CHEMICAL OPTIMIZATION REPORT EXECUTIVE SUMMARY

KEDWAN WATER TREATMENT PLANT, MINYA GOVERNORATE

EGYPT WATER AND WASTEWATER SECTOR SUPPORT PROJECT

March 2010 **R-2010.03.26**

This publication was produced for review by the United States Agency for International Development (USAID). It was prepared by Chemonics International Inc.

EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this report is to summarize the main activities undertaken by the consultant between December 20, 2009 and January 27th, 2010 within the framework of the WWSS program. The purpose of the activity was to identify the optimal use of chemicals in two pilot water treatment plants in the Minya governorate – the old and new Kedwan treatment plants. The report communicates the main findings and results of this activity, and proposes recommendations toward the optimization of chemical use in both plants.

The input source of water for both of the WTPs is the Nile. The WTPs are conventional plants consisting of the same series of processing units: pre-chlorination, coagulation and flocculation, sedimentation, rapid sand filter and finally disinfection. The plants are generally operated at the average flow of 330 l/s.

The consultant considered the various issues affecting optimization including flow volumes, losses during treatment, chemical dosages utilized, equipment maintenance and calibration, and other issues, and recommended adjustments for each processing unit. Additionally, general recommendations were made at the managerial level to support and institutionalize the optimization process. These recommendations cover the design, technical assessment, and O&M procedures of both the new and old plant.

The below step-by-step summary provides additional technical detail on the consultant's activities and recommendations.

Objectives

The chemical optimization activity aims at achieving the following results:

- Meet standards of produced water, especially in terms of turbidity and residual chlorine and aluminum
- Improve quality of produced water (according to natural, chemical, and microbiological parameters)
- Optimize use of chemicals (i.e. chlorine and alum)
- Reduce loss of washing water (in terms of energy and water)
- Optimize operation of facilities and equipment related to the task (coagulation, settlement, filtration)
- Develop performance of lab and plant staff in determining dosage and following up on its application in plants
- Assist in activation of standard operating procedures for plant facilities related to water treatment processes

Actions Taken by the Consultant

The below steps were implemented in accordance to the agreed-upon plan and in collaboration with and the assistance of the operation team at the plant.

- Observing and reviewing data; assessing current status
- Conducting experiments at the plant lab to determine complementary doses
- Establishing a system for preparing alum solution suitable for both stages
- Calibrating alum dose pumps
- Modifying field doses according to results
- Activating the flash mix system for the new stage
- Onsite monitoring including observation, direction, lab analysis and recording findings
- Analyzing data and findings
- Articulating recommendations

Results and Findings

1. Plant data

Collection and analysis of the relevant monthly data of the plant (for example, November 2009) showed the following:

Raw water. Average flow of raw water into the old plant was 264 l/ s (design 330 l/ s), which represents 80% of the design discharge of the plant. Average flow of raw water into the new plant was 293 l/s (design 330 l /s), which represents 88.8% of the design discharge of the plant.

*Treated water***.** Average flow of water produced by the old plant was 235 l/s (a loss of 11% of influent water). Average flow of water produced by the new plant was 250 l/s (a loss of 14.7% of influent water).

Loss from back washing filters. In the old plant, loss from total produced water stood at 2.1% (i.e., other losses = 11 – 2.1 = 8.9%). In the new plant, loss was 9.7% (of the value of total water produced) - and other losses = (14.7 - 9.7) = 5 % (i.e., other losses = 14.7 – 9.7= 5%).

As shown above, the loss from the back washing water in the new plant exceeds that in the old plant several times since backwashing filters in the new plant is performed every 12 hours on average while, in the old plant, it is done every 55 hours. However, the other losses in the old plant are twice as much as the new plant.

Dose of alum. In the old plant, the dose was 33.6 g/ m^3; in the new plant, 35.7 g/ m^3.

Dose of chlorine. In the old plant, the dose was 6.5 g/ m^3; in the new plant, 6.1 g/ m^3 (1.4 mg/ l of free residual chlorine in clarified water).

Turbidity. The average turbidity of raw water was 14 NTU; clarified water, 1.4 NTU; and filtered water, 0.3 NTU. In other words, average removal of turbidity during the clarification and filtration stages was 90% and 78.5% respectively (with a total removal of > 97%).

2. Reviewing the dose of chlorine used

The new plant. Three standard tests for determination of the optimum dose of chlorine (break point test) at the lab were performed in three consecutive days. The result was 2.5 mg/l whereas the dose used was 5- 5.5 mg/ l. Accordingly, the pre-chlorination dose was reduced to 3.5 mg/l, and to 1 mg/ l, with a total of 4.5 mg/ l. It was also found that the sludge of the sedimentation basins is not drained on a regular basis resulting in the existence of large quantities of sediments which consume part of the added chlorine and compromise the quality of water.

The old plant. With the help of the operation team and the lab, the pre-chlorination dose was reduced to 3.5 mg/l. This was based on the findings of the above-mentioned break point test to determine the required dose for quality of the influent water while maintaining free residual chlorine in the clarified water in the range of 0.6- 0.8 as there is no middle chlorine system at that plant.

3. Reviewing the dose of alum used

The new plant. Three jar tests were conducted under optimum conditions for three consecutive days. The new finding was a dose of 28 g/ m^3, less than the one already in use (32. g/ m^3). This new dose achieves the required percentage of removal (> 90%). In addition, it achieves clear reduction of residual aluminum in the produced water (from 0.28 to 0.18 mg / l). Other measures were also performed to improve the conditions of coagulation and flocculation by running the rapid mixing (flash mix) pumps system.

The old plant. It was possible to reduce the dose at this stage from 32 g/ m^3 to 28 g/m^3 after confirmation of laboratory results through the jar test. Impact of change in dose was monitored on site. It was noticed that there was an improvement in the percentage of residual aluminum (from 0.32 g/ m^3 to 0.2 g/ m^3), while giving almost the same results in terms of removal of turbidity, based on results of daily analyses at the plant lab.

4. Checking basins for preparation of alum solution for the two plants

With the help of the operation team and the lab, we checked the solution concentration process in the alum basin and modified the concentration tables to better suit the uses of liquid alum by calibrating functioning pumps. We also explained to the operation team that it was necessary to calibrate the pumping rate of the pump after each maintenance task and every three months.

Rapid mixing. The system of the rapid mixing pumps (flash mix) was run at the entrance of the raw water pipe connected to the basins. The pumps were not functioning as it was believed they were useless. However, one of the idle pumps was run and proved to give better

quality of produced flocs. Therefore, we recommend that they not be put out of service and the malfunctioning reserve pump be maintained.

Filters. It was noticed there was clearly excessive washing of filters at the new plant and their operating hours were reduced. This is attributed to the small size of the granules of the filtration mediums (0.5 mm) and the existence of a layer of clay above filtration media that cannot be seen with the naked eye or washed off with intensive washing. With the help of the operation team and the lab, we emptied one of the filters, scraped the silt layer manually and took samples of the filtration media for analysis (as mentioned in detail in this report). The same procedures were recommended for the remaining filters to be implemented on a periodic basis.

Summary of Achievements

- The dosage of chlorine was reduced from 5 to 4.5 mg/ l. This does not affect the quality of water and would save 8.8 ton/ year (average raw water: 560 l/s), which is equivalent to L.E. 13,245.
- The dosage of alum was reduced from 32 to 28 mg/ l while maintaining quality of produced water. This would save 4 gm/ m3 , i.e. 7.6 ton/ year (average raw water: 560 l/s), almost equivalent to L.E. 49,448.
- Alum pumps were calibrated, flow rate corrected, and tables modified.
- Two hundred liters of raw alum were saved through correction of the process of basins where alum is prepared for daily use and modifying the concentration level to fit the flow, which was calibrated on site. This would save 96.36 ton/ year, almost equivalent to L.E. 67,452.
- The coagulation process was modified by running the flash mix system.
- The mud layer (2-3 cm thick) was scraped off the surface of the filter.
- Times and periods for draining sludge from basins were modified.
- Training was conducted in testing for determination of the chlorine dosage (Break Point test) and parameters were identified to decide on optimum dosage.
- Training was conducted in testing for determination of the alum dosage (Jar Test) and parameters were identified to decide on optimum dosage.
- Results of the analysis for turbidity and residual aluminum in the plant reservoir were improved (from 0.27 to 0.18 mg/ l).

Recommendations

- Tests for determination of the proper dosage should be conducted on a regular basis and in the same way as training was performed.
- The flax mix booster pumps should be run to maintain good coagulation in the new stage of the plant.

- A regular maintenance schedule should be developed and implemented for chlorinators and alum pumps.
- Connections for drawing the alum solution from the basins should be modified so that there can be one basin per plant, and the third should act as reserve for either plant. In addition, the concentration percentage should be stabilized in both plants (14%).
- The sludge should be drained from the sedimentation basins every shift to improve water properties and according to the rate of sludge shown in the jar test for determination of alum dosage.
- Achievements made in Kedwan plant should be followed up; operating procedures should be modified and improved to come up with optimum dosage of chemicals
- A lab chemist should be assigned to manage ongoing chemical optimization activities.
- A workshop for operation and lab managers at all surface plants in Minya Company should be conducted, with participation of Kedwan plant manager and the lab manager, to present achievements and to replicate the demonstration.

WWSS Program Next Steps

- Develop a manual for implementing chemical optimization programs, for use in other plants throughout Egypt.
- Conduct workshop for additional lab and plant managers working in surface water plants and compact units, including a training of trainers course to qualify at least two lab managers as trainers.
- Replicate analysis and capacity building activities in additional plants.

قائمة المحتويات

١. أهم المصطلحات المستخدمة في هذا التقرير ١
٢. ملخص تنفيذي ٤
٣. مقدمة ٩
٤. منهج العمل ٩
٥. النتائج ٢٤
٦. التوصيات الرئيسية ٣٧
٧. ملحقات ٤١
أ. المحددات العامة لتصميم محطة معالجة مياه الشرب ٤٢
ب. حسابات معدل التغذية بالشبة ٤٤
ت . اختبار تحديد الجرعات (خطوط إرشادية) ٤٧
ث. اختبار تحديد الجرعة المثالية للكلور (خطوط إرشادية) ٥٢
ج. حسابات معدل التغذية بالكلور ٥٣
ح. اختبار الوسط الترشيحي (خطوط إرشادية) ٥٥
خ. صور ٥٦

١- أهم المصطلحات المستخدمة في هذا التقرير

المياه السطحية

كل المياه العذبة والمالحة التي تتلامس مباشرة بالجو ، وتعتبر المحيطات والبحيرات والأنهار جميعا مصادر للمياه السطحية .

معالجة المياه

تأهيل أو إعادة تأهيل للماء ليصبح صالحا للشرب .

مياه المصدر

مياه لم تتم معالجتها، ولكن توجد في حالتها الطبيعية .

الترويب

توضح كلمة الترويب التأثير الناتج عندما تضاف مواد كيماوية معينة للمياه الخام المحتوية على مواد بطيئة الترسيب ومواد لا تترسب طبيعياً، ويمكن تعريف الترويب على أنه بداية استجابة الجسيمات بطيئة الترسيب فى المياه الخام لعمل ندف دقيقة عند إضافة المُرَوِّبْ للمياه مشكلة سحابة هلامية ويستلزم ذلك عملية خلط سريع لضمان توزيع متماثل للمادة المُرَوِّبْة .

الخلط السريع (Flash mixing)

هو مزج المواد المُرَوِّبْة مع المياه الخام والغرض من المزج السريع هو التوزيع المتماثل للمواد الكيماوية المُرَوِّبْة خلال المياه وتحدث هذه العملية فى وقت قصير جدا (عدة ثوان) وتكون النتيجة الأولية لهذه العملية هى تكوين جزيئات صغيرة جداً .

التنديف

هى عملية مزج بطئ للجزيئات الدقيقة المتكونة نتيجة الخلط السريع للشبة مع الماء تعمل على تجميع تلك الجزيئات الصغيرة لتكوين جزيئات أكبر قابلة للترسيب، ويستلزم ذلك عمل تقليب بطئ باستخدام الخلاطات الهيدروليكية والميكانيكية لإتاحة فرص أكبر لعمل تلامس بين الندف الدقيقة لتلتصق ببعضها مشكلة ندف أكبر لترسب وتتطلب هذه العملية زمن يتراوح من ١٥ – ٢٠ دقيقة .

الترسيب

العملية التي تحدثها الجاذبية والتي من خلالها تترسب الأجسام العالقة إلي قاع المستودع المائي وتسمى تلك الرواسب حينئذ الروبة .

الترشيح

الإزالة المادية للمواد الصلبة العالقة فى المياه بتمريرها خلال مادة مسامية (رمل وحصى) .

التطهير

معالجة المياه لإزالة أو إبطال مفعول الفيروسات، والبكتيريا والكائنات الأخرى المسببة للمرض .

العكارة

المظهر المرئي للمياه العكرة التي تمتلئ بالمواد العالقة. ويوجد أجهزة لقياس درجة التعكر ، الذي يعتبر خاصية بصرية، تستخدم لتحديد مستوى نوعية المياه وصفائها .

الشبة

كبريتات الألمونيوم وأسمها الدارج هو الشبة وصيغتها الكيميائية هى $Al_2(SO_4)_3.nH_2O$ وهى من المواد الشائعة المستخدمة فى عملية الترويب لتعجيل حدوث الترسيب الطبيعي .

اختبار تحديد جرعة الشبة

اختبار يجرى في المعمل لتحديد كمية المروب (الشبة) الواجب إضافتها لمياه المصدر بغرض التخلص من الشوائب العالقة بها ولتحقيق نسبة إزالة عكارة تصل الى ٩٠ % ، وهذه الجرعة تتغير بتغير نوعية المياه ونسبة الملوثات بها .

الكلور

عنصر يوجد طبيعيا في شكل أملاح. ويستخدم الكلور غالبا في شكل غاز أو سائل أو مادة صلبة لتطهير المياه .

اختبار تحديد جرعة الكلور

اختبار يجرى في المعمل لتحديد كمية الكلور الواجب إضافتها بغرض التطهير ولتحقيق نسبة كلور متبقي بالماء ، وهذه الجرعة تتغير بتغير نوعية المياه ونسبة الملوثات بها .

الكلور المستهلك

عند إضافة الكلور للمياه التي تحتوي علي مواد عضوية وغير عضوية فانه يتفاعل معها ويؤكسدها ، ويعرف الكلور المستهلك بأنه الفرق بين كمية الكلور المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي (الحر والمتحد) في الماء بعد انتهاء فترة التلامس .

فترة التلامس

هى الفترة الزمنية اللازمة لتفاعل الكلور مع المواد العضوية وغير العضوية الموجودة بالمياه وهى غالبا لا تقل عن ١٥ دقيقة .

جرعة الكلور

تعرف جرعة الكلور بأنها اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية ، وينتج عنها كلور متبقي فى حدود معينة (٠,٢ ملجم /لتر ماء). ويتم تحديد الجرعة المثلى للكلور عن طريق تجارب معملية حسب نوعية المياه المراد معالجتها ، ويمكن القول انه : إذا أضفنا كمية الكلورين اللازمة لحد الطلب + كمية الكلورين اللازمة للتطهير فأننا نحصل علي ما يسمي بجرعة الكلور .

الكلورة المبدئية

هى حقن الكلور بعد عملية تجميع المياه من المصدر مباشرة وقبل الدخول الى عملية التنقية (المروقات والمرشحات) .

الكلورة النهائية

هى إضافة الكلور إلى الماء بعد مرحلة الترشيح أي عند مدخل خزان المياه النقية ، ويكون الكلور اكثر فاعلية علي البكتريا بسبب خلو الماء من أي عكارة أو شوائب .

الكلور المتبقي

هناك نوعان من الكلور المتبقي :

١- الكلور المتبقي المتحد: ينتج عن إضافة قدر من الكلور يكفى فقط للاتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء ، وعلى الرغم من ان تلك البقايا المتحدة لها قدرة أكسدة تفوق قدرة الكلور الحر ، إلا أن فعاليتها كمادة مطهرة تقل عن فعالية الكلور الحر .

٢- الكلور المتبقي الحر: ينتج عن إضافة الكلور إلى الماء بالقدر الذي يزيد عن الكلور المتحد وهو أكثر فعالية كمادة مطهرة .

التركيز

يقاس التركيز بكمية المادة المذابة وزناً بالجرامات فى كمية المذيب حجماً باللترات..(أى جم/لتر) ، وإذا ما قسم التركيز على ١٠ تعطي التركيز كنسبة مئوية (التركيز٪) .

الجرعة

تقاس الجرعة بكمية المادة المضافة وزناً بالجرامات فى كمية الماء المعالج حجماً بالمتر المكعب . ..(أى جم/م^{٣}) .

معدل تدفق المياه الخام

يقاس معدل تدفق المياه الخام بعدد الأمتار المكعبة المارة إلى وحدات التنقية فى الساعة الواحدة ..(أى م^{٣}/س) .

تصريف طلمبة الشبة

يقاس معدل تصرف محلول الشبة بعدد اللترات المتدفقة إلى وحدات التنقية (عند نقطة الإضافة) فى الساعة الواحدة . ..(أى لتر/س) .

٢- ملخص تنفيذي

يهدف هذا التقرير إلى تلخيص الأنشطة الرئيسة التي قام بها الاستشاري في الفترة من ٢٠ ديسمبر ٢٠٠٩ إلى ٢٧ يناير ٢٠١٠ ضمن برنامج عمل مشروع دعم قطاع مياه الشرب والصرف الصحي. وتهدف هذه المهمة إلى التعرف على الاستخدام الأمثل للكيماويات في محطتين تجريبيتين لمعالجة المياه في محافظة المنيا – المحطة القديمة والمحطة الجديدة لمعالجة المياه بكدوان ، ويوضح التقرير النتائج الرئيسية لهذه المهمة ويقدم توصيات حول الاستخدام الأمثل للكيماويات بهذه المحطة .

ومصدر المياه الدخلة للمحطتين هو نهر النيل، وتعتبر هاتين المحطتين من المحطات التقليدية التي تتكون من نفس سلسلة وحدات المعالجة: ما قبل الكلورة والترويب والتنديف والترسيب والترشيح الرملي السريع وأخيرا التعقيم. وعادة ما يتم تشغيل محطات المعالجة بمعدل تدفق ٣٣٠ لتر/ثانية .

وقد وضع الاستشاري في اعتباره مختلف الأمور التي يمكن أن تؤثر على الاستخدام الأمثل للكيماويات وتشمل أحجام التدفق والفاقد أثناء المعالجة والجرعة الكيماوية المستخدمة وصيانة المعدات ومعايرتها بالإضافة إلى عدة أمور أخرى، كما أوصى بعمل تعديلات في كل وحدة معالجة ، وبالإضافة إلى ذلك، تم إعداد توصيات عامة على مستوى الإدارة لدعم وترسيخ عملية الاستخدام الأمثل ، وتشمل هذه التوصيات التصميم والتقييم الفني وإجراءات التشغيل والصيانة للمحطتين الجديدة والقديمة .

وفيما يلي ملخص تفصيلي يتضمن معلومات فنية حول أنشطة وتوصيات الاستشاري .

الأهداف:

- تحقيق المعايير القياسية للمياه المنتجة خاصة العكارة والكلور والألمونيوم المتبقي .
- تحسين جودة المياه المنتجة (الطبيعة ، الكيميائية ، الميكروبيولوجية) .
- الاستخدام الأمثل للكيماويات (كلور– شبة) .
- تقليل فاقد الغسيل (طاقة – مياه) .
- التشغيل الأمثل للوحدات والمعدات المتعلقة بالمهمة (الترويب والترسيب والترشيح) .
- تطوير أداء العاملين بالمعامل والمحطة على كيفية تحديد الجرعات ومراقبة تطبيقها بالمحطة .
- المساعدة في تفعيل خطوات التشغيل والصيانة القياسية لوحدات المحطة المتعلقة بعمليات تنقية مياه الشرب .

الخطوات التنفيذية: (تم تنفيذ جميع الخطوات طبقا لخطة العمل الموضوعة وبمشاركة ومعاونة طاقم التشغيل بالمحطة)

- مشاهدة ومراجعة البيانات وتقييم الوضع الراهن .
- إجراء تجارب تحديد الجرعات الكيميائية بمعمل بالمحطة .
- تثبيت نظام واحد لتحضير محلول الشبة يناسب المرحلتين .
- معايرة طلمبات حقن الشبة .
- تعديل الجرعات الحقلية طبقا للنتائج .

- تشغيل منظومة الخلط السريع للمرحلة الجديدة .
- مراقبة حقلية تشمل المشاهدة ، والتوجيه ، والتحليل المعملي وتسجيل النتائج.
- تحليل البيانات والنتائج .
- توصيات .

النتائج والانجازات :

- **تجميع بيانات عن المحطة:**

بعد تجميع وتحليل البيانات الشهرية للمحطة عن شهر نوفمبر ٢٠٠٩ على سبيل المثال اتضح ما يلي:

المياه الخام:

متوسط تدفق المياه الخام للمحطة القديمة ٢٦٤ ل/ث (التصميمي ٣٣٠ ل/ث) و يمثل ذلك ٨٠٪ من التصرف التصميمي للمحطة .

متوسط تدفق المياه الخام للمحطة الجديدة ٢٩٣ ل/ث (التصميمي ٣٣٠ ل/ث)، و يمثل ٨٨,٨٪ من التصرف التصميمي للمحطة .

المياه المنتجة:

متوسط تدفق المياه المنتجة للمحطة القديمة ٢٣٥ ل/ث فاقد (١١ ٪ عن المياه الداخلة) ومتوسط تدفق المياه المنتجة للمحطة الجديدة ٢٥٠ ل/ث (فاقد ١٤,٧ ٪ عن المياه الداخلة) .

