مشروع تحسين إدارة شبكة المياه لقرى غيل الحالكة - م/حضرموت
" باستخدام نظم المعلومات الجغرافية :(GIS) دراسة تطبيقية "

عمر سالم المحمدي* امين سعيد باحميش**

عبدالله صالح الشهابي***

الملخص

تناولت هذه الدراسة التطبيقية التي استخدمت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحسين إدارة شبكات توزيع المياه في قرى غيل الحالكة، محافظة حضرموت، وقد أظهرت تحسنًا ملحوظًا في كفاية إدارة هذه الموارد المائية.. فقد أسهمت هذه التقنيات في تحديد نقاط الضعف في الشبكة بدقة، كما قدمت حلولا مبتكرة لتحسين أدائها، مما أدى إلى تقليل الفاقد في المياه وتحسين تغطية الخدمة. تؤكد الدراسة على أهمية دمج التقنيات الحديثة والمشاركة المجتمعية لتحقيق إدارة مستدامة للموارد المائية، خاصة في المناطق الريفية والحضرية، وقد وضعت الدراسة قاعدة بيانات شاملة لجميع مكونات الشبكة، مما يمهد الطريق لتطوير خطط مستقبلية لتحسين الخدمات المتقدمة، معتمدة على مجموعة من الحقائق الآتية:

- **فعالية GIS:** أثبتت الدراسة أن GIS أداة قوية لتحليل شبكات المياه وإدارة الموارد المائية بشكل فعال .
- **تحسين الأداء:** أدى تطبيق GIS إلى تحسين أداء شبكة المياه من خلال تقليل الفاقد بنسبة (25%) وتطوير خطط صيانة أكثر فعالية .
- **الأثر المجتمعي:** أسهم المشروع في تحسين جودة الحياة للمواطنين من خلال توفير مياه نظيفة وبشكل مستدام .
- **الاستدامة:** يؤكد النجاح الذي حققه المشروع أهمية دمج التقنيات الحديثة والمشاركة المجتمعية لتحقيق إدارة مستدامة للموارد المائية .
- **أهمية قاعدة البيانات:** تسهم قاعدة البيانات الشاملة في دعم عملية اتخاذ القرار وتحسين التخطيط المستقبلي.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية GIS، شبكات المياه، جودة المياه، غيل الحالكة، حضرموت.

المقدمة:

تُعدّ المياه من أهم العناصر الحيوية لِحياة الإنسان، فهي ضرورية للشرب والاستخدام المنزلي والنظافة، وإمداد الصناعات، وريّ الأراضي، ومن ثم فهي مُكون أساسي لِحياة الإنسان واستمرارية وجوده على وجه الأرض، وقد جاء في القرآن الكريم على أهمية الماء باعتباره أساس الحياة وجوهر الوجود، إن في قوله تعالى "وجعلنا من الماء كل شيء حي" دلالة واضحة وصريحة على أهمية الماء لاستمرار الحياة.

لقد تم اقتراح برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة لبناء معلومات عن الأنظمة

* أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية ـ كلية الآداب ـ جامعة حضرموت.

** مهندس مدني في مؤسسة المياه بساحل حضرموت.

*** مدير قسم إدارة نظم المعلومات الجغرافية بمكتب الهيئة العامة بساحل حضرموت.

والشبكات المستخدمة لتوفير خدمات التنمية الريفية أكثر يسرا ومفيدة، والتي يبدو أنها مناسبة بشكل خاص لنظم المعلومات الجغرافية تشتمل شبكات توزيع المياه (Borrough,1986,)، وفي هذه سيتم استخدام نظام معلومات جغرافية لمشروع إدارة شبكات إمدادات المياه في قرى غيل الحالكة. (ماجد أبو شرخ، 2015م، ص320).

مشكلة الدراسة:

تعاني منطقة الدراسة وهي غيل الحالكة (البطح ـ الركبة . غيل الحالكة . يرود) محافظة حضرموت – اليمن من نقص في خدمات شبكة المياه، على الرغم من توافر مصدر المياه وهو ينابيع العيون الطبيعية في وادي غيل الحالكة، وعدم استغلالها بمشاريع استثمارية لِتكون مياهاً صالحة للشرب وخالية من الأمراض التي تسبب أضرارًا صحية وبيئية على سكان المنطقة.

يُعاني الوضع الحالي لِشبكة المياه العامة والناقلة للمياه في منطقة غيل الحالكة من قدمها في بعض مناطق التجمعات السكانية، مما يؤدي إلى تلوّث المياه وارتفاع نسبة التسرب في معظم أجزائها، كما أن معظم الأسر تستخدم الطريقة التقليدية في نقل وِتوفير المياه من مصدر المياه إلى مساكنهم.

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة الى تحليل أحد شبكات البنية الاساسية "Geometric Network" وهي مشروع امتدادات شبكة المياه للمنطقة بوساطة المسح بالطرق الحديثة إلى جانب استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS كأداة فعالة لمساعدة المختصين في مجال تصميم وإدارة شبكات توزيع المياه التي لا تصلها المياه بالخالص، وقد تم التركيز على القرى المستهدفة في غيل الحالكة.

تهدف هذه الدراسة إلى توفير شبكات مياه لكي:

- تُلبي احتياجات السكان: من خلال توفير كميات كافية من المياه الصالحة للشرب.
- تُحسّن الصحة العامة: من خلال تقليل أخطار الأمراض التي تنتج عن تلوّث المياه.
- تُساهم في التنمية الاقتصادية: من خلال دعم الأنشطة الزراعية والصناعية.
- تُحافظ على البيئة: من خلال تقليل هدر المياه وتلوّثها.

اهمية الدراسة:

تأتي أهمية الدراسة لاستخدامها تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في دراسة شبكات المياه والمسح والرفع الطبوغرافي للمنطقة باستخدام الاجهزة المساحية، إلى جانب إعادة وتأهيل وتوسعة شبكة المياه، وتطوير وصيانة محطات حقول المياه (العيون) في القرى المستهدفة في منطقة غيل الحالكة.

منطقة الدراسة:

إن القرى المستهدفة في الدراسة هي (البطح، الركبة، غيل الحالكة، يرود) وهي قرى متقاربة

من بعضها وتقع جميعها على امتداد مجرى الوادي من الغرب الى الشرق، أي على طريق منطقة غيل الحالكة (وهو طريق ترابي عمل حديثاً من العيون إلى راس حويرة) التي تتبع حدودها ادارياً في مديرية غيل باوزير، وتقع في الجزء الشمالي من مدينة المكلا عاصمة محافظة حضرموت بمسافة تقدر بـ (95.93) كيلومتر.

منهجية الدراسة: ولتحقيق أهداف الدراسة اعتمد الباحثين على عدد من المناهج أهمها: المنهج الوصفي، والمنهج التحليلي، إلى جانب استخدام أسلوب الدراسة الميدانية المسحية للمنطقة، كما اعتمدت الدراسة على شرح الطرق المستخدمة لِجمع البيانات وتحليلها وهي كالآتي:

1- جمع البيانات :

- جمع بيانات جغرافية عن المنطقة باستخدام صور الأقمار الصناعية.
- مسح ميداني لشبكات المياه الحالية.
- جمع بيانات عن جودة وكمية المياه.
- إجراء مقابلات مع سكان المنطقة.

2- تحليل البيانات :

- تحليل قاعدة بيانات جغرافية متكاملة.
- تحليل حالة الشبكة وتحديد المشكلة.
- تقييم جودة المياه، وتحليل استهلاك المياه.

3- تصميم الحلول :

- تصميم نظام معلومات جغرافية لإدارة الشبكة.
- اقتراح حلول لتحسين كفاءة الشبكة وتوسعتها.

4- التنفيذ والتقييم :

- تنفيذ الحلول المقترحة.
- متابعة وتقييم الأداء.

أدوات الدراسة:

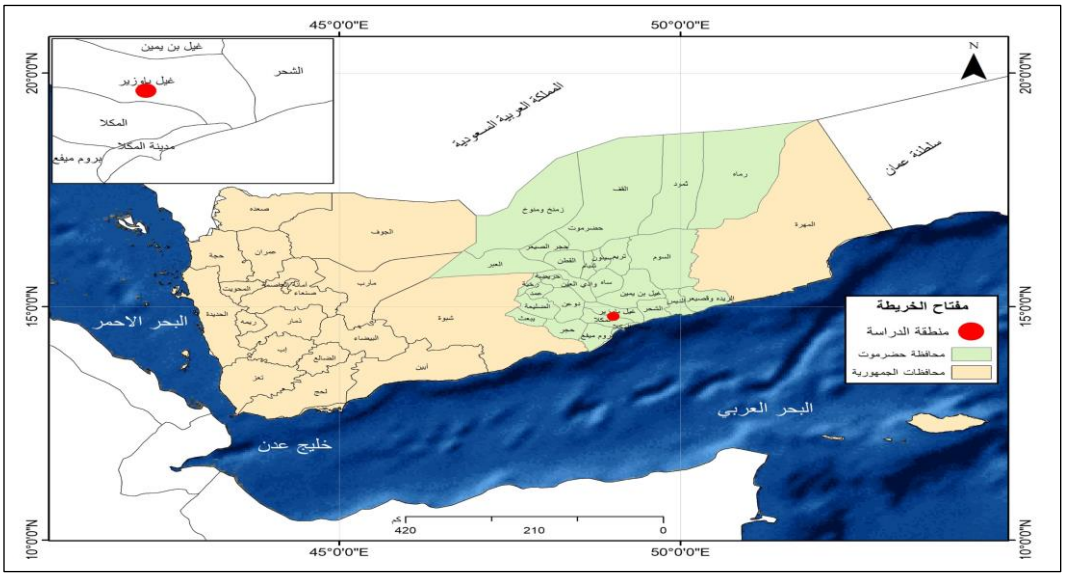
- عدد من البرامج هي (GIS)‘(Auto CAD)، (WaterCAD)، (Google Earth)
- برامج تحليل البيانات، وأجهزة GPS، ومعدات وأدوات قياس جودة المياه.

1: عرض جغرافي لأبرز الخصائص الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة:

1-1: الخصائص الجغرافية الطبيعية:

1-1-1: الموقع:

تقع جغرافياً قرى غيل الحالكة هي (البطح، الركبة، غيل الحالكة، يرود) في مديرية غيل باوزير، إلى الشمال من مدينة المكلا عاصمة محافظة حضرموت – اليمن، وتقع إحداثياً عند تقاطع دائرة العرض (14.8947°) شمال خط الاستواء ومع خط طول (48.8662°) شرقاً.



المصدر: باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.0)

خريطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة لحضرموت – اليمن

1-1-2: الموضع:

يقصد بالموضع المكان الذي أُنشئت فيه قرى غيل الحالكة وتطورت عليه على مدى عمرها، خلال مراحل نشأتها المورفولوجية في نموها وتطورها، التي أخذت تتوسع أطرافها نحو ضفاف وادي غيل الحالكة الذي يصب في مجرى وادي حويرة نحو منطقة شحير في البحر العربي.

