بسم الله الرحمن الرحيم

جامعه السودان للعلوم والتكنلوجيا

كليه هندسه المياه والبيئه

بحث تكميلي لنيل درجه البكلاريوس

بمرتبة الشرف مقدم لقسم الهندسة البيئية

بعنوان :

تقييم كفاءة وجودة مياه محطة بحري

إعداد الطلاب:

الصّادق محمود حسن بريمه

ذُوالنون عبد الله مرجي ابراهيم

عُثمان محمد علي احمد

سُليمان عبدالواحد علي عبدالواحد

إشراف الاستاذه:

مها فوراوي

أغسطس ٢٠١٤م

الآيـــة

قال تعالى :

(أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ، أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونَ ، لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ)

صدق الله العظيم

سورة الواقعة الآيات من (68-70).

الإهداء

إلى نور عيني ونبض قلبي .... أمي الحبيبة
إلى سندي وذخري ومثلي الأعلى .... أبي الحبيب
إلى أجنحتي التي احلق بها .... إخوتي
إلى الناحتين في الصخر ، القابضين على الجمر .... أساتذتي الأجلاء
إلى كل الذين نحبهم
نهدي هذا البحث المتواضع لعله يكون خير معين على استكشاف غد مشرق

الشكر والتقدير

الشكرلله أولاً وأخيراً

ومن بعد نقول الشكر الى:

- جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- أساتِذتنا بكلية هندسة المياه والبيئة – قسم الهندسة البيئية.
- الأُستاذه الفاضلة مها فوراوي التي اشرفت على هذا البحث واضاءت لنا الطريق لإخراج هذا البحث بهذه الصورة.
- لكل من تعاون معنا في محطة بحري.
- هيئة مياه ولاية الخرطوم.
- المعمل المركزي للمياه بالمقرن.
- الشكر للمهندسين (ثابت ، أشرف ، أيمن ، أبوبكر ، سحر ، و مشعل)
- جزيل الشكر للدكتور خدام وإبنه المهندس عمار.
- شركة Aqua pro (أعمال الطيب الشيخ المجذوب لتنقية وتحلية المياه)
- الشكر لكل من تعاون معنا.
- الشكر للمهندس معاوية آدم مصطفى.

مُستخلص :

ظهرت مُؤخرا وبصورة واضحة بعضاً من المشاكل التي أثرت سلبا على مياه الشُرب نتيجة للتطورات الصناعية والتخلص من نفاياتها في المجاري الطبيعية وإنشاء السدود والخزانات التي تؤدي الى زيادة سرعة التيار مما أدى الى زيادة الطمي. و نتيجة للتغيرات في مناسيب مياه النيل ونموء الحشائش وظهور الطحالب ، مما يؤثر على المياه وتنقيتها .

لذلك اختار فريق البحث إجراء دراسة عن محطة بحري لتنقية المياه لدراسة كفاءتها ومن ثم تقديم مقترحات تساعد على تحسين كفاءة المحطة.

وقد اظهرت الدراسة ان مياه محطة بحري صالحة للشرب بصورة جيدة جداً وان المحطة تعمل بكفاءة ممتازة وان نظام التشغيل جاري العمل علي تطويره .

Abstract:

Appeared recently and clearly some of the problems that impacted negatively on the drinking water, as a result of industrial developments and the disposal of waste in natural streams, and also get rid of waste citizens in streams. And the construction of dams and reservoirs that lead to increase the speed of the current, which led to increased silt. As a result of changes in the levels of the Nile water and the emergence of weeds and algae which affects the water and purification.

Therefore, the research team chose to conduct a study on **BAHRY STATION** for water purification to study the efficiency and then make proposals to help improve the efficiency of the station.

Accordingly, the research team conducting this study in drinking water purification plant in nautical, the study has shown that the plant operates efficiently and that the operating system in being developed.

جدول المحتويات

الترقيم	المحتويات	رقم الصفحة
	الآية	–
	الإهداء	–
	الشكر والتقدير	أ
	المستخلص	ب
	Abstract	ج
الباب الأول		
١–١	المقدمة	١
١–٢	أنواع المياه الطبيعية	١
١–٢–١	المياه السطحية	١
١–٢–٢	المياه الجوفية	١
١–٢–٣	المياه غير التقليدية	١
١–٣	تنقية مياه الشرب	٢
١–٤	أهداف البحث	٢
١–٤–١	أهداف عامة	٢
١–٤–٢	أهداف خاصة	٢
الباب الثاني		
٢–١	تمهيد	٣
٢–١–١	طرق المعالجة التقليدية	٣
٢–١–٢	تنقية المياه السطحية	٣
٢–١–٣	معالجة المياه الجوفية	٤
٢–٢	صلاحية مياه الشرب	٥
٢–٣	الدراسات الإبتدائية لمشروعات الإمداد بالمياه	٦

٢-٤	تعداد السكان	٧
٢-٥	مكونات محطة تنقية المياه	٧
٢-٥-١	المآخذ	٨
٢-٥-٢	الطلمبات	١١
٢-٥-٣	المصافي	١١
٢-٥-٤	جهاز FLOW METER	١٢
٢-٥-٥	الترسيب الأولي	١٢
٢-٥-٦	المواد المروبة	١٣
٢-٥-٧	المزج السريع	١٤
٢-٥-٨	المزج البطئ	١٤
٢-٥-٩	أحواض الترسيب	١٥
٢-٥-١٠	الترشيح	١٩
٢-٥-١١	التعقيم	٢٥
٢-٥-١٢	الخزانات	٢٧
٢-٥-١٣	عمليات تشغيل المحطات	٣٠
٢-٦	محطة بحري لتنقية المياه	٣٠
٢-٦-١	نبذة تعريفية عن محطة بحري	٣٠
٢-٦-٢	مكونات محطة بحري	٣١
٢-٦-٢-١	المحطة القديمة (أ)	٣١
٢-٦-٢-٢	المحطة الجديدة (ب)	٣١
٢-٦-٢-٣	المحطة الجديدة (ج)	٣٢
٢-٦-٢-٤	اللاميلا	٣٢
٢-٦-٢-٥	الإسكادا	٣٢
٢-٧	الأمن والسلامة	٣٣
الباب الثالث		

٣-١	مقدمة	٣٤
٣-١-١	طريقة إجراء البحث	٣٤
٣-١-٢	المخرجات المتوقعة	٣٤
٣-٢	التجارب	٣٤
٣-٢-١	التجارب الكيميائية	٣٤
٣-٢-١-١	الرقم الهيدروجيني	٣٤
٣-٢-١-٢	المواد الصلبة الذائبة والموصلية الكهربية	٣٥
٣-٢-١-٣	قياس الكلورايد في العينة	٣٦
٣-٢-١-٤	القاعدية	٣٧
٣-٢-١-٥	عسر الماء	٣٨
٣-٢-٢	التجارب البيولوجية	٣٩
٣-٢-٢-١	العدد الكلي للبكترياء	٣٩
٣-٢-٢-٢	E.COLI	٤٠
٣-٢-٢-٣	Total coli form	٤١
الباب الرابع		
٤-١	النتائج والمخرجات	٤٢
٤-١-١	نتائج محطة بحري	٤٢
٤-١-٢	نتائج المعمل المركزي	٤٤
٤-٢	المقارنة	٤٥
٤-٣	المناقشة	٤٥
الباب الخامس		
٥-١	الخلاصة والتوصيات	٤٦
٥-١-١	الخلاصة	٤٦
٥-١-٢	التوصيات	٤٦
٥-٢	المصادر والمراجع	٤٧

قائمة الجداول

الترقيم	الموضوع	رقم الصفحة
٢-١	المواصفات العالمية لمياه الشرب	٥
٢-٢	المواصفات السودانية لمياه الشرب	٦
٢-٣	مقارنة بين المرشحات الرملية البطيئة والسريعة	٢٤
٤-١	نتائج تجارب محطة بحري	٤٢
٤-٢	نتائج تجارب محطة بحري	٤٢
٤-٣	نتائج تجارب محطة بحري	٤٣
٤-٤	نتائج تجارب محطة بحري	٤٣
٤-٥	نتائج المعمل المركزي	٤٤
٤-٦	مقارنة بين النتائج والمواصفات السودانية والعالمية	٤٤

قائمة الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	رقم الصفحة
٢-١	المأخذ	١٠
٢-٢	المزج السريع والبطئ	١٥
٢-٣	أحواض الترسيب الدائرية	١٨
٢-٤	أحواض الترشيح	١٩
٢-٥	طريقة إضافة الكلور	٢٦
٢-٦	الخزانات العالية	٢٩
٢-٧	نظام الإسكادا	٣٣

الباب الأول

المقدمة

١-١: المقدمة:

الماء هو سر الحياة كما ذكره الله تعالى في كتابه الحكيم في مواضع كثيرة ، منها قوله تعالى في سورة الأنبياء: (**وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ**) الآية رقم (٣٠) صدق الله العظيم.

ويرجع السر في عظمة هذا السائل الشفاف الذي لا لون له ولا طعم ولا رائحة أن له من الصفات ما ليس لغيره ، إذ أنه يعتبر أهم عنصر للتنمية بكل أنواعها في جميع نواحي الحياة المختلفة الإقتصادية والإجتماعية ... الخ.

