https://doi.org/10.33261/jaaru.2020.27.3.014 *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences (2020)27:132–137*

Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences
مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية

دراسة افضلية المضخات متغيرة السرعة من الناحية الاقتصادية في خطوط ضخ المياه باستخدام الخوارزميات الجينية

***ابراهيم عبدالرحمن عبدالجليل*[1*]، *عادل يوسف جرجي*[2]، *أمجد حامد شاكر*[3]**

[1] *قسم هندسة وادارة الموارد المائية ، حمص، سوريا، iabdaljlel@gmail.com*

[2] *قسم هندسة وادارة الموارد المائية، جامعة البعث، حمص، سوريا، adelgeorgi124@gmail.com*

[3] *كلية الهندسة المدنية، جامعة حماه، حماه، سوريا، dr.amjad.shaker@gmail.com*

[*] *الباحث الممثل: ابراهيم عبدالرحمن عبدالجليل ، iabdaljlel@gmail.com*

نشر في: 30 ايلول 2020

الخلاصة : يتضمن هذا البحث المفاضلة بين استخدام مضخات ثابتة FSP ، ومتغيرة السرعة VSP من ناحية التكلفة الاستثمارية ، وذلك بعد ايجاد جدول تشغيل المضخات لثلاث محطات ضخ ، بإستخدام طريقة الخوارزميات الجينية ، وقد تبين أن استخدام مضخات متغيرة السرعةVSP، سيخفف من التكاليف الاستثمارية للمشروع (تكلفة فاتورة الكهرباء الشهرية لضخ المياه) بما يزيد عن 15% ، نسبة لاستخدام المضخات ثابتة السرعةFSP بنفس مواصفات متغيرة السرعة ، من حيث الضغط والتصريف وسرعة دوران المحرك . وقد تم تعديل المضخات ثابتة السرعة FSP لتصبح متغيرة سرعة الدوران VSP ، بإستخدام جهاز تحكم بسرعة دوران المحرك Variable Frequency drive .

الكلمات الرئيسية : جدولة تشغيل المضخات ، مضخات متغيرة السرعة VSP ، الخوارزمية الجينية ، Darwin Scheduler ، جهاز تحكم بسرعة دوران المحرك .

1. المقدمة

إن عملية ادارة تشغيل شبكة المياه ، وعملها اليومي المتغير ساعياً ، يعتبر موضوع مهم جداًعند تصميم منظومات مياه الشرب ، فمهما كان تخطيط Planning الشبكة، وتصميمها Design أمثلياً ، فإن أداء هذه الشبكة سيكون منخفضاً ، مالم يتم ادارتها Operating بشكل أمثلي[5].

عملية الوصول لحل أمثلي لتشغيل المضخات موضوع صعب ، بسبب كبر حجم فضاء الحلول ، ولأن الحل الناجح خلال ساعات الظهيرة لن يكون ناجحاً في المساء ، أو مع بداية الصباح ، لذلك فنحن بحاجة لجدولة عمل المضخات بشكل يوصلنا لحل مقبول في كل ساعات اليوم . ويمكن بإستخدام أحد طرق الوصول للأمثلية (الخوارزميات الجينية)[8]، التخفيف من استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية، مع تحقيق كل المتطلبات الهيدروليكية للشبكة، ومنع حالات العمل خارج النقاط التصميمية .

وبسبب اختلاف العمر التصميمي بين المضخات والأنابيب، فإن عملية اختيار التصميم الأمثلي تبقى عملية معقدة، حيث أن على المضخات أن تحقق الاستهلاك المتوقع في السنين العشر القادمة فقط، بينما أن باقي عناصر الشبكة من أنابيب وخزانات يتم تصميمها لتعمل لفترة زمنية تتراوح بين (30-35) عاماً [6] .

