التخطيط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ

ندى خليفة محمد علي الركابي
مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا
nada715kh@yahoo.com

سنان فخري مهدي الانباري
وزارة الصناعة والمعادن / الشركة العامة للصناعات النسيجية والجلدية / مصنع القطنية
senanmahdi82@yahoo.com

الخلاصة

البحث حاول وضع إستراتيجية لاستغلال المياه العادمة المعالجة مرتبطة بالنمو السكاني لجانب الكرخ من مدينة بغداد لغاية سنة هدف المطلوبة(٢٠٣٠) بتسليط الضوء على مشكلة طرح المياه العادمة إلى نهر دجلة مباشرة دون معالجة من محطة الكرخوعن طريق التخطيط المستقبلي لإعادة استخدامها وصولاً لسنة الهدف المعتمدة، وتم اقتراح بدائل وتقييمهاواختيار البديل الأفضل على أساس تحقيق أهداف متعددة بيئية، وتخطيطية واقتصادية في الوقت نفسه.وتوصلت الدراسة الى إمكانية التخطيط لاعادة استخدام مياه المحطة بعد معالجتها معالجة ثنائية في الزراعة المقيدة بإعتبارها مورد مائي غير تقليدي ومتزايد ومستديم، وان كميات المياه العادمة التي ستصل الى المحطة في سنة الهدف (٢٠٣٠) ستكون بحدود بين(١٤١٠٣٧٨-١٦٤٥٤٤١) م^3/يوم، مما يكفي لإرواء محاصيل زراعية بمساحة تصل الى (١٦٣٢٣٨ – ١٩٠٤٤٣) دونم.

الكلمات المفتاحية: التخطيط، المياه العادمة، المعالجة، محطة الكرخ.

Abstract

The research tried to put strategy to reuse wastewater treatment linked to with population growthfor the Karkh of the city of Baghdad to the year the goal required in (2030)to highlight the problem discharging wastewater into the Tigris River, directly without treatment by station Karkh and through future planning for re-use and access to the target year adopted, and to propose alternatives , evaluate and choose the best alternative for based on the achievement of multiple objectives , environmental , planning and economic at the same time . The study has come up with the possibility of planning to reuse of water the plant after treating it with secondary treatmenton restricted farming as unusual water resource and sustainable and increased one, the water volume that will reach the plant in the target year (2030) is between (1410378-1645441) m^3/day, which will be enough to irrigate crops with an area of (40809.5 -47610.75) acres.

key words : Planning,The Wastewater,The treatment, Karkh station.

المقدمة

قال الله (سبحانه وتعالى) ((وجعلنا من الماء كل شيء حي)).(سورة الأنبياء، الآية ٣٠). فالمياه تُعَّد عنصرا ستراتيجيا، وحيويا يرتبط بالحياة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، واستعمالاتها في التقدم الحضاري كثيرة جدا؛ فهي تدخل في معظم مفاصل هذا التقدم من صناعة، وعمران، وزراعة، وتجارة، وقد برزت قضية شحة المياه وتردي نوعيتها في الكثير من الدول نتيجة النمو السكاني، والتغيرات المناخية، والنشاط الإنمائي مما سبب فجوة غذائية في معظم الدول، ونقصاً في الموارد المائية، وان المياه العادمة هي ناتج استخدام المياه العذبة وهي من المشكلات المهمة التي تعاني منها المدن، إذ ان التخلص من الفضلات السائلة والصلبة تُعَّد من أهم متطلبات المدن، وتقدمها، والمحافظة على بيئتها وصحتها وجماليتها، فهي من خدمات البنى التحتية المهمة لتطور لمدن، وان المخططين الحضرين والبيئين يواجهون تحدياً كبيراً في وضع استرتيجية بعيدة المدى في توفير هذه الخدمة، فالنمو السكاني للمدينة وما يصاحبه من نمو لاستعمال الارض يتطلب تطويراً للبنى التحتية يتماشى مع نمو المدينة ويحافظ على بيئتها وجمالها.

أن النمو السكاني وما رافقه من احتياج غذائي، وتوسع عمراني وتطور الصناعة الذي تم في عصرنا الحديث تطلب المزيد من استهلاك المياه العذبة، ومن ثم زيادة في تصريف المياه الملوثة المنزلية، والصناعية

الى المصادر المائية، وبدون معالجة مما أدى الى ظهور التلوث وتفاقمه بشكل خطير وتسبب في تراجع، وتردي الحياة المائية، وانتشار الإمراض والأوبئة، والروائح الكريهة المزعجة، مما استلزم توجيه الاهتمام الى معالجة هذه المياه في محطات معالجة متخصصة قبل طرحها الى المصادر المائية، أو إعادة استخدامها، وان تقيم هذه المحطات يجب ان يتم على أساس المحافظة على الصحة العامة والبيئة، وضمن جدوى اقتصادية تحقق المعايير البيئية المطلوبة.

مشكلة البحث

تعاني المسطحات المائية في مدينة بغداد من مخاطر بسبب القاء الملوثات فيها دون معالجة صحيحة مما يهدد مشارع التنمية والبيئة بشكل عام وحدوث هلاك على الثروة السمكية ومخاطر صحية وخاصة مع شحة المياه بسبب دول المصدر للانهر والتغيرات المناخية.

هدف البحث

١-دراسة كمية المياه الملوثة المطروحة الى نهر دجلة من محطة الكرخ في جنوب مدينة بغداد

٢-ايجاد حلول تخطيطية بيئية للتخلص من الكميات الكبيرة للمياه الملوثة المطرحة من محطة الكرخ الى نهر دجلة

فرضية البحث

قيام المحطة بطرح كميات كبيرة من المياه العادمة غير المعالجة (اكثر من ٦٥٠٠٠٠ م^3/يوم) بسبب سوء عملها وبسبب عدم استيعاب قدرتها التصميمية للكميات الكبيرة القادمة اليها.

منهجية البحث

١-اعتماد المنهج الوصفي والتحليلي فيما يتعلق بحال وقدرة محطة الكرخلمعالجة المياه العادمة.

٢-الاعتماد على جمع المعلومات المكتبية المتعلقة بالبحث من مختلف المصادر والمقابلات الشخصية مع المختصين بهذا المجال.

٣-عمل بدائل تخطيطية واستخدام مصفوفة تقييم البدائل لاختيار البديل الانسب.

نبذة تاريخية عن محطة معالجة المياه العادمة المركزية في الكرخ

ان لمعالجة المياه العادمة مفاهيم عديدة على وفق مصدرها، فُتعَّرف بإنَّها إعادة تدوير المياه المستعملة بارجاعها الى حال تكون شبيهه بحالتها الاصلية قبل الاستعمال، ويتم ذلك باستخدام طرائق مختلفة للمعالجة للتخلص من الملوثات، أو تحويلها الى صورة اخرى بحيث تنتج مياه بالامكان إعادة استعمالها في الزراعة، أو طرحها للبيئة دون ان تسبب أضراراً بيئية[١]، وان محطة معالجة المياه العادمة هي كافة المنشات التي تبنى في موقع معين لغرض اكسدة المواد العضوية الموجودة فيها، وفصل الشوائب الصلبة عن المياه التي يمكن تصريفها دون ضرر بالصحة العامة أو إعادة استخدامها مرة اخرى بعد القضاء على مختلف الملوثات الجرثومية فيها[٢]، وان المكان الذي تتم فيه المعالجة يسمى مشروع معالجة مياه الصرف Waste Water Treatment Plant (WWTP)[٣].

---

[١] سعيد فاضل احمد، "واقع ومستقبل خدمتي الماء الصافي والمجاري في مدينة بعقوبة"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، مقدمة الى كلية التربية، جامعة ديالى، ٢٠٠٨، ص٣٥.

[٢] العبد الله، رشا خلف، "تشغيل واستثمار محطات معالجة مياه الصرف الصحي"، جامعة حلب، كلية الهندسة التقنية، قسم تقانات الهندسة البيئية، ٢٠١٢، ص ١٨.

[٣] الاتحاد الاوربي، "الفصل الاول خصائص وتحليل ونماذج المياه العادمة"،٢٠١٠، ص ٣١.

بعدالزيارات الميدانية العديدة الى موقع محطة معالجة المياه العادمة في الكرخ واجراء لقاءات كثيرة مع مدير المحطة والكادر المتقدم فيها من الاختصاصين وكذلك بعض المنتسبين، فضلاً عن الزيارات الكثيرة الى دائرة مجاري بغداد، والى دائرة بلدية الدورة، واجراء مقابلات مكثفة مع العديد من المسؤولين في هذه الدوائر، واجراء مسح ميداني لموقع المحطة، وتسلسل عملياتها وصولا الى موقع تصريف المياه العادمة الى نهر دجلة، فقد تم الوصول الى المعلومات الآتية:

أن موقع محطة معالجة المياه العادمة في الكرخ يقع في جنوب بلدية الدورة في الضفة الغربية من نهر دجلة وضمن التصميم الاساس لمدينة بغداد في منطقة البوعيثة ، وان هذا الموقع قد تم تحديده منذ السبعينيات القرن الماضي، فقد اعتبر موقعا ملائما لانشاء هذه المحطة في حينه فالموقع يُعَّد بعيدا عن مركز مدينة بغداد، كما انه قريب من نهر دجلة وضمن منطقة زراعية بعيدة عن الجانب الحضري لمدينة بغداد، وقد خطط في تصميم المحطة تصريف المياه العادمة التي تتم المعالجة فيها الى نهر دجلة ضمن المحددات البيئية التي نص عليها نظام صيانة الأنهار العراقية رقم (٢٥) لسنة ١٩٦٧م.