حيث يُغطي الماء ثلاثة أرباع الكُرة الأرضية ويتقلل في اليابسة على هيئة أنهار وترع وآبار جوفية ومياه أمطار وغير ذلك.

١-٢: أنواع المياه الطبيعية:

- **أهم مصادر المياه الطبيعية تضم:**

١-٢-١: المياه السطحية (الأمطار والبحار والمحيطات والثلاجات والأنهار والبحيرات).

١-٢-٢: المياه الجوفية.

١-٢-٣: المياه غير التقليدية (التحلية).

١-٢-١: المياه السطحية:

- إن مياه الشرب ومعظم مياه الكُرة الأرضية مياه بحرية ونحو 5.2% مياه عذبة وثلثها مُجمد في أنهار وقمم جليدية.
- لا تحتوي الأنهار والبحيرات سوى على نسبة مئوية ضئيلة من مياه الكرة الأرضية ولكنها بالغة الأهمية فهي دائمة التجدد.

١-٣: تنقية مياه الشرب:

من طُرق تنقية المياه الطرق الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية وهنالك بالطبع عدد من الطرق التي تتلاءم مع الوظيفة المنتظرة من هذه المياه ويتحدث هذا البحث عن تنقية مياه الشرب نظرا لأهميتها على صحة الإنسان وحياته ، وحاليا تتم تنقية المياه عبر المرشحات وتضاف إليها المواد الكيميائية بهدف تنظيف الماء وتخليصه من الشوائب والميكروبات. تستخدم المرشحات أساساً لإصطياد الأجسام العضوية في حين يستخدم الكُلور تقييدا بتعاليم التعقيم من الجراثيم والطفيليات ، كما تستخدم مواد أخرى في قتل الجراثيم بمياه الشرب منها استخدام الأوزون والأشعة فوق البنفسجية ويستخدم كلاهما لقتل الطحالب المائية. والحقيقة إن أفضل طرق تنقية المياه هي الطرق الفيزيائية وهي طرق تتعامل مع الماء بكميات كبيرة وتحافظ على فعاليتها.

١-٤: أهداف البحث:

١-٤-١: الهدف العام:

تقييم كفاءة وجودة مياه محطة بحري ووضع مقترحات ملائمة لزيادة كفاءة وفعالية المحطة.

١-٤-٢: أهداف خاصة:

- ❖ معرفة التقنية المستخدمة في المحطة.
- ❖ تحديد كفاءتها.
- ❖ معرفة المشاكل التي تواجه المحطة.
- ❖ كسب الخبرة لعمل محطات في السودان وتصميمها بصورة جيدة.

الباب الثاني

الإطار النظري

٢-١: تمهيد:

طرق المعالجة التقليدية لمياه الشرب إضافة لبعض الإتجاهات الحالية والمستقبلية لتقنيات المعالجة:

٢-١-١: طرق المعالجة التقليدية:

تختلف عمليات معالجة مياه الشرب بإختلاف مصادر تلك المياه ونوعيتها والمواصفات الموضوعة لها ويجب الإشارة إلى أن التغيير المستمر لمواصفات المياه يؤدي ايضا في كثير من الأحيان الى تغير في عمليات المعالجة. حيث أن المواصفات يتم تحديثها دوما نتيجة للتغير المستمر للحد الأعلى لتركيز بعض محتويات المياه وإضافة محتويات جديدة الى قائمة المواصفات وياتي ذلك نتيجة للعديد من العوامل مثل:

١- التطور في تقنيات تحليل المياه وتقنيات المعالجة.

٢- اكتشاف محتويات جديدة لم تكن موجودة في المياه التقليدية أو كانت موجودة ولكن لم يتم الإنتباه الى وجودها أو مدى معرفة خطورتها.

٣- اكتشاف بعض المشكلات التي تسببها بعض المحتويات الموجودة أصلا في الماء أو التي نتجت عن بعض عمليات المعالجة التقليدية هذا ويمكن تناول عمليات المعالجة التقليدية المستخدمة للمياه إستناداً الى مصادرها السطحية والجوفية.

٢-١-٢: تنقية المياه السطحية:

تحتوي المياه السطحية على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية منها وهي بذلك تعد مياه يسرة حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة الى إزالة المواد العالقة التي تسبب إرتفاع في العكَر وتغيراً في اللون

والرائحة وعليه يمكن القول أن مُعظم طرق معالجة هذا النوع من المياه اقتصر على عمليات الترسيب والتطهير والترشيح حيث تستخدم بعض المواد الكيميائية لتقوم بإخلال إتزان المواد العالقة وتهيئة الظروف الملائمة لترسيبها وإزالتها من أحواض الترسيب ويتبع عملية الترسيب عملية ترشيح بإستخدام مرشحات رملية لإزالة ما تبقى من الرواسب ويمكن أيضا استخدام الكربون المُنَشط لإزالة العديد من المركبات العضوية التي تسبب تغيراً في طعم ورائحة الماء وتتبع عمليتي الترسيب والترشيح عملية التطهير التي تسبق إرسال تلك المياه الى المستهلك.

٢-١-٣: معالجة المياه الجوفية:

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي يعتمد عليها الكثير من سُكان العالم إلا أن بعض مياه الأبار وخصوصا العميقة منها قد تحتاج الى عمليات معالجة متقدمة وباهظة التكاليف قد تخرج عن نطاق المعالجة وهي إضافة الكلور لتطهير المياه ثم ضخها الي شبكة التوزيع إذ تُعد عملية التطهير كعملية وحيدة لمعالجة مياه بعض الآبار النقية جداً والتي تفي بجميع مواصفات المياه إلا أن هذه النوعية من المياه هي الأقل وجوداً في الوقت الحاضر لذلك فإنه إضافة لعملية التطهير فإن غالبية المياه الجوفيه تحتاج الى معالجة فيزيائية وكيميائية ، إما لإزالة بعض الغازات الزائبه مثل أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين أو لإزالة بعض المعادن مثل الحديد والمنجنيز والمعادن المسببه لعسر الماء وتتم إزالة الغازات الزائبة بإستخدام عملية التهوية والتي تقوم أيضا بإزالة جزء من الحديد والمنجنيز عن طريق الأكسده وقد يكون الغرض من التهوية مجرد كما يحدث لبعض مياه الآبار العميقة التي تكون حرارتها عالية مما يستدعي تبريدها حفاظا علي كفاءة عمليات المعالجة الأخرى ، أما إزالة معادن الحديد والمنجنيز فتتم بكفاءة في عمليات الأكسدة الكيميائية بإستخدام الكلور أو برمنجينات البوتاسيوم.

٢-٢: صلاحية مياه الشرب:

جدول (٢-١): المواصفات العالمية لمياه الشرب:

المادة	اقل تركيز مسموح به Mg/L
CO2	20
كلور حر	1
كلوريدات	250
كبريتات	50
نترات	0.1
كادميوم	0.05
كروم	0.05
رصاص	0.005
فضة	0.01
زرنيخ	0.05
كربونات	1.5
نشادر	0.5
صوديوم	150
المونيوم	0.2
منجنيز	50
فلوريدات	5
ماغنيزيوم	50
بوتاسيوم	12
حديد	0.2
نحاس	1

جدول (٢-2): المواصفات السودانية لمياه الشرب:

العكوره	5NTU
الطعم	مقبول
اللون	15 TVC
الحرارة	مقبول
PH	(8.5-6.5)
المونيوم	0.2 mg/L
أمونيا	1.5 mg/L
كلورايد	250mg/L
حديد	200 mg/L
سلفيت	0.3 mg/L
صوديوم	250 mg/L
الكبريت	1000 mg/L
TDS	1000 mg/L

٢-٣: الدراسات الإبتدائية لمشروعات الإمداد بالمياه:

تشمل الأساس الفني والعملي والإقتصادي الذي يقام عليه هيكل المشروع لخدمة منطقة أو مدينة معينة وتشمل هذه الدراسات:

١- مصادر المياه المختلفة في المنطقة التي سينشأ فيها المشروع.

٢- تعداد السكان الحالي والزيادة المنتظرة في المستقبل خلال الفترة التي سيخدمها المشروع.

٣- معدلات استهلاك المياه الحالية والتغيرات المتوقعة في المستقبل.

٤- اختيار المصدر المناسب في المنطقة.

٥- الطريقة المناسبة لتجميع المياه.

٦- أعمال تنقية المياه المقترحة ومواقعها.

٧- توزيع المياه حسب إحتياج كل منطقة.

٨- الطرق المناسبة لتشغيل وصيانة وإدارة أعمال التنقية والتجميع والتوزيع.

٢ – ٤ :تعداد السكان Statistics of Population:

هذا التقدير بالإحصائيات التي يتم بها تقدير عدد السكان في السودان كل عشر سنوات تقريبا ويستعان للوصول الي التعداد الحالي وتوقعات معدلات النمو المستقبلية وذلك واضعين في الإعتبار طبيعة المرحلة. ويتم الحصول علي تقديرات التعداد المستقبلي بإستخدامات عدة في المدينة سواء كانت مضطردة او ثابتة أو متناقصة الزيادة.

$$P_d = P(1+r)^n$$

حيث :

تعداد السكان المستقبلي $\equiv P_d$

التعداد الحالي $\equiv P$

نسبة الزيادة السنوية $\equiv r$

عدد السنين $\equiv n$

٢ – ٥: مكونات محطة تنقية مياه الشرب:

- ❖ مصدر المياه.
- ❖ المآخذ.
- ❖ أنابيب الماخذ.
- ❖ محطة الرفع المنخفض.
- ❖ وحدات تحليل المواد المروبه.
- ❖ أحواض المزج السريع.
- ❖ أحواض المزج البطئ.

