هيدرولوجية المراكز الحضرية في محافظة واسط

أ.م.د. حسين كريم حمد

&

أ.م.د. شاكر مسير لفتة

جامعة واسط - كلية التربية للعلوم الانسانية

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين المصطفى محمد صلى الله عليه وعلى آله الطيبين الطاهرين وصحبه المنتجبين الميامين ومن تبعه بإحسان حتى قيام يوم الدين وبعد...

الإنسان، وليس الإنسان فحسب بل كل الكائنات الحية، وفي كل مكان وزمان لم ولن تستغني عن المياه فهي السبب الأهم لاستمرار حياتها والمكوّن الأساسي في تركيب أجسامها، لذا فقد أولى الإنسان عناية خاصة بهذا المورد الحيوي وتتزايد هذه العناية بتزايد أعداد السكان حتى ظهرت العلوم الخاصة بدراسة مصادر المياه واستغلالها والمحافظة عليها وأهمها علم الهيدرولوجي وهو علم واسع يهتم بدراسة دورة المياه في الطبيعة بصورة عامة.

أما مصطلح الهيدرولوجيا الحضرية؛ هو كميات المياه المستهلكة ولمختلف المجالات في المراكز الحضرية وهذا ما تضمنه البحث الموسوم(هيدرولوجية المراكز الحضرية في محافظة واسط).

وتمثلت مشكلة البحث بالأسئلة التالية:

١ــ ماهي كميات المياه المستهلكة في مدن محافظة واسط لمختلف المجالات لاسيما لأغراض الشرب واختلافها من وقت لآخر ومن منطقة لأخرى؟

٢ــ ماهي اهم المشاكل المتعلقة بنوعية المياه في مدن محافظة واسط؟

أما فرضيات البحث فتتضمن:

٠١ إن حاجة سكان محافظة واسط للمياه تزداد وفي مختلف المجالات بتزايد أعداد السكان وكذلك التقدم التكنولوجي والتطور الحضاري.

٠٢ تعاني خدمات مياه الشرب في محافظة واسط من عدة مشاكل قد تتعلق بنوعية المياه في بعض المناطق أو شحتها في مناطق أخرى.

تبرز أهمية البحث من خلال ما تشكله مصادر المياه من أساس ومرتكز لقيام المستوطنات الحضرية والدليل على ذلك أن كل المراكز الحضرية كانت بالقرب من الانهار، ويهدف البحث إلى:

٠١ مدى اكتفاء المناطق الحضرية في محافظة واسط من مياه الإسالة.

٠٢ مدى صلاحية مياه الإسالة للاستهلاك الإنساني وأهم محطات ومشاريع المياه النقية في محافظة واسط.

توصلت الدراسة إلى مطابقة نوعية المياه المعالجة في محطات الإسالة في مراكز أقضية محافظة واسط لمحددات منظمة الصحة العالمية(WHO) والمحددات البيئية العراقية من خلال المقارنة بين نتائج الفحوصات الكيميائية والفيزيائية مع المحددات العالمية والعراقية.

وتتوزع محطات المياه في مراكز أقضية المحافظة من خلال مجموعة من المشاريع والمجمعات التي تتغذى من مياه نهر دجلة ونهري الدجيلة والغراف وأهم هذه المشاريع هو مشروع الكوت المركزي. ولابد من دراسة الاحتياجات المستقبلية لسكان محافظة واسط من خدمات المياه لاسيما مياه الشرب ووضع الخطط التنموية المناسبة ومتطلبات مدينة الكوت التي تشتد بها الحاجة للمياه بمرور الوقت لاسيما وأنها ذات مناخ شبه جاف ويتزايد أعداد سكانها باستمرار.والاهتمام بتطوير الوعي البيئي بصورة عامة والحفاظ على المياه من التلوث وعدم الإسراف بصورة خاصة في كل المؤسسات العامة كالمدارس والدوائر الحكومية والمصانع والمؤسسات الأهلية الخاصة للحد من ظواهر الأضرار بمصادر المياه عن طريق الملوثات أو هدر المياه وعدم الترشيد باستخدامها إن من شأن ذلك أن يطور الواقع البيئي ولو بنسب معينة.

المحور الاول

الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لمياه الأنهار والمياه المعالجة في محافظة واسط

١ــ الخصائص الفيزيائية:

تعد الخصائص الفيزيائية في الكثير من الحالات من الأمور السهلة نسبياً في قياسها، لدرجة أن العديد من الخصائص يمكن ملاحظتها ومعرفتها بسرعة حتى من خلال الأفراد غير المختصين، ومن أهم هذه الخصائص الفيزيائية ما يلي:

٠١ **درجة الحرارة:** تعد من الخصائص الهامة نظراً لتأثيرها على الخصائص الأخرى مثل إسراع التفاعلات الكيميائية، تقليل درجة ذوبان الغازات وتقوية وتضخم الطعم والروائح[١]، كما تؤثر درجة الحرارة على نمو البكتيريا إذ ينعدم نشاطها في درجة أقل من(5 م) تقريباً ويبدأ تزايد نشاط البكتيريا بارتفاع درجة الحرارة فيتضاعف هذا النشاط إلى الضعف لكل(10 درجات) ارتفاعاً في درجة الحرارة حتى تصل إلى(45 م) تقريباً يبدأ بعدها نشاط البكتيريا في

الانخفاض بصورة كبيرة ويظهر تأثير درجة الحرارة على عملية المعالجة لاسيما على المعدل الذي تذوب به المواد الكيمياوية وعلى معدل تفاعلها، فعندما تكون المياه باردة فإنه يحتاج إلى المزيد من المواد الكيمياوية من أجل إحداث التخثير الفعال، أما عند درجة حرارة الماء المرتفعة فإن هذا يترتب عليه ارتفاع الطلب على الكلور بسبب الفعالية المتزايدة والمستويات المرتفعة من الطحالب والمواد العضوية الموجودة في الماء غير الصالح[٢]، يُلاحظ من خلال الجدول(١) يبين نتائج الفحوصات الفيزيائية لمياه نهر دجلة لشهر(ك) ٢٠١٨م أن درجة الحرارة عند محطة T_{28} قد بلغت(20.25°) وانخفضت في محطة الرصد T_{g1} إلى(23.33°) وارتفعت إلى أعلى نسبها خلال الفصل البارد عند محطة الرصد T_d لتبلغ(30.78°).

أما في فصل الصيف فقد كانت درجات الحرارة لمحطات الـ T_{28} و T_{g1} و T_d 31.2° و 31° و 31.1° على التوالي، وهي في كل محطات الدراسة وفي كلا الفصلين لم تتجاوز المحددات العالمية والمحددات العراقية المحددة بـ(35 درجة مئوية).

جدول(١)

نتائج الفحوصات المختبرية للخصائص الفيزيائية لنهر دجلة في محافظة واسط لسنة ٢٠١٨

تاريخ سحب النموذج	وصف المحطة / العنصر	الصويرة T_{25}	النعمانية T_{26}	الكوت/ قبل السدة T_{27}	الكوت/ بعد السدة T_{28}	الغراف/ الموفقية T_g	الدجيلة/ ناحية واسط T_d
٢٧ كانون الثاني ٢٠١٨	Tem	30.15°	21.05°	18.77°	20.25°	23.33°	30.78°
	TDs	900	800	768	780	797	872
	EC	1454	1194	1247	1243	1227	1345
	Turb	27	34	18	54	47	24
	Tss	64	56	74	73	66	53
	Tem	31.6°	31.8°	31.2°	31.2°	31°	31.1°
	TDs	966	969	957	1010	990	970
	EC	1587	1590	1569	1628	1666	1618
	Turb	27.7	13.4	24.8	50.8	33.5	30.7
	Tss	16.4	28.4	18	39.2	28.3	26.6

المصدر: مديرية بيئة واسط، قسم التخطيط والسيطرة النوعية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٨.

٠٢ **الطعم والرائحة:** يرجع وجود الطعم والرائحة في الماء إلى وجود شوائب ذائبة، وهي غالباً ما تكون مواد عضوية في طبيعتها مثل: الفينولات، والفينولات المكلورة، وينظر إلى هذه الخصائص على أنها شخصية أو موضوعية وعلى ذلك من الصعب قياسها.

٠٣ **اللون:** يقول بعض العلماء أنه حتى الماء النقي لا يكون عديم اللون مع أننا تعلمنا جميعاً أن من شروط الماء النقي الصالح للشرب أن يكون اللون صافياً، وعلى ذلك فالماء الموجود في مساحات واسعة له لون أزرق مخضر باهت وخفيف مختلط البياض، ومن الضروري أن نُفرق بين اللون الحقيقي الذي يرجع إلى وجود المواد العالقة ويحدث أحياناً أن نجد الماء الطبيعي قد أخذ لوناً مصغراً ويرجع ذلك لوجود بعض الأحماض العضوية الغير مؤذية بأي حالٍ من الأحوال[٣].

جدول(٢)

المحددات البيئية لمياه الشرب

الخاصية أو المادة	وحدة القياس	أعلى حد مسموح به حسب منظمة الصحة العالمية WHO	أعلى حد مسموح به حسب المحددات البيئية العراقية
اللون	كوبالت بلاتين	10	10
الطعم	–	مقبول	مقبول
الرائحة	–	معدومة	معدومة
درجة الحرارة	درجة مئوية	35	35
العكورة(الكدرة)	NTu	5	5
التوصيل الكهربائي	مايكرو سمنز/سم	2000	2000
المواد الذائبة الصلبة TDS	ملغم/لتر	1500	1000
الأس الهيدروجيني PH	–	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5
العسرة الكلية TH	ملغم/لتر	500	500
الكالسيوم Ca	ملغم/لتر	200	150
المغنسيوم Mg	ملغم/لتر	150	100
الصوديوم Na	ملغم/لتر	200	200
الكبريتات So_4	ملغم/لتر	400	400
		250	350
		0.2	0.2
		0.005	0,003
		12	-
		أكثر من4	-

الخاصية أو المادة	وحدة القياس	أعلى حد مسموح به حسب منظمة الصحة العالمية WHO	أعلى حد مسموح به حسب المحددات البيئية العراقية
الكلوريد CL	ملغم/لتر	200	-
الألمنيوم AL	ملغم/لتر	40	-
الكادميوم Cd	ملغم/لتر	0.4	-
البوتاسيوم K	ملغم/لتر	750 – 250	-
الأوكسجين المذاب Do	ملغم/لتر		
القاعدية الكلية ALK	ملغم/لتر		
النترات No_3	ملغم/لتر		
الفوسفات Po_4	ملغم/لتر		
المواد العالقة Tss	ملغم/لتر		

المصدر: حسين كريم حمد الساعدي، هيدرولوجية أهوار الدلمج والشويجة والسعدية وبيئاتها الحيوية، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠١٤، ص١٩٦.

٤. العكورة(TUR): تعني الكدرة وجود مواد غير ذائبة في الماء مما يعيق نفاذية أو تخلل الضوء ويؤثر كل من التركيز وحجم الحبيبات للمواد العالقة على مقدار درجة الكدرة وتكون الكدرة قليلة في المياه الراكدة نسبياً كما هو الحال في الأهوار التي يمكن من خلالها رؤية القعر بسهولة (عمق قد يصل إلى أكثر من ثلاثة أمتار) [٤]، وتعد الكدرة أحد معايير نوعية المياه التي تحدد محتوى العينة من المواد الدقيقة التي تعيق نفاذية الضوء وتخلله في عمود الماء الذي تنجم عن المواد الصلبة العالقة في الماء من طمى وغرين وتكون بسبب وجود كائنات حية دقيقة ونباتات طافية مع العلم أن الأحياء المجهرية تنشط وتتكاثر بشكل يتناسب طردياً مع تراكيز المواد العالقة، لارتباط العكارة بالكائنات الحية الدقيقة، فالفيروسات والبكتيريا تلتصق عادة بالدقائق المادية[٥].

ويمكن أن تحتمي من تأثير المبيدات القاتلة والمواد التي تستعمل في تطهير وتعقيم المياه، ويؤدي إلى الإسراف في استعمال الكلور كمطهر، ومن أهم العوامل المؤثرة في عكارة الماء تصريف النهر وسرعة التيار وطبيعة القاع ونوعية تربة ضفاف النهر وحجم حوض النهر

والتغييرات المناخية وكثافة الغطاء النباتي وفعاليات الإنسان المختلفة وإن ارتفاع عكارة النهر تؤثر على عكارة مياه الشرب[٦].