أن محطة معالجة المياه العادمة في الكرخ تشغل مساحة مستطيلة الشكل تقريبا وبحدود (١٢٠٠) دونم مقاسا من حدودها الخارجية (بطول ١٩٨٨م وعرض ١٥٠٨م)، اما المساحة الفعلية التي تشغلها منشات المحطة فهي بحدود (٢٦٣) دونم، وان أول تاريخ معتمد لتشغيل المحطة كان في سنة ١٩٨٠، حيث تم تشغيل خط واحد فقط، وتم تشغيل الخطيين المتبقين في سنة ١٩٨٥م[٤]، وهي مصممة بطاقة معالجة قدرها (٢٠٥٢٠٠)م^3/يوم لتخدم عدد سكان بحدود (١٨٠٠٠٠٠) نسمة باعتماد معدل الصرف الصحي بحدود (١١٤) لتر/شخص.يوم، إذ اشتمل التصميم على ثلاثة خطوط رئيسة، وان كل خط متكون من فرعين للمعالجة، يقوم كل فرع بعملية معالجة للمياه العادمة لخدمة عدد سكان يصل إلى (٣٠٠٠٠٠) نسمة، وبهذا تكون محطة المعالجة متضمنة ستة خطوط متوازية ومتماثلة لمعالجة المياه العادمة المصرفة من عدد السكان البالغ (١٨٠٠٠٠٠) نسمة[٥].

ان تشغيل محطة المعالجة في الكرخ نتج عنه تطوراً عمرانياً وتخطيطياً في هذا الجانب من بغداد، إذ توسعت خدمة المجاري، وارتفعت فرص العمل للسكان، لذا كان للمحطة تأثيراً إيجابياً في الجانب الاقتصادي، والبيئي لسكان جانب الكرخ، الَّا ان تصميم المحطة لا يغطي خدمة بلديات جانب الكرخ حاليا ومستقبلا، فان إقصى جريان للمياه العادمة الداخلة الى المحطة والتي يمكن التعامل معها هو ضعف الطاقة التصميمية والبالغ (٤١٠٠٠٠)م^3/يوم[٦]، الَّا ان ادخال هذه الكمية من المياه العادمة الى المحطة له تاثيره السلبي البالغ في إداء المحطة؛ وذلك لأنَّ زيادة التصريف عن القدرة التصميمية للمحطة والبالغ (٢٠٥٢٠٠)م^3/يوم، يعني زيادة معدلات الحمل السطحي (Surface Over Flow Rates)، وزيادة معدلات الحمل العضوي (Organic Loading Rates) للوحدات البيولوجية، فمن المعلوم بان زيادة هذه الاحمال تؤثر سلبا وبشكل كبير على كفاءة المعالجة عند عمل المحطة، لهذا لا يمكن إعتماد مبدأ تمرير ضعف الطاقة التصميمية للمحطة من المياه العادمة عند التخطيط لانشاء محطات المعالجة، لأنَّها تؤدي الى التقليل من كفاءة عملية المعالجة ومن ثم استمرار التلوث والمخاطر الناجمة عنه فضلاً عن الاضرار بالمحطة كما تم ذكره، اما في حالة توقف

---

[٤] امانة بغداد، دائرة المجاري، خلال زيارة الباحث بتاريخ ٢٠١٢/٧/٨.

[٥] المسح الميدانية للباحث في محطة الكرخ، والتداول مع البيولوجي ناصر احمد سلمان، احد المسؤولين في المحطة، بتاريخ ٣٠١٣/١/٧ .

[٦] المقابلة الشخصية مع ر.م.اقدم، عيسى احمد خلف الجبوري، مدير مشروع الكرخ في ٢/٢٧ / ٢٠١٣

المحطة عن العمل كما هو حاليا فان كامل كمية المياه التي تصل الى المحطة يتم تصريفها الى نهر دجلة دون معالجة مسببة بذلك تلوث مياه النهر ومجاوراته. وقد تم التأكد من التلوث الكبير الذي يحدثه تصريف مياه المحطة الى النهر دون معالجة بعد مراجعة التحاليل المتوفرة عن المياه المصرفة من المحطة، وكذلك تم التأكد من تأثير هذا التصريف بأجراء تحاليل لنماذج من مياه النهر من قبل الباحث وبنقاط متعددة من النهر، حيث أُخذ نموذج من النهر في نقطة أعلى من منطقة التصريف وأخر في منطقة التصريف وايضا في منطقة اسفل التصريف بالنسبة لجريان النهر، وأخذت هذه النماذج في نفس الوقت واجريت الفحوصات في مختبر مركز بحوث البيئة التابع للجامعة التكنولوجية وكررت العملية حيث تم اجراء الفحص الثاني في المختبر البيئي المركزي لوزارة البيئة، وكلا الفحصين اظهرا وجود تلوث في مياه النهر خاصة في منطقة طرح مياه المحطة في النهر وفي اسفل منطقة الطرح ايضا وكما في الجدوليين الموفقين في الملحق (١).

ان ما ورد اعلاه من التاثير السلبي على إداء محطة الكرخ في حالة إشتغالها بالطاقة الاستيعابية القصوى والبالغة (٤١٠٠٠٠)م^3/يوم، لم ياخذ بنظر الاعتبار الكمية التي تصل حاليا الى محطة المعالجة من المياه العادمة والتي تتراوح بين (٦٥٠٠٠٠ – ٧٠٠٠٠٠)م^3/يوم[٧]، مما يعني ارتفاع نسبة العجز في كمية المياه المعالجة في محطة مياه الكرخ حتى في حالة اشتغالها، وان محطات المعالجة المركزية للمياه العادمة في بغداد ولاسيما في محطة الكرخ إذ عانت من التدهور الكبير، والتدني المستمر في كفاءة عملها بعد الحرب في عام ١٩٩١ والحصار الذي فرض على العراق بعد ذلك، إذ أدى الى التوقف عن امكانية توفير الادوات الاحتياطية الميكانيكية والكهربائية الخاصة بادامة المحطة وتشغيلها وصولا الى توقفها الكامل عن العمل سنة ٢٠٠٣ م بعد تعرض معداتها الكهربائية والميكانيكية للسلب والنهب، فضلاً عن فقدان الوثائق المهمة الخاصة بتشغيل المحطة (وضمنها نتائج التحاليل السابقة)، وجرت محاولة لتاهيل وتشغيل محطتي الكرخ، والرستمية من قبل شركة بكتل الامريكية[٨]، إذ تم تشغيل محطة الرستمية، الَّا ان تأهيل محطة الكرخ لم يتم بشكل صحيح وكامل ولهذا فالمحطة لاتزال متوقفة عن العمل لحد ألان.

أما مراحل المعالجة في هذه المحطة فأن مراحل وتقنية عملية معالجة المياه العادمة مرتبطة في الهدف من إجراء المعالجة، كما أن لمصادر المياه العادمة دورا في تحديد نوعية مراحل المعالجة، إذ تختلف الملوثات الموجودة في المياه العادمة من مصدرا لاخر، الاَّ انه توجد مراحل موحدة بشكل عام لعمليات المعالجة،وان ما يستدعي الاختلاف في اسلوب المعالجة يتم بما يتلائم، ونوعية المياه، كما ان إسلوب معالجة المياه العادمة يختلف من بلد لآخر وذلك نابع من تباين الحالة الاجتماعية والاقتصادية، والتقدم التكنولوجي، فضلا عن التشريعات البيئية السائدة في ذلك البلد والعقوبات المترتبة على المخالفة[٩]وبشكل عام مراحل المعالجة في محطة الكرخ لا تختلف عن مراحل المعالجة في المحطات الاخرى في جانب الرصافة من مدينة بغداد، فهي تشمل:

أ- مرحلة المعالجة التمهيدية والأولية (Primary sedimentation) التي تتضمن التخلص من المواد الصلبة العالقة والطافية باستخدام المصافي (Screens) واحواض ازالة الرمال (Grit Chambers)، واحواض ترسيب اولية، وتدعى هذه المرحلة بالترسيب الاولي.

---

[٧] نفس المصدر السابق.

[٨] مقابلة مع السيد جاسم مظلوم، مدير قسم الصيانة والتشغيل لدائرة مجاري في امانة بغداد، ٢٠١٢/١٢/١٦.

[٩] علي، مقداد حسين، خليل ابراهيم محمد، نصير عباس حسون، "السمات الاساسية للبيئات المائية"، الطبعة الاولى، دار الشؤون الثقافية العامة للطباعة والنشر، بغداد، العراق، ١٩٩٩، ص ٥٧١.

ب- مرحلة المعالجة الثانوية (Secondary sedimentation) التي تتضمن المعالجة الحياتية (البيولوجية) بهدف تقليل الاحمال العضوية في هذه المياه باستعمال إسلوب الحمأة المنشطة (Activated Sludge Process) التي تتم في احواض التهوية وأحواض الترسيب النهائي (الثانوية)، كما تتم في هذه المرحلة معالجة الحماة الناتجة (Sludge) الحاملة للكثير من المكروبات وذلك من خلال تجفيفها باحواض خاصة لذلك.