1-1-3: التضاريس ومظاهر السطح:

إن السطح التضاريسي لمنطقة الدراسة يتميز بالجبال والهضاب والأودية، وقرى غيل الحالكة تقع على امتداد حواف مجرى الوادي من الغرب الى الشرق وهو أحد روافد وادي حويره العليا، ويعتبر من الأودية الساحلية المنحدرة من هضبة حضرموت الجنوبية، ويحد المنطقة سلسلة جبلية ممتدة شمالاً وجنوباً ويبلغ ارتفاعها ما بين (600–1300) متر عن مستوى سطح البحر، وتحليل وضعية خطوط الكنتور ونقاط مناسيبها ذات الفاصل الراسي ما بين (10– 50–100) متر يعطي دقة أكثر في منطقة الدراسة لخطوط الأساس وارتفاعاتها التي تبدأ من مستوى سطح البحر، لأن درجات انحدار الأرض أو انبساطها تؤثر في الاتجاهات المكانية لنمو المنطقة وبشكل مباشر على ضخ وتوزيع امتدادات شبكة المياه لكل مبنى سكني.

1-1-4: المناخ:

إن مناخ منطقة الدراسة يقع تحت تأثير المناخ الحار صيفاً ومعتدل البرودة شتاءً، كما يتبين المتوسط الشهري لدرجة الحرارة ما بين (25°م–29°م) خلال الأشهر (ديسمبر–

فبراير) و(30°م – 35°م) خلال الأشهر (مايو– يوليو)، وأحياناً تتساقط الأمطار في فصلي الصيف والخريف وتكون متذبذبة وغير منتظمة في هطولها قد تقل أو تزيد من عام إلى آخر، ولغزارة الأمطار تأثير كبير على درجة الاستفادة منها سواءً كانت إيجابية أم سلبية على المنطقة، مثل ما حصل في اعصار شابالا 2016م، وتنحصر الاستفادة منها في تغذية ينابيع العيون والخزان الجوفي عبر الأودية المنتشرة في المنطقة.

1-1-5: مصادر المياه:

يعتبر الماء المصدر الأول لحياة كل كائن على سطح الأرض وباعتبار منطقة غيل الحالكة كائناً حياً تنمو وتتوسع وتزداد كثافتها السكانية، ومن ثم زيادة حاجتها إلى الماء الذي يتناقص باستمرار نتيجة لمحدودية مصادر التغذية وزيادة الطلب عليها والمتمثلة في الآتي:

1-1-5-1: الأمطار:

إن تساقط الأمطار عادة خلال موسمين شبه منتظمين هما موسم الربيع (مارس– إبريل) وموسم الصيف (يوليو–أغسطس)، ويتميز موسم الأمطار بأنه غير منتظم وبمعدل سنوي يصل إلى (66.5) ملم، وقد سجل أعلى هطول في عام 1989م بواقع (112) ملم، وتتجمع مياه مجرى وادي غيل الحالكة نحو منطقة العيون، الذي يصب في وادي حويرة باتجاه منطقة شحير في البحر العربي.

1-1-5-2: مياه الينابيع (العيون):

يعتبر من مصادر المياه الرئيسية التي تتغذى فيها منطقة الدراسة ويتم فيها تجميع المياه عبر مجاري أو قنوات طبيعية (سواقي) في خزانات ثم تنقل بوساطة الأنابيب أو بوساطة الضخ إلى خزان علوي أو أرضي حسب الحاجة ومن ثم توزع الى بيوت الأهالي لمدة عدد من الساعات في اليوم الواحد، كما إن الأهالي يساهمون بدفع مبلغ رمزي يقدر ما بين (500– 1000) ريال آخر الشهر مقابل تكاليف خدمات تشغيل المياه من مضخات وغيرها.

1-2: الخصائص الجغرافية البشرية: تشمل الآتي:

1-2-1: الواقع السكاني:

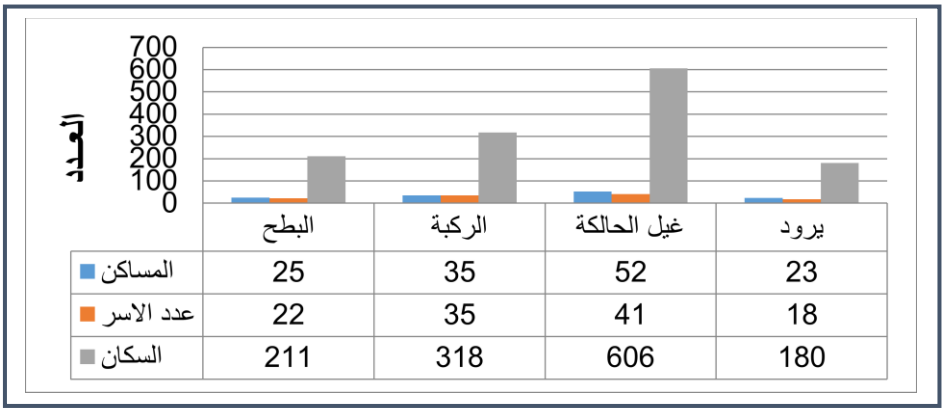
بلغ التقدير السكاني الحالي للقرى المستهدفة في منطقة غيل الحالكة وهي (البطح، الركبة، غيل الحالكة، يرود) بحسب الدراسة الميدانية بتاريخ 2016/2/7م حوالي (1315) نسمة، حيث يشكل عدد الذكور منها (645) بنسبة (49%)، وبلغ عدد الإناث (670) نسمة وبنسبة (51%) من إجمالي السكان في منطقة الدراسة، كما هو مبين في الجدول الآتي:

جدول (1) يوضح عدد المساكن والأسر والسكان في منطقة الدراسة بحسب نتائج الدراسة الميدانية لعام 2016م

اسم المنطقة	اسم التجمع	المساح/ بالهكتار	عدد المساكن	عدد الأسر	عدد الذكور	عدد الإناث	المجموع	نسبة السكان	الكثافة السكانية نسمة / كم2	ترتيب التجمعات بحسب الكثافة
غيل الحالكة	البطح	9.8	25	22	101	110	211	%16	22	الثالث
	الركبة	6.6	35	35	153	165	318	%24	48	الثاني
	غيل الحالكة	10.5	52	41	295	311	606	%46	58	الاول
	يرود	3.7	23	18	96	84	180	%14	49	الرابع
الإجمالي		**30.7**	**135**	**116**	**645**	**670**	**1315**		**43**	
نسبة الذكور والإناث من إجمالي عدد السكان					**%49.05**	**%50.95**			**100%**	

المصدر: نتائج الدراسة الميدانية بحسب استمارة المسح بتاريخ 2016/2/7م.

نستنتج من الجدول رقم (1) اعلاه أن عدد السكان في تجمع غيل الحالكة كان في المرتبة الأولى بنسبة (46%)، يليه تجمع الركبة بنسبة (24%) ومن ثم تجمع البطح بنسبة (16%)، وتجمع يرود بنسبة (14%)، وبلغ عدد مساكن التجمعات المستهدفة (135) مسكن، بينما بلغت عدد الأسر (116) أسرة، بينما بلغ الاجمالي الكلي لعدد السكان في منطقة الدراسة (1315) نسمة منهم (645) ذكور و(670) إناث، وبكثافة سكانية (43) نسمة/ كم^2. بينما قد بلغ إجمالي عدد السكان (649) نسمة في تعداد 2004م. وعدد مساكنها (103) مسكن.



المصدر: جدول رقم (1)

شكل (1) يوضح عدد المساكن والأسر والسكان في منطقة الدراسة

1-2-2: المؤشرات السكانية المستقبلية:

إن أبرز التغيرات في التخطيط المستقبلي لشبكة المياه في القرى المستهدفة هو حجمها السكاني المتوقع من خلال الاعتماد على الاسقاط لمعدل النمو السكاني لتعداد عام 2004م وحتى سنة الهدف.

ومن أجل تقدير ذلك تم احتساب عدد السكان للقرى المستهدفة للمشروع ولكل قرية كثافة سكانية معينة وتستعمل الكثافة السكانية غالباً كمؤشر لطابع أي منطقة سكنية لخدمة التخطيط والتنمية، وقد تم اعتماد الكثافة السكانية القائمة على حجم سكان القرى المستهدفة بحسب التعداد السكاني لعام 2004م المقدر بـ (649) نسمة، وعام 2016م المقدر بـ (1315) نسمة، وسوف يكون الخيار المعتمد المستقبلي لحجم السكان للقرى المستهدفة الى سنة الهدف 2035م حوالي (4567) نسمة، كما هو موضح في الجدول الآتي:

جدول رقم (2) تقدير مستقبل تطور حجم السكان والكثافة السكانية للقرى المستهدفة حتى عام 2035م

المنطقة	القرى	2004			2016			2035		
		عدد السكان	المساحة (هكتار)	الكثافة	عدد السكان	المساحة (هكتار)	الكثافة	عدد السكان	المساحة (هكتار)	الكثافة
غيل الحالكة	البطح	90	3.58	25.13	211	9.84	21.44	755	12.75	59.12
	الركبة	180	3.52	51.13	318	6.60	48.18	1137	9.23	123.2
	غيل الحالكة	299	6.04	49.50	606	10.32	58.72	2167	14.36	150.9
	يرود	80	1.61	49.68	180	3.73	48.25	508	5.35	94.95
الإجمالي		**649**	**14.75**	**44**	**1315**	**30.49**	**43.12**	**4567**	**41.69**	**109.5**

المصدر: نتائج الدراسة الميدانية للقرى الريفية بحسب استمارة المسح بتاريخ 2016/2/7م.

إن أبرز المؤشرات التي يمكن استنباطها من الجدول رقم (2) أعلاه والتي ستكون من بين أبرز مرتكزات بناء النموذج للمشروع المقترح لشبكة المياه في القرى المستهدفة ان يكون مستقبلاً قدرة استيعابية سكانية حيث تبلغ معدل الكثافة السكانية فيها (109.5) نسمة/ للهكتار، وذلك نتيجة للانخفاض المضطر في السكان والتي يقابلها زيادة أو اتساع في مساحة الأرض في القرى الريفية في منطقة الدراسة لذلك فإن مساحة الأرض واسعة بغض النظر عن الزيادة في المعدلات الانجابية الطبيعية للأسر السكانية الريفية وما تحتاجه هذه الأسر من العمل في الإنتاج الزراعي ولكن مقابلها زيادة في معدلات النزوح السكاني من الريف إلى المدينة.

ويعتبر من بين أبرز التحديات التي تواجه هذا المشروع التخطيطي لشبكة المياه هو انخفاض معدلات النمو السكاني مقابل رقعة مساحة الأرض المتاحة مستقبلاً للقرى الريفية في منطقة الدراسة، وخلال المدة الزمنية المحددة للعمر التصميمي للمشروع المقترح ما بين (20–30) سنة الذي يتوقع أن يصل حجم سكان القرى في المنطقة إلى حوالي (4567) نسمة عام 2035م.

1–2–3: الوضع القائم لشبكات المياه:

تعد الشبكات المستخدمة حالياً في هذه القرى من الشبكات غير الصحية وغير الصالحة للاستخدام لا من حيث تركيبة المياه ولا النظافة ولا حتى حالة الشبكات الناقلة لهذه المياه، حيث توجد بعض مصادر المياه (العيون) في أسفل الوديان وهي غير محمية ومعرضة للجرف في أثناء مرور السيول، مما يؤدي إلى قطع المياه عن هذه القرى في كل مرة تهطل فيها الأمطار والسيول، كذلك يتم تجميع المياه من العيون والخزانات الأولية عبر مجاري طبيعية (سواقي) مكشوفة وغير مغطاة مما يعرضها للأوساخ والأتربة، كما أن خزانات تجميع المياه مبنية بطريقة بدائية من الحجر الملبس بالإسمنت وغير مسقوفة أي مغطاة بألواح من صفائح الزنك، مما يؤدي إلى تجميع الأتربة والأوساخ وترسبات مياه الخضراء الذي تعرف بنمو الطحالب البلاكتونية في هذه الخزانات(*).

