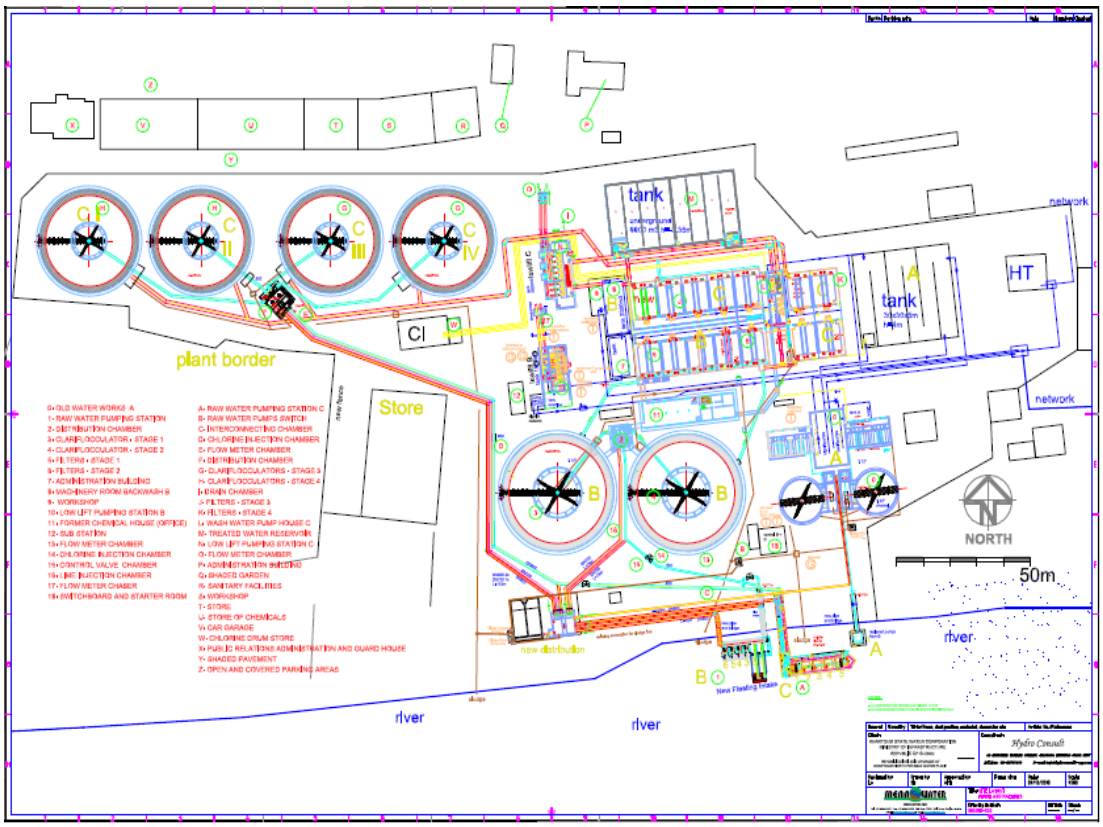
4-1 نبذه تاريخية عن محطة مياه بحرى

تقع محطة بحري في محلية بحرى بولاية الخرطوم فى الجانب الشرقى لكبري المك نمر .

تم انشاء المحطة عام 1954 علي يد الانجليز وكانت عبارة عن وحدة واحدة (A) وفي عام 1986 تم اضافة المحطة (B) ثم المحطة (C) فى عام 1993م .

وتعتبر محطة مياه بحري اكبر محطة في السودان وثاني اكبر محطة في افريقيا وأقدمها ، حدثت فيها تطورات عديدة منذ نشأتها . شكل رقم (4-1)



شكل رقم (4-1): يوضح مكونات محطة بحري

4-2 مكونات المحطة قبل التأهيل

تتكون المحطة من ثلاث وحدات شيدت فى فترات مختلفه :

4-2-1 المحطه (A):

تم إنشائها عام 1954م وتتكون من :

1/ مرسب واحد سعته 1000 متر ^{3} .

