د.صلاح فرحان عبد شريف ، م.م غيداء ياسين رشيد

الجامعة التكنولوجية / قسم هندسة البناء والإنشاءات –الصحية والبيئة

الخلاصة

تتميز المياه المطروحة من المستشفيات بأنها ذات تدفق واطئ وملوثات خطرة ، الأمر الذي يجعل معالجتها بشكل منفصل عن مياه الصرف الصحي ضرورة ملحة . في هذه الدراسة تم إجراء مسح نوعي وكمي للمياه المطروحة من خمسة مستشفيات ، تقع في منطقة العلوية / بغداد ، بهدف إيجاد المتطلبات التصميمية اللازمة لتصميم وحدة معالجة صغيرة متنقلة يمكن تصنيعها بعيداً عن المستشفى ونصبها بخط واحد أو أكثر حسب قيمة التصريف الخارج من المستشفى. لوحظ من خلال الفحوصات المختبرية أن هناك زيادة في تراكيز المواد العالقة والكلوريدات والمتطلب الكيماوي للاوكسجين عنه في مياه الصرف الصحي بسبب الأغبرة ومواد التنظيف الناتجة عن التنظيف والتعقيم المستمر للمستشفيات . تم تصميم وحدة المعالجة باستخدام معدلات التصريف والأحمال البيولوجية لتكون قابلة للاستخدام في جميع المستشفيات سيما ذات التدفقات والأحمال المقاربة .

Abstract

Hospitals wastewaters are significantly different from the sanitary wastewater in their flow rats and dangerous pollutants. This make it very important to treat those wastewaters separately before they reused or discharged .In this study five hospitals , located in each district in Bagdad , where investigated to estimate their wastewaters quantity and quality for the aim of calculating the parameters of treatment design . A package treatment unit was designed using the mean value of flow rate , biological load and the other design parameters .This unit will be able to be used in different hospitals with complied flow rate and bio-load .

المقدمة:

ترتبط مشكلة تلوث البيئة ارتباطا وثيقا بحركة التنمية ، ونقصد بالتلوث البيئي هو ذلك التغير الذي يحدث في الصفات الطبيعية والكيميائية والحيوية للبيئة التي يعيش فيها الفرد مما يؤدي إلى تأثيرات سلبيه على صحة الإنسان.

على الرغم من إن التقدم الطبي الهائل في جميع مجالاته يؤدي إلى تحسين نوعي وكمي لصحة الإنسان وارتفاع مستوى المعيشة إلا انه يؤدي في ذات الوقت إلى آثار بيئيه لا يمكن إهمالها ، أهمها تلوث البيئة المائية بالملوثات الطبية ،السائلة والصلبة والتي قد تؤدي إلى إصابة الإنسان بأضرار بالغة وخطيرة في اغلب الأحيان (الثابت،إبراهيم 2007).

المخلفات الطبية الناتجة عن العناية الصحية بالمرضى في المستشفيات أو المراكز الطبية عديدة منها:-

1- مخلفات عمليات التشخيص أو التحاليل الكيميائية والفيزيائية التي تجري في المختبرات الطبية والتي تحتوي على كميات كبيرة من المواد الخطرة المعدية ذات الآثار الصحية الضارة للأفراد العاملين والمحيطين لهم وأحيانا كثيرة للمرضى أنفسهم فتسبب لهم أعراض أخرى غير التي دخلوا بها للمستشفى (Leprat,1998 –Nord,1999).
2- سوائل كيميائية خطرة ناتجة عن عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح والأرضيات حيث تحتوي على المذيبات من أحماض وقلويات عضوية.
3- المخلفات الصيدلانية تحوي على كميات من الأدوية المنسكبة والمرفوضة يتم تصريفها للمجاري العامة والتي قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامه لعلاج الأورام وغيرها .
4- مخلفات سائله مشعة ناتجة من أقسام علاج الأورام السرطانية .
5- مخلفات بقايا المعادن الثقيلة وتكون ذات سمية عالية يتم تصريفها ، مثل الزئبق والرصاص والفضة ، من مراكز خدمات الأسنان وأقسام التصوير بالأشعة (Pruss,at al 1999).

عند طرح المخلفات المذكورة اعلاه عن طريق شبكة مياه المجاري الداخلية للمستشفى إلى شبكة مياه المجاري العامة تزيد من قيمة الأحمال الكيماوية والبيولوجية وتسبب مشاكل في تشغيل وحدة معالجة مياه الصرف الصحي.

توصل باحثون إلى أن مياه الصرف الصحي في المؤسسات والمرافق الصحية شبيهه في تركيبها لمياه الصرف الصحي العام للمدن وتختلف عنها في احتوائها على أنواع مختلفة جدا ومتنوعة من المخلفات السائلة مع أن كمياتها قليله إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة عن العناية بالمرضى (Lue-Hingl at al 1999)، حيث تحتوي على بكتريا ذات مقاومه عاليه للمضادات الحيوية وبكميات اكبر مما في مياه الصرف الصحي ، وكذلك زيادة في كمية الفيروسات واحتواءها على العناصر الثقيلة والمذيبات المسببة للهلوسة وتحتوي أيضا على كميه من المضادات الحيوية أكثر منها في المخلفات المدنية . ويمكن الاستفادة من بعض المخلفات قبل طرحها إلى المنظومة فيمكن ، مثلاً ، استرجاع معدن الفضة الذي يستعمل في التحميض (Environmental Canada2001) وكذلك الزئبق والرصاص الذي يتخلف عن عيادة فحص الأسنان .

