Received : 29 / 3 / 2026 Accepted: 24 / 4 / 2026 Published : 9 / 7 / 2026

التحليل المكاني لضغط الماء الرأسي في مشروع ماء الوثبة/ مدينة بغداد – العراق

رنا فائق صدام ayad علي فارس بيك

ranaal_azzawi@uomustansiriyah.edu.iq aafbeg64@uomustansiriyah.edu.iq

الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، قسم الجغرافية

الملخص

تعد مياه الشرب من الاحتياجات الثمينة لديمومة الحياة في المدن. تم اختيار مشروع ماء الوثبة كونه يغذي اهم المناطق السكنية والتجارية في مدينة بغداد، ولم يجري عليه تحديث او تطوير خلال السنوات الماضية، لذا يعد مشكلة تستوجب الدراسة والتحليل. يمتد المشروع على مساحة حوالي 12.8 كيلومترا مربعا. فلكيا تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض"37 '18 °33 و "35 '21 °33 شمالا وخطي طول "18 '22 °44 و "4 '26 °44 شرقا. تهدف الدراسة الى اجراء تقييم للتوزيع المكاني لضغط الماء الرأسي في مناطق التغذية لمشروع ماء واعداد خرائط تساوي الضغط وبيان دور استعمال الارض ومواصفات شبكة المياه وطوبوغرافية المنطقة والبعد عن محطة الضخ الرئيسة في التباين المكاني للضغط . حيث تم اجراء القياسات الميدانية لمقادير ضغط الماء الرأسي خلال موسمي الشتاء والصيف باستخدام مقاييس خاصة بقياس ضغط الماء من انابيب مرتبطة مباشرة مع الشبكة. تم استخدام جهازي قياس لضغط المياه احدهما يقرا لغاية 1 بار والاخر لغاية 11 بار، فضلا عن جمع معلومات عن محطات الضخ الرئيسة والثانوية ومواصفاتها الميكانيكية والهيدروليكية من الدوائر ذات العلاقة. تم استخدام برامج متخصصة في التحليل المكاني لبناء قاعدة المعلومات الجغرافية واجراء التحليل المكاني مثل برامج ArcGIS 10.8.2, ArcGIS pro 3.3.2, ArcGIS online، اظهرت نتائج القياس لضغط الماء الرأسي وجود تباين مكاني في الضغط ويعود ذلك لاسباب عدة منها كثافة المباني السكنية وتغير اقطار الانابيب والزيادة في عدد الوصلات بين الانابيب كلها عوامل ادت الى التغيير في مقدار الضغط الرأسي ، كما ان الزيادة في استخدام المياه خلال موسم الصيف اظهر فارقا في انخفاض الضغوط في المنطقة بالمقارنة مع تلك القياسات خلال موسم الشتاء، ختاما توصي الدراسة الى ضرورة اجراء تحديث وتطوير للشبكة كونها لم تشهد توسعا منذ فترة طويلة رغم الزيادة السكانية في منطقة المشروع.

كلمات مفتاحية : تحليل مكاني، ضغط الماء الراسي، شبكة مياه الشرب، خط التدرج الهيدروليكي

Spatial analysis of head pressure in the Al-Wathba Water Project/Baghdad City- Iraq

Rana Faiq Saddam Iyad Ali Fares Beg

Al-Mustansiriya University, College of Education, Department of Geography

Abstract

Drinking water is a precious necessity for the sustainability of life in the cities. The Al-Wathba Water Project was selected because it supplies the most important residential and commercial areas in Baghdad city. It has not been witness any development in the recent years, thus representing a problem that requires study and analysis. The project extends over an area of approximately 12.8 square kilometers. Geographically, the study area bounded between latitudes 33° 18' 37" and 33° 21' 35" N and longitudes 44° 22' 18" and 44° 26' 4" E. The study aims to evaluate the spatial distribution of water head pressure in the supplied area, prepare isobaric maps, and demonstrate the role of land use, water network specifications, area topography, and the distance from the main pumping station in spatial water head pressure variations. Field measurements of water head pressure were conducted during the winter and summer seasons using special gauges that measure water pressure from pipes directly connected to the network. Two types of gauges are used, one reading up to 1 bar and the other up to 11 bar. Information about the main and secondary pumping stations and their mechanical and hydraulic

specifications was also collected from the relevant departments. Spatial analysis software are used to build the geographic database and to conduct the spatial analysis, i.e., ArcGIS 10.8.2, ArcGIS pro 3.3.2, and ArcGIS online. The water head pressure measurement results and maps showed spatial variation in the pressure values; this is due to several reasons, including the density of residential buildings, changes in pipe diameters, and the increase in the number of connections between pipes, all of these factors led to changes in the water head pressure. The increase in water demand during the summer season also showed a difference in the head pressure drop in the area compared to those measured during the winter season. In conclusion, the study recommends the need to update and develop the water network, as it has not witnessed expansion for a long time, despite the population increase in the project area.
Keywords: Spatial analysis, water head pressure, drinking water network, hydraulic gradient line

1 المقدمة

تعد منظومة توزيع مياه الشرب في المدينة من اهم مكونات البنى التحتية للمدينة والتي تتأثر كثيرا بالتوسع المستقبلي للمدينة والحاجة المتزايدة للمياه مع تزايد الكثافة السكانية. يعد تقييم جودة نظام تزويد المياه (WSS) water supply system عملية مهمة في تخطيط وعمل منظومة مياه الشرب، اذ يساعد ذلك في مقارنة وتقييم مختلف الخطط والتصاميم وخيارات الصيانة من خلال تحديد المناطق المعرضة للمشاكل في شبكة النظام (Finkbeiner, M. J. S., Finkbeiner, M. J. S., 2010). يُعدّ معيار التصميم الهيدروليكي أحد العوامل التي تُؤثر على تكلفة البنية التحتية لأنظمة توزيع المياه، سواءً كانت تكلفة تصميم أنظمة جديدة أو تكلفة صيانة وتحديث الأنظمة القائمة. ويُستخدم ضغط الماء المتبقي (H) في نظام توزيع المياه، والذي يُقاس بوحدة متر الماء، كمقياس لتقييم هذه الأنظمة (Strijdom, 2016) . تُشكّل شبكات إمداد المياه البلدية جزءًا أساسيًا من البنية التحتية العامة، وتُسبّب تكاليف باهظة، سواءً من الناحية المالية أو من ناحية الطاقة. لذا، يُعدّ تجنّب الاستهلاك غير الضروري للموارد أمرًا مرغوبًا فيه لأسباب اقتصادية وبيئية على حدّ سواء (Burgschweiger, 2009). تؤثر أنظمة إمداد مياه الشرب بشكل كبير على جودة حياة الإنسان وصحته ونظافته. ولذلك، يُعد نظام إمداد مياه الشرب عالي الجودة، والمُدار والمُصان جيدًا، عنصرًا أساسيًا في البنية التحتية للمناطق الحضرية. ومع ذلك، ولتشغيل هذه البنية التحتية بكفاءة، من الضروري فهم حالتها الهيكلية وإجراء الصيانة والإصلاحات اللازمة لإطالة عمرها التشغيلي (Teichmann, 2020) . في الوقت الحاضر، يبقى المورد المائي أحد العوامل الرئيسة التي يجب أخذها في الاعتبار لإنشاء وتطوير المستوطنات والقرى والمدن. ولذلك، من الأهمية بمكان أن تقوم المدينة بتزويد مواطنيها بالمياه بكمية كافية ونوعية مناسبة. ومع ذلك، فإن وجود مرافق كافية لإمدادات المياه يعد مشكلة يومية لأي نوع من المستوطنات سواء كان في المدينة او الريف لأنه يجب صيانة البنية التحتية لإمدادات المياه وتطويرها مع مرور الوقت كي تتوافق والزيادة السكانية. سيؤدي الفشل في القيام بذلك إلى ظهور أزمات حادة متعلقة بالمياه في المستقبل (House-Peters, 2011; MOISE, 2022) . تتعرض أنظمة إمداد المياه بشكل متكرر لأعطال مختلفة تؤدي إلى تدهور جودة الخدمة وتسبب انقطاعات كاملة في الإمداد للمستهلكين(Alaggio, 2025) . يتم إجراء تقييم درجة الثقة في النظام بشكل عام في ظل ظروف قياسية مثل متطلبات مكافحة الحرائق، والأنابيب المكسورة، وفشل المضخات، وانقطاع التيار الكهربائي، وفشل صمام التحكم، وقدرة التخزين غير(Kanakoudis, 2010) . ان قياس كفاءة شبكة التوزيع بما يسمى بالحد الادنى للضغط الرأسي للمياه minimum pressure head (MPH) والذي يمكن ان يعرف بانه الحد الأدنى من الضغط الرأسي عند عقدة الطلب الحرجة في نظام توزيع المياه تحت ظروف الحاجة القصوى للمياه من قبل السكان، وعادة ما تكون هذه القيمة عند المناطق المرتفعة او تلك التي تبعد عن مصدر محطة الضخ (Jacobs, 2009) . إن أغلب أنظمة توزيع المياه في مختلف أنحاء الدول النامية لا تحقق المستوى المطلوب لسد الحاجة اليومية، وذلك بسبب الطلب الهائل والمتزايد على المياه والناتج من الزيادة السكانية، وبسب التنمية العشوائية، والافتقار إلى جهود النمذجة في تصميم شبكات المياه، والقوى العاملة المحدودة في المرافق العامة، والأزمة المالية (Shrivastava, 2018) . إن النمذجة تشكل عنصراً أساسياً في إدارة الموارد

المائية الحديثة في مواجهة المخاوف المتزايدة بشأن الأمن المائي. وتواجه العديد من المدن الكبرى مشاكل ندرة المياه وتحاول باستمرار مواكبة الطلب المتزايد الناجم عن زيادة عدد السكان، وتغير العوامل الاجتماعية والسياسية، وفي الأمد البعيد، ارتفاع درجات الحرارة وتغير أنماط هطول الأمطار(Capt, 2021) . إن توفير الأمن المائي الحضري يشكل متطلباً أساسياً للعديد من البلدان. ولا يوجد تعريف واضح ومتفق عليه على نطاق واسع للأمن المائي الحضري. إن الأمن المائي الحضري مفهوم متعدد الأوجه ويرتبط بالتمثيل الغذائي الحضري والأمن البيئي والإدارة المتكاملة للمياه الحضرية وشبكة الأمان للمياه والطاقة والغذاء وإدارة المخاطر ومفهوم المياه المرن والقابل للتكيف والمدن الحساسة للمياه (Koç, 2020). اذ تتكون الشبكة من مجموعة من الأنابيب الموصولة مع بعضها والمستخدمة لنقل وتوزيع المياه في المدينة، وعند تصميم الشبكة، يجب مراعاة عوامل عدة مثل نوع شبكة توزيع المياه وضغط المياه وسرعة المياه وتدفق التصميم والحد الأدنى لقطر الأنابيب ومادة الأنابيب والعديد من العوامل الأخرى (Huy, 2022) .