يلاحظ من خلال الجدول(١) الذي يبين نتائج الفحوصات الفيزيائية لمياه نهر دجلة لسنة (٢٠١٨) إن نسبة الـــ(TUR) قد بلغت(Ntu 50.8) عند محطة الـــ T_{28} وانخفضت إلى(Ntu 33.5) عند محطة الـــ T_{g1} الغراف/ الموفقية.

وبلغت العكرة(Ntu 30.7) عند محطة T_d الدجيلة/ ناحية واسط، هذه النسب في شهر تموز (فصل الصيف).

أما نسب العكورة لفصل الشتاء(ك٢) فقد بلغت(Ntu 54) عند محطة الـــ T_{28} الكوت/ بعد السدة و Ntu 47 عند محطة الـــ T_{g1} و Ntu 24 في محطة T_d.

عند مطابقة هذه القيم مع المحددات العالمية لمنظمة الصحة(WHO) والمحددات البيئية العراقية نلاحظ بأنها غير متطابقة في كل محطات الدراسة وفي كلا الفصلين قد تجاوزت أعلى حد مسموح به وهو Ntu 5 بالنسبة لمياه الشرب.

٥. التوصيلية الكهربائية EC: تُعَرَّف التوصيلية على أنها قيمة عددية تُعبر عن عدد الأيونات الموجبة والسالبة في المياه وتعتمد هذه القيمة على عاملين هما تراكيز الأملاح المذابة في الماء ودرجة الحرارة في أثناء القياس كونها ذات تأثير مباشر على حركة الأيونات المختلفة، وتزداد التوصيلية الكهربائية بنسبة(2٪) عند زيادة درجة حرارته درجة مئوية واحدة، ولقد وجد أن التوصيلية تتذبذب ضمن مدى يتراوح بين (50 – 1500مايكرو سمنز) وهذا المعدل مثالي للتذبذب[٧].

ومن الناحية العملية تكون القيمة التوصيلية الكهربائية للماء المقطر مساوية إلى الصفر بينما المياه الجارية من على صخور غنية بالأملاح الذائبة ذات قيمة توصيلية عالية.

يلاحظ من خلال الجدول(١) أن القيمة التوصيلية الكهربائية EC قد بلغت خلال فصل الصيف (شهر تموز) في محطة T_{28} (1628 مايكرو سمنز) وبلغت أعلى قيمة لها عند محطة T_{g1} (1666 مايكرو سمنز) وأدنى مستوى للتوصيلية الكهربائية سُجل عند محطة الـــ T_d (1618 مايكرو سمنز).

وانخفضن نسب التوصيلية الكهربائية في كل المحطات خلال فصل الشتاء(ك٢) لنفس العام فتراوحت بين(1243 مايكرو سمنز) و(1227 مايكرو سمنز) و(1345 مايكرو سمنز) لكل من المحطات T_{28} و T_{g1} و T_d على التوالي.

٠٦ المواد الصلبة الذائبة TDS:

هي مجموعة المواد الذائبة في الماء سواء كانت متأينة أو غير متأينة التي تبقى وتترسب بحد التبخر أو التجفيف ومعظمها أملاح عضوية أو لا عضوية مثل (الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والبيكاربونات والكلوريدات والكبريتات) في عينة الماء، تعتمد تراكيز المواد الصلبة الذائبة على طبيعة الصخور والتربة التي يمر بها النهر على طبيعة الفضلات وتركيبها الكيمياوي التي تُطرح إلى المياه، وعلى العمليات الهيدرولوجية الطبيعية والأمطار والمياه البلدية غير المعالجة وأن محتوى الماء من المواد الصلبة الذائبة دليل هام على مدى صلاحية الماء للشرب فإذا زادت كمياتها عن حدها الطبيعي تُعد المياه ملوثة وتؤثر زيادتها على صحة الإنسان، كما تسبب زيادتها تآكل مكوناتها منظومات الماء خصوصاً في حالة احتواءها على أملاح الكبريتات أو الكلوريدات مما يتسبب في ارتفاع الكلفة الكلية والمتطلبات الإضافية للتنقية.

تؤدي زيادة الـــ TDS في مياه الشرب إلى تكوين الحصى والرمل لدى الإنسان ويعطي الماء طعماً مالحاً ولوناً غير صاف. من خلال الجدول(١) يتضح أن قيم الـــ TDS في مياه نهر دجلة قد بلغت خلال فصل الصيف لسنة ٢٠١٤م (1010ملغم/لتر) هي أعلى نسبة خلال هذا الفصل في محطة الـ T_{28} الكوت/ بعد السدة وبلغت(990 ملغم/لتر) عند محطة الـــ T_{g1}. ووصلت إلى أدنى مستوياتها عند محطة الـــ T_d الدجيلة/ ناحية واسط(970 ملغم/ لتر). أما خلال فصل الشتاء فقد انخفضت نسب الـــ TDS إلى (780 ملغم/لتر و 872 ملغم/لتر) لكل من محطات الـــ T_{28} و T_{g1} والـــ T_d على التوالي.

يلاحظ بأن جميع قيم الـــ(TDS) مطابقة للمحددات العالمية والعراقية ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به وهو (1000 ملغم/لتر).

٢ــ الخصائص الكيميائية:

تعكس الخصائص الكيميائية للمياه البيئية التي تعاملت معها مثل نوعية الصخور أو التربات التي مرت أو استقرت فيها مياه النهر، كذلك ما أُضيف إلى هذه المياه من ملوثات مثل مياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي وغيرها من الأنشطة البشرية، تؤثر التغييرات الكيميائية للمياه في جودة وصفات المياه المعالجة، أو أنها تسبب آثاراً خطيرة حين ترتفع مستوياتها في الماء بشكل مفرط، وعلى الرغم من الفوائد الكبيرة لوجود هذه العناصر في الجسم البشري حين تكون بنسب معينة فإن لها تداعيات مضرة على صحة الإنسان عندما ترتفع تراكيزها عن الحد المسموح به وهذه الخصائص يمكن أن نبينها على النحو الآتي[٨]:

١٠ الأس الهيدروجيني PH: يُعَرَّف الأس الهيدروجيني على أنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في الماء ويمثل مقياساً لحامضية وقاعدية المحاليل، وتتراوح قيمة الـــ PH في المحاليل بين(0 – 14) وعندما تصبح قيمة الـــ PH تساوي(7) يكون الماء متعادلاً وذلك عندما تكون درجة الحرارة والضغط اعتياديين وعندما تصبح قيمة الـــ PH أقل من(7) فإنه يدل على زيادة تراكيز الهيدروجين وحلول الوسط الحامضي وعندما تكون الـــ PH أكبر من(7) فإنه يدل على أن أيون الهيدروجين وحلول الوسط القاعدي[٩].

ويعتبر الـــ PH من المتغيرات المفيدة جداً في تقييم نوعية المياه والذي يسبب تغييراً في لون الماء وحدوث ملوحة في الماء ويسبب انخفاض الـــ PH طعماً معدنياً مريراً وارتفاعه يؤدي إلى ملمس زيتي مطعم كالصودا[١٠].

يُعد الأس الهيدروجيني أحد معايير نوعية المياه المهمة والسيطرة عليه ضرورية في جميع مراحل معالجة المياه، وأن أفضل قيمة للأس الهيدروجيني عند استعمالات كبريتات الألمنيوم(الشب) تتراوح بين(5.5 – 7.5).

أما بالنسبة للتعقيم بالكلور يفضل أن تكون قيمة الأُس الهيدروجيني أقل من(8) إن ارتفاع قيم الأُس الهيدروجيني أقل يؤدي إلى تكلس الأنابيب الناقلة للمياه والتقليل من قدرتها على نقل المياه، أما انخفاضها يسبب زيادة تآكل الأنابيب كما أن القيم المنخفضة تدل على ارتشاح بعض المواد العضوية والكيمياوية من الأنابيب مثل الرصاص، كما تشير إلى نمو البكتيريا المختزلة للكبريتات على السطح الداخلي للأنابيب وأن نموها يولد أيون الهيدروجين H^+ التي

تنخفض من قيمة الأس الهيدروجيني وأفضل نشاط للبكتيريا عندما يكون الـــ PH أقل من(5) أو أكبر من(9) ويؤثر الأس الهيدروجيني في قابلية ذوبان المواد الكيمياوية السامة والمغذيات في الماء.

يلاحظ من خلال الجدول(٢) الذي يوضح نتائج التحاليل الكيميائية لمياه نهر دجلة ونهري الدجيلة والغراف خلال شهر تموز لسنة ٢٠١٨، إن نسبة الـــ PH في محطة الرصد T_{28} هي (7.7) وترتفع هذه النسبة عند محطة الرصد T_g إلى(7.58) حيث تقل سرعة جريان النهر تدريجياً وهذا يعني التأثير على الخصائص الكيميائية بصورة عامة ومن ضمنها الـــ PH ، وكلما قلت سرعة جريان النهر ازدادت نسبة الـــ PH حتى ارتفعت إلى(7.62) عند محطة الرصد T_d، لكن جميع هذه النسب مطابقة للمعايير العالمية والعراقية التي تحدد نسبة الـــ PH لمياه الشرب بين(6.5 – 8.5).

جدول(٣)

نتائج الفحوصات المختبرية للخصائص الكيميائية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط

	وصف المحطة / العنصر	الصويرة T_{25}	النعمانية T_{26}	الكوت قبل السدة T_{27}	الكوت / بعد السدة T_{28}	الغراف/ الموفقية T_{g1}	الدجيلة/ ناحية واسط T_d
١٥ / ٧ / ٢٠١٨ تاريخ سحب النموذج	PH	7.4	7.61	7.68	7.7	7.58	7.62
	Mg	43	44	43	46	35.6	37.5
	Ca	79.5	83.5	85.5	85	86	82.5
	No_3	6.85	7.75	7.35	7.5	7.5	7.8
	Po_4	0.39	0.39	0.37	0.44	0.38	0.41
	TH	380	388	392	400	360	360
	K	3.4	4.5	4.7	4.5	6	4.25
	Na	85	86	87.5	88	83	83.9
	So_4	351.4	363.2	366.8	354.9	376.2	357.3
	CL	118.7	121.5	132.3	132.3	132.48	132.48
	ALK	129	210	200	210	180	188

المصدر: مديرية بيئة واسط، قسم التخطيط والسيطرة النوعية، بيانات غير منشورة.

جدول(٤)

نتائج الفحوصات المختبرية للخصائص الكيميائية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط

	وصف المحطة / العنصر	الصويرة T_{25}	النعمانية T_{26}	الكوت قبل السدة T_{27}	الكوت / بعد السدة T_{28}	الغراف/ الموفقية T_{g1}	الدجيلة/ ناحية واسط T_d
	PH	8.1	8.1	8.2	8.1	8.1	8
	Mg	43	41	44	43	46	44
	Ca	94	85	85	87	84	85
	No_3	6.6	7.5	7.5	8.4	7.5	7.5
	Po_4	0.6	0.9	0.9	0.4	0.5	0.5
	TH	419	388	400	400	403	435
	K	4.2	3.5	3.7	3.7	3.6	3.9
	Na	106.8	80.4	88.6	89.2	86.5	99.5
	So_4	310	300	280	290	310	300
	CL	158	114	124	119	124	153
	ALK	186	197	197	197	203	208

المصدر: مديرية بيئة واسط، قسم التخطيط والسيطرة النوعية، بيانات غير منشورة.

٠٢ **العسرة الكلية Total Hardness:** تُعرَّف عسرة المياه على أنها مجموع الأيونات المعدنية الموجبة الثنائية التكافؤ الموجودة في المياه مثل الكالسيوم والمغنسيوم بالدرجة الأساس والحديد والسترونيوم والمنغنيز بدرجة أقل وحسب درجة تركيزها في المياه وتُقسم العسرة إلى عسرة وقتية أو العسرة الكاربونية وهي ناتجة من اتحاد أيونات الكالسيوم والمغنسيوم مع الكربون ويمكن إزالتها بتسخين الماء لدرجة الغليان، أما النوع الثاني فهي العسرة الدائمية أو العسرة غير الكاربونية وهي ناجمة من اتحاد الكالسيوم والمغنسيوم مع أيونات الكبريتات والكلوريدات والنترات وهي لا تزول بغليان الماء وإنما باستعمال طرائق مختلفة منها التبادل الأيوني أو باستعمال الصودا أو النورة أو الكاربون المنشط بطريقة الامتزاز وللماء العسر عدة مضار منها ازدياد استهلاك الصابون لإعطاء رغوة ولا يقتصر ضرر الماء العسر على استهلاك الصوابين ومساحيق التنظيف بل إنها تُتلِف الأنابيب وتشكل طبقة من الأملاح على السطح الداخلي للغلايات وسخانات الحمامات مما يزيد من استهلاك الطاقة والماء العسر يُعطي

لوناً وطعماً غير مستساغ وعند استعماله للشرب يؤدي إلى الإصابة بالاضطرابات المعوية كالإسهال وغيره(١١).