2/ ثمانية مرشحات .

3/ مضختين بمعدل انتاجية 250م^3 للفتحة الواحدة.

4/ حوضين للخلط السريع يعملان بالطاقة الدنياميكية المتولدة عن طريق جريان المياه فى شكل دائرى فى احواض قطرها 17 متراً .

5/ مخزن ارضى ومخزن توزيع .

6/ محطة ضخ خلفية للغسيل .

7/ حوضين ترسيب بمساحة 18 متر ^{2} لكل حوض

تنتج هذه المحطة حوالى 12000 متر ^{3} فى اليوم . وتغذى منطقة بحري القديمة (حلة حمد).

4-2-2 المحطة (B) :

تم إنشائها من عام 1979 - 1986م وتتكون من :

1- مضخات لرفع المياه الخام بانتاجية 800 متر ^{3} / ساعة ويتم تشغيل 4 مضخات و2 عند الحاجة .

2- عشرة مرشحات بمساحة 39 متر ^{2} لكل مرشح .

3- مخزن ارضى ومحطة ضخ منخفض .

4- حوضين ترسيب.

تنتج هذه المحطه حوالى 72000 متر^3 / اليوم وتغذى المنطقة المتبقة من بحرى ومنطقة القماير بأمدرمان .

4-2-3 المحطه C :

تم إنشائها عام 1993- 1999م تتكون من :

1/ خمسة مضخات بانتاجية 1250 متر^3 / ساعة يتم تشغيل 4 مضخات وواحدة عند الحاجة.

2/ أحواض خلط سريع .

3/ اربعة احواض ترسيب بقطر 37 متر لكل واحد .

4/ ستة عشر مرشح بمساحة 39 متر^2 لكل واحد .

5/ مخزن ارضى .

تنتج حوالي 108,000 متر^3/ اليوم وتغذى مخزن بحرى ومنطقة الصحافة بالخرطوم.

4-2-4 المعمل :

يحتوي المعمل على عدة أجهزة هي :

1- جهاز ال (PH) لتحديد الرقم الهيدروجيني .

2- جهاز كلورين ميتر وهو جهاز قياس الكلور .

3- جهاز (تيربدتي) يقيس نسبة العكاة في الماء .

4- جهاز تحديد الجرعات لتحديد جرع المواد الكيميائة التي تحتاج إليها المياه .

4-3 تشغيل المحطة

ترفع المياه الخام في محطة بحري من النيل الأزرق بواسطة مأخذ يسمح بتغيير إرتفاع المضخات حيث يتم رفع منسوبها في موسم الخريف عند إرتفاع منسوب النيل (عدا المحطة A لأن مضخاتها غاطسة) .

في المحطة (A) يوجد 3 مضخات غاطسة بإنتاجية 250 م3/ساعة

تم تغيرها بعد التأهيل إلى مضختين بإنتاجية 800 م3/ساعة لكل طلمبة أما المحطة (B) تحتوي على 6 طلمبات بإنتاجية 800م3/ساعة يتم تشغيل 4 طلمبات و 2 عند الحاجة.