أما بالنسبة لشبكة أنابيب نقل المياه فهي شبكة قديمة ومكسرة وغير صالحة نتيجة لتكدس الأملاح مما يؤدي إلى تسرب المياه، وهذا كله أدى إلى إصابة الكثير من أهالي هذه القرى بأمراض الكلى والترسبات.

1–2–4: حساب معدلات الاستهلاك لحقول المياه:

مناطق غيل الحالكة منذ نشأتها كانت تعتمد على نقل المياه بالطرق البدائية القديمة، وفي وقتٍ قريب مع تزايد التجمعات السكانية والطلب على المياه ازداد العمل في توسيع مصادر المياه (العيون)، في بعض القرى التي تنقل إليها المياه عبر قنوات مكشوفة (السواقي) لتنتهي إلى خزانات رئيسية مكشوفة وغير مغطاة تتجمع فيها المياه، سواء كان للاستخدام البشري أو الزراعي.

وبعد ذلك توالى تمديد خطوط المياه كالسواقي وبناء الخزانات الأرضية للمياه (المكشوفة والمغلقة) وغيرها، ذات الأقطار والإحجام المختلفة لكي تتناسب مع احتياجات المستهلكين من كميات المياه في مختلف القرى، ومن خلال هذه الدراسة تم التركيز على استصلاح وكفاية امتدادات وتحسين شبكة المياه وتوزيعها في القرى المستهدفة بحيث تغطي معظم احتياجات السكان مستقبلاً، كما يوجد في حدود المنطقة ومحيطها حالياً عدَّة محطات أو حقول العيون الجارية لضخ المياه، بالإضافة إلى مجموعة من الخزانات الأرضية للمنشآت المائية في القرى الريفية المستهدفة كما هو موضح في الجدول رقم (3) الاتي:

جدول رقم (3) عدد حقول المياه ومعدلات إنتاجها واستهلاكها في قرى غيل الحالكة لعام 2016م

الحقـول المنتجة للمياه	إنتاج الحقل متر مكعب	نسبة إنتاج الحقل إلى الإجمالي %	معدل إنتاج الحـــقل (الينـابيع المياه)					قيمة استهلاك الكهرباء بالريال
			في الشـهر متر مكعب	في اليوم متر مكعب	في الساعة متر مكعب	في الدقيـقة متر مكعب	في الثانية لتر	
حقل عين البطح	1036800	28.57	86400	2880	120	1.20	2	0
حقل عين الركبة	784800	21.42	64800	2180	90	0.90	1.5	0
حقل عين غيل الحالكة	1296000	35.71	108000	3600	150	1.50	1.5	0
حقل المتنه/يرود	518400	14.28	43200	1440	60	0.60	1	0
الإجمالي لعام 2016	**3636000**	**100**	**302400**	**10100**	**420**	**4.2**	**7**	**0**

المصدر: نتائج الدراسة الميدانية للقرى الريفية المستهدفة للمشروع في تاريخ 2016/2/7م.

إن أبرز المؤشرات التحليلية التي يمكن استخلاصها من الجدول رقم (3) اعلاه للتوزيع المكاني لحقول وشبكة المياه في المنطقة يمكن إجمالها بالآتي:

1- أن معظم محطات الحقول او الينابيع المنتجة للمياه البالغ عددها (4) حقول للمياه وتتركز مكانياً في القري المستهدفة هي (البطح والركبة وغيل الحالكة ويرود)، ويشكل إنتاج تلك الينابيع للمياه على التوالي في عين البطح نسبة تقدر بـ (28.57%)، وحقل الركبة بـ (21.42%)، وحقل المتنة بقرية يرود بـ (14.28%) من الإنتاج الإجمالي للمياه في منطقة الدراسة، أما عين قرية غيل الحالكة وهي تجهز بالمياه من حقلها التي تقدر نسبته (35.71%).

2- تتجمع معظم المياه في منطقة الدراسة في عدة خزانات ارضية (تجميع وتوزيع) موزعة في مختلف القرى (البطح والركبة وغيل الحالكة) وتقدر كمية الاستهلاك للمياه في منطقة الدراسة بحوالي (3636000) متر/ مكعب خلال سنة 2016م، بمعدل (10100) متر/ مكعب يومياً، ومعدل استهلاك الفرد من المياه ما بين (60-80) لتر في اليوم الواحد.

1-2-5: الأنشطة الاقتصادية:

تتنوع الأنشطة الاقتصادية للسكان وفقاً لتنوع مصادر الدخل وتتمثل أهم الأنشطة التي تمارس في منطقة غيل الحالكة هي:

1-2-5-1: الإنتاج الزراعي:

تمثل الزراعة أهم الأنشطة الاقتصادية، ويعتمد البعض من سكانها على الزراعة مصدر دخل لهم، ويسهم في تأمين احتياجاتهم، وأهم

المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة التمور والحبوب كالقمح والذرة والخضروات والتبغ، وتبلغ مساحة الاراضي الزراعية المستغلة حوالي (11.59) هكتار، وتعتمد معظم المزارع على مياه العيون، وبعضها على آبار ارتوازية في ريها في أدنى الوادي، أما بالنسبة للمساحات الزراعية الكبيرة مثل الزراعة البعلية (الشروج) تروى على مياه الأمطار، وإن هذه الأراضي الزراعية في الفترة الأخيرة قد تأثرت بالسيول الكبيرة الجارفة التي جرفت جزء منها مثل أشجار النخيل وغيرها وهذا أدى بدوره إلى تدني مستوى دخل الفرد في المنطقة.

1-2-5-2: الإنتاج الحيواني:

يولي سكان القرى الريفية اهتماماً كبيراً وغير عادي بالإنتاج الحيواني لكونه مصدراً مهماً للدخل بحكم وجود المراعي والنباتات الطبيعية بالإضافة إلى امتلاكهم المزارع والعمل بالفلاحة، وبحسب الدراسة الميدانية التي نفذت تبين أن بعض سكان هذه المناطق يربى أعداداً هائلة من الثروة الحيوانية بأنواعها المختلفة (المواشي) وهي في تزايد مستمر وتعتبر من المهن المربحة بالنسبة لهم.

1-2-5-3: تربية النحل:

تشتهر منطقة غيل الحالكة مثل غيرها من المناطق المجاورة كوادي دوعن بتربية النحل وإنتاج العسل نظراً، لوجود الغطاء النباتي الكثيف الذي يغطي معظم الوادي وجباله ومن أهم هذه الأشجار شجرة السمر والسدر وشجيرات أخرى، كل هذا دفع الكثير من الأهالي إلى امتهان عمل النحالة سوى من المنطقة أو من خارجها بسبب تزايد الطلب على العسل الحضرمي في الأسواق المحلية والخارجية.

1-2-5-4: الصناعة والحرف:

يعُد العمل الحرفي المهني من أهم الأعمال التي تتوجه إليها المجتمعات البسيطة وتجمع منطقة غيل الحالكة مثل غيرة من التجمعات لديه الكثير ممن يعمل في هذا المجال، تلعب المرأة دوراً كبيراً ومهماً في حياة المجتمعات الريفية، حيث تقوم بمشاركة الرجل في أعمال الزراعة ورعي الأغنام والعمل الحرفي المهني فالبعض تعمل في الخياطة وغيرها.

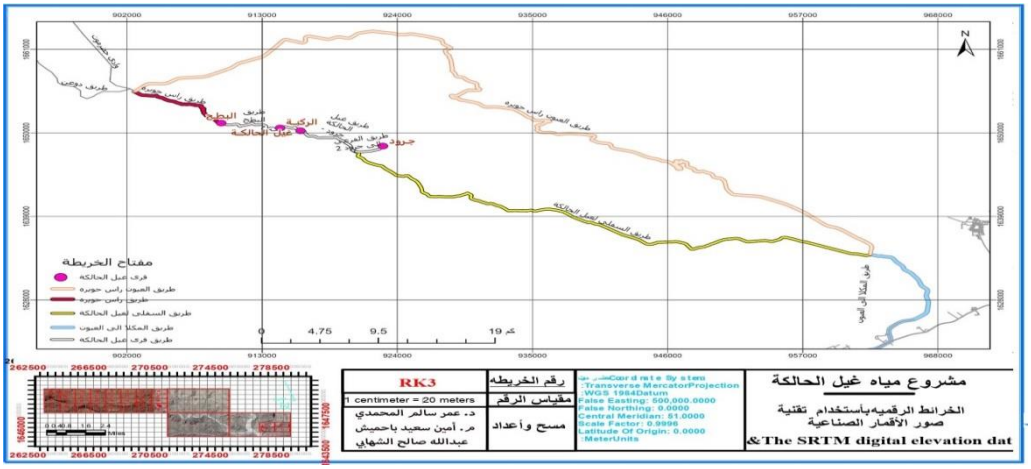
1-2-6: شبكة الطرق:

انطلاقاً من أن الطرقات أحد الركائز الرئيسية واللازمة للمجتمع وأحد أهم جوانب البنية التحتية، وكما أنها تسهم في تحقيق النشاط الاقتصادي والاجتماعي للمجتمع، فلها تأثيراتها وانعكاساتها عليه، فمنطقة الدراسة تعاني من عدم توافر الطرقات المعبدة، بل تفتقرها وقد أثرت تأثيراً مباشراً على حياتهم اليومية في مختلف المجالات وتعيق حركة التنقلات فيما بينهم، ولها آثارها السلبية المباشرة على المجالات الزراعية والتجارية على وجه الخصوص بالإضافة إلى تأثيراتها على الحياة العامة ككل، ويبلغ مسافة طول شبكة الطرق إلى منطقة الدراسة ما بين (146.51 – 95.93) كيلومتر كما هو مبين في الجدول الآتي:

جدول رقم (4) يوضح وصف الطرق وأطوالها الى قرى غيل الحالكة

الرقم	نوع الطريق	خطوط شبكة الطرق	أطوال الطرق / بالكيلومتر	الخصائص الفنية للطرق
1	طريق رئيسي (العلوي)	المكلا – العيون – راس حويره	136.88	اسفلتي
2	طريق رئيسي (العلوي)	المكلا – العيون – راس حويره – غيل الحالكة	146.51	اسفلتي+ ترابي/ ممهده
3	طريق رئيسي (السفلي)	المكلا – العيون – غيل الحالكة	95.93	اسفلتي+ ترابي/ ممهده
4	طريق ثانوي	راس حويره – غيل الحالكة	18.51	ترابي / ممهده
5	طريق فرعي	البطح – الركبة	6.71	ترابي / ممهده
6	طريق فرعي	الركبة – غيل الحالكة	2.17	ترابي / ممهده
7	طريق فرعي	غيل الحالكة – يرود	8.41	ترابي / ممهده

المصدر: مستخلص من قاعدة البيانات لبرنامج (Arc GIS 10.0)



خريطة رقم (2) توضح شبكة الطرق في منطقة الدراسة

إن أبرز المؤشرات التحليلية التي يمكن استخلاصها من الجدول رقم (4) أعلاه للتوزيع المكاني لشبكة الطرق إلى قرى غيل الحالكة يمكن إجمالها في ثلاث أنواع للطرق وهي (رئيسي وثانوي وفرعي) وهي كالآتي:

1- الطريق الرئيسي (العلوي) خط (المكلا – العيون – راس حويره – غيل الحالكة) بمسافة (146.51) كيلومتر وهو خط مسفلت ومريح، ولكن يعتبر أطول مسافة على المسافر.

