الجامعة الإسلامية غزة
عمادة الدراسات العليا
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة
(دراسة في جغرافية البيئة)

The Use of Treated Wastewater in Agriculture in the Gaza Strip
(A Study in the Environment Geography)

إعداد الطالبة:
مها صبري علي السلقاوي

إشراف:
د. كامل سالم أبو ضاهر **د. عبد الفتاح نظمي عبد ربه**

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا من كلية الآداب بالجامعة الإسلامية – غزة

1434هـ – 2013م

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

صدق الله العظيم

[الروم: 41]

الإهداء

إلى والدي الكريمين، مهجة القلب وضياء العينين، من كان العطاء منهم مبذولاً، والدعاء منهم مأمولاً، من خففا ظهري من ثقل المحن، واثقلاه بقناطير الحب والمنن، أدام الله ظلهما، وختم بالصالحات أعمارهما.

إلى إخواني وأخواتي وكل من عرفت

إلى صديقاتي العزيزات

شكر وعرفان

الشكر أولاً وأخيراً لله الذي منحني من فضله وكرمه القوة والعزيمة على مواصلة العمل لإنجاز هذه الرسالة، كما أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذيّ الكريمين **الدكتور/ كامل سالم أبو ضاهر، والدكتور/ عبد الفتاح نظمي عبد ربه** الذينّ تفضلا بالإشراف على هذه الرسالة، والذينّ كان لهما الفضل بعد الله سبحانه وتعالى في اتمام هذه الرسالة بما قدموه من نصح، وإرشاد، وتوجيه، ورأي سديد، فجزاهم الله عني خير الجزاء، كما أتقدم بالشكر والعرفان إلى أستاذيّ الكريمين عضويّ لجنة المناقشة،

الأستاذ الدكتور/ نعيم سلمان بارود حفظه الله

الأستاذ الدكتور/ يوسف صلاح أبو مايلة حفظه الله

على ما قدماه من توجيهات وارشادات أثرت البحث ، وأخرجته في أفضل صورة، فجزاهم الله عني خير الجزاء، ويسعدني في هذا المقام أن أتوجه بكل الشكر والتقدير إلى جميع أساتذتي أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة الأزهر–غزة على ما قدموه من مساعدة أثناء دراستي في برنامج الماجستير، ولا يفوتني أن أقدم شكري لكل زميلاتي وصديقاتي في برنامج الماجستير لما لمسته منهن من تشجيع وتقدير واحترام، ويسرني أن أشكر المهندس/ جمال الددح مدير دائرة التخطيط الاستراتيجي في سلطة المياه الفلسطينية، ولا أنسى أن أتقدم بالشكر والعرفان لكل من ساعدني وأفادني بأية معلومة حول الموضوع وآمل أن يصل شكري لكل واحد منهم.

ملخص الدراسة

تناولت الدراسة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة. فقامت الباحثة بتصميم استبانة خاصة بهذا الغرض وتوزيعها على المزارعين الغزيين الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية. وبينت نتائج الاستبانة أن أكثر المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة الزيتون، والحمضيات، والأعلاف، كما تبين أن 92.5% من المزارعين لديهم الرغبة في التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري بعض المحاصيل الزراعية نظراً إلى جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة. وأظهرت الدراسة أن غالبية المزارعين لا يلاحظون اختلافاً بين جودة المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة والمروية بالمياه العادية. وإن من الأسباب التي ساهمت في استخدام المياه العادمة المعالجة تتمثل في انخفاض أسعار المياه المعالجة، و غنى المياه العادمة المعالجة بالعناصر المغذية والمفيدة للمحاصيل، بالإضافة إلى الرغبة في تقليل استخدام المياه الجوفية التي تعاني من الملوحة المفرطة. توصي الدراسة الحالية بتحسين سعة وكفاءة معالجة محطات معالجة المياه العادمة الموجودة حالياً في قطاع غزة.

ABSTRACT

The current study examined the use of treated wastewater in agriculture in the Gaza Strip. The researcher designed a questionnaire for this purpose and distributed it to Gazan farmers applying the treated wastewater in irrigating their crops. The results of the questionnaire showed that the most crops irrigated with treated wastewater were olives, citrus and forage (feedstuff). The study revealed that 92.5% of farmers had the desire to expand the use of treated wastewater in agriculture due to the good quality of agricultural products irrigated with treated wastewater. At the same time, most farmers claimed that they did not observe differences between the quality of crops irrigated with treated wastewater and those irrigated with normal water. Other reasons contributed to the use of treated wastewater include the low prices of treated wastewater, the richness in nutritional elements and the reduction of the use of brackish groundwater prevailing in most areas of the Gaza Strip. Finally, the study recommends the improvement of the capacity and treatment efficiency of the existing wastewater treatment plants in the Gaza Strip in order to reach the recommended international standards for the use of treated wastewater in agriculture.

قائمة المصطلحات

الأكسجين الممتص كيميائياً (COD))Chemicaloxygen Demand(

مقياس لكمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية للمادة الكربونية (العضوية) الموجودة في المياه العادمة باستخدام أملاح الديكرومات أو البرمنجنات كمؤكسدات وذلك في اختبار يستغرق ساعتين.

الأكسجين الممتص حيويًا (BOD_5) Biochemical oxygen Demand

(1) كمية الأوكسجين المستخدمة في الأكسدة الكيميائية الحيوية للمادة العضوية بعد 5 أيام، عند درجة حرارة معينة وفي ظروف معينة.

(2) اختبار قياسي يجرى لتقدير النوعية البيولوجية للمياه. وكلما قلت هذه القيمة كلما كانت نوعية الماء أفضل.

سعة تبادل الكاتيونات (ECE) Cation exchange capacity

تتمثل في كمية الكاتيونات القابلة للتبادل التي تستطيع التربة أن تدمصها، ويتم التعبير عنها بوحدات المللليمكافئ في كل 100جرام من التربة، أو بوحدات المللليمول من الشحنة الموجبة في كل كيلوجرام من التربة، وتتصل هذه السعة اتصالا مباشرا بقدرة التربة على الاحتفاظ بالكاتيونات عند غسلها بالماء. كما تستخدم هذه السعة في حساب نسبة الصوديوم القابل للتبادل – وهو مقياس للصوديوم الزائد في التربة.

درجة التوصيل الكهربائي (EC) Electrical Conductivity

مقياس للملوحة يتم التعبير عنه بوحدات المللليموز في كل سنتيمتر (mmho/cm)، أو بوحدات الديسي سيمنز في كل متر (dS/m) عند درجة حرارة 25م، وله علاقة مباشرة بإجمالي المواد الصلبة المذابة (ملليجرام/لتر).

نسبة الصوديوم القابل للتبادل (ESP) Exchangeable sodium percentage

النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل منسوبة إلى قدرة التربة على التشبع بالكاتيونات.

نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) Sodium adsorption ratio

مقياس لكمية الصوديوم منسوبة إلى كمية الكلسيوم و المغنسيوم الموجودة في المياه أو في مستخلص التربة المشبع، ويُقدّر كما يلي: $SAR = Na/[(Ca+Mg)/2]^{1/2}$ ، حيث يتم التعبير عن قيمة الصوديوم و الكلسيوم و المغنسيوم بوحدات المللليمكافئ/ لتر. ويمكن استخدام نسبة ادمصاص الصوديوم للتكهن بنسبة الصوديوم القابل للتبادل في التربة والتي يمكن موازنتها بإضافة محلول معين.

فهرس المحتويات

الآية ..... أ
الاهداء .....ب
شكر وعرفان ..... ج
ملخص الدراسة .....د
قائمة المصطلحات..... هـ
فهرس المحتويات .....و
فهرس الجداول..... ي
فهرس الأشكال .....م
فهرس الصور ..... س

المقدمة والإطار النظري

المقدمة 2
أولاً: مشكلة الدراسة: 4
ثانياً: منطقة الدراسة: 4
ثالثاً: أهداف الدراسة: 5
رابعاً: أهمية الدراسة:..... 5
خامساً: أسباب اختيار الموضوع:..... 5
سادساً: فرضيات الدراسة: 6
سابعاً: مصادر الدراسة (طرق جمع المعلومات): 6
ثامناً: منهجية الدراسة: 7
تاسعاً: الدراسات السابقة:..... 8
عاشراً: فصول الدراسة: 16

الفصل الأول

الملامح الجغرافية لقطاع غزة ومصادر المياه وتلوثها

أولاً: الملامح الجغرافية لقطاع غزة: 19
أ- الموقع الفلكي والجغرافي والمساحة:.....19
ب- مظاهر السطح: 20
ج- التربة: 21
د- التركيب الجيولوجي:.....22
هـ- المناخ: 22
و- السكان:.....23
ثانياً: مصادر المياه: 23
أ- المياه السطحية:.....24
ب- الأمطار:.....24

ج- المياه الجوفية: 26
1- الخزان الجوفي وخصائصه الهيدرولوجية: 26
2- الطبقات الحاملة للمياه الجوفية: 27
3- منسوب المياه الجوفية: 29
4- حركة المياه الجوفية وسريانها: 31
5- الموازنة المائية: 32
أولاً: عناصر الاستهلاك : 33
ثانياً: عناصر التغذية: 34
ثالثاً: تلوث المياه: 35
أ- التلوث الكيميائي: 36
ب- التلوث البيولوجي: 40
رابعاً: الاحتياجات المائية المستقبلية: 41
أ- مستقبل الطلب على المياه المنزلية (الاستهلاك الآدمي): 41
ب- مستقبل الطلب علي المياه الزراعية: 42
ج- مستقبل الطلب على المياه الصناعية: 42
خامساً: آفاق تطوير مصادر المياه في قطاع غزة: 43
أ- تجميع مياه الأمطار: 43
ب- تحليه مياه البحر: 44
ج- استيراد المياه من الدول المجاورة: 44
د- معالجة المياه العادمة واستخدامها في الزراعة: 44

الفصل الثاني

واقع المياه العادمة في قطاع غزة

أولاً: تعريف المياه العادمة ومكوناتها: 47
ثانياً: مصادر المياه العادمة: 47
أ- المياه العادمة المنزلية: 47
ب- المياه العادمة الصناعية: 48
ج- المياه العادمة الزراعية: 48
ثالثاً: نظم الصرف الصحي السائدة: 48
أ- الحفر الإمتصاصية: 48
ب- شبكات الصرف الصحي: 49
رابعاً: طرق معالجة المياه العادمة: 49
أ- طرق طبيعية: 50
ب- طرق حيوية أو بيولوجية: 50
ج- طرق كيميائية: 50

خامساً: محطات معالجة المياه العادمة وعمليات المعالجة السائدة فيها: 50
أ- محطة معالجة بيت لاهيا في محافظة الشمال:.....51
ب- محطة معالجة الشيخ عجلين في محافظة غزة: 53
ج- وضع المياه العادمة في محافظة دير البلح:.....56
د- أحواض تجميع و معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس:.....57
هـ- محطة معالجة تل السلطان في محافظة رفح:.....59
سادساً: تقييم محطات معالجة المياه العادمة في محافظات غزة: 61
أ- محطة بيت لاهيا في محافظة الشمال: 62
ب- محطة الشيخ عجلين في محافظة غزة:.....62
ج- أحواض تجميع ومعالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس: 63
د- محطة تل السلطان في محافظة رفح: 63
سابعاً: الاستراتيجية المستقبلية لتطوير محطات المعالجة في محافظات غزة: 64
أ- المشاريع المستقبلية لتطوير محطات المعالجة:.....64
1- محطة معالجة المياه العادمة في محافظة الشمال: 64
2- محطة معالجة غزة المركزية لمعالجة المياه العادمة:.....65
3- محطة معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس:.....66
ب- المعوقات التي تمنع تنفيذ المشاريع السابقة: 67

الفصل الثالث

إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي

أولاً: مجالات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة:..... 69
أ- ري المحاصيل الزراعية: 69
ب- تغذية الخزان الجوفي:.....71
ج- استخدام المياه العادمة المعالجة في الشرب: 71
د- الاستفادة من المياه العادمة المعالجة في مجالات أخرى:.....72
ثانياً: إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية: 73
أ- الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري: 73
ب- آثار وجود العناصر السلبية في المياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري:.....75
ج- العناصر الغذائية المُغذية للنبات في المياه العادمة المعالجة: 77
د- تحديد عمليات معالجة المياه العادمة: 78
هـ- المعايير المحددة لنوعية المياه العادمة المعالجة المستخدمة في ري المحاصيل الزراعية: 79
و - تحديد أنظمة الري المتبعة: 82
ز- نوع المحاصيل المُراد ريها بالمياه العادمة المعالجة: 83
ي- الحدود المسموح بها لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري: 85
ثالثاً: الجوانب الصحية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:..... 88

رابعاً: الجوانب البيئية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري: 89
أ- تأثيرها على التربة: 89
ب- تأثيرها على المياه الجوفية: 89
ج - تأثيرها على المياه السطحية: 89
د- تأثيرها على المحاصيل ومشكلة تسمم النباتات: 90
خامساً: الجوانب الاجتماعية والثقافية والقانونية والمؤسسية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري..... 90
أ- تقبل المجتمع لمفهوم استخدام المياه العادمة المعالجة والإعلام العام: 90
ب- التدريب وتنمية الموارد البشرية: 91
ج- الاعتبارات التنظيمية والجوانب القانونية: 91
سادساً: الجوانب الاقتصادية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري: 92
سابعاً :التدابير الوقائية الخاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري: 92
أ- الاحتياطات الواجب مراعاتها لحماية الفئات المستخدمة المياه العادمة المعالجة في الري: 93
ب- عمليات الرصد الذاتي والتفتيش والإجراءات التصحيحية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي: 95

الفصل الرابع

استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة

أولاً: واقع الزراعة في قطاع غزة: 99
أ- التحديات التي تواجه القطاع الزراعي في قطاع غزة: 99
ب- حاجة المحاصيل الزراعية من المياه في قطاع غزة: 100
ثانياً: الأسباب التي تدعو لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة: 101
ثالثاً: معايير اختيار المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة: 101
رابعاً: معيقات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة:.....103
خامساً: المشاريع الزراعية التي تم تطبيقها في قطاع غزة باستخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة: 104
سادساً: آراء المزارعين حول استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة: 111

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

النتائج:.....133
التوصيات: 135
المراجع.....137
الملاحق.....145

قائمة الجداول

م	الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-1)	الموازنة المائية في قطاع غزة للعام 2010-2011م	32
جدول (2-1)	نسبة تركيز عنصري الكلوريد والنترات في قطاع غزة	39
جدول (3-1)	الفحوصات الكيميائية للمياه في محافظات غزة لعام 2008م	40
جدول (4-1)	الفحوصات البكترولوجية للمياه في محافظات غزة لعام 2008م	41
جدول (5-1)	إجمالي الطلب على المياه (2010-2020م)حسب السيناريو الأول(الزيادة الطبيعية فقط)	42
جدول (6-1)	إجمالي الطلب على المياه(2010-2020م)حسب السيناريو الثاني (اللاجئين)	43
جدول (1-2)	تغطية شبكات الصرف الصحي في محافظات غزة عام 2009 م	49
جدول (2-2)	مواصفات المياه العادمة في محطة بيت لاهيا قبل وبعد المعالجة	53
جدول (3-2)	مواصفات المياه العادمة في محطة الشيخ عجلين قبل عملية المعالجة وبعد المعالجة	56
جدول (4-2)	مواصفات المياه العادمة في أحواض المعالجة في خانيونس قبل وبعد المعالجة	58
جدول (5-2)	مواصفات المياه العادمة في محطة تل السلطان قبل وبعد المعالجة	60
جدول (6-2)	مواصفات محطات المعالجة في محافظات غزة من ناحية: نوعية المعالجة، وطريقة التخلص من المياه بعد المعالجة، وطريقة التخلص من الحمأة.	61
جدول (7-2)	خصائص المياه العادمة المعالجة في محطات قطاع غزة لعام 2010م	62
جدول (8-2)	تطور نسبة أداء محطات المعالجة خلال الأعوام السابقة(2007-2009م)	63
جدول (1-3)	الحد الأقصى لمعايير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة.	81
جدول (2-3)	تصنيف النباتات والمحاصيل المسموح بريها بالمياه العادمة المعالجة.	85
جدول (3-3)	الاشتراطات القياسية للمياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري	86

م	الجدول	رقم الصفحة
جدول (4-3)	الخصائص الوبائية للكائنات الممرضة المعوية فيما يتعلق بفعاليتها في التسبب بالعدوى من خلال الري بالمياه العادمة المعالجة	88
جدول (5-3)	الإجراءات المطلوبة لتحقيق شروط الوقاية للعمال الذين يتداولون المحاصيل المنتجة باستخدام المياه العادمة المعالجة	94
جدول (1-4)	تصنيفات الأراضي الزراعية في قطاع غزة	99
جدول (2-4)	كمية المياه المخصصة لكل نوع من أنواع المحاصيل في قطاع غزة	100
جدول (3-4)	مساحة المناطق وكميات المياه التي تحتاجها المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة	102
جدول (4-4)	العلاقة بين المستوى التعليمي للمزارع واستخدام المياه العادمة المعالجة	112
جدول (5-4)	الرضا عن نوعية المياه المستخدمة في الري	114
جدول (6-4)	العلاقة بين نوعية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة	115
جدول (7-4)	العلاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة	116
جدول (8-4)	الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل	119
جدول (9-4)	توجد فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.	124
جدول (10-4)	تحديد أنواع المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة.	125
جدول (11-4)	سنوات العمل والخبرة في المجال الزراعي.	126
جدول (12-4)	نظام ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة.	126
جدول (13-4)	مدي الوعي عند المزارعين بكيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.	126
جدول (14-4)	يوجد إشراف ورقابة على استخدام المياه العادمة في مزرعتك	127
جدول (15-4)	تمارس الاجراءات الوقائية عند العمل في ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة.	127

م	الجدول	رقم الصفحة
جدول (4-16)	إخبار المستهلكين بالمنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في الزراعة.	128
جدول (4-17)	التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.	128
جدول (4-18)	صعوبات تسويق المنتجات المروية بالمياه العادمة المعالجة.	129
جدول (4-19)	استخدام الحمأة في تسميد الأراضي الزراعية.	129
جدول (4-20)	أسباب استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.	129
جدول (4-21)	تنصح المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.	130
جدول (4-22)	الرضا عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة.	130
جدول (4-23)	الاختلاف بين منتج المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية.	131

قائمة الأشكال

م	الشكل	رقم الصفحة
شكل (1-1)	منطقة الدراسة (قطاع غزة).	19
شكل (2-1)	المعدل السنوي العام للأمطار في قطاع غزة (1974 – 2004م).	25
شكل (3-1)	مقطع عرضي للخزان الجوفي الساحلي.	28
شكل (4-1)	منسوب المياه الجوفية في قطاع غزة.	30
شكل(5-1)	سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 1935م.	31
شكل (6-1)	سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 2007 م.	31
شكل (7-1)	تركيز عنصر الكلوريد في المياه الجوفية في قطاع غزة لعام 2011م.	37
شكل (8-1)	تركيز عنصر النترات في المياه الجوفية في قطاع غزة لعام 2011م.	38
شكل(1-4)	توزيع أفراد عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي.	111
شكل (2-4)	مصدر المياه في المزرعة.	112
شكل (3-4)	نظام الري في المزرعة.	113
شكل (4-4)	نوعية المياه المستخدمة في الري في المزرعة	114
شكل (5-4)	الرضا عن كمية المياه المستخدمة في الري.	115
شكل (6-4)	تحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة.	116
شكل (7-4)	رأي المزارعين في استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.	117
شكل (8-4)	تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على جودة المحاصيل.	119

م	الشكل	رقم الصفحة
شكل (4-9)	تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة لبيع المنتجات للمزارعين أو التجار.	120
شكل (4-10)	تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على منتجات البيع للناس العاديين.	121
شكل (4-11)	مدى قبول المزارعين استخدام المياه العادمة المعالجة إذا كانت أرخص من أي مصادر أخرى للمياه.	121
شكل (4-12)	استخدام المياه العادمة المعالجة في المزرعة.	122
شكل (4-13)	استخدام المياه العادمة المعالجة في المجالات المختلفة.	123
شكل (4-14)	الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة بسبب.	123
شكل (4-15)	استعداد المزارعين لأكل المنتجات الزراعية التي المروية بالمياه العادمة المعالجة.	124

قائمة الصور

م	الصورة	رقم الصفحة
صورة (2-1)	البرك العشوائية في محطة بيت لاهيا.	53
صورة (2-2)	أحواض المعالجة اللاهوائية في محطة الشيخ عجلين.	55
صورة (2-3)	أحواض المعالجة الهوائية في محطة الشيخ عجلين.	55
صورة (2-4)	أبراج المعالجة البيولوجية في محطة الشيخ عجلين.	56
صورة (2-5)	حوض المعالجة اللاهوائية في محطة معالجة المياه العادمة خانيونس.	58
صورة (2-6)	حوض المعالجة الهوائية بمحطة تل السلطان	59
صورة (2-7)	حوض المعالجة اللاهوائية بمحطة تل السلطان	60
صورة (4-1)	أشجار الزيتون المروية بالمياه العادمة المعالجة في شمال غزة	105
صورة (4-2)	محصول البرسيم المروي بالمياه العادمة المعالجة في شمال غزة	106
صورة (4-3)	شبكة ضخ وتوزيع المياه العادمة المعالجة للأراضي الزراعية في منطقة الزيتون	107
صورة (4-4)	محصول الذرة الصفراء المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون	108
صورة(4-5)	أشجار الحمضيات المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون	108
صورة (4-6)	أشجار الحمضيات والزيتون المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون	109

المقدمة والإطار النظري

المقدمة

تعتبر المياه عنصر استراتيجي وحيوي يرتبط بالحياة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، وقد برزت قضية شح المياه وتردي نوعيتها في العديد من دول العالم نتيجةً للنمو السكاني، والتغيرات المناخية، والنشاط الإنساني، مما سبب نقصاً في الموارد المائية ثم فجوة غذائية في معظم الدول، وهذا سبب مُناسب لإدارة المياه العادمة ومعالجتها وإعادة استخدامها بكفاءة، وذلك بالاعتماد على التقنيات الحديثة غير التقليدية، والخطط الخاصة في هذا المجال، لعل هذا الموضوع من أهم المواضيع التي يجب على الدول التي تعاني من الجفاف، وشح مواردها المائية الطبيعية، كما هو حال معظم دول الوطن العربي، أن توليها الاهتمام الأكبر، والتركيز عليها كمصدر أساس ومتجدد (غير ناضب) للمياه، فمياه الصرف، سواء الصناعي، أو الزراعي، أو الصحي، إضافة إلى المياه المالحة والعسرة يمكن معالجتها بتقنيات حديثة وإعادة استعمالها في ري الأراضي الزراعية وفي الصناعة وحتى للاستعمال الآدمي (تحت شروط وضوابط معينة) بدلاً من تصريفها دون معالجة إلى المسطحات المائية مما يتسبب في مشاكل بيئية خطيرة تؤدي إلى هدر مصدر مهم من مصادر الثروة المائية، ولعل تزايد اهتمام الدول الغنية بالموارد المائية، كالدول الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية، والمتمثل في المبالغ الطائلة التي تنفق سنوياً بهدف تحسين تقنيات معالجة هذه المياه وإعادة استعمالها، لدليل قاطع على أهمية هذا المورد، كما تشير نتائج الدراسات والأبحاث إلى إمكانية استعمال هذه النوعية من المياه غير التقليدية بدرجات مختلفة في الزراعة عند تطبيق إدارة سليمة للتربة، ومياه الري، واختيار المحصول المناسب بما يتناسب مع نوعية المياه المستعملة في الري، وخصائص التربة الفيزيائية، والكيميائية وذلك باختيار طرق الري المناسبة، وإضافة الأسمدة الضرورية، وذلك في الوقت المناسب والكمية المناسبة، لا سيما وأن التحاليل الكيميائية المتعددة أثبتت أن المياه غير التقليدية تعتبر مصدراً جيداً وهاماً لري العديد من المحاصيل والنباتات، وأن استعمالها بمختلف أنواعها ومصادرها بكفاءة عالية وإدارة جيدة يسهم في زيادة رقعة الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة، وبالتالي زيادة الإنتاج الزراعي في المناطق التي تنتشر فيها تلك النوعية من المياه ضمن الظروف البيئية المختلفة، مؤدية إلى زيادة دخل المزارع، والأهم من ذلك كله هو تخفيف العبء على استعمال المياه العذبة وتوفيرها لأغراض الشرب، وللأجيال القادمة، لقد توسعت معظم الدول العربية في عمليات معالجة المياه العادمة واستخدامها في الري الزراعي حيث بينت دراسة (محمود، 2009: 238) أن كمية المياه العادمة المعالجة في الوطن العربي تُقدر بحوالي 9 مليارم^3/ سنوياً، تُصاحبها كميات هائلة من المخلفات العضوية الصلبة (الحمأة التي لها أهميتها في تسميد الأراضي الزراعية وزيادة خصوبتها) لذلك سوف تُركز الدراسة على تعزيز معالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها في المجالات المختلفة في

قطاع غزة، خاصة في الري الزراعي لما لها من أهمية في تدارك النقص في الموارد المائية المتاحة، وفي زيادة كمية المحصول، وتوفير الأسمدة الكيميائية، وكذلك تخفيف التلوث البيئي الناتج عن المياه العادمة، وذلك عن طريق اتباع الطرق الصحية في المعالجة والاستخدام، وتظهر أهمية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة بعد تدهور جودة المياه الكمية والنوعية والتي تتمثل في تذبذب سقوط الأمطار، والضخ الجائر للمياه الأمر الذي أدى إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية وتداخل مياه البحر المالحة، في ظل زيادة استهلاك المياه المتواصل حيث يتراوح استهلاك المياه السنوي من190- 200م م^3 وذلك للأغراض الزراعية والصناعية والمنزلية حيث يستهلك القطاع الزراعي 80-90م م^3/سنوياً في حين يصل إنتاج المياه العادمة في قطاع غزة حوالي 40 م م^3/سنوياً(سلطة المياه الفلسطينية،2011: 5) في حال معالجتها معالجة جيدة يمكن سد جزء كبير من العجز الحاصل في الخزان الجوفي واستخدام هذه الكمية في ري المحاصيل الزراعية كالحمضيات والأعلاف واللوزيات، بالإضافة إلى إمكانية تغذية الخزان الجوفي.

أولاً: مشكلة الدراسة:

يُعتبر قطاع غزة ذا كثافة سكانية عالية، حيث بلغ عدد السكان حوالي 1.672.865 نسمة وذلك حسب إحصاءات عام 2012م (مركز الإحصاء الفلسطيني، 2012: 30)، يتواجدون على مساحة 365 كم^2، وبالتالي يُعتبر قطاع غزة من أكثر مناطق العالم كثافة بالسكان، ويعتمد السكان اعتماداً كلياً على الزراعة من الناحية الاقتصادية، وتُعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي لسد احتياجات السكان لأغراض الشرب، والزراعة، والصناعة، ويُعتبر قطاع الزراعة هو المستهلك الرئيسي للمياه بنسبة تصل إلى حوالي 50%من الاستهلاك الكلي، نتيجةً للطلب المتزايد على المياه الجوفية فقد تناقص مخزون المياه الجوفية بصورة كبيرة خلال الأعوام الماضية، مع وجود تدهور واضح في نوعية المياه المُستخرجة، ومن المتوقع استمرار هذا التدهور وتسارعه خلال السنوات القليلة القادمة نتيجةً للنمو السكاني والاقتصادي المتزايد، لذلك لا بُد من وضع خطة استراتيجية للحفاظ على هذا المصدر الحيوي، والعمل على استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي، وشحن الخزانات الجوفية والاستفادة منها.

ويمكن توضيح مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

1- ما هي أبعاد المشكلة المائية في قطاع غزة؟
2- ما هو تأثير المشكلة المائية على قطاع الزراعة ؟
3- هل من الممكن معالجة المياه العادمة بحيث تصل إلى المواصفات المطلوبة عالمياً، واستخدامها في ري بعض المحاصيل الزراعية ؟
4- هل من الممكن حقن المياه العادمة المعالجة ثانوياً، داخل الخزان الجوفي وبالتالي المحافظة على الموازنة المائية للخزان الجوفي في قطاع غزة، والمساهمة في حل مشكلة نقص المياه؟

ثانياً: منطقة الدراسة:

يقع قطاع غزة في أقصى جنوب غرب فلسطين يحده من الجنوب صحراء سيناء المصرية بحدود 16كم ومن الشرق والشمال فلسطين المحتلة عام1948 م بحدود تصل 46كم، ويبلغ طول الساحل على البحر المتوسط حوالي 45كم، وبعرض يتراوح ما بين 6–12 كم، وتبلغ المساحة الكلية للقطاع 365 كم^2، ويتكون قطاع غزة من خمس محافظات تتمثل في محافظة شمال غزة، محافظة غزة، محافظة دير البلح، محافظة خانيونس، محافظة رفح (اللوح، 2000: 30).

ثالثاً: أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1- إبراز أهمية معالجة المياه العادمة المستخدمة في الزراعة وخطورة تأثيرها على الأنظمة البيئية.

2- إظهار الاستخدامات المختلفة والمتعددة للمياه العادمة المعالجة.

3- تحديد إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

4- توضيح أهم العوامل المؤثرة في التخطيط لإعادة استعمال المياه العادمة المعالجة بالإضافة إلى إيضاح أهمية الأخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة في استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

5- تحديد وفحص إمكانية تطابق مواصفات المياه العادمة المعالجة مع المعايير الدولية المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية.

رابعاً: أهمية الدراسة:

1- توفير مصدر مائي متجدد غير تقليدي عالي القيمة للاستخدام في الزراعة وبالتالي فموضوع دراسة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة جدير بالدراسة خاصة في ظل شح مياه الخزان الجوفي وبالتالي سد العجز القائم .

2- إن دراسة المياه العادمة المعالجة يمكن استخدامها في سد جزء كبير من الاحتياجات الزراعية وشحن الفائض اصطناعياً في الخزان الجوفي.

3- تحظى دراسة المياه العادمة المعالجة على أهمية كبيرة في الري الزراعي نظراً لاحتوائها على مخصبات وعناصر تغذية للنبات تساهم في توفير الأسمدة المطلوبة، خاصةً النيتروجين، والفسفور عالي القيمة والعناصر الطبيعية للتربة خاصةً في ظل ارتفاع أسعار الأسمدة.

خامساً: أسباب اختيار الموضوع:

تكمن أسباب اختيار الموضوع فيما يلي:

1- ضعف استخدام المياه العادمة المعالجة وذهاب معظمها إلى البيئة البحرية.

2- تزايد استهلاك المياه الجوفية للقطاعات الزراعية والصناعية والشرب بشكل كبير.

3- غياب وضعف تنفيذ القوانين والتشريعات التي تحدد وتنظم عملية استخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الزراعة.

4- تدهور متسارع لجودة المياه الجوفية الكمية والنوعية.

سادساً: فرضيات الدراسة:

1- تردي كفاءة محطات المعالجة من ناحية استيعابها لكميات المياه العادمة الواردة إليها من محطات الضخ.
2- تلوث المياه الجوفية وارتفاع نسبة النترات فيها في الكثير من مناطق القطاع ناتجة عن تسرب المياه العادمة إليها.
3- تخضع المياه العادمة المعالجة المستخدمة للري للمواصفات الفلسطينية والمعايير الدولية.
4- غياب تطبيق القوانين البيئية بطريقة صارمة ساهم في تفاقم مشكلة المياه العادمة.

سابعاً: مصادر الدراسة (طرق جمع المعلومات):

تعتمد الدراسة على عدة مصادر وهي:

1- المصادر المكتبية تشمل(الكتب، الرسائل الجامعية، الأبحاث المنشورة، التقارير، الصحف، المجلات، الخرائط، الانترنت).
2- التقارير والنشرات والإحصاءات الصادرة عن الجهات الحكومية من وزارة البيئة، والزراعة، وسلطة المياه الفلسطينية، بالإضافة إلى مصلحة مياه بلديات الساحل.
3- التقارير والنشرات والأبحاث الصادرة عن المؤسسات غير الحكومية.
4- المقابلات الشخصية لعدد من العاملين في مجال معالجة المياه العادمة في بلديات قطاع غزة.
5- الزيارات الميدانية لعدد من محطات معالجة المياه العادمة في محافظة شمال غزة، ومحطة الشيخ عجلين في محافظة غزة، وأحواض المعالجة في محافظة خانيونس، ومحطة تل السلطان في محافظة رفح.
6- متابعة ومناقشة النتائج المخبرية من المختبرات المتخصصة مع أصحاب الاختصاص والخبرة.
7- تصميم استبانة لاستطلاع أراء المزارعين في قطاع غزة، حول إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

ثامناً: منهجية الدراسة:

تم استخدام عدة مناهج في الدراسة منها:

أ- المنهج الوصفي: سوف يُستخدم لوصف محطات معالجة المياه العادمة ومعالجتها ومواصفات المياه العادمة المعالجة الناتجة عنها.

ب- المنهج التحليلي: سيتم تحليل واقع المياه العادمة ومحطات المعالجة من خلال التقارير اليومية، والشهرية لتحليل المياه العادمة المعالجة، وطرق التخلص منها، وتحديد أبرز المشكلات الناجمة عن طرق التخلص من المياه العادمة المعالجة، وتحديد مدى صلاحيتها للري الزراعي.

ج- التقييم والاستنتاج: سيتم تقييم النتائج، ووضع مقترحات، وتوصيات للتغلب على المشكلة، ووضع بعض التصورات للتخلص من المياه العادمة المعالجة بطريقة سليمة، والاستفادة منها بعد ذلك في المشاريع الزراعية، وفي حقن الخزان الجوفي، ولمعالجة الجوانب التحليلية لموضوع البحث لجأت الطالبة إلي جمع البيانات الأولية من خلال الاستبانة كأداة رئيسية للبحث، صُممت خصيصاً لهذا الغرض، وُوزعت على المزارعين، ومن ثم تفريغها وتحليلها باستخدام البرنامج الإحصائي(Statistical Package for the Social Sciences (SPSS، واستخدام الاختبارات الإحصائية المناسبة، بهدف الوصول لدلالات ذات قيمة ومؤشرات تدعم موضوع الدراسة، وتتمثل عينة الدراسة فيما يلي:

عينة الدراسة:

تم أخذ عينة عشوائية بسيطة من المزارعين الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة قدرها 40مزارعاً من الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية، ثم أخذت عينة عشوائية بسيطة مقدارها 128 مزارعاً من مزارعي قطاع غزة الذين لم يستخدموا المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية لأخذ آرائهم في استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

صدق الاستبانة:

يُقصد بصدق الاستبانة أن تقيس أسئلة الاستبانة ما وضُعت لقياسه، وقد قامت الباحثة بالتأكد من صدق الاستبانة من خلال صدق المحكمين حيث عرضت الباحثة الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين، لتحكيم الاستبانة، وقاموا بإبداء ملاحظاتهم ومقترحاتهم حول فقرات الاستبانة، وتم إجراء التعديل في ضوء مقترحاتهم من حذف وإضافة وتعديل ، لتخرج الاستبانة في صورتها النهائية .

الأساليب الإحصائية المستخدمة في البحث:

قامت الباحثة بتفريغ وتحليل الاستبانة من خلال برنامج التحليل الإحصائي وقد تم استخدام الأدوات الإحصائية التالية:

أ- التكرارات والنسب المئوية والرسوم البيانية : يستخدم هذا الأمر بشكل أساسي لأغراض معرفة تكرار فئات متغير ما ويفيد الباحث في وصف عينة الدراسة .

ب- اختبار مربع كاي(Chi- square) لمعرفة العلاقة بين متغيرين وصفين .

ج- اختبار الانوفا الأحادي (One – Way ANOVA) لمعرفة العلاقة بين ثلاث متغيرات فأكثر وتكون إجابة السؤال أكثر من خيارين .

تاسعاً: الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات السابقة التي تناولت المياه العادمة ومعالجتها بالدراسة والتحليل سواء محلياً، أو عربياً، أو دولياً، ويمكن توضيح الدراسات السابقة على النحو التالي:

أ- الرسائل الجامعية:-

1-دراسة أبو راس (2012).

"المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة غزة": رسالة ماجستير.

تناولت الدراسة موضوع المياه العادمة في محافظة غزة وعلى وجه الخصوص الناتجة عن ظاهرة الحفر الامتصاصية وأماكن انتشارها، وتركزها في المحافظة وتأثيرها على الخزان الجوفي، أوضحت الدراسة بالإحصائيات نوعية المياه الجوفية الكيميائية والبيولوجية في الآبار الجوفية في محافظة غزة حيث تبين فيها ارتفاع معدل النترات نتيجة تسرب المياه العادمة، وانتشار ظاهرة الحفر الامتصاصية، حيث وصل معدل النترات فيها 200ملجم/لتر، وهذا المعدل يفوق ما أوصت به منظمة الصحة العالمية المحدد ب50ملجم/لتر، بالإضافة إلى ارتفاع معدلات الكلوريد بشكل كبير خاصة في معظم آبار المحافظة التي تقع في المناطق الغربية لا سيما في مخيم الشاطئ والتي فاقت 5000ملجم/لتر، وهذا يفوق ما أوصت به منظمة الصحة العالمية المحدد ب250ملجم/لتر، أوصت الدراسة بإنشاء شبكة صرف صحي تغطي جميع أجزاء محافظة غزة.

2- دراسة الباز (2011).

"**المياه العادمة في محافظة خانيونس**": **رسالة ماجستير.**

تناولت الدراسة مشكلة المياه العادمة في محافظة خانيونس حيث الغالبية العظمى من السكان يعتمدون على الطرق البدائية للتخلص من المياه العادمة ممثلة في الحفر الامتصاصية الأمر الذي أدى إلى تسرب الملوثات خلال طبقات الأرض، وتلوث المياه الجوفية، علاوةً على ذلك فيض هذه الحفر خاصة في فصل الشتاء مما قد سبب أضرار صحية، وبيئية، جسيمة، أظهرت الدراسة انتشار مشكلة الروائح الكريهة، وانتشار البعوض والحشرات والزواحف، وتركيز عالٍ للنترات والكلوريد في آبار الشرب، والآبار الزراعية، بالإضافة إلى ظهور الأمراض الجلدية، والمعوية، والتنفسية، أوصت الدراسة بضرورة التعجيل في انشاء محطة معالجة المياه العادمة في منطقة صوفا شرقي محافظة خانيونس باعتبارها الحل الأمثل والشامل لمشكلة المياه العادمة في المحافظة لما تحققه من فوائد كثيرة سواء في الري، أو تحسين الخزان الجوفي وتخفيف الضغط عليه.

3- دراسة عديله (2010).

"**إمكانية إعادة استخدام المياه العادمة في الريف الفلسطيني**": **رسالة ماجستير.**

تناولت الدراسة وضع المياه والصرف الصحي في الريف الفلسطيني في ظل الظروف الناجمة عن تحكم الاحتلال الإسرائيلي في مصادر المياه، وفي ظل التلوث الناجم عن استخدام الحفر الامتصاصية وما تسببه من أضرار بيئية، وصحية، واقتصادية، بينت الدراسة أنه يمكن إعادة استخدام المياه العادمة في الريف الفلسطيني بعد معالجتها لأغراض ري الحدائق المنزلية والعامة، بالإضافة إلى ري بعض المحاصيل الزراعية، وأن هذا كفيل بتقليص العجز المائي بحوالي 14% في بلد يعاني من شح في المصادر المائية، وأوصت الدراسة بإعادة معالجة المياه العادمة واستخدامها في الزراعة، وتخصيص المياه الجوفية للشرب، والاستخدامات المنزلية، وذلك لسد العجز القائم في الموازنة المائية في المناطق الفلسطينية.

4- دراسة العبد لله (2007).

"**استخدام المياه العادمة المعالجة مناسبة وآمنه لري القطن في حوض العاصي**": **رسالة دكتوراه.**

تناولت الدراسة إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، حيث تُعتبر أحد الخيارات الجديدة والمطروحة، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تحتوي هذه المياه على العناصر الغذائية، والمواد العضوية التي تُعطيها ميزة إضافية وتُعد مصدراً قليل التكلفة لمياه الري ومسمداً للتربة، توصلت الدراسة إلى زيادة إنتاجية محصول القطن المروي بالمياه العادمة المعالجة، بالإضافة إلى إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة لري محصول القطن في هذه

المنطقة، وأوصت الدراسة بالعمل على تشجيع المزارعين في المنطقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري القطن وبعض المحاصيل الحقلية، والعمل على رسم السياسات والخطط من قبل الجهات المختصة لتطوير هذا المجال وأهميته كمصدر بديل للمياه المتاحة.

5- دراسة أبو بكر (2007).

"**خصائص المياه العادمة وتأثيرات استخدامها للري على خصائص التربة**": **رسالة ماجستير.**

تناولت الدراسة نقص المياه العذبة التي يمكن أن تغطي الحاجات المنزلية، والزراعية، بالإضافة إلى التحكم الإسرائيلي بمصادر المياه المتوفرة، وغياب وضعف القوانين والتشريعات التي تنظم عملية استخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الزراعة، بينت الدراسة وجود تأثير للمياه العادمة على خواص التربة مثل حموضة التربة، وتركيبة التربة، وتراكم العناصر الثقيلة وحركتها في التربة، وتبين من خلال النتائج أن تركيز عناصر المياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري خاضعة للتغير المكاني والزماني، وأوصت الدراسة بدعم المراكز البحثية المتخصصة سواءً الحكومية أو غير الحكومية ودعم المختبرات التابعة لها لفحص المياه العادمة المعالجة المستعملة في الري وذلك بصورة دورية للتأكد من صلاحيتها.

6- دراسة برهم (2006).

"**التقييم الفني لاستعمال المياه العادمة الناتجة عن محطة تنقية البيرة**": **رسالة ماجستير.**

تناولت الدراسة آلية وطريقة عمل محطة تنقية المياه العادمة في مدينة البيرة، ومعرفة ما إذا كانت المياه المُنتقاة بواسطة المحطة أثرت إيجابياً على البيئة المحيطة بالإنسان، ومعرفة ما إذا كان بالإمكان إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الاستخدامات المختلفة، وتبين من خلال النتائج أن محطة تنقية المياه العادمة في مدينة البيرة تعمل بشكل جيد وتفي بالغرض الذي أُقيمت من أجله، وأوصت الدراسة بضرورة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي والتسميد نظراً لما تحتويه هذه المياه من عناصر غذائية جيدة مخصبة ومسمدة للتربة.

7- دراسة صالح(2006).

" **تقييم إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري في طوباس: رسالة ماجستير.**

تناولت الدراسة النقص الواضح في كميات المياه في مدينة طوباس، نتيجةً لزيادة الطلب على المياه للاستخدام المنزلي والزراعي، حيث توصلت الدراسة إلى أن المياه العادمة المعالجة تُعتبر أحد المصادر التي يمكن استخدامها في الزراعة، مما قد تؤدي إلى زيادة مساحة الأراضي الزراعية، وتقليل التلوث الناتج عن المياه العادمة، حيث ركزت الدراسة على ثلاثة أنظمة لمعالجة

المياه العادمة من خلال استخدام الحمأة المنشطة والتقطير بالفلتر، والبرك المهواة، وأوصت الدراسة بأهمية استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي وتشجيع العمل على توسعة الأراضي الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة طوباس .

8- دراسة Ghannam (2006).

"Performance Evaluation of Gaza Waste Water Treatment Plant, Master thesis".

"تقييم أداء محطة معالجة المياه العادمة في غزة: رسالة ماجستير".

تم في هذه الدراسة تجميع وتحليل السجلات التاريخية السابقة لمحطة معالجة المياه العادمة في المحافظة، وقد أظهرت الدراسة العوامل التي تؤدي إلى خفض كفاءة تشغيل محطة معالجة المياه العادمة لمحافظة غزة، من حيث المواد العضوية والمواد الصلبة، وتم استعراض كفاءة كل مرحلة من مراحل المعالجة المختلفة وكمية المياه العادمة المتدفقة إليها، وأوصت الدراسة بالعمل على تطوير أداء وكفاءة المحطة، ودعمها بالمعدات والأجهزة الحديثة والمتطورة والتي تساعدها على تحسين أدائها والعمل على توسعة الأحواض الموجودة فيها حتى تستوعب كميات المياه العادمة المتدفقة إليها.

9- دراسة Al-Khaldi(2006).

"Performance Evaluation of Beit Lahia Wastewater Treatment Plant in the Northern Gaza Strip, Master Thesis."

"تقييم أداء محطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا شمال قطاع غزة"

تناولت الدراسة تقييم أداء محطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا شمال قطاع غزة حيث أظهرت الدراسة نتائج الدراسة تراجعاً ثابتاً في كفاءة إزالة الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5) والأكسجين الممتص كيميائياً(COD) والمواد الصلبة العالقة Total Suspended Solids –TSS) بالإضافة إلى البكتيريا القولونية (Fecal Coliform – FC) وتوصلت الدراسة إلى أن زيادة الحمل العضوي والهيدروليكي، ومحدودية إمداد النظام بالأكسجين والتصميم غير المتلائم لأبعاد الأحواض وعمقها أدت إلى انخفاض في أداء محطة المعالجة وقدرتها على إزالة الملوثات.

10- **دراسة Othman (2004).**

"The Use of Treated Gray Water for Irrigation of Rain Feels Olives, Master Thesis".

"**استخدام المياه الرمادية المعالجة لري أشجار الزيتون البعلية في قرية بيت دوقا**".

تناولت هذه الدراسة أنظمة الري المختلفة وأثرها على النمو والإنتاج للزيتون النباتي، وقد أُستخدمت فيها ثلاث عينات من الماء العادي، وثلاث عينات من المياه الرمادية المعالجة في ري أشجار الزيتون، وقد كانت التجربة في قرية بيت دوقا بالقرب من القدس، وتوصلت الدراسة إلى نجاح التجربة ونمو أشجار الزيتون المروية بالمياه الرمادية المعالجة والتي أعطت نتيجة مماثلة لأشجار الزيتون المروية بالمياه العادية، وأوصت الدراسة بأهمية استخدام المياه الرمادية في ري أشجار الزيتون واستخدامها كمصدر بديل للمياه القائمة في القرية.

11- **دراسةMelad (2002).**

"Beit-Lahia Wastewater Treatment Plant Evaluation and Alternative Options of Treatment, Master Thesis".

"**تقييم محطة المياه العادمة في بيت لاهيا والخيارات البديلة للمعالجة**".

تناولت الدراسة أثر محطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا على التلوث الميكروبيولوجي لآبار المياه المستخدمة للشرب والري التي تبعد مسافة 240–300م عن محطة المعالجة، وأوضح من خلال الفحوصات الميكروبيولوجية اللازمة أن التلوث الميكروبيولوجي كان بائناً في العديد من الآبار المفحوصة، ولاسيما تلك الواقعة في الجهة الغربية من محطة المعالجة، أظهرت الآبار ذات العمق القليل والقريبة من محطة المعالجة تلوثاً أعلى من تلك العميقة والبعيدة عن المحطة، وأوصت الدراسة بضرورة وضع خطة استراتيجية لمتابعة ومراقبة الآبار القريبة من المحطة والمحيطة بالمنطقة والعمل على فحصها باستمرار من قبل الجهات المختصة نظراً لخطورة المياه الناتجة عن هذه الآبار خاصة إذا تم استخدامها في الري والزراعة .

12- دراسة Abu Shaban (2002).

"The Effects of Wastewater on the Ecological In-tegrity of Wadi Gaza Wetland, Master Thesis.