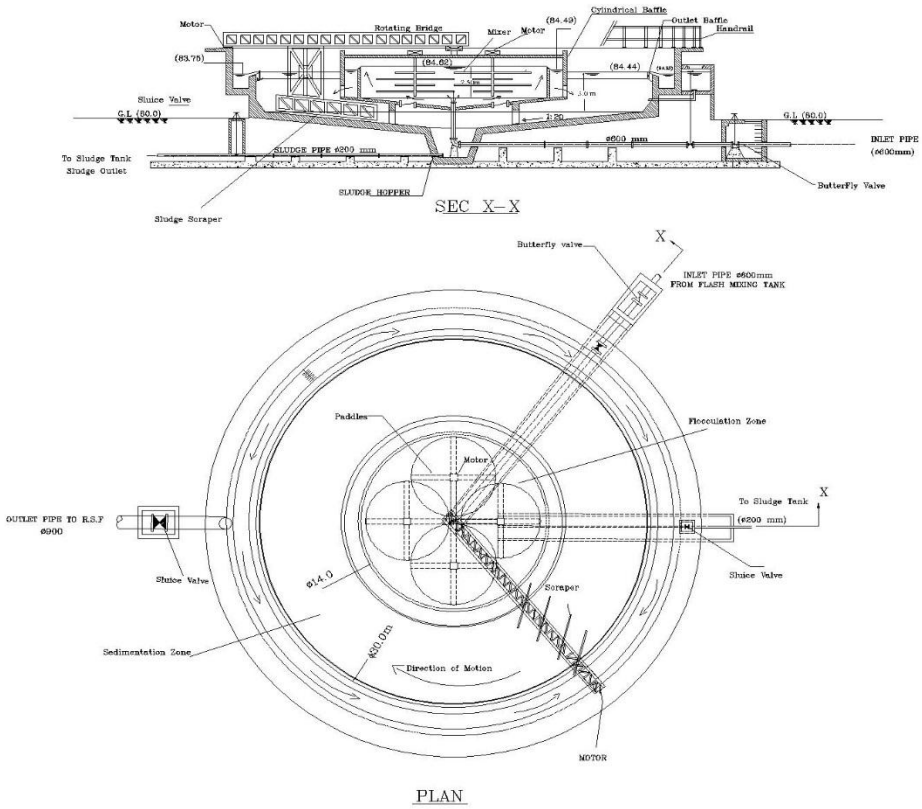
وعندالتأهيل تم تغير المضخات بحيث اصبحت إنتاجية المضخة الواحدة إلى 1600 م3/ساعة .

والمحطة C تحتوي على 5 مضخات انتاجية كل مضخة 1250م3/ساعة.

في المأخذ يت ضخ الماء إلى مرحلة الخلط السريع حيث يتم إضافة الجرعة الأولى من مادة (الكلور) والمادة المروبه(PAC) بولي ألمونيوم الكلوريد .

تنتقل المياه من أحواض الخلط السريع إلى المرسبات عن طريق الإنسياب تحت تأثير قوى الجاذبية .

المرسبات في محطة بحري عبارة عن مرسبات دائرية ، تنتقل المياه الى المرسبات حسب سعة كل حوض ترسيب . يتكون حوض الترسيب من جزء للخلط البطئ وجزء للترسيب حيث تنتقل المياه من جزء الخلط البطيئ الى جزء الترسيب يخرج الماء من المرسبات عبر هدارات على محيطة V-notches .



شكل رقم (4-2) : حوض الترسيب

يتم التخلص من المواد المروبة بطريقة ميكانيكية حيث جهز المرسب بكبري متحرك يمتد من المركز و حتى الحافة ، مزود بعجل يتحرك على الحافة وبهذه الحركة يتحرك الكاسح الموجود اسفل الحوض ويزيل الروبة المترسبة في القاع يتم تجميع هذه الروبه ثم نقلها عبر ماسورة موصلة إلى منظومة تصريف .

بعد ترسيب المواد العالقة تأتي عملية الترشيح وهي عملية ازالة الرواسب الدقيقة التي لم تترسب . أحواض الترشيح عبارة عن احواض مستطيلة الشكل بمساحة 39م2. وهي مرشحات رملية سريعة ، شيدت الاحواض من مادة صماء من الخرسانه المسلحة ويتكون وسط الترشيح من عدة طبقات مرصوصة تبدء من اعلى بالرمل الناعم ثم تليها طبقه من الرمل الخشن وتليها طبقة من الظلط ،أثناء مرور الماء عبر الرمل والظلط تعمل هذه الطبقات على تصفية المياه من المواد الدقيقة العالقة ثم تنقل المياه المرشحة عبر فوهات (nozzles) لتجميعها . تستمر تغذية المرشح بمعدل ثابت يتراوح بين (1-1.5)م ويتم الحفاظ

على هذا المعدل بواسطة استعمال وسيلة تحكم وهي ايضاً لمنع الإندفاعات الفجائية الضارة التي يمكن ان تؤدي إلى خلل في وسط الترشيح أوإلى دفع الندف خلال المرشح .

