مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

استثمار وصيانة المنشآت المائية وملحقاتها

لونا عيسى*

(تاريخ الإيداع 19 / 3 / 2018. قُبِل للنشر في 4/ 9 / 2018)

□ ملخّص □

تعرّف الصيانة في المنشآت المائية بأنها إنجاز معين مخطط له مسبقاً تنفذ في أوقاتها المحددة، مما يؤدي إلى ديمومة هذه المنشآت المائية واستمرارها بالعمل بمردود اقتصادي وفعّال. تتطلب المنشآت المائية بمختلف أنواعها وأثناء استخدامها الطبيعي العناية بها وصيانتها بالشكل المطلوب وفي الأوقات المناسبة لتصبح لها الجاهزية الدائمة وللمحافظة على حالتها الصحيحة بالإضافة إلى إطالة عمرها. إن الصيانة الدورية للمنشآت المائية ذات أهمية بالغة بسبب انعكاساتها على الناحية الاقتصادية.

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على أهمية إجراء الصيانة الدورية والمتكاملة للمنشآت المائية لتحقيق الاستثمار الأمثل اقتصاديا، ودراسة إمكانية تطبيق أعمال الصيانة على الأعطال التي تتعرض لها المنشآت المائية المختلفة. كما يعرض مختلف أنواع الصيانة وإمكانية تطبيقها على هذه المنشآت. ويقدم بالنهاية لمحة عن الإرشادات والتوصيات المتعلقة بسلامة هذه المنشآت المائية وسلامة الأفراد العاملين في هذا المجال الهندسي.

الكلمات المفتاحية: الصيانة، المنشآت المائية، الانعكاسات الاقتصادية، سلامة المنشآت.

* مهندسة – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

Operation and Maintenance of Water Structures and Their Accessories

Luna Issa*

(Received 19 / 3 / 2018. Accepted 4 / 9 / 2018)

□ ABSTRACT □

Maintenance in water structures is defined as a specific pre-planned execution, carried out at the specified time, which leads to the permanence of these water structures, and their continued functioning with economic and effective benefits. Water structures of various types and during normal use require care and maintenance in the required form, and at the appropriate times, to have a permanent readiness, and to maintain the correct state, in addition to prolonging their life. Therefore, periodic maintenance of the water structures is of great importance due to its economic implications.

The aim of this research is to highlight the importance of regular and integrated maintenance of water structures, to achieve optimum economic investment, and to study the possibility of applying maintenance works to the faults of various water structures. It also displays different types of maintenance and their applicability to these structures. Finally, it provides an overview of the guidelines and recommendations for the safety of these water structures, and the safety of personnel working in this engineering field.

Keywords: Maintenance, Water Facilities, Economic Reflections, Safe Of Facilities.

***Engineer of Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**

مقدمة:

من الضروري الاهتمام بالصيانة الدورية في المنشآت المائية، لأن إصابتها بأية مشكلة مفاجئة (كالتشققات، أو انجراف التربة، أو غيرها من المشاكل) تؤدي إلى تضخم حجم هذه المشكلة ومنه إلى حدوث كارثة في المنطقة (كانهيار سدّ، أو انسداد عبارة طريق، أو غير ذلك). من المعروف أنه في حال الانتظام في أعمال الصيانة الدورية المخطط لها مسبقاً واتخاذ الإجراءات الفعّالة لمنع حدوث حالة الطوارئ، تنتفي عندها الحاجة للصيانة الطارئة.

يتضمن التخطيط لإجراءات الصيانة الأعمال التالية [1]:

1. مسح للأعمال المطلوب صيانتها.
2. التأكد من أهلية الكوادر الفنية المنفذة لأعمال الصيانة.
3. تجهيز المواد الضرورية مسبقاً والواجب استعمالها لأعمال الصيانة.
4. التأكد من صلاحية ودقة الآلات المستعملة في الصيانة بما فيها أجهزة الفحص والقياس المستخدمة.
5. وضع برنامج زمني لأعمال الصيانة لتوزيع هذه الأعمال وتحديد الأوقات اللازمة لتنفيذها.

أهمية البحث وأهدافه:

تكتسب الصيانة الدورية للمنشآت المائية أهمية بالغة بسبب انعكاساتها الاقتصادية. لذلك لابدّ من إنجاز عمليات الصيانة بكفاءة عالية للحفاظ على ما يلي [2]:

1. التجهيزات بحالة سليمة.
2. منع حدوث انهيارات.
3. تحقيق الجاهزية للمنشآت المائية بأقل التكاليف الممكنة.
4. منع التشققات في المنشآت المائية.
5. منع التأثيرات السلبية على البيئة المحيطة.