2- الطريق الرئيسي (السفلي) خط السير (المكلا – العيون – غيل الحالكة) بمسافة

(95.93) كيلومتر، غير مسفلت ولكن أقصر في المسافة على المسافر.

3- الطريق راس حويرة – غيل الحالكة وهو غير مسفلت، ولكن أقرب في المسافة، بغض النظر عن شدة انحدارها إلى الاسفل بين الأودية الجبلية، ولكن هذه الطريق تلعب دوراً كبيراً في حالة تعثر أو إغلاق عقبة عبدالله غريب بإحدى القاطرات من جراء الحوادث المرورية.

ونستنتج من ذلك أن أطول مسافة للطرق من مدينة المكلا إلى منطقة الدراسة تصل إلى (146.51) كم، وأقل مسافة للطرق تصل إلى (95.93) كم، أما مشروع شق الطريق وتمهيده في منطقة غيل الحالكة وهو حديث النشأة وذو مسافة كبيرة نفُذ على نفقة رجل الأعمال من أبناء المنطقة الشيخ عبدالله بقشان، ويتطلب من الجهة المختصة استكمال المشروع الإسفلتي في أدنى الوادي للمنطقة وهو الخط الرئيسي (السفلي) من غيل الحالكة إلى العيون بمسافة تقدر حوالي (57) كم.

2: تطبيقات تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في شبكات المياه:

إن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كما تم الإشارة سلفاً سوف يسهم في تحسين إدارة شبكات المياه، من خلال كيفية التعامل مع أنظمة توزيع المياه باستخدام هذه التقنية (سلمان، 2019، ص163) مع أخذ شبكة توزيع المياه للقرى المستهدفة في غيل الحالكة كحالة دراسية.

لقد تم استخدام البرنامج في عملية تحليل وتحسين شبكة المياه وتوليد الشبكة الهندسية المطلوبة لتطوير قاعدة البيانات الجغرافية (Geo-database) ومحلل شبكة المياه (Utility Network Analyst) واستخدام بعض الأدوات لشبكات غير النظامية (TIN) وشبكة أنابيب المياه الرئيسية ومصادر مياهها وخزاناتها للقرى المستهدفة في غيل الحالكة.

2-1: الصور الجوية الرقمية Digital maps:

تم أخذ الصور الرقمية من برنامج Google Earth والتصحيح المكاني لها وربطها بالإحداثيات الكارتيزية UTM للمنطقة (39) North Hemisphere –48E–54E وتم تقسيم منطقة المشروع إلى ثلاث مناطق وفقاً لتقارب قرى المنطقة بحسب التقسيم التالي:

1- منطقة رقم 1 (Zone 1): وتشمل قرية غيل الحالكة، قرية الركبة وقرية البطح وقد قسمت هذه المساحة إلى (40) خريطة Sheet تتجمع لتعطي خريطة متكاملة بالمسح (22) كم^2 بطول (8) كم وبارتفاع (2.5) كم وترقم بالترتيب الأبجدي الإنجليزي في الاتجاه الأفقي من الحرف A الى الحرف Hوبالاتجاه العمودي ترقيم عددي من (1–5) دقة هذه الصور في الخرائط تصل الى (26) سم للبكسل الواحد.

2- منطقة رقم 2 (Zone 2): وتشمل منطقة يرود فقط وقد قسمت هذه المساحة الى (4) خرائط Sheet تتجمع لتعطي خريطة متكاملة بالمسح (2) كم^2 بطول (2) كم وبارتفاع (1) كم وترقم بالترتيب الأبجدي الإنجليزي في الاتجاه الأفقي من الحرف (I) الى الحرف (J)

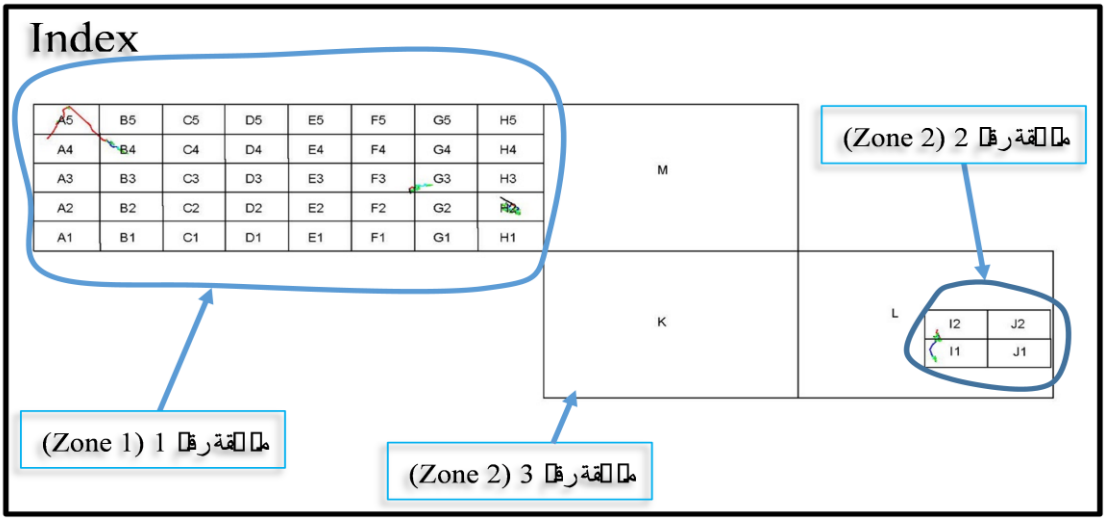
وبالاتجاه العمودي ترقيم عددي من (1–2) دقة هذه الصور في الخرائط تصل الى (26) سم للبكسل الواحد.

3– منطقة رقم 3 (Zone 3): وتشمل هذه المنطقة المسافة الفاصلة بين قرية يرود فقط وقد قسمت هذه المساحة إلى (4) خرائط Sheet تتجمع لتعطي خريطة متكاملة بالمسح (10) كم^2 بطول (4) كم وبارتفاع (2.5) كم وترقم بالترتيب الأبجدي الإنجليزي بالأحرف L.M.K دقة هذه الصور في الخرائط تصل إلى (100) سم للبكسل الواحد تم عمل نظام العمل بهذه الصور على نظامي CAD &SHP (GIS) مما سيسهل العمل بها بكلا النظامين ويتيح فرصة لشتى مجالات الحياة الاجتماعية والسياسية والأمنية كذلك، ويمكن استخدامها كالتالي:

1– في نظام GIS تدرج مباشره بحسب موقع الصورة.

2– في نظام CAD يستلزم في البدء تثبيت وحدات أدراج المقياس بالتالي:

Format ----- Unit ------ Unitless



شكل رقم (2) يوضح أدراج الصورة الجوية بحسب موقعها بحسب الفهرسة Index

2–2: الخرائط الكنتورية: Contour lines:

تم إنشاء الخرائط الكنتورية للمناطق كلها باستخدام تقنية تحسس صور DEM بواسطة The SRTM Digital Elevation Data بارتفاع (1) متر ELEVATION مما سيساعد على إعطاء دقة أكثر ومعلومات عن طبيعة كل منطقة وقد قسمت خرائط الكنتور وفقاً لمفتاح خريطة الصور INDEX، ويتم التعامل معها بنفس آلية الصور الرقمية Digital maps. (أنظر الى الملحق رقم 2).

2-3: شبكة الخرائط: grid frame :

تم ربط الشبكة للصور الرقمية بمسافة (100) متر أفقية وعمودية وبالإحداثيات الموضحة على جوانب الخريطة أما براويز الخراط لغرض الطباعة فتم تثبيتها في Layout صوره رقمية مع ملفات الشبكة.

3: الواقع المكاني لتصميم منظومة شبكة المياه في منطقة الدراسة:

يتناول هذا المبحث تصميم منظومة شبكة مياه جديدة للتجمعات الاستيطانية التي تقع على امتداد حواف الوادي البالغة نحو أربع قرى وهي (غيل الحالكة، الركبة، البطح، يرود). وتهدف الدراسة إلى تحسين كفاءة توزيع المياه، وضمان جودتها، وتلبية احتياجات السكان المتزايدة".

3-1: تصميم منظومة شبكة المياه لمنطقة غيل الحالكة:

تعتبر منطقة غيل الحالكة المركز الرئيسي لتجمعات القرى في الوادي وهي أكثر المناطق سكانا وتوجد بها مدرسة ابتدائية ووحدة صحية تقع على ارتفاع متوسط (670) متر عن سطح البحر، تستمد تموينيات المياه من نبع يقع في مجرى السيل على بعد (1000) متر غرب المنطقة وعلى منسوب أوطأ منها إذ يقع على منسوب (666) متر عن سطح البحر تأثر كثيراً بالانجراف جراء السيول.

3-1-1: الوضع الحالي للشبكة:

1- يتجمع الماء في غرفة تجميع أبعاد (6×8) أمتار أسفل المنطقة وفي حافة الوادي بجانب منطقة زراعية.

2- يجري الماء من النبع في ساقية زراعية ومن ثم يتجمع في بركة صغيره وينقل بخط مواسير حديد قطر (4) بوصات شبه تالف إلى أعلى باتجاه الخزان العلوي ومن ثم إلى مساكن القرية.

3- يوجد بالمنطقة خزان توزيع جيد جداً.

4- توزيع عشوائي للمواسير للبيوت من خط الإسالة.

5- لا توجد عدادات ماء ولا منظومة محابس في الشبكة.

3-1-2: مصدر الماء (حقل الماء):

إن مصدر الماء في القرية أساسه نبع طبيعي جريان الماء فيه إلى منطقة المصب على بعد (960) متراً من تجمع القرية وقد تم اعتماد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسة والرفع المساحي والطبوغرافي للمنطقة باستخدام الأجهزة ذات التقنيات الحديثة The SRTM digital elevation data ومنها تم توليد الخارطة الكنتورية للمنطقة بكاملها.

يستخدم النبع للاستخدام الآدمي والزراعي وقد تم مراعاة التصميم لهذين الجانبين من خلال البقاء على منظومة الضخ لديهم والاكتفاء بإعاده تأهيل خزان التجميع والمضخة.

تم مقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية مع المواصفات القياسية اليمنية والعالمية WHO لمعرفة مدى صلاحيتها للشرب حيث اشتمل الجانب الفيزيائي على تحاليل: درجة الحرارة Temperature

واللـــون Color والعكـــرة Turbidity والمـــواد الذائبـــة الكليـــة .T.D.S والتوصـــيل الكهربـــي Electrical Conductivity والحموضـــة pH وتشـــمل التحاليـــل الكيميائيـــة العسرة الكلية Total Hardness والقلوية الكلية Alkalinity Total والكبريتـــــــــــات $O4^{-}$ والنتريـت $NO2^{-}$ والنتـرات $NO3^{-}$ والفلوريـد F^{-} والحديد Fe^{++} والمنجنيز Mn^{++} .

يهدف هذا البحث إلى إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية بدرجة رئيسية ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية وذلك بغرض ضمان إدخالها فـــي منظومـــة التصـــميم واتخـــاذ المعالجـــات الضرورية للحفاظ على مياه تلك العيون نظيفة وصحية.

في إطار الخصائص الفيزيائية تأتي ضمن الحدود المسموح بها دولياً ويمنياً وللمزيد من المعلومات أنظر نتائج التحليل من المختبرات الرئيسية للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي مناطق الساحل محافظة حضرموت.

