بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

اعادة تأهيل قطاع الصرف الصحي في بلدة خاراس

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية

فريق العمل

أمل عطية

إيمان الحيح

إشراف

د. وفاء الحسن

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

٢٠١٢

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

فريق العمل

أمل عطية **إيمان الحيح**

بناءاً على توجيهات الدكتورة المشرفة على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

٢٠١٢

الإهداء

نهدي هذا البحث إلى قلب تفجر بالإيمان وملا الدنيا بالحب و الحنان

إلى الحب الصادق

إلى نبع الحنان و الصدر الدافئ

إلى لمعة العيون الصادقة

أمي

إلى من أردت النجاح لأجله ووعدته أن أكون فكنت ... **أبي**

إلى من أتنفس بنور وجوههم ... **إخوتي**

إلى من فجر بركان العلم بداخلي ... أساتذتي

إلى من تعجز الكلمات عن وصفهم ... **أصدقائي**

إلى من عشقت ترابه و تنفست رحيقه ... **وطني**

إلى رمز صمودنا ... طيور الحرية في سجون الاحتلال

إلى أرواح الشهداء و الجرحى

إلى كل من مد يد العون و المساعدة في إنجاز هذا العمل

فريق البحث

الشكر و التقدير

الحمد والشكر لله أولا وأخيرا الذي أعاننا ومنحنا القوة و العزم على دراستنا الجامعية و على إنجاز هذا العمل المتواضع رغم التحديات والصعوبات التي واجهتنا.

كما نتقدم بجزيل الشكر لجامعتنا جامعة بوليتكنك فلسطين وكلية الهندسة والتكنولوجيا ودائرة الهندسة المدنية و المعمارية.

ونخص بالشكر و التقدير الدكتورة وفاء الحسن المشرفة على المشروع على الإرشاد و التوجيه اللذان منحتهما لنا فلها منا كل الإمتنان و التقدير و المحبة.

وللن ننسى أن نشكر كلا من المهندس نائل قفيشة والمهندس خالد برادعية و المهندس وائل عوض الله على ما قدموه لنا من نصح وإرشاد في سبيل انجاز هذا العمل.

ونتقدم بالشكر لبلدية خاراس على ما قدمته لنا من مخططات و معلومات لإنجاز هذا العمل.

فريق البحث

ملخص المشروع

اعادة تأهيل قطاع الصرف الصحي في بلدة خاراس

فريق العمل

أمل عطية **إيمان الحيح**

إشراف

د. وفاء الحسن

تعاني فلسطين كغيرها من دول العالم من مشكلة سوء تصريف المياه العادمة بشكل يؤثر سلبا على البيئة بعناصرها المختلفة من مياه ،هواء،تربة،انسان ....،الا اننا لاحظنا في الآونة الاخيرة ان مشاريع الصرف الصحي قد اخذت حيزا في التطبيق على ارض الواقع بعد حملات التوعية التي وجهت للمجتمع الفلسطيني عن الكوارث البيئية الناجمة من التصريف الخاطئ للمياه العادمة.حيث ان اغلب قرى فلسطين تعتمد على الحفر الامتصاصية لتصريف المياه العادمة حيث تتسرب المياه العادمة غير المعالجة وتختلط مع المياة الجوفية مؤثرة وبشكل مباشر على نوعية هذه المياه مما يزيد من شح مصادر المياه المتوفرة في فلسطين .وعلى الرغم من قلة المشاريع المنفذة من هذا النوع الا انها تعد خطوة إيجابية وفعالة.

تم تنفيذ مجموعة من مشاريع الصرف الصحي النموذجية في عدد من المناطق الفلسطينة لتكون نموذجا يحتذى به في كافة المناطق المجاورة وكانت من احدى هذه المناطق بلدة خاراس حيث تم تصميم شبكة صرف صحي تنتهي بمحطة معالجة وقد اثبتت هذه المحطة كفاءتها لمدة ٤ سنوات الا انها ولاسباب معينة توقفت عن العمل الامر الذي أدى الى مشاكل كبيرة متعلقة بالشبكة والبيئة.

وحرصا منا على الحفاظ على بيئة خاراس خاصة والبيئة الفلسطينة عامة قررنا ان تكون بلدة خاراس هي الحالة الدراسية لنا ،حيث سنقوم باعادة تأهيل شبكة الصرف الصحي ومحطة المعالجة.ان دراستنا لهذا المشروع ستأخذ بعين الاعتبار النمو السكاني ومعدل استهلاكهم للمياه ل ٢٥ سنة القادمة،متماشية مع التطور التجاري والعمراني والصناعي في المنطقة.

سيشمل هذا التصميم كافة المناطق في بلدة خاراس وسيتم على نظام الجاذبية لتقليل تكاليف الحفريات والبناء،كما سيشمل هذا المشروع على اعادة تأهيل محطة المعالجة ونقلها الى موقع جديد بعيد عن المناطق السكنية ومتماشيا مع الشبكة .

ABSTRACT

REHABILITATION OF WASTEWATER DRAINAGE

SYSTEM FOR KHARAS TOWN

Prepared by:

Amal Atia **Iman heeh**

Supervisor By:

Dr. Wafa Hassn

Palestine suffers, like other countries in the world from the problem of drainage of waste, which has a negative impact on the environment with its different elements, water, air, soil, human ....etc, but we have noted recently that the wastewater projects have been taken in the application space, after the raising of the awareness towards Palestinian society for environmental disasters resulting from the faulty drainage of wastewater. As most of the villages in Palestine rely on cesspits for wastewater discharge, where non treated waste is leaked and mixed with groundwater which influence directly on the quality of ground water. As a result increases the scarcity of available water resources in Palestine. In spite of the few projects of this kind, but it is a positive and effective step.

Several typical projects were done in a number of Palestinian countries to be a role model in all the surrounding areas. One of these was Kharas area, which has designed a sewer system ended with a treatment plant. The project has been proven its efficiency for 4 years, but for certain reasons, it stopped work. This led to major problems related to the network and the environment.

Kharas considered as apart of the Palestinian environment and for our care to save this environment, we have decided to take Kharas as case study .where we will rehabilitate the sewerage network and treatment plant. Our study will take into account population growth and the rate of consumption of water for the next 25 years, in a line with commercial, architectural and industrial development in the area.

This design will include all areas within Kharas town and will be based on gravity system to reduce the cost of excavation and construction. Project will also include the rehabilitation of the treatment plant and transfer it to a new site away from residential areas and in line with the network.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
صفحة العنوان	i

شهادة تقييم المشروع	ii
الاهداء	iii
الشكر والتقدير	iv
الملخص (بالعربية)	v
الملخص(بالانجليزية)	vi
فهرس المحتويات	vii
فهرس الجداول	xii
فهرس الاشكال	xiii

الفصل الاول: مقدمة

١.١ مقدمة عامة	١
٢.١ التعريف بالمشكلة	٤
١.٢.١ النتائج المترتبة على تعطيل محطة التنقية	٤
٢.٢.١ اسباب اختيار خارس كحالة دراسية	٥
٣.١ اهداف المشروع	٥
١.٣.١ النتائج المترتبة على اعادة تاهيل المحطة وشبكة الصرف الصحي	٥
٤.١ طريقة العمل	٦
٥.١ هيكلة مقدمة المشروع	٧

الفصل الثاني: تعريف ببلدة خاراس

١.٢ نظرة عامة	٩
٢.٢ الموقع الجغرافي ومناخها وحدودها	٩
٣.٢ المساحة	٩
٤.٢ السكان	٩
٥.٢ مصادر المياه	١١
٦.٢ استهلاك المياه	١١
٧.٢ المياه العادمة	١١
٨.٢ قطاع الصرف الصحي	١١

الفصل الثالث: معايير التصميم

١.٣ مقدمة	١٣
٢.٣ تصنيف مياه الصرف الصحي	١٤
١.٢.٣ المخلفات السائلة	١٥

٢.٢.٣ مخلفات مياه الامطار	١٦
٣.٣ انظمة تصريف مياه الصرف الصحي	١٦
١.٣.٣ نظام التصريف المنفصل	١٦
٢.٣.٣ نظام التصريف المشترك	١٧
٣.٣.٣ نظام تصريف مشترك جزئي	١٨
٤.٣ انواع شبكات الصرف الصحي	١٨
٥.٣ انواع المواسير المستخدمة في الصرف الصحي	٢٠
٦.٣ انواع انظمة تجميع مياه الصرف الصحي	٢٠
١.٦.٣ نظام الجاذبية	٢٠
٢.٦.٣ نظام الضغط	٢١
٣.٦.٣ نظام التفريغ	٢١
٧.٣ ملحقات شبكة الصرف الصحي	٢١
١.٧.٣ المطابق (Manholes)	٢١
٢.٧.٣ التوصيلات المنزلية	٢٣
٣.٧.٣ السيفونات المقلوبة (Inverted siphons)	٢٣
٤.٧.٣ المضخات داخل شبكة الصرف الصحي	٢٤
٨.٣ الهيدروليكا في تصميم الشبكات	٢٥
١.٨.٣ مقدمة	٢٥
٢.٨.٣ معادلات التدفق	٢٥
٣.٨.٣ هيدروليكا الشبكات الممتلئة جزئيا	٢٨
٩.٣ نظام تصميم وبناء الصرف الصحي في المجتمع	٢٨
١.٩.٣ منطقة الخدمة	٢٩
٢.٩.٣ الفحوصات والتحقيقات الاولية	٢٩
٣.٩.٣ وضع خطة عمل	٣٠
٤.٩.٣ اختيار عناصر التصميم	٣١
٥.٩.٣ اعتبارات ومتطلبات البناء	٣٧
٦.٩.٣ التحقيقات الميدانية والانتهاء من التصميم	٣٩
١٠.٣ ارقام مهمة في تصميم نظام جمع المياه العادمة	٤٠

الفصل الرابع: حسابات التصميم

١.٤ نظرة عامة	٤١
٢.٤ تخطيط النظام	٤١
٣.٤ السكان	٤١

١.٣.٤ مقدمة ٤٢

٢.٣.٤ توقعات النمو السكاني ٤٤

٣.٣.٤ الكثافة السكانية في قطاعات البلدة حاليا ٤٤

٤.٣.٤ الكثافة السكانية في نهاية الفترة التصميمية ٤٥

٤.٤ المساحات ٤٨

٥.٤ كمية المياه العادمة ٥٠

٦.٤ برنامج SewerCAD ٥٦

١.٦.٤ طريقة عمل برنامج sewerCAD ٥٦

الفصل الخامس : محطات المعالجة

١.٥ المياه العادمة ٦٣

٥ .١.١ مكونات وخصائص المياه العادمة ٦٣

٥ .٢.١ قياس التلوث العضوي ٦٤

٥ .٣.١ قياس التلوث اللاعضوي ٦٥

٥ .٤.١ قياس التلوث الغازي ٦٦

٢.٥ معالجة المياه العادمة ٦٧

١.٢.٥ عوامل اختيار موقع محطة المعالجة ٦٧

٢.٢.٥ مراحل معالجة المياه العادمة ٦٩

٣.٢.٥ طرق أخرى لمعالجة المياه العادمة ٧١

١.٣.٢.٥ المعالجة الأرضية Land Treatment ٧١

٤.٢.٥ وحدات المعالجة التمهيدية(الابتدائية) ٧١

١.٤.٢.٥ قناة الاقتراب ٧١

٢.٤.٢.٥ المصافي screens ٧١

٣.٤.٢.٥ أحواض حجز الرمال ٧٣

٥.٢.٥ المعالجة الحيوية أو الثانوية (Biological or Secondary Treatment) ٧٥

١.٥.٢.٥ مفاعل UASB (بطانية الحمأة اللاهوائية) ٧٥

٦.٢.٥ وحدات معالجة إضافية ٧٧

١.٦.٢.٥ لمعالجة باستخدام الأراضي ٧٧

٢.٦.٢.٥ أحواض تجفيف الحمأة (Sludge Drying Beds) ٧٨

الفصل السادس : الحالة الدراسية : محطة معالجة المياه العادمة في بلدة خاراس

١ .٦ حجم محطة المعالجة ٨٠

٢.٦مكونات محطة المعالجة ٨٠

الفصل السابع : اعادة تصميم محطة المعالجة

١.٧ المناطق التي سوف تشملها المعالجة	٨٦
٢.٧ ٢.٧ تصميم وحدات المعالجة الاولية	٨٦
١.٢.٧ قناة الاقتراب	٨٦
٢.٢.٧ المصفاة	٨٧
٣.٢.٧ قناة مجرى الحصى	٨٩
٤.٢.٧ قناة تخزين الحصى	٩٠
٣.٧ تصميم وحدات المعالجة الثانوية	٩١
١.٣.٧ تصميم مفاعل UASB (بطانية الحمأة اللاهوائية)	٩١
٤.٧ وحدات معالجة إضافية	٩٣
١.٤.٧ المعالجة باستخدام الأراضي	٩٣
٢.٤.٧ أحواض تجفيف الحمأة (Sludge Drying Beds)	٩٣
٣.٤.٧ خزان المياه المعالجة	٩٤
٥.٧ الأرض المطلوبة	٩٤

الفصل الثامن : اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة

١.٨ الدوافع الأساسية ومقومات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي	٩٥
٢.٨ مجالات إعادة استخدام مياه الصرف الصحى	٩٦
١.٢.٨ مجالات الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالج	٩٧
٢.٢.٨ استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعه	٩٧
٣.٨ الإجراءات اللازمه لتطوير مشروع اعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الري	٩٩
٤.٨ التطلعات المستقبليه	١٠٠
٥.٨ التوصيات	١٠١

الفصل التاسع : النتائج

١.٩ النتائج المتعلقة بشبكة الصرف الصحي	١٠٢
٢.٩ النتائج المتعلقه بمحطة المعالجة	١٠٣
المراجع	١٠٤

الملاحق

ملحق A - جداول حساب كميات التدفق	١٠٥
ملحق B - جداول التصميم	١١٤
ملحق C - BILL OF QUANTITY	١٢٧

ملحق D - معايير الري العالمية لمياه الصرف المعالجة ١٣١
مرفق - البروفيلات الخاصة بالخطوط المختلفة من (LA - LF)

فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
١.٣	القيم المشتركة لمعامل الخشونة المستخدمة في معادلة ماننغ	٢٧
٢.٣	الحد الادنى الموصى به لانحدار شبكات الصرف الصحي	٣٣
١.٤	حسابات كمية التدفق للخط A	٥٣
B.1.1	Gravity Node Report Line A [part 1]	٥٥
B.1.2	Gravity Pipe Report Line A [part 1]	٥٥
١.٥	وحدات قياس الملوثات المختلفة في المياه العادمة	٦٤

٢.٥	تراكيز الملوثات الهامة في المياه العادمة البلدية	٦٦
٣.٥	بعض المواصفات للمصافي القضبانية ذات التنظيف اليدوي والميكانيكي	٧٢
٤.٥	سرعة الاستقرار لحبيبات رملية مختلفة ومعدل التحميل الهيدروليكي على غرفة الرمال	٧٤
٥.٥	معايير التصميم الرئيسية لغرف الرمال المهواة	٧٤
١.٦	خواص المياه الداخلة والخارجة من نظام المعالجة اللاهوائية باستخدام مفاعل UASB	٨٣
٢.٦	خصائص المياه الداخلة والخارجة من خزان المعالجة اللاهوائية	٨٤

فهرس الأشكال

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
1.2	مخطط دليل الموقع لبلدة خاراس	10
1.3	نظام التصريف المنفصل	17
2.3	نظام التصريف المشترك	18
3.3	انواع المجاري المستخدمة في نظام تجميع مياه الصرف الصحي	19
4.3	اجزاء المنهل	23

5.3	لحل صيغة مانينغNomogragh	35
6.3	الخصائص الهيدروليكية لانبوب دائري	36
1.4	مخطط اولي لتصريف المياه يوضح اتجاه جريان المياه ومواضع تجمعها	43
2.4	مخطط الكثافات السكانية لبلدة خاراس	47
3.4	المخطط الاولي لتصريف المياه العادمة يبين توزيع المساحات على المناهل	49
4.4	المخطط الاولي المقترح للخطA	52
6.4	فتح ملفDXF	56
7.4	مثال خط	57
8.4	إنشاء مشروع	57
9.4	تعريف المشروع	58
10.4	إنشاء شبكة الأنابيب	58
11.4	انشاءOutlet	59
12.4	تعديل عناصر التصميم – الجزء الاول	59
13.4	تعديل عناصر التصميم – الجزء الثاني	60
14.4	تعديل عناصر التصميم – الجزء الثالث	60
16.4	عمل فحص للتصميم	61
2.5	الاراضي الرطبة	78
3.5	حوض تجفيف الحمأة	79
1.6	المخطط العام لمحطة معالجة المياه العادمة – خاراس	80
2.6	محطة معالجة المياه العادمة – خاراس	81
3.6	صورة للمصفاة	81
4.6	مقطع عرضي لقناة ازالة الرمل والحصى	82
5.6	صورة لمسقطUASB	82
6.6	مخطط لمفاعلUASB	83
7.6	مسقط افقي للاراضي الرطبة	84
1.7	قناة الاقتراب	87
3.7	مقطع عرضي قناة تخزين الحصى	91

١.١ مقدمة عامة

٢.١ التعريف بالمشكلة

٣.١ اهداف المشروع

٤.١ طريقة العمل

٥.١ هيكلة المشروع

الفصل الأول

المقدمة

١.١ مقدمة عامة

" شئنا أم أبينا نعيش سوية على ظهر كوكب مشترك... وليس لنا بديل معقول سوى أن نعمل جميعا لنجعل منه بيئة نستطيع نحن وأطفالنا أن نعيش فيها حياة كاملة آمنة"*. وهذا يتطلب من الإنسان وهو العاقل الوحيد بين صور الحياة أن يتعامل مع البيئة بالرفق والحنان، يستثمرها دون إتلاف أو تدمير... ولعل فهم الطبيعة و مكونات البيئة والعلاقات المتبادلة فيما بينها يمكن الإنسان أن يوجد ويطور موقعا أفضل لحياته وحياة أجياله من بعده.(يوثانت الأمين العام للأمم المتحدة) .

فالبيئة تشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتؤثر في العمليات التي تقوم بها. فالبيئة بالنسبة للإنسان- "الإطار الذي يعيش فيه والذي يحتوي على التربة والماء والهواء وما يتضمنه كل عنصر من هذه العناصر الثلاثة من مكونات جمادية، وكائنات تنبض بالحياة. وما يسود هذا الإطار من مظاهر شتى من طقس ومناخ ورياح وأمطار وجاذبية ...الخ، ومن علاقات متبادلة بين هذه العناصر.

ونظرا للتقدم الصناعي والتكنولوجي السريع وازدياد النمو السكاني وهيمنة الانسان على الموارد الطبيعية واستنزاف هذه الموارد بالاضافة الى مشاكل التلوث التي لحقت بعناصر البيئة المختلفة من هواء وتربة وماء ... الخ ، وما ينتج عن هذه الملوثات من مخاطر بيئية واضرار صحية على الإنسان ادى ذلك الى تعقيد المشاكل البيئية والبحث عن مصادر أخرى للموارد المستنزفة ، الأمر الذي ادى الى لفت انتباه العالم اجمع الى الخطر البيئي الذي يهدد البشرية كافة .

ولعل اهم مصادر البيئة التي تتصل بالانسان بصورة مباشرة هو المصدر المائي ، والذي يتعرض للكثير من الملوثات من ضمنها :

١- النترات : تعد مصدر أساسي لتلوث المياه الجوفية ، وعندما يتم تناول مياه تحتوي على نسبة عالية من النترات فإننا نتعرض الى ما يسمى بالاختناق الداخلي (الميتاهيموجلوبينا).

٢- الكلوريد :الملوحة مهمة جدا في خصائص المياه ، ويعتبر الكلوريد عنصر مباشر في زيادة نسبة الاملاح في المياه الجوفية ، وهذا بدورة يؤثر على صحة الانسان بشكل سلبي لانه يفوق الحد الطبيعي للكلوريد في جسم الانسان .

٣- التلوث الميكروبي : التلوث الميكروبي للمياه موجود في العديد من الأماكن .وذلك نتيجة الأسمدة ومياه الصرف الصحي والمخلفات الصلبة .

نتيجة لتفاقم مشكلة تلوث المياه وشح المصادر المائية ، اخذ العلماء بالبحث عن مصادر بديلة للمياه وايجاد حلول للحفاظ على المصادر المائية الموجودة .ومن هنا ظهرت محطات معالجة المياه العادمة كحل مزدوج لمشكلة التلوث المائي ومصدرا جديدا للمياه .

فالهدف الرئيسي لنظام الصرف الصحي هو حماية وتعزيز صحة الإنسان من خلال توفير بيئة نظيفة وكسر دورة المرض وحتى يتحسن الصرف الصحي يجب أن يكون مقبولا ليس فقط اقتصاديا بل أجتماعيا وفنيا ومؤسسيا بشكل مناسب. وأن يحمي البيئة والموارد الطبيعية. بالاضافة الى تقليل المخاطر البيئية الناتجة عن تصريف المياه العادمة بطريقة خاطئة والتأثيرات السلبية لمياه التي ترشح محدثة تلوثا للمياه الجوفية والعديد من المشاكل المؤثرة على البيئة وصحة الانسان.

وتتركز مشاكل الصرف الصحي بشكل اكبر في منطقة الشرق الاوسط والدول النامية ،حيث تعاني مناطق الشرق الاوسط من العجز في مصادر المياه ،نتيجة لزيادة حجم استهلاك المياه للاغراض الصناعية والتجارية والزراعية ،... الخ. حيث اخذت العديد من الدول بالبحث عن مصادر جديدة للمياه لتعويض النقص الكبير فيها.

وفلسطين كغيرها من دول العالم تعاني من عجز كبير في مصادر المياه حيث تعتبر مشكلة اضمحلال مصادر المياه وتلوثها في كل من قطاع غزة والضفة الغربية من أهم مشاكل البيئة التي تحتاج إلى إجراءات عاجلة ومباشرة، كما وأن غياب الإدارة الناجعة للمياه العادمة واحدة من أبرز الأسباب لهذه المشكلة، حيث تتسرب المياه العادمة غير المعالجة وتختلط مع المياه الجوفية مؤثرة وبشكل مباشر على تدني نوعية المياه الجوفية مما يزيد من شحه مصادر المياه، والأكثر من ذلك فإن غياب الإدارة اللازمة للمياه العادمة يتسبب وبشكل مباشر على الصحة العامة حيث أن حوالي ٥٤% من عدد الأسر الفلسطينية غير متصلة بشبكات الصرف الصحي، بالإضافة إلى تشويه للمناظر الطبيعية والجمالية.

قبل توصيل خدمات الصرف الصحي للأحياء السكنية كان المواطنون يستخدمون الحفر الامتصاصية ومن الجدير ذكره بان هناك آثار سلبية من جراء استخدام حفر الامتصاص ومنها عدم كتامية هذه الحفر مما يؤدي إلى تسرب المياه من حفر الامتصاص إلى البيئة المحيطة مسببة تلوث بيئي ومكرهة صحية تؤدي إلى انتشار البعوض والقوارض والحشرات الضارة وانتشار أمراض مختلفة بين الأطفال وكذلك تمثل خطر على الأبنية القائمة وتؤدي إلى حدوث خلافات ونزاعات بين المواطنين والمجاورين خاصة ، وتفريغ الحفر يترتب عليه نفقات وأعباء مادية يتحملها المواطن وكذلك احداث تلويث للآبار والينابيع ومصادر المياه المختلفة وقد تصل المياه الملوثة إلى المياه الجوفية .

ان عدم الاكتراث بهذا الخطر سيؤدي إلى كارثة بيئية وخطر شامل على الحياة اليومية والصحة العامة وعلى البيئة وحيث أدرك الجميع أن هناك مخاطر جسيمة تكمن وراء الصرف الصحي الناتج عن النشاطات اليومية للمواطنين، ومن باب حرصنا على البيئة الفلسطينية ومصادر المياه وسلامتها قمنا باختيار بلدة خاراس كحالة دراسية.

٢.١ التعريف بالمشكلة

كان مشروع انشاء شبكة الصرف الصحي ومحطة معالجة المياه العادمة في بلدة خاراس بديلا امثل عن استخدام الحفر الامتصاصية وحلا جيدا للتخلص من مشاكلها . حيث اثبتت المحطة كفائتها في معالجة المياه العادمة والحفاظ على البيئة لمدة اربع سنوات من تاريخ تشغيلها ، ولكن مع تزايد النمو السكاني ، بدأت مجموعة كبيرة من الناس بالاتصال بالشبكة بشكل عشوائي ، مما ادى الى زيادة حجم المياه المتدفقة الى الشبكة بطريقة تفوق قدرتها الاستيعابية التي صممت عليها . كما ان المبالغ التي كانت تجنيها البلدية من السكان لم تكن كافية للقيام بعمليات الصيانة للشبكة ومحطة المعالجة ، الامر الذي ادى الى تراكم الخلل في المحطة وتعطيلها بشكل كامل . كما ولوحظ ان الزحف العمراني قد وصل الى مناطق قريبة جدا من محطة التنقية وهذا مؤشر على ان موقع المحطة لم يعد مناسب .

١.٢.١النتائج المترتبة على تعطيل محطة التنقية

تم تحويل خط شبكة الصرف الصحي المتصلة بالمحطة الى واد بشكل عشوائي وبدون رقابة ، حيث تترك المياه المتدفقة في ذلك الوادي آثارا صحية وبيئية كارثية على السكان والمنطقة، في وقت تضعف فيه إمكانيات التعقيم والوقاية من الملوثات البيئية والجوية على المواطنين وتتمثل هذه الكوارث في :

أ- تسرب المياة العادمة عبر التربة الى المياه الجوفية وتلويثها بشكل مضر لصحة الانسان .

ب- تلوث الهواء ، كما انه اصبح مصدرا للروائح الكريهة .

ج- تلوث التربة وارتفاع نسبة الأملاح فيها ، مما جعل الأراضي القريبة للسيل غير صالحة للزراعة ، بالإضافة الى تأثيرة على الغطاء النباتي والحيوانات في تلك المنطقة .

د- ويعتبر السيل مصدرا ومبعثا للحشرات السامة، ومصدرا لانتشار العديد من الأمراض في المكان.

٢.٢.١ اسباب اختيار خاراس كحالة دراسية

- خاراس كغيرها من القرى الفلسطينية تعاني من مشاكل الصرف الصحي وتأثيرتها السلبية على السكان بشكل خاص وعلى البيئة بشكل عام.

- موقعها الى الشمال الغربي من مدينة الخليل ، مما يسهل علينا الوصول اليها والحصول على كافة المعلومات واالبيانات المطلوبة للدراسة.

- وجود محطة معالجة للمياه العادمة وهذا يعد حلا مثاليا للتخلص من الاثار السلبية للمياه العادمة ولكنها لا تعمل حاليا.

٣.١ اهداف المشروع

١.اعادة تأهيل شبكة الصرف الصحي في بلدة خاراس.

٢.اعادة تأهيل محطة المعالجة في بلدة خاراس.

٣.استغلال مخرجات محطة التنقية لأهداف معينة مثل ري المزروعات.

٤.الوصول الى الحد الادنى من عوامل السلامة البيئية.

١.٣.١النتائج المترتبة على إعادة تأهيل المحطة وشبكة الصرف الصحي

- الحفاظ على مخزون المياه الجوفية وتقليل التلوث بحيث تكون مياة نقية صالحة للشرب والاستخدام البشري.
- الحفاظ على التربة ومعدل تركيز الأملاح فيها .
- الحفاظ على هواء نقي خالي من الروائح والملوثات .
- الحد من الامراض الناجمة عن المياه المصرفة بشكل عشوائي .

- توفير كلفة حفر الحفر الامتصاصية وكلفة نضح هذه الحفر.
- استغلال نتاج محطة التنقية من المياه المعالجة في العديد من الاغراض مثل :

ـ أغراض الري الزراعي (زراعة تجميلية ، زراعة انتاجية)

ـ أغراض صناعية (مياة التبريد) ـ

٤.١ طريقة العمل

١- إختيار موضوع المشروع.

٢- الزيارة الميدانية لبلدية خاراس وجمع المعلومات اللازمة عن مشكلة البحث من مخططات وغيرها.

٣- الزيارة الميدانية لمحطة التنقية القائمة في البلدة و أخذ الصور اللازمة و جمع المعلومات.

٤- تحليل البيانات و المعلومات التي تم جمعها.

٥- دراسة مخطط الصرف الصحي للبلدة للاستفادة منه في عمل مسار أولي للشبكة (layout) .

٦- تحضير مخططات المساحات و الكثافات السكانية لكل مساحة لحساب كمية التدفق في الشبكة.

٧- حساب كميات التدفق المختلفة لكل منطقة من المناطق المقترحة .

٨- تحضير المخططات النهائية للخطوط المقترحة (layouts).

٩- تحليل البيانات التي تم جمعها عن محطة المعالجة الحالية .

١٠- اعادة تصميم لاجزاء المحطة المختلفة بحيث تناسب الوضع الحالي .

١١- كتابة تقرير المشروع وتجهيزه للطباعة.

١٢- تحضير المخططات اللازمة وتجهيزها للطباعة.

١٣- تحضير العرض النهائي للمشروع.

٥.١ هيكلية المشروع

تشتمل على عدة فصول وهي كالآتي:

- الفصل الأول : فصل المقدمة ويشمل مقدمة عامة، أسباب اختيار بلدة خاراس كحالة الدراسية، التعريف بالمشكلة، أهداف المشروع،النتائج المترتبة على إعادة تأهيل المحطة وشبكة الصرف الصحي، طريقة العمل، الجدول الزمني.

- الفصل الثاني: يتضمن هذا الفصل المعلومات الأساسية عن بلدة خاراس من حيث الموقع والمناخ والمساحة و السكان و قطاع الصرف الصحي ومصادر المياه.

