أثر عدد ساعات التغذية على أداء شبكات المياه عند استخدام نظام التغذية المتقطعة

الدكتور المهندس محمد بشار المفتي

قسم الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة المدنية– جامعة دمشق

ملخص البحث:

بسبب عدم توفر الكميات الكافية من المياه العذبة تلجأ العديد من دول العالم إلى إجراءات لتقنين استخدام المياه، ومن هذه الإجراءات استخدام نظام التغذية المتقطعة، وبالرغم من فعالية هذا النظام في إجبار السكان على الاقتصاد في استهلاك المياه إلا أن له العديد من المشاكل، خصوصاً أن الشبكات مصممة في معظم الحالات على حالة التغذية المستمرة، تم في هذا البحث تلخيص آثار التغذية المتقطعة، ودراسة تأثير زمن التغذية على كل من ضاغط الشبكة وتوزيع السرع على شبكة افتراضية باستخدام برنامج EPANET 2.2 ، وقد تبين أن زمن تغذية أقل من 3 ساعات يؤدي لتأثر ضواغط الشبكة بشكل كبيرمما يؤدي لعدم العدالة في توزيع المياه، كما أنه تتشكل سرع أكبر من 3.5 m/s، أما عند استخدام زمن تغذية أكبر من 8 ساعات فسيكون أداء الشبكة مشابهاً لحالة التغذية المستمرة.

كلمات مفتاحية: شبكات توزيع المياه، التغذية المستمرة، التغذية المتقطعة، المياه المرسلة، الاحتياج المائي، تلوث المياه، هدر المياه، نمذجة الشبكات، EPANET 2.2، التحليل المعتمد على الاحتياج، التحليل المعتمد على الضاغط.

Abstract:

Because of drink water scarcity, most of developing country are forced to employ water conservation measures, one of most attractive alternatives is the use of water intermittent supply, although this approach is very effective to enforce consumer to rationalize their water uses, it has many consequences as the water distribution systems are designed for continuous supply. This paper summaries the main issues associated with intermittent supply, focusing to the influences of supply duration on the pressure distribution and flow velocity in a virtual distribution system, the system was analyzed with EPANET 2.2, it has found that a supply duration less than 3 h may cause low pressure even negative pressure in most of the system, that lead to uneven distribution of water on the consumers, a flow velocities more than 3.5 m/s are observed, the performance of the system with more than 8h supply duration is similar to the continuous supply performance.

Keywords: water distribution systems, continuous supply; intermittent supply, water delivery, water demand, water contamination, water wasting, water distribution systems modeling, EPANET 2.2, demand dependent analysis (PDA), pressure dependent analysis (PDA).

مقدمة:

تعاني العديد من دول العالم النامية خاصة تلك الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها سوريا من شح كبير في موارد المياه العذبة، مما أدى إلى ضغط كبير على كمية المياه المتوفرة للأغراض المنزلية. وقد ترافق ذلك مع النمو الاقتصادي وهجرة السكان من الأرياف وزيادة تركزهم في مراكز المدن مما أدى إلى توسعها بشكل سريع، وزاد استهلاك المياه للأغراض المختلفة ومنها مياه الشرب [1]. وقد أثر التغير المناخي الناتج عن ارتفاع حرارة الأرض بشكل سلبي على كميات المياه المتوفرة مما أدى لزيادة الضغط على موارد المياه العذبة.

وقد كانت النتيجة عجز مصادر المياه العذبة المتوفرة والصالحة لأغراض الاستهلاك المنزلي عن تأمين كميات المياه اللازمة لتغطية متطلبات السكان وارتفاع كلفة تنقية المياه وفي العديد من الحالات عدم توفر مصادر بديلة. لذا لجأت العديد من الدول إلى إجراءات لتقنين كمية المياه المرسلة في شبكات تغذية التجمعات السكانية بالمياه، ومن أكثر الإجراءات المتبعة انتشاراً التغذية المتقطعة.

نقول عن التغذية أنها مستمرة إذا تم تزويد الشبكة بالمياه لمدة 24 ساعة يومياً خلال 7 أيام أسبوعياً (24/7)، في هذه الحالة تتطابق كمية المياه المرسلة في الشبكة مع الاحتياج المائي الفعلي للسكان (بما فيه فواقد الشبكة). هيدروليكياً تتطابق الغزارة الواصلة لأي من عقد الشبكة مع احتياجات السكان في هذه العقدة، وتصمم الشبكة على أساس أن لايقل الضاغط المتوفر في أي عقدة من عقد الشبكة عن الضاغط الأدنى اللازم لإيصال المياه للسكان.

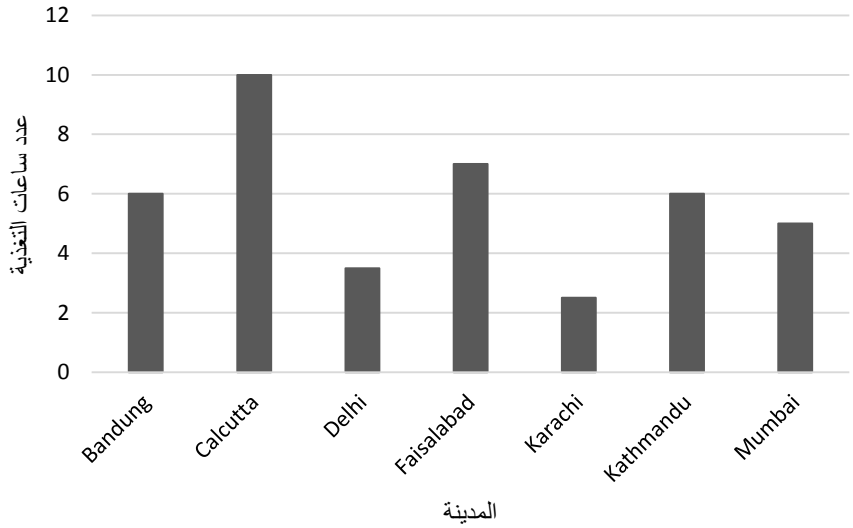
أما في حالة التغذية المتقطعة فيتم تزويد الشبكة بالمياه لمدة أقل من 24 ساعة يومياً، وقد لاتتجاوز فترة التزويد 8 ساعات يومياً، ويمكن أن يتم التزويد بالمياه يومياً أو مرة واحدة كل يومين أو بتواتر أقل خلال أيام الأسبوع، ويتم في هذه الحالة تزويد الشبكة

بكمية مياه أقل من الاحتياج الفعلي للسكان، وبالتالي لا تتطابق كمية المياه الواصلة لغالبية عقد الشبكة مع احتياجات السكان الفعلية فيها.