بسبب الواقع المتدني للمستشفيات العراقية في الوقت الحاضر ، وغياب الوعي الصحي لدى العاملين فيها في مجال تلوث المياه المطروحة وضرورة معالجتها وعدم توفر النظم الإدارية والقوانين والمحددات المركزية التي تساعد على إدارة المياه المستهلكة والمطروحة كان الدافع الرئيسي لإجراء هذه الدراسة ، علماً بان الدراسات الميدانية في هذا المجال قليلة وغير كافية.

يتم في هذه الدراسة إعداد تصاميم ملائمة لمعالجة المياه المطروحة من مستشفيات مدينة بغداد استناداً إلى النتائج التحليلية لعينات أخذت من عدد من مستشفيات بغداد ، المبينة بالخارطة ، وتم تحليلها لمعرفة الأحمال الكيماوية والبيولوجية .

خصائص مياه الفضلات المطروحة من المستشفيات

تكمن خطورة المياه المطروحة من المستشفيات في الملوثات الخطيرة الناتجة عن المخلفات الطبية الشائعة بعد العناية بالمرضى ، حيث لا يمكن التخلص منها بواسطة محطات المعالجة التقليدية سواءً كانت المعالجة منفصلة أو مشتركة مع مياه الصرف الصحي أو الصرف الصناعي أو الزراعي (الثابت،إبراهيم 2007).

للسبب المذكور يتم عادةً فصل المياه الحاوية على فضلات يمكن استرجاعها كما هو الحال في عمليات التصوير الفوتوغرافي في قسم الأشعة حيث تعالج المياه قبل طرحها إلى شبكة مياه الصرف ، بسبب احتواءها على محاليل إظهار الصورة التي تحتوي على معدن الفضة حيث يتم إمرار المحلول عبر مرشح صوف فولاذي لاسترجاع معدن الفضة . أما المحلول المائي المتبقي والذي يحتوي تقريبا على (1,4%) مادة كلوترالديهايد (30%) مادة هيدروكيتون،(0,2%) مادة هيدروكسيد البوتاسيوم ، ويتم عادة تصريفه إلى شبكة مياه الصرف . يستفاد من معدن الفضة المعاد لسد جزء من كلفة المعالجة (DPPEA,1996)

وفي دراسة أجريت في احد المستشفيات عن الكيمياويات المستخدمة في تحضير صور الأشعة وجد أن السبب وراء زيادة نسبة المركبات العضوية المسببة للهلوسة بمياه الصرف (Sprene et al ,2001) .

تحتوي المخلفات الطبية السائلة أيضا على المذيبات وهي مختلفة في التركيب والتركيز في المستشفيات ومعامل التحليل (Kummerk et al,1998) ويعتبر Methanal , Xylene , Acetone أكثرها استعمالا وهي عادة ما تتبخر ويتم تصريفها إلى المجاري وفي دراسة ألمانية لأحد المستشفيات تم اخذ عينات من مياه الصرف الصحي قبل اختلاطها بالشبكة العامة حيث وجدت كميات كبيرة من المركبات الهلوجينية المسببة للهلوسة بنسب (0.13-0.49)ملغم /لتر (Gartiseral,et al,1996) ، وفي دراسة أخرى لمخلفات مستشفى تعليمي في فرنسا كانت الكمية بين (0.38-0.24) ملغم/لتر(Emmannual et al, 2001) .

في دراسات أخرى وجد أن مخلفات المستشفيات تحتوي على نسبة عاليه من البكتريا المسببة للأمراض المعوية ومنها بكتريا السالمونلا المسببة لمرض التيفوئيد وبكتريا (E-coli) المسببة لمرض التهاب المعدة والأمعاء وتوجد بتراكيز من (2.4*103/100) (Emmannual et al, 2001) إلى (3*105/100ml)(Bernet ,Lepreat ,1998)،(Fines,2000) بينما في فضلات المدن يكون تركيزها اقل من (100/108 ml)(Metcalf &Edd,1991). وتعتبر الفيروسات الناتجة من مخلفات المستشفيات أحد أسباب انتشار أمراض الشلل والأمراض النفسية والهضمية ،وتعتبر من أوسع الملوثات انتشارا (Mansatte&Jesti,2000) وخصوصا من مخلفات المرضى المصابين بالأمراض المعوية وتزداد المشكلة خطورةً خلال فترة تفشي المرض (Pruss et al,1999) .

ويعتبر الزئبق من المخلفات الطبية شديدة السمية رغم قلة كمياتهاحيث يسبب تراكم كميات قليلة منه في جسم الإنسان أضراراً كبيرة للجهاز العصبي . وحتى الآن لم تصمم محطات معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية للتخلص الزئبق ومركباته . ويعتبر المصدر الرئيسي لهذا النوع من التلوث هي عيادات طب الأسنان حيث تستخدم في خلطة حشوة الأسنان (Amalgam) وهي تحتوي على 49%. كما يعتبر المصدر الثاني للتلوث المياه بالزئبق هو تحطم الأجهزة الطبية التي تحوي على مادة الزئبق علما بان هذه الأجهزة قل استخدامها بسبب الوعي العالمي لخطر هذه المادة (Barron,T,2001).

وتحتوي مياه فضلات المستشفيات على تراكيز عالية لجزيئية الكلور (EPA 625-20,009,1990) الناتجة من استخدام المطهرات والمعقمات والمنظفات ومن أمثلتها السبتسين حيث يحتوي مطهر الأرضيات كلوريد الفيرالكوتيوم بتركيز (10%)ومادة كلوروكسيليرول بنسبة20% وجلوكونات الكلور والكلوريد (20%) ومساحيق التنظيف تحوي على (0.6-1.2)غم/100غم من مسحوق التنظيف (الأعظمي ،1996). وتحتوي أيضا على مادة الفورمالديهايد حيث يعتبر من المخلفات الخطرة الناتجة من المختبرات البايولوجيه وأقسام الجراحة لحفظ العينات وفي تعقيم الأجهزة (EPA 625/20/009, 1990) . وتعتبر المضادات الحيوية من المركبات الصيدلانية التي لها تأثير كبير على البيئة حيث تعزز من مقاومة البكتريا للأدوية ومواد التطهير مما يساعد على انتشار الأوبئة وتزداد هذه المضادات في المستشفيات الأوربية حيث تصل أحياناً إلى(50µg/l) (Emmannual et al, 2001).