- الفصل الثالث : معايير التصميم ويشمل على تصنيف مياه الصرف الصحي ، انظمة تجميع مياه الصرف الصحي ، أنواع شبكات الصرف الصحي، انواع المواسير المستخدمة، أنواع أنظمة تجميع مياه الصرف الصحي ، ملحقات الشبكة، اختيار عناصر التصميم، تصميم نظام الصرف الصحي.

- الفصل الرابع: ويشمل على فصل التحليل والحسابات والمخططات والجداول المرافقة.

- الفصل الخامس : ويشمل على مكونات وخصائص المياه العادمة ، وقياس التلوث العضوي واللاعضوي والتلوث الغازي، ومراحل معالجة المياه العادمة (ابتدائية ، اولية ، ثانوية ، ثلاثية ، ومعالجة الحمأة) .بالاضافة الى عوامل اختيار موقع محطة المعالجة ، وكذلك وحدات المعالجة التمهيدية والثانوية .

- الفصل السادس : ويشمل هذا الفصل على دراسة وتحليل لمحطة المعالجة الموجودة حاليا في البلدة من حيث موقعها وسعتها واجزائها المختلفة.

- الفصل السابع : ويشمل على اعادة تصميم لاجزاء المحطة وتشمل على تصميم وحدات المعالجة الابتدائية وهي قناة الاقتراب والمصفاة وقناة ازالة الرمل والحصى ووحدات المعالجة الثانوية وتشمل مفاعل UASB ، والمراحل الاضافية وتشمل الاراضي الرطبة ومعالجة الحمأة .

- الفصل الثامن : ويشمل على الدوافع والمقومات المؤدية الى استخدام مياه الصرف المعالجة ومجالات استخدامه ومزاياها والتطلعات المستقبلية بالاضافة الى مجموعة من التوصيات .

- الفصل التاسع : ويشمل نتائج البحث.

١.٢ نظرة عامة

٢.٢ الموقع الجغرافي ومناخها وحدودها

٣.٢ المساحة

٤.٢ السكان

٥.٢ مصادر المياه

٦.٢ استهلاك المياه

٧.٢ المياه العادمة

٨.٢ قطاع الصرف الصحي

الفصل الثاني

تعريف ببلدة خاراس

١.٢ نظرة عامة

يتضمن هذا الفصل المعلومات الأساسية عن بلدة خاراس من حيث الموقع والمناخ والمساحة و السكان و قطاع الصرف الصحي ومصادر المياه.

٢.٢ الموقع الجغرافي ومناخها وحدودها

تقع بلدة خاراس في الشمال الغربي من مدينة الخليل على سطح تلة منخفضة ترتفع حوالي ٦٠٠ م عن سطح البحر وتبعد عن مدينة الخليل حوالي ١٧ كم، وتتميز بمناخها المعتدل ويتراوح المعدل السنوي لهطول الامطار فيها من ٢٥٠-٤٠٠ ملم/سنة،ويحدها من الشمال بلدة صوريف ومن الجنوب قرية نوبا ومن الشرق بلدة حلحول ومن الغرب تقع بمحاذاة الخط الاخضر، والشكل (١.٢) يوضح ذلك.

٣.٢ المساحة

تبلغ مساحة اراضي بلدة خاراس حوالي ٢٠ ألف دونم تم مصادر اكثر من ٣٠% من اراضيها عام ١٩٤٨،من قبل قوات الاحتلال الاسرائيلي وحتى الان.

٤.٢ السكان

يبلغ عدد سكان بلدة خاراس بناء على احصائيات الجهاز المركزي للاحصاء الفلسطيني عام ٢٠١٠ حوالي ٧٢٣٦ نسمة ، يعمل ما يقرب ٥٠٪ من القوة العاملة النشطة في بلدة سوق العمل الإسرائيلي. ١٥% من قوة العمل النشطة اقتصاديا يعتمد على الزراعة، و ١٥٪ في التجارة، و ١٠٪ تعمل في مجال الصناعة و ٨٪ موظفين، و ٢٪ في قطاع الخدمات.وقد أنجزت ٢٥٪ فقط من السكان التعليم الثانوي أو أعلى.

٥.٢ مصادر المياه

تزود البلدة بالمياه من مصدرين أحدهما السلطة الوطنية الفلسطينية من مدينة حلحول بأنبوب قطره ٦ انش وانبوب أخر قادم من اسرائيل قطره أيضا ٦ انش، حيث يبلغ استهلاك البلدة من المياه شهريا من ١٧٠٠٠م^3 - ٢٠٠٠٠م^3 بمعدل سنوي يبلغ ما بين ٢٠٤٠٠٠م^3 - ٢٤٠٠٠٠م^3. في البلدة خزان مياه واحد يقع في أعلى منطقة في البلدة بجوار قصر الصيني، حيث يتم تزويده بالمياه من الأنبوب القادم من مدينة حلحول.

٦.٢ استهلاك المياه

بناء على المعلومات التي تم جمعها من بلدية خاراس فان معدل استهلاك الفرد للمياه يوميا يبلغ ٧٠ لتر.

٧.٢ المياه العادمة

بشكل عام فإن معدل انتاج المياه العادمة هو (٧٠-٨٠)% من معدل إستهلاك المياه.

٨.٢ قطاع الصرف الصحي

تتميز بلدة خاراس بشدة الانحدار ولكون طبيعة صخورها صلبة واكتظاظ السكن بالمنطقة الوسطى من البلدة ادى ذلك الى خلق مشاكل بالنسبة للتخلص من المياه العادمة ، فإنشاء الحفر الامتصاصية يؤدي الى تسرب هذه المياه الى المجاورين وآبار الجمع وبالتالي التلوث وانتشار الأوبئة والأمراض وخلق المشاكل الاجتماعية ، وإنشاء حفر صماء يشكل عبئا ماديا على المواطنين سواء من ارتفاع تكاليف انشائها وارتفاع تكاليف النضح بالاضافة الى فيضان هذه الحفر في الشوارع العامة والذي بدوره يؤدي الى انتشار الباعوض والروائح والتلوث البيئي والى تخريب الشوارع المعبدة.

وللحد من هذه المشاكل قامت البلدية في العام ٢٠٠٣ بالتعاون مع مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينية ومؤسسة انقاذ الطفل الفلسطيني بإنشاء نواة لشبكة صرف صحي في البلدة بطول ٢.٥ كم تخدم حوالي ٢٠٠ منزل لمنطقة وسط البلدة مع انشاء محطة معالجة لهذه المياه حيث قامت البلدية بشراء قطعة ارض في منطقة المجردة في هذا الخصوص .

- في العام ٢٠٠٦ وبالتعاون مع مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينية تم اضافة خط جديد لمنطقة وادي العرب بطول ١ كم مع اضافة خط ناقل بعد المحطة لنقل مياه المعالجة الى مسافة ١ كم عن المحطة.

- في العام ٢٠٠٨ م وبالتعاون مع مؤسسة انيرا تم توسيع شبكة الصرف الصحي بطول ٢ كم لمنطقة واد الحماطة الذي يمتد من منطقة البلوطات وصولا الى طريق السادة .

- قامت البلدية بعمل خطوط في بعض الدخلات على نفقتها الخاصة ليبلغ إجمالي طول الشبكة في البلدة حوالي ٧.٥ كم ، ويبلغ عدد المشتركين على هذه الشبكة حوالي ٢٥٠ مشترك بما فيها المؤسسات العامة في البلدة.

١.٣ مقدمة
٢.٣ تصنيف مياه الصرف الصحي
٣.٣ انظمة تصريف مياه الصرف الصحي
٤.٣ انواع شبكات الصرف الصحي
٥.٣ انواع المواسير المستخدمة في الصرف الصحي
٦.٣ انواع انظمة تجميع مياه الصرف الصحي
٧.٣ ملحقات شبكة الصرف الصحي
٨.٣ الهيدروليكا في تصميم الشبكات
٩.٣ نظام تصميم وبناء الصرف الصحي في المجتمع
١٠.٣ ارقام مهمة في تصميم نظام جمع المياه العادمة

الفصل الثالث

معايير التصميم

١.٣ مقدمة

تعتبر المياه ركن من اركان الحياة التي لا يمكن الاستغناء عنها، ولكن بمجرد استخدام هذه المياه في اي غرض من الاغراض المتعددة تصبح هذه المياه مياه عادمة وهذه المياه العادمة لا بد من التخلص منها او اعادة استخدامها. يتم نقل مياه الصرف الصحي عادة في منظومة مؤلفة من مجموعة كبيرة من أنابيب مختلفة من الأقطار مع استخدام عدد من القنوات المفتوحة في بعض الحالات الضرورية إلى مواقع تجميعها لنقلها عبر خط رئيسي إلى محطة المعالجة أو للتخلص منها ،تعرف مجموعة خطوط الأنابيب والقنوات وما يتعلق بأعمال التصريف (disposal works) بمنظومة المجاري (sewerage system) أما خطوط الأنابيب الناقلة فتدعى بالمجاري (sewers).

إن مسالة توفير خدمات المجاري تعتبر في غاية الأهمية وضرورة أساسية لغرض رفع المستوى الصحي والبيئي للمدينة أو المنطقة المخدومة حيث أن هذه الخدمات تشمل أعمال تجميع المياه المستعملة من الأبنية السكنية والخدمية والتجارية والمعامل والمصانع ...الخ ، ونقلها بواسطة منظومة المجاري إلى محطة المعالجة .كذلك تشتمل هذه الخدمات أعمال تجميع مياه الأمطار عبر منظومتها المخصصة (storm sewers) ويتم بعدها تصريفها إلى النهر والقنوات المفتوحة والمنازل القريبة .

واستخدمت قديما طرائق بسيطة بدائية في تصريف مياه الصرف خاصة في القرى والمدن الصغيرة غير المتطورة . اذ كانت تجمع المخلفات السائلة في بالوعات عميقة واقعه في المنازل أو قريبة منها ،وتترك لفترة من الزمن حيث تتعرض المواد العضوية للترسب والتحلل تقوم بعدها العربات والسيارات الحوضية بتفريغ هذه البالوعات وحمل المخلفات السائلة لتصريفها خارج المدينة عن طريق رميها في الأنهر أو المناطق المنخفضة المفتوحة .

أما في حالة وجود مواد عضوية بنسبة كبيرة في هذه المخلفات فأنها تصرف على هيئة نفايات جافة(garbage)(يقصد بالنفايات الجافة المخلفات الصلبة المطروحة من معامل الورق وتعليب المواد الغذائية والنسيج والسكر والألبان وغيرها من المعامل الصناعية إضافة إلى ماينتج من مخلفات من إعمال التنظيف والكنس)،وتقدر كمية المخلفات الصلبة للشخص في يوم واحد حوالي (٠.٣٥كغم)تميز هذه المواد باحتوائها على نسبة كبيرة من المواد العضوية المحللة ،لذلك يعتبر إزالتها أمرا ضروريا .

أما مياه الأمطار(storm water) فكانت تترك لتصرف بفعل الانحدار الطبيعي للأرض إلى النهر والقنوات المفتوحة والمنازل القريبة ، أما ماتبقى منها فكانت على شكل برك من المياه الراكدة مكونة صورة مشوهة لجمال البيئة

أما في الوقت الحاضر،وبعد ظهور التجمعات السكنية الكبيرة فأنة يتم تجميع مياه الصرف عبر منظومة المجاري الخاصة بها .إذ تنقل فيها المياه بفعل الانحدار الطبيعي إلى نقطة تجميع ، تدفع منها إلى محطات المعالجة أو أماكن التخلص منها . يعتبر هذا النظام من الأنظمة الحديثة في تصريف مياه الصرف لايجابياته العديدة المتمثلة بخلق بيئة نظيفة خالية من الروائح والحشرات والأمراض .

أما كلفة النظام التصميمية والتنفيذية عالية بالمنظور الأولي ،ولكن إعداد جدوى اقتصادية حول انجاز مشاريع تجيع وتصريف ومعالجة مياه الصرف سيبين حاضرا ومستقبلا أن كلفة الانجاز لا تساوي شيئا أمام المحافظة على الثروة الأكبر ألا وهي البيئة الصحية والإنسان السليم .

٢.٣ تصنيف مياه الصرف

قبل المباشرة في تصميم أنابيب منظومة مجاري مياه الصرف ومحطة معالجتها، لابد من تحديد كميتها الجارية فيها، تشمل هذه المياه المخلفات الناتجة من الاستعمالات المنزلية والصناعية وتضاف إليها مخلفات مياه الأمطار. على هذا الأساس تم تقسيمها إلى نوعين :

١.٢.٣ المخلفات السائلة

وتقسم هذه المخلفات إلى مايلي :

أ– المخلفات السائلة المنزلية (Domestic sewage)

هي مخلفات المياه المستعملة من قبل الأبنية السكنية (الحمامات والمطابخ والمرافق وأحواض الغسيل) ، إضافة إلى مايخلف منها من الأبنية الخدمية والاداريه والمطاعم والفنادق و دور العلم وغيرها . تحتوي هذه المخلفات على نسبة من المواد العضوية وغير العضوية كالأملاح والسكر والنشا والدهون والأتربة.

ب – المخلفات السائلة الصناعية (Industrial sewage)

هي المخلفات المياه المستعملة الناتجة من مراحل التصنيع المختلفة ضمن المصانع والمعامل الانتاجيه كمعامل الورق والأدوية وتعليب المواد الغذائية والسكر ودباغة الجلود وغيرها .

تتميز هذه المخلفات باختلاف نسبة محتوياتها من المواد العضوية (Organic Materials) وغيرها من مصنع لاخر. إذ إن قسم منها يحتوي على نسبة عاليه من المواد العضوية كالمخلفات السائلة الناتجة من معامل تعليب المواد الغذائية والسكر . وقسم آخر يحتوي على مواد كيماويه بدرجة تركيز عاليه كمخلفات معامل الأدوية أو يتميز باحتوائه على نسبه قليله من الشوائب كمخلفات مياه التبريد المستخدمة في بعض المعامل والمصانع الإنتاجيه.

ج- مياه الرشح (Infiltration)

هي المياه الجوفية التي يمكن ان تصل إلى مواسير الصرف الصحي إذا كان منسوب المياه الجوفية أعلى من منسوب المواسير . وتتوقف كمية هذه المياه على مسامية التربة ودرجة نفاذية الماء فيها وعلى المواد التي تصنع منها المواسير .

٢.٢.٣ مخلفات مياه الأمطار (Storm Sewage)

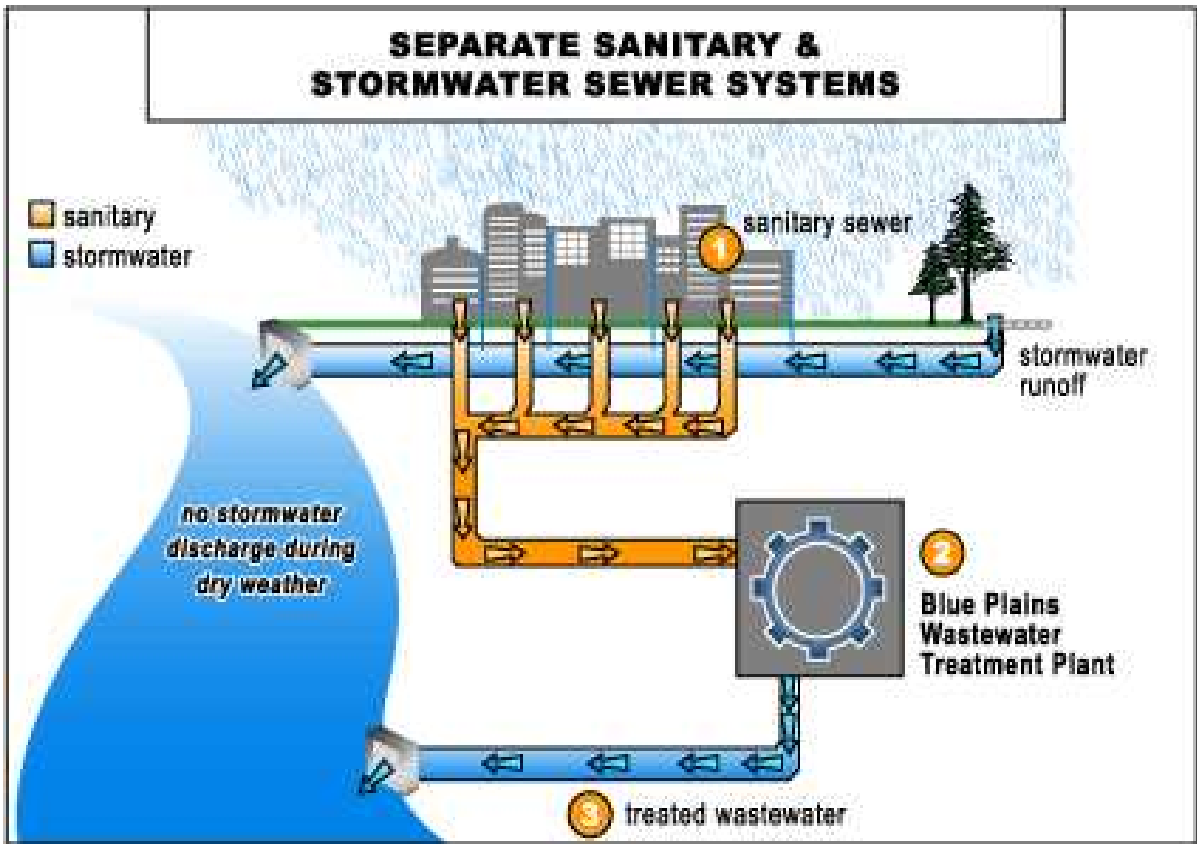
تحتوي مخلفات مياه الأمطار على الأتربة والرمال والمواد العضوية نتيجة لجريانها على أوجه الطرق والسطوح والساحات والمناطق المفتوحة والمعرضة لهطول المطر. وتعتبر مخلفات مياه غسيل الشوارع وسقي الحدائق وإطفاء الحرائق، كميات مضافة إلى مخلفات مياه الأمطار التي يتم تصريفها إلى منظومة المجاري عن طريق المناهل (Manholes) الموجودة في الشوارع.

٣.٣ أنظمة تصريف مياه الصرف الصحي

هنالك ثلاثة انظمة لتجميع مياه الصرف الصحي :

١.٣.٣ نظام التصريف المنفصل (separate system)

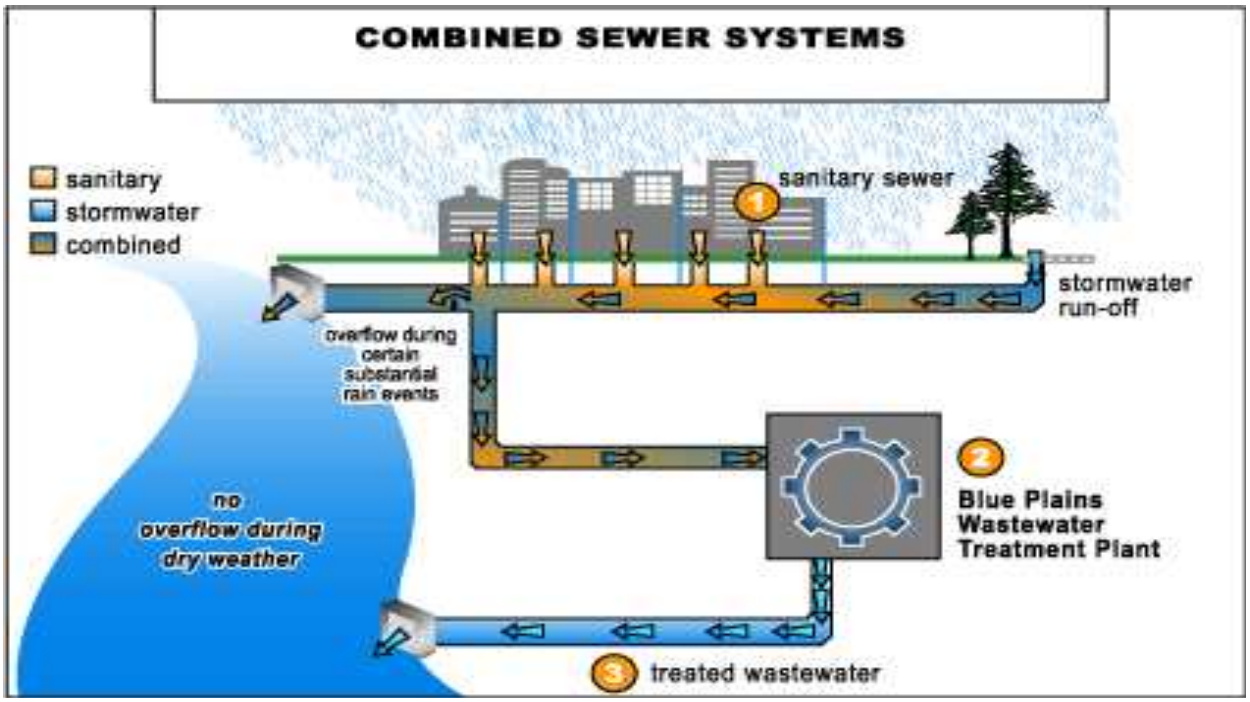
تستخدم في هذا النظام ،منظومتي مجاري منفصلة ،واحدة لتجميع مياه الأمطار وأخرى مخصصة لتجميع ونقل المخلفات السائلة المنزلية والصناعية ،ويطلق على هذا التصريف بالتصريف الجاف .إذ تقوم المنظومة الأولى بنقل مياه الأمطار إلى الأنهر والقنوات المفتوحة مباشرة بينما تقوم المنظومة الثانية بنقل المخلفات السائلة إلى محطة المعالجة .



شكل (١.٣) نظام التصريف المنفصل

٢.٣.٣ نظام التصريف المشترك (combined system)

تستخدم منظومة مجاري واحدة في هذا النظام لتجميع المخلفات السائلة المنزلية والصناعية ومياه الأمطار ويطلق على تصريف هذا النظام بالتصريف الممطر حيث ينقل عبر منظومة المجاري إلى محطة المعالجة قبل تصريفها إلى الأنهر والقنوات المفتوحة.



شكل (٢.٣) نظام التصريف المشترك

٣.٣.٣ نظام تصريف مشترك جزئي

في هذا النظام تستخدم منظومة مجاري واحدة تشمل عمل كلا النظامين السابقين . اذ تعمل على تجميع المخلفات السائلة المنزلية والصناعية ومياه الأمطار حيث يتم خدمة بعض أجزاء المنطقة بنظام التصريف المشترك وأجزاء أخرى بنظام التصريف المنفصل ويكون الغرض من الاشتراك في بعض النقاط لتحويل الزيادة في كمية التصريف أثناء حدوث عواصف ممطرة شديدة .

٤.٣ أنواع شبكات الصرف الصحي

تختلف أنواع وأحجام شبكات الصرف الصحي المستخدمة في نظام التجميع في البلدية اعتمادا على حجم نظام التجميع وموقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

انواع الشبكات المستخدمة في البلدية هي:

١)التوصيلات المنزلية (house sewer) : الخطوط التي تصل المنزل مع الشبكة.

٢) التوصيلات العامة (lateral sewer) : خطوط عامة ترتبط فيها التوصيلات المنزلية.

٣) التوصيلات الفرعية (submain) :ترتبط فيه توصيلات المنازل والتوصيلات العامة ويخدم كافة المناطق تقريبا .

٤) التوصيلات الرئيسية (main trunk) : خط يجمع المياه العادمة من الخطوط السابقة ويقوم بنقلها الى محطة المعالجة.

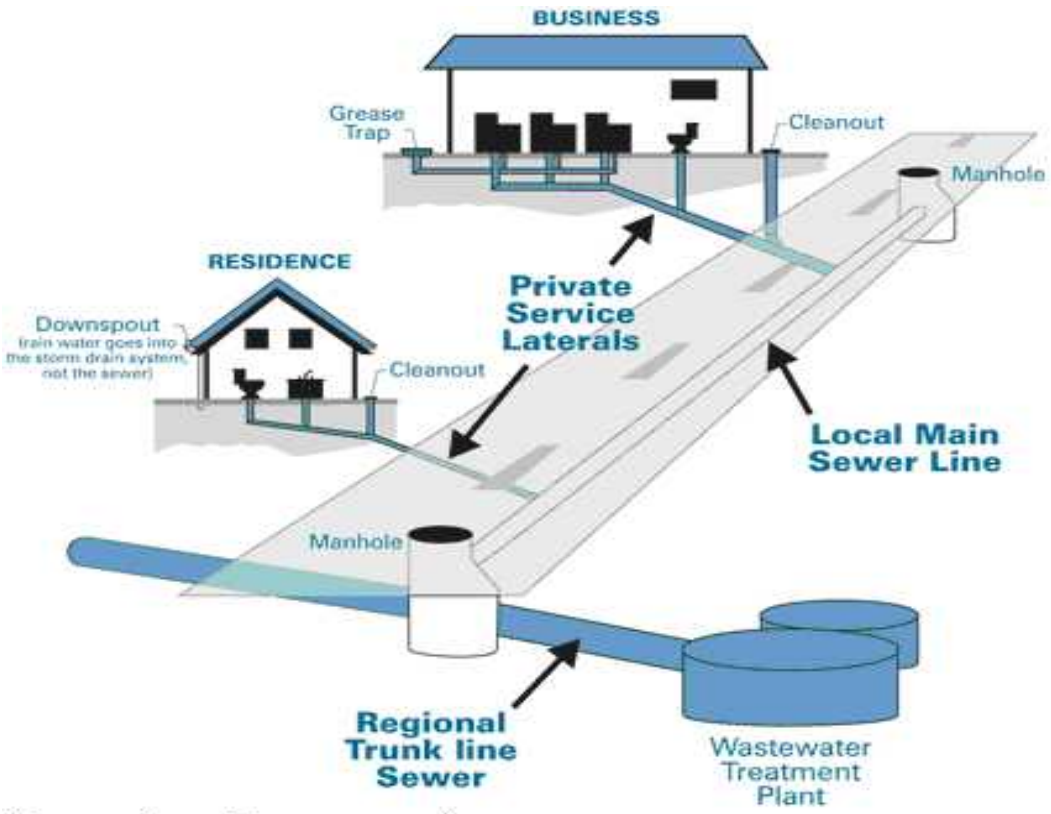


Diagram of a sanitary sewer system

شكل (٣.٣) أنواع المجاري المستخدمة في نظام تجميع مياه الصرف الصحي

٥.٣ انواع المواسير المستخدمة في الصرف الصحي

تستخدم مواسير متنوعة لصرف المخلفات السائلة ، وهي مصنوعة من مواد مختلفة مثل الفخار والخرسانة والبلاستيك والزهر وغيرها . ويراعى في اختيار المواسير الأسس التالية :

١- توفر المواسير بالأقطار والكميات المطلوبة .

٢- مقاومة المواسير للأحمال الخارجية .

٣- طبيعة التربة ومدى تحملها .

٤- الأسعار المناسبة .

٥- سهولة التنفيذ .

ومن أهم أنواع المواسير ما يلي :

- مواسير الفخار الحجر (VCP: Verified clay pipes)
- مواسير الخرسانة العادية (PC: Plain concrete pipes)
- مواسير الخرسانة المسلحة (RC: reinforced concrete pipes)
- مواسير الفيبرجلاس (GRP: Glass fiber reinforced pipes)
- مواسير بوليفينيل كلورايد (PVC: Polyvinyl chloride pipes)

٦.٣ أنواع أنظمة تجميع مياه الصرف الصحي

١.٦.٣ نظام الجاذبية

في هذا النظام يتم جمع كل من مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار في قناة واحدة (النظام الموحد) أو في قنوات منفصلة (نظام مستقل). في هذا النظام، تكون الشبكة مملوءة جزئيا. ومن الخصائص النموذجية هو أن ميول

هذه الشبكة يجب ان تكون كافية بحيث تسمح بنقل الرواسب داخل الشبكة بسرعة لا تقل عن ٠.٦ متر / ثانية عندما تكون الشبكة مملوئة بالكامل او نصف مملوئة. يتم وضع مناهل على فترات منتظمة في هذه الشبكة ليساعد على تنظيفها من الرواسب.

٢.٦.٣ نظام الضغط

يقوم بنقل المياه العادمة فقط. ويمكن مقارنة هذا النظام، الذي لا يعمل الا تحت الضغط، مع شبكة توزيع المياه. ويتم ضخ مياه الصرف الصحي في هذا النوع عن طريق الضغط ولا يتم الاعتماد على الميول داخل الشبكة.

٣.٦.٣ نظام التفريغ

يقوم بنقل المياه العادمة فقط وذلك داخل نظام مفرغ من الهواء. وفي هذا النظام يتم نقل المياه العادمة عن طريق المحافظة على منطقة مفرغة من الهواء بحجم ٥-٧ امتار ، وبالتالي فان هذا النظام لا يعتمد على ميول الشبكة.

يحتاج نظامي الضغط والتفريغ الى درجة عالية من المهارة اليدوية والتطور الميكانيكي ، لكن هذه الانظمة غالبا ما تكون اكثر اقتصادا عندما تستخدم في مناطق ذات عدد سكاني قليل وعندما تكون ظروف التربة غير مستقرة.

٧.٣ ملحقات شبكة الصرف الصحي

١.٧.٣ المطابق (Manholes)

عبارة عن فتحات مصممة جدرانها من الطوب أو الخرسانة العادية أو المسلحة ، وتنشأ على خطوط الانحدار والهدف من إنشائها تمكين معدات الصيانة او رجال التسليك من العمل بهدف إزالة كل الرواسب الموجودة في الخطوط . وتوضع المناهل في الأماكن التالية :

١- عند تغير قطر الماسورة

٢- عند تغير اتجاه الماسورة .

٣- عند تغير ميل الخط .

٤- عند اتصال خطوط التصريف ببعضها .

٥- كل مسافة معينة تناسب قطر الماسورة لتسيير أعمال الصيانة .