فاقد غسيل المرشحات:

٢,١ ٪ للمحطة القديمة (من قيمة المياه المنتجة)- أي أن الفواقد الأخرى=١١ – ٢,١ = ٨,٩ ٪

٩,٧ ٪ للمحطة الجديدة (من قيمة المياه المنتجة)- أي أن الفواقد الأخرى= ١٤,٧-٩,٧= ٥ ٪

كما اتضح أن فاقد الغسيل للمحطة الجديدة يفوق المحطة القديمة عدة مرات إلا أن الفواقد الأخرى للمحطة القديمة تفوق الجديدة بمقدار الضعف و ذلك لأن معدل غسيل المرشحات في المحطة الجديدة يتم كل ١٢ ساعة في المتوسط . بينما معدل غسيل المرشحات في المحطة القديمة يتم كل ٥٥ ساعة. ومع ذلك كان الفاقد في المحطة القديمة ضعف الفاقد في المحطة الجديدة .

جرعة الشبة:

٣٣,٦جم/م^{٣} للمحطة القديمة - ٣٥,٧ جم/م^{٣} للمحطة الجديدة (الفعلية) .

جرعة الكلور:

٦,٥ جم/م^{٣} للمحطة القديمة - ٦,١ جم/م^{٣} للمحطة الجديدة (١,٤ ملليجرام/لتر كلور متبقي للمياه المروقة) .

العكارة:

متوسط: ١٤ وحدة عكارة للمياه الخام، ١,٤ للمياه المروقة، ٠,٣ للمياه المرشحة ، بمعنى ان متوسط إزالة العكارة لمرحلة الترويق ٩٠٪ ، وحوالي ٧٨,٥ ٪ لمرحلة الترشيح (إزالة كلية >٩٧٪) .

- **مراجعة جرعة الكلور المستخدمة:**

المحطة الجديدة : تم إجراء ثلاث تجارب من الاختبار القياسى لتحديد جرعة الكلور المثالية معمليا (Break point test) على ثلاثة أيام متتالية كانت النتيجة ٢,٥ ملليجرام / لتر . في حين كانت الجرعة المستخدمة ٥- ٥,٥ ملليجرام / لتر، وتم خفض جرعة الكلور المبدئي إلى ٣,٥ ملليجرام / لتر والنهائي ١,٠ مجم / ل ليكون الإجمالي هو ٤,٥ مجم / ل .كما تبين أن منظومة صرف الروبة من أحواض الترسيب لا تتم بصورة منتظمة مما يترتب عنه وجود كميات من الرواسب تستهلك جزءاً من الكلور المضاف وتؤثر على نوعية المياه .

المحطة القديمة: تم بمعاونة طقم التشغيل والمعمل القيام بخفض جرعة الكلور المبدئي إلى ٣,٥ ملليجرام / لتر طبقا لما تم التوصل إليه من تجربة تحديد الجرعة المطلوبة لنوعية المياه الداخلة للمحطة (break point) والمشار اليها سابقا، مع المحافظة على خروج مياه مروقة بها كلور متبقى فى حدود (٠,٦- ٠,٨)، وذلك لعدم وجود منظومة الكلور الوسيط بهذه المحطة .

- **مراجعة جرعة الشبة المستخدمة:**

المحطة الجديدة: قمنا بإجراء اختبار تحديد الجرعات (Jar test) تحت الظروف المثالية وكانت لثلاث تجارب على ثلاثة أيام متتالية وأمكن التوصل لجرعات أقل استهلاكا من الجرعة المطبقة حاليا و هي (٣٢ جم/ م^{٣}) لتصبح ٢٨ جم / م^{٣} والتي تحقق نسبة الإزالة المطلوبة (> ٩٠ ٪) علاوة على تحقيق اختزال واضح لعنصر الألومونيوم المتبقي في المياه المنتجة (من ٠,٢٨ إلي ٠,١٨ ملليجرام/لتر). كما أن هناك إجراءات تمت بشأن تحسين ظروف الترويب والتنديف عن طريق تشغيل منظومة طلمبات الخلط السريع .

المحطة القديمة: أمكن تخفيض الجرعة في هذه المرحلة من ٣٢ جم/م^{٣} إلى ٢٨ جم/م^{٣} بعد التأكد معمليا من نتائجها عن طريق تجربة تحديد الجرعات (Jar test) ، كما تم مراقبة تأثير التغيير في الجرعة حقليا. فتلاحظ إعطاء تحسن في نسبة الألومنيوم المتبقي من ٠,٣٢الى ٠,٢ جم / م٣ مع إعطاء نفس النتائج تقريبا بالنسبة لإزالة العكارة وذلك من واقع نتائج التحاليل اليومية لمعمل المحطة .

- **مراجعة أحواض تجهيز محلول الشبة المستخدمة للمحطتين:**

قمنا بمعاونة طقم التشغيل والمعمل بمراجعة طريقة تركيز أحواض الشبة وتصحيح جداول التركيز بما يتناسب مع استخدامات الشبة السائلة بمعايرة طلمبات الشبة العاملة ، وأوضحنا لطاقم التشغيل ضرورة معايرة معدل الضخ للطلمبة بعد كل صيانة وكل ٣ شهور .

الخلط السريع:

تم تشغيل منظومة طلمبات الخلط السريع (flash mix) في مدخل ماسورة المياه العكرة للأحواض ، حيث كانت متوقفة للاعتقاد في عدم جدواها علاوة على أن احد الطلمبات عاطلة (الاحتياطي) وبتشغيلها أعطت تحسنا فى جودة الندف الناتجة ، ونوصي بعدم إيقافها مع ضرورة صيانة الطلمبة الاحتياطي العاطلة .

المرشحات:

تلاحظ كثرة غسيل مرشحات المحطة الجديدة بصورة واضحة وانخفاض ساعات تشغيلها عن المحطة القديمة ويرجع ذلك إلى صغر حجم حبيبات الوسط الترشيحى (٠,٥ مم) وتكون طبقة طين واضحة بالعين على سطح المرشح ولا يمكن إزالتها حتى بالغسيل المكثف ، وقد قمنا بمعاونة أفراد التشغيل بالمحطة والمعمل بتفريغ أحد المرشحات وكشط طبقة الطمي هذه يدويا ورفع عينات من الوسط الترشيحى للتحليل المشار إليه بالتفصيل داخل التقرير, وتم التوصية بعمل نفس الإجراءات لباقي المرشحات وبصورة دورية .

ملخص الانجازات:

- خفض جرعة الكلور من ٥ إلى ٤,٥ ملجم / لتر ، بحيث لم يؤثر على نوعية المياه مما يؤدي إلي توفير ٨,٨ طن كلور سنوياً (متوسط مياه عكرة ٥٦٠ لتر/ث) ما يوازي تقريبا ١٣٢٤٥ جنيه .
- خفض جرعة الشبة من ٣٢ إلى ٢٨ ملجم / لتر،مع المحافظة على ثبات نوعية المياه المنتجة وهذا يوفر ٤ جم / م بما يوازي ٧٠,٦ طن شبة سنوياً (متوسط مياه عكرة ٥٦٠ لتر/ث) يساوي تقريباً ٤٩٤٤٨ جنيه .
- معايرة طلمبات الشبة وتصحيح معدل التدفق وتعديل الجداول .
- تم توفير ٢٠٠ لتر يوميا شبة خام من تصحيح طريقة تجهيز أحواض الشبة المعدة للاستخدام اليومي وتعديل التركيز ليلائم السحب الذي تم معايرته حقليا و يوفر هذا ٩٦,٣٦ طن سنوياً يساوي تقريباً ٦٧٤٥٢ جنيه .
- تصحيح وضع الترويب بتشغيل منظومة التقليب السريع.
- كشط طبقة الطين المتكونة على سطح المرشح ٢-٣ سم.
- التعديل في أزمنة وفترات صرف الروبة من الأحواض.
- التدريب على إجراء تجربة تحديد جرعة الكلور (Break Point) ومؤشر الحكم على الجرعة المثالية.

- التدريب على إجراء تجربة تحديد جرعة الشبة (Jar Test) ومؤشرات الحكم على الجرعة المثالية.
- تحسن في نتائج التحليل بالنسبة للعكارة والألمونيوم المتبقي في خزان المحطة من ٠,٢٧ إلي ٠,١٨ مجم/ل .

التوصيات:

- الحفاظ على إجراء تجارب الجرعات بصورة منتظمة وبالطريقة التي تم التدريب عليها .
- الحفاظ على تشغيل طلمبات التعزيز لمنظومة التقليب السريع للحفاظ على ترويب جيد للمرحلة الجديدة بالمحطة .
- إعداد وتنفيذ جدول دوري لصيانة مضخات الكلور والشبة .
- تعديل التوصيلات الخاصة بسحب محلول الشبة من الأحواض بحيث يكون هناك حوض لكل محطة والثالث احتياطي لأي من المحطتين ، مع تثبيت التركيز للمحطتين (١٤٪).
- الحفاظ على صرف الروبة من أحواض الترسيب كل وردية لتحسين خواص المياه وطبقا لمعدل الروبة المتكونة بتجربة تحديد جرعات الشبة (jar test) .
- متابعة ما تم انجازه بمحطة كدوان مع الاستمرار في تعديل وتحسين إجراءات التشغيل بما يتناسب مع تحقيق الجرعات المثالية للكيماويات .
- تخصيص كيمائي لإدارة الأنشطة المستمرة للاستخدام الأمثل للكيماويات .
- تنظيم ورشة عمل لمديري التشغيل والمعامل بجميع محطات المياه بشركة المنيا لتوضيح ما تم وتكرار النموذج بمشاركة مدير محطة كدوان ومدير المعمل لعرض الإنجازات وتكرار التجربة .

الخطوات التالية لمشروع دعم قطاع مياه الشرب والصرف الصحي

- إعداد دليل لتنفيذ برنامج الاستخدام الأمثل للكيماويات لاستخدامه في المحطات الأخرى في كل أنحاء الدولة .
- عقد ورشة عمل لمجموعة أخرى من مديري المعامل والمحطات الذين يعملون في محطات معالجة المياه وتتضمن دورة تدريب المدربين لإعداد اثنين من مديري المعامل ليعملا كمدربين .
- تكرار أنشطة التحليل وبناء القدرة في محطات أخرى .

٣- مقدمة

يهدف مشروع دعم قطاع المياه والصرف الصحي إلى تقديم المساعدة لشركة المنيا لمياه الشرب والصرف الصحي لتطوير قدراتها على إدارة وتشغيل المرافق الخاصة بها .

وحيث تم تحديد الحاجة إلى خبرات في مجال محطات معالجة المياه فقد تم تعيين خبير محلي في مجال معالجة المياه لفترة محددة من ٢٠ ديسمبر ٢٠٠٩ وحتى ٢٧ يناير ٢٠١٠ للقيام بما يلي:

١- تقييم الممارسات الحالية لاستخدام المواد الكيميائية .
٢- تعريف وتقديم أفضل الممارسات الملائمة في معايير التشغيل التي يمكن تطبيقها في عمليات المعالجة .
٣- تقديم اقتراحات حول التحسينات في عملية التشغيل والإجراءات والكوادر والمعدات والرقابة وإمساك السجلات .
٤- تقديم تدريب "أثناء العمل" للكوادر المختارة على التشغيل السليم لمحطات المعالجة (تحديد وتطبيق الجرعات الكيماوية والمراقبة واستخدام الآلات والمعدات والرقابة على الجودة....الخ) .

ويهدف هذا التقرير إلى التعريف بالنتائج والتوصيات التي أعدها الخبير المحلي حول تحديد الجرعات الكيماوية المثلى وتشغيل محطات المعالجة وإجراءات الرقابة على الجودة الخاصة بها .

ويحدد هذا التقرير الشروط المرجعية والأنشطة الرئيسية المنفذة ويقدم النتائج الرئيسية وتوصيات حول تتابع عمليات التشغيل .

٤- منهج العمل

٤-١ الموظفون وخطة العمل

بدأ الاستشاري مهمة العمل الخاصة به في ٢٠ ديسمبر ٢٠٠٩ وأنهى العمل الخاص به في ٢٧ يناير ٢٠١٠. وقد بدأ الاستشاري بزيارة ميدانية لمحطات المعالجة ومناقشة إجراءات العمل مع مدير المحطة ومدير المعمل. وفي خلال فترة أسبوع واحد لكل محطة تم مناقشة إمكانية الوصول إلى الاستخدام الأمثل مع موظفي المحطة بناء على التجارب الميدانية واختبارات المعامل. وتتضمن الموضوعات التي تم مناقشتها ما يلي:

١- المعايير والقيود الخاصة بتصميم محطات المعالجة. وقد تم مناقشة معايير التصميم مع مهندسي محطة المعالجة بالمنيا بناء على التصميمات المتاحة لمحطة كدوان للمعالجة (التوسعات الخاصة بها). وقد تم عمل الحسابات الأساسية لتجنب وجود أي قيود في العمل.
٢- كما تم مناقشة معايير العمل مع فريق المعمل. وتم القيام باختبارات ميدانية وتحليلات معملية بهدف التعرف على المعوقات ومواطن القصور وإمكانية التعرف على الطرق المثلي للعمل.

٣- كما تم فحص محطة كدوان الجديدة وتم إشراك موظفي التشغيل والمتابعة في التجارب الميدانية والمناقشات.
٤- هذا وقد تم التركيز في عملية الاستخدام الأمثل على ما يلي:
أ- مرحلة الكلورة المبدئية والمتطلبات الكيميائية ذات الصلة .
ب- مرحلة الترويب والمتطلبات الخاصة بها من المواد الكيمائية والطاقة .
ت- الغسيل العكسى للمرشحات وفترة التشغيل والمتطلبات المتعلقة بالمياه والطاقة .

٤-٢ النتائج والتوصيات

تم صياغة التقرير في صورة نقاط محددة بهدف تسهيل عملية الترجمة وعملية المتابعة من قبل موظفي محطات المعالجة والشركاء المحليين .

٤-٢-١ الاستخدام الأمثل للكيماويات هو أحد الأساليب الأساسية للإدارة المثلى لمحطة المعالجة:

يمكن تعريف الاستخدام الأمثل كما يلي:

- الحصول على أعلى جودة من المياه بصفة مستمرة .
- الوصول إلى أعلى مستوى من الفعالية والكفاءة في التشغيل .

يتم تقييم العملية الفردية ولكن من الضروري القيام بدراسة شاملة لأداء المحطة. ومن المؤكد أن الوصول إلى الاستخدام الأمثل في بعض المكونات سوف يؤثر إيجابياً على المكونات الأخرى.

الإجراءات – المنهجية المتبعة:

- استخدام الفطرة السليمة .
- اتجاه المشاركة الذي يتضمن الفنيين في المعمل وموظفي التشغيل والصيانة.

يجب أن يتم القيام بعملية الاستخدام الأمثل بواسطة "فريق متعدد التخصصات" يشمل فنيي المعمل وفنيي التشغيل والصيانة ثم مهندسي محطات المعالجة وذلك تحت قيادة مهندس متخصص في معالجة المياه ويتضمن أيضا اتجاه المشاركة موظفي المحطة المشتركين في التخطيط والمتابعة والتعاقد على البنية الأساسية والمعدات الجديدة. وتبدأ عملية الاستخدام الأمثل فعلياً في مرحلة التصميم. ولا يتم النظر إلى القصور في كفاءات وخبرات أي فرد من فريق العمل كنقطة ضعف ولكن يمكن اعتباره أحد مكونات عملية الاستخدام الأمثل. ويمثل التقسيم الحاد للمهام والتسلسل الهرمي للمسئوليات خطرا كبيرا على تطبيق عملية الاستخدام الأمثل.

- تجميع المعلومات والاستفادة منها:
  - الملاحظات المرئية وتجميع البيانات (يومياً – أسبوعياً وإعداد تقارير شهرية) .
  - فحص معايير تصميم المحطة "الموقف الحالي" .
  - تقييم الأداء الخاص بالجرعات الكيماوية والترسيب والترشيح .
  - القياسات الميدانية التكميلية المتعلقة بعمليتي "التقييم والاستخدام الأمثل" .
  - تبادل الخبرات بين محطات المعالجة .

يتم القيام بعمليتي التقييم والاستخدام الأمثل في كل محطات المعالجة ويمكن أن تختلف من محطة لأخرى .

تبادل الخبرات ضروري نظرا لأنه يحافظ على ديناميكية محطة المعالجة بالإضافة إلى أن تطبيق أسلوب الاستخدام الأمثل يجب أن يكون عملية مستمرة .

لا يتطلب الأمر تكوين فريق "التقييم وتطبيق أسلوب الاستخدام الأمثل" على المستوى المركزي ، فهذه العملية مستمرة وتعود بفائدة مباشرة على المحطة وموظفيها ، وهي تتطلب معلومات جيدة عن محطة المعالجة وتاريخها ويتضمن تاريخ مختلف عمليات الاستخدام الأمثل .

ومن الأفضل أن يتم تحديد شخص على المستوى المركزي ليقوم بتحفيز وتشجيع ومتابعة عملية الاستخدام الأمثل على مختلف مستويات محطات المعالجة ، ويقوم هذا الشخص أيضاً بسد "الفجوة" في التواصل بين التشغيل والصيانة وخدمات المعمل .

ويمكن بسهولة قياس مسار عملية الاستخدام الأمثل ، وسوف تعود الفوائد المباشرة لعملية الاستخدام الأمثل بصورة جزئية على المحطة .

- اتخاذ القرار:
  - سوف تتطلب عملية الاستخدام الأمثل للكيماويات "التفويض" بتعديلات مؤقتة في عمليات محطة المعالجة وعمل اختبارات ميدانية إضافية قبل تقديم النتائج .
  - سوف تتطلب عملية الاستخدام الأمثل اتخاذ قرار في مرحلة لاحقة .

يلتزم مديرو محطة المعالجة بدعم وتشجيع عملية الاستخدام الأمثل والتحقق من إتباع التوصيات عند توافر الدليل ، ويتم بعد ذلك تعديل إجراءات محطة المعالجة بناء على النتائج .

وسيكون الشخص المسؤول عن التقييم والاستخدام الأمثل على المستوى المركزي لديه السلطة بالتعاون مع كل مدير محطة – لاعتماد تجارب واختبارات الاستخدام الأمثل والتحقق من النتائج والتفويض بعمل تعديلات في المحطة .

٤-٢-٢ أهداف التدريب المقترح

- تقديم فهم أفضل لأسلوب عمل محطات المعالجة عن طريق تعريف المشكلات الشائعة والبحث في الحلول الفنية .
- تقديم معلومات حول المتابعة المطلوبة لاتخاذ قرار مرضي حول تقييم ورفع كفاءة محطات المعالجة .
- تقديم دعم لتشخيص المشكلة وتحديد الحلول الممكنة .

هناك ثلاثة اتجاهات ترتبط ارتباطا مباشراً بعملية "الاستخدام الأمثل"

- الإدارة
  - تحديد الأهداف للتعريف بالأهداف الخاصة بجودة المياه وتقديم **الدعم** لضمان تحقيق الأهداف .
  - إجراءات التشغيل الموحدة .
  - التدريب .
  - قنوات اتصال محسنة .
  - الموارد .
  - الموظفون .
  - التمويل ، يتم الحصول عليه من عملية الاستخدام الأمثل ذاتها .
- التصميم
  - تحديث أو استبدال المعدات مثل المضخات والمواسير/الملحقات المتصلة بها وسائل المرشحات والصمامات وأجهزة الصرف.. الخ .
  - ميكنة عملية التشغيل .
- التشغيل والصيانة .

٤-٢-٣ تشغيل محطات المعالجة

٤-٢-٣-١ الشروط المطلوبة للاستخدام الأمثل في محطات المعالجة

يتطلب الاستخدام الأمثل في محطات المعالجة ما يلي:

- إجراءات التشغيل الموحدة: ستكون إجراءات التشغيل الموحدة متاحة ويجب إتباعها من قبل القائمين على التشغيل والذين يعملون في الفترات الليلية ، ويجب أن يتم التحفيز على إحترام هذه الإجراءات والرقابة عليها بواسطة موظفي الإدارة .
- ويجب أن يقوم مدير المحطة بشرح الإجراءات الموحدة وذلك بالتعاون مع موظفي المعمل وموظفي التشغيل والصيانة ، ويجب أن تضع الإجراءات في إعتبارها الاختلاف في جودة المياه الخام ، كما يجب أن يتم تعديل الإجراءات بعد القيام بإجراءات الاستخدام الأمثل .

تُدار كل محطات المعالجة يدوياً كما أن البعض منها يدار بالقوة "البدنية". ويتم تشغيل مضخات المياه الخام – إزالة الروبة - غسيل المرشحات.. إلخ طبقاً لتقدير موظفي التشغيل والصيانة. ويركز موظفي المعمل على متطلبات الجرعات ومراقبة جودة المياه .

وتبدأ عملية الاستخدام الأمثل بتعديل العادات والمعتقدات .
تتطلب إدارة محطات المعالجة "مهندسين" لديهم خبرات متعددة ويستطيعون الربط بين المعمل التقليدي وإدارات التشغيل والمتابعة .

ويجب إعداد توصيف وظيفي واضح للسماح بالتفاعل بين إجراءات التشغيل والصيانة والمعمل وتشجيع مستوى محدد من تعدد الخبرات .

سيتم تقديم التدريب ليشجع على التفاعل بين مختلف التخصصات .

