بسم الله الرحمن الرحيم

الجامعة الإسلامية – غزة
عمادة الدراسات العليا
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة غزة

" دراسة في جغرافية البيئة "

Wastewater and Its Impact on the Aquifer in The Gaza Governorate

" A study in Environmental Geography "

إعداد الطالب
مقداد عبود أبوراس

إشراف الأستاذ الدكتور
نعيم سلمان بارود

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا

1433هـ – 2012م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ
السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا
فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ
شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾

سورة الأنبياء، الآية 30.

ملخص الدراسة

تناولت الدراسة موضوع المياه العادمة في محافظة غزة وعلى وجه الخصوص الناتجة عن ظاهرة الحفر الامتصاصية وأماكن انتشارها، وتركزها في منطقة الدراسة وتأثيرها على الخزان الجوفي.

أوضحت الدراسة بالإحصائيات نوعية المياه الجوفية الكيميائية والبيولوجية في الآبار الجوفية في محافظة غزة، حيث تبين أن معدل النترات يتأثر بتسرب المياه العادمة وبالتالي فإنه يرتفع في معظم آبار محافظة غزة، وخاصة المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الحفر الامتصاصية حيث يصل إلى 200ملجم/لتر في معظم الآبار، وهذا المعدل يفوق المعيار الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحدد بـ50ملجم/لتر، أما بالنسبة لمعدل الكلوريد فيرتفع بشكل كبير في معظم آبار المحافظة حيث يزداد في المناطق الغربية ولاسيما في مخيم الشاطئ ليصل إلى أكثر من 5000ملجم/لتر وهذا المعدل يفوق المعيار الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية والمحدد بـ250ملجم/لتر، ويرجع ذلك إلى طغيان مياه البحر على الخزان الجوفي، نظراً لانخفاض منسوبه.

أما من ناحية التلوث البيولوجي بينت الدراسة أن معظم الآبار الجوفية في منطقة الدراسة ملوثة ببكتيريا التوتل كالفورم، حيث بلغت نسبة التلوث في بئر مسلخ البلدية 35كالفورم وهذا المعدل يفوق المعيار الموصى به من (W.H.O) والمحدد بـ3كالفورم، وكذلك معظم الآبار ملوثة ببكتيريا الفيكل كالفورم، حيث تصل نسبة التلوث في بئر تونس الجديد أكثر من 100كالفورم، وهذه المياه تصبح غير صالحة للشرب إذا زادت عن صفر كالفورم كما حددتها (W.H.O)، وأن مناطق تركز هذه الملوثات تتطابق مع مناطق انتشار الحفر الامتصاصية في جنوب مدينة غزة ما بين شارع أحمد ياسين وشارع 10 ومنطقة جحر الديك (وادي غزة) والمغراقة كما وضحته خرائط الدراسة، وأوصت الدراسة بإنشاء شبكة صرف صحي تغطي جميع أجزاء محافظة غزة.

Abstract:

The research discusses the issue of waste water in the governorate of Gaza. Specially, the one occurs due to the phenomenon of cesspits and places of deployment and its concentration in the research area and its impact on the aquifer.

The research and statistics show the chemical and biological groundwater quality in governorate of Gaza. It is found that the rate of nitrate is affected by infiltration of waste water. Therefore, it increases in areas where the rate of cesspits is greater than the standard recommended by the World Health Organization (WHO). As for the rate of chloride, it largely increases in the province, mainly in western areas where most of the wells spread, in Beach Camp in particular.

In terms of biological contamination, the research shows that groundwater wells in the research area contaminated with the bacteria of Total Colifrom and Fecal Colifrom are higher rate than the ratio set by the World Health Organization (WHO), and this pollution is increasing in areas of deployment of cesspits.

Based on the results of samples taken from water wells in governorate of Gaza, The research demonstrated that there is a relationship between the leakage of waste water from cesspits and the contamination of groundwater chemical and microbiological from nitrates to total Colifrom and Fecal Colifrom. The research also shows that areas of focus of these pollutants match with the areas of cesspits deployment in the southern Gaza City, between Road 8 and Road 10, and the Johrelldick (Gaza Valley) and Mughraqa as maps shows. The high rate of chloride is attributable to Seawater intrusion to the aquifer due to the level decline, that's to say the chloride has nothing to do with wastewater leaks, The study recommends the establishment of closed wastewater network in the whole Gaza Governorate.

الإهداء

إلى أمي التي غمرتني حباً وعطفاً وحناناً.

إلى الذي أنار ليَّ الطريق والدي الحبيب.

إلى من وقفت إلى جانبي زوجتي الحبيبة.

إلى إخوتي وأخواتي وكل من عرفت.

إلى الشهداء والمجاهدين والأسرى خلف القضبان.

إلى جامعتي- الجامعة الإسلامية- الغراء، هذا الصرح الإسلامي الشامخ.

إليهم - جميعاً - أهدي هذا البحث المتواضع، والله تعالى أسأل أن يجعله خالصاً لوجهه الكريم.

شكر وتقدير

ابتدأ بقوله تعالى "رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ ".[1]
فالشكر لله أولاً وآخراً على جوده، وكرمه، وإحسانه، فهو وحده الذي وفقني لكتابة هذه الرسالة فلله الحمد والمنة.
وأثني بحديث رسول الله الذي يرويه أبو هريرة _ رضي الله عنه _، عن النبي _صلى الله عليه وسلم_ أنه قال: " **لا يشكر الله من لا يشكر الناس** ".[2]
وانطلاقاً من قول الشاعر:

فلو كان يستغني عن الشكر ماجد لما ندب الله العباد لشـــكره
لعزة ملك أو علو مكـــــــــــان فقال اشكروني أيها الثقلان

لذا أتوجه بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذي الفاضل، الأستاذ الدكتور/ **نعيم سلمان بارود** الذي تفضل بالإشراف على هذه الرسالة، والذي كان له الفضل بعد الله _سبحانه وتعالى_ في إتمام هذه الرسالة بما قدمه من نصح، وإرشاد، وتوجيه، ورأي سديد، فجزاه الله عني خير الجزاء، كما أتقدم بالشكر والعرفان إلى أستاذيّ الكريمين عضويّ لجنة المناقشة،

الدكتور/ عبد الفتاح عبد ربه – حفظه الله –
الدكتور/ كامل سالم أبوضاهر – حفظه الله –

على ما قدماه من توجيهات، وإرشادات، أثرت البحث وأخرجته في أبهى صوره فجزاهم الله عني خير الجزاء، ولا يفوتني أن أشكر أساتذتي أعضاء الهيئة التدريسية في قسم الجغرافيا، والشكر موصول للأستاذ الدكتور/ ماجد ياسين على ما قدم من نصح وتوجيه ساهم في إثراء البحث.
والشكر موصول إلى المهندس: كمال الكولك، والأستاذ: خالد الطيبي، والمهندس: مازن البنا، والمهندس:نزار الوحيدي، والمهندس: رمزي أهل، والمهندس: عبد المنعم حميد،أ.مروان أهل على ما قدموه من معلومات، وتوجيهات ساعدتني في إتمام هذا البحث فجزاهم الله عني خير الجزاء.
كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ: عبد الرحيم قوصة، والأستاذ: صهيب أبوجياب، والأخ: محمد عودة لوقوفهم إلى جانبي وتقديمهم النصح، والإرشاد حتى رأت الرسالة النور.
كما أتقدم بالشكر للأستاذ: جمعة ناجي لتفضله بالمراجعة اللغوية للرسالة والشكر موصول للأستاذ: خالد حشيش مدير مدرسة (أبوذر الغفاري)، على ما قدمه من تسهيلات فترة الدراسة.

وأختم بخالص الشكر والعرفان لأخي الكبير: طلعت عبود أبوراس، الذي ما فتئ يقدم لي الدعم المادي، والمعنوي منذ بداية دراستي، وحتى حصولي على درجة الماجستير فجزاه الله عني خيرا.

---

[1] سورة النمل– جزء الآية19.

[2] إسناده صحيح ، رواه أحمد والترمذي وأبوداود وصححه الألباني في صحيح الجامع الصغير.

فهرس المحتويات

اسم الموضوع	رقم الصفحة
ملخص الدراسة باللغة العربية	أ
ملخص الدراسة باللغة الانجليزية.....	ب
الإهداء.....	ت
شكر وتقدير.....	ث
فهرس المحتويات.....	ج
فهرس الجداول.....	د
فهرس الأشكال.....	ذ
فهرس الخرائط.....	ر
المقدمة.....	1
مشكلة الدراسة.....	2
منطقة الدراسة.....	2
الحد الزمني للدراسة.....	2
أهداف الدراسة.....	3
أهمية الدراسة.....	3
فرضيات الدراسة.....	3
أسباب اختيار الموضوع.....	4
الدراسات السابقة.....	4
منهجية الدراسة.....	10
مصادر البحث ، طرق جمع المعلومات.....	11
محتوى الدراسة "هيكلية الدراسة".....	11
**الفصل الأول: الملامح الجغرافية والواقع المائي في محافظة غزة)..... **	30-13
أولا: الملامح الجغرافية لمحافظة غزة.....	14
1-الموقع الفلكي والجغرافي والمساحة.....	14
2-مظاهر السطح.....	14
3-التركيب الجيولوجي.....	15
العلاقة بين التركيب الجيولوجي لمحافظة غزة وتكوين الخزان الجوفي.....	15
4-مناخ محافظة غزة.....	16
5-عدد السكان.....	18
6-الكثافة السكانية.....	19

ثانيا: الخزان الجوفي في محافظة غزة.....	19
1-المياه الجوفية.....	19
2-أهمية المياه الجوفية في محافظة غزة.....	20
3-الخزان الجوفي وخصائصه الهيدروجيولوجية في محافظة غزة.....	21
4-الطبقات الحاملة للمياه في محافظة غزة.....	22
أ.الطبقة الحاملة للمياه (عصر البلايوستوسين والحديث).....	22
ب.طبقة الطين الصفحي الكتيمة (عصر البليوسين).....	23
ج-طبقة الحجر الجيري (الكريتاسي المتأخر).....	23
5-منسوب المياه الجوفية.....	24
6-حركة المياه الجوفية وسريانها.....	25
7-الموازنة المائية في محافظة غزة.....	27
8-الاستهلاك المائي في محافظة غزة.....	28
الفصل الثاني: المياه العادمة في محافظة غزة.....	40-31
المقدمة.....	32
أولا: المصطلحات العامة وتعريفاتها حول مياه الصرف الصحي.....	32
1-المياه العادمة.....	32
أ.المياه العادمة المنزلية.....	32
ب.المياه العادمة الصناعية.....	33
ج.المياه العادمة الزراعية.....	33
2-الحفر الامتصاصية.....	33
ثانيا: خدمات صرف المياه العادمة في محافظة غزة.....	34
أ.مدينة غزة.....	35
ب.المغراقة.....	36
ج.الزهراء.....	37
د.جحر الديك (وادي غزة).....	38
ثالثا: خدمات الصرف الصحي في محافظة غزة.....	38
الفصل الثالث: الخواص الكيميائية للمياه الجوفية في محافظة غزة.....	59-41
أولا: تعريفات عامة حول تلوث المياه.....	42
1-تلوث الماء.....	42
2-أنواع التلوث المائي.....	42
أ.التلوث الكيميائي.....	42

ب.التلوث البيولوجي.....	42
3-مصادر تلوث المياه.....	43
ثانيا: تلوث المياه الجوفية بعنصر النترات.....	44
1-بئر المسلخ.....	47
2-بئر الشيخ عجلين 6.....	48
3-بئر الشيخ رضوان A7.....	48
ثالثا: تلوث المياه الجوفية بعنصر الكلوريد.....	50
1-بئر الوكالة1 الشاطئ.....	54
2- بئر الوكالة2 الشاطئ.....	54
3- بئر الوكالة3 الشاطئ.....	55
4-بئر بلدية الزهراء.....	56
رابعا: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية وتسرب المياه العادمة.....	57
الفصل الرابع: الخواص البيولوجية للمياه الجوفية في محافظة غزة.....	82-60
أولا: تعريفات عامة حول بعض المصطلحات البيولوجية.....	61
أ.التوتل كالفورم (بكتيريا القولون الكلية Total Colifrom).....	61
ب.الفيكل كالفورم(بكتيريا القولون البرازية Fecal Colifrom).....	61
ثانيا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم (بكتيريا القولون الكلية Total Colifrom)...	62
1-بئر الشيخ عجلين3.....	63
2-بئر مسلخ البلدية.....	64
3-بئر الشيخ رضوان5.....	66
4-بئر مياه البلدية (وادي غزة).....	67
5-بئر الشيخ عجلين6.....	68
6-بئر الشيخ عجلين7.....	69
7-بئر تونس الجديد.....	70
ثالثا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم (بكتيريا القولون البرازية Fecal Colifrom).	72
1-بئر الشيخ عجلين6.....	72
2-بئر تونس الجديد.....	73
3-بئر الشيخ عجلين3.....	74
4-بئر مسلخ البلدية.....	74
5-بئر المغراقة.....	75
6-بئر الشيخ عجلين7.....	76

7-بئر الزيتون1.....	77
رابعا: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية بالتوتل كالفورم والفيكل كالفورم وتسرب المياه العادمة...	80
الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.....	86-83
نتائج الدراسة.....	84
التوصيات.....	86
المراجع باللغة العربية.....	87
المراجع باللغة الإنجليزية.....	90
قائمة الملاحق.....	91

فهرس الجداول

اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1.1) التجمعات السكنية في محافظة غزة.....	19
جدول (1.2) الموازنة المائية للخزان الجوفي الساحلي للعام 2009-2010م.....	27
جدول (1.3) كمية الضخ والاستهلاك والفاقد من المياه الجوفية سنويا في محافظة غزة.....	29
جدول (1.4) كمية استهلاك المياه والفاقد ونصيب الفرد يوميا في مناطق محافظة غزة.....	30
جدول (2.1) المناطق المتصلة وغير المتصلة بشبكة الصرف الصحي في حافظة غزة.....	39
جدول (4.1) معدلات التلوث البيولوجي في الآبار الجوفية لمحافظة غزة من (2005-2010)...	62
جدول (4.2) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين3.....	63
جدول (4.3) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر مسلخ البلدية.....	65
جدول (4.4) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر الشيخ رضوان5.....	66
جدول (4.5) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر مياه البلدية "وادي غزة".....	67
جدول (4.6) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين6.....	69
جدول (4.7) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر تونس الجديد.....	70
جدول (4.8) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكلل كالفورم في بئر الشيخ عجلين6.....	72
جدول (4.9) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكلل كالفورم في بئر تونس الجديد.....	73
جدول (4.10) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر الشيخ عجلين3.....	74
جدول (4.11) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر مسلخ البلدية.....	74
جدول (4.12) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر المغراقة.....	76
جدول (4.13) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر الشيخ عجلين 7.....	77
جدول (4.14) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر الزيتون1.....	77
جدول (3.1) معدل النترات في آبار محافظة غزة من (2005-2010).....	91

جدول (3.2) معدل الكلوريد في آبار محافظة غزة من (2005-2010).....	93

فهرس الأشكال

اسم الشكل	رقم الصفحة
شكل (1.1) مقطع عرضي للخزان الجوفي الساحلي.....	23
شكل (2.1) رسم توضيحي للحفرة الامتصاصية.....	34
شكل (3.1) معدل النترات في عينة من آبار محافظة غزة للسنوات من (2005-2010).....	46
شكل (3.2) تغير معدل النترات في بئر المسلخ.....	47
شكل (3.3) تغير معدل النترات في بئر الشيخ عجلين6.....	48
شكل (3.4) تغير معدل النترات في بئر الشيخ رضوانA7.....	49
شكل (3.5) معدل الكلوريد في عينة من آبار محافظة غزة للسنوات من (2005-2010).....	53
شكل (3.6) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة1 الشاطئ.....	54
شكل (3.7) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة2 الشاطئ.....	55
شكل (3.8) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة3 الشاطئ.....	56
شكل (3.9) تغير معدل الكلوريد في بئر بلدية الزهراء.....	56
شكل (4.1) معدل التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين3.....	64
شكل (4.2) معدل التوتل كالفورم في بئر مسلخ البلدية.....	65
شكل (4.3) معدل التوتل كالفورم في بئر الشيخ رضوان5.....	67
شكل (4.4) معدل التوتل كالفورم في بئر مياه البلدية "وادي غزة".....	68
شكل (4.5) معدل التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين7.....	69
شكل (4.6) معدل التوتل كالفورم في بئر تونس الجديد.....	70
شكل (4.7) معدل الفيكل كالفورم في بئر تونس الجديد.....	73
شكل (4.8) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر مسلخ البلدية.....	75
شكل (4.9) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر المغراقة.....	76
شكل (4.10) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر الزيتون1.....	78

فهرس الخرائط

اسم الخريطة	رقم الصفحة
خريطة (1.1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة لفلسطين.....	14
خريطة (1.2) المعدل السنوي العام للأمطار في قطاع غزة من 1974-2004.....	17
خريطة (1.3) التجمعات السكنية في محافظة غزة.....	18

خريطة (1.4) منسوب المياه الجوفية في قطاع غزة.....	25
خريطة (1.5) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 1935م.....	26
خريطة (1.6) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 2007.....	26
خريطة (2.1) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في محافظة غزة.....	36
خريطة (2.2) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في منطقة المغراقة.....	37
خريطة (2.3) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في منطقة جحر الديك "وادي غزة".....	38
خريطة (3.1) التوزيع الجغرافي لآبار المياه في محافظة غزة.....	41
خريطة (3.2) المناطق التي يتركز فيها عنصر النترات في آبار مياه محافظة غزة.....	50
خريطة (3.3) المناطق التي يتركز فيها عنصر الكلوريد في آبار مياه محافظة غزة.....	57
خريطة (3.4) التوزيع الجغرافي للنترات في الآبار الجوفية لمحافظة غزة.....	58
خريطة (3.5) التوزيع الجغرافي للكلوريد في الآبار الجوفية لمحافظة غزة.....	59
خريطة (4.1) المناطق التي تتركز فيها بكتيريا التوتل كالفورم في آبار مياه محافظة غزة.....	71
خريطة (4.2) المناطق التي تتركز فيها بكتيريا الفيكل كالفورم في آبار مياه محافظة غزة.....	79
خريطة (4.3) التوزيع الجغرافي لبكتيريا التوتل كالفورم في آبار مياه في محافظة غزة.....	80
خريطة (4.4) التوزيع الجغرافي لبكتيريا الفيكل كالفورم في آبار مياه في محافظة غزة.....	81
خريطة (4.5) بؤر التلوث للنترات والكلوريد والتوتل والفيكل كالفورم في آبار محافظة غزة....	82

المقدمة

الحمد لله الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، والصلاة والسلام على معلم البشرية، وهادي الإنسانية محمد صلى الله عليه وسلم، وعلى آله وصحبه أجمعين، ومن سار على دربه واستن بسنته إلى يوم الدين، وبعد ،،،

تعد المياه شريان الحياة على سطح الأرض، وهي نعمة متجددة من الله –عز وجل–، حيث يقول الله تعالى في كتابه العزيز: "**وجعلنا من الماء كل شيء حي**"[1] فالماء يمثل الدعامة الأساسية لجميع مظاهر الحياة، لأنه أساس الحياة لكل الكائنات الحية، وعلى فترات الزمن المتعاقبة كان هناك ارتباطٌ وثيقٌ بين الماء والحضارة الإنسانية، فالعديد من الحضارات القديمة قامت على مقربة من مصادر المياه، كما أن الماء يؤثر في حياة الناس، واقتصادهم، وعلاقاتهم، وطموحاتهم، وبحثهم المستمر عن النهضة والتنمية، وتتنوع مصادر المياه، وتتعدد بين مياه أمطار، ومياه سطحية، وأخرى جوفية، وهي المصادر التقليدية للمياه، وهناك مصادر أخرى غير تقليدية منها المياه المعالجة والمياه المحلاة.

وقد أساء الإنسان عبر عملية تراكمية استخدام الماء، وعبثت يداه بهذا المورد الطبيعي الهام؛ فاختل نقاؤه، وتعكر صفاؤه بعد أن كان رقراقاً عذباً"[2]، فالماء يؤثر بشكل أساسي ومباشر على صحة الإنسان، وبدون الماء لا نستطيع العيش، كما أنه عنصر هام لحياة الحيوان والنبات، ويتعرض في وقتنا الحاضر لعدد من الأخطار كالتلوث، والاستنزاف، والتملح، مما يحتم علينا ضرورة الاهتمام به، وترشيد استهلاكه، والعمل على تنميته، والحفاظ على مصادره، وموارده، فالماء نعمة عظيمة أنعم الله بها علينا فهي قوام الحياة وسر استمراريتها.

لذلك فإن دراسة المياه العادمة، وخصائصها، وأنواعها، وأخطارها، وآثارها يعتبر بالغ الأهمية لاسيما في محافظة غزة، حيث لا توجد معالجة كافية للمياه العادمة، بالإضافة إلى انخفاض كفاءة محطة المعالجة في غزة من ناحية إزالة البكتيريا والمواد الصلبة العالقة TSS، والأكسجين المستهلك حيوياً BOD خاصة في عام 2008 فقد انخفضت كفاءة المحطة إلى 73%، علماً بأنه حسب المقاييس العالمية إذا انخفضت كفاءة محطة المعالجة عن 90%، فإن المحطة لا تعتبر محطة معالجة."[3] وهذا يؤدي إلى انتشار المياه العادمة غير المعالجة، ووجودها بكميات كبيرة جداً، والذي يؤدي تسربها إلى الخزان الجوفي إلى ارتفاع عنصر النترات بمعدلات كبيرة تفوق بكثير

---

[1] سورة الأنبياء ، جزء الآية 30.

[2] نعيم بارود، **"المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح،"**مجلة الجامعة الإسلامية،(الجامعة الإسلامية،المجلد العاشر،العدد الأول،2007)،ص70.

[3] مؤسسة الضمير لحقوق الإنسان،نشرة خاصة حول المياه والصرف الصحي في قطاع غزة،سلسلة نشرات(02)،كانون أول 2008،ص23.

النسبة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية، وكذلك ارتفاع معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم، بحيث تصبح المياه الجوفية غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي مع العلم بأن المياه الجوفية تعتبر المصدر الرئيس والأساس لمياه الشرب في محافظة غزة وفي كامل قطاع غزة، حيث إن الوضع المائي في قطاع غزة وصل إلى درجة كبيرة من التدهور سواء أكان من حيث الكمية، أم النوعية، نظراً للاستهلاك المتزايد للمياه وخاصة للاستخدامات الشخصية وفي مجال الزراعة، وكذلك تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، ومن الأهمية بمكان دراسة هذا الموضوع لما يشكله من أهمية بالغة لسكان محافظة غزة.

مشكلة الدراسة:

إن المياه العادمة لها تأثير واضح وخطير على تلوث الخزان الجوفي، وبالتالي على حياة السكان، لاسيما أن المياه الجوفية تعتبر المصدر الرئيس للمياه محافظة غزة، لذلك لا بد من الاهتمام بكمية تلك المياه الجوفية وجودتها، وسيتم دراسة المياه الجوفية من حيث المدخلات، والمخرجات، وكميات الاستهلاك المختلفة، ونوعية المياه في الخزان الجوفي، ومدى مطابقتها للمواصفات التي حددتها منظمة الصحة العالمية، ووزارة الصحة الفلسطينية، وكذلك دراسة المياه العادمة من حيث خصائصها، وأنواعها، وأثرها على المياه الجوفية في محافظة غزه، ثم سنتناول الإحصائيات الحديثة التي توضح معدلات التلوث في كل بئر من آبار المياه الجوفية في المحافظة، والمناطق التي تتركز فيها نسبة التلوث والتي تأثرت بالتحديد بالمياه العادمة الناتجة عن الحفر الامتصاصية.

منطقة الدراسة " محافظة غزة "

تبلغ مساحة محافظة غزة (72.4كم^2) وهي تشكل 19.9% من مساحة قطاع غزة، هذه المساحة الصغيرة للمدينة أعاقت العديد من المشاريع التخطيطية بسبب النمو السكاني السريع، الأمر الذي أدى إلى القصور في الخدمات الصحية للمدينة وخاصة سوء خدمات الصرف الصحي بها، أما من حيث عدد السكان فقد بلغ عدد سكان محافظة غزة (534.558 نسمة).[1]

الحد الزمني للدراسة

ستتم دراسة البيانات المتوفرة للفترة من عام 2005م حتى عام 2010، من خلال تطور هذه المشكلة وتزايدها مع مرور الزمن.

[1] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني ، تقديرات أعداد السكان (قطاع غزة) ، حسب المحافظات في منتصف العام 2010 ، ص30.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1- تحديد أثر الحفر الامتصاصية المتبعة في التخلص من المياه العادمة على تلوث المياه الجوفية.

2- التعرف على الأسباب التي أدت إلى ارتفاع نسبة المياه العادمة، ودراسة العلاقات والتأثيرات بين تسرب المياه العادمة، وتلوث الخزان الجوفي.

3- معرفة نوعية المياه في الخزان الجوفي ومدى صلاحيتها للاستخدامات الآدمية ومدى مطابقتها لتوصيات منظمة الصحة العالمية ووزارة الصحة الفلسطينية.

4- إعداد الخرائط التي توضح مناطق التلوث الكيميائي والبيولوجي ومطابقتها بالمعايير العالمية ومقارنتها بخرائط الحفر الامتصاصية لنفس المناطق.

5- التركيز على بؤر التلوث (الآبار التي يتركز فيها التلوث بشكل كبير).

6- الوقوف على حقيقة الأوضاع المائية في محافظة غزة من حيث المدخلات، والمخرجات.

7- المساهمة في وضع الحلول وتقديم مجموعة من التوصيات بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة لمعالجة المياه العادمة والحد من مشكلة تلوث المياه.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة من خلال ما يأتي :

1- تعتبر مشكلة المياه العادمة من أخطر المشكلات التي يواجهها سكان محافظة غزة، وبالتالي فموضوع تأثير المياه العادمة على الخزان الجوفي جدير بالدراسة، لأن تلوث الخزان الجوفي له أثر كبير على سلامة المجتمع.

2- إن دراسة المياه الجوفية ونوعيتها، وتأثير المياه العادمة عليها لها أهمية كبيرة كونها تحظى باهتمام كبير من جانب المؤسسات، والهيئات، والجمعيات العالمية سواء الرسمية أو الشعبية.

3- تعد هذه الدراسة إضافة للمكتبة الفلسطينية التي مازالت تعاني من ندرة المراجع المتخصصة في مجال جغرافية البيئة.

4- استمرار تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي حسب ما أفادت به المحافل المحلية المختلفة.

فرضيات الدراسة:

1- هناك علاقة بين تركز المياه العادمة في منطقة ما، وزيادة نسبة تلوث الخزان الجوفي.

---

* الأنظمة المتبعة (الحفر الامتصاصية- القنوات المكشوفة- شبكات الصرف الصحي)

2- هناك علاقة وثيقة بين ظاهرة الحفر الامتصاصية، وتلوث المياه الجوفية بدرجة كبيرة.

3- هناك علاقة بين زيادة عدد السكان، وزيادة كمية المياه العادمة في محافظة غزة.

4- يزداد تلوث المياه الجوفية بالنترات في بعض المناطق من محافظة غزه أكثر من بعض المناطق الأخرى.

5- يؤثر الاحتلال الصهيوني والحصار على تلوث الخزان الجوفي في محافظة غزة.

6- توجد علاقة بين قلة كفاءة محطات معالجة المياه العادمة، وتلوث الخزان الجوفي في محافظة غزة.

أسباب اختيار الموضوع:

1- وقع الاختيار على محافظة غزة نظراً لأنها كبرى محافظات قطاع غزة من حيث عدد السكان، وقلة الموارد المائية في المحافظة.

2- وجود نمط عمراني مختلف وهو مخيم الشاطئ للاجئين وهو ذو كثافة سكانية عالية، حيث يوجد في هذا المخيم نظام صرف صحي غير مصمم جيداً وقديم.

3- تعدد النظم المتبعة في التخلص من المياه العادمة.

4- أن مشكلة المياه العادمة والحفر الامتصاصية وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة غزة تستدعي الاهتمام والبحث والدراسة.

5- معرفة أسباب تردي نوعية المياه التي تصل إلى سكان المحافظة.

الدراسات السابقة:

1. دراسة AL-Agha (1999).[1]

"Impact of Waste Water Management on Groundwater Quality in the Gaza Strip, Palestine"

"أثر إدارة المياه العادمة على جودة المياه الجوفية في قطاع غزة- فلسطين"

قام الباحث بدراسة الخزان الجوفي باعتباره المصدر الوحيد للمياه في قطاع غزة، وأن هناك مشكلة شح مياه في القطاع، حيث يوجد نقص وتلوث في المياه الجوفية، وأن 30% من السكان يتم تزويدهم بواسطة شبكة المياه والمتبقين يتم تزويدهم بواسطة المضخات.

وأظهرت الدراسة أنه يتم تفريغ الشاحنات المعبئة بالمياه العادمة والتي يتم كسحها من الحفر الامتصاصية عن طريق رشها على سطح الأرض عندما تكون البرك مليئة بالمياه العادمة، حيث أظهر التحليل الكيميائي للخزان الجوفي؛ أن هناك ارتفاعاً في تركز النترات وصل لغاية 637

[1] Mohammed R. Al-Agha (1999) **Groundwater in the Urban Environment**, Rotterdam. p.77

ملجم/لتر، وأن تقرير منظمة الصحة العالمية يشير إلى أن المياه المسموح بها للشرب هي 50 ملجم/لتر، وبينت الدراسة أن عملية تلوث الخزان الجوفي يكون التحكم بها بواسطة منع ترشيح المياه العادمة من البرك، أو التصريف السطحي لشبكات المجاري، وأن هناك أمراضاً: مثل الميتاهيموغلوبين (ظاهرة الأطفال الزرق)، حيث تنتج هذه الظاهرة من استهلاك عالي لنترات الماء، وخلُصت الدراسة إلى أنه أينما نشرب الماء يقودنا إلى نترات في الماء وهي في ازدياد، حيث يوصى بإعطاء الأطفال الرضع مياه من غير هذه المصادر، وقد أوصت الدراسة أن الخطط ومقاييس الحماية التي تم وضعها والتي تحد من تأثيرات المياه العادمة تم اقتراحها للتقليل من ضخامة تسرب المياه العادمة لجوف الأرض.

2. دراسة بارود (2002).[1]

"**المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح**"

تناولت الدراسة المياه العادمة الناتجة عن الاستخدامات الآدمية؛ وأنظمة تصريفها، حيث تفتقر محافظة دير البلح إلى نظام صرف صحي متكامل يخدم المحافظة، حيث 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، والكلورايد، والنترات، 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 والتخلص من ظاهرة الحفر الامتصاصية.

3. دراسة Tubil et al (2004).[2]

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

"**الوضع الحالي لمياه الصرف الصحي والاحتمالات الممكنة لإعادة استخدام المياه في قطاع غزة**"

تناولت الدراسة المياه الجوفية والتي تعتبر المصدر الرئيس للمياه في غزة تتعرض للاستنزاف، كما

---

[1] نعيم بارود ، "**المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح**" ، مجلة الجامعة الإسلامية ، المجلد العاشر ، العدد الأول ، ص69.

[2] Tubail,KH. Aldadah and M.Yassin (2004): **Present Situation of Wastewater and the Possible Prospect for Its Reuse in the Gaza Strip**. KA-Abuasser, Abfall (51) Nr.8,2004. Germany

أن جودتها تتأثر، ويعتبر قطاع الزراعة هو المستهلك الأكبر للمياه الجوفية، ويبدو أن إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة هو الحل الأمثل لتغطية جزء من الطلب على المياه العادمة، حيث تتعرض محطات معالجة المياه العادمة لضغط كبير، ويعد تقبل استخدام المياه المعالجة لغرض الري عاملاً مهماً لضمان نجاح أي مشروع لإعادة الاستخدام، حيث أبدى 89% من عينة الدراسة موافقتهم على استخدام المياه المعالجة لغرض الري، كما أبدى معظم المزارعين رغبة في دفع المال مقابل المياه المعالجة، وقد أظهرت الدراسة أن هناك خطةً ضخمةً لبناء ثلاث محطات لمعالجة المياه العادمة، لتحل محل المحطات الموجودة حالياً، وذلك في عام 2020 وسوف تخدم المحطات الجديدة كل محافظات غزة بكفاءة وسوف تقدم مياهاً أفضلَ لري المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية، وسوف يعتمد مستقبل توازن المياه في المنطقة على نسبة المياه المعالجة المتدفقة للزراعة وإعادة شحن الطبقة الصخرية المائلة.

4. دراسة اليعقوبي (2005).[1]

" التقييم الهيدروجيولوجي لنوعية المياه (آبار بلدية غزة)"

تحدثت الدراسة على أن بلدية غزة تعتبر من أكبر بلديات قطاع غزة إنتاجاً واستهلاكاً للمياه الجوفية، حيث يوجد حالياً 32 بئراً منتجا تغذي كافة مناطق مدينة غزة، ويتم توزيع هذه المياه من خلال شبكة مياه متكاملة، وأظهرت الدراسة أن زيادة السكان في المدينة كونها مركزاً تجارياً واقتصادياً وصناعياً؛ أدى ذلك إلى تزايد الطلب على المياه بصورة كبيرة خلال العشر سنوات الأخيرة مما كان له أثر سلبي على نوعية المياه وتدهورها، وقد ركز الباحث في دراسته على مياه آبار البلدية من حيث النوعية والأسباب التي أدت إلى هذا التدهور وسبل المحافظة بقدر الإمكان على نوعية مياه مقبولة للاستخدام الآدمي والمنزلي.

5. دراسة ماجد ياسين وآخرون (2006).[2]

"Assessment of Microbiological Water Quality and its Relation to Human Health in Gaza Governorate, Gaza Strip"

" تقييم النوعية الميكروبيولوجية للمياه وعلاقته بصحة الإنسان في محافظة غزة"

تناولت الدراسة تقييم تلوث المياه ببكتريا التوتل والفيكل كالفورم، وأثرها على صحة الإنسان في مدينة غزة، وأظهرت الدراسة أن التلوث بالتوتل والفيكل كالفورم وصل إلى أكثر من 50كالفورم وهذا المعدل أعلى من النسبة التي حددتها منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب والمحددة بـ3كالفورم

---

[1] أحمد اليعقوبي **التقييم الهيدروجيولوجي لنوعية المياه (آبار بلدية غزة)** ، سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، 2005 ، ص 2.

[2] M. Yassin, S Abu Amr and H. Najjar (2006) **"Assessment of Microbiological Water Quality and its Relation to Human Health in Gaza Governorate, Gaza Strip"** Public Health, 120,12,1177-1187.

لبكتيريا التوتل وصفر كالفورم لبكتيريا الفيكل، كما أظهرت الدراسة أن نسبة التلوث في الشبكات أعلى منها في الآبار، كذلك أظهرت الدراسة وجود علاقة قوية بين تلوث المياه ببكتيريا الفيكل كالفورم والإصابة بمرض الجارديا وعلاقات ضعيفة مع مرض التهاب الكبد الوبائي A والإسهال، وأظهرت الدراسة _أيضا_ أن السكان الذين يعتمدون على مياه البلدية أكثر إصابة من غيرهم، وبينت الدراسة أن المياه العادمة ساهمت في زيادة نسبة التلوث الميكروبيولوجي.

6. دراسة Shaheen (2007).[1]

"Nitrate Pollution and Groundwater Modeling of Wastewater Plant in Rafah Area, Gaza Strip ,Palestine"

"**تلوث النترات ونمذجة مياه الصرف الصحي لإعادة تصنيعها في منطقة رفح**"

تناولت الدراسة المياه الجوفية، والتي تعتبر المصدر الوحيد لمياه الشرب في قطاع غزة، وأن تلوث المياه الجوفية بالنترات أصبحت مشكلة حقيقية متقدمة لنظام الحياة المتكامل في المنطقة.

كما بينت الدراسة أن الضفة الغربية وقطاع غزة يواجهان مشاكل حقيقية في المياه العادمة ومياه الصرف الصحي، كذلك في تسرب المياه العادمة من تجمعاتها ومن نظام الصرف الصحي والحفر الامتصاصية، كذلك محطات معالجة المياه العادمة والتي لا تعمل، أو تعمل بشكل ضعيف ورواسب غير متحكم بها لمياه عادمة غير معالجة بواسطة قطاع الري، هذا يسبب العديد من الأمراض ذات العلاقة بمياه الشرب الملوثة.

أظهرت الدراسة أن منطقة رفح والتي تقع في الجزء الجنوبي من قطاع غزة تعتبر أكثر منطقة متأثرة بالتلوث بالنترات، كما بينت الدراسة أن المصدر الرئيس لتلوث المياه هو موقع محطة المياه العادمة والذي بني قبل 20عاما وأن تركز النترات في المياه الجوفية في منطقة رفح يتراوح بين 32–200 ppm لمركب النترات .

7. دراسة ماجد ياسين وسالم أبو عمر (2008).[2]

"**Microbial Contamination of the Drinking Water Distribution system and Its Impact on Human Health in Khan Yunis Governorate, Gaza: Seven Years of Monitoring 2000-2006"**

---

(1) S. Shahin (2007) **"Nitrate Pollution and Groundwater Modeling of Wastewater Plant in Rafah Area, Gaza Strip ,Palestine"** Master Desertation, Gent University

(2) S.Abu Amr, M. Yassin (2008) "**Microbial Contamination of the Drinking Water Distribution system and Its Impact on Human Health in Khan Yunis Governorate, Gaza: Seven Years of Monitoring 2000-2006"** Health Public, 122,11,1275-1283.Elsevier Ltd.