تستمر عملية الترشيح حتى تصبح طبقة الترشيح غير منفزه أو يصبح إرتفاع مستوى الماء إلى 1.5م فوق الطبقة أو عندما ينخفض معدل الترشيح.

لكل مرشح مجموعة من المحابس للتحكم في تشغيله كما يلي :

1- محبس دخول المياه المروبة .

2- محبس خروج المياه المرشحة .

3- محبس دخول هواء الغسيل .

4- محبس خروج مياه الغسيل .

❖ **الغسيل العكسي :**

يتم غسل المرشح في الحالات التالية :

1- إذا كان ارتفاع الماء داخل المرشح (1.5-3)م او قل تصرف المرشح عن المعدل المطلوب .

2- إذا بدأت الندف بالتكسر والتغلغل خلال وسط الترشيح مسببة زيادة عكارة المياه الخارجة من المرشح.

3- إذا بلغت ساعات تشغيل المرشح 36 ساعة .

❖ **خطوات الغسيل العكسي :**

1- قفل محبس دخول المياه المروبة ومحبس خروج المياه المرشحة .

2- فتح محبس هواء الغسيل لمدة 4-8 دقائق ، وفتح مياه الغسيل مع الهواء لمدة 2-4 دقايق .

3- إيقاف ضاغط الهواء وغلق صملم الهواء وإستمرار الغسيل بالماء(6-10) دقائق إلى ان يصبح الرمل نظيفاً .

4- يتم إيقاف مضخة الغسيل وغلق صمام مياه الغسيل وغلق صمام المياه المروقة وصمام الترشيح .

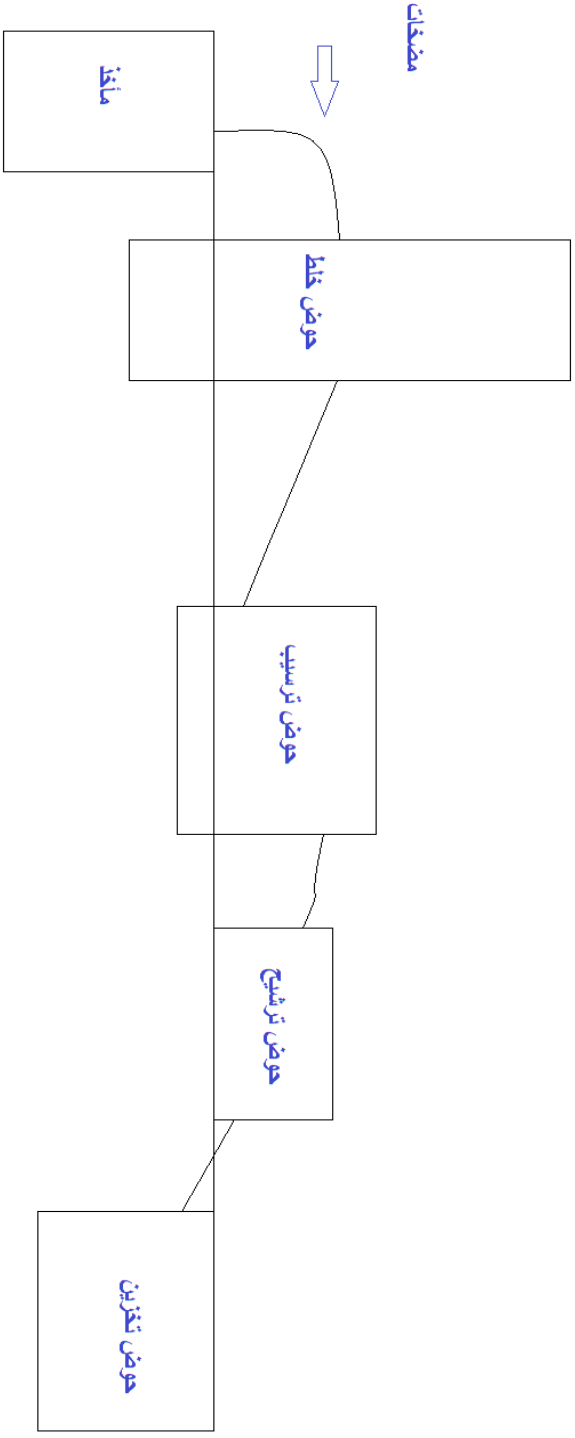
بعد عملية الترشيح تأتي عملية التطهير ، حيث يتم تطهير المياه بإضافة الكلور ، يجب التأكد من وجود مخزون كافي من مادة الكلور للتشغيل تؤخذ عينا من المياه ويتم فحصها في المعمل للتأكد من نسبه الكلور المتبقية ويجب ان يكون في حدود (0.1-0.5) ملجم/م3 بعد نصف ساعة من إضافته .