يلاحظ من خلال الجدول(٣) إن نسبة الـــ TH عند محطة T_{28} هي(400 ملغم/لتر) وتنخفض هذه النسبة عند محطتي T_{g1} و T_d إلى(360 ملغم/ لتر) لكل منهما.

أما في شهر ك٢ فقد ارتفعت هذه النسبة من(400 ملغم/لتر) عند محطة T_{28} إلى(435 ملغم/لتر) عند محطة T_d وهي خلال الفصلين ضمن المعايير العالمية والعراقية لنسبة الـــ TH في مياه الشرب التي تحدد بـــ(500 ملغم/لتر).

٣. الكالسيوم (Calcium) Ca^{++}: يُعد الكالسيوم أحد الأيونات الذائبة في الماء، ومصدره الرئيس التجوية الكيميائية للصخور الكلسية ويترسب الكالسيوم على هيئة كاربونات الكالسيوم في الأنابيب المصنوعة من الحديد والصُلب مما يجعله يرسب طبقة رقيقة من كاربونات الكالسيوم على الجدران الداخلية للأنابيب المعدنية مما يساعد على تآكلها ومع استمرار تراكم كاربونات الكالسيوم يؤدي إلى انسداد الأنابيب ويُشجع نمو البكتيريا داخل الأنابيب.

يُعد ارتفاع الكالسيوم لدى الإنسان المسبب الرئيس للصلابة والجرعات المفرطة من الكالسيوم، إذ يتسبب بآلام المفاصل والعضلات والعظام ونقصانه يسبب هشاشة العظام وتسوس الأسنان وتشنج عضلاته(١٢).

يلاحظ من خلال الجدول(٣) الذي يبين نتائج الفحوصات الكيميائية لمياه نهر دجلة إن نسبة عنصر الكالسيوم خلال فصل الصيف لسنة ٢٠١٨ قد بلغت(85 ملغم/لتر) و(86 ملغم/لتر) و(82.5 ملغم/لتر) لمحطات T_{28} ومحطة T_{g1} ومحطة الـــT_d على التوالي.

إن أعلى نسبة خلال هذا الفصل كانت قد سُجلت عند محطة T_{g1} حيث بلغت(86 ملغم/لتر) لأنه كلما قطع النهر مسافة أكبر قلت سرعة الجريان وبالتالي إزدياد تركز الترسبات، أما بالنسبة لقيم هذا العنصر خلال فصل الشتاء(ك٢) لنفس العام فقد أصبحت(87 ملغم/لتر) لمحطة الـــ T_{28} و(84 ملغم/لتر) لمحطة T_{g1} و(85 ملغم/لتر) في محطة الـــ T_d.

إن الفرق بين قيم هذا العنصر خلال الفصلين يكاد يكون قليل وهي جميعاً مطابقة للمعايير العالمية المحددة بأعلى حد مسموح به هو(200 ملغم/لتر) والمحددات العراقية المحددة أيضاً (200ملغم/لتر).

٤- **المغنسيوم(Magnesium) Mg^{++}** : يعد المغنسيوم من العناصر القلوية الأرضية ويوجد في مختلف تراكيب الصخور إذ يتراوح تركيزه في الصخور بنحو(4.7٪) وتعد صخور الدولومايت والحجر الجيري والتكوينات الطينية من أهم مصادره، فضلاً عن المخلفات البشرية التي تساهم في زيادته بكميات كبيرة في المياه مما يغيّر لون الماء ويُنتج طعماً غير مستساغ ويؤثر تركيز المغنسيوم في المياه على صحة الإنسان ولاسيما سلامة أمعاءه وإن وجود المغنسيوم مع الكبريتات في مياه الشرب يؤدي إلى الإصابة بمرض الإسهال ويشترك المغنسيوم مع الكالسيوم في تكوين العسرة الكلية(T.H) ويتميز بكونه أصغر حجماً منه[١٣]، تسبب الكميات الكبيرة من المغنسيوم التصلب والفشل الكلوي عندما تكون الكلى غير قادرة على التخلص من المغنسيوم الزائد، ونقص المغنسيوم في الماء يرتبط بأمراض القلب الوعائية.

يتبين من خلال الجدول(٣) أن نسبة عنصر المغنسيوم في شهر تموز لسنة ٢٠١٨ في مياه نهر دجلة قد بلغت(46 ملغم/لتر) في المحطة T_{28} و(35 ملغم/لتر) في محطة T_{g1} و(37.5ملغم/لتر) في محطة الـــــ T_d.

أما في شهر ك٢ الذي يمثل فصل الشتاء فقد حصل تذبذب في هذه النسب وانخفضت قيم المغنسيوم إلى(43 ملغم/لتر) عند محطة T_{28} وازدادت في محطتي T_{g1} و Td إلى(46 ملغم/لتر) و(44 ملغم/لتر) على التوالي.

في كلال الفصلين وفي كل محطات الرصد لمنطقة الدراسة كانت نسب عنصر المغنسيوم مطابقة للمحددات العالمية ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به وهو(150 ملغم/لتر) ومطابقة أيضاً للمحددات العراقية ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به وهو(100 ملغم/لتر).

٥. **الألمنيوم(Aluminum)** AL: يُعد عنصر الألمنيوم العنصر الثالث الأكثر وفرة في قشرة الأرض ويتواجد مرتبطاً مع بعض المعادن في الصخور والأطيان، وإن استعمال(الشب) كبريتات الألمنيوم المائية في المياه المعالجة غالباً يؤدي إلى زيادة تراكيزه في المياه المعالجة، وإن التراكيز التي تزيد عن(0.2 ملغم/لتر) تسبب إزعاجاً للمستهلكين نتيجة تلوينه للمياه وترسيبه على شكل هيدروكسيد الألمنيوم في الأنابيب الناقلة وهناك احتمالية علاقة الألمنيوم بالأمراض العصبية منها مرض الجنون والخرف المبكر[١٤].

٠٦ **الكلورايد(Chloride) CL:** يُعد الكلورايد من الأيونات السالبة الموجودة في المياه الطبيعية وقد أشتق أسم الكلورايد من إسم الكلور، إذ أن الكلور يوجد كغاز في صورة جزيء إلا أن الكلورايد هو عبارة عن أيون الكلور في صورته السالبة، تُعد مياه الصرف الصحي، ويزداد تركيزه في مياه الشرب المعالجة بالكلور وينخفض في المياه الخام ويُكسب الكلورايد الماء الطعم المالح لاسيما إذا ارتبط مع أيون الصوديوم وشكل ملح الصوديوم ويختلف هذا الطعم باختلاف التركيز وعند وجود أيون الكلورايد بتركيز عال في الماء يكسبه تأثيراً تآكلياً وقد يظهر على الأنابيب والمنشآت المعدنية كما أن التراكيز العالية منه في المياه يؤدي إلى مذاق ملحي في الماء المستعمل للشرب ويُسبب ارتفاع ضغط الدم.

يُلاحظ من خلال الجدول(3) أن نسبة CL خلال فصل الصيف كانت(132.3 ملغم/لتر) و(123.84 ملغم/لتر) و(123.48 ملغم/لتر) لمحطات T_{28} و T_{g1} و T_d على التوالي. أما في فصل الشتاء فقد تراوحت بين(119 ملغم/لتر) عند محطة T_{28} و(153 ملغم/لتر) عند محطة T_d وهي بذلك لم تتجاوز المحددات العالمية(250 ملغم/لتر) لعنصر الكلورايد و(350 ملغم/لتر) بالنسبة للمحددات العراقية.

٠٧ **البوتاسيوم(Potassium) K:** تؤثر زيادة نسب هذا العنصر على الأشخاص الذين يعانون من صعوبات في القلب وارتفاع ضغط الدم.

يلاحظ من خلال الجدول(٤) أن نسبة هذا العنصر كانت(4.5 ملغم/لتر) في محطة T_{28} وسُجلت النسبة الأعلى في محطة T_{g1} حيث بلغت النسبة(6 ملغم/لتر) لأنه كلما قُطع النهر مسافة أكبر قلت سرعة الجريان وازداد تركز الترسبات، فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة في هذا الفصل وارتفاع معدلات التبخر بعكس معدلات فصل الشتاء(ك٢) حيث تنخفض نسب عنصر البوتاسيوم إلى (3.7 ملغم/لتر) و(3.6 ملغم/لتر) لمحطتي الـــــ T_{28} و T_{g1} على التوالي.

يُلاحظ عند مقارنة هذه القيم مع المحددات العالمية لمنظمة الصحة العالمية بأنها متطابقة تماماً ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به وهو(12 ملغم/لتر) لعنصر البوتاسيوم.

٠٨ **الحامضية والقاعدية ALK :** توجد الحامضية والقاعدية في المياه على شكل كاربونات الكالسيوم والماء قاعدي بحالته الاعتيادية وتُعرَّف القاعدية بقابلية استيعاب بعض الواد الموجودة في الماء والتي تحوي في تركيبها ما يعادلها أو يكافئها من الحامض ويكون تواجدها في الماء

بصورة طبيعية(ذوبان صخور الدولومايت والكالسيوم والمغنسيوم) أو مصادر أُخرى يسببها طرح فضلات بعض المعامل إلى المصادر المائية[١٥].

تراوحت نسب الـــ ALK بين(129 ملغم/لتر) عند محطة الـــ T_{25} وبلغت أعلى نسبة لها عند محطة الـــ T_{28} وهي(210 ملغم/لتر)، إن هذه القيم قد تجاوزت أعلى حد مسموح به بالنسبة للقاعدية الكلية الـــ ALK وهو(200 ملغم/لتر) حسب محددات منظمة الصحة العالمية.

٠٩ أيونات الفوسفات Po_4: أيون يتكون من الفوسفور وأربع ذرات أوكسجين(Po_4) وهو أحد المغذيات النباتية الرئيسة ويُعد العامل المحدد في الأجسام المائية وزيادة تركزه تؤدي إلى ظاهرة الإثراء الغذائي من خلال ازدهار ونمو الطحالب في المياه، تكون بعض مصادر الفوسفات طبيعية تبعاً للتكوينات الجيولوجية المتضمنة له والأخرى بشرية تَنتج عن المخلفات الصناعية والمدنية فضلاً عن مياه البزل ومياه الأسمدة والمبيدات وجرف التربة التي تحتوي كميات كبيرة منه ترفع من تراكيزه في حالة صرفها إلى الأنهار ويؤثر تركز الفوسفات في نوعية وصلاحية المياه من خلال التغيير النوعي في أعداد الكائنات الحية ونوعها في البيئة المائية إذ تؤدي زيادة تركيزه إلى زيادة أعداد الطحالب مما تؤثر في كمية واستهلاك الأوكسجين المذاب في المياه[١٦].

يُلاحظ من خلال الجدول رقم(3) الذي يبين نتائج الفحوصات الكيميائية وفحوصات العناصر الثقيلة أن نسبة الـــ Po_4 خلال فصل الصيف(تموز) ٢٠١٨م في المياه الخام لنهر دجلة كانت قد بلغت(0.44 ملغم/لتر) و(0.38 ملغم/لتر) و(0.41 ملغم/لتر) لكل من محطات الكوت/ بعد السدة T_{28} والـــ T_{g1} الغراف/ الموفقية و T_d الدجيلة/ ناحية واسط على التوالي.

أما خلال فصل الشتاء(ك٢) لنفس العام يلاحظ بأن هذه القيم قد انخفضت إلى(0.4 ملغم/لتر) و(0.5 ملغم/لتر) لكل من محطات الـــ T_{28} وT_{g1} وT_d على التوالي ويعود سبب انخفاض هذه النسب في فصل الشتاء إلى انخفاض درجات الحرارة ومعدلات التبخر وقلة استخدام الأسمدة خلال هذا الفصل.

يُلاحظ أن جميع هذه القيم وفي كلا الفصلين مطابقة للمحددات العراقية لنوعية المياه الصالحة للبيئة المائية والبالغة (3ملغم/لتر).