" التلوث الميكروبيولوجي في نظام توزيع مياه الشرب وآثاره على صحة الإنسان في محافظة خان يونس، 7 سنوات من المراقبة"

تناولت الدراسة مراقبة تقييم تلوث المياه ببكتيريا التوتل والفيكل كالفورم لسبع سنوات في محافظة خان يونس، أظهرت الدراسة أن التلوث بالتوتل والفيكل كالفورم أكثر من 70 كالفورم في معظم الآبار وبالتالي فإن هذا المعدل أعلى من النسبة التي حددتها منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب والمحددة بـ3كالفورم لبكتيريا التوتل وصفر كالفورم لبكتيريا الفيكل، كما أظهرت الدراسة أن نسبة التلوث في الشبكات أعلى منها في الآبار، كما بينت الدراسة وجود علاقة بين تلوث المياه الميكروبيولوجي خاصة في الشبكات والإصابة بمرض الإسهال، وأظهرت الدراسة أن السكان الذين يعتمدون على مياه البلدية أكثر إصابة من غيرهم، وبينت أن طفح مياه المجاري له علاقة مع زيادة أعداد المصابين بالأمراض الخاصة بالدراسة، كما أظهرت الدراسة أن النوعية السيئة للمياه هي التي ساهمت في انتشار الأمراض الخاصة بالمنطقة.

8. دراسة Baalousha (2008).[1]

Analysis of Nitrate Occurrence and Distribution in Groundwater in Gaza Strip Using Major Ion Chemistry"

"تحليل حدوث النترات وتوزيعها في خزان المياه الجوفية في قطاع غزة "

بينت الدراسة أن ارتفاع نسبة النترات في المياه الجوفية في قطاع غزة أصبحت مشكلة جدية في العقود الأخيرة، وذلك نتيجة للاستخدام المفرط للسماد الكيماوي وتسربه إلى المياه الجوفية من محطات الصرف وتسرب المياه العادمة من شبكات الصرف الصحي، الأمر الذي أدى إلى زيادة مستوى النترات حتى وصل إلى 400 ملجم/لتر في المياه الجوفية.

استنتجت الدراسة إلى أن تركز النترات أكثر من 50ملجم لتر تكون مؤذية للرضع والأجنة والناس ومشاكل صحية أخرى. وأن الطرق الأكثر كفاءة لمنع تأثير النترات هي تحديد مصادر النترات وتقليلها في تلك المصادر، وكشفت الدراسة إلى أنه تم أخذ عينات من المياه الجوفية من 63 بئراً تم تحليلها كيميائياً، وأن النتائج أظهرت بأن هناك تركيزاً للنترات أكثر من الحد الأعلى الموصى به بواسطة منظمة الصحة العالمية، وقد أظهرت الدراسة أن مصادر النترات كانت بسبب تسرب المياه العادمة من محطات المعالجة، ومن الحفر الامتصاصية، وكذلك النشاطات الزراعية المكثفة.

وقد تبين –أيضا– أن تسرب المياه العادمة من الحفر الامتصاصية ومحطات المعالجة الزائدة لها التأثير الأكبر على المياه الجوفية بتلوثها بالنترات أكثر من الأنشطة الزراعية، كذلك أظهرت

(1) H.Baalousha, **Analysis of Nitrate Occurrence and Distribution in Groundwater in Gaza Strip Using Major Ion Chemistry** Global NEST 10,3,337-349,2008. Greece.

الدراسة الدور المهم لنوعية المياه الراشحة إلى باطن التربة من خلال فحص عدة عينات في عدة مناطق لتحديد مصدر النترات في المياه الجوفية.

9. دراسة Yassin et al (2008).[1]

"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 المتدفقة في الزراعة المستدامة في قطاع غزة"

بينت الدراسة أن القطاع الزراعي هو المستهلك الرئيس للمياه الجوفية في قطاع غزة، وأن المياه الجوفية هي المصدر الرئيس للمياه والتي استنزفت، وتدهورت نوعيتها، وتأثرت بشدة من رواسب المياه العادمة بشكل رئيس حيث تم تحديدها لحل مشكلة نقص المياه في قطاع غزة في سياسة المياه الوطنية.

10. دراسة الصليبي (2009).[2]

"Evaluating the impact of Landfill Leachate on Groundwater Aquifer in Gaza Strip using Modeling Approach"

"تقييم تأثير العصارة المتسربة من مكبات النفايات على خزان مياه غزة الجوفي باستخدام نهج النمذجة"

ركزت الدراسة على مكبين رئيسين في قطاع غزة: الأول– مكب دير البلح المصمم بطريقة هندسية لمنع تسرب العصارة والثاني– مكب غزة الذي لا يحتوي على نظام حماية، وهدفت هذه الدراسة إلى تقييم نوعية العصارة وكميتها المتسربة إلى المياه الجوفية من كلا المكبين(دير البلح–غزة)، بالإضافة إلى دراسة تسرب العصارة على جودة المياه الجوفية حول المكبين، واقتراح الإجراءات التخفيفية المناسبة، وبينت الدراسة أن معظم الآبار التي تم فحصها تحتوي على مستوى عالٍ من الملوثات حيث إن تركيز العناصر الفيزيائية والكيميائية كانت أعلى من المواصفات المحلية والعالمية لمياه الشرب وأغراض الزراعة، وهذا مؤشر على أن مكبات النفايات محل الدراسة تشكل خطراً على البيئة المحيطة، وقد أوصت الدراسة بضرورة إنشاء مكبات صحية مصممة بطريقة

---

(1) Yassin, Majed et al **"Towards Strategies for Pollution Control on the Use of Wastewater Effluent in Sustainable Agriculture in Gaza Strip"** World Review Of Science, Technology and Sustainable Development, 5,1,66-78, 2008

(2) T. Alslaibi (2009) **"Evaluating the impact of Landfill Leachate on Groundwater Aquifer in Gaza Strip using Modeling Approach"** master dissertation IUG.

هندسية لتقليل التأثيرات السلبية على البيئة المحيطة ومنع حدوث تلوث إضافي للمياه السطحية والجوفية وكذلك التربة، وفي هذا الحال قررت السلطات المحلية الاستمرار في التخلص من النفايات في مكبي غزة ودير البلح، وبالتالي يجب أن تقوم باتخاذ الإجراءات الوقائية التالية للحد من كمية العصارة المتسربة، وهي تغطية مكبات النفايات للتقليل من كمية الأمطار المتسربة، وكذلك بالتمدد الرأسي في المكب وعدم التمدد أفقياً للتقليل من المساحة السطحية.

11. دراسة عبد ربه (2011).[1]

"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 ، فلسطين"

تناولت الدراسة المخاطر البيئية المرتبطة بمحطة معالجة المياه العادمة في بيت لاهيا لكونها تعتبر من أهم النقاط البيئية الساخنة في قطاع غزة، وأوضحت الدراسة المخاطر المتعلقة بها ومنها حوادث الغرق، والفيضانات مع التركيز على ظاهرة الفيضان في عام 2007، وانتشار القوارض، والآفات البيئية، واستنزاف الكثبان الرملية، وانتشار البعوض، وشيوع الطفيليات المعوية، وانبعاث الروائح الكريهة ولاسيما غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، وتلوث المياه الجوفية بالنترات والميكروبات.

منهجية الدراسة:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف الظواهر الجغرافية وعلاقتها بمصادر المياه في محافظة غزة، وتحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة، و كيف تؤثر هذه الظواهر وتتأثر ببعضها، وكذلك المنهج التاريخي ومعرفة تطورها عبر سنوات الدراسة من خلال دراسة علاقة تسرب المياه العادمة، وارتفاع معدل النترات والكلوريد وبكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم، واستخدام المنهج الاستقرائي من خلال عمل جداول وأشكال وخرائط للاستفادة منها في تفسير النتائج ومعرفة بؤر التلوث والتعرف على المعايير المعروفة في المياه، ومقارنتها بالنتائج التي بينها الفحص المخبري.

---

[1] A.Abd Rabou (2011) **"Environmental Impact associated with the Beit Lahia wastewater Treatment plant; North Gaza Strip Palestine."** Middle East Journalof scientific research, 7(s):746-757.

مصادر البحث ، طرق جمع المعلومات

1- المصادر المكتبية المتمثلة بالعديد من المراجع، والكتب، والأبحاث المحكمة.

2- الحصول على البيانات الخاصة بنوعية المياه من المؤسسات الرسمية ذات العلاقة (سلطة المياه، مصلحة مياه بلديات الساحل، سلطة جودة البيئة، بلدية غزة ، وزارة الصحة).

3- الدراسة الميدانية، وذلك للتعرف على أماكن تسرب المياه العادمة، ومناطق انتشار الحفر الامتصاصية، حيث قام الباحث بالتنقل مع المختصين بنضح المياه العادمة من الحفر الامتصاصية في بلدية غزة، وذلك عن طريق شاحنات النضح، وأماكن تركز الحفر الامتصاصية، وتوقيعها على الخرائط، والمناطق التي يتم فيها تفريغ المياه العادمة من شاحنات النضح.

4- تم الحصول على البيانات من خلال المقابلات التي أجراها الباحث مع المختصين، والخبراء في الوزارات، والبلديات، والمؤسسات ذات العلاقة.

محتوى الدراسة "هيكلية الدراسة"

الفصل الأول: الملامح الجغرافية والواقع المائي في محافظة غزة

الفصل الثاني: المياه العادمة في محافظة غزة

الفصل الثالث: الخواص الكيميائية للمياه الجوفية في محافظة غزة

الفصل الرابع: الخواص البيولوجية للمياه الجوفية في محافظة غزة

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

الفصل الأول: الملامح الجغرافية والواقع المائي في محافظة غزة

يتناول هذا الفصل بالدراسة الملامح الجغرافية الطبيعية والبشرية في محافظة غزة، حيث سيتم وصف الخصائص الطبيعية لمحافظة غزة من حيث الموقع، والمساحة، ومظاهر السطح والتركيب الجيولوجي، والتربة، والمناخ، كما سيتم وصف الخصائص البشرية لمحافظة غزة من حيث عدد السكان، والكثافة السكانية، كذلك يتناول الواقع المائي في المحافظة، وذلك من خلال دراسة مصادر المياه، ولاسيما المياه الجوفية من حيث مصادرها، وعرض القطاع الهيدرولوجي، والموازنة المائية؛ لأنها تعد المصدر الوحيد للمياه، وهي محور الدراسة في هذا البحث.

الفصل الثاني: المياه العادمة في محافظة غزة

يعرض هذا الفصل المياه العادمة من حيث خصائصها، وأنواعها، ومصادرها، وكمياتها، ومناطق تركزها، والمناطق المخدومة بشبكة الصرف الصحي والمناطق غير المخدومة التي تعتمد على الحفر الامتصاصية بالإحصائيات والنسب المئوية.

الفصل الثالث: الخواص الكيميائية للمياه الجوفية في محافظة غزة

يتناول هذا الفصل بالإحصائيات الخواص الكيميائية للمياه وخاصة عنصري الكلوريد(CL)، والنترات (NO3)، في كل بئر من آبار المحافظة على فترات زمنيه متتابعة لعدة سنوات متتابعة وعلاقتها بتسرب المياه العادمة مرفقة بالجداول، والأشكال البيانية التوضيحية، والخرائط التي توضح آبار التلوث في المحافظة.

الفصل الرابع: الخواص البيولوجية للمياه الجوفية في محافظة غزة

يتناول هذا الفصل بالإحصائيات الخواص البيولوجية للمياه وخاصة بكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم، حيث سيتم دراسة الآثار المترتبة عن تسرب المياه العادمة على الآبار الجوفية من خلال دراسة عينة من الآبار القريبة من الحفر الامتصاصية بالإحصائيات الحديثة على فترات زمنيه متتابعة مرفقة بالجداول، والأشكال البيانية التوضيحية والخرائط التي توضح بؤر التلوث في المحافظة، وسيتم دراسة طبيعة العلاقة بين تلك الفحوصات للآبار وعلاقة النتائج بتركز المياه العادمة.

الفصل الخامس:" النتائج والتوصيات

سيتم عرض أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة وكذلك أهم التوصيات.

الفصل الأول

الملامح الجغرافية والواقع المائي في محافظة غزة

أولاً- الملامح الجغرافية لمحافظة غزة

ثانياً- الخزان الجوفي في محافظة غزة

1- المياه الجوفية

2- أهمية المياه في محافظة غزة

3- الخزان الجوفي وخصائصه الهيدروجيولوجية في محافظة غزة

4- الطبقات الحاملة للمياه في محافظة غزة

5- منسوب المياه الجوفية

6- حركة المياه الجوفية وسريانها

7- الموازنة المائية في قطاع غزة

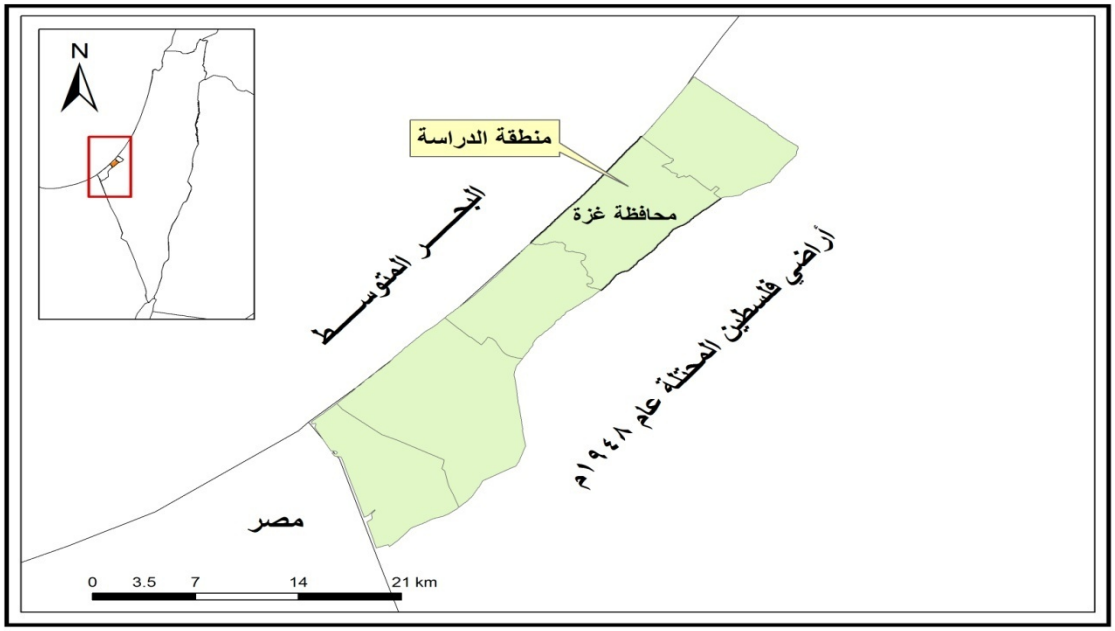
8- الاستهلاك المائي في محافظة غزة

أولا: الملامح الجغرافية لمحافظة غزة.

1- الموقع الفلكي والجغرافي والمساحة.

محافظة غزة هي الجزء الأهم من محافظات قطاع غزة، وتقع بين خطي طول (37' 34°) و(51' 34°) شرقاً، و دائرة عرض(42' 31°) و(54' 31°) شمالاً، يحدها من الشمال محافظة الشمال، ومن الجنوب وادي غزة الذي يفصلها عن المحافظة الوسطى، ومن الشرق أراضي فلسطين المحتلة عام 1948م، ومن الغرب البحر المتوسط، خريطة رقم (1.1)، ويتضح من شكل المحافظة أنها تأخذ الشكل المستطيل، فهي تمتد من الشمال إلي الجنوب لمسافة 12كم، ومن الشرق إلي الغرب لمسافة 7.5كم[1]، أما بالنسبة للمساحة الإجمالية للمحافظة فتبلغ حوالي 72.4كم^2.[2]، وهذه المساحة تشكل ما نسبته 19.9% من مساحة قطاع غزة البالغة 363كم^2.

خريطة (1.1) منطقة الدراسة (محافظة غزة)



المصدر: وزارة التخطيط الفلسطينية بتصرف.[3]

2- مظاهر السطح.

يتميز ساحل محافظة غزة بالاستقامة؛ فهو يخلو من التعاريج مما قلل من إمكانية إقامة موانئ طبيعية، وترجع الاستقامة التامة للساحل إلى عمليات الإرساب التي حدثت في الزمن الجيولوجي الرابع، فعملت تلك الرواسب على تغطية الساحل وانتظامه، أما المظاهر العامة للسطح داخل

---

[1] عمل الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، بناءً على خريطة فلسطين من وزارة التخطيط الفلسطينية.

[2] أكرم حسن الحلاق ، **"استنزاف مصادر المياه الجوفية في قطاع غزة -أسبابه وآثاره"** (رسالة دكتوراه ، غير منشورة ، جامعة عين شمس ، 2002) ص23.

[3] الأطلس الفني لمحافظات قطاع غزة ، وزارة التخطيط والتعاون الدولي ، 1997 ، بتصرف.

المحافظة تتميز بعدم الاستواء، حيث تظهر بعض التلال المرتفعة مثل تل المنطار(85 متر) ويمثل أعلى قمة في المحافظة، وتل القرم (65 متر) وتل الشيخ رضوان (60 متر).[1]

3- التركيب الجيولوجي.

تبرز أهمية دراسة التركيب الجيولوجي للمحافظة في إظهار قيمة الموضع من حيث مدى توفر المياه الجوفية ومستوياتها ونوع الطبقات.[2]

مع بداية الزمن الرابع غطت سطح المحافظة إرسابات قارية تتكون من تكوينات حصوية جرفتها المياه الجارية من جبال الخليل في الشرق، واستمرت عمليات الإرساب القاري خلال الجزء الأوسط والأخير من الزمن الرابع، ثم ترسبت تكوينات رملية اتخذت شكل الكثبان وقد تكونت تربة اللويس أخيراً، وبذلك تكون هذه الإرسابات سبباً في تكوين أرضية المحافظة.[3]

العلاقة بين التركيب الجيولوجي لمحافظة غزة وتكوين الخزان الجوفي.

1- تتميز التكوينات البلايستوسينية المتراكمة فوق أرضية السهل الساحلي لمحافظة غزة والتي تتألف من الرواسب البحرية، والرواسب القارية إضافة إلى الرواسب الرملية المتمثلة في الكثبان الرملية بعظم مساميتها وقدرة المياه على التغلغل في داخلها، وعليه فإن مياه الأمطار تنساب داخل الرواسب، وبناءً على ذلك فقد تتجمع المياه الجوفية في هذه الرواسب على أعماق قريبة من سطح الأرض كما هو الحال في الشريط الغربي لمحافظة غزة، حيث إن هناك إمكانية لخروج المياه من أعماق تقل عن 20متر، في حين قد تتجمع المياه الجوفية داخل هذه الرواسب الحديثة على أعماق بعيدة نسبياً في الجهات الشرقية من القطاع قد تصل إلى أكثر من 70متراً.[4]

2- أما بالنسبة لشمال المحافظة، حيث يتميز هذا النطاق باحتوائه على المياه الجوفية العذبة وخاصة في الطبقات العليا نتيجة لتسرب مياه الأمطار من خلال الطبقات عالية النفاذية غير المشبعة والتي يتراوح سمكها من 30-50م وتتكون أساساً من كثبان رملية ورمل وحصى ذي النفاذية العالية وكان ذلك سبباً في اختيار مواقع الآبار حيث يقع هذا النطاق بين محافظة غزة ومحافظة الشمال.[5]

3- تعد تكوينات الكركار القاري والكركار البحري عظيمة المسامية، وهي المصادر الرئيسة للخزانات المائية الجوفية في جميع قطاع أنحاء غزة.[6]

---

(1) رائد صالحة ، **"مدينة غزة – دراسة في جغرافية المدن"** (رسالة ماجستير ، منشورة ، معهد البحوث والدراسات العربية ، 1997) ص12.

(2) أحمد علي إسماعيل ، **دراسة في جغرافية المدن** (دار الثقافة للنشر والتوزيع ، ط3؛ القاهرة : 1985) ص250.

(3) رائد صالحة ، 1997 ، مرجع سبق ذكره ، ص12.

(4) أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص47.

(5) أحمد اليعقوبي ، **"التقييم الهيدروجيولوجي لنوعية المياه-آبار بلديات محافظة غزة"** ،(سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، أغسطس ، 2008) ص3.

(6) أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص47.

4- تختلف قدرة الطبقات على خزن المياه من طبقة لأخرى تبعاً لاختلاف سمكها بالنسبة لسطح الأرض، وطبيعة هذه الطبقات ونسيجها، وتركيبها العام وحجم المياه المنحدرة والمتغلغلة فيها.[1]
وبالتالي يمكن القول: إن كمية المياه الجوفية تزداد في المناطق الغربية لمحافظة غزة نظراً لتركيبتها الجيولوجية والتي تتكون أساساً من الكثبان الرملية والكركار، والتي يعود تكونها إلى الزمن الجيولوجي الرابع وبالتحديد في عصر البلايوستوسين.

4- مناخ محافظة غزة.

يمكن تلخيص العوامل المؤثرة في مناخ محافظة غزة على النحو التالي:
أ- إن وقوع المحافظة بين دائرتي عرض (42' 31°) و (54' 31°) شمالاً يجعلها فلكياً تقع ضمن العروض المعتدلة الدفيئة بحوض البحر المتوسط.[2]
ب- تتأثر المحافظة بالبحر المتوسط في معظم فصول السنة، ومن المعروف أن المسطحات المائية تعمل على تلطيف درجات الحرارة صيفاً وتخفيف البرودة شتاءً، لذلك فإن تبعية المدينة للمناخ البحري يجعل المدى الحراري فيها قليلاً.

ج- الأمطار.

يعد المناخ عنصراً أساسياً في التأثير على مصادر المياه الجوفية بصورة عامة، وتلعب الأمطار دوراً بارزاً في إيجاد الموارد المائية والتأثير عليها بصورة مباشرة.[3]
حيث تعتبر الأمطار المصدر الرئيس في تزويد الخزان الجوفي بالمياه في منطقة الدراسة، لذلك فإن التذبذب في سقوط الأمطار يتسبب في تذبذب في منسوب الماء ومستواه في الخزان الجوفي.[4]
الجوفي.[4]
ويعتبر حساب كمية الأمطار التي تسقط على المحافظة هي الخطوة الأولى في تقدير الموارد المائية لأي مكان، ولهذا لابد من تحويل بيانات الأمطار النقطية إلى بيانات مساحية، وتمثل في كمية الأمطار التي تسقط على كل المنطقة المعينة وليس على موقع المحطة المناخية فقط.[5]

حيث يقدر متوسط كمية الأمطار التي تسقط على محافظة غزة حوالي "383ملم/سنة"[6]، خريطة رقم (1.2) توضح معدلات الأمطار الساقطة على قطاع غزة من الفترة ما بين (1974-

---

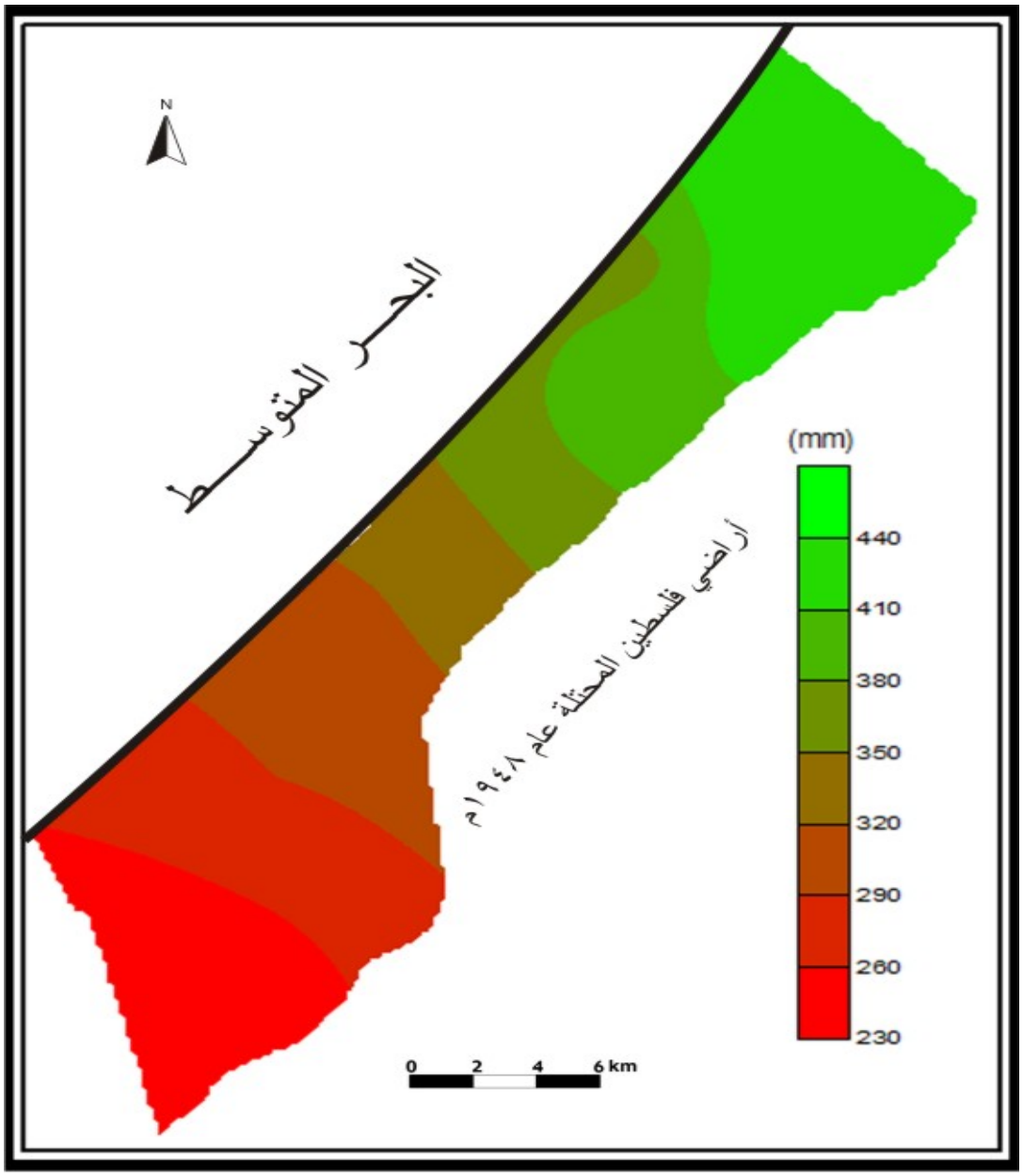
[1] المرجع السابق نفس الصفحة.
[2] عبد العزيز طريح شرف ، **الجغرافية المناخية والنباتية** (ط11؛ دار الجامعات المصرية ، الإسكندرية : 1985) ص254.
[3] نعمان شحادة ، **المناخ العلمي** ، (مطبعة النور النموذجية ، عمان: 1983) ص84.
[4] منصور اللوح ، **"العلاقة بين الأمطار ومنسوب المياه الجوفية في الضفة الغربية"** ، مجلة الجامعة الإسلامية ، سلسلة الدراسات الإنسانية ، المجلد 13 ، العدد 1 ، 2005، ص205.
[5] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص81.
[6] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص83.

2004)، وبناءً على ذلك يقدر معدل مياه الأمطار التي تسقط سنوياً على مجمل مساحة محافظة غزة 27.729.200متر مكعب، وقد تم حساب معدل مياه الأمطار التي تسقط سنوياً على المحافظة على النحو التالي:

حساب المعدل السنوي في محطة أرصاد المطر باعتماد السجلات المطرية للمحطة المناخية الموجودة في المحافظة ، ثم استخراج مجموع مياه الأمطار الساقطة على المحافظة كالتالي:

0.383 x 72.4 x 1.000.000 = 27.729.200متر مكعب.

خريطة (1.2) المعدل السنوي العام للأمطار في قطاع غزة من عام 1974-2004م



المصدر: وزارة الزراعة الفلسطينية 2011م، بتصرف.[1]

[1] المهندس نزار الوحيدي ، قسم التربة والري ، وزارة الزراعة الفلسطينية ، معلومات من تسجيلات 2011 ، بتصرف من الطالب.

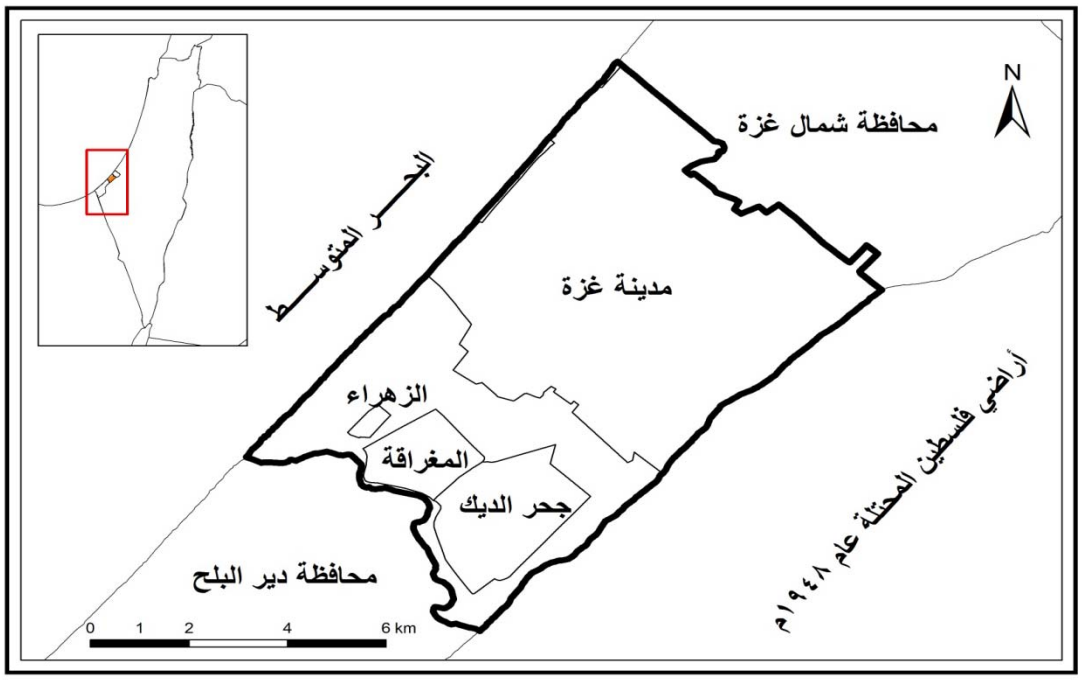
وبالتالي يمكن القول: إن محافظة غزة تعد من المناطق قليلة المطر حيث تتساقط عليها الأمطار في فصل الشتاء من (نوفمبر–أبريل) بفعل أمطار المنخفضات الجوية، ويتركز تساقط الأمطار في شهري ديسمبر ويناير، فعلى سبيل المثال يبلغ متوسط ما سقط على محافظة غزة خلال هذين الشهرين بين عامي 1973–1997 بلغ 210 ملم من متوسط مجموع المطر الساقط عليها وقدره 383 ملم، أي ما نسبته 54.8%.[1]

5- عدد السكان.

يقدر عدد سكان محافظة غزة حسب إحصائية عام 2010 بحوالي "534,558 نسمة"[2]، ومن هنا يمكن القول: إن عدد السكان الكبير في المحافظة يحتاج إلى كمية كبيرة من المياه الصالحة للشرب وبوتيرة متزايدة مع مرور الزمن.

وتحتوى المحافظة على مدينة غزة وهي أكبر تجمع سكاني وهى التجمع الحضري الوحيد في المحافظة وتقع في وسط المحافظة، وتشغل الحيز الأكبر منها، إذ تبلغ مساحتها 55كم^2، كذلك مناطق الزهراء والمغراقة وجحر الديك، حيث تقع هذه المناطق في جنوب المحافظة (الخريطة رقم 1.3) توضح التجمعات السكانية في محافظة غزة، كذلك يوجد مخيم الشاطئ وهو المخيم الوحيد ويقع في شمال غرب المحافظة على مساحة أقل من 1كم^2.[3]،

خريطة (1.3) التجمعات السكانية في محافظة غزة



المصدر: وزارة التخطيط الفلسطينية بتصرف.

---

[1] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص119.

[2] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني ، تقديرات أعداد السكان (قطاع غزة) ، حسب المحافظات في منتصف العام 2010 ، ص30.

[3] (http://www.plord.ps/ar/index.php?act=Show&id=545) 22-1-2011.

أما بالنسبة لأعداد السكان داخل التجمعات السكنية في محافظة غزة مع مساحة كل تجمع يوضحها الجدول رقم (1.1).

جدول (1.1) التجمعات السكانية في محافظة غزة

المنطقة	مدينة غزة	المغراقة	جحر الديك	الشاطئ	الزهراء	المجموع
عدد السكان	483.742	7.039	3.144	37.311	3.322	534.558
المساحة كم2	55	2.6	0.5	0.7	4.6	63.4

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني.[1]

بالنسبة لباقي مساحة المحافظة والبالغة (9كم^2)، فهي تقع خارج نفوذ البلديات، وتدخل ضمن مساحة المحافظة البالغة 72.4كم^2.

6- الكثافة السكانية.

تعتبر الكثافة السكانية في محافظة غزة هي الأعلى بين محافظات القطاع، حيث تبلغ حوالي "7383.4 نسمة/كم^2" علماً بأن مساحة المحافظة تبلغ 72.4كم^2.

ثانيا: الخزان الجوفي في محافظة غزة.

1- المياه الجوفية.

يعد المخزون الموجود تحت سطح الأرض والمعروف بالمياه الجوفية المورد الرئيس للمياه العذبة في العديد من المناطق، وتنشأ المياه الجوفية من تلك المياه المرشحة من سطح الأرض والتي شقت طريقها إلى الطبقات التحتية، وتمر المياه الجوفية المرشحة خلال طبقة غير مشبعة أثناء مسلكها إلى الطبقة المشبعة، وهي التي تعرف بالطبقة الحاملة للمياه والمعروفة باسم الخزان الجوفي.[2]

ويمكن أن يكون هذا الخزان حراً أي: ليس هناك أي طبقات غير منفذة فوق مستوى الماء الجوفي، حيث إن ضغط الماء عند هذا المستوى يعادل الضغط الجوي.[3]

وقد يكون الخزان الجوفي مقيداً وهو عبارة عن طبقة من الصخور المسامية حاملة للمياه محصورة بين طبقتين غير منفذتين من الصخور الصماء، وتتسرب المياه الجوفية في الخزان الجوفي، وتصل إلى مستوى يكون عنده الخزان مشبعاً، ويطلق على هذا المستوى منسوب الماء الجوفي، فمنسوب المياه ليس خطاً أفقياً، بل يتبع شكل طبوغرافية سطح الأرض، ويكون حراً ليرتفع وينخفض طبقاً لظروف تغذية الخزان الجوفي أو استغلاله.[4]

---

[1] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني ، تقديرات أعداد السكان (قطاع غزة) ، حسب المحافظات في منتصف العام 2010 ، http://www.pcbs.gov.ps/Portals/_PCBS/Documents/gover.htm

[2] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص 126-127.

[3] Martin Wanielista, **Hydrology and Water Quantity Control**, (USA: John Wiley & Sons, Inc., 1990, p.353.)، ص127.

[4] محمود السلاوي ، **المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق** ، (الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ،طرابلس: 1986) ، ص25.

وتوجد الخزانات الجوفية في نوعين من التكوينات الجيولوجية: أما النوع الأول– فهو عبارة عن التكوينات المتماسكة التي تتألف من صخور صلبة مع وجود مياه جوفية في شقوقها وصدوعها وتعتمد كمية المياه على أعداد الشقوق ومواقعها الموجودة بها، والنوع الثاني– هو عبارة عن التكوينات غير المتماسكة والمؤلفة من الرمل، والحصى، والحصباء، وغيرها، حيث تتباين كميات المياه الجوفية في هذه التكوينات تبعاً لتلاحم هذه المواد وحجم الحبيبات والفراغ الموجود بها، فالحجر الرملي والكثبان الرملية –مثلاً– تعد تكوينات جيدة لحمل المياه.[1]

والمياه الجوفية هي جزء متمم للدورة المائية، أو الهيدرولوجية، فالدورة تبدأ بالأمطار الساقطة على سطح الأرض ويجري جزء منها في صورة جريان سطحي، بينما جزء ثانٍ يتسرب في الأرض ويستغل من قبل النباتات لإتمام عملية النتح، وجزء ثالث يتبخر من سطح التربة، أما المتبقي من مياه الأمطار والمعروف بمياه التغذية فينصرف إلى باطن الأرض خلال التربة، ليصل إلى الطبقة المشبعة حيث تملأ المياه كل الفراغ بين جزيئات التربة والصخور.[2] وتستمر المياه في التحرك خلال الطبقة المشبعة من مناطق يكون فيها منسوب المياه مرتفعاً باتجاه مناطق يكون فيها منسوب المياه منخفضاً.[3]

2– أهمية المياه الجوفية في محافظة غزة.

تعتبر المياه الجوفية من أهم المصادر المائية التي توليها الدول بالغ الاهتمام للمحافظة عليها، ومنع التلوث البيئي من الوصول إليها، فالتلوث البيئي والاستخدام العشوائي للمياه الجوفية يهددان ثروات المياه الجوفية في العالم.

وبالتالي يمكن القول: إن المياه الجوفية هي المصدر الرئيس والأساس للمياه في قطاع غزة، نظراً لعدم وجود مياه سطحية عذبة، كالأنهار والبحيرات، حيث تستخدم المياه الجوفية في العديد من المجالات أهمها، أنها تعتبر مصدراً للشرب والاستخدام المنزلي، وكذلك تستخدم في الاستهلاك الزراعي والصناعي، حيث يعتبر الماء بعد الهواء من أهم المكونات الضرورية لحياة الإنسان وسلامته، فهو يشكل أكثر من ثلاثة أرباع وزن جسم الإنسان، وقد يستطيع الإنسان العيش أسبوعاً أو أسبوعين، أو أكثر من دون غذاء، ولكن لن يستطيع البقاء من دون ماء لأكثر من عدة أيام.[4]

ونظراً لعدد السكان الكبير في محافظة غزة والكثافة السكانية العالية واعتمادهم بشكل أساسي على المياه الجوفية لكافة الاستخدامات سالفة الذكر، الأمر الذي أدى إلى استنزاف الخزان الجوفي بشكل

---

(1) أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص127.
(2) المرجع السابق ، ص128.
(3) J.E. Watson, **Ground Water: The Hidden Resource**,(without data) p. 1, Internet Source: http://www.mindspring.com/~pure/gndwater.html, نقلا عن رسالة دكتوراه أكرم الحلاق
(4) نائلة انعيم ، **"الماء في الجسم نقصه يعني الموت الزؤام"** ، (مجلة بلسم ، العدد 333) ، البيرة ، فلسطين ، 2003 ، ص10.