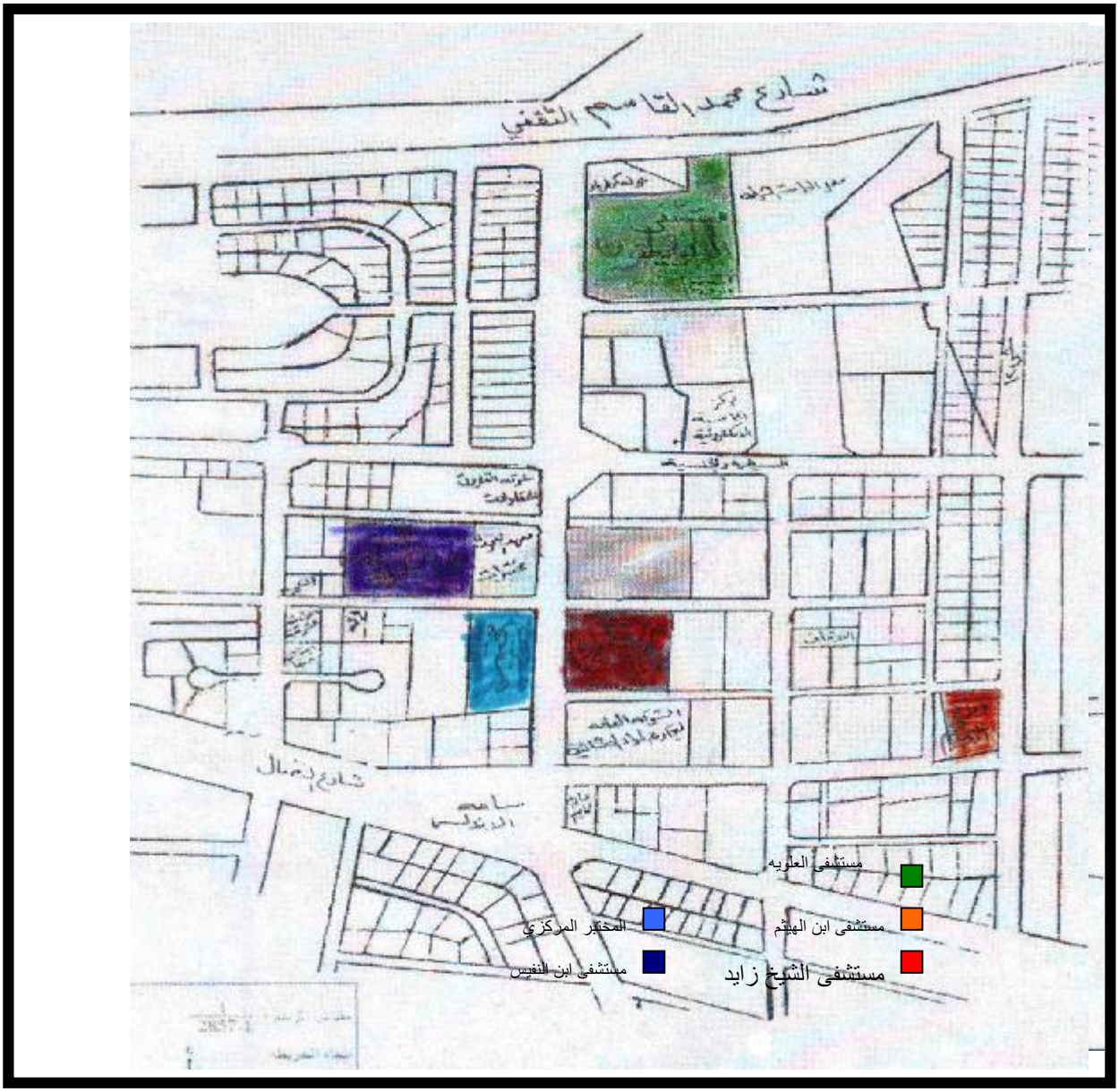
أما أهم الفحوصات المختبرية الضرورية لمياه مخلفات المستشفيات المطروحة فهي : المواد الصلبة (SS) ، المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD5) ، والمتطلب الكيماوي (COD) والذي بكون عادةً في مخلفات المستشفيات أعلى بكثير منه في مخلفات الصرف الصحي المدنية.

العمل الميداني

شملت الدراسة عدد من المستشفيات الحكومية الواقعة في بغداد جانب الرصافة /حي الوحدة وكما موضح في الشكل (1) وذلك لما تتميز به هذه المنطقة بكثافة المستشفيات الحكومية المختلفة في تخصصاتها وعدد كوادرها وسعاتها السريرية إضافة إلى قربها من الجامعة التكنولوجية وكما مبين في الجدول رقم (1).

الجدول رقم (1) ، المستشفيات التي شملتها الدراسة .