البدائل المقترحة في التخطيط لاعادة استخدام المياه العادمة المعالجة

أن المقصود بالبدائل المقترحة هو وضع مجموعة خيارات في التخطيط لمحطة المعالجة في الكرخ، ويراها الباحث ممكنة التنفيذ وذات جدوى فنية واقتصادية جيدة، وضمن هذه البدائل:

أ- **البديل الأول:** العمل بالمحطة المتوقفة بعد تأهيلها وتوسيعها الذي يتم حاليا

ان هذا المقترح يكتفي باجراء معالجة لجزء من المياه العادمة الواصلة الى المحطة حاليا ومستقبلا، إذ ستكون طاقة المعالجة بحدود (٤٠٥) الف م^3/يوم، بعد انجاز عملية التوسع في طاقة المعالجة التي تبلغ (٢٠٠) الف م^3/يوم تضاف الى طاقة المحطة الاصلية البالغة بحدود (٢٠٥٠٠٠)م^3/يوم، لذا فان الجزء الاكبر من المياه العادمة سيستمر تصريفه الى نهر دجلة دون معالجة.

أن العمل بهذا الاجراء يشكل خطرا كبيرا على البيئة بشكل عام، وعلى الصحة العامة وعلى بيئة النهر بشكل خاص، إذ سوف يتسبب بهلاك الاحياء المائية، فضلا عن كونه مخالف للقوانين، والتشريعات النافذة والمتعلقة بطرح المياه الى النهر مثل نظام صيانة الانهر العراقية من التلوث رقم (٣) لسنة ١٩٦٧ .

ان هذا البديل معمول به منذ سنين كثيرة سابقة ولحد الان في محطة الكرخ وفي محطات اخرى في مدينة بغداد، أي الاستمرار بطرح جزء، أو كل كمية المياه العادمة القادمة الى محطات المعالجة دون معالجة حقيقية على وفق المحددات والقوانين النافذة، لهذا يمكن عدها استمرارا لواقع الحال اكثر من كونه بديل، أي استمرار بعدم المبالاة للاهداف البيئية والتخطيطة، والتشريعية النافذة، فهو لا يحتاج الى كُلَّف اقتصادية وتقنية لإنشاء محطات معالجة وصيانتها لكون التصريف يتم الى النهر دون معالجة حقيقية دون ان يأخذ الخسائر الاقتصادية المترتبة على المدى المستقبلي نتيجة للأضرار الكبيرة الناجمة عنه، فضلا عن عدم اخذه للأهداف البيئية والتشريعية ..الخ.

ب- البديل الثاني: معالجة المياه العادمة الحالية والمستقبلية الناتجة في جانب الكرخ والتخطيط لاستخدامها في الري المقيد والتصريف الآمن الى النهر

يتضمن هذا البديل إنشاء محطة معالجة، أو اكثر فضلا عن المحطة الحالية والتوسعات الجارية فيها لتكفي لمعالجة كل المياه العادمة المصرفة من جانب الكرخ معالجة ثنائية متوافقة مع محددات التصريف الى النهر ضمن محددات نظام صيانة الانهر العراقية من التلوث رقم (٣) لسنة ١٩٦٧، وان المعالجة ستشمل المياه المصرفة من جانب الكرخ لغاية سنة الهدف(سنة ٢٠٣٠) التي اعتمدها الباحث في حساباته لحجم هذه المياه، والتي سيتم التخطيط لمعالجتها، وإعادة استخدامها، إذ سيكون بالامكان التخطيط لاستخدام هذه المياه في الري المقيد لما تحققه من فوائد اقتصادية فهي مصدر مائي مستديم، كما يمكن تصريف الفائض من هذه المياه الى نهر دجلة وبشكل آمن.

ت- البديل الثالث: أجراء معالجة ثلاثية لكل المياه العادمة الناتجة من جانب الكرخ حاليا ومستقبلا

ان هذا المقترح سيوفر إمكانية لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة غير المقيدة (لجميع أنواع المزروعات) ، لذا فهو يُعَّد البديل الامثل من ناحية القضاء على التلوث، والمحافظة على الصحة العامة نتيجة

الاطمئنان في تناول المحاصيل الزراعية التي يتم أروائها بهذه المياه، الا ان التخطيط لتنفيذ هذا المقترح سيكون ذو كلفة عالية جدا، فهو يتطلب تقنية عالية وتنفيذ وحدات اضافية عديدة للترسيب، والترشيح تتناسب في طاقتها مع حجم المياه العادمة الحالية، والمستقبلية وصولا لسنة الهدف التي اعتمدها الباحث في حساباته.

اختيار البديل الأفضل

من خلال ما ورد من بدائل مقترحة سيتم اختيار البديل الأنسب الذي يحقق أهداف رئيسية متعددة (بيئية واقتصادية وتخطيطية) في الوقت نفسه، والجدول(١) يمثل الاهداف الرئيسة التي ينبغي توافرها في إختيار البديل الافضل، والاهداف التفصيلية لكل من الاهداف الرئيسية المذكورة.

جدول(١) الأهداف الرئيسة والتفصيلية للبدائل

الهدف البيئي	الهدف التخطيطي	الهدف الاقتصادي(التكلفة)
التقليل من التلوث	العمل وفق القوانين والتشريعات النافذة	كفة الإنشاء
التقليل من الأمراض والمحافظة على الصحة العامة	العمل على توفير مورد مائي مستديم	كلفة التشغيل
المحافظة على الموارد المائية	العمل بالقدرة التقنية والتكنولوجية الممكنة	كلفة الصيانة
تحسين الخدمات الصحية	العمل على توفير فرص عمل	كلفة استملاك الأراضي

المصدر: الباحث

أن عملية اختيار البديل الأفضل تتطلب وجود توافق نسبي (مقبول) بين الاهداف الرئيسية الثلاثة من حيث توفر التقارب في المجموع النهائي لنقاط المفاضلة، فضلا عن وجود توافق في مجموع نقاط الاهداف التفصيلية لكل من الاهداف الرئيسية، لهذا يلاحظ في الجدول (٢) بان مجموع نقاط المفاضلة في البديل الثاني هي (٢٠٤) نقطة في تحقيق الاهداف الرئيسية والتفصيلية، يليه البديل الثالث وحصل على (١٨١) نقطة مفاضلة من تحقيق للاهداف مجتمعة، اما البديل الاول فقد حصل على أقل نقاط مفاضلة في تحقيق الاهداف الرئيسية والتفصيلية، إذ بلغت (١٢٢) نقطة مفاضلة فضلا عن عدم وجود توافق في تحقيق الأهداف.

نستنتج مما ورد اعلاه بان البديل الثاني حصل على الأفضلية في الاختيار لذا يُعَّد البديل الأفضل، حيث حقق أعلى نقاط مفاضلة في تحقيق الأهداف (٢٠٦) نقطة، ولهذا فان الباحث يوصي العمل بهذا البديل في التخطيط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ.

الجدول(٢) مصفوفة تحقيق الاهداف

الأهـــــــــداف	وزن الهدف	البديل الأول		البديل الثاني		البديل الثالث	
	(١ – ٣)	قيمة العامل (١ – ١٠)	نقاط العامل	قيمة العامل (١ – ١٠)	نقاط العامل	قيمة العامل (١ – ١٠)	نقاط العامل
الأهداف التخطيطية							
العمل وفق القوانين والتشـــريعات النافذة	٣	١	٣	١٠	٣٠	١٠	٣٠
العمل على تـــوفير مـــورد مـــائي مستديم	٣	١	٣	٨	٢٤	١٠	٣٠
العمل بالقدرة التقنية والتكنولوجية الممكنة	٢	١٠	٢٠	٨	١٦	١	٢
العمل على توفير فرص عمل	٢	١	٢	٧	١٤	٩	١٨
الأهداف الاقتصادية							
كفة الإنشاء	٣	١٠	٣٠	٧	٢١	١	٣
كلفة التشغيل	٣	٩	٢٧	٦	١٨	١	٢
كلفة الصيانة	٢	٩	١٨	٥	١٠	١	٢
كلفة استملاك الأراضي	١	١٠	١٠	٧	٧	٤	٤
الأهداف البيئية							
التقليل من التلوث	٣	١	٣	٧	٢١	١٠	٣٠
التقليل من الأمـــراض والمحافظـــة على الصحة العامة	٣	١	٣	٧	٢١	١٠	٣٠
المحافظة على الموارد المائية	٢	١	٢	٧	١٤	١٠	٢٠
تحسين الخدمات الصحية	١	١	١	٨	٨	١٠	١٠
المجموع			١٢٢		٢٠٤		١٨١

المصدر: الباحث

محاور التخطيط لاستخدام مياه المحطة

ان عملية التخطيط لأعادة استخدام مياه المحطة يأتي بعد ضرورة تحقيـــق موقـــع المحطـــة للشـــروط الموقعية والبيئية، وخاصة في أن يكون موقع المحطة قريب ما امكن من مكان التخلص النهائي للمياه المعالجة (مصرف مائي ، اراضي للاستزراع)، وان يكون هنالك طريق للوصول الـــى المحطـــة بعـــرض مناســـب، ويتحمل حركة المركبات التي تنقل المعدات الثقيلة التي تحتاجها المحطة، وعدم وجود عوائق بالموقع (انابيب غاز، خطوط ضغط عالي...الخ)[١٠]، وأن يكون موقع المحطة جنوب المدينة اسفل النهـــر، وخـــارج حـــدود التصاميم الاساسية بمسافة لاتقل عن (٣ كم) باتجاه الريح و (٢ كم) بالاتجاهات الاخرى، وان تكـــون نقطـــة التصريف على المصدر المائي بعد المعالجة تبعد عن ماخذ مياه الشرب بمسافة (٣ كم) في حالة وقوع نقطة التصريف اعلى الماخذ، و (١ كم) في حالة كون نقطة التصريف جنوب ماخذ مياه الشرب[١١]. وبالاعتماد على دراسات وتجارب كثيرة محلية وأجنبية حول إمكانية استخدام المياه العادمة المعالجة فـــي مجـــالات عديـــدة، خاصة في مجال الزراعة وتجارب الدول المختلفة في استخدام هذه المياه، وقد كان التركيز في الاستخدام على

[١٠] وزارة الاسكان المصرية، "**الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ المحطات**"، ١٩٧٧، ، ص٣٧.