يركز تحليل أنظمة توزيع المياه (WDS) على تطوير التصميمات المثلى التي تسمح بتنفيذ أنظمة إمداد المياه بالكمية والجودة اللازمتين لاستهلاك المجتمع البشري؛ لذلك، من الضروري تحديد خصائص طوبولوجيا النظام والمتغيرات الهيدروليكية. لتحديد أكثر المعلمات حساسية التي تشارك في تغييرات الكثافة السكانية، يتم تقديم ثلاث مقارنات تتعلق بـ أسطح التدرج الهيدروليكي، أسطح الضغط، وخرائط الطاقة المحددة. وفقًا لهذا، يمكن تعريف أنماط السلوك بناءً على خصائص الشبكات والتعديلات التي قد تحدث للتحقق من الحد الأدنى لشروط التصميم للامتثال والتشغيل. تظهر النتائج أن تغييرات سطح التدرج الهيدروليكي تتناسب مع نمو الطلب، وتظل أعلى وأدنى عقد الضغط كما هي بالنسبة للمواقع القريبة، وتميل طاقة الإنفاق إلى أن تكون ثابتة عند أخذ نسبة مئوية نسبية (González, 2022) .

تعد الدراسة الحالية واحدة من الدراسات الاولى التي سيتم فيها قياس ضغط المياه في الشبكة مشروع ما الوثبة باعتباره احد المشاريع المهمة والتي تغذي المنطقة المركزية من مدينة بغداد (جانب الرصافة) وفيها سيتم تحليل اهم العوامل التي تؤثر على توزيع المياه وضغوطها في الشبكة ، فضلا عن مقارنة الكفاءة التصميمة مع المعايير المعتمدة في هذا المجال وذلك بحساب معامل الذروة كاحد المؤشرات الاساسية في تصميم وتطوير شبكية مياه الشرب بما يتوافق مع الحجم السكاني الحالي والزيادة المستقبلية للسكان. من أجل الاستخدام السليم للموارد المائية ومنع فقدان المياه الطبيعية، فإن إنشاء نظام فعال لشبكات توزيع المياه بحيث يتلاءم وتلبية احتياجات الناس المستقبلية.

تكمن مشكلة الدراسة في ان شبكة توزيع مياه الشرب في مدينة بغداد ومنطقة الدراسة خاصة لم يتم اجراء تحديث عليها كي تلبي التوسع العمراني والسكني المتزايد والناتج عن انشطار البيوت الكبيرة الى مشتملات صغيرة وهذا يولد ضغطا على البنى التحتية للمدينة بما فيها بالدرجة الاساس شبكة مياه الشرب فضلا عن التوسع التجاري والصناعي في المنطقة وخاصة اوقات الذرة وخلاص الفصول الحارة من السنة. مما يستوجب اجراء تقييم لشبكة مختارة كنموذج للدراسة وهي مشروع ماء الوثبة للوقوف على كفاءة الشبكة. يهدف البحث الى اجراء مقارنة بين خطوط التدرج الهيدروليكي للضغط الراسي hydraulic gradient of head pressure للمياه وخطوط الطاقة الإجمالية للشبكة.، فضلا عن قياس مقدار ضغط المياه الراسي عند نقاط معينة في الشبكة ورسم خطوط تساوي الضغط ومقارنتها مع نمط شبكة توزيع المياه والبعد عن محطة الضخ الرئيسة والثانوية، وعدد الوحدات السكنية في منطقة الدراسة والمراكز التجارية والصناعية فيها. تحديد المشاكل المحتملة التي تؤثر على ضغط المياه مثل التسرب والتهريب وتصميم الشبكة. تقييم أثر ضغط المياه على تدفق المياه وضمان وصولها بشكل كافٍ لجميع المستخدمين.

2 موقع وخصائص منطقة الدراسة

يقع مشروع ماء الوثبة في المنطقة المركزية من مدينة بغداد، جانب الرصافة شرق نهر دجلة وتشمل تغطية المشروع (35) محلة سكنية كما مبين في الخريطة (1)، ضمن تسعة احياء سكنية وهي حي الطب، العلوم، الشيخ عمر، الجمهورية، الرشيد، الكيلاني، النضال، حي السعدون، وابي نؤاس (خريطة (1 .2). وتمتد منطقة الدراسة على مساحة حوال 12.8 كيلومترا مربعا . فلكيا تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض "35 '21 °33 و "37 '18 °33 شمالا وخطي طول "18 '22 °44 و "4 '26 °44 شرقا. أما الحدود الزمانية فهي من 2021–2024 حيث شملت اجراء القياسات الميدانية لمقادير ضغط الماء الراسي خلال موسمي الشتاء

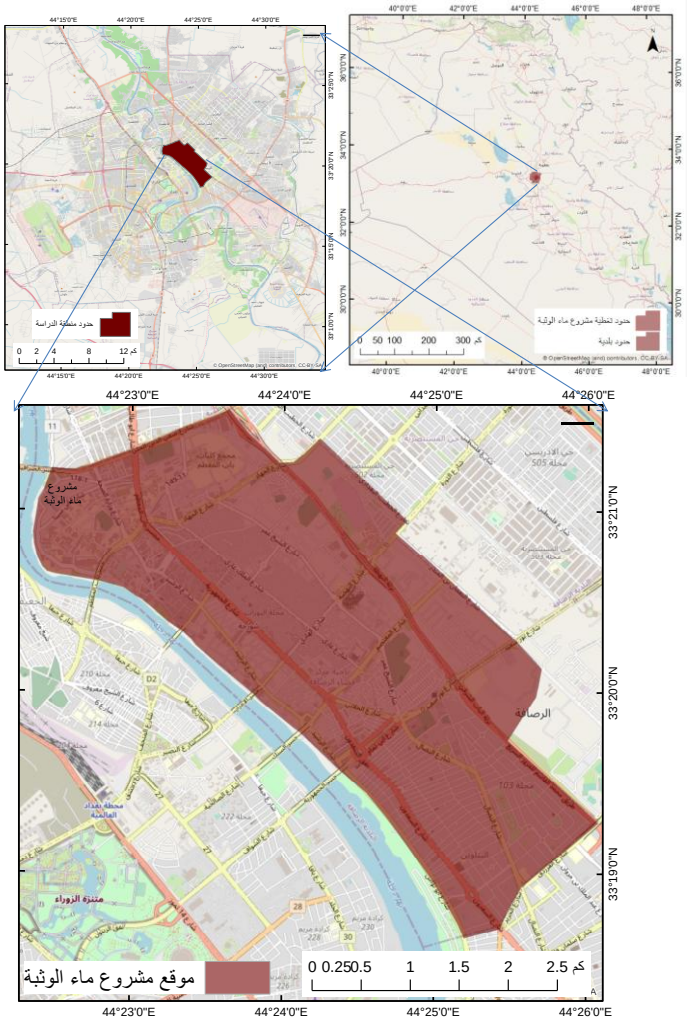
والصيف. حيث يتضمن كل من تلك الاحياء على عدد من المحلات خريطة (1.1) ، والتي تشمل بمجملها 35 محلة من 102الى 149 وهي التي تعتمد على مشروع ماء الوثبة كمصدر امداد رئيسي بالمياه الصالحة للشرب.

3 الادوات وطريقة البحث

يتطلب تنفيذ مشروع دراسة خاصة بتقييم شبكة توزيع مياه الشرب لابد من توفر ما ياتي:-

- خرائط تفصيلية عن الاحياء والمحلات السكنية ومرئيات فضائية لحساب عدد الوحدات السكنية في منطقة الدراسة.
- جهاز قياس ضغط الماء الرأسي، وهو جهاز فيه مقياس لضغط المياه (صورة 1)، يتم استخدامه في نقاط معينة من منطقة الدراسة (صورة 2).
- خرائط تفصيلية عن شبكة توزيع المياه لمنطقة الدراسة ، فضلا عن معلومات عن محطات الضخ الرئيسة والثانوية ومواصفاتها الميكانيكية والهيدروليكية.
- برامج متخصصة في التحليل المكاني تستخدم لبناء قاعدة المعلومات الجغرافية واجراء التحليل المكاني مثل ArcGIS pro. 3.3 .
- نموذج الارتفاع الرقمي DEM لتحديد مستويات الارتفاع في منطقة الدراسة.
- مرئيات فضائية لتصنيف انواع الغطاء الارضي في منطقة الدراسة.

خريطة 1: موقع التغطية لمشروع ماء الوثبة في جانب الرصافة من مدينة بغداد



المصدر: بالاعتماد على أمانة بغداد ، خريطة الأساس لمدينة بغداد ؟، وباستخدام برنامج ArcGIS 3.3.2.

(أ). مقياس ضغط الماء لحد 1 بار (ب). مقياس ضغط الماء لحد 11 بار

صورة 1: الادوات المستخدمة في قياس ضغط الماء الرأسي.

(أ). قياس ضغط الماء الرأسي – شتاءا (ب). قياس ضغط الماء الرأسي – صيفا

صورة 2: القياسات الميدانية لضغط الماء الراسي خلال موسمي الشتاء والصيف .

4 النتائج والمناقشة

4. 1 توزيع استعمالات الارض

وبالاطلاع على الخريطة (2) والجدول (1) التي تتضمن توزيع استعمال الارض ضمن تغطية مشروع ماء الوثبة ، نجد ان هناك عدة انماط وخصائص لاستعمال الارض حيث تتنوع بين اراضي ذات استعمال اداري والتي تحتوي على مباني حكومية او كاتب ادارية، وراضي زراعية خاصة في الاطراف الشمالية الغربية والغربية لمنطقة الدراسة.