كبير جداً، ناهيك عن قلة الجريان السطحي باستثناء وادي غزة الذي يعتبر الحد الطبيعي للمحافظة من جهة الجنوب والذي يعتبر من أكبر أودية فلسطين شبه الجافة من حيث المساحة، حيث يبلغ طوله من الشرق إلى الغرب في قطاع غزة حوالي8 كم، وتقدر مساحته داخل القطاع 29.4كم^2.[1] وتعتبر كمية مياهه قليلة وقد تصل إلى 20 مليون متر مكعب سنويا، أو تقل إلى 2-3 مليون متر مكعب سنوياً وذلك حسب كميات هطول الأمطار في الحوض المائي للوادي وحسب تحكم سلطات الاحتلال في مياه الوادي.[2]

علماً بأن الاحتلال الإسرائيلي أقام العديد من الحواجز والسدود للحد من جريان المياه في الوادي ووصولها إلى قطاع غزة وبالتالي عدم استفادة سكان محافظة غزة من مياه الوادي، الأمر الذي أدى إلى جفاف الجزء الأدنى من الوادي الموجود في قطاع غزة باستثناء فترة سقوط الأمطار الغزيرة في فصل الشتاء، وبالتالي أصبح الوادي مكاناً لصرف المياه العادمة في المجرى وصولاً إلى البحر المتوسط.

3- الخزان الجوفي وخصائصه الهيدروجيولوجية في محافظة غزة.

يعد الخزان الجوفي في محافظة غزة جزءاً من الخزان الجوفي لقطاع غزة والذي هو امتدادٌ للخزان الجوفي الساحلي الذي يمتد على طول الساحل الفلسطيني من جبال الكرمل شمالاً إلى شبه جزيرة سيناء جنوباً، بطول يصل إلى 220كم تقريباً، ومن سلسلة جبال الخليل شرقاً إلى البحر المتوسط غرباً، ويقدر المخزون المائي الحالي للخزان الجوفي الساحلي في قطاع غزة من (4500-6500) مليون متر مكعب.[3]

ويتألف هذا الخزان من مجموعة الكركار البلايستوسينية، والكثبان الرملية المنتمية إلى العصر الهولوسيني، وتضم مجموعة الكركار صخوراً تتألف من الحجر الرملي الكلسي بنوعيه البحري والهوائي، والحجر الرملي المحمر الذي يعرف بالحمرة، إضافةً إلى الغرين (الكمي) والطين والرمال غير المتماسك والكونجلومرات، ويقع الخزان الجوفي تحت المحافظة ويتراوح اتساعه بين 10-15كم من ساحل البحر تجاه اليابس.[4]

---

[1] عبد العظيم مشتهى ، **"الجزء الأدنى من وادي غزة داخل قطاع غزة – دراسة في الجيمورفولوجيا"** (رسالة دكتوراه ، غير منشورة ، 1999) ص65.

[2] محمد غنايم ، **"الوضع الحالي للمياه في فلسطين"** ، معهد الأبحاث التطبيقية ، القدس ، أريج ، نيسان 2001 ، ص6. نقلا عن رسالة ماجستير محمد الزرقا.

[3] سلطة المياه و وزارة الزراعة الفلسطينية ، **"مصادر المياه في فلسطين ، الجزء الأول – قطاع غزة"** ، وثيقة إستراتيجية (1) ، غزة ، فلسطين ، 2009 ، ص5. نقلا عن رسالة ماجستير محمد الزرقا ، ص18.

[4] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص129.

ويتركز هذا الخزان فوق مجموعة الساقية وهي تكوين طيني طميي، وطيني كلسي غير منفذ، قد يحوي الماء ولكنه غير قادر على نقل كمية كبيرة من الماء[1] عن طريق تسرب الماء بين شقوقه لأن المسامية تكاد تكون معدومة في الطين نظراً لدقة حبيباته.

أما بالنسبة لسُمك الخزان الجوفي في محافظة غزة فإنه يتفاوت من منطقة لأخرى، حيث يقدر سمك الخزان في غرب المحافظة حوالي 150متراً تحت منسوب سطح البحر، وعند الحدود الشرقية يتناقص سمك الخزان الجوفي، حيث يتراوح سمك الطبقة المشبعة من الخزان الجوفي ما بين 60-70متراً تقريباً تحت مستوى سطح البحر.[2]

وتنحدر طبقات الخزان الجوفي من الشرق إلى الغرب انحداراً شديداً، بينما تنحدر بصورة هينة من الجنوب إلى الشمال، ولذلك فإن شكل السريان العام للمياه الجوفية في القطاع هو من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي.[3]

4- الطبقات الحاملة للمياه في محافظة غزة.

الطبقات المائية في محافظة غزة تقسم 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 الحبيبات مثل: الطين، والغرين (الطمي)، والصلصال؛ وتسمى بالكركار ويقدر سمك هذه الطبقة من 120 متراً إلى 160 متراً قرب الساحل ويقل السمك كلما اتجهنا شرقاً.

وتعتبر الطبقة الحاملة للمياه قريبة من سطح الأرض، وتتكون من طبقات رملية مشبعة بالمياه، وهذا يجعل المياه العذبة تخرج تلقائياً وتتجمع في قيعان الآبار وتعرف _محلياً_ باسم النزاز.[4]

ويتخلل هذه الطبقة طبقات متداخلة من الطين غير المنفذ تقسم الخزان الجوفي إلى أحواض فرعية (C, B2, B1, A) الشكل رقم (1.1) الذي يوضح القطاع الهيدروجيولوجي للخزان الجوفي الساحلي، أما الطبقات السفلى منه فهي عبارة عن خزانات جوفية مقيدة.[5]

---

[1] ديفيد كيث توود ، **هيدرولوجية المياه** ، ترجمة: رياض حامد الدباغ وحميد رشيد رفيق ، (الموصل: جامعة الموصل ، 1979) ، ص26.

[2] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص130.

[3] يوسف أبومايلة ، **"مشكلة المياه في قطاع غزة"** ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد 22 ، السنة 22 ، (القاهرة: الجمعية الجغرافية المصرية ، 1990) ص105.

[4] أحمد اليعقوبي ، **"مصادر المياه في قطاع غزة"** ، سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، 2005 ، ص2.

[5] نعيم بارود ، **"المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح"** ، مجلة الجامعة الإسلامية ، المجلد العاشر ، العدد الأول ، ص77.

ب.طبقة الطين الصفحي الكتيمة (عصر البليوسين)

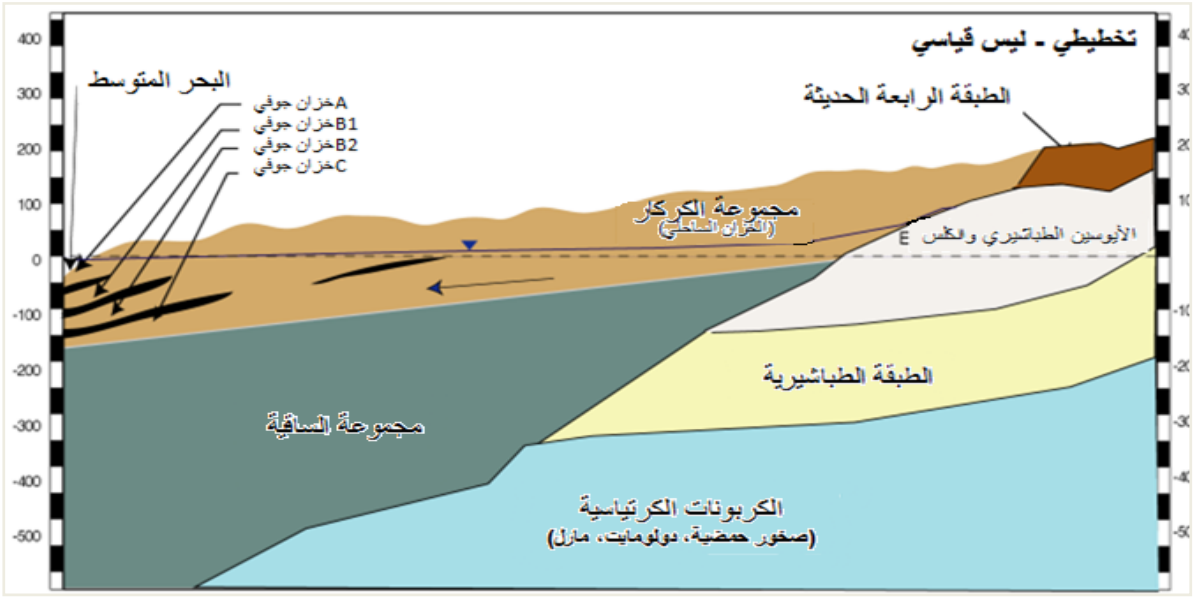
تقع أسفل الطبقة الحاملة للمياه وهي طبقة كتيمة غير منفذة يبلغ سمكها بين 400-600 متراً، وتعتبر الحد الفاصل بين الطبقة المنفذة الحاملة للمياه وطبقة الحجر الجيري التي تحتها، ويمكن الوصول إلى هذا الخزان بعد عملية كسر طبقة الطين الصحفي، وهذا ما يعرف _محلياً_ بالفجر.[1]

ج.طبقة الحجر الجيري (الكريتاسي المتأخر)

تقع أسفل الطبقة السابقة وتتكون من الحجر الكلسي، أو الجيري، وتقدر ملوحة المياه بها بحوالي 8000 جزء في المليون، وهي لا تتصل بالخزان الجوفي الساحلي.[2]

وتعتبر هذه الطبقة هي الأكثر عمقاً والأوفر ماءً، ويصل ضخها من المياه إلى أكثر من 500 متر مكعب في 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 نتيجة لعمقها الذي يصل إلى عدة مئات من الأمتار، ويستغل الكيان الصهيوني هذه الطبقة لتوفر المعدات اللازمة للحفر، وتستمد العيون والينابيع مياهها من هذه الطبقة حيث تندفع المياه عبر الشقوق والصدوع إلى السطح.[3]

شكل (1.1) مقطع عرضي للخزان الجوفي الساحلي



المصدر: سلطة المياه الفلسطينية ، 2010م.[4]

---

[1] المرجع السابق نفس الصفحة.

[2] أحمد اليعقوبي ، 2005 ، مرجع سبق ذكره ، ص2.

[3] شحادة وهدان ، **"محاضرة بعنوان – الوضع المائي في محافظات غزة"** ، وزارة الزراعة ، غزة ، فلسطين ، 2000 ، ص6. نقلا عن رسالة ماجستير محمد الزرقا ، ص20.

[4] مازن البنا ، سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، 2010م.

5- منسوب المياه الجوفية.

نتيجة للاستهلاك الزائد للمياه الجوفية في محافظة غزة للاستخدامات المختلفة مع عدم وجود تعويض بالقدر الكافي للخزان الجوفي، الأمر الذي أدى إلى تناقص منسوب المياه في الخزان الجوفي بشكل كبير، ولاسيما مع التزايد الكبير لأعداد السكان في المحافظة وحاجتهم المتزايدة للمياه الجوفية.

لقد سبب الوضع الهيدرولوجي غير المتوازن من سحب وتغذية المياه مشكلات خطيرة في الخزان الجوفي في القطاع والتي من أهمها، هبوط منسوب الماء الجوفي، وتدني نوعية مياهه، ومن الواضح أن هذا المنسوب له علاقة مباشرة بعملية التغذية، فنتيجة لعدم كفاية كمية التغذية _مثلاً_، الأمر الذي أدى إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية بصورة مستمرة.[1]

لذلك فإنه خلال الفترة الواقعة بين عام 1935 وحتى عام1971 بدأ منسوب المياه ينخفض بصورة تدريجية بسبب عدة عوامل حدثت خلال هذه الفترة، كان من أبرزها تدفق اللاجئين خلال حرب عام 1948، والذين شكلوا حوالي 70% من سكان غزة،[2] إضافة إلى الزيادة السكانية الطبيعية، والتوسع الزراعي وجميعها أثرت على معدلات الاستهلاك، وبالتالي على منسوب المياه، فخلال هذه الفترة وصل منسوب المياه في الجزء الشمالي من القطاع شرق مدينة غزة وفي منطقة دير البلح إلى (متر واحد) تحت مستوى سطح البحر.[3]

وفي عام 1998 استمر هبوط منسوب المياه الجوفية في القطاع، وأدى ذلك إلى حدوث انعكاس لاتجاه حركة المياه من البحر إلى الداخل، أو من الغرب إلى الشرق خاصة في شرق مدينة رفح وحول مدينة غزة، فقد انخفض منسوب الماء الجوفي في المنطقتين إلى أكثر من مترين أسفل مستوى سطح البحر نتيجة السحب المفرط للمياه من الخزان الجوفي.[4]

بلغ أقصى انخفاض للمياه الجوفية 14متراً أسفل مستوى سطح البحر في منطقة رفح جنوب القطاع. وتبين الخريطة رقم (1.4) التناقص الواضح في منسوب المياه الجوفية للعام 2008، ذلك نتيجة الاستهلاك المفرط للمياه خاصة في المناطق الجنوبية والشمالية من القطاع.[5]

---

(1) Zaher S. Kuhail, **"Ground Water Status in the Gaza Strip Since 1935**, Islamic University Journal, vol.4, No.1, (Gaza: 1996), p.46

(2) Sara Roy, **The Gaza Strip: The Political Economy of De-Development**, (Washington, D.C.: The Institute for Palestine, 1995), 31-99

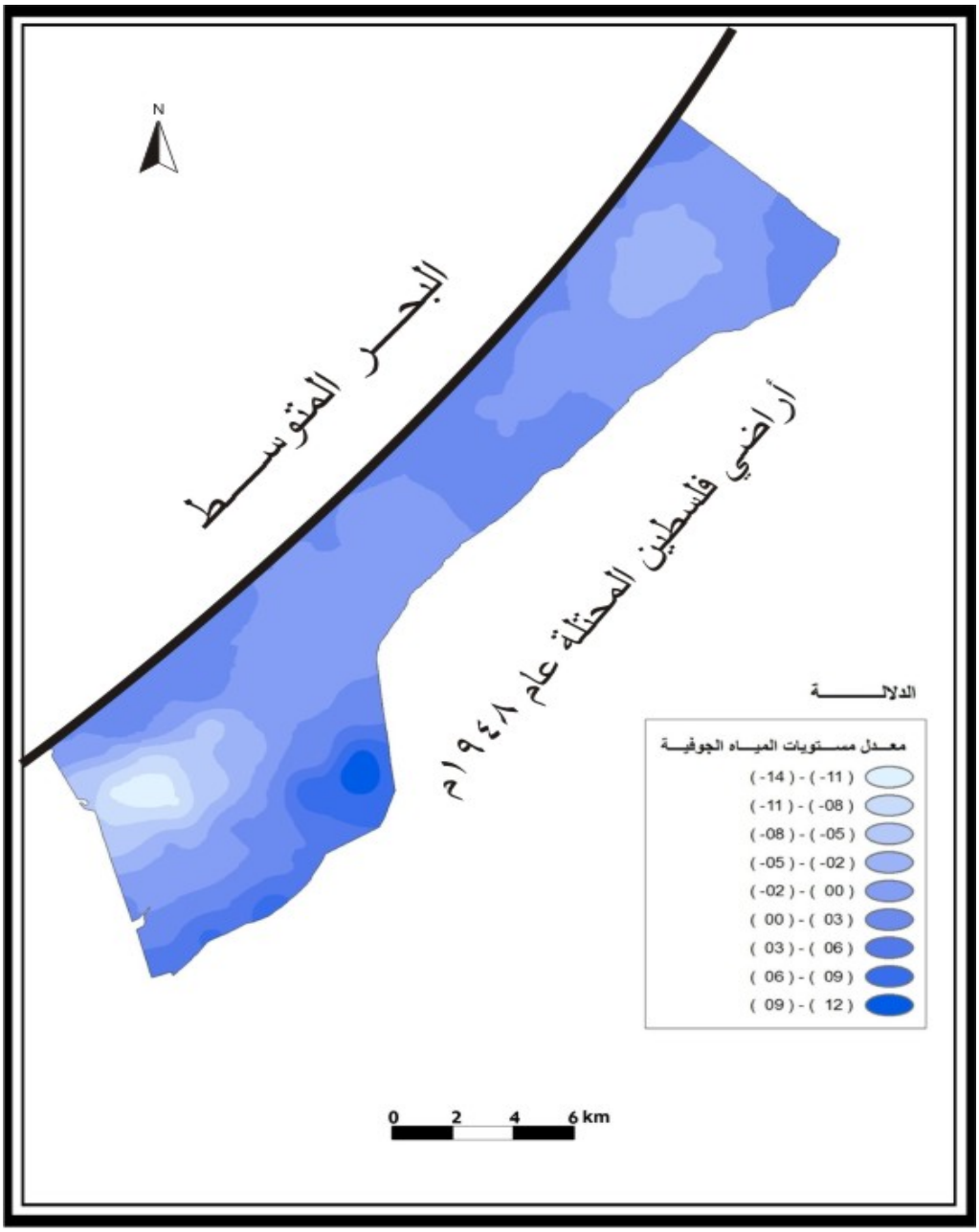
(3) أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص142.

(4) المرجع السابق ، ص146.

(5) وزارة التخطيط والتعاون الدولي ، تقرير بعنوان **"قطاع المياه والصرف الصحي"** ، للعام2010م ، ص2.

ويتضح مما سبق أن منسوب المياه في الخزان الجوفي لمحافظة غزة في تناقص مستمر بناءً على الأدلة سالفة الذكر نتيجة للفارق الكبير بين ما يخرج من الخزان الجوفي، وما يدخل إلى الخزان الجوفي.

خريطة (1.4) منسوب المياه الجوفية في قطاع غزة



المصدر: وزارة التخطيط الفلسطينية، 2010م، بتصرف.[1]

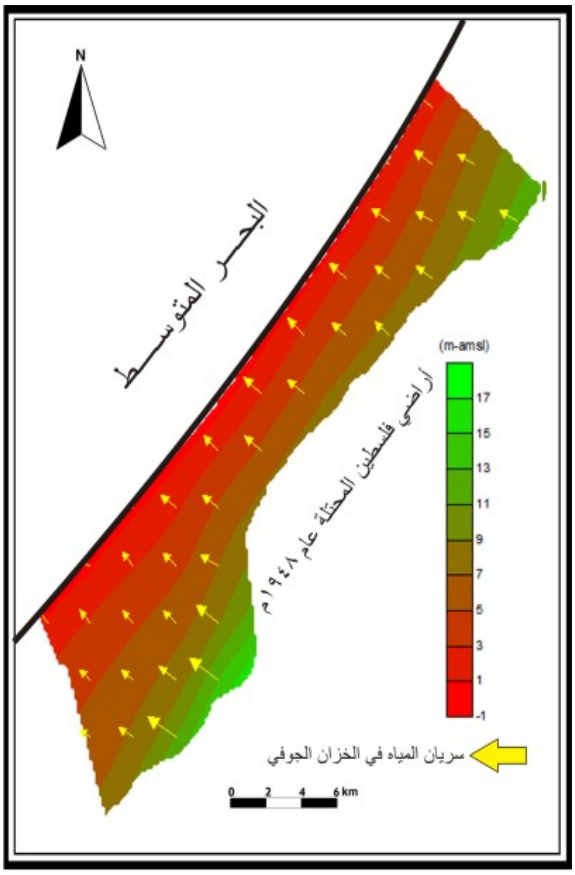
6- حركة المياه الجوفية وسريانها.

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

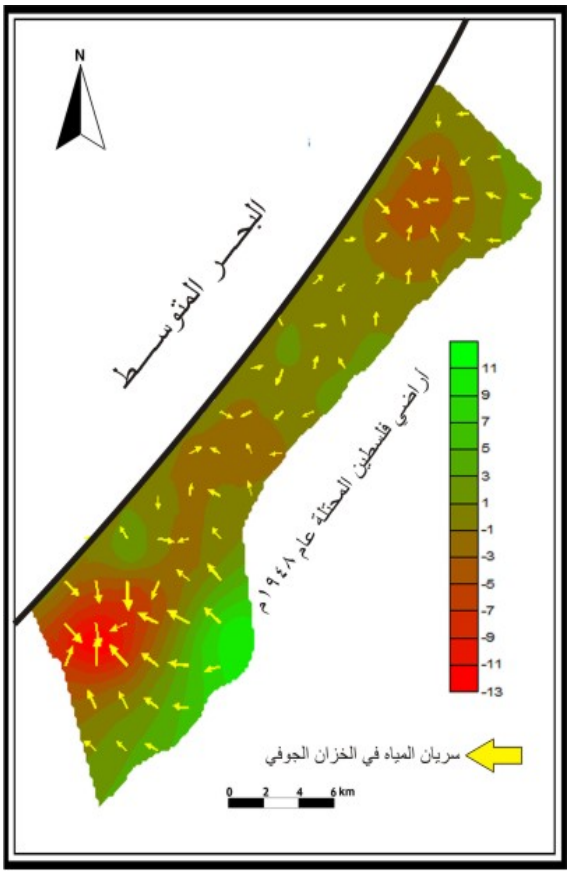
[1] وزارة التخطيط الفلسطينية ، 2010 ، مرجع سبق ذكره ، ص4.

تتأثر إلى حد كبير بمناطق الاستغلال، أو الضخ وبمناطق الشحن، أو التغذية، فقد وصل منسوب المياه في بعض المناطق إلى أقل من مستوى سطح البحر، كما هو الحال في المنطقة التي تقع عليها مدينة غزة، إذ انخفض منسوب المياه إلى (مترين) تحت مستوى سطح البحر؛ مما أدى إلى تحول حركة المياه من الاتجاه الشرقي- الغربي، إلى الاتجاه الشمال الشرقي- الجنوب الغربي.[1] الخريطة رقم (1.5) والخريطة (1.6) توضحان سريان المياه في الخزان الجوفي.

خريطة (1.5) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 1935م



خريطة (1.6) سريان المياه في الخزان الجوفي الساحلي لعام 2007م



المصدر: سلطة المياه الفلسطينية 2008م، بتصرف.

يتضح من الخريطة رقم (1.5) والخريطة رقم (1.6) مدى التغير الكبير الذي حدث لاتجاه سريان المياه في الخزان الجوفي، حيث يتبين من الخريطة رقم (1.5) التي رسمت لعام 1935م أن اتجاه سريان المياه كان يسير بشكل طبيعي من الشرق إلى الغرب باتجاه البحر، بينما يتبين من الخريطة رقم (1.6) التي رسمت لعام 2007م 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

[1] أكرم الحلاق ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص140.

الاستهلاك الكبير للخزان الجوفي، وبالتالي انخفاض منسوب المياه الجوفية؛ مما أدى إلى طغيان مياه البحر على الخزان الجوفي.

7- الموازنة المائية في قطاع غزة.

الموازنة المائية لقطاع غزة هي المدخلات التي تغذي الخزان الجوفي وتشمل مياه الأمطار والجريان تحت السطحي القادم من الشرق من منطقة الخليل، والعائد من الزراعة ومن تسرب مياه الصرف الصحي، ومن تسرب المياه من الشبكة العامة للمياه مطروح منه المياه المستهلكة في الاستخدامات المختلفة (الاستخدام المنزلي والزراعي والصناعي) في السنة، جدول رقم (1.2).

الجدول رقم (1.2) الموازنة المائية في قطاع غزة للعام 2009-2010م

الاستهلاك		العائد	
نوع الاستهلاك	القيمة بالمليون م^3	نوع المياه العائدة	القيمة بالمليون م^3
الاستهلاك الزراعي	90-80	مياه أمطار	25-20
الاستهلاك المنزلي	90	الجريان الطبيعي	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	100-90 مليون متر مكعب		

المصدر: سلطة المياه الفلسطينية ، 2010م.[1]

من الجدول رقم (1.2) نستنتج ما يلي:

1- أن الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية للأغراض المختلفة أدى إلى حدوث عجز كبير في الموازنة المائية يقدر بحوالي من 90-100 مليون متر مكعب، ولاسيما مع الزيادة السكانية الكبيرة التي يشهدها قطاع غزة.

2- نتج عن العجز الكبير في الموازنة المائية تدهور الخزان الجوفي، وذلك من خلال طغيان مياه البحر على الجزء الغربي من الخزان القريب من الساحل، والذي أدى بدوره إلى ازدياد ملوحة المياه.

3- أن الاستهلاك الزراعي للمياه الجوفية يكاد يكون متساوياً مع الاستهلاك المنزلي، والذي يقدر بحوالي 90 مليون متر مكعب، وبالتالي فإن هذين القطاعين يستحوذان على معظم المياه المستخرجة من الخزان الجوفي.

[1] المهندس مازن البنا ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، سلطة المياه الفلسطينية ، معلومات من تسجيلات ، 2010.

4- يمكن القول: إن معظم المياه المستهلكة في محافظة غزة يتم استغلالها ضمن الاستخدام المنزلي، وذلك بسبب قلة الأراضي الزراعية الموجودة في المحافظة، فضلاً عن الزيادة السكانية الكبيرة، وبالتالي فإن الطابع العمراني هو السائد في المحافظة.
5- أن قطاع الصناعة مع استخدامات أخرى استهلاكه للمياه الجوفية لا يتجاوز 20 مليون متر مكعب وهذا يدل على أنه لا توجد صناعة بالمعنى الحقيقي في قطاع غزة، لأنه كلما ازدادت كمية المياه المستخدمة في الصناعة دل ذلك على مدى وجود تقدم صناعي في الدولة، وهذا ما يفتقده القطاع بما في ذلك محافظة غزة.
6- يتضح من الجدول _أيضا_ أن الجريان الطبيعي تحت السطحي القادم من الشرق يقدر بحوالي من 20-30 م^3 وهي كمية قليلة؛ لأن الخزان الجوفي ينحدر من الخليل تجاه البحر المتوسط، ويرجع السبب في ذلك إلى قيام قوات الاحتلال الإسرائيلي بسحب كميات كبيرة من هذه المياه قبل وصولها إلى الخزان الجوفي لقطاع غزة.
7- كذلك فإن كمية مياه الإمطار التي تغذي الخزان الجوفي والتي تقدر بحوالي من 20-25 مليون متر مكعب تعتبر قليلة بسبب قلة وجود مصائد المياه وخاصة في محافظة غزة، لأنه يغلب عليها الطابع العمراني.
8- كذلك فإن العائد من شبكات المياه يقدر بحوالي من 15-20 مليون متر مكعب، وهذا يدل على الكمية الكبيرة للمياه المتسربة من شبكة المياه، أو فيما يعرف بنسبة الفاقد.
9- تقدر كمية المياه العادمة المتسربة إلى الخزان الجوفي بحوالي من 15-20 مليون متر مكعب، وهي كمية كبيرة، الأمر الذي يؤدي إلى تلوث الخزان الجوفي بالمياه العادمة وبالتالي تدهور نوعية المياه الجوفية.

8- الاستهلاك المائي في محافظة غزة.

يقدر إنتاج المياه من الآبار في محافظة غزة والمستهلكة للأغراض المختلفة (المنزلية، الزراعية، الصناعية) حوالي 32.061.269م^3 لسنة 2008م، حيث تعتبر هذه الكمية كبيرة إذا ما قورنت بالمياه المتجددة التي تغذي الآبار، حيث تبين من خلال مجموعة من الدراسات والأبحاث ذات الصلة ومنها " دراسة ياسين وآخرون (2008)، دراسة اليعقوبي (2005)، دراسة طبيل وآخرون (2004)، دراسة الأغا (1999)". أن هناك تدهوراً كبيراً في الخزان الجوفي الساحلي ولاسيما في محافظة غزة، نظراً لعدم وجود مصدر آخر للمياه يعتمد عليه السكان في المحافظة غير المياه الجوفية، الجدول رقم (1.3) يوضح كمية المياه المنتجة والمستهلكة والفاقد من الآبار سنويا في مناطق محافظة غزة، بناءً على إحصائيات سلطة المياه الفلسطينية.

الجدول (1.3) كمية الضخ والاستهلاك والفاقد من المياه الجوفية سنويا في محافظة غزة.

اسم المنطقة	كمية الضخ من الآبار م^3/ سنة	كمية الاستهلاك م^3/سنة	معدل الفاقد م^3/سنة	نسبة الفاقد %
غزة	31.049,516	13.211,718	17.837,798	57.00
جحر الديك	46.770	25.600	21.170	45.00
المغراقة	503.673	198.140	305.533	61.00
الزهراء	461.310	161.890	299.420	65.00
المجموع	**32.061,269**	**13.597,348**	**18.508,921**	

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.[1]

يتبين من الجدول رقم (1.3) أن كمية الفاقد من المياه الجوفية كبيرة جداً، بسبب تسرب المياه من الشبكات، و سرقتها من قبل الناس، حيث إن كمية المياه التي يتم ضخها بشكل يومي لو أنها تصل إلى السكان بشكل كامل لما وجدت هناك مشكلة، ولم يضطر السكان إلى حفر الآبار العشوائية في بيوتهم، والتي تزيد من تدهور الخزان الجوفي واستنزافه.

يصل نصيب الفرد من المياه في قطاع غزة حوالي **(80 لتراً/فرد/اليوم)**، وهذا أقل بكثير مما هو موصى عليه من منظمة الصحة العالمية التي تقدر بحوالي **(150 لتراً/فرد/اليوم).**[2] الجدول رقم (1.4) والذي يوضح معدلات الإنتاج والاستهلاك والفاقد، ونصيب الفرد من المياه الجوفية يومياً في محافظة غزة بناءً على إحصائيات عام 2008م.

[1] المهندس مازن البنا ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، سلطة المياه الفلسطينية ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2008م.
[2] سلطة المياه الفلسطينية ، **تقرير عن الوضع المائي في قطاع غزة** ، 2005 ، ص1.

الجدول (1.4) كميات استهلاك المياه والفاقد ونصيب الفرد يوميا في مناطق محافظة غزة

اسم المنطقة	كمية المياه التي يتم ضخها م3/اليوم	كمية المياه المستهلكة م3/اليوم	كمية الفاقد م3/اليوم	نسبة الفاقد من الكمية المزودة %	نصيب الفرد من المياه المزودة لتر/اليوم	نصيب الفرد من المياه المستهلكة لتر/اليوم
غزة	85067	36196	48871	57.00	163	69
المغراقة	1380	542	838	61.00	196	77
جحر الديك	128	71	57	45.00	41	23
الزهراء	1263	444	819	65.00	380	134
المجموع	**87837**	**37252**	**50585**			

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.[1]

نستنتج من الجدول رقم (1.4) أن كمية الفاقد اليومية تعتبر كبيرة في جميع مناطق المحافظة مع تفاوت نسبة الفاقد من منطقة لأخرى، ويعزى هذا السبب إلى التسرب من بعض الشبكات التالفة، وكذلك السرقات التي تحدث من قبل بعض الأهالي.

يوجد اختلاف كبير بين نصيب الفرد من المياه المزودة في اليوم، وما يتم استهلاكه بالفعل، وهذا يرجع إلى فقدان كمية كبيرة من المياه وهي في طريقها إلى السكان.

ومن هنا يمكن القول بضرورة الصيانة المستمرة لشبكات المياه للحد من مشكلة التسرب، ومن جهة أخرى على الجهات الرسمية القيام بدورها في الرقابة واتخاذ إجراءات صارمة بحق المتسببين بسرقة المياه وعندئذ نضمن وصول كمية كافية ومعقولة من المياه للسكان، وبالتالي نتخلص من مشكلة نقص المياه التي يعاني منها معظم سكان محافظة غزة ولاسيما في فصل الصيف.

[1] سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، المهندس مازن البنا ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2008م.

الفصل الثاني

المياه العادمة في محافظة غزة

1- المصطلحات العامة وتعريفاتها حول المياه العادمة.

2- خدمات صرف المياه العادمة في محافظة غزة.

3- خدمات الصرف الصحي في محافظة غزة.

المقدمة.

تعتبر محافظة غزة من المناطق التي تعاني من شح المياه الأمر الذي يجعل من إمكانية الإستفادة من المياه العادمة أمراً حيوياً وملحاً، ويجب على كل فرد في مجتمعنا أن يدرك أمراً ضرورياً وهو أن كمية المياه الناتجة من الخزان الجوفي في نقص مستمر، حيث يستنزف القطاع الزراعي حوالي 45% من قيمة المياه المستخرجة من الخزان الجوفي والتي تقدر بحوالي 90 مليون متر مكعب سنوياً حسب تقديرات سلطة المياه الفلسطينية.

أولا: المصطلحات العامة وتعريفاتها حول مياه الصرف الصحي.

تشير عبارة الصرف الصحي عادة إلى مياه المجاري الناتجة عن التجمعات السكانية والصناعية، لكن هذه العبارة يستعاض عنها الآن بعبارة المياه العادمة.[1]

1- المياه العادمة (Wastewater) .

تعرف المياه العادمة حسب مشروع قانون البيئة الأردني على أنها المياه الناتجة عن أنشطة الإنسان في السكن، والصناعة، والزراعة وإفرازات الحيوانات، وتحتوي المياه العادمة حسب المصدر على ملوثات عضوية وغير عضوية وجرثومية وإشعاعية وحرارية، وتتواجد الملوثات العضوية وغير العضوية والجرثومية في المياه العادمة على شكل مواد قابلة للترسب ومواد عالقة ومذابة على شكل غروي.[2]

وتنقسم المياه العادمة إلى ثلاثة أنواع:

أ- المياه العادمة المنزلية.

هي المياه الناتجة عن استعمالات المنازل والمؤسسات والمعامل، أو المصانع التي تكون مياهها مشابهة للمياه العادمة المنزلية، ويمكن معالجتها بنفس الطريقة، وتكون المياه العادمة المنزلية عكرة ذات لون مائل إلى الاصفرار، أو داكن، وتحتوي على بقايا الطعام وورق، وغائط، وبول، وكميات هائلة من البكتيريا، والفطريات، والفيروسات، وحيوانات أولية وحيدة الخلية مثل البروتوزوا وحيوانات أكبر حجماً مثل النيماتودا (الديدان الاسطوانية) والحشرات، وتسبب بعض هذه الكائنات الأمراض الخطيرة للإنسان.[3]

---

[1] منظمة الصحة العالمية ، **إدارة استخدام المياه العادمة** ، نشرة رقم (1)- مصر 1991، ص2.

[2] سامح غرايبة ، يحيى الفرحان ، **المدخل إلى العلوم البيئية** (ط4؛ دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان: 1999) ص297.

[3] سامح غرايبة ، يحيى الفرحان ، 1999 ، مرجع سبق ذكره ، ص298.

ب- المياه العادمة الصناعية.

هي المياه الناتجة عن الاستعمالات الصناعية المختلفة والتي تحتوي حسب المصدر على مواد كيماوية ضارة ولا يجب أن يسمح لها بأن تنقل وتعالج مع المياه العادمة المنزلية.

ج- المياه العادمة الزراعية.

تمثل المياه العادمة الزراعية المياه الناتجة عن الأنشطة الزراعية المختلفة، خصوصاً عند استعمال الزراعة المكثفة وتربية الحيوانات، وتحتوي المياه العادمة الزراعية على مواد عضوية سهلة التحلل ولا تشكل خطراً على البيئة عند اختيار الطريقة الملائمة لعمليات المعالجة مثل: إعادة المواد إلى دورتها الطبيعية عن طريق استعمالها في الزراعة والحراج، وتجمع المياه العادمة الزراعية عادة في حفر خاصة ثم تضخ وتنشر على الأراضي الزراعية والحرجية.[1]

2- الحفر الامتصاصية (Cesspits).

يمكن تعريف الحفر الامتصاصية بأنها عبارة عن بئر تحفر بأعماق متفاوتة يتم من خلاله التخلص من مياه الصرف الصحي عن طريق تسربها من خلال التربة المحيطة والكمية المتبقية يتم سحبها أو نضحها بواسطة عربات خاصة بذلك، حيث يتراوح عمق الحفر الامتصاصية ما بين 5-10 أمتار.[2]

أو هي عبارة عن بئر أو حفرة تخزن بها مخلفات الإنسان، أو قاذورات سائلة أخرى، وتبنى من جدران محكمة أو مسامية.[3] ولكنها في الغالب تكون ذات مسامات وفتحات واسعة تسمح للمياه بالتسرب منها.

والذي سيتم التركيز عليه في هذه الدراسة هو المياه العادمة المنزلية، وظاهرة الحفر الامتصاصية لأنها تؤثر بشكل كبير في تلوث المياه الجوفية، وبالتالي ارتفاع نسبة التلوث سواءً الكيميائي وخاصة عنصري النترات والكلوريد، أو البيولوجي وخاصة التوتل كالفورم والفيكل كالفورم، لما تشكله مثل هذه العناصر من خطورة كبيرة ولاسيما إذا ارتفعت عن نسبتها الطبيعية.