[١١] جمهورية العراق، وزارة البيئة، "**تعليمـــات المحـــددات البيئيـــة لانشـــاء المشـــاريع ومراقبـــة ســـلامة تنفيـــذها**"، رقـــم (٣) لسنة ٢٠١١، ص١٢.

ري المزروعات ومراقبة نتائج هذا الاستخدام على التربة، والمزروعات عن طريق التحاليل المختبرية والحقلية ضمن فترات زمنية متباينة، وأظهرت أغلب النتائج إمكانية استخدام هذه المياه لأرواء أنواع مختلفة من المزروعات، بما يتلائم وطريقة المعالجة المستخدمة.

ان الباحث في دراسته هذه يذهب الى أوسع مما ذكر اعلاه من إعادة الاستخدام، فقد اهتم باحتساب حجم المياه العادمة المستقبلية التي تتطلب معالجتها في جانب الكرخ من بغداد بهدف التخطيط المستقبلي لإعادة استخدامها ضمن التخطيط لتوزيع الحصة المائية في المجالات المختلفة.

ان معرفة حجم المياه العادمة لسنين قادمة مرتبط باعداد السكان في جانب الكرخ اللذين سيتم شمولهم بخدمة مجاري الصرف الصحي وتصريف المياه العادمة الناتجة باتجاه محطة المعالجة في الكرخ، ومن اجل ذلك فان الباحث سيعرض في بحثه هذا الاحتساب التقديري لكميات مياه الصرف في جانب الكرخ لسنين قادمة (حيث تم اعتماد سنة ٢٠٣٠ كسنة هدف مستقبلية) من اجل التخطيط لإعادة استخدامها وبشكل امن بعد معالجتها، مما يتطلب الاحتساب التقديري لاعداد السكان في جانب الكرخ لغرض التعرف على كمية المياه العادمة المصرفة الناتجة عن هذه الاعداد ولغاية سنة ٢٠٣٠، لذا فقد شمل دراسة الجوانب التالية:

أ- احتساب أعداد السكان التقديري المستقبلي في جانب الكرخ من مدينة بغداد (ضمن حدود أمانة بغداد)

لقد بين الباحث في فقرات بحثه السابقة بان السعة التصميمية لمحطة معالجة المياه العادمة في الكرخ هي (٢٠٥) ألف متر مكعب في اليوم، وهي متوقفة حاليا عن العمل ويتم تأهيلها وتوسيعها، بإضافة وحدتين جديدتين للمعالجة بسعة (١٠٠) الف متر مكعب في اليوم لكل وحدة لتصبح الطاقة الكلية للمعالجة (٤٠٥) الف متر مكعب في اليوم من المياه العادمة المصرفة الى هذه المحطة.

ومن اجل التعرف على الكميات التقديرية للمياه العادمة التي سوف تصرف في جانب الكرخ في السنين القادمة ولغاية سنة (٢٠٣٠) فقد قام الباحث باحتساب عدد السكان التقديري في جانب الكرخ بالاعتماد على أعداد سكان بلديات مدينة بغداد لسنة ٢٠١٠ المقرة من قبل دائرة التخطيط والمتابعة لأمانة بغداد المعتمدة على الإحصائيات التخطيطية للسكان، وكما في الجدول رقم (٣) الذي يبين عدد سكان جانب الكرخ من مدينة بغداد ضمن حدود الأمانة (٢٦٠٢٩٧٤) نسمة.

جدول(٣) البلديات الإدارية لجانب الكرخ ضمن حدود أمانة بغداد وأعداد سكانها لسنة ٢٠١٠

ت	اسم البلدية(جانب الكرخ)	عدد السكان
١	مركز الكرخ	٢٦٠٧٣٩
٢	الكاظمية	٢٤٦٧٦١
٣	الشعلة	٤٧٢١٥٩
٤	المنصور	٥١٥٤٦٤
٥	الرشيد	٧٤٧١٠٤
٦	الدورة	٣٦٠٧٤٧
	المجمـــــــــــوع	٢٦٠٢٩٧٤

المصدر: أمانة بغداد، دائرة التخطيط والمتابعة، "دراسة توزيع المراكز البلدية"، ٢٠١٠، ص١٧.

وان أخر بيانات الجهاز المركزي للإحصاء التابع لوزارة التخطيط تشير الى ان معدل النمو السكاني في بغداد من المتوقع ان يشهد ثباتاً في السنوات القادمة وسيبلغ (٣%)

لهذا قام الباحث باحتساب عدد سكان جانب الكرخ للسنين القادمة ولغاية سنة (٢٠٣٠) على وفق معدل النمو السكاني المستقبلي المتوقع والبالغ (٣%)، مع اعتماد عدد السكان لسنة (٢٠١٠) لجانب الكرخ ضمن حدود أمانة بغداد هي الأساس كما في الجدول(٤) والبالغ (٢٦٠٢٩٧٤).

في الجدول رقم (٣-١٦) يتبين بان عدد سكان الكرخ في سنة (٢٠٣٠) سيصبح (٤٧٠١٢٦١)، نسمة على وفق معدل نمو (٣)%، وان إحتساب أعداد السكان لغاية سنة ٢٠٣٠ تم بموجب المعادلة آلاتية:

$$P_t = p_{0*} (1+r)^n$$

حيث:

P_t : يمثل عدد السكان عند سنة مستقبلية (سنة الهدف) (t)

p_0 : عدد السكان في سنة الأساس او في سنة مسبقة عن الزمن (t) المعتمد لحساب P_t

r : معدل النمو ، n : فرق السنين بين تعدادين (p_t و p_0)

جدول (٤) أعداد السكان لجانب الكرخ في معدل نمو (٣)%

ت	السنة	أعداد السكان
١	٢٠١٠	٢٦٠٢٩٧٤
٢١	٢٠٣٠	٤٧٠١٢٦١

المصدر: الباحث

ب- احتساب كمية المياه العادمة المصرفة إلى محطة المعالجة في الكرخ لغاية سنة (٢٠٣٠)

أن الهدف الذي تسعى أليه أمانة بغداد ضمن تخطيطها هو تجهيز المياه بكمية (٥٠٠ لتر/ فرد.يوم) من مياه الشرب، ولهذا فان الباحث إعتمد هذه الكمية المفترضة من ماء الشرب في دراسته التخطيطية المستقبلية لغرض التوصل الى كميات المياه العادمة (مياه الصرف) الناتجة، وان الكمية المفترضة لمدينة بغداد (٥٠٠ لتر/ فرد.يوم) مقاربة لما خمنه الاستشاري جون هيست لاستهلاك الماء على أساس الأرقام الموجودة في قانون التصميم الأساس لمدينة بغداد لسنة (١٩٧٣) الذي يخمن استهلاك الماء لمدينة بغداد ب(٥١٩ لتر/ فرد.يوم) على وفق التوزيع المبين في الجدول رقم(٥)

جدول (٥) استهلاك الماء لمدينة بغداد حسب قانون التصميم الأساس لسنة (١٩٧٣)

غرض الاستهلاك	الاستهلاك (لتر / فرد . يوم)
الاستهلاك المنزلي	٢٣٥
استهلاك المناطق الادارية والتجارية	٢٨
استهلاك المناطق العامة	٦٣
استهلاك لأغراض التبريد	٢٨
الاستهلاك الصناعي	٧٧
استهلاك الصناعات الصغيرة ضمن الحي السكني	٢٠
الضائعات والنضح	٦٨
المجمـــــــــــــــوع	٥١٩

المصدر : التصميم الإنمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة ٢٠٠٠ ، أمانة العاصمة ، آب ١٩٧٣

اما كمية المياه العادمة الناتجة فتشكل (٨٠%) من المياه المستهلكة الإجمالية[١٢]، علما بان هذه النسبة ليست ثابتة بل متغيرة من بلد الى آخر، ومن مدينة الى أخرى، تبعا لطبيعة الاستعمال وكمية الفقدان من المياه المجهزة، وكمية المياه المترشحة الى المياه المجهزة، وكمية المياه التي تصرفها بعض الصناعات الى شبكة الصرف الصحي في المدينة.