"**تأثيرات المياه العادمة على التكامل البيئي للنظام البيئي الرطب في وادي غزة.** "

تناولت الدراسة تأثيرات صرف المياه العادمة على جودة المياه والتنوع الحيوي في النظام البيئي الرطب في وادي غزة، وذلك من خلال فحص العديد من المعايير الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية، وقد توصلت الدراسة أنه يوجد ارتفاعاً في تركيز الأكسجين المستهلك حيوياً(BOD_5)،

والأكسجين المستهلك كيميائياً(COD)، كما أوضحت الدراسة أن المياه العادمة تشكل الخطر الأكبر على صحة الإنسان والتنوع الحيوي في وادي غزة، أوصت الدراسة بضرورة تكاثف جهود المحافل المختلفة لحل مشكلة المياه العادمة المقذوفة في مجرى وادي غزة.

13- **دراسة أبو الهدي (2001).**

"**النفايات السائلة في مدينة نابلس**": **رسالة ماجستير.**

تناولت الباحثة مشكلة النفايات السائلة في مدينة نابلس من حيث العوامل المؤثرة عليها ومجالات الاستفادة منها بعد المعالجة، توصلت الدراسة إلى أن الخصائص العضوية، والاقتصادية، والاجتماعية، والسكانية والديمغرافية لها أثر كبير في حجم النفايات السائلة.

وأوصت الدراسة بضرورة معالجة المياه العادمة واستخدامها في الزراعة نظراً لمحدودية الموارد المائية، وزيادة الطلب عليها، لذلك فإن معالجة المياه العادمة تعمل على سد بعض تلك الاحتياجات وخاصة الاحتياجات الزراعية

14- دراسة Aish (2000).

"Nitrate Pollution and Contaminant Transport to Groundwater Resources in Beit Lahia Area, Gaza - Palestine, Master Thesis".

"**التلوث بالنترات وانتقال الملوثات لمصادر المياه الجوفية في منطقة بيت لاهيا**".

تناولت الدراسة دور محطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا شمال قطاع غزة في تلوث المياه الجوفية بالنترات، وذلك من خلال المعادلات الحسابية المتعلقة بنمذجة المياه الجوفية، وتوصلت الدراسة إلى تلوث آبار المياه الجوفية بالنترات وذلك من خلال نتائج التحاليل التي أظهرتها الدراسة وتلوث المياه الجوفية بنسبة كبيرة من الملوثات وارتفاع نسبة النترات نتيجة تسرب المياه العادمة غير المعالجة إلى المياه الجوفية، وبالتالي تأثير ذلك على جودة التربة والمحاصيل، وأوصت الدراسة بضرورة العمل على معالجة المياه العادمة بصورة جيدة قبل ترشيحها إلى الخزان الجوفي لتحقيق الأمان البيئي والصحي.

ب – الأبحاث العلمية:

1- دراسة Abed Rabou (2011).

"Environmental Impact associated with the Beit Lahia wastewater Treatment plant; North Gaza Strip Palestine."

"المخاطر البيئية المتعلقة بمحطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا، شمال قطاع غزة ".

تناولت الدراسة المخاطر البيئية المرتبطة بمحطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا، لكونها تُعتبر من أهم النقاط البيئية الساخنة في قطاع غزة، وأوضحت الدراسة المخاطر المتعلقة بها ومنها حوادث الغرق، والفيضانات مع التركيز على ظاهرة الفيضان في عام 2007م، وانتشار القوارض، والآفات البيئية، واستنزاف الكثبان الرملية، وانتشار البعوض، وشيوع الطفيليات المعوية، وانبعاث الروائح الكريهة ولاسيما غاز كبريتيد الهيدروجين، وأوصت الدراسة بضرورة النظر في هذه الآثار والمخاطر الناتجة عن المحطة والعمل على الحد منها ومعالجتها بصورة جيدة

2- al- Yassin et al (2008).

"Towards Strategies for Pollution Control on the Use of Wastewater Effluent in Sustainable Agriculture in Gaza Strip."

"نحو استراتيجيات لمكافحة التلوث عن طريق استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة المستدامة في قطاع غزة".

أوضحت الدراسة أن القطاع الزراعي في قطاع غزة هو المستهلك للمياه الجوفية بشكل رئيسي وأن المياه العادمة المعالجة تُعتبر مصدر غير تقليدي للمياه، وذلك بغرض حل مشكلة شُح المياه في القطاع، شريطة أن تكون المياه العادمة المعالجة آمنة صحياً، ومثالية للإنتاج المحصولي حتى يتم الوصول إلى الزراعة المستدامة، والأمن الغذائي في ظل شُح المياه القائم وأوصت الدراسة بضرورة إتباع الطرق العلمية السليمة والصحية في استخدام المياه العادمة في الزراعة.

3- دراسة هاشم (2005).

"استخدامات مياه الصرف الصحي المعالجة ومياه الآبار في زراعة المناطق الجافة".

تحتوي مياه الآبار على نسب مختلفة من الأملاح الكلية والذائبة تُعزى نسبتها المرتفعة على معدل البخر المرتفع في فصل الصيف، وتأثر ملوحة مياه الآبار بالملوحة الكلية لمياه الصرف الصحي على طول المجري، وأوضحت نتائج التحاليل للمياه إلى أن تركيز معظم العناصر في هذه الآبار يزيد عن التركيز الموصى به من قبل منظمة الأغذية والزراعة Food Agricultural

(FAO)Organization وهذه العناصر تتمثل في المغنسيوم، والزنك، والنحاس، والكروميوم، وأوصت الدراسة بوضع المواصفات والمعايير الملائمة للمياه المستخدمة لأغراض الري السليم بما يتوافق مع المعايير المحلية ومعايير منظمة الصحة العالمية والعمل على الالتزام بها لتحقيق الصحة العامة.

4- دراسة عوض (2005).

"نظم التغذية الاصطناعية لأحواض المياه الجوفية لمياه الصرف الصحي".

يوجد في البلدان العربية عدد من محطات المعالجة للمياه العادمة وهي في تزايد نظراً للمتطلبات الصحية، والبيئية، كما وتُقدر كمية المياه العادمة في البلدان العربية الواقعة في منطقة غرب آسيا بحدود 2810 م م^3 منها 1600 م م^3 في بلدان الجزيرة العربية، 1210 م م^3، وهذه تشكل مصدراً متجدداً وهاماً للمياه، باستخدامها في مشاريع التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية، ولتحقيق ذلك فقد تم اقتراح الضوابط والمعايير الأساسية الواجب تحقيقها لضمان السلامة البيولوجية، والكيميائية لعمليات التغذية، وهذه الضوابط يمكن أن تُستخدم كأساس لمشاريع التغذية المستقبلية، ويجب إجراء الدراسات الشاملة والخاصة بانتقال وتوزيع ومسح الملوثات الميكروبيولوجية، والكيميائية، وخصوصاً العضوية منها في التربة والمياه الجوفية ومركبات عديدة، منها: مركبات عضوية معلقة ومذابة ومركبات معدنية مثل :الصوديوم، الكلوريد، البورون، والمعادن الثقيلة التي من شأنها إلحاق الضرر بالتربة والنبات .

5- دراسة Tubil et al (2004).

"Present Situation of Wastewater and the Possible For Its Prospect Reuse in the Gaza Strip".

"الواقع الحالي للمياه العادمة والمنظور المحتمل لإعادة استخدامها في قطاع غزة".

تُعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي للمياه في قطاع غزة، حيث يواجه الخزان الجوفي تحديات جمة وتدهور المياه كماً ونوعاً، لذلك لابد من العمل على إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة كبديل لسد النقص في كمية المياه الجوفية في القطاع، هذا ويُعتبر قطاع الزراعة هو المستهلك الأكبر للمياه الجوفية، ويبدو أن إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة هو الحل الأمثل لتغطية جزء من الطلب على المياه، حيث تتعرض محطات معالجة المياه العادمة لضغط كبير، ويعد تقبل استخدام المياه المعالجة لغرض الري عاملاً مهماً لضمان نجاح أي مشروع لإعادة الاستخدام، كما وأوضحت الدراسة إلى أن حوالي 68.1% من عينة الدراسة وافقت على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات، وأن هناك المخطط الرئيسي لإنشاء ثلاث محطات

معالجة لتحل محل المحطات المتواجدة حالياً بحلول 2020م، وهذا سيكون له الأثر البالغ في توفير مياه ري مناسبة لري المحاصيل الرئيسية، وأوصت الدراسة بأهمية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة لحل مشكلة المياه القائمة في القطاع.

6- بارود (2002).

"**المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح دراسة في جغرافية البيئة**".

تناولت الدراسة المياه العادمة الناتجة عن الاستخدامات الآدمية؛ وأنظمة تصريفها، حيث تفتقر محافظة دير البلح إلى نظام صرف صحي متكامل يخدم المحافظة، إذ يعتمد كثير من السكان على أنظمة الحفر الامتصاصية والقنوات المكشوفة في صرف مخلفاتهم السائلة، وقد بينت الدراسة أن هذا النظام المتبع في التخلص من المخلفات السائلة بالإضافة إلى تفكك التربة أدى إلى تسرب المياه الملوثة كيميائياً وبيولوجياً إلى الخزان الجوفي المستخدم لأغراض الشرب، وكشفت الدراسة عن عدم صلاحية المياه الجوفية بالمنطقة للشرب بسبب ارتفاع نسبة الأملاح، والمواد الذائبة الكلية، والكلوريد، النترات، والفلورايد بمعدلات كبيرة جداً فاقت بكثير المواصفات والمعايير التي حددتها منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الفلسطينية، والذي أدى بدوره إلى إصابة الكثيرين بأمراض لها علاقة بتلوث المياه مثل مرض التهاب الكبد الوبائي، وأوصت الدراسة بإنشاء شبكة صرف صحي في المحافظة، والتخلص من ظاهرة الحفر الامتصاصية في المحافظة.

عاشراً: فصول الدراسة:

الفصل الأول: الملامح الجغرافية لقطاع غزة ومصادر المياه وتلوثها.

يتناول هذا الفصل بالدراسة الملامح الجغرافية الطبيعية، والبشرية في قطاع غزة حيث سيتم وصف الخصائص الطبيعية لقطاع غزة، من حيث الموقع الفلكي، والجغرافي، والمساحة، ومظاهر السطح، والتربة، والتركيب الجيولوجي، المناخ، السكان، كذلك سيتناول الواقع المائي في القطاع من خلال التعرف على مصادر المياه ولا سيما المياه الجوفية من حيث مصادرها وخصائصها الهيدرولوجية، بالإضافة إلى الموازنة المائية، وسيتم التطرق إلى تلوث المياه بأنواعه المختلفة في قطاع غزة، ثم الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة، وآفاق تطوير المياه في قطاع غزة.

الفصل الثاني: واقع المياه العادمة في قطاع غزة.

يتناول هذا الفصل المياه العادمة من حيث خصائصها، ومكوناتها، وأنواعها، ومصادرها، وكمياتها، نظم الصرف السائدة في القطاع، عمليات معالجة المياه العادمة ومراحلها المختلفة في

محطات المعالجة في القطاع (بيت لاهيا – الشيخ عجلين–خانيونس– تل السلطان)، وتقييم المعالجة فيها، والمشاريع المستقبلية لتطوير محطات المعالجة في قطاع غزة، والمعيقات التي تواجه تنفيذ هذه المشاريع.

الفصل الثالث: إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

يتناول هذا الفصل مجالات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة وإدارة استخدامها في الري الزراعي والتي تتمثل في الضوابط والشروط المتعلقة في استخدامها بالإضافة إلى معرفة الجوانب الصحية والبيئية والقانونية والقانونية والمؤسساتية والاقتصادية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي، ومعرفة أهم التدابير الوقائية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.

الفصل الرابع: استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة.

يتناول هذا الفصل واقع الزراعة في قطاع غزة والتحديات التي تواجهه، وتحديد المعايير المحددة لاختيار المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة وتحديد مساحتها، والتعرف على أهم المعيقات التي تواجه استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة، وأهم المشاريع الزراعية التي تم تطبيقها في قطاع غزة بالاعتماد على الري بهذه المياه بالإضافة إلى استطلاع آراء المزارعين حول استخدام المياه العادمة المعالجة في القطاع من خلال توزيع استبانتين الاستبانة الأولى تم توزيعها على المزارعين الذين لم يستخدموا المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية، والاستبانة الثانية تم توزيعها على المزارعين الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات والملاحق.

الفصل الأول

الملامح الجغرافية لقطاع غزة ومصادر المياه وتلوثها

أولاً: الملامح الجغرافية.

ثانياً: مصادر المياه.

ثالثاً: تلوث المياه.

رابعاً: الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض المختلفة.

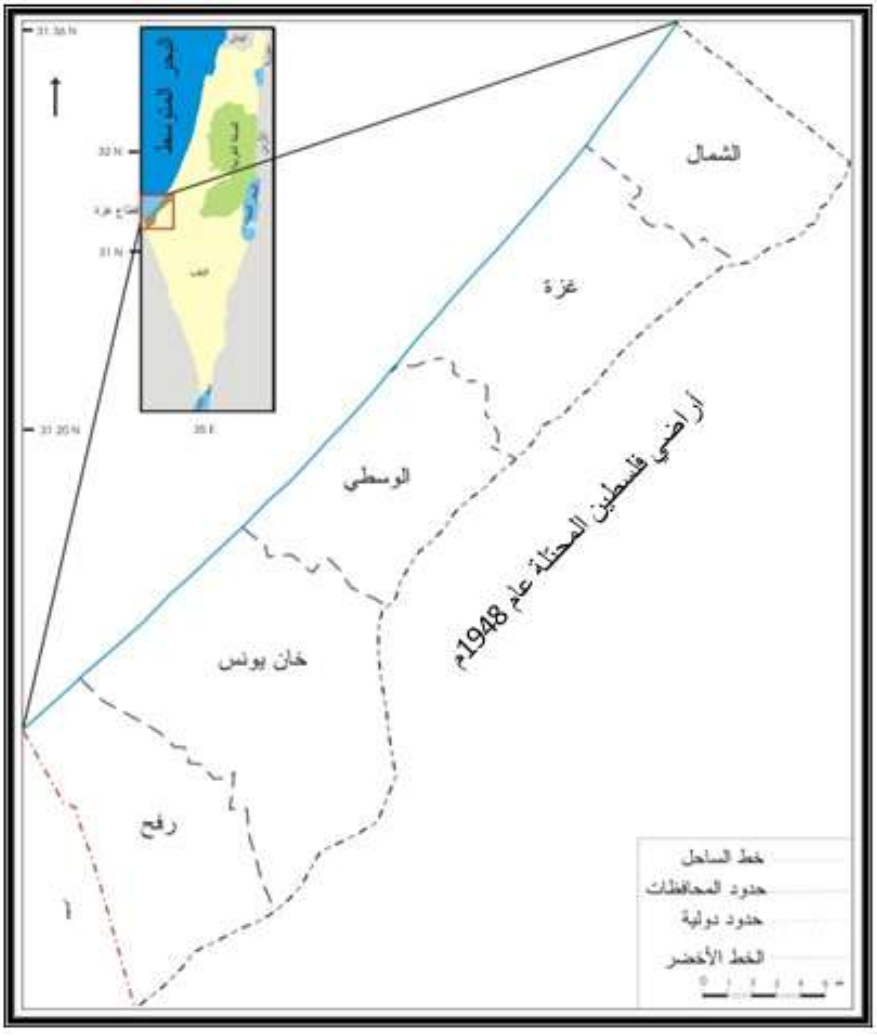
خامساً: آفاق تطوير المياه في قطاع غزة.

أولاً: الملامح الجغرافية لقطاع غزة:

أ- الموقع الفلكي والجغرافي والمساحة:

يقع قطاع غزة على الساحل الشرقي للبحر المتوسط، بين دائرتي عرض 31.^15˚ شمالًا وبين خطي طول 43.^20˚ شرقاً ممثلاً شريطاً ضيقاً من الأرض، ممتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي مفتوح على البحر المتوسط من جهة الغرب، وتُحيط به أراضي فلسطين المحتلة من جهة الشرق والشمال، وشبه جزيرة سيناء من الجنوب (أبو طويلة، 1988: ط)، يبلغ طول ساحل قطاع غزة حوالي 40 كم من الحدود المصرية في الجنوب، وحتى وادي بيت حانون في الشمال، أما عرضه فيتراوح بين 12.8كم في أقصى اتساع له و5.8 كم في أضيق أجزاءه، وتبلغ المساحة الإجمالية لقطاع غزة حوالي 365كم^2، وهذه المساحة تعادل 1.33% من جملة مساحة فلسطين (عبد السلام، 1991: 115).

شكل (1-1) منطقة الدراسة (قطاع غزة)



المصدر: (وزارة التخطيط والتخطيط الدولي،1997:5)

ب- مظاهر السطح:

تُشكل محافظات غزة جزءاً من السهل الساحلي الفلسطيني، الممتد من أقدام جبال الكرمل الغربية في الشمال حتى شبه جزيرة سيناء في الجنوب الغربي، يلتحم في الشرق بتلال أقدام الجبال الفلسطينية ومرتفعات النقب، وينتهي في الغرب على شاطئ البحر المتوسط بخط ساحلي شبه مستقيم مقوس نحو البر قليلاً، ويرتفع السطح العام للسهل الساحلي وأرض قطاع غزة باتجاه الشرق والمرتفعات الفلسطينية حتى يصل إلى ارتفاع 150م فوق سطح البحر، ومن أهم تضاريس قطاع غزة ما يلي:

1- ساحل البحر المتوسط:

يقع أقصى الجزء الجنوبي من ساحل فلسطين ونهاية سواحل بلاد الشام وينتهي عند مدينة رفح على الحدود مع مصر ويقرب طوله من 40كم وهو ساحل منخفض بصورة عامة(عبد السلام، 1991: 140).

2- السلاسل الكركارية:

تظهر السلاسل الكركارية على طول الساحل الفلسطيني، وهي مجموعة من السلاسل الضيقة من الروابي الخطية التي يبلغ عددها 2-7 سلاسل ممتدة على طول الساحل الفلسطيني، ومسايرة له ابتداءً من جبل الكرمل حتى حدود مصر، ولا يشكل أي من تلال الكركار سلسلة مستمرة بل تنقطع بأطوال مختلفة ترتصف وراء بعضها البعض من الغرب نحو الشرق، أعلاها أقدمها في الداخل وأدناها أحدثها أقرب إلى ساحل البحر، وتتكون هذه السلاسل من رمال متماسكة، وطبقات طينية تكونت أثناء الزمن الجيولوجي الرابع، وتوجد على طول الشريط الساحلي، وتمتد من منطقة الشيخ عجلين بمحافظة غزة حتى نهاية محافظة دير البلح، وتتكون من تربة تُعرف باسم الحُمرة والتربة الرملية، وتتأثر السلاسل الكركارية بعمليات التعرية والترسيب الناتجة عن فعل الأمواج والتيارات البحرية (Anan and Zaineldeen,2008:7).

3- الكثبان الرملية:

تمتد الكثبان الرملية على طول الساحل الفلسطيني بشكل عام، وعلى ساحل قطاع غزة من الشمال إلى الجنوب بشكل خاص، ويزداد نطاق الكثبان الرملية بالمناطق الجنوبية من قطاع غزة، حيث تكونت خلال الزمن الجيولوجي الرابع في عصر البليوستوسين الأوسط، وتحتوي الكثبان الرملية على 10% من الصخور الجيرية، وقد نتجت بفعل عمليات الإرساب القاري والبحري، هذا وتأخذ شكلاً هلالياً وطولياً في بعض الأحيان (عبد السلام، 1991: 143).

4- الأودية:

تقطع السهل الساحلي مجموعة من الأودية ذات امتداد شرقي وغربي وهي أودية موسمية تجري فيها المياه في فصل الشتاء وتتمثل هذه الأودية فيما يلي:

أ- وادي بيت حانون: يُعتبر أحد الروافد الأساسية لوادي الحسى، ويمر الوادي بمنطقة بيت حانون في الشمال الشرقي من القطاع، وقد أدت الحواجز الرملية الممتدة في القطاع إلى تغيير اتجاهه نحو الشمال ليلتقي بوادي الحسى الذي ينتهي في البحر المتوسط خارج حدود قطاع غزة .

ب- وادي غزة: يُعتبر وادي غزة من أكبر أودية فلسطين شبه الجافة من حيث الطول والمساحة الحوضية، ويبلغ طوله 107كم ابتداءً من منابعه في جبال الخليل حتى مصبه في قطاع غزة على البحر المتوسط، وتبلغ مساحة حوضه الكلية 3403كم^2، أي 12.6% من مساحة فلسطين، وتبلغ مساحة حوضه في قطاع غزة 29.4كم^2' هذا ويتراوح عرض الوادي في القطاع بين 180-490م، (مشتهى، اللوح، 2008: 212).

ج- وادي السلقا: يُعتبر أحد الأودية صغيرة المساحة والطول في فلسطين، فلا تتجاوز مساحة حوضه 34.5كم^{2}وتقع معظمها داخل قطاع غزة (مشتهى، اللوح، 2008: 212).

ج- التربة:

تتمثل التربة في الطبقة السطحية التي تعلو صخور الأساس والتي تحدث فيها التغيرات الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية، والتي تتكون من خليط من المواد العضوية وغير العضوية ومن أشهر أنواع التربة انتشاراً في قطاع غزة ما يلي:

1- تربة الكثبان الرملية في منطقة الساحل:

تسود على طول الساحل، وتنقسم إلى كثبان رملية متحركة وأخرى ثابتة بفعل النبات الطبيعي، وتتفاوت أعماقها بحيث تتراوح ما بين عشرات السنتيمترات وبين أمتار عديدة، وهي قليلة في المادة العضوية عامةً، وهي كثبان رملية تمثل نطاقاً متصلاً يصل اتساعه 5كم^2، وقد توجد في بعض المواضع مختلطة مع التكوينات الطميية التي جلبها التيار البحري من أمام سواحل دلتا نهر النيل وأرسبها على سواحل بلاد الشام (التركماني، 1991: 206).

2- تربة اللويس:

وهي تكوينات رسوبية تتكون من حبيبات الرمال الناعمة بدرجة كبيرة عن رمال الكثبان وأكثر خشونة من التكوينات الصلصالية، وتوجد في وادي غزة، وتوجد في أقصى شرق قطاع غزة

مختلطة برمال الكثبان القديمة والتي تسمى بتكوينات الكركار، وتغطي تربة اللويس نسبة كبيرة من مساحة القطاع تبلغ 42.4% من مساحته (محمود، 1991: 589).

3- تربة الحُمرة:

وهو لفظ يدل على الصخور المتماسكة وغير المتماسكة والتي توجد بين ظهور الكركار وهي تربة تختلف عن التربة الحمراء، وهي تربة فقيرة بالعناصر الغذائية ومفككة الرواسب، تتوزع في منطقة الساحل وبعض المناطق الداخلية من قطاع غزة.

4-التربة الفيضية:

وهي التربة التي تُعرف بالتربة الطينية الطميية، والتي تتكون من خليط من الرمل الناعم والصلصال، وتكونت من الرواسب التي حملها وادي غزة ووادي بيت حانون، وتتوزع في شمال وادي غزة حتى منطقة بيت حانون، هذا وتغطي التربة الفيضية سواء الطميية المتماسكة، أو الطميية قليلة السمك مساحة تساوي تقريباً نفس مساحة تربة اللويس حيث تبلغ نسبتها 42.8% من جملة مساحة القطاع (الأطلس الفني، 1997: 36).

د- التركيب الجيولوجي:

يتمثل التاريخ الجيولوجي لقطاع غزة بوجود عصرين هما: العصر الثلاثي الذي يشمل حقبة البليوسين، والميوسين، وبيئة الترسيب التي تتكون في منطقة الشاطئ، بالإضافة إلى المنطقة البحرية الضحلة، والعصر الرباعي الذي يُمثل الحقبة الحديثة والبلايوستوسين، هذا وتتكون بيئة الترسيب في أراضي الأودية والمصبات النهرية وفي المنطقة القريبة من الشاطئ(عابد والوشاحي:1999، 103).

هـ- المناخ:

ينتمي قطاع غزة إلى مناخ البحر المتوسط، والذي يتصف بأنه حار جاف صيفاً ودافئ ممطر شتاءً، حيث يتأثر بمؤثرات البحر المتوسط، والتي لها الدور السائد في هذا الجزء من فلسطين، كما أنها تتأثر كثيراً بنطاق الضغط الأزوري المرتفع من جهة، والمنخفضات الجوية التي تتمركز فوق البحر المتوسط من جهة أخرى، فنلاحظ عند تتبع درجات الحرارة اليومية للقطاع على مدار السنوات من عام (1990-2009م) خلال شهور السنة بأن المتوسط الحراري اليومي للقطاع يتباين بين 26 مْ صيفاً، و15 مْ شتاءً(AbuEl-Naeem,2007:15) وتُعتبر الرياح الشمالية الغربية هي أكثر الاتجاهات سيادةً على مدار السنة، وتصل إلى 42.2% من مجموع الاتجاهات (حماد، 2005: 12)، يليها الرياح الجنوبية الشرقية 22%، ثم الرياح الغربية 12.6 %، ثم الرياح الشمالية الشرقية 10.5 %، وتُعتبر الرياح الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية، والشمالية الغربية هي السائدة في الشتاء

والربيع والخريف، بينما الرياح الشمالية الغربية هي الأكثر سيادة في فصل الصيف، هذا ويتعرض قطاع غزة لرياح لا تزيد سرعتها عن 34 عقدة / ساعة، ويتمثل ذلك فقط في فصل الشتاء وخلال فترات محددة، وتزداد السرعة في شهور الشتاء فتبلغ أقصاها في شهر يناير 7,6 عقدة / ساعة، وأقلها في شهر أغسطس 4,9 عقدة / ساعة (البنا، 2010: 17).

أما بالنسبة لسقوط الأمطار فنلاحظ أن أكثر شهور السنة أمطاراً هي ديسمبر، وفبراير، ومارس، وتتراوح مابين 250ملم / السنة جنوباً–450ملم/السنة شمالاً، أما معدل كمية سقوط الأمطار السنوية فقد بلغت 450ملم/السنة، وهى كمية قليلة كما أن هذه الكمية متذبذبة من سنة لأخرى لعدم سقوط المطر بانتظام من سنة لأخرى، وتتركز الأمطار في يوم محدد من السنة، ويُقدر عددها بنحو40– 50 يوماً في السنة، ويصادف سقوط الأمطار الموسم البارد نسبياً مما يقلل من نسبة التبخر، لكل ذلك أثره الواضح على الموارد المائية وبخاصة الجوفية التي تُعد المصدر الرئيس في حياة السكان، حيث يتعرض هذا المصدر للتناقص في كميات التغذية نتيجة العجز الواضح في الأمطار الساقطة، وما يترتب على ذلك من عجز في كميات الضخ السنوي للاستخدامات المختلفة(الوحيدي، 2012).

و– السكان:

يُقدر عدد سكان محافظات غزة حسب إحصائيات عام 2012م حوالي 1.672.865 نسمة (مركز الإحصاء الفلسطيني، 2012: 30) موزعة على كافة محافظات القطاع، ويُعتبر القطاع من أكثر مناطق العالم كثافةً من الناحية السكانية والتي تصل حوالي 4459 نسمة / كم^2، ويُقدر المعدل السنوي للنمو السكاني في قطاع غزة حوالي 5% فعليه فإن العدد الكلي للسكان سيصل عام 2020م إلى أكثر من 2 مليون نسمة (مركز الإحصاء الفلسطيني، 2012: 31).

ثانياً: مصادر المياه:

تتعدد وتتنوع مصادر المياه في قطاع غزة بين مياه الأمطار، التي غالباً ما تعود إلى الجو عن طريق التبخر، أو تجري على السطح وتتجمع مكونة المياه السطحية، أو تتسرب تحت الأرض وتسحبها النباتات، وتعود إلى الجو عن طريق ما يُعرف بعملية النتح، أو تغوص في أعماق الأرض لتصبح مياهاً جوفية، وتتحرك المياه الجوفية داخل الأرض لتظهر مرة أخرى على السطح مشكلة الأنهار، والينابيع، أو تصب في البحار أو البحيرات، ويُعد الإنسان الفاعل الرئيس في عملية إحداث التغيير في الدورة المائية من خلال استخدامه للمياه السطحية، والجوفية، وبنائه للسدود، أو من خلال إعادة المياه إلى سطح الأرض أو داخلها على شكل مياه عادمة، أوعن طريق إيجاد مياه عذبة إضافية بواسطة عمليات التحلية (سروجي، 2003: 46)، هذا وتتمثل مصادر المياه في قطاع غزة فيما يلي:

أ- المياه السطحية:

تشمل المياه السطحية "البحيرات، البرك، الأودية، السيول، والمجاري المائية سواءً الدائمة منها، أو الموسمية" ويعتمد الجريان السطحي على عدد من العوامل منها: شدة الهطول واستمراريته، نوع التربة، وتكشفات الصخر، والغطاء النباتي، والتضاريس، وتُعد الأخيرة هي العامل الأكثر أهمية يعقبه شدة الهطول واستمراريته (عابد والوشاحي، 2003: 46).

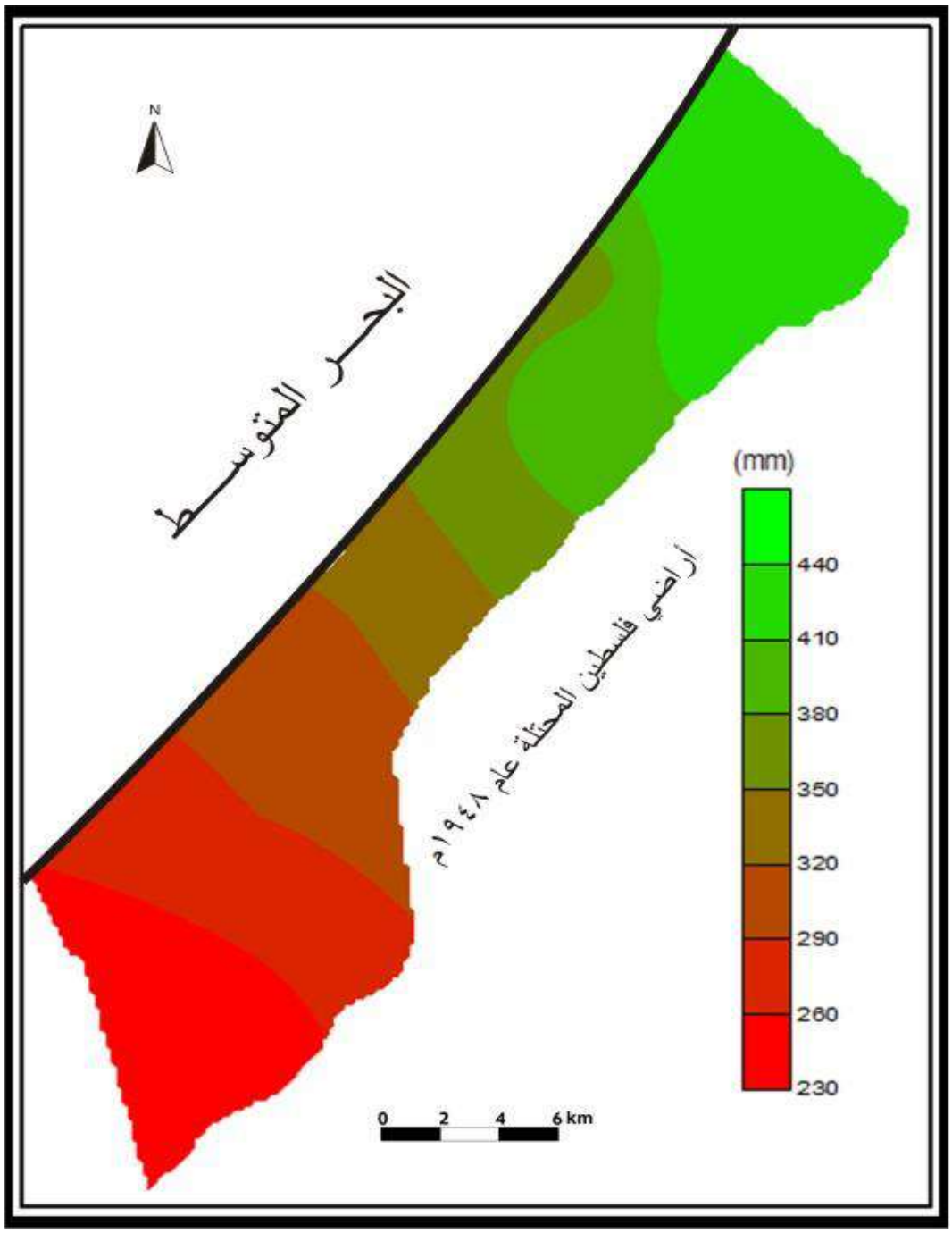
يُعد الجريان المؤقت للمياه السطحية الذي تسببه مياه الأمطار في فصل الشتاء المصدر الرئيس للمياه السطحية في قطاع غزة، والتي لا تدوم طويلاً، لكن هناك بعض المصادر المحتملة للمياه السطحية مثل :المياه الجارية في الوديان والتي تتجمع في أودية صغيرة، تتمثل في وادي بيت حانون الذي تبلغ مساحة حوضه 729كم^2، ويبلغ تصريفه السنوي بين 2-3م م^3 / سنوياً، ووادي السلقا الذي تُقدر مساحة حوضه 34.5كم^2، ويبلغ تصريفه السنوي بين 1-3م م ^{3}/سنوياً (مشتهى واللوح، 2008: 212) بالإضافة إلى وادي غزة الذي يقع في المنطقة الوسطى من القطاع والذي يُعتبر من أهم مصادر المياه السطحية في قطاع غزة، وهو يأخذ اتجاه شمال غرب-جنوب شرق بطول يصل إلى حوالي 8.5كم، وتنساب المياه فيه خلال الموسم المطري بمعدل من 10-15يوماًفي السنة، وتُشكل جبال الخليل وشمال النقب المصادر الرئيسية لمياه الوادي حيث يبلغ حوض تجميعه للمياه حوالي 3500كم^2 في حين تصب مياهه في البحر المتوسط، وقُدر معدل الجريان السطحي في الوادي بحوالي 20-25م م^3 /سنوياً(مطر، 2008: 20).

ب- الأمطار:

يُعد المناخ عنصراً أساسياً في التأثير على مصادر المياه الجوفية بصورة عامة، وتلعب الأمطار دوراً بارزاً في إيجاد الموارد المائية والتأثير عليها بصورة مباشرة(شحادة، 1983: 84)، حيث تُعتبر الأمطار المصدر الرئيس في تزويد الخزان الجوفي بالمياه في قطاع غزة، لذلك فإن التذبذب في سقوط الأمطار يتسبب في تذبذب منسوب الماء ومستواه في الخزان الجوفي(اللوح، 2005: 205)، يوجد في قطاع غزة اثنتا عشر محطة لرصد كمية الأمطار ومعدلاتها بصورة يومية، هذا بالإضافة إلى وجود ثلاث محطات مركزية لقياس كثافة الأمطار، والرياح والرطوبة بصورة دقيقة، وتتوزع هذه المحطات على كامل القطاع من أقصى الشمال إلى أقصى الجنوب، وذلك لضمان التوزيع الجغرافي للمحطات ولمعرفة توزيع الأمطار على كامل القطاع، واعتماداً على البيانات المتعلقة بسقوط الأمطار والمتوفرة لدى سلطة المياه الفلسطينية، ووزارة الزراعة لعام(2012م)، تبين أن معدل سقوط الأمطار في قطاع غزة يختلف من محافظة إلى أُخرى، وبصورة عامة فإنه يتراوح ما بين 250ملم/السنة في محافظة رفح جنوباً إلى حوالي 450ملم/السنة في محافظة شمال غزة، ونجد أن كميات المطر تتزايد كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال، ويرجع ذلك إلى وقوع الجزء

الشمالي من القطاع بدرجة أكثر في طريق المنخفضات الجوية القادمة من الغرب، كذلك إلى شكل الساحل حيث يُصبح في الشمال أكثر تعامداً على اتجاه الرياح الغربية، هذا وتتركز معظم الأمطار في قطاع غزة في فصل الشتاء (أبو العز وآخرون، 1991: 182).

شكل (2-1) المعدل السنوي العام للأمطار في قطاع غزة(1974 – 2004م)



المصدر :(وزارة الزراعة الفلسطينية، 2011م)

ج- المياه الجوفية:

تُعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيس لتلبية احتياجات قطاع غزة من المياه للاستخدامات المتعددة المنزلية، والزراعية، والصناعية، فالوضع المائي في القطاع وصل إلى درجة كبيرة من التدهور سواءً كان من حيث الكمية أو النوعية، وذلك لأسباب عديدة منها تذبذب الهطول السنوي، وزيادة الرقعة العمرانية بالقطاع، مما أدى إلى قلة نسبة المياه المترشحة للخزان الجوفي، وكذلك أدى تزايد عدد السكان المضطرد إلى تزايد السحب من الخزان الجوفي، مما أدى إلى استنزافه ودخول مياه البحر على المياه الجوفية كنتيجة لفرق الضغط بين النقص الحاد بمنسوب المياه الجوفية مع استقرار منسوب مياه البحر، وعلى اعتبار أن كمية الأمطار المتساقطة على قطاع غزة حوالي 130 م م^3 / سنوياً، فإن جزءاً معيناً من هذه الكمية يغذى المياه الجوفية من خلال الرشح والترسيب، ويختلف ذلك من منطقة إلى أخرى اعتماداً على عدة عوامل من أهمها: نفاذية وسمك الطبقات السطحية التي تعلو الخزان الجوفي، وقد أشارت الدراسات السابقة أن معدل الرشح يتراوح ما بين25 % في المناطق ذات النفاذية القليلة والمتمركزة في المناطق الشرقية من القطاع، وحوالي 75% في المناطق ذات الكثبان الرملية المتمركزة في المناطق الشمالية والجنوبية من قطاع غزة، هذا بالإضافة إلى عدة عوامل أخرى مثل كثافة المياه المتساقطة مع المدة الزمنية لسقوط الأمطار، وعلى هذا الأساس فإن المعدل العام للرشح للقطاع قُدر بنسبة 35 - 40 %من مجموع كميات الأمطار الساقطة (غنام، 2006: 5) ويمكن دراسة الخزان الجوفي بالشكل التالي:-

1- الخزان الجوفي وخصائصه الهيدرولوجية:

يُمثل الخزان الجوفي الساحلي في قطاع غزة جُزءاً من الخزان الجوفي الساحلي في فلسطين، والممتد من جبال الكرمل شمالاً إلى شبة جزيرة سيناء جنوباً، بطول يصل إلى 220كم تقريباً، ومن سلسلة جبال الخليل شرقاً إلى البحر المتوسط غرباً، ويُقدر المخزون المائي الحالي للخزان الجوفي الساحلي في قطاع غزة من 4500-6500 م م^3 (سلطة المياه الفلسطينية، ووزارة الزراعة، 2010: 13).

يتألف هذا الخزان من مجموعة الكركار البلايستوسينية، والكثبان الرملية التي تنتمي إلى العصر الهولوسيني، وتضم مجموعة الكركار صخوراً تتألف من الحجر الرملي الكلسي بنوعيه البحري والهوائي، والحجر الرملي المُحمر الذي يُعرف بالحُمرة إضافةً إلى الغرين والطين والرمال غير المتماسكة والكونجلومرات(الحلاق، 2002 :129).

يتفاوت سمك الخزان الجوفي من منطقة لأخرى، حيث يصل أقصى سمك له إلى ما يقرب من160م في المناطق الشمالية الغربية من القطاع القريبة من البحر المتوسط، ويقل هذا السمك تدريجياً شرقاً ليصل إلى أقل من70م في المناطق الجنوبية من القطاع، ويصل الجزء المشبع

بالمياه إلى أقصى سمكه بالقرب من الشريط الساحلي إلى حوالي 100م، أما المنطقة الجنوبية الشرقية فسمك الخزان فيها لا يتجاوز 10م، تنحدر طبقات الخزان الجوفي من الشرق إلى الغرب انحداراً شديداً، بينما تنحدر بصورة بسيطة من الجنوب إلى الشمال، ولذلك فإن شكل الجريان العام للمياه الجوفية في القطاع هو من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي (أبومايلة، 2000: 105).

2- الطبقات الحاملة للمياه الجوفية:

تُقسم الطبقات المائية في قطاع غزة إلى ثلاثة أقسام وهي كالتالي:

أ- الطبقة الحاملة للمياه (عصر البلايوستوسين والحديث):

تتكون من طبقات من الرمال السطحية والحجر الرملي الجيري مختلطة-أحياناً-مع مادة دقيقة من الحبيبات مثل الطين، الغرين(الطمي)، والصلصال، وتسمى بالكركار، ويُقدر سمك هذه الطبقة من 120م - 160م قُرب الساحل ويقل السمك كلما اتجهنا شرقاً، تُعتبر الطبقة الحاملة للمياه قريبة من سطح الأرض، وتتكون من طبقات رملية مشبعة بالمياه هذا يجعل المياه العذبة تخرج تلقائياً وتتجمع في قيعان الآبار وتُعرف محلياً- بإسم النزاز (اليعقوبي، 2005: 2).

يتخلل هذه الطبقة طبقات متداخلة من الطين غير المنفذ تقسم الخزان الجوفي إلى أحواض فرعية(C,B2,B1,A)، الشكل(3-1) يوضح القطاع الهيدرولوجي للخزان الجوفي الساحلي، أما الطبقات السفلى منه فهي عبارة عن خزانات جوفية مقيدة (بارود، 2001: 77).

ب- طبقة الطين الصفحي الكتيمة(عصر البليوسين):

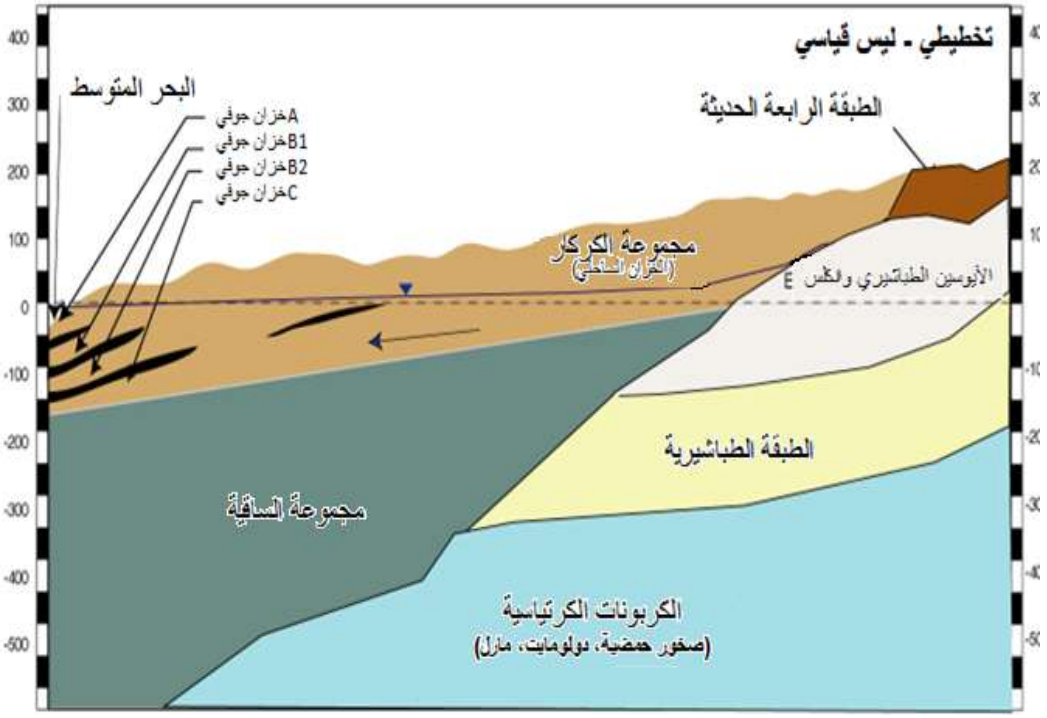
تقع أسفل الطبقة الحاملة للمياه، وهي طبقة كتيمة غير منفذة، يبلغ سُمكها بين 400-600 م، وتُعتبر الحد الفاصل بين الطبقة المنفذة الحاملة للمياه وطبقة الحجر الجيري التي تحتها، ويمكن الوصول إلى هذا الخزان بعد عملية كسر طبقة الطين الصفحي، وهذا يُعرف محلياً "بالفجر"(سلطة المياه الفلسطينية:2009: 6).

ج- طبقة الحجر الجيري(الكريتاسي المتأخر):

تقع أسفل طبقة الطين الصفحي الكتيمة وتتكون من الحجر الكلسي أو الجيري، وتُقدر ملوحة المياه فيها بحوالي8000جزء في المليون، وهي لا تتصل بالخزان الجوفي الساحلي(اليعقوبي، 2005: 2)، وتُعتبر هذه الطبقة هي الأكثر عمقاً والأوفر ماءً، ويصل ضخها من المياه إلى أكثر من 500 م^3/الساعة، وتندفع المياه فيها إلى مستوى سطح الأرض بدون مضخات، ويرجع ذلك إلى انحصارها بين طبقتين غير منفذتين تضغطان على الطبقة الحاملة للمياه مما يعمل على اندفاعها بقوة نحو السطح، وتتميز هذه الطبقة بصعوبة الوصول إليها نتيجةً لعُمقها الذي يصل إلى عدة

مئات الأمتار، يستغل الكيان الصهيوني هذه الطبقة لتوفر المعدات اللازمة للحفر وتستمد العيون والينابيع مياهها من هذه الطبقة حيث تندفع المياه عبر الشقوق والصدوع على السطح (أبو راس، 2012: 23).