الأسلوب الملائم لعمل العينات ومراقبة العمل: يجب أن يتم أخذ عينات من المياه في كل مراحل العمل للقيام بالتحليل المعملي ومراقبة العمل. ويتم تزويد المعمل بالمعدات الملائمة للتحليل المرجعي والدوري.

تتطلب عملية الاستخدام الأمثل ضرورة وجود ما يلي:

- سهولة إتاحة عملية أخذ العينات في كل مراحل العمل.
- إتاحة معدات محمولة يمكن الاعتماد عليها لقياس العكارة- الكلور المتبقي- الألومنيوم المتبقي -الأس الهيدروجيني .. الخ حيث أن بعض منها يستخدم بواسطة موظفي التشغيل والمتابعة بصفة دورية .
- مؤشرات (القابلية للأكسدة بالبرمنجانات – اللون – الخ) ومعدات خاصة بالاستخدام الأمثل يجب ان تكون متاحة على مستوى المعمل .
- المعمل المركزي بأجهزته المتقدمة التي يمكن أن تقدم الدعم لتنقيح عملية الاستخدام الأمثل .

مراقبة ومعايرة التغيرات في معدلات التدفق: يتطلب تشغيل محطات المعالجة معلومات صحيحة حول مختلف التدفقات في محطة المعالجة وبصفة رئيسية المياه الخام والمياه المعالجة والكيماويات .

عدادات المياه الخام والمياه المعالجة موجودة وتعمل. كما توجد أجهزة لمعايرة الكيماويات ولكن لا يتم استخدامها .

تتطلب عملية الاستخدام الأمثل مراقبة مختلف تدفقات محطات المعالجة. كما يتم القيام بالمعايرة والفحص المتبادل بصفة دورية .

يجب أن يتم تسجيل التطور في التدفق بهدف تقييم المشكلات المحتملة أو تدهور حالة الأجهزة .

يجب أن يتم معايرة عدادات المياه بصفة دورية بهدف رصد أداء المحطة بصورة سليمة.

- "التشغيل طبقاً للتصميم" و "التصميم طبقا للتشغيل المطلوب"

يجب أن يتم فهم عمليات محطات المعالجة ووضع إجراءاتها في تجارب الاستخدام الأمثل (اختبار تحديد الجرعات) ويتم تشغيل المحطة طبقاً للتصميم وبصفة أساسية في مرحلة الترشيح (التدفق الدائم- مرشحات المستوى الدائم) مع الحد الأدنى من المعدات ذاتية التشغيل. ضرورة إصلاح المعدات المعيبة (عدم وجود رمل في المرشح – عدم وجود صمام أو مستوى للتحكم – أجهزة الصرف التالفة .. الخ). يتم الإبلاغ عن القصور الذي تم التعرف عليه في عملية التشغيل والصيانة ووضعه في الاعتبار عند القيام بتعديلات المحطات القائمة ومن الضروري مراعاة أوجه القصور هذه عند تصميم وإنشاء المحطات الجديدة: إزالة الروبة – التشغيل الآلى لوحدات الترشيح – الخ. يتم تصحيح عملية التشغيل طبقا للتصميم. ويتعلق ذلك بصفة أساسية بالمرشحات: التدفق المستمر –المنسوب الثابت – كفاءة الترشيح و فعالية الغسيل...الخ. تذكر أن "أفضل مصمم" هو مهندس لديه خلفية عن "التشغيل"

- تطبيق المفاهيم بواسطة القائمين على التشغيل

يتم شرح مفاهيم الاستخدام الأمثل مع الوضع في الاعتبار اتجاه المشاركة الذي يشمل كل موظفي المحطة. وعند تقديم الدليل، يجب تطبيق مفاهيم الاستخدام الأمثل واحترامها والرقابة عليها بواسطة موظفي المحطة وبصفة خاصة القائمين على التشغيل.

وسوف يتم التأكيد على الشروط والمتطلبات على مستوى المرفق. ويجب أن تكون هذه المتطلبات من ضمن اهتمامات موظفي المعمل وموظفي التشغيل والصيانة والمسؤولين الإداريين. وتتطلب هذه الشروط الحد الأدنى من الاستثمارات .

٤-٢-٣-٢ الملاحظات المرئية واتجاهات البيانات

- يتم تجميع البيانات وعرضها في جداول لسهولة التحليل
  - اتجاهات جودة المياه - معايير المياه الخام مقابل معايير المياه المعالجة (مقياس العكارة- الأس الهيدروجيني - الخ) .
  - مقياس العكارة وأدوات ومعدات العملية (مضخات الجرعات) يتم معايرتها والتحقق منها.
  - إتجاهات الكلورة المبدئية .
    - عكارة المياه الخام مقابل جرعة الكلورة المبدئية .
    - معايرة المغذيات الكيماوية .

- إتجاهات الجرعات الكيماوية .
  - عكارة المياه الخام مقابل جرعة الترويب .
  - عكارة المياه المروقة مقابل جرعة الترويب .
  - معايرة المغذيات الكيماوية .

يجب تقديم : تقارير يومية وأسبوعية وشهرية تتضمن النتائج والاتجاهات والتعقيبات.

- زيادة الرقابة على الأداء مثل العكارة (المياه الخام – المياه المروقة – المياه المرشحة/مرشح) والاختبارات التكميلية.
- المعمل – التشغيل والصيانة والمعايير المالية التي يجب ان تكون مرتبطة بها.

يجب تقديم: تقارير خاصة تحدد تفاصيل عملية الاستخدام الأمثل- يمكن أن يضع هذا التقرير في اعتباره وحدة العملية فقط أو محطة المعالجة بأكملها. هذا التقرير مطلوب كدليل لدعم إتخاذ القرار. تذكر: أن تقوم بعمل ربط بين عمليتي "الاستخدام الأمثل" والعواقب المالية". سوف يساعد ذلك القائمين على الإدارة في اتخاذ القرار.

٤-٢-٣-٣ مرحلة ما قبل الكلورة – الجرعة الكيماوية والترويب (الخلط السريع)

- مرحلة ما قبل الأكسدة:
  - الجرعة
    - الجرعة الملائمة .
    - التفاعل مع التغيرات في جودة وكمية المياه .
  - مكان (أماكن) التغذية
  - شدة الخلط السريع
  - فترة المكث
  - الأس الهيدروجيني
- الكيمياء:
  - نوع الترويب/مساعدات الترويب - التقييم المسبق على مستوى تحديد الجرعات .
  - تتابع الجرعات- التقييم المسبق على مستوى تحديد الجرعات .
    - يمكن أن يسهم التتابع الأفضل في تحديد الجرعات .
    - يمكن أن يتسبب خلط عدد كبير من الكيماويات في عمل تفاعلات جانبية (إعاقة او إنسداد معدات الحقن..الخ) .
    - الجرعة الملائمة للترويب – تحديد الجرعات .

تذكر:
تجربة تحديد جرعة الشبة، يجب أن يؤخذ في الاعتبار محاكاة ظروف المحطة (سرعة التقليب ووقت المعالجة) ، يجب حساب مؤشرات ومعايير المحطة لمختلف التدفقات وتعديل إجراءات تحديد جرعة الشبة طبقاً لذلك .
يجب أن يؤخذ في الاعتبار المؤشرات المثلى لتقدير الجرعة المطلوبة .
عمل اختبار ميداني
ضرورة تعديل معايير جرعة الشبة لتحاكي "الواقع". كما يجب تكرار اختبار تحديد جرعة الشبة بصفة دورية لمراجعة وتعديل جرعة المحطة كلما تطلب الأمر ذلك وطبقاً للنتائج .
تحديد جرعة الكلور المطلوبة للمياه الخام عند تحديد جرعة الشبة لتعريف الجرعات المطلوبة للتشغيل .
اختبار المحاليل المستخدمة في المحطة والتحقق من تركيزاتها حيث يمكن أن تختلف من وقت لآخر .
الاستمرار في عمل الحسابات الأساسية وصولا إلى النتائج .

الكلورة المبدئية:

مثال: تحديد جرعة الكلور المثالية على مستوى المحطة أخذا في الاعتبار جرعة الكلور المبدئية المعززة التي تُعطى بين الحين والآخر (في حالة وجود تركيز عال من الطحالب) .

حسب معلومات المحطة: ١٢ كجم/ ساعة (جرعة كلور تمهيدية)/ ٦٠٠ لتر/ ثانية (المحطة)/ ٣,٦ = ٥,٥٥ مليجرام/ ل مع كلور حر متبقي عند مخرج حوض الترسيب بنسبة ١,٥ مليجرام/ ل. إجمالي استهلاك الكلور = ١٢ كجم * ٢٤= ٢٢٨ كجم/ يوم .

الخفض الممكن: ١٦ ساعة(٦كجم/ساعة) ، ٨ ساعات (١٠ كجم/ساعة) =١٧٦/يوم .

التصحيح الممكن: (٢٨٨-١٧٦) كجم/ يوم * ٣٦٥ * ١,٥ جنيه/ كجم = ٣٢٠ ٦١ جنيه /سنة.

مثال: كل محطات معالجة المياه – يمكنها تجنب إهدار الكلور خلال عملية المعالجة

الخفض الممكن – بافتراض ٠,٥ مليجرام/ ل في المحطة الواحدة .

التصحيح الممكن: ٠.٥ مليجرام/ ل * ٣٧٠٠ لتر في الثانية * ٣,٦ * ٢٤ * ٣٦٥ * ١,٥ جنيه مصري/ كجم = ٨٧٥١٢ جنيه/ سنة .

كبريتات الألومونيوم:

مثال: مؤشرات الحكم على الجرعة على مستوى المحطة تختلف عن الوضع المثالي في المعمل .

في المحطة الجديدة: ١٩٢ لتر/ ساعة (عدد ٢ طلمبة حقن جرعات) ١٨٠ جم/ لتر (محلول بنسبة ١٨٪)/ ٣٠٠ لتر في الثانية (في المحطة الجديدة فقط)/ ٣,٦ = ٣٢ مليجرام/ لتر بينما الجرعة المثالية تساوي ٢٢ مليجرام/ لتر من الشبة السائلة .

التصحيح الممكن: (٣٢- ٢٢) مليجرام/ لتر * ٣٠٠ لتر في الثانية (المحطة الجديدة فقط) *٣,٦ * ٢٤ * ٣٦٥ *٧٠٠ جنيه مصري/ طن = ٢٢٥ ٦٦ جنيه/ سنة

نفذ الاختبارات الحقلية التالية في الموقع:

- متابعة منتظمة لتدفق المدخل- جرعة الكلور المبدئية وعلاقته بالتدفق- جرعة المروب وعلاقته بالتدفق - محلول المروب المركز... الخ
- المقارنة المنتظمة لنتائج المحطة ونتائج اختبارات تحديد الجرعة (الأس الهيدروجيني، الجرعة، التنديف، الترسيب، الخ) .

التحليل المنتظم للكلور الحر المتبقي على مستوى المحطة:

- مدخل ومخرج حوض الترسيب مع تحديد إمكانية حدوث اختصار لمسار المياه .
- متابعة مخرج كل مرشح مع متابعة أي استهلاك غير عادي من الكلور قد يحدث .

تجنب إهدار الكيماويات (عن طريق التسرب، الخ) .

نفذ الاختبارات الحقلية التالية في الموقع:

- تحديد نسبة الألومونيوم المتبقي بصفة دورية وكتابة التقارير ذات الصلة. العلاقة بين الألومونيوم المتبقي والأس الهيدروجيني - العلاقة بين الألومونيوم المتبقي وذرات العكارة الهاربة ، الخ .

- قارن بين الاختبار المعملي ومحددات الجرعة في محطة معالجة مياه الشرب ، من المفترض أن يعكس اختبار تحديد الجرعات (Jar test) الواقع في المحطة .

- **الجرعات:**

- انتظام تدفق المروب- تجنب أو حد من الخفقان أو التذبذب .
- لا يوصى بالتخفيف المسبق للمروب بغرض تحسين الخلط ، ويمكن التفكير فيه فقط بغرض التكافؤ مع المعدلات المنخفضة للجرعات وكذلك خواص الطلمبة .

- **الخلط:**

- تقييم نقطة الحقن – طرق الخلط والنتائج:

- تتبع أهمية الخلط السريع من أن تفاعلات الترويب تستغرق مدة تتراوح بين جزء من الثانية إلى ٧ ثوان .
- تجنب الإفراط في جرعة المروب أو خفضها دون حدها المضبوط بسبب سوء الخلط .
- يمكن للخلط السيئ عند الحقن أن يسبب انسداد أجهزة الحقن .
- تفقد الخلاطات الاستاتيكية كفاءتها عند التدفق بسرعات منخفضة .
- الإفراط في الخلط السريع إهدار للطاقة .
- قم بتقييم طرق الضخ .

- **التوزيع:**

- قيَّم التوزيع النسبي للتدفق بين الوحدات المختلفة ليس فقط عند مدخل محطة معالجة مياه الشرب ، ولكن يتعين أخذه في الاعتبار على مستوى كافة وحدات العملية .
- تجنب تأثيرات التدفق المفاجئ بسبب السيفون الهيدروليكي (hydraulic siphoning)– ظاهرة مصيدة الهواء والإفلات، الخ .
- يمكن لتأثيرات التدفق المفاجئ أن تعيق عمليات إضافة الجرعات و الترويق والترشيح إلى حد كبير .

تذكر:

- الخلط السريع عنصر رئيسي في محطة معالجة مياه الشرب. ويمكن للتعديلات الأساسية أن تؤدي إلى تحسينات كبيرة، مع ملاحظة أن التدفق الأقل سرعة = طاقة للخلط أبطأ (خلط استاتيكي) = خلط سريع سيء

- الخلط السريع غير الضروري إهدار للطاقة.

- يمكن للخلط السريع أن يخدم أغراض أخرى (الإزالة الهوائية air stripping).

- يمكن عمل نماذج لتسلسل الكيماويات في المعمل بحيث يتواجد الدليل من اجل إدخال تعديلات في المحطة

- يمكن أن تتسبب المساقط المائية (water falls) - القفزات الهيدوليكية (hydraulic jumps)- الخ في إهدار الكلور، مما يتطلب جرعة أعلى. لذا يتعين اقتراح إجراءات علاجية في هذا الموضوع.

٤-٢-٣-٤ التنديف

- **الممارسات الجيدة: التنديف بغرض الترسيب:**
  - من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة (يشمل التحكم فى السرعة من أجل تحقيق الأداء الأمثل) .
  - السرعة القصوى لريشة القلاب تتراوح بين ٢-٣ م/ ث بالنسبة لجهاز التنديف التوربيني الرأسي لتجنب إتلاف الندف .
  - يجب الانتقال إلى حوض الترسيب بسرعات منخفضة عند المدخل- التوزيع المتساوي يؤدى الى فقدان ضغط دون تكسير الندف .

- **التقييم:**
  - المراحل
  - زمن المكث
  - شدة الخلط
  - اختصار المسارات

٤-٢-٣-٥ الترويق

- **الممارسات الجيدة:**
  - أقل من ٢ وحدة عكارة عندما تكون عكارة المياه الخام أكبر من ١٠ وحدات عكارة ، ويُفضل أن تكون وحدة عكارة واحدة عندما تكون عكارة المياه الخام أقل من ١٠ وحدات عكارة ، ومع ذلك ينبغي الاهتمام بالنوعية النهائية للماء في كل مرشح على حدة .
  - ثبات النوعية حتى مع التغير السريع في الظروف .
  - اتساق نوعية الروبة – حتى ١٪ من المواد الصلبة الكلية .

- **الأداء السيئ:**
  - توزيع تدفق المدخل بين الخزانات وفي الخزان الواحد (عدم استواء الهدار، الخ) .
  - معدل تحميل مفرط- يجب تحديد معدل التحميل (loading rate) .
  - وجود تيارات كثيفة بسبب التفاوت في درجة الحرارة والتي تكون في أسوأ حالاتها في وحدات الترسيب الكبيرة بسبب دفء السطح مع سرعات التحميل العالية مما ئؤدى لهروب الندف من القاع .
  - تعويم الندف الطارئ بسبب الهواء المحبوس (تعمل المروقات بصورة جيدة في الصباح الباكر ويبدأ الأداء في التدهور بداية من فترة العصر) .
  - تغيرات مفاجئة في أوضاع المياه الخام .
  - جرعات مفرطة أو أقل مما يجب من الكيماويات .
  - إزالة الروبة بطريقة غير سليمة في ظل وجود سرعات عالية محلية/ انتاج غاز بطريقة لا هوائية/ الخ .
  - بالرغم من أن الأمر يتطلب وجود تصميم ومعدات معينة، يتعين تقييم إعادة تدوير الروبة "الطازجة"، حيث أن ذلك يمكن أن يساعد في عملية الترويق من خلال إنقاص جرعات الكيماويات وانخفاض العكارة وتقليل جرعة كبريتات الألومونيوم ، تجنب في هذه الحالة الصدمات أو التغيرات المفاجئة في عملية الترويق بسبب التدفق المتقطع حيث يفضل أن يكون التدفق بمعدل ثابت ، ويراعي تقييم الألومونيوم المتبقي الذي يسبب مشاكل ويوفر إمكانية نمو البكتريا .

تذكر:

- صعوبة تصحيح الأداء السيئ نظرا لأن ذلك مرتبط بالتصميم .
- الترسيب التقليدي غير مثالي في حالة وجود حمل كبير من الطحالب كثيرة الألوان ومياه منخفضة العكارة .

٤-٢-٣-٦ الترشيح/ الفلترة

- **الممارسات المقبولة:**

- أقل من ٠,٥ وحدة عكارة في البداية، وبعد الغسيل العكسي بمدة لا تزيد على ١٥ دقيقة يكون المعدل ٠,٣ وحدة عكارة بنسبة إزالة تصل إلى ٩٥٪. ويراعي توجيه المياه المرشحة إلى مجري الصرف بنفايات/ الخام (إذا أمكن) وذلك بعد الغسيل العكسي مباشرة للمرشح وحتى يصل مستوى العكارة أقل من ٠,٣ وحدة عكارة NTU
- أقصى ذروة عكارة هي وحدة عكارة واحدة .
- تشغيل المرشح مدة طويلة (٢٤ ساعة أو أكثر) ويكون بنفس المعدل بالنسبة لكل مرشح، فإذا لم يكن الأمر كذلك، يعني هذا:

  - وجود مشاكل في الوقت ومياه الغسيل العكسي .
  - انخفاض صافي ناتج المرشح .
- الحد الأقصى يتراوح بين ٣٦ إلى ٤٨ ساعة. وخلاف ذلك يعني:

  - وجود سدد هوائي (air binding)
  - اندماج الوسط الترشيحي (media compaction)
  - نمو البكتريا
- التشغيل المعتاد للمرشح فى نهاية عملية الغسيل العكسي عند إعادة بدء عملية الترشيح .

  - مياه الغسيل العكسي النظيفة أسفل الوسط الترشيحي- يلاحظ تزايد عكارتها ولكن دون تجاوز الحدود .
  - مياه الغسيل العكسي المتبقية داخل الوسط الترشيحي وفوقه - يلاحظ تزايد عكارتها متجاوزة الحدود .
  - دخول المياه للمرشح لإعادة تهيئته – انخفاض العكارة إلى الحدود المسموحة .
  - يتعين عمل غسيل عكسي عند ملاحظة تزايد العكارة عن الحدود المسموحة .
- حد أدنى من الوقت يصل بالعكارة إلى الحد المطلوب (البند الثاني والثالث أعلاه) .
- حد أدنى من حدوث اختراق مبكر في المرشح .
- عرض تاريخ المرشح .

  - الرسومات الفعلية
  - المواصفات
  - كتيبات المورد أو التصميم أو التشغيل والصيانة
  - سجلات التشغيل
  - سجلات الصيانة
  - سجلات تقييم المرشح

- **التصميم الجيد للمرشح:**
  - معامل انتظام معقول (uniformity coefficient) أقل من ١,٦٥ لتجنب تواجد الجسيمات الدقيقة أعلى المرشح .
  - معدلات تحميل تقليدية تتراوح بين ٦ إلى ٩ متر مكعب/متر مربع/ ساعة .
  - عمق الوسط الترشيحي أقل من ١ متر .
  - غسيل عكسي .
    - غسيل بالهواء بمعدل ٠,٩ – ١,٥ متر مكعب/ دقيقة/ متر مربع .
    - غسيل بالماء – من ٢٠ إلى ٢٥ متر مكعب/متر مربع/ ساعة .

- **الأداء السيئ:**
  - الأداء السيئ للمروقات – وجود أحمال مفرطة من المواد الصلبة .
  - معدل تحميل تشغيلي زائد .
  - الغسيل العكسي ينقل الجسيمات الدقيقة من قاع المرشح إلى السطح. ترشيح سطحي .
    - استخدم ١١٠٪ من قدرة الغسيل العكسي إذا أمكن مع الكشط بصورة متكررة
    - تأكد من تسييل وجريان (fluidization) طبقة القاع كله عند سرعة الغسيل العكسي المختارة
  - يمكن حدوث تغير في خصائص المرشح بمرور الوقت (تكون قشور، ترسبات، تدهور مادي) .
  - فقدان الوسط الترشيحي: استبدال وسط الترشيح المفقود بنفس الحجم الفعال (E.S) الخاص بالوسط الأصلي مع مستوى معامل انتظام أقل (لتجنب الجسيمات الدقيقة ومدد تشغيل المرشح لفترات أقصر) .
  - تلف أو قصور التصريف التحتي للمرشح (filter under-drain) .
  - تدني مستوى التنظيف- كويرات الطين (mud ball)، وسلوك الماء طرق مختصرة .