ت	اسم المستشفى	الاختصاص	السعه السريريه	عدد الكادر	وحدة المعالجة	نوع الشبكة	التصريف CUM/d
1	المختبر المركزي	تحاليل مرضيه وبكافة أنواعها	- - - -	200	لا توجد	مشتركه قبل الربط بالشبكة	132.4
2	الشيخ زايد	جراحة الجملة العصبية والدماغ وباطنية + مختبرات	116	225	- - - - -	مشتركه قبل الربط بالشبكة	225.26
3	ابن النفيس	جراحة وأمراض قلبيه	147	497	- - - -	= = =	426.5
4	ابن الهيثم	جراحة وطب العيون	233	515	- - - -	= = =	495.45
5	العلوية	ولادة وأمراض نسائيه	144	562	- - - -	= = =	467.6



الشكل رقم (1) ، يبين مواقع المستشفيات التي شملتها الدراسة .

جمع نماذج مياه المستشفيات من المجرى الرئيسي قبل الربط بالمجرى العام لشبكة الصرف الصحي للمدينة ليكون نموذجا شاملا لمخلفات جميع أقسام المستشفيات وجرى فحص النماذج للفترة من 1/1/2007- 1/1/2008 وبمعدل ثلاثة نماذج لكل مستشفى . وقد أجريت الفحوصات الضرورية والأساسية لتقييم المياه المطروحة من هذه المستشفيات بهدف حساب الأحمال البيولوجية والكيماوية . وقد استعملت قنينة مصنوعة من البولي أثيلين لجمع النماذج (عباوي ،1990). وقد تم إجراء الفحوصات وفق ما مبين في الجدول رقم (2) .

الجدول رقم (2) الطرق المستخدمة في الفحوصات المختبرية التي أجريت على عينات المياه المطروحة من المستشفيات في مختبر الهندسة الصحية / الجامعة التكنولوجية (*).

اسم الفحص	الطريقة	اسم الفحص	الطريقة
COD	APHA 5220B	CL^- مسدد	APHA 4500-CLD
NH_3	APHA 4500NH3C	PH	APHA 4500-PB
Acid	APHA 2310B	SO_4^{-2}	APHA 4500—SO4E
TS	APHA 2540B	P	APHA 4500-PB
TSS	APHA 2540D	BOD_5	APHA 5210B
VSS	APHA 2540E		

Standard method 2000)(*)(

حساب التصريف:

في جميع المستشفيات التي شملت بهذه الدراسة لا توجد عدادات لحساب المياه المستهلكة أو المصروفة . ولهذا السبب تم اعتماد ما يطرحه المريض الراقد من المخلفات في اليوم الواحد ، وفق المعايير القياسية ، في حساب التصريف الكلي للمستشفى وكما يلي :

1- تحسب كمية المياه المستهلكة للمريض أو الكادر مع الأخذ بنظر الاعتبار كمية المياه المستهلكة في غسل الأرضيات والري والضائعات الحاصلة نتيجة احتمال حدوث كسر في الأنابيب أو سوء الاستخدام . وعلى هذا الأساس تعتبر كمية المياه المصروفة تمثل 80% من كمية المياه المستهلكة في اليوم الواحد(Qasim ,1985) .

2- يحسب معدل الجريان بكمية مساوية إلى كميه الاستهلاك (Allayla,1980) . ويوضح الجدول رقم (3) كمية المياه التي يطرحها المريض في اليوم الواحد حسب المصادر المذكورة .

الجدول رقم (3)، تقدير كميات المياه المستهلكة والمصروفة للراقدين في المستشفيات .

Metcalf &Eddy,1979 (single sewage)	200(gpd/bed) = 757(l/bed.d)
Metcalf &Eddy,1979 (company sewage) Medical hospital Mental hospital	175(gpd/bed) 662-375(l/bed.d) 1250(gpd/bed) 473-12(l/bed.d)
Tebutt,1975	175(l/bed.d)
CCLIN ,1999	750(l/bed.d)

وقد تم احتساب معدل التصريف اعتمادا على كمية المياه الموجودة في الجدول أعلاه واعتمادا على نوع التصريف والسعه السريريه لكل مستشفى وهذا موضح في الجدول رقم (1).

الحسابات والنتائج:

نظرا لاختلاف اختصاصات المستشفيات المشمولة بالدراسة وعدد كوادرها وسعتها السريريه فقد تم جمع نماذج من المياه المطروحة من هذه المستشفيات وإجراء الفحوصات المختبرية عليها في مختبر الهندسة الصحية /الجامعة التكنولوجية .

يوضح جدول رقم (4) مقارنة تراكيز الملوثات في المياه المطروحة من هذه المستشفيات مع تركيز الملوثات في مياه الصرف الصحي للمدن(Qasim,1985).

جدول رقم (4) مقارنة تراكيز الملوثات في المياه المطروحة من المستشفيات مع مياه الصرف الصحي.

الوحدات	ابن الهيثم	ابن النفيس	الشيخ زايد	المختبر المركزي	العلوية	مياه فضلات منزليه (Qasim,1985)
SS(mg/l)	495	302.5	662.5	307.5	758.7	120-360
BOD_5 (mg/l)	69	109	131	115.3	201.7	110-400
COD (mg/l)	587	474.9	476.9	454.7	555.8	200-780
PH	8.6	8.3	8.4	8.4	8.6	6.7-7.5
CL (mg/l)	2336	1857.7	1593.6	992.3	1719.4	30-100

يستنتج من دراسة جدول رقم (4) والجداول رقم (5 - 9) ما يلي:

1- ارتفاع قيمة SS لجميع المستشفيات وهذا يعني كثرة المواد العالقة التي يمكن أن تكون عضوية وغير عضوية وهي غالباً مواد ناتجة عن عملية الغسل والتنظيف وقد تؤثر بشكل واضح على قيمة BOD_5.

2- نلاحظ زيادة واضحة في قيمة TS ناتج عن زيادة المواد العضوية في الفضلات الناتجة عن الاستهلاك اليومي للمياه ولمختلف الاستعمالات .