نظام إسكادا :

هو نظام للتحكم الالي في عملية التشغيل لجميع وحدات المحطة . كانت بداية إدخال النظام في المحطه عام 2004م بصورة جزئية وشملت خطة التأهيل تشغيل النظام بصورة كاملة وجاري العمل علية .

صممت المحطة بحيث تنساب المياه من مرحلة إلى اخرى بدون إستخدام مضخات لدفع الماء ، حيث تستخدم المضخات فقط عند رفع الماء من النيل وللضخ إلى الخزان العالي.

الشكل رقم (4-3) يبين المخطط الهيدروليكي بالمحطة



شكل (4-3): المخطط الهيدروليكي للمحطة

4-4 وضع المحطة قبل التأهيل :

- كانت انتاجية المحطة حوالى 180000 متر^3/ اليوم ولم تكن هذه الكمية كافية لتغطية جميع المناطق التي تغذيها المحطة .
- كما عانت المحطة من مشاكل في الوحدات ، متمثلة في أن عملية الترسيب والترشيح لا تتم بالصورة المطلوبة وكان هناك فقد كبير في المياه .
- و أن نوعية المياه المنتجة غير جيدة ونسبة العكارة عالية خاصة في الفترة التي زادت فيها نسبة عكارة المياه الخام من(8000-30000)NTU نتيجة لنشاطات الإنسان والمحطة لم تكن مؤهلة.

4-5 تاهيل المحطة :

نسبة لزياده المشاكل التي عانت منها المحطة كان لا بد من إعادة تأهيلها ، تم التأهيل عام (2012-2013) .

هدفت هذه العملية لصيانة الوحدات القديمه وتطويرها دون إضافة منشآت مدنية جديدة وذلك بغرض زيادة كمية المياه المنتجة وتحسين جودتها ومواصفاتها .

4-5-1 : مراحل تأهيل المحطة :

عملية التأهيل تمت على مراحل كما يلى :

4-5-1-1 المآخذ intake :

المأخذ A :

تم تبديل المضخات القديمة بمضختين بإنتاجية 1600م3/ساعة لكل مضخة . وتم تغير خط الأنابيب القديمة (300)مم ND بواحد جديد (500)مم ND .

مأخذ B:

به 6 مضخات تم تغيرها بمضخات جديدة بإنتاجة 1250م3/ساعة . وعمل خط انابيب جديد ملائم لكمية المياه المرفوعة .

مأخذ C :

فقط تم صيانة المضخات القديمة لانها جيدة الصناعة وبحالة جيدة .

بعد التعديلات في المضخات أصبحت المياه الداخلة للمحطه كما يلي :

المأخذ (A) = 2*800= 1600م3/ساعة = 38400م3/يوم

المأخذ (B) =4*1600= 6400م3/ساعة = 153600م3/اليوم

المأخذ (C) =4*1200=2800م3/الساعة =115200م3/اليوم

المجموع = 307200م3/اليوم

وتم فيما عمل الصيانة للخرسانه والمنشآت الفولاذية :

1/ اصلاح المنشأت الخرسانية حيث تم استبدال الخرسانة الضعيفة والبالية بخلطة خرسانية محسنة ، كما تم استخدام مواد مثبة جيدة لتأكد من تلاحم الاجزاء مع بعضها ووضع عازل للماء لتجنب تغلغل المياه في الخرسانة وبالتالي حماية فولاذ التسليح من الصدأ .