تزداد الحاجة للوصول لجدول عمل جيد للمضخات مع ازدياد عمرها ، حيث في أول سنين عملها يكون عدد ساعات عملها قليلة ، وتتراوح عادة بين (6-14) ساعة باليوم ، ومع وصولها لنهاية عمرها التصميمي تتراوح ساعات عملها باليوم (12-20) ساعة باليوم ، لتستطيع تأمين الاحتياج المتزايد من المياه [7] .

2. الدراسات السابقة

للمضخات متغيرة السرعة VSP العديد من الميزات مقارنة مع المضخات ثابتة سرعة الدوران Fixed Speed Pumps . وقد وضح كل من الباحثانWood and Reddy هذه الفروق، من خلال بحث قدماه بعام 1995م ، حيث تبين لهما في نهاية البحث أن المضخات متغيرة السرعة VSP تسهل عملية التحكم بالشبكة ، حيث تمتلك ردة فعل جيدة على حالات الضخ غير المتوقعة ، وفي حالات الحوادث وكذلك تستطيع هذه المضخات تزويد الشبكة بإحتياج الحريق بشكل ممتاز ، وضمن معدل كفاءة جيد مقارنة مع المضخات ثابتة السرعةFSP[3]. وتم تطوير هذه الآلية على يد كل من الباحثين Simpson, Zheng عام 1996م و Walter , Savic عام 1997م[1].

ولكن الميزة الأهم لهذه المضخات أنها تستطيع جعل الضخ والتصريف قريباً جداً للحد الأصغري المطلوب في الشبكة، مما سيخفف بشكل كبير من استهلاك الطاقة والتسرب.

بعد نشر بحث العالمين Wood and Reddy عام 1995م ، أصبحت هذه المضخات (متغيرة وثابتة السرعة) مثار جدل بين مهندسي نظم شبكات مياه الشرب ، مما دعى الباحث Lingireddy لقيام ببحث أخر بعام 1998 م ، استطاع من خلاله تأكيد ما توصل إليه العالمان Wood and Reddy [3].

ومع بداية الألفية الثالثة وبسبب تطور نظم التحكم ، وتطور علم الميكاترونيك حاول الكثير من الباحثين في مجال المياه إعادة دراسة فكرة استخدام المضخات متغيرة السرعة ضمن شبكات المياه ومنهم Wegly2000، Rao Salomons2007 ، Costa Bortoni2008، Wvetal2009 [6] ، كل الدراسات التي تقدم بها هؤلاء العلماء أكدت أن استخدام هذا النوع من المضخات سيسهل من إدارة نظم الضخ في شبكات

1726-4081© 2020 The author(s). Published by Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences. This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

المياه، ولكن رغم ذلك لم تدخل هذه المضخات إلى مجال الحياة العملية بشكل كبير ، وذلك لسببين أساسيين :

الأول : تَعود مصممي شبكات المياه على استخدام المضخات ثابتة السرعة FSP ، التي كان من السهل على المصمم اختيار المناسب منها ، بسبب سهولة رسم المنحنيات البيانية المعبرة عن أدائها ، بينما كان رسم المنحنيات المميزة للمضخات متغيرة السرعة صعباً نوعاً ما ، ويحتاج للتعديل بشكل ساعي ، بما يناسب تغيير متطلبات الشبكة .

الثاني : إن المضخات ثابتة السرعة تعطي تصريف وضغط شبه ثابت خلال اليوم –يتغير الضغط والتصريف بشكل طفيف مع تغير منسوب الماء بخزانات التجميع والتغذية- ، ويكون هذا التصريف بشكل عام أعلى من متوسط استهلاك لتستطيع المضخات املاء الخزانات والتوقف عن العمل، ثم تعاود الضخ عند انخفاض منسوب الماء في خزانات التجميع Storage Tanks. ولكن هذه الطريقة بالعمل تؤدي لزياة الاحتكاك بالأنابيب ، وبالتالي الحاجة لمضخات بمقدرة رفع عالية للتغلب على الضياعات ، بالإضافة إلى أن المضخات ثابتة السرعة تملك قيم للكفاءة تتراوح بين [70,90]%، بينما المضخات متغيرة السرعة VSP تعطي تصريف وضغط منخفض يقارب الحدود الدنيا المسموحة ، مما يحقق المتطلبات الهيدروليكية للشبكة ويخفف من الاحتكاك، وبالتالي يقلل من استهلاك الطاقة .