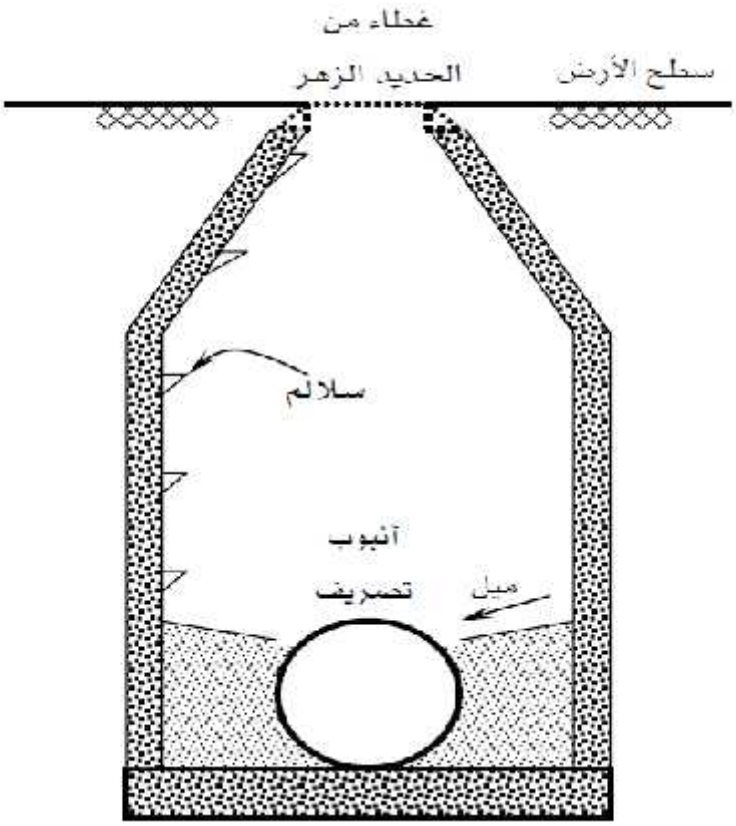
وتنشأ المناهل على مسافات مختلفة ، تكون المسافة عادة بين المنهل والاخر من ٣٥ الى ٥٠ مترا في الخطوط المستقيمة.

شكل المنهل غالبا يكون دائريا ولكنه قد يكون مربعا او مستطيلا. يكون قطر المنهل في الشبكات الصغيرة حوالي ١.٢-١ متر، ولكنه يكون اكبر في الشبكات الاكبر. اكبر مسافة ممكنة بين منهلين لا تزيد عن ٣٠ -٥٥ مترا وذلك اعتمادا على حجم الشبكة وحجم امكانيات تنظيف الشبكة. وينبغي أن تكون المناهل من هيكل دائم، وتوفر سهولة الوصول إلى شبكات الصرف الصحي لأغراض الصيانة، ويتسبب في حدوث تداخل الحد الأدنى لتدفق مياه الصرف الصحي.

اجزاء المنهل:

base, risers, top, frame and cover, manhole benching, and step-iron.

المواد المستخدمة في انشاء المناهل عادة هي الخرسانة مسبقة الاجهاد او الخرسانة المصبوبة في الموقع . الغلاف الخارج والغطاء للمنهل يصنع عادة من cast iron ويجب ان يتصفا بالقوة والصلابة. والشكل (٤.٣) يوضح أجزاء المنهل. وعندما تتصل شبكة صرف صحي مع شبكة فرعية بوجود فارق في الإرتفاع بين الشبكتين حوالي ٠,٦ متر فما فوق فإنه يستخدم نوع من المناهل يسمى Drop Manholes وبالتالي فان هذا المنهل يسمح لدخول عاملي الصيانة والتنظيف الى داخل المنهل بدون الخوف من ان يتبللوا من المياه العادمة.



شكل(٤.٣) أجزاء المنهل

٢.٧.٣ التوصيلات المنزلية

يكون قطر الشبكات المنزلية عادة بين ١٠-١٥ سم وتكون على انحدار ٢% م/م تقريبا.

٣.٧.٣ السيفونات المقلوبة (Inverted Siphons)

وهو جزء من الشبكة يكون منخفضا بحيث يتم تنزيله تحت مستوى الضغط الهيدروليكي من أجل تجنب عقبة مثل خطوط السكك الحديدية ، الطرق السريعة، مترو الانفاق، او التيارات المائية. وتكون هذه الشبكات مملوئة بالكامل بحيث يكون هناك ضغط خفيف يساعد على تدفق المياه العادمة داخلها، لهذا يجب تصميم هذه الشبكات بحيث تقاوم الضغوط الداخلية والقوى الخارجية. من المهم ايضا في هذه الشبكات ان يتم المحافظة على سرعة عالية نسبيا (٠.٩

م/ث تقريبا) بحيث تمنع ترسب المواد الصلبة في مواقع معينة ، والتي في حال ترسبها، فانه يصبح من الصعب او المستحيل تنظيفها.

بما ان تدفق مياه الصرف الصحي يخضع لتباين كبير، فان استخدام أنبوب واحد لا يخدم على نحو كاف في هذا التطبيق، ففي حال كان هذا الانبوب ذا قطر صغير كفاية للمحافظة على سرعة عالية (٠.٩ م/ث) في تدفق الحد الادنى، فان سرعة التدفق في حد الذروة سيكون كبيرا بحيث يعمل على تكوين ضغوط كبيرة على جدران الانبوب والذي من الممكن ان يؤدي الى تدمير الانبوب، لهذا فانه يتم استخدام انابيب متعددة داخل السيفونات المقلوبة مع مدخل مصمم لتوزيع التدفق داخل هذه الانابيب بحيث تكون السرعة كافية لمنع ترسب المواد الصلبة وايضا منع تدمير الانابيب .

٤.٧.٣ المضخات داخل شبكات الصرف الصحي

هناك العديد من المجتمعات المحلية التي من الممكن أن يتم نقل كل مياه الصرف الصحي إلى موقع المعالجة المركزية أو نقطة التفريغ عن طريق نظام الجاذبية، ولكن في مناطق اخرى كالمناطق المستوية او المنخفضة ، او في حال وجود اكثر من منطقة صرف ، فان استخدام المضخات لا بد منه. كما ان المضخات قد تلزم داخل محطات المعالجة نفسها، وفي المباني التي تقع تحت مستوى شبكة الصرف، كما تستخدم لنقل المياه المعالجة الى جداول اعلى من محطة المعالجة .

ضخ مياه الصرف الصحي غير المعالجة يتطلب تصاميم خاصة، لان مياه الصرف الصحي غالبا ما تحتوي على المواد الصلبة الكبيرة. مضخات (Nonclog) لها دفاعات، والتي عادة ما تكون مغلقة ولها في المعظم اثنين أو ثلاثة دوارات هواء . التباعد بين الدوارات كبير بما فيه الكفاية حيث أن أي شيء سيمر عبر المضخة.

٨.٣ الهيدروليكا في تصميم الشبكات

١.٨.٣ مقدمة

تكون انظمة الصرف الصحي عادة على شكل قنوات مفتوحة الا اذا كانت هناك حاجة لمحطات رفع للتغلب على العوائق الطوبوغرافية. وتكون المشاكل الهيدروليكية المرتبطة بالتدفق داخل هذه القنوات معقدة في بعض الحالات اعتمادا على نوعية السائل المتدفق، التغيرات الكبيرة في التدفق ، وعلى حقيقة وجود سطح مفتوح غير محصور، وفي هذه الحالة فان القوة الدافعة داخل هذه القنوات المفتوحة والشبكات تكون الجاذبية. بالنسبة للحسابات الهيدروليكية ، يفترض ان التدفق منتظم وسرعة التدفق ثابتة على طول الشبكة، وبالتالي فان معدل التدفق عبر اي نقطة على طول الشبكة سوف يكون ثابت.

٢.٨.٣ معادلات التدفق

ويمكن من حيث المبدأ أن تستخدم معادلات تدفق القنوات المفتوحة في التصميم الهيدروليكي لأنابيب الصرف الصحي من خلال صيغة مانينغ. وفيما يلي الصيغ الأكثر أهمية:

١- معادلة (Chezy) :

$$V = C\sqrt{RS} \qquad (3.1)$$

حيث V: سرعة التدفق (م / ث).

R: نصف القطر الهيدروليكي (م).

S: ميل أنابيب الصرف الصحي (م / م).

C: معامل Chezy، $C = \frac{100\sqrt{R}}{m+\sqrt{R}}$

حيث (m = 0.35) لأنابيب الخرسانة،(٠.٢٥) لمواسير الفخار المزجج.

٢. معادلة دارسي (Weisbach) : ليست مستخدمة على نطاق واسع في تصميم شبكات الصرف الصحي و تقييمها لأنها تعتمد على التجربة والخطأ لتحديد حجم الأنابيب لتدفق معين و HEAD LOSS،وذلك لان معامل الاحتكاك يستند على الخشونة النسبية والتي تعتمد على قطر الانبوب، مما يجعلها معقدة.

معادلة دارسي Weishbach تنص على أن:

$$H = \lambda L * V2 / (D * 2G) \qquad (3.2)$$

حيث H: the pressure head loss (mwc).

L: طول الأنبوب (م).

D: قطر الأنبوب (م).

λ: معامل الاحتكاك ,والذي يكون بشكل عام بين ٠.٠٢-٠.٠٧٥

٣. معادلة مانينغ(Manning): هذه المعادلة ، على الرغم من استخدامها الانظمة التي تعتمد على الجاذبية مثل القنوات المفتوحة، فإنه يمكن تطبيقها ايضا في حالات التدفق المضطرب داخل انظمة الضغط وتعطي نتائج جيدة وذلك بشرط حساب معامل الخشونة بدقة.

السرعة، وفقا لمعادلة مانينغ تعطى عن طريق المعادلة التالية:

$$V= (1/n)\ R^{2/3}\ S^{1/2} \qquad (3.3)$$

حيث : V: سرعة التدفق (م / ث).

n: معامل الاحتكاك للماسور $[1/n\ (k_{str}) = 75\ m/s^{1/3}$

R: نصف القطر الهيدروليكي (النسبة بين المحيط المبتل إلى المساحة المبتلة للمواسير)

S: الميل

- للمواسير الدائرية الممتلئة R = D/4
- القنوات المفتوحة الممتلئة (Open channel) R= [(b*d)/ (b+2d)]

ويعتمد معامل خشونة مانينغ على نوع المواد وعمر القناة. وفيما يلي ذكر لقيم معامل خشونة مانينغ لبعض المواد :

الجدول (١.٣) القيم المشتركة لمعامل الخشونة المستخدم في معادلة مانينغ

Material	Commonly Used Values of n
Concrete	0.013 and 0.015
Vitrified clay	0.013 and 0.015
Cast iron	0.013 and 0.015
Brick	0.015 and 0.017
Corrugated metal pipe	0.022 and 0.025
Asbestos cement	0.013 and 0.015
Earthen channels	0.025 and 0.003
PVC	0.011

- معامل الذروة

بشكل عام، يزيد هذا المعامل عندما يقل معدل التدفق، ويتم تحديده عادة من الممارسة والخبرة لدى المصمم.

العلاقة التالية تم استخدامها عادة من قبل المصممين وقد اعطت نتائج مرضية:

$$Pf = 1.5 + 2.5 / \sqrt{q} \qquad (3.4)$$

حيث، q (لتر / ثانية) هو متوسط معدل التدفق اليومي لفرع الشبكة و Pf هو معامل الذروة.

٣.٨.٣ هيدروليكا الشبكات الممتلئة جزئيا

يعد معدل تعبئة الشبكات امرا مهما ، لان الشبكات نادرا ما تكون مملوئة كاملا ، فعندما نقول ان شبكة الصرف الصحي مصممة لتجري ب ٤٠ الى ٥٠% من حيزها الكلي، فان هذا يعني ان ٤٠-٥٠% من حجم الانابيب فقط يجب ان يستخدم لحمل التدفق.

وتعتمد حسابات الشبكات المملوئة جزئيا على جداول ورسومات بيانية للتدفق الجزئي تربط بين عمق المياه،سرعة التدفق ومعدله. الخصائص الهيدروليكية شبيه بتلك الخاصة بالقنوات المفتوحة لكن سرعة التدفق تقل كلما زاد ارتفاع المياه بسبب زيادة الاحتكاك مع الهواء داخل الانبوب وخاصة عند قمة الانبوب. سرعة التدفق ومعدله يقلان عندما يكون معدل التعبئة بين ٦٠-١٠٠%. يكون مستوى المياه داخل الانبوب غير مستقر عندما يكون معدل التعبئة اكثر من ٩٠ او ٩٥%.

٩.٣ نظام تصميم وبناء الصرف الصحي في المجتمع

تصميم نظام الصرف الصحي ليس بالمهمة البسيطة، فهي تتطلب خبرة كبيرة وقدرا كبيرا من المعلومات لاتخاذ القرارات المناسبة بشأن تخطيط وبناء شبكة صرف صحي تتسم بالكفاءة والفعالية والتكلفة المناسبة.

ومن اجل تصميم شبكة صرف كهذة لا بد من مهندس التصميم ان يأخذ المهام التالية بعين الاعتبار

:[Qasim,1985,peavey,1985]

١. تحديد منطقة الخدمة.

٢. إجراء الفحوصات والتحقيقات الأولية.

٣. وضع خطة أولية .

٤. اختيار عناصر التصميم المناسبة.

٥. استعراض اعتبارات و ومتطلبات البناء.

٦. اجراء التحقيق الميداني، والتصميم الكامل والملامح النهائية.

١.٩.٣ منطقة الخدمة

وتعرف منطقة الخدمة بالمساحة الإجمالية التي سوف تغطى من قبل نظام الصرف الصحي. ويمكن أن تكون هذه المنطقة موجودة ضمن حدود طبيعية أو محدودة بالحدود السياسية او الجهتين معا. ومن المهم أن يكون مهندسو التصميم وفريق عمل المشروع على دراية كاملة بالمساحة المحددة للمشروع المقترح.

٢.٩.٣ الفحوصات والتحقيقات الاولية

يجب على المهندس المصمم ان يقوم بإجراء التحقيقات الأولية لوضع خطة تصميم لنظام الصرف الصحي، ويكون ذلك عن طريق الزيارات الميدانية والاتصالات مع وكالات تخطيط المدن والمسؤولين في الدولة لتحديد خطط استخدام الأراضي وتشريعات البناء، والتغيرات المستقبلية المحتملة التي قد تؤثر على كل من الأراضي المطورة وغير المطورة. ويقوم المهندس بجمع البيانات عن التضاريس والجيولوجيا والهيدرولوجيا والمناخ والعناصر البيئية، والظروف الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة. وتعد الخرائط الطبوغرافية التي تحتوي على الشوارع القائمة

والمقترحة وخطوط المرافق الأخرى من اكثر المصادر اهمية في جمع المعلومات لوضع خطة توجيه اولية [Qasim, 1985] .

في حال كانت الخرائط الطبوغرافية غير متاحة، فيجب على مهندس التصميم إجراء تحقيقات ميدانية لإعداد ملامح وعلامات المشروع، وتحديد مواقع بناء، وخطوط المرافق العامة، وقنوات التصريف، والمناطق المنخفضة والعالية، والجداول، وما شابه ذلك. كل هذه العوامل تؤثر على تخطيط شبكة الصرف الصحي.

٣.٩.٣ وضع خطة عمل

يجب أن تكتمل خطة وملامح العمل الصحيحة لشبكة الصرف الصحي قبل ان يتم تنفيذ تصميم التدفق. وفيما يلي قائمة من القواعد الأساسية التي يجب اتباعها في وضع خطة عمل لشبكة الصرف الصحي [Qasim, 1985] .

١. تحديد موقع للتخلص من المياه العادمة بعد مرورها على محطات المعالجة. في نظام الجاذبية، أفضل موقع بشكل عام، هو أدنى ارتفاع للمنطقة التي تغطيها شبكة الصرف.

٢. يتم وضع خطة أولية لشبكات الصرف الصحي من الخرائط الطبوغرافية. بشكل عام، تقع الشبكة في الشوارع ، وتنحدر في نفس اتجاه انحدار سطح الأرض الطبيعية.

٣. تقع الشبكات الجذعية في الاودية عادة وتبدأ كل شبكة جذعية من الشبكات الفرعية صعودا الى ان تصل حافة منطقة التخلص ومن ثم تصبح بشكل منحدر.

٤.تبدأ الشبكات الرئيسية من الجذع وتستمر بالصعود وتأخذ من الخطوط الفرعية.

٥. تقع جميع الخطوط الفرعية بنفس الطريقة كما في شبكات الصرف الصحي الرئيسية، وترتبط الشبكات المنزلية بالشبكات الفرعية مباشرة .

٦. يتم التخطيط والتوجيه الأولي من خلال النظر في البدائل الممكنة كافة . ففي كل بديل، عوامل مثل إجمالي طول شبكات الصرف الصحي، وتكلفة البناء، والصيانة، يجب تقييمها للتوصل إلى نظام الصرف الصحي الاكثر كفاءة والاقل كلفة.

٧. بعد إعداد مخطط اولي لشبكة الصرف الصحي، يتم رسم ملامح واشكال الشوارع. وينبغي لهذه التشكيلات ان تظهر ارتفاعات الشوارع، وخطوط الصرف الصحي الموجودة، والمناهل.

أخيرا، تتم مراجعة هذه الخطط والملامح بعد اكتمال التحقيقات والفحوصات الميدانية وبعد انتهاء تصميم شبكة الصرف الصحي.

٤.٩.٣ اختيار عناصر التصميم

هناك العديد من عناصر التصميم التي يجب فحصها والتحقق منها قبل اكمال تصميم الشبكة بالكامل ومن هذه العوامل فترة التصميم؛ ذروة، متوسط وادنى تدفق؛ انحدار شبكة الصرف الصحي والسرعات الدنيا؛ معادلات التصميم وغيرها من العوامل، مهمة في ايجاد التصميم الانسب لشبكة الصرف الصحي. وفيما يلي شرح بسيط لبعض هذه العوامل:

١. مدة التصميم : تستند فترة التصميم على عدد السكان الموجودين والمتوقع وجودهم في نهاية المطاف، وقد تكون هذه المدة طويلة حيث انه ليس من المألوف في تصميم شبكات الصرف الصحي ان تستمر لفترة من ٢٥-٥٠ عاما أو أكثر.

٢. سكان التصميم : يقصد بسكان التصميم عدد السكان المتوقع تواجده حتى نهاية سنة التصميم.

٣. معدل التدفق في التصميم: يجب على شبكات الصرف الصحي ان تصمم بحيث تعمل على تصريف المياه العادمة الكلية السكنية والتجارية والصناعية، وفي حالات التسرب الطبيعية التي تحدث عندما تكون الظروف غير الملائمة موجودة.

٤. حجم الشبكة الأدنى:الحد الأدنى الموصى به هو ٢٠٠ ملم. العديد من الدول تسمح ١٥٠ ملم في حالة الشبكات الفرعية.

٥. السرعات الدنيا والقصوى: في الشبكات الصحية، تميل المواد الصلبة إلى الترسب عندما تكون السرعة منخفضة. لذلك يجب توفر سرعة مناسبة تعمل على طرد المواد الصلبة. معظم البلدان تحدد السرعة الدنيا في الشبكة في حالات التدفق المنخفض. ومن الممارسات الجيدة هي الحفاظ على سرعة فوق ٠.٣ متر / ثانية في ظل ظروف التدفق المنخفض. في الظروف التي تصل فيها حالة الطقس الجاف ذروتها ، يجب على خطوط الشبكة تحقيق سرعة أكبر من ٠.٦ م / ث. وبهذه الطريقة يتم مسح الخطوط على الاقل مرة او مرتين في اليوم.يجب تجنب سرعات أعلى من ٣ م / ث لانها قد تؤدي الى تآكل وتلف خطوط شبكة الصرف الصحي او المناهل.

٦. انحدار الشبكة: عندما يكون انحدار الشبكة مستوي فان هذا يشجع على ترسب المواد الصلبة وتكوين غازات الميثان وهيدروجين السلفايد (hydrogen sulfide) الذي يعطي رائحة كريهة ويكون قابل للانفجار. لهذا فان اقل انحدار للشبكة يجب ان يعطي سرعة تدفق تقارب ٠.٦ م/ث عندما تكون الشبكة مملوئة بالكامل.

وفيما يلي موجز لاقل انحدار للشبكة بالنسبة لمختلف الاقطار :

الجدول (٢.٣) الحد الأدنى الموصى به لانحدار شبكات الصرف الصحي

Pipe Diameter (D)		Slope
Mm	Inch	m/m
150	6	0.006
200	8	0.004
250	10	0.0028
310	12	0.0022
360	14	0.0017
380	15	0.0015
410	16	0.0014
460	18	0.0012
610	24	0.0008
690	27	0.00067
760	30	0.00058
910	36	0.00046
1050	42	0.00038

1200	48	0.00032
1370	54	0.00026

٧. العمق: يكون عمق شبكة الصرف عموما ١-٢ متر تحت سطح الأرض. ويعتمد العمق على منسوب المياه الجوفية، وأدنى نقطة تقوم الشبكة بصرف المياه العادمة منها، وطوبوغرافية الارض، وعمق التجمد.

٨. ملحقات الشبكة: وتتضمن المناهل ، التمديدات المنزلية، مداخل ومنافذ ومصبات الشبكة، وغيرها. ويجب اختيار ملحقات شبكة الامطار بشكل مناسب في التصميم لتكون الشبكة اكثر كفاءة وفاعلية. يكون قطر المناهل في الشبكات الصغيرة حوالي ١.٢ م واكبر في الشبكات الاكبر .

٩. معادلات واجراءات التصميم : كما ذكرنا سابقا فان شبكات الصرف الصحي غالبا ما تكون مصممة لتجري وهي مملوئة جزئيا. عندما يتم احتساب التدفق الادنى والمتوسط والاعلى في الشبكة وبعد وضع المخطط العام والخصائص الطوبوغرافية لكل خط داخل الشبكة ، فان المهندس المصمم يقوم بعد ذلك بحساب حجم الشبكة. هناك العديد من المعادلات التي تم استخدامها في تصميم شبكات الصرف الصحي مثل معادلات Manning Chezy, Gangullet, Kutter, Scobey .

ومن هذه المعادلات، تبقى معادلة (Manning) المعادلة الاكثر شيوعا واستخداما، ويتم التعبير عن هذه المعادلة كالتالي:

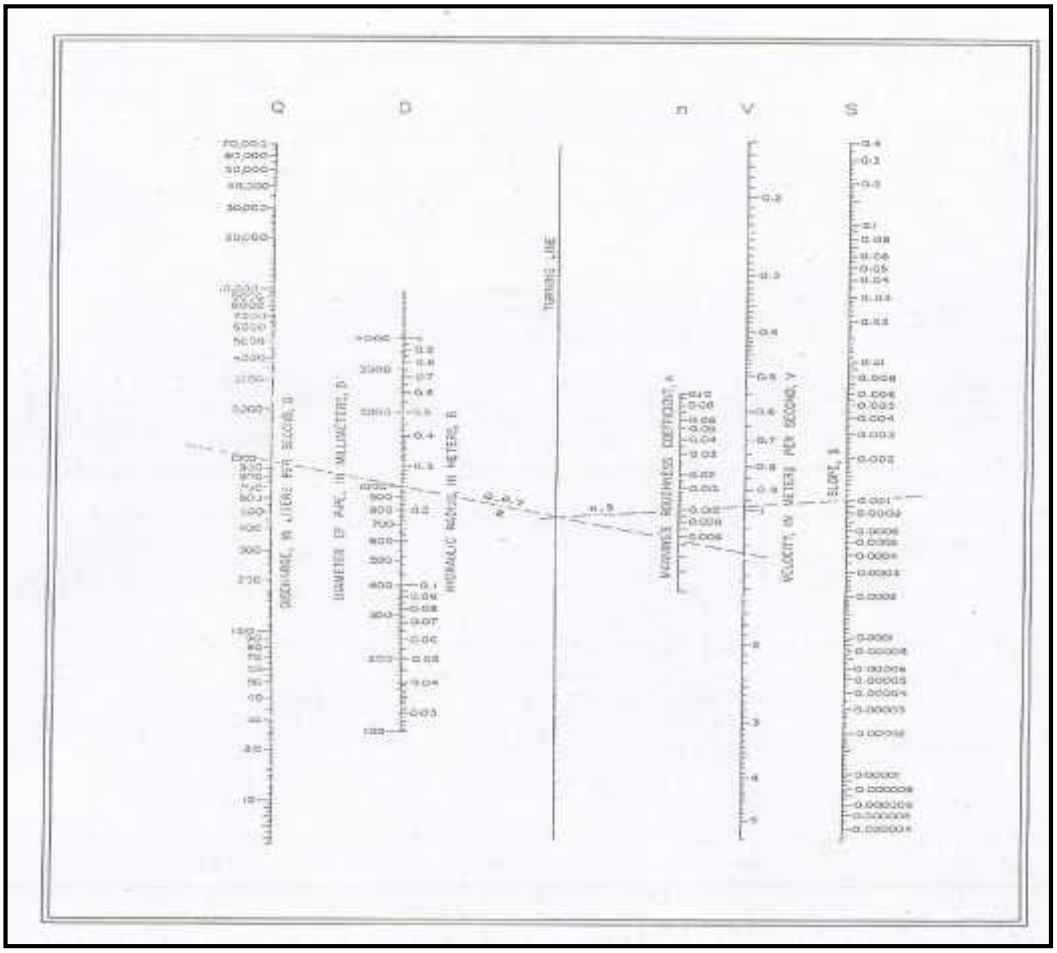
$$V= (1/n)\ R^{2/3}\ S^{1/2}$$

وقد تم تطوير أنواع مختلفة من nomographs لحل المشاكل التي تنطوي على شبكات الصرف الصحي التي تتدفق بشكل كامل. Nomographs المعتمدة على معادلة مانينغ لأنبوب دائري ذي تدفق كامل ومتغير في قيم n والشكل(٣.٣) يوضح ذلك. العناصر الهيدروليكية للأنابيب الدائرية تحت ظروف تدفق جزئي- كامل موضح في الشكل

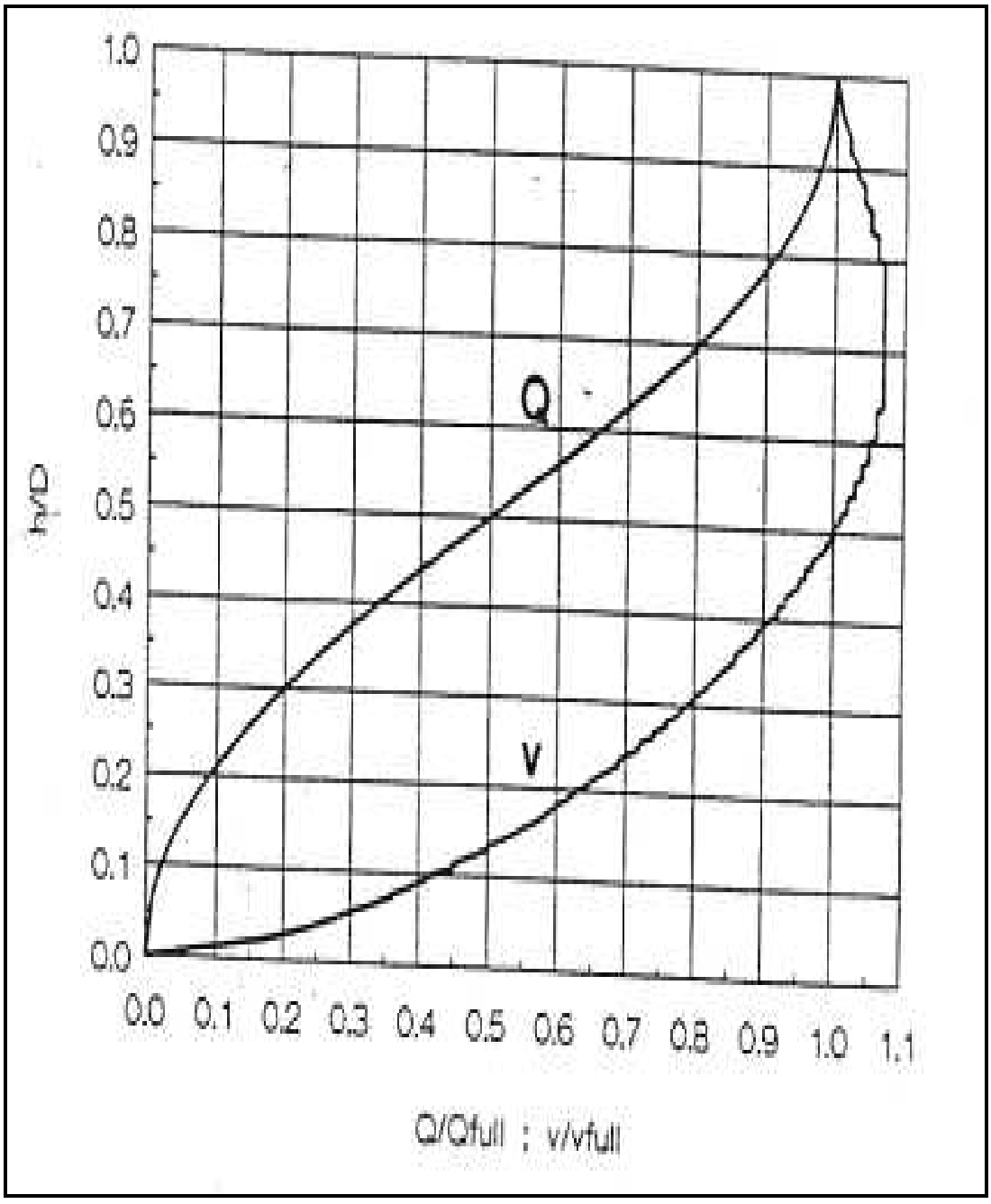
(٥.٣). وتجدر الإشارة إلى أن قيمة n يتناقص مع عمق التدفق . ومع ذلك، في معظم التصاميم تفترض قيمة n ثابت لجميع أعماق تدفق. وكذلك فإنه من الشائع استخدام الرموز d, v, q للتعبير عن عمق التدفق ،والسرعة ،وكمية التدفق في حالة التدفق الجزئي .بينما D, V ,Q للتعبير عن القطر ، السرعة، وكمية التدفق في حالة التدفق الكلي.