3-1-3: الاحتياج الآدمي اليومي:

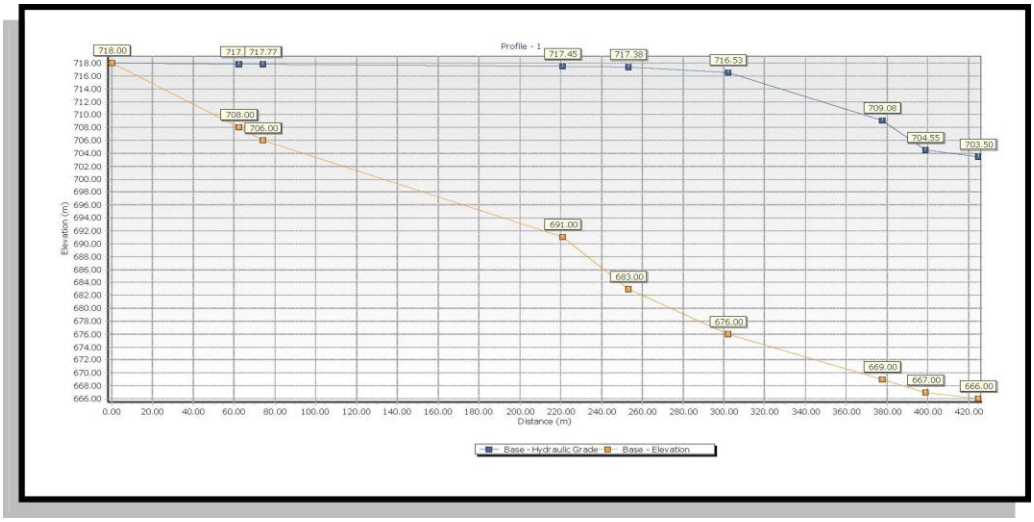
تمت الدراسة باعتماد نقاط التوصيل (Joints) في التصميم حيث إن احتياج الماء (demand) باحتساب النقاط لكل وحدة سكنية وتجارية وعامة بحسب التقرير الإحصائي للوضع الحالي فترة إعداد الدراسة والزيادة المتوقعة للسكان لمدة تصميمة (35) سنة ومن احتساب النمو السكاني بواقع تعداد 2004م ونتائج المسح 2016م كان معدل النمو للمنطقة (7.36%) وعليه تم الاحتساب بمتوسط احتياج يومي للفرد بمقدار (90) لتر باليوم ومعامل الاحتياج الأقصى (1.7) وقد تم احتساب أدنى استهلاك (0.03) ل/ث. (أبوزيد، 2002م، ص94). فكانت النتائج بحسب الجدول رقم (4) والذي يوضح فيه أيضاً منسوب كل نقطة توصيل عن سطح البحر.

جدول رقم (4) يوضح احتياج الماء اليومي عن طريق احتساب منسوب كل نقطة توصيل عن مستوى سطح البحر لمنطقة غيل الحالكة

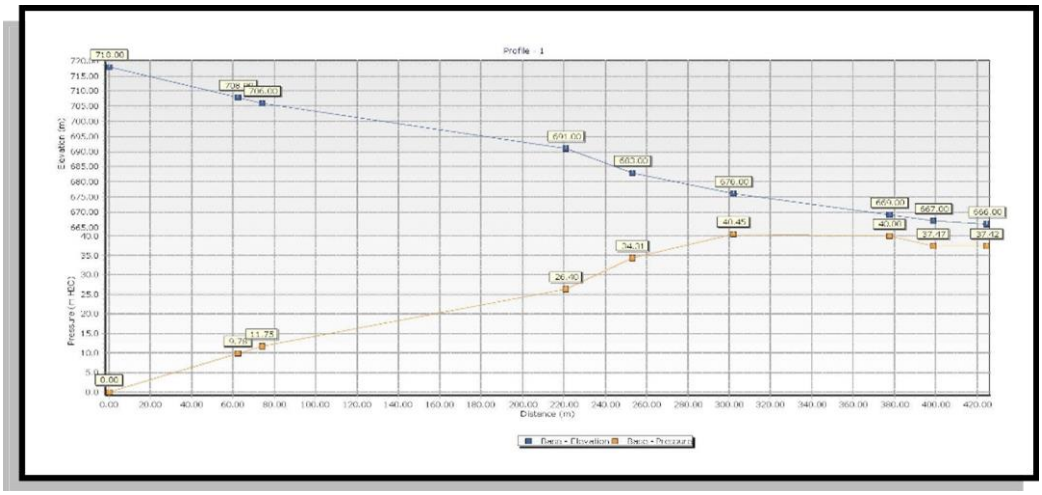
Junction Demand Control Center						
ID	Label	Elevation (m)	POP Y2016	POP Y2035	Demand (L/s) Y35	Demand (L/s) *1.7
53	J-13	680	7	25	0.02	0.04
64	J-16	663	19	68	0.06	0.11
72	J-20	665	14	50	0.05	0.08
76	J-22	670	7	25	0.02	0.04
78	J-23	670	16	57	0.05	0.09
87	J-27	668	27	97	0.09	0.15
91	J-28	665	8	29	0.03	0.05
93	J-29	667	8	29	0.03	0.05
95	J-30	667	9	32	0.03	0.05
97	J-31	666	13	46	0.04	0.07
99	J-32	666	8	29	0.03	0.05
101	J-33	665	17	61	0.06	0.10
103	J-34	667	M			0.25
108	J-36	668	12	43	0.04	0.07
111	J-37	664	9	32	0.03	0.05
113	J-38	663	10	36	0.03	0.06
115	J-39	677	11	39	0.04	0.06
117	J-40	683	19	68	0.06	0.11
123	J-42	678	15	54	0.05	0.08
125	J-43	678	12	43	0.04	0.07
127	J-44	690	10	36	0.03	0.06
129	J-45	684	S			0.50
134	J-47	684	W			0.10
136	J-48	673	15	54	0.05	0.08
152	J-54	673	10	36	0.03	0.06
162	J-58	671	10	36	0.03	0.06
164	J-59	671	10	36	0.03	0.06
170	J-61	673	11	39	0.04	0.06
172	J-62	673	10	36	0.03	0.06
178	J-64	671	21	75	0.07	0.12
180	J-65	672	7	25	0.02	0.04
182	J-66	672	M			0.20
186	J-68	675	10	36	0.03	0.06
190	J-70	676	10	36	0.03	0.06
192	J-71	676	6	21	0.02	0.03
197	J-73	676	B			0.04
204	J-76	675	10	36	0.03	0.06
206	J-77	675	12	43	0.04	0.07
208	J-78	674	10	36	0.03	0.06
217	J-81	674	10	36	0.03	0.06
223	J-84	680	10	36	0.03	0.06
225	J-85	679	10	36	0.03	0.06
227	J-86	680	10	36	0.03	0.06
233	J-88	681	7	25	0.02	0.04
237	J-90	684	17	61	0.06	0.10
239	J-91	684	8	29	0.03	0.05
244	J-92	684	9	32	0.03	0.05
246	J-93	673	7	25	0.02	0.04
251	J-95	673	16	57	0.05	0.09
266	J-99	676	10	36	0.03	0.06
268	J-100	676	4	14	0.01	0.02
274	J-103	675	33	118	0.11	0.19
280	J-104	675	10	36	0.03	0.06
287	J-107	673	2	7	0.01	0.01
289	J-108	673	10	36	0.03	0.06
311	J-109	674	13	46	0.04	0.07
336	J-113	677	17	61	0.06	0.10
Use at min 0.03 L/S						

المصدر: باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.0)

خريطة رقم (3) نموذج لشبكة المياه والتي تظهر بها مسارات الانابيب في منطقة غيل الحالكة



شكل رقم (3) مخطط بياني للضغط الهيدروليكي والمناسيب بالنسبة للخط الرئيسي من الخزان إلى أوطأ نقطة (منطقة غيل الحالكة)



شكل رقم (4) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة للخط الفرعي حتى نهاية (منطقة غيل الحالكة)

3-1-4: وحدة الضخ:

تعمل على رفع المياه من خزان التجميع الأرضي الذي يتجمع فيه الماء من النبع بإنتاجية (1.5) في اللترات بالثانية إلى خزان التوزيع الذي يقع بمنسوب (718) متر عن سطح البحر بخط ضخ من الأنابيب الحديد المجلفن قطر (100) ملم وبطول (400) متر وتتكون المنظومة التصميمية من التالي:

1- مضخة سطحية تعمل تحت ظروف التشغيل التالية:

- تصريف مقداره (36) متر مكعب بالساعة وبضغط إجمالي مقداره (70) متر.
- درجة حرارة (35) درجة مئوية.
- أسلوب الربط بالمحرك Gear couple [ng.

2- محرك ديزل يفضل أن يكون ماركة لستر أو يانمار أو ما يكافئهما بقدرة (30) كيلوواط لتشغيل المضخة أعلاه.

3- مبنى (غرفة) الضخ تتوافر بها شروط التهوية والتصريف ورفعها من منسوب المياه السطحية ومجاري السيول.

3-2: تصميم منظومة شبكة المياه لمنطقة الركبة:

تقع منطقة الركبة في على منحدر جبلي شديد الانحدار إذ تقع على ارتفاع (730) متراً عن سطح البحر ويبعد النبع عن مركز القرية (580) متراً باتجاه الشمال الغربي الذي يقع في بطن الوادي وتحيط به صخور صلبة كحماية طبيعية للنبع وقد نفذ مؤخرا أنبوب مياه بوليثيلين قطر (90) ملم ينقل المياه إلى موقع خزان التجميع في أسفل القرية ويعتبر الخط بحالة جيدة جدا وهو بحاجة الى ترميمات بسيطة فقط أما خزان التجميع فهو بحاجة تأهيل الجدران وتنفيذ غطاء خرساني مسلح عليه.

3-2-1: الوضع الحالي للشبكة:

1- يتجمع الماء في غرفة تجميع صغيره بأبعاد (6×3) أمتار من النبع في ساقية زراعية مكشوفه بمسافة (580) متراً.

2- خط مواسير بوليثيلين من النبع إلى القرية قطر (3) بوصات.

3- توزيع عشوائي للمواسير للبيوت من خط الإسالة.

4- خزان حجري شبه تالف ومنسوبه غير مناسب للضغوطات.

5- لا توجد عدادات ماء ولا منظومة محابس في الشبكة.

3-2-2: مصدر الماء (حقل الماء):

موقع النبع يوجد في مجرى السيل ومن ثم فهو عرضة للانجراف من السيول غير أن وجود الصخور الكبيرة حوله توفر له حماية طبيعية نوعا ما وأي تدخل بشري لحمايته لن يجدي نفعا نوعيا أو اقتصادياً، وقد تم اعتماد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والرفع المساحي والطبوغرافي للمنطقة باستخدام الأجهزة والتقنيات الحديثة The SRTM Digital Elevation Data ومنها تم توليد الخارطة الكنتورية للمنطقة بكاملها.

يستخدم النبع للغرضين الآدمي والزراعي وتدخل الدراسة إنشاء الشبكة فقط من خزان التجميع في القرية مما يعني أن الجانب الزراعي سيبقى على ما هو عليه بحسب المنظومة المتعامل بها.

تم مقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية مع المواصفات القياسية اليمنية والعالمية WHO لمعرفة مدى صلاحيتها للشرب حيث اشتمل الجانب الفيزيائي على تحاليل: درجة الحرارة Temperature واللون Color والعكرة Turbidity والمواد الذائبة الكلية T.D.S. والتوصيل الكهربي Electrical Conductivity والحموضة pH وتشمل التحاليل الكيميائية العسرة الكلية Total Hardness والقلوية الكلية Total Alkalinity والكبريتات النتريت —SO4 –NO2 والنترات –NO3 والفلوريد– F والحديد ++Fe والمنجنيز ++Mn .