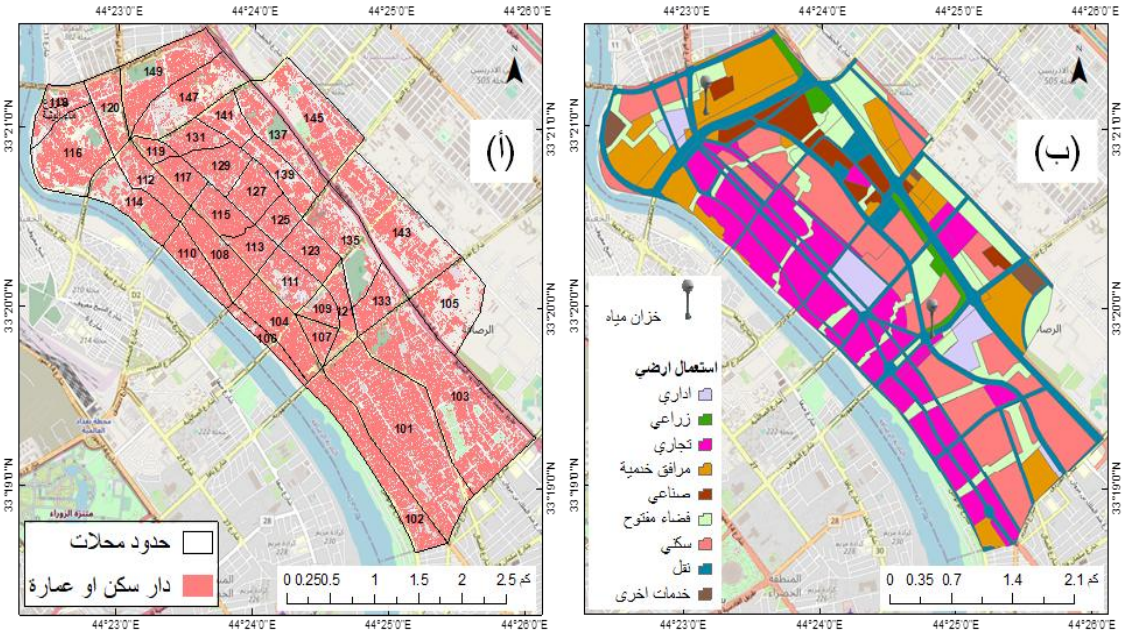
كما ونلاحظ ان هناك استعمال بنسبة كبيرة للارض بنمط تجاري مما يدل على وجود مراكز تسوق رئيسة وهذا يتضح من خلال المراكز التجارية شرق نهر دجلة في الشورجة وشارع الرشيد و الممتدة على شكل شريط تجاري على طول منطقة الدراسة في جزئها الغربي .

وتتوزع المرافق الخدمية في مناطق مختلفة مما يشير إلى وجود مدارس، مستشفيات، أو منشآت خدمية أخرى توفر خدمات أساسية للسكان. اما المناطق الصناعية التي تظهر في عدة أماكن، تدل على وجود مصانع أو منشآت صناعية.وهنالك وجود لبعض المساحات المفتوحة التي تكون مخصصة للحدائق العامة أو المنتزهات.اما المناطق السكنية فتشغل نسبة كبيرة من منطقة الدراسة ، مما يشير إلى أن المنطقة تحتوي على عدد كبير من السكان.

الطرق والبنية التحتية للنقل تظهر بشكل واضح، مما يشير إلى وجود شبكة طرق جيدة تغطي معظم المناطق. وهناك مناطق تشير إلى وجود خدمات متنوعة أخرى غير محددة ضمن التصنيف السابق. من خلال هذا التوزيع لخريطة استعمال الارض يمكن استخلاص الجدول (1) والذي يمكن من خلاله معرفة نسبة مساحة استعمال الارض ضمن نطاق التغطية لمشروع ماء الوثبة والتي شكلت 12.83 كم² حيث نجد ان اكبر نسبة كانت 21.61 % استعمال سكني حيث انها شغلت 2.77 كم² من مساحة منطقة الدراسة وضمت 34 موقعا . وتشاركها في هذه النسبة استعمال الارض في النقل حيث بلغت 21.60 % وشغلت نفس المساحة غيرانها ضمت 48 موقعا . اما ثاني اكبر مساحة لاستعمال الارض كانت للاستعمال التجاري حيث بلغت نسبتها 19.12 % وشغلت 2.45 كم² من مساحة منطقة الدراسة وقد ضمت 52 موقعا . جاءت نسبة استعمال الارض كمرافق خدمية وفضاءات مفتوحة بصورة

متقاربة حيث كانت بنسبة 13.50 % و مساحة 1.73 كم² وشغلت 29 موقعا كمرافق خدمية ، وبنسبة 13.48 % ومساحة 1.73 كم² ايضا وشغلت 55 موقعا كفضاءات مفتوحة من منطقة الدراسة. اما استعمال الارض الصناعي فكانت نسبته 4.05 % ومساحة 0.52 كم² من مساحة منطقة الدراسة وضمت 12 موقعا ، ويقترب معها استعمال الارض الاداري بهذه النسبة حيث بلغت 3.93 % وبمساحة مقاربة ايضا فكانت 0.50 كم² وضمت 9 مواقع . فيما يخص استعمال الاراضي الزراعي فقد كان بنسبة 1.73 % مغطيا مساحة 0.22 كم² ومحددا ب5 مواقع وهي نسبة قليلة جدا مقارنة باستعمالات الارض السابقة الذكر كون نطق تغطية مشروع ماء الوثبة محددا ضمن مركز مدينة بغداد واستعمال الارض الزراعي عادة ما يكون في اطراف المدن . اما ما تبقى من مساحة تغطية المشروع والذي بلغت نسبته 0.98 % والتي شكلت 0.13 كم² وضمت 4 مواقع فكانت خدمات مساعدة اخرى غير التصنيفات سابقة الذكر وهي اقلها جميعا. يتضح مما سبق أن هناك توازنًا معقولًا بين المساحات المختلفة، مع ميل واضح نحو الاستخدامات السكنية والنقل

خريطة (2): توزيع استعمال الارض ضمن نطاق التغطية لمشروع ماء الوثبة



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.8.2

جدول (1): مساحة استعمال الارض ضمن نطاق التغطية لمشروع ماء الوثبة

نوع الاستعمال	الرمز	عدد المواقع	المساحة (كم2)	نسبة المساحة (%)
سكني	1	34	2.77	21.61
اداري	2	9	0.5	3.93
زراعي	3	5	0.22	1.73
تجاري	4	52	2.45	19.12
مرافق خدمية	5	29	1.73	13.5
صناعي	6	12	0.52	4.05
فضاءات مفتوحة	7	55	1.73	13.48
نقل	8	48	2.77	21.6
خدمات مساعدة	9	4	0.13	0.98
مجموع المساحة			12.83	100

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (2): توزيع استعمال الارض ضمن نطاق التغطية لمشروع ماء الوثبة

4. 2 أقطار أنابيب المياه في منطقة الدراسة

ان شبكات المياه عبارة عن أنظمة معقدة صمّمت لنقل المياه من مصدرها كالأنهار أو الأبار ومحطات معالجة المياه الى المستهلكين سواءً كانوا سكاناً لأحياء سكنية أو منشآت تجارية وصناعية ، وتعتبر الأنابيب من العناصر المهمة والأساسية في تلك الشبكات حيث إنها تؤدي دوراً مهماً في ضمان كفاءة وجودة توزيع المياه للمستخدمين بأكمل صورة.

إحدى العوامل الرئيسة التي لها تأثيرها في تصميم تلك الشبكات هي أقطار الأنابيب ، حيث يتم تحديد قطر الأنبوب إعتماداً على مقدار ماهو مطلوب من حجم التدفق والضغط اللازم ونوع الإمدادات إذا كانت للتوزيع المحلي أو أنابيب رئيسة. فإن أقطار الانابيب المستخدمة تختلف بشكل كبير في الشبكات ، فتكون أنابيب ذات حجم صغير وهي تلك المستخدمة في توزيع المياه محلياً في الأحياء السكنية الى الانابيب ذات الاقطار الكبيرة المخصصة لنقل كميات كبيرة من المياه سواءً كانت بين المدن أو من ضمن الخطوط الرئيسة للنقل في تلك الشبكات . هناك أنواع مختلفة لأقطار أنابيب المياه ولها أماكن خاصة لاستخدامها، وكما موضح في الخريطة (3.أ) :-

- أنابيب ذات أقطار كبيرة (700ملم وأكثر)

وهذه تستخدم ضمن الخطوط الرئيسة لنقل كميات ضخمة من المياه لمسافات بعيدة عن المحطة مثل تلك التي تنقل المياه من مصادرها كالأنهار أو المشاريع الصناعية الكبرى والتي تحتاج فيها الى المياه بكميات كبيرة مثلاً فان قطر الانابيب التي تنقل المياه الى المدن الكبرى تكون 1200 ملم والتي تغذي الأحياء الرئيسة تكون بقطر 1000 ملم.

- أنابيب ذات أقطار متوسطة (400 – 600) ملم

حيث تستخدم هذه الأنواع من الانابيب ضمن شبكات المياه التي توزع المياه في الاحياء السكنية والمناطق الكبيرة ، وتستخدم في الشوارع الرئيسة في داخل المدينة وكذلك للربط بين الخطوط الرئيسة والفرعية . فمثلا الانابيب ذات القطر 500 ملم تكون مناسبة لضمان ضغط وتوزيع متوازن في المناطق الحضرية .

- أنابيب ذات أقطار صغيرة (100 – 300) ملم

تستخدم هذه الأنواع من الأنابيب داخل المنازل والشوارع الفرعية ضمن الاحياء السكنية والمباني الفردية والتوصيلات الصغيرة في المنازل ، ومن أمثلتها الأنابيب بالقطر 150 ملم التي تستخدم لتوصيل المياه للبنايات السكنية ، وذات القطر 100 ملم التي تغذي شبكات المياه الفرعية الصغيرة . هناك أنواع شائعة حسب المادة المصنوعة منها وهي :-

- أنابيب بلاستيكية (HDPE و PVC)

وهي ذات وزن خفيف وسهلة في التركيب وعادة ما تستخدم للانابيب ذات الاقطار المتوسطة والصغيرة .

- أنابيب حديدية (Ductile Iron)

وتتميز هذه الانواع بصلابتها وقوة تحملها للضغط العالي ، لذلك فإنها تستخدم في أنابيب الخطوط الرئيسة والتي تكون أقطارها كبيرة .

