مجلة جامعة الملك سعود، م٢٠، العلوم الهندسية (١)، ص ص ١-١٢، الرياض (٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ)

تأثير نظم توزيع مياه الشرب داخل المنازل على كمية الاستهلاك

عبدالعزيز بن عبدالله الحامد

أستاذ، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود،

ص ب ٨٠٠، الرياض ١١٤٢١، المملكة العربية السعودية

(قدِّم للنشر في ٠٨/ ٠٢/ ٢٠٠٥م؛ وقبل للنشر في ٠٧/ ٠١/ ٢٠٠٧م)

ملخص البحث. من خلال مسح ميداني لعينة عشوائية من المنازل في مدينة الرياض تم تحديد أربعة أنظمة من الشبكات شائعة الاستخدام لتوزيع المياه من الخزان العلوي داخل المنازل. تم المسح الميداني باستخدام استبانة صممت لهذا الغرض، حيث اشتملت أسئلة الاستبانة على أسئلة تتعلق بخصائص شبكات المياه داخل المنازل وأسئلة تتعلق بأنماط وسلوك ساكني المنزل في استخدام الشبكة، بالإضافة إلى أسئلة عن المنزل والسكان. من خلال هذه العينة تم تحديد أكثر الأنظمة استخداماً وكذلك تحديد أنماط الاستخدام المختلفة لشبكة المياه داخل المنزل وعناصر المنزل الأساسية.

تم حساب الاستهلاك للأنظمة الأربعة عند أنماط الاستخدام المختلفة باستخدام برنامج حاسوبي طبقاً لمجموعة من الفرضيات المستنبطة من عينة الدراسة. وقد أظهرت النتائج أن هناك تفاوتاً كبيراً بين الأنظمة الأربعة حيث يتراوح الاستهلاك الشهري لهذه الأنظمة بين ٤٠ متراً مكعباً إلى ٢٥٩ متراً مكعباً تقريباً، وأظهرت النتائج أن النظام الذي يعتبر المنزل وحدة واحدة ويتم تغذية جميع عناصر المنزل من الخزان العلوي باستخدام أنبوبة واحدة بقطر بوصة واحدة تغذي العناصر المختلفة في جميع الطوابق (النظام الثالث) يعطي أقل استهلاك للمياه عن أنماط الاستخدام المختلفة، بينما يعطي النظام الأول والذي يعتمد على تغذية كل وحدة في المنزل مباشرة من الخزان العلوي بشكل مستقل، وهو الأكثر شيوعاً، أكبر كمية استهلاك بين الأنظمة الأربعة.

مقدمة

تعدُّ الزراعة المستهلك الأول للمياه في المملكة العربية السعودية حيث يصل استهلاك الزراعة حوالي ٩٠٪ من الميزان المائي السنوي، ويأتي الاستهلاك البلدي والصناعي في المرتبة الثانية من حيث الاستهلاك. ولا توجد إحصاءات محددة لكميات مياه الشرب المستخدمة في المملكة حيث تشير جميع النشرات إلى الاستهلاك البلدي والصناعي، ويشمل الاستهلاك البلدي فئات عديدة منها الاستهلاك المنزلي والتجاري والمرافق العامة من مساجد، ومدارس، ومستشفيات، وخلافه. وعلى الرغم من ضآلة كمية المياه المستخدمة في الأغراض المنزلية، والتي تقل عن ٦٪ من الميزان المائي الوطني السنوي، إلا أنها تكتسب أهمية بالغة حيث إن المياه المستخدمة في هذا المجال يجب أن تكون عذبة وتخضع لمعايير دقيقة وصارمة، وهذه النوعية من المياه شحيحة وقليل وجودها في الطبيعة على المستوى العالمي.

وخلال العقود الثلاثة الماضية شهدت المملكة تطوراً سريعاً ومذهلاً في شتى المجالات، حيث اتسعت المدن وظهرت مئات القرى والهجر وازدهرت الحركة التجارية والصناعية فيها وصاحب ذلك تحسن في دخل الفرد وارتفاع مستوى المعيشة مما كان له مردود إيجابي في زيادة عدد السكان. حيث قفز عدد السكان في المملكة من ٧ ملايين نسمة عام ١٣٩٤هـ ليصل إلى أكثر من ٢٢ مليون نسمة عام١٤٢١هـ، واقتضت هذه الزيادة الكبيرة في عدد السكان زيادة الطلب على المياه في شتى المجالات وفي الاستهلاك البلدي بشكل أكبر؛ لملامستها للحياة اليومية بشكل متكرر. وقد زاد الطلب على استهلاك المياه للأغراض البلدية والصناعية من ٥١٠ ملايين متر مكعب عام ١٤٠٠هـ إلى أكثر من ٢,٢ بليون متر مكعب عام ١٤٢١هـ، حيث كان نصيب الفرد ١٢٠ لتراً/ اليوم وأصبح ٣١٥ لتراً/ اليوم (وزارة التخطيط، ١٤٢٥هـ).