3- هناك زيادة في تركيز الأمونيا لمستشفيات ابن النفيس ناتج عن تحلل مركبات النتروجين العضوي الموجود في مياه الفضلات على شكل مركبات طبيعية مثل البروتين ، الببتايد ، الحامض النووي ، اليوريا وغيرها.

4- من الجدول (5 - 9) تبين ارتفاع الدالة الحامضية (PH) لجميع المستشفيات وتتراوح بين (8-8.3) وهذا ناتج عن زيادة في كمية المخلفات الناتجة من عمليات التعقيم وتنظيف الأرضيات التي تنتج عنها زيادة في تركيز القواعد مما يؤثر حتماً على قيمة PH.

5- يلاحظ ارتفاع واضح في قيمة الكلوريدات وبشكل كبير ، خصوصا في مستشفى ابن الهيثم لعلاج العيون ، وهو ناتج عن الاستخدام العالي للمنظفات والمعقمات الكيماوية الحاوية على الكلورين.

6- زيادة كبيرة في تركيز ايون الكبريتات في مستشفى ابن الهيثم لعلاج العيون وكذلك ابن النفيس للأمراض القلبية حيث تستخدم المواد الكيماوية والأصباغ والمراهم الخاصة بالعيون والتي تحتوي على كميات كبيرة من الكبريتات .

7- زيادة في قيمة التوصيل الكهربائي وهذا ناتج عن العلاقة العالية بين TDS , EC حيث تتراوح قيمة ال TDS (من 0,5 إلى 0,9) من قيمة التوصيلية (عباوي ،1990) . أما ارتفاع قيمة ال TDS فهو ناتج عن ذوبان المواد الكيماوية المطروحة ، أما عن مخلفات المريض أو من بقايا الأدوية أو ناتجة عن المواد المستخدمة لتنظيف الأرضيات وغيرها.

الجدول رقم (5) الوصف الإحصائي لمستشفى ابن النفيس خلال فترة الدراسة

Variable(mg/l)	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev
pH	4	8.300	8.000	8.600	0.294
EC	4	1917.750	1191.000	2730.000	631.828
Cl	4	1857.500	1540.000	2750.000	595.224
SO4	4	5814.500	1499.000	7800.000	2976.275
TS	4	1210.000	800.000	1700.000	398.414
TSS	4	302.500	70.000	930.000	418.838
TDS	4	985.000	770.000	1260.000	203.060
VSS	4	817.500	520.000	1400.000	395.675

Acid	4	150.000	105.000	250.000	67.946
COD	4	474.900	405.000	584.000	81.980
BOD	4	109.000	79.000	150.000	34.477
NH3-N	4	66.625	30.000	150.000	56.165
NH3	4	80.625	36.000	182.100	68.377
P	4	6.250	1.000	13.000	4.992

الجدول رقم (6) الوصف الإحصائي لمستشفى الشيخ زايد خلال فترة الدراسة

Variable(mg/l)	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev
pH	4	8.4	7.8	8.700	.4082
EC	4	1452.500	1430.000	1475.000	18.4842
Cl	4	1593.600	1010.000	2305.000	536.8828
SO4	4	1622.000	1499.000	1791.000	122.0693
TS	4	1236.750	935.000	1490.000	228.9241
TSS	4	662.500	220.000	930.000	307.0695
TDS	4	576.250	350.000	750.000	189.7970
VSS	4	327.500	210.000	400.000	91.4239
Acid	4	237.000	106.000	616.000	252.7001
COD	4	476.500	418.600	509.000	40.7125
BOD	4	131.000	112.000	160.000	20.8327
NH3-N	4	15.000	13.000	18.000	2.1602
NH3	4	18.100	15.600	21.000	2.6858
P	4	1.975	1.900	2.000	0.0500

الجدول رقم (7) الوصف الإحصائي للمختبر المركزي خلال فترة الدراسة

Variable(mg/l)	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev
pH	4	8.475	8.200	8.700	0.222
EC	4	1965.000	1850.000	2110.000	115.036
Cl)	4	992.350	486.500	2000.000	708.115
SO4	4	4803.500	4750.000	4912.000	75.936
TS	4	1326.250	1080.000	1465.000	178.390
TSS	4	307.500	150.000	400.000	116.154
TDS	4	1976.750	1050.000	4622.000	1764.128
VSS	4	555.000	300.000	1010.000	333.715
Acid	4	249.000	216.000	280.000	27.398
COD	4	454.725	301.000	565.700	130.306
BOD	4	115.375	65.500	155.000	38.862
NH3-N	4	17.650	5.200	25.900	8.794
NH3	4	21.338	6.310	31.440	10.647
P	4	.975	0.000	2.000	0.818

الجدول رقم (8) الوصف الإحصائي لمستشفى العلوية للولادة خلال فترة الدراسة

Variable(mg/l)	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev
pH	4	8.625	8.600	8.700	0.050
EC	4	1660.000	1050.000	1940.000	419.126
Cl	4	1719.975	972.900	2067.000	509.304
SO4	4	5669.500	1158.000	8000.000	3097.873
TS	4	1452.500	980.000	2130.000	562.220
TSS	4	758.000	20.000	1770.000	857.325
TDS	4	693.750	360.000	960.000	295.843
VSS	4	452.500	70.000	550.000	87.702
Acid	4	133.750	456.300	225.000	69.687
COD	4	555.825	115.000	677.000	93.225
BOD	4	201.750	23.000	342.000	99.794
NH3-N	4	32.550	27.600	52.600	13.649
NH3	4	39.325	27.600	63.800	16.685
P	4	3.250	0.000	6.000	3.202