لتحقيق ذلك يجب تنفيذ الخطوات التالية:

1. تحديد عمليات المسح والرصد بالشكل المطلوب.
2. جمع ومراجعة وتحليل المعلومات.
3. تحديد فرق الصيانة.
4. عرض خيارات الصيانة الممكنة لتحديد الطريقة الأمثل لها.
5. تحديد تجهيزات الصيانة اللازمة والمواد المطلوبة والضرورية لها.
6. معرفة المشكلات والصعوبات المتوقع حدوثها أثناء الصيانة.

وتهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على:

1. أهمية إجراء الصيانة الدورية والمتكاملة للمنشآت المائية لتحقيق الاستثمار الأمثل اقتصاديا [3].
2. مختلف أنواع الصيانة ودراسة إمكانية تطبيق أعمال الصيانة على الأعطال التي تتعرض لها المنشآت المائية المختلفة.
3. نظام الجودة ISO 9001 الذي يعطي أهمية كبيرة للتدريب والتأهيل المستمر لأفراد الصيانة ومتطلباتها والتي تمثل الاحتياجات الضرورية لسوق العمل، كما يهتم نظام الأيزو ISO 9001 [11].

4. الصيانة الدورية والدائمة والمتكاملة وبالاعتماد على التقنيات والتكنولوجيا الحديثة.
5. أخيراً تقديم لمحة عن الإرشادات والتوصيات المتعلقة بسلامة هذه المنشآت المائية وبسلامة الأفراد العاملين في هذا المجال الهندسي.

طرائق البحث ومواده:

عوامل الصيانة:

يعتمد إعداد البرامج الزمنية لصيانة المنشآت المائية على عدة عوامل:

1. تكنولوجيا التنفيذ.
2. المواد اللازمة للصيانة.
3. حجم عملية الصيانة.
4. أهمية المنشأة المائية.
5. الزمن المتاح للصيانة.
6. توفر الخبرات والفنيين والعمال لأعمال الصيانة.
7. الرصيد المالي المتوفر.

أنواع الصيانة:

يمكن تصنيف مشاريع أعمال الصيانة إلى:

أعمال الصيانة الدورية:

يجب التخطيط لأعمال الصيانة الدورية مسبقاً وذلك من أجل المحافظة على سلامة المنشآت المائية، ولتلافي الأعطال المستقبلية الخطيرة التي يمكن أن تحدث في حال تجاهل أو إهمال هذه الصيانة الدورية، التي تساعد على ترميم أي عيب تتعرض له المنشأة. ويمكن أن يتم هذا النوع من الصيانة دون توقف العمل في المنشأة المائية.

أعمال الصيانة الشاملة:

يتم في هذا النوع من الصيانة استبدال بعض العناصر الإنشائية أو الكهربائية أو الميكانيكية في المنشأة المائية، وذلك عند إصابتها بأي عطل حتى لو كبيراً أو في حال حصول تشققات فيها. الغاية من هذه الصيانة هي إعادة عنصر الأمان وزيادة مردود هذه المنشأة المائية. ولكن من الضروري إيقاف المنشأة عن العمل عند إجراء الصيانة الشاملة.

أعمال التدعيم:

يهدف تدعيم المنشأة المائية إلى استعادة قدرتها على تحمل الإجهادات والقوى المصممة عليها، وذلك في حال تدهور حالتها الفنية نتيجة الاستثمار المتواصل لها.

النتائج والمناقشة:

الشروط الواجب توفرها عند القيام بالصيانة:

1. معلومات عن كيفية تنفيذ المنشأة المائية [12].
2. كافة المخططات الخاصة بالمنشأة المائية مع التعديلات الناجمة عند التنفيذ.

3. معرفة الكودات المستخدمة لتنفيذ المنشأة المائية.
4. دفتر الشروط الفنية للمنشأة المائية ودفتر الشروط الخاص بمشروعات الصيانة الدورية والشاملة السابقة.
5. معرفة الحوادث الطارئة أو غير المتوقعة أثناء تنفيذ المنشأة المائية، كحوادث الانهيارات الجزئية أو في حال تنفيذ أياً من الصيانات السابقة سواء الدورية أو الشاملة.
6. التأكد من إمكانية الوصول إلى أماكن الصيانة للمنشأة المائية.
7. التنسيق مع جهات أخرى لتحديد فيما إذا كان هناك تداخل بين المنشأة المائية ومشاريع أخرى مثل شبكات الصرف أو الريّ أو التمديدات الكهربائية أو شبكة الهاتف.
8. التأكد من توفر الكوادر البشرية من فنيين وعمال وتحديد مقدار الخبرة الفنية للذين سيقومون بأعمال الصيانة.
9. التأكد من الزمن المتاح لمشروع الصيانة وتواجد الصعوبات لتنفيذها.