يواجه تأمين مياه الشرب في المملكة العديد من التحديات والصعوبات التي تحتاج إلى بذل المزيد من الجهد والتنظيم والوعي لدى المستهلك. ولعل قلة الأمطار والتناقص الكبير في المخزون الإستراتيجي تشكل بعضًا من هذه التحديات والصعوبات. وتعتمد مدن المملكة على المياه الجوفية والسطحية ومياه البحر المحلاة كمصادر رئيسة لتأمين مياه الشرب، وتلبي مياه التحلية نصف كميات المياه في القطاع البلدي (الحصين، ١٤٢٢هـ). ففي مدينة الرياض، وهي أكبر المدن السعودية من حيث المساحة وعدد السكان، يوجد ٣٠ بئراً سطحياً وحوالي ١٣٦ بئراً عميقاً تشمل حقول آبار صلبوخ والبويب والوسيع وآبار الرياض العميقة المنتشرة داخل المدينة في طريق صلبوخ وطريق الخرج وطريق الحجاز والملز والمنصورية وغيرها (أبوعباة، ١٤١٧هـ)، إضافةً إلى مياه التحلية التي يتم جلبها من محطة الجبيل على ساحل الخليج العربي.

وقد بدأ الاعتماد على مياه التحلية في عام ١٤٠٣هـ وكان متوسط كمية المياه الواردة حوالي ٨٥ ألف متر مكعب في اليوم. ومع النمو السريع وصلت كميات المياه الواردة من الجبيل إلى الطاقة القصوى لهذه المحطة (٨٣٠ ألف متر مكعب يومياً). ونظراً لخلو هذه المياه من الأملاح المعدنية يتم خلطها مع مياه محطة الوسيع بنسبة أربعة إلى واحد في ستة خزانات أرضية

سعتها الإجمالية ٣٠٠ ألف متر مكعب. وتضخ هذه المياه إلى محطات التجميع والتوزيع الرئيسة بمدينة الرياض وهي المحطة المركزية بالروضة والمحطة الشمالية والمحطة الجنوبية ويتم تعقيم المياه في هذه المحطات بإضافة الكلور قبل ضخها إلى الشبكة الرئيسة والتي يصل طولها إلى أكثر من ٩ آلاف كيلومتر. كما يجري العمل على إيصال مياه إضافية لمدينة الرياض من حقل آبار الحني الذي تم اكتشافه حديثًا ويشتمل على ٦٥ بئراً تبلغ طاقتها الإنتاجية ٣٥٠ ألف متر مكعب في اليوم وتبعد عن مدينة الرياض ٢١٨ كيلو متر (وزارة الزراعة والمياه، ١٤١٩هـ) .

وتشير الكثير من الدراسات الحديثة (الدهمش، ١٤٢٢هـ؛ الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ١٤١٧هـ؛ البواردي، ١٤٢٢هـ) إلى زيادة الطلب على مياه الشرب في مدينة الرياض خلال السنوات القادمة؛ نظرًا للزيادة المتوقعة في أعداد السكان وعدم توافر مصادر مياه كافية لمواجهة هذا النمو المتوقع في عدد السكان. وقد تقلص نصيب الفرد في مدينة الرياض من ٥٠٠ لتر في اليوم في عام ١٤٠٠هـ إلى حوالي ٢٥٨ لتراً في اليوم في عام ١٤٢١هـ، وإذا استمر هذا المعدل فسوف تحتاج مدينة الرياض إلى مليوني متر مكعب إضافية في اليوم؛ لسد حاجة المدينة في عام ١٤٤٠هـ (البواردي، ١٤٢٢هـ)، وهذا التناقص في نصيب الفرد ناتج من الزيادة في عدد السكان وليس من الدعوة إلى ترشيد الاستهلاك حيث كمية المياه الواردة إلى المدينة شبه ثابتة في تلك الفترة.

أهداف ومنهجية الدراسة

الدراسة الحالية هي محاولة لتحديد وحصر أنظمة توزيع مياه الشرب داخل المنازل وتقييم أداء هذه الأنظمة من خلال تقدير كمية التصرف ومن ثم تقدير كمية الاستهلاك المنزلي لكل نظام تحت ظروف متماثلة. كما تشمل الدراسة اقتراح شبكة لتوزيع المياه تحقق التوفير في كمية المياه المستهلكة والشروط الهيدروليكية اللازمة.

لتحقيق أهداف هذه الدراسة تم إجراء مسح ميداني لعدد من المنازل الحديثة في أحياء مختلفة من مدينة الرياض، كما تم زيارة عدد من المكاتب الهندسية المتخصصة في تصميم المنازل السكنية وأمانة مدينة الرياض للاطلاع على التصاميم الخاصة بأنظمة توزيع مياه الشرب داخل المنازل. تلا ذلك تصميم استبانة لهذا الغرض تحوي أسئلة عن نظام توزيع مياه الشرب في المنزل ونوع الأنابيب المستخدمة في هذا النظام وعدد دورات المياه والمطابخ في المنزل، وقد تم توزيع أكثر من ٣٠٠ استبانة على عينة عشوائية في مدينة الرياض للساكنين في وحدات سكنية مستقلة.