- **مشكلات عامة:**
  - تعاقب الزيادة والنقصان في التدفق (Valve hunting)– الارتفاع المفاجئ للعكارة .
  - ارتفاع مفاجئ في العكارة بمجرد تشغيل المرشح .
  - "تسلل" العكارة- حدوث زيادة سريعة ومستمرة في عكارة مياه الصرف الخارجة .
  - عدم اتزان كلى أو جزئى في أداء المرشحات .
    - خلال عملية الغسيل العكسي للمرشحات الأخرى يزيد التدفق عبر المرشحات المتبقية .
    - صدمات هيدروليكية قصيرة الأجل، وحدوث تخبط بسبب الزيادة الهيدروليكية نتيجة ، لتباين معدلات المياه الخام أو بسبب خروج مرشح أو أكثر من الخدمة .
  - صدمات هيدروليكية (أثناء التشغيل/ أو الإيقاف)
    - تابع فاقد الضغط بعد الغسيل العكسي والعودة إلى الخدمة، لأن هذا مؤشر جيد بعد

التغيير في إجراءات الغسيل العكسي .
- متابعة ضغط الغسيل العكسي بغرض:
  - تقييم حالة التصريف التحتي للمرشح عند أقصى حد للتدفق في كل مرشح- يكون القياس بعد صمام التحكم في التدفق .
  - تقييم حالة طلمبات الغسيل العكسي عند مستوى تدفق معين- ويكون القياس بعد صمام التحكم في التدفق .

تذكـــر:

- تجنب عمل غسيل عكسي بالمياه لمدة طويلة ودون ضرورة ، حيث أن ذلك يؤدي إلى طول المدة اللازمة لتحقيق مستوى العكارة المطلوبة (ripening) ، ولا يحسن تشغيل المرشح، ويهدر المياه ، ويخفض وقت الترشيح .
- تجنب الغسيل بالهواء لمدة طويلة ودون ضرورة .
- فكر في تقسيم عملية الغسيل العكسي بين الغسيل بالهواء والماء لتحقيق فاعلية أفضل .

مثال:يؤدي الغسيل العكسي لمدة تتراوح بين دقيقة ودقيقتين إلى إهدار المياه

١.٥ دقيقة/ ٦٠*٧ مرات غسيل عكسي/ يوم (لعدد ١٠ مرشحات) * ٤٨ متر مربع للمرشح الواحد *

(٥٠ م/ س غسيل عكسي + ٥ م/س ترشيح) * ٣٦٥ * ٠,٢٥ جنيه مصري/ متر مكعب بسعر المستهلك = ٤٢١٥٧ جنيه/ سنة.

- **الوصول إلى الحد الأمثل**

- تعديل صمامات/بلوف المياه الخارجة لأنها تتعدل طبقا لمستوى الهبوط/ الصعود .
- تطبيق عملية الترشيح على مجرى الصرف حتى يصل مستوى العكارة إلى أقل من ٠,٣٠ وحدة عكارة بعد الغسيل العكسي وعند بداية التشغيل .
  - يمكن عمل ذلك بمعدل التدفق العادي أو بمعدلات أبطأ بكثير من العادي
  - يتم عمل ذلك حسب معدل العكارة عند المخرج وليس حسب الوقت
  - يتم تنفيذ الانتقال من عملية الترشيح على مجرى الصرف إلى عملية الترشيح بسلاسة ودون حدوث تغيير في المعدل خلال المرشح.
- تأخير بدء دورة المرشح (راحة المرشح) .
- بطء البدء – خفض دخول المياه الخام .
- لا تعيد تشغيل المرشحات غير النظيفة (عندما يزيد فاقد الضغط على ٥٠٪) .
- التنظيف الأمثل .
  - غسيل بالهواء متعدد .
  - اختيار معدلات الغسيل ومدتها .

- الغسيل العكسي قبل حدوث breakthrough (تصدع في المرشح) .
- تجنب الغسيل العكسي المتتالي لكل المرشحات .
- زيادة فترة تخزين المياه المعالجة .
- احرص على عدم وجود مرشح خارج الخدمة إذا أمكن .
- تجنب الارتباك المفاجئ .
- تجنب فترات مخاطر الغسيل العكسي للمرشحات الأخرى/ إدارة فترات الغسيل العكسي- يتزايد الخطر خلال الساعات النهائية لتشغيل المرشح (عندما يرتفع معدل فاقد الضغط) .
- استخدام المواد الكيماوية المساعدة للمرشح (بوليمرات)

· التوزيع المستوي للتدفقات .
· موزعات المدخل .
· تسوية حوض الغسيل .

تذكر:

- من الصعب تصحيح الأداء السيئ لأن ذلك مرتبط بالتصميم نفسه .
- يمكن لبعض الإصلاحات البسيطة تحسين الموقف .

٥- النتائج

تم تنفيذ العمل بالتعاون مع طاقم تشغيل المحطة طبقا للخطة التنفيذية التالية:

- **تجميع بيانات عن المحطة:**
  من تحليل البيانات الشهرية للمحطة عن شهر نوفمبر ٢٠٠٩ على سبيل المثال:
  المياه الخام: كان متوسط تدفق المياه الخام للمحطة القديمة ٢٦٤ لتر/ ثانية (بينما كان التصميم على أساس ٣٣٠ لتر في الثانية) أي بنسبة ٨٠٪ .
  كان متوسط تدفق المياه الخام للمحطة الجديدة ٢٩٣ لتر/ ثانية (بينما يبلغ التصميم ٣٣٠ لتر/ ثانية) ، أي بنسبة ٨٩٪ .

المياه المعالجة

كان متوسط تدفق المياه المنتجة من المحطة القديمة ٢٣٥ لتر/ ثانية (فقدان ١١٪ من المياه الخام الداخلة في النظام) .

كان متوسط تدفق المياه المنتجة من المحطة الجديدة ٢٥٠ لتر/ ثانية (أي فقدان ١٤,٧ ٪ من المياه الداخلة) .

فاقد غسيل المرشحات

٢,١٪ بالمحطة القديمة (من قيمة إجمالي المياه المنتجة)- بمعنى أن الفواقد الأخرى= (١١-٢,١) = ٨,٩٪ .

٩,٧ ٪ بالمحطة الجديدة (من قيمة إجمالي المياه المنتجة)- بمعنى أن الفواقد الأخرى = (١٤,٧ – ٩,٧) = ٥٪ .

من الواضح أن فقدان مياه الغسيل العكسي في المحطة الجديدة يزيد على نسبته في المحطة القديمة عدة مرات ، إلا أن الفواقد الأخرى تقل في المحطة الجديدة عنها في المحطة القديمة .

جرعة الشبة

متوسط جرعة الشبة المسجلة في التقارير هي ٣٢,١ مليجرام/ لتر .

جرعة الكلور

٥,٥ مليجرام/ لتر بالنسبة للكلورة المبدئية والنهائية .

العكارة

متوسط عكارة المياه الخام كانت ١٤ وحدة عكارة ، وكانت عكارة مياه المروقة ١,٤ وحدة عكارة ، وبالنسبة للمياه المرشحة ٠,٣ وحدة عكارة . هذا يعني أن متوسط إزالة العكارة تراوح بين ٨٦ و ٩٠ ٪ بالنسبة لمرحلة الترويق، وحوالي ٧٩,٥ ٪ بالنسبة لمرحلة الترشيح (نسبة الإزالة الكلية تزيد على ٩٨٪).

محطة معالجة كدوان

الشهور	محطة المعالجة القديمة				محطة المعالجة الجديدة		
	العكارة	الكلور المتبقي	الأس الهيدروجيني		العكارة	الكلور المتبقي	الأس الهيدروجيني
نوفمبر ٢٠٠٩							
الحد الأدنى	٠,٦	١,١	٧,٣		٠,٨٥	١,٠	٧,٢
الحد الأقصى	٢,٠	١,٦	٧,٨		٢,١	١,٦	٧,٩
المتوسط	١,٣	١,٣	٧,٦		١,٤٨	١,٣	٧,٥٥
ديسمبر ٢٠٠٩							
الحد الأدنى	٠.٨	٠,٥	٧,٢		١,١٤	٠,٥	٧,٣
الحد الأقصى	٢,١	١,٦	٧,٨		٢,٣٧	١,٦	٨
المتوسط	١,٤	١,٠	٧,٥		١,٧٦	١,٠	٧,٦٥

يبين الجدول نتائج اختبار المياه المروقة التي تتدفق من أحواض الترسيب بالمحطتين القديمة والجديدة في شهري نوفمبر وديسمبر ٢٠٠٩.

الاستهلاك الشهري (يناير ٢٠٠٩- يناير ٢٠١٠) محطة كدوان (المنيا)

الشهور	مياه خام متر مكعب/ شهر	مياه معالجة متر مكعب/ شهر	مياه غسيل عكسي متر مكعب/ شهر	الشبة المستهلكة كجم/ شهر	الكلور المستهلك كجم/ شهر	الكهرباء المستهلكة كيلو وات	متوسط جرعة الشبة جم/ متر مكعب	عكارة المياه الخام NTU	عكارة المياه المعالجة NTU
يناير ٢٠٠٩	١٤٧٩٢٢٨	١٢٨٦١٧٦	٥١٤٣٧	٥١٨٤١	٧٥٧٤	٤٣٣٦٥٥	٣٥,٠	١٢,٧٠	٠,٣٤
فبراير ٢٠٠٩	١٣٠٢٦١٨	١١٣٢٧٧٠	٥٣٥٣٢	٤٢٨١٢	٧١٤٤	٣٩٧٣٢٧	٣٢,٩	١٤,٦٩	٠,٣٦
مارس ٢٠٠٩	١٤٣٢٣٤٨	١٣١٦٥٢١	٤١٤٦٤	٤٣٦٦٧	٦٥٦٦	٤١٤٩٥٧	٣٠,٥	١٥,٣٠	٠,٣٧
أبريل ٢٠٠٩	١٤٠٧٥٠٠	١٣٣٤٤٧٠	٣٣٦١١	٤٥٥١١	٧٠٨٨	٤٠٥٠٦٧	٣٢,٣	٩,١٥	٠,٣٨
مايو ٢٠٠٩	١٥١٨٤٥١	١٤١١٢٨٩	٥٤٧٣١	٤٨٣٢٩	٥٥٤٥	٤١٩٦٣٣	٣١,٨	٩,٢٠	٠,٣٣
يونيو ٢٠٠٩	١٤٨٦٣١٨	١٣٦٩٣٣٤	٣٣٢٩٩	٤٧٨٢٨	٨٧١١	٤٠٦٩٣٠	٣٢,٠	٧,٢٧	٠,٣٢
يوليو ٢٠٠٩	١٥٦٨٦٨٢	١٤٢٩٩٦٧	٣٦٢٢٠	٥٠٤٨٨	٨٧٠٥	٤١٨٨٤٢	٣٢,٠	٦,٤٤	٠,٢٧
أغسطس ٢٠٠٩	١٥٦٧٨٠١	١٤٦٠٣٠٢	٤٠٠٣٠	٥٠١٧٨	٨٩٢٠	٤٢٧٦١٥	٣٢,٠	٧,٢٦	٠,٢٨
سبتمبر ٢٠٠٩	١٥١٦٠١٢	١٣٨١٥٥٣	٥٠١٧٦	٤٧٧٠٢	٨٩١٤	٤٠١٧٢٦	٣١,٤٦	١٢,٢٧	٠,٢٦
أكتوبر ٢٠٠٩	١٥٢٣٣٢٥	١٣٦٠٥٦٤	٣٨٩٢١	٥٠٤٠٩	٨٨٤٧	٤٤٤٠٩٨	٣٣,٠٩	١١,١٣	٠,٢٥
نوفمبر ٢٠٠٩	١٤٤٤٧٠٦	١٢٥٩٤٧١	٧٥٧١٠	٥٠١٣٨	٩٠٤٢	٤٢٩٥٨٢	٣٤,٧	١٤,١	٠,٣١
ديسمبر ٢٠٠٩	١٤٦٤١٩٢	١٢٦٩١٣٤	٨٥٩٤٤	٤٧٥٦١	٧٩٠٥	٤٣٧٥٧٥	٣٢,٤	١١,٢	٠,٣١
يناير ٢٠١٠	١٤٢٢٨٢٣	١٢٣١٣٤٨	٨١٠٨٥	٤١٥٦٨	٦٧٦٦	٤١٣٠٣٧	٢٩,٢	١١,٦	٠,٣١

- **مراجعة جرعة الكلور المستخدمة**

أ- **المحطة الجديدة** : تم إجراء الاختبار القياسى لتحديد جرعة الكلور المثالية معمليا (Break point test) وكانت كما هو موضح بالرسم البياني لثلاث تجارب على ثلاث أيام متتالية وكانت النتيجة ٢,٥ ملليجرام/ لتر ، فى حين كانت الجرعة المستخدمة٥ ـ ٥,٥ ملليجرام/ لتر، وقام الاستشاري بخفض الجرعة إلى ٤,٥ ملليجرام/ لتر وأوصى باستمرار خفض الجرعة تدريجيا مع المتابعة خاصة ان منظومة صرف الروبة من أحواض الترسيب لا تتم بصورة منتظمة مما يترتب عنه وجود كميات من الرواسب تستهلك جزءً من الكلور المضاف وتؤثر على نوعية المياه، وقام بعمل نظام لصرف الروبة المتكونة أولا بأول لمدة دقيقة واحدة/في اليوم لكل صمام حسب نوعية المياه بعد اختبار حجم المواد المترسبة بالمعمل (على مدار الورديات) ، وهذا من شأنه التمكن من خفض جرعة الكلور دون التأثير على جودة المياه المنتجة وبالتالي التقليل من فرص تكون النواتج الثانوية للتطهير DBP مثل ثلاثية الميثان مركبات الهالوجين THM ، بالإضافة إلى تحسين ظروف التخلص من الطحالب بترسيبها (حيث أوضح للمشغلين ان الكلور الزائد يكسر الخلية الطحلبية مما يفقدها شحنتها الكهربية، التى تلعب دورا أساسيا فى تعادل الشحنات مع جزئ المروب لترسيبها) وكذلك خروج مياه مروقة بها كلور متبقي فى حدود معقولة (٠,٤ - ٠,٦) ، خاصة مع وجود نظام الكلور الوسيط الذى عن طريقه يمكن الحفاظ على دخول المياه الى المرشحات بنسبة كلور تحافظ على الوسط الترشيحى وتمنع نمو الطحالب والكائنات الدقيقة الأخرى التي قد تساهم في تكون كويرات الطين (mud ball) داخل الوسط الترشيحى .

وهناك عوامل أخرى يمكن تجنب آثارها تم مناقشتها مع طاقم التشغيل كمضاعفة الفترة الزمنية لفتح بلف الروبة مع تخفيض الفترات البينية لزمن الغلق أى تكرار الفتح على مدار الورديات بدلا من مرة واحدة يوميا ، وتشغيل وتحسين التوازن بين الكلور الوسيط والكلور المبدئي .

كما أوصى الخبير بضرورة إصلاح جهاز قياس الكلور الحر المتبقي الموجود مباشرة على خط الطرد (on-line) وربطه بجهاز حقن الكلور النهائي (Disinfection) للاستفادة من خاصية التشغيل الاتوماتيكى في التحكم المستمر في الكلور الحر المتبقي للمياه المعالجة على مدار الأربعة وعشرون ساعة خاصة مع التباين الواضح لدرجات الحرارة ليلا عن النهار .

ب- **المحطة القديمة**: تم القيام بمعاونة طاقم التشغيل والمعمل بخفض الجرعة إلى ٤,٥ ملليجرام/ لتر طبقا لما تم التوصل إليه من تجربة تحديد الجرعة المطلوبة لنوعية المياه الداخلة للمحطة (Chlorine Demand) والمشار اليها سابقا ، وأوصى باستمرار خفض الجرعة تدريجيا مع المتابعة ، مع المحافظة على خروج مياه مروقة بها كلور متبقي في حدود معقولة (٠,٦ - ٠,٨) ، مع عدم وجود منظومة الكلور الوسيط بهذه المحطة .

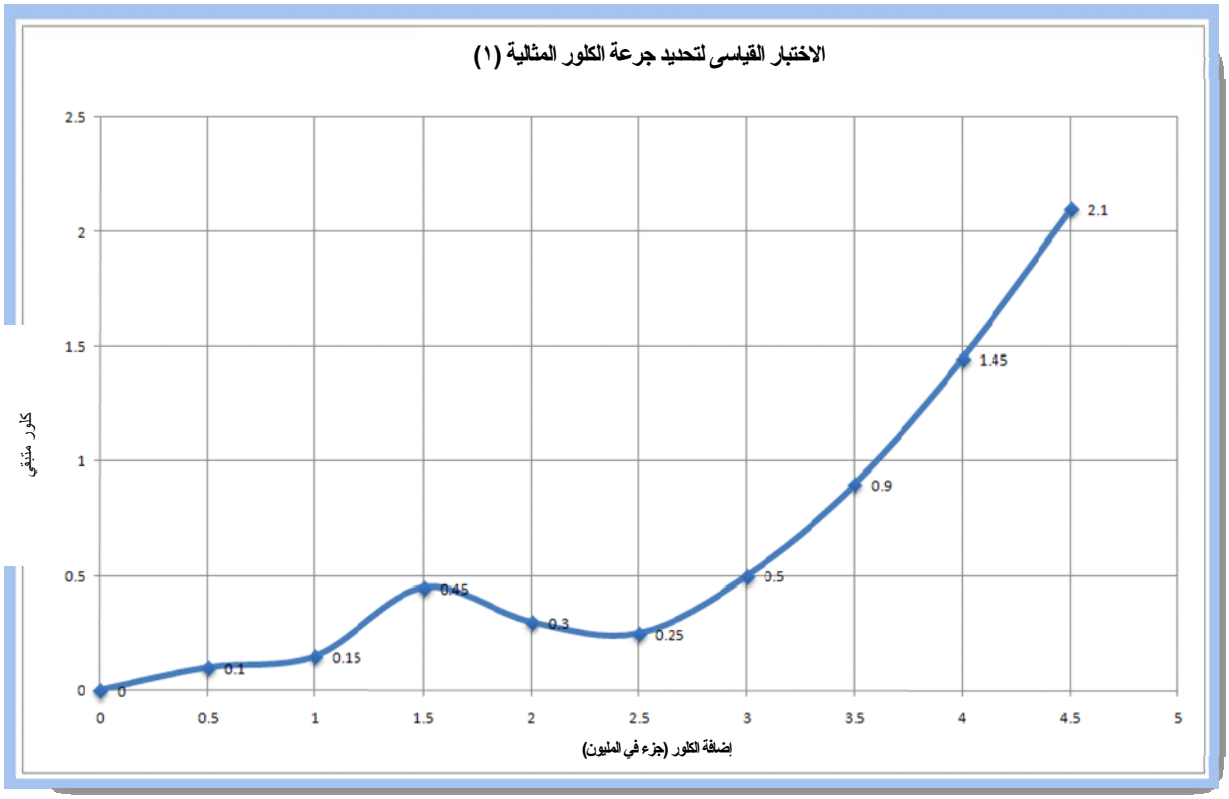
الاختبار القياسى لتحديد جرعة الكلور المثالية (١)

التاريخ: ٢٨/ ١٢/ ٢٠٠٩

المياه العكرة: العكارة: ١٠,٧ NTU

الأس الهيدروجيني: ٨,٢٣

مدة التلامس: ٣ ساعات



جرعة الكلور	٠	٠,٥	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥
الكلور المتبقي	٠	٠,١	٠,١٥	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢٥	٠,٥	٠,٩	١,٤٥	٢,١

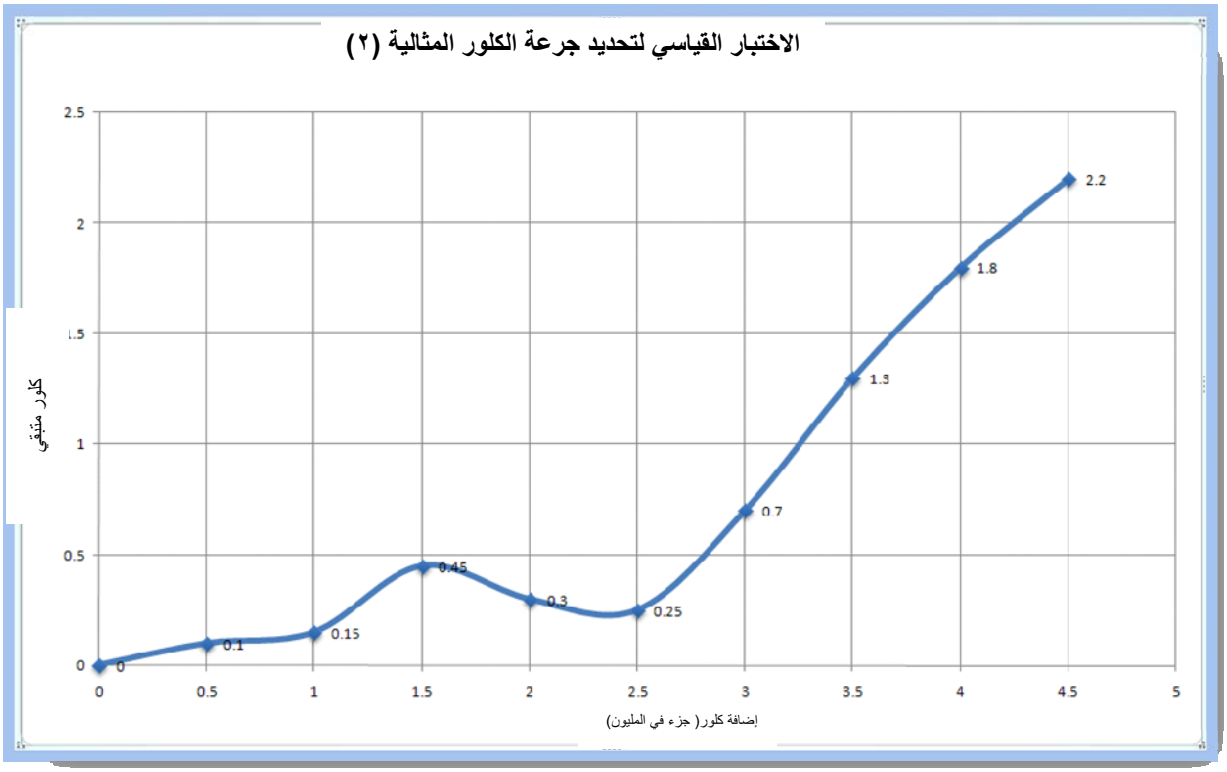
الاختبار القياسي لتحديد جرعة الكلور المثالية (٢)