شكل (3-1) مقطع عرضي للخزان الجوفي الساحلي

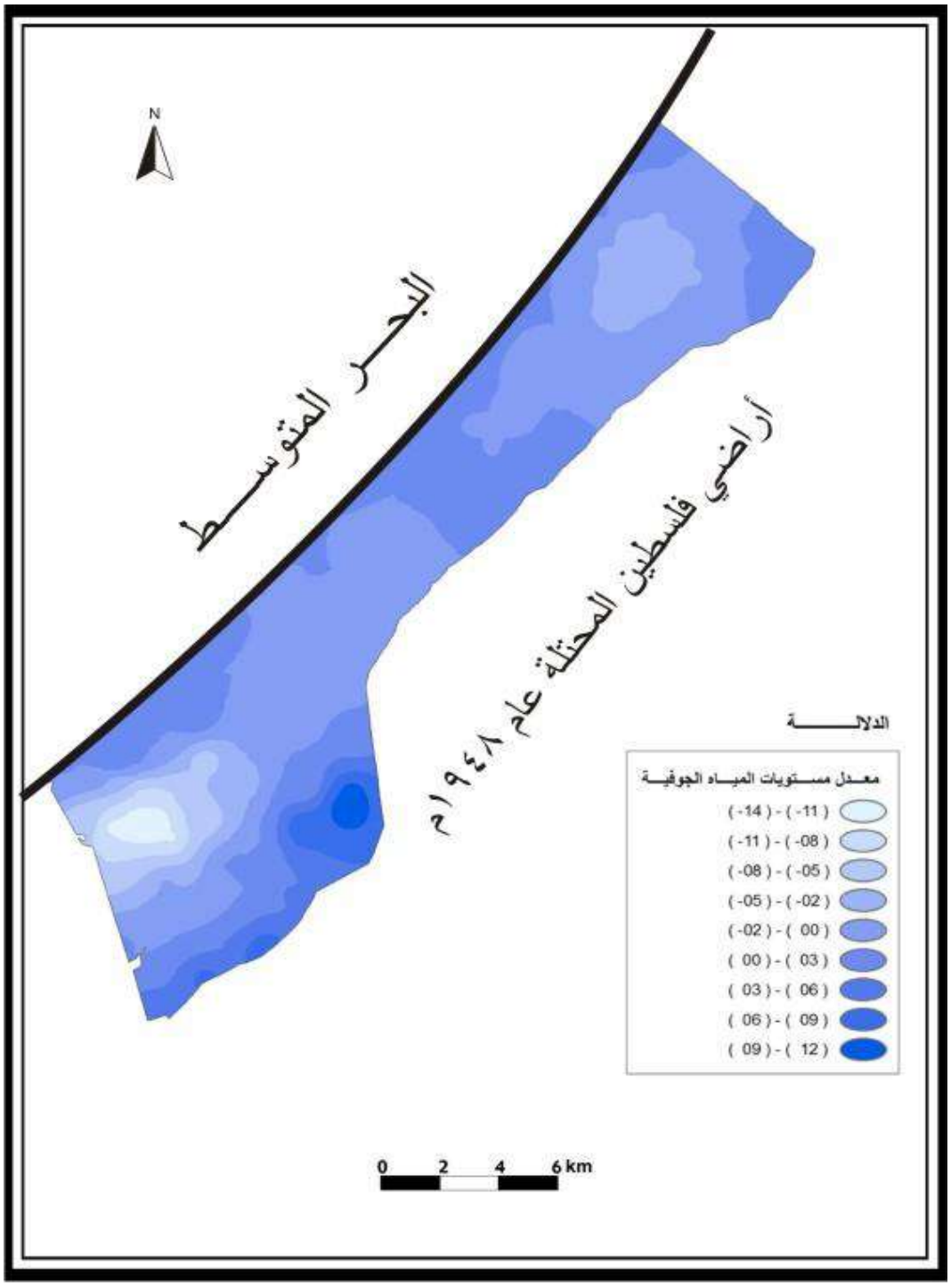


المصدر:(سلطة المياه الفلسطينية، 2010م:5)

3- منسوب المياه الجوفية:

يختلف منسوب المياه الجوفية من منطقة إلى أخرى اعتماداً على طبوغرافية سطح الأرض وارتفاعها من منسوب سطح البحر، فمنسوب المياه الجوفية يكون أكثر عُمقاً في المناطق المرتفعة، والعكس في المناطق المنخفضة، وبصورة عامة فإن عمق منسوب المياه الجوفية يتراوح ما بين عدة أمتار قليلة على طول الشريط الساحلي حتى المناطق المنخفضة حوالي 70 م في المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية (اليعقوبي والجمل، 2005: 23)، قامت سلطة المياه الفلسطينية بتنفيذ برنامج متكامل لمراقبة منسوب ونوعية المياه المنتجة للأغراض المختلفة من خلال 350بئراً في قطاع غزة بالتعاون مع كل من وزارة الصحة، ووزارة الزراعة، بهدف مراقبة ودراسة تغير نوعية المياه مع الزمن والضخ ومالها من انعكاسات على استخدامات المياه للأغراض المختلفة، وبصورة عامة فإن معظم آبار المياه الجوفية أظهرت زيادة ملحوظة في تغير نوعية المياه خاصة في المناطق المجاورة للشريط الساحلي انعكاساً لظاهرة اندفاع وتداخل مياه البحر، وقد أشارت الدراسة أن هذه الظاهرة الخطيرة بدأت تظهر بوضوح خلال السنوات العشر الأخيرة، وخاصة في المناطق الشمالية من قطاع غزة، وبامتداد أفقي وصل إلى حوالي 2كم في اليابسة مما هدد معه صلاحية العديد من آبار المياه الموجودة هناك سواءً كانت زراعية، أو منزلية(بلدية)، وهذه الظاهرة وبلا شك ستزداد اتساعاً ورقعةً مع الوقت حال الاستمرار في الاعتماد على المياه الجوفية كمصدر وحيد لتلبية احتياجات القطاع، وبصورة عامة فإن هناك زيادة مضطردة في ملوحة المياه الجوفية في قطاع غزة، وذلك نتيجة الضخ المتزايد، وانخفاض منسوب الماء الجوفي إلى أقل من مستوى البحر في مناطق عديدة من القطاع حيث انخفض منسوب المياه الجوفية إلى13م تحت سطح البحر خلال السنوات الأخيرة في مناطق متفرقة من محافظة رفح، وإلى 11م في مناطق متفرقة من محافظة دير البلح، و8 م في مناطق متفرقة في محافظة الشمال (مطر، 2008: 69)، هذا ويتسبب كل متر مكعب من مياه البحر بتلوث حوالي70م^{3}من مياه الخزان الجوفي، والمياه الملوثة بفعل تداخل مياه البحر تكلف حوالي 20 دولار/ أمريكي للمتر المكعب لإعادة تحليتها (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2008: 5).

شكل (4-1) منسوب المياه الجوفية في قطاع غزة.

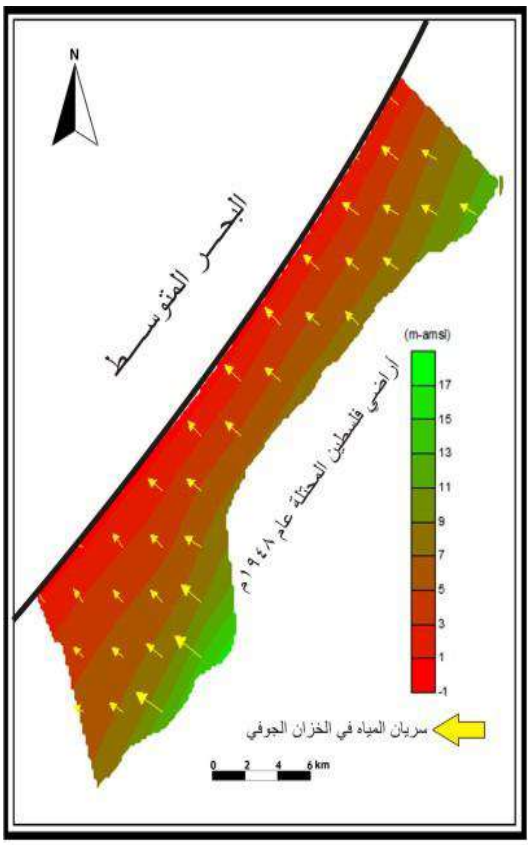


المصدر :(أبوراس، 2012م:25)

4- حركة المياه الجوفية وسريانها:

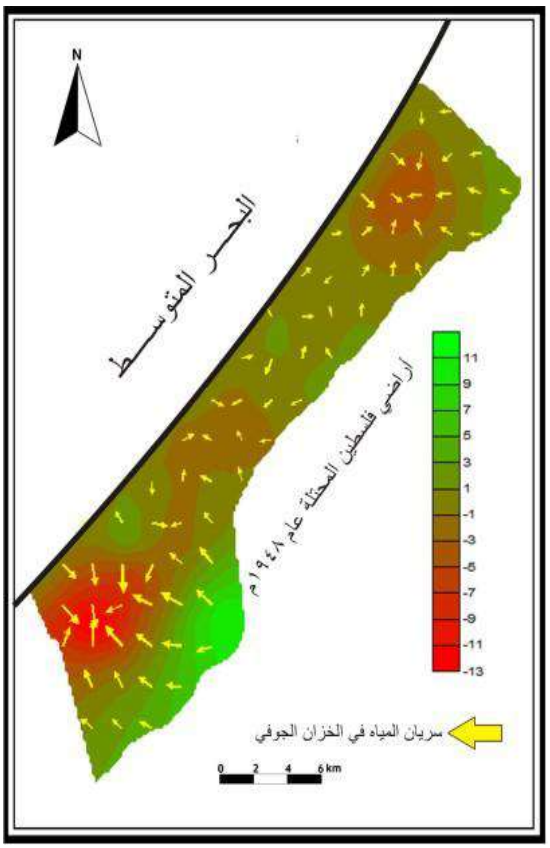
تتجه حركة المياه الجوفية في الخزان الجوفي بشكل عام من شرق قطاع غزة باتجاه البحر المتوسط، وتتفق هذه الحركة مع الانحدارات العامة للقطاع إلا أن هذه الحركة في الجزء الشمالي من القطاع، تتأثر إلى حد كبير بمناطق الضخ، والشحن، أو التغذية فقد وصل منسوب المياه في بعض المناطق إلى أقل من مستوى سطح البحر، مما أدى إلى تحول حركة المياه من الاتجاه الشرقي-الغربي إلى الاتجاه الشمال الشرقي-الجنوب الغربي(الحلاق، 2002: 140).

شكل(5-1) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 1935م



المصدر:(أبو راس، 2012: 26)

شكل (6-1) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 2007 م



المصدر:(أبو راس، 2012: 26)

يتضح من الخريطتين مدى التغير الكبير الذي حدث لاتجاه سريان المياه في الخزان الجوفي، حيث يتبين من الشكل رقم (5-1) التي رُسمت لعام 1935 م أن اتجاه سريان المياه كان يسير بشكل طبيعي من الشرق إلى الغرب باتجاه البحر، بينما يتبين من الشكل رقم (6-1) التي رُسمت لعام 2007 م أن اتجاه سريان المياه قد تغير ليصبح بشكل معاكس من البحر(الغرب) باتجاه الشرق ولاسيما في شمال القطاع وجنوبه وفي محافظة غزة، وهذا يدل على مدى التدهور

الكبير الذي حصل للخزان الجوفي مقارنة بالخريطة الأخرى، وسبب ذلك هو الاستهلاك الكبير للخزان الجوفي، وبالتالي انخفاض منسوب المياه الجوفية، مما أدى إلى طغيان مياه البحر على الخزان الجوفي(أبوراس، 2012: 25).

5- الموازنة المائية:

تتمثل الموازنة المائية للخزان الجوفي الساحلي في قطاع غزة بالعناصر المائية التي تغذي هذا الخزان، والعناصر المائية التي تُستخرج منه، فالعناصر المائية التي تغذي الخزان الجوفي تتمثل في التغذية من مياه الأمطار، والانسياب الجانبي، والمياه العائدة من مياه الري، والمياه العادمة، والمياه المنزلية، أما العناصر المائية التي تُستخرج من الخزان الجوفي في قطاع غزة فتتمثل في المياه التي يتم استخراجها للأغراض المنزلية والصناعية والاستخدامات الأخرى كما يظهر في جدول(1-1).

جدول (1-1) الموازنة المائية في قطاع غزة للعام 2010-2011م

الاستهلاك		**العائد**	
نوع الاستهلاك	القيمة م م^3	نوع المياه العائدة	القيمة م م^3
الاستهلاك الزراعي	90-80	مياه الأمطار	25-20
الاستهلاك المنزلي	90	الانسياب الجانبي	30-20
الاستهلاك الصناعي وأخرى	20	العائد من الزراعة	20-15
		العائد من المياه العادمة	20-15
		العائد من شبكات المياه	20-15
المجموع	200-190		120-100
العجز	100-90م م^3		

المصدر: (سلطة المياه الفلسطينية، 2010م:3)

تنقسم الموازنة المائية إلى:

أولاً: عناصر الاستهلاك :

تتمثل عناصر الاستهلاك المائي في المياه التي يتم استهلاكها في الأغراض المنزلية، والزراعية، والصناعية، والاستخدامات الأخرى، وتتمثل فيما يلي:

أ- الاستهلاك الزراعي:

تُقدر عدد الآبار الزراعية في قطاع غزة حوالي 3400بئر، يوجد منها 2080بئر مرخصة، بينما يصل عدد الآبار غير المرخصة إلى حوالي 1320بئر (الوحيدي، 2008: 6)، تقدر كمية المياه التي تُستخرج من الخزان الجوفي الساحلي في قطاع غزة بحوالي 80-90م م^3 /سنوياً، هذه الكمية تم تقديرها بناءً على المساحات الزراعية، ونوعية المحاصيل في تلك المساحات، وحاجة المحاصيل من المياه، حيث تصل مساحة الأراضي الزراعية المروية وغير المروية إلى170,000دونم ويتراوح احتياج الدونم من المياه مابين450-1200كوب/ سنوياً حسب نوع المحصول(مطر، 2008: 31).

ب- الاستهلاك للأغراض المنزلية:

تنقسم آبار المياه التي تُستخدم لاستخراج المياه للأغراض المنزلية إلي نوعين وذلك حسب المالك لهذه الآبار، النوع الأول تعود ملكيته للبلديات الموجودة في محافظات قطاع غزة، أما النوع الآخر من هذه الآبار تعود ملكيته لوكالة غوث وتشغيل اللاجئين، يوجد منها 160بئراً تابعة للبلديات وتضخ حوالي 84,5م م^3/ سنوياً، هذا بالإضافة إلى تزويد القطاع بمياه الشرب من خلال شركة ميكروت من خارج حدود قطاع غزة بحوالي 3-5م م^3/ سنوياً، بالإضافة إلى الآبار التابعة لوكالة الغوث البالغ عددها10آبار تضخ حوالي3م م^3/ سنوياً (سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 7) يصل متوسط حجم الاستهلاك الفردي للمياه في قطاع غزة أقل بكثير مما هو موصي به من قبل منظمة الصحة العالمية (150لتر/اليوم/للفرد) (مركز الميزان لحقوق الإنسان، 2006: 27) .

ج- الاستهلاك الصناعي:

يتراوح حجم الاستهلاك الصناعي من المياه في قطاع غزة مابين6-8%، لكن تراجع هذا القطاع وتعطل ما نسبته97%من مجمل المصانع العاملة في قطاع غزة حتى نهاية العام2008م ما أدى إلى تراجع الاستهلاك الصناعي ليشكل حوالي 2%فقط من المياه المنتجة أي حوالي20م م^3/ سنوياً (Dadah,2007:8).

ثانياً: عناصر التغذية:

تتمثل عناصر التغذية في المياه التي تغذي الخزان الجوفي والناتجة عن مياه الأمطار والانسياب الجانبي والمياه العائدة من مياه الري والمياه العائدة من المياه العادمة والمياه العائدة من شبكات التزود بالمياه المنزلية وهي كالتالي:

أ- مياه الأمطار:

تُعتبر الأمطار مصدراً مهماً وأساسياً من عناصر التغذية إذ تسهم الأمطار بحوالي 20 – 25 م م^3/سنوياً (الوحيدي، 2011: 10).

ب- الانسياب الجانبي:

تنساب المياه الجوفية للخزان الجوفي الساحلي بشكل طبيعي من الشرق إلى الغرب، لتصب في نهاية الأمر بالبحر المتوسط، حيث تعتبر حافة البحر حافة ثابتة الارتفاع، تعتمد كميات المياه المنسابة جانبياً والتي تدخل حدود القطاع على عدة عوامل منها :معدل التغير في ارتفاع المياه الجوفية، والمسافة التي تنساب خلالها المياه الجوفية، وسماكة الطبقة المشبعة للخزان الجوفي الساحلي، فهناك انسيابات جانبية أخرى عبر حدود قطاع غزة من الشمال والجنوب، فتقدر كميات المياه التي تنساب بشكل جانبي إلى داخل قطاع غزة 20-30 م م^3 /سنوياً، آخذين بعين الاعتبار الانسياب من الشمال والجنوب .

ج- العائد من مياه الري:

تتسرب كميات محدودة من المياه التي تُستخدم لأغراض الري إلي المياه الجوفية في باطن الأرض، حيث أن هذه الكمية المتسربة يستفاد منها في غسل التربة السطحية من الأملاح المتراكمة، تعتمد كمية المياه العائدة من مياه الري بشكل أساسي على طريقة الري، وعلى نوع التربة السطحية، وتبلغ نسبة المياه التي تعود من مياه الري إلى المياه الجوفية ما بين15-20م م^3 /سنوياً، وبمعدل تسرب15-30% من كمية مياه الري المستخدمة.

د- العائد من المياه العادمة:

يتسرب جزء كبير من المياه العادمة التي يتم إنتاجها في محافظات قطاع غزة المختلفة إلى المياه الجوفية، نتيجة لوجود تسريبات في شبكات تجمع هذه المياه، أو بسبب استخدم الحفر الامتصاصية في المناطق غير المخدومة بشبكات الصرف الصحي، بالإضافة إلى أحواض التجمع العشوائية، وقد قُدرت كمية المياه العائدة من الصرف الصحي بحوالي 15-20م م^3/ سنوياً(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 7).

هـ- العائد من شبكات التزود بالمياه المنزلية:

نتيجة لوجود التسريبات في شبكة التزود بالمياه المنزلية فإن نسبة كبيرة نسبياً تعود إلى المياه الجوفية تقدر بحوالي15-20م م^3، وهذا يدل على الكمية الكبيرة للمياه المتسربة من شبكة المياه أو فيما يعرف بنسبة الفاقد وتقدر بحوالي 20-30% من المياه التي يتم ضخها للأغراض المنزلية تعود إلى المياه الجوفية(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 10).

تبلغ أطوال الشبكات المستخدمة لتوزيع مياه الشرب لسكان قطاع غزة بحوالي 800 كم طولي موزعة على أقطار مختلفة، وقد وصلت نسبة السكان الذين تصلهم المياه من خلال شبكات توزيع المياه بقطاع غزة حوالي 97%، يتضح مما سبق أن الاستهلاك المُفرط للمياه الجوفية للأغراض المختلفة أدى إلى حدوث عجز في الموازنة المائية يُقدر بحوالي 90- 100م م^3/سنوياً، وبالتالي فإن القطاعين الزراعي والمنزلي يستحوذان على معظم المياه المستخرجة من الخزان الجوفي، بينما بلغ استهلاك قطاع الصناعة للمياه الجوفية 20م م^3/سنوياً، وهذا يدل محدودية قطاع الصناعة، يتضح أيضاً أن الجريان الطبيعي تحت السطحي القادم من الشرق يقدر بحوالي 20-30م م^3/سنوياً، وهي كمية قليلة ويرجع السبب في ذلك إلى قيام الاحتلال الإسرائيلي بإقامة الحواجز والسدود وحجز كميات كبيرة من المياه قبل وصولها إلى الخزان الجوفي بقطاع غزة، بينما بلغت كمية المياه العائدة من شبكات الري حوالي من15-20م م^3/ سنوياً، وهذا يدل على الكمية الكبيرة للمياه المتسربة من شبكة المياه، هذا وقد بلغت كمية المياه العادمة المتسربة إلى الخزان الجوفي بحوالي من15-20م م^3/سنوياً وهي كمية كبيرة جداً الأمر الذي يؤدي إلى تلوث الخزان الجوفي بالمياه العادمة وبالتالي تدهور نوعية المياه الجوفية(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 6).

ثالثاً: تلوث المياه:

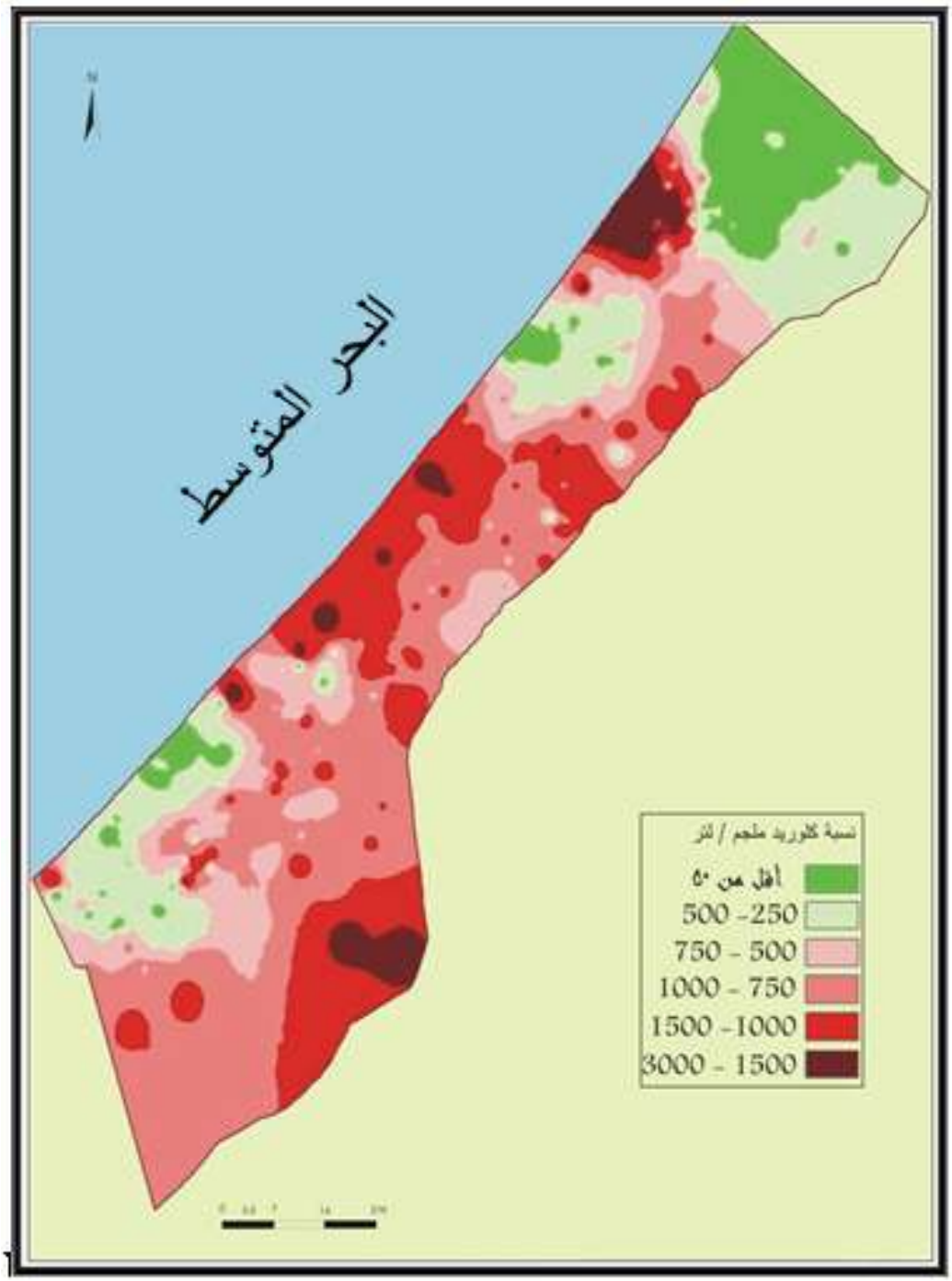
تُعد قضية تلوث المياه من أخطر القضايا التي تواجه العديد من دول العالم، خصوصاً التي تعاني من ندرة وقلة في مصادر المياه كمنطقة الشرق الأوسط الذي تقع معظم بلدانه في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تُصبح في صراع من أجل البقاء في ظل شُح المياه من جهة وتلوثها من جهة أخرى، وتلوث المياه هو تغير في خواص مصادره الطبيعية المختلفة، بحيث يصبح غير صالح للكائنات الحية التي تعتمد عليه في استمرار بقائها، ومن أهم أسباب التلوث تسرب ورشح قنوات وشبكات المجاري، والمخلفات الصناعية، والنفايات والأسمدة والمبيدات الحشرية، والمواد الكيماوية، والمعادن الخطيرة والسامة، والمخلفات النفطية والمواد النووية وغيرها، وكذلك الاستغلال الجائر، واستنزاف المياه الجوفية الذي أدى إلى تداخل مياه البحر مع المياه العذبة (الركاض، 2009: 2) وتتمثل أنواع التلوث المائي فيما يلي:

أ- التلوث الكيميائي:

ينتج هذا النوع من التلوث عن وجود كميات زائدة من الأملاح المذابة، والأحماض، والفلوريدات، والفلزات، والمواد العضوية، والأسمدة والمبيدات، ومن أهم الأمثلة على التلوث الكيميائي ملوحة المياه والتي تنتج بشكل أساسي عن الضخ الجائر للمياه من الخزان الجوفي (العفيفي، 2007: 12) تختلف نوعية المياه في الخزان الجوفي الذي يُعد المصدر الرئيس للمياه طبقاً للمكان والعمق، حيث يتراوح تركيز عنصر الكلوريد إلى أقل من 100ملجم/لتر(عذب) في الطبقات العليا المشبعة من الخزان الجوفي، وبسمك كلي لا يتجاوز 20م خاصة في المناطق الشمالية والجنوبية، حيث تتواجد الكثبان الرملية كمسبب أساسي لهذه المياه العذبة، وكنتاج طبيعي لرشح وترسب مياه الأمطار من خلال الطبقات العالية النفاذية والتي تعلو الخزان الجوفي، وبعيداً عن هذه المناطق ذات النوعية الجيدة من المياه الجوفية، فإن ملوحة المياه تزداد في جميع الاتجاهات سواء كان أفقياً أو رأسياً، حيث يتراوح تركيز الكلوريد ما بين 500ملجم/لتر في الطبقات العليا إلى أكثر من10.000ملجم/لتر مع ازدياد العمق خاصة في المناطق الوسطى والجنوبية الشرقية من القطاع (العفيفي، 2007: 12).

ورغم أن سمك الخزان الجوفي يزيد عن 120م في المناطق الغربية المحاذية للشريط الساحلي إلا أن معظم هذا السمك يحتوي على مياه شبه مالحة، أو شديدة الملوحة مع ازدياد العمق يعتقد أن سبب الملوحة المرتفعة يعود إلى انخفاض معدل التغذية من مياه الأمطار بالإضافة إلى تغذية الخزان الجوفي الساحلي في تلك المناطق من الخزانات الجوفية الطباشيرية السفلى ذات الملوحة المرتفعة نسبياً هذا بالإضافة إلى الاستنزاف الحاد والمستمر لمصادر المياه الجوفية في الشمال والجنوب والذي أدى بدوره إلى تداخل مياه البحر المالحة مع المياه العذبة، وبصورة عامة فإن جميع آبار المياه الجوفية في قطاع غزة وبجميع استخداماتها تُنتج مياهها من الطبقات العليا الحاملة للمياه وبسمك كلي يتراوح ما بين 30-40م (سلطة المياه الفلسطينية، 2006: 22)، هذا وتحتوي معظم آبار الشرب في القطاع على نسبة من الكلوريد تتراوح بين 300-600 ملجم /لتر، وهو بذلك يزيد حوالي الضعف عن ما أوصت به منظمة الصحة العالمية وهو250 ملجم /لتر، في حين الآبار الواقعة ضمن مناطق الكثبان الرملية تتميز بتركيز منخفض من عنصر الكلوريد، نتيجةً لتأثرها برشح وتسرب مياه الأمطار(اليعقوبي، 2005 :15) ويظهر ذلك في شكل رقم (7-1).

شكل (7-1) تركيز عنصر الكلوريد في المياه الجوفية في قطاع غزة لعام 2011م.

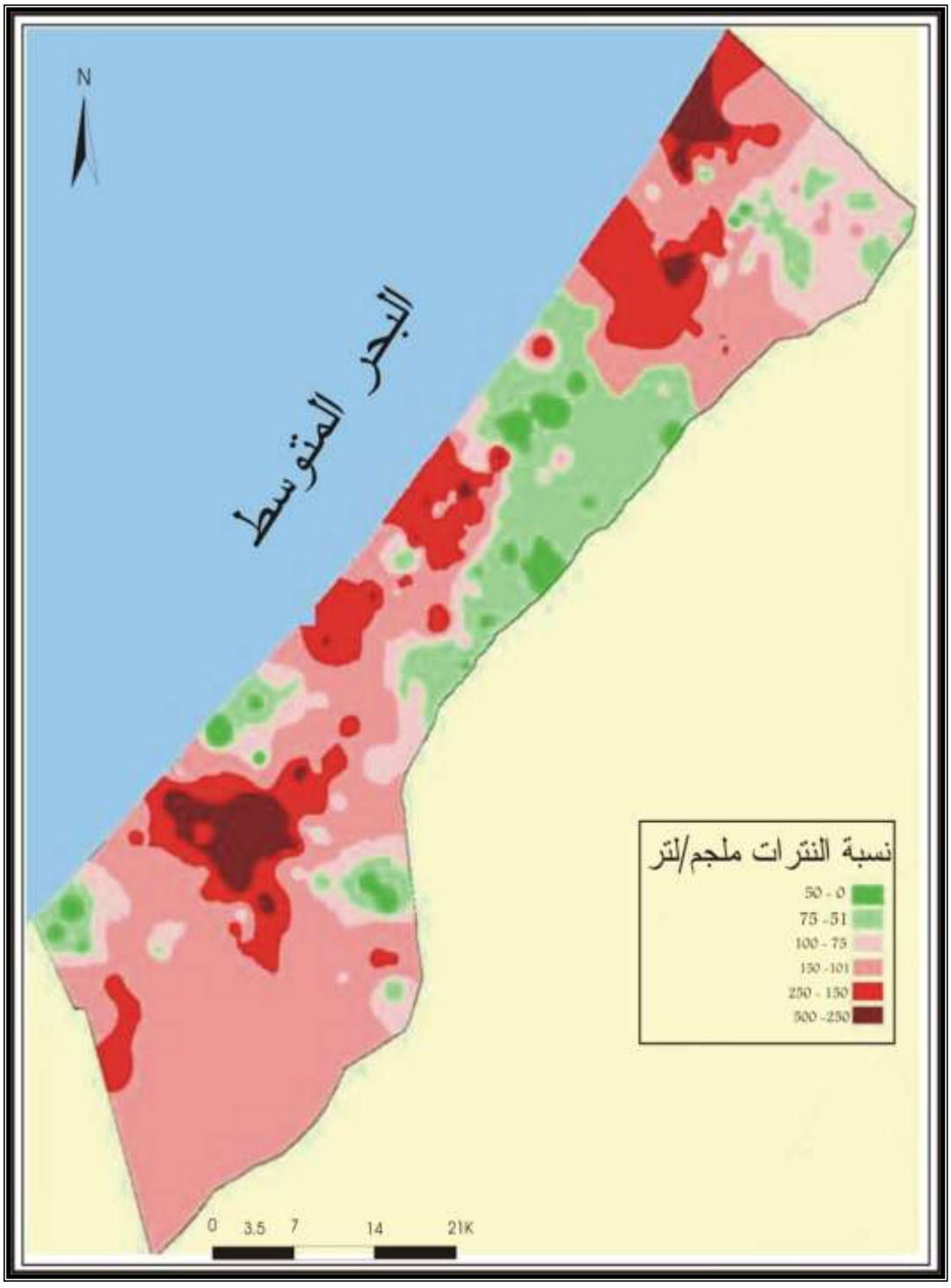


المصدر: مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011م.

من جانب آخر يُعد **التلوث بالنترات** الناتج عن ارتفاع تركيز جزئ النترات في مياه الخزان الجوفي من أكثر معالم تلوث المياه الناتج عن النشاطات البشرية، والتي من أكثرها خطورة الاستخدام المفرط للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية في الأراضي الزراعية، يُضاف إلى ذلك عملية

الرشح الناتجة عن أماكن تجميع النفايات الصلبة منها والسائلة، علاوةً على ذلك تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي (العفيفي، 2007 :13) كما بالشكل رقم (8-1).

شكل (8-1) تركيز عنصر النترات في المياه الجوفية في قطاع غزة لعام 2011م.



المصدر: مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011م.

يوجد في الغالبية العظمي من آبار الشرب في قطاع غزة تركيز عالٍ من النترات يصل في بعض المناطق إلى أكثر من 400 ملجم /لتر، وهي بذلك تفوق أضعاف المُوصى به من قبل منظمة الصحة العالمية وهو (50 ملجم /لتر)، هذا ويتواجد التركيز العالي للنترات في المناطق الشمالية والجنوبية المتميزة أصلاً بعذوبة مياهها من حيث قلة تركيز الكلوريد، ويرجع ذلك إلى كون هذه المناطق تتميز بنفاذية عالية للطبقات الغير مشبعة، وقلة سماكتها، هذا بالإضافة إلى عدم وجود شبكات صرف صحي خاصة في بعض المحافظات الجنوبية من القطاع، واعتماد عدد كبير من السكان على الحفر الامتصاصية لتصريف المياه العادمة والتي ترشح طبيعياً إلى الخزان الجوفي، وفي منطقة الشمال ترشح المياه شبه المعالجة الناتجة من محطة معالجة المياه العادمة ذات السعة المحدودة إلى الخزان الجوفي مما يؤدي إلى زيادة تركيز النترات وتلوث المياه الجوفية، ومن المهم الإشارة إلى أنه يوجد علاقة عكسية بين تركيز عنصر الكلوريد وعنصر النترات، فحيثما يوجد تركيز منخفض من الكلوريد يوجد تركيز مرتفع من النترات لنفس الأسباب المذكورة سابقاً، مما يقلل من نسبة صلاحية المياه الجوفية للشرب كما يظهر في جدول (2-1) (العفيفي، 2007: 14).

جدول (2-1) نسبة تركيز عنصري الكلوريد والنترات في محافظات غزة

المحافظة	كلوريد أقل250 ملجم /لتر	نترات أقل 50ملجم/لتر
محافظة الشمال	%98	%10
محافظة غزة	%23	%6
محافظة دير البلح	%4	%81
محافظة خانيونس	%1	%1
محافظة رفح	%18	%47

المصدر(الجمل، 2006 :26)

من جانب آخر وفيما يتعلق **بملوثات الفلوريدات** والتي تتميز بخاصية التراكم الجزئي بحيث يتراكم بعضها داخل جسم الإنسان ويفرز الباقي خارجه، ويكون ذلك طالما كان التركيز أقل من 1.5 ملجم /لتر، إلا أنه في حالة زيادة التركيز عن 1.5 ملجم/لتر فإنه سيتسبب غالباً بظاهرة تبقع الأسنان في قطاع غزة (العفيفي، 2007 :13).

جدول(3-1) الفحوصات الكيميائية للمياه في محافظات غزة لعام 2008م

مصادر العينات	عدد العينات	عدد العينات غير المطابقة
آبار البلدية	163	125
الآبار الخاصة	15	13
الشبكة العامة	9	6
خزانات المياه	0	0
محطات التحلية	26	0
المجموع	213	144

المصدر: (مطر، 2008: 67)

يتضح من الجدول (3-1) أن عدد عينات المياه غير المطابقة نتيجةً للفحوصات الكيميائية ل213عينة، هي 144 عينة أي ما نسبته حوالي 68 %، وهذا بدوره مؤشر سلبي يُبرز حجم التلوث الكيميائي للمياه في محافظات غزة، وهذا ما يوضحه جلياً نسبة التلوث في كل من آبار البلديات، الآبار الخاصة، الشبكة العامة (مطر، 2008: 67).

ب- التلوث البيولوجي:

يقصد بهذا التلوث وجود ميكروبات أو طفيليات في الماء أو وجود أحياء نباتية بكميات كبيرة تتسبب في تغير طبيعة المياه ونوعيتها وتؤثر في سلامة استخدامها (العمر، 2010: 131).

ينتج التلوث البيولوجي عن ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتيريا والفيروسات، والطفيليات، والطحالب في المياه، وتنتج هذه الملوثات، في الغالب، عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو بطريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي (الزرقة، 2010: 5)، تتسبب أيضاً بذلك مخلفات المصانع الغذائية، والكيميائية، والألياف الصناعية، والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون، والبكتيريا، والميكروبات، والطفيليات، مثل الكوليرا، يكولي، السالمونيلا، الحصبة، كريتوسبوريديوم، والأحماض، والقلويات، والأصباغ، ومركبات البترول والكيماويات، وفي المحصلة يؤدي هذا التلوث إلى العديد من الأمراض كالإسهال الذي يقضي سنوياً على حوالي 5 ملايين طفل دون الخامسة، وكذلك مرض البلهارسيا الذي يقدر عدد المصابين به بحوالي 200 مليون شخص نصفهم من أفريقيا ومن أهم الأمراض الأخرى: الحُمي التيفية، الكوليرا، الالتهابات المعوية، التهاب الكبد الألفي، شلل الأطفال وغيرها (مطر، 2008: 68).

جدول(4-1)الفحوصات البكترولوجية للمياه في محافظات غزة لعام 2008م

مصادر العينات	عدد العينات	عدد العينات الملوثة
آبار مياه الشرب	574	78
عينات الشبكات	979	148
الخزانات	11	1
محطات التحلية	465	109
المجموع	2029	336

المصدر(مطر، 2008 :68)

يوضح الجدول أعلاه (4-1) أن نسبة العينات الملوثة من مجموع عدد العينات التي خضعت للفحص البكترولوجي هي 16.5%، هذا وكانت أعلى نسبة للتلوث من نصيب محطات التحلية، تليها عينات الشبكات بنسبة 15%، ثم آبار مياه الشرب بنسبة 13.5%، وأخيراً عينات الخزانات بنسبة 9% كماأن مياه القطاع ملوثة بالكلوروفورم(أوصت منظمة الصحة العالمية على ألا تزيد نسبة تلوث المياه بالكلوروفورم عن(4%)، فمن مجموع 4383 عينة قامت بفحصها وزارة الصحة وُجد أن 678عينة ملوثة بواقع(14.5%) وهذا مؤشر على تلوث المياه ويحمل آثاره السلبية على صحة سكان القطاع(مطر، 2008: 68).

رابعاً: الاحتياجات المائية المستقبلية:

تشمل الطلب على المياه اللازمة للأغراض المنزلية، والزراعية، والصناعية، في هذا الإطار سيتم تحديد الاحتياجات المستقبلية من الماء في المجالات المختلفة، بناءً على زيادة عدد السكان، ومعدل استهلاك الفرد، ولدراسة ازدياد عدد السكان تم الاعتماد على توقعات مركز الإحصاء الفلسطيني بشان النمو السكاني، كما تم الأخذ بعين الاعتبار سيناريوهين مختلفين، سيناريو يقتصر على الزيادة الطبيعية فقط لعدد السكان الحالي، والسيناريو الآخر يتوقع عودة اللاجئين من مخيمات الشتات، ولدراسة احتياجات المياه فإن الطلب الحالي يصل إلى 85 لتر /الفرد /يوم، وحسب معايير منظمة الصحة العالمية فإن هذا الطلب يجب ألا يقل عن 150 لتر /الفرد /يوم، لذا بحلول عام 2020م، يجب ألا يقل تزويد المستهلك عن 120 لتر /الفرد /يوم، وذلك في كلا السيناريوهين بحيث يصل إلى 150 لتر/الفرد /يوم في عام2020م.

أ- مستقبل الطلب على المياه المنزلية (الاستهلاك الآدمي):

يُعتبر قطاع غزة من أكثر مناطق العالم اكتظاظاً بالسكان، حيث وصل عدد السكان الحالي لعام 2012م بحوالي 1,672,865 مليون نسمة (مركز الإحصاء الفلسطيني، 2012: 30)،

ونظراً للزيادة المستمرة لعدد السكان فمن المتوقع أن يصل عدد سكان القطاع إلى حوالي 2مليون نسمة بحلول عام 2020م، وذلك في حالة الزيادة الطبيعية بينما سيصل هذا العدد إلى حوالي 3 مليون نسمة مع توقع عودة اللاجئين، ونظراً للزيادة المستمرة لعدد السكان بالإضافة إلى زيادة معدل استهلاك الفرد الواحد للمياه من85لتر/الفرد /اليوم في الوقت الحالي إلى120لتر بحلول عام 2020م، كل ذلك يؤدى إلى تزايد الحاجة إلى المياه بشكل سنوي فمن المتوقع أن يحتاج قطاع غزة من الاستهلاك المنزلي إلى 126م م^3 لعام2020م في حالة الزيادة الطبيعية فقط وتزداد هذه الكمية لتصل إلي حوالي 178م م^3 لعام 2020م، في حالة عودة اللاجئين شاملة للفقودات من الشبكة (سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 7).

ب- مستقبل الطلب على المياه الزراعية:

يستهلك قطاع الزراعة من المياه الجوفية حوالي 80-90م م^3 /سنوياً، تُستخدم لري 170.000دونم وحسب المساحات المتوفرة في المخططات الإقليمية، فإن مساحة المناطق الزراعية في العشر سنوات القادمة ستصل إلى حوالي110.000 دونم، وذلك بسبب التمدد العمراني، وهذا يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه للأغراض الزراعية بمقدار55 م م^3 بحلول عام 2020م، وذلك باستخدام وسائل ري أكثر تقدماً وأساليب علمية أفضل (سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 11).

ج- مستقبل الطلب على المياه الصناعية:

يمكن تصنيف الصناعة في قطاع غزة على أنها صناعة ذات قاعدة ضيقة مع غياب الصناعات المتوسطة والثقيلة، وبناءً على ذلك فإن إجمالي الطلب على المياه المستخدمة للأغراض الصناعية سيتضاعف خلال الأعوام العشرة القادمة ليصل إلى أكثر من190 م م^3 في سنة 2020م في حالة السيناريو الأول المعتمد على الزيادة الطبيعية فقط، بينما يصبح الطلب حوالي 250 م م^3 في حالة سيناريو عودة اللاجئين، وكما هو واضح فإن هذه الكميات كبيرة لذا على الجهات المختصة كسلطة المياه ومصلحة بلديات الساحل والهيئات المحلية باتخاذ الإجراءات المناسبة لتوفير هذه الكميات(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 12).

جدول(5-1)إجمالي الطلب علي المياه (2010-2020م)حسب السيناريو الأول(الزيادة الطبيعية فقط)

السنة	منزلي م م^3	صناعة م م^3	زراعة م م^3	الإجمالي
2010	86	6.6	84	176.6
2015	97	7.5	70	174.5
2020	126	9.7	55	190.7

المصدر(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 10)

جدول(6-1)إجمالي الطلب علي المياه(2010-2020م)حسب السيناريو الثاني (اللاجئين)

السنة	منزلي م م^3	صناعة م م^3	زراعة م م^3	الإجمالي
2010	86	6.6	80	172.6
2015	106	8.2	70	184.2
2020	178	13.7	55	246.7

المصدر(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 10)

خامساً: آفاق تطوير مصادر المياه في قطاع غزة:

يُعد البحث عن مصادر مائية إضافية غير تقليدية في المنطقة ضرورة استراتيجية على المستوى الوطني خاصة بعد التدهور الكمي والنوعي الكبير في مصادر المياه في القطاع، ويمكن إجمال هذه المصادر فيما يلي:

أ- تجميع مياه الأمطار:

يُعتبر تجميع مياه الأمطار ذا أهمية خاصة في إدارة مصادر المياه كون أن مياه الأمطار هي المصدر الأساسي لتغذية الخزان الجوفي، ومع التوسع العمراني الملحوظ في قطاع غزة، فإن كمية مياه الأمطار المغذية للخزان الجوفي تتناقص بصورة كبيرة، حيث أن معظم هذه المياه تنساب طبيعياً إما إلى الأماكن المنخفضة حيث تسبب مكرهة بيئية، أو تتجه إلى البحر مباشرة بدون الاستفادة منها، ويُقدر المجموع الكلي للهطول على قطاع غزة بحوالي 130م م^3 /سنوياً، وفي حالة تجميع مياه الأمطار وشحنها يمكن زيادة الطاقة التخزينية للخزان الجوفي بحوالي20 م م^3 /سنوياً، مع الأخذ في الاعتبار القدرة الاستيعابية للطبقات الحاملة للمياه وخواصها الهيدرولوجية وعليه سترتفع كمية المياه الجوفية المخزونة من حوالي3450م م^3 إلى أكثر من 3850م م^3 بحلول2020م، وهناك العديد من المشاريع الخاصة بتجميع مياه الأمطار وإعادة استخدامها عن طريق الشحن الاصطناعي، إذ كان هناك توجه لدي المزارعين بتجميع مياه الأمطار من أسقف البيوت البلاستيكية المستخدمة في الزراعات المحمية وإعادة استخدامها في الزراعة، حيث يتم حالياً جمع مياه الأمطار من ما يقرب من 1200 بيت بلاستيكي بمساحة1.5كم^2 وبطاقة تجميعية تصل إلى 360.000 م^3 /سنوياً، وفي حالة تجميع مياه الأمطار من جميع البيوت البلاستيكية في القطاع والتي تقدر بحوالي 13000بيت يمكن تجميع ما يقرب ب3.5م م^3(مركز التجمع للحق الفلسطيني، 2011: 7).

ب- تحليه مياه البحر:

تُعتبر تحليه مياه البحر من الحلول الناجحة لتخطي مشكلة المياه النوعية والكمية، وقد مرت هذه الفكرة بعدة مقترحات، حيث كان المقترح الأول عبارة عن إنشاء محطة تحليه مركزية لقطاع غزة تقوم بتحليه مياه البحر ثم نقلها بواسطة ناقل يمتد على طول القطاع إلى جميع المحافظات حيث يتم ضخها في شبكات مياه الشرب لتحسين النوعية، وزيادة الكمية، وفكرة هذا المشروع بدأت عندما التزمت الوكالة الأميركية للتنمية ،بتمويل إنشاء محطة تحليه غزة بطاقة إنتاجية (60.000م^3/يوم) ،تزداد إلى(150.000م^3/يوم)أي (55م م^3/ سنوياً) بحلول عام2020 م وستعمل هذه المحطة على إنتاج مياه صالحة للاستخدام المنزلي على أن تضخ كميات المياه المنتجة داخل ناقل قطري يتراوح قطره من (200ملم -1200ملم) يصل شمال القطاع بجنوبه، ويزود البلديات بالمياه بحسب عدد السكان، ولكن تم إلغاء المشروع لأسباب سياسية، ورغم ذلك فما زالت الفكرة موجودة حيث تُعد مصلحة مياه بلديات الساحل حالياً مقترحاً لإنشاء محطتي تحليه لمياه البحر تخدم محافظات قطاع غزة ، وذلك بهدف توفير مياه صالحة للشرب وتقليل العجز السنوي في الخزان الجوفي وستكون الكميات المُنتجة من هذه المحطات مساوية تقريباً الكميات التي كان مخطط لها في المشروع الأول، وبالتالي تصل كميات المياه المُحلاة في عام2015م-إذا تم البدء بتنفيذها -حوالي 36.5م م^3/ سنوياً، بينما تزداد هذه الكمية إلى حوالي55م م^3/ سنوياً بحلول عام2020م(الصوراني، 2006: 18).

ج- استيراد المياه من الدول المجاورة:

تُعتبر من الحلول التي تحد من استنزاف الخزان الجوفي، ويتم ذلك من خلال استيراد المياه من دول إقليمية مجاورة وذلك كمصدر بديل للخزان الجوفي، وفي الوقت الحالي يتم ذلك على نطاق ضيق حيث يتم شراء المياه من شركة ميكروت الإسرائيلية بكميات لا تتجاوز 5م م^3/ سنوياً، وكان من المخطط له أن تزداد هذه الكمية لتصل 10م م^3/ سنوياً، ولكن هناك أفكار جديدة يتم تدارسها حالياً بشأن استيراد مياه من تركيا أو مصر وذلك لسد العجز في كميات المياه، وذلك بالتزامن مع إنشاء محطات تحليه مياه البحر، ولكن هذه الأفكار لم يتم تطبيقها بعد.

د- معالجة المياه العادمة واستخدامها في الزراعة:

تُعتبر المياه العادمة المعالجة مصدراً أساسياً في حماية المياه الجوفية، حيث يمكن استخدامها في سد جزء كبير من الاحتياجات الزراعية وشحن الفائض اصطناعياً في أجزاء مختارة من الخزان الجوفي، فقد تبين أنه يمكن توفير ما يقدر بحوالي 90 م م^3/ سنوياً من المياه العادمة المعالجة بحلول عام 2020م، وفي حالة إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لسد الاحتياجات

الزراعية سيزداد مخزون المياه الجوفيةً ، لذلك لا بد من ضرورة إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة بما نسبته 65% من كامل الاحتياجات الزراعية، ولتطبيق ذلك فإنه يلزم الحصول على مياه عادمة معالجة صالحة للأغراض الزراعية وهذا يتطلب إنشاء محطات معالجة ذات كفاءة مميزة وبتكلفة عالية تُقدر بمئات الملايين من الدولارات، لذلك سوف تركز الدراسة على هذا العنصر باعتباره شيئاً أساسياً كونه مصدر مائي بالإضافة إلى ضرورة من ضروريات حماية البيئة (سلطة المياه الفلسطينية، 2010 :17).

الفصل الثاني

واقع المياه العادمة في قطاع غزة

أولاً: تعريف المياه العادمة ومكوناتها.

ثانياً: مصادر المياه العادمة.

ثالثاً: نظم الصرف الصحي السائدة.