تسود التغذية المتقطعة في معظم الدول النامية، حيث لاتزيد فترة تغذية الشبكات بالمياه في معظمها عن 4–2 ساعات [2]، وقد بينت إحصائيات منظمة الصحة العالمية WHO أن 91% من أنظمة التغذية بالمياه في جنوب شرق آسيا تعمل على مبدأ التغذية المتقطعة [3]. وعملياً فإن كل مدن الهند تعمل على أساس التغذية المتقطعة [1]، كذلك فإن شبكات المياه في معظم مدن الضفة الغربية تعمل على أساس التغذية المتقطعة [4]. وفي مدينة جاكرتا في أندونيسيا يتغذى حوالي 38% من السكان بالمياه من شبكة مركزية، وحوالي 9% منهم تصله المياه بشكل متقطع [5]، و(الشكل–1) يعطي عدد ساعات التغذية في عدد من مدن آسيا [5].

والوضع مشابه في معظم دول أفريقيا فعلى سبيل المثال تصل المياه في مدينة زاريا–نيجيريا إلى 11% من السكان الموصولين إلى شبكة المياه كل يومين مرة واحدة، و4% تصلهم المياه مرة واحدة أسبوعياً، أما في مدينة مومباسا–كينيا فيتغذى السكان بالمياه وسطياً 2.9 ساعة يومياً [5]. وفي دول حوض البحر الأبيض المتوسط تنتشر أيضاً التغذية المتقطعة بشكل واسع [6] [7].

أما في سوريا فتسود التغذية المتقطعة في معظم المدن، والسبب الأساس في ذلك عدم كفاية المصادر المائية لتأمين احتياجات السكان، ويتم ذلك في فصول الجفاف فقط مثل مدينة دمشق التي تتغذى بالمياه بشكل متقطع خلال أشهر التحاريق، ويمكن أن يتغير طول الفترة زيادة أو نقصاناً من سنة لأخرى (حسب الهطولات).



الشكل–1: عدد ساعات التغذية في عدد من مدن آسيا

المشاكل المرتبطة بالتغذية المتقطعة:

يتم عادة تصميم شبكات المياه على حالة التغذية المستمرة 24/7 دون مراعاة طريقة التشغيل، لكن كما تم استعراضه سابقاً تعمل الشبكات في معظم الدول النامية بشكل متقطع، مما يدفع المستهلكين لسحب أكبر كمية من المياه خلال فترة التغذية، كما يقوم العديد منهم بتركيب خزانات تقوم بجمع المياه خلال فترة التغذية لاستهلاكها خلال فترة الانقطاع، مما يؤدي لحصول عدد من المشاكل، من أهمها [1] [6] [8]:

1. **انخفاض الضاغط:** في نظام التغذية المتقطعة تبقى الحنفيات مفتوحة بالكامل خلال فترة التغذية بهدف سحب أكبر كمية ممكنة من المياه، مما يتسبب بمرور غزارات أكبر من التصميمية وينتج عن ذلك تشكل سرعات جريان عالية وبالتالي تزداد الفواقد الهيدروليكية بشكل كبير، مما يؤدي بالمحصلة إلى انخفاض الضاغط في الشبكة، وقد يصل الضاغط إلى الصفر في أطراف الشبكة البعيدة عن المصدر المائي.

2. **التوزيع غير العادل للمياه:** بما أن كمية المياه المتوفرة أقل من الاحتياج المائي يحاول السكان جمع أكبر كمية من المياه خلال فترة التغذية لتغطية احتياجاتهم، وتتعلق كمية المياه التي يمكن جمعها بالضاغط عند مأخذ المياه، وبما أن الضاغط يختلف كثيراً من عقدة لأخرى فيتمكن السكان في مناطق الضاغط العالي من جمع كمية مياه أكبر من السكان في مناطق الضاغط المنخفض [2] [9]، والذين قد لاتصلهم المياه أصلاً.
3. **احتمال تلوث المياه وتشكل خطر على الصحة العامة:** للحصول على المياه خلال فترة الانقطاع يقوم المستهلكون بتركيب خزانات أرضية بمنسوب أخفض من منسوبها، أو يقومون بضخ المياه من الشبكة مباشرة مما قد يسبب تفريغ أنابيب الشبكة من المياه وتشكل ضغط سلبي ضمنها [10] مما يؤدي إلى احتمال دخول المياه الجوفية والتي قد تكون ملوثة عبر الوصلات السيئة أو عبر ثقوب الأنابيب إلى ضمن الشبكة مما يهدد بتلوث المياه ضمنها، كما تشكل خزانات المياه المنزلية مصدراً إضافياً لتلويث المياه، فقد بينت اختبارات الكوليفورم التي أجريت على عينات مياه مأخوذة من الخزانات المنزلية في استانبول في تركيا وجود 24% منها إيجابية، بينما كانت نسبة 4% فقط من العينات المأخوذة من شبكة المياه في نفس الفترة إيجابية [7].
4. **هدر المياه:** حيث يلجأ جزء من المستهلكين إلى تخزين كمية أكبر من احتياجهم الفعلي خلال فترة التغذية، وبعد انتهاء فترة التقنين ومع بداية فترة التغذية التالية يقومون برمي المياه المتبقية من الفترة السابقة في شبكة الصرف للحصول على مياه جديدة [7].
5. **تشكل كلف إضافية على المستهلكين:** يتوجب على المستهلكين دفع كلف إضافية ناتجة عن سعر خزانات المياه، المضخات، وحدات تنقية المياه المنزلية، سعر الطاقة اللازمة لضخ المياه، كما أن هناك كلفة ناتجة عن الحصول على

المياه من مصادر بديلة عند عدم كفاية كمية المياه المزودة ضمن الشبكة خلال فترة التغذية أو امتداد القطع لفترات طويلة [11].