وان دائرة المجاري في امانة بغداد تعتمد معدل مياه صرف للشخص الواحد مقداره (٣٠٠ لتر/ فرد.يوم)[١٣] بما يعادل (٦٠%) من كمية (٥٠٠ لتر/ فرد.يوم) المياه المجهزة التي تخطط أمانة بغداد لتحقيقها في السنوات القادمة، إلَّا أن هذه النسبة تُعَّد متدنية بالقياس مع نسبة (٨٠%)، ولهذا فقد اقترح البحث وللأغراض التخطيطية وضع بدائل يمكن تطبيقها على وفق المتغيرات التي تحصل في الجانب الحضري، والوعي الصحي والثقافي لدى السكان بمرور الزمن، وضمن ذلك اعتماد نسبة(٧٠%) تصريف للمياه العادمة من المياه المجهزة الإجمالية للفرد الواحد في اليوم أي ما يعادل (٣٥٠ لتر/ فرد.يوم)، إذ تُعَّد هذه النسبة مقبولة فهي تقع بين النسبتين (٦٠ – ٨٠)%، ولهذا أدرج الباحث هذه النسبة وهذه الكمية ضمن حساباته لتقدير كمية مياه الصرف العادمة خلال السنين القادمة ولغاية (٢٠٣٠)، والجدول رقم (٦) يبين كمية المياه العادمة المصرفة من سكان جانب الكرخ من مدينة بغداد على وفق نسبة (٦٠%) من أجمالي المياه المستهلكة بما يعادل (٣٠٠ لتر/ فرد.يوم) المعتمدة من قبل أمانة بغداد/ دائرة المجاري، ويبين الجدول أيضا كمية المياه العادمة المصرفة على وفق نسبة (٧٠%) من أجمالي المياه المستهلكة وبما يعادل (٣٥٠ لتر/ فرد.يوم) إذ يلاحظ ارتفاع حجم المياه العادمة المصرفة مع ازدياد عدد السكان وصولا الى سنة (٢٠٣٠)، ويلاحظ بان كمية المياه العادمة في سنة الهدف (٢٠٣٠) ستصل إلى أكثر من (١.٦٤) مليون متر مكعب في اليوم الواحد إلى محطة المعالجة في الكرخ عند معدل صرف(٣٥٠ لتر/ فرد.يوم)، وأكثر من (١.٤١) مليون متر مكعب في اليوم عند معدل صرف (٣٠٠ لتر/ فرد.يوم) في سنة الهدف ٢٠٣٠.

جدول(٦) كمية المياه المصرفة في جانب الكرخ (م^3/يوم)

ت	السنة	أعداد السكان	كمية المياه باعتماد صرف (٣٠٠ لتر/ فرد.يوم)	كمية المياه باعتماد صرف (٣٥٠ لتر/ فرد.يوم)
١	٢٠١٠	٢٦٠٢٩٧٤	٧٨٠٨٩٢	٩١١٠٤١
٢١	٢٠٣٠	٤٧٠١٢٦١	١٤١٠٣٧٨	١٦٤٥٤٤١

المصدر: اعداد الباحث

نستنتج من الجدول (٦) بان كمية المياه العادمة التي ستصل إلى المحطة ستكون في سنة الهدف بحدود (١٤١٠٣٧٨–١٦٤٥٤٤١) م^3/يوم. لذا فان تقدير النسبة الصحيحة من المياه المجهزة، والتي تتحول إلى مياه صرف صحي تُعَّد مهمة جدا في تخطيط كميات هذه المياه، ومن ثم الطاقة التصميمية المفترضة لمحطات المعالجة، والتخطيط لاستغلال هذه المياه.

ت- مناقشة عملية التخطيط لإعادة استخدام مياه المحطة المعالجة

إن عملية التخطيط لاستعمالات المياه بصورة عامة وبضمنها إعادة إستعمال المياه العادمة المعالجة تتطلب توافر المعلومات الآتية حول هذه المياه:

[١٢] منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، إرشادات في تصميم و تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة، عمان – الأردن ٢٠٠٤، ص ٣ .

[١٣] مقابلة مع السيد جاسم مظلوم، مدير قسم الصيانة والتشغيل في دائرة المجاري

أ- كمية المياه

ب- نوعية المياه

ت- مواقع وطريقة استخدامها

ث- ضوابط الاستخدام

عن طريق ما تم التوصل اليه في الفقرة السابقة من هذا المبحث من اعداد لسكان جانب الكرخ لغاية سنة (٢٠٣٠) يتبين بان الزيادة الحاصلة في عدد السكان كبيرة باعتماد معدل نمو (٣%) الذي تتوقع تحقيقه وزارة التخطيط في السنوات القادمة على مستوى مدينة بغداد، حيث سيصبح عدد السكان في جانب الكرخ (٤٧٠١٢٦١) نسمة في سنة (٢٠٣٠) بعد ان كان في سنة الأساس (٢٠١٠) المعتمدة من قبل الباحث (٢٦٠٢٩٧٤) نسمة، علما ان هذه الإعداد محسوبة للسكان ضمن حدود أمانة بغداد، وان الزيادة الحاصلة في عدد سكان جانب الكرخ ستكون بحدود (٢٠٩٨٢٨٧)نسمة، في سنة (٢٠٣٠).

إن التخطيط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ سيتضمن معالجة كامل كمية المياه العادمة التي ستصل الى المحطة ولغاية سنة الهدف (٢٠٣٠) والبالغة (١٤١٠٣٧٨-١٦٤٥٤٤١) م٣/يوم، وذلك باعتماد نسبة صرف(٦٠% - ٧٠%) من المياه المجهزة.

مما ورد أعلاه يتبين بان كمية المياه العادمة التي تصل الى محطة الكرخ حاليا والكمية المتوقع ان تصل اليها مستقبلا هي كبيرة و تُعَّد موردا مائيا مهما لا يستهان به يتم تصريفه الى نهر دجلة وبدون معالجة، فضلا عن هدر هذا المورد المهم، ولهذا فان من المهم أدراج هذه الكمية من المورد المائي ضمن التخطيط لاستعمالات المياه بعد عملية معالجتها، أما بصدد نوعية المياه المنتجة بعد المعالجة فهي تخضع للمعالجة الثانوية (الثنائية) التي صممت بموجبها محطة المعالجة في الكرخ، وكما ورد في البديل المقترح (البديل الثاني).

إن التخطيط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة له بعد اقتصادي فضلا عن البعد البيئي، فبسبب تناقص الحصة المائية الواردة الى العراق والزيادة المستمرة في عدد السكان تظهر أهمية إعادة استخدام هذه المياه بالجانب الاقتصادي، إذ سيتم إستخدام الحصة المائية التي سيتم توفيرها من مياه النهر في مجالات اخرى ينتج عنها مردود اقتصادي كبير (بسبب كمياتها الكبيرة)، فضلا عن عامل المحافظة على البيئة عن طريق منع أو تقليل تلوث الهواء، والماء، والتربة، ورفع مستوى العناية بالصحة العامة للسكان، وما ينتج عن هذا الاستعمال من تطور حضري في جانب الكرخ من بغداد.

إن مواقع إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة وفي مقدمتها ري المزروعات التي تستعمل الحصة الاكبر من المياه، فضلا عن المجالات الكثيرة الاخرى التي يمكن ان تستثمر المياه العادمة المعالجة، فضلا عن طريقة استخدام هذه المياه في الري، اما عن ضوابط إعادة استخدام هذه المياه فبالنسبة الى العراق يجب ان تكون على وفق القوانين النافذة التي تشير الى معالجة المياه العادمة بشكل صحيح وآمن، وان المعالجة (الثنائية) المصممة بموجبها محطة الكرخ تكفي، وتجيز اعادة استخدام المياه العادمة في الري المقيد، أو طرحها الى المسطحات المائية، فالتشريع العراقي الحديث الذي يختص باستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة المقيدة، وغير المقيدة، فقد صدر تحت عنوان (نظام المحددات الوطنية لإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي) لسنة (٢٠١٢)[١٤]، وان هذا النظام أجاز الري المقيد بالمياه العادمة المعالجة ثنائيا، كما أجاز الري غير المقيد بالمياه العادمة المعالجة ثلاثيا.

[١٤] جمهورية العراق، نظام المحددات الوطنية لإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي برقم (٣) لسنة (٢٠١٢).

مما ورد اعلاه يمكن الاستدلال بإن اعادة إستخدام المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ يمكن ان تتم في الزراعة المقيدة إذ تصميم هذه المحطة يقع ضمن هذه المواصفة من المعالجة (المعالجة الثنائية) والتي تتضمن المعالجة الحيوية المنتهية بالترسيب، والتعقيم وضمن المواصفات المبينة في النظام والتي تتطابق مع مراحل المعالجة في محطة الكرخ، وان ما يتم تنفيذه من أعمال تأهيل، وتوسيع لهذه المحطة تجري بالمواصفات نفسها التي يتطلبها الاستخدام المقيد في الزراعة الذي يتضمن ري النباتات باستثناء الخضروات، والمحاصيل الدرنية التي تمس ثمرتها أو أجزاءها الخضرية المياه المعالجة سواءً كانت تؤكل طازجة، أو مطبوخة، وفي حالة الري غير مقيد فيتطلب المعالجة الثلاثية التي يتم الوصول اليها عن طريق المعالجة الحيوية المنتهية بالترشيح، والتعقيم أو أي عمليات اخرى بحيث تكون المياه الناتجة مطابقة لمعايير مياه الصرف الصحي المبينة في النظام (محددات المعالجة الثلاثية).