إن إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية بدرجة رئيسية ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية وذلك بغرض ضمان إدخالها في منظومة التصميم واتخاذ المعالجات الضرورية للحفاظ على مياه تلك العيون نظيفة وصحية، في إطار الخصائص الفيزيائية تأتي ضمن الحدود المسموح بها دولياً ويمنياً وللمزيد من المعلومات أنظر نتائج التحليل من المختبرات الرئيسية للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي مناطق الساحل محافظة حضرموت.

3-2-3: الاحتياج الآدمي اليومي:

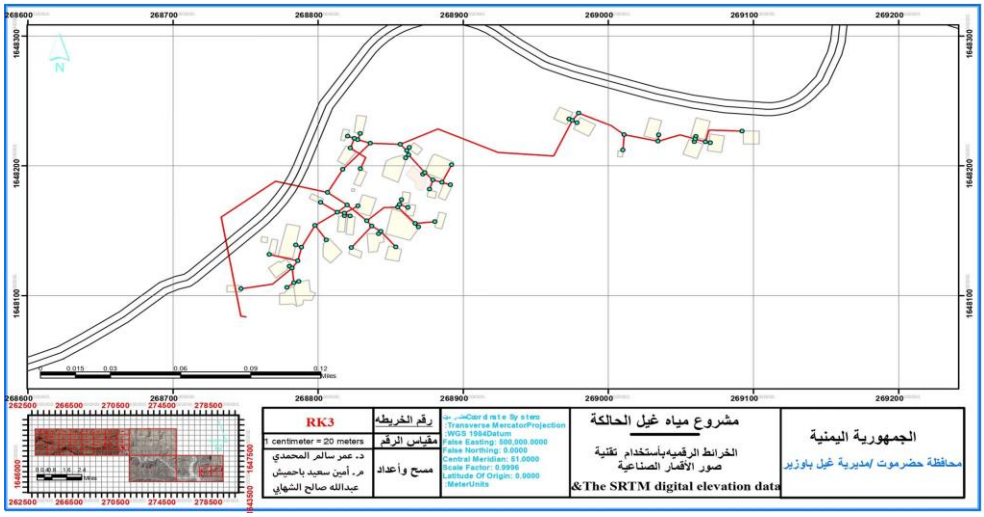
تمت الدراسة باعتماد نقاط التوصيل (Joints) في التصميم حيث إن احتياج الماء (demand) باحتساب النقاط لكل وحدة سكنية وتجارية وعامة بحسب التقرير الإحصائي للوضع الحالي فترة إعداد الدراسة والزيادة

المتوقعة للسكان لمدة تصميمية (35) سنة ومن احتساب النمو السكاني بواقع تعداد 2004م ونتائج المسح 2016م كان معدل النمو للمنطقة (7.36%) وعليه تم الاحتساب بمتوسط احتياج يومي للفرد بمقدار (80) لتراً باليوم ومعامل الاحتياج الأقصى (1.7) وقد تم احتساب أدنى استهلاك (0.03) ل/ث، فكانت النتائج بحسب الجدول رقم (5) الآتي الذي يوضح فيه أيضاً منسوب كل نقطة توصيل عن سطح البحر.

جدول رقم (5) يوضح احتياج الماء اليومي عن طريق احتساب منسوب كل نقطة توصيل عن مستوى سطح البحر لمنطقة الركبة

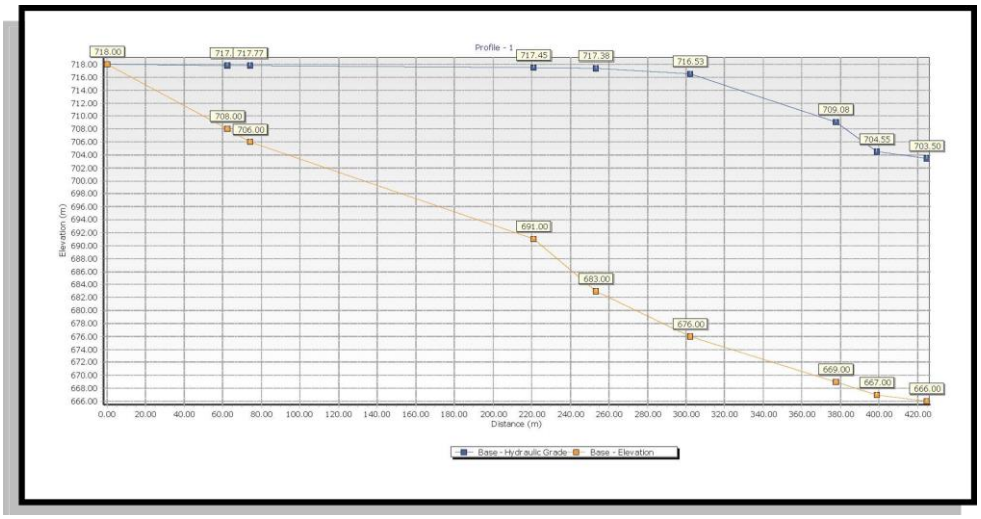
Junction Demand Control Center						
ID	Label	Elevation (m)	POP Y2016	POP Y2035	Demand (L/s) Y35	Demand (L/s) *1.7
39	J-32	711	7	25	0.02	0.04
50	J-33	724	3	11	0.01	0.02
52	J-34	728	8	29	0.03	0.05
56	J-35	719	4	14	0.01	0.02
58	J-36	717	3	11	0.01	0.03
62	J-37	718	2	7	0.01	0.01
66	J-38	713	8	29	0.03	0.05
68	J-39	717	9	32	0.03	0.05
72	J-40	724	10	36	0.03	0.06
74	J-41	724	5	18	0.02	0.03
76	J-42	730	7	25	0.02	0.04
83	J-43	730	14	50	0.05	0.08
105	J-44	713	11	39	0.04	0.06
111	J-45	735	3	11	0.01	0.02
113	J-46	734	7	25	0.02	0.03
115	J-47	734	10	36	0.03	0.06
117	J-48	725	10	36	0.03	0.03
119	J-49	724	4	14	0.01	0.02
121	J-50	719	15	54	0.05	0.03
123	J-51	716	13	46	0.04	0.07
155	J-52	702	4	14	0.01	0.02
157	J-53	700	5	18	0.02	0.03
159	J-54	703	10	36	0.03	0.06
161	J-55	703	11	39	0.04	0.06

163	J-56	712	15	54	0.05	0.08
165	J-57	707	13	46	0.04	0.07
169	J-58	718	14	50	0.05	0.08
171	J-59	718	19	68	0.06	0.11
173	J-60	726	9	32	0.03	0.05
177	J-61	722	3	11	0.01	0.02
179	J-62	722	9	32	0.03	0.05
183	J-63	725	9	32	0.03	0.05
125	J-64	717	M			0.15
193	J-65	714	15	54	0.05	0.08
203	J-66	725	8	29	0.03	0.05
206	J-67	729	21	75	0.07	0.12
Use at min 0.03 L/S						

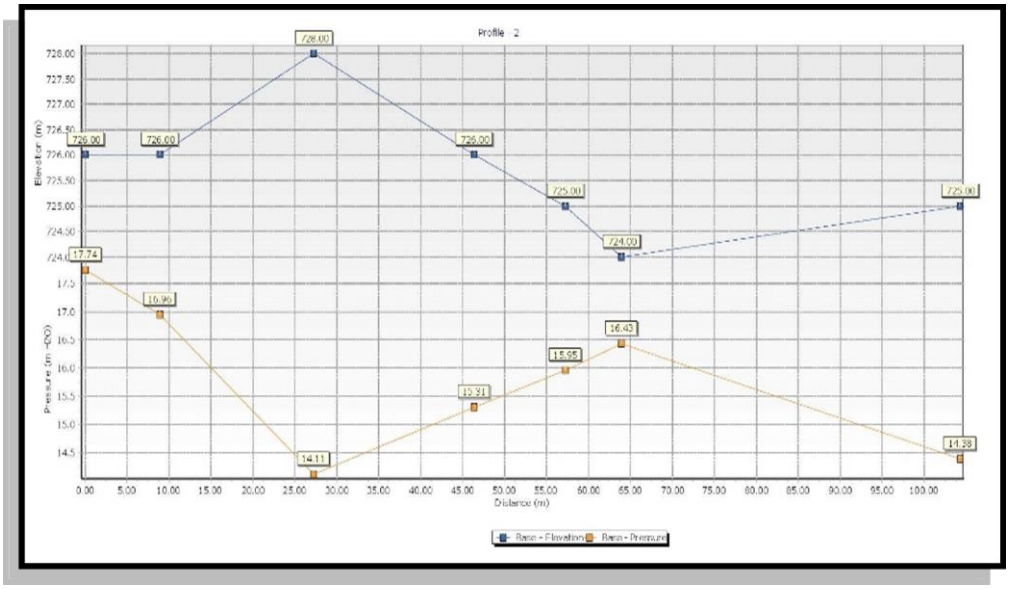


المصدر: باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.0)

خريطة رقم (4) نموذج لشب خريطة رقم (4) نموذج لشبكة المياه التي تظهر بها مسارات الانابيب في منطقة الركبةكة المياه التي تظهر بها مسارات الانابيب في منطقة الركبة



شكل رقم (5) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة لإحدى الخطوط الفرعية المرتفعة (لمنطقة الركبة)



شكل رقم (6) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة للخط الفرعي حتى نهاية (منطقة الركبة)

3-2-4: وحدة الضخ:

تعمل على رفع المياه من خزان التجميع الأرضي الذي يتجمع فيه الماء من النبع بإنتاجية (1.5) من اللترات بالثانية إلى خزان التوزيع الذي يقع بمنسوب (745) متراً عن مستوى سطح البحر بخط ضخ من الأنابيب الحديد المجلفن قطر (100) ملم وبطول (100) متر وتتكون المنظومة التصميمية من الآتي:

1- مضخة سطحية تعمل تحت ظروف التشغيل التالية:

- تصريف مقداره (36) متر مكعب بالساعة وبضغط إجمالي مقداره (30) متراً.
- درجة حرارة (35) درجة مئوية.
- أسلوب الربط بالمحرك Gear couple [ng

2- محرك ديزل يفضل أن يكون ماركة لستر أو ينمار أو ما يكافئهما بقدرة (12) كيلو واط لتشغيل المضخة، ومن الممكن استخدام الطاقة الشمسية في تشغيل المضخة وهي أكثر جدوى اقتصاديًا.

3. مبنى (غرفة) الضخ تتوافر بها شروط التهوية والتصريف ورفعها من منسوب المياه السطحية ومجاري السيول.

3-3: تصميم منظومة شبكة المياه لمنطقة البطح:

تقع منطقة البطح في أعلى وادي غيل الحالكة وهي آخر مناطق قيد الدراسة وأعلاها ارتفاعا إذ تقع على ارتفاع (1170) متراً عن مستوى سطح البحر ويبعد النبع (العين الطبيعية) عن مركز القرية (4000) متر باتجاه الشمال الغربي في سفح الجبل، وتم تحديد موقع خزان تجميع المياه من بعد مسار الإسالة من النبع في النقطة المحددة بالإحداثيات (262953.64) من المتر شرقًا، (1649039.85) من المتر شمالاً وعلى ارتفاع (1180) متراً عن سطح البحر.

3-3-1: الوضع الحالي للشبكة:

1- يتجمع الماء في غرفة تجميع صغيره بأبعاد (30 × 30) متراً من النبع في ساقية زراعية مكشوفة بمسافة (3000) متر.