6. **تشكل كلف إضافية على مؤسسات المياه:** التشغيل المستمر للصمامات من أجل قطع ووصل المياه يؤدي إلى زيادة استهلاكها وسرعة اهترائها مما يتطلب زيادة أعمال الصيانة والاستبدال، كما أن التغير المستمر للضغط ضمن الشبكة الناتج عن التغذية المتقطعة يؤدي إلى تسريع تلف الأنابيب والوصلات، ومرور غزارات أكبر من التصميمية يؤدي لزيادة سرعة الجريان وتجاوزها 3 m/s والتي تسبب سرعة اهتراء الأنابيب مما يشكل بالمحصلة كلفة إضافية على مؤسسات المياه [11].
7. **عدم دقة عدادات المياه:** قد ينتج عن انخفاض الضغط ضمن شبكة المياه وتشكل ضغط سلبي دوران عدادات المياه عكسياً مما يتسبب بتلفها، يضاف لذلك دوران العدادات بسرعة عالية جداً بسبب خروج الهواء خلال فترة ملء الشبكة بالمياه مما يؤدي للإضرار بمحاورها، كما أن تناوب حالتي الجفاف والامتلاء بالمياه يساهم في تراجع أداء العدادات، وبالمحصلة تتراجع دقة العدادات وتسجل كمية مياه أقل من المستهلكة [7].

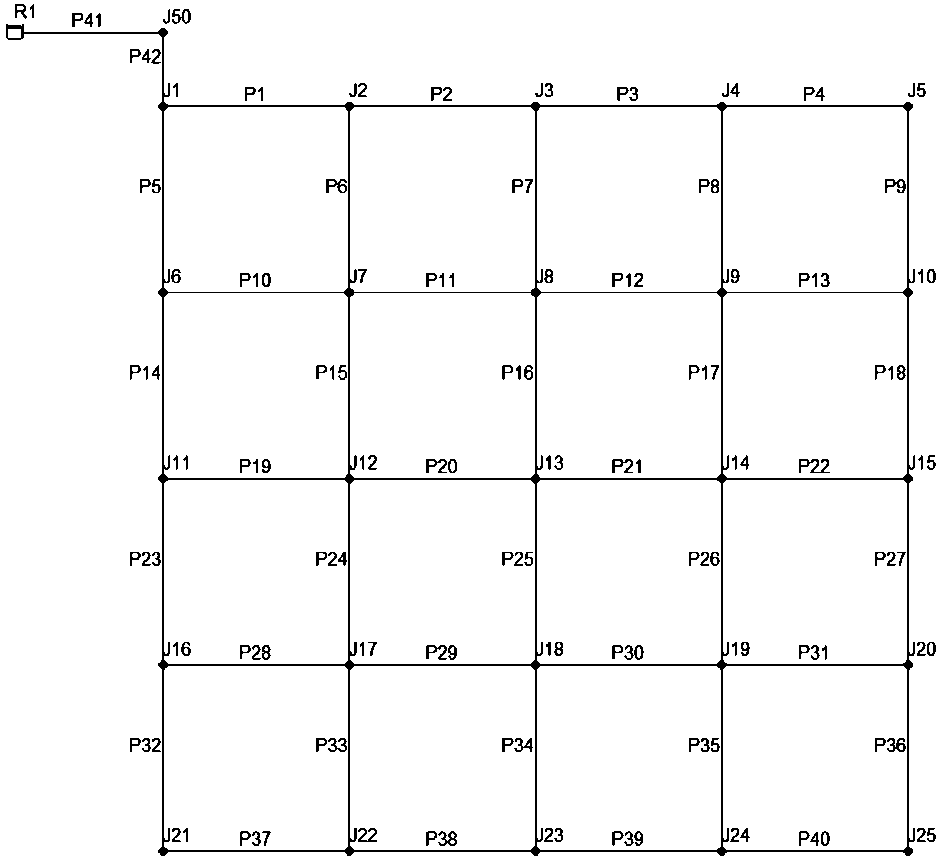
الهدف من البحث:

بيان أثر مدة التغذية على أداء شبكة المياه، حيث سيتم معالجة أثر مدة التغذية بالمياه على الضاغط المتوفر في عقد الشبكة وعلى سرعة جريان المياه ضمن أنابيبها.

مواد وطريقة البحث:

سيتم استخدام برنامج EPANET 2.2 لتحليل أداء شبكة افتراضية خلال مدد تغذية 2-3-4-6-8 ساعات.

استخدمت في البحث شبكة افتراضية مؤلفة من 25 حلقة كما هو وارد في (الشكل-1)، أطوال كل من أنابيب الشبكة m 125، تغذي الشبكة بالمياه ضاحية تحوي على 312 بناء، مساحة كل بناء $600\ m^2$ مقام على أرض مساحتها $800\ m^2$، تتألف الأبنية من خمسة طوابق في كل منها 4 شقق، شقتين بمساحة $140\ m^2$ لكل شقة، وشقتين بمساحة $100\ m^2$ لكل شقة، بعدد سكان إجمالي 31200 P وكثافة سكانية 1248 P/ha. وقد اعتبرت الشبكة أفقية تماماً بهدف إلغاء أثر فروق المناسيب على أداء الشبكة وتركيز البحث على أثر زمن التغذية. تم الحساب باستخدام دارسي-فايسباخ مع k=1.0 mm [12]



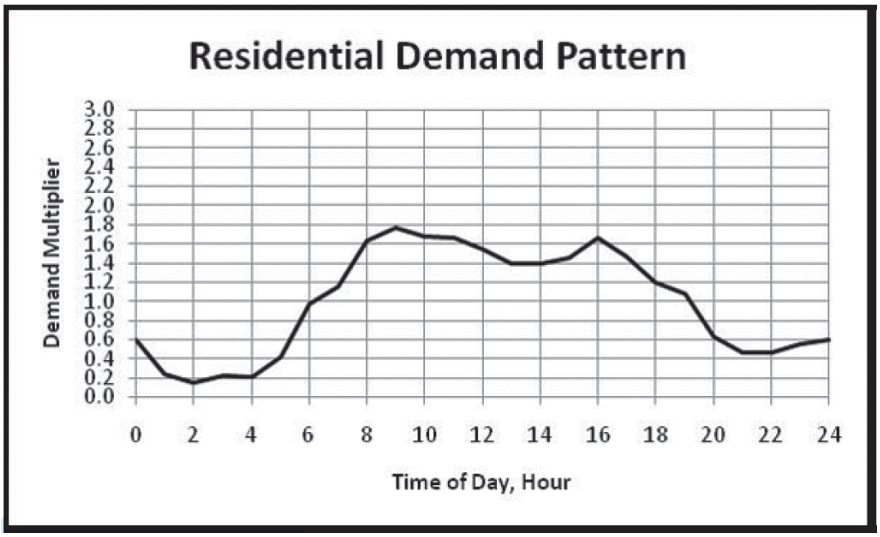
الشكل-1: مخطط الشبكة الافتراضية

النتائج ومناقشتها:

تم تصميم الشبكة على التغذية المستمرة مع اعتماد الفرضيات التالية: الضاغط الأدنى اللازم لإيصال المياه للطابق الخامس 34 m، بحيث يتشكل ضاغط أدنى على أي جهاز صحي لايقل عن 10 m، وفواقد مجموعة العداد مع الوصلة المنزلية 8.5 m [13]. الاحتياج المائي للفرد 125 l/P/d، عوامل الذروة المستخدمة في التصميم $Pf_{h,max}$=3.18 $Pf_{d,max}$=1.72 محسوبة على أساس الغزارة اليومية الوسطية $Q_{d,av}$ [14]. بنتيجة الحساب: الغزارة اليومية الوسطية $Q_{d,av}$=3900 m^3/d، والغزارة اليومية الأعظمية $Q_{d,max}$=6708 m^3/d، والغزارة الساعية الأعظمية $Q_{h,max}$=143.54 l/s. تم حساب الغزارات في العقد باستخدام طريقة توزيع الغزارات على أنابيب الحلقات حسب أطوالها، وكل عقدة تغذي المساحة المشكلة من أنصاف الأنابيب المتصلة بها [15].

تمت نمذجة الشبكة على برنامج EPANET 2.2 وفقاً للمعطيات التالية: الغزارة الخارجة من عقدة الزاوية $Q_{h,max}$=2.26 l/s ومن العقد الطرفية $Q_{h,max}$=4.48 l/s ومن العقد الوسطية $Q_{h,max}$=8.97 l/s. وبعد الحساب لحالة الاستقرار Steady-State وكانت نتائج الحساب كالتالي: تراوحت أقطار الأنابيب بين 400-80 mm، وتراوحت سرعة جريان المياه بين 0.22 m/s في الأنابيب بقطر 80 mm وهو القطر الأدنى الذي تم اعتماده في التصميم و1.14 m/s، وتراوحت الضواغط ضمن الشبكة بين 34.0 m عند العقدة الطرفية J25 و45.57 m عند عقدة المدخل J1، ارتفاع الخزان 46.2 m.

أعيد الحساب لحالة العمل المستمر (EPS) لمدة 24 h، مع اعتماد عوامل الذروة الساعية الواردة في (الشكل-2) محسوبة على أساس الغزارة اليومية الأعظمية $Q_{d,max}$ [16].



الشكل–2: التغيرات الساعية للاستهلاك المنزلي للمياه [16]

فكانت نتيجة الحساب كالتالي: غزارة الاستهلاك الأعظمية عند الساعة 9:00 صباحاً، تراوحت سرعة جريان المياه ضمن أنابيب الشبكة بين 1.05 m/s في أنبوب تغذية الشبكة من الخزان (d400)، السرعة الدنيا 0.2 m/s في الأنبوب P36 (d80)، الضاغط الأعظمي 45.67 m عند عقدة المدخل J1 والضاغط الأدنى 35.87 m عند العقدة الطرفية J25.

في حالة التغذية المتقطعة يختلف تعريف معامل الذروة P_f عن حالة التغذية المستمرة، فبسبب قيام السكان بتركيب خزانات لجمع المياه خلال فترة التغذية وعدم استهلاكهم للمياه من الشبكة مباشرة، فإن الغزارة المارة بالشبكة تصبح أكثر انتظاماً، ولاتتعرض لتغيرات ساعية واضحة، لذا يمكن اعتبار معامل الذروة ثابتاً خلال فترة التغذية [10]، ويحسب من العلاقة التالية:

$$P_f = \frac{24}{N}$$

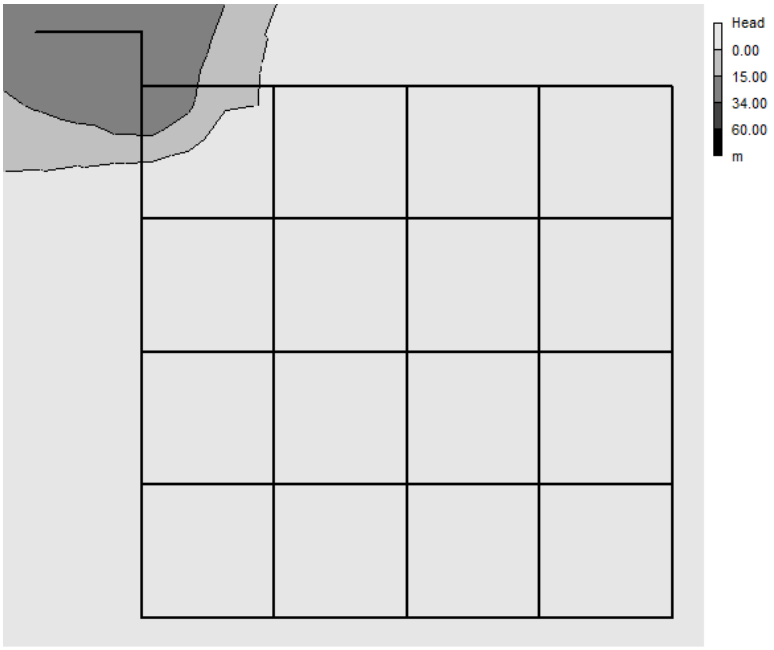
حيث N: عدد ساعات التغذية في اليوم

ويتم حساب الغزارة الساعية على أساس الغزارة اليومية الأعظمية من العلاقة:

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{d,max}}{24} \cdot P_f$$

تم حساب الشبكة على أساس التغذية لمدة ساعتين يومياً باستخدام معامل ذروة P_f=12 فكان توزيع الضواغط في الشبكة كما هو وارد في (الشكل-3)، ويلاحظ أن معظم الضواغط كانت سلبية وهذا يعني وجود مشكلة في وصول المياه إلى المستهلكين، كما تبين وجود 38 أنبوباً تجاوزت فيها سرعة المياه 3.5 m/s.