التاريخ: ٢٩/ ١٢/ ٢٠٠٩

المياه العكرة: العكارة : ١١,٢ NTU

الأس الهيدروجيني:٨,٢٧

مدة التلامس: ٣ ساعات



جرعة الكلور	٠	٠,٥	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥
كلور متبقي	٠	٠,١	٠,١٥	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢٥	٠,٧	١,٣	١,٨	٢,٢

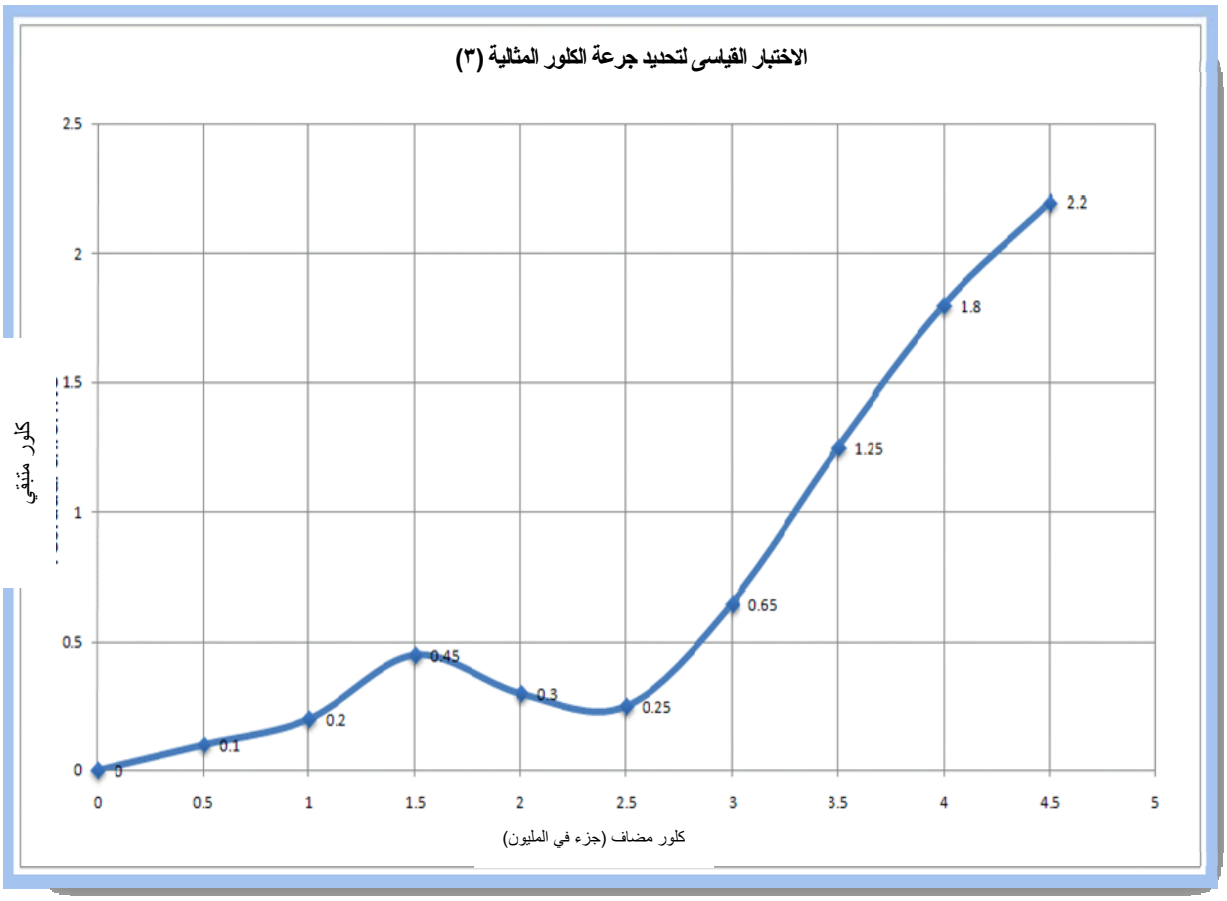
الاختبار القياسي لتحديد جرعة الكلور المثالية (٣)

التاريخ: ٣٠/ ١٢/ ٢٠٠٩

المياه العكرة: العكارة : ١٠,٨ وحدة عكارة

الأس الهيدروجيني: ٨,٣٠

مدة التلامس: ٣ ساعات



جرعة الكلور	٠	٠,٥	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤	٤,٥
الكلور المتبقي	٠	٠,١	٠,٢	٠,٤٥	٠,٣	٠,٢٥	٠,٦٥	١,٢٥	١,٨	٢,٢

- **مراجعة جرعة الشبة المستخدمة**

أ- **المحطة الجديدة**: قام الخبير بإجراء اختبار تحديد الجرعات (Jar test) تحت الظروف المثالية وكانت كما هو موضح بالرسم البياني لثلاث تجارب على ثلاثة أيام متتالية وأمكن التوصل لجرعات أقل في الاستهلاك من الجرعة المطبقة حاليا (٣٢ جم/م^{٣}) تحقق نسبة الإزالة المطلوبة (> ٩٠ ٪) علاوة على تحقيق اختزال واضح لعنصر الألومونيوم المتبقي في المياه المنتجة (من ٠,٣٨إلى ٠,١٨ ملليجرام/ لتر) .

ب- **المحطة القديمة**: أمكن تخفيض الجرعة في هذه المرحلة من ٣٢ جم/م^{٣} إلى ٢٨ جم/م^{٣} بعد التأكد معمليا من نتائجها عن طريق تجربة تحديد الجرعات (Jar test) ، وتم مراقبة تأثير التغيير في الجرعة حقليا. فتلاحظ إعطاء تحسن فى نسبة الألمونيوم المتبقي مع إعطاء نفس النتائج تقريبا بالنسبة لإزالة العكارة وذلك من واقع نتائج التحاليل اليومية لمعمل المحطة .

والتوصية هنا بضرورة استكمال مؤشرات الحكم على الجرعة بإجراء اختبار تقدير الألمونيوم المتبقي واختبار عد الطحالب وتجهيز المعمل بما يناسب ذلك وقد قام المشروع بإجراء برنامج تدريبي .

ويجدر الإشارة بان منظومة الترويب والتنديف بالمحطة القديمة أفضل من الجديدة في نتائجها- كما أن منظومة صرف الروبة أفضل من الناحية التصميمية - وبالتالي يمكن خفض الجرعة طبقا لنتائج الجار المشار إليها دون تخوف (٢٢ جم/م^{٣}) .

اختبار تحديد الجرعات (١)

التاريخ: ٢٧/ ١٢/ ٢٠٠٩

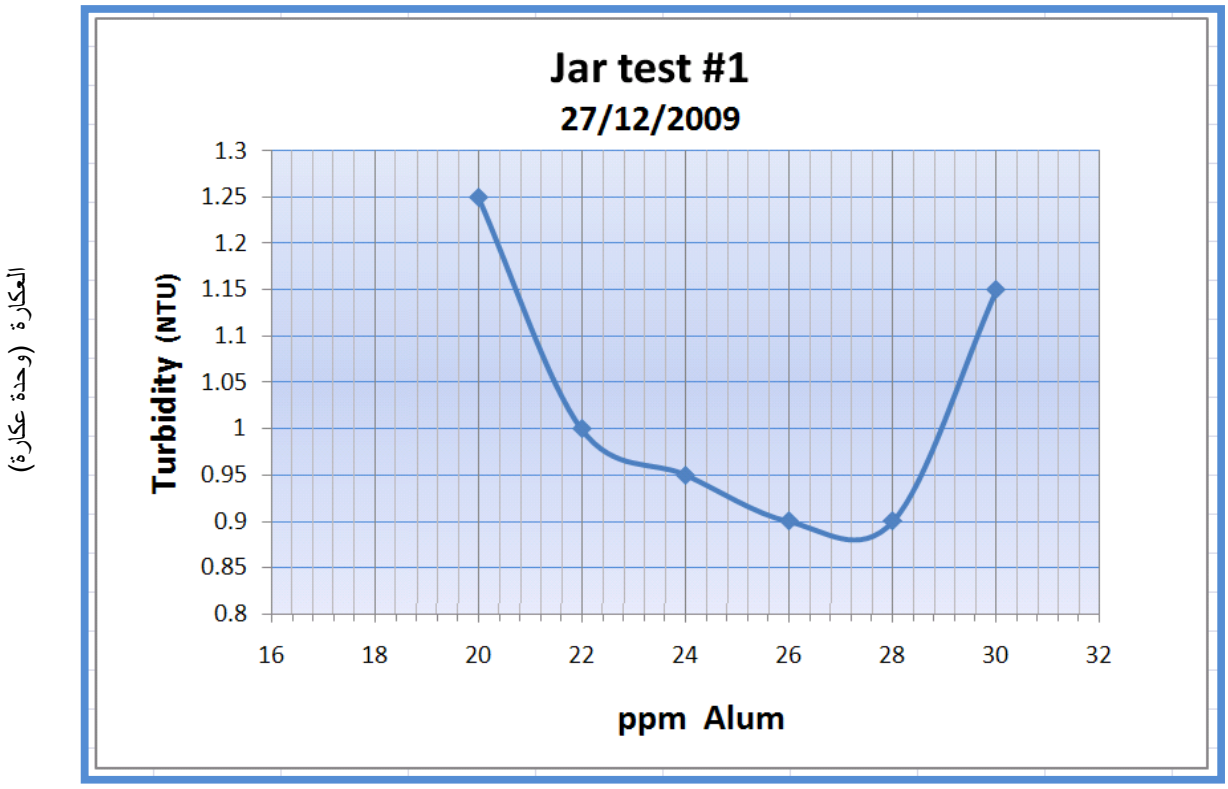
المياه العكرة: العكارة : ١٠,٨ وحدة عكارة

الأس الهيدروجيني: ٨,٣١

خلط سريع لمدة ٢٠ ثانية بسرعة ١٢٠ لفة في الدقيقة

خلط الندف لمدة ٢٠ دقيقة بسرعة ٣٠ لفة في الدقيقة

وقت الترسب: ٢٠ دقيقة



التجربة	جرعة الشبة (جزء في المليون)					
	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠
العكارة بعد ٢٠ دقيقة	١,٢٥	١	٠,٩٥	٠,٩	٠,٩	١,١٥
النسبة المئوية لإزالة العكارة	٨٨,٤	٩٠,٧	٩١,٢	٩١,٦	٩١,٢	٨٩,٣
الأس الهيدروجيني	٧,٥٣	٧,٥	٧,٤٧	٧,٤١	٧,٤١	٧,٣٧
الكلور المتبقي بعد ٢٠ دقيقة	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨

اختبار تحديد الجرعات (٢)

التاريخ: ٢٩/ ١٢/ ٢٠٠٩

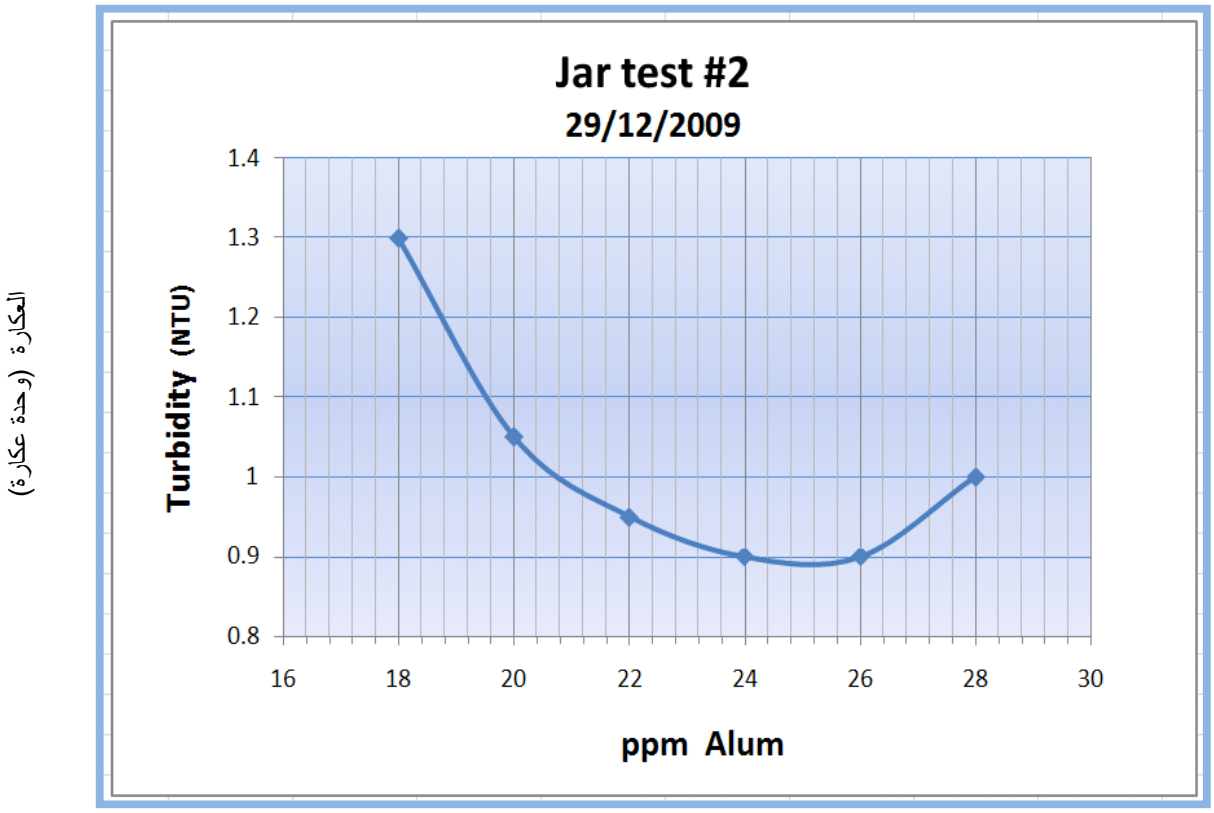
المياه العكرة: العكارة : ١١,٢ وحدة عكارة

الأس الهيدروجيني: ٨,٢٧

خلط سريع لمدة ٢٠ ثانية بسرعة ١٢٠ لفة في الدقيقة

خلط الندف لمدة ٢٠ دقيقة بسرعة ٣٠ لفة في الدقيقة

وقت الترسب: ٢٠ دقيقة



التجربة	جرعة الشبة (جزء في المليون)					
	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨
العكارة بعد ٢٠ دقيقة	١,٣	١,٠٥	٠,٩٥	٠,٩	٠,٩	١
النسبة المئوية لإزالة العكارة	٨٨,٤	٩٠,٦	٩١,٥	٩١,٩	٩١,٩	٩١,١
الأس الهيدروجيني	٧,٦١	٧,٥٤	٧,٤٦	٧,٤٢	٧,٤٠	٧,٣٦
الكلور المتبقي بعد ٢٠ دقيقة	٢,٧	٢,٧	٢,٧	٢,٧	٢,٧	٢,٧

اختبار تحديد الجرعات (٣)

التاريخ: ٣٠/ ١٢/ ٢٠٠٩

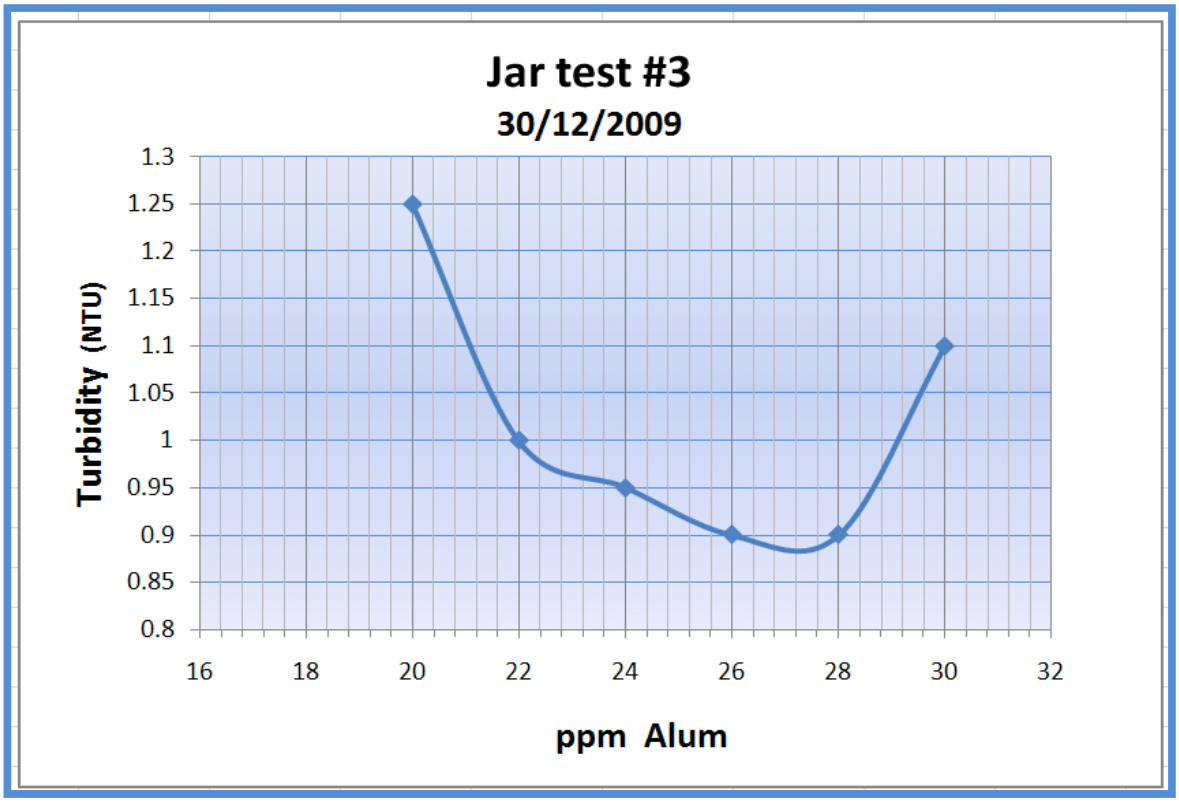
المياه العكرة: العكارة : ١٠,٨ وحدة عكارة

الأس الهيدروجيني: ٨,٣٠

خلط سريع لمدة ٢٠ ثانية بسرعة ١٢٠ لفة في الدقيقة

خلط الندف لمدة ٢٠ دقيقة بسرعة ٣٠ لفة في الدقيقة

مدة الترسب: ٢٠ دقيقة



التجربة	جرعة الشبة (جزء في المليون)					
	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠
العكارة بعد ٢٠ دقيقة	١,٢٥	١	٠,٩٥	٠,٩	٠,٩	١,١٥
النسبة المئوية لإزالة العكارة	٨٧,٩	٩٠,٤	٩٠,٩	٩١,٣	٩١,٣	٨٨,٩
الأس الهيدروجيني	٧,٥٣	٧,٥	٧,٤٧	٧,٤١	٧,٤١	٧,٣٧
الكلور المتبقي بعد ٢٠ دقيقة	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨	٢,٨

- **مراجعة أحواض تجهيز محلول الشبة المستخدمة للمحطتين**

قام خبير المشروع بمراجعة طريقة تركيز أحواض الشبة وتصحيح جداول التركيز بما يتناسب مع استخدامات الشبة السائلة وقام بمعايرة طلمبات الشبة العاملة وتبين أن هناك طلمبة رقم ١٢ للمرحلة الجديدة لا تعطى معدل الضخ التصميمي حيث انخفضت كفاءتها (كما هو موضح بالجدول التالي) وهذا يرجع للصيانة وأوضح الخبير لطقم التشغيل بضرورة معايرة معدل الضخ للطلمبة بعد كل صيانة وكل ٣ شهور .

النسبة المئوية لمشوار الطلمبة	٠	٪٢٥	٪٥٠	٪٧٥	٪١٠٠
تصريف الطلمبة (لتر/ ثانية)	٠	١٥	٥٢,٩	٨٣,٧	١٢٠

جدول يبين العلاقة بين مشوار الطلمبة (%) ومعدل التصريف (لتر/ث)

- **الخلط السريع**

تم تشغيل منظومة طلمبات الخلط السريع (flash mix) فى مدخل ماسورة المياه العكرة للأحواض ، حيث كانت متوقفة للاعتقاد في عدم جدواها علاوة على أن احد الطلمبات عاطلة (الاحتياطي) وبتشغيلها أعطت تحسنا فى جودة الندف الناتجة وأوصى بعدم إيقافها مع ضرورة صيانة الطلمبة الاحتياطي العاطلة .