١٠. حسابات التصميم:

بعد إعداد التخطيط والملامح الاولية لشبكة الصرف الصحي، يتم إنجاز العمليات الحسابية الخاصة بالتصميم. حسابات التصميم للشبكات تكون متكررة لذلك فانه من الافضل ان تعمل على شكل جداول[Viesman، 1985].



الشكل (٥.٣) Nomograph لحل صيغة مانينغ



الشكل (٦.٣) الخصائص الهيدروليكية لأنبوب دائري

٥.٩.٣ اعتبارات ومتطلبات البناء

١. مواد البناء: وكما ذكر سابقا فإن الشبكة مصنوعة من الخرسانة المسلحة، الفخار المزجج، والأسمنت الأسبستوس، والحديد الزهر والصلب المموج وألواح الصلب، والبلاستيك. من العوامل الهامة في اختيار المواد اللازمة لبناء شبكة الصرف الصحي ما يلي:

- الخصائص الكيميائية لمياه الصرف الصحي ودرجة مقاومة الانابيب للتآكل ضد المواد الحمضية، والقاعدية، والغازات، المذيبات.

- المقاومة لنظف والتدفق.(resistance to scour and flow)

- القوى الخارجية والضغوط الداخلية داخل انابيب الشبكة.

- ظروف التربة .

- نوع المادة التي توضع فوقها الشبكة والمواد التي يتم ردم الشبكة بها.

- العمر الزمني لهذه المواد.

- قوة وصلابة المفاصل المستخدمة ومقاومتها لتسرب المياه، والتحكم الدقيق في التسرب والترشح.

- توفر هذه المواد بالاطوال والاقطار المناسبة، وسهولة التركيب.

- تكلفة البناء والصيانة.

٢. بناء شبكة الصرف الصحي: بناء شبكة الصرف الصحي يشمل حفر الخنادق،صقل وتدعيم هذه الخنادق ، تركيب الأنابيب، وردمها. وسيتم فيما يلي توضيح كل منها بشكل مختصر[Qasim,1985].

- الحفر والردم:

يتم حفر خنادق داخل الارض لتحتوي على الشبكة وملحقاتها. ليس من المهم كثيرا ان ترتكز الانابيب على ارض مستوية تماما تحتها لكن الاهم من ذلك ان يكون هناك غطاء كافي فوق هذه الانابيب لحمايتها من القوى التي

فوقها وخاصة حركة السيارات ومنعها من التجمد. ويكون ارتفاع التعبئة عادة ١-١.٥ م فوق السطح العلوي للانابيب وهذا الارتفاع يعتمد كثيرا على حجم حركة السير فوق الشبكة بالاضافة الى نوع مادة الانابيب ونوع مادة الردم.

وينبغي على الخنادق ان تكون عريضة كفاية لتسمح للعمال بحرية العمل والحركة. ويتراوح العرض عادة بين ٠.٥ الى ١.٢ مترا اعتمادا على قطر الانبوب. في حالة وجود صخور عند عملية الحفر، فان هذه الصخور يجب ان تزال بحيث تكون المسافة النهائية بينها وبين الانبوب على الاقل ١٥٠ ملم ، ويتم وضع مادة كوسادة بين الصخر والانبوب غالبا الرمل .

مادة الردم يجب أن تكون خالية من الرماد او الحجارة الكبيرة. ويكون الردم من أسفل الخندق حتى منتصف الأنبوب بالرمل، الحصى أو اي مادة اخرى جيدة يمكن وضعها على شكل طبقات ورصها. ويجب على هذه المواد ان تصل الى حواف الخندق الجانبية. ويمكن استخدام مواد الحفر في التعبئة تبعا لنوع تربة الحفر، وهذا سيوفر المال.

- صقل وتدعيم الخندق :

الخنادق الموجودة في تربة غير مستقرة تحتاج الى صقل وتدعيم لمنع حدوث الرضوخ في التربة. الصقل يكون بوضع الواح باتصال مباشر مع جانب الخندق، اما التدعيم فيكون بوضع مواد من جانب الخندق الى الجانب الاخر. هناك انواع عديدة من الصقل والتدعيم ويعتمد كل نوع على عمق وعرض الخندق ونوعية التربة المدعومة.ومن الانواع الاكثر شيوعا: stay bracing , poling board, box sheeting, vertical sheeting, and skeleton sheeting.

في كثير من الاحيان يتم اللجوء الى المضخات لازالة المياه من داخل الخنادق.

- تركيب الشبكة :

بعد الانتهاء من تجهيز الخندق، يتم فحص القعر للتأكد من الانحدار ووجود ارتفاعات.

في حالة التربة الصلبة المتماسكة يتم تشكيل القعر ليناسب الانابيب. عادة يتم استخدام المواد الحبيبية مثل الرمل والحصى لاعطاء ارضية مستوية للانابيب. بعد ذلك يتم فحص الانابيب وانزالها داخل الخندق مع اعطاء اهتمام خاص للمفاصل. يتم وضع الانابيب على خط ومستوى واحد قريبة الى بعضها ثم يتم ربطها من المفاصل عن طريق الات خاصة كالونش. بعد ربط الانابيب مع بعضها البعض تتم عملية الردم وفق المعايير اللازمة.

٦.٩.٣ التحقيقات الميدانية والانتهاء من التصميم

يقوم المهندس المصمم وفريق العمل بإجراء العمل الميداني لوضع معايير في كل الشوارع التي سيكون لها خطوط الصرف الصحي. يتم فحص التربة للحصول على المعلومات والبيانات اللازمة لحفر الخنادق. وينبغي ان يكون عمق الفحص على الاقل مساوي لمستوى عمق الشبكة المستقبلية في التراب. بعد ذلك يتم رسم خطط مفصلة تشمل الامور التالية:

(١) معالم على فترات ٥٠٠ متر في الخريطة (مع مقياس للخريطة: كل ١ سم يساوي ٦ م).

(٢) الشوارع القائمة والمقترحة.

(٣) ارتفاعات الشوارع.

(٤) خطوط السكك الحديدية، الابنية ، قنوات التصريف، وما إلى ذلك.

(٥) القنوات القائمة وخطوط المرافق الأخرى .

(٦) خطوط الصرف الصحي القائمة والمقترحة والمناهل.

وينبغي أيضا ان تبين سطح الأرض والمرتفعات في شبكة الصرف الصحي.كما يجب إعداد رسم للمشروع على الفور في إطار خطة شبكة الصرف الصحي لتكون مرجعا جاهزا.

١٠.٣ أرقام مهمة في تصميم نظام جمع المياه العادمة

- السرعة القصوى = ٣ م / ث.
- سرعة الحد الأدنى = ٠.٦ م / ث.
- منحدر الحد الأقصى = ١٥٪.
- منحدر الحد الأدنى = ٠.٥٪.
- H / D = 50٪.
- الحد الأدنى قطرها ٢٠٠ ملم.
- الحد الأقصى لقطرها ٦٠٠ ملم.
- الحد الأدنى للتغطية ١.٥ متر.
- الحد الأقصى للتغطية ٥ أمتار.

١.٤ نظرة عامة

٢.٤ تخطيط النظام

٣.٤ السكان

٤.٤ المساحات

٥.٤ كمية المياه العادمة

٦.٤ برنامج SewerCAD

الفصل الرابع

التحليل والحسابات

١.٤ نظرة عامة

في هذا المشروع، تم تصميم نظام تجميع مياه الصرف الصحي لبلدة خاراس، بناءا علـــى الزيـــادة السكانية للبلدة خلال ٢٥ سنة قادمة، من أجل الحد من أسباب المشاكل الناتجة عن الصرف الصحي.

وتم تقديم تصميم أولي للنظام (Layout)، بالإضافة الى حسابات الكثافات السكانية في مناطق البلدة المختلفة وكذلك الجداول المستخدمة في حساب كمية التدفق .

٢.٤ تخطيط النظام

الخطوة الاولى لتصميم مخطط صرف صحي هي وضع مخطط اولي (layout) يتضمن مخطط للمنطقة المراد تصريفها موضحا عليه المباني والطرق والطبوغرافيا للمنطقة.

في وضع تخطيط لنظام تجميع مياه الصرف الصحي لخاراس، تم اتباع الخطوات الأساسية التالية:

١. زيارة الموقع.

٢. الحصول على خارطة طبوغرافية للمنطقة.

٣. تحديد منفذ الصرف. وفي العادة يكون بالقرب من أدنى نقطة في البلدة.

٤. رسم مخطط أولي لأنابيب الصرف الصحي لخدمة المساهمين.

٥. وتوضع الأنابيب حتى يتسنى لجميع المستخدمين أو المستخدمين في المستقبل الاستفادة بسهولة منها. وتقع أيضا في أمكنة سهل الوصول اليها من أجل الصيانة، وبالتالي يتم وضعها عادة في الشوارع وعلى جوانب الطرق.

٦. يتم تصميم شبكات الصرف الصحي بحيث يكون التصريف فيها بناءا على الجاذبية الارضية(من المناطق العالية الى المناطق المنخفضة) وللحد من أعمال الحفر ومتطلبات الضخ.

٧. إعادة النظر في المخطط الأولي بحيث يحقق أقل تكلفة ممكنة. بحيث تكون أطوال الأنابيب وأحجامها أقل ما يمكن، والتقليل من ميل الأنابيب بحيث تكون مع ميل الأرض الطبيعية وذلك لتقليل عمق الحفر، ويتم تقليل ملحقات الشبكة قدر الإمكان.

٨. يتم تجنب المضخات قدر الإمكان، لأن محطات الضخ مكلفة وتضيف مشاكل للصيانة.

ويتضح التخطيط لنظام تجميع مياه الصرف الصحي من بلدة خاراس في الشكل (١.٤)،بحيث يحتوي على ثلاثة خطوط رئيسية وثلاثة خطوط فرعية.

٣.٤ السكان

١.٣.٤مقدمة

النهج المثالي لتنبؤ بعدد السكان المستقبلي هو من خلال دراسة واستخدام سجلات التعداد السابقة، وكلما طالت فترة الإحصاءات السابقة، كانت البيانات أكثر شمولا وكانت النتائج التي سيتم الحصول عليها في تحليل هذه البيانات أكثر دقة، وينبغي النظر في العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية لمنطقة الدراسة التي سوف تؤثر على معدل النمو السكاني في المستقبل.

في بلدة خاراس، كغيرها من المدن والبلدات الفلسطينية، هناك شكوك كبيرة في المستقبل السياسي والاقتصادي. وبالإضافة إلى ذلك، لم تكن هناك بيانات سكانية دقيقة منذ احتلال الضفة الغربية في عام ١٩٦٧، حتى عام ١٩٩٧ عندما تم العمل في المكتب المركزي الفلسطيني للإحصائيات حيث تم عمل إحصاء شاملة تغطي الضفة الغربية وقطاع غزة. النتائج النهائية للتعداد تبين أن مجموع سكان بلدة لعام ٢٠١٠ هو ٧٢٣٦ نسمة.

٢.٣.٤ توقعات النمو السكاني

تبلغ مساحة بلدة خاراس ٥٠٠.٥٩٨ هكتار، حيث تم تقسيم البلدة الى ثلاث قطاعات سكانية هـي (أ،ب،ج) حيث أن القطاع أ يمثل أعلى كثافة سكانية و القطاع ب كثافة سكانية متوسطة والقطاع ج كثافة سكانية منخفضة. أنظر الشكل (٢.٤).

حيث تم حساب المساحات المختلفة للقطاعات وكانت كالاتي:

مساحة القطاع أ = ٨٧.٦٠٤ هكتار

مساحة القطاع ب = ١٧٢.٢٦٤ هكتار

مساحة القطاع ج = ٢٤٠.٧٣٠ هكتار

وتم حساب عدد المنازل لمساحة تبلغ ١٠ هكتار في كل قطاع فكانت كالاتي:

عدد المنازل في القطاع أ/١٠ هكتار=١٨٠ /١٠ هكتار

عدد المنازل في القطاع ب/١٠ هكتار=٤٠/١٠ هكتار

عدد المنازل في القطاع ج/١٠هكتار = ١٨/١٠ هكتار

٣.٣.٤ الكثافة السكانية في قطاعات البلدة حاليا

معدل الطوابق في القطاع أ (وسط البلدة) هو طابقين.

وعلى فرض أن سعة كل طابق هي ٦ اشخاص اذن فعدد الاشخاص في كل منزل هي ١٢ شخص .

بالاعتماد على التحليل السابق الكثافة السكانية الحالية للقطاع أ= ٢*٦*١٨٠=٢١٦٠ شخص/١٠هكتار

العدد الكلي للسكان في القطاع أ=(١٠/٢١٦٠)*٨٧.٦٠٤=١٨٩٢٢.٥١ =١٨٩٢٣ شخص

معدل الطوابق في القطاع ب هو طابق واحد.

وعلى فرض أن سعة كل طابق هي ٦ اشخاص اذن فعدد الاشخاص في كل منزل هي ٦ اشخاص .

الكثافة السكانية الحالية للقطاع ب = ١*٦*٤٠=٢٤٠ شخص/١٠هكتار

العدد الكلي للسكان في القطاع ب =(١٠/٢٤٠)*١٧٢.٢٦٤ =٤١٣٤.٣٥ = ٤١٣٥ شخص

معدل الطوابق في القطاع ج هو طابق واحد.

وعلى فرض أن سعة كل طابق هي ٦ اشخاص اذن فعدد الاشخاص في كل منزل هي ٦ اشخاص .

الكثافة السكانية الحالية للقطاع ج = ١*٦*١٨=١٠٨ شخص/١٠هكتار

العدد الكلي للسكان في القطاع ج = (١٠/١٠٨)*٢٤٠.٧٣ = ٢٥٩٩.٨٨ =٢٦٠٠ شخص

عدد السكان الحالي في بلدة خاراس وفقا لجهاز الاحصاء المركزي الفلسطيني هو ٧٢٣٦ شخص

عدد السكان الكلي بناءا على الحسابات السابقة =١٨٩٢٣+٤١٣٥+٢٦٠٠=٢٥٦٥٨ شخص

معامل التصحيح =٢٥٦٥٨/٧٢٣٦ =٠.٢٨٢

عدد السكان المعدل :

القطاع أ = ١٨٩٢٣*٠.٢٨٢=٥٣٣٦.٦١٣=٥٣٣٧ شخص

القطاع ب =٤١٣٥*٠.٢٨٢ =١١٦٦.١٤٥=١١٦٧ شخص

القطاع ج =٢٦٠٠*٠.٢٨٢=٧٣٣.٢٤٥=٧٣٤ شخص

المجموع=٥٣٣٦.٦١٣+١١٦٦.١٤٥+٧٣٣.٢٤٥=٧٢٣٦ شخص

٤.٣.٤ الكثافة السكانية في نهاية الفترة التصميمية

الكثافة السكانية في نهاية الفترة التصميمية (٢٥ سنة) تم حسابها كالاتي:

$$P_f = P_c(1+I)^n$$

P_f :عدد السكان المستقبلي

P_c:عدد السكان الحالي

I:معدل النمو السكاني ويساوي% ٣.٣٢ حسب جهاز الاحصاء المركزي الفلسطيني

n: الفترة التصميمية (بالسنوات).

في القطاع أ:

P_f = ٥٣٣٧ (١+٠.٠٣٣٢)^{٢٥}=١٢٠٧٥.٥=١٢٠٧٦ p

ولكن الكثافة السكانية العظمى =٢*٥٣٣٧=١٠٦٧٤ شخص

الكثافة السكانية=٨٧.٦٠٤/١٠٦٧٤=١٢١.٨٤ شخص/هكتار

اذن:

١٢٠٧٦- ١٠٦٧٤=١٤٠٢ شخص

يجب ان يتم توزيع الزائد من القطاع أ على كل من القطاع ب و ج حسب النسب التالية:

٠.٧٥للقطاع ب ، ٠.٢٥للقطاع ج .على فرض ان معدل الطوابق في كل منزل هو ٤ .

قطاع ب:

عدد السكان المستقبلي =٤*١١٦٧+(١٤٠٢*٠.٧٥)=٥٧١٩.٥=٥٧٢٠ شخص

الكثافة السكانية = ١٧٢.٢٦٤/٥٧٢٠=٣٣.٢٠=٣٣ شخص/هكتار

قطاع ج :

عدد السكان المستقبلي=٤*٧٣٤+(١٤٠٢*٠.٢٥)=٣٢٨٦.٥=٣٢٨٧ شخص

الكثافة السكانية=٢٤٠.٧٣/٣٢٨٦.٥=١٣.٦٥٤ =١٤ شخص/هكتار

الكثافة السكانية المتوقعة في سنة ٢٠٣٧ تم حسابها كالاتي:

عدد السكان الكلي بناءا على الكثافات:

(٨٧.٦٠٤*١٢٢)+(١٧٢.٢٦٤*٣٤)+(٢٤٠.٧٣*١٤)=١٩٦٧٩.٨٠٨=١٩٦٨٠ شخص

بناءا على المعادلة التالية:

P_f =٧٢٣٦(١+٠.٠٣٣٢)^{٢٥}= ١٦٣٧٢.٢٥٥=١٦٣٧٣p

< ١٩٦٨٠ p ..... OK.

٤.٤ المساحات

يجب تحديد المساحات التي يخدمها كل خط من الخطوط المقترحة للبلدة.بالاعتماد على الارتفاعات المأخوذة من خطوط الكنتور ، تم تحديد المساحة المغطاة بين كل منهل والمنهل الذي يليه، وذلك باستخدام الامر (Polyline) لرسم المساحات ،ولمعرفة قيمتها تم استخدام الامر (li).

والمخطط رقم (٣.٤) يوضح هذه المساحات.

٥.٤ كمية المياه العادمة

التصميم التفصيلي للمجاري الصحية ينطوي على اختيار أحجام الأنابيب المناسبة والميول لنقل كمية مياه الصرف الصحي المتوقعة من المناطق المحيطة بها والكميات التراكمية من المناطق التي تسبقها، وذلك وفق تصميم مناسب. والمثال التالي يوضح ذلك.

مثال: تصميم تدفق المياه العادمة في أنبوب صرف صحي

انبوب (A) .

١. معدل استهلاك المياه =١٠٠ l/c.d

٢. عدد السكان الحالي = ٧٢٣٦ نسمة.

٣. عدد السكان في المستقبل: استخدام صيغة $P = P \square (1 + I)\ n$ حيث P هو عدد السكان الحالي

٤. معدل النمو السكاني ٣.٣٢ ٪.

٥. فترة التصميم=٢٥ عاما.

٦. مياه الصرف الصحي = ٨٠٪ من استهلاك المياه.

٧. المياه التي ترشح= ١٠٪ من تدفق الصرف الصحي المنزلي.

٨. معامل الذروة (peak factor):

$$Pf = 1.5 + (2.5/\sqrt{q})$$

٩. استخدم معادلة مانتج وبمعامل (n=0.01) ، ولتسهيل الحسابات يتم استخدام الجداول .

١٠. الحد الادنى لحجم الانابيب : كود البناء يحدد اقل قطر للانابيب ب ٢٠٠ ملم .

١١. السرعة الدنيا: لمنع ترسب المواد الصلبة فى حالة التدفق المنخفض، يتم استخدم

الحد الأدنى للسرعة ٠.٦ متر / ثانية خلال ظروف التدفق القصوى .

١٢. الحد الأدنى للغطاء (اقل عمق للغطاء فوق الجزء العلوي من الانبوب). عمق الحد الأدنى من الغطاء ١.٥ متر.

الحل:

١. عمل Layout للخط (A)، والشكل المقترح للصرف الصحي شكل(٤.٤).

٢. توزيع المناهل على طول الخط و ترقيمها، حيث توضع المناهل عند تغير الإتجاه ، قطر الأنبوب، الميل . وكذلك عند عند تقاطع الخطوط. يتم توزيع المناهل على مسافة (٣٥ – ٥٠) م.

٣. يتم تحضير الحسابات باستخدام الجداول والتي وجدت بأنها أفضل طريقة لحساب كمية التدفق، والحسابات اللازمة لذلك موضحة في الجدول (١.٤) وحسابات برنامج SEWER CAD في الجدول (B.1.1) والجدول (B.1.2) وهي موضحة كالاتي:

- من المنهل رقم ١ الى المنهل رقم ٢
- طول الانبوب = 35 m
- الكثافة السكانية للمنطقة = 14plha
- Unit sewage = (100 *80%*14)(24*60*60) = 0.0129
- مساحة المنطقة المطلوبة = 23.82 ha
- المساحة التراكمية للمنطقة = 23.82 ha
- Q average = cumulative sewered area * unit sewage

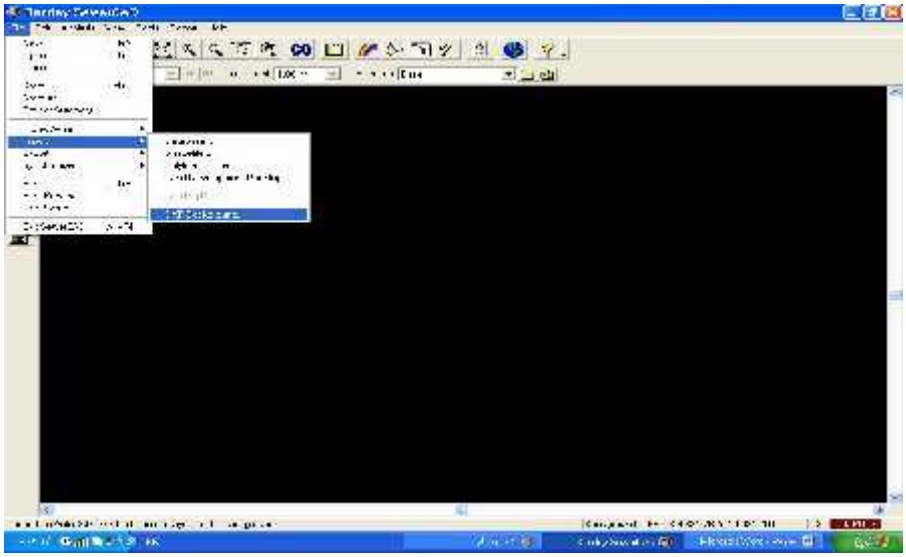
  =23.82*0.0129=0.308l/s
- Pf=1.5 + (2.5/√q) =1.5 + (2.5/√.308) = 4
- Q maximum = Q average * Pf =0.308l/s * 4 = 1.24l/s
- Infiltration = 10% of Q average = 10% * 0.308 = 0.03 l/s
- Total flow = Q maximum + Infiltration = 1.24l/s + 0.03 l/s = 1.27 l/s
- Ground elevation for manhole # 1=560 m , and for manhole # 2 = 556.23 m
- Structure diameter for manholes = 1.2 m
- Flow velocity =0.44 m/s

والحسابات لبقية الخطوط بالاضافة الى جداول التصميم موضحة في الملحق (A) والملحق (B).

٦.٤ برنامج SewerCAD

١.٦.٤ طريقة عمل برنامج sewerCAD

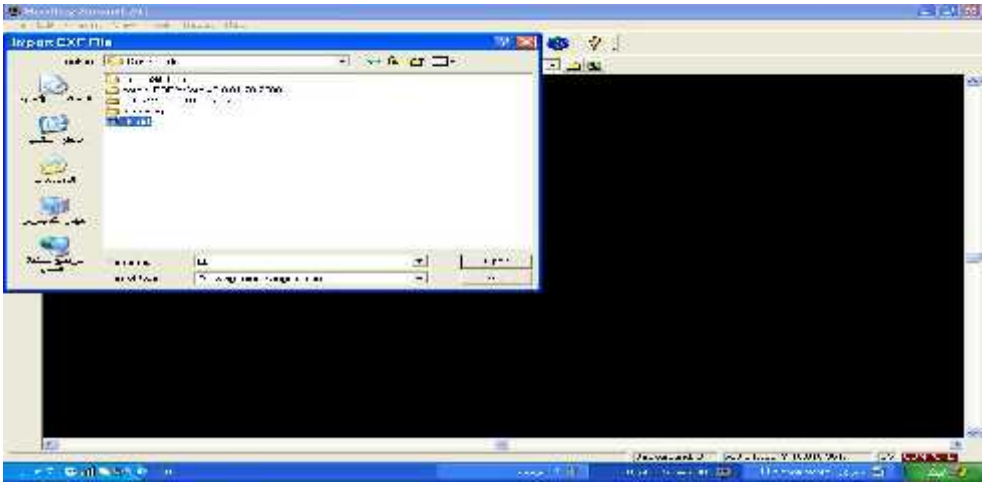
- افتح sewerCAD ثم اختار DXF Background {--- import {--- file وذلك لتنزيل ملف ال DXF ، كما هو موضح في الرسمة التالية.



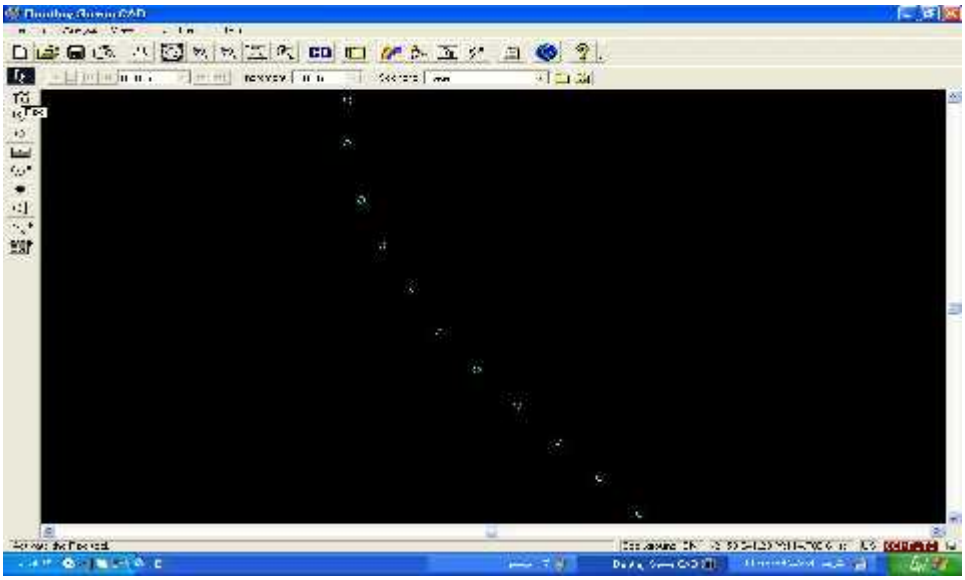
الصورة (٤-٥) استيراد ملف DXF

- حدد موقع الملف ثم اضغط على open كما هو مبين في الرسمة التالية.

- الرسمة ٦ تحتوي على مثال لفتح ملف ال DXF .

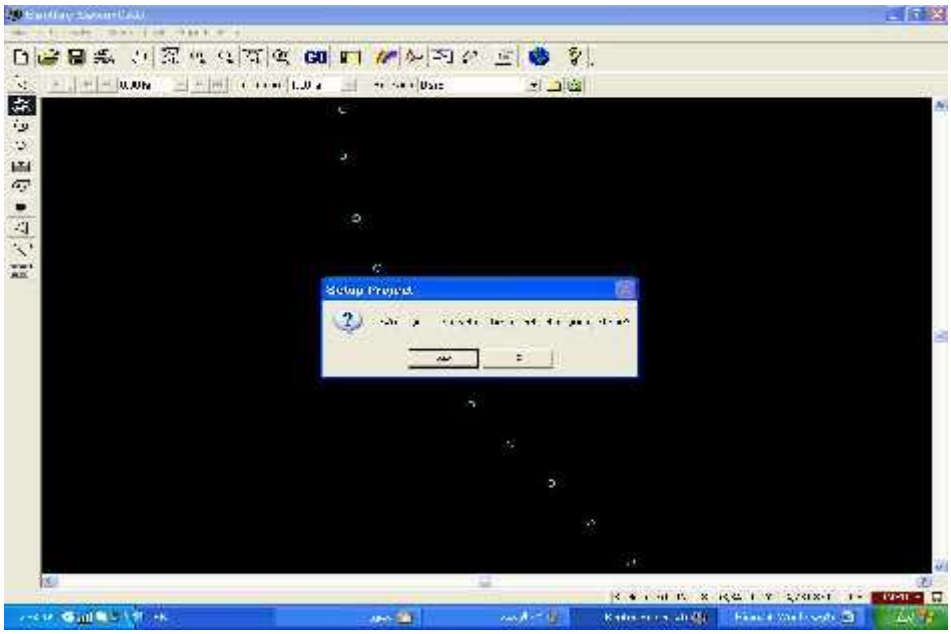


الصورة (٤-٦) : فتح ملف DXF



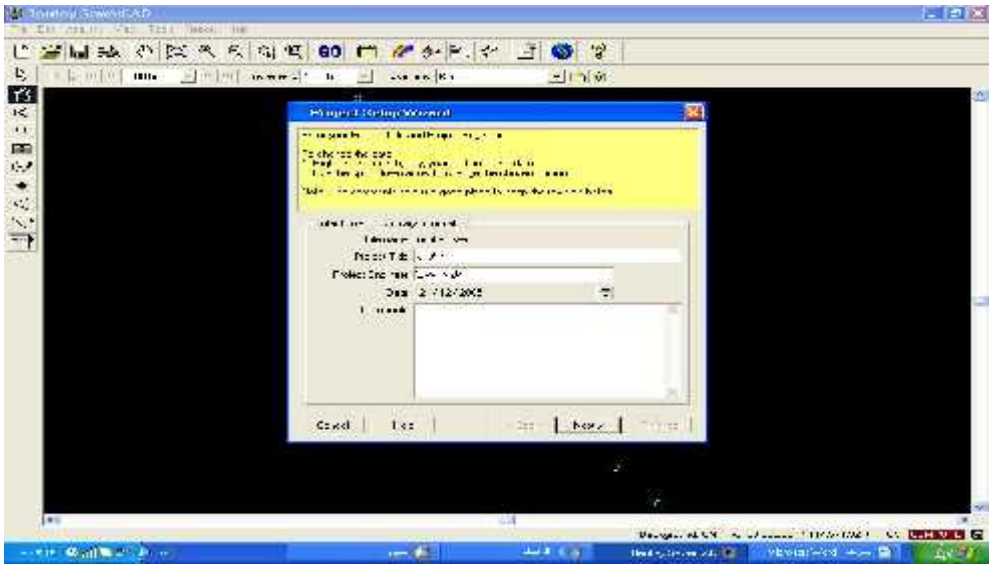
الصورة (٤-٧) : مثال خط

- اضغط على رمز pipe ، سوف تظهر لك رسالة تخبرك بأن تنشئ مشروع.



