.pdf.

[15] S. Jeyanayagam, True confessions of the biological nutrient removal process, Fla. Water Res. J. (2005) 37- 46.

[16] J.M. Wong, Water reuse for petroleum oil, product processing industries, Ind. Waterworld 165 (2012) 18-22.

[17] A.N. Menegaki, N. Hanley, K.P. Tsagarakis, The social acceptability and valuation of recycled water in Crete: a study of consumers' and farmers' attitudes, Ecol. Econ. 62 (1) (2007) 7-18.

[18] M. Genius, A.N. Menegaki, K.P. Tsagarakis, Assessing preferences for wastewater treatment in a rural area using choice experiments, Water Resour. Res. 48 (4) (2012) 1-11.

[19] S.M. Scheierling, C. Bartone, D.D. Mara, P. Drechsel, Improving Wastewater Use in Agriculture. An Emerging Priority, Policy Research Working Paper 5412, The World Bank, Washington, 2010.

[20] http://www.moe.gov.lb/ledo/soer2001pdf/chpt15_wwm.pdf

[21] نظم وتقنيات الصرف الصحي, Philippe Reymond, Roland Schertenleib and Elizabeth Tilley, Lukas Ulrich, Christoph Lüthi, Christian Zurbrügg

[22] البرنامج التدريب لفني صرف صحي معالجة الحمأة , الدرجة الثالثة, قطاع تنمية الموارد البشرية وبناء القدرات-الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي,

V1 1-7- 2015