2- خط مواسير من النبع إلى القرية قطر (2) أنش.

3- توزيع عشوائي للمواسير للبيوت من خط الإسالة.

4- خزان حجري غير مستفيد منه في الشبكة.

5- لا توجد عدادات ماء ولا منظومة محابس في الشبكة.

3-3-2: مصدر الماء (حقل الماء):

إن مصدر الماء في القرية أساسه نبع طبيعي جريان الماء فيه إلى منطقة المصب على بعد (360) متراً من أقرب بيت و(1600) من تجمع القرية، واعتمدت تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والرفع الطبوغرافي باستخدام الأجهزة المساحية وتقنية The SRTM Digital Elevation Data

ومنها تم توليد الخارطة الكنتورية للمنطقة كاملة.

يستخدم النبع للغرضين الآدمي والزراعي وقد تم مراعاة التصميم لهذين الجانبين من خلال تأسيس خزان تجميع بحجم (57) متر مكعب بأبعاد داخلية (4.5×5.2) من المتر بارتفاع (2.45) من المتر وبسطح أرضي مستوٍ بمنسوب (1180) متراً عن مستوى سطح البحر.

تم مقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية مع المواصفات القياسية اليمنية والعالمية WHO لمعرفة مدى صلاحيتها للشرب حيث اشتمل الجانب الفيزيائي على تحاليل: درجة الحرارة Temperature واللون Color والعكرة Turbidity والمواد الذائبة كلية T.D.S. والتوصيل الكهربي Electrical Conductivity والحموضة pH وتشمل التحاليل الكيميائية العسرة الكلية Total Hardness والقلوية الكلية Total Alkalinity والكبريتات —SO4 والنتريت – NO2 والنترات – NO3 والفلوريد – F والحديد + + MN .

إن إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية بدرجة رئيسية ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية وذلك بغرض ضمان إدخالها في منظومة التصميم واتخاذ المعالجات الضرورية للحفاظ على مياه تلك العيون نظيفة وصحية، وفي إطار الخصائص الفيزيائية تأتي ضمن الحدود المسموح بها دولياً ويمنياً وللمزيد من المعلومات الاطلاع على نتائج التحليل في المختبرات الرئيسية للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي مناطق الساحل محافظة حضرموت.

3-3-3: الاحتياج الآدمي اليوم:

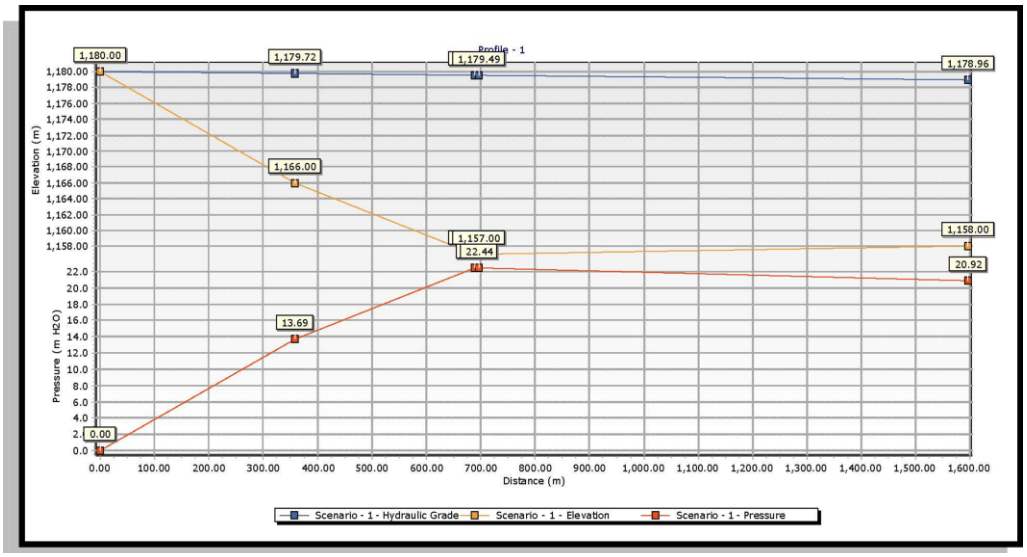
تمت الدراسة باعتماد نقاط التوصيل (Joints) في التصميم حيث إن احتياج الماء (demand) باحتساب النقاط لكل وحدة سكنية وتجارية وعامة بحسب التقرير الإحصائي للوضع الحالي لفترة إعداد الدراسة والزيادة المتوقعة للسكان لمدة تصميمية (35) سنة ومن احتساب النمو السكاني بواقع تعداد 2004م ونتائج المسح 2016م كان معدل النمو للمنطقة (7.36%) وعليه تم الاحتساب بمتوسط احتياج يومي للفرد بمقدار (90) لتر باليوم ومعامل الاحتياج الأقصى(1.7) وقد تم احتساب أدنى استهلاك (0.03) ل/ث. فكانت النتائج بحسب الجدول رقم (6) أدناه الذي يوضح فيه أيضاً منسوب كل نقطة توصيل عن سطح البحر.

جدول رقم (6) يوضح احتياج الماء اليومي عن طريق احتساب منسوب كل نقطة توصيل عن مستوى سطح البحر لمنطقة البطح

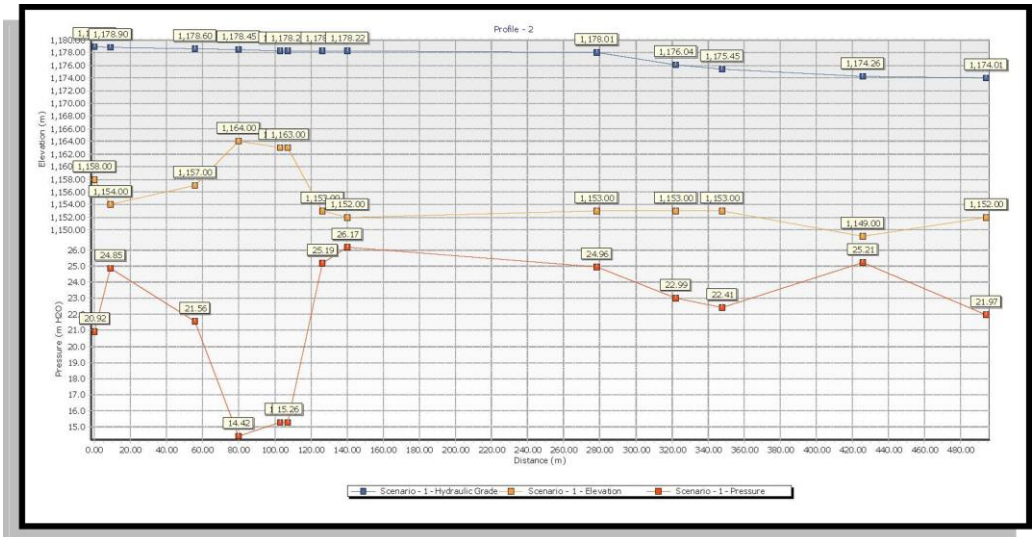
Junction Demand Control Centre						
ID	Label	Elevation (m)	POP Y2016	POP Y2035	Demand (L/s) Y35	Demand (L/s) *1.7
117	J-35	1148	6	21	0.02	0.03
121	J-36	1156	6	21	0.02	0.03
138	J-37	1168	5	18	0.02	0.03
142	J-38	1157	9	32	0.03	0.05
196	J-39	1154	2	7	0.01	0.03
209	J-40	1153	10	36	0.03	0.06
212	J-41	1153	7	25	0.02	0.04
217	J-42	1163	5	18	0.02	0.03
232	J-43	1162	6	21	0.02	0.03
237	J-44	1161	13	46	0.04	0.07
242	J-45	1170	10	36	0.03	0.06
254	J-46	1150	3	11	0.01	0.02
256	J-47	1150	10	36	0.03	0.06
260	J-48	1150	5	18	0.02	0.03
262	J-49	1150	1	4	0.00	0.03
266	J-50	1149	12	43	0.04	0.07
273	J-51	1152	4	14	0.01	0.03
275	J-52	1149	12	43	0.04	0.07
293	J-53	1172	2	7	0.01	0.03
335	J-54	1156	8	29	0.03	0.05
291	J-55	1172	11	39	0.04	0.06
115	J-56	1170	20	72	0.07	0.11
119	J-57	1156	16	57	0.05	0.09
136	J-58	1152	10	36	0.03	0.06
271	J-59	1152	18	64	0.06	0.10
280	J-60	1157	سقاية ماء			0.06
287	J-61	1157	مقبرة			0.06
223	J-62	1166	جامع			0.15
Use at min 0.03 L/S						

المصدر: باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.0)

خريطة رقم (5) نموذج شبكة المياه والذي يظهر بها مسارات الأنابيب ونقاط الربط في منطقة البطح



شكل رقم (7) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة للخط الرئيسي من الخزان الى نهاية منطقة البطح



شكل رقم (8) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة للخط الفرعي حتى نهاية منطقة البطح

3-4: تصميم منظومة شبكة المياه لمنطقة يرود:

تقع منطقة يرود على ملتقى واديين ومنحدر جبلي قليل الانحدار إذ تقع على ارتفاع (730) متراً عن مستوى سطح البحر بينما مصدر المياه في المنطقة (النبع) يقع على مرتفع شاهق وبمسافة عن مركز القرية (580) متر شرق القرية ويستخدم لأغراض الزراعة بدرجة أساسية.

3-4-1: الوضع الحالي للشبكة: لا توجد شبكة أو منظومة مياه وإنما يعتمدون على نقل المياه بالخزانات.

3-4-2: مصدر الماء (حقل الماء): موقع النبع لهذه المنطقة له خصوصية تختلف تماماً عن بقية المناطق إذ يوجد في وادي أعلى الجبل المجاور للمنطقة وعلى ارتفاع (630) متر عن سطح البحر وأرفع من أدنى منسوب للمنطقة بحوالي (150) متراً كما أنه يوجد في مجرى السيل ومن ثم فهو عرضة للانجراف على هذه الظروف الصعبة التي تتطلب كلفاً وأعمالاً تنفيذية غير مجدية اقتصاديا فالأنسب للمنطقة حفر بئر ارتوازية قريبة للمنطقة وعمل منظومة ضخ تعمل بالطاقة الشمسية أكثر جدوى اقتصاديا وديمومةً للمنطقة.