الجدول رقم (9) الوصف الإحصائي لمستشفى ابن الهيثم خلال فترة الدراسة

Variable(mg/l)	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev
pH	4	8.625	8.400	9.000	.263
EC	4	1295.000	1070.000	1420.000	154.164
Cl	4	2336.000	2250.000	2562.000	150.891
SO4	4	4620.000	800.000	8500.000	3940.592
TS	4	1077.500	800.000	1800.000	483.761
TSS	4	495.000	120.000	1220.000	511.631
TDS	4	582.500	410.000	690.000	123.659
VSS	4	472.500	300.000	890.000	282.297
Acid	4	55.000	20.000	150.000	63.377
COD	4	287.250	245.000	310.000	28.930
BOD	4	69.250	55.000	80.000	11.500
NH3-N	4	12.575	11.000	15.000	1.841
NH3	4	15.200	13.300	18.200	2.238
P	4	7.500	1.000	20.000	8.563

تصميم محطة المعالجة

تم اختيار نظام التهوية المستمرة وهي إحدى أشكال المعالجة التي تعمل بنظام النمو العالق ، ونظام الحمأة المنشطة والملائمة لمعالجة مياه الفضلات المطروحة من المستشفى ويمكن إنشاء محطة معالجة جاهزة ميزتها الأساسية إنتاج كمية قليلة من الحمأة أو بعبارة أخرى عمر الخبث (¢c) طويل وبالتالي معدل تولد الخبث يكون أقل (Schroeder,1977).

وتعتبر قيمة المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) ومعدل الجريان (.Q*ave*) من أهم المتغيرات الداخلة في معادلة تصميم الوحدة البيولوجية ، حيث تقدر معدل قيمة (BOD_5) لمياه فضلات المستشفيات التي اجري عليها البحث بمقدار (556 mg/L) وكمية التصريف الداخل إلى محطة المعالجة بمقدار(300 m^3/day).

تتضمن مراحل تصميم محطة المعالجة في هذا البحث ، الخطوات التالية :ـ

1-تصميم أنبوب ناقل لنقل مياه الفضلات المطروحة من المستشفى بقطر(200mm) وميل (0.007m/m)، وتجميعها في حوض تجميع رئيسي بعمق (2.5+0.5 m)، طول (6m)وعرض(6m)، وقد تم تصميم أنبوب ناقل بقطر(200mm) وميل(0.007m/m) لنقل الجريان المتزايد من حوض التجميع وربطه بشبكة مياه صرف المدينة. وقد تم أيضاً تصميم مازجات في حوض التجميع تعمل ميكانيكياً لمنع حالات تراكم المادة الصلبة والملوثات الأخرى وحدوث الظروف اللاهوائية داخل حوض التجميع .

2-تصميم وحدة مصفاة خشنة بعمق(2.5 + 0.5 m)، طول(1m)، عرض(1m) لمنع دخول المادة الصلبة كبيرة الحجم إلى المضخات ووحدة المصفاة الناعمة ، لمنع حدوث الصدمة الهيدروليكية على المضخات التي توزع مياه الفضلات إلى وحدة المصفاة الناعمة .

3- تصميم أنبوب ناقل بقطر(100mm) لنقل مياه الفضلات من بئر التوزيع المصمم بعمق (2.0+0.5m)، طول(1m)، عرض (0.5m) إلى وحدة المصفاة الناعمة والمصممة بعمق (0.5+0.5m)،طول(1m)، عرض(0.5m)، حيث يتم نقل مياه الفضلات باستعمال (3) مضخات ،اثنان تعمل والأخرى احتياط. وبطاقة ($8.5m^3/hr$) لكل مضخة .

4-تصميم أنبوب بقطر(150mm) لنقل المياه المراد معالجتها بفعل الجاذبية الأرضية من وحدة المصفاة الناعمة إلى أحواض إزالة الرمال والمصممة بعمق (0.3+0.2m)، وطول(4.2m)، عرض (0.3m).

5- تصميم الوحدة البيولوجية والتي تشمل حوض تهوية مستمرة دائري الشكل عدد واحد ، عمق (3+0.5m)، قطر(12.7m)، حيث تكون كفاءة الإزالة لوحدة المعالجة البيولوجية بمقدار (96.2 %).

6- أنبوب بقطر(300mm) لنقل مياه الفضلات إلى حوض ترسيب نهائي مصمم بعمق (3.3+0.5m)، قطر (6.8m) .

7- أنبوب ناقل بقطر (300mm) لنقل مياه الفضلات المعالجة والخالية من المادة الصلبة العالقة نسبياً إلى حوض تعقيم بعمق (1+0.5m)، طول (2.0 m)، عرض(2.0m).

8- طرح المياه المعالجة بأنبوب ناقل قطره (400mm) إما إلى النهر مباشرة أو استعمالها لأغراض الري أو تصريفها إلى شبكة مياه صرف المدينة.

9-تجميع الحمأة الناتجة في حوض تجميع الحمأة عمق (2.75+0.5m) ، طول(2.8m)، عرض(2m) لنقلها فيما بعد بأنبوب ناقل قطره(400mm) إلى محطات المعالجة الكبيرة ومعالجتها هناك وذلك لأسباب اقتصادية واجتماعية وبيئية.