أنظمة توزيع مياه الشرب داخل المنازل

تبين من زيارة المكاتب الهندسية وكذلك أمانة مدينة الرياض أن موضوع أنظمة توزيع مياه الشرب داخل المنازل لا يحظى بالاهتمام اللازم وليس من ضمن الخرائط المطلوبة للحصول على رخصة البناء. وهذا الوضع أدى إلى تعدد الأنظمة المستخدمة والتي تخضع في الغالب إلى رغبة المالك وإمكانيات المقاول وخبرته. وفي الغالب هناك توافق في العناصر الأساسية لهذه الأنظمة حيث تتكون من خزان أرضي ومضخة لرفع المياه وخزان علوي، بينما تتفاوت في طريقة توزيع المياه من الخزان العلوي إلى أجزاء المنزل المختلفة وهذا هو موضوع الدراسة الحالية.

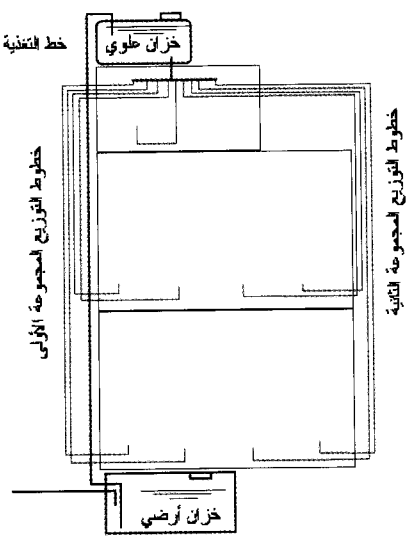
تبين من المسح الميداني لعدد كبير من الوحدات السكنية حديثة البناء أو التي تحت الإنشاء أن هناك أنظمةً متعددة لتوزيع مياه الشرب داخل المنزل، ويمكن تصنيفها في أربعة أنظمة كما يلي:

النظام الأول: يعتمد هذا النظام على تغذية كل وحدة في المنزل (يقصد بالوحدة دورة المياه أو المطبخ وما شابه ذلك) مباشرة من الخزان العلوي بشكل مستقل، حيث يتم توزيع المياه من الخزان العلوي عن طريق أنبوب أفقي قطره ٢ بوصة ومكونة من مجموعة من نقاط التوزيع (القسامات) بعدد دورات المياه والمطابخ الموجودة في المنزل باستخدام أنابيب قطرها بوصة واحدة. ويعتبر هذا النظام من أحدث الأنظمة وله مميزات كثيرة منها سهولة التحكم في تغذية العناصر المختلفة في المنزل وكذلك عدم تأثر أجزاء المنزل الأخرى عند حدوث خلل في أحد الأنابيب، ويوضح الشكل رقم (١) عناصر هذا النظام.

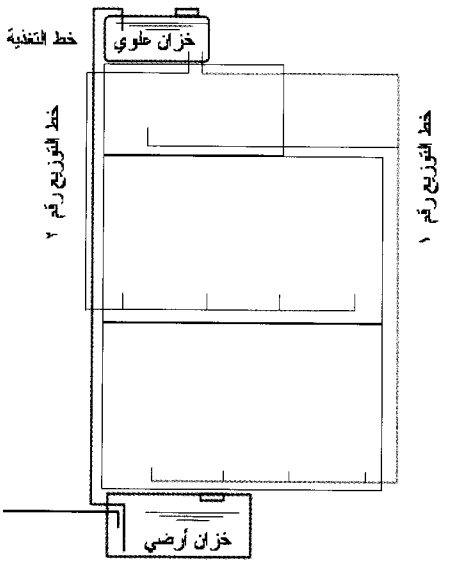
النظام الثاني: يعتمد هذا النظام على توزيع الوحدة السكنية إلى جزأين يمثل الطابق الأول الجزء الأول والطابق الأرضي والملحق العلوي الجزء الثاني، ويتم تغذية كل جزء مباشرة من الخزان العلوي بأنبوب قطره بوصة واحدة، ويوضح الشكل رقم (٢) تفاصيل هذا النظام.

النظام الثالث: يعتبر هذا النظام المنزل وحدة واحدة حيث يتم تغذية جميع عناصر المنزل من الخزان العلوي من خلال أنبوبة واحدة بقطر بوصة واحدة تغذي العناصر المختلفة في جميع الطوابق، وتفاصيل هذا النظام موضحة في الشكل رقم (٣).

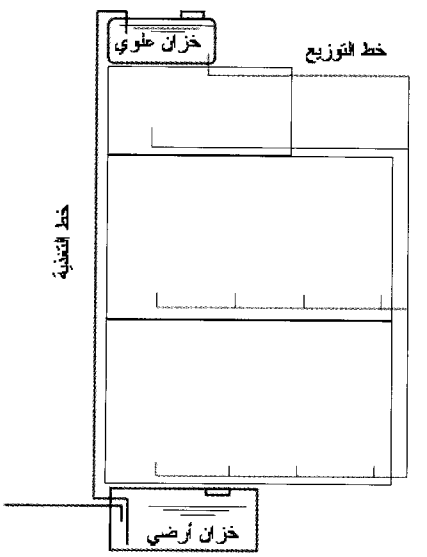
النظام الرابع: يعتمد هذا النظام على توزيع المنزل إلى قسمين أمامي وخلفي أو أيمن وأيسر بحيث يتم تغذية العناصر في كل قسم بأنبوبة مستقلة من الخزان العلوي قطرها بوصة واحدة، ويوضح الشكل رقم (٤) تفاصيل هذا النظام.