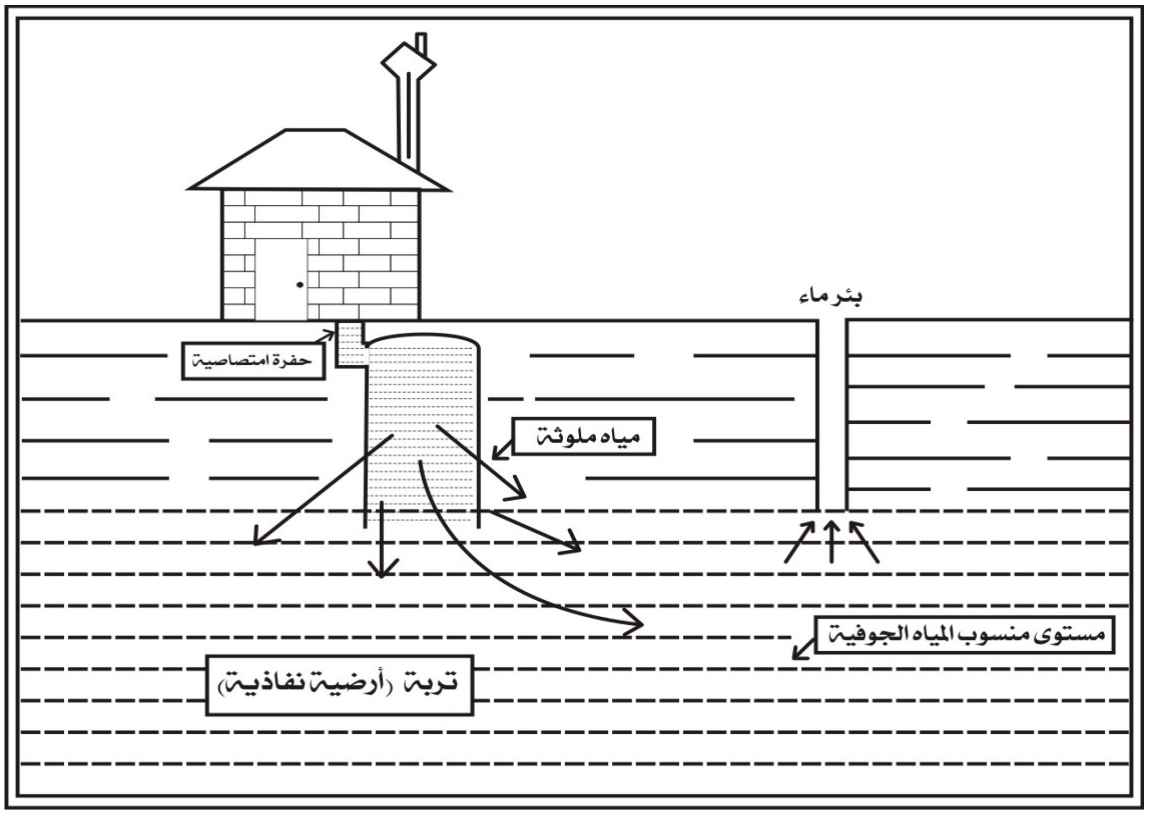
ونظراً لعدم وصول شبكات الصرف الصحي لبعض المناطق في محافظة غزة نجد أن هذه البيوت التي لا تخدمها شبكة المياه العادمة تعتمد في تصريفها على الحفر الامتصاصية، حيث تتسرب نسبة كبيرة من المياه العادمة من خلال فتحات الطوب للبئر، وتصل إلى تحت التربة المحيطة، ومن المعروف أن مياه الحفر الامتصاصية هي مخلفات عالية التلوث، أما المياه المتبقية فيتم

---

[1] المرجع السابق ، ص306.
[2] بلدية خان يونس ، مقابلة مع المهندس أسامة النجار ، 1999.
[3] دائرة الإحصاء المركزية ، قسم البيئة الصناعية ، النتائج الأساسية ، 1998 ، ص22.

تفريغها بواسطة عربات النضح كلما دعت الحاجة إلى ذلك.[1]، الشكل رقم (2.1) يوضح تسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الامتصاصية.

الشكل رقم (2.1) رسم توضيحي للحفرة الامتصاصية



المصدر: الشكل من إعداد الطالب[2]

بالإضافة إلى وجود الكثير من الشبكات القديمة والمهترئة، والتي تسمح بتسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي ، كذلك المياه العادمة المتسربة من أحواض التجميع التي تقع بالقرب من محطة المعالجة في منطقة الشيخ عجلين.

ثانياً: خدمات صرف المياه العادمة في محافظة غزة.

يختلف مستوى خدمة شبكات الصرف الصحي من منطقة لأخرى في محافظة غزة حيث يوجد هناك نمطان من التصريف هما:

1- نظام شبكات الصرف العامة المخدوم من قبل البلديات.

2- الحفر الامتصاصية، وهذا النظام يستخدم غالباً في المناطق الريفية والنائية وأجزاء من المدن غير المشبوكة بنظام شبكة المجاري العامة.

---

[1] فريق عمل **"غزة الملامح البيئية"** ، الجزء الثاني ، غزة 1996م ، ص9.

[2] تم إعادة رسم هذا الشكل بناءاً على دراسة للباحث حسام عيد ، **المياه العادمة في مدينة غزة** ، 1997 ، ص32.

حيث إنه سيتم دراسة كل مدينة من مدن المحافظة.

أ. مدينة غزة.

تعتبر مدينة غزة أكبر تجمع حضري في محافظة غزة من حيث المساحة، وعدد السكان، حيث تقدر نسبة المناطق المخدومة بشبكات الصرف الصحي في مدينة غزة بحوالي 85% من مجمل أحياء المدينة، أما النسبة المتبقية والتي تقدر بحوالي 15%، فهي عبارة عن مناطق غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، لذلك فهي تستخدم الحفر الامتصاصية.

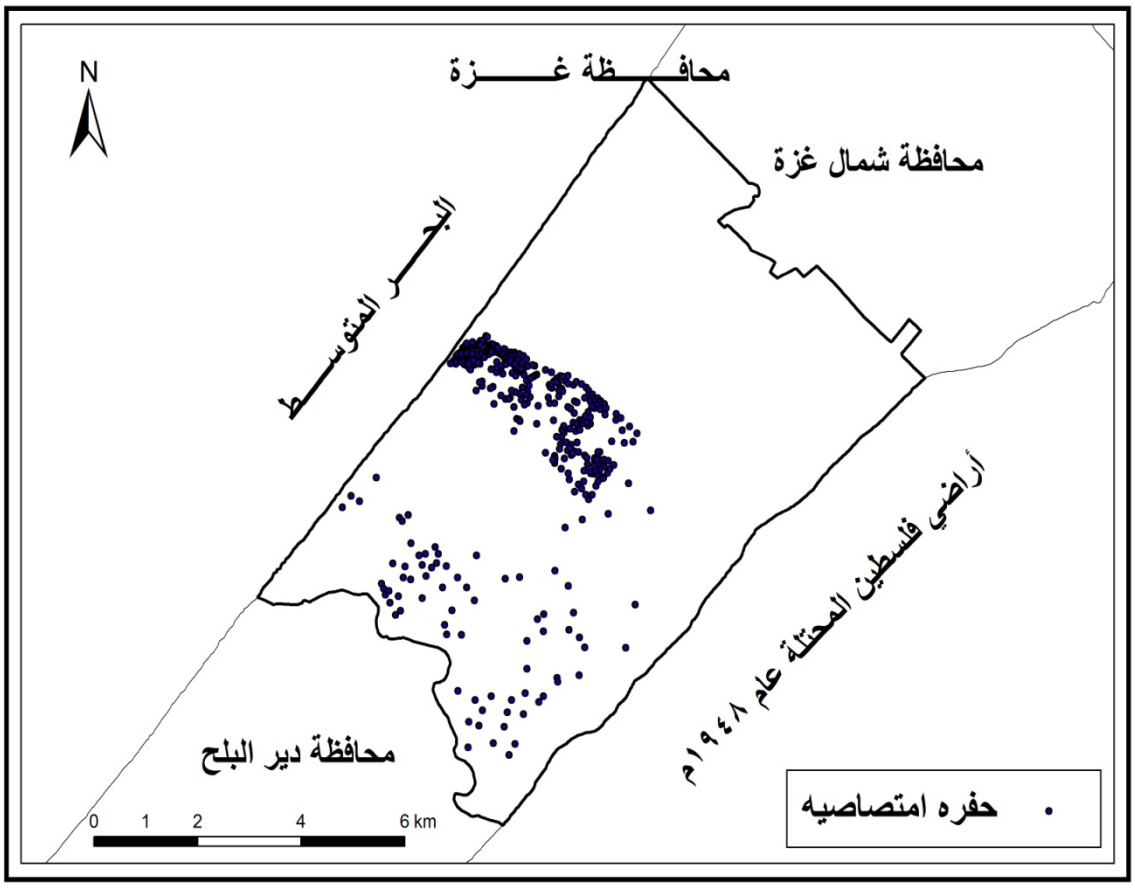
1- يقدر عدد الحفر الامتصاصية في مدينة غزة بأكثر من 400 حفرة موزعة في معظم أحياء المدينة ولاسيما في حي الزيتون، والصبرة، وتل الإسلام.[1]
2- يبلغ عمق الحفر الامتصاصية من 5-10 أمتار ومتوسط قطرها من 1-3 متر.
3- يتم إنشاء الحفر الامتصاصية من حجر البناء المفرغ*، أو من البراميل، والتي يتم تثقيبها، حتى تتسرب المياه العادمة إلى التربة، حيث إن كل الحفر الامتصاصية في مدينة غزة لا يوجد تحتها طبقة صماء تعزلها عن التربة.
4- هناك بعض الحفر الامتصاصية تمكث خمس سنوات ولا يتم نضحها حتى تتشبع التربة بالمياه العادمة وذلك حسب طبيعة التربة ونفاذيتها.
5- تتراوح المدة الزمنية التي يتم نضح المياه العادمة منها من 15-30 يوماً، وذلك حسب عدد السكان ومدى استهلاكهم للمياه.
6- يقدر حجم المياه العادمة في الحفر الامتصاصية في محافظة غزة من 8- 10 م^3 تقريباً.

توزيع الحفر الامتصاصية في أحياء مدينة غزة كما توضحه الخريطة (2.1).

1- الشجاعية 3%.
2- المشاهرة، والزرقة، والبقارة، والشعف 2%
3- الصبرة 2%
4- معسكر الشاطئ، مع النصر الغربي، مع الرمال 2%.
5- تل الإسلام 41%.
6- حي الزيتون 50%

[1] تم الحصول على هذه المعلومات من خلال الدراسة الميدانية التي قام بها الباحث ، 2011م.
*هو عبارة عن حجر يتم إعداده بطريقة خاصة حيث يوجد به فتحات ومسامات تسمح بتسرب المياه إلى التربة المجاورة تحت سطح الأرض وعلى الجانبين.

خريطة (2.1) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في مدينة غزة



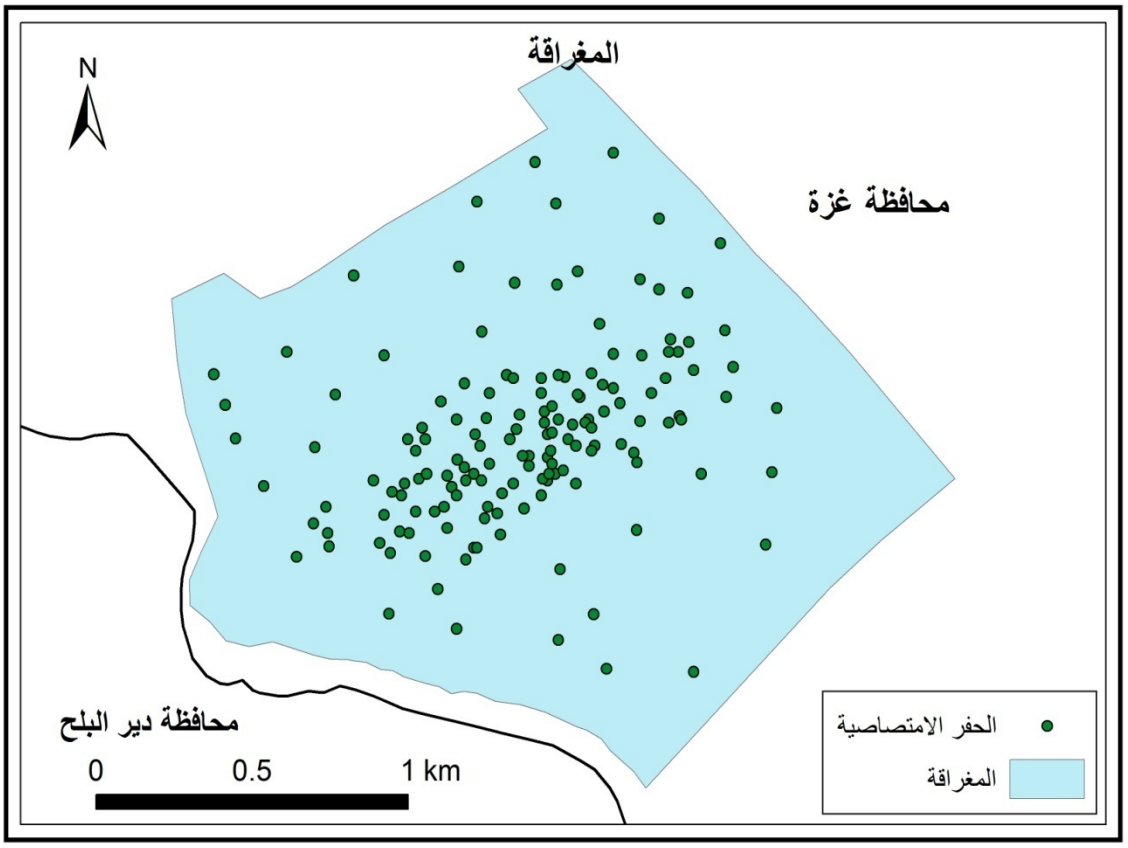
المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.[1]

ب. المغراقة

يقدر عدد الحفر الامتصاصية في منطقة المغراقة 900 حفرة، حيث يتراوح عمق هذه الحفر من 2-3م أما قطرها فيبلغ 2م، حيث تنتشر فيها التربة الرملية، لذلك الأعماق ليست كبيرة، مما يؤدي إلى تسرب كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي إلى الخزان الجوفي نظراً للنفاذية العالية التي تتمتع بها التربة الرملية، كما هو مبين في (الخريطة رقم 2.2) التي توضح التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في المغراقة.[2]

[1] تم إعداد الخريطة بناءا على الدراسة الميدانية التي أجراها الباحث بتاريخ 8-8-2011م.
[2] مقابلة مع المهندس سامي صبح ، مدير قسم المياه والصرف الصحي في بلدية المغراقة ، بتاريخ 6-8-2011م.

خريطة (2.2) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في منطقة المغراقة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.[1]

ج.الزهراء

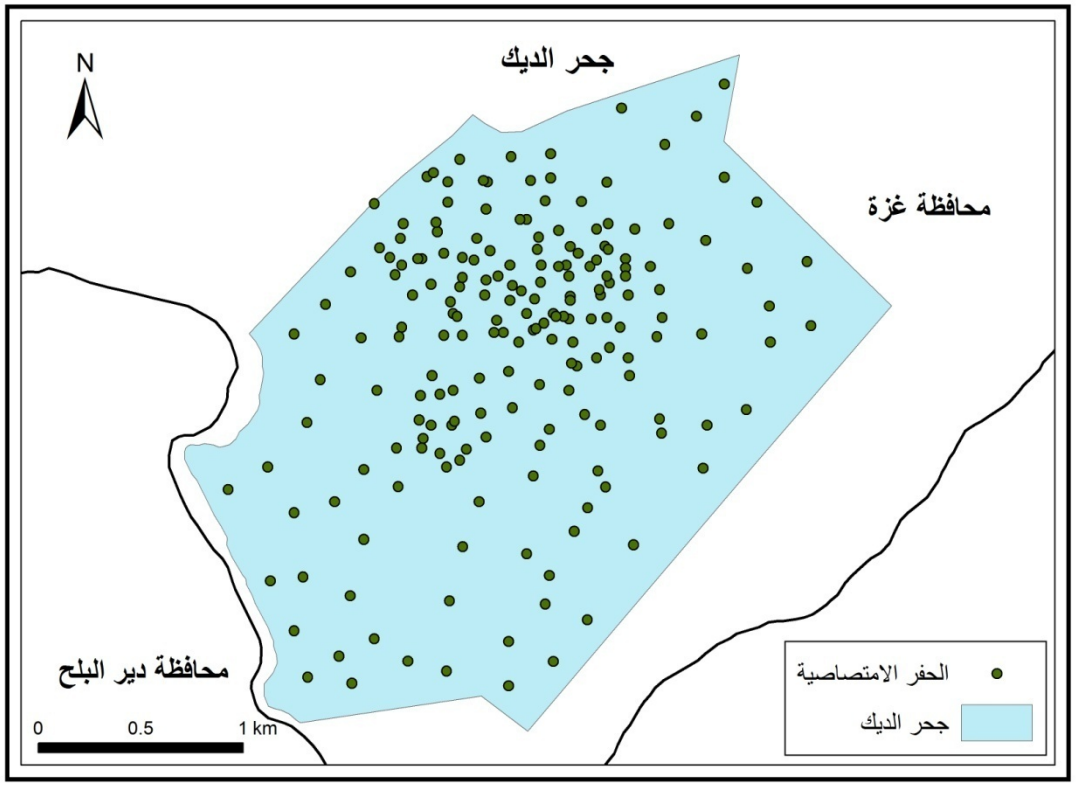
يقدر عدد الحفر الامتصاصية في مدينة الزهراء 50 حفرة، وتوجد خارج النفوذ القديم في مناطق متفرقة من المدينة، حيث يبلغ عمق الحفرة 3 أمتار وعرضها 2متر، وتسود في مدينة الزهراء تربة الكركار،[2] وبالتالي يمكن القول: إن ظاهرة الحفر الامتصاصية تنتشر، ولكن بنسبة قليلة ولاسيما خارج النفوذ القديم، أي المساكن التي بنيت حديثاً على أطراف المدينة، لذلك فهي غير متصلة بشبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإن المياه الجوفية في منطقة الزهراء جيدة كونها لا تتأثر كثيراً بتسرب المياه العادمة.

[1] تم إعداد الخريطة بناءا على الدراسة الميدانية التي أجراها الباحث بتاريخ 8-8-2011م.
[2] مقابلة مع المهندس خالد أبو مدين ، مدير المياه والصرف الصحي في بلدية الزهراء ، بتاريخ 6- 8-2011م.

د.جحر الديك (وادي غزة)

يقدر عدد الحفر الامتصاصية في منطقة جحر الديك 270 حفرة، ويقدر حجم المياه في الحفرة الواحدة من 20–25 كوباً، (الخريطة رقم 2.3) توضح التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في منطقة جحر الديك "وادي غزة".[1]

خريطة (2.3) التوزيع الجغرافي للحفر الامتصاصية في منطقة جحر الديك "وادي غزة"



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.[2]

يتضح من الخريطة رقم (2.3) أن منطقة جحر الديك تعتمد بشكل كامل على الحفر الامتصاصية نظراً لعدم وجود خدمات الصرف الصحي فيها، وبالتالي فإن هذه المنطقة تعاني من تلوث كبير في المياه الجوفية، وخاصة ارتفاع معدل النترات، وبكتيريا التوتل كالفورم، والفيكل كالفورم.

ثالثاً: خدمات الصرف الصحي في محافظة غزة.

المياه العادمة هي المياه المستخدمة في الأغراض المنزلية والصناعية، وكذلك مياه الأمطار، وشبكة المياه الجوفية الداخلة في شبكة الصرف الصحي، الجدول رقم (2.1) يبين المناطق المخدومة وغير المخدومة بشبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة.

---

[1] مقابلة مع المهندس عبد الرحيم حتحت ، مدير المياه والصرف الصحي في بلدية جحر الديك ، بتاريخ 6- 8-2011م.

[2] تم إعداد الخريطة بناءا على الدراسة الميدانية التي أجراها الباحث بتاريخ 8-8-2011م.

وتحتوي المخلفات على مواد عالقة وذائبة تمثل خطراً على الصحة العامة، الأمر الذي يتطلب تجميع هذه المخلفات ومعالجتها، والتخلص منها بواسطة تفريغها في المجاري المائية، أو إعادة استخدامها خاصة أن المياه تمثل القسم الأكبر، حيث تمثل حوالي 99.9% من المخلفات السائلة.[1]

جدول رقم (2.1) المناطق المتصلة وغير المتصلة بشبكة الصرف الصحي في محافظة غزة

التجمع	عدد السكان/نسمة	عدد الوحدات السكنية	النسبة المخدومة بشبكة الصرف الصحي	النسبة المعتمدة على الحفر الامتصاصية
مدينة غزة	483742	74421	%85.00	%15.00
المغراقة	7039	1300	%30.00	%70.00
وادي غزة	3144	800	%00.00	%100.00
الزهراء	3322	850	%90.00	%10.00

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.[2]

يتضح من الجدول رقم (2.1) أن مدينة غزة يوجد بها مناطق غير موصولة بشبكة الصرف الصحي، ولازالت تعتمد على الحفر الامتصاصية، وهي المناطق الجنوبية من المدينة (أطراف المدينة التي بنيت حديثاً) تتمثل في منطقة تل الإسلام، وأطراف حي الصبرة، وأجزاء كبيرة من حي الزيتون، وأجزاء من المشاهرة، والزرقة، والشعف، وجميعها تمثل ما نسبته 15% من مجموع أحياء مدينة غزة غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، أما باقي أحياء المدينة فهي موصولة بشبكة الصرف الصحي وتمثل ما نسبته 85% من مجمل أحياء المدينة.

أما بالنسبة لمنطقة المغراقة لازالت تعاني من عدم وجود شبكة صرف صحي لمعظم أحياء المنطقة، وبالتالي فإن ما يقارب من 70% من أحياء منطقة المغراقة تعتمد على الحفر الامتصاصية في التخلص من المياه العادمة، ويتم نضح هذه المياه عن طريق شاحنات نضح مياه المجاري، وتفريغها؛ الأمر الذي انعكس سلباً من ناحية بيئية على وادي غزة، أما باقي أجزاء المغراقة والتي تمثل ما نسبته 30% فهي موصولة بشبكة الصرف الصحي.

أما منطقة جحر الديك "وادي غزة" فالوضع سيء للغاية، حيث تنعدم شبكة الصرف الصحي في تلك المنطقة، وبالتالي يعتمد السكان بشكل كامل على الحفر الامتصاصية، حيث يتم التخلص من المياه العادمة عن طريق نضحها بواسطة الشاحنات، وتفريغها في وادي غزة؛ الأمر الذي أدى إلى

[1] مقابلة مع المهندس راغب عطاالله مدير قسم الصرف الصحي في بلدية غزة ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2011م.
[2] جمعت هذه البيانات من خلال المقابلات التي أجراها الباحث مع المختصين في الصرف الصحي في بلديات المحافظة.

تدهور نوعية المياه الجوفية بشكل كبير جداً في تلك المنطقة، أما بالنسبة لمدينة الزهراء فخدمة شبكة الصرف الصحي فيها جيدة، حيث تغطي معظم أجزاء المنطقة، حيث تغطي ما نسبته 90%، أما بالنسبة لباقي أجزاء المدينة وتتمثل في البيوت التي بنيت حديثاً فهي غير متصلة بشبكة الصرف الصحي وبالتالي تعتمد على الحفر الامتصاصية وتمثل ما نسبته 10% من مجمل أحياء مدينة الزهراء .

ويرجع سبب انتشار الحفر الامتصاصية في محافظة غزة إلى ما يلي:

أ. عدم اتصال تلك المناطق بشبكات الصرف الصحي نظراً لعدم وجود تمويل كافٍ لتغطية تلك المناطق بشبكة الصرف الصحي؛ الأمر الذي جعل الجهات المختصة تغض الطرف عن هذه الظاهرة.

ب. انخفاض تلك المناطق عن مستوى شبكات الصرف الصحي، مما أدى إلى صعوبة وصلها بالشبكة، ويتضح ذلك جلياً في المنطقة الجنوبية من تل الإسلام، وحي الزيتون جنوب شارع أحمد ياسين .

ج. عدم خضوع الحفر الامتصاصية عند إنشائها للقوانين والمعايير التي تكفل حماية البيئة؛ لأن معظم الحفر تم إنشاؤها دون الرجوع إلى الجهات المختصة، ودون الأخذ بالاعتبار مناطق تجمع المياه الجوفية، ولاسيما المناطق ذات التربة الرملية التي تتميز بنفاذيتها العالية.

حجم المخلفات السائلة وتغير معدلاتها:

تتوقف كمية المياه الداخلة لشبكة الصرف الصحي بصورة مباشرة على الاستهلاك الفردي للمياه، وتتراوح كمية المياه المستهلكة من قبل السكان، والتي تتحول مباشرة إلى مياه مجاري داخل شبكة الصرف الصحي حوالي 90% من حجم المياه العادمة، والنسبة المتبقية 10% تذهب للاستخدام الآدمي (لأغراض الطهي وللشرب).[1]

أعمال التجميع للمخلفات السائلة:

في مدينة غزة يتم تصريف مياه الصرف الصحي في الشبكة بالانحدار الطبيعي لجميع الخطوط، وتستخدم محطات الضخ في مناطق معينة إذا تعذر نقل المخلفات بالانحدار الطبيعي، أو نقل المخلفات إلى محطة المعالجة الرئيسية في حي الشيخ عجلين عن طريق أنابيب الضغط، ويمكن استخدام أكثر من شبكة واحدة لخدمة المنطقة، أما في المغراقة، وجحر الديك (وادي غزة)، والزهراء فيتم صرف المياه العادمة إلى وادي غزة بدون معالجة.

[1] جمعت هذه البيانات من خلال مقابلة أجريت مع المهندس راغب عطا الله ، مدير عام المياه والصرف الصحي في بلدية غزة 2011م.

الفصل الثالث

الخواص الكيميائية للمياه الجوفية في محافظة غزة

أولا: تعريفات عامة حول تلوث المياه.

ثانيا: تلوث المياه الجوفية بعنصر النترات.

ثالثا: تلوث المياه الجوفية بعنصر الكلوريد.

رابعا: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية بالنترات والكلوريد وتسرب المياه العادمة.

أولا: تعريفات عامة حول تلوث المياه.

1-تلوث الماء

تعرف منظمة الصحة العالمية تلوث المياه بأنه أي تغير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبه بطريقة مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو بعضها أو بعبارة أخرى "عبارة عن التغيرات التي تحدث في خصائص الماء الطبيعية والبيولوجية والكيميائية مما يجعله غير صالح للشرب، أو للاستعمالات المنزلية و الصناعية والزراعية".[1]

حيث سيتم دراسة نوعية المياه الجوفية في آبار محافظة غزة وعلى وجه الخصوص التلوث الكيميائي والتلوث البيولوجي، الخريطة رقم (3.1) تبين التوزيع الجغرافي للآبار الجوفية في محافظة غزة.

2-أنواع التلوث المائي.

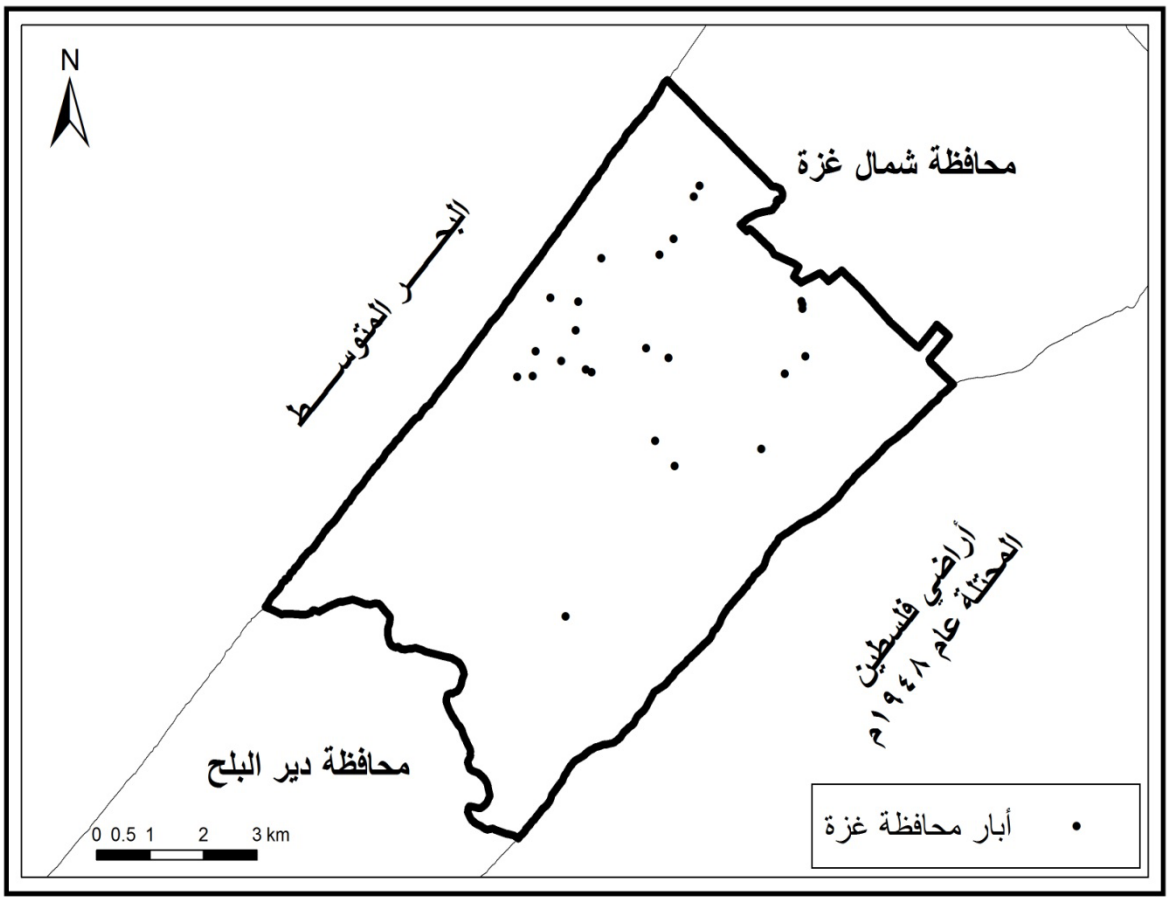
أ.**التلوث الكيميائي:** وهو التلوث الذي يصبح فيه الماء مزعجاً نتيجة لوجود مواد كيميائية خطرة فيه، ويعد التلوث الكيميائي للمياه من أهم المشاكل وأخطرها التي تواجه الإنسان المعاصر، وسيتم تناول هذا الموضوع بالتفصيل خلال هذا الفصل بالإحصائيات والبيانات الحديثة في منطقة الدراسة.

ب.التلوث البيولوجي: ويقصد بهذا التلوث وجود مايكروبات، أو طفيليات في الماء، أو وجود أحياء نباتية بكميات كبيرة تسبب في تغير طبيعة المياه ونوعيتها، وتؤثر في سلامة استخدامها[2]، وسيتم تناول هذا الموضوع في الفصل القادم بالإحصائيات عن منطقة الدراسة.

---

[1] مثنى عبد الرازق العمر، **التلوث البيني** ، (دار وائل للنشر والتوزيع ، الطبعة الثانية ؛ عمان (الاردن) :2010) ص131.
[2] المرجع السابق ، 2010 ، ص132.

الخريطة رقم (3.1) التوزيع الجغرافي لآبار المياه في محافظة غزة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.[1]

3-مصادر تلوث المياه.

- **مصادر التلوث المنزلية**

تعتبر مياه الصرف الصحي المتدفقة من المنازل مصدراً رئيساً لتلوث المياه بكافة أنواعها، حيث تتسبب في انتشار الكثير من الملوثات في المياه الجوفية مثل البكتيريا، والفيروسات، والنترات.[2] فالمواد الكيميائية المخزونة في المنازل بطريقة غير سليمة، أو التي يتم التخلص منها مع مياه الصرف الصحي يمكن أن تكون مصدراً خطيراً لتلوث المياه ومن بين هذه المواد (الأصباغ ، وسوائل التنظيف، والزيوت، والأدوية، والمطهرات.....الخ)

[1] الخريطة من إعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بالاعتماد على معلومات تم الحصول عليها من بلدية غزة ، 2012م.

[2] مثنى عبد الرازق العمر، 2010 ، مرجع سبق ذكره ، ص132.

إن استخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي لها أضرار كبيرة على الصحة العامة، كونها تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية، وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية التي تعيش في وجود الأكسجين، واللاهوائية التي تعيش في انعدام الأكسجين، وهذا ما سنتناوله بالتفصيل خلال هذه الدراسة.

ثانيا: تلوث المياه الجوفية بعنصر النترات.

يعتبر عنصر النترات من العناصر الهامة في نوعية المياه، كونه يعد مؤشراً مهماً لمدى صلاحية المياه للاستخدام الآدمي، وخاصة لأغراض الشرب، فإنه من الجدير التطرق لتركيز هذا العنصر كونه يتأثر بصورة مباشرة بتسرب المياه العادمة، والذي يزداد تركيزه بصورة واضحة في المياه الجوفية، حيث وصل تركيزه إلى معدلات عالية جداً تفوق أضعاف الموصى به عالمياً من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (50 ملجم/لتر)، جدول (3.1) يبين أن الغالبية العظمى من آبار الشرب في محافظة غزة، أي حوالي 95% من الآبار والبالغ عددها 65 بئراً، غير مطابقة كيميائياً للمواصفات العالمية،[1] حيث تتميز بتركيز عالٍ من النترات الذي يتميز بأن أثره تراكمي في المياه، حيث يصل في بعض المناطق إلى أكثر من 200 ملجم/لتر، ومن الجدير ذكره في هذا الموضوع أن النترات تعمل على تكسير كرات الدم الحمراء، والهيموجلوبين في الجسم، حيث أظهرت دراسة الباحث محمد الزرقا، أن زيادة نسبة النترات في المياه الجوفية تؤدي إلى الإصابة بمرض زرقة الطفل ومرض السرطان (سرطان الكبد ، سرطان المريء).[2]

حيث إنه إذا بلغ تركيز النترات في مياه الشرب (45 ملجم/لتر) يؤدي ذلك إلى ظهور أعراض سمية لدى الإنسان ولا تعد النترات بحد ذاتها خطيرة على صحة الإنسان وإنه تنجم الخطورة في مشتقاتها التي يمكن أن تكونها الكائنات الدقيقة الموجودة في القناة الهضمية وأهمها (النتريت NO_2) فهذه تتفاعل مع الهيموجلوبين مكونة ميثاجلوبين حيث لا يستطيع هذا المركب حمل الأكسجين والاتحاد معه الأمر الذي يسبب نقص الأكسجين في كل خلايا الجسم وبالتالي يسبب ظاهرة (الطفل المزرق Blue baby).[3]

من الجدول رقم (3.1) المدرج في الملاحق نلاحظ ما يلي:

1- في بئر الشيخ رضوان A7 نلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادةً واضحةً مابين الأعوام 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في عام 2005 بلغت 174ملجم/لتر، وفي العام

---

[1] كمال الكولك ، ، قسم الصحة الوقائية ، بلدية غزة ، 2012م.

[2] محمد عبد الناصر الزرقة ، **تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيراتها على صحة الإنسان** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الإسلامية – غزة ، فلسطين ، 2010م ، ص ص 62-63.

[3] نعيم بارود ، 2002 ، مرجع سبق ذكره ، ص96.

2007 بلغت 179ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغت 198ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغت 234ملجم/لتر، وهذه الزيادة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية، والمحدد بـ50ملجم/لتر، وبالتالي تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب، ويرجع سبب ارتفاع معدل النترات في منطقة الشيخ رضوان إلى أن مجاري هذه المنطقة كانت تتجمع في بركة الشيخ رضوان، وبالتالي فإنها تتسرب إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة علماً بأن عنصر النترات أثره تراكمي في المياه، أي أنه يبقى ويتزايد مع مرور الزمن.

2- في بئر الشيخ عجلين 4 يتبين أن هناك زيادةً واضحةً ما بين الأعوام 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2005 بلغت 132ملجم/لتر وفي العام 2008 بلغت 136ملجم/لتر وفي العام 2010 بلغت 218ملجم/لتر، وبالتالي تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، ويرجع سبب ارتفاع معدل النترات في منطقة الشيخ عجلين إلى تسرب المياه العادمة من الحفر الامتصاصية، وكذلك تسرب الأسمدة النيتروجينية كون منطقة الشيخ عجلين تعتبر منطقة زراعية.

3- أما بئر المسلخ فيتضح أن هناك زيادةً مضطردةً ما بين الأعوام 2005 – 2010، لأنها لازالت تعتمد على الحفر الامتصاصية بشكل رئيسي حتى الآن، حيث بلغت نسبة النترات في العام 2005 حوالي 39ملجم/لتر وفي العام 2007 بلغت 21ملجم/لتر وفي العام 2008 بلغت 121ملجم/لتر وفي العام 2010 بلغت 158ملجم/لتر، علماً بأن بئر المسلخ يوجد في جنوب مدينة غزة بالقرب من مسلخ البلدية، وهذه المنطقة غير متصلة بشبكة الصرف الصحي، حيث تعتمد بشكل كامل على الحفر الامتصاصية وبالتالي تتسرب المياه العادمة مباشرة إلى الخزان الجوفي دون معالجة وتنتشر فيها الأراضي الزراعية.

4- يلاحظ –أيضاً– أن أعلى قيمة في معدل النترات وجدت في بئر التفاح1، حيث بلغت 355ملجم/لتر، وبذلك تصبح مياه هذا البئر غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، وهذا البئر ما زال يعمل حتى الآن ومياهه لا زالت تصل إلى السكان.

5- يلاحظ –أيضا– أن أقل قيمة في معدل النترات وجدت في بئر مدينة الزهراء للأعوام من 2005 – 2010، حيث بلغت 18ملجم/لتر، وبذلك تصبح مياه بئر مدينة الزهراء صالحة للشرب والاستخدام الآدمي، ومن الجدير ذكره أن مدينة الزهراء معظمها مخدوم بشبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإنها لا تعاني من تسرب المياه العادمة، فضلاً عن وجود طبقة الكركار والتي تساعد في الحد من التسرب.

أما بالنسبة لتغير عنصر النترات فلا يوجد هناك اتجاه واضح للزيادة؛ لأن تركيز عنصر النترات موضعي وخارجي، وهو عبارة عن مصدر تلوث خارجي ليس له علاقة هيدروجيولوجية بزيادة الملوحة.[1] فيلاحظ كما هو مبين بالشكل البياني رقم (3.1) أن التركيز العالي لعنصر النترات يوجد في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

ويعزى السبب في ارتفاع معدل النترات في الآبار الجوفية بمحافظة غزة إلى:

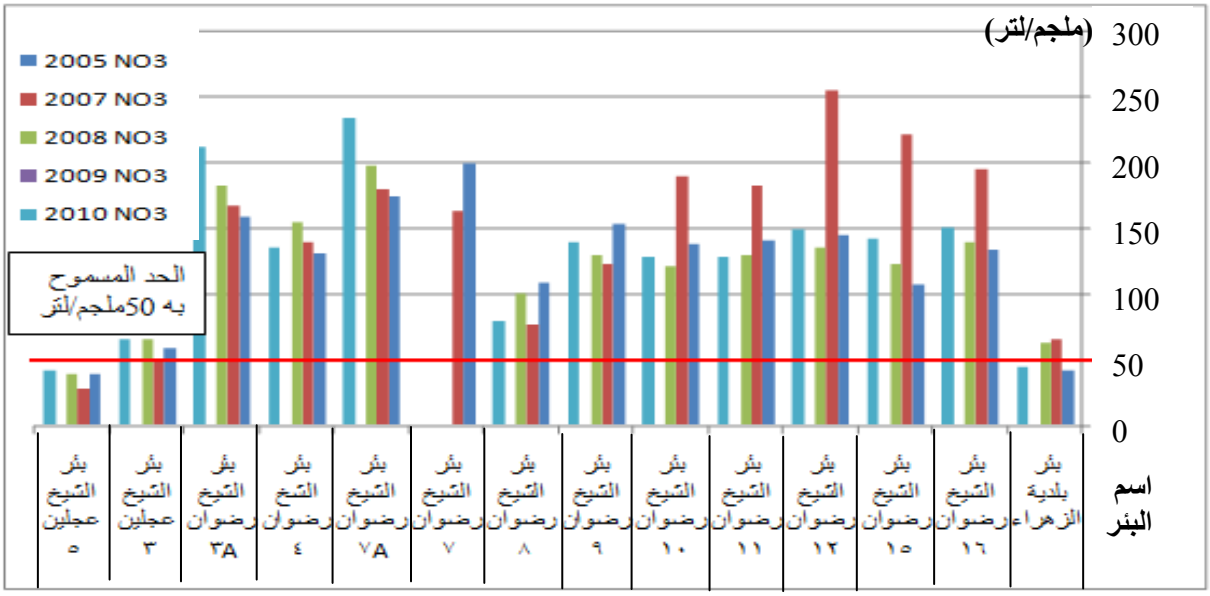
1- تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي.