- **المرشحات**

تلاحظ كثرة غسيل مرشحات المحطة الجديدة بصورة واضحة وانخفاض ساعات تشغيلها عن المحطة القديمة وأعزى ذلك إلى صغر حجم حبيبات الوسط الترشيحى (٠.٥ مم) وتكون طبقة طين واضحة بالعين (كما بالصورة) على سطح المرشح لا تزال حتى بالغسيل المكثف ، وقد قام الخبير بمعاونة أفراد التشغيل بالمحطة والمعمل بتفريغ أحد المرشحات وكشط طبقة الطمي هذه يدويا ورفع عينات من الوسط الترشيحى للتحليل ، وتم التوصية بعمل نفس الإجراءات لباقي المرشحات وبصورة دورية .

ملخص الانجازات:

١. خفض جرعة الكلور من ٥ إلى ٤,٥ ملجم / لتر .
٢. خفض جرعة الشبة من ٣٢ إلى ٢٨ ملجم / لتر .
٣. معايرة طلمبات الشبة وتصحيح معدل التدفق وتعديل الجداول .
٤. تم توفير ٢٠٠ لتر شبة خام من خلال تصحيح طريقة تجهيز أحواض الشبة المعدة للاستخدام اليومي وتعديل التركيز ليلائم السحب الذى تم معايرته حقليا .
٥. تصحيح وضع الترويب بتشغيل منظومة التقليب السريع .
٦. كشط طبقة الطين المتكونة على سطح المرشح .
٧. التعديل في أزمنة وفترات صرف الروبة من الأحواض .
٨. التدريب على إجراء تجربة تحديد جرعة الكلور (Break Point) ومؤشر الحكم على الجرعة المثالية .
٩. التدريب على إجراء تجربة تحديد جرعة الشبة (Jar Test) ومؤشرات الحكم على الجرعة المثالية .
١٠. تحسن في نتائج التحليل بالنسبة للعكارة والألومونيوم المتبقي .

٦- التوصيات الرئيسية

٦-١ تشغيل وصيانة محطة معالجة مياه الشرب:

فيما يلي قائمة بالمحددات التي يُوصى بمتابعتها على المدى القصير ، علما بأن كل المحددات المقترحة قد تمت مناقشتها خلال تنفيذ ومتابعة البرنامج .

➢ **محطة مياه الشرب**

- كفاءة معالجة المياه ..... **الهدف** هو ٩٠٪
- متابعة تشغيل طلمبات المياه الخام (زمن التشغيل) – تخمين التدفق (القدرة التصميمية – تقدير سعة الضخ بواسطة الزمن وحجم معلوم)
- المتابعة (إذا أمكن) لتشغيل طلمبات مياه الشرب (وقت التشغيل) – التدفق المقدر (القدرة التصميمية – تقدير سعة الضخ وحجم معلوم)
- استهلاك الطاقة
- وجود عداد كهرباء، فإذا لم يكن موجودا يتم حساب وقت التشغيل واستهلاك الطاقة حسب التصميم
- تشغيل وصيانة معدات التشغيل والصيانة
  - مدة التشغيل ..... **الهدف** هو ٨ ساعات/ الدورة
  - المتابعة (الإصلاحات، الخ)

➢ **الكلورة المبدئية**

- الكلورة حسب الجرعات المثالية المحددة معمليا (وفق اختبار تحديد الجرعة المثالية Jar Test)
- تحديد مدة التلامس وتحسينها إذا أمكن
- التحكم في الجرعة (كجم/ ساعة) بين خطوط العمليات المختلفة
- متابعة الاستهلاك الشهري
- الكلور الحر المتبقي عند مخرج أحواض الترسيب..... **الهدف** هو **٠,٢ – ٠,٤ مليجرام/ لتر**
- تجنب تسرب الكلور الحر المتبقي إلى الجو . زد من الجرعة إذا كانت هناك حاجة (" تركيز الكلور X فترة التلامس" ليس كافيا للقضاء على الكائنات المقاومة) أو نظّف حوض الترسيب دورياً بمحلول كلور عالي التركيز.
- الحد الأدنى للكلور الحر المتبقي عند مخرج وحدات الترشيح ..... **الهدف** هو **٠,٠٥ ملليجرام/ لتر.**
- التحكم في الطعم والرائحة – ارجع إلى الطريقة القياسية.

➢ **الترسيب**

- التحقق من محددات التصميم .
- التحقق من وقت المكث والتحكم في دوائر القصر المحتملة .
- التحقق من أداء عملية الترسيب..... **الهدف** هو وحدة عكارة واحدة في ٩٥٪ من الوقت إذا كانت عكارة المياه الخام تقل عن ١٠ وحدات عكارة .
- الحد من تسرب الكلور الحر المتبقي إلى الهواء .
- تعديل الهياكل وفقا لذلك إذا كان ذلك ممكنا .

➢ **الترشيح**

- التحقق من محددات التصميم .
- التحكم في التدفق الداخل- توزيع التدفق فيما بين خطوط العملية المختلفة والمرشحات .
- التحقق من أداء الترشيح ..... **الهدف** هو **٠,٣ وحدة عكارة في ٩٥٪ من الوقت**. متابعة كل مرشح على حدة. متابعة فترات تشغيل المرشح وتنميتها .
- تجنب عمل تعديل في تدفق محطة معالجة المياه إذا كانت المرشحات موجودة عند نهاية مدة التشغيل. عمل غسيل عكسي للمرشحات عند الحاجة قبل تعديل التدفق .
- تدفق ثابت – مستوى متباين: الاحتفاظ بمقدار ٢٠ سم من المياه على الأقل فوق مستوى الرمل بعد الغسيل العكسي. يجب عدم حدوث فقدان للارتفاع عن ٨٠ سم- ١٠٠ سم قبل الغسيل العكسي. يفضل قصر فواقد الارتفاع على الارتفاع الاستاتيكي للمرشح .
- متابعة المرشحات بانتظام .
- الوصول بإجراءات الغسيل العكسي إلى المستوى المثالي ، بالنسبة للمرشحات التقليدية – الوسائط القياسية ، ابدأ بالغسيل بالهواء لمدة تتراوح بين ٣ و ٥ دقائق على الأكثر، ثم غسيل بالماء لمدة تتراوح بين ٥ إلى ١٠ دقائق . يراعي تكرار الإجراء عند الحاجة .
- متابعة تطور فواقد ارتفاع الرمل النظيف .
- متابعة الوضع العام لعكارة الغسيل العكسي .
- متابعة الوضع العام لمكوث الروبة بعد الوصول بإجراءات الغسيل العكسي إلى الحد الأمثل .

➢ **التطهير**

- راجع وقت التلامس عن طريق مستوى المياه في خزان المياه، مع عمل تقييم لتركيز الكلور مع وقت التلامس المتاح .
- التحكم في الجرعة (كجم/ ساعة) والاستهلاك الشهري .
- الكلور الحر المتبقي عند مخرج خزان المياه ..... **الهدف** هو **الحد الأدنى ٠,٢ مليجرام/ لتر- الحد الأقصى ١,٥ مليجرام/ لتر عند العملاء الموجودين في أول الخط**
- التحكم في الطعم والرائحة..... ارجع إلى الطريقة القياسية .

- **الجرعة الكيماوية – كبريتات الألمونيوم**
  - التحكم في تدفق طلمبات حقن الجرعات (المعايرة) .
  - التحكم في المحلول المركز لكبريتات الألمونيوم (الكثافة) ، قم بإجراء اختبار تحديد الجرعات jar test للمحلول في الموقع .
  - السيطرة على المحددات المعملية في محطة مياه الشرب (الأس الهيدروجيني، والعكارة بصفة رئيسية) .
  - عمل مقارنة بصرية بين نتائج الاختبار في الموقع ونتائج اختبار تحديد الجرعات .

٦-٢ التوثيق

ينبغي تحسين المعلومات والمعرفة العامة بقضايا معالجة مياه الشرب لدى العاملين بالمحطة ، مع توفير المراجع والمستندات ذات الصلة (مثل دليل المستخدم، والمواصفات الفنية، الخ) على المستوى المركزي وغير المركزي ، كذلك ينبغي إتاحة الوصول إلى شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) للمشغلين الرئيسيين وفنيي المعمل، بالإضافة إلى تعزيز الاتصال وتبادل التجارب بين العاملين بالمحطات من خلال الندوات والتقارير والاجتماعات ، الخ .

٦-٣ المنشآت المعملية

ينبغي توفير الحد الأدنى من التجهيزات المعملية على المستوى اللا مركزي خلال مدة قصيرة ، وذلك لمتابعة الحد الأدنى من محددات تشغيل محطة المعالجة على مدار الساعة. كذلك ينبغي تحليل المحددات التكميلية كل شهرين في المعمل المركزي في المنيا ، وينبغي أن تكون المعامل اللامركزية قادرة على أداء الحد الأدنى من التحليلات الفيزيائية والكيميائية، مع اقتراح توفير معدات محمولة وعناصر كاشفة (reagents) سهلة الاستخدام ومجهزة، مع مراعاة التوحيد القياسي للمعدات ومنهجيات العمل .

كما يجب تنظيم دورات تدريبية إضافية على محطة معالجة المياه ليتسنى المتابعة الصحيحة لأداء المحطة ، وتشخيص المشاكل بناء على النتائج المعملية وتحسين أداء المحطة للوصول به إلى الحد الأمثل. كذلك ينبغي إشراك المشغلين والعاملين في المعمل لأنهم الأفراد الذين يُرجع إليهم فيما يتعلق بمتابعة عمليات المحطة .

وعلى المدى الأبعد، ينبغي تركيب معدات متابعة على الخط أو إحلالها وتجديدها .

وعلى المدى القصير، ينبغي التحقق من نوعية المياه بالنسبة لإجمالي الكربون العضوي (TOC) و النواتج الثانوية للتطهير (DBP) والألومونيوم المتبقي ، الخ . كذلك ينبغي تحديث محطة معالجة المياه القائمة على هذا الأساس ، واقتراح عملية جديدة إذا كان يتعين بناء وحدات محطة المعالجة الجديدة، مع استحداث محددات جديدة على مستوى المعمل للمتابعة المنتظمة .

ينبغي أن تشمل تحسينات محطة معالجة المياه ما يلي:

- إجراءات من شأنها تحسين فاعلية محطة معالجة المياه فيما يتعلق بكمية المياه (خفض الفواقد ، الوصول بعمليات المعالجة إلى المستوى الأمثل، الخ) ، وكذلك الإجراءات التي من شأنها ضمان نوعية المياه (الوصول بعمليات المعالجة إلى المستوى الأمثل ، حقن الكيماويات ، وحدات المعالجة التكميلية، المتابعة المعملية ، الخ) . ينبغي تقييم عمليات المعالجة التكميلية لتحسين نوعية المياه .
- إجراءات لمتابعة أداء محطة معالجة المياه بما في ذلك عدادات قياس التدفق- عداد استهلاك الكهرباء- أجهزة توقيت للمعدات الكهربائية/ الميكانيكية ، الخ . ينبغي تقييم عملية معالجة مياه الشرب (الحقن وخلط الكيماويات ومدة التلامس ، والرمل ، الخ) والمرافق ذات الصلة (طلمبات المياه- طلمبات الغسيل العكسي - البلاورز- الخلاطات، الخ) واستبدالها في نهاية الأمر أو إحلالها وتجديدها لتحقيق أداء أفضل للعمليات وخفض استهلاك الكهرباء .
- إجراءات لضمان سلامة العاملين بمحطة معالجة مياه الشرب والسكان المجاورين (بالنسبة لتحضير الكيماويات والجرعات والإمداد بالكهرباء ، الخ) .
- قضايا بيئية: تنحصر القضايا البيئية عامة في تكون النواتج الثانوية من عمليات المعالجة والتخلص منها (مثل الروبة ومياه الغسيل العكسي ، الخ) . وفي حالة استخدام المحطة للكيماويات التقليدية بصورة دائمة، يمكن اقتراح بنية تحتية استرشادية للتعامل مع المنتجات الفرعية لعمليات المعالجة .
- ينبغي استعادة الحد الأدنى من الميكنة والتنظيم ليتسنى للمحطات أن تعمل كيفما كانت مصممة في الأصل (المرشحات ، الخ) . كذلك ينبغي أن تشمل كافة المعدات الكهروميكانيكية التي تم إحلالها وتجديدها أو كانت جديدة كافة الإكسسوارات اللازمة للميكنة والتنظيم المستقبلي .
- ينبغي توافر احتياطي من المعدات والمرافق الخاصة بعمليات المعالجة ، وعلى رأسها تجهيزات حقن الجرعات الكيماوية من المروب والكلور .

٧- ملحقات

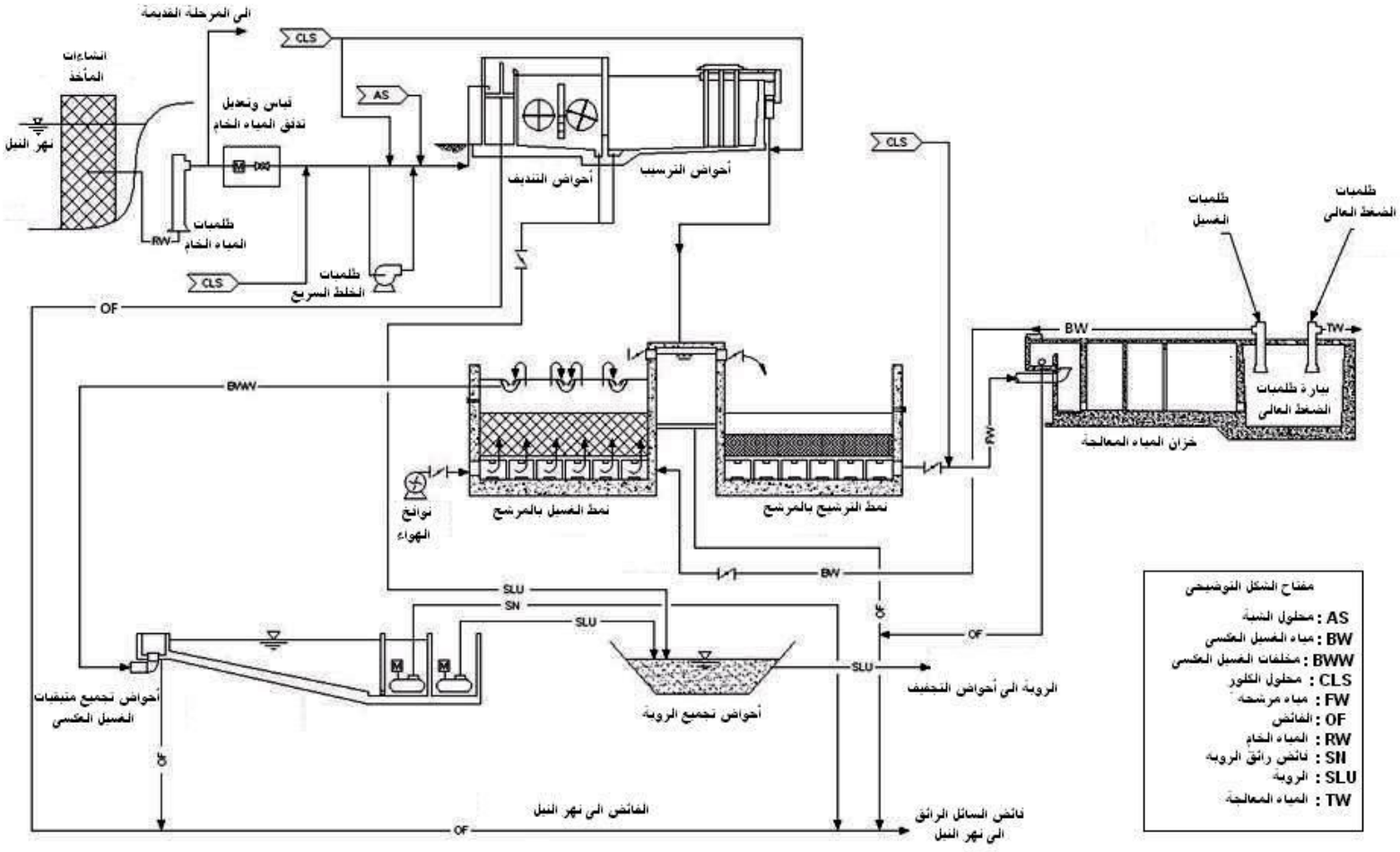
أ- المحددات العامة لتصميم محطة معالجة مياه الشرب
ب- حسابات معدل التغذية بالشبة
ت- اختبار تحديد الجرعات (خطوط إرشادية)
ث- اختبار تحديد الجرعة المثالية للكلور (خطوط إرشادية)
ج- حسابات معدل تغذية الكلور
ح- اختبار الوسط الترشيحي (خطوط إرشادية)
خ- صور توضح مكونات المحطة وصور أخرى لبعض أنشطة البرنامج

أ. المحددات العامة لتصميم محطة معالجة مياه الشرب

تم تصميم محطة المنيا لمعالجة مياه الشرب لتستخدم طريقة التنديف/ أحواض الترسيب في معالجة المياه الخام وجعلها آمنة للاستهلاك الآدمي ، فيما يلي وصفا لعمليات الوحدات الأساسية بالمحطة .

يبين شكل (١) مخطط سير عمليات المعالجة .

١. **مأخذ المياه الخام** الذي يسحب المياه الخام من نهر النيل ، وتتدفق المياه الخام بفعل الجاذبية إلى بيارة محطة طلمبات المياه الخام .
٢. محطة طلمبات المياه الخام تتلقى المياه الخام المتدفقة بفعل الجاذبية من بيارة محطة الطلمبات ، وتضخ المياه الخام إلى المحطة الجديدة .
٣. ثلاث **طلمبات خلط سريع** (في محطة معالجة المياه الجديدة)، والموجودة قبل غرف مداخل التنديف، ويتم توفير معالجة مبدئية للمياه الخام تشمل الخلط السريع للمياه الخام مع استخدام محلول شبة يتدفق من أداة حقن الخلط السريع ، ويشار إلى هذه العملية بالترويب .
٤. **غرف دخول التنديف** تقسم التدفق بالتساوي إلى أحواض التنديف رقم ١A/١B و ٢A/٢B ، على التوالي .
٥. عدد ٢ **حوض تنديف** ، كل منهما ينقسم إلى حارتين، حيث يتم تحريك المياه الخام المُروبة بلطف، مما ييسر تكون الندف. والندف هي الجسيمات الكبيرة التي تتشكل من المواد الصلبة الموجودة في المياه الخام التي تتحد سويا نتيجة لاستخدام الشبة .
٦. عدد ٢ **حوض ترسيب** يوفر بيئة ساكنة تتيح ترسب الندف التي تشكل الروبة في مجمع الحوض ، ثم تتدفق المياه المترسبة من أسطح الأحواض لتدخل **قناة المياه المرسبة**، لتتدفق منها مباشرة إلى المرشحات .
٧. تصل المياه المترسبة إلى **غرفة مدخل المرشح** عن طريق قناة المياه المترسبة وينقسم التدفق بالتساوي بين كافة المرشحات الشغالة .
٨. تتلقى **المرشحات** الخمس المياه المرسبة من قناة مدخل المرشح، وتمر المياه خلال الوسط الترشيحي بكل مرشح وتتجمع في المصرف التحتي، ثم تتدفق إلى خزان المياه المعالجة .
٩. تتدفق المياه المرشحة إلى **غرفة توزيع التدفق** التي تقوم بتوزيع التدفق على خزانات التلامس مع الكلور .
١٠. تدخل المياه المعالجة- بعد المرور بخزانات التلامس مع الكلور خزانات المياه المعالجة التي تغذي بيارة محطة طلمبات الرفع .