- أنابيب خرسانية (Concrete Pipes)

وهذه الانواع تكون جداً مثالية لتلك الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة التي تنقل المياه مسافات طويلة . وبهذا نجد ان كل نوع من الانابيب السابقة الذكر أهميته واستخدامه من حيث حجم القطر ونوع المادة المصنوع منها الانبوب . فالاقطار الكبيرة تضمن نقل المياه بين المناطق الصناعية والدن بفاعلية وكفاءة عالية ، والمتوسطة تؤدي دوراً مهماً بتوصيل المياه للشوارع الرئيسة واحياء المدن السكنية بضغطٍ كافٍ ومناسب ، والصغيرة التي تغذي المنازل والبنايات مباشرة فهي تضمن الصيانة بسهولة عند حصول أي ضرر وكذلك تكون ذات تكلفة منخفضة مقارنة بالانابيب الاخرى . ومن خلال الخريطة (3 . أ) التي تظهر احجام اقطار الانابيب التي تشكل شبكة محطة مياه الوثبة في منطقة الدراسة ، نجد ان هناك 15 نوعاً لأقطار الانابيب حيث تراوحت اقطارها من (100 – 1200) ملم . وعند تحليل تلك الشبكة وجدنا ان توزيع الانابيب صغيرة القطر (100 – 300) ملم تتوزع داخل الاحياء السكنية وشوارعها الفرعية . أما الانابيب الأكبر (400 – 1200) ملم فنجدها عند الشوارع الرئيسة لمنطقة الدراسة وفي الطرق الكبيرة حيث يكون التدفق أكبر للمياه .

4. 3 ارتفاع الوصلات في شبكة الانابيب

وكما يتضح في الخريطة (3 . ب) فإن ارتفاع الوصلات عن مستوى سطح البحر في منطقة الدراسة قد تفاوتت في ارتفاعها بين (75.7 – 34.2) متراً عن مستوى سطح البحر ، وقد ظهرت ثمان فئات لارتفاع الوصلات تم تقسيمها مجموعات ضمت كل منها فئتين للارتفاع وهي كما يلي :

- وصلات مرتفعة جداً

وتضم هذه المجموعة كل من الفئتين (75.7– 61.3) متراً و (61.2 – 54.3) متراً عن مستوى سطح البحر ، حيث ان الفئة (75.7– 61.3) هي الأكثر ارتفاعاً في منطقة الدراسة وهي الأقل توزيعاً فيها، حيث نلاحظها واضحة في ما يقارب ثلث المحلة 115 في حي الجمهورية وما يجاورها في محلة 108 لحي الرشيد ، ومساحات صغيرة جداً لا تكاد تتجاوز الربع كيلومتر في المحلات 112، 114، 110 لحي الرشيد و 107 لحي الجمهورية و116 لحي الأطباء .

أمّا الفئة (61.2 – 54.3) فتكون أعلى منها انتشاراً حيث نجدها في ما يحيط بالفئة الأولى عند المحلات 115 و 107 لحي الجمهورية ، وفي المحلات 108 وجزءٍ قليل جداً من المحلات 104، 106، 110، 112، 114 لحي الرشيد ، وجزءٍ قليل جدا في محلة 116 لحي الأطباء.

- وصلات مرتفعة

وتشمل هذه المجموعة كل من الفئتين (54.2 – 50.1) متراً و(50 – 47) متراً عن مستوى سطح البحر ، وتتوزع هاتان الفئتان في نفس أماكن المجمعة المرتفعة جداً حيث تحيط بها وتمتد الى مسافات اوسع بالإضافة الى تواجدها في محلات أخرى .

حيث نجد ان الفئة (54.2 – 50.1) في ما يحيط المجموعة السابقة عند المحلات 104،106،108،110،112،114 لحي الرشيد حيث نلاحظ اكثر انتشار لهذه الفئة في هذا الحي، كما و تظهر هذه الفئة في المحلة 115 و 107 لحي الجمهورية ، مع مساحات قليلة جدا في كل من المحلة 116 لحي الاطباء و المحلة 101 لحي السعدون و عند نقطتي التقاء حي السعدون بحي ابو نؤاس في المحلة 102.

أمّا الفئة (50 – 47) فنجدها بمساحات اكبر من الفئات السابقة و في نفس المحلات السابقة إلّا انها تأخذ اتساعا لتضم مساحات جديدة من منطقة الدراسة حيث نلاحظ ان هذه الفئة تمتد لتغطي اجزاءً لكل من المحلات 125،127،129 لحي الشيخ عمر و مساحة بسيطة جداً من المحلة 123 و 121 من حي الكيلاني ، بالإضافة الى المحلة 116 لحي الاطباء و محلة 101 لحي السعدون و 102 لحي ابو نؤاس مع تركز كبير في وسط منطقة الدراسة عند كل من حي الجمهورية و حي الرشيد حيث انها تغطي غالبية محلات حي الرشيد بتركز كبير في المحلات 108 و 110 و يجاورها المحلة 115 لحي الجمهورية.

– وصلات متوسطة الارتفاع

أمّا هذه المجموعة بفئتيها (44.4 – 46.9) متراً و (41.8 – 44.3) متراً عن مستوى سطح البحر ، فهي تغطي معضم مساحة منطقة الدراسة بتركز عالٍ عند الوسط شرقي نهر دجلة لتقل كلما اتجهنا نحو الاحياء في اطراف منطقة الدراسة عند كل من حي العلوم و حي الشيخ عمر و حي الكيلاني و حي النضال .

الفئة (44.4 – 46.9) ذات تغطية كبيرة في وسط منطقة الدراسة عند حي الشيخ عمر و حي الكيلاني باتجاه نهر دجلة حيث تظهر عند المحلات 125،127،129،131 لحي الشيخ عمر ، و في المحلة 123 و 121 و جزء قليل من محلة 135 لحي الكيلاني ، و كل من المحلات 117،119،113،107،109 و جزء قليل من مساحة المحلتين 111 و 115 لحي الجمهورية ، كما و تتوزع على نطاق واسع في المحلات 104،106،108،110،112،114 لحي الرشيد ، كما تمتد شمال و جنوب الوسط عند المحلات 102 لحي ابو نؤاس و مساحة قليلة من محلة 101 لحي السعدون و مساحة اقل لمحلة 103 لحي النضال ، و مساحات قليلة لاجزاء من محلة 116 و 120 لحي الاطباء و جزء بسيط من محلة 149 لحي العلوم .

و في ما يخص الفئة (41.8 – 44.3) فقد اخذت بالاتساع اكثر لتغطي مساحات لاكثر عدد من محلات منطقة الدراسة بما يقارب من ثلثي منطقة الدراسة او اقل قليلاً ، حيث نجدها في بعض مساحات المحلات 149 و 147 لحي العلوم و المحلتين 120 و 118 و جزء اكبر من محلة 116 لحي الاطباء . و توجد بمساحة ليست بالقليلة في حي الشيخ عمر عند المحلات 125،127،129،131 و اجزاء بسيطة من محلة 139 و 141 . و في المحلات 121،123 و مساحة اقل لمحلة 133 و 135 و

مساحة قليلة جدا لمحلة 143 لحي الكيلاني ، اما في حي الجمهورية فينحصر وجودها في المحلات 107،109،111،119 و تكون اقل عند المحلة 113 و 117 .

و في حي الرشيد فإن هذه الفئة تكون اقل توزيعاً حيث يكون اكثر تواجد لها في المحلتين 112 و 114 و بنسبة ضئيلةٍ جداً عند المحلات 104،106،108. . في حين نجد لها انتشاراً واسعاً في المحلة 101 لحي السعدون و 102 لحي ابو نؤاس .

- وصلات منخفضة :-

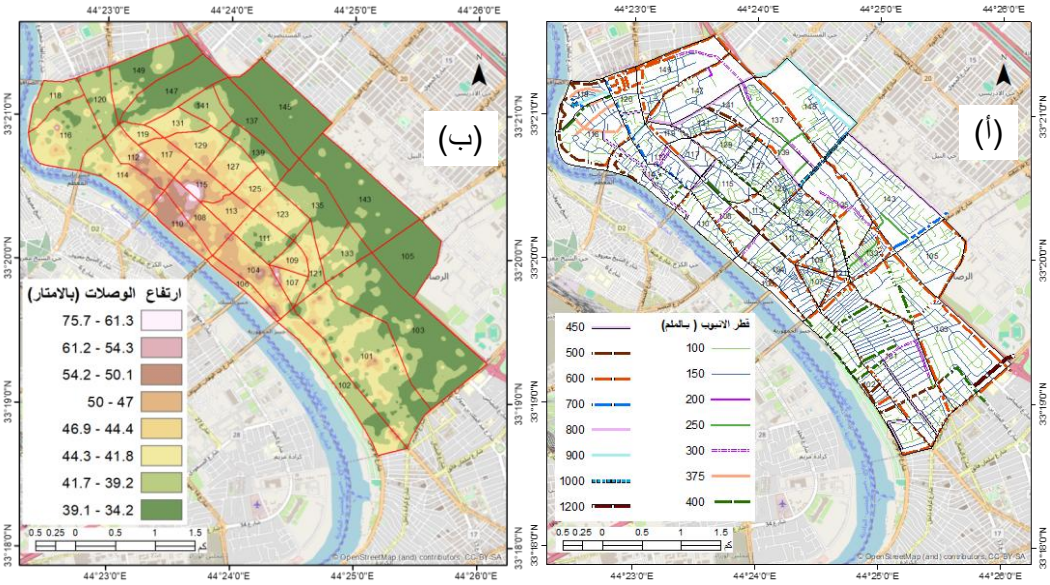
و تتضمن كل من الفئتين الاخيرتين الاقل ارتفاعاً (39.2 – 41.7) متراً و (34.2 – 39.1) متراً عن مستوى سطح البحر ، و هذه المجموعة تشكل نسبة كبيرة من مساحة منطقة الدراسة و تتركز في جميع اطراف منطقة الدراسة ما عدى الجزء الاوسط منها شرق نهر دجلة .

حيث تتوزع الفئة (39.2 – 41.7) في اغلب مساحة حي الاطباء للمحلات 116،118،120 و بعض من مساحة المحلات 147 و 149 لحي العلوم ، و في اغلب مساحة المحلة 141 و 139 و جزء من محلة 131 و 137 و نسبة قليلة من مساحة المحلات 125،127،129 لحي الشيخ عمر ، و في المحلات 135 و 133 و بعض من المحلات 121،123،143 في حي الكيلاني وفي انحاء متفرقة من محلة 103 لحي النضال و مساحة كبيرة من محلة 101 لحي السعدون و 102 لحي ابو نؤاس .

بينما شكلت الفئة (34.2 – 39.1) مساحة كبيرة في الأجزاء الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة من الشمال الى الجنوب ، حيث غطت كل مساحة المحلة 105 و ثلثي المحلة 103 في حي النضال ، و معظم المحلة 143 و 135 و بعض من المحلة 133 و مساحة ضئيلة من المحلتين 121 و 123 لحي الكيلاني . و في معضم المحلتين 145 و 137 و بعض من مساحة محلة 139 و 141 في حي الشيخ عمر ، و في حي العلوم قد غطت ثلثي محلتيها 147 و 137 ، في حين عطت نسبة ضئيلة من مساحة حي الأطباء في المحلات 120، 118، 116.