2- الأسمدة النيتروجينية.

3- النفايات العضوية.[2]

وكذلك كون الطبقات الصخرية غير المشبعة قليلة السمك وعالية النفاذية؛ فذلك أدى إلى تسارع رشح المياه العادمة وتسربها إلى الطبقات الحاملة للمياه، وتلوثها بصورة واضحة.[3]

شكل رقم (3.1) معدل النترات في عينة من آبار محافظة غزة للسنوات من (2005-2010)



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.[4]

يلاحظ من الشكل البياني رقم (3.1) أن معدل النترات يزيد بشكل ملحوظ في الآبار التالية (بئر الشيخ رضوان 12،15،16،11،10،9)، حيث يصل معدل النترات فيها إلى أكثر من 150ملجم/لتر، وفي "بئر الشيخ رضوان 12" القريب من المناطق الزراعية في بيت لاهيا يصل

---

[1] تقرير صادر عن سلطة المياه الفلسطينية ، الوضع المائي في قطاع غزة ، 2005 ، ص9.

[2] كمال الكولك ، 2012 ، مرجع سبق ذكره.

[3] تقرير صادر عن سلطة المياه الفلسطينية ، الوضع المائي في قطاع غزة ، 2005 ، ص9.

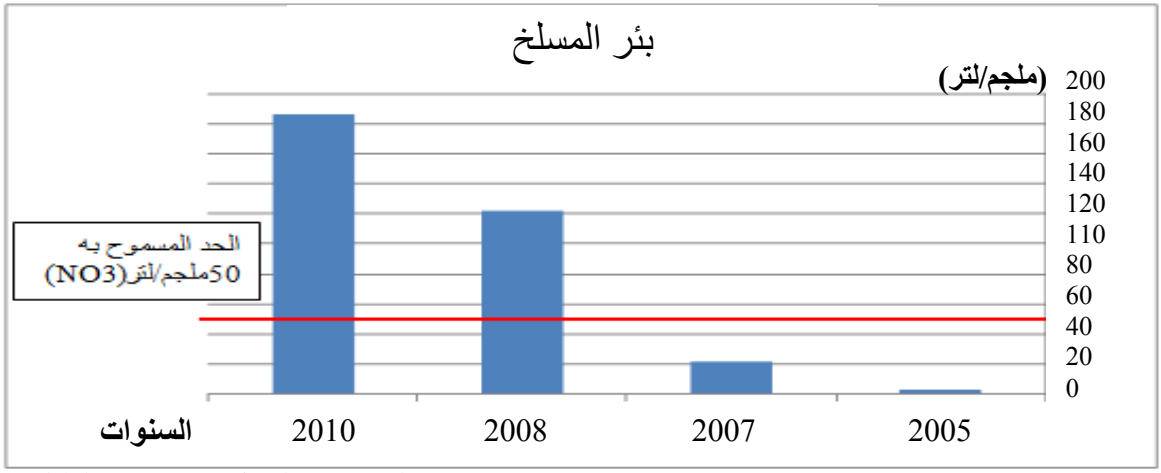
[4] الشكل من إعداد الباحث بناء على معلومات من سلطة المياه الفلسطينية ، 2010م.

معدل النترات فيه أكثر من 250 ملجم/لتر، حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب ومعظمها يعمل حتى اللحظة، ويرجع سبب ارتفاع النترات في هذه الابار أنها تقع في مناطق زراعية في بيت لاهيا، حيث يؤدي استخدام المبيدات الكيميائية والأسمدة الكيميائية والنيتروجينية إلى ارتفاع معدل النترات في تلك الآبار، وفيما يلي عينة من الآبار الجوفية التي توجد بالقرب من مناطق انتشار الحفر الامتصاصية في محافظة غزة تبين تغير معدل النترات فيها، كما تبين من خلال الدراسة الميدانية التي قام بها الطالب.

1-بئر المسلخ

يعتبر بئر المسلخ من الآبار التي تقع في جنوب مدينة غزة، وهذه المنطقة غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، حيث تعتمد بشكل رئيسي على الحفر الامتصاصية في تصريف المياه العادمة، بالإضافة إلى كونها منطقة زراعية وأن هذا البئر يقع ضمن منطقة رملية تسمح للمياه العادمة بالتسرب بسهولة إلى الخزان الجوفي نظراً لنفاذيتها العالية، مما أدى إلى تلوث المياه الجوفية شكل رقم (3.2).

الشكل رقم (3.2) تغير معدل النترات في بئر المسلخ



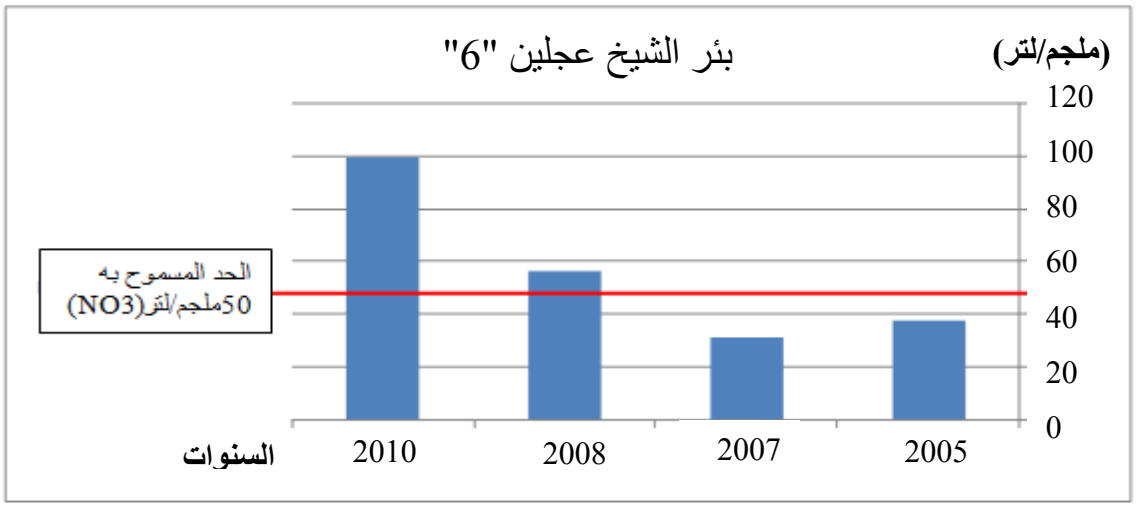
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يتضح من الشكل البياني رقم (3.2) أن معدل النترات في بئر المسلخ آخذ بالارتفاع مع مرور الزمن ما بين الأعوام 2005- 2010، حيث يلاحظ أن الزيادة مطردة، وتزداد في كل عام، يذكر أن بئر المسلخ يوجد في منطقة جنوب حي الزيتون بالقرب من مسلخ البلدية، وهي منطقة غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، كذلك قرب هذا البئر من برك تجميع المياه العادمة في حي الشيخ عجلين، والذي ترتب عليه تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي بدون أي معالجة.

2-بئر الشيخ عجلين 6

يقع بئر الشيخ عجلين في جنوب غرب مدينة غزة، وهذه المنطقة غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، حيث تعتمد بشكل كامل على الحفر الامتصاصية في تصريف المياه العادمة، حيث تتسرب هذه المياه إلى الخزان الجوفي دون معالجة، مما أدى إلى تلوث الخزان الجوفي بالنترات، وزيادة هذا التلوث مع مرور الزمن كما يبينه الشكل (3.3).

الشكل رقم (3.3) تغير معدل النترات في بئر الشيخ عجلين 6



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

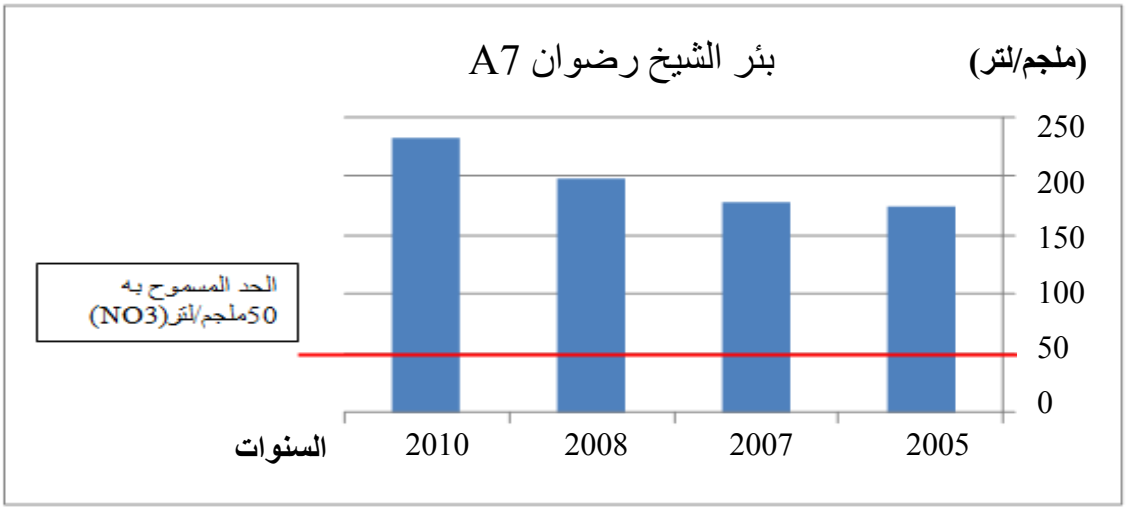
من الشكل رقم (3.3) يلاحظ أن معدل النترات في بئر الشيخ عجلين 6 يزداد بشكل واضح ما بين عامي 2007 – 2010، حيث يصل إلى 100ملجم/لتر في العام 2010، هذا التلوث وهذه الزيادة تجعل من مياه هذا البئر غير صالحة للشرب، ومن الجدير ذكره أن بئر الشيخ عجلين 6 يوجد في منطقة تفتقر إلى وجود شبكة صرف صحي، لذلك تعتمد على الحفر الامتصاصية، علماً بأن هذه الحفر الامتصاصية في تصميمها (بنائها) تفتقر إلى معايير الصحة البيئية (المواصفات القانونية)، حيث إنه لا توجد قاعدة من الخرسانة أسفل الحفر الامتصاصية تحول دون تسرب مياه الصرف إلى التربة ومن ثم إلى الخزان الجوفي؛ لتأخذ مدة أطول حتى تمتلئ بالمياه العادمة.[1]

3-بئر الشيخ رضوان A7

يقع بئر الشيخ رضوان A7 في حي الشيخ رضوان، وهذه المنطقة كانت تصرف مياهها العادمة في بركة الشيخ رضوان التي كانت مخصصة أصلا لتجميع مياه الأمطار لأن تربتها رملية تتميز بنفاذيتها العالية، ومع صرف المياه العادمة إليها من مختلف مناطق الشيخ رضوان ازداد الأمر سوءاً، الأمر الذي أدى إلى تلوث الخزان الجوفي كما هو مبين في الشكل (3.4).

[1] مقابلة مع عماد الداية مدير دائرة الكسح في بلدية غزة ، بتاريخ 5-8-2011م. .

الشكل رقم (3.4) تغير معدل النترات في بئر الشيخ رضوان A7

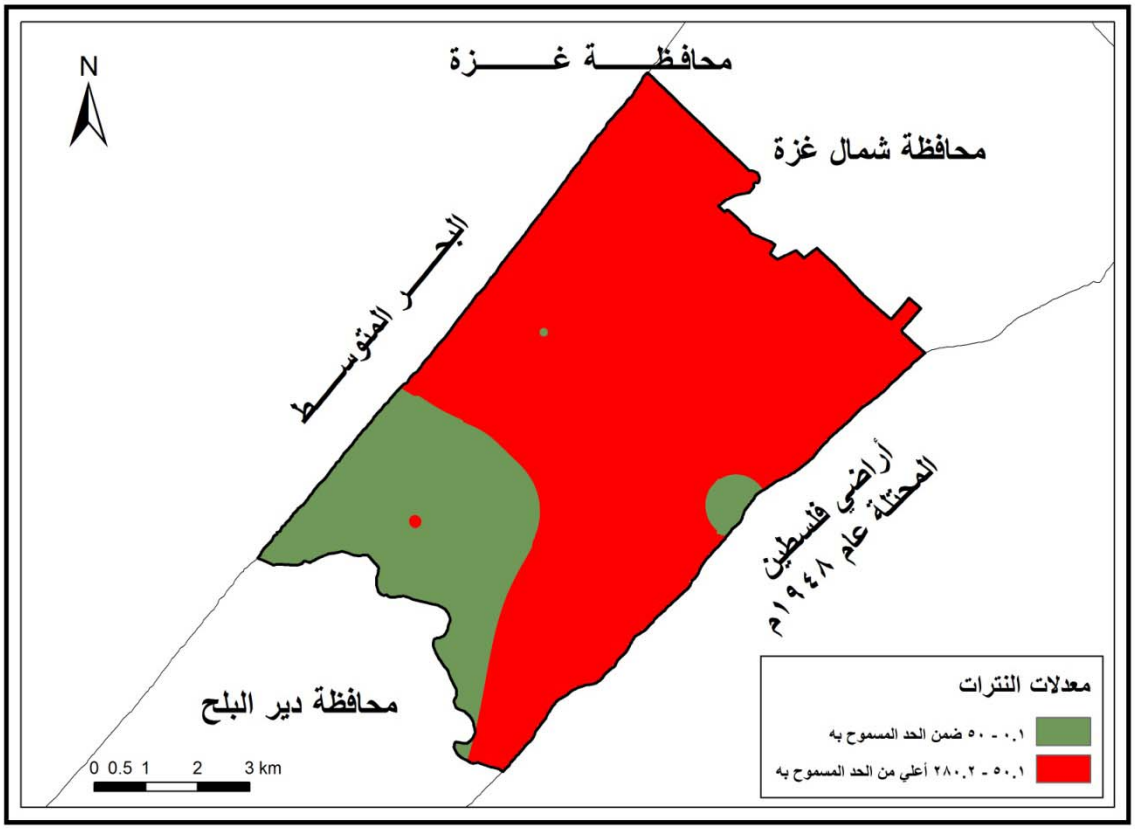


المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يتضح من الشكل البياني رقم (3.4) أن معدل النترات في بئر الشيخ رضوان A7 آخذ بالارتفاع مع مرور الزمن ما بين عامي 2005 – 2010، يذكر أن منطقة الشيخ رضوان كانت تعاني في السابق من تجمع المياه العادمة (بركة الشيخ رضوان)، الأمر الذي يؤدي إلى تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي دون معالجة، وبذلك تصبح مياه بئر الشيخ رضوان A7 غير صالحة للشرب؛ مع العلم أنه مع مرور الزمن يزداد التلوث، ولاسيما مع زيادة الضخ، والاستهلاك، وقلة الوارد، أو العائد إلى هذه الآبار.

يتبين مما سبق ذكره من بيانات، وجداول، وما تم توضيحه من أشكال بيانية حول نوعية عنصر النترات في المياه الجوفية في محافظة غزة أن معظم آبار مياه المحافظة غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي كما تبينه الخريطة (3.2).

خريطة (3.2) المناطق التي يتركز فيها عنصر النترات في آبار مياه محافظة غزة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.

يتبين من الخريطة رقم (3.2) التي تم إعدادها باستخدام برنامج (ARC GIS)، وبالتحديد برنامج التحليل المكاني أن معظم مناطق محافظة غزة تقع ضمن دائرة الحد الذي يفوق المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب، أي أكثر من 50 ملجم/لتر، ويشمل معظم أجزاء مدينة غزة، وجحر الديك "وادي غزة"، وأجزاء من المغراقة، حيث تعاني تلك المناطق من ارتفاع في معدل النترات في المياه الجوفية نظراً لوجود تسرب للمياه العادمة في تلك المناطق، أما بالنسبة لمدينة الزهراء، فتقع ضمن الحد المسموح به، أي أقل من 50 ملجم/لتر، وسبب ذلك أن منطقة الزهراء مخدومة بشبكة صرف صحي تغطي معظم أجزاء المدينة، وبالتالي لا يوجد فيها تسرب للمياه العادمة وفقاً لنتائج فحوصات آبار الشرب التي تم الحصول عليها من سلطة المياه، فضلاً عن وجود تربة الكركار في مدينة الزهراء والتي تحد من تسرب المياه العادمة.

ثالثا: تلوث المياه الجوفية بعنصر الكلوريد.

يعتبر عنصر الكلوريد من العناصر الهامة الموجودة في الماء إن لم يكن العنصر الأساس الذي يحدد مدى صلاحية المياه للشرب، أو الاستخدام الآدمي، وبالتالي فإنه من الضروري دراسة عنصر الكلوريد في المياه الجوفية لمحافظة غزة، كونها تعد المصدر الرئيس لمياه الشرب،

والاستخدامات الشخصية الأخرى، علاوة على ذلك وقوع قطاع غزة ضمن المناطق شبه الجافة، وبالتالي ندرة مصادر المياه فيها.

بالنسبة لنوعية المياه الجوفية في محافظة غزة وتلوثها بعنصر الكلوريد، ومدى صلاحيتها للاستخدام الآدمي والمنزلي وبالاعتماد على نتائج تحليل مياه آبار بلديات المحافظة الموضحة في الجدول رقم (3.2)، فإن معظم الآبار – إن لم يكن جميعها– يرتفع فيها معدل الكلوريد، بل يصل في كثير من الأحيان إلى 500 ملجم/لتر، وهذا أعلى بكثير من المعدل الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحددة بـ250 ملجم/لتر، ومن الملاحظ أن الآبار الواقعة ضمن مناطق الكثبان الرملية تتميز بتركيز منخفض من عنصر الكلوريد نتيجة لتأثرها برشح مياه الأمطار وتسربها.[1]

من الجدول رقم (3.2) المدرج في الملاحق نلاحظ ما يلي:

- في **بئر الشيخ رضوان 8** نلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين الأعوام 2005 – 2010 حيث كانت الزيادة مطردة، في عام 2005 بلغت 1800ملجم/لتر، وفي العام 2006 بلغت 2469ملجم/لتر وفي العام 2009 بلغت 10690ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغت 3657ملجم/لتر، وبالتالي تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب، ويرجع السبب في هذا الارتفاع الكبير إلى كمية المياه الكبيرة التي يتم ضخها واستهلاكها من بئر الشيخ رضوان 8، وبالتالي انخفاض منسوب الخزان الجوفي؛ مما يؤدي إلى زيادة تركز عنصر الكلوريد في المياه الجوفية، لذلك ينبغي ترشيد استهلاك المياه الجوفية، والبحث عن بدائل أخرى يتم من خلالها توفير المياه؛ لتخفيف الضغط عن الخزان الجوفي للحفاظ على منسوب المياه الجوفية، يذكر أن هذا البئر قد تم إيقاف العمل به من قبل بلدية غزة، نظراً لارتفاع نسبة الملوحة فيه.

- في **بئر الشيخ عجلين1** يتبين أن هناك زيادة واضحة ما بين الأعوام 2005 – 2010 حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2005 بلغت 2054ملجم/لتر، وفي العام 2006 بلغت 2341ملجم/لتر، وفي العام 2007 بلغت 2954ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغ المعدل 2477ملجم/لتر، وفي العام 2009 بلغ المعدل 1000ملجم/لتر، وبالتالي فإن جميع المعدلات في بئر الشيخ عجلين 1 تفوق المعدل المسموح به بسبب طغيان مياه البحر المتوسط على الخزان الجوفي نظراً لانخفاض منسوب المياه الجوفية إلى ما دون مستوى سطح البحر.

[1] الوضع المائي في قطاع غزة ، 2005 ، مرجع سبق ذكره ، ص6.

هذا وتجدر الإشارة بأن هناك زيادة ملحوظة في المناطق المجاورة للشريط الساحلي انعكاساً لظاهرة اندفاع وتداخل مياه البحر كما هو مبين في (آبار مخيم الشاطئ (1 ، 2 ، 3)، وبئر الشيخ عجلين1)، وهذه الظاهرة الخطيرة بدأت تظهر بوضوح خلال السنوات العشر الأخيرة وخاصة في المناطق الشمالية من قطاع غزة وبامتداد أفقي وصل إلى حوالي 2 كم في اليابسة مما هدد معه صلاحية العديد من آبار المياه الموجودة هناك سواء كانت آبار زراعية أو منزلية (بلدية)، وهذه الظاهرة وبلا شك ستزداد اتساعاً ورقعة مع الوقت حال الاستمرار في الاعتماد على المياه الجوفية كمصدر وحيد لتلبية احتياجات سكان محافظة غزة.[1]

- في **بئر الصبرة 3– شحيبر** يتبين أن هناك زيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين الأعوام 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2007 بلغت حوالي 553ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغت523ملجم/لتر، وفي العام 2009 بلغت 497ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغت 4427 ملجم/لتر، وبالتالي تصبح مياه بئر الصبرة 3 غير صالحة للشرب.

- نلاحظ أن معدل الكلوريد في **بئر المغراقة 1** بلغ 250ملجم/لتر في عام 2007، وهذه النسبة مطابقة للمعدل المحدد من قبل منظمة الصحة العالمية.

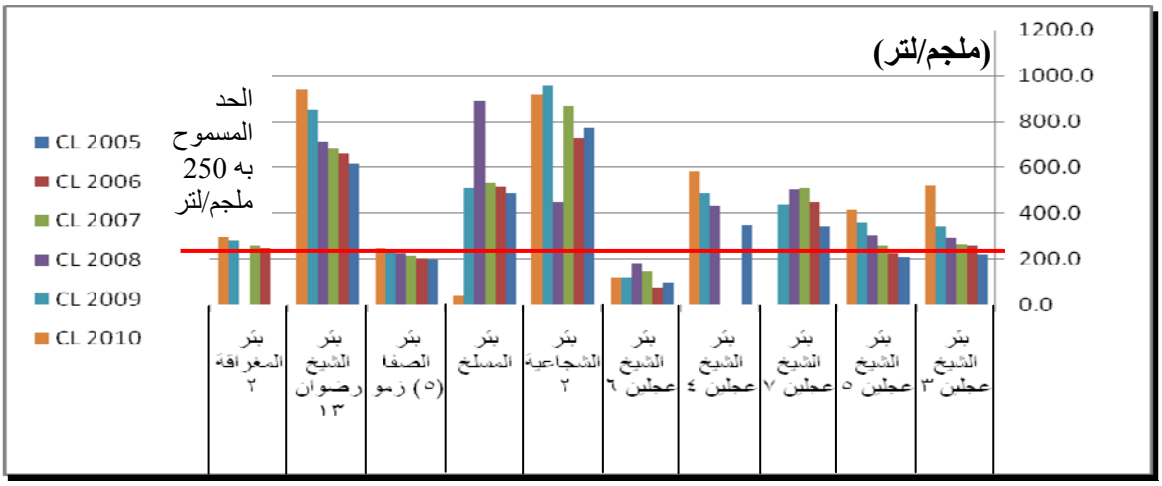
- نلاحظ أن معدل الكلوريد في **بئر الشيخ عجلين 6** بلغ حوالي 117ملجم/لتر في عام 2010، وهذا المعدل جيد وهو أقل من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية.

- يلاحظ –أيضاً– أن أقل قيمة في معدل الكلوريد وجدت في بئر المسلخ، حيث بلغت 42 ملجم/لتر، وهذا المعدل أقل من المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمحدد بـ250ملجم/لتر، الجدول رقم (3.5) يبين معدل الكلوريد في عينة من آبار محافظة غزة.

وكما هو معروف فإن المياه العذبة يليها عمقاً طبقات ذات ملوحة عالية ومع الاستمرار في الضخ الجائر الغير منظم تندفع المياه الأكثر ملوحة إلى أعلى وهذا ما حصل فعلاً في العديد من آبار المياه الجوفية في محافظة غزة والواقعة في المناطق الشرقية والجنوبية حيث يتميز الخزان الجوفي بقلة سماكته واختراق الآبار للجزء الأكبر من الطبقات الحاملة للمياه مما أعطي فرصة كبيرة لاندفاع المياه المالحة.[2]

[1] الوضع المائي في قطاع غزة ، 2005 ، مرجع سبق ذكره ، ص8.
[2] الوضع المائي في قطاع غزة ، 2005 ، مرجع سبق ذكره ، ص8.

شكل رقم (3.5) معدل الكلوريد في عينة من آبار محافظة غزة للسنوات من (2005-2010)



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يتضح من الشكل البياني رقم (3.5) ،أن معدل الكلوريد في تلك الآبار مرتفع بشكل كبير، وذلك في الفترة ما بين عامي 2005 – 2010، في بئر الشجاعية 2 بلغ معدل الكلوريد 959ملجم/لتر، وفي بئر الشيخ رضوان 13 بلغ المعدل 943ملجم/لتر، وهو في تزايد مع مرور الزمن، وفي بئر المسلخ 889ملجم/لتر، وفي بئر الشيخ عجلين 3 بلغ المعدل 524ملجم/لتر، لذلك فإن جميع الآبار البحرية أعلاه غير صالحة للشرب، أو للاستخدام الآدمي؛ لأنها تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمحدد بـــ250ملجم/لتر، ويعزى السبب في الزيادة المستمرة في معدل الكلوريد هو زيادة معدل الضخ والاستهلاك؛ الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض منسوب الخزان الجوفي، وبالتالي يزداد تركيز عنصر الكلوريد في المياه الجوفية.

- من خلال المقابلات التي أجراها الطالب مع المختصين، ومن نتائج العينات تبين أن سبب ارتفاع نسبة الكلوريد تتمثل في:-

1- طغيان مياه البحر على الخزان الجوفي.

2- الحت الذي تتعرض له الصخور.

3- مكبات النفايات.

4- محطات المعالجة.

5- انخفاض منسوب الخزان الجوفي نظراً للاستهلاك المفرط للمياه، وبالتالي يصبح تركيز الأملاح فيها كبيراً، ومن الجدير ذكره أن الكلوريد أثره تراكمي في المياه.[1]

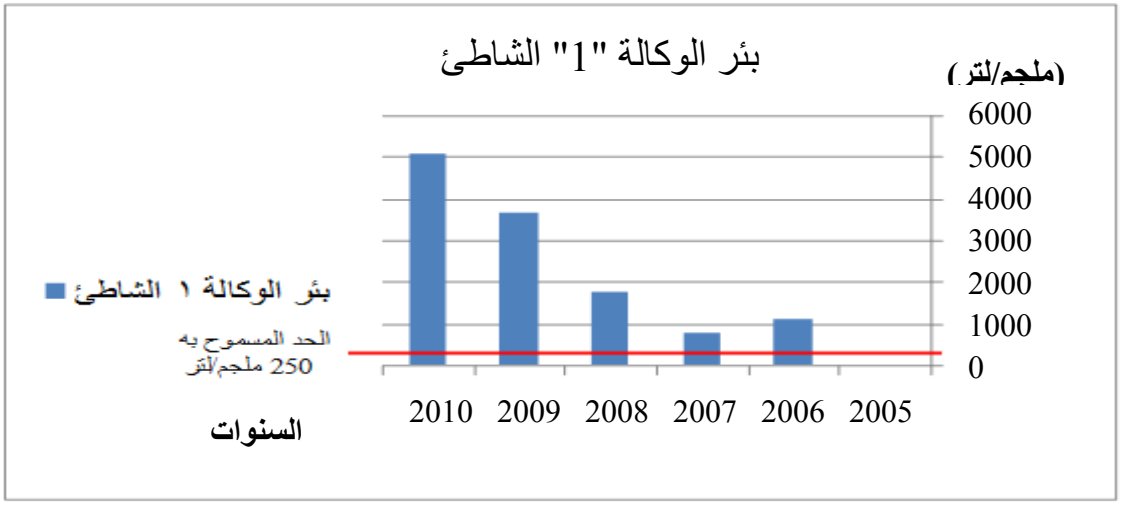
[1] مقابلة أجراها الباحث مع م. كمال الكولك ، رئيس قسم الصحة الوقائية في بلدية غزة ، 2012م.

- **وفيما يلي عينة من آبار الشرب في محافظة غزة، يرتفع فيها معدل الكلوريد**

1- بئر الوكالة 1 الشاطئ

يقع بئر الوكالة1 على شاطئ البحر شمال غرب مدينة غزة، حيث يبعد حوالي 450 متر عن شاطئ البحر، لذلك يعتبر من الآبار التي يرتفع فيها معدل الكلوريد بشكل كبير جداً كما هو مبين في الشكل رقم (3.6).

شكل رقم (3.6) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة 1 الشاطئ



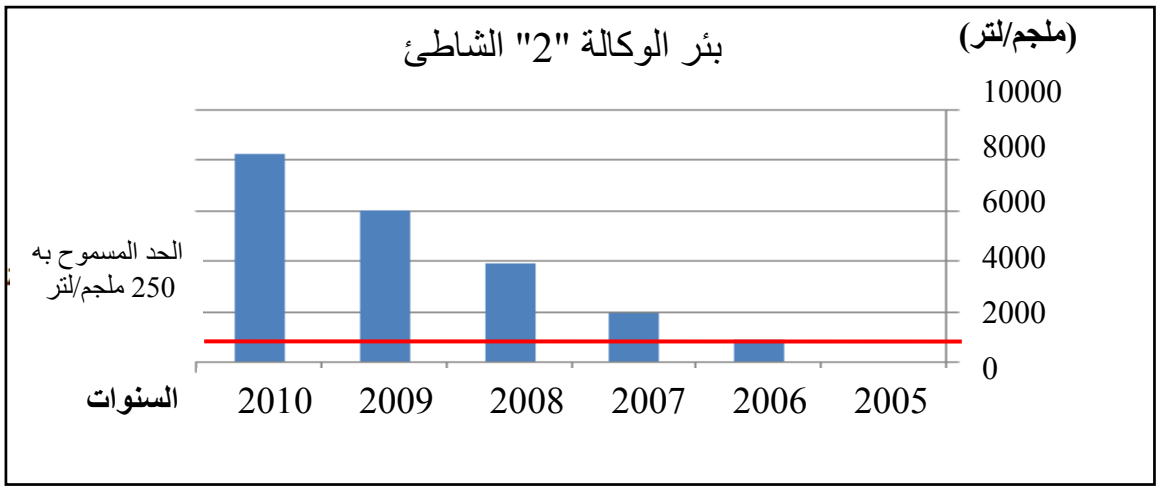
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل رقم (3.6) يلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين عامي 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2006 بلغت 1080ملجم/لتر، وفي العام 2007 بلغت 785ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغت 1743ملجم/لتر، وفي العام 2009 بلغ المعدل 3683ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغ المعدل 5092ملجم/لتر، وبذلك تصبح مياه "بئر الوكالة1 الشاطئ" غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، ويرجع السبب في ذلك إلى طغيان مياه البحر نظراً لانخفاض منسوب الخزان الجوفي في تلك المنطقة إلى أقل من مستوى سطح البحر بحوالي 14م نظراً للضخ، والاستهلاك المفرط للمياه؛ مما أدى إلى زيادة نسبة التلوث.

2- بئر الوكالة 2 الشاطئ

يقع بئر الوكالة2 على شاطئ البحر غرب مدينة غزة حيث يبعد 600 متر عن البحر، لذلك يعتبر من الآبار التي يرتفع فيها معدل الكلوريد بشكل كبير جداً، نظراً لقربه من البحر كان تأثره بالبحر كبيراً كما هو مبين في الشكل رقم (3.7).

الشكل رقم (3.7) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة 2 الشاطئ



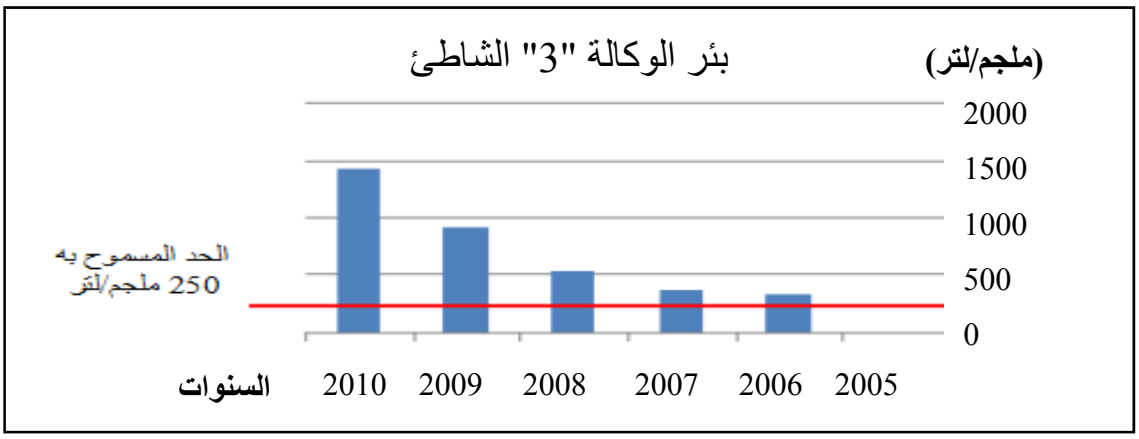
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل رقم (3.7) يلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين عامي 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2006 بلغت 887ملجم/لتر، وفي العام 2007 بلغت 1907ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغت 3872ملجم/لتر، وفي العام 2009 بلغ المعدل 5959ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغ المعدل 8240ملجم/لتر، وهذه المعدلات تفوق بكثير المعدل المسموح به، وهي من أكثر آبار محافظة غزة ارتفاعاً في عنصر الكلوريد ويرجع السبب في ذلك إلى طغيان مياه البحر نظراً لانخفاض منسوب الخزان الجوفي في تلك المنطقة إلى أقل من مستوى سطح البحر بحوالي 14م نظراً للضخ، والاستهلاك المفرط للمياه؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة نسبة التلوث؛ لذلك يتم العمل في بئر الوكالة 2،1 بشكل محدود جداً (ساعتين يومياً).

3-بئر الوكالة 3 الشاطئ

يبعد بئر الوكالة 3 حوالي 1100 متر عن شاطئ البحر، حيث يعتبر من الآبار التي يرتفع فيها معدل الكلوريد، لكن بنسبة أقل من آبار الوكالة 2،1؛ لأن تأثره بالبحر أقل كما هو مبين في الشكل رقم (3.8).