- ❖ أحواض الترسيب.
- ❖ المرشحات.
- ❖ أحواض المياه المرشحة.
- ❖ محطة الرفع العالي.
- ❖ الخزان.
- ❖ مانعة الصواعق.
- ❖ طلمبات الضغط العالي.

٢-٥-١: المأخذ: (intake):

هو عمل صناعي إنشائي يقام داخل مصدر المياه سواء كان نهر أو بحيرة أو ترعة أو غيرها بطريقة تضمن الحصول على معدلات المياه المطلوبة الحالية والمستقبلية.

❖ **أنواع المآخذ:**

١- مأخذ ماسورة (pipe intake):

وهو عبارة عن ماسورتين أو أكثر تمتدان من الشاطئ الى مسافة كافية في النيل بعيدا عن الشاطئ وبعيدا عن مصادر التلوث وتكون الماسورة محمولة على هيكل حديدي (كُبري) أو هيكل خرساني بحيثُ لا يعوق الملاحة. وتنزل الماسورة على الأقل متراً أسفل منسوب الماء.

٢- مأخذ شاطئ (shore intake):

ويتكون من حائط ساند وجناحين على شاطئ المصدر المائي لوقاية الماسورة التي تسحب المياه ويستعمل هذا المأخذ في الترع الملاحية والغير ملاحية على السواء كما يستعمل في الانهار الصغيرة إذ أنه لا يعيق الملاحة.

٣- مأخذ مغمور (submerged intake):

هو عبارة عن أنبوبة مُثبته في قاع المجرى المائي بواسطة كُرات خرسانية ويستعمل في الأنهار الملاحية الضيقة وعند إحتمالات حدوث التلوث.

٤- مأخذ برج (tower intake):

يستعمل في البُحيرات العذبة متغيرة المناسيب ، يتكون من برج يبنى على مسافة من الشاطي قد يصل لعدة كيلومترات تدخل المياه من فتحات على مناسيب مختلفة ثم الى سحارة المأخذ.

٥- مأخذ مؤقت (emergency intake):

يستعمل في حالات الطوارئ أو المعسكرات المؤقته التي يستدعي الأمر فيها على الإعتماد على المياه السطحية ، وهو عبارة عن ماسورة مرنة تمتد على عروق خشبية تطفو على سطح الماء ، هذه الماسورة متصلة بطلمبة سحب المياه العكرة.

٦- المأخذ العائم (float intake):

يستعمل المأخذ العائم في الأنهار ذوات المناسيب المائية المختلفة من فصل لآخر إذ توضع المضخة في سفينة بالنهر وتتصل بأنبوب من المطاط المقوى وأنبوب مثبت على الشاطئ وعند إرتفاع أو إنخفاض منسوب الماء في النهر ترتفع أو تنخفض السفينة حاملة معها المضخة.

شكل (٢-١): المأخذ

❖ **تصميم مضخات المآخذ يتم بناء علي معادلة القدره:**

$$HP = \frac{\omega * Q * H}{75 * E}$$

حيث:

HP ≡ القدره بالحصان.

ω ≡ الوزن النوعي للماء.

Q ≡ التصريف بالمتر ^{3} / الثانيه.

H ≡ السمت الكلي بالمتر.

E ≡ الكفاءة.

٢-٥-٢: الطلمبات: (pumps):

- **طلمبات الرفع المنخفض ، طلمبات المأخذ:**

تكون قريبة من المأخذ وتقوم برفع المياه العكرة لأول مراحل التنقيه ويجب أن يكون هناك أكثر من مصدر كهرباء للعمل في حالة إنقطاع الكهرباء كما يجب عمل طلمبات احتياطية لأغراض التصليح والصيانة وتستخدم في طلمبات الرفع المنخفض الطلمبات الماصة أو الطلمبات الماصة الكابسة المزدوجة أو الطلمبات الطاردة المركزية.

❖ **تصميم الطلمبات:**

عدد الطلمبات العاملة لا تقل عن ثلاث طلمبات لكل نوع من الطلمبات المستخدمة تؤخذ طلمبتين إحتياطيتين ومجموع الطلمبات لا يزيد عن عشر.

٢-٥-٣: المصافي (SCREEN):

يمكن أن تصفي مره أو عدة مرات ومتدرجه بأقطار مختلفه ولها نوعان:

- Bar screen يستخدم في إزالة العوالق الكبيرة 2 متر.
- Wire rush Screen يستخدم في إزالة العوالق الصغيرة الفرق بين الفتحات نصف بوصه وسرعةالماء 3.5 in/sec.

٢-٥-٤: جهاز FLOWMETER :

هو عبارة عن جهاز لقياس معدل جريان المياه ، وينقسم الى نوعين:

- **Magnetic Flow meter :**

يتكون من مرسل ومستقبل للموجات المغنطيسية ، كلما زاد معدل الجريان قلت كمية الموجات المستقبلة بواسطة المستقبل وعلى اساسها يحسب معدل الجريان بواسطة الجهاز الملحق.

- **Ultra Sonic Flow Meter :**

يتكون من مرسل ومستقبل للموجات فوق الصوتية ، كلما زاد معدل الجريان قلت كمية الموجات المستقبلة بواسطة المستقبل وعلى أساسها يحسب معدل الجريان بواسطة الجهاز الملحق.

٢-٥-٥: الترسيب الأولي: (presedimentation):

الغرض من هذه العمليات ترسيب أكبر نسبة من المواد العالقة بتوفير عوامل هندسية مختلفة في تصميم وتشغيل الأحواض ومن هذه العوامل السرعة الأفقية للمياه في الأحواض والمياه السطحية للأحواض ، مداخل الأحواض ومخارجها ، طريقة سحب الرواسب ودرجة حرارة المياه ولزوجتها ومدة بقاء الماء في الحوض وحجم وكثافة المياه ومن الناحية النظرية البحثية يمكن توضيح عمليات الترسيب على أساس أن المادة العالقة متجانسة التوزيع في الماء وأن سرعة المياه والمواد العالقة في إتجاه أفقي وتصريف المياه.

معادلة ترسيب المواد العالقة

$$Q=V*B*H$$

حيث :

V ≡ سرعة ترسيب المواد العالقة (m / day).

B ≡ قُطر الحوض (m).

H ≡ عمق الحوض (m).

٢-٥-٦: المواد المروبة:

تستخدم المواد المروبة لتساعد في إتمام عملية الترسيب وتضاف في أحواض خاصة من الخرسانة المسلحة والمبطنة بالقيشاني ، سعة (1-2) متر^3/الثانية ، بعد إذابة لمروبات يجب معايرتها بدقة وإضافتها للماء الخام بواسطة مضخة تسمى مضخة المعايرة لأنها تضخ حجماً معايرا بدقة من المحلول تبعا لمعدل التصريف. يقوم المعمل بتحديد الجرعة المناسبة ليتم إضافتها للمياه عن طريق إختبار (jar test).

- **هنالك وبإتفاق عالمي 13 مادة لتنقية مياه الشرب بمحطات تنقية المياه:**

كبريتات الألمونيوم الصلبة (الشب) – البولي ألمونيوم كلورايد.

كلوريد الحديديك – كبريتات الحديدك.

بوليمر من نوع بولي داداماك – بوليمر من نوع بولي إكريلاميد.

بوليمر من نوع بولي أمينز – بوليمر من نوع بولي بلبند.

المونيات الصوديوم – كلورهيدات الألمونيوم.

هيدروكسيد الكالسيوم – أوكسيد الماغنيسيوم.

كبريتات الكالسيوم.

٢-٥-٧: المزج السريع: flash mixing:

الغرض منه انتشار المواد المروبة في المياه بأسرع طريقة ممكنة ويتم ذلك لمدة قصيرة من (20 – 60) ثانية ، ويتم بالطرق التالية:

١- حقن المواد المروبة في أنبوب السحب لوحدات الرفع المنخفض.

٢- إضافة المواد المروبة في مدخل حوض المزج.

٣- استخدام خلاط ميكانيكي لإتمام عملية التفاعل.