3. منهجية البحث

تم إجراء دراسة تحليلية وصفية ، لإستخدام الخوارزميات الجينية ، كأحد طرق الوصول للأمثلية (الحلول الأمثلية) ، في مجال ادارة تشغيل محطات الضخ ، كما اعتمد المنهج التقاني المعاصر، لإظهار أهمية استخدام التقنيات الحديثة ، في تصميم مشاريع المياه ، بالإضافة لتحليل النتائج بشكل احصائي.

استخدم في البحث برنامج Darwin Scheduler الذي يحمل الخوارزمية الجينية التي ستستخدم في الوصول لحل أمثلي لتصميم شبكة الادخال والسكن الشبابي ، المدمجة ضمن نموذج رياضي جاهز WaterGEMS لحل الشبكة هيدروليكياً .

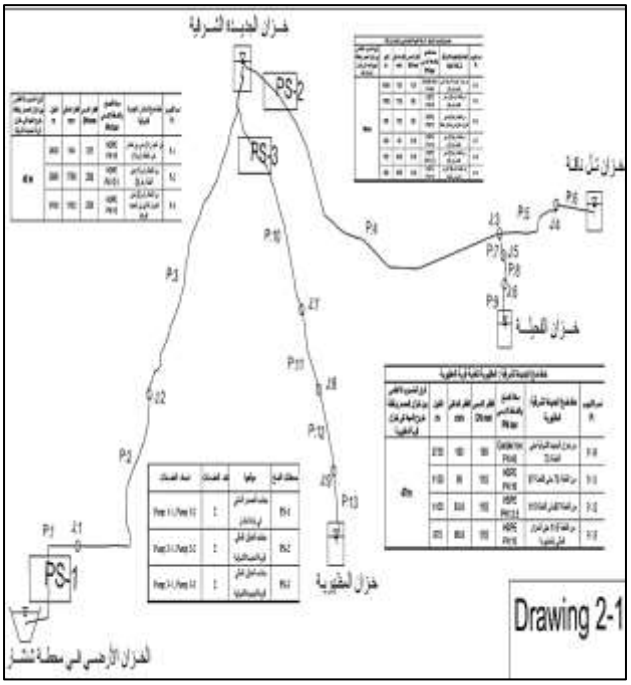
4. هدف البحث

الهدف الرئيسي من دراسة جدولة عمل المضخات في هذا البحث ، هو الوصول لأقل تكلفة استثمارية ممكنة لمشروع شبكة المياه (خطوط الضخ)، وتحديد أي خيار أفضل بين نوعي المضخات ثابتة ومتغيرة السرعة ، علماً أن المضخات متغيرة السرعة لم تدخل بشكل كبير حتى الأن في تشغيل شبكات مياه الشرب .

5. المنطقة المدروسة :

الحالة الدراسية عبارة عن ثلاث خطوط ضخ ، تم تصميمها لإرواء قرى (تل ناقة– الفحيلة– المظهرية والأعور– الجديدة الشرقية) ، الواقعة الى الجنوب ، والجنوب الشرقي من مدينة حمص- سوريا، بنفس الوقت (خلال نفس اليوم) ، احتياجها المائي ونمط استهلاكها موضح **بالجدول(1)** ، والمسقط موضح في **الشكل(1)**.

الهدف من هذه الحالة الدراسية المفاضلة بين نوعي المضخات ثابت ومتغير السرعة عن طريق تصميم جدول تشغيل ، وإيقاف المضخات ، باستخدام طريقة الخوارزميات الجينية، بحيث تتحقق الشروط الهيدروليكية للجريان ، وبأقل تكلفة مادية ممكنة.