إن الدراسة الميدانية بينت بان موقع محطة المعالجة في الكرخ ذو طابع ريفي زراعي واسع يمكن ان يمتد حتى خارج حدود امانة بغداد الى الضواحي، وهو ملائم للاستخدام الزراعي فهو قريب من مصدر تصريف المياه العادمة المعالجة في المحطة، ويمكن نقل المياه العادمة المعالجة اليه بسهولة، كما يمكن نقل هذه المياه حتى خارج حدود التصميم الاساس لمدينة بغداد عن طريق تنفيذ مشاريع ارواء لنقل هذه المياه الى المناطق الزراعية المراد استخدامها فيها، وان الخارطة (١) تبين بان معظم المساحات القريبة من المحطة هي أراضي زراعية واسعة.

مما ورد أعلاه يتبين بان المؤشرات التي يحتاجها التخطيط لإعادة الاستخدام مياه المحطة المعالجة متحققة، فكمية مياه الصرف الصحي تزداد مع زيادة الأعداد السكانية لغاية سنة الهدف (٢٠٣٠) لتصبح موردا مائيا مهما، ومستديما خاصة وان نهر دجلة يعاني من عجز في الإيرادات المائية، وان نوعية المياه المعالجة في محطة الكرخ يمكن تحقيقها ضمن المواصفات التصميمية لهذه المحطة (المعالجة الثنائية)، وان هنالك أراضياً زراعيةً جنوب المحطة يمكن ان تستفيد من هذه المياه على وفق ضوابط الاستخدام والتشريعات القانونية وخاصة عند نقل مياه المحطة المعالجة بانابيب خاصة لايصالها الى مواضع الاستخدام.

أن التخطيط المستقبلي لاستثمار المياه العادمة المعالجة المصرفة من محطة الكرخ لغاية سنة الهدف (٢٠٣٠) يمكن تحقيقه على النحو الآتي:

- كمية المياه العادمة المعالجة المصرفة من المحطة عند سنة الهدف تتراوح بين(١٤١٠٣٧٨-١٦٤٥٤٤١)م^3/يوم.
- إن المقنن المائي لمنطقة البوعيثة وجنوبها يبلغ (١م^3/ثانية) لري مساحة (١٠٠٠٠)دونم من المحاصيل الزراعية، و (٥٠٠٠) دونم من البساتين[•].
- عن طريق المقنن المائي المذكور في الفقرة أعلاه يمكن إحتساب مساحة الأراضي التي سيتم زراعتها وارواءها بالمياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ كما يأتي:

  ١م^3/ثا * ٣٦٠٠ = ٣٦٠٠م^3/ساعة

١- مقابلة الباحث للسيد عدنان حاجم، مسؤول قسم أشراف في الهيئة العامة لمشاريع الري والبزل، وزارة الموارد المائية، ٢٠١٣.

٢- ومقابلة الباحث مع الاستاذ زهير حسن احمد الخبير في المركز الوطني لادارة الموارد المائية ، وزارة الموارد المائية، ٢٠١٣.

- ٣٦٠٠ م^3/ساعة * ٢٤ = ٨٦٤٠٠م^3/يوم من المياه العادمة المعالجة المطلوبة لري (١٠٠٠٠) دونم من الأراضي الزراعية.
- ٨٦٤٠٠/١٤١٠٣٧٨ = ١٦.٣٢٣٨ العدد التكراري للمقنن المائي لكل ١٠٠٠٠ دونم من منطقة البوعيثة.
- ١٦,٣٢٣٨* ١٠٠٠٠دونم = **١٦٣٢٣٨ دونم** مساحة الأراضي التي يمكن زراعتها باستثمار المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ والبالغة **١٤١٠٣٧٨م٣/يوم.**
- أما في حالة استثمار المياه العادمة البالغة ١٦٤٥٤٤١م٣/يوم فتكون مساحة الأراضي التي يمكن زراعتها ١٩٠٤٤٣ دونم
- بذلك بالإمكان أرواء مساحة الأراضي الزراعية المحيطة بالمحطة تتراوح بين (١٦٣٢٣٨ – ١٩٠٤٤٣) دونم، علما بان الأراضي الزراعية المجاورة للمحطة في منطقة البوعيثة تزيد مساحتها عن (١٧٠٠٠)دونم، فقط ضمن بلدية الدورة[١٥] عدا المساحة الزراعية الشاسعة الممتدة إلى خارج حدود أمانة بغداد، لذا يتطلب نقل هذه المياه إلى الأراضي الزراعية خارج حدود أمانة بغداد وبالتعاون بين الوزارات المعنية للاستفادة من هذه المياه. كما مبين في الخارطة رقم (٣-٢)

- إن ري هذه الأراضي الزراعية يفضل أن يتم بإتباع طرائق الارواء الحديثة (كالري بالتنقيط)، إذ عند الري بالتنقيط يعمل على تقليل الفقدان في المياه المستخدمة إلى النصف عند الري بالطرق التقليدية[١٦]، وبالنتيجة يمكن استثمار مساحات زراعية اكبر، فضلا عن تحقيق أمان أكبر (عند استخدام هذه الطريقة في الري) في المحافظة على الصحة العامة.
- اما نوع الاستخدام الزراعي باستثمار هذه المياه يمكن ان يتم على النحو الآتي:

- زراعة المحاصيل الإنتاجية ذات الطابع الصناعي والعلفي أيضا مثل محصول الذرة الصفراء والبنجر والقطن وزهرة الشمس والجت والبرسيم.
- في الزراعة التجميلية التي تشمل الحدائق وساحات اللعب (المقيد) حيث تعمل على خفض درجات الحرارة وتلطيف الجو وتنقيته.
- زراعة الأحزمة الخضراء، إذ يمكن استثمارها في ري الحزام الأخضر الذي يحيط بمدينة بغداد والمقرر إنشاءه بطول (٧٠)كم، وعرض (٣٠)م وبعدد خطوط (٨)تزرع فيه أشجار متنوعة مثل شوك الشام والنخيل، والدفلة والزيتون، والكالبتوس، وتبلغ مساحة هذا الحزام بنحو (٨٤٠) دونم، اما كمية المياه العادمة المعالجة التي يحتاجها ستكون بحدود (٢٤٠٠م^3/دونم/سنة) باستخدام نظام الري بالتنقيط، وبذلك فان حاجة الحزام للمياه العادمة ستكون بنحو (٢١٠٠٠٠٠)م^3/سنة[١٧].
- كما أن الناتج العرضي من عملية معالجة المياه العادمة هي الحمأة التي يستفاد منها كسماد عضوي يعيد للتربة نشاطها، ويحسن من خصائصها، ويمكن أن يتم ذلك بعد معالجة الحمأة للقضاء على ما تحتويه من جرائيم، وميكروبات، فضلا عن مراقبة تركيزها من المعادن الثقيلة بشكل مستمر.

---

[١٥] بلدية الدورة، قسم المعلومات المعلومات الجغرافية (GIS)، أثناء زيارة الباحث، ٢٠١٣.

[١٦] منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، أعادة استعمال مياه الفضلات في الزراعة دليل أرشادي للمخططين، عمان – الأردن، ٢٠٠٣، ص ١٦-١٧.

[١٧] حسن، قتيبةمحمد،"مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية (تجاربوافكار) "،بحث مقدم ضمن مؤتمر وزارة التخطيط والتعاون الانمائي تحت عنوان (تهديدات الواقع المائي في العراق) ، بغداد ، ٢٠٠٩.

- كذلك استرجاع الطاقة فضلا عن استعمال غاز الميثان لتوليد الطاقة وهو ناتج عرضي من عملية التحليل اللاهوائي للحمأة خلال معالجتها (الحمأة) في الهواضم اللاهوائية (Anaerobic Sludge Digestion).

أن التخطيط لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في محطة الكرخ، وإدخالها في الموازنة المائية سيسهم في تحسين البيئة عن طريق زيادة المساحات المزروعة، وإنشاء الأحزمة الخضراء التي تشكل مصداً لدخول العواصف الترابية، وايقاف الكثبان الرملية، كما ان استخدام هذه المياه يمكن ان يوسع مساحة زراعة اشجار الغابات المنتجة للأخشاب والمحاصيل العلفية، فضلا عن إمكانية استخدام هذه المياه في الحدائق، وساحات الملاعب، ومن اجل ذلك يتطلب أنشاء خزانات كونكريتية لخزن المياه العادمة المعالجة، وربطها بشبكة أنابيب تحت الأرض، وإيصالها الى الأراضي الزراعية المطلوب استخدامها فيها.

ويجب ان تكون شبكة الأنابيب ملونة لتميزها عن أنابيب مياه الشرب وغيرها، وان عملية الري تتم بطريقة التنقيط، وان التخطيط لاستثمار هذه المياه يجب ان يتم بصورة تدريجية يرافقه توعية السكان، والمستفيدين من هذه المياه من المزارعين، وتحت رقابة الوزارات المختصة، وأجراء فحوصات ودراسات مستمرة للتربة، والمزروعات للوقوف على مدى تأثرها بهذه المياه، حيث سبقتنا دول عربية، وأجنبية كثيرة في استثمار المياه العادمة المعالجة.