<u>مقترحات موقع محطة المعالجة</u>

المساحة المطلوبة لنصب هذه المحطة تقدر ب (400m3) تقريبا ، ونظرا لعدم توفر المساحة الكافية لنصب هذه المحطة الجاهزة في أغلب المستشفيات القديمة حيث أن أغلبية الأراضي المجاورة خاضعة لحق الملكية الفردية لعامة المواطنين . ولذلك يقترح أحد الاختيارين:-

1- شراء الأراضي المجاورة ،
2- عمل مجرى مشترك لمجاري المستشفيات، سيما المتقاربة منها ، وعمل محطة كبيرة ذات خطوط متعددة تربط على التوازي تتسع لمخلفات المستشفيات المشتركة وتكون طاقتها ، حسب التدفق الكلي للمستشفيات (علما أن التصميم المعد في هذه الدراسة لخط واحد).

التصميم الهيدروليكي لمحطة معالجة مياه فضلات المستشفى بطريقة الحمأة المنشطة

تكون كفاءة الأزالة لوحدة المعالجة التي تم تصميمها في هذا البحث بمقدار 96.4%

الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة ، يستنتج ما يلي :ـ

1- عملية المعالجة الابتدائية في بعض أقسام المستشفى كإزالة معدن الفضة من المحاليل الكيماوية المستعملة في قسم الأشعة ، لها أثر كبير في تخفيف تراكيز الملوثات المطروحة إلى شبكة مياه صرف المستشفى

2- نتيجة للتركيز العالي للمادة الصلبة الكلية (TS) والتي تكون عبارة عن مواد صلبة عضوية وغير عضوية كالرمال والأطيان، تم تصميم أحواض إزالة الرمال التي غالبا ما تهمل عند تصميم محطات المعالجة الجاهزة .

3- يمكن وضع محطة المعالجة الجاهزة الموقعية فوق سطح الأرض أو مغطاة جزئيا أو كليا تحت سطح الأرض .

4- . فبالنسبة لمحطة المعالجة الموقعية المصممة في هذه الدراسة يقترح وضعها على ارتفاع (3.95 m)فوق سطح الأرض وذلك للتقليل من التأثيرات السلبية لمياه الفضلات كالرائحة و تجمع الحشرات والتأثيرات النفسية الأخرى ، خاصة وان محطة المعالجة هذه مصممة لمستشفى واقعة ضمن منطقة سكنية أو تجارية .

5- . تم تصميم محطة المعالجة في هذا البحث حسب متطلبات منظمة حماية البيئة (EPA) والتي توصي بان يكون تركيز(BOD_5) هو (20mg/*L*) وتركيز (SS) الخارج (30mg/*L*) وليس حسب متطلبات البيئة العراقية التي توصي بان يكون تركيز (BOD_5) الخارج (40 mg/*L*) وتركيز (SS) الخارج (60 mg/*L*) وذلك تحسبا لاحتمال تعديل المواصفات العراقية بالإضافة إلى كونها حدود ضمان لمشاكل مستقبلية .

6- تم اخذ نماذج موقعية لمياه فضلات المستشفيات الخمس (فترة إجراء الدراسه) من كل قسم بمعزل عن القسم الأخر، لمعرفة خصائص مياه الفضلات المطروحة إلى شبكة مياه الصرف و إمكانية عمل معالجة ابتدائية في كل قسم قبل جمعها في حوض رئيسي واحد .

7- يمكن استعمال محطة المعالجة الموقعية المصممة على أساس أعلى قيمة (BOD_5) ومعدل جريان مقداره 300mg/l في تصميم شامل لوحدة واحدة وعلى تصريف مقداره 500mg/l في تصميم الأنبوب الناقل وحوض التجميع وبقية التصاميم تعتمد على تصريف 300mg/l ولكن بخطين كمحطة معالجة موقعية لمعالجة مياه فضلات المستشفيات الخمسة والمستشفيات الأخرى التي لها أقسام مشابهة أو مجمعات سكنية أو تجارية أو مصانع لها مواصفات مكافئة للأحمال المصممة.

8- نلاحظ زيادة كبيره في تركيز ايوني الكلوريد والكبريتات بشكل كبير لجميع المستشفيات وخصوصا ابن الهيثم والنفيس نتيجة لاستعمال المنظفات والمعقمات والمراهم الطبية.

التوصيات

توصيات لإدارة المستشفى

تتضمن التوصيات الخاصة بإدارة المستشفى النقاط الآتية :

1-إتباع التعليمات و الإرشادات من قبل العاملين في المستشفى ، الخاصة بنظام إدارة وتقليل الفضلات المطروحة إلى شبكة مياه صرف المستشفى .

2. استرجاع بعض المواد الكيماوية التي يمكن استرجاعها مثل معدن الفضة المطروح من قسم الأشعة والاستفادة من مردوده كجزء من كلفة المعالجة .

توصيات لإدارة الشركة المصنعة لمحطة المعالجة

تتضمن التوصيات الخاصة بإدارة الشركة المصنعة لمحطة المعالجة النقاط الآتية : ــ

1- عند إجراء توسعات مستقبلية للمستشفى، يتم تصميم وحدات معالجة لاستقبال الجريان الإضافي وضمها إلى محطة المعالجة الجاهزة الموقعية أو توزيع الكمية على وحدتين أو أكثر من أحواض المعالجة لضمان الإنتاج النمطي .

2- يمكن تصميم وحدات معالجة متقدمة ضمن محطة المعالجة المصممة ، مثل إضافة وحدة الكاربون المنشط لإزالة المواد المشعة والمواد العضوية المتبقية أو عمل وحدات معالجة مستقلة لمعالجة هذه الفضلات وطرح المياه الناتجة منها إلى محطة المعالجة المصممة .

3- يفضل استعمال سقف حديدي مشبك لتغطية وحدات محطة المعالجة وذلك لحمايتها من سقوط الأجسام الغريبة أو تساقط أوراق الأشجار إن وجدت إضافة إلى تحقيق السلامة للعاملين.