الشكل 1: مسقط أفقي للمنطقة المدروسة.

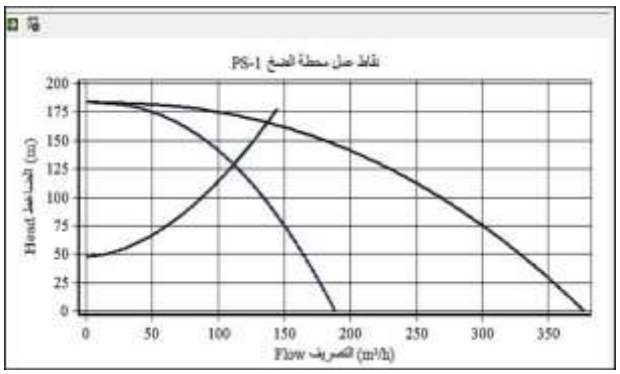
الجدول 1: الاحتياج المائي للقرى المستفيدة من محطات الضخ الثلاث.

الاحتياجات التصميمية للقرى المستهدفة بالدراسة	الفحيلة	تل الناقة	المظهرية والأعور	الجديدة الشرقية
التصريف المائي بإعتبار الضخ يتم ل15 ساعة في اليوم m3/hour	36.80	17.92	29.33	51.07
التصريف المائي بإعتبار الضخ يتم ل24 ساعة في اليوم m3/hour	23.49	11.46	18.33	31.92

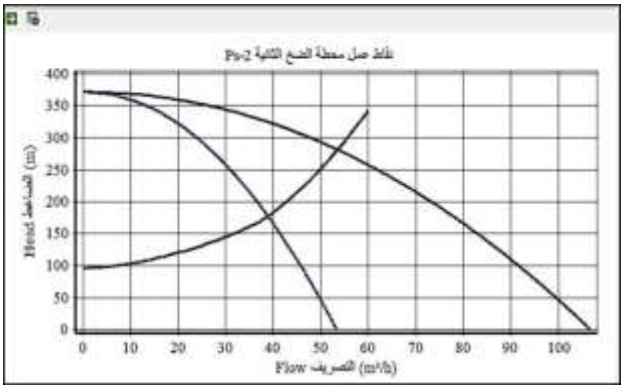
يتكون المشروع من ثلاث محطات ضخ ، كل محطة منها تتكون من مضختين متماثلتين ، عاملتين على التوازي ، ومضخة ثالثة احتياطية كما توضح **الأشكال (2) (3) و(4) والجدول (2).**

الجدول 2: اسماء المضخات العاملة ضمن محطات الضخ الثلاث.

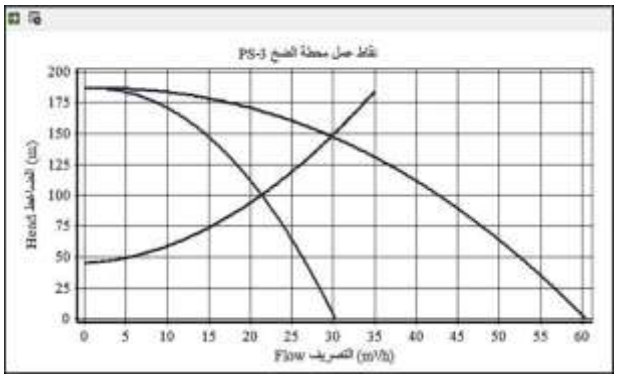
محطات الضخ	موقعها	عدد المضخات	اسماء المضخات
PS-1	بجانب المصدر المائي في بلدة شنشار	2	Pump 1-1 , Pump 1-2
PS-2	بجانب الخزان العالي لقرية الجديدة الشرقية	2	Pump 2-1 , Pump 2-2
PS-3	بجانب الخزان العالي لقرية الجديدة الشرقية	2	Pump 3-1 , Pump 3-2



الشكل 2: نقاط تقاطع المنحني المميز لكلاالمضختين مع المنحني المميز لأنبوب الضخ لمحطة الضخ الأولى.