❖ **أسس تصميم حوض المزج السريع:**

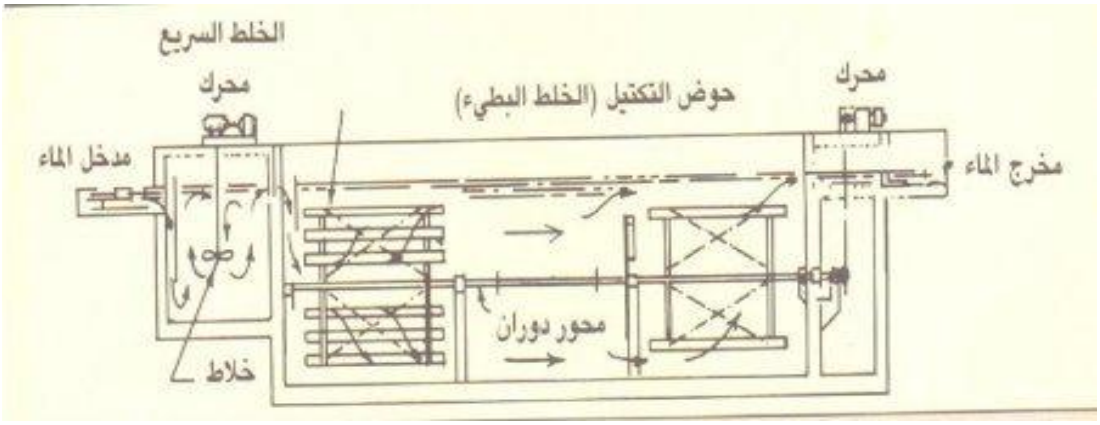
- مدة المكث (20 – 60) ثانية.
- قدرة محرك الخلاط (2– 5) كيلو واط.
- سرعة مراوح الخلاط (150 –200) لفة في الدقيقة.

٢-٥-٨ :المزج البطئ: gentel mixing:

الغرض منه إتمام التفاعل الكيميائي بين المواد المروبة والشوائب ومكونات المواد الأخرى في فترة تتراوح بين (20 – 40) دقيقة ، في هذه المُدة تتجمع المواد الصغيرة لجسيمات أكبر ، يمكن ترسيبها في أحواض الترسيب وتتم عملية المزج في أحواض ذات حواجز يسير فيها الماء في إتجاه رأسي و أفقي.

❖ **تصميم أحواض المزج البطئ:**

- السرعة خلال القنوات تكون (15 – 45) سم/الثانية.
- مدة بقاء الماء في الحوض تكون (20 – 45) دقيقة.
- عرض القنوات (45 – 60).
- لا يقل عمق المياه عن 90 سم.
- المسافة بين الحوائط (0.75 – 1.5) متر.
- العمق (2 –3) مرات البعد بين الحوائط.



شكل (٢-٢): أحواض المزج السريع والبطئ وكيفية عملها.

٢-٥-٩: أحواض الترسيب:

الغرض من هذه العملية ترسيب أكبر قدر من المواد العالقة التي أمكن زيادة حجمها أثناء عملية الترويب وتدخل المياه الحوض عن طريق ماسورة رأسية عند محور الحوض الرأسي في منتصف الحوض وتتم عملية تقليب المياه بواسطة أذرع أفقية تدور حول المحور الرأسي للحوض وتعمل بموتور كهربائي ليتم الترويب وتتجه المياه لأعلى وتتخطى الحاجز الرأسي وتتجه الرواسب لأسفل الحوض وتعمل الزحافة على كشط الرواسب أما المياه المروقة تتجه إلى مجرى المنشأة على محيط الحوض لماسورة الخروج للمرشحات.

❖ **الأشياء التي تؤثر في أسس التصميم:**

١- خصائص المياه ومكوناتها.

٢- الكفاءة المطلوبة للترسيب.

٣- نوعية المرشحات.

٤- تشغيل وحدات التنقية المختلفة.

- ويجب ألا يقل عدد أحواض الترسيب عن حوضين.

❖ **أنواع أحواض الترسيب: type of sedimentation basins:**

١- مستطيلة :

تصميمها بسيط يسمح للمياه بالتدفق أفقيا ، غير مُكلف وصيانته بسيطة ولكن يحتاج لمساحة كبيرة.

- **أسس تصميم أحواض الترسيب المستطيلة:**
  - لا يقل عدد الأحواض عن 2.
  - طول الحوض (3-5) العرض.
  - العرض (2 -4) العمق.
  - عمق المياه (2-1) متر.
  - مدة المكث (2-3) ساعات.
  - معدل تحميل الهدار (weir over flow rate) (150 – 300) متر³/متر²/اليوم ويجب ألا يزيد عن 200 متر^3/متر²/يوم. وفي حالة الهدار ذو الفتحة (v-notch) يجب ألا يزيد عن 300 متر^3/متر²/ يوم.
  - لا تزيد السرعة الأفقية عن 30 سم/الدقيقة.
  - لا يزيد طول الحوض عن 50 متر.
  - ميل القاع يكون في حدود (1% – 2%) في إتجاه تجميع الرواسب.
  - سرعة المياه في المواسير الخارجة تتراوح (0.5 – 0.7) متر/ الثانية.
  - معدل التحميل السطحي (surface over flow rate) (20- 45 متر^3/متر^2/اليوم).
  - لا يقل قطر أنبوب خروج الرواسب عن 150 ملم.

٢- الثنائي:

هو حوض يتكون من طابقين من الأحواض أحداها أعلى الآخر ويحتاج عمليات مكلفة أكثر إلا أنه يوفر مساحة.

٣- الدائرية:

الأكثر استخداما ولكن به مشاكل تشغيل بسيطة.

- **أسس تصميم أحواض الترسيب الدائرية:**
  - لا يذيد قطر الحوض عن 40 متر.
  - مدة المكث (2-3) ساعات.
  - معدل تحميل الهدار (weir over flow rate) من (200 – 300) متر^3/متر^2/يوم.
  - لا تزيد السرعة القطرية عن 30 سم/الدقيقة.
  - معدل التحميل السطحي (20- 45) متر^3/متر^2/يوم.
  - ميل القاع (2%-4%) ويكون إتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب.
  - سرعة المياه في المواسير الخارجة (0.5 – 0.7) متر/الثانية.
  - لا يقل قطر أنبوب خروج الرواسب عن 150 سم.

شكل (٢-٣): أحواض الترسيب الدائرية.

- **مدة بقاء المياه في الحوض: (detention time):**

هي الفترة الزمنية التي تمكثها كمية معينة من المياه إبتدائاً من دخولها حوض الترسيب وحتى خروجها منه وهي النسبة الى حجم الحوض وتصرف المياه خلاله.

$$TD = V/Q$$

حيث:

Q ≡ flow rate V ≡ volume of tank

٢-٥-١٠:الترشيح:

الترشيح هو إزالة المواد العالقة عبر تمريرها في طبقة تحتوي على فتحات خشنة مثل الرمل وأثنا مرور الماء عبر الفلتر نجد أن الجزيئات العالقة تُحجز وكذلك 80% من البكترياء ، وتزيل الطحالب والحديد والمنجنيز والطعم والرائحة.

شكل (٢-٤): أحواض الترشيح.

❖ **وصف عملية الترشيح:**

تلتصق بعض المواد العالقة بسطح حُبيبات الرمل وتساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة وتترسب بعض المواد العالقة في فجوات طبقة الرمل حيث تعمل طبقة الرمل كمصفاة لحجز المياه العالقة وتتكون طبقة هلامية على سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة مما يساعد على عملية اصطياد وحجز المواد العالقة.

❖ **أنواع المرشحات:**

- **المرشحات الرملية السريعة: (rapid sand filter):**

هو عبارة حوض من الخرسانة المسلحة به طبقات من الرمل بأحجام متدرجة وطبقة من الزلط ، تعمل كأساس أسفل الرمل. ويوضع أسفل الزلط مصفى أو ماسورة مثقبة تصب في قناة رئيسية لتجميع المياه المرشحة ويكون عمق الرمال (50 – 75) سم ، وعمق الزلط (40 – 60) سم ، والمواسير المثقبة قطر ثقوبها (6 – 19) ملم ، والمسافة بينها (8 – 30) سم وعمق المياه فوق سطح الرمل 150 سم ، وترتفع حافة الحوض بما لا يقل عن 50سم

، فوق سطح الماء ويراعى ألاّ يزيد الإرتفاع بين سطح الرمل وسطح قنوات الغسيل عن 75 سم.

- **أسس التصميم والتشغيل للمرشحات السريعة:**

- معدل الترشيح (120 – 240) متر^3/متر^2/يوم.
- سرعة المياه من أسفل الى أعلى (50 –80) سم/الدقيقة.
- مساحة المرشح الواحد في حدود 50 متر^2 لضمان مرونة التشغيل.

- **المرشح الرملي البطئ: (slow sand filter):**

يتكون هذا المرشح من الخرسانة وتوجد على أرضية المرشح شبكة من المواسير المثقوبة تعلوها طبقة من الزلط المتدرج بسمك (30–60) سم ، وتعلو طبقة الزلط طبقة أخرى من الرمل بسمك (60 – 120) سم ، يصل إرتفاع الماء الى 150سم ، وتحتاج هذه المرشحات الى مساحة واسعة مما يجعل تكاليفها أكثر من المرشحات السريعة فضلا عن عدم صلاحيتها في المناطق الحارة حيث تنموء الطحالب بكثرة ويستخدم المرشح البطئ لترشيح المياه ذات العكارة البسيط ويعتبر هذا المرشح أنسب للإستخدام في التجمعات والقرى الصغيرة.

- **أسس تصميم المرشحات الرملية البطيئة:**

- معدل الترشيح (2.4– 9.6) متر^3/متر^2/يوم.
- قنوات التجميع المسافة بينها لا تزيد عن 3 أمتار وقطرها (50 – 200) ملم ، والسرعة فيها (12 – 32) سم/الثانية.
- قنوات التجميع الرئيسية قطرها (25 – 90) سم ، والسرعة فيها من (20 – 50) سم/ثانية ، يتم تحديد عدد المرشحات ومساحة كل مرشح حسب التصريف التصميمي وتخطيط عملية التنقية.