٠١٠ أيون الكبريتات So_4: يوجد أيون الكبريتات نتيجة ذوبان معادن الكبريتات الموجودة في الصخور الرسوبية مثل الجبس والانهيدرات والصخور الطينية وصخور الطفل أو يوجد على هيئة غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يتكون نتيجة تأكسد المواد العضوية واختزال أيون الكبريتات إذ تقوم البكتيريا المختزلة باستهلاك الأوكسجين الموجود في الكبريتات وتؤكسد الكاربون العضوي إلى غاز ثاني أوكسيد الكاربون(Co_2) فتحرر الكبريتيد إلى كبريتات وسرعة التحول هذه تنشط مع زيادة الأمطار أو بوجود المياه الجوفية التي تُعد مذيبات جيدة لأكاسيد الكبريت ويزداد تركز أيون الكبريتات في مياه الأنهار نتيجة طرح المخلفات الصناعية السائلة المتضمنة له كصناعة الأسمدة والورق وتكرير النفط فضلاً عن دور المخلفات الزراعية السائلة ومُخلفات الصرف الصحي التي تطرح مخلفاتها إلى المجاري النهرية، تُساهم الكبريتات في تكوين العسرة الدائمة في المياه وبخاصة في حالة وجودها على شكل كبريتات الكالسيوم أو المغنسيوم وتدخل من ضمن العناصر المسببة للملوحة إذ تُعطي الطعم المالح عندما يكون تركزها أكثر من(200 ملغم/لتر) مما تسبب حالات الإسهال عندما تكون على شكل كبريتات المغنسيوم وكبريتات الصوديوم، وإن تراكيزها العالية في المياه تُساهم في قتل الأسماك وبيوضها مما تتلف الحياة المائية وتُسبب الإضرار بصحة المياه وتغيير صفاته الطبيعية[١٧].

يُلاحظ من خلال الجدول(٤) الذي يبين نتائج الفحوصات للعناصر الكيميائية والعناصر النزرة أو الثقيلة لمياه نهر دجلة أن نسب الـــ So_4 قد بلغت(354.9 ملغم/لتر) و(376.2 ملغم/لتر) و(357.3 ملغم/لتر) لكل من محطات الـــ T_{28} و T_{g1} و T_d على التوالي في فصل الصيف(شهر تموز) لسنة ٢٠١٤م.

أما خلال فصل الشتاء(ك٢) لنفس العام فإن هذه المعدلات كانت قد انخفضت وفي كل محطات الدراسة إلى(290 ملغم/لتر) و(310 ملغم/لتر) و(300 ملغم/لتر) لمحطات الـــ T_{28} وT_{g1} وT_d على التوالي.

يُلاحظ من خلال المقارنة بين قيم أيون الكبريتات لمختلف محطات الدراسة وفي كلا الفصلين أن أعلى نسبة سُجلت هي في محطة الـــ(T_{g1} الغراف/ الموفقية) حيث بلغت (362 ملغم/لتر) في فصل الصيف و(310 ملغم/لتر) في فصل الشتاء.

إن جميع هذه القيم لكل محطات الدراسة وفي كلا الفصلين مطابقة للمحددات العالمية والمحددات العراقية ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به وهو(400 ملغم/لتر).

٠١١ **أيون النترات No_3:** هي أحد أشكال النتروجين في المياه وهي جزء مهم من الدورة البايوجيوكيميائية في الطبيعة التي يكون فيها النتروجين أما بشكل غاز(N_2) أو كأيون النترات (No_3^-) أو كأيون الأمونيوم(NH_4)، وغاز النتروجين غاز خامل قليل الذوبان في الماء حيث يذوب منه(0.018 غرام) من(N_3) في كل لتر من الماء في درجة حرارة(٢٥مْ)، أما النترات والأمونيوم فهي أكثر إذابة في الماء بتحولهما إلى مركبات نتروجينية ذائبة وهما يعتمدان في عملية التحول على تفاعلات الأكسدة والاختزال في الماء، وتتولد النترات من تأكسد النتروجين العضوي في التربة ومن الفضلات الصناعية والزراعية أو من خلال غاز ثاني أوكسيد النتروجين(N_2) الموجود في الجو والناتج من عوادم السيارات والأسمدة الكيمياوية[١٨].

يُلاحظ من خلال الجدول(٤) أن معدلات أيون النترات لنهر دجلة خلال فصل الصيف بلغت(7.5 ملغم/لتر) و(7.5 ملغم/لتر) و(7.8 ملغم/لتر) لمحطات الـــ T_{28} و T_{g1} و T_d على التوالي.

ولم تتغير هذه النسب كثيراً في فصل الشتاء باستثناء محطة الـــ T_{28} ارتفعت فيها قيم أيون النترات إلى(4.8 ملغم/لتر) وبلغت(7.5 ملغم/لتر) عند محطتي الـــ T_{g1} وT_d ولم تتجاوز المحددات العراقية(50 ملغم/لتر)

٣ــ الفحوصات البايولوجية

٠١ الأوكسجين المذاب(Do) Dissolved oxygen:

هو تركز جزيئات الأوكسجين(O_2) المذابة في المياه والتي تعد الدعامة الرئيسة لحياة الكائنات المائية ونقصه يُشكل ضغطاً بيئياً كبيراً على النظام المائي وقياساً أساسياً في تقويم صحة المياه وخلوها من الملوثات العضوية إذ تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة، يكمن وجود الأوكسجين المذاب في كونه منظماً للأفعال الحيوية لمجاميع الأحياء المائية ولا يمكن الاستغناء عنه حتى في حالة انخفاض تركزه دون مستوً معين ذلك لإدامة الحياة المائية وانخفاض تركزه في الماء ناتج عن إدخال ملوثات تُساعد على تراكم بكتيريا هوائية تعيش عليه وتستهلكه في أثناء التنفس مما يقلل من الحياة النباتية فالأسماك مثلاً تحتاج إليه أولاً بنسبة عالية تليها اللافقريات

المائية ثم البكتيريا المائية، يُساهم الأوكسجين المذاب في تحلل الملوثات العضوية وتخلص الجسم المائي منها وقلته أو انعدامه يؤدي إلى حدوث تحلل لا هوائي للملوثات داخل الماء مما ينتج عنه غازات ضارة تهدد البيئة المائية، ينتج الأوكسجين المذاب من المحيط الجوي الذي هو بتماس مع الماء كذلك من خلال عملية التركيب الضوئي للنباتات المائية ووفرة تركزه تعتمد أساساً على درجات الحرارة كذلك مع تركز الأملاح العضوية في الماء.

يُلاحظ من خلال الجدول(٥) الذي يوضح نتائج الفحوصات البايولوجية لمياه نهر دجلة خلال شهر تموز ٢٠١٨، إن نسبة الـــ(Do) عند محطة الـــ T_{28} بلغت(9.81 ملغم/لتر) وانخفضت إلى(6.26 ملغم/لتر) عند محطة الـــ T_{g1} الغراف/ الموفقية و(8.69 ملغم/لتر) عند محطة الـــ T_d الدجيلة/ناحية واسط.

أما خلال فصل الشتاء(ك٢) فقد بلغت(8.5 ملغم/لتر) لمحطة T_{28} و(8 ملغم/لتر) عند محطة T_{g1} و T_d وهي جميعاً وفي كلا الفصلين لم تتجاوز الحدود البيئية المحددة بـــ(4 ملغم/لتر) كأدنى حد لنسبة وجود الـــ(Do) في الماء.

جدول(٥)

نتائج الفحوصات المختبرية للخصائص البايولوجية لمياه الأنهار في محافظة واسط لسنة ٢٠١٨

تاريخ سحب النموذج	وصف المحطة / العنصر	الصويرة T_{25}	النعمانية T_{26}	الكوت/ قبل السدة T_{27}	الكوت/ بعد السدة T_{28}	الغراف/ الموفقية T_{g1}	الدجيلة/ ناحية واسط T_d
٢٠١٨	BoD_5	1.8	2.5	3.2	4	3.8	3
	Do	7	7.5	8	8.5	8	8
٢٠١٨	BoD_5	3.28	2.62	2.19	2.01	4.14	2.13
	Do	8.42	8.53	9.23	9.81	6.26	8.69

المصدر: مديرية بيئة واسط، قسم التخطيط والسيطرة النوعية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٨.

٢.٢ كمية الأوكسجين الحيوي المطلوب BoD:

يُستخدم هذا الغاز للقياس على نطاق واحد حيث يمكن بوساطته تقدير كمية الفضلات العضوية في أُنموذج الماء خلال قياس كمية الأوكسجين اللازمة للبكتيريا لأكسدة الفضلات هوائياً إلى ثنائي أوكسيد الكربون والماء ويرمز له بالرمز BoD كما تم ذكره سابقاً.

يتم استعمال قيمة BoD لأي أنموذج مائي عند حفظه في إناء مغلق لمدة خمسة أيام ودرجة حرارة(٢٠ مْ) ويتم حساب كمية الأوكسجين المذاب قبل حفظ الأنموذج ولا تتجاوز قيمته للماء النقي عن جزء واحد بالمليون النقاوة المقبولة في قيمة(٣ أجزاء) بالمليون، في حين تصل حالتها الحرجة في القيمة المساوية إلى خمسة أجزاء بالمليون وقد تتجاوز القيمة إلى(١٠٠٠٠ جزء بالمليون) كما في المياه المنسابة من معامل التعليب والصناعات وتشكل هذه الفضلات خطورة كبيرة على نوعية المياه عند الأنهار أو البحيرات دون معالجة[١٩].

اختلفت قيمة الـــ BoD مكانياً وزمانياً في مياه نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة وكما هو واضح في الجدول(٥) فقد كانت نسبة الـــ BoD في شهر ك٢ ٢٠١٨(3.2) في محطة الـــT_{27} الكوت/ قبل السدة وأصبحت (4) في حطة الـ T_{28} الكوت/ بعد السدة، أما في فصل الصيف خلال شهر تموز فقد انخفضت قيم الـــ BoD إلى(2.19) في محطة الـ T_{27} و(2.01) في محطة الـــ T_{28}.

المحور الثاني

الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه الإسالة

تعد العناصر الكيميائية من المكونات غير العضوية للمياه لكن تزايد هذه العناصر عن معدلاته الطبيعية يتسبب بتغيير تركيبة المياه وتُصبح غير صالحة للاستهلاك البشري لذلك يَعمد الإنسان إلى تنقية المياه بصورة مستمرة للمحافظة على خصائص المياه وجعلها مناسبة لاستعمالات الإنسان المختلفة وأهمها الشرب.

تبين من خلال مقارنة نتائج الفحوصات الكيميائية لمياه الإسالة مع المحددات العالمية والعراقية أنها جميعاً ضمن هذه المحددات ولم تتجاوز أعلى حد مسموح به.

لقد بلغت نسبة الـــــ PH في فصل الشتاء(7.40 ملغم/لتر) وكانت نسبتها(7.40 ملغم/لتر) في فصل الصيف أيضاً وبذلك لم تتجاوز أعلى حد مسموح به ضمن محددات منظمتي الصحة العالمية والمحددات البيئية العراقية وهو يتراوح بين(6.5 – 8.5 ملغم/لتر).

جدول(٦)

نسب العناصر الكيميائية في مياه الإسالة ومطابقتها مع المحددات العالمية

العناصر الكيميائية	نسبتها في فصل الشتاء ك٢ ملغم/ لتر	نسبتها في فصل الصيف تموز ملغم/ لتر	أعلى حد مسموح به حسب المحددات العالمية	أعلى حد مسموح به حسب المحددات العراقية
PH	7.40	7.40	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5
Ca	113.98	141.90	200 ملغم/لتر	150 ملغم/لتر
Mg	34.29	24.60	1500ملغم/لتر	10 ملغم/لتر
K	2.60	2.40	–	–
CL	124.02	122.40	250 ملغم/لتر	350 ملغم/لتر
AL	0.05	0.08	0.2 ملغم/لتر	0.2 ملغم/لتر
Na	111.90	84.30	200 ملغم/لتر	200 ملغم/لتر
So_4	337.70	330.00	400 ملغم/لتر	400 ملغم/لتر

المصدر: بالاعتماد على بيانات مديرية ماء واسط ومقارنتها مع الجدول(٦).