وقد انحسرت هذه الفئة في كل من حي الجمهورية وحي الرشيد فيما ظهرت ضمن مساحة صغيرة من المحلات 111، 109، 107 لحي الجمهورية . وفي مساحة ضئيلة جداً من محلة 114 و 104 لحي الرشيد . كما كانت لها تغطية قليلة جداً أيضاً في المحلات 101 لحي السعدون والمحلة 102 لحي أبو نؤاس.

خريطة (3) احجام اقطار الانابيب وارتفاع الوصلات في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات أمانة بغداد ، والدراسة الميدانية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

4. 4 كثافة عدد الوصلات في منطقة الدراسة

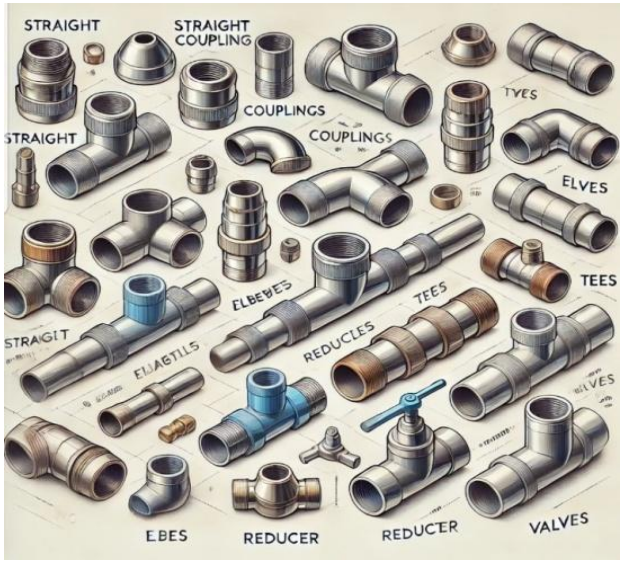
يقصد بالوصلات انها نقاط الربط بين شبكة انابيب المياه، حيث انها تستخدم لربط الانابيب مع بعضها البعض وذلك من اجل تغيير اتجاه الامدادات بوصلات الكوع (Elbows) او وصلات التخفيض (Reducers) وتكون باقطار مختلفة او للتحكم بكمية

التدفق بصمامات (Valves) وكذلك التيهات (Tees) لتقسيم او دمج التدفق وغيرها من الوصلات كما موضح في الصورة (3) حيث نجد انواع الوصلات متعددة الاستخدام في انظمة شبكة مياه الشرب*.

وان زيادة عدد الوصلات في شبكة انابيب المياه تؤثر في زيادة مقاومة تدفق الماء في انابيب الماء مما يؤدي لانخفاض الضغط الهيدروليكي في الانبوب وهذا لفقدان الاحتكاك فلكل وصلة يتم اضافتها عند ربط انابيب المياه تضاف مقاومة اضافية حيث انها تسبب بالتالي اضطرابات تؤدي الى زيادة الفقد الهيدروليكي . كما وقد يزيد احتمال التسرب اذا لم يتم احكامها بصورة صحيحة فيؤدي ذلك الى انخفاض الضغط وبالتالي انخفاض كفاءة امداد مياه الشرب فى الانابيب. وهناك جانب ايجابي من ناحية اخرى لعدد الوصلات فهي مفيدة عندما يتم اجراء صيانة لأي مقطع من الانابيب جراء تلفها او تعرضها للكسر فسيكون من السهل اغلاق صمامات تدفق المياه والعمل على اصلاح الانابيب المتضررة او استبدالها والاهم ان يعاد وصلها بإحكام للحيلولة دون حدوث تسرب1.

فكلما زادت الوصلات كلما انخفض الضغط الهيدروليكي في الانبوب بسبب زيادة الاحتكاك و المقاومة الناتجة عن وجود الوصلات . فبطبيعة الحال فإن المساحات التي تتوزع فيها الخدمات وتزداد فيها اعداد السكان وتركزهم، تحتاج الى الكثير من الوصلات لغرض ايصال امدادات الماء وتلبية طلب السكان والمرافق المختلفة وهذا يحتاج الى انواع متعددة من الوصلات حيث تحتاج مثلا الى وصلات لتغيير اتجاه الانبوب لكي تغطي الطلب لجميع الخدمات

صورة 3 . انواع الوصلات المستخدمة في شبكة مياه الشرب



المصدر : بالاعتماد على الموقع :- https://gahzly.com

ومن خلال ملاحظة الخريطة (4 .أ) والتي توضح نطاقات عدد وكثافة الوصلات في الكيلومتر المربع الواحد لمنطقة الدراسة ، حيث نجد ان أعداد الوصلات تظهر بشكر بؤرة مركزية في منتصف منطقة الدراسة بأعلى كثافة وتبدأ تلك الكثافات بالتناقص بالابتعاد عن مركز منطقة الدراسة ، وتم تحليل الخريطة بتصنيف تلك الكثافات الى اربع مجموعات تضم كل منها فئتين وهي :-

- الكثافة العالية جدا :

وتشمل الفئتين (1080-949) والفئة (948-817) حيث تشكل الفئة (1080-949) بؤرة مركزية في منتصف منطقة الدراسة في حي الكيلاني عند المحلة 123 وحي الشيخ عمر عند المحلة 125 وحي الجمهورية في المحلتين 111 و 113 .

* - معلومات تم الحصول عليها من خلال مقابلة الباحثة مع احد مهندسي مشروع ماء الوثبة (ابو عسل)

1 - Longan Flange. (n.d.). What are the different types of pipe fittings Retrieved December 4, 2024, from https://www.longanflange.com

فيما تتوزع الفئة (817–948) حول الفئة الاولى (949–1080) باعداد اقل ، فنجدها في المحلة 125 لحي الشيخ عمر، وفي المحلة 121و 123 ومساحة قليلة جدا من غرب محلة 135 لحي الكيلاني ، وفي المحلات (109,111, 113) لحي الجمهورية . وهذا يؤدي الى احتمالية انخفاض الضغط في هذا النطاق من منطقة الدراسة.

- الكثافة العالية :

وتتضمن هذه المجموعة الفئتين (686 –816) والفئة (554 –685) اللتان تغطيان النطاق المحيط بالمجموعة الاولى ذات الكثافة العالية جدا ، حيث تغطي الفئة (686 –816) المحلات 125 و 127 لحي الشيخ عمر والمحلتين 135 و 121 لحي الكيلاني، وفي المحلات 111و 113 وجزء قليل جدا من محلة 115 لحي الجمهورية، وفي حي الرشيد بجزء قيلل جدا من المحلة 104.

أما الفئة (554 –685) فهي تغطي النطاق المحيط بالفئة (686 –816) حيث تأخذ بتغطية مساحة أوسع في المحلات 121 و 133 و 135 لحي الكيلاني ، والمحلتين 127 و139 لحي الشيخ عمر ، وفي حي الجمهورية المحلات 107 و 113 و 115 ، وفي حي الرشيد عند المحلة 104 وجزء قليل من المحلة 108 ، وجزء قليل جدا من المحلتين 103 في حي النضال و101 في حي السعدون .

- الكثافة المتوسطة :

وتشمل هذه المجموعة الفئتين (423 – 553) و (291 – 422) وتشكل هاتان الفئتان مساحة أوسع لمنطقة الدراسة . حيث تغطي الفئة (423 – 553) جزءا قليلا جدا من المحلة 116 في حي الاطباء ، والمحلات 139 و127 و 129 وجزء قليل من المحلة 137 لحي الشيخ عمر ، والمحلات 135 و 133 وجزء قليل من محلة 143 لحي الكيلاني ، وفي المحلات 112 و 108 و 104 لحي الرشيد ، والمحلات 117 و115 و 107 وجزء قليل من المحلة 113 لحي الجمهورية ، وجزء من محلة 103لحي النضال و 101 لحي السعدون .

فيما تتوزع الفئة (291 –422) في نطاق اوسع لتغطي مساحة اوسع لمنطقة الدراسة ، حيث تغطي مساحة كبيرة من حي السعدون في المحلة 101 وفي حي النضال في المحلة 103 و105 ، وفي المحلات 143و135 لحي الكيلاني وفي حي الشيخ عمرفي المحلات (139,141, 137, 131, 129)، وحي الرشيد في المحلات (104, 106, 108, 110, 112, 114) ، وحي الاطباء في المحلتين 116 و 120 ويغطي حي العلوم في المحلتين 149 و 147 وجزء من حي ابو نؤاس في المحلة 102.

- الكثافة المنخفضة :

وتشمل الفئتين (160 –290) و (27 – 159) وتغطي هذه المجموعة اجزاءا من اقصى اطراف منطقة الدراسة في جزئها الشمالي والجنوبي. حيث تشكل الفئة (160 –290) كل من حي الاطباء في المحلات (120, 118, 116) وحي العلوم في المحلتين 147 و 149 ، وحي الشيخ عمر في المحلات (141, 137, 145) وحي الكيلاني في المحلة 143 وحي الرشيد في المحلات (114, 110, 106) وحي النضال في المحلتين 103 و 105 وابو نؤاس في المحلة 102 وجزء قليل من حي السعدون 101 . في حين تغطي الفئة الاخيرة مساحات واضحة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة ففي حي العلوم في المحلتين 147 و149 وحي الشيخ عمر في المحلتين 137و 145 وجزء قليل من حي الكيلاني للمحلة 143 وفي حي النضال في المحلة 105 وجزء قليل من المحلة 103 وجزء قليل من حي ابو نؤاس . كما وتغطي حي الاطباء في المحلات 118و116 في شمال غرب منطقة الدراسة .

4. 5 كثافة اطوال الانابيب في منطقة الدراسة

ان كثافة انابيب المياه تختلف من حيث توزيعها بحسب الاماكن ونوع الخدمات الموجودة فيها والتي على اساسها يتم امدادها بالاطوال والكثافة المناسبة لحاجة المستهلكين ومن خلال تفحص امدادات الانابيب في منطقة الدراسة نجد ان كثافة اطوال الانابيب وكثافتها تختلف من مكان الى اخركما يظهر في خريطة (4. ب) تبين توزيع شبكة انابيب مياه الشرب في منطقة المشروع والتي تظهر فيها كثافة اطوال الانابيب بالمتر لكل كيلومتر مربع ، حيث تم تصنيفها من اعلى كثافة لاطوال الانابيب الى اقلها واشتملت على ثمان فئات ، بلغت الفئة الاولى وهي الاعلى كثافة (2,940 – 3,250)م/كم² والموضحة باللون الازرق الغامق ثم تبدا الفئات بالانخفاض حتى تصل الى الفئة (663 – 986) م/كم² باللون الاصفر.