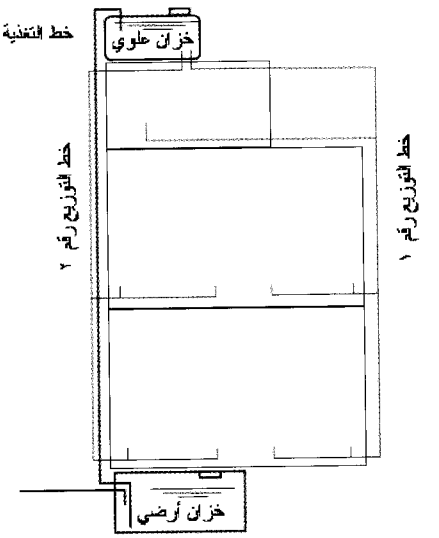
الشكل رقم (١). رسم توضيحي للنظام الأول لتوزيع المياه داخل المنزل.



الشكل رقم (٢). رسم توضيحي للنظام الثاني لتوزيع المياه داخل المنزل.



الشكل رقم (٣). رسم توضيحي للنظام الثالث لتوزيع المياه داخل المنزل.



الشكل رقم (٤). رسم توضيحي للنظام لتوزيع المياه داخل المنزل.

نتائج المسح الميداني

اشتملت أسئلة الاستبانة على ثلاث مجموعات من الأسئلة، المجموعة الأولى تشمل معلومات عامة عن المسكن والسكان، والمجموعة الثانية تتعلق بخصائص شبكة توزيع المياه داخل المنزل، وتشتمل المجموعة الثالثة على أنماط وسلوك السكان داخل المنزل في استخدام الشبكة. تم توزيع أكثر من ٣٠٠ استبانة على أحياء متفرقة في مدينة الرياض بشكل عشوائي. وقد تم استخدام ٢٥٦ استبانة بعد استبعاد الاستبانات غير المكتملة أو المشتملة على معلومات غير صحيحة.

أظهرت عينة الدراسة أن ٧٨٪ من أفراد العينة يعرفون نوع شبكة المياه في منازلهم، وأن أكثر من ٤٨٪ منهم يستخدمون النظام الأول بينما تحظى الأنظمة الأخرى بنسب متقاربة وهي ١٥ و١٧ و٢٠٪ بالترتيب.

وقد بينت عينة الدراسة أن ٦٠٪ من المنازل يوجد بها من ٥ إلى ٧ دورات مياه في المنزل وأن ٧٥٪ من هذه المنازل يوجد بها دورتا مياه في الدور الأرضي ودورتا مياه في الدور الأول و٦٣٪ من هذه المنازل يوجد بها دورة مياه واحدة في الملحق العلوي، كما أن ٨٥٪ من هذه المنازل يوجد بها مطبخ واحد في الدور الأرضي.

وقد أظهرت نتائج عينة الدراسة أن ٧٥٪ من هذه المنازل يقيم بها ٧ أفراد في المتوسط وأن المدة الزمنية التي تستخدم بها دورة المياه الواحدة في اليوم هي ١٥ دقيقة لـ ٤٦٪ من أفراد العينة، وأن ٣٨٪ من أفراد العينة يستخدمون دورات المياه لمدة ساعة في اليوم، بينما يستخدم ٣٣٪ من أفراد العينة دورات المياه لمدة تزيد على الساعة وتقل عن الساعتين. وأظهرت نتائج الاستبانة أن ٦٧٪ من أفراد العينة يستخدمون ٣ دورات مياه في نفس الوقت بينما يستخدم ١٤٪ من أفراد العينة أربع

دورات مياه في نفس الوقت.

حساب كمية الاستهلاك

تعدُّ طريقة هاردي كروس من أشهر الطرق المستخدمة لحساب كمية التصرف والضغط في شبكات الأنابيب. تم في هذه الدراسة استخدام هذه الطريقة لحساب كمية التصرف باستخدام برنامج حاسوبي تم تطويره عن طريق دون وود (Don Wood) لتحليل التدفق في شبكات الأنابيب باستخدام طريقة هاردي كروس (Potter *et al.*, 1997). وتم حساب التصرف في شبكة توزيع المياه داخل المنزل بناءً على الفرضيات التالية:

- وحدة سكنية نموذجية مكونة من طابقين وملحق علوي، يشتمل الطابق الأرضي على ٣ دورات مياه ومطبخ، والطابق الأول على أربع دورات مياه والملحق العلوي على دورة مياه واحدة.
- الأنابيب المستخدمة من الحديد المجلفن.
- جميع المحابس مفتوحة بالكامل ويتم حساب التصرف عند النقطة الأولى لدخول المياه إلى دورة المياه أو المطبخ.
- معاملات فقد الضغط للمحابس والتركيبات ثابتة وأطوال الأنابيب تعتمد على النظام المستخدم.
- يقع قاع الخزان العلوي على ارتفاع ٨ أمتار من سطح الأرض وعمق الماء في الخزان ثابت ومقداره متران.
- تم حساب التصرف في الشبكة لكل نظام بافتراض ست حالات مختلفة من أنماط تشغيل الشبكة، كما هو موضح في الجدول رقم (١).