جدول(٧)

نسب العناصر الفيزيائية في مياه الإسالة ومطابقتها مع المحددات العالمية

العناصر الفيزيائية	نسبتها في فصل الشتاء ك٢	نسبتها في فصل الصيف (تموز)	أعلى حد مسموح به حسب المحددات العالمية	أعلى حد مسموح به حسب المحددات العراقية
Tem	˚1200	˚33.40	˚35	˚35
Turb	(Ntu)5.00	(Ntu)3.00	5	5
TDS	816.00 ملغم/لتر	990.00ملغم/لتر	1500 ملغم/لتر	1000 ملغم/لتر
EC	1.300.00 مايكروسمنز/ سم	1.640.00 مايكروسمنز/ سم	200 مايكروسمنز/ سم	200 مايكروسمنز/ سم

المصدر: بالاعتماد على بيانات مديرية ماء واسط، شعبة المختبر ومقارنتها مع الجدول(٦).

وبلغت نسبة الـــــ(Ca)(113.98 ملغم/لتر) شتاءاً لتزداد إلى(141.90 ملغم/لتر) في فصل الصيف وهي في كلا الفصلين ضمن المحددات العالمية(200 ملغم/لتر) والمحددات البيئية العراقية (150 ملغم/لتر).

أما بالنسبة لعنصر المغنسيوم فبلغت نسبته خلال فصل الشتاء(34.29 ملغم/لتر) لتنخفض إلى(24.60 ملغم/لتر) وفي كلا الفصلين كانت ضمن المحددات العالمية(150 ملغم/لتر) والمحددات العراقية(100 ملغم/لتر) كأعلى حد مسموح به.

وكان الكلورايد(CL) أيضاً ضمن المحددات العالمية والمحددات العراقية فقد بلغ(124.02 ملغم/لتر) شتاءاً و(122.40 ملغم/لتر) في فصل الصيف، وخلال الفصلين كان ضمن المحددات العالمية(250 ملغم/لتر) كأعلى حد مسموح به والمحددات العراقية(350 ملغم/لتر) كأعلى حد مسموح به.

الخصائص الفيزيائية لمياه الإسالة

تعد نتائج الفحوصات الفيزيائية من المعايير المهمة لتحديد مدى صلاحية المياه لأغراض الشرب وتتضمن(درجة الحرارة، العكورة، المواد الصلبة الذائبة الكلية TDs، التوصيلية الكهربائية EC). يتبين من خلال الجدول(٧) أن جميع العناصر الفيزيائية لمياه الإسالة وخلال فصلي الشتاء(ك٢) والصيف(تموز) لم تتجاوز أعلى حد مسموح به قد حددته منظمتي الصحة العالمية (WHO) ومنظمة البيئة العراقية. لقد بلغت درجة الحرارة خلال فصل الشتاء(12.00°) وارتفعت خلال فصل الصيف إلى (33.40°) لكنها لم تتجاوز أعلى حد مسموح به حسب منظمة الصحة العالمية والمحددات العراقية وهو(35°).

أما بالنسبة للعكورة فهي لم تتجاوز أعلى حد مسموح به حسب منظمتي الصحة العالمية ومنظمة البيئة العراقية(5 Ntu) حيث بلغت(5.00) شتاءاً و(300) في فصل الصيف.

وكذلك الـــــ TDs هي ضمن المحددات العالمية التي حددت أعلى حد مسموح به وهو(1500 ملغم/ لتر) والمحددات العراقية المحددة بـــــ(1000 ملغم/ لتر) فقد بلغت قيمتها(816.00 ملغم/لتر) شتاءاً و(990.00 ملغم/لتر) في فصل الصيف.

والتوصيلة الكهربائية EC بلغت(1.300.00 مايكرو سمنز/سم) شتاءاً و(1.540.00 مايكرو سمنز/سم) في فصل الصيف وهي أيضاً ضمن المحددات العالمية والمحددات البيئية العراقية المحددة بـــــ(200 مايكرو سمنز/ سم).

وكانت نسبة الألمنيوم(AL)(0.05 ملغم/لتر) في فصل الشتاء و(0.08 ملغم/لتر) في فصل الصيف وهي خلال الفصلين لم تتجاوز المعايير الدولية(0.2 ملغم/لتر) كأعلى حد مسموح به وكذلك المحددات البيئية العراقية(0.2 ملغم/لتر).

وقد بلغت نسبة الصوديوم(Na)(111.90 ملغم/لتر) شتاءاً و(84.30 ملغم/لتر) في فصل الصيف وهي بذلك لم تتجاوز محددات منظمة الصحة العالمية(200 ملغم/لتر) والمحددات البيئية العراقية(200 ملغم/لتر) كأعلى حد مسموح به.

المحور الثالث: تنقية المياه:

تتوفر حالياً عدة طرق لمعالجة حالات تلوث المياه وتعتمد هذه الطرق أساساً على نوع الملوثات المائية ومصدرها، وكذلك على حجم التأثيرات الضارة لتلك الملوثات على البيئة المائية.

أولاً: الطرق الميكانيكية:

يتم خلالها عزل الشوائب والمواد العالقة وغير الذائبة والمواد الكبيرة من المياه الملوثة وذلك باستخدام المناخل أو المصافي والمرشحات المُعدة لهذا الغرض ويمكن فصل أكثر من(٥٠٪) من الشوائب والرواسب العالقة من المياه الملوثة وللحصول على نقاوة أكثر يتطلب استخدام عدة عمليات أهمها ما يلي[٢٠]:

١. الترسيب:

في هذه العملية يُنقل الماء إلى أحواض خاصة تُعرف باسم أحواض الترسيب، ويدخل الماء إلى هذه الأحواض من أُنبوبة في منتصفها على حين يُسحب الماء الرائق نسبياً من أُنبوبة جانبية في مستوى سطح الماء، وتتميز هذه الأحواض بأن قاعها يميل من أطرافها إلى منتصفها عند المركز، وذلك لسهولة تجميع المواد التي تترسب في هذه الأحواض، كذلك توجد بهذه الأحواض قلابات تدور ببطء وتلامس قاعها المائل وذلك لدفع الرواسب المتكونة في أُنبوبة تصريف في مركز قاع الحوض تقريباً وعادة ما تترك المياه في هذه الأحواض مدة طويلة قد

تصل إلى نحو ست ساعات وقد تقل عن ذلك تبعاً لنوع المياه وما بها من رواسب، وغالباً ما تكون أحواض الترسيب كبيرة الحجم حتى يمكن عن طريقها تنقية كميات كبيرة من الماء وخاصة في محطات المياه التي تخدم مدناً كبيرة(٢١).

٠٢ الترشيح:

بدأت أولى عمليات التنقية الحقيقية على نطاق واسع عندما ابتكرت طريقة الترشيح البطيء بواسطة الرمال.

وقد ابتكر هذه الطريقة (جيمس سمبسون) بانكلترا عام ١٨٢٩م ثم تطورت بعد ذلك إلى ما يسمى بطريقة الترشيح السريع(٢٢).

تُساعد عمليات الترشيح على إزالة كل المواد العالقة بالماء مثل الطحالب والأعشاب وغيرها من الشوائب، وقد تصلح كذلك للتخلص من بكتيريا موجودة في الماء في بعض الحالات، وتُستخدم الرمال الناعمة والحصى في عمليات الترشيح، فيتم إدخال المياه في أحواض كبيرة توجد بها طبقات من الرمال ذات مواصفات خاصة ويصل سمك الطبقة إلى نحو(٩٠ سنتيمتراً) وبعد أن تمر المياه بهذه الطبقة تمر بعد ذلك في طبقة أخرى من الحصى.

وتُحتجز أغلب المواد العالقة بالماء في الطبقات العليا من طبقة الرمال، وتتكون منها أول الأمر من الخبث تُساعد عملية الترشيح ولكنها تزداد سمكاً بمرور الوقت وتسد مسام الرمال فتقلل من سرعة عملية الترشيح، ولهذا السبب يجب إزالة هذه الطبقة من آن لآخر، وتتصف عملية الترشيح بأنها عملية متوسطة الكفاءة، ويمكن عن طريقها ترشيح كميات لا بأس بها قد تصل إلى نحو (٢٠ إلى ٤٠ مليون لترا) من الماء لكل هكتار من طبقة الترشيح، وهي كميات متوسطة من الماء تتناسب مع استهلاك بعض المدن الصغيرة، وتقل كفاءة عملية الترشيح كثيراً عند زيادة نسبة المواد العالقة في الماء على ١٠٠ جزء في المليون، وأحد عيوب هذه العملية يتعلق طبقة الخبث والرواسب التي تتكون على قمة طبقة الرمل، فهي تتم في الأغلب بطريقة يدوية بطيئة وتستخدم في ذلك بعض الأدوات البدائية مثل الجاروف أو ما يماثله(٢٣).

٠٣ الإدمصاص. **٠٤ التحال(الفصل الغشائي).** **٠٥ التعويم.**

٠٦ التبخر. **٠٧ المصيدة(الحزام).** **٠٨ الطرد المركزي.**

٠٩ التجميد. **٠١٠ الموجات فوق الصوتية.** **٠١١ المعالجة المغناطيسية.**

وقد تشترك أكثر من عملية للحصول على التنقية المطلوبة فمثلاً تستخدم عمليات الترسيب والترشيح والإدمصاص التبخر في تنقية مياه الصناعات الكيمياوية وصناعة النسيج والحرير الصناعي، وعمليات التعويم والمصيدة في عزل الدهون والشحوم وكتلة النفط للتخلص منها، والطرد المركزي لمعالجة الفضلات الصناعية الصدفية وتعالج المياه الملوثة من مصانع الورق مغناطيسياً[٢٤].

ثانياً: الطرق الكيمياوية:

وتشمل معاملة المياه الملوثة مع بعض المواد الكيمياوية التي بدورها تتفاعل وتؤدي إلى ترسب المواد المطلوبة إزالتها من المياه للتخلص منها أو تكسيرها إلى وحدات أو مواد أصغر أقل خطورة لتلوث المياه، أو استخدام بعض العمليات الكيمياوية التي تساعد على فصل المواد غير المرغوبة وتجميعها للتخلص منها وقد تستعمل في محطات تنقية وتصفية المياه لإزالة المواد العالقة باستعمال المجلطات المختلفة مثل أملاح الشب أو مركبات الحديد.

ومن العمليات التي قد تُعامل بها المياه الملوثة كيمياوياً لتفتيتها ما يلي:

٠١ التبلور. ٠٢ الفصل الكهربائي. ٠٣ التحال الكهربائي. ٠٤ تبادل الأيون. ٠٥ التكسر(التحلل). ٠٦ الأكسدة. ٠٧ الطريقة الكيمياوية الكهربائية.

وعلى سبيل المثال يُفصل النُحاس كهربائياً عن المياه الملوثة صناعياً التي تستخدم كبريتات النحاس، كما يُستخدم التحال الكهربائي وتبادل الأيونات في معالجة مياه المجاري، وقد يضاف الكلورين أو ثاني أوكسيد الكلورين أو الأوزون في معالجة أكسدة مياه المجاري المنزلية، وإضافة الكروم على هيئة أملاح الكروم لمعالجة المياه الصناعية، وتُستعمل الطريقة الكيمياوية الكهربائية في معالجة المياه الملوثة بالزيوت والشحوم والمشتقات النفطية التي تشمل استخدام طريقة التخثر بالكهرباء[٢٥].

معاملة المياه بغاز الكلور:

تتم في هذه العملية معاملة المياه التي سبق ترشيحها بكمية محسوبة من غاز الكلور، وهي تعد من أهم مراحل تنقية المياه وغاز الكلور مثل غاز الأوكسجين، فهو عامل مؤكسد قوي، يستطيع أن يؤكسد وأن يتفاعل مع كثير من المواد العضوية وغير العضوية ويكوّن معها مركبات متعددة الأنواع ويُحقق استعمال الكلور في تنقية الماء هدفين رئيسيين:

٠١ قتل كل أصناف البكتيريا التي قد توجد بالمياه.

٠٢ هو أكسدة ما بالماء من مواد عضوية وتحويلها إلى مواد أخرى غير ضارة[٢٦].