رابعاً: طرق معالجة المياه العادمة

خامساً: محطات معالجة المياه العادمة وعمليات المعالجة السائدة فيها.

سادساً: تقييم محطات المعالجة القائمة.

سابعاً: الاستراتيجية المستقبلية لتطوير محطات المعالجة.

يُعاني قطاع الصرف الصحي في قطاع غزة العديد من المشكلات، والتي في بعض الحالات تؤدي إلى حدوث كوارث بيئية، أو أضرار بيئية في حالات أخرى، وتواجه خدمات الصرف الصحي أزمة كبيرة، فالبنية التحتية لجمع ومعالجة المياه العادمة في محافظات غزة غير كافية، والمحطات القائمة توفر فقط معالجة جزئية، ويتم صرف المياه العادمة الخام والمعالجة معالجة جزئية إلى الأودية والبحر، أو تتسرب في أحواض الترشيح من خلال التربة، وتصل في نهاية المطاف إلى المياه الجوفية، كما تستخدم المنازل غير المرتبطة بشبكات المياه الحفر الامتصاصية التي لا يتم تفريغها بالشكل المناسب في ظل المناخ الاقتصادي الراهن، وتتمثل أزمة القطاع البيئية في غياب محطات معالجة تعمل على مستوى يلائم الجودة المطلوبة للمعالجة، بالإضافة إلى نشأتها في مناطق غير ملائمة من المنظور البيئي، ولأغراض سياسية، وبيئية، تضر بالقطاع وتعتبر ملوثاً هاماً للخزان الجوفي.

أولاً: تعريف المياه العادمة ومكوناتها:

تتمثل في المياه السائلة الناتجة عن استخدامات الإنسان المنزلية، والصناعية، والتجارية وغيرها، هذا وتتكون المياه العادمة من 99.94%من الماء، و0.06% من الشوائب (عابد وسفاريني، 2004: 226) وتنقسم ملوثات المياه العادمة إلى:

أ- **مواد عضوية:** مثل(البروتينات، الكربوهيدرات) وتشكل حوالي 70% من الملوثات.

ب- **مواد غير عضوية:** وهي عبارة عن أملاح الكبريتات، والكلوريدات، والفوسفات، والعناصر الثقيلة، والتربة والرمال، وتشكل حوالي30% من ملوثات المياه العادمة، كما تتواجد في المياه العادمة ملوثات مكروبيولوجية مثل الفيروسات، والبكتيريا الممرضة مثل بكتيريا القولون البرازية، والسالمونيلا، والكوليرا، وبيوض الديدان المعوية مثل الاسكارس والبروتوزوا (أوليات)، وللحد من خطورة هذه الكائنات الممرضة فلا بد من إتباع الأساليب التي تؤدي إلى خفض تركيزها دون الحدود الممرضة، وذلك بمرور هذه المياه في مراحل المعالجة المختلفة (أبو سعدة، 2009: 124).

ثانياً: مصادر المياه العادمة:

تنتج المياه العادمة عن الاستعمالات المختلفة، وتُعتبر هذه الاستعمالات المتنوعة للمياه هي المسئولة عن مصادر تلوث المياه سواءً السطحية، أو الجوفية، ومن أهم هذه المصادر:

أ- المياه العادمة المنزلية:

تشمل المياه الناتجة عن استعمالات المنازل المُستعملة في الحمامات، والمطابخ، والغسيل، وكلها تشتمل على بقايا الصابون، والنشا، والسكر، والدهون، والمواد الزُلالية، والأملاح، والأتربة،

والـورق، وبقايـا الخضـروات، والأطعمـة، والمخلفـات الآدميـة(البراز والبـول)، وكميـات هائلـة مـن الكائنـات الدقيقـة كالبكتيريـا، والفطريـات، والفيروسـات، وتكـون الميـاه مائلـة إلـى الاصـفرار، ويمكـن القول بـأن 80%مـن الميـاه المسـتهلكة للاسـتعمال المنزلـي تتحـول إلـى ميـاه عادمـة(غرايبـة، الفرحـان، 1999: 298).

ب- المياه العادمة الصناعية:

تُستعمل المياه في الصناعة كمادة خام، أو مادة مساعدة في الإنتاج، أو أغراض التبريد، وبعد الاستعمال تخرج المياه على شكل مياه عادمة صناعية وتحتوي هذه المياه على مواد كيماوية ضـارة وسـامة، ومـواد عالقـة ومـواد مترسـبة، ومـواد ذائبـة وحـوامض سـامة، بالإضـافة إلـى ارتفـاع حرارتها (الباز، 40:2010).

ج- المياه العادمة الزراعية:

تنتج عن النشاطات الزراعية خاصةً عند استعمال طرق الزراعة الكثيفة، وتربية الحيوانات، وتحتوي المياه العادمة الزراعية على مواد عضوية سهلة التحليل ولا تشكل خطراً على البيئة، لكن هنـاك ميـاه عادمـة زراعيـة ناتجـة عـن تصـنيع علـف الحيوانـات، وتحتـوي علـى مـواد عضـوية مثـل حامض الخليك، ومركبات النيتروجين المختلفة، كما أن استعمال المبيدات المختلفة يؤدي إلى نقل هذه المواد عن طريق مياه الري إلى الماء السطحي المجاور للحقول المزروعة وتلوثها(الباز، 2010: 40) وتوجد العديد من العوامل التي تؤثر في كمية تدفق المياه العادمة منها زيادة كثافة السكان، ومعدل تغير السكان، واستهلاك الماء واحتياجات الماء، والنشاط التجاري، والصناعي، والزراعي، وزيادة الخدمات (الإغاثة الزراعية، 2010: 6).

ثالثاً: نظم الصرف الصحي السائدة:

يختلـف مسـتوى خدمـة شـبكات الصـرف الصـحي مـن محافظـة لأخـرى، حيـث يوجـد نمطـان مـن التصريف هما:

أ- الحفر الامتصاصية:

هـي إحدى الطرق المُتبعة للتخلص من المياه العادمة في المناطق غير المتصلة بشبكة الصرف الصحي، ويتم فيها عمل حفرة متصلة بالمبنى بواسطة أنبوب خاص قُطر الحفرة يتراوح ما بين 2-3م، وتُحفر بعمق 5م بنوع معين من الطوب، وبطريقة معينة تسمح بتسرب المياه السائلة من الحفرة إلى محيط التربة، وحجز المواد الصلبة داخل الحفرة وعند تشبع الحفرة بالمياه العادمة

يتم سحب المياه منها بواسطة عربات الشفط، ومن ثم ضخ المياه العادمة إلى محطات التجميع أو في البيئة المفتوحة (الدحدوح، 2012).

تنتشر هذه الطريقة في عدد من محافظات غزة خاصةً في محافظة خانيونس، ومحافظة دير البلح، وتشكل حوالي 25%من نسبة نظم الصرف الصحي السائدة في محافظات غزة، مع ملاحظة أن هذه الطريقة تتسبب في تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي الذي يُعتبر مصدر المياه الرئيس لسكان القطاع، وبالتالي تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، ورفع نسبة النترات فيها بنسبة كبيرة، هذا وقد بلغت نسبة المساكن التي تستخدم الحُفر الامتصاصية في محافظات غزة 47.80%عام 2000م، كما أنها تختلف حسب نوع التجمع السكاني، فقد بلغت في مناطق الحضر 45.8%، والمخيمات 44.3%، والريف 88.1%(الهيئة المستقلة لحقوق الإنسان، 2001: 10).

ب- شبكات الصرف الصحي:

وهي عبارة عن خطوط الأنابيب التي تربط بين مصادر المياه العادمة من منازل، وورش وغيرها، وبين محطات تجميع المياه العادمة حتى يتم معالجتها معالجة تمهيدية من خلال كشط الرواسب الكبيرة الحجم، ثم توجيه المياه إلى محطات المعالجة هذا وتغطي شبكات الصرف الصحي جميع محافظات غزة ما نسبته84% والتي يبلغ أقصاها في محافظة غزة والشمال، كما وتقل نسبتها في المحافظات الجنوبية من القطاع كما في جدول(1-2).

جدول رقم (1-2) تغطية شبكات الصرف الصحي في محافظات غزة عام 2009 م

المحافظة	السكان	التغطية
شمال غزة	286.246	%80
غزة	519.027	%90
دير البلح	215.808	%65
خانيونس	283.286	%40
رفح	182.449	%65
المجموع	1.486.816	%84

المصدر :(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011 :14)

رابعاً: طرق معالجة المياه العادمة:

يعتبر الغرض الرئيس لعملية المعالجة هو الحصول على مياه عادمة معالجة إلى الحد الذي يجعل المخاطر التي تتعرض لها الصحة العامة والبيئة في المستوى المناسب والمقبول، لذلك،

فإن أنسب معالجة للمياه العادمة هي التي توفر وتضمن مياهاً بالنوعية الكيماوية والمكروبيولوجية المطلوبة لاستعمالات معينة بتكلفة منخفضة وبأقل قدر من متطلبات التشغيل والصيانة، وبصرف النظر عن نوع وحدات معالجة المياه العادمة، فإنها تؤدي إلى تقليل المواد الصلبة العضوية العالقة، وتزيل المحتويات الكيماوية التي قد تكون لها آثار سُمية على المحاصيل وكذلك المكونات البيولوجية (أي الكائنات الممرضة) التي تعد أهم مصادر القلق بالنسبة للصحة العامة لذلك تقسم طرق المعالجة إلى:

أ- طرق طبيعية:

يتم فيها عملية التصفية والفلترة حيث يتم من خلالها التخلص من الرواسب والمواد الصلبة، والشوائب العضوية وغير العضوية الكافية والقابلة للترسيب، وتشتمل هذه الطرق على المصافي، وأحواض حجز الرمال، وأحواض حجز الشحوم، والزيت، وأحواض التهوية المبدئية (العدوي، 1990: 120).

ب- طرق حيوية أو بيولوجية:

يتم بواسطة هذه الطرق إزالة الملوثات بالتفتت والتحلل الحيوي، والأنشطة البيولوجية، وعادةً تستخدم هذه الطرق لإزالة المواد العضوية الغروية، والذائبة القابلة للتحلل، وبذلك يتم تحويل هذه المواد إلى أخرى ثابتة ونواتج التحلل إما غازات (تجد مسارها للغلاف الجوي)، أو خلايا حية (يمكن إزالتها بالترسيب) أو مواد صلبة عالقة، وبفضل الإنزيمات التي تنتجها الكائنات الحية الدقيقة (يمكن إزالتها بالترسيب)، وأمثلة هذه الطرق: الحمأة النشطة، وبرك موازنة الحمأة.

ج- طرق كيميائية:

يتم ادخال المياه بعد المرحلة البيولوجية إلى مرشحات رملية ناعمة جداً لإزالة ما تبقى من المواد العضوية، والمواد الذائبة، وبعدها تأتي مرحلة التطهير والتي يتم فيها إبادة ما قد تحتويه المياه من كائنات دقيقة وميكروبات مسببة للأمراض، ويتم استخدام المطهرات مثل الكلور، الأوزون، الأشعة فوق البنفسجية (الإغاثة الزراعية، 2010: 4).

خامساً: محطات معالجة المياه العادمة وعمليات المعالجة السائدة فيها:

تهدف عملية إدارة المياه العادمة بشكل عام إلى القيام بحماية البيئة مع الأخذ بعين الاعتبار النواحي الصحية والاقتصادية والاجتماعية المختلفة، ولا شك أن معالجة المياه العادمة في الوقت الحاضر تعد من الضروريات التي تسعى المجتمعات المتحضرة للقيام بها لا سيما وأن هذه المياه العادمة قبل معالجتها تحتوي على العديد من الملوثات الضارة بالإنسان والبيئة بشكل عام،

يوجد في قطاع غزة 4محطات عاملة لمعالجة المياه العادمة، تتمثل في محطة بيت لاهيا في محافظة الشمال، ومحطة الشيخ عجلين في محافظة غزة، وأحواض تجميع ومعالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس، ومحطة تل السلطان في محافظة رفح، وجميعها تُواجه صعوبات في التشغيل، ولا تعمل بكامل طاقتها وفعاليتها، إذ تعمل بعبء يفوق طاقتها وتُعاني جميعها من قصور ميكانيكي، وهيدروليكي، فحوالي 70-80% من المياه العادمة الناتجة في محافظات غزة تُصرف إلى البيئة المحيطة بمعالجة جزئية إذ تمثل نسبة المعالجة في هذه المحطات أقل من 70%(سلطة المياه الفلسطينية، 2010: 15).

أ- محطة معالجة بيت لاهيا في محافظة الشمال:

تقع في أقصى شمال بيت لاهيا بالقرب من قرية أُم النصر، تبعد عن شاطئ البحر حوالي 4كم، أُنشئت في منتصف الستينات من القرن الماضي، تشغل مساحة تقدر ب150.000 $م^2$، وتخدم المحطة كل من المناطق التالية: بيت حانون-جباليا- بيت لاهيا، وتغطي المحطة منطقة يبلغ عدد سكانها286.246نسمة، وتغطي ما نسبته 80%، صُممت المحطة لتستوعب قدرة تدفق قصوى تصل إلى15.000$م^3$/ يومياً، لكنها تستقبل حوالي 25.000 $م^3$/ يومياً، بمعدل 9م م ^{3}/سنوياً، مما يفوق قدرتها الاستيعابية حيث تُسهم بيت حانون بحوالي20%من المياه العادمة القادمة إلى المحطة، وبيت لاهيا بحوالي 25%، أما جباليا فتسهم بحوالي 55% من إجمالي المياه المتدفقة إلى المحطة يومياً، نتيجةً لتزايد عدد السكان والضغط الكبير على محطة بيت لاهيا أصبحت لا تستوعب الكميات الموجهة إليها، لذلك تم إنشاء محطة جديدة شرق جباليا قدرتها الاستيعابية تفوق 15.000$م^3$ /يومياً، وتتكون من 9 أحواض للترشيح تُنقل إليها المياه العادمة المعالجة من محطة بيت لاهيا عن طريق أنابيب بحيث يتم ترشيح المياه إلى الخزان الجوفي لتجنب الضغط الذي من الممكن أن يحدث على أحواض الترشيح في محطة بيت لاهيا، والذي قد يتسبب في كارثة بيئية وصحية كما حدث يوم2007/3/27م، حيث انهار أحد جوانب حوض الترشيح رقم7 مما أدى إلى فيضان مياهه على المنطقة المحيطة بقرية أم النصر ووفاة 5من سكان القرية وتدمير العشرات من البيوت(المركز الفلسطيني لحقوق الإنسان، 2009: 13).

تُستقبل المياه العادمة من 4 محطات ضخ رئيسية هي:

1- محطات هوابر: التي تضخ المياه العادمة مباشرة إلى محطات المعالجة.

2- أبو راشد: تستقبل المياه العادمة القادمة من محطة محاذر ومحطة الغباري ومحطة عُقد في جباليا ومن ثم إلى أحواض المعالجة.

3- محطة تل الزعتر في جباليا: تستقبل المياه العادمة القادمة من محطة العلمي ومنها إلى أحواض المعالجة.

4- محطة بيت لاهيا: تستقبل المياه العادمة القادمة من المحطة الموجودة في شرق المحافظة وتضخها إلى أحواض المعالجة.

طريقة المعالجة في محطة بيت لاهيا:

يتم تجميع المياه العادمة من كافة المناطق المشتركة بالشبكة العامة في المضخات لكل منطقة، ثم تُنقل إلى أحواض محطة المعالجة المركزية، حيث تعتمد المعالجة في المحطة على عملية ترسيب المواد الصلبة، ثم تنشيط البكتيريا الهوائية بواسطة البرك المهواة، والتي تهدف إلى تنشيط وتنمية الكائنات الحية المحللة هوائياً مثل البكتيريا الهوائية، والفطريات التي تعمل على تفكك وتحليل المواد العضوية المركبة التي توجد بالمياه العادمة وإعادتها إلى عناصرها الأولية، وبالتالي تعمل على تقليل حجم الملوثات في المياه العادمة، هذا وتتكون المحطة من 7أحواض يتم عملها بشكل متتالي ومتوازي وهي:

1- الحوض الأول والثاني: وهما بعمق(2.4م) ويختصا بالمعالجة اللاهوائية وترسيب المواد العضوية في هذه المرحلة يتم التخلص من 40% من المواد العضوية الموجودة في المياه.

2- الحوض الثالث والرابع: وهما بعمق(2.4م) تتم فيهما المعالجة الهوائية حيث أن الحوضين مزودين بمراوح تهوية تعمل على تحريك المياه وزيادة نسبة الأكسجين المنحل في الحوضين.

3 - الحوض الخامس والسادس: وهما بعمق(2.4م) تتجه إليهما المياه بعد عملية المعالجة الهوائية، الهدف منهما ترسيب الحمأة من المياه، وسحب المياه من أعلى ثم ترسيب الحمأة في أسفل الحوض.

5 - الحوض السابع : وهو بعمق(6.75م) تتجه المياه بعد عملية الترسيب في الحوضين الخامس والسادس إلى الحوض السابع، ثم يتم تجميع وترويق المياه التي تخرج منه إلى البرك العشوائية التي تقع ضمن نطاق المحطة، وتُترك المياه إلى أن يتسرب الجزء الآخر إلى باطن الأرض، وجزء يتم استخدامه في الري الزراعي، ومن المحاصيل التي يتم ريها البرسيم، والزيتون، والحمضيات، والذرة الصفراء (الآنقه، 2012).

صورة (1-2) البرك العشوائية في محطة بيت لاهيا.

يتم التخلص من الحمأة في المحطة عن طريق تنظيف الأحواض، ونقل الحمأة فيها إلى المناطق المجاورة من المحطة، لتجف وتترك كأكوام حتى تُخلط بالتربة دون معالجة، ولا تُستخدم الحمأة كسماد عضوي بسبب عدم معالجتها من المركبات الكيميائية، والعناصر الثقيلة ويوضح جدول (2-2) تحديد نوعية المياه العادمة قبل المعالجة وما بعد المعالجة (الطيب، 2012).

جدول (2-2) مواصفات المياه العادمة في محطة بيت لاهيا قبل وبعد المعالجة

اسم الاختبار	قبل عملية المعالجة	بعد المعالجة
BOD_5	660 ملجم /لتر	200 ملجم/لتر
COD	1208 ملجم/لتر	275 ملجم/لتر
TSS	275 ملجم/لتر	165 ملجم/لتر

المصدر (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 5)

ب- محطة معالجة الشيخ عجلين في محافظة غزة:

تقع محطة المعالجة في الطرف الجنوبي من المحافظة، وتُقدر مساحتها ب130.000م^2، أُنشئت عام 1977م تحت إشراف وتمويل البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة، وكانت تتكون من حوضين بسعة 42.000م^3/ يومياً لكل حوض، تم تطويرها لتستوعب كمية أكبر من المياه العادمة، وأصبحت تتكون من 6أحواض بالإضافة إلى وجود برجي معالجة هوائية وتستوعب حالياً أكثر من 75.000م^3 /يومياً، بمعدل 27م م^3/سنوياً، وتغطي خدماتها جميع المباني السكنية،

والمرافق العامة في مدينة غزة، تم تطويرها عام 1998م، بإشراف وتمويل بلدية غزة والاونروا، وتخدم حوالي 300.000نسمة، بنسبة 90% من سكان المحافظة، وتم زيادة عدد الأحواض فيها وتحسين نوعية المعالجة الهوائية والمرشحات البيولوجية (الدحدوح، 2012).

عملية المعالجة في محطة الشيخ عجلين:

تتم عملية المعالجة في المحطة بطريقة التحلل البيولوجي للمواد العضوية، وتتكون المحطة من مجموعة من أحواض المعالجة البيولوجية وهي:

1- أحواض التخمير: وهي عبارة عن حوضين سعة كل منهما 22.000م^3/ يومياً، تتم في هذين الحوضين المعالجة اللاهوائية، إذ تعمل البكتيريا اللاهوائية في هذه المرحلة على تحلل المواد العضوية، وأيضا تعمل كأحواض ترسيب، بالإضافة إلى حوض ثالث وسعته 73.000م^3 يتم فيه المعالجة اللاهوائية(الوحيدي، 2012).

2- أحواض المعالجة الهوائية: وهي عبارة عن حوض واحد سعته 42.000م^3 تُستخدم فيه المراوح السطحية التي تعمل على تحريك المياه لإدخال الأكسجين وزيادة نسبته في الحوض، حيث يتم الاستفادة من البكتيريا الهوائية، إذ تعمل على تفكك المواد العضوية الموجودة في الحوض.

3- المرشحات البيولوجية (الأبراج البيولوجية): وهي عبارة عن عدد"2"من الخزانات الخراسانية، يتراوح إرتفاعها8.5 م، وقطرها 26م، توجد بداخلها مكعبات بلاستيكية، ويوجد في أعلاها رشاشات تقوم برش المياه العادمة المعالجة من أعلى على المرشحات البلاستيكية المتعرجة، والهدف من هذه العملية زيادة تنشيط البكتيريا الهوائية والتي تعمل على تحلل المواد العضوية وتنقي المياه العادمة من التلوث(الدحدوح، 2012).

4- حوض الترسيب النهائي: عبارة عن قناة مخروطية الشكل، والهدف من هذا الحوض ترسيب وفصل الحمأة، حيث يتم سحب المياه بعد ترويقها من أعلى وتترسب الحمأة في قاع الحوض (الدلو، 2012).

5- حوض الترويق النهائي: عبارة عن حوض مقسم إلى ثلاثة أحواض بواسطة ستائر بلاستيكية، وهذه هي المرحلة النهائية للمعالجة البيولوجية وتكون المياه في هذا الحوض صالحة للاستخدام في الري، أو الترشيح للمياه الجوفية، تصل كفاءة المعالجة للمياه العادمة القادمة إلى المحطة حوالي90% (الدحدوح، 2012).

6- عملية التعقيم (الكلورة): عملية تقوم على تعقيم المياه العادمة المعالجة من خلال القضاء على الجراثيم والكائنات الحية الدقيقة والضارة (أبو سعدة، 2001: 120)، بعد ذلك تتجه المياه إلى محطة الضخ الرئيسية المكونة من 4 مضخات غاطسة وبطاقة إنتاجية 2400 م^3 /الساعة تقوم

بضخ المياه العادمة المعالجة إما إلى شبكة ري البساتين والمزارع، أو تضخها إلى وادي غزة لتغذية منطقة الوادي، أو يتم توجيهها إلى البحر في حال زيادة الضخ في المحطة وعدم قدرتها على الاستيعاب (الوحيدي، 2012).

صورة (2-2) أحواض المعالجة اللاهوائية في محطة الشيخ عجلين.

صورة (3-2) أحواض المعالجة الهوائية في محطة الشيخ عجلين.

صورة (4-2) أبراج المعالجة البيولوجية في محطة الشيخ عجلين.

يتم التخلص من الحمأة في المحطة بأخذ المواد الصلبة المترسبة، واستخدامها في عملية الكمبوست (التدبيل) واستخدامها كسماد زراعي، إذ تحتوي المحطة على8أحواض صغيرة لتجميع الحمأة، والتخلص منها وهذه الأحواض مبطنة من جميع الجوانب بمساحة 8000 م^2، تغطى بطبقة من الرمل، إذ تعمل بطريقة المرشح الرملي، والتجفيف الطبيعي عن طريق الشمس وتُنقل بعد ذلك لتدفن في حُفر مبطنة من الأرض في المناطق المحيطة بالمحطة، حالياً يتم معالجة الحمأة بالتعاون مع وزارة الزراعة وتحويلها إلى كمبوست واستخدامها كمحسن للتربة (الدحدوح، 2012) ويوضح جدول(3-2) مواصفات للمياه العادمة في المحطة ونوعية المياه العادمة قبل المعالجة وما بعد المعالجة.

جدول (3-2) مواصفات المياه العادمة في محطة الشيخ عجلين قبل عملية المعالجة وبعد المعالجة

اسم الاختبار	قبل عملية المعالجة	بعد المعالجة
BOD_5	500 ملجم /لتر	50 ملجم/لتر
COD	837 ملجم/لتر	113 ملجم/لتر
TSS	300 ملجم/لتر	50 ملجم/لتر

المصدر:(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 7)

ج- وضع المياه العادمة في محافظة دير البلح:

تختلف محافظة دير البلح عن بقية محافظات القطاع لوضع المياه العادمة فيها، وذلك نتيجةً لعدم وجود محطة معالجة رئيسية أو أحواض تجميع مؤقتة للمياه العادمة، ولكن يوجد بها أربع مضخات موزعة داخل مناطقها تقوم بضخ كميات كبيرة من المياه العادمة إلى مجرى وادي

غزة، وتقدر كميتها ب 10000م ^{3}/يومياً، بمعدل 3.5م م^3/سنوياً، ومن ثم توجه إلى البحر مباشرة دون معالجة، وتخدم حوالي 55% من سكان المحافظة، وتتوزع هذه المضخات على النحو التالي:

1 – محطة ضخ المياه العادمة في منطقة الزوايدة.

2 – محطة ضخ في منطقة دير البلح.

3 – محطتي ضخ في منطقة النصيرات.

تعمل هذه المضخات على مدار الساعة دون انقطاع، ولكن لابد من الاشارة إلى أن المضخة المتواجدة في منطقة الزوايدة متوقفة حالياً عن العمل(مصلحة مياه بلديات الساحل،2011: 15).

د– أحواض تجميع و معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس:

تقع إلى الغرب من مدينة خانيونس بحوالي 2.5كم، تم تأسيسها عام 2008م، تبلغ مساحتها 95.000م^2، تقع على تلة رملية تجعلها في مستوى أعلى من منطقة المواصي التي تقع إلى الغرب منها في منطقة المحررات بالقرب من مدينة أصداء، تتكون من 4أحواض تستقبل حوالي 12.000 م^3 /يومياً، بمعدل 4م م^3/سنوياً، تخدم حوالي 50%من سكان المحافظة (معمر، 2012).

طريقة معالجة المياه العادمة في أحواض خانيونس:

تمر معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس في الوقت الحاضر بعده طرق أولية وهي حجز المواد الصلبة في محطات الضخ، حيث يتم في هذه الخطوة التخلص من الشوائب الكبيرة الصلبة العضوية وغير العضوية وتنقسم إلى عده أقسام :–

1– المصافي: يتمثل الهدف منها في حجز المواد الصلبة كبيرة الحجم، والمواد الطافية، وهي تتألف من حاجز من القضبان المعدنية المتوازية، وتتباعد عن بعضها البعض من5–10سم، وتُوضع بشكل مائل وتُنظف المصافي من مخلفاتها بأمشاط خاصة، أما غرف الترسيب الحصوي فهي عبارة عن أحواض تعمل على التخلص من أكبر كمية من المواد الصلبة الغير عضوية بقصد التخفيف على أحواض الترسيب.

2– المعالجة البيولوجية: تأتي إليها المياه من محطة ضخ الوفية وبركة حي الأمل إلى أحواض التجميع في منطقة المواصي المكونة من4 أحواض وتعتمد المعالجة هنا على الطريقة القديمة والمكونة من عمليتين هما:

أ– **أحواض التخمير:** يتم فيها استقبال المياه العادمة القادمة من المحافظة ويُترك حوضا التخمير الأول والثاني في ظروف لاهوائية، حيث يتم فيهما تحليل المادة العضوية بالبكتيريا اللاهوائية(بكتيريا التعفن).

ب- **حوض الأكسدة:** يتم فيه أكسدة المياه عن طريق 6مراوح كهربائية مثبتة على عوامات يتم فيها المعالجة الهوائية، وذلك عن طريق تنشيط البكتيريا الهوائية وغيرها من الكائنات الدقيقة التي تعتمد على الأكسجين في حيويتها، مما يؤدي إلى أكسدة الجزء المتبقي من المادة العضوية بالبكتيريا الهوائية، وفي هذه المرحلة تعمل المعالجة على تقليل الأكسجين المستهلك حيوياً والمواد الصلبة المعلقة بنسبة 40-50%، لكنها لا تقلل من مستوى الكائنات المسببة للأمراض ثم تخرج المياه إلى الحوض الرابع ومنها تتصرف لتصب في البحر عبر الخط الناقل.(الباز، 2010: 85).

صورة (5-2) حوض المعالجة اللاهوائية في أحواض معالجة المياه العادمة خانيونس.

يتم التخلص من الحمأة والرواسب عن طريق الأحواض ونقل الحمأة إلى المناطق المجاورة للأحواض لتجفف وتترك كأكوام حتى تخلط بالتربة دون معالجة (معمر، 2012) ويوضح الجدول التالي(4-2) نوعية المياه في المحطة قبل المعالجة وبعد المعالجة.

جدول (4-2) مواصفات المياه العادمة في أحواض المعالجة في خانيونس قبل وبعد المعالجة

اسم الاختبار	قبل عملية المعالجة	بعد المعالجة
BOD_5	380ملجم /لتر	120ملجم/لتر
COD	820ملجم/لتر	210ملجم/لتر
TSS	400ملجم/لتر	115ملجم/لتر

المصدر(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 9)

هـ- محطة معالجة تل السلطان في محافظة رفح:

تقع في الجزء الغربي من محافظة رفح على الحدود المصرية في تل السلطان، أُنشئت في عام 1982م، وتستقبل حوالي 8000-8500 م^3/ يومياً، بمعدل 3م م^3/سنوياً، تخدم حوالي 112,500نسمة أي بنسبة 70%من سكان المحافظة، نتيجةً لتضاعف كمية المياه العادمة المتدفقة إلى المحطة، كانت الحاجة ملحة لتوسعة هذه المحطة حتى تستوعب كميات أكبر من المياه العادمة ومن ثم معالجتها بشكل مقبول(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011: 17).

عملية المعالجة في محطة تل السلطان:

تتكون المحطة من:

1- مصفاة للرمال "ترسيب:" تمر عليها المياه العادمة قبل أن تُضخ إلى حوض المعالجة .

2- حوض معالجة هوائية : تبلغ سعته 7000م^3، مزود بالمراوح لزيادة نسبة الأكسجين وتنشيط البكتيريا حتى تتم عملية المعالجة الهوائية، نتيجة اقتصار المحطة على حوض واحد فهي تتعرض لمشكلة عند تنظيف الحوض حيث يتم وقف ضخ المياه للحوض عند زيادة الرواسب والحمأة، وقد تستغرق مدة تنظيف الحوض حوالي 20 يوماً، وفي هذه الفترة يتم توجيه المياه مباشرة من محطة الضخ الموجودة في المحطة إلى شاطئ البحر دون أي معالجة مما يترتب عليه تلويث كبير لمياه الشاطئ كما في شكل(6-2).

صورة (6-2) حوض المعالجة الهوائية بمحطة تل السلطان

صورة (7-2) حوض المعالجة اللاهوائية بمحطة تل السلطان

3- حوضين لتجميع وتجفيف الحمأة: تُجمع الحمأة اللزجة من حوض المعالجة وتُلقى في حوض تجميع الحمأة إلى أن تجف نوعاً ما، ثم بعد ذلك تنقل إلى حوض تجفيف الحمأة، ثم تُلقى بالقرب من المحطة بعد تجفيفها(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2009: 6).

4- أبراج المعالجة البيولوجية: يتم من خلالها تنشيط البكتيريا الهوائية والتي تعمل على تحلل المواد العضوية وتنقي المياه العادمة من التلوث ويوضح جدول (5-2) نوعية المياه العادمة قبل وبعد المعالجة في المحطة.

جدول (5-2) مواصفات المياه العادمة في محطة تل السلطان قبل وبعد المعالجة

المقياس	قبل عملية المعالجة	بعد عملية المعالجة
COD_5	1428 ملجم / لتر	591 ملجم / لتر
BOD	850 ملجم / لتر	220 ملجم / لتر
TSS	880 ملجم / لتر	240 ملجم / لتر

المصدر(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 9)

سادساً: تقييم محطات معالجة المياه العادمة في محافظات غزة:

تتم معالجة المياه العادمة بناءً على مجال استخدامها بعد المعالجة، والهدف من معالجة المياه العادمة في محافظات غزة هو التقليل من الأضرار البيئية لها خاصةً على الإنسان وصحته، وأقصى استخدام لها في محطة الشيخ عجلين، حيث يستخدم جزء منها في ري البساتين المجاورة كالحمضيات، والزيتون، واللوزيات، ونلاحظ أن المياه العادمة المعالجة في المحطات الأخرى بناءً على مواصفاتها أدنى من أن تقذف إلى شاطئ البحر حيث تعمل على تلويثه، وهذا لأن المعالجة لازالت في مرحلة المعالجة الابتدائية، والبيولوجية نوعاً ما باستثناء محطة الشيخ عجلين حيث تتم فيها المعالجة البيولوجية المتطورة باستخدام الأبراج البيولوجية، فقد تم تزويد المحطة في الفترة الأخيرة ببرجين للمعالجة البيولوجية باستخدام البكتيريا الهوائية، وتتم فيها أيضاً المعالجة الكيميائية والمعتمدة على استخدام الكلور كمطهر للمياه لقتل الميكروبات والجراثيم الموجودة في المياه ويوضح جدول(6-2) مواصفات ونوعية المياه العادمة المعالجة في المحطات.

جدول(6-2) مواصفات محطات المعالجة في محافظات غزة من ناحية: نوعية المعالجة، وطريقة التخلص من المياه بعد المعالجة، وطريقة التخلص من الحمأة.

اسم المحطة	نوعية المعالجة	طريقة التخلص من المياه أو استخدامها	طريقة التخلص من الحمأة
محطة بيت لاهيا "محافظة الشمال	ابتدائية + بيولوجية	تضخ المياه إلى أحواض الترشيح شرق جباليا، أو أحواض الترشيح في المحطة ويستخدم جزء منها حالياً لري محصول البرسيم في المنطقة	تلقى في المناطق المحيطة بالمحطة بعد تجفيفها
محطة الشيخ عجلين "محافظة غزة"	ابتدائية + بيولوجية + كيميائية (كلور)	جزء يضخ إلى شاطئ البحر أو إلى وادي غزة، وجزء يستخدم في ري الحمضيات والأعلاف والزيتون في البساتين المجاورة في المنطقة	تجفف في أحواض خاصة يتم استخدامها كسماد عضوي
أحواض المعالجة "محافظة خانيونس"	ابتدائية +بيولوجية	تضخ إلى شاطئ البحر قد تكون معالجة بصورة جزئية أو خام بدون معالجة	تجفف وتلقى بجوار المحطة بعد ذلك
محطة تل السلطان "محافظة رفح"	معالجة ابتدائية+بيولوجية	تضخ إلى شاطئ البحر قد تكون معالجة بصورة جزئية أو خام بدون معالجة	تجفف وتلقى بجوار المحطة بعد ذلك

المصدر (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011 :15)

جدول (7-2) خصائص المياه العادمة المعالجة في محطات محافظات غزة لعام 2010م

معيار النوعية ملجم / لتر	محطة بيت لاهيا	الشيخ عجلين	محطة تل السلطان
BOD_5	200	70-50	220
COD	280	115	590
TSS	1	50	123

المصدر (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 11)

وبناءً على المواصفات العالمية لاستخدام المياه العادمة المعالجة، يتضح من خلال الجدول(7-2) أن استخدام المياه العادمة المعالجة في محافظات غزة في مراحلها الأولى، لأن مواصفاتها لا تنطبق إلا على ري بعض المحاصيل كالأعلاف والحمضيات.

أ- محطة بيت لاهيا في محافظة الشمال:

يمكن استخدامها في ري الأعلاف كالبرسيم، والذرة الصفراء حيث تصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5) تقريباً 200 ملجم/لتر، ويُستخدم الآن جزء منها في ري الأراضي المزروعة بالبرسيم، والزيتون قرب المحطة، وجزء منها يتم ضخه في أحواض الترشيح الموجودة في المحطة لتتسرب إلى المياه الجوفية، مما يؤثر سلباً على التربة، وعلى المياه الجوفية إذا تسربت إليها خاصة إذا كانت معالجتها دون المواصفات المطلوبة، حيث أثبتت الدراسات ارتفاع نسبة النترات في الآبار المجاورة لمحطة بيت لاهيا، بالإضافة إلى أن البرك العشوائية التي تضخ إليها مياه المحطة المعالجة تحتل مساحة كبيرة من الأراضي المجاورة، كما أن جزء من المياه العادمة المعالجة من المحطة يتم توجيهها بواسطة أنابيب إلى أحواض الترشيح شرق جباليا .

ب- محطة الشيخ عجلين في محافظة غزة:

تصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) فيها ما بين 50-70 ملجم/ لتر، ونسبة الأكسجين الممتص كيميائياً(COD) حوالي 115 ملجم/ لتر، وبذلك يمكن استخدامها في ري الأشجار المثمرة كالحمضيات، وأشجار النخيل، والزيتون، والبرسيم، وهذا المتبع حالياً في المحطة بعدما تم تطويرها، حيث تُستخدم المياه العادمة المعالجة حالياً في ري البساتين المجاورة في حي الزيتون مع العمل على زيادة كفاءة المحطة لتصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) إلى 30 ملجم / لتر، ليتم استخدام المياه العادمة المعالجة في حقن الخزان الجوفي وهذا المشروع سيتم العمل به خلال العام الجاري.

ج- أحواض تجميع ومعالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس:

تصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) فيها تقريباً 120ملجم /لتر، ونسبة الأكسجين الممتص كيميائياً(COD) حوالي 210ملجم/لتر، وبذلك يمكن استخدامها في زراعة البرسيم والأعلاف وهذا ما تم بالفعل تم زراعة مساحات واسعة من الأراضي بالبرسيم والأعلاف وتم ريها بالمياه العادمة المعالجة.

د- محطة تل السلطان في محافظة رفح:

لا يمكن استخدام المياه العادمة المعالجة في أي مجال حيث ترتفع نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) عند مخرج المحطة إلى 220 ملجم / لتر تقريبا، ونسبة الأكسجين الممتص كيميائياً(COD) إلى 590 ملجم / لتر، لذلك لا يمكن استخدامها في أي مجال ولا يمكن ضخها أيضاً إلى شواطئ البحر حيث ترتفع في المياه العادمة المعالجة نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5)، والتي تنص المواصفات العالمية على أن تكون نسبته 50 ملجم / لتر(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2010: 14).

جدول(8-2) تطور نسبة أداء محطات المعالجة خلال الأعوام السابقة(2007-2009م)

اسم المحطة	2007	2008	2009
محطة الشمال	%86.74	%72.30	%71.72
محطة غزة	%89.70	%73.10	%70.46
أحواض معالجة خانيونس	*	*	%71.20
محطة رفح	%52.10	%56.90	%86.20

المصدر:(غنام، 2010: 5)

يشير الجدول أعلاه إلى تطور نسبة أداء محطات معالجة المياه العادمة خلال الأعوام السابقة (2007- 2009م) ويظهر التفاوت في التطور والكفاءة في الأداء تارة بالارتفاع وتارة في الانخفاض والقصور في الأداء، وهذا يرجع إلى تأثر هذه المحطات بالحصار الإسرائيلي المفروض على قطاع غزة، وإغلاق المعابر، ومنع دخول المعدات والأجهزة الثقيلة التي يتم استخدامها في عمليات الصيانة والتطوير، هذا بالإضافة إلى انقطاع التيار الكهربائي نتيجةً لنقص الوقود اللازم لعمليات التشغيل والمعالجة، هذا النقص في الوقود أدى إلى تدني الأداء في هذه المحطات في الوقت الذي تزداد فيه كمية المياه المتدفقة إلى هذه المحطات وهذا أثر سلباً على كفاءة المياه الناتجة عن هذه المحطات (غنام، 2010: 5).

سابعاً: الاستراتيجية المستقبلية لتطوير محطات المعالجة في محافظات غزة:

يوجد خطة مستقبلية لتحسين أداء كل محطة وزيادة كفاءة المعالجة فيها، حيث أن هذه المحطات تنتج كميات كبيرة من النفايات السائلة المعالجة التي ستستخدم مستقبلاً للأغراض الزراعية وتغذية الخزان الجوفي.

أ- المشاريع المستقبلية لتطوير محطات المعالجة:

تعاني محطات المعالجة القائمة في محافظات غزة من تدني كفاءتها وتجاوز قدرتها التصميمية لذا سيتم العمل على تأهيلها خلال المرحلة المقبلة، وذلك من أجل رفع كفاءة معالجتها حتى يتم استخدام المياه العادمة المعالجة الناتجة عنها في حقن الخزان الجوفي، وفي الزراعة، ولكن تُعتبر المحطات القائمة محطات معالجة مؤقتة ولسوء الحظ فإن معظمها موجود في مناطق ذات أهمية خاصة للخزان الجوفي، مما أدى إلي تأثير سلبي لهذه المحطات على الخزان الجوفي، ويذكر أن سلطة المياه ومصلحة مياه بلديات الساحل ستبدأ بتنفيذ مشاريع محطات المعالجة المركزية المقترحة في المخطط الإقليمي والتي تقع في المناطق الشرقية لقطاع غزة وترتبط ارتباطاً مناسباً بالمناطق الزراعية بالإضافة إلى وجود التربة الطينية في المناطق الشرقية حيث عملية الترشيح صعبة جداً، والخزان الجوفي عميق جداً لا يسمح بتلوث المياه، يشمل النظام المقترح نقل محطات المعالجة الموجودة من مواقعها الحالية إلي شرق محافظات غزة مع الحدود لقطاع غزة، وهذا يحتاج إلى نقل التركيبات كما يحتاج إلى محطات ضخ لنقل المياه العادمة من المواقع الموجودة إلى المواقع المقترحة الجديدة، وستخدم المواقع الجديدة عدة أماكن فالموقع الأول سيخدم محافظة الشمال، والثاني سيخدم محافظة غزة ومحافظة دير البلح، والثالث محافظة خانيونس والجزء الشرقي لرفح وستعمل محطات المعالجة الثلاثة بسعة إجمالية تزيد عن 120م م^3/ سنوياً من خلال خط رئيسي بقطر دائري 80 سم لتمكينها من نقل المياه الناتجة من المعالجة من موقع لآخر لاستخدامها في الزراعة، وستوفر هذه المحطات مياه عادمة معالجة بمقدار 90 م م^3/ سنوياً عام 2015م وتصل إلى 150 م م^3/ سنوياً عام 2020م مما سيساهم بتوفير جميع احتياجات الزراعة للمياه ويفيض جزء من هذه الكميات لاستخدامها في حقن الخزان الجوفي الذي يعتبر حالياً المصدر الوحيد للمياه اللازمة للري، وستتم عملية المعالجة للمياه العادمة المتدفقة بطرق علمية وفنية صحيحة (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011: 21).

1- محطة معالجة المياه العادمة في محافظة الشمال:

يهدف هذا المشروع إلى نقل أحواض تجميع المياه العادمة من موقعها الحالي إلى موقع جديد وهو الجزء الشمالي الشرقي من القطاع، ليخدم سكان المحافظات الشمالية للقطاع، وهذا

المشروع مصمم لأفق حتى عام 2025م، بدعم مجموعة من الممولين وتحت إشراف البنك الدولي (السويد- بلجيكا- فرنسا) وتتكون المرحلة الأولى من المشروع من الخطوات التالية:-

أ- إنشاء محطة ضخ مركزية وذلك لتجميع المياه العادمة في محطة المعالجة الحالية وضخها إلى المحطة الجديدة لمعالجة المياه العادمة في المنطقة الشمالية الشرقية.

ب- إمداد خط ضغط قطره 24انش وبطول8كم من الموقع الحالي إلى موقع المحطة الجديد.

ج- إضافة 9 أحواض فلتره وترشيح(شبلاق، 2011: 3).

صُممت هذه المحطة بقدرة معالجة 60.000 م^3/ يومياً من المياه العادمة المعالجة، تبلغ المساحة تبلغ مساحتها16.500 دونم في شمال شرق الحدود الشرقية المُحاذية لقطاع غزة، كما وتُقدر المساحة الزراعية بحوالي 13.700 دونم، بينما المساحة الصناعية والسكنية تقدر ب 546دونم، المساحة المقترحة لمحطة المعالجة مقسمة إلى منطقتين (A,B) طبقاً لموقعها من أحواض الترشيح، المنطقة (A) هي الجزء الواقع شمال أحواض الترشيح تقريباً تُقدر مساحتها بحوالي 9400 دونم، بينما منطقة (B) تقع جنوب أحواض الترشيح على مساحة تُقدر بحوالي 5000 دونم، وسوف تشتمل المحطة على عمليات الترسيب الابتدائي، تليها الأكسدة والترشيح، والتطهير بالأشعة الفوق بنفسجية، ومن المقرر أن تُعامل المياه العادمة المعالجة الناتجة عن هذه المحطة وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية تصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) فيها إلى 10ملجم/لتر، ونسبة المواد العالقة الكلية(TSS) إلى15ملجم /لتر، ونسبة النيتروجين (N)10 ملجم/لتر، الديدان الطفيلية أقل من 1/لتر، كما أنه سوف يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، فمن المقترح أن تغطى المنطقة بحوالي 21.000 دونم تمتد من الخط الأخضر شرقاً إلى شارع صلاح الدين غرباً، ومن الحدود الشمالية إلى منطقة المنطار في الجنوب، وسيتم إعادة رشح المياه العادمة المعالجة إلى المياه الجوفية من خلال أحواض تسلل تقع بالقرب من محطات المعالجة(مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011: 21).

2- محطة معالجة غزة المركزية لمعالجة المياه العادمة:

يهدف هذا المشروع إلى إنشاء محطة معالجة جديدة تخدم كُلاً من محافظة غزة، ومحافظة دير البلح، وتقدر المساحة المخصصة لهاب250دونماً، بقدرة استيعابية تصل إلى 110.000م^3/يومياً، لتخدم كلا المحافظتين، وهذا المشروع بتمويل من بنك التنمية الألماني، كان من المقرر البدء فيه عام 2008م، ولكن أعمال البناء لم تبدأ بعد وذلك لأسباب سياسية واقتصادية ويتكون المشروع من التالي:

أ- محطة ضخ كاملة.

ب- إمداد خط قطره24انش(يصل بين محطة غزة لمعالجة المياه العادمة ومحطة محافظة دير البلح لمعالجة المياه العادمة).

ج- إنشاء وحدة معالجة للمياه العادمة (الحمأة النشطة).

تصميم المحطة سيكون على مستوى عالٍ من الكفاءة بحيث تصل فيها نسبة الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5) إلى أقل من 20ملجم/لتر، و30ملجم/لتر من المواد العالقة والصلبة (TSS)، وأقل من25ملجم/لترمن(Nالنيتروجين)، هذا في المرحلة الأولى من المشروع بينما المرحلة الثانية من المشروع تصل فيها نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) من10-20ملجم/لتر، ونسبة المواد الصلبة والعالقة (TSS) من 15-20ملجم/لتر، ونسبة (N)النيتروجين من 10-15 ملجم/لتر، بالإضافة إلى الملوثات والميكروبات والطفيليات بما يتوافق مع المواصفات البيئية الفلسطينية مما يجعل المياه المعالجة مقبولة لتغذية الخزان الجوفي وري بعض المحاصيل الزراعية والتي تصلح لري الحمضيات واللوزيات والأعلاف (بنك التنمية الألماني، 2004 :33).

3- محطة معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس:

من المخطط إنشاء محطة معالجة للمياه العادمة في محافظة خانيونس ضمن موقع خاص بالقرب من الحدود الشرقية لمحافظة خانيونس، وتقدر مساحة الأرض المخصصة للمحطة ب115دونم، وتقع في أرض خالية ولا يوجد أي تجمعات سكنية قريبة منها، وسيعالج هذا المشروع المياه العادمة التي تنتج عن المحافظة، وسينتج عن المحطة مستوي متقدم من المياه العادمة المعالجة ومن ثم سيتم نقلها إلى أحواض لترشيحها للمياه الجوفية، وفي حالة الطوارئ سيتم ضخها إلى البحر لفترات محدودة جداً، وسيتم تنفيذ هذا المشروع على مرحلتين بتمويل من اليابان وايطاليا والأنروا علي النحو التالي:-

أ- **المرحلة الأولى:** يتم فيها إمداد خط ضغط قطره122انش، وبطول3كم، وبتمويل من ايطاليا، ويهدف إلى وصل شبكة الصرف الصحي من مركز محافظة خانيونس، بالإضافة إلى 8 محطات ضخ للمياه العادمة مع حوض تجميع المياه العادمة الوحيد والمتواجد شرق المحافظة وتستوعب يومياً حوالي26.000م^3/يومياً من المياه العادمة حتى العام2018م.