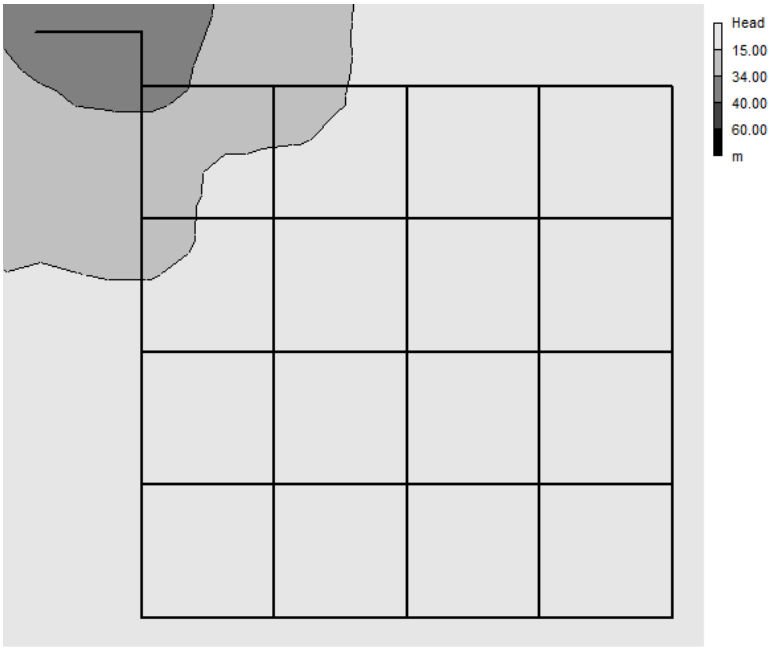
أعيد حساب الشبكة على أساس التغذية لمدة ثلاث ساعات يومياً بمعامل ذروة P_f=8، وكان توزيع الضواغط في الشبكة كما هو وارد في (الشكل-4)، ويلاحظ أيضاً في هذه الحالة أن معظم الضواغط سلبية، حيث تبين أن عددها 20 عقدة، كما تبين أن عدد الأنابيب التي تجاوزت سرعة الجريان فيها 3.5 m/s قد بلغ 29 أنبوباً.



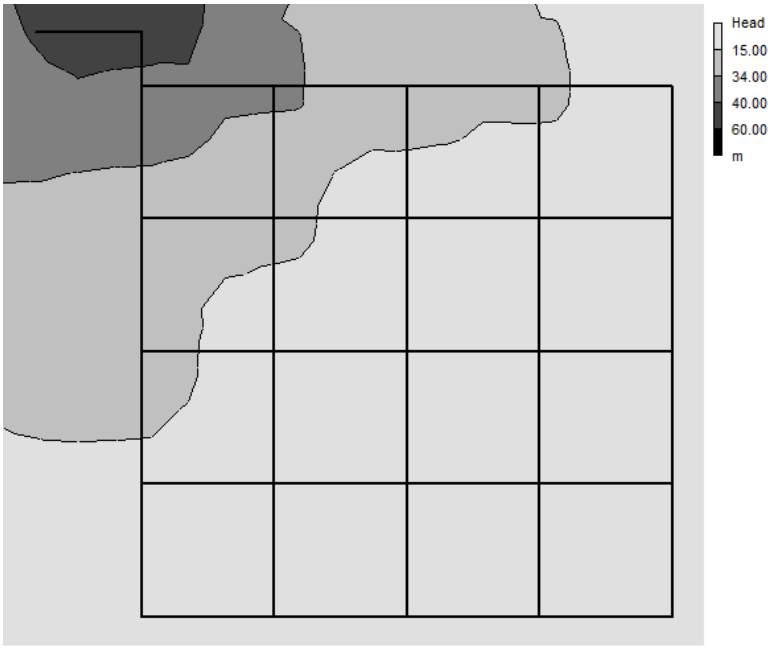
الشكل-3: توزع الضواغط في الشبكة عند التغذية لمدة ساعتين يومياً، P_f=12

أما في حالة التغذية لمدة أربع ساعات يومياً بمعامل ذروة P_f=6 فقد كان توزيع الضواغط في الشبكة كما هو ظاهر في (الشكل–5)، ويلاحظ وجود 17 عقدة الضاغط فيها سلبي، أما عدد الأنابيب التي تجاوزت سرعة الجريان فيها 3.5 m/s فقد بلغ 13 أنبوباً.

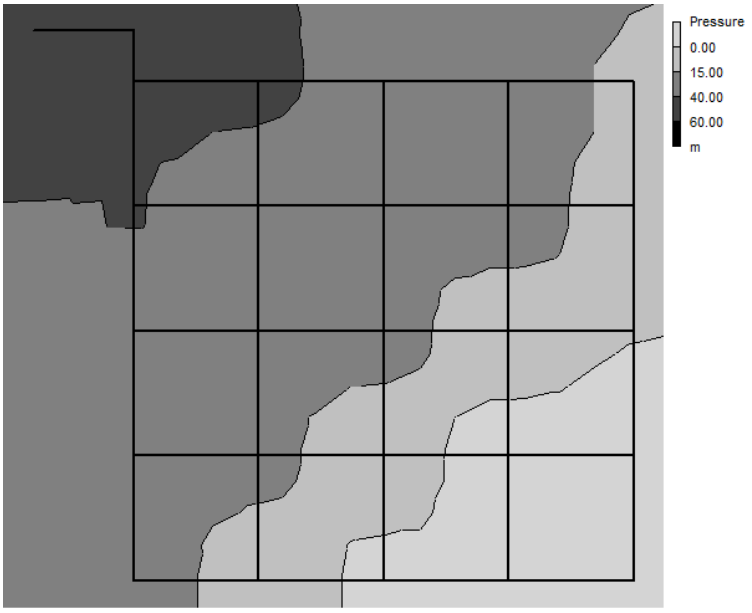
يظهر (الشكل–6) توزيع الضواغط في الشبكة في حالة التغذية لمدة ست ساعات يومياً بمعامل ذروة P_f=4، ويلاحظ وجود ست عقد فقط تسيطر فيها الضواغط السلبية، وعدم وجود أي أنبوب تتجاوز سرعة الجريان فيه 3.5 m/s