١- المرشح النابض (pulsate)

يعتبر هذا النوع من أحدث وأكفأ المرشحات التي تعمل على ترشيح المياه ويتميز هذا المرشح بالقدرة على إزالة اللون والعكارة من المياه والقدرة على التعامل مع أي نوع من المياه السطحية وهو ذو فعالية لإنتاج المياه النظيفة التي تلائم الصناعات التي تتطلب مياه على درجة عالية من النقاء ولهذا المرشح مرونة فائقة وسهولة في التشغيل وله فاقد بسيط في ضغط المياه.

٢- مرشح الضغط (pressure filter)

يتكون هذا المرشح من الرمل والزلط وشبكة المواسير السفلى ويختلف في أنه يوجد بداخل أسطوانة من الحديد وأن المياه يتم ترشيحها تحت ضغط 2 ضغط جوي وبذلك يمكن الإستغناء عن استخدام الطلمبات الرافعة للمياه المرشحة ويفضل آلا يزيد معدل الترشيح في هذا النوع عن 240 متر^3 ، للمتر المربع في اليوم وتكون هذه المرشحات أما رأسيا أو أفقيا من حيث محور الهيكل الأسطواني للمرشح ، إلا أن سريان المياه في كلا النوعين يكون رأسيا ومن أعلى الى أسفل ويكون هيكل المرشح عادة من الصلب المقاوم للصدأ ويكون قطر المرشح من (50 – 260) سم ، وطوله وإرتفاعه من (100– 750) سم ، ومرشحات الضغط صغيرة الحجم تحتاج الى مساحة أقل من المرشح السريع ويستخدم هذا المرشح في عمليات المياه المدمجة وحمامات السباحة.

معادلة عدد المرشحات

$$N = 0.044 * Q^{0.5}$$

حيث :

N ≡ عدد المرشحات

Q ≡ التصريف

- **ويمكن حساب أبعادها من المعادلة :**

$$Q = 0.76 * b * h^{2/3}$$

حيث :

Q ≡ التصريف (لتر/الدقيقة).

b ≡ عرض القناة.

h ≡ عمق المياه في بداية القناة.

- **عملية غسيل المرشحات:**

- يمكن حساب كمية المياه للغسيل (back wash) على أساس أنها تساوي (1–5) من كمية المياه المرشحة أثناء فترة الترشيح وتسغقرق 15 دقيقة.
- معدل دخول الهواء المضغوط في عملية الغسيل (1 – 1.5) متر^3/الدقيقة/متر^2 من مساحة المرشح في مدة (2–3) دقائق.
- سرعة المياه في الماسورة من حوض الترسيب لمدخل المرشحات (30–60) سم/الثانية.
- السرعة في ماسورة المياه المرشحة(90 – 180) سم/الثانية.
- السرعة في ماسورة الغسيل (150 – 300) سم/الثانية.
- السرعة في ماسورة صرف مياه الغسيل (100– 200) سم/الثانية.
- قنوات تجميع مياه الغسيل المسافة بينها(150– 200) سم.

- **هنالك عدة طرق لغسل المرشحات:**

يتم إدخال هواء مضغوط عبر وسط الترشيح ، يغسل المرشح بماء مضغوط عبر وسط الترشيح لمدة 5 دقائق غسل نهائي حتى يكون ناتج الغسيل خالي من الشوائب.

أو يغسل المرشح بماء مضغوط عبر وسط الترشيح لمدة 3 دقائق بمعدل متوسط. يتم إدخال هواء مضغوط عبر وسط الترشيح لمدة دقيقتين الى ثلاث دقيقة ، يغسل المرشح بماء مضغوط عبر وسط الترشيح لمدة ثلاث دقائق بمعدل عالي غسل نهائي حتى يكون ناتج الغسيل خالي من الشوائب حوالي دقيقتين.

جدول (٢-٣):مقارنة بين المرشحات الرملية البطيئة والرملية السريعة

البيان	المرشحات الرملية البطيئة	المرشحات الرملية السريعة
معدل الترشيح	R= (2.4- 9.6) m/day	R =(120-240) m/day
مساحة المرشح (المرشحات)	التصريف على معدل الترشيح (مساحة كبيرة)	التصريف على معدل الترشيح (مساحة صغيرة)
مساحة المرشح الواحد	Up to 1000 m^2	(30 – 80) m^2
عمق وسط الترشيح	رمل (90 - 150) cm حصى (30 -50) cm	رمل (50-75)cm حصى (30-50)cm
معدل الإنتظام للرمل (القطر الفعال)	C_u = (1.7 - 2.5) D_{eff} =(0.15 - 0.35) mm	$C_{u=}$(1.5 - 1.2) D_{eff} اكبر من 0.35
إرتفاع وسط الترشيح	(130 - 180) cm	(100-150)cm
إرتفاع الماء فوق وسط الترشيح	(100-150)cm	(100-150)cm
المادة المستخدمة في بناء المرشح	الطوب والخرسانة المسلحة	الطوب والخرسانة المسلحة
نوع العمالة	ماهرة أو مدربة	مدربة
تغلغل المواد العالقة	سطحي	عميق

٢-٥-١١: التعقيم:

يعتبر من أهم مراحل تنقية مياه الشرب حيث يتم القضاء على البكترياء والميكروبات الضارة للإنسان والحيوان والغرض الأساسي من التعقيم هو التخلص من باقي البكتريا الضارة وإعطاء جرعة إضافية من الكلور يمكن أن تصل الى نهايات الخطوط في الشبكة وتقضي على أي تلوث.

❖ **تتعدد طرق تعقيم المياه:**

١- التعقيم بالكلور:

وهو أهم نوع من طرق التعقيم وأكثرها إنتشارا نظرا لسهولة إنتاجه وتكلفته البسيطة بالقياس الى طرق التعقيم الأخرى وتحدد جرعة الكلور المضافة للمياه بحيث تكون هنالك نسبة من الكلور الكتبقي في نهاية شبكة المياه والجرعة المتبقية المطلوبة في الشبكة تتراوح بين (0.2 – 0.5) ملجم/لتر، بعد فترة تلامس ويضاف الكلور قبل دخول المياه المرشحة للخزان الأرضي (بئر التسكين) والتي تنقى فيه لمدة تصل الى 6 ساعات ويحتاج الى فترة تلامس مابين (20-30) دقيقة لضمان إتمام التفاعل.

- **العوامل المؤدية الى تعقيم جيد:**

١-التركيز (concentration).

٢-الرقم الهيدروجيني المنخفض (PH value).

٣-فترة تلامس مناسبة (20-30) دقيقة.

٤-عكارة بسيطة في المياه (low turbidity).

٥-كلورة متبقية بنسبة معقولة (residual chlorine).

٦-درجة الحرارة: تزيد فعالية الكلورة بإرتفاع درجة الحرارة.

- **طريقة إضافة الكلور:**

يضاف الكلور الى الماء على هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته وتعتبر إضافة الكلور على هيئة غاز أفضل الطرق تليها على هيئة سائل.

شكل (٢-٥): طريقة إضافة الكلور.

٢- التعقيم بالأوزون:

الأوزون مطهر ممتاز يفوق الكلور بنحو20 مرة وصعب الزوبان في الماء إذ تبلغ كثافته 1.6 من الهواء لونه يتراوح من عديم اللون الى الأزرق ويحتاج الى تكنولوجيا معقدة لإنتاجه واستخلاصه. ولهذا فهو غير إقتصادي بالقياس الى الكلور ويستخدم على نطاق واسع في فرنسا ويجب أن تنشأ في موقع كل محطة تنقية وحدة لتوليد الاوزون حيث أنه يتفكك بسرعة الى مكوناته الأصلية لذلك فلا يمكن إنتاجه في مصنع مثلا ثم نقله الى المحطات.

٣- **التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية : (ultra violet)**

هي أشعة غير مرئية وهي مطهر قوي ويستخدم على نطاق ضيق جدا مثل المستشفيات والأشعة غير فعالة في حالة وجود عكارة بالماء حيث تتكسر هذه الأشعة على أحد الجزيئيات وترتد مرة أخرى مما يضعف فعاليتها لقتل الفيروسات لذلك فهي تستخدم فقط لتعقيم المياه الخالية من الألوان والعكارة ولا تسبب مشاكل في التذوق.

٤-بيرمنجنات البوتاسيوم :

هو مطهر قوي ولكنه غير إقتصادي حيث التكلفة العالية يمكن استخدامه كبديل للكلور في حالة الطوارئ .

٢-٥-١٢:الخزانات :

تنشأ الخزانات من الخرسانة بسعة تصل الى ألف متر مكعب أو من الحديد الصلب بأشكال أسطوانية أو مستطيلة أو مربعة أو كروية بسعات تتراوح بين (1200-100) متر^{٣} والغرض الأساسي من هذه الوحدات في تنقية مياه الشرب وتأمين إحتياطي كافي يغطي الإحتياجات المائية عند حدوث الأعطال أو الصيانة، وتنقسم الي:

١- **الخزان الأرضي : (ground water tank)**

يعمل الخزان الأرضي على مزج الكلور بشكل جيد وتخزين كمية المياه الإحتياطية (الطوارئ) وجزء من مياه الحريق بعد إتمام عملية الترشيح

وإضافة الكلور في الماء، يتم تخزين الماء في الخزان الأرضي بحيث يكفي إستهلاك المدينة (6-8) ساعات وينشأ الخزان من الخرسانة المسلحة ذو سقف مزود بفتحات للتهوية هذه الفتحات مغطاة بسلك دقيق يسمح بدخول الهواء دون الحشرات والأتربة.