الجدول رقم (١). الأنماط التشغيلية لشبكة توزيع المياه داخل المنزل

	الطابق الأرضي	الطابق الأول
الحالة ١	دورة مياه واحدة+ مطبخ	دورة مياه واحدة
الحالة ٢	دورتا مياه+ مطبخ	دورة مياه واحدة
الحالة ٣	دورة مياه واحدة+ مطبخ	دورتا مياه
الحالة ٤	دورتا مياه+ مطبخ	دورتا مياه
الحالة ٥	دورة مياه واحدة+ مطبخ	٣ دورات مياه
الحالة ٦	جميع عناصر الشبكة في نفس الوقت	

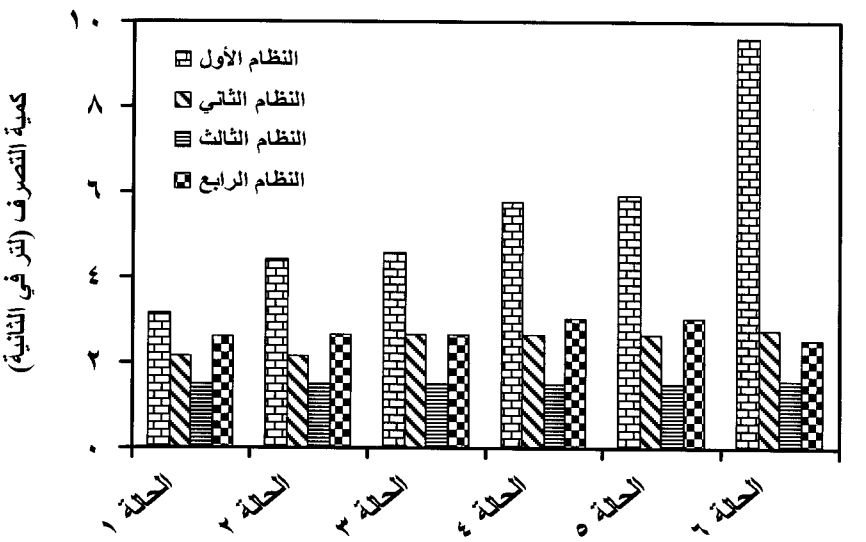
يوضح الشكل رقم (٥) كمية التدفق في كل نظام باللتر في الثانية للأنماط التشغيلية الستة، ويتضح من هذا الشكل أن هناك تفاوتاً كبيراً في كمية التدفق للأنظمة المختلفة وتشابه في الأداء النسبي لهذه الأنظمة عند كل نمط. وهذا يعني أن نمط التشغيل لا يؤثر على أفضلية الأنظمة. حيث يظهر من الشكل أن النظام الثالث يمثل أقل الأنظمة في كمية التدفق بينما يمثل النظام الأول أكبر كمية تدفق في الأنابيب في جميع الحالات. ولإيضاح أثر النظام على كمية الاستهلاك تم حساب معدل الاستهلاك اليومي والشهري لكل نظام باعتبار تشغيل النظام لمدة ١٥ دقيقة في اليوم حسب نتائج المسح الميداني. ويوضح الشكلان رقم (٦) و (٧) كمية الاستهلاك اليومي والشهري لكل نظام عند الحالات المختلفة لنمط التشغيل.

يتضح جلياً من الشكلين رقم (٦) و (٧) أن النظام الثالث هو الأفضل حيث يتراوح الاستهلاك اليومي للمنزل بين ١,٣٤٢ و ١,٤٣٢ متر مكعب في حالات التشغيل المختلفة، يليه النظام الثاني ثم الرابع ويأتي النظام الأول في المؤخرة. وكذلك الحال في الاستهلاك الشهري حيث يصل معدل الاستهلاك الشهري حوالي ٢٥٩ متراً مكعباً في النظام الأول في أسوأ الظروف، بينما يستهلك النظام الثالث حوالي ٤٣ متراً مكعباً عند نفس الظروف، وهذا يعني أن المنزل الذي يستخدم النظام الأول يستهلك أكثر من ستة أضعاف الكمية التي يستهلكها المنزل الذي يستخدم شبكة توزيع المياه من النظام الثالث.

