جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

استرداد الطاقة المائية المهدورة ضمن شبكات توزيع المياه باستخدام الآلات الهيدروليكية المناسبة

Hydropower Recovery in Water Distribution Networks Using Suitable Hydraulic Machines

م. روى طرابلسي مطر

أ.د.م. علي خلوف

الملخص

تعد شبكات توزيع المياه عنصر أساسي لقيام المدن، وضمن هذه الشبكات يوجد طاقة مهدورة وهي طاقة الضغط الفائض، إذ يتم عادة تبديد هذه الطاقة باستخدام صمامات أو خزانات تخفيض الضغط، وقد برز تطبيق استرداد الطاقة المائية المهدورة ضمن شبكات المياه، لكونه يزيد من كفاءة الطاقة لهذه الشبكات ويساهم بتخفيف العبء الطاقي المصروف على عمليات الضخ والتوزيع وغيرها. دُرست في هذا البحث إمكانية استرداد طاقة الضغط الفائض لشبكات مياه منفذة في مدينة دمشق وريفها، حيث اختيرت أربع حالات دراسة واستُخدم برنامج WaterCAD لنمذجة ومحاكاة هذه الحالات وتقييم الأداء الهيدروليكي. إذ تم تحليل مكانية استرداد الطاقة باستخدام آلة واحدة أو عدة آلات، وتمت دراسة أهم العوامل المؤثرة على الاستطاعة الفعلية المولدة. مع اجراء الدراسة الاقتصادية لهذا النوع من التطبيقات.

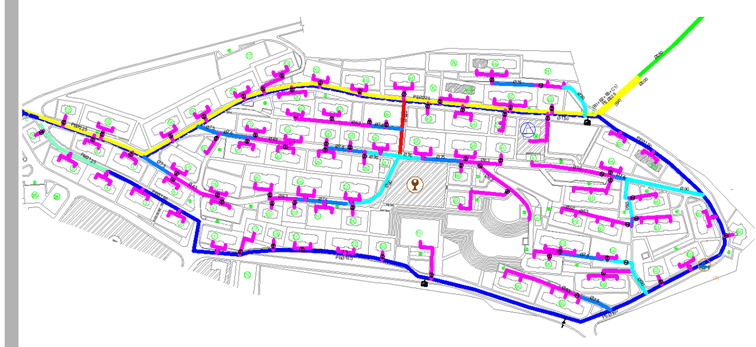
القسم النظري

بداية تم في هذا القسم استعراض أهم الدراسات السابقة المرجعية المتعلقة بموضوع استرداد الطاقة المائية المهدورة ضمن شبكات توزيع المياه والنتائج المستخلصة من هذه الدراسات التي ستبنى عليها منهجية الدراسة المتبعة المقدمة ضمن القسم العملي من البحث. كما تم إلى جانب ذلك التطرق إلى أهم المفاهيم والأسس النظرية والفيزيائية، إذ قُدم مفهوم طاقة واستطاعة التيار المائي وأسس اختيار الآلات الهيدروليكية، إضافة إلى توضيح مبادئ الدراسة الهيدروليكية للأقنية المغلقة دائرية المقطع المملوءة وغير المملوءة بالكامل.