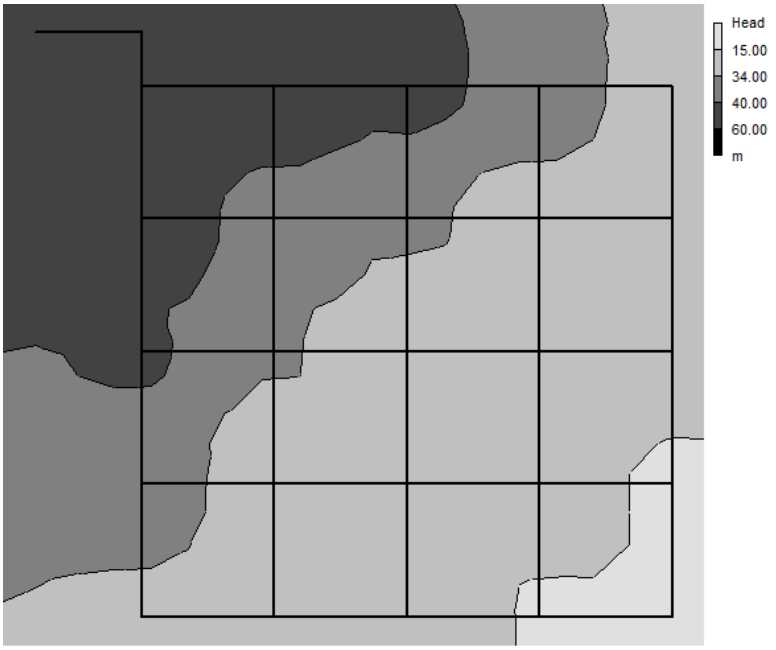
الشكل–4: توزع الضواغط في الشبكة عند التغذية لمدة ثلاث ساعات يومياً، P_f=8



الشكل–5: توزع الضواغط في الشبكة عند التغذية لمدة أربع ساعات يومياً، P_f=6



الشكل–6: توزع الضواغط في الشبكة عند التغذية لمدة ست ساعات يومياً، P_f=4



الشكل–7: توزع الضواغط في الشبكة عند التغذية لمدة ثماني ساعات يومياً، P_f=3

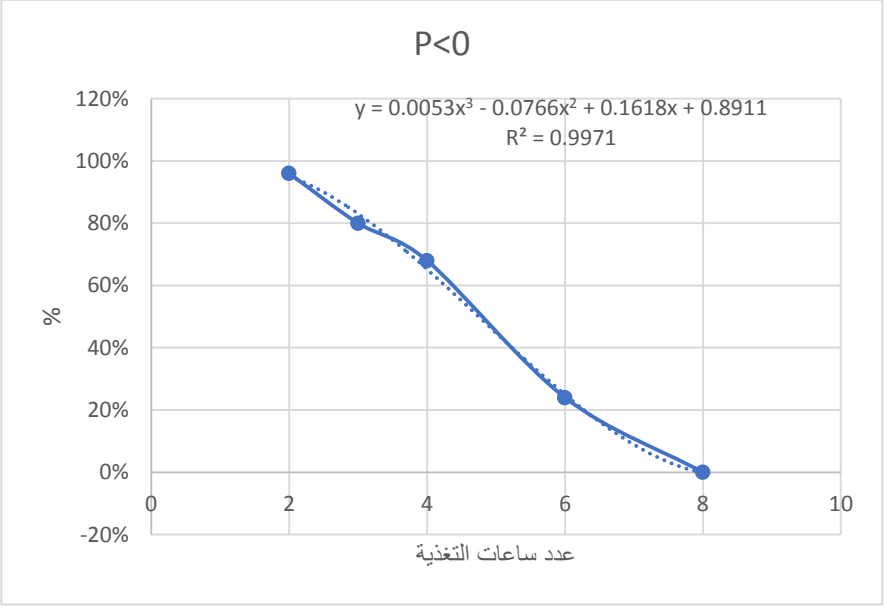
أما في حالة التغذية لمدة ثماني ساعات يومياً Pf=3، فيظهر (الشكل–7) توزع الضواغط في الشبكة، ويلاحظ اقتراب عمل الشبكة من حالة التغذية المستمرة، حيث غابت الضواغط السلبية عن عقد الشبكة، وكانت هناك ثلاث عقد انخفض فيها الضاغط عن 15 m، وتراوحت سرع الجريان بين 0.37 m/s في الأنبوب P36، وبين 2.17 m/s في الأنبوب P28.

الاستنتاجات والتوصيات:

بالعودة إلى الأشكال 7–4 يلاحظ تركز الضواغط السلبية والمنخفضة على أطراف الشبكة البعيدة عن مصدر المياه، وبالتالي فلن يتأثر السكان القاطنين قرب مصدر المياه بشكل كبير بنظام التغذية المتقطع، بينما سيعاني السكان البعيدون من عدم وصول المياه الكافية للاستخدام، مما يسبب عدم عدالة في توزيع المياه، كما قد يقوم بعض السكان

باتخاذ إجراءات إضافية للحصول على المياه مثل تركيب مضخات لسحب المياه مباشرة من الشبكة مما يزيد مشاكل الشبكة سوءاً.