يقسم الخزان الى قسمين منفصلين بحيث يمكن تفريغ أحد الأقسام وعمل الصيانة أو الإصلاح اللازم بينما يكون القسم الآخر داخل الخدمة كما يقسم الخزان الى حوائط عرضية لإطالة مسار المياه لإتمام عملية التعقيم.

٢-الخزان العالي (elevated tank):

يتم إنشاء الخزان العالي للأسباب الأتية :-

١-تخزين الفرق بين احتياجات المدينة بالليل والنهار.

٢-تثبيت الضغط في جميع أجزاء الشبكة .

٣-منع حدوث ظاهرة المطرقة المائية على طلمبات الضغط العالي.

- يتم بناء الخزان العالي من الصلب أو الخرسانة المسلحة ويقام على أعمدة أو أسطوانة خرسانية وتكون تغذية هذا الخزان من ماسورة صاعدة مصنوعة من الحديد الصلب وتكون هي نفس الماسورة المغذية للشبكة من الخزان ويصمم الخزان بشكل تقريبي على أساس متطلبات تخزين المياه فقط وتساوي 15% من الإستهلاك الكلي عمود من النحاس الأحمر طوله 2 متر قطره من أسفل 5 سم ومدبب من أعلى ويثبت فوق حلة الخزان بواسطة جلب ويتصل بالأرض بواسطة سلك نحاس أحمر قطره 8.5 ملم، يمر السلك فوق بكرة من الصيني المعزول ويثبت بجانب حلة

الخزان حتى يصل الى سطح الأرض . يتصل بلوحة من النحاس مقاسها(1 * 1متر 1 * 3 ملم) ، وموضوعة داخل حفرة بعمق 1.5 متر ، مملؤة بالفحم لتصريف أي شحنات الى الأرض.

شكل (٢-٦): الخزانات العالية.

٢-٥-١٣عمليات تشغيل المحطات:

*** احتياطيات قبل بدأ تشغيل الوحدات :**

- التأكد من السلامة العامة لجميع مكونات الوحدات.
- مراجعة المأخذ والتأكد من سلامة مكوناته.
- التأكد من محابس الطلمبات.
- التأكد من سلامة خطوط السحب والطرد والصرف لجميع الوحدات.
- مراجعة لوحة الكهرباء الرئيسية والتأكد من سلامة المكونات والفيوزات.
- التأكد من سلامة اللوحات الكهربائية الفرعية.
- التأكد من التيار الكهربى والفولت المطلوب لتشغيل الوحدات.
- تجربة جميع الطلمبات والتأكد من اتجاه الدوران الخاص بها.
- التأكد من توافر الكيماويات الخاصة بِتشغيل الوحدات.

2-6: محطة بحري لتنقية المياه:

٢-٦-١: نبذة تعريفية عن محطة بحري:

تقع محطة بحري على ضفاف النيل الازرق بمدينة بحري وتم انشاءها على عدة مراحل وتعتبر أكبر محطة بجمهورية السودان من حيث الانتاجية وتقدر انتاجيتها فى اليوم بحوالى 300 الف متر مكعب فى اليوم وتغذى أجزاء كبيرة من ولاية الخرطوم أى مناطق بحرى والخرطوم وامدرمان .

٢-٦-٢ : مكونات محطة بحري:

٢-٦-٢-١: المحطة القديمة (أ)

تاريخ الانشا:1954م

١- عدد إثنين مضخات ساحبة من المأخذ، المضخة الواحدة1600 متر مكعب فى الساعة.
٢- حوضَيٌ ترسيب سعه الحوض الواحد 100 متر مكعب.
٣- ثمانية أحواض ترشيح.
٤- ثلاث مضخات ضغط.
٥- أربع مضخات ضغط عالى ، بانتاجيات مختلفة.
٦- مخزن تجميع مياه المرشحات.
٧- مخزن رئيسى ، السعة5000 متر مكعب.
٨- صهريج ، السعة 500 متر مكعب.

- المحطة (أ) تغذى شبكة جنوب منطقة بحرى بانتاجية30000 متر مكعب فى اليوم.
-

٢-٦-٢-٢المحطة الجديدة (ب)

تاريخ الانشاء 1979 - 1986

١- ست مضخات ساحبة من المأخذ بأنتاجيات مختلفة.
٢- حوضَيٌ ترسيب ، سعه الحوض الواحد 1000 متر مكعب.
٣- عشرة أحواض ترشيح ، انتاجية الحوض الواحد (300) متر مكعب فى الساعة.
٤- مخزن تجميع المياه المرشحة من المحطة (ب) والمحطة (ج) .
٥- خمس مضخات ناقلة ضغط منخفض بانتاجيات مختلفة. مضخة واحدة تغذى محطة الصهريج ببحرى ، مضخة مشتركة تغذى منطقة بحرى و منطقة القمائر بامدرمان ، ثلاثة مضخات تغذى محطة القمائر بامدرمان.

٢-٦-٢-٣:المحطة الجديدة (ج)

تاريخ الانشاء 1999م

١- خمس مضخات ساحبة من المأخذ ، إنتاجية المضخة الواحدة 1250 متر مكعب فى الساعة.
٢- أربعة أحواض ترسيب ، سعه الحوض الواحد 8000متر مكعب.
٣- ثمانية عشر حوض ترشيح.
٤- ثمانية مضخات ناقلة ضغط منخفض. خمسة منها تغذى محطة الضغط العالى الصحافة ، انتاجية الواحدة 600مترمكعب فى الساعة. ثلاث مضخات تغذى محطة الضغط العالى بحرى ، إنتاجية المضخة الواحدة 950مترمكعب فى الساعة.

٢-٦-٢-٤:اللاميلا :

تعمل اللاميلا علي استخدام ألواح مائلة بزاوية حادة بزيادة المساحة المستخدمة في الترسيب حتى تكون المساحة هي المساحة المستخدمة علي مستوي أفقي. ونظرياً تعتبر المسافة الراسية للترسيب والتي تحدد المسافة بين الألواح ونظراً للقوة المؤثرة علي الجزيئات العالقة وهي الوزن إلي أسفل والسريان في إتجاه ميل الألواح وتكون لها القدرة علي ترسيب الجزيئات علي سطح اللاميلا. وعند ترسيبها علي السطح تصبح القوى المؤثرة عليها هي الوزن إلي أسفل (الجاذبية). مما يعمل علي انزلاق الجزيئات إلي قاع الحوض ، يمر الماء بين الألواح قبل الخروج من بين فتحات الهدار مما يزيد كفاءة الترسيب في هذه المرحلة ويقلل الحمل السطحي.

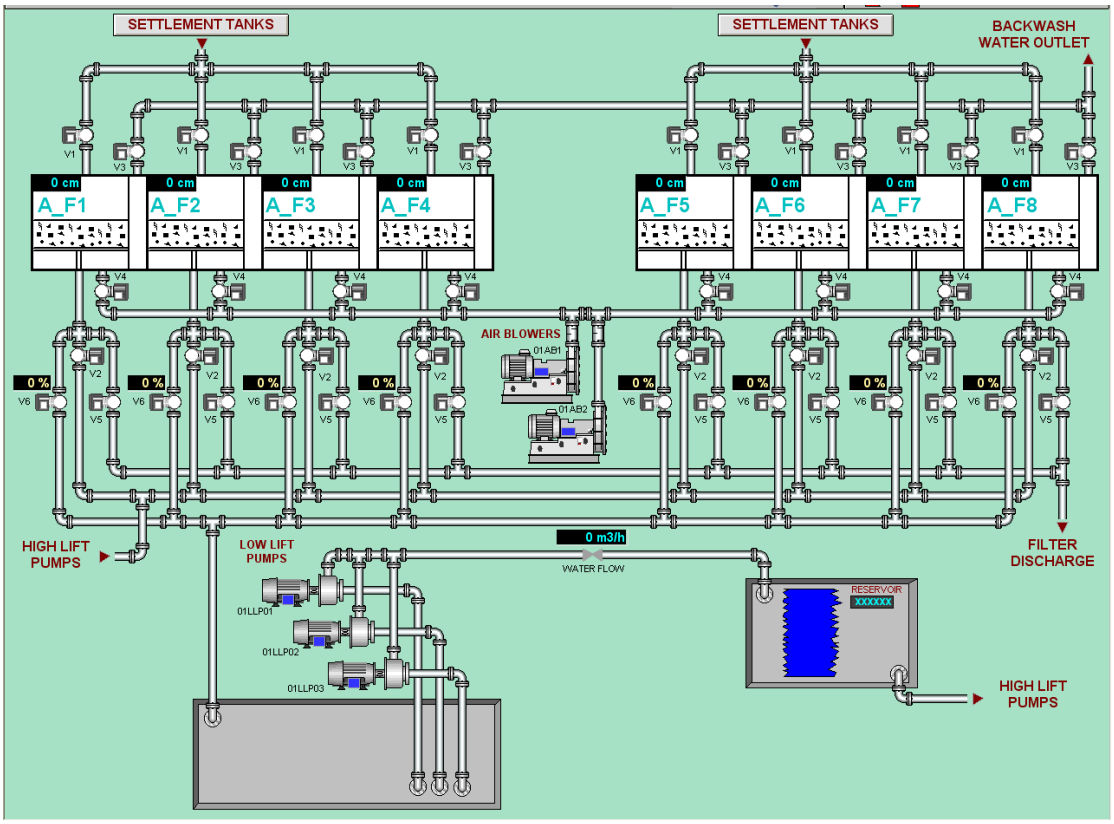
٢-٦-٢-٥: نظام الإسكادا:

هو أحد البرامج المستخدمة من أجل عمليات التحكم التي يتم بها تجميع البيانات في الوقت الحقيقي من أماكن بعيدة بمراقبة التجهيزات والظروف الحيطة وبنفس الوقت التحكم بها.