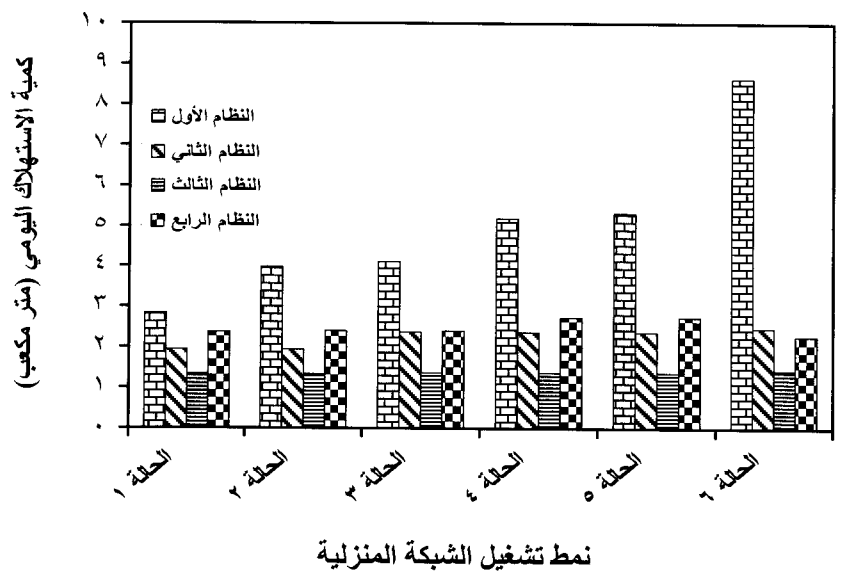
وباعتبار أن متوسط عدد المقيمين في الوحدة السكنية هو ٧ أفراد، كما بينت ذلك عينة الدراسة فإن كمية استهلاك الفرد في اليوم يمكن حسابه، كما هو مبين في الجدول رقم (٢) والذي يوضح التفاوت الكبير في حصة الفرد حسب نوع الشبكة وكذلك نمط الاستهلاك المستخدم، ويوضح الجدول أن الفرد الذي يستخدم النظام الأول يستهلك على الأقل ٣ أضعاف ما يستهلكه الفرد الذي يستخدم النظام الثالث.

وكمية استهلاك الفرد في اليوم في النظام الثالث يعتبر معقولاً حيث يمثل أكثر من الكمية المستخدمة في كثير من الدول الأوروبية مثل هولندا، وألمانيا، وفرنسا، والسويد، الذي يتراوح معدل الاستهلاك بين ١٠٤ و٢٠٠ لتر في اليوم للفرد (Al-Mogrin and Al-Maziad, 2002)، كما يشير بشناق (بشناق، ٢٠٠٢م) بأن معدل الاستهلاك المنزلي في المملكة يتراوح بين ١٥٥ و١٦٥ لتراً للفرد في اليوم.

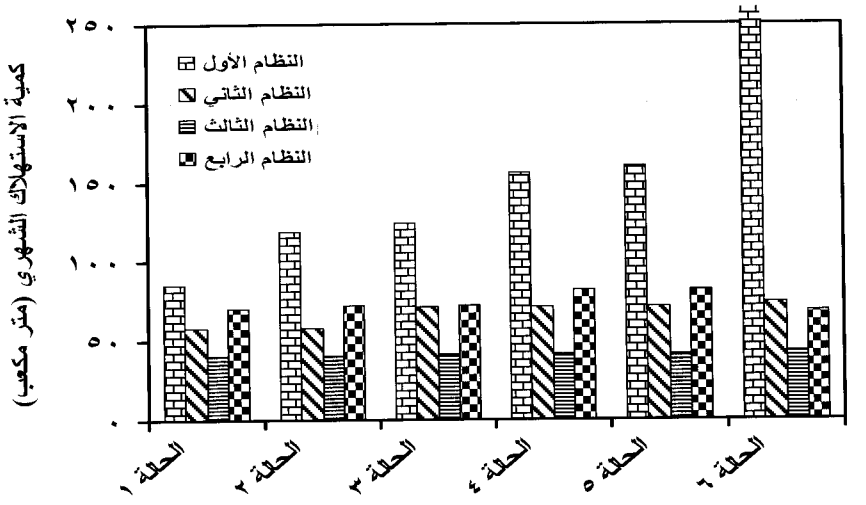
مما سبق يتبين أثر نظام توزيع المياه داخل المنزل على كمية الاستهلاك أو حصة الفرد، حيث إن سلوك الفرد ومدى إحساسه بالمسؤولية قد لا يكونا كافيين إذا كانت شبكة توزيع المياه لا تساعد على ذلك، لذلك لا بد من إعطاء هذا الموضع الاهتمام اللازم للمحافظة على هذه السلعة الغالية.



الشكل رقم (٥). كمية التصرف في الأنظمة الأربعة عند أنماط التشغيل المختلفة.



الشكل رقم (٦). كمية الاستهلاك اليومي للأنظمة الأرعة عند أنماط التشغيل المختلفة.



الشكل رقم (٧). كمية الاستهلاك الشهري للأنظمة الأربعة عند أنماط التشغيل المختلفة.

الجدول رقم (٢). كمية استهلاك الفرد باللتر في اليوم

النظام \ النمط	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الحالة ١	٤٠٦,٨	٢٧٥,٩	١٩١,٧	٣٣٦,٨
الحالة ٣	٥٨٩,٦	٣٣٨,٨	١٩٥	٣٤٢,٥
الحالة ٦	١٢٣٤,٧	٣٥٤	٢٠٤,٦	٣٢٦,٩

الخلاصة

هدفت هذه الدراسة إلى حصر وتقييم أداء شبكات توزيع المياه في المنازل داخل مدينة الرياض. واستخدم في هذه الدراسة المسح الميداني لحصر هذه الأنظمة وتحديد عناصرها الأساسية وأنماط تشغيل هذه الأنظمة. وخلُصت الدراسة إلى وجود أربعة أنظمة مختلفة من الشبكات تستخدم لتوزيع المياه داخل المنازل من الخزان العلوي، ويختلف استخدام هذه الشبكة من منزل لآخر؛ تبعاً لأنماط الاستخدام المختلفة. وباستخدام برنامج حاسوبي تم حساب كمية استهلاك كل نظام عند أنماط الاستخدام المختلفة عند ظروف متشابهة للأنظمة الأربعة.