الشكل 3: نقاط تقاطع المنحني المميز لكلاالمضختين مع المنحني المميز لأنبوب الضخ لمحطة الضخ الثانية.



الشكل 4: نقاط تقاطع المنحني المميز لكلاالمضختين مع المنحني المميز لأنبوب الضخ لمحطة الضخ الثالثة.

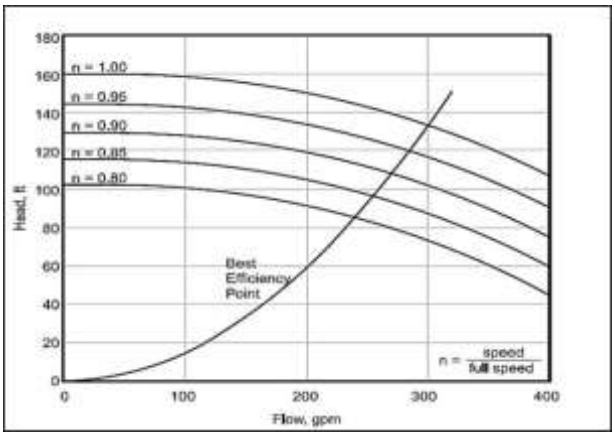
6. تعديل المضخات ثابتة السرعة لتصبح متغيرة السرعة :

يتم ذلك بإضافة جهاز تحكم بسرعة دوران محرك المضخة Variable frequency drive ، وتم افتراض تركيب جهاز من شركة Schneider الألمانية ، المعتمدة بالجمهورية العربية السورية، كفاءة عمل الجهاز e_{vfd}=95% الموضح **بالشكل(5)**. وبتطبيق علاقة العالمان Sarbu and Borza 1998 المبينة بالعلاقة رقم (6) ، يمكن حساب كفاءة المحرك الكهربائي للمضخة عند انقاص سرعة دورانه . كفاءة عمل المحركات الكهربائية للمضخات كلها متساوية عند سرعة الدوران العظمى ، وهي e_m=83%.

$$e_{m2} = 1 - (1 - e_{m1}) * \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^{0.1} \dots\dots\dots (1)$$

e_m : كفاءة المحرك الكهربائي للمضخة والتي تتغير قيمتها عند انقاص سرعة دورانه من N_1 إلى السرعة N_2 .

الشكل 5: مضختين موصولتين على التوازي مع الربط بجهاز تحكم بسرعة دوران المحرك Variable Frequency drive من شركة Schneider



الشكل 6: انتقال المنحني المعبر عن العلاقة (Q,H) تصريف ضاغط نتيجة تغيير سرعة دوران محرك المضخة.

7. تابع الهدف

تابع الهدف المختار $Ce_{multi\ tariff}$ هو الوصول لأقل تكلفة ممكنة للضخ ، مع الحفاظ على كل القيود الهيدروليكية ، باعتبار سعر واحدة الطاقة متغير كل ثلاث ساعات . حيث أن التزويد الكهربائي يتم من تيار الكهرباء العام بسعر $C_d = 29$ (ل.س)$/KWh$ ، ومن مولدات الديزل في موقع المحطات بتكلفة $C_c = 49$ (ل.س)$/KWh$.

$$Ce_{multi\ tariff} = \sum_{n=1}^{N}[\sum_{t=0}^{t=3} En\ (t) * Cc + \sum_{t=3}^{t=6} En\ (t) * Cd + \sum_{t=6}^{t=9} En\ (t) * Cc + \sum_{t=9}^{t=12} En\ (t) * Cd + \sum_{t=12}^{t=15} En\ (t) * Cc + \sum_{t=15}^{t=18} En\ (t) * Cd \sum_{t=18}^{t=21} En\ (t) * Cd + \sum_{t=21}^{t=24} En\ (t) * Cc] \dots\dots (2)$$