أهمية المعلومات الإحصائية ومستلزمات الصيانة:

من الممكن وجود عدة مصادر للمعلومات المختلفة. يمكن الاستعانة بمصادر المعلومات اليومية والتي يمكن تلخيصها بالتالي: [13]

1. نظام حفظ السجلات المحاسبية.
2. سجلات العمل.
3. تسجيل الأسهم.
4. ملفات العقد.

تُعالَج المعطيات والمعلومات الإحصائية بواسطة برامج خاصة بالاعتماد على نظرية الاحتمال وقوانين التوزيع الإحصائي والبرمجة الخطية [4]، تمكننا من:

5. وضع النماذج الرياضية لتمثيل المعطيات والمخرجات خلال فترة الاستخدام.
6. إمكانية التنبؤ بنوعية الأضرار وكيفية صيانتها.
7. دراسة تحليلية لاحتمالية تكرر الأعطال.
8. إمكانية تحديد الصيانات الدورية.
9. تحديد قطع الغيار الميكانيكية أو الكهربائية الملحقة بالمنشأة المائية.
10. تحديد الكوادر الفنية لكل نوع من أنواع الصيانة.
11. دراسة حجم الأضرار وتحديد صيانتها والمدة اللازمة لتنفيذها.
12. إعطاء أفضل الطرق لإنفاق أقل المصاريف للصيانة.

كما يجب توفر المستلزمات المادية والزمنية والبشرية عند القيام بالصيانة، حيث تقدر الاحتياجات المادية للصيانة بمقدار المواد اللازمة لإنجاز كافة الأعمال. كما يتم تقدير الاحتياجات الكمية على نوعية الصيانة وعدد مراتها. أما بالنسبة لتقدير مدى الحاجة للقوى العاملة فيتم ذلك من خلال تحليل الأعمال التي تتعلق بحالة الصيانة المخططة الدورية وبحجم تنظيم هذه الأعمال، وأخيراً تقدر الاحتياجات الزمنية بالزمن المعياري لإنجاز أعمال الصيانة والحصول على أفضل مردود.

تكلفة الصيانة الدورية:

تعتبر الصيانة الدورية من الأعمال المكلفة في المنشآت المائية، لذلك يجب العمل على تخفيض تكاليف هذه الصيانة عن طريق إتباع الإجراءات التالية [5]:

1. توظيف العدد الصحيح والمناسب من الفنيين والعمال لإنجاز هذه الأعمال، لأن ازدياد عدد العمال والفنيين يؤدي إلى الإسراع في انجاز أعمال الصيانة ولكن بالمقابل يؤدي إلى ارتفاع في التكاليف.
2. يفضل الاعتماد على شركات خارجية مختصة لإنجاز جزء من أعمال الصيانة وذلك بأسعار معتدلة، خاصة في حال عدم توفر العدد الكافي من الفنيين والعمال في قسم الصيانة.
3. يجب التمييز بين المبالغ المخصصة لأعمال الصيانة والمبالغ المخصصة لأعمال التحسينات في المنشأة المائية.
4. لابد من توفر الكمية الكافية من مستلزمات الصيانة في المستودعات، حتى تتم عملية الصيانة كما هو مخطط لها.

تأهيل وتدريب كوادر الصيانة:

تساعد الصيانة في تحقيق النوعية في العمل والأداء وإطالة عمر المنشأة المائية، وتحقيق اقتصاديات العمل والإنتاج، والوقاية من الحوادث والحدّ من التلوث والإصابات في العمل. ويتحقق ذلك بتأهيل وتدريب الفنيين والعمال، لتحقيق الجودة عند القيام بأعمال الصيانة وفق متطلبات ISO 9001 [11]. كما يجب تطوير وتحديث مستلزمات الصيانة والأساليب المتبعة وأنظمة الإدارة الخاصة بها.