ومن اجل تحليل خريطة توزيع كثافة اطوال الانابيب بصورة دقيقة تم تصنيف تلك الفئات الى اربعة مجموعات:-

-الكثافة العالية جدا:

وتشمل هذه المجموعة الفئتين (2,940 – 3,250) م/كم² والموضحة باللون الازرق الغامق والفئة (2,610 – 2,930) م/كم² باللون الازرق .

ونلاحظ ان اعلى كثافة كانت في الجزء الاوسط الشمالي لمنطقة الدراسة والتي بلغت (2,940 – 3,250)م/كم² ، في اجزاء من المحلة 147 في باب المعظم (حي العلوم) وذلك لكثافة توزيع الخدمات السكنية والتجارية والمؤسسات الحكومية (الجامعات والمدارس والمستشفيات) والاسواق ومرآب باب المعظم اي انه مركز حيوي وكذلك الحال في اجزاء المحلات 141 و131 في حي الشيخ عمر.

وتوجد ايضا اعلى كثافة لتوزيع اطوال انابيب مياه الشرب في الجزء الاوسط الجنوبي من منطقة الدراسة حيث نجدها في شمال المحلة 103 في حي النضال وجنوب المحلة 133 في حي الكيلاني حيث ان كونها ذات خدمات تجارية وسكنية وصناعية جعلها مركزا حيويا ايضا لذا فهي تحتاج امدادات كبيرة من المياه لتغطي الطلب من مياه الشرب .

وبهذا نجد هنا منطقتين لأعلى الكثافات باطوال الانابيب والممثلة باللون الازرق الغامق في الجزء الاوسط الشمالي والاوسط الجنوبي لمنطقة الدراسة وتشكلان معا شريطا مركزيا ممتدا من شمال الى جنوب منطقة الدراسة وكلما ابتعدنا عن هذا المركز في كل الاتجاهات الى اطراف منطقة الدراسة تبدأ كثافة اطوال الانابيب بالانخفاض تدريجياً بالابتعاد الى اطراف منطقة الدراسة .

اما الفئة الثانية (2,610 – 2,930) فقد شملت النطاق المحيط بالفئة الاولى الاعلى كثافة ايضا في الجزء الاوسط الشمال منطقة الدراسة والجزء الاوسط في جنوب منطقة الدراسة ، حيث غطت جزءا من المنطقة الوسطى الشمالية للدراسة امتدادا الى المنطقة الوسطى الجنوبية منها . حيث شكلت هذه الفئة مساحة كبيرة من المحلة 147 في حي العلوم / باب المعظم ، وجزء كبير من المحلة 141 و131 لحي الشيخ عمر وكذلك شملت هذه الفئة اجزاء من المحلات 149 لحي العلوم و119 لحي الجمهورية لتمتد بعد ذلك الى المحلات 129و 137 وغالبية المحلة 139 وجزء قليل جدا من المحلة 127 لحي الشيخ عمر.

كان هذا بالنسبة للمنطقة الوسطى الشمالية لمنطقة الدراسة امتدادا الى الجنوب حتى وسطها، اما بالنسبة للمنطقة الوسطى الجنوبية ، فقد غطت هذه الفئة مساحة واسعة من احيائها في حي السعدون محلة 101 وحي النضال في محلة 103وحي الكيلاني في المحلات 133 و135 و 121 وجزء قليل من المحلات 143 و 123 ، وجزء من المحلة 109 في حي الجمهورية .

حيث تشكل هاتان الفئتان شريطا لأعلى كثافة اطوال انابيب لمياه الشرب يمتد من وسط منطقة الدراسة من الشمال الى الوسط في جنوبها، ويحيط به نطاقات الفئات الاقل كثافة تدريجيا كلما ابتعدنا عن وسط منطقة الفئة الاولى (2940–3250)، كونها نطاق حيوي للمدينة تتوفر فيها اغلب الخدمات سكنية وتجارية وصحية وصناعية وتعليمية وترفهية ..الخ . وكلما ابتعدنا عن هذا الشريط المركزي لمختلف الاتجاهات تقل الخدمات عددا ونوعا وبذلك يقل الطلب على انابيب المياه فيها الا في حالات غير نظامية مثل السكن العشوائي .

- الكثافة العالية :

وتشمل الفئتين (2,290– 2,600) م/كم² باللون الازرق الفاتح والفئة (1,970–2,280)م/كم² باللون الازرق المائل الى الاخضر. وتغطي هذه الفئة المحلات المحيطة بفئتي المجموعة الاولى ذات الكثافة العالية جدا حيث تشمل المحلات من الشمال الى الجنوب في حي العلوم المحلة 147و 149 وحي الاطباء المحلة 120 وحي الجمهورية في المحلات 119و117و115 واجزاء قليلة من المحلات 113و111و109و107. وفي حي الشيخ عمر في المحلات(145,141,139,137,131,129,127,125)، وفي حي الكيلاني في المحلات(143,135,133,123,121) .اما في حي النضال ففي المحلات 105و103 وحي السعدون في المحلة 101. فيما ضمت الفئة (1,970 –2,280) النطاق المحيط بالفئة السابقة (2,290– 2,600) وتشمل من الشمال الى الجنوب في حي العلوم المحلتين 149و147 بمساحة صغيرة ،وحي الاطباء في المحلة 120 و 116 ، وحي الشيخ عمر في المحلة 145 وحي الرشيد في محلة 112وجزء من المحلة 108 و104 وحي الجمهورية في المحلات (107,109, 111, 113, 115, 117) وجزء قليل جدا من محلة 119. في حي الكيلاني المحلة 143 وحي النضال المحلتين 105 و 103 وحي السعدون المحلة 101 وحي ابو نؤاس المحلة 102.

- الكثافة المتوسطة :

وتشمل الفئتين (1960–1640) م/كم² باللون الاخضر والفئة (1630–1320) م/كم² باللون الاخضر الفاتح حيث انها تشمل النطاق المحيط بالمجموعة الثانية ذات الكثافة العالية وتحيط باغلب اطراف منطقة الدراسة من الشمال الى الجنوب.

تغطي الفئة (1960–1640) حي الاطباء في المحلات 118 و 116 ومساحة صغيرة من المحلة 120، وفي حي العلوم جزء قليل جدا من المحلة 149 ، وفي حي الشيخ عمر المحلة 145 ، وحي الجمهورية في المحلات (112,114,108,104) وجزء قليل من ملحة 110. وفي حي الكيلاني المحلة 143 وحي النضال في المحلتين 103و 105وحي السعدون المحلة 101 وحي ابو نؤاس محلة 102 .

أما الفئة (1630–1320) تغطي نسبة اقل من الفئة حيث تكون في حي الاطباء المحلتين 118 و 116 وحي الشيد في المحلات (114,110,106)، وفي حي الجمهورية المحلة 108 و104 ، وحي ابو نؤاس وحي السعدون وحي النضال ، وجزء قليل جدا من المحلة 143 و145 لحي الشيخ عمر .

- الكثافة المنخفضة :

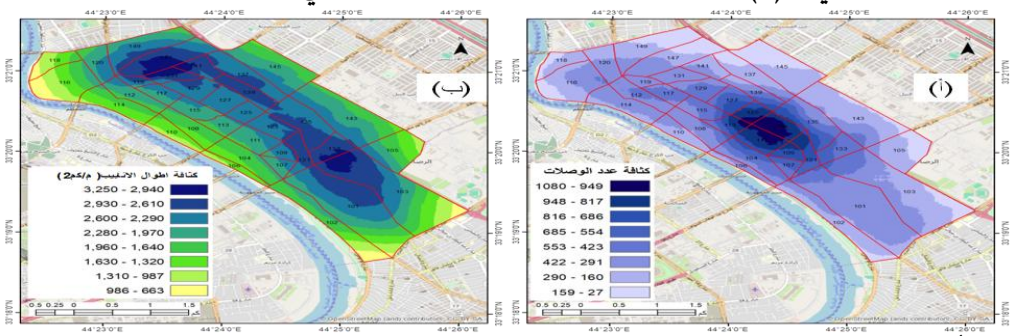
وتشمل الفئتين (1310–987) م/كم² باللون الاخضر المائل الى الاصفر والفئة (986–663) م/كم² باللون الاصفر. وهذه المجموعة تغطي اقصى اطراف منطقة الدراسة وتختفي الفئة الاخيرة في اغلب اطرافها .

نجد الفئة (1310–987) تغطي مساحات من المحلات 118 و 116 في حي الاطباء ، وفي المحلات 110 و 106 في حي الرشيد ، وحي ابو نؤاس والسعدون والنضال . اما الفئة الثانية (986–663) وهي الاخيرة ، فنجدها في اقصى غرب حي الاطباء في المحلتين 118 و 116 وفي اقصى جنوب حي ابو نؤاس واقصى جنوب المحلة 103 في حي النضال .

ومما سبق نجد ان الامدادات قد زادت كثافتها في المناطق ذلت الوظائف المتعددة في حين انها بدأت بالانخفاض كلما اتجهنا الى اطراف منطقة الدراسة.

تم قياس ضغط الماء الراسي صيفا وشتاءا في مواقع العينات ذاتها للوقوف على التغير المكاني والزماني للضغط في شبكة مياه المشروع وكما مبين في الجدول (2).

خريطة (4): كثافة عدد الوصلات وكثافة اطوال الانابيب في منطقة الدراسة



المصدر: أمانة بغداد ، دائرة ماء ومجاري بغداد ، شعبة التصاميم الهندسية ، والدراسة الميدانية باستخدام برنامج ArcGIS 3.3.2.