8. قيود الحل (القيود الملزمة ضمنياً) Implicit bound constraints :

تم اعتماد قيود ثابتة لكلا الحالتين (مضخات ثابتة السرعة ومتغيرة السرعة). وتم اعتماد نفس المضخات في الحالتين ، مع تركيب جهاز للتحكم بسرعة دوران المحرك في الحالة الثانية (متغير السرعة) ، ويكلف كل جهاز يتم تركيب في كل محطة ضخ من المحطات الثلاث حولي مليون ليرة سورية.

8.1 قيود السرعة والضغط

إن منظومة الضخ تم تصميمها ، اختيار انابيبها ومضخاتها بشكل تعمل ضمن الحدود المسموحة للضغط للأنابيب ، والسرع المسموحة ضمن خطوط الضخ . بالتالي ليس هناك داعي من التحقق من السرعة والضغوط في أنابيب الشبكة.

8.2 قيد عدد مرات تشغيل المضخات

يجب على الحل الناجح اللا يسبب تكرار عملية ايقاف وتشغيل المضخات ، لأن هذه العملية تؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود ، وتشجع على حدوث صدمات مائية ، لذلك وضع قيد بأن لايزيد عدد مرات اقلاع كل مضخة عن 3 مرات يومياً كحد اعظمي $Ps_{max} = 3$.

8.3 قيود خزانات التجميع

يجب أن يتراوح منسوب الماء ضمن خزانات القرى بين الارتفاع الاعظمي والاصغري المسموح. ويجب أن يكون حجم الماء الموجود بكل خزان في نهاية 24 hour ، مساوي تقريباً الى حجمه في بداية زمن الدراسة ، الذي كان يساوي الى الحجم اللازم للتغلب على حالة الحريق .

9. بارامترات الخوارزمية الجينية المستخدمة

تم تثبيت برامترات الخوارزمية الجينية الفوضوية FMGA، وذلك بعد تجريب عدد كبير من القيم، حتى الوصول لأفضل قيم ممكنة كالتالي:

عدد العصور Era Number: 12 عصر .

عدد الأجيال في كل عصر Era Generation Number : 1000

عدد السكان (الحلول) في كل جيل Population Size : 150.

عدد العناصر المنتقلة مباشرة للجيل التالي بدون تزاوج Elite Population Size : 15.

احتمالية القطع Cut Probability : 1% .

احتمالية الوصل Splice Probability : 90% .

احتمالية الطفرات Mutation Probability : 1.5% .

قيمة البارامتر seed : 0.7

10. خطوات الوصول لحلول أمثلية في مسائل جدولة عمل المضخات بإستخدام برمجية Darwin Scheduler :

قام كل من الباحثان Tom Walski and Zheng Yi Wu بتصميم برمجية تعتمد على الخوارزميات الجينية للوصول للحلول الأمثلية في مسائل جدولة عمل المضخات اسمهاDarwin Scheduler المستخدمة في بحثنا هذا، وحددا خطوات العمل بما يلي [3] :

1-التحقق من التصميم الأولي للشبكة هيدروليكياً (اختيار كل من الأنابيب والمضخات والخزانات اللازمة).

2-تعريف كل من المضخات ومحطات الضخ التي نريد جدولة عملها.

3-تعريف القيود الهيدروليكية .

4-تعريف تابع الهدف والعناصر المشمولة داخله من مضخات والخزانات .

5-تحديد الخوارزمية الجينية التي نريد استخدامها في الدراسة (البسيطةSGA، الفوضويةMGA) وتحديد بارامترات الخوارزمية بما يحقق أفضل أداء ممكن .

6-تعريف الفترة الزمنية للدراسة t ، والفواصل الزمنية $t\Delta$.