الهدف من تدريب الفنيين والعمال هو تزويدهم بكافة المهارات اللازمة لرفع الكفاءة العملية للصيانة. ويفترض انتقاء الأفراد جيداً خلال مرحلة التدريب ممن لديهم القدرة على استيعاب الأعطال التي يمكن أن تتعرض لها المنشآت المائية وأسبابها وكيفية إصلاحها. كما يجب وضع برنامج جيد لتدريبهم على كيفية إنجاز أعمال الصيانة سواء الداخلية ضمن المديرية أو الخارجية لدى المؤسسات المختصة. ويهدف نظام الجودة ISO 9001 إلى تخفيض عدد الأعطال التي يمكن أن تتعرض لها المنشأة المائية عن طريق تنفيذ أعمال الصيانة الدورية والطارئة، وذلك لمنع تكرار الأعطال الطارئة مستقبلاً والمحافظة على المنشأة المائية بحالة جيدة لتكون جاهزة للعمل في جميع الأوقات. كما يجب تسجيل نتائج الصيانة الدورية في بطاقة خاصة والاحتفاظ بها ليتمكن جميع الفنيين من الاطلاع عليها. ويعتبر مدير الصيانة بعد تدريبه بشكل صحيح، مسؤولاً عن كافة الصيانات الدورية والطارئة وعن اتخاذ القرار المناسب لحماية المنشأة في حال تكرار نفس الأعطال.

بعض الأمثلة عن صيانة المنشآت المائية

صيانة منشآت مياه الصرف الصحي:

تتعرض بشكل عام شبكات مياه الصرف الصحي إلى أضرار ومشاكل كثيرة، مثل الانسداد الجزئي أو الكلي للشبكة، إضافة إلى تسرب مياه الصرف إلى الوسط المحيط، الذي يؤدي إلى تلوث قد يصل إلى البساط المائي فتتلوث مياه الشرب والمياه الجوفية[6].

من أهم أعطال منشآت مياه الصرف الصحي التسرب والتآكل (أي التآكل الغلفاني أو الكهركيميائي أو الكيمياحيوي. لذلك لا بدّ من تنظيف هذه المنشآت باستمرار وعدم إلقاء أي شيء فيها من قبل مستخدمي الشبكة [14].

لذا يجب دراسة شبكات مياه الصرف الصحي دراسة جيدة وحساب المقاطع اللازمة لها والميل الأصغري، واختيار نوعية الأنابيب بحيث تلائم مواصفات المياه وطبيعة التربة المحيطة بها، ويجب تنفيذ الشبكة بشكل صحيح ودقيق، وتأمين سماكة جيدة من التربة أعلى الأنبوب، والقيام بالصيانة الدورية للشبكة بعد تنفيذها.

يبين الجدول التالي أهم الأعطال التي تتعرض لها منشآت مياه الصرف الصحي [7]:

الأعطال	نوعية الصيانة	المطلوب تنفيذه
ترسبات في المصارف وغرف التفتيش	الصيانة الدورية	تنظيف آلي أو بالضخ
تشققات طفيفة في المصارف والشبكة	تطبيق الصيانة ضد التسرب	حقن اسمنتي
تسربات في وصلات الشبكة	تطبيق الصيانة ضد التسرب	تكتيم الوصلات
تشققات موضعية متوسطة	تطبيق الصيانة ضد التسرب	تبطين موضعي
تآكل داخلي في المصرف	تطبيق الصيانة ضد التآكل	تبطين موضعي
تشققات كبيرة ومستمرة مع كسور في المصارف والشبكة	تبديل المصارف المتشققة والمكسورة	تبديل المصارف
تآكل داخلي شديد في المصارف والشبكة	تبديل المصارف المتشققة والمكسورة	تبديل المصارف

صيانة السدود الترابية:

إن إجراءات أعمال الصيانة للسدود الترابية تتلخص في تلافي حدوث تآكل فيها بأقل تكاليف تشغيلية ممكنة. تتألف عادة السدود الترابية من العناصر التالية: قمة السدّ، السفوح الأمامية والخلفية، المفيض، المفرغ السفلي، موشور الصرف، الضفاف والبحيرة[8].

تتم عملية صيانة قمة السدّ بالشكل التالي:

1. التأكد من عدم وجود حفر تؤدي إلى تجميع المياه.
2. عدم مرور الآليات على قمة السدّ.
3. مراقبة جدران حماية قمة السدّ من هبوطات أو تشققات.

وتتم عملية صيانة السفوح الأمامية والخلفية للسدود الترابية كما يلي:

1. التأكد من عدم انهيار أجزاء السفوح الأمامية (المواجهة للماء) والخلفية، وتعرضها لهبوطات أو انزلاقات أو تباعدات في الفواصل.
2. التأكد من عدم نمو النباتات على هذه السطوح.