ب- **المرحلة الثانية:** يتم التخطيط لها وتهدف إلى إنشاء وحدة معالجة من الحمأة النشطة وبقدرة استيعابية12.000م^3/ يومياً، وسوف يكون لديها القدرة على معالجة ما يصل 44.000م^3 /يومياً من المياه العادمة حتى العام2025م(برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2007: 5).

يلاحظ مما سبق أن نوعية المياه العادمة المعالجة التي ستنتج عن هذه المحطات ستسمح بري أنواع المحاصيل المختلفة والجديدة بالإضافة إلى استخدامها في حقن الخزان الجوفي.

يحتوي المشروع على المكونات التالية:-

أ- التصميم التفصيلي لمحطة معالجة المياه العادمة.

ب- التصميم التفصيلي لأحواض ترشيح المياه العادمة المعالجة للخزان الجوفي.

د- تصميم الخط الناقل من محطة معالجة المياه العادمة إلى أحواض الترشيح وخط الطوارئ المؤدي إلى البحر.

ذ- انشاء المرحلة الأولى من محطة معالجة المياه العادمة شاملة أحواض الترشيح وخط النقل والطوارئ.

تصميم المحطة سيكون على مستوى عالٍ من الكفاءة، بحيث تُعالج المياه العادمة حتى تصل إلى مستوى أقل من20ملجم/لتر من نسبة الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5)، و10ملجم/لتر من المواد العالقة(TSS)، و25ملجم/لتر(النيتروجين N)، والملوثات من الميكروبات والطفيليات بما يتوافق مع المواصفات البيئية الفلسطينية مما يجعل المياه العادمة المعالجة مقبولة لتغذية الخزان الجوفي وري بعض أنواع المحاصيل(الباز، 2010: 81).

ب- المعوقات التي تمنع تنفيذ المشاريع السابقة:

تتعدد الأسباب والمعيقات التي تحول دون تنفيذ هذه المشاريع ومن أهم هذه الأسباب ما يلي:

1- الوضع السياسي والأمني الذي يمنع إنشاء هذه المحطات.
2- صعوبة إدخال المعدات وبعض المواد اللازمة من المعابر.
3- مشكلة توفر الأرض.
4- عدم اكتمال تمويل إنشاء المحطات (شبلاق، 2011: 4).

الفصل الثالث

إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي

أولاً: مجالات استخدام المياه العادمة المعالجة.

ثانياً: إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

ثالثاً: الجوانب الصحية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

رابعاً: الجوانب البيئية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

خامساً: الجوانب القانونية والمؤسساتية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

سادساً: الجوانب الاقتصادية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي

سابعاً: التدابير الوقائية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي.

يعود أول استخدام للمياه العادمة تاريخياً إلى ما قبل ألفي عام باليونان، كما كان الري بالمياه العادمة شائعاً في ألمانيا في القرن السادس عشر، وفي انجلترا في القرن التاسع عشر، أما في الولايات المتحدة الأمريكية فإن أول استخدام سُجل للمياه العادمة المعالجة يعود إلى سبعينات القرن التاسع عشر، وأما بالنسبة للمياه العادمة المعالجة في البلدان النامية فقد تزايد الإقبال عليها في الزراعة في ثمانينات القرن العشرين، بعد أن أدركت هذه البلدان إمكانيات ومزايا استخدام المياه العادمة المعالجة في المجالات المختلفة، أما في البلاد العربية فقد بدأ استعمال المياه العادمة غير المعالجة في ري المحاصيل الزراعية مع مطلع عام 1911م في مصر وتلاها عدد آخر من الدول العربية التي اهتمت بهذا النوع من المياه، حيث قدرت كمية المياه العادمة في الوطن العربي9 مليار م^3/سنوياً وتثلثي هذه الكمية هي مياه معالجة تستعمل بنسبة 48% في الري الزراعي (الوحيدي، 2006: 3).

أولاً: مجالات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة:

يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في العديد من المجالات:

أ- ري المحاصيل الزراعية:

يتم استخدام المياه العادمة المعالجة لري العديد من المزروعات، اعتماداً على أسلوب الري المتبع، ونوع وكمية وخواص المزروعات، والغطاء النباتي، وطبوغرافية، وجغرافية، وهيدروليكية، ومناخ المنطقة، واستخدامات الأرض، ووجود مواد التغذية النباتية في المياه العادمة المعالجة، وبعد منسوب المياه الجوفية، و تكلفة المعالجة والضخ والتوزيع، والعوامل والمخاطر الصحية التي تنجم عن استخدامها وتظهر أهميتها كالتالي:

1- توفير مصدر متجدد وله قيمة للاستخدام في الزراعة، مما يوفر مورد المياه العذبة الشحيحة للأغراض المنزلية كما هو الوضع القائم في قطاع غزة.

2- تجنب صرف المياه العادمة إلى مياه البحر وما يصاحب ذلك من تلوث لمصادر المياه في البحر المتوسط الأمر الذي يؤثر على السباحة الداخلية في قطاع غزة.

3- وجود بعض العناصر المغذية للنبات في المياه العادمة يمكن أن يكون عاملاً هاماً في توفير تكاليف الأسمدة المطلوبة، وخصوصاً النيتروجين، والفسفور، والعناصر النادرة، كما أن ما تحتويه هذه المياه من مواد عضوية يساعد على تحسين الخواص الطبيعية للتربة.

4- تكاليف توفير كميات إضافية من المياه العذبة بالطرق الأخرى، مثل تحلية مياه البحر أعلى بكثير من تكاليف معالجة المياه العادمة، وبما أن المياه العادمة ستنتج بصرف النظر عما إذا

كان سيعاد استخدامها أم لا، وحيث أن مشروعات معالجة المياه العادمة لاعتبارات الصحة العامة كذلك كان من البديهي استخدامها بكل كفاءة.

5- إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة يمكن أن يمنع نمو الطحالب غير المرغوبة في مصادر المياه غير المتجددة، مثل البحيرات، ويمكن الاستفادة من المياه العادمة المعالجة لمنع تداخل المياه المالحة في المناطق الساحلية فيما لو استخدمت لتغذية الخزان الجوفي، ومن أمثلة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات واستخدامها في ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث إن حوالي 63% من المياه العادمة المعالجة تُستخدم في ري المزروعات (الوحيدي، 2006: 7) كما أن دول مجلس التعاون الخليجي يستخدمون ما معدله 700.000م^3 /يومياً من المياه العادمة المعالجة، وتمثل هذه الكمية حوالي 35% من مجموع المياه العادمة المعالجة المنتجة في هذه البلدان، إضافة إلى العديد من دول المنطقة التي تستخدم المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات، ومنها الأردن، والكيان الصهيوني، وسوريا، والعراق وغيرها من الدول، وتختلف أنواع المزروعات المروية بالمياه العادمة المعالجة من دولة لأخرى ففي الأردن استخدمت المياه العادمة المعالجة في ري الأشجار والخضروات التي تؤكل مطبوخة، بينما الكيان الصهيوني يستخدم المياه العادمة المعالجة بشكل كبير في أغراض الري الزراعي، وتستخدم أكثر من 70% من المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات المتعددة وأهمها زراعة القطن، والأعلاف، وقد بلغت مساحة الأراضي الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في عام 1990م حسب تقديرات منظمة الصحة العالمية في تقريرها لعام 1990م حوالي 8.800 هكتاراً في مدن مختلفة في الكيان الصهيوني(الباز، 2011: 134) يُعد مشروع مدينة موسكيغون بولاية ميشجان الأمريكية لإعادة استعمال المياه العادمة المعالجة هو من أحدث المشاريع التي أُنشئت للاستفادة من تلك المياه في الزراعة، وقد صُمم هذا المشروع بحيث تمر تلك المياه أولاً على الأراضي الزراعية ثم تصب بعد ذلك في البحيرة، وتعد عملية مرور المياه في الأراضي الزراعية إحدى الطرق لإزالة الملوثات، إضافة إلى فائدتها في ري بعض المحاصيل، ويقوم هذا المشروع بري أكثر من2000هكتار من الأراضي المزروعة بمحصول الذرة (برهم، 2006: 49) هذا وقد تم تنفيذ العديد من المشاريع الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة كزراعة الحمضيات والزيتون والأعلاف واللوزيات في محافظات غزة والتي تقدر مساحتها بحوالي 700 دونم زراعي وتستهلك حوالي مليون م^3/سنوياً من المياه العادمة المعالجة(الددح،2013).

ب- تغذية الخزان الجوفي:

يمكن استخدام المياه العادمة المعالجة في تغذية الخزان الجوفي بغرض تقليل مشاكل السحب الكبير، أو لحفظ المياه السطحية، أو لزيادة كمية المياه الجوفية، وهناك العديد من الطرق المستخدمة لتغذية الخزان الجوفي، ويعتمد اختيار أي من هذه الطرق على عوامل عدة مثل طبوغرافية وجيولوجية المنطقة، والعوامل الاقتصادية، والمناخ السائد، وكمية المياه المستخلصة، ودرجة المعالجة المتبعة، تعتمد العديد من البلدان على المياه الجوفية كما هو الحال في قطاع غزة، ويمكن حقن المياه العادمة بعد معالجتها بدرجة عالية إلى المياه الجوفية، ويتم ذلك بنشر المياه فوق سطح الأرض وهذه الطريقة جيدة حيث يتم ترشيح المياه العادمة المعالجة وسوف يؤدي رشح المياه العادمة المعالجة للخزان الجوفي إلى تقليل ملوحة المياه الجوفية وبالتالي تحسين نوعيتها وهذا النظام متبع في أحواض الترشيح التسعة الموجودة شرق جباليا والتي تم انشاؤها مؤخراً لتخفيف ضغط المياه العادمة على محطة بيت لاهيا الموجودة في قرية أم النصر والتي تفوق سعتها 15.000 م^3/يومياً بمعدل 5م م^3/سنوياً، وجزء منها يتم ضخه في أحواض الترشيح الموجودة في محطة بيت لاهيا لتتسرب إلى المياه الجوفية، مما يؤثر سلباً على التربة، وعلى المياه الجوفية إذا تسربت إليها خاصة إذا كانت معالجتها دون المواصفات المطلوبة، ويوجد طريقة أخرى وهي حقن مباشر للمياه العادمة المعالجة للخزان الجوفي، حيث نحتاج إلى مياه ذات جودة عالية جداً ومنقية بطرق متقدمة لحقنها مباشرة للمياه الجوفية، ولكن هذه العملية محفوفة بالمخاطر وليس من السهل النصح بها، أما بالنسبة لعمق الحقن فيجب أن لا يقل عن 25م أعلى من منسوب الماء الأرضي وذلك لأن ملوحة المياه العادمة المعالجة مرتفعة ويُخشى من ترسيبها للخزانات العذبة فتملحها(أبو جبل، 1993: 7)، ومن الخواص المرغوبة أيضاً في المياه العادمة المعالجة المستخدمة لتغذية الخزان الجوفي ما يلي:

1- أن تخلو المياه العادمة المعالجة من المواد العالقة لتفادي انسداد مسامية الخزان الجوفي.

2- أن تخلو من البكتيريا و الفيروسات وغيرها من الكائنات الضارة.

ج- استخدام المياه العادمة المعالجة في الشرب:

يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في الشرب، ولكن وفق الحدود الموصى بها عالمياً، ومن أمثلة ذلك استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1956م، عندما تعرضت المناطق الوسطى منها للجفاف مما حدا ببعض المدن الصغيرة باستعمال المياه العادمة بعد معالجتها في محطات التنقية، فقد تم في مدينة شانوت بولاية تكساس معالجة ما يقرب من4000م^3 /يومياً لسد حاجتها من مياه الشرب، وفي مدينة ويندهوك بناميبيا أُنشئت في عام 1968م محطة معالجة

متقدمة للمياه العادمة، لإمداد المدينة بما يقارب من 50% من احتياجاتها من مياه الشرب، ولكن في قطاع غزة لم يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في عملية الشرب وذلك لعدم استيفائها للشروط المنصوص عليها عالمياً (برهم، 2006: 47).

د- الاستفادة من المياه العادمة المعالجة في مجالات أخرى:

لا تقتصر أهمية المياه العادمة المعالجة على الري الزراعي، وتغذية الخزان الجوفي بحسب ولكن هناك استخدامات متعددة ومتنوعة تتمثل فيما يلي:

1- ري المروج: تتمثل في ري الحدائق، والملاعب ، وكذلك الأشجار على جانبي الطرق، وفي هذا المجال تجدر الإشارة إلى تجربة بلدية العين في إمارة أبو ظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة حيث تشتهر بكثرة حدائقها، وجمالها واتساعها وكثرة المساحات الخضراء داخل المدينة وخارجها، وعلى جنبات الطرق، وكل هذه المساحات ما كانت لتكون لولا توفر المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطة العين لمعالجة المياه العادمة، واستخدام نظام ري أوتوماتيكي متطور، وتوفر الكادر الفني المناسب، تقدر مساحة المروج في قطاع غزة ب 4853 دونم (وزارة التخطيط، 2011: 3) ولكن لم يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المروج والمساحات الخضراء في محافظات غزة وذلك نظراً لعدم استيفاء المياه العادمة المعالجة للشروط المنصوص عليها محلياً ودولياً (الباز، 2010: 137).

2- الاستخدامات الصناعية: يُمكن استخدام المياه العادمة المعالجة كمصدر مثالي في العديد من الصناعات، خاصةً وأن معظم الاستخدامات الصناعية، ومنها التبريد التبخيري لا تتطلب مياه فائقة الجودة، ، وبهذا يمكن توفير كمية كبيرة من مياه البلدية لصالح الاستخدامات المنزلية، لم يتم استخدام المياه العادمة المعالجة في الصناعة في محافظات غزة ولكن في حين تم استخدامها قد تستخدم في صناعة البلاط، وتبريد محطات الكهرباء .

3- الاستخدامات الترفيهية: تُستخدم المياه العادمة المعالجة لأغراض ترفيهية، تشمل صيانة المناظر الطبيعية، والخزانات الجمالية، واحتجاز المياه والنوافير، وصناعة الثلج، وتربية السمك، وتغذية البحيرات المخصصة للسباحة، والصيد والقوارب، ويُحدد المستوى المطلوب لمعالجة المياه المسترجعة حسب الاستخدام المقصود فالاستخدام الترفيهي غير المُقيد مثلاً يعالج المياه بالتخثير، والترشيح، والتطهير للحصول على عدد بكتيريا الكوليفورم تكون أقل من 3في كل 100ملليتر، هناك بعض الأمثلة للمشاريع التي لاقت نجاحاً كبيراً، ومن هذه الأمثلة المشروعان اللذان تم إنشاؤهما بولاية كاليفورنيا الأمريكية يُسمي المشروع الأول مشروع سانتي وفيه يتم ضخ المياه العادمة المعالجة من المحطة سانتي لأحد الوديان وتُترك لتتساب مسافة قدرها 1كم خلال الرمل

والحصى قبل استرجاعها، ثم توجه المياه المسترجعة بعد ذلك إلى ثلاث بحيرات متصلة ببعضها البعض ومحاطة بحديقة عامة، تُستخدم بحيرتان من تلك البحيرات لصيد الأسماك ورياضة القوارب، بينما يتم تعقيم البحيرة الثالثة بمادة الكلور ليتم استخدامها في السباحة وتطابق نوعية هذه المياه مواصفات الولاية الخاصة بالمياه المستعملة للسباحة، أما المشروع الثاني فهو مشروع خزان الجندل الهندي وهذا الخزان يستلم المياه العادمة المعالجة من محطة تاهو الجنوبية حيث توجد معالجة متقدمة مكونة من عمليات لإزالة النيتروجين، والفسفور، والبوتاسيوم، كما توجد بها مرشحات رملية، وأجهزة امتصاص كربوني، ويتسع الخزان لما يقارب من 27م م^3 من المياه وكلها مياه عادمة معالجة تُستخدم لنشاطات متعددة منها السباحة وصيد الأسماك (برهم، 2006: 48).

ثانياً: إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية:

تُعد المياه العادمة المعالجة فريدة في تركيبها، لذلك يجب عند استخدامها في أغراض الري الزراعي، مراعاة مكوناتها الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية، ويتضمن هذا الفصل عرضاً للمشكلات المرتبطة بذلك، مع التركيز على الحلول المناسبة لهذه المشكلات، وبعض مناهج وطرق الإدارة المتكاملة للتخفيف من حدة هذه المشكلات أو التغلب عليها، وسيتم تناول أهم القضايا المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات، وتُعتبر مشروعات إعادة استخدام المياه العادمة من المشروعات المعقدة التي تتطلب اتخاذ احتياطات معينة بسبب الطبيعة المميزة لهذه المياه، نظراً لوجود ثلاث مكونات هامة في المياه العادمة، وهي الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض، والأملاح المعدنية المذابة، والمعادن النادرة، وهذه هي مصادر الخطورة الرئيسية التي تحتاج إلى إدارة سليمة من أجل الاستخدام الآمن في الري، لذلك لا بد من تحديد القضايا المتعلقة بإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المزروعات:

أ- الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري:

تحتوي المياه العادمة المعالجة على العديد من العناصر والمكونات الكيميائية والفيزيائية السلبية التي قد تحد من استخدامها في ري بعض المحاصيل الزراعية وتتمثل فيما يلي:

1- المواد الصلبة العالقة (TSS): وهي مواد صلبة منها المتطايرة ومنها الثابتة، يمكن أن تؤدي هذه المواد إلى ترسب الحمأة، كما أن كثرة المواد الصلبة العالقة تودي إلى انسداد شبكة الري.

2- المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي: تتمثل في كمية الأكسجين التي تستهلكها المواد العضوية عند الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5)، الأكسجين الممتص كيميائياً (COD)، هذا وتتألف أساساً من البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، وجود هذه المياه بدون معالجة لهذه المواد يسبب استنزاف الأكسجين الذائب في الماء، ويؤدى إلى زيادة ظروف التعفن.

3- مسببات الأمراض(الكائنات الممرضة): يوجد العديد من الكائنات الحية المسببة للأمراض وتنتقل الأمراض المعدية عن طريق الكائنات الممرضة الموجودة في المياه العادمة مثل البكتيريا، والفيروسات، والطفيليات وهذا يشكل خطراً كبيراً على الصحة العامة، وتتكون الكائنات الممرضة المسببة للأمراض من ثلاث مجموعات، تتمثل المجموعة الأولى في مجموعة الديدان والطفيليات كالإصابة بديدان الإسكارس على سبيل المثال وهناك العديد من الأمراض التي تسببها الديدان المعوية، والمخاطر الصحية من هذه الديدان تكون عالية عندما تستخدم المياه العادمة بدون معالجة أو لدى استخدام الفضلات الآدمية كسماد في الزراعة، وتتمثل المجموعة الثانية في مجموعة البكتيريا يمكن من خلالها أن تسبب الفضلات الآدمية في حدوث وباء بكتيري مثل الكوليرا، كما تحدث الإصابة بالتيفوئيد بسبب البكتيريا، والمخاطر المتعلقة بالبكتيريا المصاحبة لاستخدام المياه العادمة غير المعالجة أقل درجة من تلك المصاحبة للديدان المعوية، وتتمثل المجموعة الثالثة في مجموعة الفيروسات التي قد تتسبب في العديد من الأمراض مثل الإسهال الفيروسي والالتهاب الكبدي الوبائيA وتمثل الفيروسات أقل المخاطر الصحية الناتجة عنها.

4- العناصر الغذائية: تتمثل العناصر الغذائية في النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، وهي عناصر غذائية لا غنى عنها لنمو النبات، ووجودها يزيد من قيمة المياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري، وعند تصريف النيتروجين، والفوسفور في بيئة مائية يمكن أن يؤديا إلى نمو أحياء مائية غير مرغوب فيها، بينما النيتروجين عندما يتم تصريفه بكميات زائدة في الأرض فإنه يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية بالنترات(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 5).

5- أيونات الهيدروجين: تؤثر درجة حموضة أو قلوية المياه العادمة على قدرة المعادن على الذوبان كما تؤثر على قلوية التربة وتتراوح هذه الدرجة في المياه العادمة المعالجة الناتجة عن الاستخدامات المنزلية ما بين 6.5-8.5 ولكنها تختلف كثيراً في المياه العادمة الناتجة عن الاستخدام الصناعي.

6- المعادن الثقيلة: تتمثل في العديد من العناصر منها الكادميوم، والرصاص، والنيكل، والزئبق قد تتراكم بعض المعادن الثقيلة في البيئة وقد تكون سامة للنبات والحيوان وقد يقلل وجودها من صلاحية المياه العادمة المعالجة للري.

7- المواد غير العضوية المذابة: تتمثل في كافة المواد الصلبة الذائبة، والتوصيل الكهربائي، وعناصر معينة (مثل الصوديوم، والكالسيوم، والمغنسيوم، والكلور، والبورون) حيث أن الملوحة الزائدة تؤدي إلى تلف بعض المحاصيل، وبعض الأيونات مثل الكلوريد، والصوديوم، والبورون قد تؤدي إلى تسمم بعض المحاصيل، أما الصوديوم فإنه ربما يسبب مشكلات تتعلق بنفاذية التربة.

8- الكلور المتبقي: يوجد في صورة منفردة أو متحدة، يؤدي وجود كميات كبيرة من الكلور إلى احتراق أطراف أوراق النبات، وإلحاق الضرر بالنباتات الحساسة، ولكن معظم الكلور الموجود في المياه العادمة المعالجة يكون متحداً مع غازات أخرى وهذا لا يؤدي إلى إتلاف المحاصيل، وهنالك احتمال أن تتسبب المواد العضوية المكلورة إلى تلوث المياه الجوفية.

9- المواد العضوية الثابتة(المستعصية): تتمثل في أنواع المركبات التالية الفينول، والمبيدات، والهيدروكربونات المعاملة بالكلور، تميل هذه المواد العضوية إلى مقاومة الطرق التقليدية لمعالجة المياه العادمة وبعض المركبات العضوية السامة للبيئة وقد يؤدي وجودها في المياه العادمة إلى الحد من صلاحيتها للري(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 6).

ب- آثار وجود العناصر السلبية في المياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري:

ينتج عن وجود العناصر السلبية الموجودة في المياه العادمة المعالجة العديد من الآثار التي تؤثر على مدى ملائمة المياه العادمة المعالجة في الري وهي كالتالي:

1- الملوحة: تُعد كمية ونوعية الأملاح الموجودة في المياه مهمة في تقدير مدى ملائمة المياه العادمة المعالجة في الري، أما المشكلات المحتملة فتكون مرتبطة بالمحتوى الإجمالي من الأملاح ونوعها أو بمدى تركيز واحد أو أكثر من العناصر المالحة، وللتغلب على مشكلة الملوحة لابد من اختيار المحاصيل التي تتحمل ملوحة المياه العادمة المعالجة والقادرة على امتصاص كميات كبيرة من الأملاح والتي تتمثل في الذرة الرفيعة، والشعير والتي تكون مربحة في نفس الوقت فإذا كانت درجة الملوحة أقل من 3 ديسي سايمنز/متر (dS/m) يُمكن زراعة معظم محاصيل الفواكه والخضر، وكلما ارتفعت درجة الملوحة ازدادت صعوبة اختيار المحاصيل، يُصبح الاختيار مقصوراً تقريباً على المحاصيل العلفية.

2- القلوية: تُعد مرحلة تفرق غرويات التربة، واستقرار حبيباتها، وتركيبها ونفاذيتها للمياه كلها شديدة الحساسية لنوع الأيونات القابلة للتبادل في مياه الري، وأي زيادة في قلوية التربة نتيجةً لارتفاع تركيز عنصر الصوديوم حتى في حالة غسل التربة تقلل من نفاذية التربة للمياه، ولاسيما بالقرب من سطحها، لأن المواد الطينية الموجودة في التربة تتفرق وتنتفخ نتيجةً لارتفاع مستوى الصوديوم المتبادل، ومع ذلك فعند نسبة معينة للصوديوم المدمص (SAR)، يرتفع معدل التسرب أو ينخفض مع مستوى الملوحة، لذلك، ينبغي الجمع بين استخدام معدل ادمصاص الصوديوم Sodium Adsorption Ratio (SAR) والتوصيل الكهربائي للماء Electrical Conductivity for water (EC_w) في تقييم المشكلات التي يمكن أن تحدث في المستقبل، يُوصى في هذه الحالة استخدام المحسنات الكيماوية من خلال استخدام المواد الجيرية الأصل مثل

الجبس في تحسين خواص التربة عند ارتفاع نسبة الصوديوم في السعة التبادلية للكاتيونات Cation Exchange capacity (CEC)، أو عند الري بمياه يكون معدل ادمصاص الصوديوم فيها مرتفعاً، والصوديوم الموجود في التربة قابل للتبادل مع الكالسيوم الموجود بالجبس وبذلك يقلل تفرق الغرويات(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 61).

3- الأيونات ذات التأثيرات السُمية الخاصة: توجد عادةً في المياه العادمة المعالجة أيونات ذات تأثيرات سُمية خاصة أهمها الصوديوم، والكلوريد، والبورون الذي يتسبب في أكثر حالات التسمم، ورغم أن البورون يعد أحد العناصر الأساسية للنبات فإن وجوده بتركيزات زائدة تتجاوز 0.5 ملجم/لتر يمكن أن يؤدى إلى تسمم المحاصيل الحساسة، ويُعد الكلوريد والصوديوم أقل سُميةً من البورون، ونظراً للارتفاع النسبي لمحتوى المياه من الصوديوم، والكلوريد في المناطق الجافة وشبه الجافة، قد يؤدي استعمال المياه العادمة المعالجة إلى ارتفاع نسبة تركيز هذين العنصرين، ومع ذلك يمكن بالإدارة المناسبة والجيدة للري (نظام الري، وعدد الريات، وغسل التربة) خفض التأثيرات السُمية بدرجة كبيرة، وبذلك لا يكون هناك ما يحول دون استعمال المياه العادمة المعالجة (Ayers,1977:135-154).

4- العناصر النادرة والمعادن الثقيلة: تمثل العناصر النادرة والمعادن الثقيلة من أهم المشاكل المتعلقة باستعمال المياه العادمة المعالجة في البلدان التي توجد بها صناعات ثقيلة، وتمثل المعادن التي قد توجد في المياه العادمة المعالجة مثل (الكادميوم، والنحاس، والمولبيديوم، والنيكل، والزنك) مخاطر صحية لا يُستهان بها بالنسبة للإنسان والحيوان، كما أنها قد تؤثر على المحاصيل التي تروى بتلك المياه، تُشَكِّل محتويات المياه العادمة من العناصر النادرة مصدر قلق نظراً لتأثيرها على خواص كل من التربة، المياه الجوفية، المحاصيل، والبيئة ،عموماً، ، فإن المعادن الثقيلة والعناصر النادرة لا ينبغي النظر إليها على أنها تمثل مشكلة ملحة، أو خطيرة لسببين هما: أن تركيز المعادن الثقيلة في المياه العادمة الناتجة عن الاستهلاك المنزلي منخفض، نتيجةً لقلة أنشطة الصناعات الثقيلة في قطاع غزة، ، كما أن أنواع التربة في المنطقة العربية بشكل عام وقطاع غزة بشكل خاص ترتفع فيها غالباً نسبة كربونات الكالسيوم، لذا فإن الرقم الهيدروجيني (pH) يتجاوز رقم 7، وهذا يؤدي إلى تثبيط نشاط المعادن الثقيلة والحد من انتقالها إلى المحاصيل وتركيزها فيها، ومن أهم الاعتبارات وجوانب الإدارة الخاصة بالعناصر النادرة والمعادن الثقيلة إضافة المواد الكلسية إلى التربة (باستخدام كربونات الكالسيوم)، وبهذه الطريقة يرتفع الرقم الهيدروجيني في التربة مما يقلل من قابلية المعادن الثقيلة للذوبان بالإضافة إلى اختيار المحاصيل القادرة على تحمل مقادير معينة من المعادن الثقيلة(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 64).

ج- العناصر الغذائية المُغذية للنبات في المياه العادمة المعالجة:

تتمثل قدرة المياه العادمة المعالجة على تزويد التربة بما تحتويه من عناصر غذائية، قد تكون من العوامل الإيجابية في نمو المحصول، ولكنه قد يمثل أيضاً مصدر تلوث للبيئة، وهذا يعتمد أساساً على الأساليب التي يطبقها المزارعون ومن أهم هذه العناصر ما يلي:

1- النيتروجين: يتراوح محتوى المياه العادمة الناتجة عن الاستخدام المنزلي من النيتروجين، بعد مرحلة المعالجة الثنائية ما بين 20- 60 ملجم/لتر، وعليه يمكن أن تكون كمية النيتروجين المُضاف للمياه العادمة المعالجة أكثر من احتياجات المحصول، ومن الضروري معرفة نسبة تركيز النيتروجين في المياه العادمة، وأساليب الإدارة السليمة للنيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، حتى يمكن التغلب على المشكلات المرتبطة باحتمال ارتفاع نسبة تركيز النيتروجين (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 66).

2 - الفوسفور: يتراوح محتوى المياه العادمة من الفوسفور، بعد مرحلة المعالجة الثنائية، بين 6 - 15 ملجم/لتر، ما لم يتم التخلص من هذه النسبة أثناء المعالجة، وينبغي أن تتم عملية تقييم الفوسفور في المياه العادمة المعالجة جنباً إلى جنب مع إجراء الاختبارات على التربة حتى يمكن وضع خطة التسميد المناسبة.

3 - البوتاسيوم: تركيز البوتاسيوم في المياه العادمة المعالجة لا يتسبب في تأثيرات ضارة على النبات أو البيئة، حيث أن البوتاسيوم من العناصر الغذائية التي تُحدث تأثيرات إيجابية على خصوبة التربة، وغلة المحصول، ونوعيته، ويتراوح محتوى المياه العادمة المعالجة من البوتاسيوم، بعد مرحلة المعالجة الثنائية، بين 10-30 ملجم/لتر، ويجب أن يُؤخذ هذا المقدار في الاعتبار، لدى وضع برنامج التسميد تبعاً لاحتياجات المحصول.

4- العناصر المغذية الأخرى: تحتوي المياه العادمة المعالجة في معظم الحالات، على مقادير كافية من الكبريت، والزنك، والنحاس وغيرها من العناصر الغذائية الأخرى، أما البورون فيجب أن يكون محل اهتمام خاص، فرغم أن المياه العادمة المعالجة تحتوي على عنصر البورون بمقدار يكفي لتصحيح نقص هذا العنصر، فإنه يوجد بمقادير زائدة في بعض أنواع المياه العادمة المعالجة، مما يؤدي إلى المشكلات المرتبطة بإصابة النباتات بالتسمم، وينبغي، عموماً، أن يتذكر المزارعون فيما يتعلق بعنصر البورون، أن أشجار الفواكه أكثر حساسية للبورون من محاصيل الخضر، وأنه في حالة وجود البورون بتركيزات عالية نسبياً، فمن المفضل زراعة المحاصيل الموسمية كزراعة الأعلاف، ويمكن أن يختلف تركيز النيتروجين والفوسفور في المياه العادمة بعد المرحلة الثنائية من المعالجة اختلافاً كبيراً تبعاً لمصدر المياه العادمة وعملية المعالجة نفسها،

وعادةً تكون تركيزات النيتروجين والفوسفور في المياه العادمة الناتجة عن وحدات المعالجة التقليدية أعلى مما هي في المياه الناتجة عن برك التهوية، أو الأكسدة، وعموماً، تنخفض نسبة النيتروجين والفوسفور أثناء عملية المعالجة، ولكن البوتاسيوم يبقى في حدود المستويات التي كانت قبل المعالجة(Al arawi2011,:5).

د- تحديد عمليات معالجة المياه العادمة:

يُعتبر الغرض الرئيسي لعملية المعالجة هو الحصول على مياه معالجة إلى الحد الذي يجعل المخاطر التي تتعرض لها الصحة العامة والبيئة في المستوى المناسب والمقبول، ولذلك فإن أنسب معالجة للمياه العادمة هي التي توفر وتضمن مياهاً بالنوعية الكيميائية، والميكروبيولوجية المطلوبة لاستعمالات معينة بتكلفة منخفضة، وبأقل قدر ممكن من متطلبات التشغيل والصيانة، وبصرف النظر عن نوع وحدات معالجة المياه العادمة، فإنها تؤدي إلى تقليل المواد الصلبة العضوية العالقة، وتُزيل المحتويات الكيميائية التي قد تكون لها آثار سُمية على المحاصيل وكذلك المكونات البيولوجية (أي الكائنات الممرضة) التي تُعد من أهم مصادر القلق بالنسبة للصحة العامة، تمر عملية معالجة المياه العادمة بعدة مراحل حتى تصل إلى الصورة التي من الممكن أن تكون فيها مقبولة لاستخدامها في الري الزراعي وهي كالتالي:-

1- المعالجة التمهيدية: يتم فيها التخلص من المواد الصلبة الخشنة ومواد أخرى، غالباً تكون موجودة في المياه العادمة الخام مثل قطع القماش، أو أكياس البلاستيك إلخ ..، وهذه العملية تتم من خلال مصفاة تثبت في القناة في مدخل المحطة ويسبقها غرفة ترسيب يمكن تنظيفها بشكل يومي يدوياً(Al Arawi,2012:4).

2- المعالجة الأولية: تتمثل في إزالة المواد الصلبة العضوية وغير العضوية المستقرة بواسطة الترسيب، أما المواد الطافية العائمة) فبواسطة القشط، ويتم فيها إزالة 25-50% من نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5)، و 50-70% من المواد العالقة الكلية(TSS)، و 65% من الزيوت والدهون، وكذلك جزء من كل من النيتروجين العضوي، والفسفور العضوي، والمعادن الثقيلة المصاحبة للمواد الصلبة، تُمثل المياه الناتجة بعد هذه العملية المستوى الأقل والمطلوب للاستخدام الزراعي، وهى قد تعتبر معالجة كافية إذا استخدمت في ري الأعلاف والحمضيات.

3- المعالجة الثانوية: تلي غالباً المعالجة الأولية والهدف منها التخلص من بقية المواد العضوية، والمواد الصلبة العالقة قد تُعرف بالمعالجة الحيوية وتشمل:

أ- **الحمأة المنشطة:** تتم بإضافة جزء من الحمأة الناتجة من المعالجة الأولية كمصدر للكائنات الحية الدقيقة إلى الأحواض، مع ضخ أكسجين وذلك للعمل علي سيادة الظروف الهوائية .

ب-**المرشح الحيوي:** يتمثل في قطع المياه أطول مسافة ممكنة من خلال مسارات طويلة وضيقة لكي تُعطي الفرصة للكائنات الحية الدقيقة لتعمل على المواد العضوية الموجودة في هذه المياه بوضع بيئة معينة داخل المرشح يتم سكب المياه ببطء عليها

ج-**أحواض الترشيح الرملية :** تُترك فيها المياه لتترشح من خلال قطاع مكون من الرمل، والحصى بمواصفات خاصة، يجب ألا يقل سُمك القطاع عن 160سم، ويكون قاع هذه الأحواض مغطى بنوعية خاصة من البلاستيك، ومثبت فوق البلاستيك شبكة أنابيب لجمع المياه الراشحة .

4- المعالجة من الدرجة الثالثة: يتم من خلالها التخلص من المكونات التي لا يمكن إزالتها بالمعالجة الثانوية، مثل (النترات، الفسفور، تقليل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5)، والمواد العالقة الكلية (TSS)، وإزالة المنظفات والمعادن الثقيلة)، كما تُعتبر عملية التعقيم معالجة من الدرجة الثالثة.

5- المعالجة من الدرجة الرابعة: تعتمد على القدرة العالية لقطاع التربة بتنقية المياه الراشحة من خلاله، وعلى الخزان الجوفي كوسيلة للتخزين، تعتبر المياه المُنتجة بهذه الطريقة صالحة للاستعمال في ري جميع المزروعات، تتم هذه العملية من خلال وضع المياه المعالجة في أحواض كبيرة في مناطق تربتها ذات معدلات رشح جيدة، وتُترك المياه تُرشح طبيعياً حتى تصل الخزان الجوفي، يتم وضع آبار مراقبة يتم من خلالها حصر المياه في جزء من الخزان الجوفي الكلي، كما يتم وضع آبار سحب لتضخ المياه إلى المناطق الزراعية، وبذلك يظل منسوب المياه داخل الخزان الجوفي ثابت (Al arawi,2012:4).

هـ- المعايير المحددة لنوعية المياه العادمة المعالجة المستخدمة في ري المحاصيل الزراعية:

تُصنف المياه العادمة المعالجة بصفة عامة حسب مستوي معالجتها إلى ثلاثة درجات A,B,C، وقد تم تحديد هذه الدرجات بناءً على فاعلية عمليات المعالجة التي تجري على المياه العادمة الخام وصولاً إلى الحدود الدنيا المناظرة لعدد من المعايير الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية.

1- نوعية المياه المعالجة درجة (A): تتمثل الدرجة (A) في المعالجة المتقدمة التي يمكن تحقيقها بالمعالجة الثانوية للمياه العادمة لتشمل عمليات الترشيح الرملي، والتطهير وخلافه، وتُعد تكاليف هذا النوع من المعالجة عالية ويمكن تلخيص أهم المعايير الفيزيائية، والكيميائية التي يلزم

تحقيقها من خلال التشغيل الجيد لعمليات المعالجة المتقدمة كما يلي:-

أ- الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5) : لا يزيد على 20 ملجم/لتر.

ب-المواد العالقة الكلية (TSS): لا يزيد على 20 ملجم/لتر.

ج- العدد الإجمالي للمجموعة القولونية في 100 سم^3 :لا يزيد على 1000.

د- عدد خلايا أو بيض النيماتودا المعوية: لا تزيد على 1/لتر.

2- نوعية المياه المعالجة درجة(B): تتمثل الدرجة (B) في المعالجة الثانوية التي تتناسب مع بعض المحطات القائمة الموجودة في محافظات غزة والتي تم تنفيذها باستخدام الطرق التالية :-

أ- الحمأة المنشطة.

ب-أحواض الأكسدة.

ج- المرشحات البيولوجية.

ويمكن تلخيص أهم المعايير الفيزيائية والكيميائية التي يلزم تحقيقها من خلال عمليات المعالجة كما يلي:

أ- الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5): لا يزيد على 200 ملجم/لتر.

ب-المواد العالقة الكلية (TSS): لا يزيد على 150 ملجم/لتر.

ج- العدد الإجمالي للمجموعة القولونية في 100سم^3: لا يزيد علي 1000.

د-عدد خلايا أو بيض النيماتودا المعوية: لا تزيد على1/ لتر.

3- نوعية المياه المعالجة درجة (C): تُكافئ الدرجة (C) نوعية المياه العادمة الناتجة من محطات المعالجة التي تقتصر على مراحل المعالجة التمهيدية (المصافي، وأحواض إزالة الرمال، وأحواض إزالة الزيوت)، والمعالجة الأولية (أحواض الترسيب)، ويلزم الوصول إلى المعايير التالية للمياه العادمة المعالجة درجة (C):

أ- الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5): لا تزيد على 400 ملجم/لتر

ب- المواد العالقة الكلية (TSS) : لا تزيد على 350 ملجم /لتر (سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 5).

جدول(1-3) الحد الأقصى لمعايير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة.

البيان	الوحدة	المعالجة الابتدائية	المعالجة الثانوية	المعالجة المتقدمة
الأكسجين الحيوي الممتص(BOD_5)	جزء في المليون	300	40	20
الأكسجين الكيماوي المستهلك(COD)	جزء في المليون	600	80	40
المواد الصلبة العالقة(T.S.S)	جزء في المليون	350	40	20
الزيوت والشحوم	جزء في المليون	غير محددة	10	5
عدد الخلايا أو البيض النيماتودا المعوية	العدد/لتر	5	1	1
عدد خلايا الكوليفورم البرازي	لكل 100/ملليتر	غير محددة	1000	100
تركيز الأملاح الذائبة(حسب درجة تحمل النبات)	جزء في المليون	حتى2500	حتى 300	300
نسبة ادمصاص الصوديوم (حسب نوع التربة والنبات)	نسبة	25	20	20
تركيز الكلوريدات	جزء في المليون	حتى 350	300	300
تركيز البورون	جزء في المليون	حتى 5	حتى3	حتى3
الكادميوم	جزء في المليون	0.05	0.01	0.01
الرصاص	جزء في المليون	10	5	5
النحاس	جزء في المليون	غير محددة	0.2	0.2
النيكل	جزء في المليون	0.5	0.2	0.2
الزنك	جزء في المليون	غير محددة	2	2
الزرنيخ	جزء في المليون	غير محددة	غير محددة	0.1
الكروم	جزء في المليون	غير محددة	غير محددة	0.1
المنجنيز	جزء في المليون	0.2	0.2	0.5
الحديد	جزء في المليون	غير محددة	5	5
الكوبلت	جزء في المليون	غير محددة	0.5	0.5

المصدر :(وزارة الزراعة، 2012م)

و – تحديد أنظمة الري المتبعة:

يوجد للري دور حيوي في زيادة إنتاجية المحاصيل وفي تحقيق الاستقرار للإنتاج، خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة، أما في المناطق شبه الرطبة فكثيراً ما يكون ضرورياً كعنصر تكميلي، وتشكل التقنيات الحديثة لأنظمة الري أهمية خاصة في الري بالمياه العادمة المعالجة، وعلى العموم فإن اختيار أية طريقة سواءً تقليدية أو حديثة يستوجب تناولها بعناية لكي يعمل نظام الري بكفاءة وأمان، وتتمثل طرق الري بأنواعها فيما يلي:-

1- طرق الري السطحي(التقليدية):

تتعدد وتتنوع طرق الري التقليدية المستخدمة في ري المحاصيل الزراعية بالشكل التالي:

أ- **الري بالغمر:** تقطع الأرض فيه إلى أحواض كبيرة أو قطع طويلة تُغمر بالماء بحيث يغطى كل سطح الأرض تقريباً.

ب-**الري بالخطوط:** ينطبق هذا النوع من الري على المحاصيل التي تزرع على خطوط ويتم غمر جزء فقط من سطح الأرض.

ج- **الري بالأحواض الصغيرة:** يتم توزيع المياه بالتعاقب على أحواض صغيرة من 25-50م^2 مثلما الحال في ري الحمضيات في قطاع غزة، هذه الطريقة السطحية وإن كانت في قطاع غزة قليلة الاستخدام إلا أنها تستخدم في أكثر من 80% من المساحات المروية في العالم وذلك لسهولة تنفيذها وقلة تكلفتها، ولا تتطلب طاقة ضخ لرفع المياه إلا أن انخفاض كفاءتها في منطقة تعاني من شح في مواردها المائية، وعدم انتظام طوبوغرافيتها، الأمر الذي لا يشجع على استخدامها أو اعتمادها كطريقة ري بالمياه العادمة المعالجة بالإضافة إلى أنها تستخدم في مناطق التربة خفيفة القوام عالية النفاذية معدلات احتفاظها بالماء متدنية.

2- طرق الري الحديثة:

تتمثل في الطرق التي تعتمد على شبكات مضغوطة تشتمل على مضخات وعدادات مياه وصمامات تُحكم وأنابيب توزيع وهي لا تستخدم في الري بالمياه العادمة المعالجة كلها بل البعض منها كالري بالتنقيط، أوالري تحت السطحي، وفيما يلي خصائص كل نوع :-

أ- **الري بالرش:** يوجد منها وحدات تابثة، أو وحدات متحركة يدوية بالإضافة إلى الري المحوري، أو الرشاشات ذات الحركات الجانبية، أو الرشاشات الصغيرة وما يمتاز به هذا النظام عن الأنظمة الأخرى هو أن جميع سطح التربة يكون بكامله مبتلاً بالماء، وعموماً،

فإن أنظمة الري بالرش ليست مفضلة للري بالمياه العادمة المعالجة، ويؤدي هذا النظام إلى تبليل المحاصيل والتربة كما يحدث في حالة سقوط الأمطار.

ب- **الري الموضعي:** يشمل نظم الري بالتنقيط والفوارات حيث يبتل جزء صغير نسبياً من سطح الأرض المحيطة بموضع النبات، وهذا النظام أفضل وأكثر أمناً للري بالمياه العادمة المعالجة ومن أهم سمات الري بالتنقيط ما يلي:-

1- يُعتبر هذا النظام في حالة استخدامه بالشكل المناسب أفضل طريقة ري في المناطق التي تشح فيها المياه وذو كفاءة عالية.

2- يُعد من الطرق الملائمة للتصدي للمشكلات المتعلقة بملوحة مياه الري وبقلوية التربة.

3- تُعد هذه الطريقة مأمونة فضلاً عن أنها قد تكون مبشرة بأفضل النتائج فيما يتعلق بالري بالمياه العادمة المعالجة، خصوصاً، إذا تمت تنقيتها إلى الحد الذي يمنع حدوث الكثير من الانسدادات.

4- تجعل التلامس بين المياه العادمة المعالجة، وكل من المزارعين والمحاصيل المروية عند الحد الأدنى الممكن.

5- لا يترتب عليها حدوث رذاذ دقيق متطاير، وبالتالي عدم حدوث تلوث للجو أو للمناطق المجاورة للحقول المروية.

ج- **الري تحت السطحي:** لم تُستخدم هذه الطريقة حتى الآن في الري بالمياه العادمة المعالجة، ولكنها قد تكون مفيدة في حالة الري بالمياه العادمة ذات النوعية الأدنى والتي تزداد معها نسبة التعرض لمخاطر صحية، وبناءً عليه، فإن الري تحت سطح التربة والري بالنقاطات ربما يتيحان أكبر قدر ممكن من الوقاية الصحية(الوحيدي، 2006: 6).

ز- نوع المحاصيل المُراد ريها بالمياه العادمة المعالجة:

يجب عند اختيار المحاصيل المُراد ريها بالمياه العادمة المعالجة إتباع الاشتراطات العامة والقياسية التالية:

1. يُحظر استخدام المياه العادمة المعالجة في زراعة الخُضر سواءً تلك التي تُؤكل نيئة، أو مطبوخة ما لم تسمح الجهات المختصة بذلك خطياً.
2. يُحظر استخدام المياه العادمة المعالجة في زراعة جميع أنواع أشجار الفاكهة التي تُؤكل نيئة دون معالجة، كذلك جميع أشجار الفاكهة التي تُؤكل نيئة بدون قشرة مثل الجوافة، والعنب ما لم تسمح الجهات المختصة بذلك خطياً.

3. يُحظر استخدام المياه العادمة المعالجة في ري حدائق الأطفال والمدارس.
4. الحصول على الترخيص المطلوب من الجهات المختصة.
5. إيجاد فاصل لا يقل عن (15) م بين حقول الخضار بجميع أنواعها، والحقول المروية بالمياه العادمة المعالجة.
6. تخصيص خطوط ناقلة أو قنوات لنقل مياه الآبار أو ما في حكمها لري حقول الخضار وأخرى منفصلة لنقل المياه العادمة المعالجة للري المُقيد مع عدم وجود أي اتصال بينهما.
7. يُمنع مرور القنوات المفتوحة المخصصة لنقل المياه العادمة المعالجة للري المقيد سواءً كانت ترابية أو إسمنتية بحقول الخضار أو بقربها وأن لا تقل المسافة بين هذه القنوات وحقول الخضار عن (15) م.
8. يُمنع استخدام القنوات المفتوحة لنقل مياه الآبار أو أي مياه مخصصة للري غير المقيد لري حقول الخضار إذا كانت تخترق أو تقع بالقرب من حقول مروية بالمياه العادمة المعالجة للري المقيد، وأن لا تقل المسافة بين هذه القنوات وأية حقول مروية أو قنوات أو مخارج لمياه الصرف الصحي المعالجة عن (15) م.
9. يُمنع وجود مخارج للمياه العادمة المعالجة للري المقيد في حقول الخضار.
10. يُحظر استخدام طرق الري بالرش للمحاصيل الحقلية والأعلاف بالمياه العادمة المعالجة للري المُقيد في حالة وجود أشجار مثمرة أو خضار على مسافة أقل من (60) م.
11. يجب عند استخدام طرق الري بالرش ترك مسافة آمنة لا تقل عن (60) م في الأماكن التي يرتادها الجمهور مع إيقاف الري في حالة هبوب الرياح (سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 21).