4- يمكن تصنيع سلالم متحركة للاستفادة منها في الصعود إلى أحواض محطة المعالجة ، عند مراقبة التشغيل أو في حالات التنظيف واخذ النماذج وإجراء الصيانة .

5- يفضل إنشاء مختبرات مبسطة ملحقة بمحطة المعالجة الجاهزة الموقعية ، لإجراء الفحوصات الفيزياوية ، الكيماوية والبيولوجية لنماذج مياه الفضلات المطروحة من لمستشفى والداخلة إلى محطة المعالجة والخارجة منها، لأغراض الصيانة والمراقبة ولضمان استمرارية التشغيل والكفاءة لوحدة المعالجة البيولوجية .

توصيات لوقاية الموظفين العاملين في محطة المعالجة

تتضمن التوصيات الخاصة بوقاية الموظفين العاملين في محطة المعالجة النقاط الآتية : ــ

1- توفير المعلومات المناسبة بخصوص الوقاية الصحية والتوصيات وإرشادات العمل للموظفين العاملين في محطة معالجة مياه الفضلات.

2- لابد من تحصين العاملين في محطات المعالجة ضد الأمراض والذين يكونون بتماس مباشر مع مياه الفضلات وذلك عن طريق الأخذ باللقاحات الصحية المناسبة وتتضمن هذه اللقاحات ، شلل الأطفال (Polio)الكزاز (Tetanus) الخناق (Diphtheria) .....الخ

3- تنظيف الأماكن الحاوية على مياه الفضلات باستخدام المطهرات مع الماء وتعقيم الأماكن الخاصة بإعداد الطعام وغرف الموظفين وأماكن العناية الطبية وذلك لمنع أي احتمال للتلوث .

المصادر

المصادر العربية

1- الثابت، الطاهر إبراهيم(2007) "المخلفات الطبية السائلة ومياه الصرف الصحي " النادي الليبي للمخلفات الطبية.

2- القيسي ،سلوى هادي (2006) "المتطلبات التصميمية لوحدة معالجة مياه الفضلات المطروحة من مستشفى الكرخ العام ومستشفى النعمان العام . ماجستير علوم في هندسة البيئة مقدمة إلى قسم البناء والاتشاءات /الجامعة التكنولوجية.

3- الأعظمي ، شذى عبد الجبار إبراهيم (كانون الأول ،1996) " تقييم تراكيز ايون الكلوريد في مياه مجاري منطقة بغداد وتأثيراته البيئية ،ماجستير علوم في هندسة البيئة ،كلية الهندسة ،جامعة بغداد.

4- عباوي ،سعاد عبد وسلمان محمد (1995) "الهندسة العملية للبيئة وفحوصات الماء "ماجستير كيمياء ،قسم الهندسة المدنية ،جامعة الموصل.

المصادر الأجنبية

5 - AL-Layla ,M,A,H .(1980) ,"Hand book of wastewater collection and Treatment ", Garland water Management series.

6 -Barren T.(2001).Dental Mercury :pollution prevention and waste mangment practices dental office presentation to the Bay Area p2 crreup ,USA.(tsbarron attglobal.net).

7- Bernet ,S.and Fines, M.(2000) " Effluents du CHU de CAEM Etude Qualitative at Quantitative de le flore Microbienne et Recherche de Bacteries Multiresistantes",Quatrieme Journee du Resean Regionald Hygiene de Basse-Normandie.

8 - CCLIN Paris-Nord(1999)," Elimination des Effluents Liquides des Etablissements Hospitaliers-Recommandations :,Institut Biomedical des Cordeliers Paris ,74p Avalaildeey

http://web.ccr.jussien-fr/guideEffluents liquids .pdf .20/00009/2001.

9 - (DPPEA) Division of pollution Prevention and Environmental Assistance and NC Division of waste water Management (August ,1996)"waste Reduction and Disposal options for specific Hospital waste".
10 - Emmanuel E, Blancharel M. ,and Perrodin Y.(2001) characterization chimique ,biologique at ecotoxicologique des effluents hospitialies Dechets Sciences et Techniques, revue francophone decologie industrielle,N22-Zeme tri

11 - Environment Canadia (2001) " Municipal wastewater Effluents: what they are and what they contain"

http://dsp-psd. Pwgse.ge/collection /ENI-11-96E-PDF

12 -EPA 625/-20/009, Environmental Protection Agency (Jon, 1990),"Guides to pollution prevention Selected Hospital waste stream " http://www.cepis.ops oms.org/www/fulltext/repind 62/gpp.html.

13 - Kummer ,K.(2001) " Drugs in Environmental : Emission of Drugs Diagnostic Aids and Disinfectants into wastewater by Hospitals in Relation to other Soureas –review ",chemosphere 45,pp-987-969.

14 -Lue-Hing C,Zmuda JT,Sedita SJ and Tala P.(1999) . Indigenous levels of HIV in waste water: an empirical estimate and discussion. In: HIV in waste waters

presences, survivability, and risk to wastewater treatment plant worker", water Environment Federation, USA.

15 - Leprat,P,(1998) , " Les Rejects Liquids , Hospitalizes, Quels Agents et quelles solutions techniques",.

16 - Metcalf &Eddy (1991),"wastewater Engineering" ,3rd ., McGraw-Hill, New York, 1334p.

17 - Pruss A, Gironlt E. and Rush brook P,(1999).Safe management of wastes from health-care activities .WHO, Geneva.

18 -Qsim , S.R(1985) ,"Wastewater Treatment Plants ,: Planning Designed operation", Department of civil Engineering. The University of Texas at Arlington.

19 -Standard Method (APHA- AWWA-WPCF) (2000) for Examination of water and wastewater 20th Ed (APHA) Washington, c.c.