الى المرحلة القديمة
CLS
المنشاءات
المأخذ
نهر النيل
قياس وتعديل
تدفق المياه الخام
AS
أحواض التندفيف
أحواض الترسيب
CLS
طلمبات
المياه الخام
RW
CLS
طلمبات
الخلط السريع
OF
BWW
نواتج
الهواء
نمط الغسيل بالمرشح
نمط الترشيح بالمرشح
BW
SLU
SN
SLU
OF
SLU
الروبة الى أحواض التجفيف
أحواض تجميع منبقيات
الغسيل العكسى
أحواض تجميع الروبة
الفائض الى نهر النيل
فائض السائل الرائق
الى نهر النيل
طلمبات
الغسيل
طلمبات
الضغط العالى
BW
TW
FW
بيارة طلمبات
الضغط العالى
خزان المياه المعالجة
مفتاح الشكل التوضيحى
AS : محلول الشبة
BW : مياه الغسيل العكسى
BWW : مخلفات الغسيل العكسى
CLS : محلول الكلور
FW : مياه مرشحه
OF : الفائض
RW : المياه الخام
SN : فائض رائق الروبه
SLU : الروبة
TW : المياه المعالجة

ب. حسابات معدل التغذية بالشبة

فيما يلي المعادلة المستخدمة في تحديد معدلات التغذية بالشبة محسوبة بعدد اللترات في الساعة:

$$\text{معدل التغذية (ل/ س)} = \frac{\text{الجرعة (مليجرام/ ل)} * \text{التدفق(ل/ ث)} * ٦٠ * ٦٠}{\text{تركيز الشبة(مليجرام/ ل)}}$$

المعادلة المستخدمة في تحديد معدلات التغذية محسوبة بالنسبة المئوية من قدرة الطلمبة:

$$\text{معدل التغذية (النسبة المئوية من قدرة الطلمبة)} = \frac{\text{معدل التغذية(ل/ س)}}{\text{أقصى طاقة للطلمبة(ل/ س)}} * ١٠٠$$

يبين جدول ١ معدلات التغذية محسوبة باللتر في الساعة الواحدة ، أما جدول ٢ فيبين معدل التغذية مميزا بالنسبة المئوية من قدرة الطلمبة، وذلك على اعتبار تجهيز محلول شبة تركيز ١٨٪

ملحوظة: *إذا استخدمت محاليل بتركيزات مختلفة، يجب إعادة حساب الجداول باستخدام المعادلات المذكورة أعلاه.*

جدول ١: معدلات التغذية بالشبة (لتر/ ساعة)

عند نسبة تركيز ١٨٪

الجرعة مليجرام/ ل	معدل التدفق (ل/ ث)											
	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠
١٦	٣٢	٣٥,٢	٣٨,٤	٤١,٦	٤٤,٨	٤٨	٥١,٢	٥٤,٤	٥٧,٦	٦٠,٨	٦٤	٦٧,٢
١٨	٣٦	٣٩,٦	٤٣,٢	٤٦,٨	٥٠,٤	٥٤	٥٧,٦	٦١,٢	٦٤,٨	٦٨,٤	٧٢	٧٥,٦
٢٠	٤٠	٤٤	٤٨	٥٢	٥٦	٦٠	٦٤	٦٨	٧٢	٧٦	٨٠	٨٤
٢٢	٤٤	٤٨,٤	٥٢,٨	٥٧,٢	٦١,٦	٦٦	٧٠,٤	٧٤,٨	٧٩,٢	٨٣,٦	٨٨	٩٢,٤
٢٤	٤٨	٥٢,٨	٥٧,٦	٦٢,٤	٦٧,٢	٧٢	٧٦,٨	٨١,٦	٨٦,٤	٩١,٢	٩٦	١٠٠,٨
٢٦	٥٢	٥٧,٢	٦٢,٤	٦٧,٦	٧٢,٨	٧٨	٨٣,٢	٨٨,٤	٩٣,٦	٩٨,٨	١٠٤	١٠٩,٢
٢٨	٥٦	٦١,٦	٦٧,٢	٧٢,٨	٧٨,٤	٨٤	٨٩,٦	٩٥,٢	١٠٠,٨	١٠٦,٤	١١٢	١١٧,٦
٣٠	٦٠	٦٦	٧٢	٧٨	٨٤	٩٠	٩٦	١٠٢	١٠٨	١١٤	١٢٠	١٢٦
٣٢	٦٤	٧٠,٤	٧٦,٨	٨٣,٢	٨٩,٦	٩٦	١٠٢,٤	١٠٨,٨	١١٥,٢	١٢١,٦	١٢٨	١٣٤,٤
٣٤	٦٨	٧٤,٨	٨١,٦	٨٨,٤	٩٥,٢	١٠٢	١٠٨,٨	١١٥,٦	١٢٢,٤	١٢٩,٢	١٣٦	١٤٢,٨
٣٦	٧٢	٧٩,٢	٨٦,٤	٩٣,٦	١٠٠,٨	١٠٨	١١٥,٢	١٢٢,٤	١٢٩,٦	١٣٦,٨	١٤٤	١٥١,٢
٣٨	٧٦	٨٣,٦	٩١,٢	٩٨,٨	١٠٦,٤	١١٤	١٢١,٦	١٢٩,٢	١٣٦,٨	١٤٤,٤	١٥٢	١٥٩,٦
٤٠	٨٠	٨٨	٩٦	١٠٤	١١٢	١٢٠	١٢٨	١٣٦	١٤٤	١٥٢	١٦٠	١٦٨

الجرعة مليجرام/ ل	معدل التدفق (ل/ ث)											
	٢٢٠	٢٣٠	٢٤٠	٢٥٠	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٠	٢٩٠	٣٠٠	٣١٠	٣٢٠	٣٣٠
١٦	٧٠,٤	٧٣,٦	٧٦,٨	٨٠	٨٣,٢	٨٦,٤	٨٩,٦	٩٢,٨	٩٦	٩٩,٢	١٠٢,٤	١٠٥,٦
١٨	٧٩,٢	٨٢,٨	٨٦,٤	٩٠	٩٣,٦	٩٧,٢	١٠٠,٨	١٠٤,٤	١٠٨	١١١,٦	١١٥,٢	١١٨,٨
٢٠	٨٨	٩٢	٩٦	١٠٠	١٠٤	١٠٨	١١٢	١١٦	١٢٠	١٢٤	١٢٨	١٣٢
٢٢	٩٦,٨	١٠١,٢	١٠٥,٦	١١٠	١١٤,٤	١١٨,٨	١٢٣,٢	١٢٧,٦	١٣٢	١٣٦,٤	١٤٠,٨	١٤٥,٢
٢٤	١٠٥,٦	١١٠,٤	١١٥,٢	١٢٠	١٢٤,٨	١٢٩,٦	١٣٤,٤	١٣٩,٢	١٤٤	١٤٨,٨	١٥٣,٦	١٥٨,٤
٢٦	١١٤,٤	١١٩,٦	١٢٤,٨	١٣٠	١٣٥,٢	١٤٠,٤	١٤٥,٦	١٥٠,٨	١٥٦	١٦١,٢	١٦٦,٤	١٧١,٦
٢٨	١٢٣,٢	١٢٨,٨	١٣٤,٤	١٤٠	١٤٥,٦	١٥١,٢	١٥٦,٨	١٦٢,٤	١٦٨	١٧٣,٦	١٧٩,٢	١٨٤,٨
٣٠	١٣٢	١٣٨	١٤٤	١٥٠	١٥٦	١٦٢	١٦٨	١٧٤	١٨٠	١٨٦	١٩٢	١٩٨
٣٢	١٤٠,٨	١٤٧,٢	١٥٣,٦	١٦٠	١٦٦,٤	١٧٢,٨	١٧٩,٢	١٨٥,٦	١٩٢	١٩٨,٤	٢٠٤,٨	٢١١,٢
٣٤	١٤٩,٦	١٥٦,٤	١٦٣,٢	١٧٠	١٧٦,٨	١٨٣,٦	١٩٠,٤	١٩٧,٢	٢٠٤	٢١٠,٨	٢١٧,٦	٢٢٤,٤
٣٦	١٥٨,٤	١٦٥,٦	١٧٢,٨	١٨٠	١٨٧,٢	١٩٤,٤	٢٠١,٦	٢٠٨,٨	٢١٦	٢٢٣,٢	٢٣٠,٤	٢٣٧,٦
٣٨	١٦٧,٢	١٧٤,٨	١٨٢,٤	١٩٠	١٩٧,٦	٢٠٥,٢	٢١٢,٨	٢٢٠,٤	٢٢٨	٢٣٥,٦	٢٤٣,٢	٢٥٠,٨
٤٠	١٧٦	١٨٤	١٩٢	٢٠٠	٢٠٨	٢١٦	٢٢٤	٢٣٢	٢٤٠	٢٤٨	٢٥٦	٢٦٤

جدول ٢: معدلات التغذية بالشبة (٪ من قدرة الطلمبة)

عند نسبة تركيز ١٨٪

الجرعة	معدل التدفق (ل/ ث)										
مليجرام/ ل	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠
١٦	٢٢	٢٤	٢٦	٢٩	٣١	٣٣	٣٥	٣٨	٤٠	٤٢	٤٤	٤٦
١٨	٢٥	٢٧	٣٠	٣٢	٣٥	٣٧	٤٠	٤٢	٤٥	٤٧	٥٠	٥٢
٢٠	٢٨	٣٠	٣٣	٣٦	٣٩	٤١	٤٤	٤٧	٥٠	٥٢	٥٥	٥٨
٢٢	٣٠	٣٣	٣٦	٣٩	٤٢	٤٦	٤٩	٥٢	٥٥	٥٨	٦١	٦٤
٢٤	٣٣	٣٦	٤٠	٤٣	٤٦	٥٠	٥٣	٥٦	٦٠	٦٣	٦٦	٧٠
٢٦	٣٦	٣٩	٤٣	٤٧	٥٠	٥٤	٥٧	٦١	٦٥	٦٨	٧٢	٧٥
٢٨	٣٩	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٨	٦٢	٦٦	٧٠	٧٣	٧٧	٨١
٣٠	٤١	٤٦	٥٠	٥٤	٥٨	٦٢	٦٦	٧٠	٧٤	٧٩	٨٣	٨٧
٣٢	٤٤	٤٩	٥٣	٥٧	٦٢	٦٦	٧١	٧٥	٧٩	٨٤	٨٨	٩٣
٣٤	٤٧	٥٢	٥٦	٦١	٦٦	٧٠	٧٥	٨٠	٨٤	٨٩	٩٤	٩٨
٣٦	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٤	٧٩	٨٤	٨٩	٩٤	٩٩	١٠٤
٣٨	٥٢	٥٨	٦٣	٦٨	٧٣	٧٩	٨٤	٨٩	٩٤	١٠٠	١٠٥	١١٠
٤٠	٥٥	٦١	٦٦	٧٢	٧٧	٨٣	٨٨	٩٤	٩٩	١٠٥	١١٠	١١٦

الجرعة	معدل التدفق (ل/ ث)										
مليجرام/ ل	٢٢٠	٢٣٠	٢٤٠	٢٥٠	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٠	٢٩٠	٣٠٠	٣١٠	٣٢٠	٣٣٠
١٦	٤٩	٥١	٥٣	٥٥	٥٧	٦٠	٦٢	٦٤	٦٦	٦٨	٧١	٧٣
١٨	٥٥	٥٧	٦٠	٦٢	٦٥	٦٧	٧٠	٧٢	٧٤	٧٧	٧٩	٨٢
٢٠	٦١	٦٣	٦٦	٦٩	٧٢	٧٤	٧٧	٨٠	٨٣	٨٦	٨٨	٩١
٢٢	٦٧	٧٠	٧٣	٧٦	٧٩	٨٢	٨٥	٨٨	٩١	٩٤	٩٧	١٠٠
٢٤	٧٣	٧٦	٧٩	٨٣	٨٦	٨٩	٩٣	٩٦	٩٩	١٠٣	١٠٦	١٠٩
٢٦	٧٩	٨٢	٨٦	٩٠	٩٣	٩٧	١٠٠	١٠٤	١٠٨	١١١	١١٥	١١٨
٢٨	٨٥	٨٩	٩٣	٩٧	١٠٠	١٠٤	١٠٨	١١٢	١١٦	١٢٠	١٢٤	١٢٧
٣٠	٩١	٩٥	٩٩	١٠٣	١٠٨	١١٢	١١٦	١٢٠	١٢٤	١٢٨	١٣٢	١٣٧
٣٢	٩٧	١٠٢	١٠٦	١١٠	١١٥	١١٩	١٢٤	١٢٨	١٣٢	١٣٧	١٤١	١٤٦
٣٤	١٠٣	١٠٨	١١٣	١١٧	١٢٢	١٢٧	١٣١	١٣٦	١٤١	١٤٥	١٥٠	١٥٥
٣٦	١٠٩	١١٤	١١٩	١٢٤	١٢٩	١٣٤	١٣٩	١٤٤	١٤٩	١٥٤	١٥٩	١٦٤
٣٨	١١٥	١٢١	١٢٦	١٣١	١٣٦	١٤٢	١٤٧	١٥٢	١٥٧	١٦٢	١٦٨	١٧٣
٤٠	١٢١	١٢٧	١٣٢	١٣٨	١٤٣	١٤٩	١٥٤	١٦٠	١٦٦	١٧١	١٧٧	١٨٢

ملحوظة: *معدلات التغذية ذات الخلايا المظللة تتجاوز قدرة طلمبة واحدة.*

ت . اختبار تحديد الجرعات (خطوط إرشادية)

تصمم اختبارات تحديد الجرعات (jar test) لبيان فاعلية المعالجة الكيماوية في محطة معالجة مياه الشرب. وكثير من الكيماويات المضافة إلى الماء يمكن تقييمها في نطاق معملي صغير عن طريق استخدام اختبار تحديد الجرعات. وأهم الكيماويات المستخدمة هي تلك المستخدمة في الترويب، مثل الشبة ، وباستخدام هذا الاختبار، يمكن للمشغل الاقتراب من تحديد جرعة المروب الصحيحة في محطة معالجة المياه عند تغير كميات العكارة واللون وعوامل أخرى تبين التغيرات في نوعية المياه الخام .

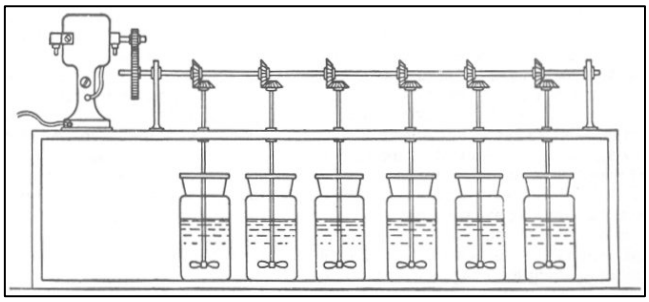
يحاكي اختبار تحديد الجرعات (jar test) عمليات الترويب والتنديف التي تشجع على عملية إزالة المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية التي يمكن أن تؤدي بدورها إلى مشاكل العكارة والرائحة والطعم ، ويبدأ الاختبار بتحديد الجرعة المثالية من المروب. فيما يلي عرض للإجراءات المتبعة في الاختبار القياسي لتحديد الجرعات .

هـ ١ إجراءات السلامة

- عند إضافة المحلول إلى العينة، تأكد من وضع طرف الماصة تحت سطح العينة بمسافة ٢٥ مليمتر .
- تأكد دائما من استخدام الكرة المطاطية مع الماصة لشفط السوائل .
- استخدم دائما ملصقات على الدوارق والأواني الأخرى تتضمن اسم المواد والتركيز والحروف الأولى من اسم فني المعمل .
- تجنب تلامس الجلد والعين مع كبريتات الألمونيوم (الشبة) .
- تجنب تذوق أو لمس المياه الخام مباشرة لأنها قد تحتوي على بكتيريا ضارة. استخدم قفازات مطاطية ، وحافظ على أي جروح أو قطع أو سحجات في الجلد مغطاة بضمادة مناسبة .

هـ ٢ الجهاز

١) جهاز تقليب (شكل ١٥) بستة مجاديف/ قلابات ذات سرعات مختلفة تتراوح بين صفر و ١٠٠ لفة في الدقيقة
٢) دورق (١٠٠٠ مليلتر)
٣) ماصات (١٠ مليلتر)
٤) قارورة حجمية (١٠٠٠ مليلتر)
٥) ميزان حساس



شكل ١٥: جهاز تقليب نمطي في اختبار جار

هـ٣ المواد الكاشفة – محلول المروب

٦) شبة جافة (بنسبة مياه ١٤,٣٪) – أذب ١٠ جرام من الشبة الجافة (١٧٪) في ٦٠٠ مليجرام من المياه المقطرة في قارورة مقاس ١٠٠٠ مليلتر. ثم قم بملء القارورة إلى علامة الـ ١٠٠٠ مليلتر. يحتوي هذا المحلول ١٠٠٠٠ مليجرام/ ل أو ١٠ مليجرام/ مليلتر .

٧) شبة سائلة (بنسبة مياه ٤٩,٦٪)- يجب التأكد من قوة الشبة بجهاز هيدروميتر (hydrometer) ، وعادة ما يتم شحن محلول الشبة وبه نسبة من أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) تتراوح بين ٨٪ و ٨,٥٪، ومحتويا على ٦٢٤,٣٣٦ مليجرام/ ل من كبريتات الألمونيوم الجافة (بنسبة جفاف ١٧٪) (كثافة ١,٣٢٥) .

٨) يبين جدول ٣ قوة المحاليل حسب الجرعات المختلفة .

جدول ٣: التركيزات الكيماوية الجافة المستخدمة في اختبار جار [١]

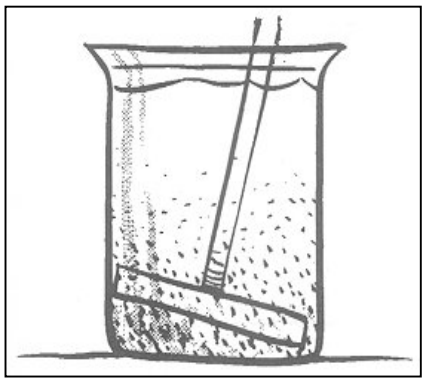
الجرعة التقليدية المطلوبة (مليجرام/ ل)[٢]	النسبة المطلوبة لإعداد [٣]	١ مليلتر يضاف إلى عينة حجمها لتر يساوي	تركيز المحلول مليجرام/ ل (٪)
١-١٠ مليجرام/ ل	١ جم/ ل	١ جم/ ل	١٠٠٠ مليجرام/ ل (٠,١٪)
١٠- ٥٠ مليجرام/ ل	١٠ جم/ ل	١٠ جم/ ل	١٠٠٠٠ مليجرام/ ل (١,٠٪)
٥٠- ٥٠٠ مليجرام/ ل	١٠٠ جم/ ل	١٠٠ جم/ ل	١٠٠٠٠٠ مليجرام/ ل (١٠٪)

[١] من اختبار تحديد الجرعة المنفذ بواسطة إي.إي.آراسميث (E.E.Arasmith)، كلية لين-بنتون كوميونيتي، ألباني، أوريجون ، الولايات المتحدة الأمريكية .

[٢] استخدم هذا العمود الذي يبين الجرعة التقريبية المطلوبة للمياه الخام خلال سلسلة الجرعات المتدرجة التي يجب استخدامها في اختبار تحديد الجرعة .

[٣] يشير هذا العمود إلى عدد الجرامات من الكيماويات الجافة المستخدمة في إعداد المحلول الذي يتكون من المادة الكيماوية مضافا إليها كمية كافية من المياه لعمل محلول حجمه لتر واحد .

هـ ٤ الإجراءات (شكل ١٦)

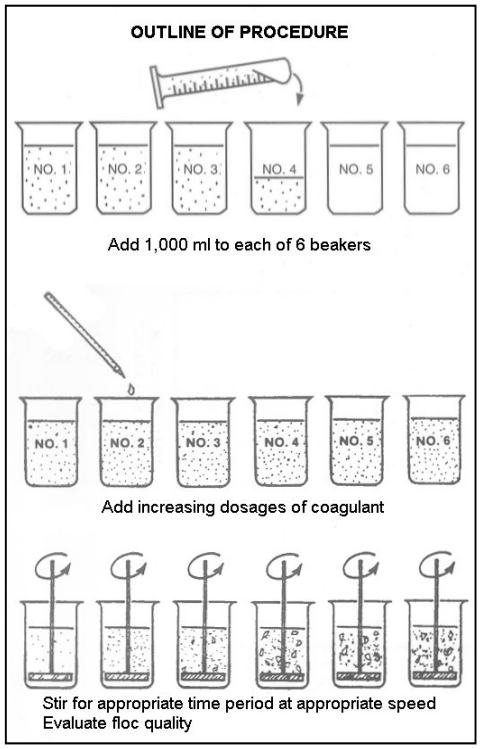


شكل ١٧: ملاحظة خواص الترسب

- اجمع عينة من الماء الخام مقدارها ٨ لتر لإجراء الاختبار عليها
- ضع على الفور ١٠٠٠ مليلتر في كل دورق من الدوارق الست سعة ١٠٠٠ مليلتر
- ضع الدوارق الستة في جهاز التقليب
- أضف جرعات متزايدة من محلول الشبة إلى الدوارق بسرعة على قدر الإمكان، وذلك باستخدام ماصة قياس. اختر سلسلة من الجرعات بحيث يمثل الدورق الأول جرعة منخفضة والدورق الأخير جرعة زائدة. وينبغي أن يستخدم الاختبار المبدئي جرعة تتراوح بين ١٠ إلى ٣٥ مليجرام/ ل مع الزيادة بمقدار ٥ مليجرام/ ل.
-
- شغِّل جهاز التقليب بعد وضع القلابات في الدوارق، ثم شغلها لمدة دقيقة بسرعة ٨٠ لفة في الدقيقة
- خفض سرعة التقليب طوال الثلاثين دقيقة التالية لتصل إلى ٢٠ لفة في الدقيقة

ملحوظة: *استخدم سرعات تقليب ومدد تشابه الظروف الفعلية في المحطة*

- شاهد وقيم كل دورق كل خمس دقائق بالنسبة لحجم الندف ونوعية الكثافة الناتجة من كل جرعة. سجل النتائج مع وصف نوعية الندف بأن تكون "صغيرة جدا"، أو "صغيرة"، أو "متوسطة"، أو "كبيرة"، أو "كبيرة جدا"، أو "كثيفة"، أو "كثيفة جدا"، أو "خفيفة"
- أوقف جهاز التقليب ودع العينات في الدوارق تسترح لمدة ٣٠ دقيقة. لاحظ خواص ترسب الندف (شكل ١٧). وتدل العينة الغائمة على سوء الترويب، لأن المياه التي تكون قد تعرضت لترويب سليم تحتوي على جسيمات ندف ذات شكل جيد وكثيفة، ويكون شكل السائل الموجود بين هذه الجسيمات رائقا. بعد ٣٠ دقيقة، استخدم كلمات "سيئة"، أو "معقولة"، أو "جيدة" أو "ممتازة" في وصف النتائج
- كرر الاختبار باستخدام نطاق أضيق من الجرعات للوصول إلى الجرعة المثالية .