جدول(2-3) تصنيف النباتات والمحاصيل المسموح بريها بالمياه العادمة المعالجة.

درجة المعالجة	المجموعة الزراعية	التوصيف
A	A-1 النباتات والأشجار التي تزرع بالمسطحات الخضراء و الشوارع العامة والفنادق	النجيل والمتسلقات وشجيرات وأشجار الأسيجة والأشجار الخشبية وأشجار الظل
	A-2 النباتات والأشجار التي تزرع بالمسطحات الخضراء داخل المدن	النجيل
B	B-1 محاصيل الأعلاف	أنواع ذرة العلف – البرسيم الحجازي
	B-2 أشجار الفواكه ذات القشرة	بشرط كونها تنتج لأغراض التعليب أو التصنيع مثل الليمون والمانجو والزيتون ونخيل البلح أو الجوزيات مثل اللوز
	B-3 الأشجار الملائمة لتشجير الطرق السريعة والأحزمة الخضراء حول المدن	الكازورينا والكافور والأثل والدفله والأشجار المثمرة نخيل البلح والزيتون.
	B-4 المشاتل	شتلات الأشجار الخشبية ونباتات الزينة أو أشجار الفاكهة
C	C-1 نباتات إنتاج الزيوت الصناعية	الهوهوبا والخروع والجيتروفا
	C-2 الأشجار الخشبية	الكايا والكافور – الأشجار الخشبية بجميع أنواعها

المصدر:(سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 22).

ي- الحدود المسموح بها لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

نتيجةً لما تحمله المياه العادمة من مواد عضوية، وكيماوية، وعناصر ذائبة وميكروبات، فإن هناك قيوداً معينة على استخدامها، حيث تتطلب تطبيق معايير واحتياطات ضرورية، ومن الواضح أن هذه الخطوات الضرورية ستعتمد على درجة المعالجة المطبقة على المياه العادمة قبل استخدامها، أما المشاكل الرئيسية المقترنة بإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة تتمثل فيما يلي:-

1- قد يكون مطلوباً أثناء أشهر الشتاء أو حين لا تكون هناك حاجة للري تدبير إمكانيات تخزين موسمية أو وسائل بديلة وذلك بالطبع يستدعي تكاليف استثمارية لبناء الخزانات والمضخات وشبكات التوزيع.

2- هناك مخاطر صحية محتملة تصاحب إعادة الاستخدام وتكون هذه المخاطر عادة محدودة في حالة نظام جيد التصميم ويدار بطريقة سليمة لذا كان من الضروري وجود درجة عالية من الرقابة للتأكيد من أن المياه العادمة المعالجة تستخدم طبقاً لمقتضيات الصحة العامة.

قد يؤدي الري بالمياه العادمة المعالجة إلى التلوث نتيجة وصول الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض والكيماويات إلى مصادر المياه السطحية والجوفية في المناطق المروية بالمياه العادمة (الوحيدي، 2006: 5) لذلك يجب أن تكون المياه العادمة المعالجة مطابقة للمتطلبات الصحية وفق مقاييس وشروط منظمة الصحة العالمية ويُؤخذ في الاعتبار أن لكل دولة ظروفها الخاصة بها، ولها أن تضع مقاييسها، وفي كلتا الحالتين يجب الحفاظ على الصحة العامة والبيئة، ويجب أن تكون المياه العادمة المعالجة تناسب الاستخدام الزراعي حسب مكوناتها الكيميائية.

جدول (3-3) الاشتراطات القياسية للمياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري

النوع	أعلاف جافة	أعلاف خضراء	حدائق ملاعب ومتنزهات	محاصيل صناعية وحبوب	أشجار حرجية وغابات	أشجار حمضيات	أشجار زيتون	أشجار لوزيات
الأكسجين الممتص حيويا BOD_5	60	45	40	60	60	45	45	45
الأكسجين الممتص كيميائياً COD	200	150	150	200	200	150	150	150
الأكسجين المذاب DO	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5	أكثر من 0.5
المواد الذائبة الكلية TDS	1500	1500	1200	1500	1500	1500	1500	1500
المواد الصلبة العالقة الكلية TSS	50	40	30	50	50	40	40	40
الرقم الهيدروجيني pH	9-6	9-6	9-6	9-6	9-6	9-6	9-6	9-6
اللون Color (PCU)	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية
الزيوت والشحوم Fat Oil &Greas	5	5	5	5	5	5	5	5
الفينول Phenol	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
المنظفات الصناعية MBAS	15	15	15	15	15	15	15	15
النترات-نيتروجين NO3 (N)	50	50	50	50	50	50	50	50

تابع.

الأمونيوم–نيتروجين NH4 (N)	–	–	50	–	–	–	–	–
النتروجين العضوي.نيتروجين O.K.N	50	50	50	50	50	50	50	50
الفوسفات–فسفور PO4 (P)	30	30	30	30	30	30	30	30
الكلوريد Cl	500	500	350	500	500	400	600	400
الكبريتات SO4	500	500	500	500	500	500	500	500
الصوديوم Na	200	200	200	200	200	200	200	200
الماغنسيوم Mg	60	60	60	60	60	60	60	60
الكالسيوم Ca	400	400	400	400	400	400	400	400
نسبة ادمصاص الصوديوم SAR	9	9	10	9	9	9	9	9

المصدر :(وزارة شئون البيئة، 2000: 5)

توضح الأرقام الموجودة في جدول(3–3) المواصفات التي تُوصي بها منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة، عند إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري والتي تكون مناسبة للحفاظ على أنواع المزروعات من التلوث، يجب أن تؤخذ هذه الأرقام في الاعتبار أثناء استخدام المياه العادمة المعالجة للري في قطاع غزة، حيث توصي بها كل من وزارة الزراعة، ووزارة الصحة في قطاع غزة، وهنا تجدر الإشارة إلى أن محطات معالجة المياه العادمة المنوي إنشاؤها في مختلف محافظات القطاع قد تم تصميمها على مستوى عالٍ من الكفاءة، بحيث تعالج المياه العادمة لتصل إلى مستوى أقل من 20ملجم/لتر من الأكسجين الممتص حيوياً (BOD_5)، و15ملجم /لتر من المواد العالقة الكلية (TSS)، وأقل من 25ملجم /لتر من النيتروجين(N)، والمكونات الأخرى من الميكروبات، والطفيليات بما يتوافق مع الأنظمة البيئية الفلسطينية، مما يجعل المياه العادمة المعالجة مقبولة لتغذية الخزان الجوفي وري بعض المحاصيل الزراعية.

ثالثاً: الجوانب الصحية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

تُعد معالجة المياه العادمة واستخدامها في أغراض الري من الخيارات المُغرية، لاسيما في المناطق الجافة أو شبه الجافة في المنطقة، لأن هذه المياه تُمثل مصدراً إضافياً ومتجدداً من إمدادات المياه، بل ومن الأسمدة، أما المخلفات الجامدة التي تنتج عن المياه العادمة فلا يتم استخدامها إلا على نطاق محدود، نظراً لما ينطوي عليه ذلك من صعوبات وضرورة مُراعاة الحيطة الشديدة عند استخدامها لأن الحمأة تكون محملة بالمعادن الثقيلة، ، فقد تكون لها آثار سيئة على الصحة العامة والبيئة، ويعتمد ذلك إلى حد كبير على خواص المياه العادمة والحمأة ودرجة تنقيتها، وطريقة وأماكن استعمالها، ومن بين الأضرار المحتملة لاستعمال المياه العادمة المعالجة احتمال تلوث التربة، والمياه الجوفية، والمياه السطحية، الأمر الذي يؤثر سلباً على صحة الإنسان.

يرتبط الجانب الصحي باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري بوجود العديد من الملوثات البيولوجية المُمرضة (الفيروسات، والبكتريا، والأوليات (البروتوزوا)، التي قد تنتقل إلى الإنسان إما عن طريق الفم في حالة تناول خضروات ملوثة ببويضات دودة الإسكارس على سبيل المثال، أو عن طريق الجلد في حالة دودة الإنكليستوما، أو البلهارسيا (WHO,1989:778)، ويتضح أن الكائنات الممرضة يمكن أن تحافظ على بقائها في المياه، والتربة، والمحاصيل لفترات طويلة من الوقت تكون خلالها مصدراً لمخاطر محتملة على عمال الزراعة، أو الذين يتعرضون للمياه الملوثة كما يتضح في جدول(4-3) ومع ذلك فإن التخطيط العلمي السليم للإدارة الفعالة لنظم الري والتسميد يمكن أن يقللا من هذه المخاطر ويجعل تأثيرها على البيئة في الحدود المأمونة.

جدول (4-3) الخصائص الوبائية للكائنات الممرضة المعوية فيما يتعلق بفعاليتها في التسبب بالعدوى من خلال الري بالمياه العادمة المعالجة

العوامل المسببة للأمراض	فترة الحياة في البيئة (الصمود)	الحد الأدنى للجرعة المعدية	المناعة	طريقة العدوى	فترة كمون/تتطور داخل التربة
الفيروسات	متوسط	منخفض	طويلة	التداول المنزلي الطعام/الماء	لا يوجد
الجراثيم (البكتيريا)	قصيرة – متوسط	متوسط – مرتفع	قصيرة- متوسطة	التداول المنزلي الطعام/الماء	لا يوجد
الكائنات الحية الأولية	قصيرة	منخفض	معدومة – قليلة	التداول المنزلي الطعام/ الماء	لا يوجد
الديدان المعوية	طويلة	منخفض	معدومة – قليلة	ملامسة التربة خارج المنزل/الطعام	لا يوجد

المصدر(سلطة المياه الفلسطينية، 2012 :37)

رابعاً: الجوانب البيئية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

يؤدي ربُما استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة إلى نتائج سلبية بالنسبة للبيئة وصحة البشر، ومن أهم المخاطر التي تتعرض لها البيئة من جراء المياه العادمة المعالجة دخول مواد كيماوية إلى النظم البيئية الحساسة (وخصوصاً التربة، والماء، والنبات)، وانتشار الكائنات الممرضة.

أ- تأثيرها على التربة:

هذا التأثير له أهمية خاصة للمزارعين لأنها ربُما تودي إلى خفض إنتاجية التربة وخصوبتها، ومن هنا يجب أن تظل التربة على مستوى معقول من حيث الخواص الكيميائية والفيزيائية لكي تسمح باستمرار الزراعة لفترة طويلة مع تحقيق أرباح، ومن المشكلات المتوقع أن تتعرض لها التربة مشكلة التملح، والقلوية وسوء النفاذية، تراكم العناصر التي يمكن أن تصيب التربة بالسُمية، بالإضافة إلى تراكم العناصر المغذية.

ب- تأثيرها على المياه الجوفية:

تكون التأثيرات التي تتعرض لها المياه الجوفية في بعض الأحيان أهم من التأثيرات التي تتعرض لها التربة، فمن المحتمل تلوث المياه الجوفية بالمكونات الموجودة في المياه العادمة المعالجة وبالتالي لابد من تحديد كمية مياه الري على ضوء احتياج المحصول للمياه وعلى قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، واختيار المحاصيل التي تستطيع أن تمتص المكونات الخطيرة الموجودة في المياه العادمة بالإضافة إلى إدخال زراعة المحاصيل الحاصدة للأملاح ضمن الدورة المحصولية في حالة استخدام مياه معالجة ذات الملوحة المرتفعة.

ج - تأثيرها على المياه السطحية:

يُعتبر وجود النيتروجين بدرجة تركيز عالية ومعه والفوسفور على قدر من الأهمية عندما تُجمع المياه العادمة المعالجة خلف السدود قبل استخدامها للري، لأن هاتين المادتين رُبما تهيئان الظروف المواتية لتراكم المواد العضوية، ففي مثل هذه الأحوال يشيع ازدهار الطحالب الخضراء، ويتعذر التغلب على ما يُصاحب ذلك من مشكلات أهمها انسداد شبكات الري بالضغط، وهذه المشكلة بالذات تُؤرق المزارعين، وتكتسب مشكلة تراكم المواد العضوية، واستنفاد الأُكسجين بسبب كثرة العناصر الغذائية في المياه العادمة المعالجة، أهمية خاصة عندما يتم تصريف المياه العادمة المعالجة في مسطحات مائية (أنهار وبحيرات وبحار)، ويُعتبر النيتروجين هو العامل الذي يُحد من نمو الطحالب في البحر، في حين أن النيتروجين والفوسفور هما العاملان اللذان يُحدان من نموها في البحيرات.

د- تأثيرها على المحاصيل ومشكلة تسمم النباتات:

تُصيب بعض مكونات المياه العادمة المعالجة المحاصيل التي تُروى بها بأضرار عامة، من بينها الملوحة، إلى جانب احتمال إصابتها بالتسمم الناتج عن ارتفاع نسبة تركيز عناصر معينة فيها مثل البورون، وبعض المعادن الثقيلة، وفي هذه الحالة تموت أجزاء من أوراق النبات ويكون في موتها دلالة على أعراض التسمم بالبورون في المحاصيل الحساسة (سلطة المياه الفلسطينية، 2011: 3).

خامساً: الجوانب الاجتماعية والثقافية والقانونية والمؤسسية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

يقتصر هذا الجانب على ما يُهم المزارعين اهتماماً مباشراً، وهو أقرب إلى اهتمام خبراء الإنتاج الزراعي المكلفين بمهام الإرشاد، ذلك لأنه ينبغي لهم أن يكونوا على دراية بالمسائل القانونية والمؤسسية في بلادهم، بحيث يتمكنون من إسداء النصح إلى المزارعين، بما يُمكنهم من التغلب على المشكلات الشائعة المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة، وتتمثل هذه الجوانب فيما يلي:

أ- تقبل المجتمع لمفهوم استخدام المياه العادمة المعالجة والإعلام العام:

يُعتبر استخدام المياه العادمة المعالجة مفهوماً جديداً في بعض البلدان، ولهذا فإن عملية توعية جميع المشاركين في عملية استخدام المياه العادمة المعالجة الناتجة عن المدن، يُعتبر شرطاً مهماً لسلامة هذا الاستخدام ولجدواته من الناحية الاقتصادية، كما أنه لابد من تدريب الأفراد المسئولين عن إدارة وصيانة مرافق معالجة المياه العادمة، وكذلك المزارعين المستخدمين للمياه ذاتها، تُعتبر المياه العادمة المعالجة، كمورِد، قد لا تُستغل بالقدر الكافي، بل إنه في بعض الحالات لا يكون أمر استخدامها مطروحاً للنظر فيه أساساً، وذلك للأسباب الرئيسية التالية:

أ- قلة المعلومات عن فوائدها.

ب- التخوف من المخاطر الصحية المقترنة باستخدامها.

ج- رفضها لأسباب ثقافية، أو دينية، أو لمعتقدات شائعة.

د- عدم وجود منهج للتحليل الاقتصادي الشامل لمشاريع استخدامها.

هـ- قلة الخبرات المكتسبة من استخدامها في المناطق التي استخدمت فيها دون ضوابط.

ولهذه الأسباب يجب الحرص على وضع برامج توعية وتثقيف للناس على اختلاف مستوياتهم، ولا تكون مقصورة على المزارعين وحدهم، كما يلزم اتخاذ خطوة تالية تتمثل في وضع برنامج تدريبي

للمستخدمين للمياه العادمة المعالجة (المزارعين) لأن إساءة استخدام هذه المياه ربما تؤدى إلى النفور منها(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 65).

ب- التدريب وتنمية الموارد البشرية:

يمكن أن تؤدي قلة المعارف والمهارات إلى الإخفاق في تنفيذ المشاريع بوجه عام، وفي حالة مشاريع استخدام المياه العادمة المعالجة، يمكن أن تؤدي إلى زيادة المخاطر البيئية، والصحية العامة، ولهذا السبب، ينبغي أن تكون برامج التدريب جزءاً أساسياً من المشاريع ذاتها، كما يجب أن تتألف هذه البرامج من عناصر تقنية، وبيئية، وصحية، واقتصادية، واجتماعية، ويجب أيضاً أن يشمل عنصر التوعية بياناً بتفاصيل التقنيات المستخدمة وما تنطوي عليه من مخاطر، فضلاً عن الاحتياطات التي يلزم اتخاذها، بحيث يمكن تنفيذ العمليات في حدود آمنة مقبولة وبتكاليف معقولة، هنالك اتجاه متزايد نحو النظر إلى استخدام المياه العادمة بعد معالجتها كوسيلة لزيادة موارد المياه في الحاضر والمستقبل، بحيث يُمكن تلبية الطلب المتزايد عليها، وتُعتبر المياه المستصلحة مصدراً يمكن الاعتماد عليه حتى في سنوات الجفاف، خصوصاً في البيئات الحضرية التي يمكنها من التوفير في مياه الشرب عن طريق تحويل هذه المياه المعالجة للأغراض غير المنزلية، إلا أنه لابُد من مُراعاة الحذر تجنباً للمخاطر البيئية والصحية، ونظراً للمخاطر المقترنة باستخدام المياه العادمة المعالجة، يتعين دائماً وضع نظام مؤسسي وافٍ لأغراض الرقابة والإشراف والإرشاد فيما يتعلق بمشاريع الاستخدام ضماناً للسلامة والأمان، وتقع مسئولية استخدام المياه العادمة المعالجة، على العديد من الوزارات والجهات المسئولة.

ج- الاعتبارات التنظيمية والجوانب القانونية:

تعتبر الصحة العامة والبيئة هما أهم ما تُعنى به مشاريع استخدام المياه العادمة المعالجة، ومن هنا كانت الأهمية الكُبرى للخطوط التوجيهية الخاصة بنوعية المياه العادمة المعالجة، بالإضافة إلى الاشتراطات المتعلقة بالمعالجة وأخذ العينات والرقابة في جميع البلدان، بل إن بعض البلدان تفرض إجراءات رقابية صارمة على هذا الاستخدام، وتُلزم المزارعين بهذه الإجراءات ضماناً لسلامة الصحة العامة والبيئة، ونظراً لعدم التأكد من درجة التزام المزارعين بذلك أصبح الرصد الدقيق ضرورة لا غني عنها، فضلاً عن أن الأمر رُبما يحتاج إلى سن تشريعات تكفل الامتثال لهذه الإجراءات، وهنالك في معظم البلدان التي تستخدم المياه العادمة المعالجة لوائح خاصة بالصحة العامة والبيئة تحكم عمليات المعالجة والاستخدام، وهى لوائح تُعتبر بمثابة خطوط توجيهية أو مدونات سلوك القصد منها هو حماية المستهلكين والعمال، وربما تُحظر هذه اللوائح الري بالمياه العادمة المعالجة في غضون فترات محددة قبل موسم الحصاد، وتقتضي ارتداء ملابس معينة، وتوفير الرعاية الصحية الوقائية للعمال، وتتسم الخطوط التوجيهية الخاصة باستخدام المياه العادمة

المعالجة بالصرامة الشديدة، رغم اختلافها من بلد إلى آخر، لأنهاُ تراعى اشتراطات مكافحة تلوث المياه، ومن هنا فإن التكنولوجيا المستخدمة في عملية المعالجة وسلامة تشغيل النظام المتاح للمعالجة، يجب أن يحققا الأهداف المنشودة من الخطوط التوجيهية، ولذلك يجب أن تكون الأجهزة التنظيمية على استعداد في جميع الأوقات لمراقبة نوعية المياه العادمة المعالجة، وسن التشريعات الملائمة من أجل صون صحة كل من المزارعين والمستهلكين(منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 60).

سادساً: الجوانب الاقتصادية المتعلقة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

يعتبر الحافز الرئيسي للمزارعين هو الربح المتوقع من استخدام المياه العادمة المعالجة للري، فالمزارع لا يهتم بتكاليف جمعها، أو معالجتها، أو توزيعها، ولكنه يهتم حقيقةً بمدى قدرته على تحقيق أرباح من زراعته التي يرويها بكمية معينة ذات نوعية معينة من المياه العادمة المعالجة التي تُعطى له نظير سعر معين أو بدون مقابل، مع إلزامه بتقييد استخدامها لري محاصيل معينة، ويمكن تلخيص الأهمية الاقتصادية الناتجة عن الري بالمياه العادمة المعالجة والتي تتمثل في تحقيق وفورات في المياه العذبة، وتحقيق وفورات في الأسمدة وزيادة في الإنتاج، وإيجاد فرص عمل، وخُلاصة القول أن أهم الفوائد بالنسبة للمزارعين تتمثل في أنهم يرون في المياه العادمة المعالجة مصدراً يمكن الاعتماد عليه حتى في السنوات شديدة الجفاف، وأن العناصر الغذائية للمياه العادمة تؤدى إلى زيادة المحصول و تحسين نوعيته حتى بدون استخدام أسمدة، أو استخدام كمية محدودة منها (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2000: 63).

سابعاً :التدابير الوقائية الخاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري:

تهدف التدابير الوقائية و إجراءات السلامة الخاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة إلى تحقيق مستويات آمنة لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في مجالات الري الزراعي، وري الحدائق العامة، وتغذية المياه الجوفية مستقبلاً، وأية استخدامات أخرى تُقرها التشريعات المعمول بها فلسطينياً، وذلك لتأمين درجة كافية من حماية الصحة والبيئة المحيطة، والعاملين، والمستهلكين من الآثار الضارة الناجمة عن التلوث وانتقال الأمراض، من خلال التحكم في نوعية المياه العادمة المعالجة، إضافة إلى ضمان الاستفادة القصوى من المياه المعالجة باعتبارها أحد المصادر غير التقليدية للمياه بما يتفق مع المعايير القياسية الفلسطينية المنظمة لاستخدام المياه العادمة المعالجة لمختلف الأغراض.

أ- الاحتياطات الواجب مراعاتها لحماية الفئات المستخدمة المياه العادمة المعالجة في الري:

تستلزم خطط نجاح استخدم المياه العادمة المعالجة في أغراض الاستغلال الزراعي، تضافر جهود الجهات المعنية بالزراعة، والري والصحة، والتنمية المحلية والمرافق العامة، بالإضافة إلى الدور الأساسي للمؤسسات الحكومية، وغير الحكومية الداعمة لذلك، لابد من وضع استراتيجية لوقاية صحة الإنسان والبيئة، يمكن وقاية صحة الإنسان والبيئة بمراعاة الإجراءات الواجبة والتي تتمثل في مستوى معالجة المياه العادمة، وتقييد المحاصيل التي ينبغي زراعتها، واختيار طرق الري، والحد من تعرض البشر للمياه العادمة المعالجة، ومراعاه قواعد السلامة الصحية العامة، حيث يُعد الحد من المخاطر التي تتعرض لها الصحة العامة من جراء الأمراض التي تُنقل عن طريق المياه عند استخدام المياه العادمة المعالجة في أغراض الري أمر له أهمية بالغة، ولابد من تحديد ودراسة مجموعات الأفراد المُعرضين لهذه المخاطر، والأسباب التي تجعلهم معرضين لها، ويمكن تحديد المجموعات على النحو التالي(عمال المزارع، العمال الذين يتداولون المحاصيل الملوثة أو يقومون بتعبئتها المستهلكون، الجمهور العام الذي يستخدم المرافق الترفيهية، المارة) وفيما يلي الاحتياطات المحددة لحماية الفئات المستهدفة لذلك يجب مراعاة الاحتياطات المحددة التالية:

1- ارتداء الملابس الواقية لمنع ملامسة الملوثات المختلفة (البيولوجية خاصة)، والحفاظ على درجة عالية من النظافة وشروط الصحة العامة.

2- ارتداء حذاء مناسب في الحقل للحماية ضد التعرض للإصابة بالديدان الشوكية .

3- تحصين المجموعات الأكثر تعرضاً ضد التيفوئيد والتهاب الكبد الوبائي (أ) حيثما كان ذلك ضرورياً.

4- تجهيز تسهيلات طبية كافية في المكان لمعالجة الأمراض الطارئة كالإسهال وخلافه.

5- القيام بحملات لتوعية وتحذير المستهلكين للتأكد من طبخ الطعام جيداً قبل الاستهلاك مع تطبيق قواعد الصحة العامة.

6- إبلاغ السكان المعنيين بدقة ووضوح من خلال وسائل الإعلام المختلفة عن مواقع جميع الحقول المروية بالمياه العادمة المعالجة لكي يتجنب الأهالي خصوصاً الأطفال استخدام المياه أو ملامستها.

7- عدم استخدام نظم الري بالرش (إذا النظام سمح) في حدود 50-100 م من المنازل أو الطرق لتجنب أي مخاطر من بلل المارة بالقرب منها.

8- تحذير كل المقيمين، والعمال، والزائرين من الشرب، أو الاستحمام، أو استخدام المياه العادمة المعالجة للأغراض المنزلية.

9- وضع علامات ظاهرة على جميع قنوات وأنابيب شبكة المياه العادمة، ويفضل دهانها بلون مميز(أحمر، أو بنفسجي) كما يجب استعمال المحابس والتوصيلات من الأنواع التي يمكن إغلاقها بإحكام.

10- توفير مكان نظيف به مياه نقية لفترات الراحة والأكل أثناء العمل.

11- يجب إيقاف الري قبل جني المحصول بأسبوعين عند استعمال المياه العادمة المعالجة لغايات ري الأشجار المثمرة مع استبعاد الثمار الساقطة والملامسة للتربة(سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 20).

جدول (5-3) الإجراءات المطلوبة لتحقيق شروط الوقاية للعمال الذين يتداولون المحاصيل المنتجة باستخدام المياه العادمة المعالجة

الإجراءات	التوصيف
توقيت الري	يحظر ري النباتات التي تنتج محاصيل يتم تداولها أو تعبئتها بالمياه العادمة المعالجة قبل أسبوعين من موعد الحصاد.
التدريب المستمر	يتم عقد دورات تدريبية لتوعية العمال بمخاطر تداول المحاصيل الملوثة
اللوحات الإرشادية	يتم وضع لوحات إرشادية في أماكن مناسبة توضح ما يجب الانتباه إليه وتذكره من قبل العمال أثناء تداول وتعبئة المحاصيل.
التطعيم	يتم التطعيم طبقاً لاشتراطات وزارة الصحة للعاملين في شبكات ومحطات الصرف الصحي.
توفير الأحذية الواقية و القفازات	يتم توفير الكمية المطلوبة من القفازات والأحذية الواقية لعمال المزرعة.
الإشراف	يتم تكليف المشرفين على إدارة المزارع بالتحقق من التزام العمال باستخدام وسائل الحماية ومن التزامهم بتطبيق الإرشادات.
الكشف الدوري	يتم توقيع الكشف الدوري وكافة التحاليل المطلوبة للكشف عن الإصابة بالأمراض المعدية التي تنتقل عن طريق المياه العادمة المعالجة مره كل ستة أشهر.
السجلات	تلتزم الجهات المسئولة عن عمليات الاستغلال الزراعي للمياه العادمة المعالجة بعمل سجل كامل لجميع الأعمال التي تندرج تحت أي من الإجراءات الستة السابقة وسجل للحالات المرضية التي تكتشف بين العمال.

المصدر(سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 19)

ب- عمليات الرصد الذاتي والتفتيش والإجراءات التصحيحية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري الزراعي:

تُعتبر عملية الرصد الذاتي والتفتيش مطلباً أساسياً لتحقيق النجاح لأي مشروع زراعي يستخدم المياه العادمة المعالجة، ومن ثم يجب أن تكون عملية الرصد والتقييم متواصلة وأن تكون جزءاً لا يتجزأ من تشغيل وإدارة هذه المشاريع، إذ أن عدم وجود نظام فعال للرصد والتقييم يمكن أن يؤدي إلى ظهور مشاكل صحية وبيئية، وتلخص النقاط التالية أهم عمليات الرصد الذاتي والتفتيش المطلوبة لتحقيق أهداف المحافظة على الصحة العامة والبيئة للمشاريع الزراعية الخاصة بإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة.

1- نوعية المياه : تُعتبر عملية رصد نوعية المياه في نهاية عمليات المعالجة وعند مخرج الخط الناقل للمياه العادمة المعالجة إلى موقع الاستخدام أمراً ضرورياً، للتأكد من أن المياه العادمة المعالجة لأغراض إعادة الاستخدام تفي بالمتطلبات القانونية حسب الشروط القياسية المُوصى بها فلسطينياً، ويقع على عاتق الجهة المسئولة عن التشغيل والصيانة مسئولية القيام ببرنامج الرصد الذاتي، وتقوم الجهة المسئولة عن التفتيش بأخذ العينات المطلوبة وتحليلها على نفقة الجهة المسئولة.

2- حالة التربة: يجب متابعة خصائص الأراضي التي تُروى بالمياه العادمة المعالجة لمنع ارتفاع مستويات العناصر، والمعادن الثقيلة، والسامة إلى المستوي الذي قد تحدث به أضرار، أو سُمية للأنسجة النباتية، أو خصائص التربة، يجب أخذ عينات من التربة وتحليلها قبل بداية استخدام المياه العادمة المعالجة، يجب أن تكون العينة ممثلة لتربة الموقع، وعلى الأقل تُؤخذ عينة من كل موقع حسب نوع المياه المستخدمة وطريقة الري ونوع المحصول الزراعي وذلك بعمق 30-60 سم من سطح التربة.

3- نوعية المياه الجوفية: تعتمد مخاطر تلوث المياه الجوفية على نوعية المياه العادمة المعالجة المستخدمة، وعمق الخزان الجوفي، وكذلك خواص التربة، ومحتواها من المادة العضوية ومعادن الطين، لذلك يجب أخذ عينات من المياه الجوفية لتحليلها على مدي فترات زمنية منتظمة، مع تطبيق قياسات الجودة التي تجري على كافة مصادر المياه في الأراضي الفلسطينية، بالإضافة إلى كافة القياسات الصحية المنصوص عليها في حسب الشروط القياسية الموصى بها فلسطينياً.

4- فحص المحاصيل الزراعية المنتجة: يجب أخذ عينات من المحاصيل المُنتجة من الأراضي المروية بالمياه العادمة المعالجة لاختبار إمكانية تلوثها ببكتريا القولون، والنيماتودا، قبل طرحها في الأسواق .

5- الحالة الصحية للعمال: تشمل متطلبات حماية العمال الزراعيين إجراءات الفحص الطبي الأولي، والفحوص الدورية، والتي تجري عن طريق وزارة الصحة، يجب إجراء فحوص الاختبارات القياسية للعدوى بالأمراض، والطفيليات المعوية، وحينما يلزم يجب وصف الدواء مع الأخذ بالاعتبار أن السلوك الاجتماعي العام ومستوى الوعي والالتزام بالشروط القياسية له تأثير على احتمال إصابة العمال الزراعيين بالعدوى، يجب الاحتفاظ بسجلات للعمال الزراعيين تُدون بها فترات الغياب وأسبابه مع تبرير سبب الغياب وهذه السجلات يجب فحصها من قبل وزارة الصحة مرة كل 6 شهور وذلك للكشف عن أي حالات للعدوى بالديدان المعوية، أو أي طفيليات أخرى، أوبكتيريا، أوفيروسات من ناحية أخري، فإن النظافة الشخصية وما يترتب عليها من ممارسات مثل: غسل الأيدي، والشرب، والأكل، والتدخين، واستخدام دورات المياه، لا بُد وأن يكون مقصوراً على أماكن خارج المزارع والأماكن التي تستخدم المياه العادمة المعالجة للري للحد من خطر الإصابة بالكائنات الدقيقة، والطفيليات الممرضة.

6- الإجراءات التصحيحية: إذا كشفت عمليات الرصد الذاتي أو التفتيش عن أي مشكلة في مستوى معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة، يجب اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية وبأسرع ما يمكن بذلك عن طريق الجهة المسئولة في نفس الوقت، يتم تحويل المياه العادمة المعالجة الغير مطابقة للمواصفات المتفق عليها في شروط الاستخدام لمنطقة تخزين ملائمة (لكي يم معالجتها مرة أخرى) أو يتم تصريفها في موقع مسموح بها للتصريف في حالات الطوارئ.

7- إعداد التقارير: يجب تقديم تقرير كل 6 أشهر عن نتائج برنامج الرصد الذاتي إلى الجهات المعنية، وتقوم الإدارة المختصة بمراجعة التقارير المقدمة وتقوم بمهمة التحقق من تنفيذ الإجراءات التصحيحية، والمتابعة اللاحقة في حالة الضرورة مع الجهات الأخرى ذات العلاقة .

8- إجراءات وخطة الطوارئ: تلتزم إدارة كل مشروع أو قطاع خاص يقوم بإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في مراحله الأولى في التنفيذ بوضع خطة طوارئ تتناول الصعوبات المحتملة، والكوارث، والأحداث غير المتوقعة وغير العادية مثل (خلل في مستوى المعالجة، نفاذ الطاقة، السيول، الزلازل، إضراب العمال.....الخ) ويُدرج بالخطة سلسلة تفصيلية من الخطوات التي سُتتبع في كل حالة من حالات الطوارئ، ومن الاحتياطات التي يمكن أن تتضمنها خطة الطوارئ : مصدر احتياطي للطاقة، وخزان احتياطي، وطريق بديل للتخلص من المياه العادمة غير المعالجة أو غير المطابقة للمواصفات، وتحذيرات للأطراف التي قد تستخدم هذه المياه، وتحذير للجمهور الذي قد يتعرض للمياه العادمة غير المعالجة غير المطابقة للمواصفات وما إلى غير ذلك من الإجراءات .

9- مصدر بديل للمياه: يجب أن يقوم كل مشروع للاستغلال الزراعي للمياه العادمة المعالجة بتحديد وتوفير مصدر بديل لمياه الري في حالة ما إذا توقف الإمداد بالمياه العادمة المعالجة، بسبب حالة طارئة وقد يكون هذا المصدر هو مياه جوفية، أو أي مصدر أخر للمياه، أو مياه عادمة معالجة يتم توريدها من محطة معالجة أخرى عن طريق خطوط مؤقتة أو أي وسيلة أخري (سلطة المياه الفلسطينية، 27:2012).

الفصل الرابع

استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة

أولاً: واقع الزراعة في قطاع غزة.

ثانياً: الأسباب التي تدعو إلى إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة

ثالثاً: معايير اختيار المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة.

رابعاً: المعيقات التي تواجه تطبيق استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة.

خامساً: المشاريع الزراعية المستخدمة للمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة.

سادساً: آراء المزارعين حول استخدام المياه العادمة في الزراعة.

تُعتبر كميات المياه المطلوبة للاستخدام الزراعي والاستخدامات الأخرى غير كافية لتغطية كافة احتياجات السكان في قطاع غزة، ويرجع السبب في ذلك إلى التعقيد في عمليات التقييم، والمراقبة، وتقدير كميات المياه الموجودة في الخزان الجوفي، وأيضاً كميات المياه المسحوبة منه للأغراض الزراعية، تعد الزراعة المروية عنصراً هاماً وحيوياً ومكوناً أساسياً من مكونات الزراعة حيث يتم الاعتماد عليها في تلبية الاحتياجات الغذائية سواءً للإنسان، أو الحيوان خاصة في ظل الزيادة السريعة للسكان (الددح، 2012: 7).

أولاً: واقع الزراعة في قطاع غزة:

يستهلك قطاع الزراعة في قطاع غزة من المياه حوالي 80-90م م^3/ سنوياً، ومصدر المياه الأساسي هو الخزان الجوفي، حيث أظهرت متطلبات المياه اللازمة للمحاصيل الزراعية أن أكثر من ثلثي المساحة المزروعة هي مساحة مروية تقدر بحوالي 121.688 دونم من المساحة الكلية المزروعة التي تقدر بحوالي 170.000 دونم لعام 2012م ويوضح الجدول التالي(1-4) تصنيفات الأراضي الزراعية في قطاع غزة (وزارة الزراعة، 2011: 3).

جدول(1-4) تصنيفات الأراضي الزراعية في قطاع غزة

المحصول	المناطق المروية	المناطق غير المروية	مساحة الأرض بالدونم	نسبة الري %
الخضروات	60984	0	60984	%100
البساتين باستثناء الحمضيات	33250	20379	53.629	%62
الحمضيات	9308	5723	15.031	%62
المحاصيل الحقلية	17.793	22.678	40471	%44
النباتات الطبية(الأعشاب)	333	0	333	%100
المجموع	121.668	48.780	170.448	%71

المصدر :(وزارة الزراعة، 2011: 3)

أ- التحديات التي تواجه القطاع الزراعي في قطاع غزة:

يمكن تحديد التحديات التي تواجه تطور القطاع الزراعي وفقاً للأسباب التالية:

1- تحديات ناجمة عن سياسات الاحتلال الإسرائيلي والتي تتمثل في إغلاق المعابر بشكل متكرر، بالإضافة إلى تعرض مساحات واسعة من الأراضي الزراعية لعمليات التجريف الأمر الذي أدى إلى تدهور إنتاجية الأرض، حيث بلغت عمليات التجريف أقصاها بالقرب من السياج الحدودي المحاذي للقطاع، مما حدا بالمزارعين إهمال أراضيهم الزراعية نتيجة لارتفاع تكاليف الاستصلاح.

2- تُعد مشكلة المياه من أبرز معوقات التنمية الزراعية في قطاع غزة، حيث أن نقص المياه يكتسب أهمية خاصة في القطاع بسبب محدودية المتاح من المياه لأغراض الشرب والري، بالإضافة إلى ملوحة التربة والمياه نتيجة للضخ الجائر ارتفعت نسبة الملوحة في مياه الري وبالتالي ارتفعت نسبة ملوحة التربة مما أثر ذلك سلباً على نوعية المحاصيل المزروعة فتناقصت زراعة الحمضيات، وتزايدت المحاصيل التي لها القدرة على تحمل الملوحة كالزيتون، والنخيل، والجوافة.

3- تنتج مشكلة الجفاف بسبب تذبذب الأمطار من عام لآخر وزيادة نسبة البخر مما يؤثر على الزراعة البعلية خاصة زراعة المحاصيل الحقلية مثل القمح، والشعير، كما تؤثر الأمطار على المخزون المائي من المياه العذبة(الجدبة، 2010: 280)..

ب- حاجة المحاصيل الزراعية من المياه في قطاع غزة:

تعتمد كمية المياه التي يتم تخصيصها للمزارعين على العديد من العوامل منها نوع التربة، نوع المحصول المنوي زراعته، ملكية الأراضي، حجم المساحة المزروعة، المناخ، النشاطات الزراعية، مواسم نمو المحصول بالإضافة إلى استخدام تقنيات الري الحديثة كل هذه الأمور لابد أن تؤخذ بعين الاعتبار عند تخصيص حصة كل مزارع من المياه.

جدول (2-4) كمية المياه المخصصة لكل نوع من أنواع المحاصيل في قطاع غزة

المحصول	م^3/ دونم/السنة
الحمضيات	1000
الفواكه	500
الخضروات	700
الزيتون واللوزيات	300
البرسيم	1500
الفراولة	1000
الزهور	1800

المصدر :(وزارة الزراعة، 1997)

ثانياً: الأسباب التي تدعو لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة:

1- وجود مساحات واسعة من الأراضي في قطاع غزة تعتمد على مياه الأمطار في زراعة المحاصيل البعلية مثل البقوليات كالعدس، القمح، الشعير، وتقدر المساحة الإجمالية للمحاصيل البعلية 69.402 دونماً، وسوف تكون بمثابة خزان ومناطق توسع وامتداد لمشاريع إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في المستقبل مع العلم أن كمية المياه الساقطة قليلة ولا تكفي ناهيك على أنها متذبذبة وغير منتظمة في سقوطها مما يؤثر على الإنتاج من حيث الكمية والنوعية.

2- التكلفة العالية للزراعة المروية في محافظات قطاع غزة لأن معظم المزارعين يشترون المياه من مناطق بعيدة عن مزارعهم والآبار الموجودة تتصف بنوعيتها السيئة التي لا تصلح للشرب أو الزراعة.

3- وجود أنماط من المحاصيل في المنطقة مثل أشجار الزيتون، والأشجار المثمرة وشجيرات وشتلات جديدة والتي تنتشر على مساحات واسعة وهذه يمكن ريها من المياه العادمة المعالجة حسب مواصفات محطات المعالجة المقترحة والمنوي إنشاؤها في مختلف محافظات غزة.

4- توفر المياه العادمة المعالجة في القطاع يعمل على تمكين المزارعين من تنفيذ خططهم بطريقة اقتصادية وتساعدهم على تطوير أنماط جديدة من المحاصيل في المنطقة مثل زراعة المحاصيل العلفية كالبرسيم والذرة الصفراء.

5- من المتوقع ري بعض المحاصيل بالمياه العادمة المعالجة مثل أشجار الزيتون، واللوزيات وربما القمح والشعير سيكون لها نتائج إيجابية فورية على العائد من هذه المحاصيل واستخدام المياه العادمة المعالجة في ري أشجار الزيتون سيؤدي إلى تحسين الإنتاجية والحد من المشاكل الأكثر شيوعاً من غيرها من المحاصيل الأخرى.

ثالثاً: معايير اختيار المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة:

1- **الحاجة للمحصول:** يعتبر قطاع غزة في أمس الحاجة لزراعة الحمضيات والزيتون ومحاصيل أعلاف الماشية.

2- **تحديد المحاصيل المهيمنة:** تتمثل في بعض الأراضي التي كانت مزروعة بالحمضيات وأشجار الزيتون خاصة في محافظات شمال غزة.

3- **قبول المزارعين:** تتمثل في قبول المزارعين ري المحاصيل الزراعية.

4- جودة المياه العادمة المعالجة، والمناخ، وملائمة الأراضي الزراعية للزراعة.

5- قيمة المحاصيل المنتجة وتوفر السوق لها.

تُعتبر التجربة الفلسطينية في استخدام المياه العادمة المعالجة حديثة وتفتقر للخبرة، ولكن كانت هناك في الثمانينيات من القرن العشرين محاولتان لتنفيذ العديد من المشاريع لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة، تتمثل المحاولة الأولى في سنة 1986م، في مدينة غزة وبدعم من المشروع الإنمائي للأمم المتحدةUnited Nations Development Program (UNDP)، يتمثل المشروع في بناء حوضين إضافيين للحوضين الموجودين حالياً في محطة الشيخ عجلين، وبناء مخطط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الريّ، بينما المحاولة الثانية قامت بها بلدية جباليا بدعم من (UNDP) في منطقة بيت لاهيا، كان الهدف الرئيسي منها هو ريّ مزارع الحمضيات في المنطقة الشمالية بالمياه العادمة المعالجة، ولكن فشلا المشروعين بسبب:

1- رفض المزارعين فكرة المشروعين، تخوفاً من أن تشدد الإدارة المدنية الإسرائيلية في ذلك الوقت من سيطرتها على مصادر المياه.

2- الافتقار إلى طاقم فني مدرّب في البلديات ليباشر ويتابع سير العمل في المشروعين.

3- ضعف التمويل.

4- عدم تقبل المزارعين لفكرة استخدام المياه العادمة المعالجة في الريّ.

5- وجود أراضي ذات ملكية خاصة تحيط بمحطة معالجة المياه العادمة.

6-غياب نظام مؤسساتي قوي للمتابعة (مصلحة مياه بلديات الساحل، 2011: 30).

جدول(3-4) مساحة المناطق وكميات المياه التي تحتاجها المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة

المحصول	شمال غزة	غزة	دير البلح	خانيونس	رفح	إجمالي المساحة	احتياجات المحاصيل من المياه م م^3
الحمضيات	4600	3926	3095	2048	1362	15031	15
الزيتون	1130	6100	8200	11400	4950	31780	10
الفواكه	12210	7240	3900	6386	2511	21849	10
المحاصيل الحقلية	4045	6571	4390	15590	9875	40471	5 -2
الخضروات	12348	6487	10987	13615	17547	60984	
الزهور	26	25	15	57	210	333	
الإجمالي						170.448	40-37

المصدر :(وزارة الزراعة، 2011: 8)

يتضح من الجدول السابق أن الحمضيات تستهلك حوالي 15م م^3 /سنوياً من المياه العادمة المعالجة بنسبة 38%، ويستهلك الزيتون حوالي 10م م^3/ سنوياً بنسبة 25%، وفي حال ري الفواكه بالمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة سوف تستهلك حوالي 10م م^3%، بينما المحاصيل الحقلية تستهلك حوالي 2-5 م م^3/سنوياً بنسبة 5-12.5%.

رابعاً: معيقات إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة:

مازالت هناك حاجة ماسة لرؤية كاملة لعملية إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة، وتلك الرؤية المتكاملة يجب أن تتضمن الجوانب السياسية والمؤسساتية للمياه، الوعي، والتسويق ، وتعريفة المياه، ونتيجةً لهذه الأسباب، فإن إعادة معالجة المياه العادمة في قطاع غزة غالباً ما تتطلب التزام طويل الأمد من قبل الحكومة، والعمل على إعادة تشكيل الهيكل المؤسساتي، كذلك يجب أن يكون هناك توزيع واضح للأدوار والمسئوليات بين جميع الجهات ذات المصلحة، كما يجب بذل مجهود أكبر لإنتاج مياه عادمة معالجة بجودة أفضل، وذلك لاستخدامها في الري بدون قيود، ويجب تعزيز الوعي العام والامتثال للتنظيم والرقابة الشاملة، حيث إن معظم المشاريع الاسترشادية في الضفة الغربية وقطاع غزة فشلت منذ البداية أو حققت أهدافها بشكل جزئي وذلك تبعاً للأسباب التالية:

1- زودت بعض المنظمات غير الحكومية المزارعين بالمياه العادمة المعالجة كجزء من المساعدات الطارئة التي تقدمها بشكل استثنائي بدون أن تكون جزء من نظام متكامل مستدام و له متابعة.
2- غياب مؤسسات مستخدمي المياه العادمة المعالجة لتتكامل وتكمل دور المؤسسات الداعمة والمنظمات غير الحكومية المهتمة في هذا المجال.
3- البلديات غير قادرة على تنفيذ مثل هذه المقترحات لافتقارها إلى الطاقم الفني المدرب والدعم المادي.
4- تعتبر فكرة إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة فكرة لم يتم تقبلها بسهولة من قبل المزارعين الذين لم يكن لديهم أي حافز لاستخدام مثل هذه المياه المعالجة.
5- جودة المياه العادمة المعالجة الناتجة لم تستوفي الشروط المطلوبة لإعادة الاستخدام في ري جميع المحاصيل الزراعية.
6- وجود المعيقات السياسية والمؤسساتية، إذ يُعاني قطاع غزة من مشكلات سياسية، تتمثل في الحصار الإسرائيلي، كذلك الافتقار إلى الالتزام السياسي، وغياب الحراك الاستراتيجي الوطني الموحد لدعم معالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها، حيث يرتبط تنفيذ مشاريع استخدام المياه العادمة بشكل رئيسي بالمعيقات السياسية، والمالية، والاجتماعية،

والمؤسساتية، والفنية، بالرغم من ذلك فإنّ إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة هي أولوية مؤكدة في سياسة المياه الفلسطينية وتم تبنيها في استراتيجيات المؤسسات الرئيسية المعنية بالموضوع، لكن الواضح أن التجارب والترويج لفكرة إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة مازالت في مراحلها الأولى، لذلك لا بد من إن إنشاء أنظمة معالجة فاعلة للتزود بمياه معالجة تمتثل لمقاييس مياه الري، الذي يُعتبر المطلب الرئيسي للتوسع في مثل هذه المشروعات.