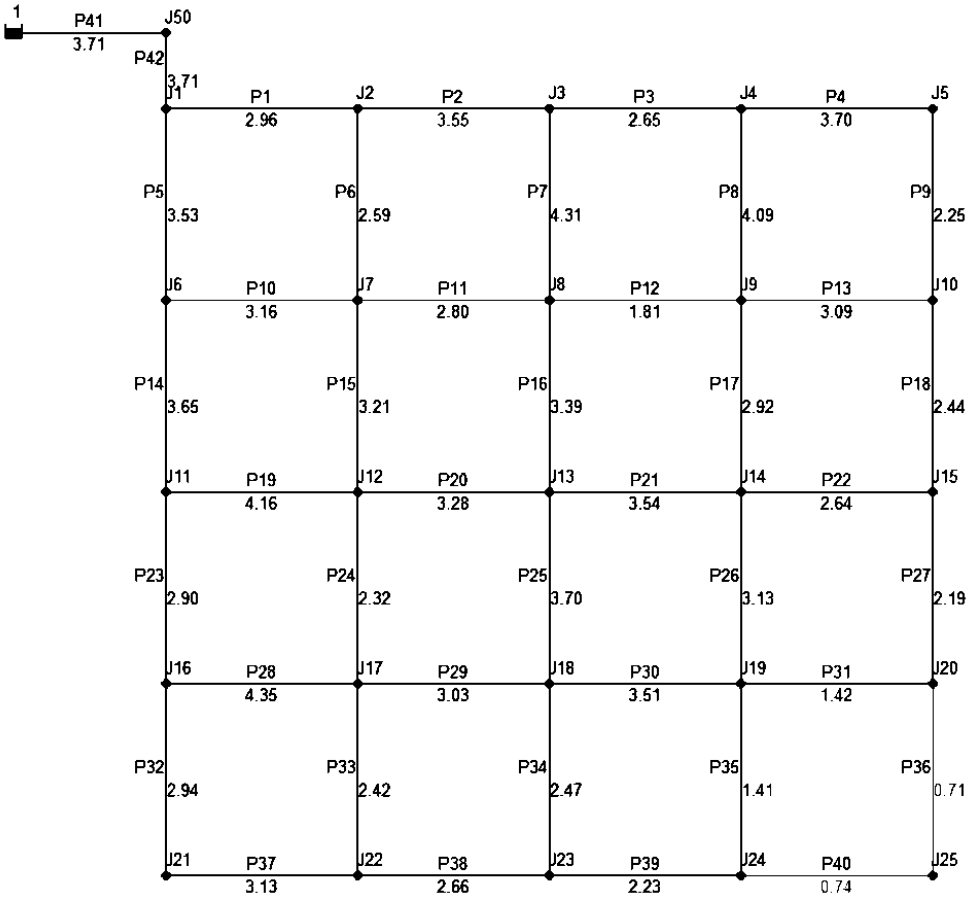
برسم العلاقة بين عدد ساعات التغذية والنسبة المئوية للعقد التي يسود فيها ضاغط سلبي (الشكل-8) نجد أن استخدام فترة تغذية أقل من أربع ساعات سيتسبب بمشاكل ضاغط كبيرة في الشبكة، وتقل المشاكل تدريجياً مع زيادة مدة التغذية حتى تختفي المشاكل تقريباً مع فترة تغذية ثماني ساعات.



الشكل-8: النسبة المئوية للعقد التي يسود فيها ضاغط سلبي

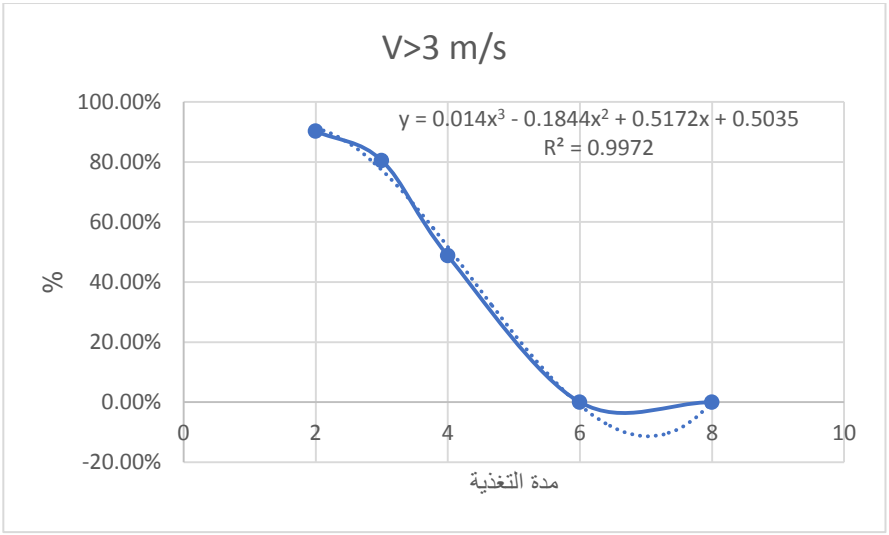
يضاف إلى مشاكل الضاغط مشاكل سرعة الجريان الكبيرة ضمن الأنابيب، حيث أن زيادة سرعة الجريان عن 3 m/s لفترات طويلة وبشكل متكرر يؤدي إلى سرعة اهتراء الأنابيب، ويعرض (الشكل-9) توزع السرع في أنابيب الشبكة في حالة التغذية لمدة أربع ساعات يومياً، يلاحظ من الشكل تركز السرعات العالية في مداخل الشبكة مما يهدد

باهتراء الأنابيب، ويؤثر ذلك على عمل الشبكة كاملة كونها أنابيب التغذية الرئيسة للشبكة، وإصلاح أعطالها يتطلب قطع التغذية عن جزء كبير من الشبكة لفترات طويلة.



الشكل–9: توزع سرعة جريان المياه على أنابيب الشبكة في حالة التغذية لدة أربع ساعات

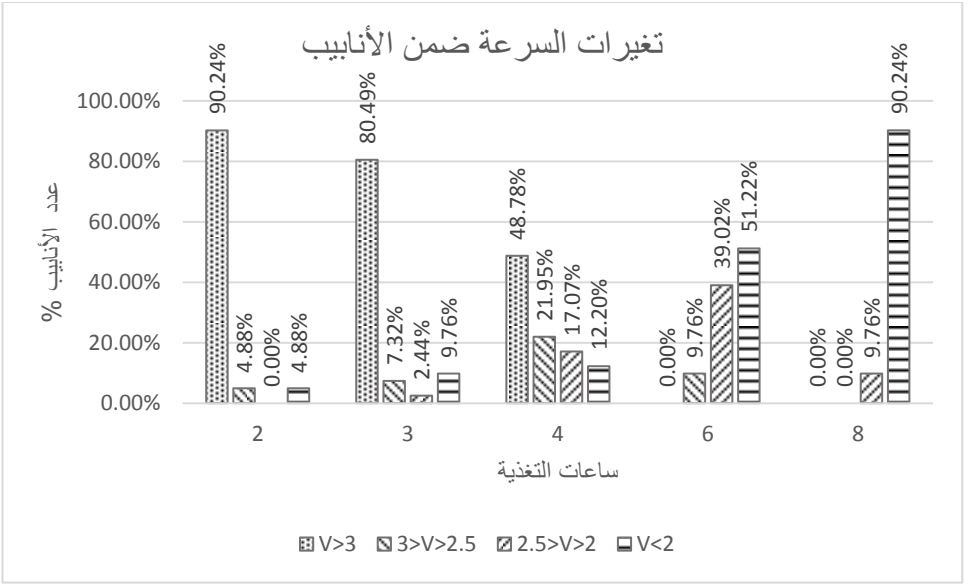
ويوضح (الشكل–10) النسبة المئوية للأنابيب التي تزيد سرعة الجريان فيها عن 3 m/s بالعلاقة مع عدد ساعات التغذية.