ويتم اتخاذ إجراءات الصيانة في السدود الترابية وفقاً لما يلي:

1. إصلاح التشققات الخفيفة بالحقن.

2. التأكد من جاهزية أنظمة صرف المياه الراشحة من جسم السدّ.
3. التأكد من جاهزية أنفاق التفتيش الخاصة بمراقبة الرشح، والتأكد من إمكانية إجراء عمليات الحقن في حال كان هناك ضرورة لذلك.
4. في حال ازدياد كمية الرشح يتم إنشاء حجاب حاجز للميول الأمامية المواجهة للماء لتخفيف هذا الرشح.

صيانة السدود البيتونية:

يتم تركيب أجهزة قياس ومراقبة في معظم السدود البيتونية، وتحتاج هذه الأجهزة إلى متابعة وصيانة دائمة[5].

إن أجهزة القياس والمراقبة هي:

1- أجهزة قياس الهبوط.
2- أجهزة انزياح فواصل التمدد.
3- أجهزة قياس الاجهادات في حديد التسليح والبيتون.
4- أجهزة قياس الاهتزازات.
5- أجهزة قياس درجة حرارة البيتون.

أما بالنسبة إلى البوابات فيجب التأكد من عدم وجود انحناءات أو تشوهات فيها، ويجب أن تكون حركتها سهلة لإنزالها بالشكل الصحيح ضمن المجاري الخاصة بها، كما يجب الانتباه إلى الرشح بعد إغلاق البوابة، والتأكد من جاهزية معدات الرفع وتبديل القطع المعرضة للتآكل، والانتباه للدهان وكافة المعدات التابعة لها.

أما الأضرار التي يتعرض لها البيتون فهي الانهيار [9]، لذلك يجب استخدام إسمنت مقاوم للكبريتات والمواد الكيميائية. ويجب استخدام الحقن بالمواد المانعة للرشح لمنع الرشح في السدّ البيتوني. كما يتم استخدام مواد بوليميرية لمعالجة عيوب السطوح البيتونية (مثل تعشيش وفراغات وتشققات) [10].

أما بالنسبة للمفيضات التي تشكل عامل أمان بالنسبة للسدّ فلا بدّ من صيانتها بشكل مستمر بسبب نمو النباتات وتراكم الردميات ضمن مجراها، كما يجب التأكد من سلامة جدران الالتحام وفواصل التمدد.

أما بالنسبة لأعمال الصيانة في البحيرة والضفاف، فيجب منع حصول انجراف فيها وتوطيد الأماكن التي تحتاج إلى تدعيم، والحرص على عدم وصول الملوثات والطمي ومخلفات المبيدات الزراعية والحيوانية والصناعية وكذلك بقايا الأشجار والنباتات إلى مياه البحيرة.

منشآت إمداد مياه الشرب:

تتكون منشآت إمداد مياه الشرب من منشآت مآخذ المياه ومحطات المعالجة والنقل والتوزيع والخزانات. وتعتبر غاية هذه المنشآت هي تأمين المياه النقية من الناحية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية وبضغط معين إلى المستهلك [15].

تعتبر خزانات تجميع المياه جزءاً هاماً من شبكة الإمداد بمياه الشرب، لذلك يجب الكشف عليها وصيانتها بشكل دوري لمراقبة التشققات والتآكلات والتأكد من كتامة الجدران والحفاظ على نظافة الممرات والفتحات فيها، ويجب تنظيفها وفقاً لبرنامج محدد. كما يجب مراقبة التجهيزات الهيدروليكية والكهربائية الملحقة بخزانات المياه وتعقيمها جرثومياً ومعالجتها فيزيائياً وكيميائياً بحيث تصبح جاهزة للاستعمال. تصنف خطوط إمداد المياه إلى نوعين: الإمداد بالإسالة أو بالضخ.

تتم صيانة منشآت مياه الشرب باتخاذ التدابير الوقائية التالية:

1- التأكد من حسن تنفيذ عمليات الغسيل في محطات التنقية وعدم تعرض المياه للهواء قبل نقلها عبر شبكات التوزيع مع تزويدها بمادة مؤكسدة.

2- التأكد من ضغط المياه للحيلولة دون دخول المياه الملوثة إلى شبكات التوزيع.

3- يجب البحث بشكل مستمر عن تمديدات الشبكة لصيانتها في حال تعرضها للأعطال أو الكسور، لمكافحة الهدر والتسربات منها وتلوثها.