7-تحديد عناصر الشبكة المشمولة ضمن القيود الهيدروليكية .

ويلاحظ أن هذا النوع من الحلول يأخذ زمناً طويلاً نسبياً ، حتى بإستخدام الحواسيب المحمولة ذات المعالجات الحديثة ، حيث استغرق الحاسب حوالي hour13 لاتمام عملية ايجاد الحل الأمثلي .

11. ملخص التكلفة الاستثمارية لتشغيل محطات الضخ الثلاث (ليوم واحد) بحسب الحلين الأمثليين (ثابت ومتغير السرعة):

من **الجدول (3)** يتبين انخفاض تكلفة الضخ الناتجة عن انخفاض استهلاك الطاقة الكلي، الناتج عن تشغيل المضخات في الحل الثاني (متغير السرعة) بكل طاقتها (سرعة دوران أعظمية) خلال ساعات الضخ منخفضة التكلفة ، والاكتفاء بتشغيلها بسرعة دورات منخفضة ، أو ايقافها عندما تكون تكلفة Kwh مرتفعة . ولكن نلاحظ اختلاف حجم الماء المضخوخ بين الحلين ، وسببه هو أن القفزة الزمنية كبيرة بعض الشيء hour1 . وكلما تم تصغيرها سيؤدي لذلك لاقتراب الحجم المضخوخ بالحالتين من بعضهما .

يتبين من النتائج الموضحة **بالجدول (3)** أن استخدام جهاز لتعديل سرعة المضخات استطاع انقاص التكلفة الاستثمارية لتشغيل المضخات يومياً 16525 ل.س ، من 108249 ل.س الى 91724 ل.س ، وبنسبة قدرت ب 15.27 %.

الجدول 3: المقارنة الأداء بين المخضات ثابتة ومتغيرة السرعة.

ملخص التكلفة الاستثمارية لتشغيل المضخات بحال استخدام المضخات ثابتة السرعة ، وبحال تركيب جهاز تغيير سرعة المحرك بعد ادخال تأثير		الحل الأول سيناريو مضخات ثابتة السرعة	الحل الثاني سيناريو مضخات متغيرة السرعة
استهلاك الطاقة الكلي خلال اليوم	Energy (Kwh)	2957.58	2523.85
تكلفة الضخ اليومية	Energy Cost (ل.س)	110686.7	92538.5
مجموع التكلفة الكلية للمياه المختزنة	Cost Total (Daily) ل.س	2437.3	813.9
تكلفة الضخ اليومية بعد انقاص تكلفة المياه الاضافية	Energy Cost modified (Daily) ل.س	108249.5	91724.6
حجم الماء الذي تم ضخه خلال اليوم	Volume (m^3)	3448.98	3368.48
الطاقة اللازمة لضخ واحدة الحجم من الماء	Unit Energy Use (Kwh/m^3)	0.86	0.75

تكلفة ضخ واحدة الحجم من الماء	Unit Energy Cost ل.س/m^3	32.09	27.47
مدة الدراسة	Run Duration (hours)	24	24

11.1 استرجاع تكلفة أجهزة التحكم بسرعة دوران محرك المضخة Variable frequency drive:

إن تكلفة كل جهاز 1 مليون ليرة سورية ، بالتالي تكلفة الأجهزة الثلاث 3 مليون ليرة سورية . الوفر المالي في التكلفة الستثمارية التشغيلية للمحطات الثلاث الناتج عن تركيب الأجهزة هو 16525 ل.س يومياً . بالتالي يمكن استرجاع قيمة الأجهزة بعد 6 أشهر من تركيبها :

$$\frac{3000000}{16525} \cong 182\ day$$

والعمر التصميمي للمضخات يصل إلى 10 سنوات . مما يؤكد أفضلية الانتقال من المضخات ثابتة السرعة الى متغيرة السرعة .