أظهرت النتائج أن هناك تفاوتاً كبيراً بين الأنظمة الأربعة من حيث الاستهلاك الشهري للمنزل أو من حيث حصة الفرد في اليوم. كما أظهرت النتائج

أن النظام الثالث الذي يعتبر المنزل وحدة واحدة ويتم تغذية جميع عناصر المنزل من الخزان العلوي باستخدام أنبوبة واحدة بقطر بوصة واحدة تغذي العناصر المختلفة في جميع الطوابق هو الأكثر ترشيداً لاستهلاك المياه، بينما يعتبر النظام الأول والذي يعتمد على تغذية كل وحدة في المنزل مباشرة من الخزان العلوي بشكل مستقل أكثر استهلاكاً للمياه، وهذا النظام هو الأكثر شيوعاً. ويتراوح معدل الاستهلاك في النظام الثالث مابين ٤٠ و٤٣ متراً مكعباً في الشهر، أي ما يعادل ١٩١ إلى ٢٠٤ ألتار في اليوم للفرد. وهذا يمثل حوالي ١٧ إلى ٤٧٪ مما يستهلكه الفرد في النظام الأول.

تعتبر النتائج التي تم التوصل إليها مشجعة جداً لترشيد استهلاك المياه المنزلية وضرورة الحد من استخدام الشبكات ذات الاستهلاك الكبير ووضع ضوابط لاستخدام الأنظمة ذات الاستهلاك الأفضل، كما يوصى بضرورة تدخل الجهات الحكومية لفرض نظام توزيع مياه الشرب داخل المنازل واعتبار نظام التوزيع من الخرائط الأساسية الواجب تقديمها للحصول على رخصة البناء.

المراجع

أبوعباة، إبراهيم. «مشاكل التشغيل والصيانة الخاصة بالآبار الجوفية عند تقادمها». *مؤتمر الخليج الثالث للمياه*، مسقط، عمان، ١٤١٧هـ.

بشناق، عادل. «الإستراتيجية المستقبلية لإدارة الموارد المائية في ظل متطلبات التنمية في المملكة العربية السعودية». *ندوة الرؤية المستقبلية للاقتصاد السعودي*، الرياض، أكتوبر ٢٠٠٢م.

البواردي، خالد. «خطة المصلحة لتوفير المياه والصرف الصحي للعشرين سنة القادمة وسبل التمويل». *ندوة تمويل وتوفير المرافق العامة*، الرياض، ١٤٢٢هـ.

الحصين، عبدالله. «المعضلة المائية: البدائل والحلول غير التقليدية». *ندوة تمويل وتوفير المرافق العامة*، الرياض، ١٤٢٢هـ، ص ص ٤٩-٧٨.

الدهمش، منصور. «نظرة المخطط الاستراتيجي الشامل لمدينة الرياض لتوفير وتمويل المرافق العامة». *ندوة تمويل وتوفير المرافق العامة*، الرياض، ١٤٢٢هـ، ص ص ٢٢-٤٨.

الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، مركز المشاريع والتخطيط. «استراتيجية التطوير الحضري لمدينة الرياض». *حلقة مستقبل المياه في مدينة الرياض*، ١٤١٧هـ.

وزارة التخطيط. *خطة التنمية السابعة*. الرياض، ١٤٢٠-١٤٢٥هـ.

وزارة الزراعة والمياه. *تحد وإنجاز عبر مائة عام للزراعة والمياه في المملكة العربية السعودية*. الرياض، ١٤١٩هـ.

Al-Mogrin, S. and Al-Maziad, A. "Water Pricing Reform for the Kingdom of Saudi Arabia." *Symposium on the Future Vision for the Saudi Economy,* Riyadh, Oct. 2002.

Potter, M.C.; Wiggert, D.C. and Hondzo, H. *Mechanics of Fluids.* 2nd ed., New Jersey: Prentice Hall International Inc., (1997).

Effect of In-house Potable Water Distribution Systems on the Amount of Consumption

Abdulaziz A. Alhamid

Professor, Civil Engineering Department, College of Engineering,

King Saud University, P.O. Box 800, Riyadh, Saudi Arabia

(Received 08 February 2005; accepted for publication 07 January 2007)

Abstract. Random field survey was conducted to specify the in-house potable water distribution systems used in Riyadh City. A questionnaire was designed for this purpose with three different groups of questions. The first group deals with the system properties and number of outlets; the second group covers the behavior of the residents with the system. The last group provides a general information about the house and the residents. The survey results show the different usage behavior of the system and the main elements of the house and identify four common systems in use.

The water consumption of the different systems was determined using a computer program based on a number of assumptions obtained from the survey. The results indicated that there are great variations on the consumption among these systems with a consumption range of 40 to 259 m^3/month. System number three, which considers the house as a single unit where water supply takes place throughout a single pipe of 1 inch diameter to all elements of the house, has the lowest water consumption for all cases, while system number one, which is the most popular system in which each element of the house has an independent supply line (pipe of 1 inch diameter) from the overhead tank, has the highest water consumption.