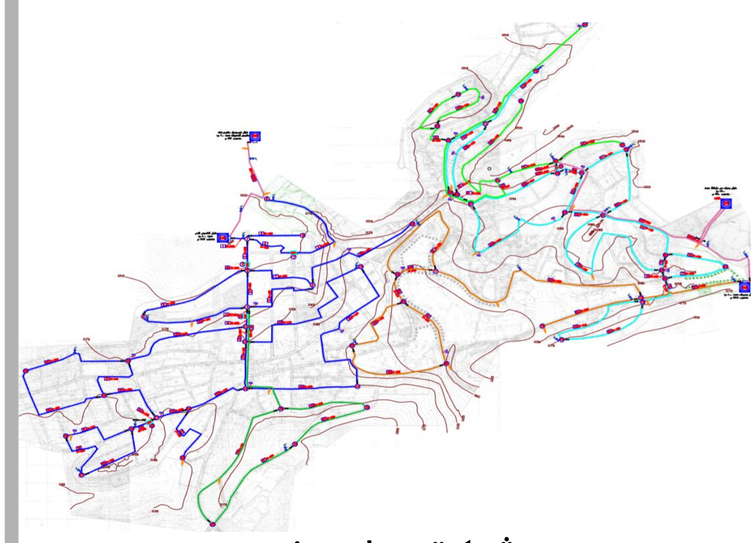
القسم العملي

تم اختيار أربع حالات دراسة متباينة والمقارنة فيما بينها بغية التوصل لمنهجية عامة يمكن اتباعها عند دراسة تطبيق استرداد الطاقة لأي شبكة مياه. وحالات الدراسة المختارة هي: شبكة مياه الجزيرة b_4- ضاحية الأسد، شبكة مياه منين، خط الريمة – قطنا، الخط الواصل بين خزاني بردى والتكية. إذ تم التطرق في حالات الدراسة الثلاث الأولى إلى مقدار الاستطاعة المتاحة للاسترداد في مواقع مختلفة انطلاقاً من مواقع صمامات أو خزانات تخفيض الضغط، بما يتوافق مع حدود الضغط العليا والدنيا الآمنة المسموح بها، إضافة للعوامل المؤثرة على هذه الاستطاعة وأسس اختيار الآلات الهيدروليكية المناسبة لكل حالة. أما في حالة الدراسة الرابعة والأخيرة تم توضيح تأثير مفهوم درجة امتلاء الأنابيب على الطاقة القابلة للتوليد. حيث تم تحليل جميع الحالات المذكورة باستخدام برنامج المحاكاة WaterCADV8i. وفي نهاية الدراسة العملية تم إجراء دراسة للجدوى الاقتصادية وتقييم المؤشرات التي تدخل في عملية التحليل المالي الفعلي للتطبيق المدروس.

القسم العملي



شبكة مياه الجزيرة b_4- ضاحية الأسد



شبكة مياه منين

النتائج والمناقشة

أعطت حالات الدراسة نتائج متباينة من حيث الاستطاعة المتاحة والآلات الهيدروليكية المناسبة، فعند تحليل حالة شبكة مياه الجزيرة b_4 تم استخلاص استطاعة نظرية مقدارها $(2.6\ kW)$ بمكان موقع صمام تخفيض الضغط، واستطاعة نظرية $(40\ kW)$ ضمن موقع إضافي مقترح. والآلات الهيدروليكية التي بُحث في استخدامها وتقييم أداؤها فيما بعد هي عنفة من نوع BANKI، ومضخة بوضع تشغيل عكسي PAT. وعند المقارنة بحالتي شبكة مياه منين وخط الريمة – قطنا، بلغت الاستطاعة النظرية عند مواقع صمامات تخفيض الضغط في شبكة مياه منين $(99\ kW)$، في حين وصلت في مواقع خزانات تخفيض الضغط على خط الريمة- قطنا إلى $(0.7\ MW)$. لذا يمكن بخلاصة البحث استنتاج وجوب مراعاة خصوصية كل حالة من حيث المؤشرات الهندسية والهيدروديناميكية عند اختيار مواقع استرداد الطاقة وأنواع الآلات الهيدروليكية، ومن حيث معيار الجدوى الاقتصادية لكل اقتراح مدروس. مع ضمان عدم وجود أثر سلبي لهذا التطبيق من جهة تأمين المياه للمستهلك بالتدفق والضغط اللازمين، كونه المطلب الرئيسي لشبكات توزيع المياه.

المراجع

[1] البيانات المقدمة من قبل مؤسسة مياه الشرب والصرف الصحي في مدينة دمشق.
[2] أبو حامد ، فريد.، خلوف، علي.، قداح، عاصم.، والأحمد، حكمت – (2014). **آلات الجريان**. منشورات جامعة دمشق.
[3] Rodríguez-Pérez, Á. M., Pérez-Calañas, C., & Pulido-Calvo, I. (2021). Energy recovery in pressurized hydraulic networks. Water Resources Management, 35, 1977-1990.
[4] Brater ,E.F, King ,H.W, Lindell ,J.E, Wei ,C.Y, (1996) **Handbook of Hydraulic** – [seventh edition] – McGraw-Hill.
[5] Ухин Б.В., Мельников Ю.Ф.(2011). **Гидравлика Инжиниринг, издательство ассоциации строительных вузов**, Москва.