الشكل–10: النسبة المئوية للأنابيب التي تزيد سرعة الجريان فيها عن 3 m/s بالعلاقة مع زمن التغذية

ويلاحظ من الشكل أنه بزيادة مدة التغذية تتناقص نسبة الأنابيب التي تسيطر فيها سرعة جريان مرتفعة، وبالتالي ينخفض احتمال اهتراء الأنابيب، ويوضح (الشكل–11) النسب المئوية لتوزع سرع الجريان على أنابيب الشبكة حسب عدد ساعات التغذية.

ويلاحظ من الشكل وجود علاقة عكسية بين عدد ساعات التغذية وبين سرع الجريان ضمن الأنابيب، وهذا ما يتوافق مع الاستنتاجات من الضاغط، حيث أن زيادة سرعة الجريان تؤدي إلى ازدياد الفواقد الهيدروليكية مما يؤدي إلى انخفاض الضاغط في العقد، ويلاحظ أيضاً أن زيادة عدد ساعات التغذية عن أربع ساعات يؤدي إلى بقاء سرعة الجريان ضمن الأنابيب ضمن الحدود المقبولة.



الشكل-11: النسب المئوية لتوزع سرع الجريان على أنابيب الشبكة حسب عدد ساعات التغذية

يمكن تلخيص نتائج البحث كالتالي:

1. الأهداف من تصميم الشبكة بالطرائق التقليدية (التغذية المستمرة) هي تأمين المياه اللازمة للسكان بالكمية اللازمة وفي الوقت المناسب وفي المكان المناسب بالضاغط الكافي للاستخدام المريح للمياه، وقد تبين من البحث عدم إمكانية تحقيق هذه الأهداف في حالة التغذية المتقطعة.
2. ينصح بعدم استخدام عدد ساعات تغذية منخفض أقل من أربع ساعات يومياً لأن ذلك يؤثر على أداء الشبكة بشكل كبير، حيث تتشكل ضواغط منخفضة في قطاعات الشبكة البعيدة عن مصدر المياه مما يؤدي إلى عدم عدالة توزيع المياه بين السكان، كما يتسبب بزيادة احتمال رشح المياه الجوفية إلى الشبكة وتلويث مياهها.

3. عند استخدام عدد ساعات تغذية منخفض تتشكل سرع جريان عالية في أنابيب الشبكة في القطاعات القريبة من المصدر المائي مما يؤدي إلى سرعة تآكلها ويزيد من مشاكل الأداء، كما أنه يزيد من كلفة صيانة وتشغيل الشبكة. ويمكن أن يكون اللجوء لاستخدام أنابيب بأقطار كبيرة هو الحل للتخلص من هذه المشكلة مما يزيد كلفة إنشاء وتشغيل الشبكة.
4. عند استخدام عدد ساعات تغذية أكبر من ثماني ساعات يومياً فيمكن إهمال أثر التغذية المتقطعة، وستعمل الشبكة في هذه الحالة بشكل قريب من التغذية المستمرة.
5. بسبب عدم جدوى استخدام نظام التغذية من الشبكة مباشرة في حالة التغذية المتقطعة، لعدم توفر المياه خلال فترة الانقطاع، فسيعتمد السكان بشكل كامل على الخزانات المنزلية للحصول على المياه، وبالتالي لن يتغير استهلاك المياه وسيبقى ثابتاً تقريباً مع الزمن، حيث ستمتص الخزانات المنزلية تغيرات الاستهلاك، وبالتالي لايمكن اعتماد عوامل ذروة متغيرة مع الزمن خلال تصميم الشبكات، ويعتمد معامل ذروة ثابت مع الزمن يتعلق بعدد ساعات التغذية.
6. إذا كان نظام التغذية المتقطعة هو السائد باستمرار في شبكة التغذية بالمياه فلابد من تصميمها مع مراعاة نظام التشغيل، حيث تبين من البحث تراجع أداء الشبكة المصممة بالطرائق التقليدية بشكل كبير (يتناسب مع عدد ساعات التغذية) في حال عملها بنظام التغذية المتقطعة.
7. يجب أن تكون أهداف تصميم الشبكة في حال التغذية المتقطعة هي إيصال المياه إلى السكان في مختلف أجزاء الشبكة مع تأمين عدالة في التوزيع، وهذا يتطلب توزيع الضواغط بشكل منتظم ومتقارب على أجزاء الشبكة.

لقد تم تحليل الشبكة على أساس تأمين الاحتياج المائي في العقد، وهذا لايتطابق مع السلوك الفعلي للشبكة حيث لاتتوفر كمية المياه الكافية لتلبية الاحتياجات الكاملة للسكان

وهو السبب الكامن وراء استخدام التغذية المتقطعة، إضافة لتعلق كمية المياه الواصلة للمستهلكين بالضاغط المسيطر عند الوصلة المنزلية وليس باحتياجهم الفعلي ، لذا لابد من تصميم الشبكات العاملة بنظام التغذية المتقطعة على أساس التحليل المعتمد على الضاغط PDA وليس التحليل المعتمد على الاحتياج PDD، وبالتالي لابد من استخدام نماذج رياضية مطورة وقادرة على التحليل بطريقة PDA.

إن نتائج البحث هي نتائج تأشيرية الهدف منها بيان وإيضاح مشاكل أداء الشبكة المرتبطة بزمن التغذية في حالة التغذية المتقطعة، ولايمكن اعتمادها كأساس للتصميم، وينصح في أبحاث مستقبلية القيام بتحليل الشبكة على أساس التحليل المعتمد على الضاغط للحصول على نتائج مفيدة لتصميم وتشغيل الشبكة.

References