شكل ١٦: الخطوط العامة لإجراءات اختبار جار

هـ ٥ مثـــال

تم تجميع عينة من الماء الخام لعمل اختبار جار لتقدير الجرعة المثالية من الشبة بغرض تحقيق الترويب الفعال ، وقد تم اختبار السلسلة التالية من جرعات الشبة:

دورق رقم	مقدار محلول الشبة المضاف (مليجرام)	الشبة المضافة (مليجرام)
١	١,٠	١٠
٢	١,٥	١٥
٣	٢,٠	٢٠
٤	٢,٥	٢٥
٥	٣,٠	٣٠
٦	٣,٥	٣٥

فيما يلي نتائج اختبار تحديد الجرعات (Jar test) المسجلة:

دورق رقم	جرعة الشبة (مليجرام)	نوعية الندف
١	١٠	سيىء
٢	١٥	متوسط
٣	٢٠	جيد
٤	٢٥	ممتاز
٥	٣٠	ممتاز
٦	٣٥	جيد

تشير النتائج السابقة إلى أن الجرعة المثالية من الشبة تتراوح بين ٢٥ و ٣٠ مليجرام. ولكن ينبغي عمل اختبار ثاني باستخدام جرعات شبة قدرها ٢٢ و ٢٤ و ٢٦ و ٢٨ و ٣٠ و٣٢ مليجرام/ ل ، مع تقييم نتائج هذه الاختبارات بالنسبة لنوعية الندف لتضييق نطاق تحديد الجرعات المثالية، وبعدها ينبغي التثبت من النتيجة المثالية عن طريق الملاحظة البصرية لما يحدث بالفعل في أحواض التنديف .

هـ ٦ احتياطات

من الصعب بمكان تقليد ما يحدث بالضبط على أرض الواقع في المحطة دون اللجوء إلى إجراءات مغالى فيها ، لذا ينبغي استخدام الجار تست كمؤشر لما يجب أن يتوقع على نطاق أكبر في محطة معالجة المياه .

وهناك عدد من الاختبارات التي يمكن أدائها لتحسين اختبار تحديد الجرعات وتفسير نتائجه. وتشمل هذه الاختبارات ما يلي:

- مستوى القلوية (قبل وبعد)
- الأس الهيدروجيني (قبل وبعد)
- عكارة السائل الرائق (supernatant)
- العكارة المرشحة للسائل الرائق

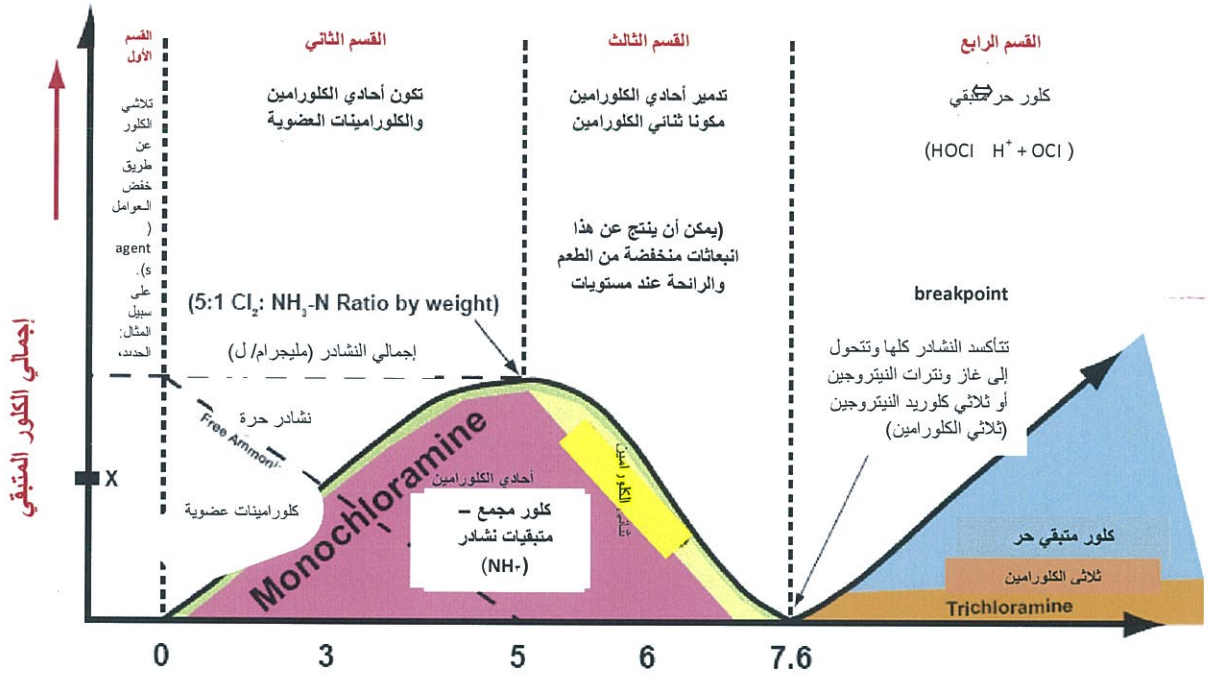
ملحوظة: *كلمة "السائل الرائق" هو مصطلح يستخدم للإشارة إلى المياه التي تكون بين الروبة أو الندف وسطح الحوض أو الوعاء (الجار) .*

هـ ٧ السجلات

عند ترتيب سلسة صحيحة من الجرعات، سوف يظهر الاختبار مستويات مختلفة من الترويب يمكن وصفها بكلمة "سيئ" أو "مقبول" او "جيد" أو "ممتاز". وفي نهاية إختبار تحديد الجرعات ، يجب تسجيل النتائج في نموذج سجل البيانات الخاصة بهذا الاختبار. ويوجد في ملحق (ب) مثال لهذا النموذج ، ويجب تسجيل نتائج الاختبار واللون والعكارة والأس الهيدروجيني وإجمالي قياسات القلوية .

ملحوظة: *ارجع إلى "خطة جمع العينات والتحليل" بمحطة معالجة المياه، للاطلاع على مزيد من النماذج المعملية المتعلقة بتحليل نوعية المياه .*

ث. اختبار تحديد الجرعة المثالية للكلور (خطوط إرشادية)



(الأعداد الموجودة على هذا المقياس المدرج تشير إلى النسبة بين الكلور والنشادر (ammonia N)، وليس الكلور الكلي

تكون كمية الكلور الكلي المتبقي " X" مليجرام/ ل:

(١) إذا كان الكلور الحر يساوي الكلور الكلي، ينطبق **القسم الرابع** من المنحنى الموجود أعلاه على حالة الماء .

(٢) إذا كان الكلور الحر أقل من الكلور الكلي وكانت هناك أمونيا حرة، ينطبق **القسم الثاني** من المنحني (ويكون معظمه أحادي الكلورامين، دون رائحة) .

(٣) إذا كان الكلور الحر أقل من الكلور الكلي ولا توجد أمونيا حرة، ينطبق **القسم الثالث** (بعض أحادي الكلورامين وثنائي الكلورامين) .

لاحظ خط "الأمونيا الحرة": يمكن للأمونيا الحرة ان تتحول إلى نترات ، وتضاف الأمونيا في النظم التي تستخدم فيها مطهرات الكلور بنسب صحيحة في المحطة. ويمكن تواجد أمونيا زائدة بعد خروج المياه من المحطة ، وبمرور الوقت يمكن للتحلل الذاتي للكلورامين في تكوين أمونيا حرة .

ج. حسابات معدل التغذية بالكلور

ينبغي تعديل معدل التغذية بالكلور زيادة أو نقصانا وفي شكل زيادات صغيرة حتى الوصول إلى المستوى المرغوب من الكلور المتبقي. وعند عمل أي تعديل، يجب إعطاء وقت كاف لكي تستقر نتيجة التعديل وتسجل على جهاز التحليل، وذلك قبل عمل أي تعديلات أخرى. وعن طريق توثيق معدلات تدفق الماء الخام ومعدلات التغذية بالكلور وقراءات الكلور المتبقي، يمكن تحديد المعدلات الاسمية للتغذية بالكلور واستخدامها بالنسبة لأي تدفق ، مع إدخال تعديلات بسيطة ، إلا إذا كانت خواص الماء الخام تغير من كمية الكلور المطلوب ، وبعد تحديد معدلات التغذية الصحيحة، تغير وسائل التحكم التي تستخدم المعالجات الصغيرة (microprocessors) معدلات التغذية بالكلور حسب الإشارات القادمة من عدادات قياس تدفق المياه الخام والمياه المعالجة .

يُحسب معدل التغذية (كجم/ يوم) باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{معدل التغذية (كجم/ يوم)} = \frac{\text{الجرعة (مليجرام/ل) * التدفق (ل/ ث) * ٦٠ * ٦٠ * ٢٤}}{١٠٠٠٠٠٠}$$

يبين جدول ٤ معدلات التغذية في الكلورة المبدئية.

جدول ٤ : معدلات التغذية بالكلور في الكلورة المبدئية (كجم/ يوم)

الجرعة	معدل التدفق (ل/ ث)											
مليجرام/ ل	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠
١	٨,٦	٩,٥	١٠,٤	١١,٢	١٢,١	١٣,٠	١٣,٨	١٤,٧	١٥,٦	١٦,٤	١٧,٣	١٨,١
٢	١٧,٣	١٩,٠	٢٠,٧	٢٢,٥	٢٤,٢	٢٥,٩	٢٧,٦	٢٩,٤	٣١,١	٣٢,٨	٣٤,٦	٣٦,٣
٣	٢٥,٩	٢٨,٥	٣١,١	٣٣,٧	٣٦,٣	٣٨,٩	٤١,٥	٤٤,١	٤٦,٧	٤٩,٢	٥١,٨	٥٤,٤
٤	٣٤,٦	٣٨,٠	٤١,٥	٤٤,٩	٤٨,٤	٥١,٨	٥٥,٣	٥٨,٨	٦٢,٢	٦٥,٧	٦٩,١	٧٢,٦
٥	٤٣,٢	٤٧,٥	٥١,٨	٥٦,٢	٦٠,٥	٦٤,٨	٦٩,١	٧٣,٤	٧٧,٨	٨٢,١	٨٦,٤	٩٠,٧
٦	٥١,٨	٥٧,٠	٦٢,٢	٦٧,٤	٧٢,٦	٧٧,٨	٨٢,٩	٨٨,١	٩٣,٣	٩٨,٥	١٠٣,٧	١٠٨,٩
الجرعة	معدل التدفق (ل/ ث)											
مليجرام/ ل	٢٢٠	٢٣٠	٢٤٠	٢٥٠	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٠	٢٩٠	٣٠٠	٣١٠	٣٢٠	٣٣٠
١	١٩,٠	١٩,٩	٢٠,٧	٢١,٦	٢٢,٥	٢٣,٣	٢٤,٢	٢٥,١	٢٥,٩	٢٦,٨	٢٧,٦	٢٨,٥
٢	٣٨,٠	٣٩,٧	٤١,٥	٤٣,٢	٤٤,٩	٤٦,٧	٤٨,٤	٥٠,١	٥١,٨	٥٣,٦	٥٥,٣	٥٧,٠
٣	٥٧,٠	٥٩,٦	٦٢,٢	٦٤,٨	٦٧,٤	٧٠,٠	٧٢,٦	٧٥,٢	٧٧,٨	٨٠,٤	٨٢,٩	٨٥,٥
٤	٧٦,٠	٧٩,٥	٨٢,٩	٨٦,٤	٨٩,٩	٩٣,٣	٩٦,٨	١٠٠,٢	١٠٣,٧	١٠٧,١	١١٠,٦	١١٤,٠
٥	٩٥,٠	٩٩,٤	١٠٣,٧	١٠٨,٠	١١٢,٣	١١٦,٦	١٢١,٠	١٢٥,٣	١٢٩,٦	١٣٣,٩		
٦	١١٤,٠	١١٩,٢	١٢٤,٤	١٢٩,٦	١٣٤,٨	خارج قدرة عداد الـ rotameter						

يبين جدول ٥ معدلات التغذية في مرحلة الكلورة النهائية.

جدول ٥: معدلات التغذية بالكلور في مرحلة الكلورة النهائية (كجم/ يوم)											
الجرعة	معدل التدفق (ل/ ث)										
مليجرام/ ل	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠
١,٠	٨,٦	٩,٥	١٠,٤	١١,٢	١٢,١	١٣,٠	١٣,٨	١٤,٧	١٥,٦	١٦,٤	١٧,٣	١٨,١
١,١	٩,٥	١٠,٥	١١,٤	١٢,٤	١٣,٣	١٤,٣	١٥,٢	١٦,٢	١٧,١	١٨,١	١٩,٠	٢٠,٠
١,٢	١٠,٤	١١,٤	١٢,٤	١٣,٥	١٤,٥	١٥,٦	١٦,٦	١٧,٦	١٨,٧	١٩,٧	٢٠,٧	٢١,٨
١,٣	١١,٢	١٢,٤	١٣,٥	١٤,٦	١٥,٧	١٦,٨	١٨,٠	١٩,١	٢٠,٢	٢١,٣	٢٢,٥	٢٣,٦
١,٤	١٢,١	١٣,٣	١٤,٥	١٥,٧	١٦,٩	١٨,١	١٩,٤	٢٠,٦	٢١,٨	٢٣,٠	٢٤,٢	٢٥,٤
١,٥	١٣,٠	١٤,٣	١٥,٦	١٦,٨	١٨,١	١٩,٤	٢٠,٧	٢٢,٠	٢٣,٣	٢٤,٦	٢٥,٩	٢٧,٢
١,٦	١٣,٨	١٥,٢	١٦,٦	١٨,٠	١٩,٤	٢٠,٧	٢٢,١	٢٣,٥	٢٤,٩	٢٦,٣	٢٧,٦	٢٩,٠
١,٧	١٤,٧	١٦,٢	١٧,٦	١٩,١	٢٠,٦	٢٢,٠	٢٣,٥	٢٥,٠	٢٦,٤	٢٧,٩	٢٩,٤	٣٠,٨
١,٨	١٥,٦	١٧,١	١٨,٧	٢٠,٢	٢١,٨	٢٣,٣	٢٤,٩	٢٦,٤	٢٨,٠	٢٩,٥	٣١,١	٣٢,٧
١,٩	١٦,٤	١٨,١	١٩,٧	٢١,٣	٢٣,٠	٢٤,٦	٢٦,٣	٢٧,٩	٢٩,٥	٣١,٢	٣٢,٨	٣٤,٥
٢,٠	١٧,٣	١٩,٠	٢٠,٧	٢٢,٥	٢٤,٢	٢٥,٩	٢٧,٦	٢٩,٤	٣١,١	٣٢,٨	٣٤,٦	٣٦,٣
٢,١	١٨,١	٢٠,٠	٢١,٨	٢٣,٦	٢٥,٤	٢٧,٢	٢٩,٠	٣٠,٨	٣٢,٧	٣٤,٥	٣٦,٣	٣٨,١
٢,٢	١٩,٠	٢٠,٩	٢٢,٨	٢٤,٧	٢٦,٦	٢٨,٥	٣٠,٤	٣٢,٣	٣٤,٢	٣٦,١	٣٨,٠	٣٩,٩
٢,٣	١٩,٩	٢١,٩	٢٣,٨	٢٥,٨	٢٧,٨	٢٩,٨	٣١,٨	٣٣,٨	٣٥,٨	٣٧,٨	٣٩,٧	٤١,٧
٢,٤	٢٠,٧	٢٢,٨	٢٤,٩	٢٧,٠	٢٩,٠	٣١,١	٣٣,٢	٣٥,٣	٣٧,٣	٣٩,٤	٤١,٥	٤٣,٥
٢,٥	٢١,٦	٢٣,٨	٢٥,٩	٢٨,١	٣٠,٢	٣٢,٤	٣٤,٦	٣٦,٧	٣٨,٩	٤١,٠	٤٣,٢	٤٥,٤
مليجرام /ل	٢٢٠	٢٣٠	٢٤٠	٢٥٠	٢٦٠	٢٧٠	٢٨٠	٢٩٠	٣٠٠	٣١٠	٣٢٠	٣٣٠
١,٠	١٩,٠	١٩,٩	٢٠,٧	٢١,٦	٢٢,٥	٢٣,٣	٢٤,٢	٢٤,٢	٢٥,٩	٢٦,٨	٢٧,٦	٢٨,٥
١,١	٢٠,٩	٢١,٩	٢٢,٨	٢٣,٨	٢٤,٧	٢٥,٧	٢٦,٦	٢٦,٦	٢٨,٥	٢٩,٥	٣٠,٤	٣١,٤
١,٢	٢٢,٨	٢٣,٨	٢٤,٩	٢٥,٩	٢٧,٠	٢٨,٠	٢٩,٠	٢٩,٠	٣١,١	٣٢,١	٣٣,٢	٣٤,٢
١,٣	٢٤,٧	٢٥,٨	٢٧,٠	٢٨,١	٢٩,٢	٣٠,٣	٣١,٤	٣١,٤	٣٣,٧	٣٤,٨	٣٥,٩	٣٧,١
١,٤	٢٦,٦	٢٧,٨	٢٩,٠	٣٠,٢	٣١,٤	٣٢,٧	٣٣,٩	٣٣,٩	٣٦,٣	٣٧,٥	٣٨,٧	٣٩,٩
١,٥	٢٨,٥	٢٩,٨	٣١,١	٣٢,٤	٣٣,٧	٣٥,٠	٣٦,٣	٣٦,٣	٣٨,٩	٤٠,٢	٤١,٥	٤٢,٨
١,٦	٣٠,٤	٣١,٨	٣٣,٢	٣٤,٦	٣٥,٩	٣٧,٣	٣٨,٧	٣٨,٧	٤١,٥	٤٢,٩	٤٤,٢	٤٥,٦
١,٧	٣٢,٣	٣٣,٨	٣٥,٣	٣٦,٧	٣٨,٢	٣٩,٧	٤١,١	٤١,١	٤٤,١	٤٥,٥	٤٧,٠	٤٨,٥
١,٨	٣٤,٢	٣٥,٨	٣٧,٣	٣٨,٩	٤٠,٤	٤٢,٠	٤٣,٥	٤٣,٥	٤٦,٧	٤٨,٢	٤٩,٨	٥١,٣
١,٩	٣٦,١	٣٧,٨	٣٩,٤	٤١,٠	٤٢,٧	٤٤,٣	٤٦,٠	٤٦,٠	٤٩,٢	٥٠,٩	٥٢,٥	٥٤,٢
٢,٠	٣٨,٠	٣٩,٧	٤١,٥	٤٣,٢	٤٤,٩	٤٦,٧	٤٨,٤	٤٨,٤	٥١,٨	٥٣,٦	٥٥,٣	٥٧,٠
٢,١	٣٩,٩	٤١,٧	٤٣,٥	٤٥,٤	٤٧,٢	٤٩,٠	٥٠,٨	٥٠,٨	٥٤,٤	٥٦,٢	٥٨,١	٥٩,٩
٢,٢	٤١,٨	٤٣,٧	٤٥,٦	٤٧,٥	٤٩,٤	٥١,٣	٥٣,٢	٥٣,٢	٥٧,٠	٥٨,٩	٦٠,٨	٦٢,٧
٢,٣	٤٣,٧	٤٥,٧	٤٧,٧	٤٩,٧	٥١,٧	٥٣,٧	٥٥,٦	٥٥,٦	٥٩,٦	٦١,٦	٦٣,٦	٦٥,٦
٢,٤	٤٥,٦	٤٧,٧	٤٩,٨	٥١,٨	٥٣,٩	٥٦,٠	٥٨,١	٥٨,١	٦٢,٢	٦٤,٣	٦٦,٤	٦٨,٤
٢,٥	٤٧,٥	٤٩,٧	٥١,٨	٥٤,٠	٥٦,٢	٥٨,٣	٦٠,٥	٦٠,٥	٦٤,٨	٦٧,٠	٦٩,١	٧١,٣

ح. اختبار الوسط الترشيحي (خطوط إرشادية)

عمل منظور لتوضيح احتجاز الروبة خلال طبقات المرشح

١) إصرف مياه المرشح

٢) جمع العينات من ثلاث مواقع على الأقل من مستويات ارتفاع متتالية:

- من ٠ حتى ٥ سم
- من ٥ حتى ١٥ سم
- من ١٥ حتى ٣٠ سم
- من ٣٠ حتى ٤٥ سم
- من ٤٥ حتى ٦٠ سم
- مستويات أخرى (إذا كانت هناك حاجة)

٣) ضع عينات الوسط الترشيحي في أكياس ذات علامات واضحة

٤) اغسل المرشح (باتباع إجراءات الغسيل العكسي حسب ما هو مصمم)

٥) صفي المرشح

٦) كرر الخطوة الثانية والثالثة

٧) جهز عينة اختبار قدرها ٥٠ ملليلتر من كل كيس

٨) ضع عينة الوسط الترشيحي في قارورة ذات فوهة كبيرة وحجمها ٥٠٠ ملليلتر.

٩) أضف ١٠٠ ملليتر من مياه الحنفية ورج جيدا لمدة ٣٠ ثانية

١٠) فرّغ الماء في دورق سعة لتر

١١) كرر إجراءات الغسيل الخطوة ٤ عدة مرات

١٢) خذ قياس عكارة مياه الغسيل وسجلها

١٣) اضرب الناتج في ٢ (عكارة عينة الوسط الترشيحي حجمها ١٠٠ مللليتر)

١٤) ضع النتائج في شكل رسم بياني يوضح الإزالة مقابل عمق المرشح .

- أكبر من ١٠٢ وحدة عكارة تكون غير نظيفة وأكثر من ٣٠٠ وحدة عكارة تشير إلى وجود كرات طينية .

يمكن تحديد سمات الفاقد من الغسيل العكسي لتقييم الفترة الزمنية الملائمة لتقليل الفاقد من المياه والأحجام المتبقية ، وذلك بتجميع عينات من مياه الغسيل العكسي كل دقيقة ووضع النتائج في شكل بياني .

خ. صور

يتضمن القرص المدمج المرفق بهذا التقرير صور توضح مكونات المحطة وصور أخرى أثناء إجراء بعض أنشطة البرنامج .