جدول (2): مواقع عينات قياس ضغط الماء الراسي (بوحدة البار) في شبكة مشروع ماء الوثبة

رقم العينة	خط طول	دائرة عرض	ضغط الماء الراسي شتاءً	ضغط الماء الراسي صيفا
1	44.4197	33.3234	0.42	0.22
2	44.422	33.3212	0.32	0.1
3	44.4171	33.3221	0.3	0
4	44.4112	33.3225	0.2	0.1
5	44.4086	33.3253	0.1	0.05
6	44.4318	33.3199	0.55	0.05
7	44.4302	33.3222	0.53	0
8	44.4262	33.3257	0.6	0.1
9	44.4062	33.3308	0.52	0.2

0.65	0.75	33.3351	44.4208	**10**
0.1	0.2	33.3279	44.4042	**11**
0.5	0.52	33.3321	44.4001	**12**
0.6	0.75	33.3309	44.4007	**13**
0.42	0.1	33.3361	44.3959	**14**
0.25	0.1	33.3319	44.4053	**15**
0.01	0.22	33.336	44.3956	**16**
0.21	0.1	33.3385	44.404	**17**
0.45	0.65	33.3419	44.3906	**18**
0.1	0.08	33.3403	44.401	**19**
0.3	0.58	33.3415	44.3889	**20**
0.05	0.05	33.3438	44.3955	**21**
1	1	33.3471	44.3792	**22**
0.4	0.45	33.3445	44.391	**23**
2	2	33.351	44.3751	**24**
0.4	0.45	33.3466	44.388	**25**
1.25	1.25	33.3489	44.3843	**26**
0.78	0.2	33.3363	44.4113	**27**
0.6	0.4	33.3384	44.4041	**28**
0.6	0.4	33.3365	44.408	**29**
0.6	0.08	33.3406	44.4013	**30**
0.45	0.65	33.3447	44.398	**31**
0.7	0.8	33.3463	44.3994	**32**
0.55	0.75	33.3468	44.3995	**33**
0.4	0.62	33.3449	44.3974	**34**
0.8	0.48	33.3446	44.3952	**35**
0.8	0.32	33.3357	44.4115	**36**
0.5	0.75	33.3426	44.4073	**37**
0.7	0.8	33.3444	44.4075	**38**
0.8	0.8	33.3489	44.4012	**39**
0.6	0.9	33.3475	44.3994	**40**
0.5	0.55	33.349	44.3995	**41**
0.4	0.55	33.3366	44.4234	**42**
0.4	0.8	33.3494	44.4047	**43**
0.45	0.9	33.3493	44.4096	**44**
0.65	1	33.3521	44.3872	**45**
0.11	0.65	33.3517	44.3869	**46**
0.21	0.1	33.357	44.3888	**47**
0.25	0	33.3529	44.3879	**48**
0.8	0.87	33.3547	44.3426	**49**

المصدر : الدراسة الميدانية باستخدام مقاييس ضغط الماء

4. 6 ضغط الماء الراسي صيفا

تظهر الخريطة (5 . أ) ضغط الماء الرأسي في انابيب المياه لمنطقة الدراسة خلال موسم الصيف، ومن المعلوم ان ضغط الماء يكون اقل في موسم الصيف منه في موسم الشتاء بسبب زيادة الطلب على المياه لارتفاع درجات الحرارة صيفاً وحاجة المستهلكين للماء لمختلف الاغراض في الشرب والاستخدامات المنزلية الاخرى ، حيث يكون الاستهلاك اكثر .

من خلال تحليل خريطة توزيع ضغط الماء الرأسي في انابيب المياه بوحدة قياس ضغط الماء (بار) تم الحصول على قراءات لعدد من العينات في منطقة الدراسة والتي تتراوح (2–0)بار وتم جمع تلك البيانات وتحديدها ب8 فئات ،ويمكن تقسيم منطقة الدراسة من حيث تلك الفئات الى مجموعات بحسب مقداد الضغط الرأسي للمياه :–

- الضغط العالي جداً

وتشمل هذه المجموعة الفئتين (2–1.76) بار و (1.75–1.41) بار وتكون الفئة الاولى (2–1.76) عند محطة ماء الوثبة في المحلة 118و 116 لحي الاطباء وكذلك الفئة (1.75–1.41) فتكون بالقرب من الفئة الاولى لنفس المحلتين 118و116 لحي الاطباء.

- الضغط العالي

وهنا تصنف هذه المجموعة ضمن الفئتين (1.11 – 1.4) بار و (0.851 – 1.1) بار والتي يكون فيها ضغط الماء الرأسي عالياً لكن بنسبة أقل من الفئتين الاولى والثانية ، حيث تكون ابعد عن محطة الضخ الرئيسية ويتم تفرع الشبكة لخدمة اعداد اكبر من المستهلكين وهذا يؤدي الى تغير متوقع في مقدار الضغط فنجد في هذه المجموعة الفئة الاعلى وهي (1.11 – 1.4) حيث تكون في أطراف المحلة 118 وجزء من محلة 116 و 120 لحي الاطباء .

أمّا الفئة (0.851 – 1.1) فشملت المحلتين 116 و 120 لحي الاطباء وكذلك اطراف المحلات المحاذية لحي الاطباء كل من المحلتين 149 و147 لحي العلوم واطراف المحلات 112 و 114 لحي الرشيد والمحلة 119 لحي الجمهورية .

- الضغط المتوسط

ويقع ضمن هذه المجموعة كل من الفئتين (0.551– 0.85) بار و (0.351– 0.55) بار واللتان تتوزعان لتغطيان اكبر مساحة من منطقة الدراسة ، حيث نجد الفئة (0.551– 0.85) في اطراف محلات حي العلوم القريبة من حي الاطباء في المحلتين 147 و149 وفي حي الاطباء عند المحلة 120 والاجزاء الشمالية من المحلات 112 و114 وجزء من محلة 106 لحي الرشيد ، والطرف الشمالي لمحلة 119 واجزاء قليلة من المحلتين 109 و 111 لحي الجمهورية .

كما ونجد هذه الفئة في المحلات 137 و139 وجزءٍ من المحلات 145، 141 ، 129، 127 لحي الشيخ عمر . واغلب المحلات 143، 135، 121 وجزءٍ من محلة 123 لحي الكيلاني. وجزءٍ من محلة 105و 103 لحي النضال .

أمّا الفئة (0.551– 0.85) فتغطي أغلب محلات منطقة الدراسة حيث يلاحظ لها تغطية كبيرة في المحلات 147 و149 لحي العلوم ومحلة 145، 125، 127، 129، 131 وأجزاء من المحلات 137، 139، 141 لحي الشيخ عمر . وفي المحلات 119، 117، 115، 111، 109 وأجزاء من المحلات 113 و 107 لحي الجمهورية . كما وغطت المحلات 112 و 114 وأجزاء من المحلات 108، 110، 104، 106 لحي الرشيد .

وتوزعت في اجزاء قليلة للمحلات 143، 135، 133 واغلب محلة 121 و 123 لحي الكيلاني وجزءٍ من محلة 105 و 103 لحي النضال والقليل من محلة 101 لحي السعدون .

- الضغط المنخفض

ويتضمن هذا القسم من منطقة الدراسة كل من الفئتين (0.181 – 0.35) بار و (0.0 – 0.18) بار وتشمل مساحة قليلة نسبياً من منطقة الدراسة وتقع اغلبها في أبعد نقطة عن محطة الماء .

نجد نطاق تغطية الفئة (0.181 – 0.35) في أجزاء من المحلات 105 و103 لحي النضال وفي جزءٍ من حي السعدون ، وفي محلة 107 و113 وجزءٍ من محلة 109 و 115 لحي الجمهورية ، وفي المحلة 108 و110 وجزءٍ من محلة 104 والقليل من حلة 106 و114 لحي الرشيد ، واجزاء من محلة 149 والقليل من محلة 147 لحي العلوم .

أمّا الفئة الأخيرة والاقل ضغطاً (0.0 – 0.18) فنجدها في اقصى جنوب منطقة الدراسة في المحلة 103 لحي النضال و 101 لحي السعدون و102 لحي أبو نؤاس وجزءٍ من محلة 106 و 110 لحي الرشيد.

يعزى انخفاض الضغط فيها الى البعد الملحوظ عن منطقة ضخ المياه وأيضاً الى أسباب تتعلق بسوء الاستخدام من قبل المستهلكين والتغير في اتجاهات الامدادات بصورة غير نظامية بسبب توسع البناء بحيث تغطي مساحات غير مخطط لها ضمن ما يخدمه المشروع، مما يؤدي الى اختلال الضغط وكذلك استخدام اجهزة كهربائية لسحب الماء مما يحرم باقي المستهلكين من الحصل على متطلباتهم من المياه وهذا قد اضطر اغلب المستهلكين الى اقتناء العديد من تلك الاجهزة بقدرة سحب مختلفة وخاصة في فصل الصيف .

أمّا في فصل الشتاء فقد تم جمع بينات الدراسة الميدانية ضمن العينات نفسها حيث تم ملاحظة ارتفاعٍ نسبي في مقدار الضغط الرأسي للماء في الشبكة، وهذا يعود بالدرجة الأولى لانخفاض درجات الحرارة مما ينعكس على حجم الطلب من قبل المستهلك مقارنة بفصل الصيف الذي يزداد فيه الطلب على المياه .

4-7 ضغط الماء الراسي شتاءا

تظهر الخريطة (5 . ب) نطاق توزيع ضغط الماء الرأسي شتاءا حيث تم تحديد 8 فئات فيها يتراوح الضغط الرأسي فيها بين (0.00111–2) بار، ولغرض تحليل خريطة التوزيع لهذه الفئات تم تصنيف منطقة الدراسة الى مجاميع ضمت كل منها فئتين وهي :-

- الضغط العالي جداً

ضمت هذه المجموعة الفئة (1.67 – 2) بار و (1.33 – 1.66) بار حيث غطت هذه المجموعة المحلة المقام عليها مشروع ماء الوثبة وما يحيطها ويتميز الضغط فيها بأنه عالٍ جدا .

بالنسبة للفئة (1.67 – 2) فإنّها تظهر في نفس محلة المشروع 118 وفي جزءٍ قليل من محلة 116 لحي الأطباء حيث تكون تفرعات الشبكة أقل ما يكون بالنسبة لبقية منطقة الدراسة والضغط فيها لم يتعرض الى مسببات تخلخل الضغط سابقة الذكر، وتشمل هذه الفئة مساحة قليلة تتحدد بموقع المشروع وما يحيطه من محلات قريبة .

أمّا الفئة (1.33 – 1.66) فهي الأخرى تغطي نسبة قليلة جداً من منطقة الدراسة تتحدد بالمناطق المحيطة بالفئة الأولى حيث نجدها في جزءٍ من المحلتين 116 و 118 لحي الأطباء .

- الضغط العالي

تنضوي ضمن هذه المجموعة كل من الفئتين (1.06 – 1.32) بار و (0.841 – 1.05) بار وهنا تكون الضغوط الرأسية للمياه أقل منها في الفئتين الأولى والثانية ، حيث تأخذ الشبكة بالتوسع ونجد هاتين الفئتين تجاوران المجموعة الأولي ذات الضغط العالي جداً.

الفئة (1.06 – 1.32) تغطي أجزاء من المحلتين 116 و 118 لحي الأطباء، وفي نقطة إلتقاء كل من المحلات 120 لحي الأطباء و 149 و 147 لحي العلوم و119 لحي الجمهورية و112 لحي الرشيد .