وتحتوي أغلب المياه السطحية على قدر ما من المواد العضوية لأن سطح هذه المياه ٠٠٠٠٠ في الأنهار والبحيرات يكون مكشوفاً ومعرضاً لأنواع كثيرة من الملوثات وتنشأ أغلب هذه المواد العضوية نتيجة لتعفن الأعشاب المائية أو خلايا الطحالب أو بعض أوراق الأشجار وبقايا الأسماك كما أن بعضا من هذه المواد العضوية قد ينشأ عن تلوث المياه ببعض فضلات الانسان أو الحيوان ويُضاف غاز الكلور إلى الماء من أجهزة خاصة تُسمى بأجهزة الكلورة ويمكن عن طريقها التحكم في نسبة الكلور المضافة إلى الماء.

ويراعى دائماً ألا تزيد نسبة الكلور المضافة إلى الماء على حد معين، وتقوم الهيئات الصحية في البلاد بتحديد هذه الكمية، وهي تعتمد على نوع المياه وما بها من مواد عضوية وغيرها.

وقد يؤدي استخدام الكلور في تنقية المياه إلى ظهور طعم غريب في الماء في بعض الأحيان، ولكن هذا الطعم الغريب لا علاقة له بغاز الكلور في حقيقة الأمر ولكنه ينشأ من بقايا المواد العضوية المعاملة بالكلور والتي تتغير طبيعتها تحت هذه الظروف.

ويمكن التخلص من هذه الرائحة الغريبة أو الطعم الغريب أما بزيادة غاز الكلور المضاف إلى الماء قليلاً ما، وأما بتهوية المياه أي بخلطها بالهواء أو بإمرار تيار من الهواء فيها وتتم تهوية المياه بعدة طرق منها أن تترك المياه لتتساقط على مصاطب خاصة مثل الدرج أو ترش المياه من فتحات خاصة على هيئة رذاذ، أو برش الماء على طبقات من الفحم المنشط لامتصاص كل ما به من طعم أو رائحة غير مرغوب فيها وتساعد تهوية الماء على أكسدة بقايا المواد العضوية بأكسجين الهواء وتحويلها إلى منتجات لا طعم لها ولا رائحة.

المحور الرابع

هيدرولوجية المراكز الحضرية في محافظة واسط

تمثل المياه ضرورة ملحة لتزويد سكان المدن والمراكز الحضرية بها خاصة مع النمو المتزايد لسكان المدن وزيادة عدد المدن تباعاً أيضاً، إضافة إلى زيادة معدل استهلاك الفرد نفسه من المياه في المدينة.

أولاً: المياه والمواقع الحضرية:

ارتبطت كثير من المراكز الحضرية الغالبية العظمى منها بوجود مصدر المياه، سواء كان سطحياً أو جوفياً ولهذا نجد أن كثير من عواصم العالم تقع على جانبي الأنهار وهذه الفكرة الموقعية للمدن ليست وليدة اليوم، إنما مردها إلى مئات وآلاف من السنوات الماضية مع بزوغ فجر المدينة وظهور المدينة كصورة عمرانية[٢٧].

نتيجة لجفاف مناخ مدينة الكوت يمثل نهر دجلة وفروعه عصب الحياة بالنسبة لها إذ تعتمد عليه في تغطية متطلباتها من المياه ويصرف نهر دجلة عند مدينة الكوت(٧٧٦ م^{٣}/ثا) ويبلغ انحداره(٩ سم/كم).

وقد اكسب نهر دجلة المدينة النمو والبقاء أثناء نشأتها حيث يحيط بها من ثلاث جهات الغرب والجنوب والجنوب الشرقي كما وأثر النهر في تخطيط وتوجيه نموها وتحديد استعمالات الأرض وامتداد الشوارع فيها[٢٨].

ثانياً: توزيع المياه:

يتم عمل شبكات توزيع المياه داخل المدن من خلال مد المواسير في الشوارع بنظام شبكي، أما أن يكون شجري، أو نظام مربع يطوق المدينة وشوارعها بزوايا قائمة، وتتفق عادة قطر مواسير المياه مع اتساعات الشوارع، وعدد المباني التي تستخدمها الشبكة، وعدد السكان في الحي أو الشارع وذلك لخدمة أغراض الشرب والصناعة وري الحدائق ومحلات خدمات السيارات والورش إضافة إلى الخدمات الأخرى مثل التعليمية والصحية من مدارس ومستشفيات والخدمات الترفيهية أيضاً[٢٩].

تعاني شبكات توزيع المياه في مدينة الكوت من عدة مشاكل تتمثل في الاستهلاك غير المنتظم، كثرة التكسرات في الشبكة، وجود نضوحات مستمرة في أنابيب الشبكة، كما ظهرت حالات جديدة بعد عام ٢٠٠٣م تتمثل في كثرة التجاوز على شبكات المياه من قبل سكان(أحياء المتجاوزين)، علماً أن عدد الأسر يقدر بـــــ(٣٩٠٦١ أسرة) المشتركين منهم في دائرة الماء(٢٨١٩٩ أسرة) مما يعني وجود(١٠٨٦٢ أسرة) غير مشتركة أكثرها في مناطق المتجاوزين والقلة في المحلات القديمة بالمدينة.

إن عدم وجود متابعة لحل التجاوزات على شبكة الماء أدى إلى استمرارها وتزايد أعداد المتجاوزين، فضلاً عن أن عدم وجود أجهزة لقياس المياه المستهلكة في بعض الدور السكنية أو المحلات أدى إلى فرض تسعيرة مقطوعة لكل دار ومحل مما يساهم في عدم الاقتصاد في المياه ويسبب ضياع كميات من المياه الصافية في غير حاجتها الصحيحة، كما أن التسعيرة الموضوعة لا تنظر إلى حجم العائلة وعدد أفرادها ولا تُحسب عدد الغرف والطوابق في الوحدة السكنية(٣٠).

جدول(٨)

محطات ومشاريع المياه النقية في محافظة واسط

اسم المشروع أو المجمع	سنة الانجاز	طاقة تشغيلية م^{٣} /س	التصريف لتر/ثا
مجمع ماء الكوت	٢٠٠٨	٥٠٠	١٤
مجمع ماء الكوت	٢٠٠٩	٢٠٠	٥٥،٥
مجمع ماء الكوت	٢٠١١	٥٠	١٤
مجمع ماء الكوت	٢٠١٢	١٤	٤
مجمع ماء الكوت	٢٠١٣	٥٠	–
مجمع ماء الكوت	٢٠١٤	٥٠	١٤
مجمع ماء الصويرة	٢٠٠٨	٥٠	١٤
مجمع ماء الصويرة	٢٠١١	٥٠	١٤
مجمع ماء الصويرة	٢٠١٢	١٠٠	٢٨
مجمع ماء الصويرة	٢٠١٣	٥٠	١٤
مجمع ماء الصويرة	٢٠١٤	٦٠٠٠	١٦٦٦،٧
مجمع ماء العزيزية	٢٠٠٨	٥٠	١٤
مجمع ماء العزيزية	٢٠٠٩	٢٠٠	٥٥،٥
مجمع ماء العزيزية	٢٠١١	٢٠٠	٥٥،٥
مجمع ماء النعمانية	٢٠٠٨	٥٠	١٤
مجمع ماء النعمانية	٢٠٠٩	٥٠	١٤
مجمع ماء النعمانية	٢٠١٠	٦٠٠٠	١٦٦٦،٧
مجمع ماء النعمانية	٢٠١٤	٢٠٠	٥٥،٥
مشروع الحي الرئيسي	١٩٨٥	١٠٠٠	–
مجمع الحي	٢٠٠٧	٢٠٠	–

اسم المشروع أو المجمع	سنة الانجاز	طاقة تشغيلية م^{٣} /س	التصريف لتر/ثا
مجمع ماء الحي	٢٠١٣	٤٠٠	–
مشروع ماء بدرة – جصان	٢٠٠٨	٢٠٠	٥٥،٥
مجمع ماء بدرة – جصان	٢٠٠٩	٥٠	١٤
مجمع ماء جصان	٢٠١٤	٥٠	١٤
مجمع ماء شيخ سعد	٢٠٠٨	٢٠٠	٥٥،٥
مجمع ماء الدجيلة	٢٠٠٩	٥٠	١٤

– مديرية ماء واسط، شعبة التخطيط. – مديرية ماء الحي، شعبة التخطيط.

اسم المشروع أو المجمع	سنة الانجاز	طاقة تشغيلية م^{٣} /س	التصريف لتر/ثا
مجمع ماء الشحيمية	٢٠١٢	٢٠٠	%،٥٥
مجمع ماء تاج الدين	٢٠١٢	٥٠	١٤
مجمع ماء الزبيدية	–	٥٠	١٤
مجمع ماء الدبوني	٢٠١٤	٢٠٠	٥٥،٥
مشروع ماء الاحرار	١٩٨٢	٥٠	١٤
مجمع ماء الموفقية	٢٠٠٨	٢٠٠٠	٥٥٥،٥
مجمع ماء البشائر	–	٣٠٠٠	٣٠٠٠
مشروع ماء بدرة	١٩٨٣	٧٩٠٠	١٤
مشروع ماء جصان	١٩٩٥	٢٠٠	٢٠٠
مشروع ماء الموفقية	١٩٦٢	١٠٠	١٠٠٠

المصدر: مديرية ماء واسط، شعبة التخطيط والسيطرة النوعية.

إن مصادر المياه التي تعتمد عليها مجمعات ومشاريع المياه المعالجة في محافظة واسط هي مياه نهر دجلة بالنسبة لمجمعات ماء الكوت والصويرة والعزيزية والنعمانية، أما مجمعات ومشاريع مياه الإسالة في قضاء الحي وناحيتي البشائر والموفقية فتعتمد على مياه شط الغراف، ومشاريع ماء الدجيلة تعتمد على مياه نهر دجلة.

إن أقدم مشاريع مياه الإسالة في محافظة واسط هو مشروع ماء الموفقية الذي أُنشئ عام ١٩٦٢ بطاقة تشغيلية بلغت(١٠٠٠م^{٣}/ ساعة) وطاقة تصريف(١٠٠٠ لتر/ثا).

أما أحدث مجمعات المشاريع في المحافظة هو مجمع ماء الدبوني ومجمع ماء الصويرة بتاريخ ٢٠١٤/٦/١٥، ومجمع ماء الزبيدية ٢٠١٤/٧/٢٢، ومجمع ماء الدجيلة ٢٠١٤/٨/١٠، ومجمع ماء الكوت ومجمع ماء النعمانية بتاريخ ٢٠١٤/٨/١٢م، بلغت الطاقة التشغيلية للأول(٥٠ م^{٣}/ ساعة) والتصريف(١٤ لتر/ثا) وبلغت الطاقة التشغيلية للثاني(٢٠٠ م^{٣}/ ساعة) ومعدل تصريف (٥٥،٥ لتر/ثا).

بالنسبة للطاقة التشغيلية لهذه المجمعات والمشاريع ومعدل تصريفها فهو مختلف بحسب الطاقة الاستيعابية لكل منها على سبيل المثال إن أعلى طاقة تشغيلية لهذه المجمعات هو مشروع ماء بدرة بطاقة تشغيلية بلغت(٧٩٠٠ م^{٣}/ ساعة) ومعدل تصريف بلغ(٧٩٠٠ لتر/ثا) أيضاً(حسب مديرية ماء محافظة واسط) وكانت قد أُنشئت أو أُنشئ(مشروع ماء بدرة) ١٩٨٣م.

وسجَّل مجمع ماء الكوت(في مقاطعة ٢٥/ الفلاحية) أقل طاقة تشغيلية بين مجمعات ومشاريع المياه في محافظة واسط بطاقة تشغيلية بلغت(١٤ م^{٣}/ ساعة) ومعدل تصريف (٤ لتر/ثا) وكان قد أُنشئ هذا المشروع في عام ٢٠١٢م(حسب مديرية الموارد المائية في محافظة واسط).

المحور الخامس

المتغيرات والمشاكل التي تواجه مشاريع الماء في مدن محافظة واسط

١. إن انخفاض الإنتاج الفعلي للمياه في محطات ومشاريع ماء الكوت بنسبة(٢٥٪) بعد شهر تشرين الأول من كل عام من أجل القيام بأعمال الصيانة في المحطات ولكون الحاجة للمياه تتناقص في الشتاء وذلك بسبب اعتدال الطقس وتساقط المطر وقلة الاستعمال المنزلي للمياه وبخاصة في الغسل وتناقص حاجة الزراعة والحدائق المنزلية للمياه[٣١].