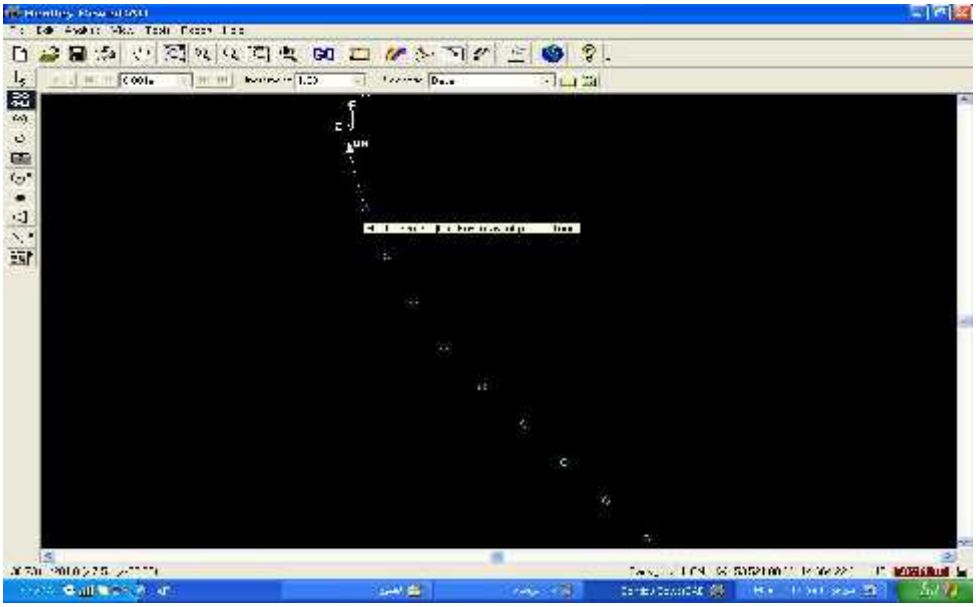
الصورة (٤-٨) : إنشاء مشروع

- اختار نعم ، وحدد المشروع بعد ذلك اختار التالي مرتين واخيرا اختار انهاء. الرسمة التالية تبين هذه الخطوة.



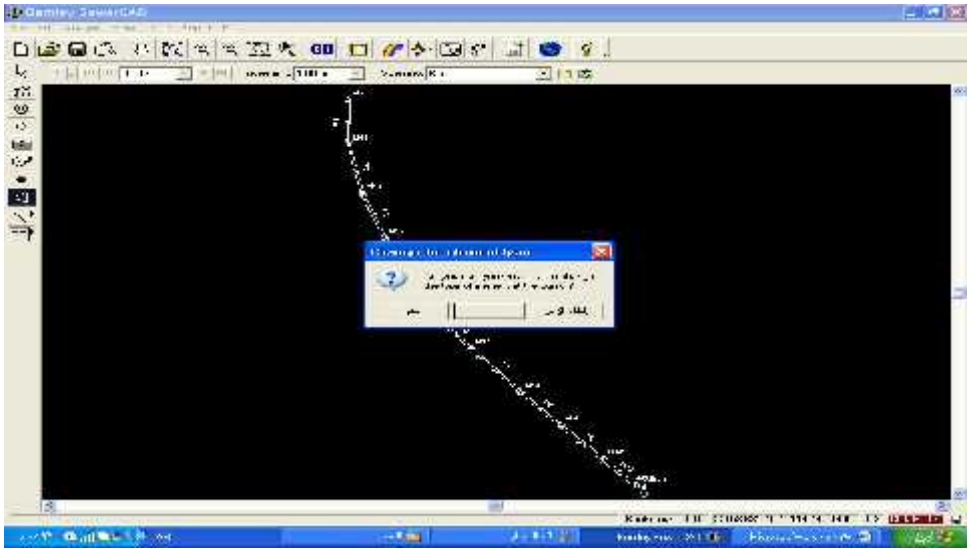
الصورة (٤-٩) : تعريف المشروع

- اضغط على الانبوب ووصل بين المنهلين كما هو موضح في الرسمة التالية.



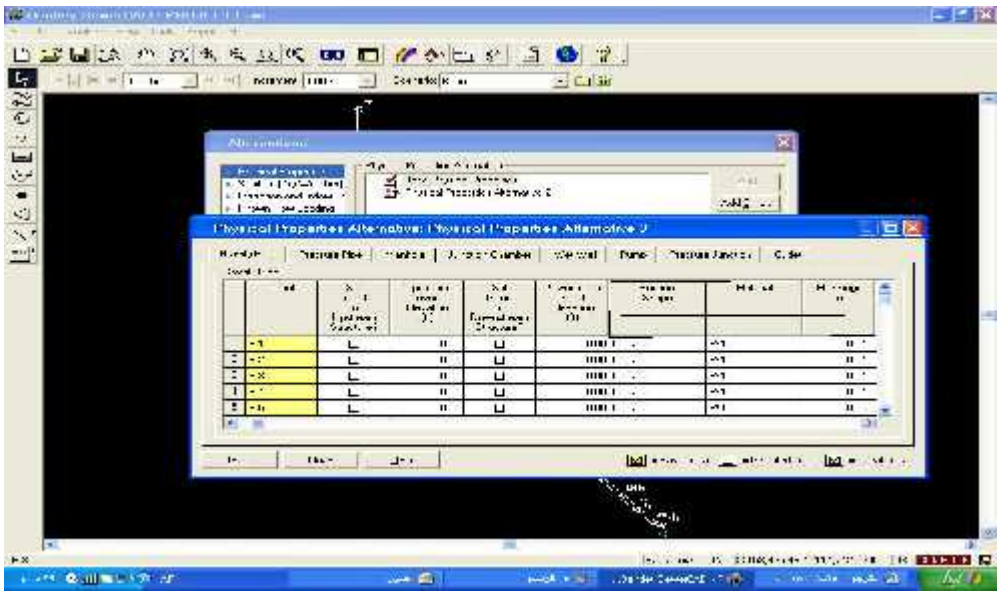
الصورة (٤-١٠) : إنشاء شبكة الأنابيب

- بعد أن توصل كل المناهل ببعضها اضغط على رمز outlet واضغط على المنهل الاخير ثم اضغط نعم لتبديل المنهل ب outlet الرسمة التالية تبين الخطوة.



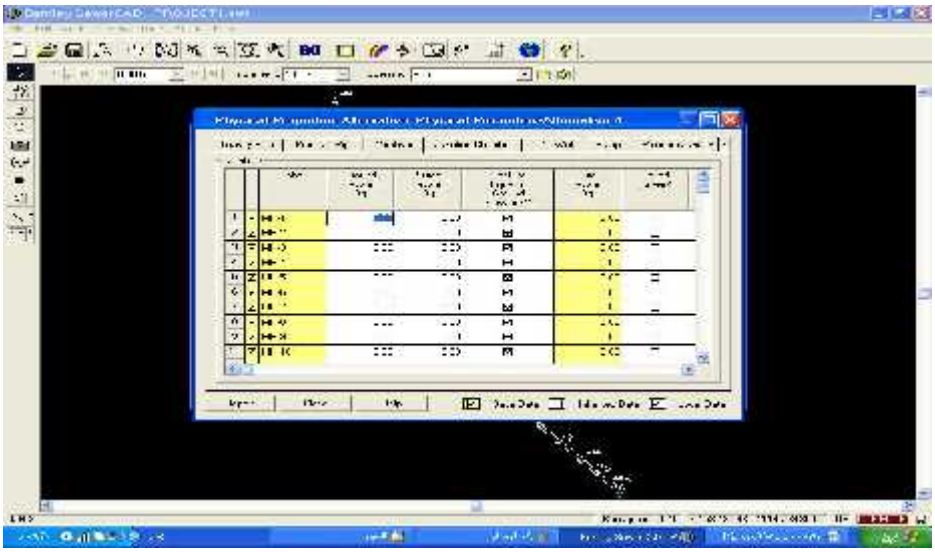
الصورة (٤-١١) : انشاء Outlet

- احفظ المشروع ، ثم اختر edit {--- physical properties {--- alternatives ---} analysis ، ثم ابدأ بانشاء انبوب جاذبية.



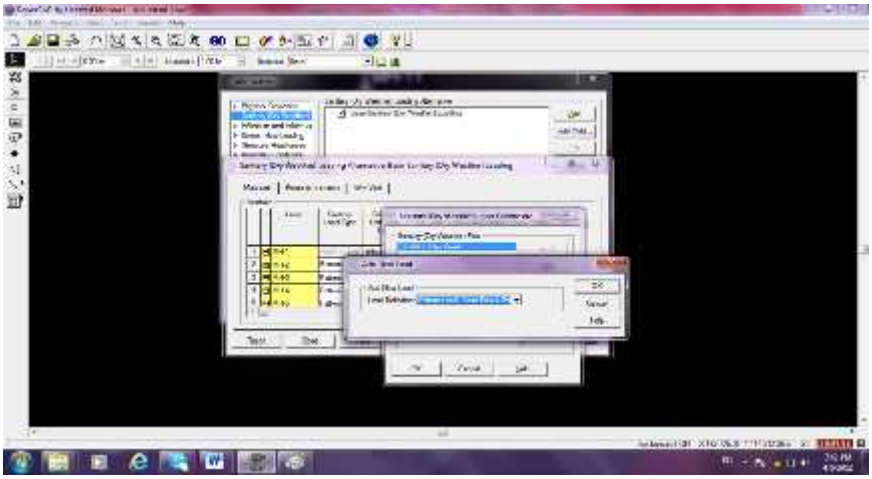
الصورة (٤-١٢) : تعديل عناصر التصميم – الجزء الاول

- اختر منهل لتدخل ارتفاعات المناهل ثم اختر ال outlet لتدخل ارتفاعها. ثم اضغط على اغلاق.



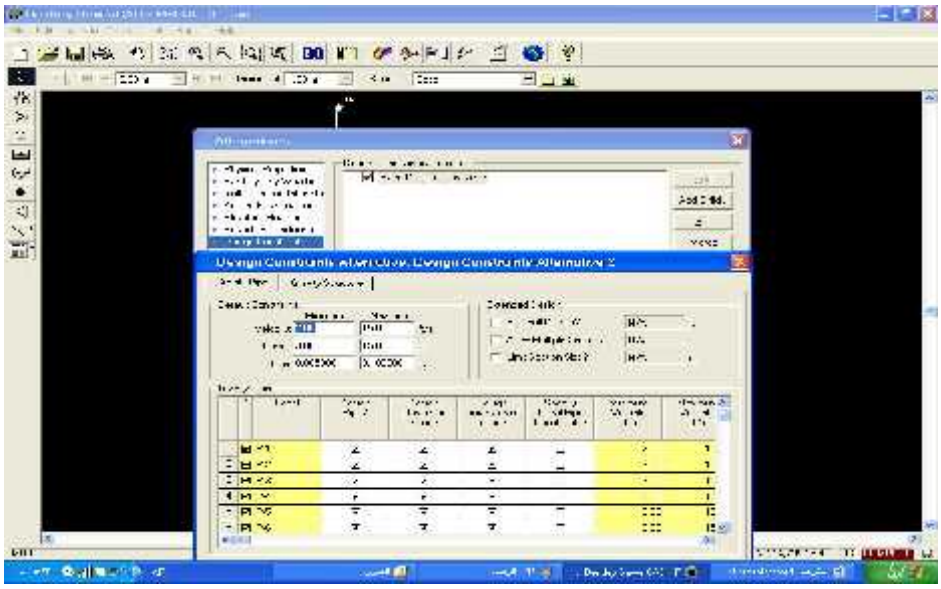
الصورة (٤-١٣) : تعديل عناصر التصميم – الجزء الثاني

- اختر manhole {--- edit {--- sanitary (dry weather) ، لتحدد نوع الضغط على المنهل وتدخل قيمة الضغط على كل منهل.



الصورة (٤-١٤) : تعديل عناصر التصميم – الجزء الثالث

- بعد عمل ذلك لجميع المناهل اضغط على اغلاق ، ثم اختر edit {- - - design constrains ، لتدخل معايير التصميم .



الصورة (٤-١٥) : تعديل عناصر التصميم – الجزء الخامس

.

- اخر خطوة اختر حفظ ، ثم زر GO لتبدأ التصميم ثم اضغط GO.

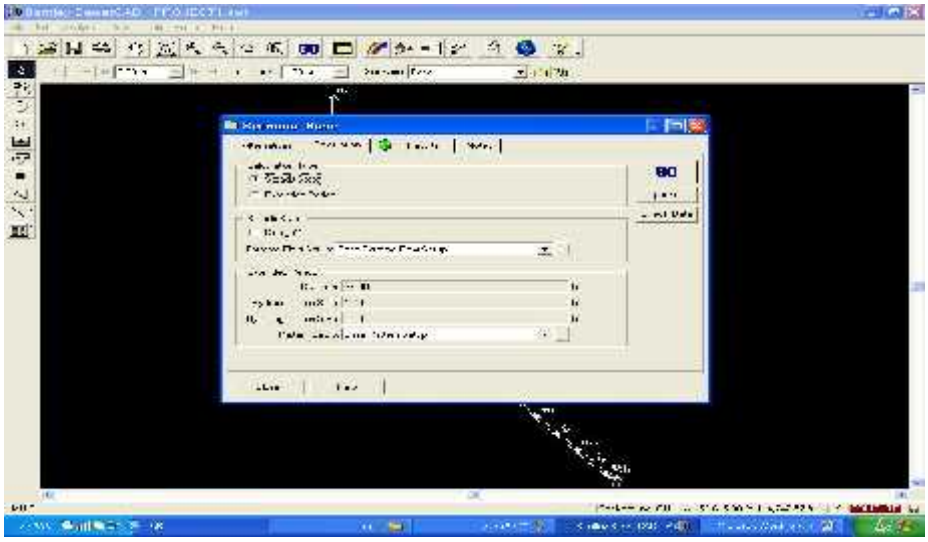


Figure (4.16): Checking The Design

- إذا ظهر خط اخضر فان هذا يعني انه لا يوجد مشاكل في التصميم اما اذا ظهر اللون الاصفر او الاحمر فهذا يعني ان هناك خطأ. اقرأ الرسائل وحل المشكلة .

- بعد الانتهاء من عمل التصميم ، نحتاج الى اظهار شكل خط الانبوب والشكل العام ، وايضا تقرير انبوب الجاذبية وتقرير gravity node . اضغط على زر الشكل لتحصل على الشكل كما في الرسمة التالية. يمكن ان نحصل على الجداول المطلوبة عن طريق الضغط على تقرير الجداول وثم نختار تقرير انبوب الجاذبية و تقرير gravity node.

١.٥ المياه العادمة

٢.٥ معالجة المياه العادمة

الفصل الخامس

محطات المعالجة

١.٥ المياه العادمة

- المياه العادمة هي كافة أنواع المياه المبتذلة الصادرة عن الفعاليات البشرية المختلفة (منزلية – تجارية – صناعية) .
ويطلق عليها أحيانا مياه المجاري أو مياه الصرف الصحي لأنها في الغالب تنقل في شبكة المجاري العامة في المدينة.
- تشكل المياه العادمة حوالي ٨٠% من المياه العذبة المستهلكة في المدن .وتتألف من الماء بنسبة حوالي٩٩% ومن الشوائب والملوثات الضارة المختلفة بنسبة حوالي ١% .
- تتغيركمية المياه العادمة المطروحة في شبكة المجاري العامة بتغير معدلات الاستهلاك المائي وبالتالي تختلف كمياتها باختلاف ساعات اليوم أو أيام الأسبوع أو اشهر أو فصول السنة.

١.١. ٥ مكونات وخصائص المياه العادمة

تتصف المياه العادمة عموما بأنها مصدر هام من مصادر التلوث الذي يعتبر خطرا على الصحة العامة نظرا لاحتوائها على العديد من الملوثات التي يمكن أن تكون:

- **ملوثات فيزيائية** : يمكن إزالتها بعمليات فيزيائية مباشرة كالترسيب أو الترشيح أو التصفية أو الامتزاز أوالفصل الغشائي أو التبخير ... الخ .ومن أهم هذه الملوثات الرمال والجريش والشوائب الخاملة.

- **ملوثات** كيميائية : تتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الفيزياكيمائية أو الكيميائية كالتبادل الايوني أوالتحييد أو الترسيب الكيميائي ... الخ .وقد تكون هذه الملوثات عضوية ومنها الهيدركربونات والدسم والزيوت والشحوم والمبيدات الحشرية والعشبية والبروتينات والفينولات ... الخ، أو لاعضوية ومنها القلويات والأحماض والكلوريدات والمعادن الثقيلة والنتروجين والفوسفور والكبريت، أو غازية ومنهاكبريتيد الهيدروجين والأمونيا والميثان.

- **ملوثات حيوية** : وتتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية أو الفيزياكيميائية كالمعالجة الحيوية أوالتعقيم . ومن أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية ومنها البكتيرياوالفيروسات وكذلك الديدان وبعض أنواع النباتات.

يعبر عن الملوثات المختلفة في المياه العادمة بالوحدات المبينة في الجدول(١.٥) ويطلق على كافة الشوائب المحمولة بالمياه العادمة، سواء كانت رملية أو موادا عضوية أو لاعضوية أو جرثومية اصطلاحا المواد الصلبة الكلية Total Solids-TS . وتحصل على قيمة هذه الشوائب الإجمالية بتبخير عينة من المياه العادمة تحت درجة حرارة 105 درجات مئوية ولمدة كافية للحصول على وزن ثابت للعينة فيكون الباقي بعد التبخير هو المواد الصلبة الكلية ويعبر عنها بوحدات mg/l.

جدول (١.٥)

وحدات قياس الملوثات المختلفة في المياه العادمة

الخاصية	التعبير	الوحدة
* الفيزيائية:		
- الكثافة	كتلة المحلول / وحدة الحجم	kg/m^3
- النسبة المئوية الحجمية	حجم المذاب / الحجم الكلي للمحلول	% volume
- النسبة المئوية الكتلية	كتلة المذاب / الكتلة الكلية للمحلول	% mass
- النسبة الحجمية	ملتر / لتر	ml/l
- الكتلة بوحدة الحجم	ميكروغرام / لتر من المحلول	µg/l
	ملغرام / لتر من المحلول	mg/l
	غرام / متر مكعب من المحلول	g/m^3
- النسبة الكتلية	ملغرام / مليون ملغرام (جزء بالمليون)	ppm
* الكيميائية:		
- المولية	مول من المذاب / 1000 غرام من المذيب	mol/kg
- المولارية	مول من المذاب / لتر من المحلول	mol/l
- العيارية	مكافىء من المذاب / لتر من المحلول	Equiv/l
	ملي مكافىء من المذاب / لتر من المحلول	m equv / l
* الحيوية	$100 \times \left\| \frac{\text{عدد الأنابيب الايجابية}}{\text{(ملتر في الأنابيب السلبية} \times \text{ملتر في كل الأنابيب)}^{\%}} \right\|$	MPN/100ml

٢.١.٥ قياس التلوث العضوي

يقاس التلوث العضوي بمعيار يدعى الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين Biochemical Oxygen Demand – BOD5,.وهو يساوي كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك (أكسدة) المواد العضوية الموجودة في المياه العادمة وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة تحت درجة حرارة 20 درجة مئوية وخلال خمسة أيام وذلك بواسطة أنواع من الكائنات العضوية المجهرية الهوائية وأهمها البكتيريا Aerobic Microorganisms .هذه الكمية تساوي حوالي ٠,٦٦ من كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك كافة المواد العضوية القابلة للهضم الحيوي الكامل والتي تتطلب فترة طويلة من الزمن، وكلما كان قياس BOD مرتفعاً كلما كان التلوث العضوي في المياه العادمة عالياً .أما نواتج التفكيك الحيوي (أي التفكيك بواسطة الكائنات العضوية وغيرها)، فهي بشكل عام تتألف من غازات (N_2 ، CO_2 ، وغيرها) وماء بالإضافة إلى كتلة الكائنات المجهرية التي تنامت نتيجة هذا التفكيك واستهلاك جزء من المواد العضوية لبنائها الذاتي.

يقاس معيار الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين بوحدات mg/l أي ملغرام في اللتر من المياه العادمة غرام للشخص الواحد كما يحدد أحيانا بوحدات غرام للشخص الواحد (gram/capita) أي g/c.هناك معيار آخر للتلوث العضوي يدعى الطلب الأكسجيني الكيميائي Chemical Oxygen Demand – COD وهو يساوي كمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية (وليست الحيوية) للمواد العضوية الموجودة في المياه العادمة وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة وذلك بواسطة مادة مؤكسدة . وهذا المعيار ذو قيمة أكبر عادة من قيمة BOD نظرا لأن جزءا من المواد العضوية القابلة للتأكسد الموجودة في المياه العادمة لا يمكن تفكيكه (أكسدته) بالفعل الحيوي (أي بتأثير الكائنات العضوية المجهرية) وإنما يلزم إضافة مركب مؤكسد إليه لإنجاز عملية الأكسدة وهذا يحدث عادة حين التعامل مع المياه العادمة الصناعية .

٥. ٣.١ قياس التلوث اللاعضوي

يقاس التلوث اللاعضوي بمعايير متعددة منها:

أ - **الرقم الهيدروجيني أو رقم pH** : وهو لوغارتم مقلوب تركيز أيون (شاردة) الهيدروجين في المياه العادمة، ويدل على طبيعة المياه من حيث كونها حمضية (pH <٧) قلوية (pH >٧) أو متعادلة (pH =7) . في الحالات الحدية ل pH تكون المياه ذات تأثيرات سلبية مختلفة على الصحة العامة أو على المنشآت الملامسة .

ب - **الكلوريدات** :وتعبر عن زيادة تراكيز أملاح الكلور الذائبة في المياه مقارنة بمياه الشرب العادية، وتقاس بوحدات
mg/l.

ج – **القلوية** : وتعبرعن تراكيزهيدروكسيدات أوكربونات أو ثاني كربونات عناصر الكالسيوم أو المغنيسيوم أوالصوديوم أوالبوتاسيوم في المياه، وتقاس بوحدات mg/l من كربونات الكالسيوم CaCO 3.

د - **المغذيات الرئيسة** : وتعبر عن تراكيز النتروجين والفوسفور والبوتاس بتراكيبها المختلفة في المياه، وتقاس بوحدات mg/l

ه - **المواد اللاعضوية السامة** :وتعبر عن تراكيز الكاتيونات أو الانيونات أو المعادن الثقيلة في المياه، أي عن شدة التلوث الصناعي فيها، وهي تقاس بوحدات µg/lأوmg/l

٥ .١. ٤ قياس التلوث الغازي

يقاس التلوث الغازي في المياه العادمة بوحدات أجزاء في المليون ppm أو mg/l ومن أهم الملوثات الغازية في المياه العادمة كبريتيد الهيدروجين H2S و الامونيا NH 3 والميثان CH 4 وأنواع مختلفة من المركبتانات CH3SH, CH3 (CH2)SH والجدير بالذكر أن وحدة mg/l لاتساوي بالضرورة وحدة ppm حيث أن ذلك يعتمد على كثافة المحلول.

قياس التلوث الحيوي : يعبر عن التلوث الحيوي للمياه بالكائنات العضوية المسببة للأمراض (الجراثيم) ويقاس بعدة وحدات، إلا أن أكثرها استخداما معيارا العدد الإجمالي للعصيات Total Coliforms – TC والعصيات البرازية Fecal Coliforms – FC المعبر عنهما بوحدة" الرقم الأآثر احتمالا في 100 مللتر من عينة المياه "Most Probable Number Per 100 ml – MPN/100 ml

جدول (٢.٥)

تراكيز الملوثات الهامة في المياه العادمة البلدية

العنصر الملوث	الوحدة	التركيز		
		ضعيف	متوسط	شديد
* المواد الصلبة الكلية (TS)	mg/l	350	750	1200
- الذائبة (TDS)	mg/l	250	500	850
ثابتة (Fixed)	mg/l	145	300	525
طيارة (Volatile)	mg/l	105	200	325
- المعلقة (TSS)	mg/l	100	220	350
ثابتة (Fixed)	mg/l	20	55	75
طيارة (Volatile)	mg/l	80	165	275
* المواد الصلبة القابلة للترسيب (Settling)	mg/l	5	10	20
* الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (BOD_5)	mg/l	110	220	400
* الكربون العضوي الكلي (TOC)	mg/l	80	160	290
* الطلب الأكسجيني الكيميائي (COD)	mg/l	250	500	1000
* النتروجين الكلي (T-N)	mg/l	20	40	85
العضوي (Org-N)	mg/l	8	15	35
امونيا حرة (NH_3-N)	mg/l	12	25	50
نتريت (NO_2)	mg/l	0	0	0
نترات (NO_3)	mg/l	0	0	0
* الفوسفور الكلي (p _ الكلي)	mg/l	4	8	15
العضوي	mg/l	1	3	5
اللاعضوي	mg/l	3	5	10
* الكلورايدات (CL) زيادة عن موجود الماء العذب	mg/l	30	50	100
* السلفات (SO_4) زيادة عن موجود الماء العذب	mg/l	20	30	50
* القلوية ($CaCo_3$)	mg/l	50	100	200
* الزيوت والشحوم (O&G)	mg/l	50	100	150
* المركبات العضوية الطيارة (VOC)	Ug/l	<100	100-400	>400
* اجمالي العصيات (TC)	MPN/100ml	10^6 -10^7	10^7 -10^8	10^8 -10^9

٢.٥ معالجة المياه العادمة

تهدف معالجة المياه العادمة بشكل رئيس إلى إزالة التلوث من هذه المياه وذلك عن طريق:

- فصل الملوثات غير العضوية (رمال – جريش – مواد خاملة مختلفة) عن المياه وذلك بوحدات المعالجة الفيزيائية.

- تحويل الملوثات العضوية إلى مركبات لاعضوية أو خاملة (CO2 , N2...) ثم فصلها عن المياه وذلك بوحدات المعالجة الحيوية و /أو الكيميائية و /أو الفيزياكيميائية.

- إبادة الجراثيم والديدان والملوثات الحيوية الأخرى الموجودة في المياه وذلك بوحدات المعالجة الكيميائية و /أو الفيزياكيميائية.

تتم هذه العمليات في منشآت خاصة يشكل مجموعها محطة معالجة المياه العادمة.

١.٢.٥ عوامل اختيار موقع محطة المعالجة

يتم اختيار موقع المحطة بعيدا عن المدينة حيث يشير تحديد الموقع العام لمنشأةالمعالجة إلى ترتيب خاص للتجهيزات الفيزيائية اللازم للتوصل إلى أهداف المعالجة المعطية ، وان تحديد الموقع العام لمنشأة يتضمن تحديد مواقع الأبنية الإدارية وأبنية التحكم وأية منشأة ضرورية أخرى .

من العوامل التي يجب اعتبارها عند تحديد الموقع العام لمنشأة معالجة هي :

١ – موقع المجرور الداخل إلى المنشأة .

٢ – أن يكون موقع وحدات المعالجة مناسبا لأعمال شبكة تجميع مياه الصرف طبقا لطبوغرافية الأ رض حيث يفضل أن تنساب مياه الصرف إلى الموقع بالانحدار الطبيعي بالإسالة وبالتالي يمكن الاستغناء عن محطة ضخ .

٣ – يفضل أن يكون موقع محطات معالجة مياه الصرف الصحي مرتفعا نسبيا عن باقي الاراضي والاضطرا بات لحمايته من الأمطار والسيول والفيضانات .

٤ – الوضع الهيدروليكي للمنشأة ، يفضل وجود مسار جريان مستقيم بين الوحدات منأجل التقليل من ضياع الحمولة ولتأمين تناسق (متساوي) لفصل التدفق .

٥ – أن تبعد محطات المعالجة بمسافة كافية عن المدينة ونطاق خدمة الشبكة ويشترط أن تكون هناك منطقة عازلة بين الموقع والمناطق السكنية ويفضل أن تكون هذه المناطق العازلة مساحات خضراء .

٦ - إمكانية وصول الافراد المسؤولين عن التشغيل إلى كل نقطة من نقاط وحدة المعالجة.

٧ – ألا يتم اختيار موقع المحطة بحيث تنتقل روائح كريهة أو مميزة إلى المدينة أوالتجمع السكاني المجاور بناء على دراسة اتجاهات الرياح والمناخ .

٨ – أن يكون موقع محطات المعالجة قريب من مصادر الطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل.

٩ – ألا يتعارض مكان محطة المعالجة مع المخطط العمرا ني للمدينة وتوسعاتها المستقبلية ولا يتعارض كذلك مع قوانين حماية الأراضي الزراعية .

١٠ – ألا يتعارض موقع محطات المعالجة مع تخطيط مناطق التوسعات المستقبلية التي تحتاجها المدينة وأن يسمح بامتداد شبكة لتجميع مياه الصرف مستقبلا .