4- يجب أن تتحدد بدقة مخططات منشآت مياه الشرب ومسارات الخطوط لتسهيل عمليات الصيانة والاصلاح.

الاستنتاجات والتوصيات:

في الخاتمة وبعد ما تم عرضه من أنواع الصيانة والمخاطر التي يمكن أن تتعرض لها المنشآت المائية في حال إهمال الصيانة الدورية، وأهمية القيام بالصيانة والشروط التي يجب أن تتوفر عند تنفيذ أعمال الصيانة. نقترح ما يلي:

1- ضرورة وضع برنامج دوري لصيانة المنشآت المائية ووضع برنامج صيانة شاملة تتناسب مع طريقة استثمار هذه المنشأة المائية، مع تحديد حجم الأعمال والمدة اللازمة لتنفيذ الصيانة.

2- عدم الإهمال والتأخير في الكشف عن أعطال المنشآت المائية وإجراء الصيانة لها بأسرع وقت ممكن كي لا يصل الأمر في النهاية إلى تعذر الصيانة. ويجب الاهتمام بدراسة الجدوى الاقتصادية لها.

3- تحديد الحاجة للإمداد بالقطع التبديلية والمواد الأولية اللازمة للصيانة.

4- التأكد من تسجيل وأرشفة جميع أعمال التنفيذ والإنشاء وجميع المشاكل والصعوبات والتغيرات في المخططات والصيانة لما لذلك من أهمية وتأثير على تأمين سهولة دراسات الصيانة والتدعيم في المستقبل.

5- تحديد أعداد ونوعيات الفنيين والعمال والمختصين اللازمين لأعمال الصيانة والإصلاح مع ضرورة إقامة الدورات التدريبية المتعلقة بصيانة المنشآت المائية.

6- دراسة إمكانية الاستعانة بالتقانات الحديثة لصيانة المنشآت المائية.

7- ضرورة الإسراع لإصدار كود سوري خاص بالمياه والمنشآت المائية.

المراجع

1. Al-GHOBARI, H.M. and MOHAMMAD, F.S. "*A survey Study of the orrosion Problem in Center Pivot Irrigation Pipes in Farms of Saudi Arabia*", King Saud University, College of Agriculture, Agric.Res.Center, Research Bulletin, No (54), 1995, 1-25.

2. HART, W. E." *Subsurface distribution of non uniformity applied surface waters* " Trans. Of the ASAE, Vol. 15 (4), 1961, 656-666.

3. CHRISTIANSE, J. E.0 "*Irrigation by Sprinkling*", California Agricultural Experiment Station, Bulletin, 1942, 670.

4. FISCHER, G.R. and WALLENDER,W.W. "*Collector Size and Test Duration effects on Sprinkler Water Distribution Measurement* " Trans. of the ASAE, vol. 31(2), 1988, 538-542.

5. AL-GHOBARI, H.M." *The Effect of Travel Speed on Spray Losses from Center Pivot System.*", J. of King Saud Univ, vol. 8, Agic, Sciences (1), 1996, 111-123.

6. SMITH P.D., Basic Hydraulics," *butter worth scientific* ",1982, 250.

7. LANCASTRE A., " *Manual D' Hydraulique Generale*", Eyrolle, Paris, 1982, 300.

8 A-GHOBARI, H.M." *The areal distribution of applied water above and below soilk surface under center pivot sprinkler irrigation system*", J. of the Saudi Society of Agic.l Sciences, vol. 2(2), 2003, 207-221.

9. ASAE Standards, ASAE S436," *Test performance for determining the uniformity of water distribution of center pivot, corner pivot and moving lateral irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles*" ASAE, St. Joseph, MI 49085, 1994, 546-547.

10. HANSON, B.R. and WALLENDER, W.W." *BI-directional Uniformity of Water Applied by Continuous-Move Machines* ", Trans. Of the ASAE, vol.29(4), 1986, 1047-1053.

11. نظام ISO 9001.

12. بوراس كميل، – *المنشآت المائية1*، منشورات جامعة تشرين، سوريا، 1991،240 .

13. منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، *وسائل تقييم حالة التشغيل والصيانة لتزويد المياه والصرف الصحي في الدول النامية*، عمان–الأردن، 2003.

14. أحمد فيصل اصفري، *الهندسة الصحية والبلديات*، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب، سوريا، 1982.

15. جورج داغر، *الهندسة الصحية*، منشورات جامعة حلب، سوريا، 1966.