٢. إن تناقص مياه نهر دجلة أدى إلى تردي نوعية المياه الداخلة إلى مجمعات المياه بسبب مياه المجاري والبزل الملقاة في النهر كما تزداد ردائتها عند حافات النهر حيث تسحب المياه من النهر إلى الإسالة وتؤدي لتزايد العكورة وقد يتغير طعمها ورائحتها كما أن شحة الماء في النهر تؤدي إلى شحة الماء عند(نقاط السحب) وتناقص مستوياتها، مما يؤدي إلى صعوبة في السحب أو توقف بعض المشاريع على نهر دجلة أو على الغراف وكانت هناك شحة ومعاناة في عام ٢٠٠٩(في الشهر الرابع لحد الشهر العاشر) أدى إلى تطويل الممصات إلى

الحد الأعلى(٧٥م) طولاً و(٣،٥م) عمقاً في محطة إسالة المركز كذلك أن ارتفاع الكلوريدات في المياه الجارية يكسب الماء الطعم المالح، مما يستدعي معالجات عديدة فضلاً عن عملية التعقيم كما يؤثر سلباً على الأنابيب والمنشآت المعدنية.

٠٣ إن الخوف من تناقص المياه يدفع دائرة ماء واسط إلى القيام بعملية الحفر سنوياً لزيادة عمق (مجرى المياه) المتوجه إلى خطوط السحب وتسهيل عملية وصول المياه إلى منطقة السحب وهذه تسبب كلف اقتصادية إضافية على عملية تنقية وتصفية المياه في المدينة.

المحور السادس

استهلاك المياه في مدن محافظة واسط

يرتبط تقدم المجتمعات في أي مكان بما يتوفر من إمدادات مياه ومنظومات تصريف صحية، واستناداً إلى تقرير منظمة الصحة العالمية إن عدد الحنفيات في بلدٍ ما يُعد مؤشراً جيداً لرقي ذلك المجتمع ومعياراً صحياً، ان استعمال المياه في كثير من مفاصل الحياة الإنسانية تزداد طردياً مع تزايده، وحصة الفرد اليومية تتحدد بتوافر المياه وتجددها سنوياً وهناك قضايا مهمة في عملية التجديد والاستعمال، فدرجة التحضر والتطور التكنولوجي تحدد حصة الفرد اليومية من المياه وإن استهلاك الفرد الواحد لا يمكن أن يكون ثابتاً على مدار السنة إذ أن هناك مؤشرات مناخية وموسمية، حيث تزداد ذروة الاستعمال خلال فصل الصيف وتقل في فصل الشتاء فضلاً عن نمط المعيشة التي لها أثر في التقليل أو زيادة الاستهلاك وهذه المؤشرات تختلف من مجتمع لآخر على وفق المواضعة الفنية التي تنص على أن حصة الفرد الواحد في مركز المحافظة(450 لتر/يوم) والقضاء و الناحية(360 لتر/يوم) والأرياف(250 لتر/يوم)[٣٢].

جدول(٩)

كميات استهلاك المياه في مختلف المجالات في حضر محافظة واسط

مجالات الاستهلاك	مقدار الاستهلاك من المياه
٠١ الاستهلاك الإنساني	٣٧٥ لتر/فرد/يوم
٠٢ لأغراض السقي الحدائق والبساتين	٨٠٠٠ م^3/ يوم
٠٣ للأغراض الصناعية	٣٦٠٠ م^3/ يوم

المصدر: عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية، دراسة حالة مدينة الكوت، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص١٢٣ .

٠١ استخدام الماء للشرب والغسل والاستحمام:

يحتاج الإنسان إلى المياه في كثير من نشاطاته البشرية داخل المسكن والمعمل وغيرها وتزداد هذه الحاجة نتيجة تطور الإنسان وتحضره وكثرة نشاطاته وعموماً يستهلك الإنسان(٨٪) من المياه الكلية المستخدمة لأغراض الاستعمالات المنزلية المختلفة، إن السكان الحضر عموماً يحتاجون إلى المياه في الأكل والشرب والغسل والتنظيف وسقي الحدائق وغيرها من سكان الريف(٣٣).

يمكن للإنسان أن يعيش شهراً بلا طعام لكنه لا يعيش أكثر من أسبوع بدون ماء، لأن له وظائف متعددة بالجسم حيث الماء أهم مكونات الكائن الحي فنجد أن من(٥٠ – ٩٠ بالمائة) من وزن الكائن الحي ماء، والبروتوبلازم هو المادة الأساسية في الخلايا الحية وتتكون من محلول دهون وبروتينات وكربوهيدرات وأملاح ذائبة في ماء والدم في الحيوانات والعصير في النباتات يتكونان من الماء ويعملان على انتقال الغذاء والتخلص من النفايات كما يؤدي الماء دوراً أساسياً في تكسير جزيئات الكربوهيدرات والبروتينات وهذه العملية مستمرة في الخلايا الحية والماء يساعد في خلط الطعام ومروره بسهولة من الفم إلى المعدة، كما يجعل أنسجة الجسم مرنة ليمكنها من أداء وظيفتها ويعوّض الجسم عما يفقده من ماء أثناء عملية التنفس والعرق والبول، والدم يحتوي على(٩٠ بالمائة) من وزنه ماء والماء يجعله سائلاً حيث يصل إلى جميع أجزاء الجسم حاملاً له الغذاء والأوكسجين والبلازما التي تشكل(٥٥ بالمائة) من الدم بالإنسان تتكون من(٩٠ بالمائة) ماء، والإنسان يحتاج إلى(٢ – ٣ لتر) ماء يومياً(٣٤).

إن كميات المياه التي يحتاجها سكان المدن تقدر بـــــ(٤٥٠ لتر/يوم) وسكان الأرياف(٣٥٠ لتر/يوم) حسب المعايير المعتمدة في وزارة البلديات والأشغال العامة لكن الاحتياج للمياه يتزايد يوماً بعد آخر فإذا كانت حاجة سكان المدن في محافظة واسط(٣٨ لتر/يوم) في عام ١٩٨٦م أصبحت في المدة(٢٠١٠ – ٢٠١٤م) (١٠٦٧٠٠ م م^{٣}/ يوم) وهذا يؤشر ازدياد مجالات استهلاك المياه من قبل الإنسان خاصة بعد التطور الحضاري المستمر، فضلاً عن استهلاك المياه في الشرب يستهلك الإنسان كميات كبيرة من المياه لأغراض الغسل والاستحمام خاصةً وإن الإسلام دين الفطرة والمدنية ويهتم بنظافة الجسم وطهارته من الأقذار والنجاسات قال تعالى:((إن الله يُحِبُ التوابين ويُحِبُ المتطهرين))(سورة البقرة، آية ٢٢٢) لذلك

أصبح الوضوء فرضاً لازماً يسبق الصلاة، لذلك فإن حاجة المصلين للمياه لغرض الاغتسال أو الوضوء دائمية، فالصلوات الخمس تسبقها عملية الوضوء بالماء الطاهر وبناءاً على ذلك فإن المساجد تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه يومياً، ويمكن أن نُقدر حاجة المصلي إلى خمس لترات لإتمام عملية الوضوء، فإذا قدرنا عدد المصلين في مدينة الكوت(١٤٤٥ مصلياً) فإنهم يحتاجون إلى(٧٢٢٥ لتر/صلاة)، وتصبح الحاجة اليومية للمياه في المساجد(٢١٦٧٥ لتر/يوم)، هذه الكمية من المياه تزداد بازدياد أعداد المصلين وأعداد سكان المدينة[٣٥].

٠٢ استخدام المياه لري المناطق الخضراء في مدن محافظة واسط:

تُمثل المناطق الخضراء من حدائق ومتنزهات وغيرها ضرورة لا غنى عنها لإدامة حياة المدن واستمرار نموها وازدهارها خاصة وأن تلك المناطق تُعد العامل الأهم للمحافظة على البيئة المحلية للمدينة من خلال قدرتها على امتصاص غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وطرح غاز الأوكسجين وأيضاً التخفيف من شدة العواصف الغبارية والترابية فضلاً عن فوائدها الترفيهية لسكان تلك المدن.

إن موقع مدينة الكوت ومناخها وتوسعها العمراني المستمر وتزايد أعداد سكانها يتطلب زيادة مساحات المناطق الخضراء وبالتالي تزايد استهلاكها من المياه.

جدول(١٠)

الاحتياجات المائية للمناطق الخضراء

المناطق الخضراء	المساحة	حاجتها من المياه
٠١ المتنزهات والحدائق	١٤٥٢٠٠ م^{٢}	٨٠٠٠ م^{٣}/يوم
٠٢ مناطق زراعة الخضروات ومحاصيل البستنة	١٠٥٣،٥ دونم	٢٤٤،١ مليون/م^{٣}
٠٣ الجزر الوسطية	٥٨٤٠ م^{٢}	–
٠٤ المشاتل	٤١٠٠ م^{٢}	–

المصدر: عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية(دراسة حالة مدينة الكوت)، أطروحة دكتوراه، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص١٤٤، ص١٤٥، ص١٤٦.

٠٣ استخدام المياه في الصناعة:

تدخل المياه في الأنشطة الصناعية بطرق متعددة كما يختلف الاستخدام الصناعي للمياه من مجموعة استخدام إلى أخرى حيث توجد استخدامات صناعية للمياه بشكل متنوع وفي مختلف جوانب النشاط، وما يتعلق بالعملية الصناعية في مراحلها المختلفة فالمياه تستخدم في عمليات التبريد للآلة البخارية في مشروعات توليد الطاقة الكهربائية، بينما تُستخدم بكميات قليلة في عمليات الغليان والتغذية بالمياه الساخنة، وأكبر استخدام لها في محطات توليد الطاقة هي تبريد الآلات والمكثفات[٣٦].

تُعد المياه من أهم عوامل التوطن الصناعي لذلك فإن الصناعات في محافظة واسط تستهلك كميات كبيرة من المياه وتتمثل أهم الصناعات في شركة واسط للصناعات النسيجية، تقع مصانع هذه الشركة في مدينة الكوت مجاور(حي السلام) على الضفة اليسرى لنهر دجلة وتشغل مساحة (٥٠٠،٠٠٠ م^{٢}) تستهلك هذه الشركة كمية من المياه تقدر بـــــ(٣٦٠٠ م^{٣}/ يوم).

جدول(١١)

مجالات استخدام المياه في الصناعة في محافظة واسط

مجالات الاستخدام	كميات استهلاكها من المياه م^{٣}/يوم
٠١ التبريد	١٢٠٠
٠٢ المراجل البخارية	٦٠٠
٠٣ عمليات الصيانة الصناعية	١٢٠٠
٠٤ عمال المصانع	٦٠٠
٠٥ لأغراض توليد الطاقة الكهربائية	٦٠
٠٦ في محطة الزبيدية	

المصدر: عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية(دراسة حالة مدينة الكوت)، أطروحة دكتوراه، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد،٢٠١١، ص١٢٩.

أثر التحضر على الهيدرولوجيا الحضرية

إن زيادة أعداد السكان يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه في مجال الشرب والاستخدامات المنزلية والزراعية والمصانع والمرافق الحيوية الأخرى، وقد بلغ مجموع سكان

المحافظة(1163700 نسمة) حسب توقعات 2010 ويشكل سكان الحضر منهم(606811 نسمة) أي بنسبة(52.1٪) ويُشكل سكان الريف(556889 نسمة) أي بنسبة(47.9٪)، يوزع سكان المحافظة على(17) وحدة إدارية، ويمر نهر دجلة في أربعة من أقضية المحافظة الستة، وتضم مجتمعة تسع وحدات إدارية وتشكل مساحة(9681 كم^{٢}) أي بنسبة(56.4٪)من مجموع مساحة المحافظة وبلغ عدد سكان الأقضية بحسب تقديرات(2010)(917048 نسمة) ويزداد الطلب على المياه مع زيادة في أعداد السكان وتتحدد حصة الفرد السنوية من المياه تبعاً للاستخدامات الأخرى(المنزلية والزراعية والصناعية)، فضلاً عن حصة المحافظة من المياه ونسبة التحضر وأعداد السكان جميعها تحدد حصة الفرد من المياه وتختلف حصة الفرد في الحضر عنه في الريف، وقد حُددت حصة الفرد من المياه(300 لتر/يوم).

يضم مركز قضاء الكوت أكبر تجمع سكاني فقد بلغ مجموعهم(344621 نسمة) [٣٧].