الشكل رقم (3.8) تغير معدل الكلوريد في بئر الوكالة 3



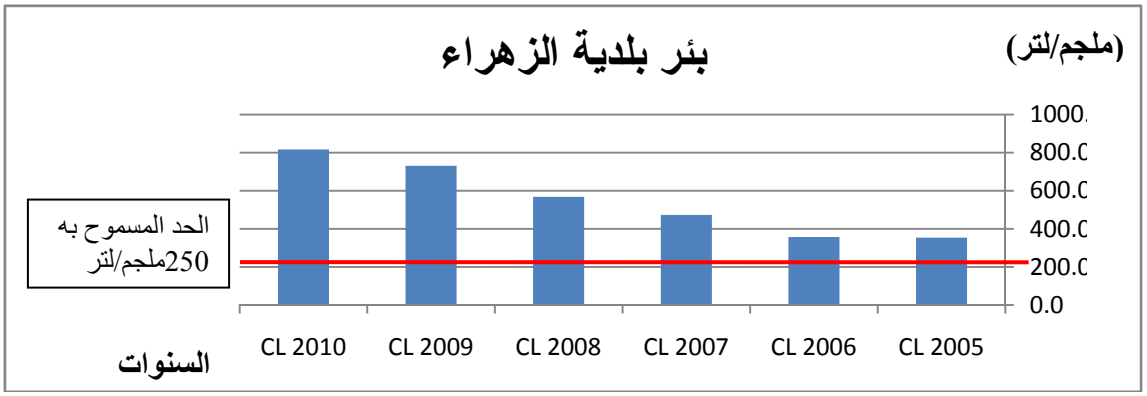
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل رقم (3.8) يلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين عامي 2005 – 2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2006 بلغت 354ملجم/لتر، وفي العام 2007 بلغت 388ملجم/لتر، وفي العام 2008 بلغت 552ملجم/لتر، وفي العام 2009 بلغ المعدل 931ملجم/لتر، وفي العام 2010 بلغ المعدل 1429ملجم/لتر، وهذه النسب تفوق المعدل المسموح به والمحدد بـ250ملجم/لتر،

4- بئر بلدية الزهراء

يقع بئر بلدية الزهراء في مدينة الزهراء جنوب غرب مدينة غزة، حيث يعتبر من الآبار التي يرتفع فيها معدل الكلوريد، كما هو موضح في الشكل (3.9)

الشكل رقم (3.9) تغير معدل الكلوريد في بئر بلدية الزهراء



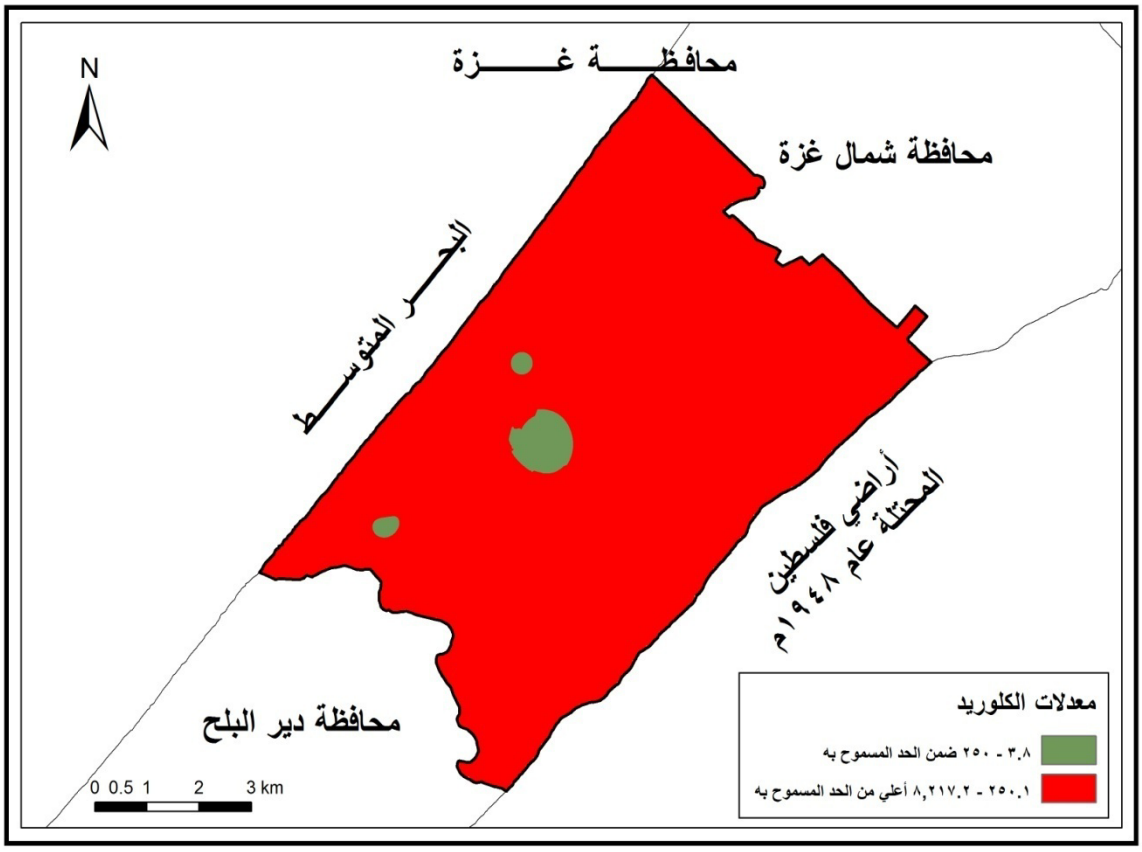
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل البياني رقم (3.9) يلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل الكلوريد ما بين عامي 2005 – 2010، وبالتالي كانت الزيادة مطردة، حيث بلغت 817ملجم/لتر في عام 2010 حيث يزيد تركيز الكلوريد في المياه مع مرور الزمن بسبب انخفاض منسوب الخزان الجوفي.[1]

[1] مقابلة مع عماد الداية ، مرجع سبق ذكره.

يتبين مما سبق ذكره من بيانات، وجداول، وما تم توضيحه من أشكال بيانية حول نوعية عنصر الكلوريد في المياه الجوفية في محافظة غزة أن أكثر من 90% من آبار مياه المحافظة غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، كما تبينه الخريطة رقم (3.3).

خريطة (3.3) المناطق التي يتركز فيها عنصر الكلوريد في آبار مياه محافظة غزة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.

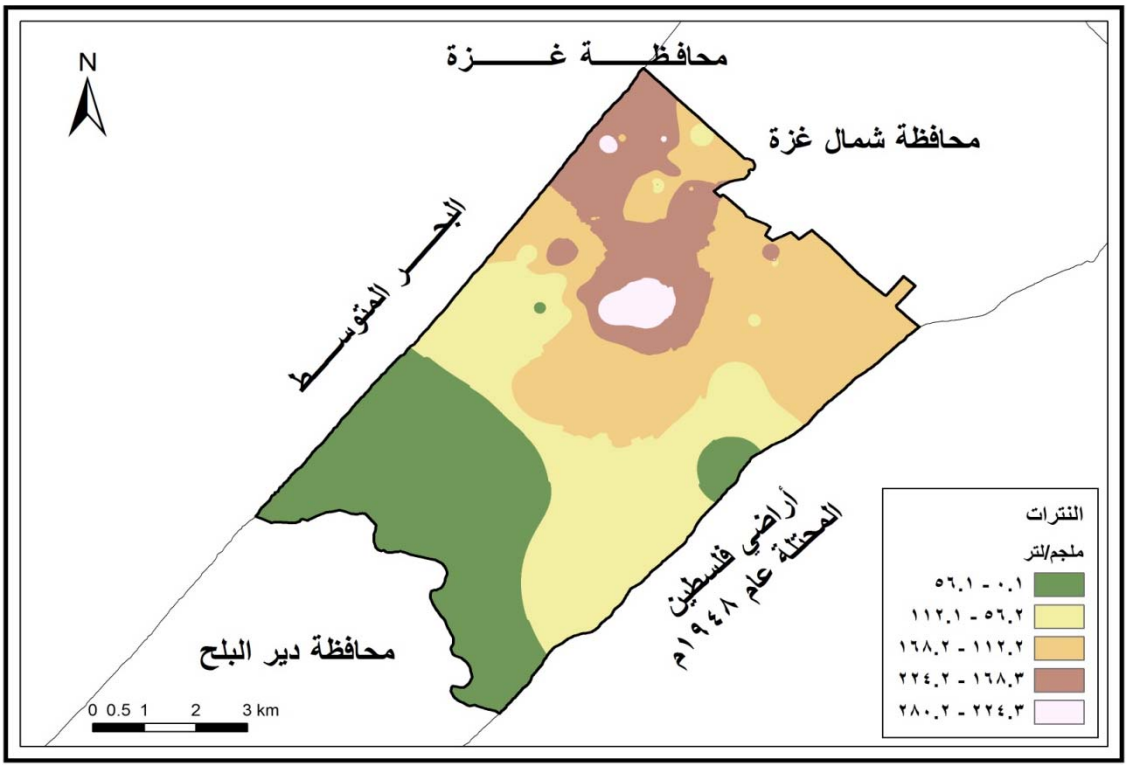
يلاحظ من الخريطة رقم (3.3) التي تم إعدادها باستخدام برنامج (arc gis) أن معظم مناطق محافظة غزة تقع ضمن دائرة الحد الذي يفوق المعيار المسموح به لأغراض الشرب، أي أكثر من 250 ملجم/لتر، ويشمل ذلك معظم أجزاء مدينة غزة، وجحر الديك "وادي غزة"، والمغراقة، والزهراء، حيث تعاني تلك المناطق من ارتفاع في معدل الكلوريد في المياه الجوفية، ويستثنى من ذلك محررة نتساريم وجزء صغير من مدينة الزهراء فتقع ضمن الحد المسموح به.

رابعاً: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية، وتسرب المياه العادمة.

يتأثر الخزان الجوفي بشكل كبير بتسرب المياه العادمة، حيث تبين من خلال خرائط التحليل المكاني التي أظهرت بؤر التلوث في محافظة غزة أن هناك ارتباطاً كبيراً بين نوعية المياه الجوفية، وتسرب المياه العادمة، ولاسيما ارتفاع معدل النترات وعلى وجه الخصوص الأماكن التي تتركز فيها الحفر

الامتصاصية، كما هو الحال في جنوب مدينة غزة ما بين شارع الشهيد أحمد ياسين (شارع 8) و(شارع10)، وتشمل (منطقة الشيخ عجلين، وتل الإسلام، وجنوب حي الزيتون)، علماً بأن هذه المنطقة تنتشر فيها التربة الرملية التي تتميز بنفاذيتها العالية؛ الأمر الذي أدى إلى تسرب مياه الصرف الصحي مباشرة إلى الخزان الجوفي وبكميات كبيرة، بالإضافة إلى وجود الكثير من الشبكات القديمة والمهترئة، والتي تسمح بتسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي ، كذلك المياه العادمة المتسربة من أحواض التجميع التي تقع بالقرب من محطة المعالجة في منطقة الشيخ عجلين كما هو موضح في الخريطة رقم (3.4).

خريطة رقم (3.4) التوزيع الجغرافي للنترات في الآبار الجوفية محافظة غزة



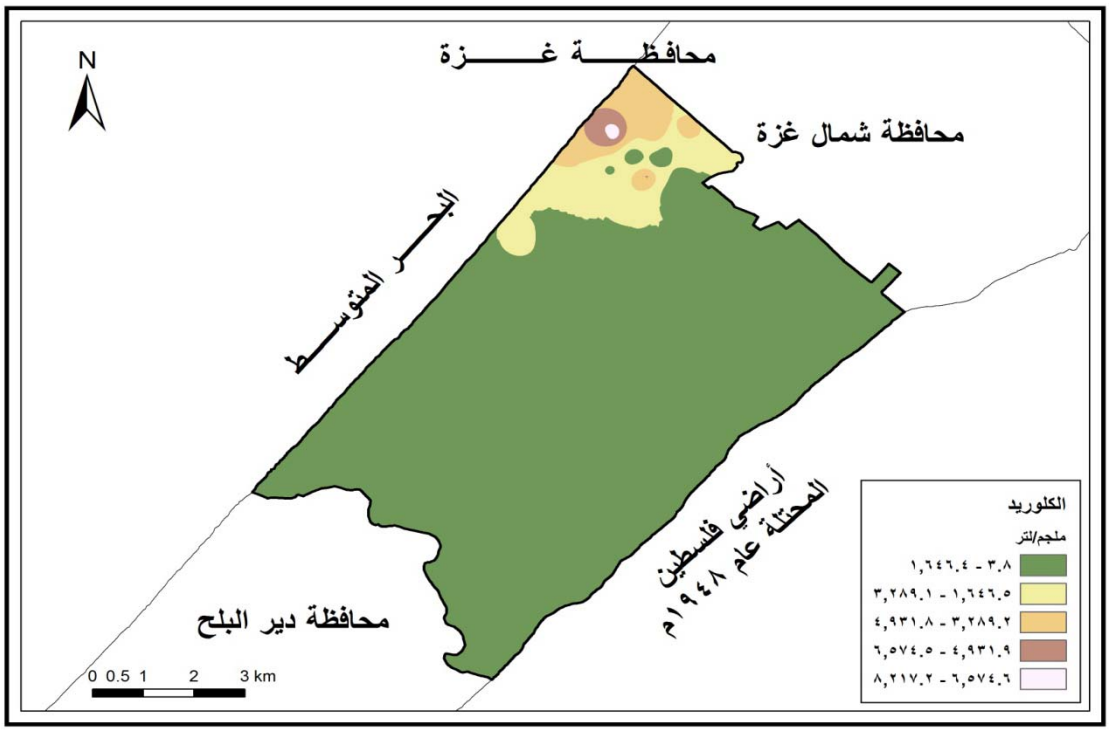
المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.

يتبين من الخريطة رقم (3.4) ومن نتائج عينات فحص مياه الآبار الجوفية ارتفاع معدل النترات في معظم آبار محافظة غزة، حيث يختلف تركيز النترات من منطقة لأخرى، فترتفع في الآبار الواقعة في منطقة جحر الديك (وادي غزة)، ومنطقة المغراقة، وفي آبار مدينة الزهراء، وفي معظم آبار مدينة غزة، ليصل معدل النترات فيها أكثر من 50 ملجم/لتر وهذا المعدل يفوق النسبة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحددة بـ50ملجم/لتر، ومن الملاحظ أن معدل النترات يرتفع بشكل كبير في الآبار الواقعة جنوب مدينة غزة بين شارع أحمد ياسين وشارع (10) وفي جنوب منطقة الزيتون، وأجزاء كبيرة من منطقة الشيخ عجلين، وتل الإسلام،

وهذا مطابق لخريطة الحفر الامتصاصية التي تم توضيحها في الفصل الثاني، أي أن المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الحفر الامتصاصية يرتفع فيها معدل النترات بشكل كبير.

أما بالنسبة للتوزيع الجغرافي لمعدل الكلوريد في الآبار الجوفية لمحافظة غزة، فيتركز في الآبار الواقعة شمال غرب المحافظة، ويتدنى تركيزه في شمال شرق المحافظة وفي جنوبها، كما هو مبين في الخريطة رقم (3.5).

خريطة رقم (3.5) التوزيع الجغرافي للكلوريد في الآبار الجوفية لمحافظة غزة



الخريطة من إعداد الطالب.[1]

يتضح من الخريطة رقم (3.5) ارتفاع معدل الكلوربد في معظم آبار محافظة غزة، حيث يختلف تركيز الكلوريد من منطقة لأخرى، حيث ترتفع في الآبار الواقعة في منطقة جحر الديك (وادي غزة)، ومنطقة المغراقة، وفي آبار مدينة الزهراء، وفي معظم آبار مدينة غزة؛ ليصل معدل الكلوريد فيها أكثر من 500 ملجم/لتر، وهذه النسبة تفوق النسبة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحددة ب 250 ملجم/لتر، بينما ترتفع بشكل كبير في الآبار الواقعة شمال غرب مدينة غزة بالقرب من مخيم الشاطئ؛ لتصل إلى 8000 ملجم/لتر، كما هو موضح في الخريطة، ويعزى السبب في ذلك إلى طغيان مياه البحر المتوسط على الخزان الجوفي في تلك المنطقة، كما تم توضيحه سابقاً، وبالتالي يمكن القول: إنه لا توجد علاقة بين تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، وارتفاع معدل الكلوريد.

[1] الخريطة من إعداد الطالب باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (gis) بالاعتماد على معلومات تم الحصول عليها من وزارة الصحة الفلسطينية ، 2011م.

الفصل الرابع

الخواص البيولوجية للمياه الجوفية في محافظة غزة

أولا: تعريفات عامة حول بعض المصطلحات البيولوجية.

ثانيا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم (بكتيريا القولون الكلية Total Colifrom)

ثالثا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كاليفورم (بكتيريا القولون البرازيةFecal Colifrom).

رابعا: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل والفيكل كالفورم، وتسرب المياه العادمة.

أولا: تعريفات عامة حول بعض المصطلحات البيولوجية.

أ- التوتل كالفورم (بكتيريا القولون الكلية Total Colifrom):

هي عبارة عن بكتيريا تعيش في أمعاء الإنسان والحيوان، وفي الطبيعة بشكل عام، أي أنها توجد في أماكن متعددة وهذه البكتيريا تساعد في عمليات الهضم، وتمثيل الطعام، وتخرج مع الغائط.[1]

ب- الفيكل كالفورم (بكتيريا القولون البرازية Fecal Colifrom):

هي عبارة عن بكتيريا تعيش في أمعاء الإنسان والحيوان، وهي مجموعة خاصة من T Colifrom وتتميز بقدرتها على العيش في درجات حرارة عالية ولا توجد في الطبيعة إلا بصفة نادرة، وهذه البكتيريا تساعد في عمليات الهضم وتمثيل الطعام، وتخرج مع الغائط، وجودها في الماء يعني أن الماء ملوث بالممرضات والبكتيريا والفيروسات المسببة للمرض مثل (حمى التيفوئيد ، التهاب الامعاء ، التهاب الكبد A) .[2]

ومن الجدير ذكره أن التلوث الميكروبولوجي، هو حدوث تلوث فجائي ومباشر لمصادر المياه أي أنه غير تراكمي، أي أنه بمجرد نزول غائط الإنسان إلى الخزان الجوفي فإنه يظهر التلوث.[3]

يتناول هذا الفصل التعرف على نسبة التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كاليفورم عبر سنوات الدراسة في آبار محافظة غزة من خلال نتائج فحص العينات، ومدى مطابقتها للمعايير الصحية ومقارنتها بالمواصفات والمقاييس العالمية.

كذلك يتناول هذا الفصل بالدراسة التسلسل الزمني لعينة من آبار الدراسة والتغيرات التي طرأت عليها خلال الزمن (الحد الزمني للدراسة)، كما يتناول الفصل دراسة العلاقة بين زيادة تلوث الابار بالبكتيريا وتسرب المياه العادمة من الشبكات، أو الحفر الامتصاصية والمناطق التي يتركز فيها التلوث.

حيث تبين من خلال الدراسة ونتائج فحص العينات التي أخذت من الابار الجوفية أن هناك تلوثاً ببكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم في العديد من الآبار الجوفية لمحافظة غزة، وأن هناك تزايداً في عدد الآبار الملوثة، وأن هذه الزيادة مطردة مع مرور الزمن للسنوات من 2005-2010، حيث بلغت نسبة الآبار الجوفية الملوثة ببكتيريا التوتل كالفورم عام 2010 من مجموع العينات 11.6% تقريباً، وأن الآبار الملوثة بالفيكل كالفورم في عام 2010 بلغت نسبتها 5.6% جدول رقم (4.1).

---

(1) محمد عبد الناصر الزرقة ، 2010 ، مرجع سبق ذكره ، ص5.
(2) المرجع السابق نفسه ، 2010 ، ص5.
(3) كمال الكولك ، 2012 ، مرجع سبق ذكره.

جدول رقم(4.1) معدلات التلوث البيولوجي في آبار مياه الشرب لمحافظة غزة للسنوات من (2005-2010)

السنة	عدد العينات	عدد العينات الملوثة T-Coli	النسبة المئوية %	عدد العينات الملوثة F-Coli	النسبة المئوية %
2005	573	27	%4.7	3	%0.5
2006	585	27	%4.6	15	%2.6
2007	329	29	%8.8	13	%4.0
2008	376	27	%7.2	25	%6.6
2009	620	96	%15.5	30	%4.8
2010	750	87	%11.6	42	%5.6

المصدر: وزارة الصحة الفلسطينية.[1]

يوضح الجدول رقم (4.1) معدلات تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم في آبار محافظة غزة، حيث يتبين من نتائج العينات أن هناك اختلافاً واضحاً في نسبة تلوث الآبار الجوفية بيولوجياً حيث يتضح أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في مجموع العينات التي أخذت من آبار مياه البلدية ما بين عامي 2005-2010، حيث بلغ عدد الآبار الملوثة بالتوتل كاليفورم في عام 2005 حوالي 27 بئراً، وفي عام2007 بلغ 29 بئراً، وفي عام 2009 بلغ 96 بئراً وفي عام 2010 بلغ 87 بئراً حيث تضاعف هذا الرقم ثلاثة أضعاف عن عام 2005، وبالتالي فإن هناك ارتفاعاً ملحوظاً في عدد الآبار الملوثة مع مرور السنوات.

أما بالنسبة لبكتيريا الفيكل كالفورم، فهناك -أيضاً- ارتفاع وزيادة في عدد الابار الملوثة ما بين عامي 2005-2010، حيث كانت الزيادة مطردة في عام 2005 بلغت عدد الآبار الملوثة 3 آبار، وفي عام 2006 بلغ 15 بئراً، وفي عام 2008 بلغ 25بئراً، وفي عام 2009 بلغ 30 بئراً، وفي عام 2010 بلغت عدد الآبار الملوثة 42 بئراً، حيث تزايد هذا الرقم 14 مرة عن عام 2005، وبالتالي تشير هذه الزيادة إلى أنه مازال هناك تسرب للمياه العادمة تجاه الخزان الجوفي؛ لأن عدد الآبار الملوثة في زيادة مع مرور الزمن.

ثانيا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم (بكتيريا القولون الكلية Total Colifrom)

تعتبر بكتيريا التوتل كالفورم من المؤشرات الهامة الدالة على مدى تلوث المياه الجوفية، كونها تعد مؤشراً لمدى صلاحية المياه للاستخدام الآدمي، وخاصة لأغراض الشرب، لذلك فإنه من الجدير بالذكر التطرق إلى هذا الموضوع، كونه يتأثر بصورة مباشرة بتسرب المياه العادمة، والذي يتأثر

[1] خالد الطيبي ، عيادة الصوراني "مركز صحة البيئة" ، وزارة الصحة الفلسطينية ، معلومات من تسجيلات 2011م.

مباشرة بوصول تلوث عضوي من براز الإنسان، الذي يحتوي على هذا النوع من البكتيريا للمياه الجوفية في تلك المنطقة، والذي يزداد تركيزه بصورة واضحة في المياه الجوفية القريبة من الحفر الامتصاصية حيث وصل تركيزه إلى معدلات عالية في بعض الآبار تفوق أضعاف الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (أكثر من 3 كالفورم يعتبر تلوث).[1]

حيث تبين من خلال الدراسة التي أجراها الباحث محمد الزرقة على محافظتي الشمال والوسطى من قطاع غزة، أن هناك علاقة بين استعمال الحفر الامتصاصية، والإصابة بالأمراض الميكروبيولوجية، أي أن السكان الذين يستخدمون الحفر الامتصاصية أكثر إصابة بالأمراض الميكروبيولوجية من غيرهم، وخاصة الذين يعتمدون على مياه البلدية، ومن هذه الأمراض " الإسهال المدمي، والجارديا، والكبد الوبائي A، والاميبيا، وديدان الإسكارس، والسالمونيلا ".[2]، وفيما يلي عينة من آبار الشرب في محافظة غزة، التي توجد بالقرب منها الحفر الامتصاصية، التي يحدث فيها تسرب للمياه العادمة، والتلوث الميكربيولوجي.

- **عينة من آبار الشرب ملوثة ببكتيريا التوتل كالفورم**

1- بئر الشيخ عجلين 3.

يقع بئر الشيخ عجلين 3 في منطقة تل الإسلام بالقرب من موقع الأمن الوقائي –سابقاً– ضمن منطقة تربتها رملية، تنتشر فيها ظاهرة الحفر الامتصاصية، حيث يتبين من الجدول رقم (4.2) أن التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 3" تضاعف بشكل كبير بلغ 20 مرة بين عامي 2004-2006.

الجدول رقم (4.2) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 3"

عنوان مصدر العينة (المدينة)	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب*	03/06/2004	1
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	21/05/2005	7
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	27/06/2005	1
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	14/12/2005	4
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	05/07/2006	20
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	04/09/2006	12
غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	28/10/2006	5

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

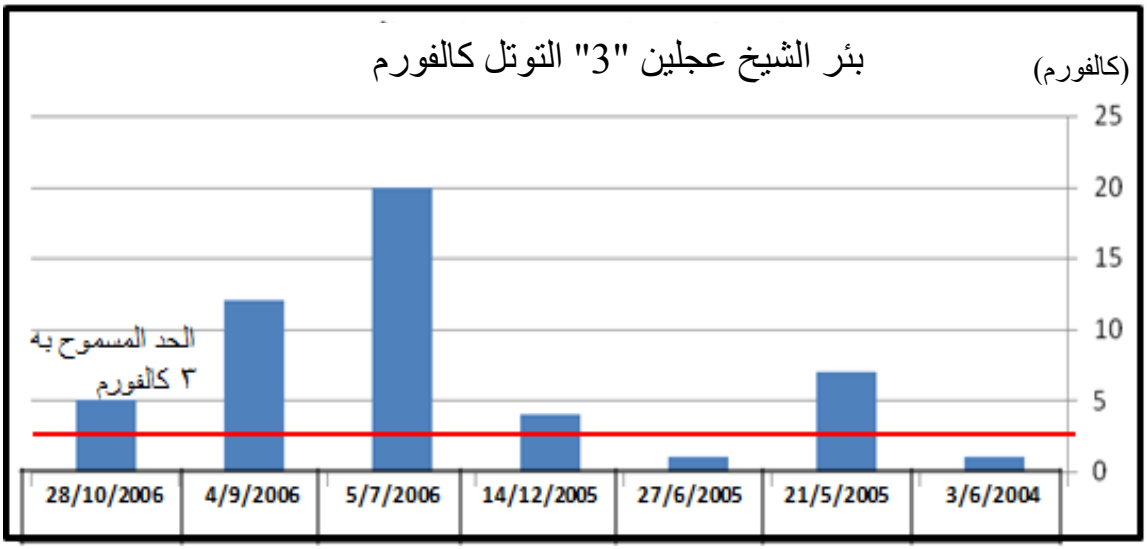
[1] كمال الكولك ، قسم الصحة الوقائية ، بلدية غزة ، 2012م.

[2] محمد عبد الناصر الزرقة ، مرجع سبق ذكره ، 2010 ، ص170.

* يشير مصدر العينة ب إلى أن العينة أخذت من الابار الجوفية لأن هناك عينات تأخذ من الشبكات ومن الخزانات وهذه الدراسة تختص بدراسة نوعية المياه في الخزان الجوفي " الابار".

يتضح من الجدول (4.2) أن هناك تذبذباً في معدل التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين3 مابين عامي 2004-2006؛ لأن هذا التلوث يحدث بشكل فجائي بمجرد نزول براز الإنسان إلى الخزان الجوفي حيث كانت النسبة في عام 2004 1كالفورم، وفي عام 2005 بلغت 7 كالفورم، وفي عام 2006 بلغت 5 كالفورم، وهذه النسبة تفوق المعدل الموصى به من قبل وزارة الصحة الفلسطينية والمحدد بـ3 كالفورم، حيث تصبح مياه هذا البئر غير صالحة للشرب، شكل رقم (4.1).

الشكل رقم (4.1) معدل التوتل كالفورم في بئر الشيخ عجلين"3"



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل البياني رقم (4.1) يتضح أن هناك تذبذب في معدل التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 3"، ولاسيما في السنوات (2005-2006)، يذكر أن بئر الشيخ عجلين3 يوجد في منطقة غير مربوطة بشبكة صرف صحي، حيث يعتمد معظم سكانها على الحفر الامتصاصية في تصريف مياه الصرف الصحي، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم.

2- بئر مسلخ البلدية.

يعتبر بئر مسلخ البلدية من الآبار التي تقع في منطقة حي الزيتون جنوب مدينة غزة بالقرب من مسلخ البلدية يذكر أن هذه المنطقة تعاني من ضعف خدمات الصرف الصحي فيها، وبالتالي فإنها تعتمد على الحفر الامتصاصية في صرف المياه العادمة، الأمر الذي أدى إلى تلوث الخزان الجوفي ببكتيريا التوتل كالفورم نتيجة لتسرب المياه العادمة، علماً بأن بئر مسلخ البلدية يقع ضمن منطقة تنتشر فيها التربة الرملية، والتي تتميز بنفاذيتها العالية؛ مما أدى إلى زيادة التلوث، كما هو موضح في الجدول رقم (4.3)

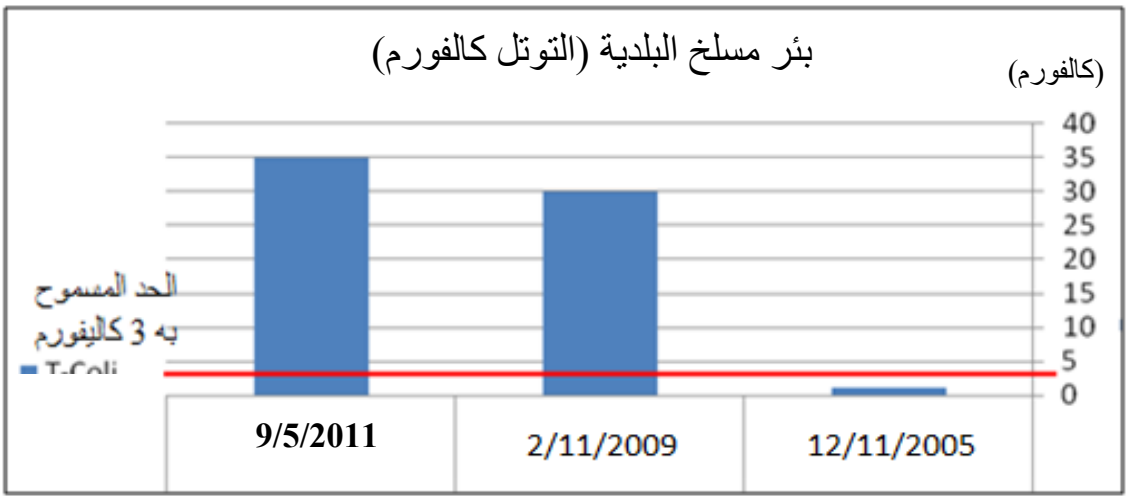
الجدول رقم (4.3) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر مسلخ البلدية

عنوان مصدر العينة (المدينة)	اسم مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
غزة	بئر مسلخ البلدية	12/11/2005	1
غزة	بئر مسلخ البلدية	02/11/2009	30
غزة	بئر مسلخ البلدية	09/05/2011	35

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

يلاحظ من الجدول رقم (4.3) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر مسلخ البلدية" يرتفع بشكل ملحوظ مابين عامي 2005-2011، ، حيث كانت الزيادة مطردة في عام 2005 بلغت 1كالفورم، وفي عام 2009 بلغت 30 كالفورم، وفي عام 2011 بلغت 35 كالفورم، حيث أصبحت المياه غير صالحة للشرب، كونها تفوق المعدل المسموح به، ومن الجدير ذكره أن بئر المسلخ يوجد بالقرب من مسلخ البلدية جنوب مدينة غزة ما بين شارع أحمد ياسين "شارع 8" وشارع 10 وهذه المنطقة غير موصولة بشبكة الصرف الصحي، أي أنها تعتمد في تصريف المياه العادمة على الحفر الامتصاصية، وبالتالي فإن المياه العادمة تتسرب إلى الخزان الجوفي، دون أي معالجة، وأن هذا التلوث يزداد مع مرور الزمن، كما يبين ذلك الشكل رقم (4.2).

الشكل رقم (4.2) معدل التوتل كالفورم في بئر مسلخ البلدية



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.[1]

[1] الشكل من إعداد الطالب بناءً على معلومات من سلطة المياه الفلسطينية ، 2010م.

يلاحظ من الشكل البياني رقم (4.2) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر مسلخ البلدية" يرتفع بشكل ملحوظ، حيث وصل معدل التلوث إلى 35 كالفورم في العام 2011، وبذلك تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي.

يذكر أن هذه الفحوصات تجرى بعد إضافة ثيوسلفات الصوديوم، والذي يعمل على تعادل أثر الكلور عند جمع العينات.

3- بئر الشيخ رضوان 5.

يوجد بئر الشيخ رضوان 5 في حي الشيخ رضوان، حيث يعتبر من الآبار الملوثة ببكتيريا التوتل كالفورم؛ لأن حي الشيخ رضوان في بداية نشأته كانت تصرف مياهه العادمة في بركة الشيخ رضوان، وبالتالي تتسرب إلى الخزان الجوفي دون معالجة؛ مما أدى إلى تلوث معظم آبار الشيخ رضوان بيولوجياً، ومنها بئر الشيخ رضوان 5، كما يبينه الجدول رقم (4.4).

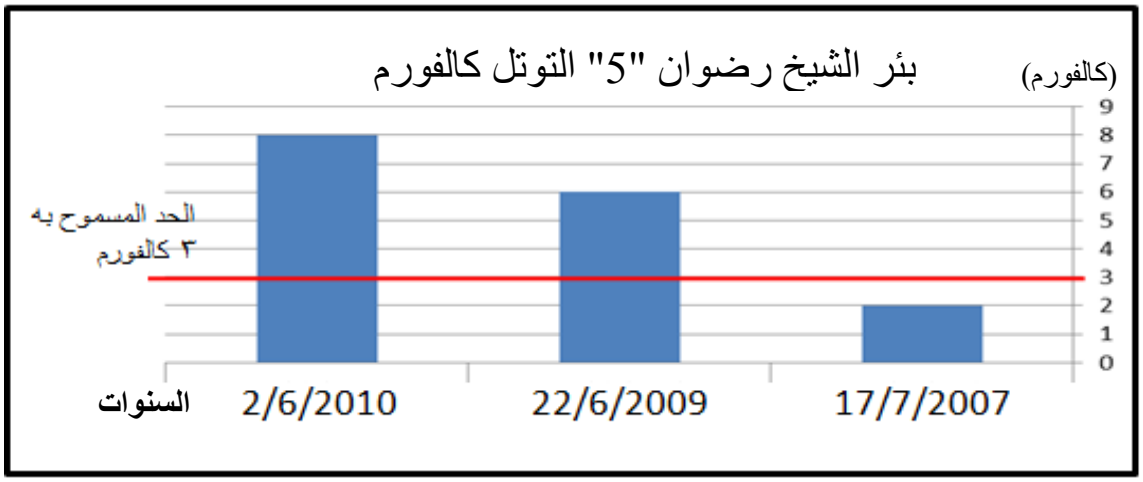
الجدول رقم(4.4) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر الشيخ رضوان "5"

عنوان مصدر العينة (المدينة)	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
غزة	بئر الشيخ رضوان 5	ب	17/07/2007	2
غزة	بئر الشيخ رضوان 5	ب	22/06/2009	6
غزة	بئر الشيخ رضوان 5	ب	02/06/2010	8

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

من الجدول رقم (4.4) يلاحظ أن هناك ارتفاعاً وزيادة واضحة في معدل التوتل كالفورم في مياه بئر الشيخ رضوان 5 ما بين عامي 2007-2010، حيث كانت الزيادة مطردة، في العام 2007 بلغت 2 كالفورم، وفي عام 2009 بلغت 6 كالفورم، وفي عام 2010 بلغت 8 كالفورم، حيث إنه لا زال هناك تسرب للمياه العادمة؛ مما أدى إلى زيادة التلوث، كما هو موضح في الشكل (4.3)

الشكل رقم (4.3) معدل التوتل كاليفورم في "بئر الشيخ رضوان 5"



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يلاحظ من الشكل رقم (4.3) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ رضوان 5" يزيد بشكل ملحوظ، حيث يصل إلى 8 كالفورم، وهذه النسبة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O)، إذا زاد عن 3 كالفورم، حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، علماً بأن هذه المنطقة كانت تعاني من تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، حيث كانت تتجمع المياه العادمة في بركة الشيخ رضوان دون أي معالجة.

4- بئر مياه البلدية "وادي غزة".

يعتبر بئر مياه البلدية من الابار التي تقع في منطقة جحر الديك "وادي غزة"، والتي تعاني من تلوث المياه الجوفية؛ لأنها غير موصولة بشبكة الصرف الصحي، الجدول رقم (4.5) يوضح معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر مياه بلدية وادي غزة.

الجدول رقم(4.5) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر مياه البلدية "وادي غزة"

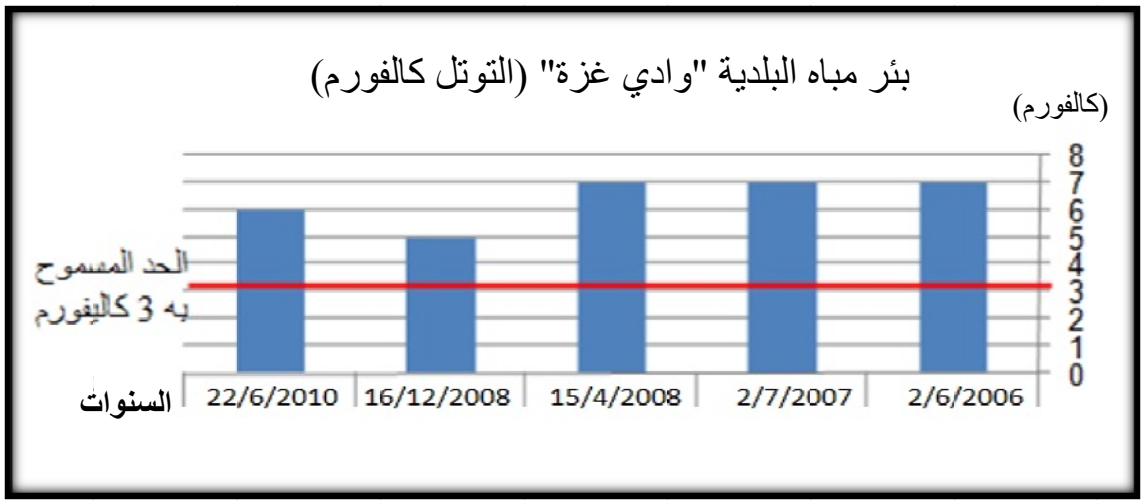
عنوان مصدر العينة (المدينة)	اسم مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
وادي غزة	بئر مياه البلدية	20/06/2006	7
وادي غزة	بئر مياه البلدية	02/07/2007	7
وادي غزة	بئر مياه البلدية	15/04/2008	7
وادي غزة	بئر مياه البلدية	16/12/2008	5
وادي غزة	بئر مياه البلدية	22/06/2010	6

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.[1]

[1] خالد الطيبي ، وزارة الصحة الفلسطينية ، 2011 ، مرجع سبق ذكره.

يلاحظ من الجدول رقم (4.5) أن هناك تذبذب في معدل تلوث المياه ببكتيريا التوتل كالفورم ما بين عامي 2007-2010، لأن مثل هذا التلوث يحدث بشكل فجائي بمجرد نزول غائط الإنسان إلى الخزان الجوفي، يذكر أن بئر مياه البلدية يوجد في منطقة وادي غزة "جحر الديك"، والتي تنعدم فيها شبكات الصرف الصحي، وبالتالي فإنها تعتمد على الحفر الامتصاصية بشكل كامل[1]، حيث أدى تسرب المياه العادمة مباشرة إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة إلى زيادة نسبة التلوث،كما هو مبين في الشكل رقم (4.4).

الشكل رقم (4.4) معدل التوتل كالفورم في بئر مياه البلدية "وادي غزة"



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يلاحظ من الشكل البياني رقم (4.4) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر مياه البلدية" في منطقة وادي غزة "جحر الديك" يزيد عن المعدل المسموح به، حيث يتبين من العينات المأخوذة من البئر أن هناك تذبذب في معدلات التلوث، حيث بلغ في آخر عينة 6 كالفورم، وهذا يدلل على وصول تلوث عضوي من براز الإنسان الذي يحتوي على هذا النوع من البكتيريا للمياه الجوفية في تلك المنطقة، وعلى وجه الخصوص الآبار التي تتغذى من الطبقة الأولى للمياه (طبقة النزاز)، وهذا يخالف مواصفات المياه الفلسطينية.[2]

5- بئر الشيخ عجلين 6.