خارطة (٣-٢) الاراضي الزراعية المجاورة لمحطة الكرخ

المصدر: الباحث بالتعاون مع دائرة بلدية الدورة

أن الخارطة أعلاه توضح الأراضي الزراعية الواسعة المحيطة للمحطة والممتدة الى خارج حدود التصميم الاساس لمدينة بغداد، والتي تكفي لارواء كل كمية المياه العادمة المحسوبة في سنة (٢٠٣٠).

الاستنتاجات

١-المياه هي شريان الحياة فهي تدخل في جميع جوانب هذه الحياة (في التنمية الزراعية والاقتصادية، والعمرنية، والحضرية)، وتعاني مصادر المياه في العراق من شحة ناتجة عن تحكم دول منابع هذه المصادر، وسوء إدارة، وتلويثها بطرح المياه العادمة اليها دون الالتزام بالمعايير البيئية المختصة بهذا

الجانب ومنها نظام صيانة الانهر العراقية من التلوث رقم (٢٥) لسنة ١٩٦٧، فضلا عن التغيرات المناخية.

٢-أن محطة الكرخ صممت بطاقة معالجة مقدارها (٢٠٥٠٠٠) م٣/يوم من المياه العادمة المصرفة من بلديات جانب الكرخ ضمن حدود أمانة بغداد، الَّا ان كمية المياه العادمة التي تصل الى محطة الكرخ حاليا تزيد عن (٦٥٠٠٠٠)م٣/يوم، وان هذه الكمية اكبر من قدرة المحطة التصميمية بكثير.

٣-أن المحطة متوقفة عن العمل منذ سنة ٢٠٠٣ وجرت محاولات لتشغيلها دون جدوى، إذ لاتزال متوقفة عن العمل، وتقوم بتصريف المياه العادمة مباشرة إلى نهر دجلة وبدون معالجة متسببة في تلويث مياه النهر، والمنطقة المحيطة بها.

٤-أن العمل الجاري حاليا لتأهيل المحطة، وتوسيعها بإضافة طاقة معالجة قدرها (٢٠٠٠٠٠)م٣/يوم لا يكفي لحل المشكلة، إذ ان المياه الواصلة الى المحطة حاليا تزيد عن (٦٥٠٠٠٠م٣/يوم)، وهي متزايدة بشكل مستمر بمرور الزمن، وان الحلول الحالية غير قادرة على مواكبة هذه المياه العادمة المصرفة، والتي ستصل الى محطة الكرخ، خاصة وان مشاريع دائرة ماء بغداد التابعة لأمانة بغداد تسعى زيادة حصة الفرد الواحد من مياه الشرب لتصل الى (٥٠٠لتر/فرد.يوم).

٥-أن كمية المياه العادمة الواصلة الى المحطة ستستمر في الزيادة مع الزيادة السكانية في جانب الكرخ من بغداد، وزيادة حصة الفرد الواحد من مياه الشرب، وكذلك التوسع في خدمة المحلات غير مخدومة بشبكة المجاري المركزية في هذا الجانب إذ ستصل كمية المياه العادمة الواصلة الى المحطة في سنة ٢٠٣٠ بحدود (١٤١٠٣٧٨-١٦٤٥٤٤١)م٣/يوم وهي كمية كبيرة ينبغي استثمارها.

٦-انالمساحة الت يسيكون بالامكان زراعتها وارواءها بهذه المياه تتراوح بين (١٦٣٢٣٨-١٩٠٤٤٣) دونم، اما مساحة المناطق الزراعية ضمن حدود بلدية الدورة فهي بحدود (١٧٠٠٠) دونم، وهذا يعني ان بالامكان الزحف في الزراعة والري خارج حدود بلدية الدورة.

٧-بين البحث أن الأراضي الزراعية القريبة من المحطة، ومنطقة طرح مياه المحطة في النهر تعاني من انخفاض في الإنتاجية بسبب تلف المحاصيل، وكذلك بسبب تدني خصوبة الأرض نتيجة لتلك الملوثات الناتجة عن مياه المحطة المصرفة.

التوصيات

١-المياه العادمة تشكل مصدرا مائيا مستديما غير تقليديٍ ومتزايدٍ مع الزيادة في عدد السكان والتطور العمراني، لذا يتطلب الافادة منها بدلا من هدرها بتصريفها إلى المصادر المائية الأخرى وتلويثها، فقد حققت الكثير من الدول نجاحات كثيرة وتجارب هامة في استخدام هذه المياه بعد معالجتها وبصورة خاصة في مجال الزراعة، لذا يتطلب السعي للافادة من هذه المياه، خاصة وان العراق يُعاني من شحة في موارده المائية.

٢-قيام الجهات المختصة في أمانة بغداد بمتابعة العمل الجاري في تأهيل وتوسيع محطة معالجة المياه العادمة وانجازه بأسرع وقت ممكن ومعاودة تشغيل المحطة المتوقفة عن العمل منذ سنة ٢٠٠٣، والسعي لتهيئة كل متطلبات الإسراع في تأهيلها وتوسيعها.

٣-العمل على أنشاء محطات جديدة لمعالجة كل المياه العادمة المتولدة والمتزايدة سنويا في جانب الكرخ من مدينة بغداد.

٤-اعتماد تصاميم المحطات الجديدة بما يتوافق مع المعالجة الثنائية فهي تفي بالمتطلبات البيئية لتصريف المياه إلى النهر، واستغلالها في الزراعة المقيدة، وان يتم تهيئة كل الظروف المطلوبة من توعية المستفيدين (المزارعين) وتشجيعهم، ومساعدتهم في إيصال المياه وأجراء عملية الري بطريقة التنقيط لزيادة المساحات التي يمكن استغلالها، والمحافظة على الصحة العامة.

٥-تشديد الرقابة البيئية في موقع محطة الكرخ، وموقع تصريف المياه العادمة إلى نهر دجلة، وأجراء فحوصات دورية مستمرة مع الاحتفاظ ببيانات هذه الفحوصات للوقوف على المتغيرات التي تحصل في النهر، والبيئة المحيطة بالمحطة، إذ ستشكل مصدرا مهما وأساسيا يستفيد منها الباحثين والمسؤولين والمشرفين.

٦-التخطيط والعمل لتحقيق البديل الأفضل الذي اقترحه البحث، والمتضمن اجراء معالجة لكامل كمية المياه العادمة التي تصل الى محطة المعالجة والتي تم احتسابها لغاية سنة الهدف المعتمدة ٢٠٣٠ على وفق المعالجة الثانوية المناسبة للري المقيد وضمن الشروط والتشريعات البيئية لتصريف المياه إلى الأنهر العراقية.

٧-القيام على توفير محطات معالجة ثالثية ذات سعات تصميمة صغيرة معقولة التكلفة والتوسع التدريجي بها لاكتساب الخبرة الفنية، واجراء دراسات، وابحاث ميدانية عليها من قبل الباحثين لمعرفة فوائدها والأنسب منها لظروفنا تمهيدا لإدخالها بشكل واسع بعد اكتمال معالجة جميع المياه العادمة المتولدة معالجة ثنائية، والتحسن الاقتصادي للبلد.

٨-تشجيع الباحثين على أجراء دراساتهم البيئية، والهندسية، والجغرافية، والزراعية، والتخطيطية على محطة الكرخ كما هو الحال في محطات الرستمية لتوفير بيانات متعددة تساعد على اختيار القرارات الصحيحة المتعلقة بهذه الخدمة المهمة.

٩-أجراء تقييم بيئي لعمل محطة المعالجة في الكرخ بعد انجاز تأهيلها، وتوسيعها، ولأكثر من مرة خلال فترات محددة للوقوف على تأثيراتها البيئية، والتعرف على كفاءة عملها ومواقع الخلل في ذلك لغرض تصحيحه، واشتغالها بشكل طبيعي وصحيح.

١٠-للأهمية البالغة لمحطات معالجة المياه العادمة على الصحة العامة للسكان والمحافظة على البيئة يوصي البحث بتشكيل لجنة عليا من الجهات المعنية (وزارة البيئة، وزارة الموارد المائية، وزارة الزراعة، وزارة الصحة، امانة بغداد) مهمتها متابعة وضع محطات المعالجة في بغداد، وسلامة عملها بكامل مراحل المعالجة التي تتيح استخدام المياه الناتجة في الري المقيد وذلك عن طريق الكشف عن المحطات بشكل دوري، والوقوف على نوع الاستعمال الزراعي لهذه المياه، وطريقة الري والتوعية المستمرة للالتزام بالتعليمات الخاصة بذلك.

المصادر

الاتحاد الاوربي ، الادارة الفعالة لمياه الصرف الصحي معالجتها واعادة استخدامها في دول البحر الابيض المتوسط، ٢٠١٠ "الفصل الاول خصائص وتحليل ونماذج المياه العادمة"، ضمن مشروع الاتحاد لتقديم فصول تعليمية عن المياه.

احمد، سعيد فاضل ، ٢٠٠٨ "واقع ومستقبل خدمتي الماء الصافي والمجاري في مدينة بعقوبة"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، مقدمة الى كلية التربية، جامعة ديالى.

أمانة بغداد، دائرة التخطيط والمتابعة، ٢٠١٠ "دراسة توزيع المراكز البلدية".