7- ضعف التنسيق بين الأطراف ذات الصلة وخاصة ما بين المؤسسات الحكومية والمنظمات غير الحكومية، وصعوبة الحصول على البيانات والمعلومات والتقارير كل هذا يعيق من التقييم العلمي ومراقبة المشاريع المطبقة، لذلك لابد من العمل على إيجاد أنظمة ومقاييس واقعية وقابلة للتنفيذ، في معالجة المياه العادمة، وإعادة استخدامها بشكل مستدام.

8- تُعتبر البيئة العائق الأكثر أهمية في إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة، فإن أغلب محطات معالجة المياه العادمة في البلدان العربية بما فيها فلسطين بشكل عام وقطاع غزة بشكل خاص، لا تعمل بشكل مرضٍ، وفي معظم الحالات تصريف المياه العادمة المعالجة يتجاوز الحدود القصوى القانونية والمقبولة صحياً، ويُعزى هذا إلى توقف إمدادات الطاقة، والبنية التحتية الفقيرة وعدم وجود موظفين مدربين تدريباً كافياً من ذوي المهارات التقنية اللازمة لتشغيل هذه المحطات، فضلاً عن عدم وجود ميزانية كافية لصيانة المحطات وتشغيلها بكفاءة.

9- بسبب الافتقار إلى المهارات والمعرفة يفشل تنفيذ المشروع خاصةً في حالة تطبيق مشاريع استخدام المياه العادمة المعالجة، ويمكن أن تزيد من المخاطر المحتملة بالبيئة والصحة العامة، كما يجب أن تكون برامج التدريب جزءاً لا يتجزأ من المشاريع، وينبغي أن تشمل الجوانب الفنية والبيئية والصحية والاجتماعية والاقتصادية(سلطة المياه الفلسطينية، 2011: 33).

خامساً: المشاريع الزراعية التي تم تطبيقها في قطاع غزة باستخدام المياه العادمة المعالجة في قطاع غزة:

1- مشروع بيت لاهيا:

تم تطبيق هذا المشروع في منطقة القرية البدوية في منطقة بيت لاهيا شمال القطاع، وتم الاعتماد على المياه العادمة المعالجة في ري العديد من المحاصيل الزراعية منها المحاصيل العلفية (البرسيم) في بداية الأمر، وهي المحاصيل التي تستخدم لتغذية الحيوانات الصغيرة، تغطي هذه المحاصيل مساحة تُقدر بحوالي 45 دونم، ثم تطورت المساحات المزروعة بعد ذلك، ويتم

العمل حالياً على توسيع المساحة الإجمالية المزروعة بالبرسيم والحمضيات إلى حوالي 140 دونم، حالياً تروى مئات الدونمات الزراعية المزروعة بالزيتون، والحمضيات، والأعلاف بالمياه العادمة المعالجة وبدعم من الصندوق الايطالي، ويتم ضخ المياه العادمة المعالجة من المحطة إلى الأراضي الزراعية بواسطة مضخات وشبكات تنتشر على مساحات متفرقة من الأراضي الزراعية يتم ضخها على فترات متقطعة، ويتم العمل على وضع نظام مراقبة شاملة لدراسة واكتشاف المشاكل الصحية، والبيئية الناجمة عن استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الأعلاف، والعمل على تحديدها لتغطية المحاصيل، والتربة، والمياه الجوفية، والمياه العادمة، والمكونات الأخرى بدعم من المشروع الفرنسي، هذا بالإضافة إلى عقد العديد من الدورات التدريبية للمزارعين، والمهندسين الزراعيين من أجل تأهيل الفئات المستهدفة، وتعزيز بناء القدرات في سلطة المياه الفلسطينية، ووزارة الزراعة، والمنظمات غير الحكومية إلى جانب إطلاق الوعي العام للمزارعين والجمعيات الزراعية والمعنية بهذا الموضوع وتنظيم الزيارات الميدانية (سلطة المياه الفلسطينية، 2011 : 30).

صورة (1-4) أشجار الزيتون المروية بالمياه العادمة المعالجة في شمال غزة

صورة (2-4) محصول البرسيم المروي بالمياه العادمة المعالجة في شمال غزة

2- مشروع الشيخ عجلين:

تُعتبر أكبر مزرعة نموذجية مقترحة تهدف إلى إظهار الفائدة من استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الحمضيات، وبساتين الزيتون، وقد تم التعاون والاتصال بين المزارعين والمهتمين بالتعاون مع مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين، وهو مشروع لاستخدام المياه العادمة المعالجة من محطة الشيخ عجلين، يهدف إلى ري 170 دونم من أشجار الزيتون، والحمضيات بدعم من الصندوق الفرنسي، وتحت إشراف سلطة المياه الفلسطينية، وبلدية غزة، وبالتنسيق مع وزارة الصحة، والزراعة، ولقى هذا المشروع نجاحاً كبيراً، ولكن العدو الإسرائيلي قام بتدمير أجزاء من البنية التحتية للمشروع خلال حرب الفرقان عام2008م، ومع ذلك يتم حالياً إعادة التأهيل لهذا المشروع بدعم فرنسي وإسباني ليغطي مساحة 186 دونم، يتم ضخ المياه العادمة المعالجة من المحطة إلى برك التجميع عبر الأنابيب البالغ عددها 6 برك موزعة على 180دونم كل بركة تضخ حوالي 200كوب/الساعة كل بركة تخدم من 20-30 دونم، يتم ضخ المياه إلى البرك والأراضي الزراعية خلال فترات متفاوتة، بالتنسيق مع المزارعين والجمعية التعاونية لمستخدمي المياه العادمة المعالجة في المنطقة(Ashour,2011: 6).

حالياً تم انشاء محطة لتكرير المياه العادمة من خلال ضخ المياه إليها مباشرة من محطة الشيخ عجلين هذا المشروع بدعم من النمسا، وسوف يتم تنفيذه خلال العام الجاري، تتكون المحطة

من خمس برك كل بركة من هذه البرك تسع حوالي 200كوب /الساعة يتم ضخ المياه العادمة المعالجة الخارجة من محطة التكرير مباشرة عبر شبكات الري الخاصة إلى الأراضي الزراعية المزروعة بالحمضيات واللوزيات والأعلاف في المنطقة، يتم زراعة البوص حول البرك لقدرته الكبيرة على امتصاص النترات (اشتيوي، 2013).

صورة (3-4) شبكة ضخ وتوزيع المياه العادمة المعالجة للأراضي الزراعية في منطقة الزيتون

صورة (4-4) محصول الذرة الصفراء المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون

صورة(5-4) أشجار الحمضيات المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون

صورة (6-4) أشجار الحمضيات والزيتون المروية بالمياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون

3- مشروع منطقة المواصي:

تم بدعم من صندوق الحكومة الكتالونية، بالتعاون مع سلطة المياه الفلسطينية، ومصلحة مياه بلديات الساحل، وهو مشروع تجريبي صغير لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري البرسيم والجوافة وخاصة في الأراضي القريبة من أحواض تجميع ومعالجة المياه العادمة في منطقة المواصي بالقرب من المحررات في المحافظات الجنوبية للقطاع، وتم تنفيذ المشروع في عام 2008م، والمساحة 60 دونم ثم تم توسيعها إلى 90 دونم في الوقت الحالي(سلطة المياه الفلسطينية، 2011: 33) يوجد العديد من المشاريع المقترحة منها مشروع لزراعة محصول القطن على مساحة تقدر بعشرات الدونمات الزراعية الواقعة بالقرب من أحواض تجميع ومعالجة المياه العادمة في المنطقة إلا أن هذا المشروع لم يتم تنفيذه حتى اللحظة نظراً لعدم اكتمال الدعم المادي للمشروع وخاصة من الجهة الممولة.

تنتشر العديد من المشاريع الصغيرة لري بعض المحاصيل الزراعية كالزيتون، واللوزيات، والنخيل، والجوافة، ولكن هذه المرة بالمياه العادمة الرمادية المعالجة التي تعتبر جزء من المياه العادمة السوداء وتعرف بأنها المياه الخارجة من المغاسل، وأحواض الاستحمام، والغسالات، والمصارف الأرضية، أما المياه الخارجة من المراحيض فهي مياه سوداء لا يمكن إعادة استخدامها إلا بعد معالجتها، وقد تبين من خلال الدراسة الميدانية بوجود عدد من محطات معالجة للمياه الرمادية الخارجة من المنازل عمرها الزمني يتراوح 2-3 سنوات يتم انشاؤها بدعم من المؤسسات

الدولية الممولة للمشاريع تقوم بتنفيذها بالتنسيق مع الجهات المختصة كاتحاد لجان العمل الزراعي، أو مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين، أو وزارة الزراعة وغيرها، ثم تقوم بتطبيقها على أرض الواقع بالتنسيق مع المزارعين حيث توجد محطتين لمعالجة المياه العادمة الرمادية في شرق البريج، وواحدة في منطقة النصيرات، وواحدة في منطقة القرارة ، ومحطة بجوار مستشفى الأوروبي والتي تنتج حوالي 300كوب/ يومياً تروي المياه الناتجة عن هذه المحطة حوالي 90 دونم من أشجار الزيتون، والنخيل،وتوجد العديد من المحطات الصغيرة في محافظة رفح والتي تقع بالقرب من الأراضي الزراعية وتضخ إليها المياه بواسطة أنابيب، تضخ حوالي 100-150كوب/ يومياً، تخدم حوالي 3-5 دونمات زراعية(أبوغنيم، 2013)، يتم استخدام المياه الرمادية في بعض الدول المتقدمة كمصدر إضافي للمياه حيث يتم استغلالها في كافة القطاعات كالقطاع المنزلي والصناعي والتجاري، تتضمن شروط إعادة استخدام المياه الرمادية في المنازل، حيث لا يزيد الاستعمال على ١٥٠٠ لتر من المياه في اليوم بالشروط التالية :

1- منع التلامس البشري مع المياه الرمادية والتربة التي يتم ريها بالمياه الرمادية المعالجة.

2- منع تسرب المياه الرمادية خارج حدود المنزل.

3- حصر استخدام المياه الرمادية في ري حديقة المنزل المنتج لها.

4- عدم السماح بري النباتات التي تؤكل، باستثناء أشجار الفاكهة.

5- في حال استعمال نظام ري يقع فوق سطح التربة، يجب أن يتم الري من خلال التنقيط أو الغمر.

6- الري من خلال الرش ممنوع، في حال استخدام نظام الري بالتنقيط، يجب أن لا يقل قطر فتحة أنابيب المياه عن 3 ملم وذلك لمنع انسداد الفتحات بكثرة، وترسب المواد الصلبة الموجودة في المياه الرمادية أو نمو الطحالب في الأنابيب الناقلة.

7- يمنع استخدام الرشاشات للري بالمياه الرمادية المعالجة

8- إذا تم استخدام المياه الرمادية دون معالجة، فيجب تفادي استعمالها لري المناطق المعرّضة للتلامس مع الأشخاص بكثرة .

9- يستحسن في قطاع الفنادق والمنتجعات السياحية الكبيرة عدم استعمال المياه الرمادية لري النجيل، إلا إذا كانت منطقة النجيل تخدم غايات جمالية فقط وبعيدة عن متناول الأطفال، وإذا تم استعمال المياه الرمادية لري النجيل أن يتم ذلك من خلال نظام ري تخرج المياه منه تحت سطح الأرض.

10- يجب أن يتكون خزان المياه الرمادية من مادة صلبة غير ممتصة للمياه ومقاومة للتآكل، لا بد من اختيار حجم الخزان بحيث لا تزيد فترة تخزين المياه عن 24ساعة، واستخدام الإشارات التحذيرية عند خزانات المياه وجميع الأنابيب الناقلة للمياه الرمادية(سلطة المياه الفلسطينية، 2012: 17).

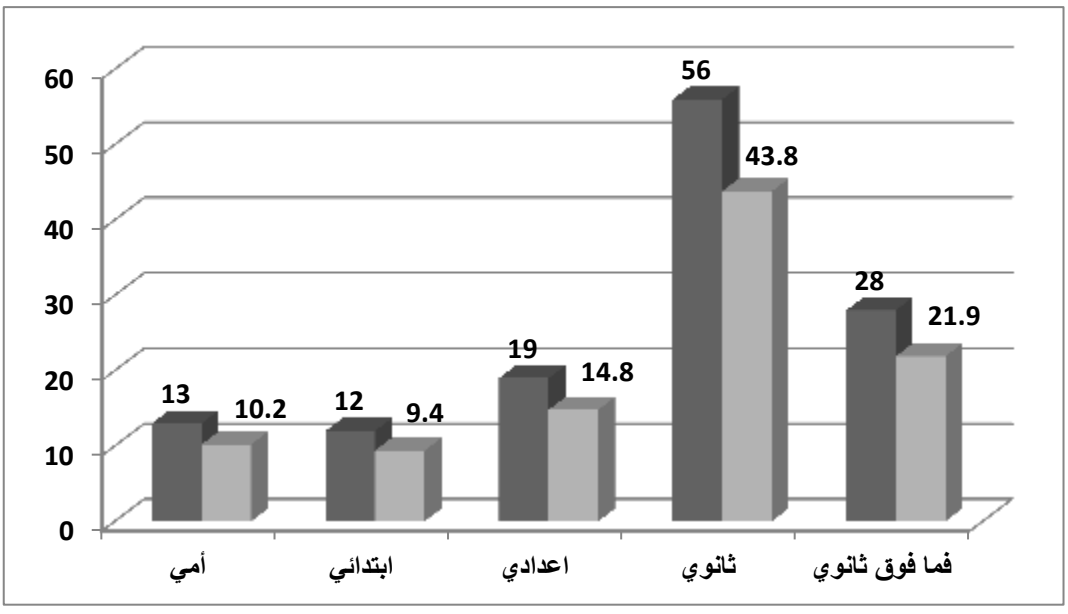
سادساً: آراء المزارعين حول استخدام المياه العادمة في الزراعة:

تم توزيع الاستبانة الأولى على عينة من المزارعين الذين لم يستخدموا المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية، قدرها 135من عينة الدراسة هذا وقد تم إجراء العديد من المقابلات مع المزارعين حول إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة وقد احتوت الاستبانة على عدد 23 سؤالاً وتمت الإجابة على النحو التالي:

1- توزيع أفراد العينة حسب المستوى التعليمي:

يبين شكل(1-4) أن ما نسبته (10.2%) من أفراد عينة الدراسة مستواهم التعليمي "أمي"، وأن ما نسبته (9.4%) من أفراد عينة الدراسة مستواهم التعليمي "ابتدائي"، وأن ما نسبته (14.8%) من أفراد العينة مستواهم التعليمي "إعدادي"، وأن ما نسبته (43.8%) من أفراد عينة الدراسة مستواهم التعليمي "ثانوي"، وأن ما نسبته (21.9%) من أفراد عينة الدراسة مستواهم التعليمي فما فوق ثانوي.

شكل(1-4) توزيع أفراد عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي



المصدر:(عمل الباحثة)

وعند دراسة العلاقة بين المستوى التعليمي واستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة من خلال استخدام اختبار مربع كاي وبلغت قيمة الاختبار المحسوبة 54.845(جدول4 -4) وبلغت القيمة الاحتمالية (Sig) 0.000 وهي أصغر من مستوى المعنوية 0.05 أي يعني قبول الفرضية البديلة والتي تنص على وجود علاقة بين المستوى التعليمي واستخدام المياه العادمة المعالجة .

جدول (4-4) العلاقة بين المستوى التعليمي للمزارع واستخدام المياه العادمة المعالجة

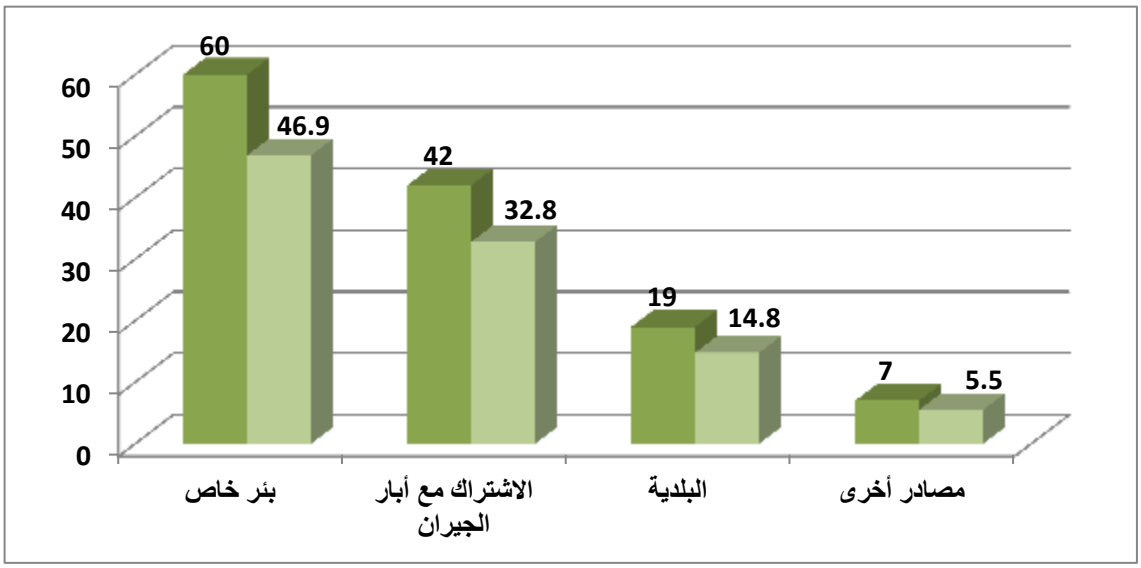
الفرض	قيمة الاختبار	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية (Sig).
هناك علاقة بين المستوى التعليمي واستخدام المياه العادمة المعالجة	54.845	8	*0.000

*العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

2- مصدر المياه في المزرعة:

يبين شكل(2-4)أن ما نسبته 46.9% من عينة الدراسة يستخدمون بئراً خاصاً لري أراضيهم الزراعية، وأن ما نسبته (32.8%) يشتركون مع أبار الجيران لري أراضيهم الزراعية ، وأن ما نسبته (14.8%) يستخدمون مياه البلدية لري أراضيهم الزراعية، وأن ما نسبته (5.5%) من أفراد عينة الدراسة يعتمدون على مصادر أخرى غير المذكورة في الشكل لري أراضيهم الزراعية .

شكل (2-4) مصدر المياه في المزرعة

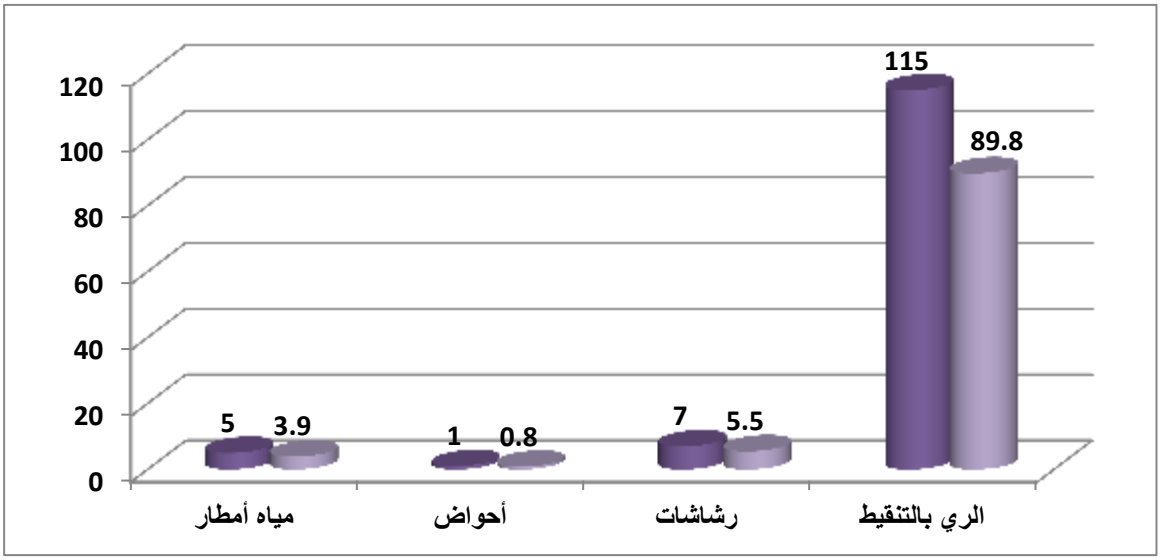


المصدر: عمل الباحثة

3- نظام الري في المزرعة :

يبين شكل (3-4) أن غالبية المزارعين في قطاع غزة يستخدمون نظام الري بالتنقيط في زراعتهم والبالغ نسبتهم (89.8%) ، وما نسبته (3.9%) يستخدمون مياه الأمطار لري زراعتهم، وأن ما نسبته (0.8%) يستخدمون نظام الأحواض لري زراعتهم، وأن ما نسبته (5,5%) يستخدمون نظام الرشاشات لري زراعتهم، هذا ويعتبر الري بالتنقيط من أكثر طرق الري المتبعة في قطاع غزة، ويرجع ذلك إلى الكفاءة العالية التي يتميز بها وأكثر أماناً من الناحية البيئية.

شكل (3-4) نظام الري في المزرعة

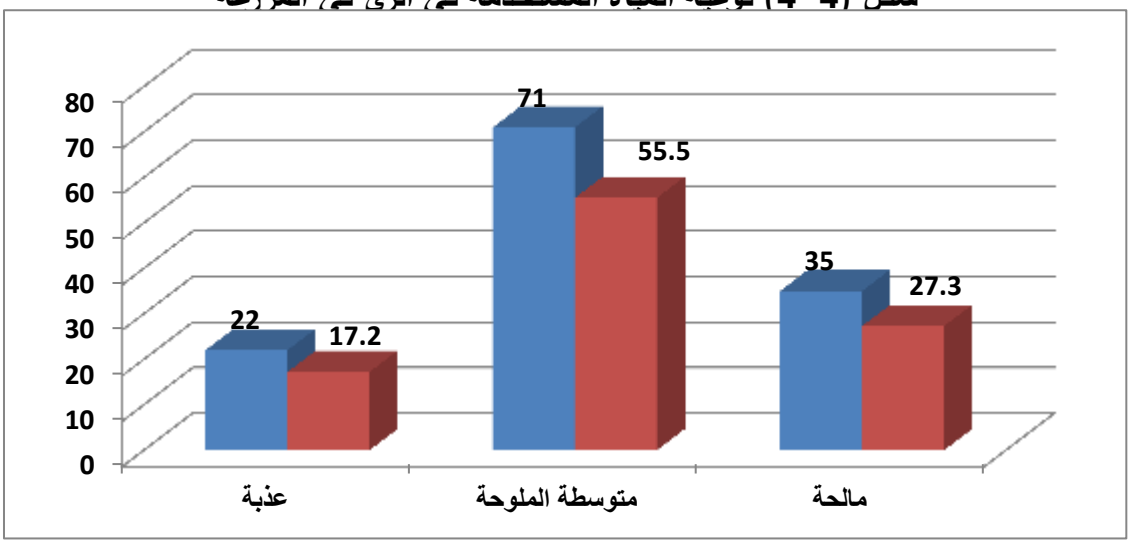


المصدر: عمل الباحثة

4- نوعية المياه المستخدمة في الري :

يبين شكل(4-4) أن ما نسبته (17.2%) من المزارعين يستخدمون المياه العذبة في الري، وما نسبته (55.5%) من المزارعين يستخدمون المياه متوسطة الملوحة في الري، وأن ما نسبته (27.3%) من المزارعين يستخدمون المياه المالحة في الري، وتجدر الإشارة هنا إلى أن النسبة الأعلى من المزارعين يستخدمون المياه متوسطة الملوحة وهذا يدل على التدهور الواضح في نوعية المياه المستخدمة في الري، وازدياد نسبة الملوحة فيها.

شكل (4-4) نوعية المياه المستخدمة في الري في المزرعة



المصدر: عمل الباحثة

5- الرضا عن نوعية المياه المستخدمة في الري:

يوضح جدول (5-4) أن ما نسبته (43.8%) من المزارعين راضين عن نوعيه المياه المستخدمة في الري، وما نسبته (50%) من المزارعين غير راضين عن نوعيه المياه المستخدمة في الري، والسبب في عدم رضا المزارعين عن نوعية المياه المستخدمة في الري التدهور الواضح في نوعية المياه وارتفاع نسبة ملوحتها.

جدول (5-4) الرضا عن نوعية المياه المستخدمة في الري

هل أنت راضي عن نوعية المياه	التكرار	النسبة المئوية
نعم	56	43.8
لا	64	50.0
لا أعرف	8	6.2
المجموع	128	100

المصدر:(عمل الباحثة)

ولتحديد العلاقة بين نوعية المياه واستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، تم استخدام اختبار مربع كاي (جدول6-4) وقد تبين أن قيمة كاي المحسوبة(11.429) وبلغت القيمة الاحتمالية(Sig) 0.022 وهي أصغر من 0.05 أي يعني قبول الفرضية البديلة والتي تنص على وجود علاقة بين نوعية المياه واستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

جدول (6-4) العلاقة بين نوعية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة

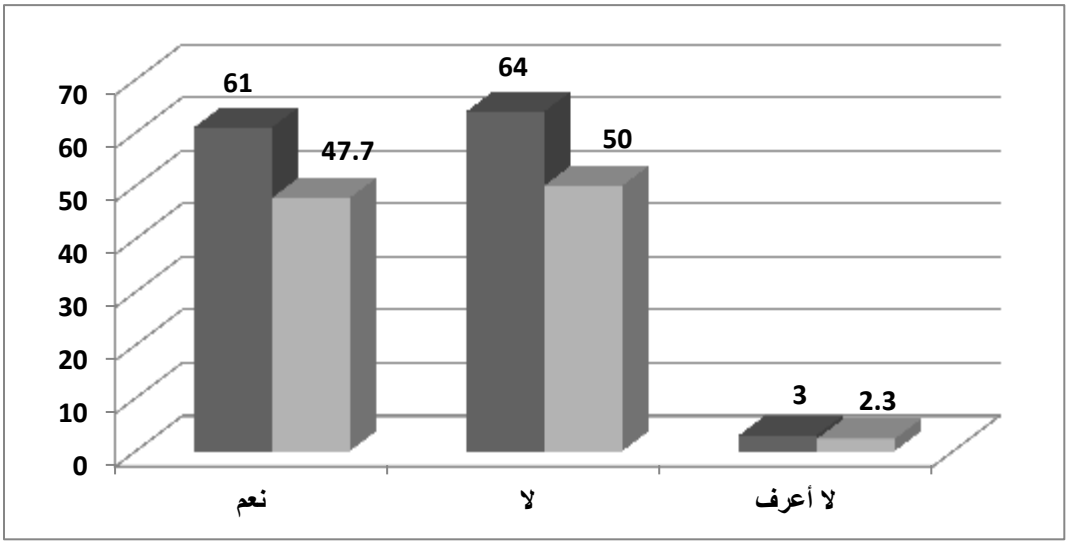
الفرض	قيمة الاختبار	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية (Sig.)
هناك علاقة بين نوعية المياه واستخدام المياه العادمة المعالجة	11.429	4	0.022*

*العلاقة دالة احصائياً عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

6- الرضا عن كمية المياه المستخدمة في الري:

يظهر شكل (5-4) أن ما نسبته (47.7%) من المزارعين راضين عن كمية المياه المستخدمة في الري، وما نسبته (50%) من المزارعين غير راضين عن كمية المياه المستخدمة في الري، وأن ما نسبته (2.3%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان راضيين أو غير راضيين عن كمية المياه المستخدمة في الري ويلاحظ هنا أن النسبة الأكبر من المزارعين غير راضيين عن كمية المياه المستخدمة في ري أراضيهم الزراعية، وهذا يدل على النقص الواضح في كميات المياه المخصصة للقطاع الزراعي .

شكل (5-4) الرضا عن كمية المياه المستخدمة في الري



المصدر: عمل الباحثة

جدول (7-4) العلاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة

الفرض	قيمة الاختبار f	درجات الحريةdf	القيمة الاحتمالية (Sig.)
هناك علاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة	0.524	2	0.594

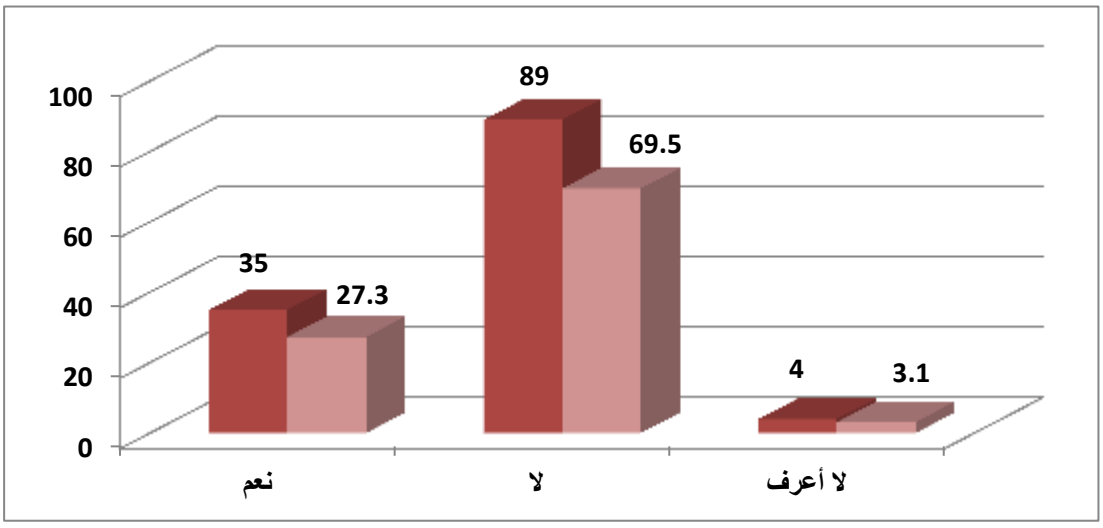
*العلاقة دالة إحصائيا عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$

ولتحديد العلاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي (الأنوفا) لمعرفة هل هناك علاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة (جدول7-4)، وقد تبين أن قيمة (Sig 0.594وهي أكبر من 0.05، أي يعني قبول الفرضية الصفرية والتي تنص على عدم وجود علاقة بين كمية المياه المستخدمة في الري واستخدام المياه العادمة المعالجة .

7- تحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة:

يوضح شكل(6-4) أن غالبية المزارعين لم يقوموا بتحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة ومعرفة ما هو ملائم وغير ملائم والبالغ نسبتهم (69.5%)، وما نسبته (27.3%) من المزارعين قاموا بتحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة ومعرفة ما هو ملائم وغير ملائم ، وأن ما نسبته (3.1%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا قاموا بتحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة ومعرفة ما هو ملائم وغير ملائم أم لم يقوموا بذلك، تجدر الاشارة هنا أن الجهة المسئولة عن فحص آبار المياه المستخدمة في الزراعة هي وزارة الصحة ووزارة الزراعة.

شكل(6-4) تحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة



المصدر: عمل الباحثة

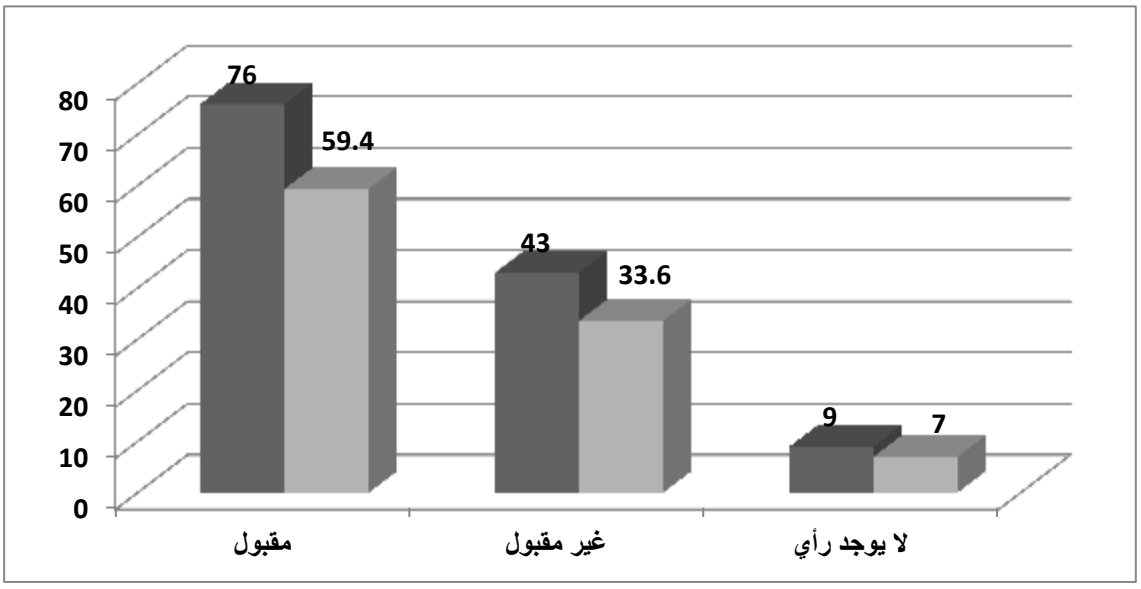
8- امتلاك بركة لتجميع مياه الأمطار في المزرعة:

تبين من خلال الدراسة الميدانية أن ما نسبته(41.4%) من المزارعين يمتلكون برك لتجميع مياه الأمطار في مزارعهم بسعات استيعاب مختلفة، ومرات مختلفة لامتلاء البركة في السنة قد تكون عدد مرات امتلاء البركة في السنة مرتين أو ثلاث مرات، وذلك حسب كمية الأمطار الساقطة خلال العام، وعند سؤال المزارعين من خلال أسئلة الاستبانة عن عمر البركة وتاريخ انشائها والجهة الداعمة لها قد تكون البركة قديمة المنشأ أو تم إنشائها بدعم من الحكومة أو مصادر أخرى، بينما النسبة المتبقية والبالغة (58.6%) من المزارعين لا يمتلكون برك لتجميع مياه الأمطار في مزارعهم .

9- رأي المزارعين في استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة :

يبين شكل(7-4) أن ما نسبته (59.4%) من المزارعين يقبلون استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، وما نسبته (33.6%) من المزارعين لا يقبلون استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، وأن ما نسبته (7%) من المزارعين لا يوجد لديهم رأي حول استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة .

شكل (7-4) رأي المزارعين في استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة



المصدر :(عمل الباحثة)

10- الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل التالية :

يبين جدول (8-4) ما يلي :

- أن ما نسبته (32%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الخضروات، وما نسبته (58.6%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الخضروات، وأن ما نسبته (9.4%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (24.2%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الفواكه، وما نسبته (67.2%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الفواكه، وأن ما نسبته (8.6%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (58.6%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الحمضيات، وما نسبته (32,8%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الحمضيات، وأن ما نسبته (8.6%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (53.9%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري اللوزيات، وما نسبته (31.3%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري اللوزيات، وأن ما نسبته (14.8%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (41.4%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الحبوب، وما نسبته (44.5%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الحبوب، وأن ما نسبته (14.1%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (53.1%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الزهور، وما نسبته (37.5%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الزهور، وأن ما نسبته (9.4%) من المزارعين لا يعرفون.
- أن ما نسبته (18%) من المزارعين يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري كل المحاصيل، وما نسبته (58.6%) من المزارعين لا يوافقون على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري كل المحاصيل، وأن ما نسبته (23.4%) من المزارعين لا يعرفون.

جدول(8-4) الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل

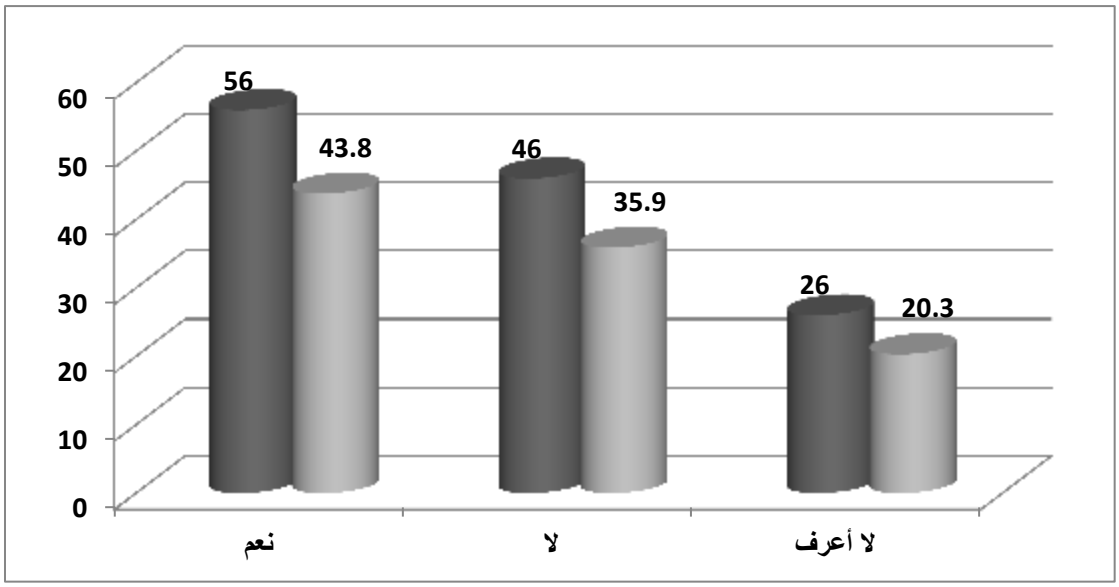
هل توافق على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري ما يلي :	نعم		لا		لا أعرف	
	العدد	%	العدد	%	العدد	%
الخضروات	41	32	75	58.6	12	9.4
الفواكه	31	24.2	86	67.2	11	8.6
الحمضيات	75	58.6	42	32.8	11	8.6
اللوزيات	69	53.9	40	31.3	19	14.8
الحبوب	53	41.4	57	44.5	18	14.1
الزهور	68	53.1	48	37.5	12	9.4
كل المحاصيل	23	18	75	58.6	30	23.4

المصدر:عمل الباحثة

11- تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على جودة المحاصيل:

يبين شكل(8-4) أن ما نسبته (43.8%) من المزارعين يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على جودة المحاصيل، وما نسبته (35.9%) من المزارعين لا يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على جودة المحاصيل، وأن ما نسبته (20.3%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلبياً على جودة المحاصيل أم لا .

شكل (8-4) تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على جودة المحاصيل

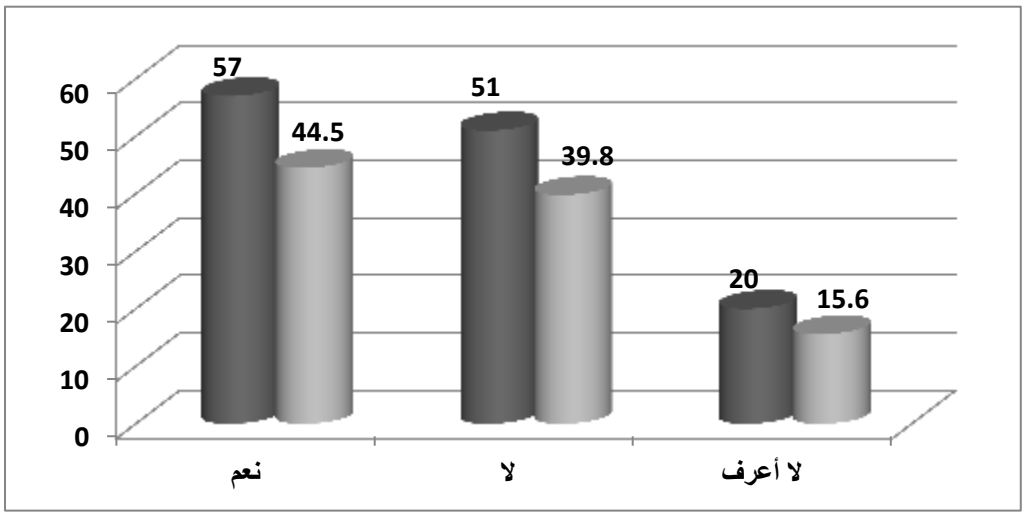


المصدر: عمل الباحثة

12- تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على بيع المنتجات للمزارعين أوالتجار:

يبين شكل (9-4) أن ما نسبته (44.5%) من المزارعين يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على بيع المنتجات للمزارعين والتجار، وما نسبته (39.8%) من المزارعين لا يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على بيع المنتجات للمزارعين والتجار، وأن ما نسبته (15.6%) من المزارعين لا يعرفون إذا كان استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على بيع المنتجات للمزارعين والتجار أم لا.

شكل (9-4) تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة لبيع المنتجات للمزارعين والتجار

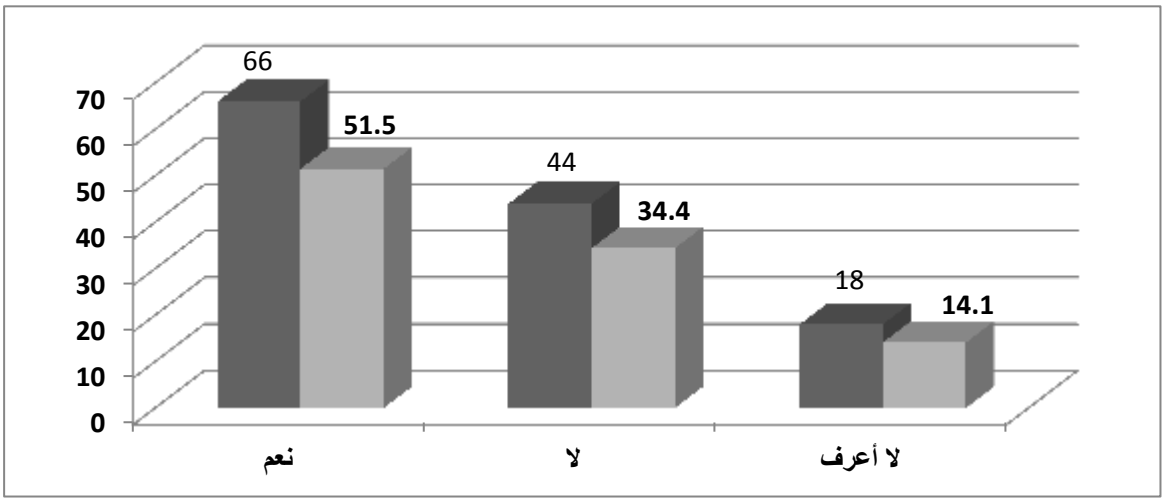


المصدر: عمل الطالبة

13- تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على منتجات البيع للناس العاديين:

يبين شكل(10-4) أن ما نسبته(51.5%) من المزارعين يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على منتجات البيع للناس العاديين، وأن ما نسبته (34.4) من المزارعين لا يعتقدون بأن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على منتجات البيع للناس العاديين، وأن ما نسبته (14.1%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلباً على منتجات البيع للناس العاديين أم لا.

شكل (4-10) تأثير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة على بيع المنتجات للناس العاديين

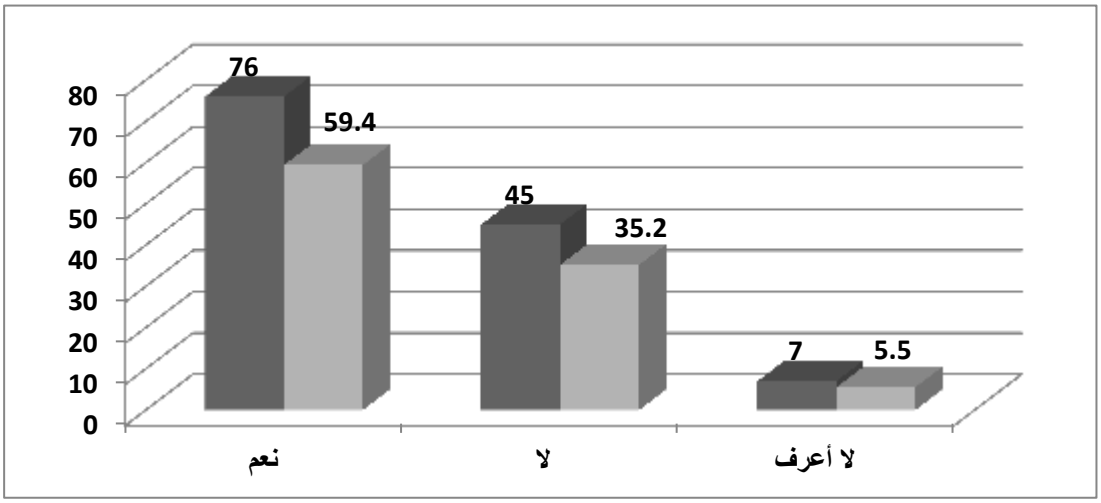


المصدر: عمل الباحثة

14- إذا كانت المياه العادمة المعالجة أرخص من أي مصادر أخرى للمياه هل هذا يشجع على استخدامك لهذا النوع من المياه:

يبين شكل (4-11) أن ما نسبته (59.4%) من المزارعين يقبلون استخدام المياه العادمة المعالجة إذا كانت أرخص من أي مصادر أخرى للمياه، وما نسبته (35.2%) من المزارعين لا يقبلون استخدام المياه العادمة المعالجة حتى وإن كانت أرخص من أي مصادر أخرى للمياه، وأن ما نسبته (5.5%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان هناك إمكانية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة وإن كانت أرخص من أي مصادر أخرى أم لا .

شكل (4-11) مدى قبول المزارعين استخدام المياه العادمة المعالجة إذا كانت أرخص من أي مصادر أخرى للمياه.