يقع بئر الشيخ عجلين 6 في منطقة تل الإسلام جنوب غرب مدينة غزة، وهذه المنطقة غير مربوطة بشبكة صرف صحي، وبالتالي فإنها تعتمد على الحفر الامتصاصية في تصريف المياه العادمة، مع

[1] مقابلة مع سالم أبوعياده رئيس بلدية وادي غزة "جحر الديك" ، بتاريخ 5-7-2011م.
[2] كمال الكولك ، قسم الصحة الوقائية ، بلدية غزة ، 2012م.

العلم أن هذه منطقة تقع ضمن المناطق التي تتميز بتربتها الرملية ذات النفاذية العالية للمياه، مما أدى إلى زيادة معدل التلوث كما هو مبين في الجدول (4.6)

الجدول رقم (4.6) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 6"

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	12/11/2008	1
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	19/01/2009	45
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	05/05/2009	7
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	10/08/2009	8
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	06/08/2011	18

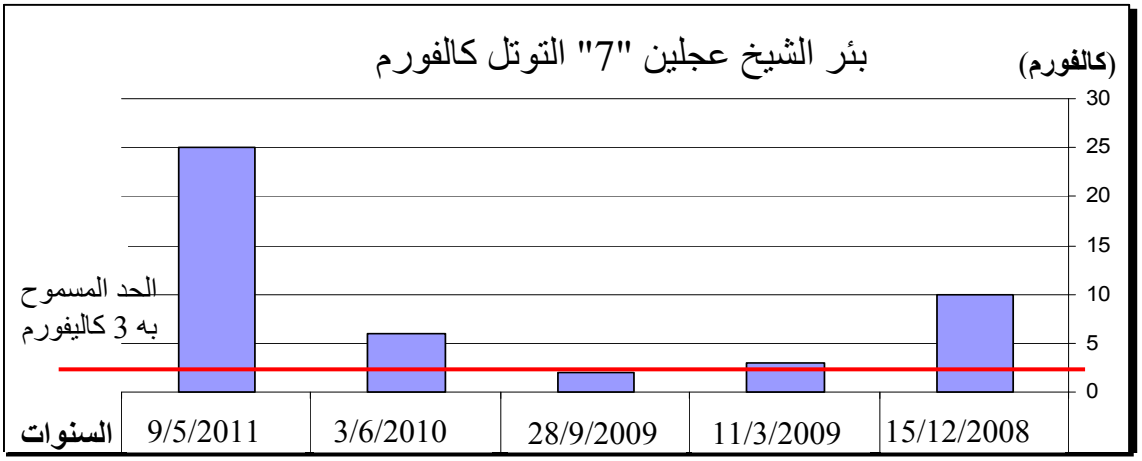
المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

يتبين من الجدول رقم (4.6) أن هناك تذبذباً في معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 6"، حيث وصل في عام 2009 إلى 45 كالفورم، وفي عام 2011 بلغ المعدل 18 كالفورم، وهذه النسبة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O).

6- بئر الشيخ عجلين 7.

يوجد بئر الشيخ عجلين 7 في منطقة تل الإسلام شرق حديقة برشلونة، حيث يعتمد بعض سكان تلك المنطقة على الحفر الامتصاصية؛ مما أدى إلى تلوث الخزان الجوفي، حيث أدى تسرب المياه العادمة مباشرة إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة إلى زيادة نسبة التلوث بمعدل يفوق الحد المسموح به، كما هو مبين في الشكل (4.5).

الشكل رقم (4.5) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 7"



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

يلاحظ من الشكل البياني رقم (4.5) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 7" يزيد بشكل ملحوظ، حيث تبين من العينات التي أخذت من البئر أن نسبة التلوث في آخر عينة بلغت 25 كاليفورم، وهذا يدلل على وصول تلوث عضوي من براز الإنسان الذي يحتوي على هذا النوع من البكتيريا للمياه الجوفية في تلك المنطقة، وعلى وجه الخصوص الآبار التي تتغذى من الطبقة الأولى" السطحية" للمياه (طبقة النزاز)، وهذا يخالف مواصفات المياه الفلسطينية،[1]

7- بئر تونس الجديد.

يقع بئر تونس الجديد في جنوب شرق حي الزيتون جنوب مدينة غزة، وهي منطقة غير موصولة بشبكة صرف صحي، مما أدى إلى تلوث المياه الجوفي بشكل كبير جداً جدول رقم (4.7)

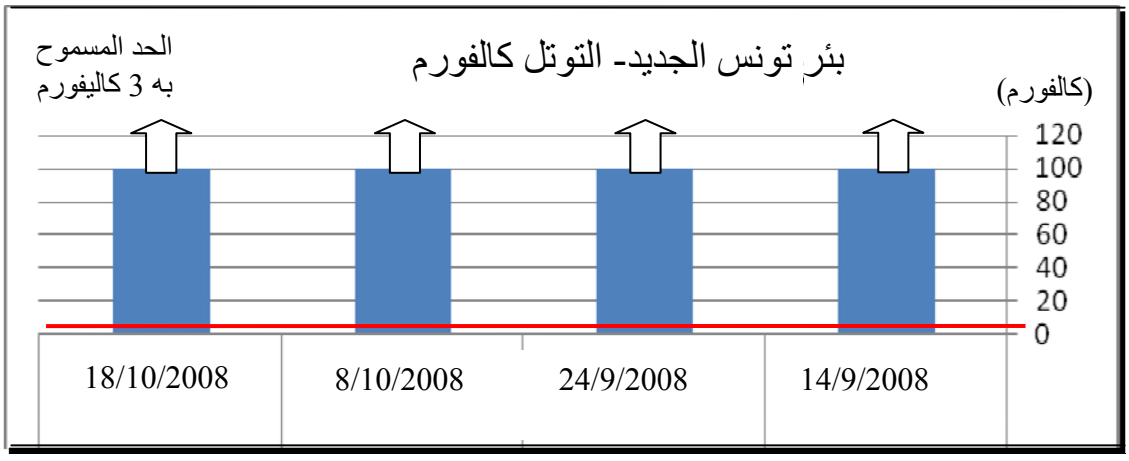
لجدول رقم (4.7) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر تونس الجديد

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli
غزة	بئر تونس الجديد	ب	14/9/2008	>100
غزة	بئر تونس الجديد	ب	24/9/2008	>100
غزة	بئر تونس الجديد	ب	8/10/2008	>100
غزة	بئر تونس الجديد	ب	18/10/2008	>100

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

يلاحظ من الجدول رقم (4.7) من خلال نتائج العينات أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر تونس الجديد يرتفع بشكل كبير، حيث يزيد عن 100 كالفورم شكل (4.6) وهذه النسبة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) إذا زاد عن 3 كالفورم.

الشكل رقم (4.6) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل كالفورم في "بئر تونس الجديد"

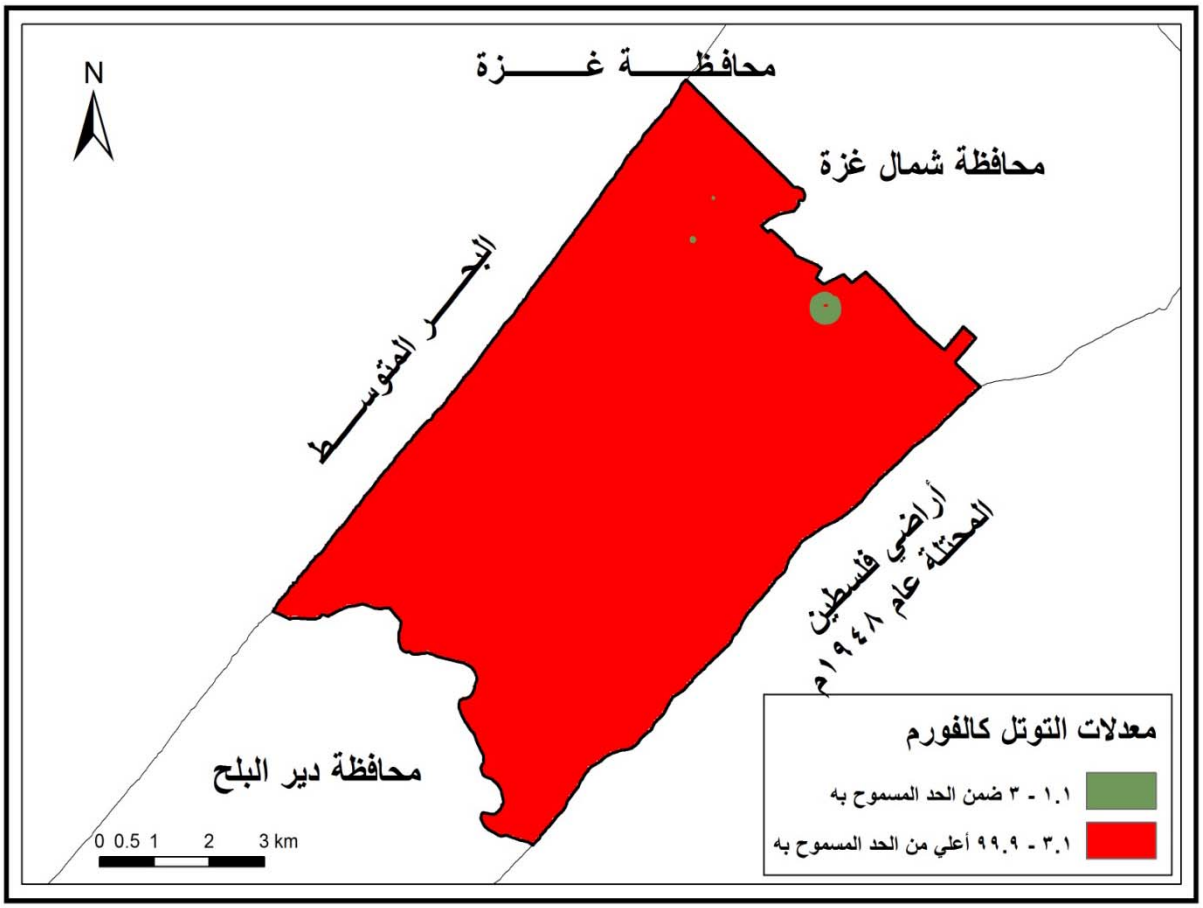


المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

[1] كمال الكولك ، 2012 ، مرجع سبق ذكره.

من الشكل البياني رقم (4.6) يتضح أن بئر تونس الجديد غير صالح للشرب؛ لأنه يفوق الحد المسموح به، حيث يوجد في منطقة تعاني من تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي؛ لأنها غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإن التلوث في زيادة مع مرور الزمن، حيث تعاني معظم آبار محافظة غزة من تلوثها ببكتيريا التوتل كالفورم، كما تبينه الخريطة (4.1)

الخريطة (4.1) المناطق التي تتركز فيها بكتيريا التوتل كالفورم في آبار مياه محافظة غزة



المصدر :الخريطة من إعداد الطالب.[1]

من الخريطة رقم (4.1) التي تم إعدادها باستخدام برنامج (ARC GIS) يلاحظ أن معظم آبار محافظة غزة ملوثة ببكتيريا التوتل كالفورم، حيث تقع ضمن دائرة الحد الذي يفوق المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب، أي أكثر من 3 كالفورم، ويشمل ذلك معظم أجزاء مدينة غزة وجحر الديك "وادي غزة"، والمغراقة، والزهراء، حيث تعاني تلك المناطق من ارتفاع في معدل التوتل كالفورم في المياه الجوفية، ويستثنى من ذلك بعض الأجزاء الشمالية من مدينة غزة فتقع ضمن الحد المسموح به، أي أقل من 3 كالفورم.

[1] الخريطة من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات من وزارة الصحة الفلسطينية ، 2011م.

ثالثا: تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كاليفورم (بكتيريا القولون البرازية Fecal Colifrom).

تعتبر بكتيريا الفيكل كاليفورم من المؤشرات الهامة الدالة على مدى تلوث المياه الجوفية، كونها تعد مرجعاً لمدى صلاحية المياه للاستخدام الآدمي، وخاصة لأغراض الشرب، لذلك فإنه من الأهمية بمكان التطرق إلى هذا الموضوع كونه يتأثر بصورة مباشرة بتسرب المياه العادمة، وهذا يدلل على وصول تلوث عضوي من براز الإنسان الذي يحتوي على هذا النوع من البكتيريا للمياه الجوفية في تلك المنطقة، والذي يزداد تركيزه بصورة واضحة في المياه الجوفية القريبة من الحفر الامتصاصية، حيث وصل تركيزه إلى معدلات عالية في بعض الآبار تفوق أضعاف الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (أكثر من صفر فيكل كاليفورم يعتبر تلوث)[1]، وفيما يلي عينة من آبار الشرب في محافظة غزة التي تأثرت بظاهرة الحفر الامتصاصية.

1- بئر الشيخ عجلين 6.

يقع بئر الشيخ عجلين 6 في منطقة تل الإسلام "أرض قزعاط" جنوب غرب مدينة غزة، وهذه المنطقة غير موصولة بشبكة صرف صحي، وبالتالي فإنها تعتمد على الحفر الامتصاصية في تصريف المياه العادمة؛ مما أدى إلى زيادة معدل التلوث، كما هو مبين في الجدول رقم (4.8)

الجدول رقم (4.8) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 6"

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	F-Coli
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	12/11/2008	1
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	19/1/2009	20
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	5/5/2009	0
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	10/8/2009	2
غزة	بئر الشيخ عجلين 6	6/8/2011	8

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

من الجدول رقم (4.8) يتبين أن هناك تذبذباً في معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 6"، حيث وصل إلى 20 كالفورم في عام 2009، وفي عام 2011 وصل إلى 8 كالفورم؛ ويرجع ذلك إلى أن مثل هذا التلوث يحدث بشكل فجائي بمجرد نزول براز الإنسان إلى الخزان الجوفي، حيث تفوق هذه النسبة المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) والمحدد بـــ صفر فيكل كاليفورم، حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب.

[1] كمال الكولك ، 2012 ، مرجع سبق ذكره .

2- بئر تونس الجديد.

يقع بئر تونس الجديد في جنوب شرق حي الزيتون جنوب مدينة غزة، وهي منطقة غير موصولة بشبكة صرف صحي؛ مما أدى إلى تلوث المياه الجوفي بشكل كبير جداً جدول رقم (4.9)

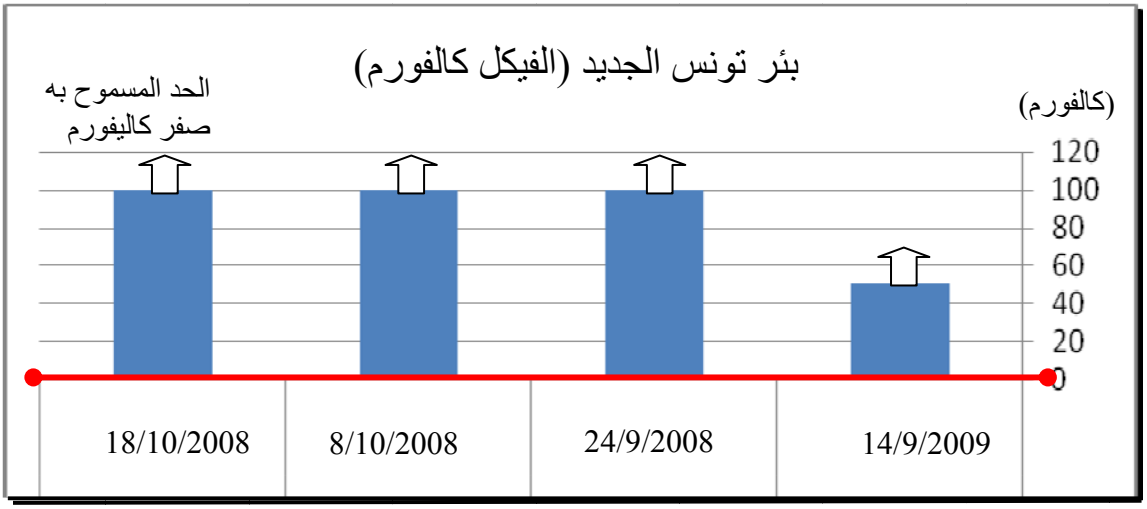
الجدول رقم (4.9) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر تونس الجديد

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	F-Coli
غزة	بئر تونس الجديد	ب	14/9/2008	>50
غزة	بئر تونس الجديد	ب	24/9/2008	>100
غزة	بئر تونس الجديد	ب	8/10/2008	>100
غزة	بئر تونس الجديد	ب	18/10/2008	>100

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

من الجدول رقم (4.9) يتضح أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر تونس الجديد يرتفع بشكل كبير جداً يزيد عن 100 كالفورم، وهذه النسبة تفوق بكثير المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) إذا زاد عن صفر فيكل كاليفورم، كما هو مبين في الشكل (4.7)

الشكل رقم (4.7) معدل الفيكل كالفورم في بئر تونس الجديد



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل البياني رقم (4.7) يلاحظ أن مياه بئر تونس الجديد ملوثة بشكل كبير، والسبب أن هذا البئر يقع جنوب شرق حي الزيتون، وهذه المنطقة تعاني من تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، حيث تعتمد بشكل كامل على الحفر الامتصاصية.

3- بئر الشيخ عجلين 3.

يقع بئر الشيخ عجلين 3 في منطقة تل الإسلام ضمن منطقة تربتها رملية تنتشر فيها الحفر الامتصاصية، حيث يتبين من الجدول رقم (4.10) أن مياه هذا البئر ملوثة بالفيكل كالفورم.

الجدول رقم (4.10) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 3"

السنة	عنوان مصدر العينة (المدينة)	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	F-Coli
2006	غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	3
2006	غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	7
2006	غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	16
2007	غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	0
2007	غزة	بئر الشيخ عجلين 3	ب	2

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

من الجدول رقم (4.10) تبين أن هناك تذبذب في معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 3"، حيث وصل في عام 2006 إلى 16 فيكل كالفورم، وفي عام 2007 وصل إلى 2 فيكل كالفورم وهذه النسبة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب والمحدد بـ صفر فيكل كالفورم

4- بئر مسلخ البلدية.

يقع بئر مسلخ البلدية في منطقة حي الزيتون جنوب مدينة غزة بالقرب من مسلخ البلدية، يذكر أن هذه المنطقة تعتمد على الحفر الامتصاصية في صرف المياه العادمة، الأمر الذي أدى إلى تلوث الخزان الجوفي ببكتيريا الفيكل كالفورم، علماً بأن بئر مسلخ البلدية يقع ضمن منطقة تنتشر فيها التربة الرملية، والتي تتميز بنفاذيتها العالية؛ مما أدى إلى زيادة التلوث، جدول (4.11)

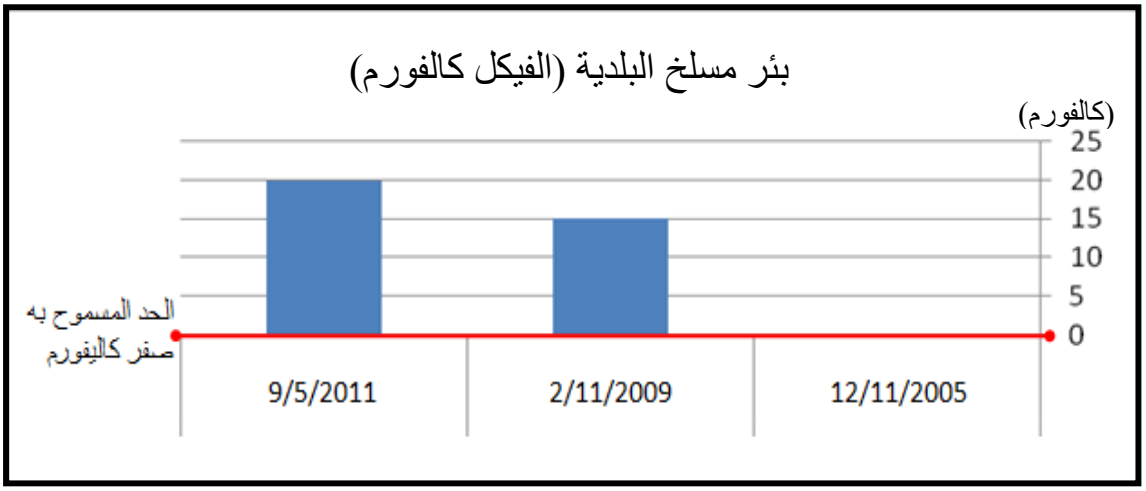
الجدول رقم (4.11) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر مسلخ البلدية "

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	F-Coli
غزة	**بئر مسلخ البلدية**	**ب**	**12/11/2005**	**0**
غزة	**بئر مسلخ البلدية**	**ب**	**02/11/2009**	**15**
غزة	**بئر مسلخ البلدية**	**ب**	**09/05/2011**	**20**

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

يلاحظ من الجدول رقم (4.11) أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر مسلخ البلدية" يرتفع بشكل ملحوظ مابين عامي 2005-2011، ، حيث كانت الزيادة مطردة في عام 2005 بلغت صفر فيكل كالفورم وفي عام 2009 بلغت 15 فيكل كالفورم، وفي عام 2011 بلغت 20 فيكل كالفورم، حيث أصبحت المياه غير صالحة للشرب، كونها تفوق المعدل المسموح به، وسبب ذلك أن بئر المسلخ يوجد بالقرب من مسلخ البلدية جنوب مدينة غزة ما بين شارع أحمد ياسين شارع 8 وشارع 10 وهذه المنطقة غير موصولة بشبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإن المياه العادمة تتسرب إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة، علماً بأن هذا التلوث يزداد مع مرور الزمن شكل رقم (4.8).

الشكل رقم (4.8) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر مسلخ البلدية



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الشكل البياني رقم (4.8) يلاحظ أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر مسلخ البلدية" يزيد بشكل ملحوظ حيث يصل إلى 20 فيكل كالفورم وهذه النسبة تفوق المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) إذا زاد عن صفر كاليفورم حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، ويرجع السبب في زيادة التلوث إلى قرب هذا البئر من أحواض تجميع المياه العادمة في منطقة الشيخ عجلين.

5-بئر المغراقة.

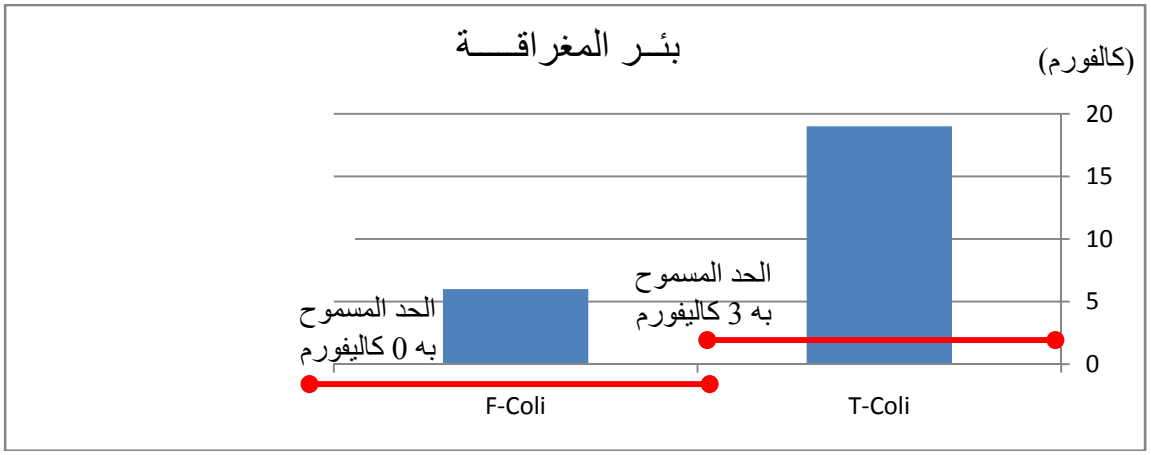
يقع بئر المغراقة في منطقة المغراقة جنوب محافظة غزة، وهذه المنطقة تفتقر إلى خدمات الصرف الصحي، حيث يعتمد أكثر من 70% من السكان على الحفر الامتصاصية، الأمر الذي أدى إلى تلوث الخزان الجوفي ببكتيريا الفيكل كالفورم كما يتبين في الجدول (4.12) والشكل رقم (4.9)

الجدول رقم (4.12) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر المغراقة "

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli	F-Coli
المغراقة	بئر المغراقة F191	ب	15/07/2009	19	6

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

الشكل رقم (4.9) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر المغراقة



المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الجدول رقم (4.12) والشكل البياني رقم (4.9) يتضح أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم والفيكل كالفورم في بئر المغراقة يرتفع بشكل كبير، حيث يصل معدل التوتال كالفورم إلى 19 كاليفورم، وهذه النسبة تفوق بكثير المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) والمحدده بـــ 3 كالفورم.

أما بالنسبة لنسبة الفيكل كالفورم فيصل إلى 6 فيكل كالفورم، وهذا يفوق المعدل المسموح به، إذا زاد عن صفر فيكل كاليفورم، حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، ومن الجدير ذكره أن منطقة المغراقة تعاني من فقرها بشبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإنها تعتمد بشكل كبير على الحفر الامتصاصية، الأمر الذي أدى إلى تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة.

6-بئر الشيخ عجلين 7".

يوجد بئر الشيخ عجلين 7 في منطقة تل الإسلام شرق حديقة برشلونة، حيث يعتمد بعض السكان على الحفر الامتصاصية؛ مما أدى إلى تلوث الخزان الجوفي بالفيكل كالفورم جدول رقم (4.13)

الجدول رقم (4.13) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 7 "

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	F-Coli
غزة	بئر الشيخ عجلين 7	ب	15/12/2008	10
غزة	بئر الشيخ عجلين 7	ب	28/09/2009	1
غزة	بئر الشيخ عجلين 7	ب	3/06/2010	5
غزة	بئر الشيخ عجلين 7	ب	9/05/2011	15

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.[1]

يلاحظ من الجدول رقم (4.13) أن هناك تذبذب في معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم في "بئر الشيخ عجلين 7"، حيث تبين من العينات التي أخذت من البئر أن نسبة التلوث في عام 2008 بلغت 10 كالفورم، وفي عام 2009 بلغت 1 كالفورم، وفي عام 2010 بلغت 5 كالفورم وفي عام 2011 بلغت 15 فيكل كالفورم، وهذا يدلل على وصول تلوث عضوي من براز الإنسان الذي يحتوي على هذا النوع من البكتيريا للمياه الجوفية، وأن هذا التلوث يحدث بشكل فجائي بمجرد تسرب براز الإنسان إلى الخزان الجوفي.

7- "بئر الزيتون 1".

يوجد بئر الزيتون 1 شرق حي الزيتون "منطقة أم الليمون"، وهذه المنطقة غير مخدومة بشبكة الصرف الصحي، حيث يرتفع فيها معدل التوتل والفيكل كالفورم، كما يبينه الجدول (4.14) والشكل (4.10)

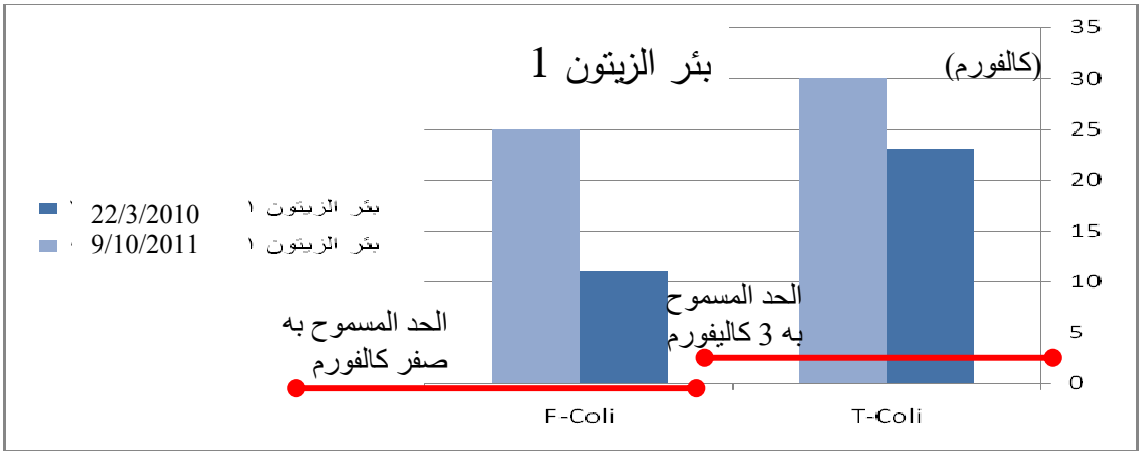
الجدول رقم (4.14) معدلات التلوث ببكتيريا الفيكل كالفورم في بئر "الزيتون1"

مصدر العينة	اسم مصدر العينة	نوع مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	T-Coli	F-Coli
غزة	**بئر الزيتون 1**	**ب**	**22/03/2010**	**23**	**11**
غزة	**بئر الزيتون 1**	**ب**	**9/10/2011**	**30**	**25**

المصدر: الجدول من إعداد الطالب.

[1] الجدول من إعداد الباحث ، مرجع سبق ذكره.

الشكل رقم (4.10) معدلات التلوث ببكتيريا التوتل والفيكل كالفورم في بئر الزيتون 1



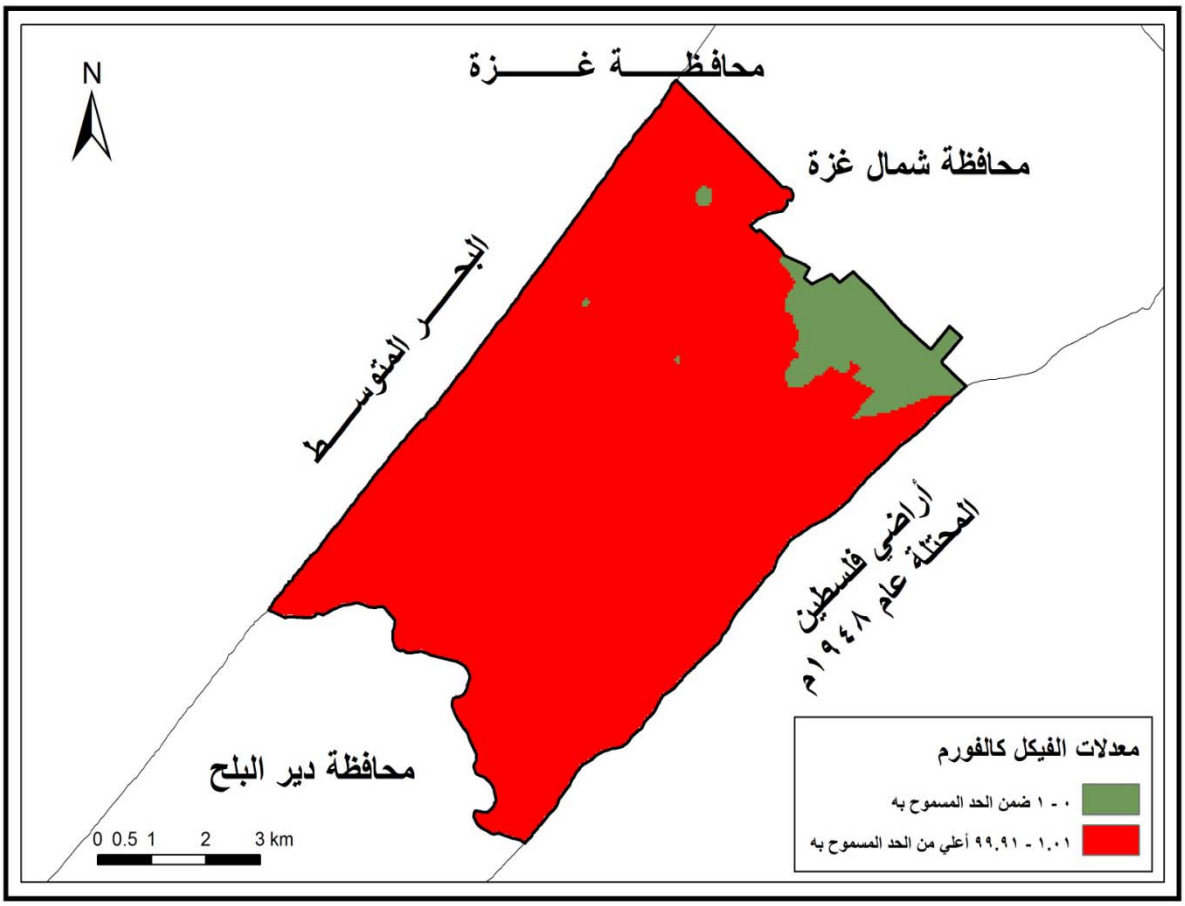
المصدر: الشكل من إعداد الطالب.

من الجدول رقم (4.14) والشكل البياني رقم (4.10) يتضح أن معدل تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل كالفورم في بئر الزيتون 1 ترتفع بشكل كبير ما بين عامي 2010-2011،حيث كانت الزيادة مطردة في العام 2010 بلغت 23 كالفورم، وفي العام 2011 بلغت 30 كالفورم، وهذه النسبة تفوق بكثير المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب (W.H.O) والمحدده بـ 3 توتل كالفورم.

أما بالنسبة لمعدل الفيكل كالفورم، فكانت الزيادة –أيضاً– مطردة في العام 2010 بلغت 11 كالفورم وفي العام 2011 بلغت 25 كالفورم وهذا المعدل يفوق الحد المسموح به، إذا زاد عن صفر فيكل كاليفورم، حيث تصبح هذه الآبار غير صالحة للشرب، أو الاستخدام الآدمي، ومن الجدير ذكره أن بئر الزيتون1 يوجد في جنوب حي الزيتون، وهذه المنطقة تفتقر إلى شبكة الصرف الصحي، وبالتالي فإنها تعتمد بشكل كبير على الحفر الامتصاصية، الأمر الذي أدى إلى تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي مباشرة دون أي معالجة.

مما سبق يتبين أن العديد من آبار الشرب في محافظة غزة تعاني من تلوثها ببكتيريا الفيكل كالفورم، الخريطة رقم (4.2) توضح المناطق التي تقع ضمن الحد المسموح به والمناطق التي تفوق الحد المسموح به لبكتيريا الفيكل كالفورم.

خريطة رقم (4.2) المناطق التي تتركز فيها بكتيريا الفيكل كالفورم في آبار مياه محافظة غزة



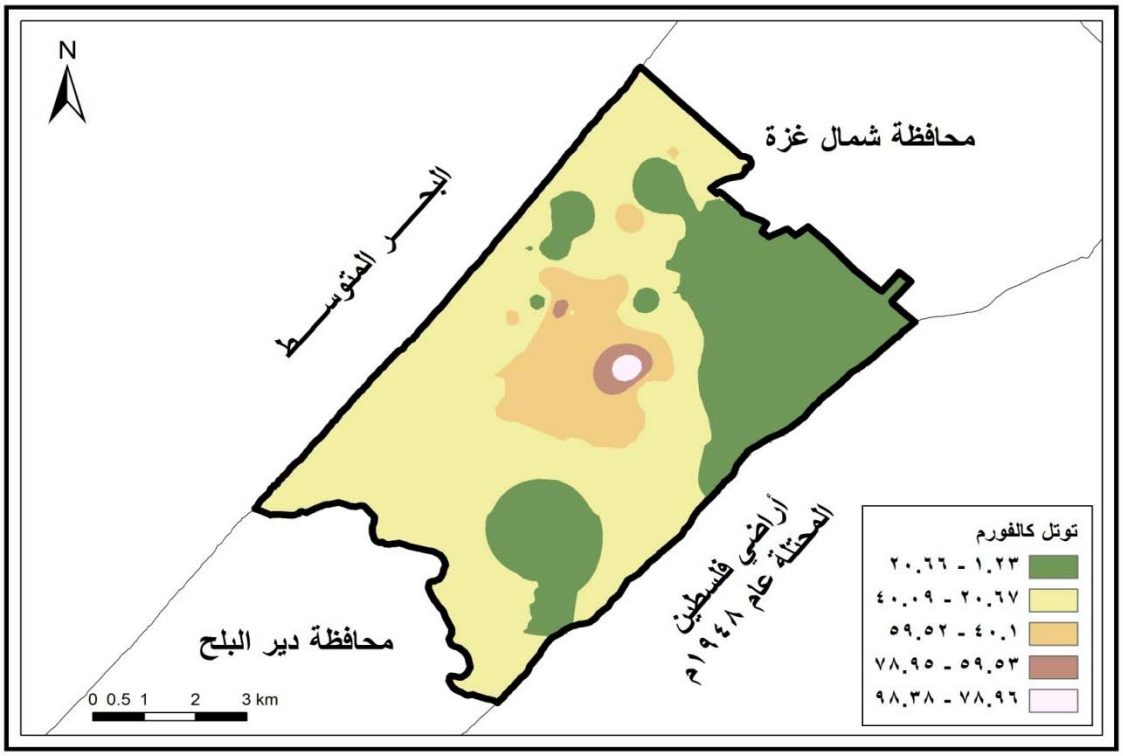
المصدر: الخريطة من إعداد الطالب

يتبين من الخريطة رقم (4.2) التي تم إعدادها باستخدام برنامج (ARC GIS) وبالتحديد برنامج التحليل المكاني لبكتيريا الفيكل كالفورم لآبار محافظة غزة أن معظم مناطق المحافظة تقع ضمن دائرة الحد الذي يفوق المعيار المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لأغراض الشرب، أي أكثر من صفر فيكل كالفورم، ويشمل معظم أجزاء مدينة غزة، وجحر الديك "وادي غزة"، والمغراقة، ومدينة الزهراء، حيث تعاني تلك المناطق من ارتفاع في معدل الفيكل كالفورم في المياه الجوفية نظراً لوجود تسرب للمياه العادمة في تلك المناطق، ويستثنى من ذلك المناطق الشمالية من المحافظة حيث لا يوجد فيها تسرب للمياه العادمة وفقاً لنتائج عينات المياه لآبار بلديات المحافظة وما بينته الخريطة.

رابعا: العلاقة بين تلوث المياه الجوفية ببكتيريا التوتل والفيكل كالفورم، وتسرب المياه العادمة.