التصميم الإنمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة ٢٠٠٠ ، أمانة العاصمة ، آب ١٩٧٣.

جمهورية العراق، نظام المحددات الوطنية لإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي برقم (٣) لسنة ٢٠١٢.

جمهورية العراق، وزارة البيئة،" تعليمات المحددات البيئية لانشاء المشاريع ومراقبة سلامة تنفيذها "، رقم (٣) لسنة ٢٠١١.

جمهورية مصر العربية، وزارة الاسكان والمرافق، مركز بحوث الاسكان والبناء، "الكود المصري لاسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع"، المجلد الثاني، اعمال المعالجة (الصرف الصحي)، ط١، ١٩٧٧.

حسن، قتيبة محمد، ٢٠٠٩ "مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية (تجارب وافكار)"، بحث مقدم ضمن مؤتمر وزارة التخطيط والتعاون الانمائي تحت عنوان (تهديدات الواقع المائي في العراق)، بغداد.

زيارات ومقابلات شخصية مع المسؤولين في امانة بغداد، دائرة المجاري، ٢٠١٣.

زيارات ومقابلة شخصية في بلدية الدورة، قسم المعلومات المعلومات الجغرافية (GIS)، ٣٠١٣.

العبد الله، رشا خلف، ٢٠١٢" تشغيل واستثمار محطات معالجة مياه الصرف الصحي"، مشروع لنيل درجة الأجازة في الهندسة التقنية، جامعة حلب، كلية الهندسة التقنية، قسم تقانات الهندسة البيئية.

علي، مقداد حسين، خليل ابراهيم محمد، نصير عباس حسون، ١٩٩٩ "السمات الاساسية للبيئات المائية"، الطبعة الاولى، دار الشؤون الثقافية العامة للطباعة والنشر، بغداد، العراق.

المسح الميدانية في محطة الكرخ، والتداول مع البيولوجي ناصر احمد سلمان، احد المسؤولين في المحطة، ٣٠١٣ .

المقابلة الشخصية مع ر.م.اقدم، عيسى احمد خلف الجبوري، مدير مشروع الكرخ في ٢٠١٣.

مقابلة شخصية مع الاستاذ زهير حسن احمد الخبير في المركز الوطني لادارة الموارد المائية ، وزارة الموارد المائية، ٢٠١٣.

مقابلة شخصية مع السيد عدنان حاجم، مسؤول قسم أشراف في الهيئة العامة لمشاريع الري والبزل، وزارة الموارد المائية، ٢٠١٣.

منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، "إرشادات في تصميم و تشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة"، عمان – الأردن ٢٠٠٤.

منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط ، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، "أعادة استعمال مياه الفضلات في الزراعة دليل أرشادي للمخططين "، عمان – الأردن، ٢٠٠٣.

الملحق(١)

جدول (١) نتائج الفحص الأول بالمقارنة مع المحددات المحلية المختلفة (ppm)

ت	المادة	النهر/قريب من منطقة الطرح للمحطة	النهر/على مسافة ١كم أسفل منطقة الطرح للمحطة	النهر/على مسافة ١كم أعلى منطقة الطرح للمحطة	محدد صرف المياه إلى النهر رقم (٢٥) ١٩٦٧	المحددات المسودة المواصفة القياسية رقم (٣٢٤١) في حالة تصريفها إلى النهر	المحددات المسودة المواصفة القياسية رقم (٣٢٤١) في حالة إعادة الاستعمال لأغراض الري	محددات نظام رقم (٣) لسنة ٢٠١٢ والخاص بالري المقيد	محددات نظام رقم (٣) لسنة ٢٠١٢ والخاص بالري غير المقيد
١	BOD_5	-	-	-	اقل من ٤٠	٥٠	–	٤٠	١٠
٢	COD	٣٦٠	٥٨	١٩	اقل من ١٠٠	١٥٠	–	١٠٠	٤٠
٣	pH	-	-	-	٦-٩.٥	٦.٥ – ٩	٦.٥ – ٨.٤	٦–٤ ، ٨	٦–٤ ، ٨
٤	TSS	١٣٣	١٥٣	٤٦	٦٠	٥٠	١٠٠ (٢)	٤٠	١٠
٥	TDS	٢٢٨١	١٢٩٤	٦٠٥		٣٠٠٠	٢٠٠٠ (١)	٢٥٠٠	٢٥٠٠
٦	Cl^-	٣١٨.٦٥١٢	١٦٨.٦٩٧٧	١٦٨.٦٩٧٧	٦٠٠	٥٠٠	٣٥٠		
٧	$SO4^{2-}$	٨١٠	٣١٠	٣٧٠	٤٠٠	٥٠٠	٤٠٠		
٨	NO_3^-	٠	١١.٥١٨	٠.٤٤٣	٥٠	١٢	٣٠	٥٠	٥٠
٩	$PO4^{-3}$	٢.٤	٠	٠	٣	١٥	-	٢٥	١٢
١٠	Na	٨٣٠	١٥٠	١٩٠		–	–	٢٥٠	٢٣٠
١١	Mg	٢٥٥٨.٩٦٥	٥٩٥.٠٠٧	٢٣٧.٠٨٨٨		–	–	٤٥٠	٦٠
١٢	Ca	٩٨١.٩٦	٣٩٢.٧٨٤	١٦٦٩.٣٣٢		–	–	٨٠	٤٠٠
١٣	SAR	١٩.٧	٦.٨	٦.٢		–	٩	٦ – ٩	< ٦
١٤	K	٣٠	٦.٨	٦.١			-	١٠٠	٢٠
١٥	Do	-	-	-	–	١	١		
١٦	EC	-	-	-					
١٧	عدد بكتريا القولون البرازية	+				١٠٠٠	١٠٠٠ (٣)	١٠٠٠	٢.٢ خلية / ١٠٠ مل

المصدر: اعداد الباحث

– لم يجري تحليله في المختبر + تعني وجود تلوث

– غير محددة ويعتمد في تحديدها على المتطلبات العامة والاشتراطات القياسية.

(١) تعتمد القيمة المسموح بها على درجة التقييد (غير مقيدة وخفيفة إلى متوسطة وشديدة التقييد) .

(٢) تعتمد القيمة المسموح بها على نظام الري المتبع (التنقيط والري السطحي والرش) .

(٣) يعتمد المعدل الهندسي .

جدول (٢) نتائج الفحص الثاني بالمقارنة مع المحددات المحلية المختلفة (ppm)

ت	المادة	النهر/قريب من منطقة الطرح للمحطة	النهر/ء للى مسافة ١كم أسفل منطقة الطرح للمحطة	النهر/ء للى مسافة ١كم أعلى منطقة الطرح للمحطة	محدد صرف المياه إلى النهر رقم (٢٥) ١٩٦٧	المحددات مسودة المواصفة القياسية رقم (٣٢٤١) في حالة تصريفها إلى النهر	المحددات مسودة المواصفة القياسية رقم (٣٢٤١) في حالة إعادة الاستعمال لأغراض الري	محددات نظام رقم (٣) لسنة ٢٠١٢ والخاص بالري المقيد	محددات نظام رقم (٣) لسنة ٢٠١٢ والخاص بالري غير المقيد
١	BOD_5	٢١٠	١.٥	٣	اقل من ٤٠	٥٠	–	٤٠	١٠
٢	COD	٢٤٠	٢١	١٨	اقل من ١٠٠	١٥٠	–	١٠٠	٤٠
٣	pH	٧.٦	٨.١	٨	٦- ٩.٥	٦.٥ – ٩	٦.٥ – ٨.٤	٦-٤ ، ٨	٦-٤ ، ٨
٤	TSS	١٤٩	١١١	٢٨١	٦٠	٥٠	١٠٠ (٢)	٤٠	١٠
٥	TDS	١٢٥٢	٥٧٨	٥١٢		٣٠٠٠	٢٠٠٠ (١)	٢٥٠٠	٢٥٠٠
٦	Cl^-	٢٤٧	٧١	٦٥	٦٠٠	٥٠٠	٣٥٠		
٧	$SO4^{2-}$	٤١٠	٢٧٠	١٥٠	٤٠٠	٥٠٠	٤٠٠		
٨	NO_3^-	٠.٤	٠.٩	٠.١٣	٥٠	١٢	٣٠	٥٠	٥٠
٩	$PO4^{-3}$	١.٤	٠.٠٩	٠.٠٩	٣	١٥	-	٢٥	١٢
١٠	Na	١٦٤	٥٢.٥	٤٤.٩		–	–	٢٥٠	٢٣٠
١١	Mg	٩٧	٦٤	٧٨		–	–	٤٥٠	٦٠
١٢	Ca	٦٨	٤٦	٣٥		–	–	٨٠	٤٠٠
١٣	SAR	١٨	٧	٦		–	٩	٦ – ٩	٦ >
١٤	K	٦.٨	٣.٢	٣.٢			–	١٠٠	٢٠
١٥	Do	٢	٦,٥	٨	–	١	١		
١٦	EC	١٩٠٧	٨٧٤	٨٠٢					
١٧	عدد بكتريا القولون البرازية	>١٦٠٠٠				١٠٠٠	١٠٠٠ (٣)	١٠٠٠	٢.٢ خلية / ١٠٠ مل

المصدر: اعداد الباحث