2/ اصلاح المنشآت الفولاذية وذلك بإزالة الصدأ المتكون في المنشآت الاساسية المتعرضة لرطوبة الجوء والغمر في موسم الفيضان حيث تم طلاؤها بمواد ذات قدرة عالية على مقاومة الصدأ والتلبات الجوية (zink rich <tank – guard 412) .

4-5-1-2 أحواض الخلط السريع وأحواض التوزيع :

تم تشيد حوض خلط مركزي لخلط المادة المروقة في المياه وتوزيعها إلى احواض الترسيب في كل محطة حسب سعتها .

تمت إضافة خطوط انابيب جديدة توصل بين أحواض الخلط والوحدات . وأيضا تم تركيب صمامات جديدة للتحكم في السريان بين المآخذ وحوض الخلط السريع والوحدات .

4-5-1-3 صيانة المروقات (احواض الترسيب) :

تمت صيانتها على مرحلتين

1/ صيانة المنشآت الخرسانية وذلك بتفريغ المياه منها وتنظيف القاع من الرواسب والمواد الرخوبه والخرسانه المتفككة .

بعد ذلك تم فحص المنشأة لتحديد الضرر الذى حدث فى الخرسانة واصلاحه كما يلى :

1/ ازالة الطبقة السطحية للخرسانة المستخدمة لتغطية الطبقه الرئيسية للخرسانه واستبدالها بأخرى.

2/ ازالة التشققات عن طريق ملأها بالخرسانة المعدلة

3/ نظافة الفولاذ الذى يظهر عند عملية الصيانه . وتم اختيار أقطار القضبان التى تحتاج للتغير وبعد ذلك تم طلاؤها بالمادة العازله (epox9) لحمايتها من المياه والرطوبة .

4/ اعادة تغطية الوحدات ، بخلطة البياض (plaster) المكون من البياض المحسن ، من الداخل . وعمل البياض من الخارج لتحسين شكل الوحدات وتم طلاء الجدران والارضية بطبقتين من المادة العازلة .

2/ صيانة المنشآت الفولاذية :

فى هذه المرحلة تم فحص الوحدات الميكانيكية وتشمل :

1/ العمود الذى يحمل الوحدات الفولاذية .

2/ العضو الفولاذى الذي يحمل زراع الخلط البطئ .

3/ الكشاط الذى ينقل المخلفات

4/ ال (v-notches) التى توزع المياه عبر قنوات الخروج

تم تنظيف كل الأجزاء الفولاذية وازالة التالف منها واستبداله باجزاء جديدة وأصلاح كل مايحتاج لاصلاح ثم طلاء كل الأجزاء بالمادة العازلة .

لأنه لم تكن هناك مساحة كافية لتشيد مرسبات جديدة تم إضافة نظام أنابيب الترسيب (اللاميلا) لجميع المرسبات (ما عدا مرسبات المحطة (A)) لزيادة وتسريع كفاءة الترسيب وتم ذلك بتغير سريان المياه من سريان مضطرب الى سريان طباقي . وذلك لجعل الندف الصغيرة تترسب لكي تسهل عملية الترشيح لاحقاً .

تركيب أنابيب الترسيب(اللاميلا) في احواض الترسيب:

تقوم انابيب الترسيب (صورة رقم 4-8) بزيادة سعة الترسيب في المرسبات الدائرية والمستطيلة عن طريق تقليص المسافة الافقية (الندف تترسب قبل عملية التكتل لنحصل علي قطع اكبر).

مواسير الترسيب تستخدم آنابيب متعددة القنوات تميل بزاوية 60 ومرصوصة بالقرب من بعضها والتى تدمج للحصول على زيادة في مساحة سطح الترسيب الفعالة مما يؤدى الي ان عمق الترسيب أقل بصورة كبيرة عن عمق الترسيب للحوض العادي ، كما قللت زمن الترسيب .