يتأثر الخزان الجوفي بشكل كبير بتسرب المياه العادمة حيث تبين من خلال خرائط التحليل المكاني التي أنتجت بواسطة برنامج (ARC GIS) أن هناك ارتباطاً كبيراً بين نوعية المياه الجوفية، وتسرب المياه العادمة، حيث أظهرت الخرائط بؤر التلوث في آبار محافظة غزة وعلى وجه الخصوص الأماكن التي تتركز فيها الحفر الامتصاصية، كما هو الحال في جنوب مدينة غزة ما بين شارع الشهيد أحمد ياسين (شارع 8) و(شارع 10)، وتشمل (منطقة الشيخ عجلين وتل الإسلام، وجنوب حي الزيتون)، علماً بأن هذه المنطقة تنتشر فيها التربة الرملية التي تتميز بنفاذيتها العالية، الأمر الذي أدى إلى تسرب مياه الصرف الصحي مباشرة إلى الخزان الجوفي وبكميات كبيرة وكذلك مناطق جحر الديك "وادي غزة"، والمغراقة، ومدينة الزهراء، بالإضافة إلى وجود بعض الشبكات القديمة والمهترئة، والتي تسمح بتسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، كذلك المياه العادمة المتسربة من أحواض التجميع التي تقع بالقرب من محطة المعالجة في منطقة الشيخ عجلين، كما هو موضح في الخريطة رقم (4.3)

خريطة رقم (4.3) التوزيع الجغرافي لبكتيريا التوتل كالفورم في آبار مياه محافظة غزة

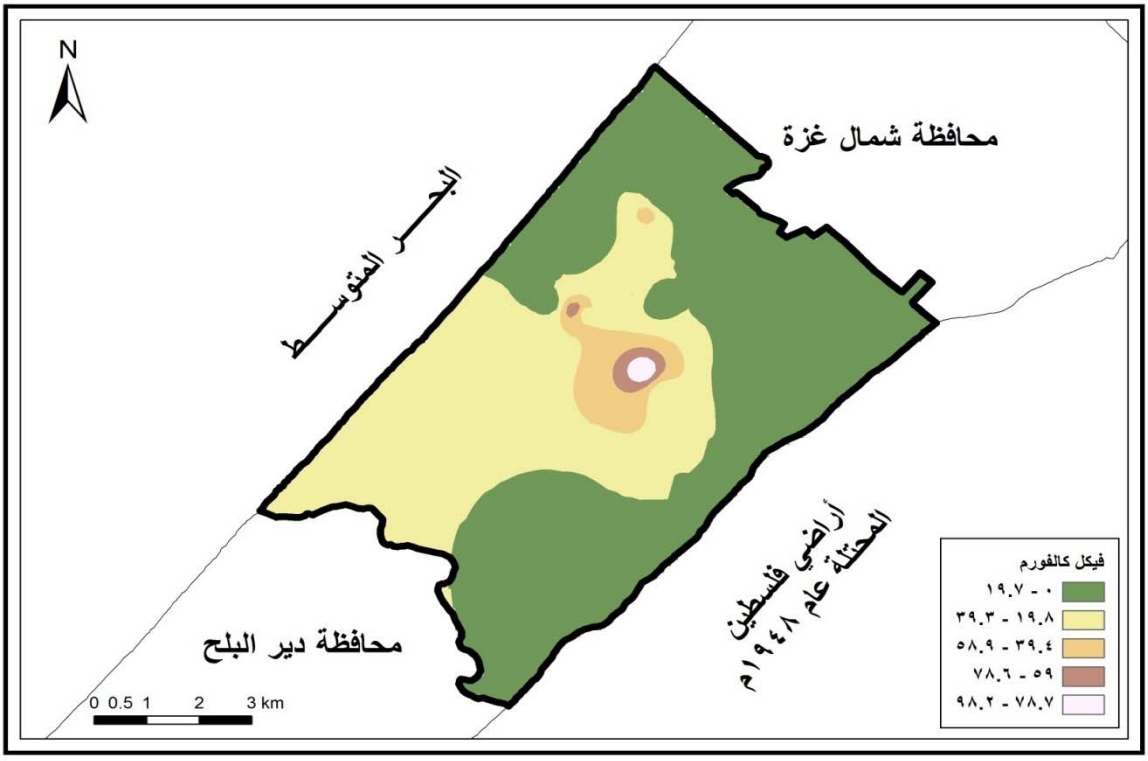


المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.[1]

[1] الخريطة من إعداد الطالب باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بالاعتماد على معلومات تم الحصول عليها من وزارة الصحة الفلسطينية ، 2011م.

يتضح من الخريطة رقم (4.3) أن معدل التوتل كالفورم يتركز في معظم آبار محافظة غزة، ويختلف تركيزه من منطقة لأخرى، حيث يرتفع في الآبار الواقعة في منطقة جحر الديك (وادي غزة)، ومنطقة المغراقة وفي آبار مدينة الزهراء، وفي معظم آبار مدينة غزة ليصل معدل التوتل كالفورم فيها أكثر من 30 كالفورم، وهذا المعدل يفوق النسبة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحددة ب 3 كالفورم، ومن الملاحظ أن معدل التوتل كالفورم يتركز بشكل كبير جداً في الآبار الواقعة جنوب مدينة غزة بين شارع أحمد ياسين (8) وشارع (10)، حيث يزيد عن 95 كالفورم وهذا مطابق لخريطة الحفر الامتصاصية التي تم توضيحها في الفصل الثاني، وكذلك مع خريطة النترات التي تم توضيحها في الفصل الثالث، وخريطة الفيكل كالفورم رقم (4.4).

خريطة رقم (4.4) التوزيع الجغرافي لبكتيريا الفيكل كالفورم في الآبار الجوفية مياه محافظة غزة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.

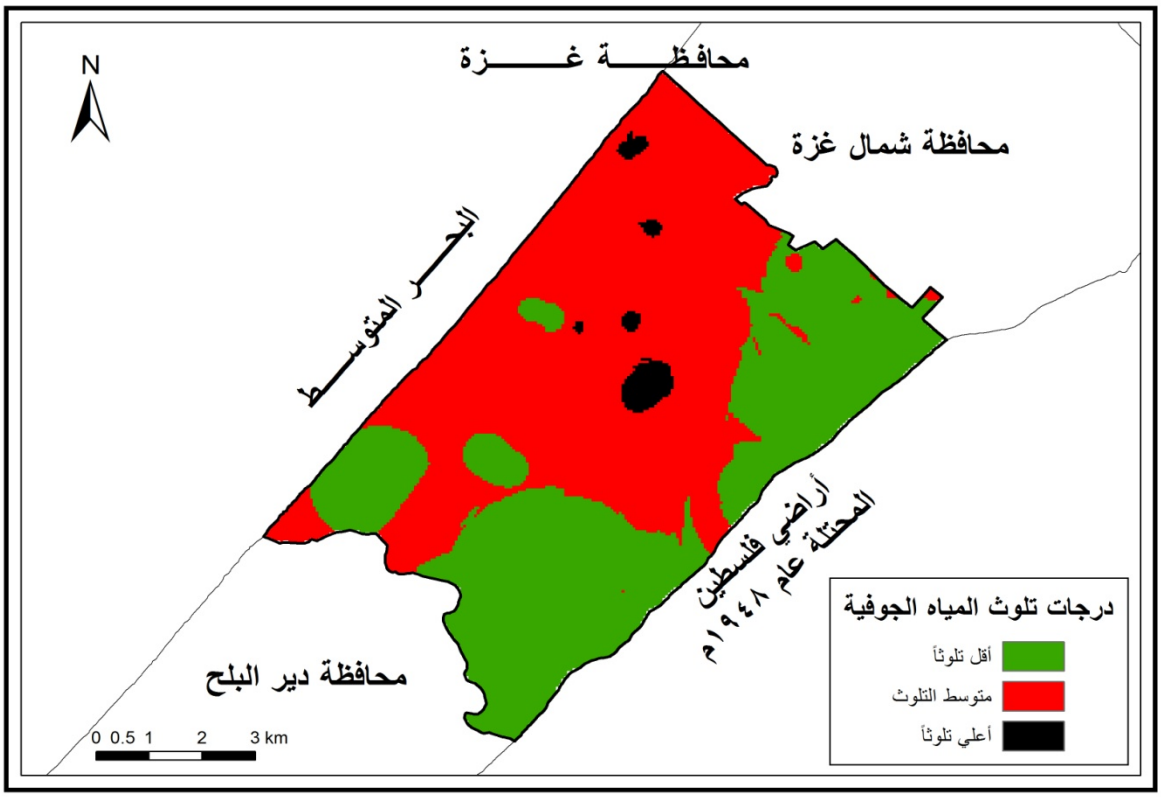
يتضح من الخريطة رقم (4.4) أن معدل الفيكل كالفورم يتركز في معظم آبار محافظة غزة، لكن يختلف تركيزه من منطقة لأخرى، حيث يرتفع في الآبار الواقعة في منطقة جنوب مدينة غزة بين شارع أحمد ياسين المسمى شارع (8) وشارع (10)، حيث يزيد عن 95 كالفورم.

أما بالنسبة لآبار المياه الجوفية في منطقة جحر الديك (وادي غزة)، ومنطقة المغراقة وفي آبار مدينة الزهراء، وفي معظم آبار مدينة غزة يصل معدل الفيكل كالفورم فيها أكثر من 45 كالفورم

وهذا المعدل يفوق النسبة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O) والمحددة بـ صفر فيكل كالفورم، وهذا مطابق لخريطة الحفر الامتصاصية التي تم توضيحها في الفصل الثاني وكذلك مع خريطة النترات التي تم توضيحها في الفصل الثالث ، وخريطة التوتل كالفورم.

وبالتالي يمكن القول: إن أماكن تواجد الحفر الامتصاصية في محافظة غزة التي تم توضيحها في الفصل الثاني تطابقت مع خريطة النترات، والتوتل كالفورم، والفيكل كالفورم أي أنها جميعها تركزت في نفس المناطق، كما تم توضيحه في الخرائط السابقة الذكر، وتؤكده الخريطة التجميعية رقم (4.5) التي تبين المناطق التي يتركز فيها النترات، والتوتل كالفورم، والفيكل كالفورم.

خريطة رقم (4.5) بؤر التلوث للنترات والكلوريد والتوتل والفيكل كالفورم في آبار محافظة غزة



المصدر: الخريطة من إعداد الطالب.

من الخريطة رقم (4.5) يلاحظ أن مناطق تركز النترات والفيكل والتوتل كالفورم في الآبار الجوفية تتركز في جنوب مدينة غزة تتمثل باللون الأسود، وهي الأعلى تلوثاً وهي مطابقة لخريطة النترات (3.4) والتوتل كالفورم (4.3) والفيكل كالفورم (4.4) ومناطق الحفر الامتصاصية، أما بالنسبة للكلوريد، فيتركز في شمال غرب مدينة غزة، وهو مطابق للخريطة رقم (3.5) وسبب ذلك طغيان مياه البحر على الخزان الجوفي في تلك المنطقة، أي ليس للكلوريد علاقة بتسرب المياه العادمة.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

نتائج الدراسة:

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج على النحو التالي:

1- أظهرت الدراسة أن المناطق التي يتركز فيها التلوث بالنترات، والتوتل كالفورم، والفيكل كالفورم تعاني من تسرب المياه العادمة.

2- أظهرت الدراسة أن المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الحفر الامتصاصية تعاني من تلوث المياه الجوفية بدرجة كبيرة.

3- أوضحت الدراسة أن زيادة عدد السكان في محافظة غزة يترتب عليه زيادة كمية المياه العادمة، وخصوصاً في المناطق غير الموصولة بشبكة الصرف الصحي؛ مما يؤدي إلى تلوث الخزان الجوفي.

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

5- أظهرت الدراسة أنه لا توجد علاقة كبيرة بين تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي وزيادة معدل الكلوريد.

6- بينت الدراسة أنه توجد علاقة قوية بين تلوث الآبار الجوفية في محافظة غزة ببكتريا التوتل كالفورم، وتسرب مياه الصرف الصحي، ولاسيما في المناطق التي تنتشر فيها الحفر الامتصاصية، وخصوصاً في جنوب مدينة غزة في منطقة تل الإسلام، وحي الزيتون بين شارع أحمد ياسين "شارع 8" و"شارع 10"، وكذلك في منطقة جحر الديك " وادي غزة "، ومنطقة المغراقة، كما بينت خريطة التوزيع الجغرافي لبكتيريا التوتل كالفورم.

7- أوضحت الدراسة كذلك وجود ارتباط وثيق بين تلوث الآبار الجوفية ببكتيريا الفيكل كالفورم، وتسرب مياه الصرف الصحي، حيث يزداد تركيز التلوث في المناطق التي تعتمد على الحفر الامتصاصية كون المياه العادمة تتسرب مباشرة إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة وخصوصاً في منطقة الشيخ عجلين، وجنوب حي الزيتون، ومنطقة المغراقة، ومنطقة جحر الديك " وادي غزة "، كما وضحته خريطة التوزيع الجغرافي لبكتيريا الفيكل كالفورم في الفصل الرابع.

8- أوضحت الدراسة أن مناطق بؤر تلوث المياه الجوفية بالنترات، والتوتل كالفورم، والفيكل كالفورم تطابقت في نفس المناطق التي تنتشر فيها الحفر الامتصاصية، والتي تعاني من تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي دون أي معالجة، كما بينته الخرائط التي من خلالها تم توضيح بؤر التلوث، والتي تتمثل في جنوب مدينة غزة وبعض مناطق جحر الديك والمغراقة.

9- أوضحت الدراسة –أيضاً– أن محافظة غزة كغيرها من محافظات القطاع تعاني من عجز شديد في المياه الجوفية؛ لأنها تعد المصدر الوحيد للشرب، والاستخدام المنزلي، وللأنشطة الزراعية، والصناعية؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة استهلاك المياه الجوفية، وبالتالي تدهور الخزان الجوفي، ومن ثم طغيان مياه البحر إلى الخزان الجوفي، وزيادة نسبة الملوحة.

10- كشفت الدراسة –كذلك– أن مياه البلدية التي تصل إلى سكان محافظة غزة بعضها مياه ملوثة غير صالحة للشرب أو الاستخدام الآدمي.

11- بينت الدراسة أن نصيب الفرد من المياه في قطاع غزة بلغ (80/لتر/للفرد/اليوم) وهو أقل من المعدل الموصى به من قبل الأمم المتحدة (150/لتر/للفرد/اليوم).

التوصيات:

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة ومن خلال النتائج، تم التوصل إلى مجموعة من التوصيات من أبرزها :-

1- ضرورة العمل على إنشاء شبكة صرف صحي تغطي جميع مناطق محافظة غزة من أجل الحد من تسرب المياه العادمة إلى الخزان الجوفي، وبالتالي التخفيف من حدة التلوث.
2- ضرورة قيام الجهات المسئولة بتحسين كفاءة محطة المعالجة، وذلك للاستفادة من المياه العادمة المعالجة في الزراعة والصناعة وحقن الخزان الجوفي.
3- قيام الجهات المسئولة بالدعوة لعقد المؤتمرات الدولية من أجل إطلاع الرأي العام على مدى خطورة الوضع المائي في قطاع غزة من أجل تظافر الجهود لإيجاد الحلول والبدائل.
4- تنفيذ مشاريع خاصة بحفر آبار مياه في أماكن بعيدة عن مناطق التلوث، وكذلك القيام بحفر الآبار الصالحة للشرب البعيده عن مناطق التلوث.
5- وضع استراتيجيات بعيدة المدى للوصول إلى حلول لمشكلة المياه في قطاع غزة، بحيث تكون على مراحل من شأنها إنهاء المشكلة.
6- ترشيد استهلاك المياه الجوفية؛ لأنها المصدر الوحيد للشرب، والاستخدامات المنزلية، وكافة الأنشطة الزراعة والصناعية، والقضاء على ظاهرة الابار العشوائية.
7- ضرورة البحث عن مصادر أخرى للمياه، لتخفيف الضغط على المياه الجوفية، مثل تحلية مياه البحر، أو الاستفادة من مياه الأمطار بشكل جيد عن طريق إنشاء مصائد لتجميع مياه الأمطار، وحقنها في الخزان الجوفي، أو عن طريق الاستفادة من المياه العادمة المعالجة بشكل جيد، واستغلالها في الزراعة مع مراعاة معايير الصحة العامة، وهذا يكون على عاتق الجهات المسئولة.

المراجع باللغة العربية:

1- أبومايلة ، يوسف. **مشكلة المياه في قطاع غزة** ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد 22 ، السنة 22 ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، 1990.

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

3- إسماعيل ، أحمد علي . **دراسة في جغرافية المدن** ، الطبعة الثالثة ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة ، 1985.

4- انعيم ، نائلة. **الماء في الجسم نقصه يعني الموت الزؤام** ، مجلة بلسم ، العدد 333 ، البيرة ، فلسطين ، 2003.

5- بارود ، نعيم. **المياه العادمة وأثرها على الخزان الجوفي في محافظة دير البلح** ، مجلة الجامعة الإسلامية ، المجلد العاشر ، العدد الأول ، 2002.

6- **بلدية خان يونس** ، مقابلة مع المهندس أسامة النجار ، 1999.

7- **دائرة الإحصاء المركزية** ، قسم البيئة الصناعية ، النتائج الأساسية ، 1998.

8- الحلاق ، أكرم حسن . **استنزاف مصادر المياه الجوفية في قطاع غزة -أسبابه وآثاره** رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة عين شمس ، القاهرة ، مصر ، 2002.

9- الزرقة ، محمد عبد الناصر. **تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيراتها على صحة الإنسان** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الإسلامية ، غزة ، فلسطين ، 2010.

10- السردي ، محمد حسن. **الآثار البيئية للصرف الصحي في قطاع غزة** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة عين شمس ، القاهرة ، مصر ، 2002.

11- السلاوي ، محمود. **المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق** ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ، طرابلس ، 1986.

12- شحادة ، نعمان. **المناخ العلمي** ، مطبعة النور النموذجية ، عمان ، 1983.

13- شرف ، عبد العزيز طريح. **الجغرافية المناخية والنباتية** ، الطبعة الحادي عشر ، دار الجامعات المصرية ، الإسكندرية ، 1985.

14- سلطة المياه الفلسطينية ، **الإدارة العامة لمصادر المياه** ، 2010م.

15- سلطة المياه الفلسطينية ، **تقرير عن الوضع المائي في قطاع غزة** ، 2005.

16- سلطة المياه و وزارة الزراعة الفلسطينية. **مصادر المياه في فلسطين ، الجزء الأول – قطاع غزة** ، وثيقة إستراتيجية ، غزة ، فلسطين ، 2009.

17- صالحة ، رائد أحمد . **مدينة غزة – دراسة في جغرافية المدن** ، رسالة ماجستير منشورة ، معهد البحوث والدراسات العربية ، القاهرة ، مصر ، 1997.

18- عبد الرازق العمر، مثنى. **التلوث البيئي** ، الطبعة الثانية ، دار وائل للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، 2010.

19- عيد ، حسام. **المياه العادمة في مدينة غزة- دراسة في جغرافية البيئة** ، الجامعة الإسلامية-غزة ، 1997.

20- غرايبة ، سامح والفرحان ، يحيى. **المدخل إلى العلوم البيئية** ، الطبعة الرابعة ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، 1999.

21- غنايم ، محمد. **الوضع الحالي للمياه في فلسطين** ، معهد الأبحاث التطبيقية ، القدس أريج ، نيسان ، 2001.

22- كيث توود ، ديفيد. **هيدرولوجية المياه** ، ترجمة: رياض حامد الدباغ وحميد رشيد رفيق، جامعة الموصل ، الموصل ، 1979. فريق عمل "**غزة الملامح البيئية**" ، الجزء الثاني ، غزة 1996م.

23- **الأطلس الفني لمحافظات قطاع غزة** ، وزارة التخطيط والتعاون الدولي.

24- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. **تقديرات أعداد السكان (قطاع غزة)** ، حسب المحافظات في منتصف العام 2010.

25- العفيفي ، سمير. **تقرير داخلي- مركز الدراسات البيئية والريفية ، الجامعة الإسلامية** ، غزة ، 1997.

26- الطيبي ، خالد. **مركز صحة البيئة** ، عيادة الصوراني ، وزارة الصحة الفلسطينية ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2011م.

27-اللوح ، منصور. **العلاقة بين الأمطار ومنسوب المياه الجوفية في الضفة الغربية** ، مجلة الجامعة الإسلامية ، غزة ، سلسلة الدراسات الإنسانية ، المجلد 13 ، العدد 1 ، 2005.

28-الوحيدي ، نزاز. **وزارة الزراعة الفلسطينية** ، قسم التربة والري ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2011.

29- الكولك ، كمال. **قسم الصحة الوقائية** ، بلدية غزة ، 2012م.

30- اليعقوبي ، أحمد. **التقييم الهيدروجيولوجي لنوعية المياه_آبار بلديات محافظة غزة** ، سلطة المياه الفلسطينية ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، أغسطس ، 2008.

31- اليعقوبي ، أحمد. **مصادر المياه في قطاع غزة** ، الإدارة العامة لمصادر المياه ، سلطة المياه الفلسطينية ، 2005.

32- مشتهى ، عبد العظيم. **الجزء الأدنى من وادي غزة داخل قطاع غزة – دراسة في الجيمورفولوجيا** رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة النيلين ، السودان ، 1999.

33- وهدان ، شحادة. **محاضرة بعنوان – الوضع المائي في محافظات غزة** ، وزارة الزراعة، غزة ، فلسطين ، 2000.

المقابلات:

1- مقابلة مع عماد الداية **مدير دائرة الكسح في بلدية غزة** ، بتاريخ 5-8-2011م.

2- مقابلة مع المهندس سامي صبح. **مدير قسم المياه والصرف الصحي في بلدية المغراقة** ، بتاريخ 6-8-2011م.

3- مقابلة مع المهندس خالد أبو مدين. **مدير المياه والصرف الصحي في بلدية الزهراء** ، بتاريخ 6- 8-2011م.

4- مقابلة مع المهندس عبد الرحيم حتحت. **مدير المياه والصرف الصحي في بلدية جحر الديك** ، بتاريخ 6- 8-2011م.

5- مقابلة مع المهندس راغب عطاالله. **مدير قسم الصرف الصحي في بلدية غزة** ، معلومات من تسجيلاتهم ، 2011م.

6- مقابلة مع سالم أبوعياده. **رئيس بلدية وادي غزة "جحر الديك"** ، بتاريخ 5-7-2011م.

منظمة الصحة العالمية. **إدارة استخدام المياه العادمة** ، نشرة رقم (1) ، مصر 1991.

المراجع بالغة 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. Baalousha, H. (2008) "**Analysis of Nitrate Occurrence and Distribution in Groundwater in Gaza Strip Using Major Ion Chemistry** " Global NEST,2008. Greece.
3. Yassin, M. Abu Amr, S. and Najjar, H. (2006) "**Assessment of Microbiological Water Quality and its Relation to Human Health in Gaza Governorate, Gaza Strip**" Public Health.
4. Martin Wanielista,(1990) **Hydrology and Water Quantity Control**, (USA: John Wiley & Sons, Inc.
5. Mohammed R. Al-Agha (1999) "**Groundwater in the Urban Environment, Rotterdam**".
6. Shahin, S.(2007) "**Nitrate Pollution and Groundwater Modeling of Wastewater Plant in Rafah Area, Gaza Strip ,Palestine**" Master Desertation, Gent University
7. Abu Amr, S. and Yassin, M. (2008) "**Microbial Contamination of the Drinking Water Distribution system and Its Impact on Human Health in Khan Yunis Governorate, Gaza: Seven Years of Monitoring 2000-2006**" Health Public, Elsevier Ltd.
8. Sara Roy, "**The Gaza Strip: The Political Economy of De-Development**", (Washington, D.C.: The Institute for Palestine, 1995).
9. T. Alslaibi (2009) "**Evaluating the impact of Landfill Leachate on Groundwater Aquifer in Gaza Strip using Modeling Approach**" master dissertation. IUG
10. Tubail, Kh. Aldadah and M.Yassin (2004): "**Present Situation of Wastewater and the Possible Prospect for Its Reuse in the Gaza Strip**". KA-Abuasser, Abfall (51) Nr.8,2004. Germany
11. Watson, J.E. **Ground Water: The Hidden Resource**,(without data) p. 1, Internet Source http://www.mindspring.com/~pure/gndwater.html 2011
12. Yassin, Majed et al (2008) "**Towards Strategies for Pollution Control on the Use of Wastewater Effluent in Sustainable Agriculture in Gaza Strip**" World Review Of Science, Technology and Sustainable Development, 5,1,66-78,2008.
13. Zaher S. Kuhail,(1995) "**Ground Water Status in the Gaza Strip Since 1935**, Islamic University Journal, vol.4, No.1, (Gaza: 1996).
14. http://www.pcbs.gov.ps/Portals/_PCBS/Documents/gover.htm (2010)
15. http://www.plord.ps/ar/index.php?act=Show&id=545 (2011).

قائمة الملاحق:

جدول رقم (3.1) معدل النترات في آبار محافظة غزة من (2005-2010)

اسم البئر	2005 NO3	2007 NO3	2008 NO3	2010 NO3	NO3 المعدل
بئر بلدية الزهراء	42.1	65.8	62.3	45.0	53.8
بئر الشيخ رضوان 16	133.8	195.7	140.0	150.0	154.9
بئر الشيخ رضوان 15	107.4	221.7	122.9	143.0	148.8
بئر الشيخ رضوان 12	145.3	254.9	135.5	149.0	171.2
بئر الشيخ رضوان 11	140.5	182.8	129.2	128.0	145.1
بئر الشيخ رضوان 10	137.9	190.0	121.2	128.0	144.3
بئر الشيخ رضوان 9	153.7	122.2	130.2	140.0	136.5
بئر الشيخ رضوان 8	109.3	77.0	100.6	79.0	91.5
بئر الشيخ رضوان 7	199.4	162.6			181.0
بئر الشيخ رضوان A7	174.3	179.7	198.2	234.0	196.9
بئر الشخ رضوان 4	131.5	140.0	155.3	135.0	140.5
بئر الشيخ رضوان A3	159.2	167.5	182.1	212.0	180.2
بئر الشيخ عجلين 3	58.5	50.8	65.3	65.0	61.0
بئر الشيخ عجلين 5	38.6	27.5	38.5	42.0	37.0
بئر الشيخ عجلين 7	141.2	99.6	107.8	-	114.1
بئر الشيخ عجلين 1	96.8	-	95.4	-	98.1
بئر الشيخ عجلين 4	132.5	-	136.2	218.0	162.2
بئر الشيخ عجلين 6	37.6	31.0	56.4	99.0	56.1
بئر الشجاعية 2	110.6	117.7	54.7	103.0	96.5
بئر المسلخ	39.5	21.2	121.5	158.0	85.5
بئر الصفا (5) زمو	44.7	82.0	43.6	67.0	59.3
بئر الشيخ رضوان 13	153.4	139.6	141.4	167.0	150.4
بئر الشيخ رضوان 5	206.1	248.0	215.9	229.0	224.8
بئر المغراقة 2	15.6	-	-	18.0	18.1
بئر الشيخ عجلين 2	53.1	-	29.6	77.0	53.2
بئر الشيخ رضوان 2	215.9	-	218.7	222.0	218.9
بئر الشيخ رضوان1	152.9	-	149.0	162.0	154.6
بئر الوكالة 1 الشاطئ	330.9	-	293.9	267.0	292.3
بئر الوكالة 2 الشاطئ	203.4	-	165.4	154.0	168.2
بئر الوكالة 3 الشاطئ	156.7	-	147.0	198.0	167.4
بئر الصفا 1	231.2	-	219.1	296.0	248.8
بئر الصفا 2	145.9	-	-	183.0	164.5
بئر الصفا 3	213.1	-	171.1	68.0	150.7
بئر الصفا 4	64.4	-	69.5	69.0	67.6
بئر المغراقة 3	38.7	-	55.0	-	46.8
بئر المغراقة1	15.1	-	-	-	15.1
بئر بلدية وادي غزة	70.0	-	-	-	70.0

بئر مدينة الزهراء	36.6	–	–	18.0	27.3
بئر المنطقة الصناعية 3	30.6	–	–	–	30.6
بئر المنطقة الصناعية 4	14.61	–	18.1	–	16.5
بئر البقارة–عنبر رقم 1	254.4	–	–	–	254.4
بئر التفاح 1	355.9	–	287.3	–	321.6
بئر الزيتون 2–ام الليمون	69.3	–	152.5	116.0	112.6
بئر الشيخ رضوان B1	135.5	–	–	–	135.5
بئر الشيخ عجلين A4	147.3	–	–	–	147.3
بئر الصبرة 2– الديري	327.7	–	226.0	279.0	277.6
بئر الصبرة 3– شحيبر	215.2	–	205.1	133.5	171.8
بئر الزهراء 3	–	–	21.4	20.0	20.7
بئر الزهراء 2	–	–	16.5	–	16.5
–بئر الشيخ عجلين9	–	–	134.4	–	134.4
بئر الشيخ رضوان A	–	–	148.0	–	148.0
بئر الدرج 1	–	–	231.9	231.0	227.1
بئر الرمال 2	–	–	102.0	170.0	136.0
بئر الشيخ رضوان 8 الجديد	–	–	94.7	–	94.7
بئر 12 – المستوطنات	–	–	100.8	–	100.8
بئر المنطار – الشجاعية 6	–	–	61.3	94.0	77.7
بئر عمارة الربيع الخاص	–	–	116.5	–	116.5
بئر الشجاعية 5	–	–	46.0	62.0	54.0
بئر الرمال 2 – الجندي	–	–	153.6	–	153.6
بئر الرمال 3	–	–	–	281.0	281.0
بئر الشجاعية 7	–	–	–	127.0	110.1
بئر الشجاعية 8 التوفيق	–	–	–	107.0	103.1
بئر الزيتون 3	–	–	–	171.0	143.0
بئر الشيخ رضوان 17	–	–	–	103.0	103.0
بئر الثورة بجوار التأمين والمعاشات	–	–	–	189.0	189.0
بئر الرمال 1	–	–	–	211.0	211.0
بئر الزيتون 1	–	–	–	152.0	152.0
بئر عرابي الزيتون	–	–	–	269.0	269.0
بئر الشجاعية 3	–	–	–	168.0	168.0
بئر بركة الشيخ رضوان	–	–	–	14.0	14.0
بئر تونس الشجاعية	–	–	–	69.0	69.0
بئر الصبره 1 دغمش	–	–	–	184.0	184.0
بئر الشيخ عجلين 8 القدس	–	–	–	63.0	63.0
بئر الرحمة – دوار ابو علبة	–	–	–	210.0	210.0
بئر بكدار خلف السويدي	–	–	–	188.0	188.0
بئر الصحابة	–	–	–	76.0	76.0
بئر الشيخ رضوان A1	–	–	–	18.0	18.0

جدول رقم (3.2) معدل الكلوريد في آبار محافظة غزة من (2005-2010)

بئـــــر	CL 2005	CL 2006	CL 2007	CL 2008	CL 2009	CL 2010	CL المعدل
بئر بلدية الزهراء	353.7	357.3	473.3	567.9	731.0	817.0	550.0
بئر الشيخ رضوان 16	70.4	87.1	78.9	91.1	90.0	104.0	86.9
بئر الشيخ رضوان 15	93.4	87.6	93.2	99.7	117.0	117.0	101.3
بئر الشيخ رضوان 12	112.4	123.8	121.9	136.2	145.0	145.0	130.7
بئر الشيخ رضوان 11	124.3	122.5	121.9	114.5	110.0	117.0	118.4
بئر الشيخ رضوان 10	116.9	176.1	150.6	151.8	172.0	207.0	162.4
بئر الشيخ رضوان 9	187.4	187.7	198.1	200.8	207.0	138.0	186.5
بئر الشيخ رضوان 8	1800.0	2469.0	2767.0	882.0	10690.0	3657.0	3710.8
بئر الشيخ رضوان 7	479.4	477.8	502.4	-	510.0	-	492.4
بئر الشيخ رضوان A7	523.2	456.5	562.6	548.6	556.0	1228.0	631.9
بئر الشيخ رضوان 4	321.2	335.1	406.6	423.1	510.0	1380.0	562.7
بئر الشيخ رضوان A3	676.2	710.0	706.5	688.4	1117.0	656.0	759.0
بئر الشيخ عجلين 3	219.0	257.6	265.3	295.8	345.0	524.0	314.6
بئر الشيخ عجلين 5	210.6	229.3	258.6	304.5	359.0	414.0	297.2
بئر الشيخ عجلين 7	341.6	452.0	508.6	505.6	435.0	-	458.1
بئر الشيخ عجلين 1	2054.0	2341.0	2954.0	2477.0	1000.0	-	2156.0
بئر الشيخ عجلين 4	351.5	-	-	430.3	490.0	580.0	463.0
بئر الشيخ عجلين 6	95.2	76.7	146.3	184.0	117.0	117.0	131.4
بئر الشجاعية 2	771.6	725.2	867.7	451.8	959.0	919.0	782.4
بئر المسلخ	484.9	513.0	530.7	889.2	510.0	42.0	495.0
بئر الصفا (5) زمو	197.5	204.1	215.1	229.5	234.0	248.0	221.4
بئر الشيخ رضوان 13	618.2	659.2	683.8	709.9	848.0	943.0	743.7
بئر الشيخ رضوان 5	2891.0	2411.0	3760.0	4733.0	3410.5	4313.0	3561.3
بئر المغراقة 2	-	248.5	258.2	-	283.0	307.0	274.2
بئر المغراقة 3	-	300.3	351.4	467.5	448.0	203.0	373.1
بئر المغراقة1	-	378.4	250.3	-	-	-	314.4
بئر بلدية وادي غزة	-	964.2	867.7	-	-	-	916.0
بئر مدينة الزهراء	-	337.3	466.1	-	-	-	335.5
بئر الشيخ عجلين 2	-	366.8	398.3	516.3	-	524.0	450.7
بئر الشيخ رضوان 2	-	1480.0	1892.0	2466.0	2897.0	-	2183.8
بئر الشيخ رضوان1	-	868.8	2004.0	523.5	2759.0	3381.0	1907.3
بئر الشيخ رضوانA1	-	1376.0	-	-	-	5693.0	3534.5
بئر الوكالة 1 الشاطئ	-	1080.0	785.2	1743.0	3683.0	5092.0	2476.6
بئر الوكالة 2 الشاطئ	-	887.5	1907.0	3872.0	5959.0	8240.0	4173.1
بئر الوكالة 3 الشاطئ	-	354.0	388.7	552.2	931.0	1429.0	731.0
بئر مياه البلدية	-	799.5	-	-	-	-	799.5
بئر الصفا 2	-	502.0	507.1	-	559.0	552.0	530.0
بئر الصفا 1	-	536.8	528.2	530.7	552.0	600.0	549.5
بئر الصفا 3	-	1018.0	1013.0	1025.0	759.0	828.0	928.6
بئر الصفا 4	-	759.6	732.4	738.6	966.0	814.0	802.1
بئر المنطقة الصناعية 3	-	1175.0	1205.0	-	-	-	1190.0
بئر المنطقة الصناعية 4	-	1326.0	1291.0	1205.0	-	-	1274.0

بئر الشجاعية 3	-	694.8	-	-	-	813.0	753.9
بئر البقارة-عنبر رقم 1	-	-	251.0	-	-	-	251.0
بئر التفاح 1	-	-	605.9	279.7	-	-	442.8
بئر الزيتون 2-ام الليمون	-	-	141.1	588.0	648.0	768.0	536.3
بئر الشيخ رضوان B1	-	-	468.1	-	-	-	468.1
بئر الشيخ عجلين A4	-	-	385.1	-	-	-	385.1
بئر الصبرة 2- الديري	-	-	344.1	313.0	366.0	496.0	379.8
بئر الصبرة 3- شحيبر	-	-	553.5	523.5	497.0	4427.0	2085.6
بئر الزهراء 3	-	-	-	222.3	310.0	349.0	293.8
بئر الزهراء 2	-	-	-	149.2	179.0	-	164.1
بئر الشيخ عجلين 9	-	-	-	229.5	-	-	229.5
بئر الشيخ رضوان A	-	-	-	2309.0	-	-	2309.0
بئر الدرج 1	-	-	-	817.5	910.0	884.0	870.5
بئر الرمال 2	-	-	-	322.7	-	738.0	530.4
بئر الشيخ رضوان 8 الجديد	-	-	-	1245.0	3242.0	-	2243.5
بئر المنطار - الشجاعية 6	-	-	-	860.5	841.0	828.0	843.2
بئر الشجاعية 5	-	-	-	1133.0	1062.0	1077.0	1090.7
بئر الرمال 2 - الجندي	-	-	-	394.4	1345.0	-	869.7
بئر الرمال 3	-	-	-	365.7	483.0	419.0	422.6
بئر عمارة الربيع الخاص	-	-	-	244.5	-	-	244.5
بئر 12 - المستوطنات	-	-	-	78.9	-	-	78.9
بئر الشجاعية 7	-	-	-	-	414.0	580.0	497.0
بئر الشجاعية 8 التوفيق	-	-	-	-	1083.0	1104.0	1093.5
بئر الزيتون 3	-	-	-	-	752.0	433.0	592.5
بئر مياه الزهراء	-	-	-	-	1338.0	-	1338.0
بئر الشيخ رضوان 17	-	-	-	-	228.0	345.0	286.5
بئر مستشفى الشفاء	-	-	-	-	3966.0	-	3966.0
بئر الثورة بجوار التأمين	-	-	-	-	310.0	380.0	345.0
بئر الرمال 1	-	-	-	-	393.0	580.0	486.5
بئر الزيتون 1	-	-	-	-	655.0	678.0	666.5
بئر عرابي الزيتون	-	-	-	-	566.0	608.0	587.0
بئر ابو الخير	-	-	-	-	228.0	-	228.0
بئر الشيخ عجلين 8 القدس	-	-	-	-	793.0	2070.0	2070.0
بئر بركة الشيخ رضوان	-	-	-	-	-	141.0	141.0
بئر تونس الشجاعية	-	-	-	-	-	990.0	990.0
بئر الصبره 1 دغمش	-	-	-	-	-	438.0	438.0
بئر الرحمة - دوار ابو علبة	-	-	-	-	-	1173.0	1173.0
بئر بكدار خلف السويدي	-	-	-	-	-	828.0	828.0
بئر الصحابة	-	-	-	-	-	1014.0	1014.0

المصدر: سلطة المياه الفلسطينية.

ملاحظة: البيانات المفقودة في الجدول، هي لآبار حفرت حديثاً والموجود فقط الإحصائيات في آخر سنتين لهذه الآبار وباقي الآبار بياناتها غير موجودة من المصدر.