١١ – أن يكون اختيار الموقع بحيث تكفي مساحته للأعمال الحالية والتوسع المستقبلي خمسين سنة على الأقل ، وأن يراعى حسن استغلال الموقع في تصميم المخطط

١٢ – أن يكون موقع وحدات المعالجة أقرب ما يكون من الأراضي الزراعية أو التي يمكن استزراعها او التي يمكن استخدام الفائض في أعمال الري لها والاستفادة من الحمأة السائلة والمجففة الناتجة باستخدامها كسماد .

١٤ – يفضل أن يكون موقع وحدات المعالجة بالقرب من مجاري الوديان أو مجاري السيول الطبيعية .

١٥ – الاهتمام بالناحية الجمالية للمحطة من أجل العمال والموظفين في المحطة .

١٦ – التحكم بالمحطة والاهتمام بحماية البيئة .

١٧ – اقتصادية التشغيل .

١٨ – وجود منافذ للنقل .

١٩ – موقع نقطة التفريغ النهائية قريبة من المحطة ولا تسبب مشكلة للمناطق المجاورة.

٢.٢.٥ مراحل معالجة المياه العادمة

تخضع المياه العادمة في محطات المعالجة بشكل عام إلى عدد من العمليات ضمن مراحل متتابعة . ويمكن تلخيص هذه المراحل بالشكل التالي :

أ - **المعالجة التمهيدية(الابتدائية)** : Preliminary Treatment : تهدف هذه المرحلة بشكل عام إلى إزالة المواد الصلبة اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الرمال والجريش من المياه بغية حماية المنشآت الميكانيكية والمضخات والتجهيزات الأخرى في المراحل اللاحقة من المعالجة من الانسداد أو التلف .كما تهدف أحيانا لتحقيق تجانس المياه الواردة إلى المحطة عند حدوث تغيرات مفاجئة في كميات ومواصفات الجريان الوارد .

من أهم وحدات هذه المرحلة:

غرفة التهدئة ــ قناة المدخل ــ المصافي – أجهزة التفتيت أو السحق أو الطحن – غرف أو أقنية الرمال والجريش.

ب -**المعالجة الأولية** Primary Treatment : تهدف بشكل عام إلى إنجاز تخفيض جزئي للملوثات العضوية BOD الطلب الكيميائي العضوي على الاكسجين واللاعضوية المعلقة القابلة للترسيب أو التعويم (التطويف) من أهم وحدات هذه المرحلة:

أحراض التعويم – أحواض الترويق(الترسيب)الأولي.

ج -**المعالجة الحيوية أو الثانوية** Biological or Secondary Treatment : تعتبر أهم مراحل المعالجة، وتهدف بشكل عام إلى إزالة الملوثات العضوية القابلة للتفكك الحيوي بواسطة الكائنات العضوية المجهرية وأهمها البكتيريا وذلك بتحويلها (أكسدتها) إلى مركبات مستقرة أو عناصر خاملة بالاستعانة بالأكسجين الجزيئي الحر (الهواء) أو المركب مع عناصر أخرى، ثم ترسيبها وفصلها عن المياه .من أهم وحدات هذه المرحلة:

أحواض التهوية أو المفاعلات – احواض الترسيب(الترويق) الثانوي أو النهائي.

د -**المعالجة الثالثية** Tertiary Treatment : تهدف بشكل عام إلى تحسين نوعية المياه التي تمت معالجتها في المراحل السابقة وذلك بالتخلص من المواد والشوائب المعلقة الناعمة والقضاء على الملوثات الحيوية كالديدان والجراثيم، بحيث تصبح هذه المياه بعدئذ خالية من الضرر وصالحة لكثير من الاستخدامات وفي طليعتها ري بعض أنواع المزروعات . من أهم وحدات هذه المرحلة:

الترشيح – التعقيم – بعض وحدات المعالجة المتقدمة ،التي تستخدم حسب المواصفات المطلوبة من المياه المعالجة، وأهمها وحدات إزالة النترجين والفوسفور (المغذيات الرئيسة).

ه -معالجة **الحمأة** Sludge Treatment : تهدف بشكل عام إلى الإقلال من حجم الحمأة الناتجة عن المعالجة وزيادة تركيزها وإزالة الملوثات الحيوية و الجرثومية منها ما يجعلها صالحة لبعض الاستخدامات. مثل تحسين التربة أو سهلة الطرح النهائي في مواقع الطمر الصحي .

من أهم وحدات هذه المرحلة:
التكثيف الثقالي – التكثيف بالتعويم بالهواء المذاب – الهضم الهوائي – الهضم اللاهوائي – النبذ – الترشيح الانفراغي – المكبس المرشح – الترشيح الحزامي – أحواض التجفيف – التثبيت بالكلس – المعالجة الحرارية– الاسماد أو الادبال – الترميد.
ولا بد من الإشارة إلى أنه ليس من الضروري أن تخضع المياه العادمة في كافة الأحوال إلى سائر هذه المراحل والوحدات المشمولة بها مجتمعة، وإنما تتحدد درجة ومستوى المعالجة ونوع الوحدات المطلوبة حسب نوعية المياه المرغوب بتحقيقها بعد المعالجة والمحكومة بالاستخدام النهائي.
وعندما تكون المياه العادمة ذات مصدر صناعي(من الصناعات المختلفة) وخاصة تلك الصناعات التي تطرح بعض الأنواع من الفضلات التي تصعب معالجتها بالطرق الحيوية التقليدية، تطبق عندئذ على هذه المياه عمليات خاصة كيميائية أو فيزيائيكيميائية لمعالجة تلك الفضلات.

كما تشمل محطة المعالجة التقليدية في العديد من الحالات على وحدات خاصة لضبط الروائح Odor Control هدفها معالجة وإزالة الروائح الكريهة المترافقة عادة بالمياه العادمة وخاصة في المناطق الحارة أو التي تنطلق عندما تحدث بعض الأعطال في بعض وحدات المعالجة أو التي تنتشر في المحطة عندما تصل اليها كميات من المياه العادمة تزيد عن الحمولات المصممة من اجلها .من أهم وحدات ضبط الروائح وحدات الازالة الرطبة، ووحدات الإزالة بالكربون المنشط.

٣.٢.٥ طرق أخرى لمعالجة المياه العادمة

١.٣.٢.٥ المعالجة الأرضية Land Treatment :

تهدف بشكل عام إلى معالجة المياه العادمة بعمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية ضمن مجموعة التربة – الماء – النبات، وذلك بالنشر المقنن للمياه العادمة على سطح الأرضحيث تتم إزالة الملوثات الموجودة في هذه المياه بشكل طبيعي وبالاستفادة من البكتيريا التي توجد في المياهالعادمة وفي التربة معا.
من أهم العناصر التي تؤثر في نجاح المعالجة بهذه الطريقة نوع التربة وقابليتها للنفاذ ومعدل الارتشاح ضمنها والمياه الموجودة فيها وسعة التبادل الايوني ضمنها. توجد ثلاث طرق رئيسة للمعالجة الأرضية هي:
المعالجة باستخدام الأراضي ذات المعدل البطيء – الارتشاح السريع – الجريان السطحي.

٤.٢.٥ وحدات المعالجة التمهيدية(الابتدائية)

١.٤.٢.٥ قناة الاقتراب

وتسمى احيانا قناة التوصيل وهي تقوم بنقل المياه من غرفة التهدئة الى اول وحدات التنقية (المصافي) ويتحدد طولها من الموقع العام للمحطة حيث يتراوح بين ٢ – ٣٠ م وتكون السرعة فيها ٠.٧٥ – ١.٢٠ م /ث ومقطعها مستطيل او مربع (العرض ≤ العمق) ويحسب ميلها من معادلة مانجج حيث يؤخذ ثابت مانننج حسب نوع المادة حسب نوع وحالة المادة التي تصنع منها القناة (في حدود (٠.١٠ – ٠.٠١٥) وترتفع حوائطها بمسافة ٠.٤٠ – ١.٠٠ م عن اقصى منسوب متوقع للمياه داخلها وغالبا ما يتساوى هذا المنسوب مع منسوب حوائط غرفة التهدئة .

٢.٤.٢.٥ المصافي screens

وهي تتكون من عدة قضبان حديدية مستقيمة او مقوسة (جزء من دائرة)، وتكون هذه القضبان متوازية يفصل بينها فراغات متساوية ، حيث تقوم بحجز المواد التي حجمها اكبر من الفتحات بين القضبان ويوجد منها نوعان الاول هو المصافي الدقيقة ، وهي التي تكون المسافة الصافية بين قضبانها (٢.٥ – ٥.٠٠) سم ، والنوع الثاني هو المصافي الواسعة وهي التي تكون المسافة الصافية بين قضبانها ٥.٠٠ – ٧.٠٠ سم ، وتفضل المصافي الدقيقة في حالة وجود نسبة عالية من المواد العالقة حيث ستنخفض الحمل عن احواض الترسيب وتستخدم كذلك في حالة الاستغناء كليا عن احواض الترسيب .

يتم تنظيف المصافي اما يدويا او ميكانيكيا ، على ان يكون مع المصافي الميكانيكة اخرى يدوية تستخدم في حالة الطوارئ ، يتم التنظيف اليدوي باستخدام شوك تكون المسافة بين اسنانها تتناسب مع فتحات المصافي بينما يتكون المنظف الميكانيكي من مجموعة من الامشاط تتحرك خلال الفتحات بصورة دورية لتجميع وفصل المواد المحجوزة على مدخل المصافي ، ويتم التنظيف دوريا وبانتظام حتى لا يحدث انسداد يؤدي الى ارتداد المياه داخل شبكة المجاري فترسب ما بها من مواد ثقيلة في الشبكة او يؤدي الى تحلل المواد العضوية مما يتسبب في تعفن مياه المجاري كما يؤدي تنظيفها بعد انسدادها الى تدفق كمية كبيرة من مياه المجاري المحجوزة امام المصافي الى

داخل محطة المعالجة فجأة مما يسبب حمل زائد عن طاقة وحدات المعالجة مما يؤدي الى ضعف كفاءة هذه الوحدات . تنشأ قضبان المصافي التي يتم تشغيلها يدويا بدرجة ميل تتراوح بين ٤٥ – ٦٠ درجة على الافقي . وذلك لتسهيل عملية التنظيف بينما تكون قضبان المصافي ذات التنظيف الميكانيكي عموديا تقريبا أو بزاوية ميل على الافقي ٨٠ درجة . وتنشأ المصافي من معدن لا يصدأ مثل الحديد المجلفن وتزود ببوابات أمامها وخلفها للتحكم في سريان المياه

الجدول(٣.٥)

بعض المواصفات للمصافي القضبانية ذات التنظيف اليدوي والميكانيكي

أبعاد القضبان	تنظيف يدوي	تنظيف ميكانيكي
السماكة والعرض (mm)	0.015-0.005	0.015-0.005
العمق باتجاه الجريان (mm)	0.04-0.025	0.04-0.025
الفتحات الحرة بين القضبان (mm)	0.05-0.025	0.075-0.01
الميل الرأسي (Degress)	45-30	30-0
سرعة الاقتراب (m\s)	0.6-0.3	1-0.6
ضياع الحمولة المسموح عبر المصفاة (m)	0.15	0.15

- الفاقد في الضغط خلال المصفاة عند بداية التشغيل ١٠-١٥ سم ثم يأخذ في الزيادة نتيجة لتجميع المواد الطافية أمامها حتى يصل إلى ٣٠ سم وعندئذ يجب التنظيف ويمكن ان يحسب الفاقد في الضغط خلال المصافي من المعادلة التالية :

$$ht = \beta \frac{b}{S}^{\frac{4}{3}} \frac{v^2}{2g} \sin\theta \quad \text{.....} \quad (5.1)$$

ht : فاقد الضغط خلال المصافي

β : ثابت يعتمد على شكل القضبان المستخدمة في المصافي ويساوي ٢,٢٤ للقضبان المستطيلة المقطع ذات الزوايا الحادة ويساوي ١,٨٣ للقضبان المستطيلة المقطع ذات المقدمة النصف دائرية ويساوي ١,٧٩ للقضبان الدائرية .

b : عرض القضبان في الاتجاه العمودي على السريان (م) .

S : المسافة الصافية بين القضبان في الاتجاه العمودي على السريان (م) .

v : سرعة المياه داخل قناة المصافي وأمام المصافي مباشرة (م/ث)

θ : زاوية ميل القضبان على الأفقي .

ترتفع المواد المحجوزة على المصافي لتوضع على مصفى لتصفية ما بها من مياه لتعود مره ثانية إلى المياه الداخلة للمحطة . ويتم التخلص من هذه الفضلات المرفوعة إما بالحرق بعد ضغطها لتجفيفها وإزالة كميات كبيرة من مائها وهذه الطريقة تعتبر من انسب الطرق للتخلص منها أو بفرمها بمفارم خاصة مثبتة بجوار المصافي حيث تقطع إلى أجزاء صغيرة تعاد مرة ثانية إلى مياه المجاري وتوقف استخدام هذه الطريقة في كثير من المحطات لأنها تؤدي إلى زيادة الحمل على وحدات المعالجة التالية للمصافي عند إعادة هذه المواد المحجوزة إلى مياه المجاري هذا بالإضافة إلى زيادة تكاليف نتيجة ثمن شراء المفارم وتكاليف إنشائها وصيانتها ، كما يمكن التخلص من هذه الفضلات بالدفن . وعند دفن هذه المخلفات يجب أن تغطى بطبقة متن الرمل سمكها لا يقل عن ١٥ سم لمنع تكاثر الذباب ، وجذب الفئران إليها حيث تمنع طبقة الرمل ظهور الشروخ الناتجة من الانكماش بسبب الجفاف . وأحيانا تكون المخلفات المدفونة مصدرا للروائح الكريهة الناتجة من التحلل اللاهوائي الذي يحدث بها ويمكن تقليل من هذه الروائح إذا استعمل الجير الحي من وقت لأخر في تغطية هذه المواد بالإضافة إلى استعمال الرمل .

٣.٤.٢.٥ أحواض حجز الرمال

أحواض حجز الرمال هي جزء هام في عملية معالجة مياه الصرف فالمواد الغير عضوية للأنابيب والمعدات الميكانيكية في المحطة.

١ - الغاية من أحواض حجز الرمال

تهدف عملية استخدام هذه الوحدات إلى إزالة الرمال والمواد الحصوية التي مرت عبر المصافي وبالتالي الإقلال من حجم الرواسب (وخاصة الغير عضوية) في أحواض الترسيب الابتدائية . حيث يتم التخلص من الرمال العالقة مع المياه تحت تأثير وزنها الذاتي وذلك بتخفيض سرعة جريان المياه في هذه الأحواض وينصح بأن تصمم هذه الأحواض بحيث تكون هذه السرعة مساوية (٠.٣ م/ث) ونسعى عند تصميم أحواض ترسيب الرمال إلى التخلص من الرمال التي تبلغ أقطار حباتها (٠,١ -- ٠.٢ مم) مع ضرورة اتخاذ الإجراءات التي تضمن بقاء المواد العالقة عضوية المنشأ بحالة معلقة في هذه الأحواض ومنعها من الترسيب لتحاشي إمكانية حدوث عمليات تحلل عضوي لهذه المواد داخل هذه الأحواض .

٢- أنواع أحواض حجز الرمال :

- غرف الرمال ذات الجريان الأفقي (Horizontal Flow Grit Chambers) ":

وهذه الغرف يمكن أن تكون مستطيلة أو مربعة .

- غرف الرمال المهواة (Aerated Grit Chambers) :

وفي هذا النوع يساعد الهواء على فصل المواد العضوية العالقة بالذرات العضوية .

- غرف الرمال السيكلونية أو الدوامية (Cyclone or Vortex Type Aerated) :

حيث يعتمد فصل الرمال عن المياه على القوة النابذة .

٣ – معايير تصميم غرف أو أقنية الرمال :

جدول (٤.٥)

سرعة الاستقرار لحبيبات رملية مختلفة ومعدل التحميل الهيدروليكي على غرفة الرمال

التحميل الهيدروليكي ($m^3/m^2/d$)	سرعة الاستقرار (cm/s)	حجم الحبيبة	
		mesh	القطر (mm)
808	0.9	150	0.10
1128	1.3	100	0.15
1600	1.8	65	0.21
2268	2.6	48	0.30
3204	3.7	35	0.4
4580	5.2	20	0.6
6400	7.3	18	0.8

جدول (٥.٥)

معايير التصميم الرئيسية لغرف الرمال المهواة

المعيار	القيمة	
	المجال	المعتمدة
زمن الحجز الهيدروليكي عند الجريان الاعظمي (mm)	1 - 4	3
الطول (m)	8 - 20	
العرض (m)	1.5 - 6	
العمق (m)	1 - 5	
نسبة : العرض / العمق	1 - 1.5	1.5
نسبة : الطول / العرض	3 - 5	4
معدل تغذية الهواء (m3/ min m tank lengh)	0.19 - 0.47	
كمية الرمال المترسبة (m3 / 1000 m3 sewage)	0.004 - 0.2	0.015

– تنظيف أحواض حجز الرمال : تصمم أحواض حجز الرمال ليكون تنظيفها يدويا أو بوسائل آلية ، فإذا كان التنظيف يدوي يجب تأمين حيز مناسب لتخزين الرمال .

وفي حال الحجرات الموجودة في محطات تعالج مياه صرف قادمة من شبكة مجارير مشتركة يجب أن تحوي وحدتي تنظيف يدوي أو وحدة تنظيف آلي مزودة بممر جانبي وينصح باتباع التنظيف الآلي ، ويمكن قبول وحدة تنظيف يدوية واحدة فقط في المحطات الصغيرة التي تعالج مياه صرف فقط (شبكة منفصلة) .

- غسيل الرمال : تحتوي الرمال المترسبة على مواد عضوية يمكن أن تتفسخ وتصدر رائحة كريهة يتم أحيانا غسل الرمال من المواد العضوية واعادة مياه الغسيل إلى مدخل المحطة مع مياه الصرف ويتم غسل الرمال عادة بوسائل ميكانيكية .

– التخلص من المواد الناتجة عن أحواض حجز الرمال : إن المواد الناتجة عن أحواض حجز الرمال تتفسخ بسرعة منتجة روائح كريهة لذلك يجب أن تبقى مغطاة في حاويات خاصة ويتم إزلتها مرة في اليوم على الأقل ليتم التخلص منها إما بالطمر أو الترميد .

٥.٢.٥المعالجة الحيوية أو الثانوية (Biological or Secondary Treatment)

١.٥.٢.٥ مفاعل UASB (بطانية الحمأة اللاهوائية)

بطانية الحمأة اللاهوائية مفاعل (UASB) هي عبارة عن انظمة معالجة لاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصناعي او المياه السوداء ولها دور فعال في ازالة نسبة عالية من الملوثات العضوية ، تتدفق مياه الصرف الصحي من اسفل المفاعل الى الاعلى وتمر من خلال غطاء من حبيبات الحمأة الدقيقة ، حيث تعمل البكتيريا التي تعيش في الحمأة على تحطيم الملوثات العضوية من خلال عملية العضم اللاهوائي منتجة بدلك الغاز الحيوي (خليط من غاز الميثان CH4 ، وثاني اكسيد الكربون CO2 ، وغازات اخرى .

يتم الاحتفاظ بالمواد الصلبة في البطانية ،وحيث ان نظام التدفق داخل المفاعل للاعلى بالاضافة الى حركة فقاعات الغاز يسمحان بعملية الخلط دون أي تدخل ميكانيكي .اما بالنسبة للغازات فانها تخرج من خلال الحواجز الموجودة في اعلى المفاعل ((baffles والتي تمنع تدفق بطانية الحمأه . وكما في المعالجة الهوائية ، مفاعل UASB يتطلب مرحلة ثانوية لازالة مسببات المرض ، ولكن نظرا الى نسبة الازالة المنخفضة من المواد المغذية (NUTRIENTS) المياه المعالجة الناتجة والحمأة المستقرة يمكن استخدامها في الزراعة .

مبدأ العمل :

١- المياه العادمة تتدفق عبر قناه الى قاع المفاعل اسفل سرير الحمأة

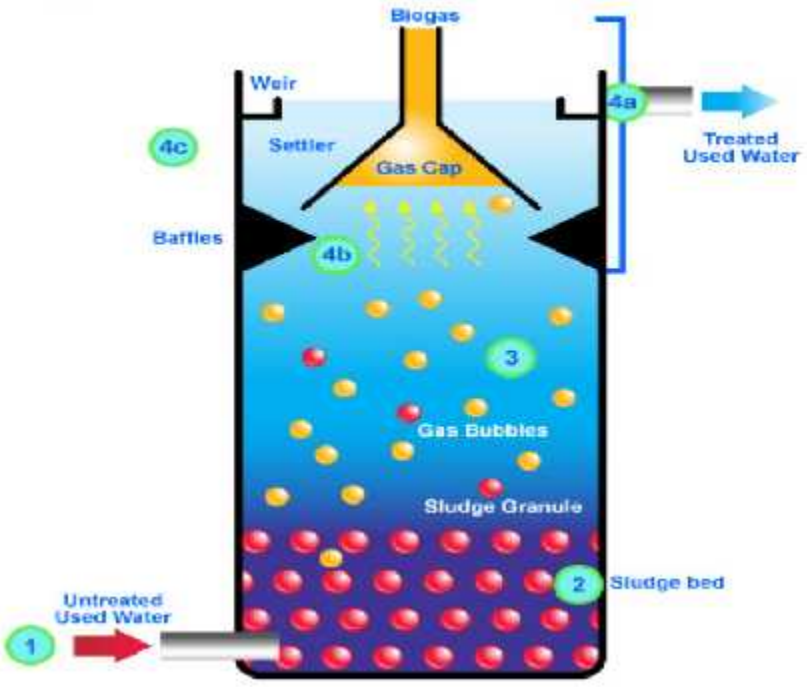
٢- سرير الحمأة مصنوع من طبقة سميكة من حبيبات الحمأه (red shperes) هذه الحمأه عبارة عن حبيبات حصى متدرجة ، عندما تمر المياه العادمة من خلال سرير الحمأة ،الكائنات الدقيقة(micro organism)تعمل على تحطيم المواد العضوية وتنتج الغاز الحيوي ((yellow bubbles وهذه العملية تتم في غياب الاكسجين.

٣- المياه المعالجة المتدفقة للاعلى والغاز الحيوي تسبب ان بعض الحبيبات الصغيرة والخفيفة تصبح معلقة وتتحرك خلال المفاعل .

٤- نظام الفصل الثلاثي (٣ phase seperater) يقوم بفصل الغاز الحيوي الناتج والحبيبات والماء المعالج ، والغاز المتصاعد للاعلى سوف يتم جمعه من خلال (gas cap) الموجودة في اعلى المفاعل .

٥- المياه المتصاعدة للاعلى يتم عرقلتها من قبل (gas cap) وكذلك الحواجز الموجودة على جوانب المفاعل المعروفة باسم (baffles) وتبقى داخل المفاعل .

٦- المياه المعالجة تستمر في الصعود للاعلى وتعبر الحواجز وتصعد الى سطح المفاعل من خلال ((weirs ، ويمنع ضغط الغاز الناتج من الغاز الحيوي المياه المتدفقة من الدخول الى (gas cap) .



شكل (١.٥) : صورة لمفاعل UASB

مزايا استخدام مفاعل (UASB):

١. كفاءة المعاللجة العالية لمياه الصرف الصحي.
٢. يمكن استخدام الغاز الحيوي الناتج في توليد الطاقة .
٣. لا يتطلب انظمة للتهوية فيعمل على تقليل الطاقة اللازمة لذلك
٤. الحمأة الناتجة قليلة ويمكن استخدامها كسماد للتربة .
٥. المياه المعالجة الناتجة غية بالمواد المغذية يمكن استخدامها في الزراعة .
٦. قلة المساحة المطلوبة للانشاء حيث يمكن انشاؤها تحت الارض والمواد الموفرة محليا .

٧. قلة الروائح المنبعثة وكذلك الحد من ابعاثات CH_4، CO_2 .

سلبيات استخدام مفاعل (UASB) :

١. يتطلب فريق عمل ماهر للانشاء والتشغيل والصيانة (التحكم في المضخات والحمل العضوي) .
٢. المعالجة قد تكون غير مستقرة مع تغير الاحمال العضوية والهيدرولوكية .
٣. ازالة مسببات المرض غير كافية بدون مرحلة العلاج الثانوية .
٤. طول مرحلة البداية
٥. عدم مقاومة صدمات التحميل
٦. عدم ملائمتها للمناطق الباردة.

٦.٢.٥ وحدات معالجة إضافية

١.٦.٢.٥ المعالجة باستخدام الأراضي

يطلق على محطات المعالجة بالنباتات و التي تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أوليا" عبر أحواض مزروعة النباتات (القصب مثلا") بالأراضي الرطبة المصطنعة. تكون أحواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا". و هي تعرف على أنها مناطق مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا (غير طبيعية) بحيث تكون قادرة على إزالة الملوثات من مياه المجاري الخام و بالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو إعادة استخدامها. كما أنها تصنف كمرحلة معالجة ثانوية أو ثالثية حسب الاستخدام للأحواض المختلفة (ذات جريان تحت سطحي و سطحي) على اعتبار أن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولي.

ان وجود النباتات ضمن أحواض الأراضي الرطبة تشكل عبر جذورها و سوقها و أوراقها مكانا" ملائما لنمو الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحطيم المواد العضوية الموجودة ضمن مياه المجاري. إن الدرجة العالية للتنوع الحيوي الموجود ضمن هذه الأنظمة تسمح بحدوث آليات متنوعة للتحلل للعديد من المركبات و بسرعة أكبر عما يتم في محطات المعالجة البيولوجية الميكانيكية و التي تعتمد فقط على بعض الأنواع من الكائنات الدقيقة في المعالجة.

على الرغم من كون هذه التقنية تعتمد الوسائل الطبيعية في المعالجة إلا أنها أثبتت قوتها و كفاءتها في عملية التنظيف و المعالجة ، حيث أن محتواها من الكائنات الدقيقة متنوع جدا و يزيد على ٥٠٠٠ نوع مختلف من البكتريا بالمقارنة مع ٢٠٠-٣٠٠ نوع من البكتريا الموجودة في غيرها من أنظمة المعالجة التقليدية. كما أن محطات المعالجة بالأراضي الرطبة لا تتطلب تقديم تهوية ميكانيكية مما يوفر كلف الإنشاء و التشغيل و الصيانة. كما أنه لا توجد حمأة فائضة تتطلب الإزالة و التخلص الآمن منها و مع ذلك فهي تتطلب مساحة كبيرة من الأراضي نوعا ما

إن محطات المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة) تعتبر مناسبة لمحطات المعالجة الصغيرة و المتوسطة الحجم و يمكن استخدامها لمعالجة مياه المجاري المنزلية أو الصناعية أو لمعالجة مياه الأمطار أو معالجة المياه الملوثة الراشحة من المطامر البلدية .....الخ .

شكل (٢.٥) : الاراضي الرطبة

٢.٦.٢.٥ أحواض تجفيف الحمأة (Sludge Drying Beds)

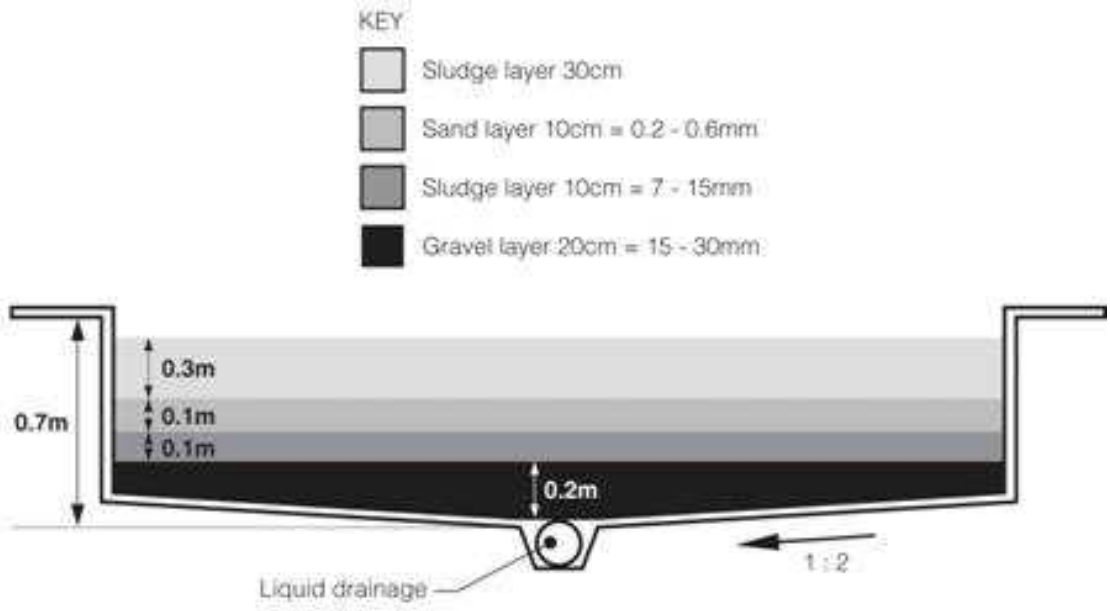
تتكون من طبقات من الرمل والزلط يتم توزيع الحمأة عليها بقنوات التوزيع وتتم عملية التجفيف بتسريب نسبة من المياه خلال طبقات الرمل والزلط ، ثم تجفف طبقات الحمأة بتأثير درجة الحرارة وأشعة الشمس وتيارات الهواء ، والعامل الرئيسي في هذه العملية هو مدى كفاءة تسريب المياه من الحمأة لأنها تقلل نسبة المياه في الحمأة في وقت قصير بالنسبة لما تحتاجه عملية التجفيف من وقت طويل. .

وتختلف أسس التصميم من موقع لآخر حسب العوامل الآتية :-

- طرق المعالجة وكفاءتها وتأثيرها على خواص الحمأة .
- نسبة المياه في الحمأة.
- درجة الحرارة.
- نسبة الرطوبة في الجو.