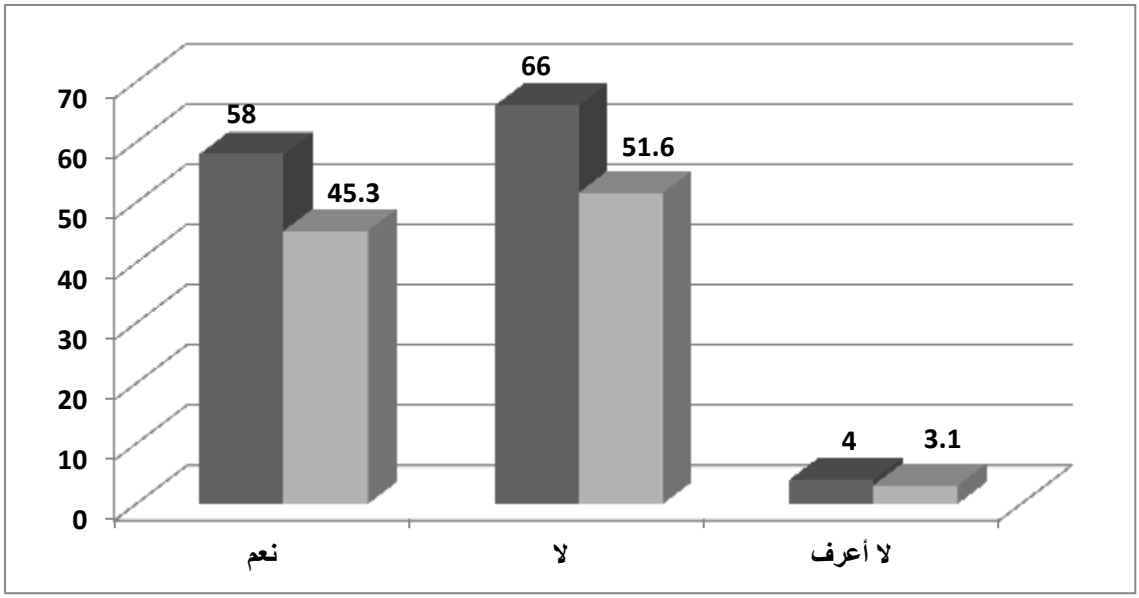


المصدر: عمل الباحثة

15- استخدام المياه العادمة المعالجة في المزرعة:

يبين شكل (12-4) أن ما نسبته (45.3%) من المزارعين يفضلون استخدام المياه العادمة المعالجة في مزارعهم، وما نسبته (51.6%) من المزارعين لا يفضلون استخدام المياه العادمة في مزارعهم، وأن ما نسبته (3.1%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان يفضلون استخدام المياه العادمة المعالجة في مزارعهم أم لا

شكل (12-4) استخدام المياه العادمة المعالجة في المزرعة

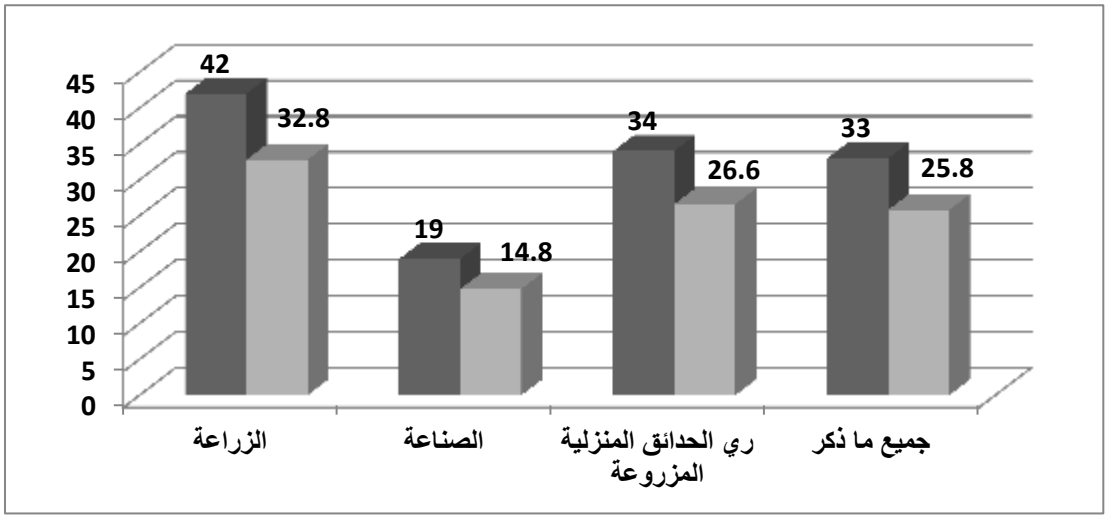


المصدر: عمل الباحثة

16- استخدام المياه العادمة المعالجة في المجالات المختلفة:-

يوضح شكل (13-4)أن ما نسبته(32.8%) من المزارعين يفضلون استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، وما نسبته (14.8%) من المزارعين يفضلون استخدام المياه العادمة في الصناعة، وأن ما نسبته(26.6%) من المزارعين يفضلون إعادة استخدام المياه العادمة في ري الحدائق المنزلية المزروعة، وأن ما نسبته (25.8%) من المزارعين يفضلون استخدام المياه العادمة المعالجة في جميع ما ذكر.

شكل (13-4) استخدام المياه العادمة المعالجة في المجالات المختلفة.

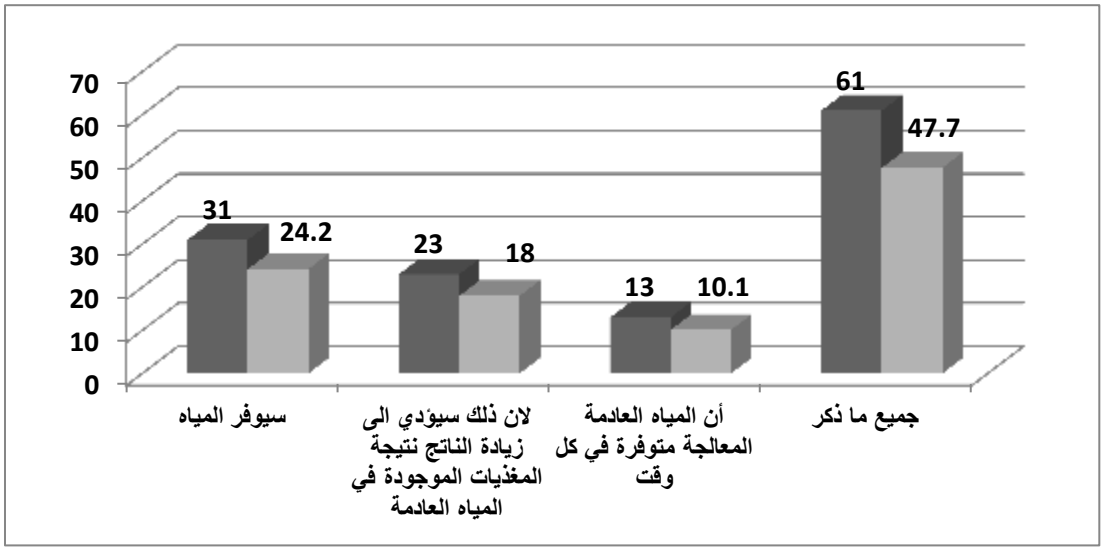


المصدر: عمل الباحثة

17- الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة بسبب :

يبين شكل (14-4) أن ما نسبته (24.2%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الزراعة لأنها تعمل على توفير المياه، وما نسبته (18%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الزراعة لأن ذلك سيؤدي إلى زيادة الناتج نتيجة المغذيات الموجودة في المياه العادمة، وأن ما نسبته (10.1%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الزراعة لأن المياه العادمة المعالجة متوفرة في كل وقت، وأن ما نسبته (47.7%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الزراعة بسبب الأسباب المذكورة سابقاً.

شكل (14-4) الموافقة على استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة بسبب

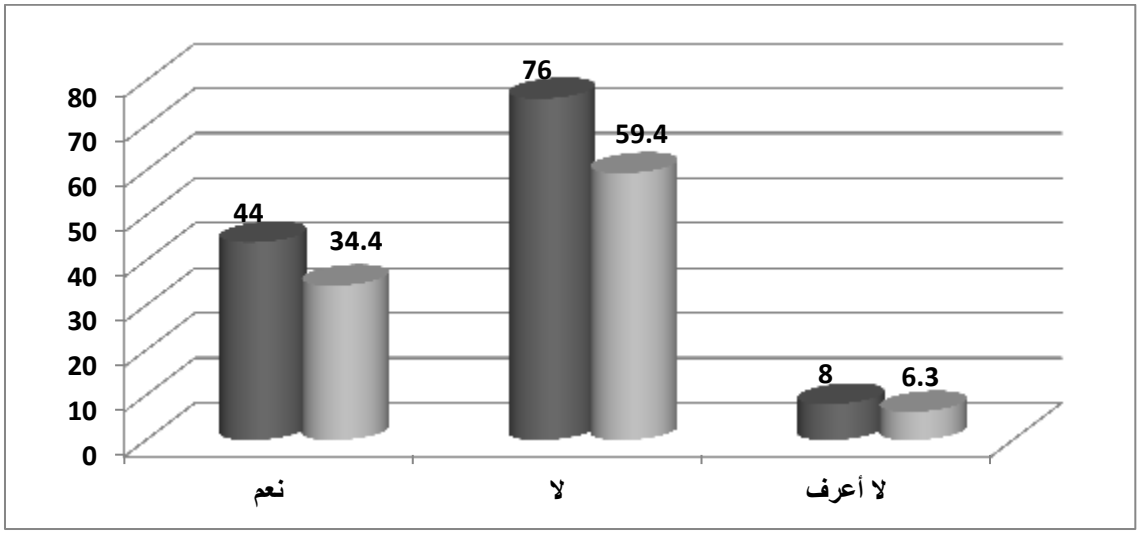


المصدر: عمل الباحثة

18- استعداد المزارعين لأكل المنتجات الزراعية المروية بواسطة المياه العادمة المعالجة :

يبين شكل (15-4) أن ما نسبته (34.4%) من المزارعين لديهم استعداد أن يأكلوا المنتجات الزراعية المروية بواسطة المياه العادمة المعالجة، وما نسبته (59.4%) من المزارعين ليس لديهم استعداد أن يأكلوا المنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة، وأن ما نسبته (6.3%) من المزارعين لا يعرفون ما إذا كان لديهم استعداد أن يأكلوا المنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة أم لا.

شكل (15-4) استعداد المزارعين لأكل المنتجات الزراعية التي المروية بالمياه العادمة المعالجة



المصدر:(عمل الباحثة)

19- توجد فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

يبين جدول (9-4) أن ما نسبته (19,5%) من المزارعين لديهم فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة منهم (16.4%) ساعدتهم في ذلك وزارة الزراعة و(3.1%) ساعدهم في ذلك اتحاد لجان العمل الزراعي، أما النسبة المتبقية والبالغة (80.5%) المزارعين ليس لديهم فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

جدول (9-4) توجد فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

هل لديك فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، إذا كانت الإجابة بنعم من ساعدك على ذلك ؟		التكرار	النسبة المئوية
نعم	وزارة الزراعة	21	16.4
	اتحاد لجان العمل الزراعي	4	3.1
لا		103	80.5
المجموع		128	100

المصدر: عمل الباحثة

الاستبانة الثانية:

قامت الباحثة بتصميم استبانة مكونة من 17 فقرة، تم توزيعها على المزارعين الذين استخدموا المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية وبلغ عدد العينة 40 مزارع، بلغت مساحة الأرض الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في هذه العينة حوالي 189دونم بنسبة 47% من مجموع الأراضي المروية بالمياه العادمة المعالجة.

1- تحديد أنواع المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة:

يبين جدول(10-4) أن ما نسبته(77.5%) من أفراد عينة الدراسة من المزارعين يزرعون الزيتون في مزارعهم، وأن ما نسبته (52.5%) من المزارعين يزرعون الحمضيات، وأن ما نسبته (27.5%) من المزارعين يزرعون البرسيم، وأن ما نسبته (17.5%) من المزارعين يزرعون الذرة الصفراء، وما نسبته (15%) من المزارعين يزرعون محاصيل أخرى.

جدول (10-4) تحديد أنواع المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة.

نوع المحصول	عدد المزارعين
زيتون	%77,5
حمضيات	%52,5
برسيم	%27,5
ذرة صفراء	%17,5
محاصيل أخرى	%15

المصدر: عمل الباحثة

2- بلغت كمية المياه العادمة المعالجة المستخدمة في ري المحاصيل الزراعية في عينة الدراسة حوالي 10345 م/ سنوياً، حيث يتفاوت استهلاك المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة حيث تستهلك الحمضيات حوالي 700كوب/سنوياً، بينما محصول الزيتون 500 كوب/ سنوياً.

3- سنوات العمل والخبرة في المجال الزراعي:

يبين جدول (11-4) أن ما نسبته (30%) من المزارعين بلغت سنوات الخبرة أقل من 10سنوات، وما نسبته (32.5%) من المزارعين تراوحت سنوات الخبرة في العمل الزراعي ما بين 10-15 سنة، وأن ما نسبته (37,5%) من المزارعين تراوحت سنوات الخبرة لديهم في العمل الزراعي أكثر من 15سنة.

جدول (11-4) سنوات العمل والخبرة في المجال الزراعي.

سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 10 سنوات	12	30
10-15 سنة	13	32.5
أكثر من 15 سنة	15	37.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

4- طريقة ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة:

يبين جدول (12-4) أن غالبية المزارعين يستخدمون نظام الري بالتنقيط لري محاصيلهم الزراعية بالمياه العادمة المعالجة والبالغ نسبتهم (87.5%)، وهذا يدل على الكفاءة العالية للري لطريقة الري بالتنقيط لأنها لا تقوم بتنفيذ المياه.

جدول (12-4) نظام ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة في المزرعة.

طريقة الري	التكرار	النسبة المئوية
التنقيط	35	87.5
الرشاشات	2	5
الاحواض	2	5
أخرى	1	2.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

5- الوعي عند المزارعين من خلال الدورات التدريبية:

يبين جدول (13-4) أن ما نسبته (82.5%) من المزارعين لديهم الوعي الكافي حول استخدام المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية في مزارعهم، وذلك من خلال الدورات التدريبية التي تنظمها البلدية، ووزارة الزراعة، وسلطة المياه الفلسطينية، وما نسبته (17.5%) من المزارعين لم يتلقوا الدورات التدريبية حول كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في مزارعهم.

جدول (13-4) مدي الوعي عند المزارعين بكيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

الوعي من خلال الدورات التدريبية	التكرار	النسبة المئوية
نعم	33	82.5
لا	7	17.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

6- يوجد إشراف ورقابة على استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة:

يبين جدول (14-4) أن ما نسبته (45%) من المزارعين لا يتلقون أي إشراف ورقابة على استخدامهم للمياه العادمة المعالجة في مزارعهم، وما نسبته (55%) من المزارعين يتلقون إشراف ورقابة من قبل وزارة الزراعة والصحة والعاملون في المحطة.

جدول (14-4) يوجد إشراف ورقابة على استخدام المياه العادمة في مزرعتك

الجهة	التكرار	النسبة
العاملون في المحطة	5	12.5
وزارة الزراعة	10	25
وزارة الصحة	5	12.5
غير ذلك	2	5
لا يوجد	18	45
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

7- ممارسة الاجراءات الوقائية عند العمل في ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة:

يبين جدول (15-4) أن ما نسبته (72.5%) من المزارعين يمارسون الاجراءات الوقائية عند عملهم في ري المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة إذ يلبسون لباس واقي وخاص بالعمل، وما نسبته (20%) من المزارعين يلبسون حذاء طويل عند ريهم محاصيلهم الزراعية بالمياه العادمة المعالجة في مزارعهم، وما نسبته (7.5%) من المزارعين يمارسون طرقاً أخرى في التعامل مع المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية.

جدول (15-4) تمارس الاجراءات الوقائية عند العمل في ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة.

نوع الرقابة	التكرار	النسبة المئوية
لباس واقي خاص	29	72.5
لباس حذاء طويل	8	20
أخرى	3	7.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

8- إخبار المستهلكين بالمنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة :

يبين جدول (16-4) أن ما نسبته (75%) من المزارعين يخبرون المستهلكين بالمنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة، بينما بلغت نسبة المزارعين الذين أجابوا بلا أي بعدم إخبارهم المستهلكين بالمنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة (15%)، فيما بلغت نسبة المزارعين الذين أجابوا بأنهم أحياناً يخبرون المستهلكين بالمنتجات الزراعية التي تروى بالمياه العادمة المعالجة (10%) .

جدول (16-4) إخبار المستهلكين بالمنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة في الزراعة.

إخبار المستهلكين	التكرار	النسبة المئوية
نعم	30	75
لا	6	15
أحياناً	4	10
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

9- التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية:

يبين جدول (17-4) أن ما نسبته (92.5%) من المزارعين يرغبون في التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية في مزارعهم، وما نسبته (7.5%) من المزارعين لا يرغبون ويرفضون التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية.

جدول (17-4) التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.

التوسع في الري بالمياه العادمة المعالجة	التكرار	النسبة المئوية
نعم	37	92,5
لا	3	7,5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

10- صعوبات تسويق المنتجات المروية بالمياه العادمة المعالجة:

يبين جدول (18-4) أن ما نسبته (22.5%) من المزارعين يواجهون صعوبات في تسويق المنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة، وما نسبته (77.5%) من المزارعين لا يواجهون صعوبات في تسويق المنتجات الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة.

جدول (18-4) صعوبات تسويق المنتجات المروية بالمياه العادمة المعالجة.

صعوبات التسويق	التكرار	النسبة المئوية
نعم	9	22,5
لا	31	77,5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

11- استخدام الحمأة في تسميد الأراضي الزراعية:

يبين جدول (19-4) أن ما نسبته (22.5%) من المزارعين يستخدمون الحمأة الناتجة من متبقيات عمليات معالجة المياه العادمة واستخدامها في تسميد أراضيهم الزراعية، وما نسبته(77.5%) من المزارعين لا يستخدمون الحمأة في تسميد أراضيهم الزراعية.

جدول (19-4) استخدام الحمأة في تسميد الأراضي الزراعية.

استخدام الحمأة في التسميد	التكرار	النسبة المئوية
نعم	9	22.5
لا	31	77.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

12- أسباب استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية:

يبين جدول (20-4) أن ما نسبته (45%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية يرجع نتيجة لانخفاض ثمن المياه، وما نسبته(37.5%) من المزارعين يرجعون سبب استخدامهم للمياه العادمة المعالجة في ري محاصيلهم الزراعية إلى غنى المياه العادمة المعالجة بالعناصر المغذية والمفيدة للمحاصيل، وما نسبته(17.5%) من المزارعين يستخدمون المياه العادمة المعالجة نتيجة لملوحة المياه الجوفية.

جدول (20-4) أسباب استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.

أسباب الاستخدام	التكرار	النسبة المئوية
انخفاض ثمن المياه	18	45
المياه غنية بالعناصر المغذية	15	37.5
المياه الجوفية مالحة	7	17.5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الطالبة

13- تنصح المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية:

يبين جدول (21-4) أن ما نسبته (97.5%) من المزارعين ينصحون باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية، وما نسبته (2.5%) من المزارعين لا ينصحون المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.

جدول (21-4) تنصح المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية.

تنصح المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة	التكرار	النسبة المئوية
نعم	39	%97,5
لا	1	%2,5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

14- الرضا عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة:

يبين جدول (22-4) أن ما نسبته (95%) من المزارعين راضيين عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة في مزارعهم، وما نسبته (5%) من المزارعين غير راضين عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة في مزارعهم.

جدول (22-4) الرضا عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة.

الرضا عن جودة المنتج	التكرار	النسبة المئوية
نعم	38	%95
لا	2	%5
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة

15- الاختلاف بين منتج المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية:

يبين جدول (23-4) أن ما نسبته (35%) يلاحظون اختلافاً بين جودة المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية، وما نسبته (65%) من المزارعين لا يلاحظون اختلافاً بين منتج المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية .

جدول (23-4) الاختلاف بين منتج المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية.

الاختلاف بين منتج المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية	التكرار	النسبة المئوية
نعم	14	%35
لا	26	%65
المجموع	40	100

المصدر: عمل الباحثة.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

النتائج:

توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج التالية:

1- أظهرت الدراسة أن الوضع المائي في قطاع غزة في حالة تدهور متزايد من الناحيتين الكمية والنوعية.

2- بينت الدراسة تردي نوعية المياه الجوفية، وعدم صلاحيتها للشرب، وذلك بسبب زيادة تركيز عنصري الكلوريد، والنترات بنسبة عالية جداً إلى حد يفوق الحد الذي توصي به منظمة الصحة العالمية.

3- أدى العجز المائي المتزايد إلى انخفاض مستويات المياه الجوفية بمعدلات كبيرة والذي يقدر ب90-100 م م^3/ سنوياً، كما أدى بدوره إلى زيادة نسبة الأملاح في هذه المياه نتيجة تداخل مياه البحر، واندفاع المياه ذات الملوحة المرتفعة من قاع الخزان إلى أعلاه.

4- بينت الدراسة أن تلوث المياه الجوفية بالنترات يزداد في المناطق التي تعاني من ضعف في شبكات الصرف الصحي أي التي تعتمد على الحفر الامتصاصية، والتي تعاني من الطفح المستمر في كمية المياه العادمة الناتجة.

5- أظهرت الدراسة أن محطات معالجة المياه العادمة الموجودة في قطاع غزة لاتعمل بكامل طاقتها وفعاليتها حيث تعمل بعبء يفوق طاقتها الأمر الذي يؤدي إلى تصريف المياه العادمة الزائدة بطرق غير منسجمة بيئياً، وتعاني جميعها من قصور ميكانيكي وهيدروليكي.

6- بينت الدراسة أن الغالبية العظمى من المزارعين أبدوا قبولهم باستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة لاعتبارات اقتصادية هامة منها تجنب تكاليف استخراج المياه الجوفية، وتقليل تكاليف الأسمدة الكيماوية المستوردة.

7- تبين من خلال الدراسة الميدانية أن كمية المياه العادمة المعالجة التي استخدمت في الزراعة خلال الأعوام الماضية بلغت مليون م^3 / سنوياً ، وغطت ما مساحته حوالي (700) دونماً من الأراضي الزراعية.

8- أوضحت الدراسة أن تصميم محطات معالجة المياه العادمة الجديدة في محافظات غزة على مستوى عالٍ من الكفاءة، بحيث تصل نسبة الأكسجين الممتص حيوياً(BOD_5) إلى 20 ملجم /لتر، ونسبة الأكسجين الممتص كيميائياً(COD) إلى أقل من 15 ملجم/لتر،

ونسبة المواد العالقة إلى أقل من 25ملجم/لتر، مما يجعل المياه العادمة المعالجة مقبولة لتغذية الخزان الجوفي وري بعض أنواع المحاصيل الزراعية.

9- توقف العديد من مشاريع الصرف الصحي بسبب الحصار الاقتصادي والسياسي على قطاع غزة وعدم دخول المواد والمعدات وقطع الغيار اللازمة لتشغيل وصيانة مرافق ومحطات المياه العادمة تسبب في حدوث أزمة بيئية كبيرة.

10- أظهرت الدراسة أن بعض المنظمات غير الحكومية قامت بتسهيل امداد بعض المزارعين بالمياه العادمة المعالجة كجزء من المساعدات الطارئة التي تقدمها بشكل استثنائي بدون أن تكون جزءاً من نظام متكامل مستدام وله متابعة حيث نفذت العديد من المشاريع الصغيرة التي اعتمدت في ريها على المياه العادمة المعالجة.

11- بينت الدراسة أن غالبية المزارعين يستخدمون نظام الري بالتنقيط لري محاصيلهم الزراعية بالمياه العادمة المعالجة، والبالغة نسبتهم 87%، نظراً للكفاءة العالية للري بهذه الطريقة.

12- أظهرت الدراسة أن أكثر المحاصيل استعمالاً للمياه العادمة المعالجة في قطاع غزة هي محاصيل الزيتون، والحمضيات، والأعلاف، واللوزيات.

13- أوضحت الدراسة بعدم وجود الرقابة الكافية من الجهات المختصة على المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة.

14- تبين من خلال الدراسة الميدانية أن غالبية المزارعين يرغبون في التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية، فقد بلغت نسبة رضا المزارعين عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة 95%.

15- أظهرت الدراسة أن غالبية المزارعين المستخدمين للمياه العادمة المعالجة في ري الأعلاف، والحمضيات، والزيتون والبالغة نسبتهم 65% لم يلاحظوا اختلافاً واضحاً بين جودة المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة والمياه العادية (البلدية).

التوصيات:

1- إنشاء بنك معلومات يزود المؤسسات العاملة في قطاع المياه والمؤسسات البحثية بالإحصائيات الحديثة بما يساهم برفع مستوى التخطيط وبناء دراسات الجدوى للمشاريع الخاصة بتطوير قطاع المياه والصرف الصحي.

2- بناء قواعد تشريعية وأنظمة مواصفات لموارد المياه التقليدية وغير التقليدية وفقاً للمواصفات الدولية.

3- تبادل الخبرات التقنية والإدارية مع العالم الخارجي فيما يتعلق بتنمية الموارد المائية والاستفادة من نماذج الدول الأخرى في هذا الصدد.

4- دعم المراكز البحثية المتخصصة سواء الحكومية أو غير الحكومية ودعم المختبرات التابعة لها لفحص المياه المستعملة للشرب والري وذلك بصورة دورية للتأكد من صلاحيتها.

5- وضع المواصفات والمعايير الملائمة للمياه العادمة المعالجة المستخدمة في أغراض الري والزراعة.

6- إنشاء أماكن وأحواض لترشيح المياه العادمة المعالجة للخزان الجوفي.

7- تطوير محطات المعالجة الموجودة حالياً كحل مؤقت والعمل على رفع كفاءتها النوعية وقدرتها الاستيعابية.

8- العمل على تحسين نوعية المياه العادمة المعالجة المستخدمة في الري وإجراء اختبارات دورية ومراقبة مستمرة للوصول إلى المقاييس العالمية المطلوبة.

9- توعية وإرشاد المزارعين لاستخدام وسائل ري حديثة في الزراعة بحيث لا تستخدم كميات كبيرة من المياه سيما أنظمة الري بالتنقيط التي توفر حوالي 60% من استخدام المياه.

10- تشجيع البحث العلمي لتطوير تقنيات وأساليب جديدة تؤدي إلى درجة الإتقان في العمل في مرافق الصرف الصحي ونوعية المياه المستخدمة في الري الزراعي.

11- تشجيع الوعي البيئي والمعرفي لدى السكان عن أهمية المياه العادمة المعالجة واستخدامها في الزراعة، والطرق المناسبة للتخلص منها والأضرار الصحية الناجمة عنها وذلك من خلال الجمعيات غير الحكومية والمؤسسات الرسمية.

12- تغيير أنماط الري والزراعة وذلك من خلال إتباع الطرق الحديثة للري ومواكبة التطور في هذا المجال للحد من استهلاك المياه وهدرها بصورة غير مسئولة.

13- العمل على زيادة عدد المخدومين بشبكات الصرف الصحي لتصل النسبة إلى 90% بحلول 2020م وهذه الكميات سيتم توجيهها إلى محطات المعالجة لمعالجتها والاستفادة منها في ري المحاصيل الزراعية.

14- تحسين شبكات المياه والعمل على زيادة كفاءتها خصوصاً في محافظات الشمال وغزة كأحد الحلول الضرورية لتقليل الاستنزاف من مياه الخزان الجوفي لتصل كفاءة الشبكة 75% خلال الأعوام العشرة القادمة وفقاً لخطط سلطة المياه الفلسطينية.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

1- أبو الهدى، كفاية. **النفايات السائلة في مدينة نابلس "دراسة في جغرافية البيئة"**، رسالة ماجستير منشورة، جامعة النجاح، نابلس، فلسطين، 2001 م.

2- أبو جبل، محمد. **النفايات السائلة**، نشرة حول حماية البيئة، غزة، فلسطين، 1993م.

3- أبو راس، مقداد. **المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة غزة "دراسة في جغرافية البيئة"**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الاسلامية، غزة، فلسطين، 2012م.

4- أبو سعدة، محمد نجيب. **التلوث البيئي ودور الكائنات سلب وإيجاب**، دار الفكر العربي، القاهرة، 2000م.

5- أبو طويلة، جهاد. **استخدام الأرض في قطاع غزة**، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص"ط"، 1987م.

6- أبوبكر، . **خصائص المياه العادمة وتأثيرات استخدامها للري على خصائص التربة**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح، نابلس، فلسطين، 2007م.

7- أبومايلة، يوسف "**مشكلة المياه في قطاع غزة**"، المجلة الجغرافية، العدد22، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، 1990م.

8- الإغاثة الزراعية. **إدارة المخلفات السائلة في الريف الفلسطيني**، غزة، فلسطين، 2010م.

9- بارود، نعيم. **المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح**، مجلة الجامعة الإسلامية، المجلد العاشر، العدد الأول، 2001م.

10- الباز، عبد القادر. **المياه العادمة في مدينة خانيونس "دراسة في جغرافية البيئة"** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين، 2011م.

11- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. **ملخص دراسة تقييم الأثر البيئي لمشروع إنشاء محطة معالجة المياه العادمة في محافظة خانيونس**، غزة، فلسطين، 2007م.

12- برهم، وفاء. **تقييم فني لاستعمال المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطة تنقية البيرة**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح، نابلس، فلسطين، 2006م.

13- البنا، مازن. **تقرير بعنوان "قطاع المياه والصرف الصحي"**، الإدارة العامة لمصادر المياه، سلطة المياه الفلسطينية، 2010م.

14- البنا، هبه فايز. **ساحل قطاع غزة**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين، 2010م.

15- التركماني، جودة فتحي. **"الدولة الفلسطينية حدودها ومعطياتها وسكانها"**، معهد البحوث العربية، مطابع دار الهلال، القاهرة، مصر، 1991م.

16- الجدبة، فوزي." **تحديات التنمية الزراعية في قطاع غزة من 1968-2005م**"، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، العدد 20، غزة، فلسطين، 2010م.
17- الجمل، خيري واليعقوبي، أحمد. "**الموارد المائية في قطاع غزة**"، سلطة المياه الفلسطينية، غزة، فلسطين، 2005م.
18- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. "**السكان في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2012م.
19- الحلاق، أكرم حسن. "**استنزاف مصادر المياه الجوفية في قطاع غزة- أسبابه وآثاره**"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر، 2002م.
20- حماد، عبد القادر. "**التطلعات السياحية لقطاع غزة**"، جامعة الأقصى، غزة، فلسطين، 2005م.
21- الزرقة، محمد عبد الناصر. "**تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيراتها على صحة الإنسان**"، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين، 2010م.
22- سلطة المياه الفلسطينية ووزارة الزراعة الفلسطينية. "**مصادر المياه في فلسطين، الجزء الأول- قطاع غزة**"، وثيقة إستراتيجية، غزة، فلسطين، 2009م.
23- سلطة المياه الفلسطينية. "**التدابير الوقائية وإجراءات السلامة الخاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة**"، غزة، فلسطين، 2011م.
24- سلطة المياه الفلسطينية." **الدليل الإرشادي لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في مجال الزراعة**"، غزة، فلسطين، 2012 م.
25- سلطة المياه الفلسطينية. "**الإدارة العامة لمصادر المياه في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2010م.
26- شبلاق، منذر."**الاستراتيجية المستقبلية لتطوير نظام الصرف الصحي**"، غزة، فلسطين، 2011م.
27- شحادة، نعمان. "**المناخ العملي**"، الطبعة الثانية، الجامعة الأردنية، مطبعة الدور النموذجية، 1983م.
28- شرف، العزيز طريح. "**الجغرافية المناخية والنباتية**"، الطبعة الحادي عشر، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1985م.
29- صفي الدين، محمد وأبو العز وآخرون. "**الدولة الفلسطينية وحدودها ومعطياتها وسكانها**"، معهد البحوث العربية، مطابع دار الهلال، القاهرة، 1991م.
30- الصوراني، غازي." **دراسة حول المسألة الزراعية والمياه في الضفة الغربية وقطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2006م.

31- عابد، عبد القادر والوشاحي، صايل." **جيولوجية فلسطين والضفة الغربية**"، الطبعة الأولى، مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين، القدس، فلسطين، 1999م.
32- عابد، عبد القادر، سفاريني، غازي." **أساسيات علم البيئة**"، دار وائل، عمان، الأردن، 2003م.
33- عبد السلام، عادل. "**الدولة الفلسطينية حدودها ومعطياتها وسكانها**"، معهد البحوث العربية، مطابع دار الهلال، القاهرة، مصر، 1991م.
34- العبد لله، بيان. "**استخدام المياه العادمة المعالجة مناسبة وآمنه لري القطن في حوض العاصي**"، رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن، 2007م.
35- العدوي، صادق محمد. "**هندسة الصرف الصحي**"، دار صادق للنشر والطباعة، 1990م.
36- عديله، علا. "**إمكانية إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الريف الفلسطيني**"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بيرزيت، فلسطين، 2010م.
37- العفيفي، سمير ."**مياه الشرب في قطاع غزة مشاكل وحلول**"، مجلة ميزان، العدد التجريبي الثالث، مركز الميزان لحقوق الإنسان، غزة، فلسطين، 2007م.
38- العمر، مثنى عبد الرازق. "**التلوث البيئي**"، الطبعة الثانية، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010م.
39- غرايبه، سامح والفرحان، يحيى." **المدخل إلى العلوم البيئية**"، الطبعة الرابعة، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 1999م.
40- غنام، ماجد. **الوضع المائي في قطاع غزة**، مصلحة مياه بلديات الساحل، غزة، فلسطين، 2006م.
41- غنام، ماجد. **نوعية المياه في محطات المعالجة في قطاع غزة**، غزة، فلسطين، 2010م.
42- لجنة الموارد المائية المستدامة للشرق الأوسط وجهات أخرى" محرر" ترجمة فؤاد سروجي، **مستقبل المياه للضفة الغربية وقطاع غزة**، الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2003م.
43- اللوح، منصور نصر. **أثر المناخ على الوضع المائي في قطاع غزة**، رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 2000م.
44- اللوح، منصور. **العلاقة بين الأمطار ومنسوب المياه الجوفية في الضفة الغربية**، مجلة الجامعة الإسلامية، غزة، سلسلة الدراسات الإنسانية، المجلد13، العدد، 1، 2005م.
45- محمود، توفيق محمود. **الدولة الفلسطينية حدودها ومعطياتها وسكانها**، معهد البحوث العربية، مطابع دار الهلال، القاهرة، مصر، 1991م.

46- محمود، خالد رمضان. **إدارة واستعمالات المياه في المناطق الجافة والاراضي القاحلة**، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، جامعة الدول العربية، 2009م.

47- مركز التجمع للحق الفلسطيني." **الحلول المقترحة لإنهاء أزمة المياه في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2011م.

48- المركز الفلسطيني لحقوق الإنسان. "**تقرير حول أثر العدوان الإسرائيلي على قطاعي المياه والصرف الصحي**"، غزة، فلسطين، 2009م.

49- مركز الميزان لحقوق الإنسان. "**أثر التلوث البيئي على حقوق الإنسان في شمال غزة حول حالة محطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا**"، غزة، فلسطين، 2003م.

50- مشتهى، عبد العظيم واللوح، منصور. "**جغرافية فلسطين الطبيعية**"، دار المقداد للطباعة، غزة، فلسطين، 2008م.

51- مصلحة مياه بلديات الساحل. "**إدارة استخدام المياه العادمة المعالجة** "، غزة، فلسطين، 2011م.

52- مصلحة مياه بلديات الساحل. "**محطات معالجة المياه العادمة في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2010م.

53- مصلحة مياه بلديات الساحل. "**المياه العادمة في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2008م.

54- مطر، علاء. "**مشكلة المياه في قطاع غزة الواقع**" والحلول"، غزة، فلسطين، 2008م.

55- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. "**دليل استعمال المياه العادمة المعالجة في الري**"، المكتب الإقليمي للشرق الأدنى، القاهرة، مصر، 2000م.

56- هاشم، ماجد حسين. "**استخدامات مياه الصرف الصحي المعالجة ومياه الآبار في زراعة المناطق الجافة**"، مجلة الدراسات الإفريقية، 2005م.

57- الهيئة المستقلة لحقوق الإنسان. "**التأثيرات الصحية والبيئية الناتجة عن التلوث بالنفايات الصلبة والمياه العادمة في الأراضي الفلسطينية**"، سلسلة تقارير خاصة(8)، غزة، فلسطين، 2001م.

58- الوحيدي، نزار. "**الآثار السلبية للري الزراعي على الخزان الجوفي في قطاع غزة**"، الإدارة العامة للتخطيط، وزارة الزراعة، غزة، فلسطين، 2008م.

59- الوحيدي، نزار. "**الواقع المائي في قطاع غزة**"، **غزة**، فلسطين، 2012م.

60- الوحيدي، نزار. "**إعادة استخدام المياه العادمة في الوقت الحاضر والتوقعات المستقبلية**"، غزة، فلسطين، 2006م.

61- وزارة التخطيط والتعاون الدولي. "**الأطلس الفني لمحافظات غزة**"، الجزء الأول، غزة، فلسطين.
62- وزارة التخطيط والتعاون الدولي. "**المخطط الاقليمي لمحافظات غزة من 2005-2020م**"، غزة، فلسطين، 2011م.
63- وزارة التخطيط والتعاون الدولي." **الأطلس الفني لمحافظات غزة، الجزء الأول**"، غزة، فلسطين، 1997م.
64- وزارة الزراعة الفلسطينية. "**المحاصيل الزراعية في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 1997 م.
65- وزارة الزراعة الفلسطينية." **معايير استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة**"، غزة، فلسطين، 2012م.
66- وزارة الزراعة. **خرائط لمعدلات الأمطار في قطاع غزة خلال السنوات الماضية**، غزة، فلسطين، 2011م.
67- وزارة شئون البيئة. "**المعايير الفلسطينية للمياه العادمة المعالجة**"، غزة، فلسطين، 2000م.
68- اليعقوبي، أحمد. " **مصادر المياه في قطاع غزة، سلطة المياه الفلسطينية**"، غزة، فلسطين، 2005م.
69- اليعقوبي، أحمد. "**مصادر المياه في قطاع غزة، الإدارة العامة لمصادر المياه**"، سلطة المياه الفلسطينية، غزة، فلسطين، 2009م.

المقابلات الشخصية:

1- مقابلة شخصية مع المهندس أمجد الطيب. **رئيس قسم نظم المعلومات الجغرافية في بلدية النزلة**، بتاريخ 22-6- 2012م.
2- مقابلة شخصية مع المهندس رجب الأنقة. **مدير محطة معالجة المياه العادمة في منطقة بيت لاهيا**، بتاريخ 10-6-2012م.
3- مقابلة شخصية مع المهندس عبد العزيز الوحيدي. **مدير الشبكات والتمديدات في بلدية غزة**، بتاريخ 25-6-2012م.
4- مقابلة شخصية مع المهندس عمران الدحدوح. **مسئول مختبر تحليل المياه العادمة في محطة الشيخ عجلين**، بتاريخ 25-6-2012م.
5- مقابلة شخصية مع المهندس كمال معمر. **رئيس قسم الصرف الصحي في محافظة خانيونس**، بتاريخ 6-5- 2012م.
6- مقابلة شخصية مع المهندس نزار الوحيدي. **مدير التربة والري بوزارة الزراعة الفلسطينية**، بتاريخ 8-6- 2012م.

7- مقابلة شخصية مع المهندس جمال الددح.**مدير عام دائرة التخطيط الاستراتيجي في سلطة المياه الفلسطينية**، بتاريخ 26-5-2013م.
8- مقابلة شخصية مع إياد أبو غنيم. **مسئول لجنة جحر الديك البريج الزراعية في اتحاد لجان العمل الزراعي**، بتاريخ 7-5-2013م.
9- مقابلة شخصية مع رمضان اشتيوي . **رئيس الجمعية التعاونية لمستخدمي المياه العادمة المعالجة في منطقة الزيتون**، بتاريخ 8-5-2013م.
10- مقابلة مع المهندس جودت الدلو. **نائب مدير محطة معالجة المياه العادمة في منطقة الشيخ عجلين بمحافظة غزة**، بتاريخ 25-6-2012م.

المراجع باللغة الانجليزية:

1- Abd Rabou, A. (2011) Environmental Impact associated with the Beit Lahia wastewater Treatment plant; North Gaza Strip Palestine." Middle East Journalof scientific research.
2- Abu Shaban, B.K. (2002). The effect of wastewater on the ecological integrity of Wadi Gaza wetland: An ecological and socioeconomic study. M.Sc. Thesis, Center for Environment and Development Studies, Agricultural University of Norway (NLH), Oslo, Norway.
3- AbuEl-Naeem(2007). Evaluation of Ground water Quality in North governorates of Gaza Strip (1994-2004), master thesis in water resources management .
4- Aish, A. (2000). Nitrate pollution and contaminant transport to groundwater resources in Beit Lahia area, Gaza, Palestine, M.Sc. Thesis, Leuven-Vrije University, Brussels, Belgium.
5- Anan,Haider & Zain eldeen (2008). Kurkar ridges in the Gaza Strip of Palestine, M.E.R.C Ain Shams university, Earth Sciences series, vol 22 .
6- Ashour, (2011). Inprovment of the ues and management of water resources for agriculture,Gaza strip, 1-35.
7- Ayers, R.S. 1977. Quality water for irrigation. J. Irrig. Drain. Div., ASCE: 135-154.
8- Ghannam (2010). Wastewater situation in Gaza Strip.
9- Ghannam, M. (2006). Performance Evaluation of Gaza Waste Water Treatment Plant. Master thesis, The Islamic University, Gaza: Palestine.

10- Melad, K.A. (2002). Evaluation of groundwater pollution with wastewater microorganisms in Gaza Strip, Palestine. M.Sc. Thesis, Ain Shams University, Egypt.
11- Othman, A. (2004) The Use of Treated Gray water for Irrigation of Rain feels Olives . Master thesis, An- Najah University, Nablus: Palestine.
12- Tubail, K.M., Al-Dadah, J.Y. and Yassin M.M. (2004). Present situation of wastewater and the possible prospect for its reuse in the Gaza Strip. KA-Abwasser, Abfall, 51 (8): 866-872.
13- World Health Organization, (WHO). 1989. Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture. Technical Report Series No. 778. WHO, Geneva..
14- Yassin, M.M.; Tubail, K.M. and Al-Dadah, J.Y. (2008). Towards Strategies for Pollution Control on the Use of Wastewater Effluent in Sustainable Agriculture in the Gaza Strip. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, 5(1): 66-78.
15- Al-Dadah, J.(2007) Agricultural and Municipal Water Demand in Gaza Governorates For2006,Gaza, Palestine, August 2007.

الملاحق

الجامعة الإسلامية- غزة
عمادة الدراسات العليا
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

استبانة

استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة

هذا البحث يتناول استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة في قطاع غزة " دراسة في جغرافية البيئة " وهذا يتطلب بعض البيانات التي سوف تؤخذ من هذه الاستبانة.

فالرجاء تعبئة الاستبانة بدقة وسوف تعالج البيانات الواردة بموضوعية والسرية التامة ولغايات البحث العلمي

شكراً لحسن تعاونكم

الباحثة/ مها السلقاوي

1- المستوي التعليمي : 1- أمي □ 2- ابتدائي □ 3- إعدادي □ 4- ثـــــــــانوي □
5- فما فوق ثانوي □

2- مصدر المياه : □ بئر خاص □ الاشتراك مع آبار الجيران □ البلدية □ مصادر أخرى

3- نظام الري في مزرعتك: □ مياه أمطار □ أحواض □ رشاشات □ الري بالتنقيط

4- نوعية المياه المستخدمة في الري 1- عذبة□ 2- متوسطة الملوحة□ 3- مالحة□

5- هل انت راضي عن نوعية المياه

1- نعم □ 2- لا □ 3- لا اعرف □

6- هل انت راضي عن كمية المياه

1- نعم □ 2- لا □ 3- لا اعرف □

7- هل قمت بتحليل نوعية المياه لمعرفة كمية الملوحة وما هو ملائم وغير ملائم

1- نعم □ 2- لا □ 3- لا اعرف □

8- هل تمتلك بركة لحصاد مياه الامطار في مزرعتك

1- نعم □ 2- لا □ 3- لا اعرف □

9- ماهي سعة استيعاب البركة 1- أقل من 20 م^3 2 2- 20 م^3 □ 3- 30 م^3
4- 40 م3 □

10- كم عدد المرات التي تمتلئ بها البركة في السنة .....

11- متي تم بناء البركة:

.....

12- كيف تم انشاء هذه البركة

1- قديمة □ 2- الحكومة □ 3-Ngos □ 4-مصادر أخرى □

13- ما هو رأيك في إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة

1- مقبول □ 2- غير مقبول □ 3- لا يوجد رأي □

14- هل توافق على استخدام المياه العادمة المعالجة في ري مايلي:

1- الخضروات 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

2- الفواكه 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

3- الحمضيات 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

4- اللوزيات 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

5- الحبوب 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

6- الزهور 1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

7- كل المحاصيل1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

15- هل تعتقد أن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلبيا علي جودة المحاصيل

1- نعم □ 2- لا□ 3- لا أعرف□

16- هل تعتقد أن استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة سيؤثر سلبيا علي منتجات البيع للموزعين أو التجار

1- نعم □ 2- لا□ 3-لا اعرف□

17- هل تعتقد أن استخدام المياه العادمة سيؤثر سلبيا علي منتجات البيع للناس العاديين

1- نعم □ 2- لا□ 3-لا اعرف□

18- إذا كانت المياه العادمة المعالجة أرخص من أي مصادر أخري للمياه هل هذا يشجع على استخدامك لهذا النوع من المياه

1- نعم □ 2- لا□ 3-لا اعرف□

19- هل تفضل استخدام المياه العادمة المعالجة في مزرعتك

1- نعم □ 2- لا□ 3-لا اعرف□

20- تفضل اعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في كل من :

1- الزراعة □ 2- الصناعة □ 3-الأغراض المنزلية أو المحلية □ 4-ري الحدائق المنزلية المزروعة 5-جميع ما ذكر □

21- انت توافق على استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة لأنك تعتقد بأن هذا:

1- سيوفر المياه.

2- لأن ذلك سيؤدي الى زيادة الناتج نتيجة المغذيات الموجودة في المياه العادمة

3- أن المياه العادمة المعالجة متوفرة في كل وقت .

4- جميع ما ذكر.

22- هل لديك استعداد أن تأكل المنتجات الزراعية التي يتم انتاجها بواسطة المياه العادمة المعالجة

1- نعم □ 2- لا□ 3-لا اعرف

23- هل توجد لديك فكرة مسبقة عن كيفية استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة اذا كانت الاجابة بنعم من ساعدك على ذلك؟

بسم الله الرحمن الرحيم

الجامعة الإسلامية بغزة

كلية الآداب / قسم الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

أخي المزارع :

يهدف الاستبيان إلى جمع بعض المعلومات من المزارعين الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الزراعة ، والتعرف على مشكلات استخدام المياه العادمة المعالجة ، ومعرفة آراءهم في التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة .

مع العلم أن جميع البيانات ستستخدم في البحث العلمي ، وتتعهد الباحثة بالحفاظ على سرية المعلومات .

أولاً / بيانات عامة

1- منطقة الدراسة ..... 2- مساحة الأرض المستخدم فيها مياه عادمة: ..... دونم

3- نوع المحصول المروي بالمياه العادمة المعالجة : أ- ..... ب- ..... ج- .....

4- كمية المياه العادمة المعالجة المستخدمة في ري المحاصيل : ..... كوب/سنة

5- عدد سنوات عملك في المجال الزراعي (الخبرة) : ..... سنة

6- سعر الكوب من المياه العادمة المعالجة : ..... شيكل ☐ مجاناً

7- طريقة ري المحاصيل بالمياه العادمة المعالجة : ☐التنقيط ☐ الرشاشات ☐ الأحواض ☐ أخرى

ثانياً / بيانات خاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة :

1- هل تلقيت دورات في كيفية استعمال المياه العادمة المعالجة لري المحاصيل الزراعية : ☐ نعم ☐ لا

2- يوجد إشراف ورقابة على ري المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة المعالجة : ☐ العاملون في محطة المعالجة

☐ وزارة الزراعة ☐ سلطة البيئة ☐ وزارة الصحة ☐ غير ذلك ☐ لا يوجد اشراف

3- تقوم بإجراءات وقائية عند العمل في المحاصيل الزراعية المروية بالمياه العادمة المعالجة :

☐ لباس خاص بالعمل ☐ لباس حذاء طويل ☐ أخرى مثل .....

4- تخبر المستهلكين بالمنتج الزراعي بأن المحاصيل تروى بالمياه العادمة المعالجة : ☐ نعم ☐ لا ☐ أحياناً

5- هل تنوي التوسع في استخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل الزراعية: ☐ نعم ☐ لا

6- هل توجد صعوبات في تسويق المنتجات المروية بالمياه العادمة المعالجة : ☐ نعم ☐ لا

7- من أسباب استخدامك للمياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل :

☐ انخفاض ثمن المياه ☐ المياه غنية بالعناصر المغذية ☐ المياه الجوفية مالحة

8- هل تستخدم الحمأة " متبقيات عمليات المعالجة للمياه العادمة " في تسميد الأرض : ☐ نعم ☐ لا

9- هل تنصح المزارعين باستخدام المياه العادمة المعالجة في ري المحاصيل : ☐ نعم ☐ لا

10- هل أنت راض عن جودة المنتج الزراعي المروي بالمياه العادمة المعالجة : ☐ نعم ☐ لا

11- هل تلاحظ اختلافاً في جودة المنتج المروي بالمياه العادمة المعالجة عن المنتج المروي بالمياه العادية: ☐ نعم ☐ لا

بارك الله فيك وشكراً على حسن تعاونك في تعبئة الاستبيان