12. الاستنتاجات والتوصيات

12.1 الاستنتاجات

1- إن لإستخدام الخوارزميات الجينية أثر ممتاز في الوصول لحل أمثلي في مجال تصميم شبكات المياه، والوصول لحلول جيدة جداً اقتصادياً ، هيدروليكياً ، وذات موثوقية عالية .

2- استطاعت طريقة الخوارزميات الجينية تحقيق وفر في التكلفة الاستثمارية للمشروع ككل تتعدى 15% . مما سينعكس ايجابا على الايراد المشروع مستقبلاً.

12.2 التوصيات

1- نوصي بإستخدام أجهزة تعديل سرعة دوران المحرك ، في محطات الضخ القائمة ، لما له من أثر في تخفيض تكاليف الضخ ، والحفاظ على موارد البلاد من الطاقة كهربائية.

2- نوصي بإستخدام طريقة الخوارزميات الجينية ، في تصميم برنامج الضخ لما لها من مقدرة في دراسة كل الحالات مهما كانت معقدة، واختيار الحل الأنسب من ناحية التكلفة، والأداء الهيدروليكي.

Refrences

[1] De Schaetzen, W.B.F., Savic, D.A. & Waltres, G.A.,(1998),A genetic algorithm approach to pump scheduling in water supply system. Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE,123, pp60-79.

[2] Goldberg, DE., Deb, K., (1993), accurate optimization of difficult problems using fast messy genetic algorithms , Illinois Genetic Algorithms Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, USA.

[3] Goryashko .,A & Nemirovski .,A , (2016), Robust energy cost optimization of water distribution system with uncertain demand. Department of Applied Mathematics, Moscow State University of Printing Arts .

[4] Ormsbee, L. E., & Kevin E. L., (1994) , Optimal Control of Water Supply Pumping Systems , Journal of Water Resources Planning and Management , Vol 24,No.2, pp 237-252.

[5] Şendil, H.,(2013), Operation of Water Distribution Networks, M.S. Thesis, Middle East Technical University.

[6] Wu,Z.Y.and Walski,T(2006),Computer Applications in Hydraulic Engineering , Fifth Edition, Waterbury, Connecticut, Haestad Press.

[7] Wu, Z. Y., Elio F. A. and Ernesto G.,(2004) , Darwin Designer Productivity and Model Quality for Large Water Systems, Journal of AWWA, Vol. 96, No.10, 27-34.

[8] Wu, Z. Y.,Simpson, A.R.,Zecchin,A.C(2017), A decomposition and multi-stage optimization approach applied to optimization of water distribution systems with multiple sources.Water Resour.Res, 49, 380–399. pp.23-58.

Study The advantage of variable speed pumps Economically in pumping water lines using genetic algorithms

***Ibrahim Abdalrhman Abdaljlel*[1*]*, Adel Youssef Georgi*[2]*, and Amjad Hamed Shaker*[3,]**

[1] *Department of Water Resources, Bostan aldewan, Homs, Syria, iabdaljlel@gmail.com*

[2] *Faculty of Civil Engineering,Al-Baath University,Bostan aldewan, Homs, Syria, adelgeorgi124@gmail.com*

[3] *Faculty of Civil Engineering,Hama University, Al-Bernawi , Hama, Syria, dr.amjad.shaker@gmail.com*

**Coressponding author: Ibrahum Abdalrhman Abdaljlel, iabdaljlel@gmail.com*

Published online:30 September 2020

Abstract:

This study includes a comparison between the use of fixed and variable speed VSP pumps, in terms of investment cost, through finding the operating schedule of pumps, for three pumping stations, using the method of genetic algorithms. The use of VSP pumps will reduce the investment costs of the Water project by more than 15%, in relation to the use of fixed speed pumps (FSP) with the same speed, pressure, discharge and engine speed . The FSP has been modified to become a VSP, using a Variable Frequency drive .

Keywords : Pump scheduling, Variable Speed Pumps, Genetic algorithm, Darwin Scheduler, Variable Frequency drive.