وهذه العوامل تحدد الأسس المناسبة للتصميم ، وتحدد أيضا مدى مقارنة طريقة تجفيف الحمأة على الأحواض بالنسبة للطرق الأخرى ، ففي البلاد الباردة ربما تكون الطرق الأخرى أفضل.

وتتراوح مساحة أحواض التجفيف بين (١٠٠-٢٠٠) متر مربع



شكل (٣.٥) : حوض تجفيف الحمأة

٦. ١ حجم محطة المعالجة

٦.٢ مكونات محطة المعالجة

الفصل السادس

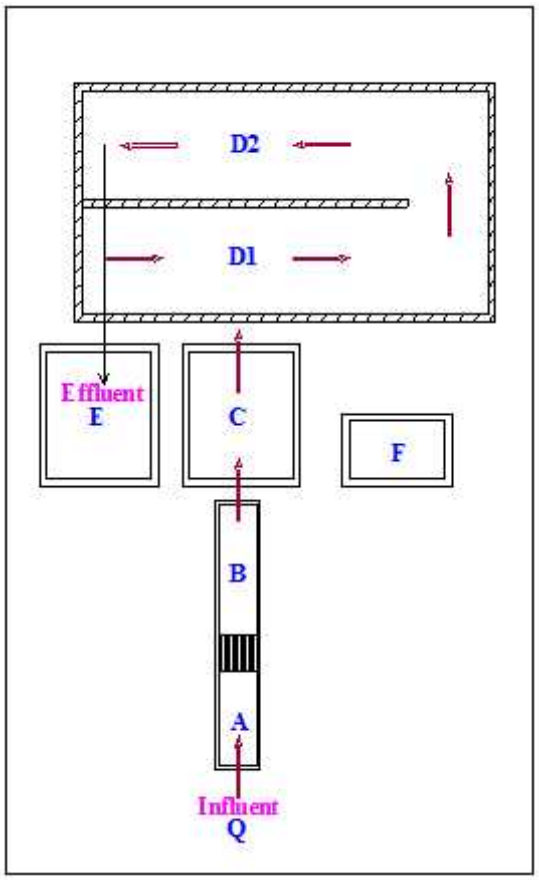
الحالة الدراسية : محطة معالجة المياه العادمة في بلدة خاراس

١.٦ حجم محطة المعالجة

السعة التصميمية لمحطة المعالجة تساوي ١٢٠م ٣ / يوم ، مصممة لخدمة ٣٠٠منزل ، الموقع الكلي للمحطة يغطي مساحة دونمين ومحاط بسياج ، وتشكل مساحة المحطة المبنية ١٠٦٣م ٢.

٢.٦مكونات محطة المعالجة

محطة معالجة المياه العادمة تتكون من ٦ مراحل كما هو موضح في الشكل (١.٦).



A: Bar screen

B: Sand and grit removal channel

C: Anaerobic treatment stage using UASB

D (D1,D2): Aerobic treatment stageusing Wetlands

E: Effluent Storage Tank

F: Sludge drying bed

شكل (١.٦)

المخطط العام لمحطة معالجة المياه العادمة – خاراس

شكل (٢.٦)

محطة معالجة المياه العادمة – خاراس

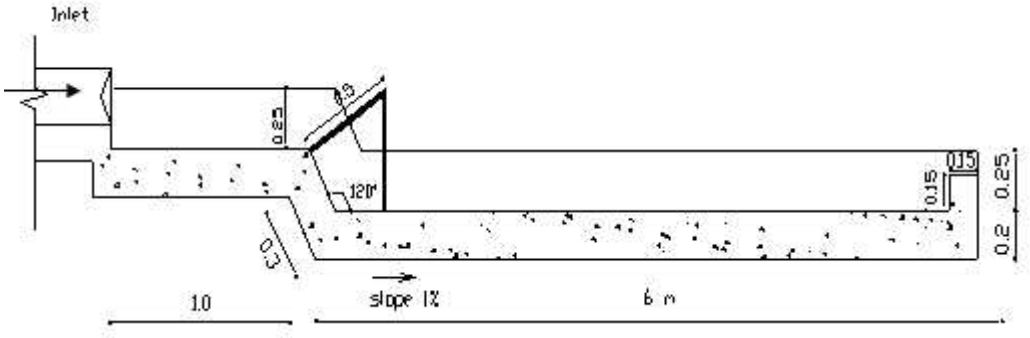
١. المصفاة (Bar rack screen)

تستخدم لحجز المواد الخشنة، مثل الأنواع المختلفة من المخلفات الصلبة بأقطار أعلى من ٢سم.

شكل (٣.٦) صورة للمصفاة

٢.قناة لإزالة الرمل والحصى (Sand and grit removal channel)

تستخدم لإزالة الرمل والحصى ويجب أن تنظف يدويا عن طريق استبدال الشبكة البلاستيكية المتحركة الموجودة داخل جسم القناة .الشكل (٤.٦) يوضح مقطع عرضي للقناة .



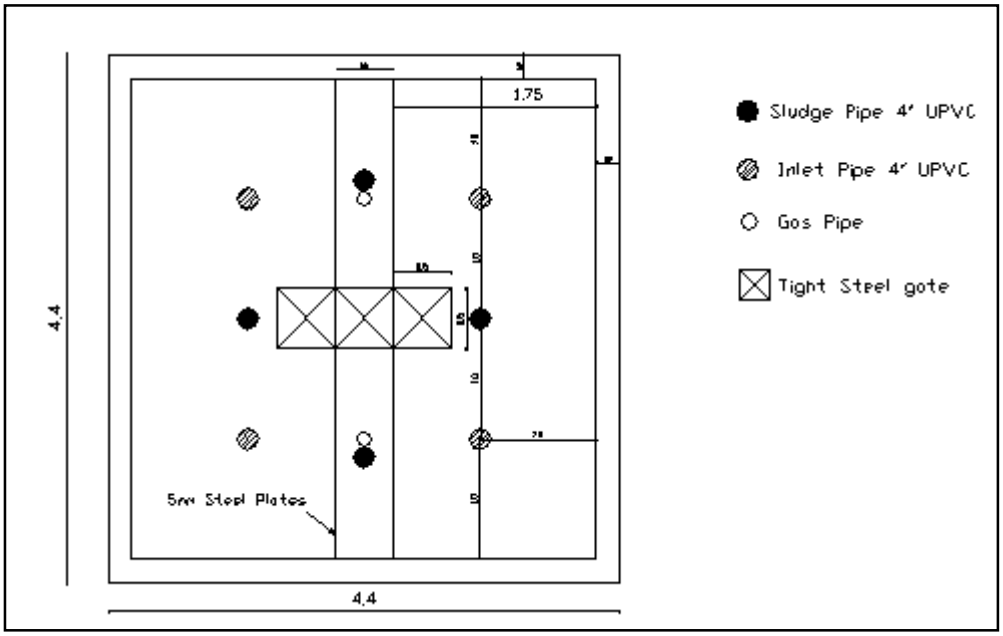
شكل (٤.٦)

مقطع عرضي لقناة إزالة الرمل والحصى

٣. مرحلة المعالجة اللاهوائية باستخدام مفاعل UASB

عبارة عن خزان بعمق ٤ م وله سطح مربع مساحته (٤م *٤م)، انظر الشكل (٥.٦) والشكل (٦.٦)، تدخل المياه إلى قاع الخزان عن طريق ٤ أنابيب PVC عمودية بقطر ٤ أنش ، التي توزع التدفق بكميات متساوية . وتغادر المياه الخزان عن طريق قناة V- notch . وقت الاحتفاظ الهيدروليكي داخل الخزان هو ١.٣٣ يوم بناء على كمية التدفق الحالية ، و ٠.٦٧ يوم عند سعة التدفق القصوى . تم تجهيز المفاعل مع separator Gas-Liquid-Solid (GLS) مائل بدرجة ٥٠ ،مصنوع من ألواح الفولاذ المحمي ، ينخفض GLS داخل الماء ليشغل أكثر من ٣/١ من ارتفاع المفاعل الأعلى. أسفل GLS يوجد deflector الذي يوجه المياه الى GLS ومصنوع أيضا من الفولاذ المحمي .تغلق قناة V-notch بواسطة الحواجز الموجودة بأعلى المفاعل .

شكل (٥.٦) صورة لمسقط UASB



شكل (٦.٦)

مخطط لمفاعل UASB

بعد أن تغادر المياه قناة V- notch نمر من خلال منهل مغلق. يوجد ٤ أنابيب PVC بقطر ٤ أنش للتمكين من إزالة الحمأة من خلال مضخة غاطسة . المفاعل مزود بنظام جمع الغاز الذي يسمح بجمع وتخزين كل الغازات الناتجة من المفاعل وهذا يحدث من خلال مسار بغير عودة .الشكل (٦.٦) يظهر أنابيب تغذية الحمأة وأنابيب الغاز .

قيم COD للمدخل والمخرج لنظام المعالجة اللاهوائية :

جدول (١.٦)

خواص المياه الداخلة والخارجة من نظام المعالجة اللاهوائية باستخدام مفاعل UASB

Parameter	In	Out	%removal
COD (mg/L)	2200	550	75%

٤. معالجة هوائية باستخدام الأراضي الرطبة

يتم تحديد الأراضي الرطبة من خلال التدفق تحت سطح الأرض ويزرع مع نباتات القصب التي تمتص النتروجين والفوسفات. هذه المرحلة تتضمن بحيرات مطلية القاعدة والجوانب بمادة البولي اثيلين عالي الكثافة (HDPE) الذي يمنع أي تسرب متوقع للمياه الجوفية .هذه الأراضي تتضمن أحجام مختلفة من الحصى ، الأصغر منها ي٠وضع على السطح بينما الأكبر في القاع . مع نباتات القصب المزروعة ع السطح ، هذه النباتات تعمل على تهوية الجزء العلوي لعمق ٠.٥ متر من ارتفاع عمود الماء. من خلال تطوير بعض الجذور إلى ٦٠ سم وهذا يجعل المعالجة هوائية .

التفاعلات البيبوكيمائية هي النترجة ،ومجرد أن تدخل المياه المتدفقة من UASB الغنية بالأمونيا تبدأ عملية النترجة بناءا على المعادلة التالية :

$$NH_4^+ \rightarrow NO_3^- \quad \text{.....} \quad (4\text{-}1)$$

في نفس الوقت تبدأ التفاعلات اللاهوائية في الطبقة السفلى من عمود الماء وهي بالأساس تعتمد على نزع النتروجين .

$$NO_3^- \rightarrow N_{2(g)} \quad \text{.....} \quad (4\text{-}2)$$

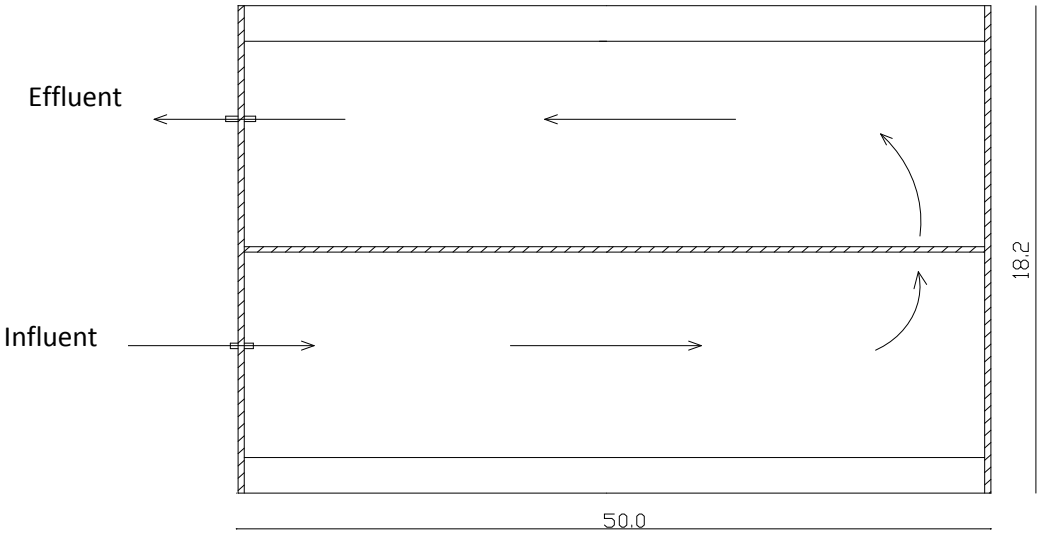
هذان التفاعلان هما جزء مهم من دورة النتروجين في هذه الوحدة من محطة المعالجة .

نمط تدفق تحت سطح الأرض يقمع إمكانية تربية الحشرات في واجهة الماء - الهواء. وقت الاحتفاظ الهيدروليكي لظروف التدفق الحالي هو ١٣.٦٥ يوم في حين أنه من ٦.٨٣ يوم لأقصى ظروف التدفق التصميمية. مساحة الأراضي الرطبة ما يقرب ١ دونم في حين أن عمق عمود الماء هو ١ متر.

وتظهر خصائص المياه الداخلة والخارجة من خزان المعالجة اللاهوائية في الجدول الأتي :

جدول (٢.٦)خصائص المياه الداخلة والخارجة من خزان المعالجة اللاهوائية

Parameter	In	Out	% removal
COD	550	165	70%



شكل (٧.٦) مسقط افقي للاراضي الرطبة

٥. خزان المياه المعالجة

السعة التخزينية للخزان هي ٨٠م٣. ومزود بمضخة (2HP) لتسهيل إعادة استخدام النفايات السائلة، في الوضع الطبيعي يفيض الماء من سطح الخزان بعد أن يمتلئ، بحيث ينزل تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلى واد من خلال أنبوب تدفق صرف مدفون يمتد ل ١.٢ كم على طول الوادي .

٦. سرير تجفيف الحمأه

يحتوي على حصى بأحجام تنخفض من الأسفل باتجاه الأعلى ، إنها تستنزف المياه من القاع وبشكل يومي يمكن أن تعالج ٢م٣ من الحمأة الرطبة . المياه التي تنجم عن عملية تصفية الحمأة تنقل إلى الأراضي الرطبة حيث تتلقى المعالجة هناك . أما الحمأة المجففة المكشوطة يتم التخلص منها في مكب النفايات الذي يعالج النفايات الصلبة.

١.٧المناطق التي سوف تشملها المعالجة

٢.٧ تصميم وحدات المعالجة الأولية

٣.٧ تصميم وحدات المعالجة الثانوية

٤.٧ وحدات معالجة إضافية

الفصل السابع

إعادة تصميم محطة المعالجة

١.٧ المناطق التي سوف تشملها المعالجة

تم الأخذ بعين الاعتبار كمية المياه العادمة القادمة من المناطق المجاورة للبلدة (حلحول ، نوبا، بيت اولا ، حتة) حيث تم حسابها تقريبا فكانت كما يلي :

P0=52133 person

P=52133e^(.0335*30)=142422.5219=142430 person

Design pop =142430 person

Q AVG= 142430*112/1000 = 15952.16 = 15955 m3/d

Average hourly dry whether flow = 15955/24=664.791 m3 / d

٢.٧تصميم وحدات المعالجة الأولية

١.٢.٧ قناة الاقتراب

- سرعة الاقتراب في القناة = 0.6 m/s
- معامل الأمان لمياه الأمطار في تصميم المصافي = 2.5
- تدفق المياه العادمة في قناة الاقتراب (Q)

Q=15955/12*2.5=3323.96m3/s

Q=3323.66/3600 = 0.9233 m3/s

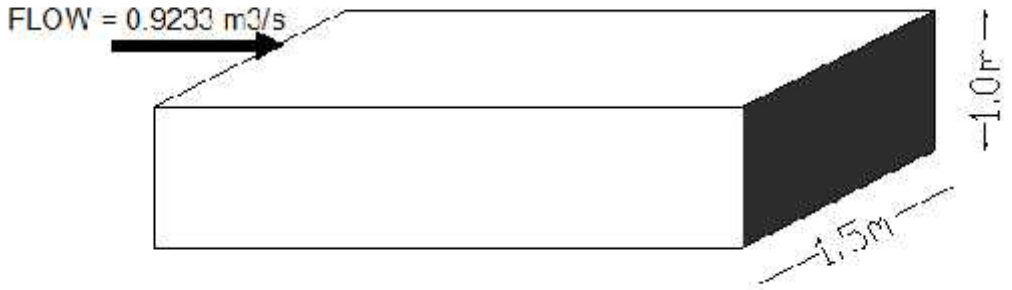
- مساحة مقطع القناة يمكن حسابها كالأتي :

A=Q/Vh ..... (7.1)

A = 0.9223/0.6 = 1.54 m2

نفرض أن عمق قناة الاقتراب = 1m

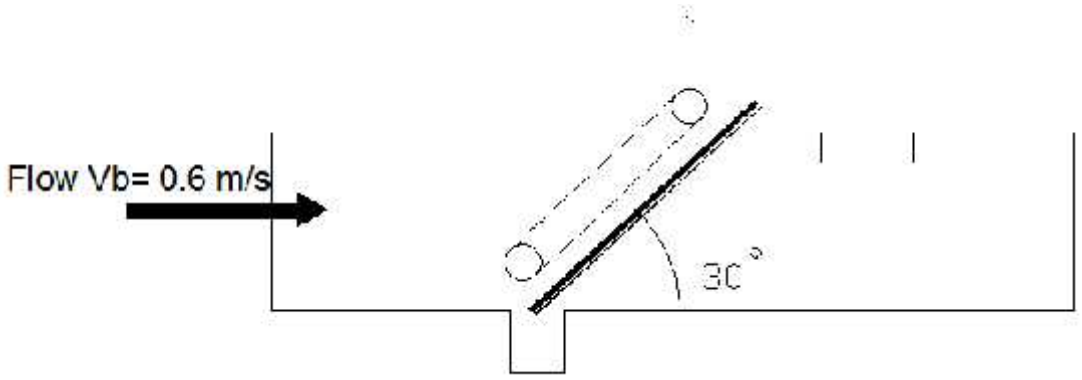
إذا عرض قناة الاقتراب = 1.54 m



شكل (١.٧) : قناة الاقتراب

٢.٢.٧ المصفاة

- قمنا بفرض مصفاة ذات تنظيف ميكانيكي بميل ٣٠ درجة عن الأفقي



- عرض القضيب =1.5 cm

- عمق القضيب باتجاه الجريان = 3 cm

- المسافة الحرة بين القضبان = 3 cm

- نفرض بان هناك مسافة حرة بين القضيب الطرفي و حافة القناة 2cm في كلا الطرفين للمصفاة

- عدد القضبان يمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$w = (X * Wb)) + ((X-1) * CD)+ 4 \quad \text{.....(7.2)}$$

حيث :

X = عدد القضبان

Wb = عرض القضيب

CD = المسافة بين القضبان

W = عرض المصفاة

$$154= ((X*1.5) + (X-1)*3)+4$$

$$X=34$$

- السرعة خلال قضبان المصفاة :

$$Ac=Q/Vh*\sin30 / (fa(fc-1)$$

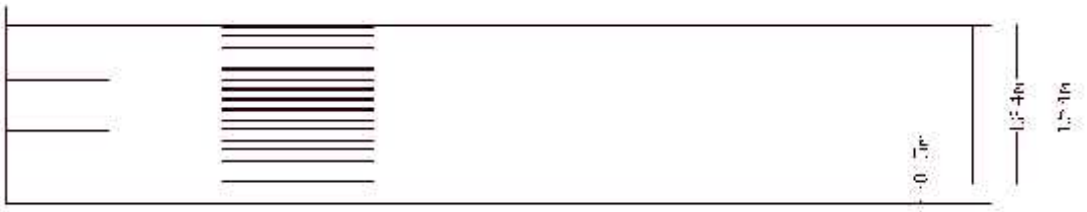
$$Fc= 0$$

$$Fa=1.5/4.5 = 0.33$$

إذا :

$$1.54= 0.9223/Vh *0.5/0.33 = 0.9 \text{ m/s}$$

وهي قيمة مقبولة .



شكل (٢.٧) :مسقط افقي للقناة الاقتراب والمصفاة

٣.٢.٧ قناة مجرى الحصى

- تكون قناة مجرى الحصى مفتوحة :

- السرعة الأفقية في قناة مجرى الرمل = 0.3 m/s

معامل الأمان لمياه الأمطار الذي يؤخذ بعين الاعتبار عند التصميم = 1.5

يتم احتساب كمية التدفق خلال قناة مجرى الحصى حسب المعادلة التالية :

Q=Q average /12*1.5 ..... (7.3)

= 15955/12*1.5= 1994.4 m3/h

Q= 1994.4 /3600 = 0.554 m3/s

- مساحة مقطع القناة :

A=Q/V =0.554/0.3 = 1.85 m2

- أبعاد القناة :

عرض القناة = 1.85m

عمق القناة = 1m

- معدل التحميل السطحي الهيدروليكي = 40m3/m2/h

40= 1994.4/A surface

A surface= 50 m2

- حجم القناة

V= 50*1 = 50 m3

- طول القناة

L= 50/1.85 =27 m

- سرعة الترسيب

v =V/Q 0.554/50 = 0.011 m/s

هذه السرعة مناسبة لترسيب جميع الحبيبات التي تزيد أقطارها عن ٠.٢ مم

- زمن الاحتجاز الهيدروليكي بداخل قناة مجرى الحصى يمكن احتسابه من المعادلة التالية :

HRT= Q/V ..... (7.4)

= 50/1944.4 =0.025h = 1.5 min

٤.٢.٧ قناة تخزين الحصى

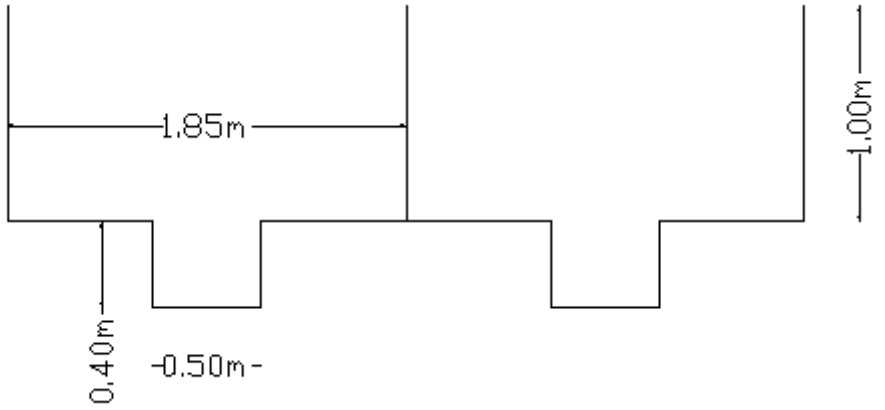
لتصميم قناة تخزين الحصى نفترض أن هناك نظام شبكات مزدوج وكمية إزالة الحصى هي 6/C/year وهذه القناة تنظف كل ٣ أيام . الحصى المنتج لكل سنه هو :

142430*6 L = 584.58 m3/ year =1.623 m3/day

كل ٣ أيام سوف تحصل على ٥ متر مكعب من الحصى .

لقناة طولها ٢٧ متر نقوم بفرض عرض قناة تخزين الحصى 0.5m وعمق هذه القناة تقريبا 0.4 m .

من اجل أهداف التنظيف والظروف المستعجلة ، يجب أن نقوم بإنشاء قناتي إزالة رمل مشابهتين للقناه التي قمنا بتصميمها مع بوابات تحكم من اجل استخدام كل قناة لوحدها .



شكل (٣.٧) :مقطع عرضي قناة تخزين الحصى

٣.٧ تصميم وحدات المعالجة الثانوية

١.٣.٧ تصميم مفاعل UASB (بطانية الحمأة اللاهوائية)

- التصميم الأساسي للمفاعل يعتمد بشكل رئيس على زمن المكوث الهيدروليكي للمياه العادمة التي تدخل إليه .

- زمن المكوث الهيدروليكي لهذا النوع من الفاعلات الذي ستخدم في التصميم يتراوح بين ٦ – ١٨ ساعة ويعتمد ذلك على نوعية المياه العادمة وظروف الجو .

- في تصميمنا سيتم استخدام حسابات التدفق الرئيسي واستخدام معامل أمان بقيمة ١.٥ سوف يتم أخذه بعين الاعتبار أثناء التصميم كباقي التصميم للوحدات الأولية .

حساب المعاملات التي سيتم استخدامها في تصميم المفاعل :

- التدفق (Q) = ١٥٩٥٥ م٣/ يوم

- تركيز ال BOD الداخل إلى المفاعل = ٦٨٢.٦ ملغم / لتر

- معامل الأمان = ١.٥

- Q average *1.5/12

Q= 15955*1.5/12 = 1994.4 m3 /h

HRT الذي سوف يحقق نسبة تخلص من ال BOD بمقدار ٧٠% = ٦ ساعات (عند درجة حرارة ١٤-٢٠ درجة مئوية)

- مقدار التحميل العضوي = ١.٥ م / ساعة

HRT = V/ Q

حجم المفاعلات التي نحتاجها = ١٩٩٤.٤*٦ = ١١٩٦٦.٢٥ م٣

V= 1994.4 *6 = 11966.25 m3

نقوم بفرض أن عمق كل مفاعل = 5 m

- المساحة المطلوبة

A required = 11966.25/5 = 2394 m2

تم أخذه ٢٤٠٠ م ٢

نفرض أن نسبة التخلص من ال BOD = ٧٠%

نستخدم ١٠ وحدات UASB بعرض ١٦ م وطول ١٥ م وعمق ٥ م .

تركيز ال BOD الخارج من الفاعل

X= (1-0.7) *628.6 = 204.78 mg /l

٤.٧ وحدات معالجة إضافية

١.٤.٧ المعالجة باستخدام الأراضي

سنقوم باستخدام قطعة ارض بمساحة ٢ دونم من اجل المعالجة الأرضية حيث سيتم تقسمها إلى حوضين طول كل واحد ٥٠*٢٠ م وارتفاع ١ متر وستكون هذه الأرض بميل ١% وذلك لتسهيل تمرير المياه بداخلها وسيكون مخرج المياه النهائي فيها في خزان الماء النهائي .

٢.٤.٧ أحواض تجفيف الحمأة (Sludge Drying Beds)

نفترض أن حجم الحمأه هو ١% من حجم المياه العادمة

Q= 664.791 m3 / d

حجم الحمأه = 664.791 * 0.01 = 6.647 m3/d

وبفرض أن الحمأه تحتاج ١٠ أيام للتجفيف

إذا :

V= 66.47 m3

نفرض أن ارتفاع الحمأه = 0.2 m

مساحة حوض تجفيف الحمأه

A= 66.47 / 0.2 =332.35 m2

نستخدم ٣ أحواض مساحة كل واحد ١٢٠م٢ بعرض ١٠ وطول ١٢

ويضاف لهذه المساحة مساحة الحوائط والممرات الداخلية. وتقدر بحوالي ٥ % من المساحة الكلية فتكون مساحة الأرض الإجمالي هي :

A= 120*3 = 360 m2 *1.05 =380 m2

٣.٤.٧ خزان المياه المعالجة

يتم استخدام خزان لاستيعاب كمية المياه المعالجة الناتجة من مراحل المعالجة ويتم تزويده بمضخة لتسهيل استخدام هذه المياه للأغراض المختلفة .

٥.٧ الأرض المطلوبة

من اجل توزيع كافة وحدات محطة المعالجة ، يجب أن نأخذ بعين الاعتبار مساحة كافة الوحدات التي سيتم بنائها على قطعه الأرض ، بالإضافة إلى المساحة المطلوبة من اجل الحركة .

من اجل حساب مساحة الأرض الكلية ، نحن بحاجة إلى تقدير مساحة كافة الوحدات التي سيتم إنشائها على ارض المحطة والتي قمنا بتقديرها كالآتي :

المساحة المقدرة لقناة الاقتراب والمصفاة = 120 m2

المساحة المقدر للـــ UASB = 2500 m2

المساحة المقدرة لأحواض تجفيف الحمأه = 500 m2

المساحة المقدرة للأراضي الرطبة = 2000 m2

مجموع المساحات المقدرة لجميع الوحدات = 5120 m2

بالإضافة إلى حاجتنا إلى مساحات للحركة وتوزيع الوحدات للمحطة لذا قمنا بضرب المساحة بمعامل تضخيم مقداره ١.٤

لذا فان المساحة الكلية التي نحتاجها لإنشاء المحطة = 5120*1.4 = 7200 m2

إذا نحن بحاجة إلى قطعة ارض 90 m * 80m

١.٨ الدوافع الأساسيه ومقومات إعادةاستخدم مياه الصرف الصحي

٢.٨ مجالات إعادة استخدام مياه الصرف الصحى

٣.٨ الإجراءات اللازمه لتطوير مشروع اعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الري

٤.٨ التطلعات المستقبلية

٥.٨ التوصيات

الفصل الثامن

اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة

إن مشكلة المياه المتفاقمة في منطقة الشرق الأوسط عامة، وفلسطين على وجه الخصوص هي المشكلة الأكبر، والأكثر أهمية، في أكثر من ناحية ولأكثر من سبب، وتتداخل فيها عناصر المشكلة تداخلا هو الأكثر تعقيدا، فمن مشاكل الجودة المتدهورة باستمرار، إلى مشكلة محدودية الموارد ، وتداخلها بين دول متنازعة في الأصل على ما هو أكثر من الموارد . كل هذا وغيره جعل من عملية البحث عن الموارد البديلة أمر قسريا"، لا بد منه، وحلا"يحتاج إلى السرعة في تنفيذه قبل وصول المشكلة إلى نقطة اللاعودة.