يضم نظام الإسكادا قسمين من التجهيزات :

قسم الـ hardware و software ، حيث أن تجهيزات hardware تجمع المعلومات وترسلها للكومبيوتر الذي يحوي مسبقا على البرمجية الخاصة بنظام الاسكادا (software) ، ثم يقوم الكومبيوتر بمعالجة هذه المعلومات وتمثيلها وعرضها للمستخدم لقراءتها واتخاذ القرار بشأنها.

وغالبا ما يقترن استخدام نظام اسكادا مع المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة ، حيث يقوم المتحكم بإرسال البياناتالى نظام اسكادا وتنفيذ الأوامر القادمة من مدير نظام اسكادا.



شكل (٢-٧): نظام الإسكادا.

٢-٧ : الأمن والسلامة:

تتوفر أدوات السلامة داخل المحطة ولكن لايوجد مسؤول عن الأمن والسلامة داخل المحطة.

الباب الثالث

طريقة إجراء البحث

٣-١: مقدمة:

تحتوي على طريقة إجراء البحث والمخرجات المتوقعة.

٣-١-١: طريقة إجراء البحث:

- ❖ جمع المعلومات ذات الصلة بموضوع البحث وذلك من الدراسات والأدبيات السابقة المختصة .
- ❖ القيام بالزيارات الميدانية لمنطقة الدراسة (محطة بحري) وذلك لجمع البيانات المتعلقة بالمحطة قيد البحث.
- ❖ إخراج التقارير الهندسية المصاحبة.

٣-١-٢: المخرجات المتوقعة:

- ❖ معرفة مدى جودة تنقية المياه.
- ❖ العمل على اقتراح طرق العلاج المناسبة في حالة وجود القصور في كفاءة المحطة.
- ❖ معرفة ما إذا كان من الممكن تطبيق نظام أحدث.

٣-٢: التجارب:

٣-٢-١ التجارب الكيميائية

٣-٢-١-١: الرقم الهيدروجيني :

الغرض من التجربة هو قياس الرقم الهيدروجيني للعينة.

- **الأدوات والأجهزة :**

١- جهاز (PH Meter)

٢- كأس (100 ml)

- **طريقة العمل :**

مُلأ الكأس (100 ml) من العينة ، ثم أُدخل الإلكترود في العينة ثم فُتح الجهاز وسُجلت القراءة.

٣-٢-١-٢: المواد الصلبة الذائبة (TDS) والموصليةالكهربية :

الغرض من التجربة قياس المواد الصلبة الذائبة والموصلية الكهربية في العينة.

- **الأدوات والأجهزة :**

١- جهاز (EC meter)

٢- كأس (100 ml)

- **طريقة العمل :**

مُلأ الكأس بـ (100 ml) من العينة ، ثم أُدخل الالكترود في العينة ثم فُتح الجهاز و سُجلت القراءة.

لقراءة الموصلية الكهربية يتم تغير ضبط الجهاز وتسجيل القراءة.

٣-٢-١-٣ قياس الكلورايد في العينة :

الغرض من التجربة حساب الكلورايد في العينة.

- **المواد المضافة في التجربة :**

١- نترات الفضة.

٢- كرومات البوتاسيوم.

- **الأدوات والأجهزة :**

١- قمع.

٢- دورق معايرة.

٣- سحاحة.

٤- ماصة.

- **طريقة العمل :**

مُلأت السحاحة بنترات الفضة ، وأُخذت (100 ml) من العينة ووُضعت في دورق المعايرة ، وتمت إضافة (1 ml) من كرومات البوتاسيوم الي محتويات الدورق ، حتى تحول المحلول الى اللون الاصفر.

تمت معايرة محتويات الدورق مع السحاحة ، في نقطة النهاية تحول المحلول من اللون الأصفر الي اللون الأحمر.

٣-٢-١-٤ القاعدية :

الغرض من التجربة حساب القاعدية للعينة.

الأدوات والأجهزة :

١- سحاحة.

٢- ماصة.

٣- قمع.

٤- دورق معايرة.

- **المواد المضافة :**

١- حامض الكبريتيك.

٢- دليل الفينونفثاليثن.

٣- دليل الميثيل البرتقالي.

٤- محلول بيروكسيد.

- **طريقة العمل :**

مُلأت السحاحة بالحامض ، وأُخذت (50 ml) من العينة ووُضِعت في دورق المعايرة ، تم إضافة (3-2) نقاط من دليل الفينونفثالين للمحلول فتحول لونه الي اللون الأحمر (في حالتة القاعدية) ، تمت مُعايرة محتويات الدورق مع السحاحة ، عند نقة النهاية تحول المحلول من الأحمر الي عديم اللون ، تم إضافة (3-2) نقاط من دليل الميثيل البُرتقالي الي نفس المحلول تحول اللون الي الاصفر ، تمت معايرة محتويات الدورق مع السحاحة ، عند نقطة النهاية تحول المحلول الي اللون الأحمر.

- **في حالة عدم تغير اللون بعد إضافة دليل الفينونفثالين الي الاحمر نضيف المزيد من الدليل.**

٣-٢-١-٥:عسر الماء :

الغرض من التجربة حساب عسر الماء (الماغنيزيوم والكالسيوم).

- **المواد المضافة :**

١- EDTA.

٢- محلول الأمونيا.

٣- EBT.

٤- هيدروكسيد الصوديوم.

طريقة العمل :

مُلأت السحاحة بEDTA ثم أُخذ 50 ml من العينة ووضعت في دورق المعايرة. وأُضيف 2-1 ml من محلول الامونيا الي دورق المعايرة وأُضيف قليل من دليل EBT الي الدورق حتى تحول المحلول الي الاحمر. وتمت معايرة محتويات الدورق مع السحاحة ، عند نقطة النهاية تحول لون المحلول من اللون الاحمر الي اللون الازرق. أُخذت 50 ml من العينة ووضعت في دورق المعايرة. وتم إضافة 2 ml من هيدروكسيد الصوديوم الي محتويات الدورق. وقليل من البيروكسيد الي المحلول فتحول اللون الي الاحمر. وتمت معايرة محتويات الدورق مع السحاحة ،عند نقطة النهاية تحول لون المحلول الي اللون البنفسجي.

٣-٢-٢:التجارب البيولوجية

٣-٢-٢-١: حساب العدد الكلي للبكتيريا:

الغرض من التجربة حساب عدد البكتيريا الموجود بالعينة.

- **الأدوات و الأجهزة :**

١- أطباق زجاجية.

٢- ماصات.

٣- أنابيب اختبار.

٤- جهاز الأوتوكليف.

٥- وسط غذائي Nutrian Agar.

طريقة العمل :

غُسلت الأدوات الزجاجية و وُضعت في الفرن الكهربائي عند درجة حرارة 160 لمدة ساعه ، وُضع (9 ml) من الماء المقطر في كل أُنبوبة اختبار ، ثم وُضع الوسط الغذائي (Nutria Agar) في جهاز الأوتوكليف في درجة حرارة 121 لمدة 15 دقيقة ، تم إضافة (1) ml من العينه الى (9 ml) من الماء المقطر في أنبوبة الإختبار ، ثم نقل (1 ml) من أنبوبة الإختبار 1 الى انبوبة الإختبار2 ، ثم نقل (1 ml) من أنبوبة الاختبار2 الى أنبوبة الإختبار3 ، ثم نقل (1 ml) من أنبوبة الاختبار 3 الى أنبوبة الإختبار 4 ..... ألخ ، و أُخذ (1 ml) من التخفيف المختار 1 أو 2أو 3 ، ونُقل (1 ml) من التخفيف الى الطبق ثم صُب حوالي 15 (ml) من الوسط الغذائي وتم توزيعها، ثم وُضع طبق بتري في الحاضنة لمدة يوم ، وحُسب عدد المستعمرات.

٣-٢-٢-٢ E.COLI :

الغرض من التجربة حساب عدد البكتيريا الموجود بالعينة.

- **الأدوات و الأجهزة :**

١- أطباق زجاجية .

٢- ماصات.

٣- أنابيب اختبار.

٤- جهاز الأوتوكليف.

٥- وسط غذائي EMB Media.