إن مدينة الكوت تزوَّد بكمية من المياه تقدر بحوالي(190780000 لتر/يوم) أما على مستوى الفرد يقدر بحدود(375 لتر/فرد/يوم) وبنسبة عجز بلغت(9٪) وهذه تعد كمية قليلة نوعاً ما مقارنةً بالمعيار المحلي المعتمد البالغ(400 لتر/فرد/يوم) وعلى هذا الأساس فإن مدينة الكوت بحاجة إلى تشييد محطة تصفية مياه واحدة على الأقل لسد احتياجات المدينة البالغة(15005200 لتر/يوم) من الماء الصافي أي أن كمية العجز للماء الصافي هي (9285200 لتر/يوم) [٣٨].

إن تزايد حاجة سكان مدينة الكوت للمياه سنة بعد أخرى نتيجة لتوسع المدينة وزيادة عدد سكانها وتنوع الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية فيها، كل ذلك يستوجب التوسع المستمر في كمية المياه المُنتجة، وعموماً فإن المدينة تحتاج إلى(123044 م^{٣}/يوم) بينما المياه المتوفرة حاليا تقدر بـــــ(106700 م^{٣}/يوم) وهذا يعني وجود عجز في المعروض من المياه يصل إلى(13٪) من الحاجة الكلية ومع وجود العجز لابد من أن نشير إلى وجود الهدر المستمر في المياه النقية من قبل السكان ويتمثل ذلك في الاستهلاك غير المنتظم، كثرة التكسرات في الشبكة، وجود نضوحات مستمرة في أنابيب الشبكة كما ظهرت حالات جديدة بعد عام ٢٠٠٣ تتمثل في كثرة التجاوز على شبكات المياه من قبل سكان(أحياء المتجاوزين) علماً أن عدد الأسر يُقدر

بـــــ(39061 أسرة) المشتركين منهم في دائرة الماء(28199 أسرة) مما يعني وجود(10862 أسرة) غير مشتركة أكثرها في مناطق المتجاوزين والقلة في المحلات القديمة بالمدينة[٣٩].

جدول(١٢)

كمية الماء المطلوب إنتاجه والاحتياج من الماء ونسب العجز في حضر محافظة واسط

القضاء أو الناحية	عدد سكان الحضر	معدل استهلاك الفرد اليومي في الحضر لتر/يوم	الاحتياج من الماء الواجب توفيره في الحضر (م٣/يوم)	الماء المنتج في الحضر (م٣/يوم)	مقدار العجز في الحضر	نسبة العجز في الحضر ٪
الكوت	٢٧٣٤٣٠	٤٥٠	١٢٣٠٤٤	١٠٦٧٠٠	١٦٣٤٤	١٣
الصويرة	٥٠١٧٧٢	٤٥٠	٢٥٧٧	٢٠٤٠٠	٢١٧٧	١٠
العزيزية	٤٤٢٤٠	٤٥٠	١٩٩٠٨	١٨٥٠٠	١٤٠٨	٧
النعمانية	٤٧٧٣٥	٤٥٠	٢١٤٨١	١٧١٠٠	٣٨١	٢٠
الزبيدية	١٩٨٣٩	٤٥٠	٨٩٢٧	٧٦٥٠	١٢٧٧	١٤
الشحيمية	١٣٢٨٢	٤٥٠	٥٩٧٧	٤٠٠٠	١٩٧٧	٣٣
الحي	٦٦٩٢٦	٤٥٠	٣٠١١٧	٢٧٢٠٠	٢٩١٧	١٠
بدرة	٥٠٥٥	٤٥٠	٢٢٧٥	٢١٤٤	١٣١	٦
البشائر	١٧٢٢	٤٥٠	٧٧٥	٧٣٠	٤٥	٦
الموفقية	٩٤٧٩	٤٥٠	٤٢٦٦	٤٠٢٠	٢٤٦	٦
الأحرار	٥٠٩٣	٤٥٠	٢٢٩٢	٢١٢٠	١٧٠	٨
الحفرية	٢٨٢٦٧	٤٥٠	١٢٩٤٥	١٢٢٠٠	٧٤٥	٦
الدبوني	١٢٢٦١	٤٥٠	٥٩٦٨	٥٥٠٠	٤٦٨	٨
شيخ سعد	٨٦٤٢	٤٥٠	٢٨٨٩	٢٦٦٥	٣٣٤	٦
واسط	٨٦٣٢	٤٥٠	٤٩٩٨	٤٧١١	٣٨٧	٦
جصان	٤٢٨٣	٤٥٠	١٨٨٢	١٧٧٣	١٠٩	٦
المجموع	٦٠٢٩٣٤		٢٧١٣٢٠	٢٣٨٤١٣	٣٣٩٠٧	

المصدر: عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية(دراسة حالة مدينة الكوت)، أطروحة دكتوراه، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد،٢٠١٣، ص ١٤٨ .

الاستنتاجات

٠١ الماء هو سر الحياة ولا يمكن للإنسان وكل الكائنات الاستغناء عنه في كل مكان وزمان وتنمية الوعي البيئي للمحافظة على هذا المورد الحيوي ضرورة لابد منها من خلال الترشيد في استخدام المياه وصيانتها من التلوث.

٠٢ إن دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لمياه الأنهار ومياه الإسالة مؤشر مهم على مدى صلاحية المياه لأغراض الشرب والاستعمالات الأخرى.

٠٣ توصلت الدراسة إلى مطابقة نوعية المياه المعالجة في محطات الإسالة في مراكز أقضية محافظة واسط لمحددات منظمة الصحة العالمية(WHO) والمحددات البيئية العراقية من خلال المقارنة بين نتائج الفحوصات الكيميائية والفيزيائية مع المحددات العالمية والعراقية.

٠٤ تتوزع محطات المياه في مراكز أقضية المحافظة من خلال مجموعة من المشاريع والمجمعات التي تتغذى من مياه نهر دجلة ونهري الدجيلة والغراف وأهم هذه المشاريع هو مشروع الكوت المركزي.

٠٥ تعاني خدمات مياه الشرب في محافظة واسط من عدة مشاكل تؤثر على كمية ونوعية المياه الصالحة للشرب وأهم هذه المشاكل هي:

أ- وجود تكسرات في شبكة مياه الشرب تؤدي إلى تردي نوعية المياه الواصلة للدور السكنية كما يحصل في مناطق زين القوس وحي الجهاد.

ب- كثرة التجاوز على شبكات المياه من قبل سكان(أحياء المتجاوزين) وبعض المحلات القديمة.

المقترحات

٠١ لغرض تحسين نوعية المياه في أنهار المدينة يجب غلق المجاري المفتوحة على نهر دجلة في المدن الواقعة على النهر ومنع الفلاحين من فتح مياه المبازل على النهر فضلاً عن إنشاء محطات لمعالجة مياه المصانع والمعامل قبل إلقائها في النهر.

٠٢ لابد من دراسة الاحتياجات المستقبلية لسكان محافظة واسط من خدمات المياه وخاصة مياه الشرب ووضع الخطط التنموية المناسبة ومتطلبات مدينة الكوت التي تشتد بها الحاجة للمياه بمرور الوقت خاصة وأنها ذات مناخ شبه جاف ويتزايد أعداد سكانها باستمرار.

٠٣ الإسراع بتنفيذ مشاريع المياه النقية وشبكات توزيع وإيصال المياه للمواطنين خاصة في المناطق التي تعاني من رداءة مياه الإسالة كالمناطق القديمة مثل حي الجهاد وغيرها في مدينة الكوت.

٠٤ الاهتمام بتطوير الوعي البيئي بصورة عامة والحفاظ على المياه من التلوث وعدم الإسراف بصورة خاصة في كل المؤسسات العامة كالمدارس والدوائر الحكومية والمصانع والمؤسسات الأهلية الخاصة للحد من ظواهر الأضرار بمصادر المياه عن طريق الملوثات أو هدر المياه وعدم الترشيد باستخدامها إن من شأن ذلك أن يطور الواقع البيئي ولو بنسب معينة.

هوامش البحث ومصادره:

(١) محمد إسماعيل عمر، أعمال تنقية المياه، القاهرة، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، ط٣، ٢٠١٠، ص١٠٣.

(٢) هدى علي شمران الحسناوي، دراسة بيئية لخصائص مياه الشرب في مدينة كربلاء، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة كربلاء، ٢٠١٣، ص١٢٠.

(٣) هدى شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص١٢٠.

(٤) حسين علي السعدي،علم البيئة المائية، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٦،ص٢٣.

(٥) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص١٢٣.

(٦) المصدر السابق والصفحة نفسها.

(٧) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص١٢٦.

(٨) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص ١٢٣.

(٩) المصدر نفسه والصفحة.

(١٠) استبرق كاظم شبوط المسعودي، مصدر سابق، ص ١٣٦.

(١١) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص ١٣٧.

(١٢) إستبرق كاظم شبوط المسعودي، مصدر سابق، ص ١٤٣.

(١٣) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص ١٣٧.

(١٤) هدى علي شمران، مصدر سابق، ص ١٤٦.

(١٥) إستبرق كاظم شبوط المسعودي، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، ٢٠١١، ص ١٤٤.

(١٦) أحمد ميس سدخان، تلوث مياه نهر الفرات في محافظة ذي قار، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠٠٧، ص١٦٦.

(١٧) أحمد ميس سدخان، مصدر سابق، ص ١٦٢.

(١٨) أحمد ميس سدخان، مصدر سابق، ص .

(١٩) حسين السعدي، علم البيئة، عمان، الأردن، ٢٠٠٨م، ص٤٠١.

(٢٠) حسين علي السعدي، مصدر سابق، ص٤٩٣.

(٢١) محمد إسماعيل عمر، مصدر سابق، ص١٩٤.

(٢٢) المصدر نفسه، ص١٨٠.

(٢٣) المصدر نفسه، ص١٩٩.

(٢٤) حسين علي السعدي، مصدر سابق، ص٤٩٣-٤٩٤.

(٢٥) المصدر نفسه، ص٤٩٥.

(٢٦) محمد إسماعيل عمر، مصدر سابق، ص ١٩٥.

(٢٧) جودة فتحي التركماني، جغرافية الموارد المائية، جدة، المملكة العربية السعودية، ط١، ٢٠٠٥، ص٣٤٥.

(٢٨) شريهان مازن السعيدي، إتجاهات النمو الحضري في مدينة الكوت، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة واسط، ٢٠١٤م، ص١٩.

(٢٩) جودة فتحي التركماني، مصدر سابق، ص٣٥٥.

(٣٠) عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية(دراسة حالة مدينة الكوت)، أطروحة دكتوراه، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص١٥٠.

(٣١) عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، مصدر سابق، ص ١٥٠-١٥١-١٥٢.

(٣٢) هدى علي شمران الحسناوي، مصدر سابق، ص .

(٣٣) عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، مصدر سابق، ص .

(٣٤) سحر أمين كاتوت، مصدر سابق، ص١٦.

(٣٥) عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، مصدر سابق، ص١٤٨، ١٧٧.

(٣٦) جودة فتحي التركماني، مصدر سابق، ص٣١٥.

(٣٧) استبرق كاظم شبوط المسعودي، مصدر سابق، ص٣٧.

(٣٨) شريهان مازن السعيدي، مصدر سابق، ص .

(٣٩) عبد الجليل ضاري عطا الله السعدون، مصدر سابق، ص١٥٠.

المصادر

٠١ التركماني، جودة فتحي، جدة، المملكة العربية السعودية، ط١، ٢٠٠٥.

٠٢ السعدي، حسين علي، علم البيئة المائية، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٦.

٠٣ عمر، محمد إسماعيل، أعمال تنقية المياه، القاهرة، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، ط٣، ٢٠١٠.

٠٤ كاتوت، سحر أمين، علم المياه، عمان، دار دجلة، ٢٠٠٠.

٠٥ الحسناوي، هدى علي شمران، دراسة بيئية لخصائص مياه الشرب في مدينة كربلاء، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة كربلاء، ٢٠١٣.

٠٦ سدخان، أحمد ميس، تلوث مياه نهر الفرات في محافظة ذي قار، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠٠٧.

٠٧ السعدون، عبد الجليل ضاري عطا الله، الآثار البيئية لتناقص مياه الأنهار على المدينة العراقية (دراسة حالة مدينة الكوت)، أطروحة دكتوراه، معهد التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، ٢٠١١.

٠٨ السعيدي، شريهان مازن، اتجاهات النمو الحضري في محافظة واسط، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة واسط، ٢٠١٤.

٠٩ المسعودي، إستبرق كاظم شبوط، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، ٢٠١١.