ونحن في فلسطين أضعف الأطراف في معادلة الصراع في المنطقة على موارد المياه، فمواردنا ما بين مصادرة أو معرضة للتدهور ناهيك عن الاستنزاف، والجفاف، والسيطرة الإسرائيلية على أحواض تغذية مياهنا السطحية، ومشاركتنا في خزاننا الجوفي عبر الضخ من المستوطنات القائمة لأغراض مائية. كل هذا جعلنا أمام خيار لاثاني له في ظل المعطيات القائمة، وهذان الخيار هو إعادة استخدام المياه العادمة، بعد معالجتها، وهذا الخيار له محاذيره وضوابطه، وشروط استخدامه .

١.٨ الدوافع الأساسيه ومقومات إعادةاستخدم مياه الصرف الصحي

- توفر الرغبه والإراده لدى متخذي القرار من السياسيين .
- وجود سياسه وتوجه واضح لدى القطاع في القيام بذلك .
- وجود اطار مؤسسي يحدد المهام والمسئوليات للتخطيط وتوفير الدعم الإستثماري والتنفيذ والتشغيل لمشاريع اعادة الإستخدام .
- توفر اطار قانوني واضح ينظم اعادة الإستخدام مع آلية ملزمه للتطبيق .

- عدم توفر مصادر مياه تقليديه وتفاقم أزمة المياه .
- مدى توفر محطات معالجة مياه الصرف الصحي وكفاءتها.
- امكانية تغطية كلفة المعالجه للحفاظ على **الإستدامه** .
- رغبة وقدرة المستخدمين لتلك المياه في دفع تكاليف المعالجه.
- المردود المادي من الإستثمار في مشروع اعادة الإستخدام .
- توفر نتائج أبحاث طبقت موقعيا على مستخدمي المياه والمستهلكين للمحاصيل المزروعه بمياه الصرف الصحي المعالج تحدد نوعية المحاصيل بناء على جودة المياه

٢.٨ مجالات إعادة استخدام مياه الصرف الصحى

تتعدد مجالات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي وفقا لمصدرها ودرجة الجودة التى يتطلبها اعادة الاستخدام والجدوى الاقتصادية لتنقيتها إلى الدرجة اللازمة التى تسمح بإعادة استخدامها حيث يمثل هذا الاستخدام حلا لمشكلة التخلص وإعادة استخدام مياه الصرف الصحى بعد المعالجة في المجالات التاليه:

- الإستخدامات الصناعيه.
- الاستخدامات الزراعيه.
- إعادة الاستخدام فى إستصلاح الأراضى الجديدة واستزراعها.
- الاستخدام فى المزارع السمكية .
- الاستخدام فى أنشطة أخرى مثل زراعة أشجار خشبية .

ومما لا شك فيه أنه بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة والتى تمثل مصدرا مائيا لا يجب إهداره، يمكن أن يسد بعض العجز فى ميزان الاحتياجات المائية .

إلا أن هناك قيود وضوابط تحكم كل من هذه الاستخدامات وقد تم وضع معايير لاعادة إستخدام مياه الصرف الصحى الخام والمعالج وكذلك الحمأة.

١.٢.٨ مجالات الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالج

أ ــ زراعــة بعــض المحاصيــل مثــل نباتات دوارالشمــس وأشجــار التوت لتغذيــة دود القز وإنتاج الحرير الطبيعى.

ب ــ تستخدم هذه المياه فى إنشاء زراعة ملاعب الجولف والحدائق الخاصة والعامة.

جـ ــ تستخدم فى أبراج التبريد بالمصانع والصناعات التى تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه مثل صناعة الأسمنت ، مواد البناء وصناعة الورق والكرتون.

د ــ يستخدم فى صناديق الطرد بالمبانى الإدارية والفنادق ذات الكثافة البشرية العالية والخزانات الخاصة بمكافحة الحريق .

هـ ــ فى محطات الغسيل الخاصة بوحدات مترو الأنفاق والقطارات والسيارات.

و ــ خلط المياه المعالجة بالمياه الجوفيه أو مياه الأمطار فى بعض المناطق للإستفادة بها فى الأعمال الزراعية فى المناطق الصحراوية.

ز ــ مشروع الغابات الشجرية وهى نقلة حضارية كبيرة فى مجال مشروعات الصرف الصحى حيث تسهم فى التخلص الآمن والفعال من مخلفات الصرف ويتم زراعتها بالمناطق الصحراوية للإستفادة فى إنتاج الأثاث

٢.٢.٨ استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعه

وتعتبر الزراعة المجال الأكبر والمستفيد من إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها إلى المعايير المناسبة بإستخدام تكنولوجيا رخيصة مناسبة غير معقدة بعد التأكد من خلوها من المواد السامة والضارة مع أخذ العامل الاقتصادى فى الاعتبار.

وتتلخــص المعايــير التى تستخــدم فى الحكــم على صلاحيــة الميــاه المزمع إعادة استخدامها فى الرى فيما يلى :

- نسبة الأملاح الكلية الذائبة وهو ما يعبر عنه بدرجة الملوحة بحيث لا يتعدى تركيزها الحدود المسموح بها .

درجة نفاذية المياه فى التربة .

ـ تركيز العناصر السامة أو الضارة فى المياه ووجود مسببات الأمراض الميكروبية مما له تأثيره على إنخفاض المحصول عن معدله الطبيعى .

ـ العوامل الأخرى والمتمثلة فى تركيز العناصر الكبرى المغذية للنبات مثل الأزوت حيث أن المحاصيل الحساسة لهذا العنصر تتأثر إذا ما زاد تركيزه .

وبصفة عامة فانه يجب فى حالة إعادة إستخدام المياه فى أغراض الزراعة مراعاة النقاط الآتية :

ـ توفير شبكة صرف زراعى جيدة متكاملة.

ـ الاهتمام بمتابعة مستوى الملوحة وغسيل الأراضى للمحافظة على عدم تجاوز مستوى الملوحة التى يتحملها المحصول.

ـ إختيار المحاصيل التى تتحمل الملوحة بدرجة عالية.

ـ الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى مثل تسوية الأرض ضمانا لتوزيع المياه ، وضبـط معدلات التسميد، واختيار الأسلوب الأمثل للرى.

ـ الاهتمام بمعالجة المياه وتخليصها من الأيونات السامة قبل الاستخدام .

ـ الإلتجاء إلى خلط المياه المزمع إعادة استخدامها وبذلك يتحقق هدفين الأول هو تحسين نوعيتها ، والثانى توفير وإتاحة كميات أكبر من المياه للإستخدام وتغطية الإحتياجات المائية .

ولاشك إنه يمكن استخدام مياه الصرف الصحى فى الرى الزراعى بعد معالجتها معالجة أولية فى رى المحاصيل التى لا تستهلك إستهلاكا مباشرا بواسطة الإنسان، بينما يرى أنه من الضرورى واللازم معالجتها معالجة ثانوية إذا ما استخدمت فى رى المحاصيل التى تستهلك مباشرة .

مزايا استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة :

يحقق استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة فوائد كثيرة ، والتى تختلف باختلاف ظروف المكان ونوعية المحاصيل والمياه وطرق الرى وتتعدد المزايا منها ما يلى:

أ ــ ترشيد المياه : بما تمثله من مورد جديد من موارد المياه للرى .

ب ــ استمرارية المصدر : فى بعض المناطق النائية والتى يتكلف وصول مياه الرى بها تكلفة كبيرة ويكون أسلوب إستخدام مياه الصرف المعالجة هو الأسلوب الأنسب ، وكذلك فى المناطق المعرضة للجفاف .

جـ ــ القيمة الغذائية للنبات ويحتوى سائل الصرف على عناصر غذائية كثيرة للنبات لما يحتويه من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والنحاس والحديد والزنك وغيرها .

د ــ تحسين خواص التربة : فمثلاً يؤدى إلى خفض قيمة pH مما ييسر إمتصاص العناصر الغذائية فى التربة، وزيادة السعة المائية للتربة وكذلك زيادة السعة التبادلية للكاتيونات .

هـ ــ زيادة انتاجية المحاصيل : أثبتت الأبحاث الحقلية أن استخدام مياه الصرف الصحى يزيد من إنتاجية المحاصيل الزراعية ، فمثلا: في مصر إرتفع إنتاج الذرة ثلاثة أضعاف بعد أربع سنوات من استخدام مياه الصرف الصحى بالمقارنة باستخدام مياه النيل فى الرى، وكان السبب الرئيسى لزيادة الانتاج ليس فقط توفير العناصر المغذية الضرورية للنبات ، بل أيضا نقص الملوحة ، وخفض نسبة إدمصاص الصوديوم .

و ــ حماية البيئة : الأسلوب التقليدى للتصرف فى مياه الصرف الصحى هو المعالجة ثم القاءها فى المصارف ، بخلاف بعض التجاوزات بإلقاءها في وضعها الخام مباشرة فى المصارف مما يؤدى إلى آثار خطيرة على البيئة، أما فى حالة معالجة مياه الصرف الصحى واستخدامها فى الرى فإننا بذلك نضمن عدم تلوث كل من المصارف أو المياه الجوفية. وعموما فإن حماية البيئة من مياه الصرف الصحي الخام لا يقل أهمية عن النتائج الاقتصادية المترتبة على إعادة إستخدامها بأمان.

ز ــ قلة التكلفة : حيث أن استخدامها يخفض من استخدام الأسمدة الكيماوية، وبالتالى يوفر مبالغ طائلة.

ح ــ حفظ المياه : يمكن حفظ المياه المعالجة عن طريق حقن التربة فى بعض المناطق النائية وسحبها فى وقت لاحق لاستغلالها فى أعمال الزراعة.

٣.٨ الإجراءات اللازمه لتطوير مشروع اعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الري

- تطبيق دراسة تقييم الأثر البيئي (رأي المستفيدين واصحاب المنطقه)

- منع استخدام مياه الصرف الصحي في اوقات معينه او عمل انذار مبكر لمنع استخدامها نظرا لعدم اكتمال المعالجه أو لأنها أخرجت دون معالجه.
- تحديد معايير كمايلي: مواصفات المياه المعالجه، طريقة الري الحديث المستخدم، المحاصيل الملائمه، اجراءات السلامه، الإستعاضه كليا أو جزئيا عن السماد الكيماوي.
- اعتبار المياه مورد اقتصادي ذو قيمه
- تحديد البدائل للإستخدام وبحسب المواصفات وادارة الطلب
- ترشيد الإستهلاك
- تحديد حقوق المياه
- تحديد الرابحون والخاسرون (المستفيدون والمتضررون)

٤.٨ التطلعات المستقبليه

- اتخاذ بعض الإجراءات للتخفيف من المشكلة البيئية وذلك من خلال تنفيذ محطات معالجه لتحسين مخرجات الصرف الصحي للتمكن من اعادة استخدامها في الري. من خلال قنوات ري مغلقه يتم عن طريقها توزيع المياه على المنطقة التي تقع بجانب المحطة بغرض استخدام طريقة الري الملائمه وترشيد الاستهلاك والرفع من الوعي والوضع الصحي للمنطقة والوصول الى اهداف قصيرة وطويلة المدى مثل:
- قصيرة المدى: مثل رفع الوعي لدى المزارعين ومراقبة و تحديد نوعية المياه الخارجة وكذا المحاصيل المزروعة.
- طويلة المدى: مثل إخراج مشروع الري المناسب ومراقبة مكونات التربة ومدى تأثرها بنوعية المياه وكذا مدى تأثر الحوض المائي الجوفي تمثل التوصيات.

٥.٨ التوصيات

١. وضع خطه مستقبليه لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي كجزء من مهجية الإداره المتكامله للموارد المائيه. هذه الخطه تحتوي على الجوانب الفنيه، المؤسسيه، القانونيه ، الإجتماعيه ، الإقتصاديه الماليه اضافة الى التشغيل والصيانه

٢. دعم المناطق الحضريه بالقروض والمنح لتنفيذ البنيه التحتيه لمشروع المعالجه واعادة الإستخدام واعتبار خيار اعادة الإستخدام عند التخطيط

٣. دعم المناطق الريفيه في تنفيذ التكنولوجيا قليلة الكلفه بنظام اللامركزيه والتي تمكن من استخدام المياه المعالجه في الموقع بالإضافه الى الدعم الفني لضمان الإستدامه

٤. وضع حوافز للمصانع للإلتزام بمواصفات المياه الخارجه منها وذلك بتنفيذ محطة معالجه أواعادة استخدام المياه داخل المنشأه الصناعيه للتقليل من دخول المياه الصناعيه في الشبكه

٥. الإستثمار المستدام في مجال معالجة مياه الصرف الصحي لن يتحقق إلا اذا رافقه دعم مؤسسي وتطوير قدرات، تحديد مسئوليات، تدريب الكوادر، وتغطية كلفة التشغيل والصيانه.

٦. تحديد نظام تعرفه لتغطية الكلفه هي الآليه المناسبه للوصول الى نظام اعادة استخدام مستدام.على المدى البعيد

٧. القيام بعمل دراسات هيدروجيولوجيه للوصول الى تصميم اقتصادي وفني ملائم لإعادة تغذية المياه الجوفيه باستخدام مياه الصرف الصحي المعالج.

. القيام بدعم ومساعدة مستخدمي مياه الصرف الصحي في إنشاء جمعيات مستخدمي مياه الصرف الصحي بغرض التوزيع الفعال وحسن الإستخدام

٩. دعم البحث العلمي لمساعدة متخذي القرار في المواضيع ذات العلاقه مثل/ تحديد وضع المياه الجوفيه، توجيه مياه الصرف الصحي بعيدا عن البحار، فصل و اعادة استخدام المياه الرماديه في الحدائق المنزليه وكبار مستهلكي المياه مثل المعسكرات والفنادق والمساجد وكذا هيكلة التعرفه لتغطية الكلفه وتطبيق مبدأ الملوث يدفع وخاصة في المصانع والإستثمارات التي تخرج مياه صرف صحي مضره بالبيئه .

١.٩ النتائج المتعلقة بشبكة الصرف الصحي

٢.٩ النتائج المتعلقة بمحطة المعالجة

الفصل التاسع

النتائج

١.٩ النتائج المتعلقة بشبكة الصرف الصحي

تفتقر اغلب المناطق الفلسطينية لوجود شبكات الصرف الصحي،لذلك معظم السكان يستخدمون الحفر الامتصاصية للتخلص من المياه العادمة ، وما يميز بلدة خاراس عن بقية المناطق هو وجود نواة لشبكة صرف صحي بها ولكن مع تزايد النمو السكاني ، بدأت مجموعة كبيرة من الناس بالاتصال بالشبكة بشكل عشوائي ، مما أدى إلى زيادة حجم المياه المتدفقة إلى الشبكة بطريقة تفوق قدرتها الاستيعابية التي صممت عليها .

في هذا المشروع، يتم وضع تصميم لنظام جمع مياه الصرف الصحي لبلدة خاراس بالاعتماد على معدل النمو السنوي للسكان واستهلاك المياه للسنوات ال ٢٥ المقبلة . وفيما يلي موجز الاستنتاجات الرئيسية التي خلصت إليها هذه الدراسة:

١. بلدة خاراس لديها شبكة صرف صحي ولكنها لا تخدم جميع المواطنين بالإضافة إلى أنها بحاجة إلى إعادة صيانة وتصميم.، فبعض المواطنين لا يزال يستخدم الحفر الامتصاصية للتخلص من المياه العادمة التي تتسرب إلى باطن الأرض، مما تتسبب في سلسلة من المشاكل الصحية والبيئية.

٢. عدد السكان الحالي في بلدة خاراس حوالي ٧٢٣٦ شخص. التنبؤ المستقبلي للسكان مختلف للغاية بسبب عدم اليقين السياسي. يتم أخذ معدل النمو السكاني ٣.٣٢٪.

٣. معدل استهلاك المياه يساوي 100 L/C ومعدل إنتاج المياه العادمة يساوي 80% من معدل استهلاك المياه .

٤. مخطط جمع مياه الصرف الصحي المقترح لبلدة خاراس يغطي معظم البلدة.

٥. مخطط الصرف الصحي للبلدة يشمل ٣ خطوط رئيسية و٣ خطوط فرعية .

٦. أقطار أنابيب الصرف تتراوح بين ٢٠٠ ملم – ٣٠٠ ملم .

٧. في تصميم نظام الصرف الصحي كان ميل الخطوط متماشيا مع ميل الأرض لتجنب تكاليف الحفريات ، من اجل المحافظة على هذا الشرط تم استخدام بعض ال drop manhole .

٨. تم المحافظة على عمق ثابت ل لخطوط في نظام الصرف يتراوح بين (١.٥ – ٥) تحت سطح الأرض لتقليل تكاليف الحفريات .

٩. التدفق في شبكة الصرف بنظام الجاذبية . لم يتم استخدام مضخات في منطقة الدراسة .

٢.٩النتائج المتعلقة بمحطة المعالجة

عندما تم إنشاء محطة المعالجة في بلدة خاراس تم وضعها كنموذج لمعرفة مدى كفاءة هذه المحطة في المعالجة ، ومدى تقبل الناس لفكرة وجود محطة ومدى استقبالهم لاستخدام مخرجات المحطة . لذا تم تطبيقها على فئة محدودة من الناس ممن ابدوا رغبتهم في الاتصال بشبكة الصرف الصحي ، وحسب التقارير السابقة التي كتبت عن المحطة فقد أثبتت هذه المحطة كفاءتها في المعالجة لمدة أربع سنوات وبعد ذلك توقفت المحطة عن العمل وذلك للأسباب التالية :

١- عدم وجود محطة لسحب الحمأه من الخزان الأمر الذي أدى إلى حدوث خلل في المعالجة داخل خزان ال UASB
٢- لم يكن هنالك صيانة مناسبة للمحطة الأمر الذي أدى إلى تراكم المشاكل فيها حتى وصلت إلى مرحله أدت إلى توقفها عن العمل .

وعلى الرغم من ذلك إلا أن المحطة أثبتت بأنها نموذج جيد يمكن تطبيقه بشكل أوسع ليشمل القرية بأكملها او تطبيقها على نطاق أوسع لتشمل مدينه كاملة .

أسباب نجاح النموذج الذي طبق في بلدة خاراس :

١- لا يحتاج إلى مساحات كبيره وهذا يخدمنا كمجتمع فلسطيني بسبب محدودية الأراضي .

٢- كفاءة المحطة في المعالجة فالمحطة حققت نسبة تخلص من الملوثات بنسبة ٧٠ % ، فالمياه المستخرجة من المحطة مطابقة لمعايير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة .

٣- استخدام نظام المعالجة اللاهوائية كان ناجحا في بلدة كبلدة خاراس وذلك لان المعالجة الهوائية لا يصدر عنها روائح مثل المعالجة الهوائية وبالتالي قلت التأثير البيئي . وخصوصا أن المحطة وان كانت بعيده عن النمو السكاني والزحف العمراني إلا أنها تكون قريبه من أراضي المزارعين وممتلكاتهم .

٤- لم يستخدم فيها الأنظمة الميكانيكية بشكل معقد فما تحتاجه المحطة مضختين الأولى على خزان ال UASBلسحب الحمأه والثانية على الخزان النهائي لسحب المياه منه ونقلها الى مكان استخدامها ، الأمر الذي يسهل عمليه الصيانة والتكاليف الناتجة عنها وعن استخدام مثل هذه المعدات الميكانيكية .

ولو اطلعنا على المشاكل التي واجهت المحطة لوجدنا بأنها مشاكل بسيطة ناتجة عن سوء استخدام بشري وليس خلل في المحطة بحد ذاتها ، فهذا النموذج البسيط يمكن تطويره بشكل افضل مع إضافة بعض وحدات المعالجة الثانوية والثالثيه للحصول على مياه أنقى واصفي .
ومن هذا المنطلق ارتأينا بأن إعادة تصميم المحطة لتشمل عدد اكبر من السكان يعتبر خطوة جيده يمكن الاستفادة منها في المناطق كافة .

لذا وبعد أن قمنا بدراسة كافة البيانات المتعلقة بمحطة المعالجة في بلدة خاراس قمنا بإعادة تصميم المحطة لتشمل كافة أنحاء بلدة خاراس بالإضافة إلى عدد من القرى المجاورة لتكون مشروع حقيقي يمكن تطبيقه في معظم مدن وقرى فلسطين .

وفيما يلي مقارنه بين المحطة الموجودة حاليا والنموذج الذي قمنا بتصميمه :

١- تم تصميم المحطة المقامة لتستوعب عدد سكان لا يتجاوز ال ٣٠٠ شخص بكمية تدفق لا تزيد عن ١٢٠ م ٣ / يوم . أما في تصميمنا فقد قمنا بتصميم المحطة لتخدم بلدة خاراس كافة بالإضافة إلى مجموعة من القرى المجاورة (حلحول ، حته ، توبا ، خاراس) بعدد سكان يصل إلى ١٤٢ ألف نسمة وكمية تدفق تزيد عن ١٥٠٠٠ م٣/ يوم .

٢- تم إنشاء محطة المعالجة على قطعة ارض لا تتجاوز ال ٢ دونم هذه القطعة غير مناسبة لإنشاء محطة عليها وذلك بسبب قربها من الزحف العمراني . كما انه لا يوجد مجال للتوسع فيها مستقبليا . أما في تصميمنا فقد أخذنا بعين الاعتبار كافة الشروط اللازمة لاختيار موقع محطة المعالجة التي تم ذكرها سابقا .

٣- حسب الدراسات السابقة للمحطة فقد تبين معارضه معظم الناس لاستخدام مخرجات محطة المعالجة وعلى العكس من ذلك فقد صدرت مجموعة من الشكاوي من قبل المواطنين على الأشخاص الذين يستخدمون مياه الصرف الصحي المعالجة ودعمت هذه الشكاوي من قبل وزاره الزراعة . لذلك فقد بينا في مشروعنا ضرورة وجود توعيه للمواطنين لأجل الاستخدام الأمن لهذه المياه ومجالات استخدامها تحديدا بالإضافة إلي المعايير التي تحدد صلاحية هذه المياه للزراعة ، كما قمنا بالتنويه لضرورة وجود دور للحكومة وأصحاب القرار في دعم استخدام مخرجات المحطة لان هذا سيعود على الجميع بالنفع والفائدة .

ملحق A ----------

جداول حساب كميات التدفق

ملحق ---------- B

جداول التصميم

ملحق ---------- C

BILL OF QUANTITY

ملحق ---------- D

معايير الري العالمية لمياه الصرف المعالجة

المصادر والمراجع

Recommended revised microbiological guidelines for treated wastewater use in agriculture[a]

Category	Reuse conditions	Exposed group	Irrigation technique	Intestinal nematodes[b] (arithmetic mean no. of eggs per litre[c])	Faecal coliforms (geometric mean no. per 100 ml[d])	Wastewater treatment expected to achieve required microbiological quality
A	Unrestricted irrigation					Well-designed series of waste stabilization ponds (WSP), sequential batch-fed wastewater storage and treatment reservoirs (WSTR) or equivalent treatment (e.g., conventional secondary treatment supplemented by either polishing ponds or filtration and disinfection)
	A1 For vegetable and salad crops eaten uncooked, sports fields, public parks[e]	Workers, consumers, public	Any	$\leqslant 0.1$[f]	$\leqslant 10^3$	
B	Restricted irrigation					
	Cereal crops, industrial crops, fodder crops, pasture and trees[g]	B1 Workers (but no children <15 years), nearby communities	Spray or sprinkler	$\leqslant 1$	$\leqslant 10^5$	Retention in WSP series including one maturation pond or in sequential WSTR or equivalent treatment (e.g., conventional secondary treatment supplemented by either polishing ponds or filtration)
		B2 as B1	Flood/furrow	$\leqslant 1$	$\leqslant 10^3$	As for Category A
		B3 Workers including children <15 years, nearby communities	Any	$\leqslant 0.1$	$\leqslant 10^3$	As for Category A
C	Localized irrigation of crops in category B if exposure of workers and the public does not occur	None	Trickle, drip or bubbler	Not applicable	Not applicable	Pretreatment as required by the irrigation technology, but not less than primary sedimentation

[a] In specific cases, local epidemiological, sociocultural and environmental factors should be taken into account and the guidelines modified accordingly.

[b] *Ascaris* and *Trichuris* species and hookworms; the guideline limit is also intended to protect against risks from parasitic protozoa.

[c] During the irrigation season (if the wastewater is treated in WSP or WSTR which have been designed to achieve these egg numbers, then routine effluent quality monitoring is not required).

[d] During the irrigation season (faecal coliform counts should preferably be done weekly, but at least monthly).

[e] A more stringent guideline limit ($\leqslant$ 200 faecal coliforms/100 ml) is appropriate for public lawns, such as hotel lawns, with which the public may come into direct contact.

[f] This guideline limit can be increased to $\leqslant 1$ egg/l if (i) conditions are hot and dry and surface irrigation is not used or (ii) if wastewater treatment is supplemented with anthelmintic chemotherapy campaigns in areas of wastewater reuse.

[g] In the case of fruit trees, irrigation should stop two weeks before fruit is picked, and no fruit should be picked off the ground. Spray/sprinkler irrigation should not be used.

a

In specific cases, local epidemiological, sociocultural and environmental factors should be taken into account and the guidelines modified accordingly.

b

Ascaris and Trichuris species and hookworms; the guideline limit is also intended to protect against risks from parasitic protozoa.

c

During the irrigation season (if the wastewater is treated in WSP or WSTR which have been designed to achieve these egg numbers, then routine effluent quality

monitoring is not required.(

d

During the irrigation season (faecal coliform counts should preferably be done weekly, but at least monthly.(

e

A more stringent guideline limit (4200 faecal coliforms/100 ml) is appropriate for public lawns, such as hotel lawns, with which the public may come into direct contact.

f

This guideline limit can be increased to 41 egg/l if (i) conditions are hot and dry and surface irrigation is not used or (ii) if wastewater treatment is supplemented

with anthelmintic chemotherapy campaigns in areas of wastewater reuse.

g

In the case of fruit trees, irrigation should stop two weeks before fruit is picked, and no fruit should be picked off the ground. Spray/sprinkler irrigation should not be used.

BILL OF QUANTITY

BILL OF QUANTITY FOR THE PROPOSED WASTEWATER COLLECTION SYSTEM

No.	EXCAVATION	UNIT	QTY	UNIT PRICE		TOTAL PRICE	
				$	C	$	C
A1	Excavation of pipes trench in all kind of soil for one pipe diameter 8 inch depth and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site	LM	6774.1				
A2	Excavation of pipes trench in all kind of soil for one pipe diameter 10 inch depth and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site	LM	243.5				
A3	Excavation of pipes trench in all kind of soil for one pipe diameter 12 inch depth and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site	LM	615				

Sub-Total							
B	**PIPE WORK**						
B1	Supplying, storing and installing of UPVC	LM	7632.6				
Sub-Total							
C	**PIPE BEDDING AND BACKFILLING Dimension and material**						
C1	Supplying and embedment of sand for one pipe diameter 8 inch, depth up to 1.00 meter and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site.	LM	6774.1				
C2	Supplying and embedment of sand for one pipe diameter 10 inch, depth up to 1.00 meter and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site.	LM	243.5				
C3	Supplying and embedment of sand for one pipe diameter 12 inch, depth up to 1.00 meter and disposing of the debris and the top soil unsuitable for backfill outside the site.	LM	615				

Sub-Total							
D	**MANHOLES, Details according to the drawing**						
D1	Supplying and installing of precasted manhole including excavation pipe connection, epoxytar coating, 25-ton cast iron cover and backfill, size 1200mm, depth up to 1.00m.	NR	215				
D2	Supplying and installing of precasted manhole including excavation pipe connection, epoxytar coating, 25-ton cast iron cover and backfill, size 1000mm, depth up to 2.5m.	NR	3				
Sub-Total							
E	**Concrete Surround**						
E1	Suppying and installing of reinforced concrete (B 200) protection concrete encasement for sewer pipe.	LM	7632.6				
Sub-Total							
F	**Air And Water Leakage Test**						

F1	Air leakage test for sewer pipe lines 8,10 and 12 inch according to specifications, including for all temporary works.	LM	7632.6				
F2	Water leakage tests for manholes, depth up to 1.00 meter according to specifications.	NR	215				
F3	Water leakage test for manholes , depth up to 2.5 meter according to specification	NR	3				
Sub-Total							
G	**Survey work**						
G1	Topographical survey required for shop drawings and as built DWGS using absoluet Elev. And coordinate system	LM	7632.6				

المصادر والمراجع

١. محمد بن صادق العدوي (١٩٨٨) " النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحي " ، دار الراتب الجامعية

٢. محمود بن حسان بن عبد العزيز (١٩٨٢) " أساسيات الهيدروليجيا " ، عمادة شؤون المكتبات _ جامعة الملك سعود ، الرياض .

٣. منظمة الصحة العالمية ,المكتب الإقليمي لشرق المتوسط المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة (٢٠٠٤) " إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة "

3. Hammer, Mark J. (1977), "Water and Wastewater Technology", John Wiley and sons, INC., U.S.A.

4. Mc Ghee, Terence J. (1991), "Water Supply and Sewage", Sixth Edition, Mc Ghee- Hill International Edition, U.S.A.

5. Palestinian Bureau of Statistics (1999), "Locality Type Booklet: Population, Housing, and Establishment Census", Statistical Reports Series, Ramallah, West Bank, Palestine.

6. Qasim, Syed R. (1985), "Wastewater treatment plants planning, Design, and operation". The University of Texas at Arlington, U.S.A.

7. Viessman, Warren.JR. and Hammer, Mark J. (1985)," Water Supply and Pollution Control', Fourth Edition, Harper and Row, Publishers, Inc., New York, U.S.A.

8. Metcalf & Eddy . (1991), "Wastewater Engineering: Treatmant , Disposal , and Reuse" , 3rd Edition, Mc Graw – Hill Co.

9. Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants Water Pollution Control Federation , USA , 1994 .

10. Wael Awadallah , "Sewage Treatment by a UASB-Wetlands System for A small Community" . (2006) ,

11. Shihwu Sung, Ph.D., PE (2008) , "Anaerobic Water Treatment Technologies" , Department of Civil, Construction & Environmental engineering Iowa State University .