أمّا الفئة (0.841 – 1.05) فنجد لها تغطية أوسع في المحلات 120 و 116 والقليل من 118 لحي الأطباء ، وكذلك هناك تغطية لهذه الفئة في المحلة 145 لحي الشيخ عمر .

- الضغط المتوسط

وتشمل كل من الفئتين (0.637 – 0.84) بار و(0.457 – 0.636) بار وهنا تكون الضغوط الرأسية للماء أقل ، حيث تغطيان مساحة أكبر من منطقة الدراسة بسبب اتساع الشبكة وتفرعها لخدمة أعداد أكبر من المستهلكين والمشاكل التي يمكن أن تتعرض لها تلك الشبكة جراء الاستخدام الخاطئ وتعرض الشبكة الى التخريب والخ من الاسباب .

تكون الفئة (0.637 – 0.84) ذات تغطية أكثر من مجموعة الضغط العالي و العالي جداً حيث نجدها في المحلات 145، 139، 137 وأجزاء من المحلات 141، 129، 127 والقليل من محلة 131 لحي الشيخ عمر، وفي المنطقة المحيطة بفئات الضغط

العالي عند المحلة 120 لحي الأطباء، والمحلات 149 و 147 لحي العلوم وفي المحلات 119 لحي الجمهورية و112 و 114 لحي الرشيد وفي مساحة محدودة عند التقاء المحلتين 143 لحي الكيلاني و 105 لحي النضال .

أمّا الفئة (0.457 – 0.636) فلها التغطية الأكبر لمنطقة الدراسة وتكون أغلبها في الجزء الشرقي من الشمال الى الجنوب ن مع تركز في شمال الوسط الغربي لمنطقة الدراسة . فتكون تغطيتها من الشمال في المحلات 147 وجزءٍ من محلة 149 لحي الأطباء وفي المحلات 131، 129، 127 والقليل من مساحة المحلات 141، 139، 125 لحي الشيخ عمر ، وفي المحلة 119 و 117 والقليل جداً من مساحة محلة 107 لحي الجمهورية ، وأيضاً في محلة 112 و 114 والقليل من مساحة المحلات 106، 104، 108، 110 لحي الرشيد .

كما وتغطي هذه الفئة كل من المحلة 143 وجزءٍ من المحلتين 133 و 135 لحي الكيلاني ، وفي المحلتين 105و 103 لحي النضال .

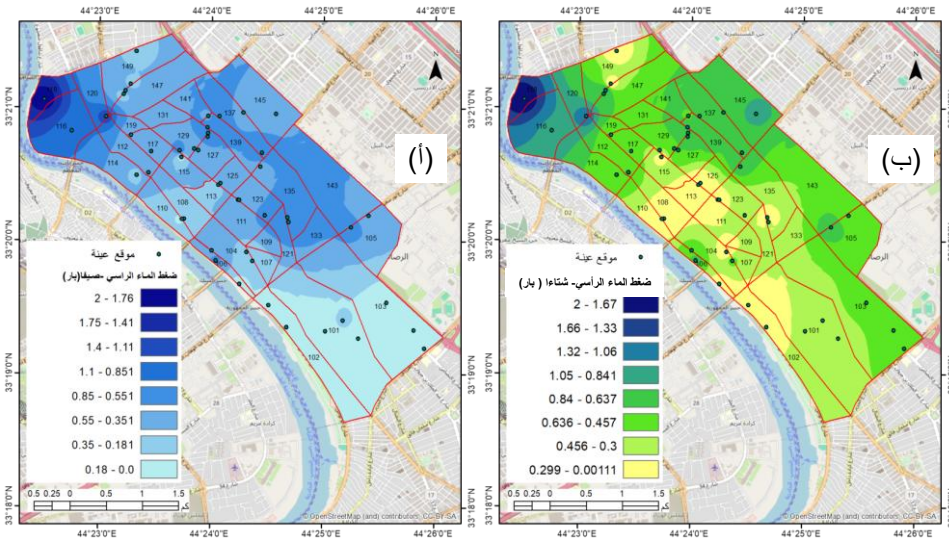
- الضغط المنخفض

تشكل هذه المجموعة نسبة ليست بالقليلة حيث انها تغطي ما يقارب من ثلث منطقة الدراسة وتتضوي ضمن هذه المجموعة كل من الفئتين (0.3 – 0.456) بار و (0.00111 – 0.299) بار وتتركز في الجزء الغربي ووسط منطقة الدراسة حيث تم تسجيل أقل قراءات للضغط الرأسي للماء في شبكة توزيع المياه للمشروع واحدى أسباب انخفاض الضغط هي تضرس المنطقة وارتفاعها في بعض الأجزاء لمنطقة الدراسة .

نطاق تغطية الفئة (0.3 – 0.456) يكون في محلة 149 وجزءٍ من محلة 147 لحي العلوم ، وفي المحلات 115، 111، 109، 107 وجزءٍ قليل من محلة 117 لحي الجمهورية. كما وتظهر هذه الفئة عند المحلة 104 وجزء من المحلات 106، 108، 110 لحي الرشيد ، وفي المحلات 125، 127، 129 بتركز قليل جداً لحي الشيخ عمر ، وفي حي الكيلاني في المحلات 135، 133، 123، 121 بتركز كبير جداً. وفي المحلة 101 لحي السعدون بمساحة كبيرة منها وما يجاورها أيضاً في المحلة 103 لحي النضال والمحلة 102 لحي أبو نؤاس .

أمّا الفئة الأخيرة (0.00111 – 0.299) فقد ظهرت في الوسط باتجاه غرب منطقة الدراسة في أجزاء من مساحة المحلات 135 ، 123، 121 لحي الكيلاني ومساحة كبيرة من محلة 113 وفي محلة 111 والقليل من المحلات 107 ، 109، 115 لحي الجمهورية ، وفي محلة 101 لحي السعدون والمحلة 102 لحي أبو نؤاس . كما وغطت جزءا كبيراً من المحلتين 108 و 110 وجزء من محلة 104 و 106 لحي الرشيد، كما ونجدها بطرف بسيط جدا لمحلة 129 في حي الشيخ عمر، واخيرا في المحلة 149 والقليل من محلة 147 لحي العلوم .

شكل (5): التوزيع المكاني لضغط الماء الرأسي :أ). فصل الصيف، ب). فصل الشتاء.



المصدر: أمانة بغداد ، دائرة ماء ومجاري بغداد ، شعبة التصاميم الهندسية ، والدراسة الميدانية باستخدام برنامج ArcGIS 3.3.2.

5 الاستنتاجات

بعد تحليل النتائج الجدولية والخرائط توصلت الدراسة الى جملة استنتاجات منها ان للمواصفات الهندسية لانابيب الشبكة والمتمثلة باقطار الانابيب والوصلات ونوع مادة الصنع للانابيب واطوالها دورا مؤثرا في تحديد كفاءة الشبكة وتوزيع ضغط الماء الراسي في المحلات التي تخدمها الشبكة . ان للارتفاع والطوبوغرافية تاثيرا سلبيا على ضغط الماء ، حاصة اذا كانت المدينة فيها تضاريس متباينة الارتفاع بالمقارنة مع ارتفاع محطات الضخ . ان استخدام القياسات الميدانية بواسطة مقاييس لضغط الماء الراسي مهمة جدا في دراسة التحليل المكاني ولتقييم شبكة مياه الشرب في اي مدينة. اثبتت الدراسة وجود اختلاف واضح في ضغط الماء خلال موسمي الصيف والشتاء وذلك لزيادة الطلب على المياه خلال موسم الصيف اكثر بكثر منه خلال موسم الشتاء وهذا بدا واضحا من خلال القياسات التي اجريت اثناء الدراسة الميدانية . ان للمسافة بين محطة الضخ والمحلات المتغذية منها اثرا واضحا في انخفاض الضغط كلما زادت المسافة بقعل الاحتاك الحاصل اثناء جريان الماء في انابيب باقطار مختلفة وعدد اكبر من الوصلات والتعرجات التي تواجه الماء وصولا الى المكان المطلوب. ان وجود المناطق التجارية والعمارات السكنية والخدمية والمدارس تاثيرا على ضغط الماء وكفاءة الشبكة وهذا ظهر جليا في المنطقة التجارية والخدمية في منطقة الشورجة وشارع السعدون حيث تنتشر العمارات السكنية بكثرة فيها.

References

Alaggio, J. B. (2025). Assessment of criticality in water distribution networks via complex network theory. . *Processes, 13(2)*, , 408.

Berger, M. &. (2010). how to address water use in life cycle assessment? *Water footprinting,2(4)*, 919-944.

Burgschweiger, J. G. (2009). Optimization models for operative planning in drinking water networks. . *Optimization and Engineering, 10 (1)*, 43 -73.

Capt, T. M. (2021). Urban water demand: Statistical optimization approach to modeling daily demand. . *147 (2)*, 40-05.

Finkbeiner, M. J. S., Finkbeiner, M. J. S. (2010). how to address water use in life cycle assessment? . *Water footprinting, 2(4)*, 919-944.

González, L. &. (2022). Analysis of Drinking Water Distribution Networks Based on Changes in Population Density and Topological Characteristics. *Paper presented at the World Environmental and Water Resources Congress 2022.*

House-Peters, L. A. (2011). Urban water demand modeling: Review of concepts, methods, and organizing principles. *47(5).*

Huy, D. T. (2022). Design of water supply networks for water transfer to the urban area Case study: Balikpapan city. *Balikpapan city*, 251-254.

Jacobs, H. &. (2009). Evaluation of minimum residual pressure as design criterion for South African water distribution systems. *35(2)*.

Kanakoudis, V. &. (2010). Results of an urban water distribution network performance evaluation attempt in Greece. . *7(5)*, 267-285.

Koç, C. B. (2020). A study on assessing the urban growth, population, and water resources of Bodrum Peninsula,. *Turkey,192*, 1-12.

MOISE, B. K. (2022). *INTEGRATING GIS AND HYDRAULIC MODELING FOR SUSTAINABLE DESIGN OF WATER DISTRIBUTION NETWORKS: A CASE STUDY OF THE CITY OF BUKAVU IN DR CONGO.* PAUWES,.

Shrivastava, V. J. (2018). Application of GIS for the design of potable water distribution system in IIRS. *4*, 87-94.

Strijdom, J. (2016). *Evaluation of minimum pressure head during peak flow as design criterion for water distribution systems.* . Stellenbosch:: Stellenbosch University.

Teichmann, M. K. (2020). Modeling and optimization of the drinking water supply network—A system case study from the Czech Republic. *Sustainability, 12(23)*, 9984.