طريقة العمل :

غُسلت الأدوات الزجاجية و وُضعت في الفرن الكهربائي عند درجة حرارة 160°م لمدة ساعه ، ثم وُضع (9 ml) من الماء المقطر في كُل انبوبة اختبار ، و وُضع الوسط الغذائي (EMB Media) في جهاز الأوتوكليف في درجة حرارة 121°م لمدة 15 دقيقة ، وأُضيف 1) (ml من العينه الى (9 ml) من الماء المقطر في أُنبوبة الإختبار ، ثم نُقل (1 ml) من أُنبوبة الإختبار 1 الى أُنبوبة الإختبار 2 ، ثم نُقل (1 ml) من أُنبوبة الإختبار 2 الى أُنبوبة الإختبار 3 ، ثم نقل (1 ml) من أُنبوبة الإختبار 3 الى أُنبوبة الإختبار 4 ... ألخ ، وأُخذ (1 ml) من التخفيف المُختار 1 او 2 او 3 ، ثم نُقل (1 ml) من التخفيف الى الطبق ثم صُب حوالي (15 ml) من الوسط الغذائي و توزيعها ، ووُضع طبق بتري في الحاضنة لمدة يوم ، ثم حُسِبَ عدد المستعمرات.

٣-٢-٢-٣ Total coli form :

الأختبار الأحتمالي:

تم تلقيح ثلاثة أنابيب كبيرة ، تحتوي علي ضعف التركيز في الوسط الغذائي. وسته أنابيب ، تحتوي على التركيز العادي للوسط باضافه (0.1 ml) , (1 ml) , (10 ml).

ثم حُضنت في درجة حرارة (27° C) لمدة (24 ساعة) أُولى و(48 ساعة) ، وُجود الغاز وظهور اللون الأصفر خلال (24 ساعه) الأولى دليل على نتيجه ايجابية، عدم ظهور الغاز عند نهاية ال 48 ساعة الأُخرى دليل على نتيجة سلبية.

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

٤-١ :النتائج والمخرجات

٤-١-١ :نتائج محطة مياه بحري :

التاريخ : السبت ، الموافق 6-7-2014

جدول (4-١): نتائج تجارب محطة بحري:

Time	TAP A	TAP B	TAP C
11:00 am	14.5	2.3	2.9
3:00 pm	10.5	5.9	5.4
7:00 pm	8.8	7.8	6.2
11:00 pm	7.2	6.7	6.3
3:00 pm	7.2	6.6	6
6:30 am	7	6.4	5
PH	7.9	7.95	7.9

جدول (٤-٢): نتائج محطة بحري:

Time	Clarif A2	Clarif B1	Clarif B2	Clarif C1	Clarif C2	Clarif C3	Clarif C4
11:00 am	8	3.2	1.5	1.7	2.7	1.4	1.6
3:00 pm	5.7	7.2	2.5	4.7	5	4	3.6
7:00 pm	6.4	6.8	2.5	5	6.1	4.1	3.7
11:00 pm	6	7.1	2.5	4.7	5.1	3.2	3.3
3:00 pm	6.8	7	2.5	4.6	5.5	3.2	3.4
6:30 am	8.6	7.2	2.6	4.6	6.4	3.1	3.6

جدول (٤-٣): نتائج محطة بحري:

Time	Free chlorine			Raw water
	A	B	C	
11:00 am	trace	trace	Trace	632
3:11 pm	trace	trace	Trace	547
7:00 pm	trace	trace	Trace	562
11:00 pm	trace	trace	Trace	606
3:00 pm	Nil	Nil	Nil	589
6:30 am	trace	trace	Trace	565
PH				8.0

جدول (٤-٤): نتائج محطة بحري:

NO	Dose	Turbidity
1	12	14.7
2	14	7.2
3	16	5.9

R.Dose = 16 ppm

Alk of raw = 100

Alk of TAB = 98

Microbial (A , B , C) → good result.

- **ملاحظات :**

- تم مراجعة الجرعة وضبطها على الساعة ٩صباحاً (8 ppm ≡ 190 mL/10 sec).
- تم تنبيه التشغيل لفتح درينات C و B الساعة 7مساءً.
- ما زالت مشكلة الكلور قائمة.
- الأوضاع مستقرة.

٤-١-٢: نتائج المعمل المركزي:

- التاريخ : **الأربعاء ، الموافق ٧-٧-2014**
- الموقع : **محطة مياه بحري – ماء خام**

Date:7.7.2014

Location: محطة مياه بحرى – ماء خام

Sample collected by:

Serial No MH/CC/14/0٥/0014

جدول (٤-٥): نتائج المعمل المركزي:

PARAMETER		UNIT	PARAMETER		UNIT
Appearance	Clear		**Chloride**	10	Mg/l
Turbidity	4.0	NTU	**Fluoride**	0.3	Mg/l
Color	-	TCU	**Sulfate**	15	Mg/l
Odor	NIL		**Ammonia**	0.04	Mg/l
pH	7.7		**Nitrite**	0.026	Mg/l
Temperature	31.3	Cº	**Nitrate**	2.0	Mg/l
E. Conductivity	250	IIs/cm	**Iron**	0.02	Mg/l
T.D.S	150	Mg/l	**Calcium**	24	Mg/l
T.S.S	-	Mg/l	**Magnesium**	10.56	Mg/l
T. Alkalinity	98	Mg/l	**Sodium**	11.38	Mg/l
PH.PH Alkalinity	NIL	Mg/l	**Potassium**	3.1	Mg/l
T.Hardness	104	Mg/l	**Manganese**	0.002	Mg/l
Phosphate	0.14	Mg/l			

٤-٢: المقارنة :

جدول (٤-٦): المقارنة بين النتائج والمواصفات السودانية والعالمية لمياه الشرب:

الإختبار	نتائج الإختبارات	المواصفات	الوحدة
Appearance	Clear	-	-
Turbidity	4.0	5	NTU
Color	-	-	TCU
Odor	NIL	NIL	-
PH	7.7	(8.5-6.5)	-
Temperature	31.3	Accepted	Cº
E.conductivity	250	-	Цs/cm
TDS	150	1000	Mg/L
T.Alkalinity	98	-	Mg/L
PH.PH Alkalinity	NIL	-	Mg/L
T.Hardness	104	-	Mg/L
Phosphate	0.14	-	Mg/L
Chloride	10	250	Mg/L
Fluoride	0.3	5	Mg/L
Sulfate	15	50	Mg/L
Ammonia	0.04	1.5	Mg/L
Nitrite	0.026	-	Mg/L
Nitrate	2	0.1	Mg/L
Iron	0.02	200	Mg/L
Calcium	24	-	Mg/L
Magnesium	10.56	50	Mg/L
Sodium	11.38	150	Mg/L
Potassium	3.1	12	Mg/L
Manganese	0.002	50	Mg/L

٤-٣:المناقشة:

وقد أظهرت مقارنة النتائج لمياه المحطة مع المواصفات السودانية والعالمية أن المحطة تعمل بكفاءة جيدة جداً وتنتج مياه صالحة للشرب.

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات والمراجع

٥-١: الخلاصة والتوصيات:

٥-١-١:الخلاصة:

من خلال الدراسة التي أجريت في محطة بحري والإختبارات المتعلقة بالمحطة وخصائص المياه الناتجة ، تم التوصل الى أن المحطة تعمل بكفاءة جيدة جدا . إلا أن هنالك فترات تواجه فيها المحطة بعض المشاكل مثل فترة الفيضان والتي تحتوي علي نسبه عالية من العكاره وتحتاج إلي متابعة أكثر وكذلك فتره الشتاء التي بها كمية عالية من العكاره .

٥-١-٢:التوصيات:

- لابد من توفر المواد بصور منتظمة.
- لابد من توفر الاسبيرات لعملية الصيانة.
- مراعاة التكلفة العالية في الكهرباء والمواد الكيمائية وتوفير المال اللازم لها.
- لابد من توفر مسؤول متخصص في الأمن والسلامة بالمحطة.
- لابد من استخدام نظام الإسكادا لزيادة كفاءة المحطة.

٥-٢ :المراجع والمصادر:

- محمد صادق العدوي و أحمد جمال الجوهري – هندسة التركيبات الصحية – جامعة الإسكندرية كلية الهندسة –2003.
- محمد صادق العدوي – الهندسة الصحية – دار الفكر العربي –2008.
- محمود حسين المصيلحي – هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي – دار الكتب العلمية – ج 3– 2007 .
- محمد إسماعيل عمر – معالجة المياه – دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – كلية الهندسة –2003.
- الكود المصري – محطات تنقية المياه – ملتقى المهندسين العرب – الشبكة العنكبوتية تحديث ٢٠١٢/١٢/١٤م.
- مؤتمر مياه الشرب– مخرجات المؤتمر – ٢١ – ٢٤ /أبريل/ ٢٠٠٧م .
- محطة مياه بحري–مقابلة شخصية وتجارب معملية– (مارس/أبريل/مايو/يونيو/أغسطس ٢٠١٤م).
- هيئة مياه ولاية الخرطوم – مقابلة شخصية – مارس ٢٠١٤م.
- المعمل المركزي بالمقرن – تجارب معملية– ٢٠١٤/٧/٧م.
- دكتور خدام (جامعة الخرطوم) – مقابلة شخصية – أبريل ٢٠١٤م.
- أستاذه مها فوراوي (المشرف).