يقوم أنبوب الترسيب بتجميع وحجز الندف الرقيقه الطاقيه علي السطح ويسمح للندف الكبيرة بالوصول لقاع الحوض .

قنوات أنابيب الترسيب تجمع القطع الصلبه فى شكل كتل اكبر الذى يقود الكتل الكبيرة لتترسب أسفل خطوط المواسير .

معايير تصميم النظام :

1- يجب ان يكون السريان سريان طباقي ؛ فالسريان الطباقي أساسي لعملية هبوط الجزيئات.

2- زمن الإحتفاظ بالماء في غرفة الترسيب يجب ان يستوعب هبوط كل الجزيئات بما فيها الجزيئات التي تكون في الحافة العليا لقنوات الترسيب .

3- سرعة الإنسياب عبر الأنابيب يجب الاتزيد عن السرعة القصوى الحرجة التي من شأنها أن تفقد استقرار الجزيئات وجعلها تخرج في اتجاه سريان الماء

مميزات أنابيب الترسيب :

1- يمكن لأنابيب الترسيب مضاعفة معدل السريان في حوض الترسيب من 2 إلى 4 مرات .

2- كما يمكن لها تقليل كمية المواد الكيميائية المضافة إلى النصف .

3- تقلل الأحمال على المرشحات وتزويد عمر المرشح .

4- تقلل كمية المياه المستخدمة في غسيل المرشحات بالتالي إقتصاد وتوفير في الطاقة .

5- الأحواض المصممة لتستخدم انابيب الترسيب اصغر منظيرتها التي بدون انابيب ترسيب.

6- سهولة التطبيق وإمكانية تركيبه في الأحواض الجديدة والمشيدة مسبقا .

4-1-5-4 : صيانة مرشحات الرمل :

عند تأهيل المأخذ والمرسبات من المتوقع ان تكون كمية المياه المنتجة من المرسبات حوالي 300000م3/اليوم ، لذلك يجب التأكد من أن المرشحات يمكن أن تيتوعب هذه الكمية .

عدد المرشحات = 26

مساحة المرشح الواحد = 10.8 * 3.6 = 39م2

المساحة الكلية للمرشحات = 26 * 39 = 1014م2

المياه المنتجة من المرشحات = 180000م3/اليوم

بمعدل 7500م3/ساعة

بالتالي معدل الترشيح = 1014/7500 =7.4م3/ساعه.م2

مع العلم بأن كمية المياه المطلوب ترشيحها بعد التأهيل 300000م3/يوم

إذا كان معدل الترشيح= 7.4

فإن مساحة الترشيح المطلوبة =(24/300000)/7.4 = 1689م2

هذا يعني ان عدد المرشحات المطلوبة =39/1689 = 43 مرشح

هذا العدد أكبر من عدد المرشحات الموجودة وحُلت هذه المشكلة كالآتي :

تم إيقاف الماء وإزالة الوسط الترشيحي وتغيره بوسط جديد ليعطي معدل ترشيح أكبر بمعدل (10-15)م3/ساعة وإزالة البلوكات التي تحتوي على فوهات (nozzles) وتم إستبدالها بفوهات جديدة بسعة 0.5 لكل المرشحات وهي أكبر من الفوهات القديمه لتمرير كمية أكبر من الماء .

تم إضافة مرشحين جديدين مشابهين للمرشحات القديمة

نتيجة للتعديلات أعلاه التصريف في كل المرشحات :

عدد المرشحات = 28 مرشح

مساحة الترشيح = 39 * 28 =1092م2

4-5-1-5 صيانة المعمل

تم تشيد معمل جديد اكبر واوسع من المعمل القديم وإضافة اجهزة جديدة :

1- جهاز المطياف الزري :Spectrophotmeter

يدرس كمية من العناصر والمركبات .