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة شؤون المكتبات

مجلة جامعة الملك سعود

١- **نصف سنوية :** الآداب – العلوم التربوية والدراسات الإسلامية – العلوم الإدارية – العلوم الهندسية – العلوم – العلوم الزراعية.

٢- **سنوية :** علوم الحاسب المعلومات – اللغات والترجمة – العمارة والتخطيط.

طريقة الدفع: ١- نقداً بمقر عمادة شؤون المكتبات– مبنى ٢٧ – جامعة الملك سعود.

٢- شيك مصدق باسم (عمادة شؤون المكتبات – حساب الخدمات) يرسل إلى العنوان البريدي الموضح أدناه.

٣- حوالة أو إيداع على (حساب الخدمات رقم ٢٦٨٠٧٤٠٠٧٦ الرمز ٥٠١) البنك السعودي الأمريكي – فرع جامعة الملك سعود – الرياض ، وترسل صورة الحوالة أو الإيداع المختومة على الفاكس الموضح أدناه أو على العنوان البريدي.

قيمة الاشتراكات: الاشتراك السنوي داخل المملكة (٢٠) ريالاً سعودياً ، وخارج المملكة (١٠) دولارات أو ما يعادلها لجميع فروع مجلة جامعة الملك سعود ماعدا فروع (العمارة والتخطيط–علوم الحاسب والمعلومات–اللغات والترجمة) اشتراكها السنوي داخل المملكة (١٠) ريالات سعودية وخارج المملكة (٥) دولارات أو ما يعادلها.

جميع المراسلات على العنوان الآتي: عمادة شؤون المكتبات – جامعة الملك سعود – الرياض ١١٤٩٥ ص.ب ٢٢٤٨٠ هاتف ٤٦٧٦١١٢ (١-٩٦٦++) فاكس ٤٦٧٦١٦٢(١-٩٦٦++) E-mail: libinfo@ksu.edu.sa موقع جامعة الملك سعود www.ksu.edu.sa

✂---------- قص هنا ----------

قسيمة اشتراك بمجلة جامعة الملك سعود

تاريخ تعبئة القسيمة(بالتاريخ الميلادي): / / ٢٠٠ م

ملحوظة مهمة : لضمان وصول المجلة إليكم يرجى تعبئة الخانات المسبوقة بعلامة ❖

اسم المشترك(رباعي)❖ : ..... اسم الجهة (للجهات الحكومية) : .....

العنوان❖ : ..... صندوق البريد❖ : ..... الرمز البريدي❖ : .....

المدينة❖ : .....الدولة❖ : ..... الهاتف❖ : ..... الفاكس : .....

البريد الإلكتروني : .....

اسم المجلة المطلوب الاشتراك فيها : ..... عدد النسخ : ( ).

طريقة الدفع: ☐ نقداً ☐ شيك مصدق(مرفق) ☐ حوالة (مرفق صورة مختومة)

نوع الاشتراك: ☐ اشتراك جديد ☐ تجديد اشتراك ☐ اشتراك فردي ☐ اشتراك حكومي

مدة الاشتراك: ☐ لمدة سنة ☐ سنتان ☐ ثلاث سنوات ☐ خمس سنوات

☐ أخرى.....

Kingdom of Saudi Arabia

Ministry of Higher Education

King Saud University

DEANSHIP OF LIBRARY AFFAIRS

THE JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY

1-(Biannual): Arts- Educational Sciences & Islamic Studies - Administrative Sciences - Engineering Sciences-Science-Agricultural Sciences.
2- (Annual): Computer & Info. Sciences - Languages & Trans. - Architecture & Planning

Method of Payment: 1- Cash: At King Saud University Libraries Building 27
2- Cheque: In the name of **King Saud University library** accounts.
3- Drafts: Saudi American Bank, King Saud University branch. Account No. (2680740067-code no. 501). A copy of the draft should be Faxed to the address given below.

Annual Subscription Rates:

1- In the Kingdom S.R 20.00
2- Outside the Kingdom US $ 10.00 or equvilant for all journals except:
a) Architecture and Planning.
b) Computer and Information Sciences
c) Languages and Translation. For these, subscription rates are:
S.R 10.00 inside Kingdom
US $ 5.00 out side the Kingdom

All correspondences should be addressed to: University Libraries – King Saud University, P.O.Box 22480, Riyadh 11495 Tel: +966 1 4676112 Fax: +966 1 4676162
E-mail: libinfo@ksu.edu.sa Web site :www.ksu.edu.sa

--✂ ----------cut here

Subscription Form Date: / /200

Name:.....
Organization:.....
Address:.....P.O.Box:.....
Zip code:.....
City:.....State:.....Tel:..... .....
Fax:..... E-mail:.....

Specific issue(s):.....Number of copies( )

Payment: ☐ Cash ☐ Cheque ☐ Draft
Subscription: ☐ New subscription ☐ Renewal of subscription
Period of Subscription: ☐ 1 year ☐ 2 years ☐ 3 years
☐ 5 years ☐ more.....