2- جهاز : Flamephotometer

يقيس نسبة البوتاسيوم والصوديوم

4-6 أثر اعادة التأهيل

الصيانة المدنية والإستبدال للأعمال الكهروميكانيكية وجميع المنشآت المائية في المحطة ، إضافة إلى تركيب (اللاميلا) للمروقات لرفع الإنتاج ، كذلك صيانة مبنى الإدارة بإضافة مكاتب إدارية وقاعة محاضرات ومعمل مرزي ومباني محطتي الضخ المنخفض وصالات المرشحات ونظام متكامل للصرف الصحي وإنشاء عدد إثنين مرشح مساحة كل منهما 39م2 لزيادة السعة الترشيحيةلمقابلة الزيادة المتوقعة في إنتاجية المحطة ، وأيضاتم تركيب مضخات ضغط منخفض جديدة للمساعدة في ضخ الزيادة المتوقعة في إنتاجية المحطة (لضخ حوالي 100الف م3/اليوم) وتم استكمال أعمال الطرق الداخلية وتنسيق الموقع العام وتهيئة بنية العمل ، وكذلك تمت إضافة أجهزة حديثة للقياس والتحكم والإنذار المبكر لأي طارئ ، وهذه الزيادة المضطردة ستساهم بصورة فعالة في استقرار الإمداد المائي و إدخال شريحة مقدرة من المواطنين في ولاية الخرطوم .

توضيح أثر إعادة التأهيل :

1- زادت إنتاجية المضخات في المآخذ كالآتي :

أ/ مضخات المحطة (A) اصبحت الإنتاجية 800م3/ساعة لكل مضخة

ب/ مضخات المحطة (B) اصبحت الإنتاجية 1600م3/ساعة للمضخة الواحدة

2- أصبح الخلط مركزي وبالتالي اصبحت عملية إضافة المادة المروبة مضبوطة أكثر وعملية توزيع المياه الى المرسبات افضل .

3- تم تقليل كمية المياه المفقودة بالترسيب بصورة كبيرة بعد إعادة صيانة الوحدات .

4- إضافة اللاميلا ادت إلى زيادة مساحة سطح الترسيب مما ادى إلى الترسيب بكفاءة وصلت حتى 5 NTU .

5- تقليل زمن الترسيب إلى النصف ، فقبل تركيب اللاميلا كان زمن الترسيب حولي 4 ساعات وبعد إضافة اللاميلا قل إلى ساعتين

6- لوحظ بعد تركيب اللاميلا تقليل في كمية الجرعات التي تحتاجها المياه من المادة المروبه بنسبة من (20-30)% (إنظر الجدول رقم 4-1).

7- تم عمل معمل جديد اكبر من المعمل القديم وإضافة أجهزة جديدة لعمل إختبارات ادقة على المياه .

8- إمداد مناطق جديدة بالمياه مثل منطقة الحاج يوسف التي تعتبر من أكبر مناطق الإستهلاك ومنطقة الصناعات ببحري .

9- يمكن توضيح أثر إعادة التأهيل وأهم هذه الآثار هو مضاعفة إنتاجية المحطة من 180000م3/اليوم إلى 300000م3/اليوم مما أدى لتوفر المياه بكفاءة جيدة في معظم فصول السنة ويمكن أن تعتبر مرجع لبقية المحطات .

جدول (4-1) لتوضيح العكارة قبل وبعد التأهيل

التاريخ	معدل التصريف م3/الساعة	عكارة المياه الخام NTU	الجرعة الموصى بها (PPM)	الجرعة الأُستخدمت (PPM)	عكارة المياة نقية	
					المحطة (C)	المحطة (B)
2009/12/5 قبل التأهيل	7500	504	7	7	7.5	7
2013/12/5 بعد التأهيل	11000	501	7	5	5.2	4.8
/12/15 2009 قبل التأهيل	7400	495	7	7	7	6.8
/12/15 2013 بعد التأهيل	11050	490	7	5	4.5	4
/12/25 2009 قبل التأهيل	7500	475	7	6	6.8	6.3
/12/25 2013 بعد التأهيل	11	450	7	5	4.3	4