اعتمدنا في تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسة والرفع الطبوغرافي للمنطقة باستخدام الأجهزة المساحية وتقنية The SRTM digital

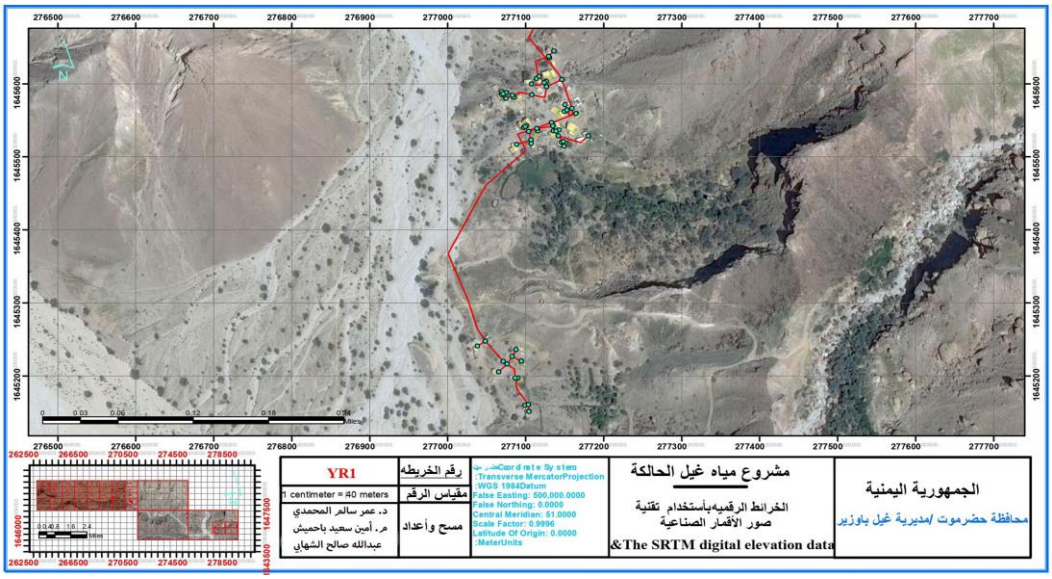
elevation data ومنها تم توليد الخارطة الكنتورية للمنطقة كاملة. لم نعتمد للمنطقة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية حيث إن النبع لا يمكن استغلاله في المشروع وتم تحديد تلك المتطلبات وفقا لأعمال المشروع.

3-4-3: الاحتياج الآدمي اليوم:

تمت الدراسة باعتماد نقاط التوصيل (Joints) في التصميم حيث إن احتياج الماء (demand) باحتساب النقاط لكل وحدة سكنية وتجارية وعامة بحسب التقرير الإحصائي للوضع الحالي فترة أإعداد الدراسة والزيادة المتوقعة للسكان لمدة تصميمة (35) سنة ومن احتساب النمو السكاني بواقع تعداد 2004م ونتائج المسح 2016م كان معدل النمو للمنطقة (7.36%) وعليه تم الاحتساب بمتوسط احتياج يومي للفرد بمقدار (80) لتراً باليوم ومعامل الاحتياج الأقصى (1.7) وقد تم احتساب أدنى استهلاك (0.03) ل/ث. فكانت النتائج بحسب الجدول التالي الذي يوضح فيه أيضاً منسوب كل نقطة توصيل عن سطح البحر.

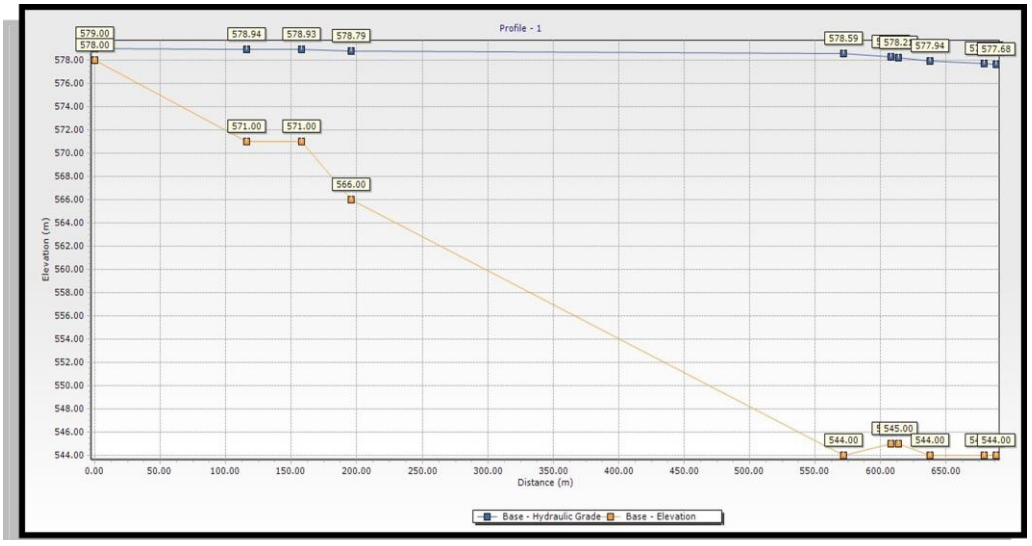
جدول رقم (7) يوضح احتياج الماء اليومي عن طريق احتساب منسوب كل نقطة توصيل عن مستوى سطح البحر لمنطقة يرود

Junction Demand Control Center						
ID	Label	Elevation (m)	POP Y2016	POP Y2035	Demand (L/s) Y35	Demand (L/s) *1.7
94	J-1	572	6	21	0.02	0.03
82	J-11	563	10	36	0.03	0.06
76	J-15	562	3	11	0.01	0.02
78	J-16	562	6	21	0.02	0.03
80	J-17	562	7	25	0.02	0.03
100	J-20	570	2	7	0.01	0.01
102	J-21	570	4	14	0.01	0.02
104	J-22	572	5	18	0.02	0.03
120	J-28	566	2	7	0.01	0.01
116	J-29	566	5	18	0.02	0.03
96	J-3	571	9	32	0.03	0.05
118	J-30	572	M			0.10
132	J-32	564	10	36	0.03	0.06
125	J-34	563	2	7	0.01	0.01
130	J-35	563	12	43	0.04	0.03
66	J-37	544	12	43	0.04	0.07
54	J-41	547	6	21	0.02	0.03
56	J-42	546	5	18	0.02	0.03
58	J-43	544	10	36	0.03	0.03
62	J-45	544	5	18	0.02	0.03
137	J-47	568	11	39	0.04	0.06
143	J-50	560	11	39	0.04	0.06
146	J-51	563	7	25	0.02	0.04
150	J-52	544	2	7	0.01	0.01
152	J-53	544	5	18	0.02	0.03
154	J-60	566	11	39	0.04	0.06
156	J-61	566	S			0.04
90	J-7	568	7	25	0.02	0.04
86	J-9	566	4	14	0.01	0.02
Use at min 0.03 L/S						

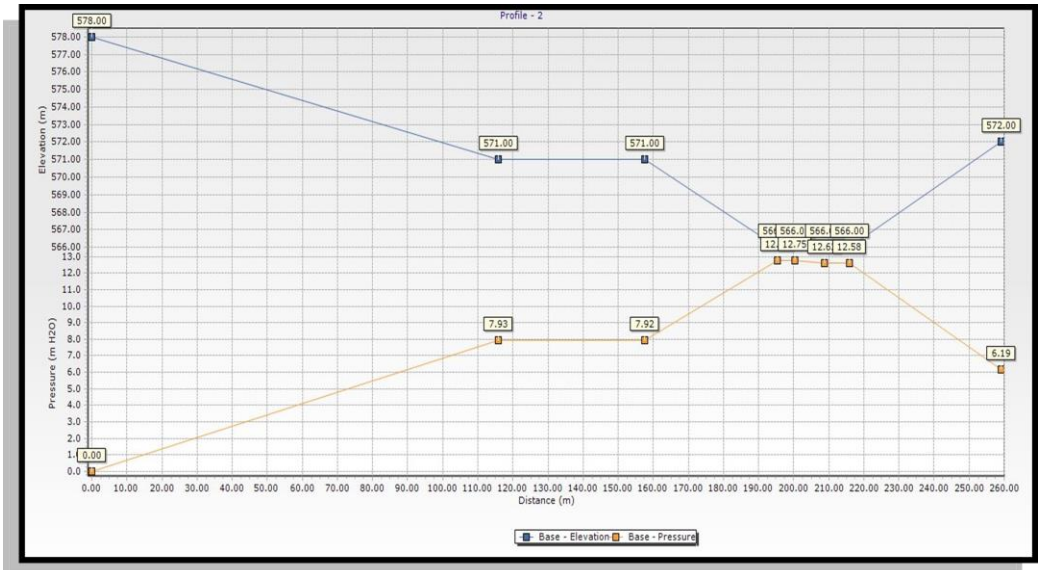


المصدر: باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS10.0)

خريطة رقم (6) نموذج شبكة المياه الذي يظهر به مسارات الأنابيب ونقاط الربط في منطقة يرود



شكل رقم (9) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب بالنسبة للخط الرئيسي من الخزان إلى نهاية المنطقة (يرود)



شكل رقم (10) مخطط بياني للضغوطات والمناسيب لإحدى الخطوط الفرعية المرتفعة لمنطقة يرود

3-4-4: وحدة الضخ:

حددت وحدة الضخ للمنطقة لتعمل بمنظومة الآبار الارتوازية والتشغيل بالطاقة الشمسية لما لهذه المنظومة جدوى اقتصادية فعالة وقد حددنا مبدئياً وحدة الضخ في شمال المنطقة حيث مناسيب المنطقة تتدرج انخفاضا باتجاه الجنوب حيث التجمع السكاني ولتكون قريبة على موقع الخزان الذي تم تحديد موقعه في الإحداثيات (277,122.41 - 1,645,703.21) وبمنسوب (578) متراً عن سطح البحر.

1- مضخة ارتوازي تعمل بالطاقة الشمسية تحت ظروف التشغيل التالية:

- تصريف مقداره (15) متراً مكعب بالساعة وبضغط إجمالي مقداره (50) متراً.
- درجة حرارة (35) درجة مئوية.
- أسلوب الربط بالمحرك Solar.

2- نظام تشغيل الكهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة (12) كيلو واط لتشغيل المضخة أعلاه.

3- مبنى (غرفة) لوحات التوزيع والتحكم تتوافر بها شروط التهوية والتصريف ورفعها من منسوب المياه السطحية ومجاري السيول.

الهوامش:

(*) ترسبات المياه الخضراء في الخزانات تشير عادة إلى نمو الطحالب البلاكتونية، هذه الطحالب تعيش في المياه العذبة وتتكاثر بسرعة في البيئات الراكدة مثل الخزانات، عندما تتراكم، يمكن أن تؤدي إلى تلوث المياه وتأثير جودتها. للحد من هذه الترسبات، يفضل تنظيف الخزانات بانتظام وتغطيتها لمنع دخول الضوء وتكاثر الطحالب.

المراجع:

1- ابو زيد، أحمد محمد، شبكات البنية الأساسية في محافظة الغربية "دراسة جغرافية"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب – جامعة القاهرة 2002م.

2- أحمد، أريج بهجت، بشير إبراهيم الطيف، مشكلة المياه في المدن وأثرها في التنمية المستدامة، مجلة الأستاذ للعلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 59، العدد 1، مارس، العراق 2020م.

3- أبو شرخ، ماجد، إبراهيم ولد علي، محمد أبو الرب، إدارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية حالة دراسة، شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، العدد 2، المجلد 2، كانون الأول، 2015م.

4- البار، علي حسين، مدى كفاية مساكن مديريات حضرموت من خدمات الكهرباء، والماء والصرف الصحي، "دراسة في جغرافية العمران"، مجلة جامعة حضرموت للعلوم الإنسانية، المجلد 10، العدد 2، ديسمبر 2013م

5- الجمهورية اليمنية، وزارة المياه والبيئة، المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمناطق الساحل م/حضرموت، " الدليل الارشادي للتكاليف التقديرية للمشاريع " حضرموت، أغسطس 2013م.

6- الجمهورية اليمنية، وزارة المياه والبيئة، المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي مناطق الساحل م/حضرموت، "تقرير حول أوضاع تموينات المياه والصرف الصحي بمدينة المكلا، 2010/3/13م.

7- سلمان، هناء، وساميه شيبان، مايا يوسف، تحسين كفاءة شبكة مياه الشرب باستخدام نموذج EPANET حالة الدراسة (المنطقة الواقعة بين شارعي 8 أذار والكورنيش الغربي)، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد 41، والعدد 1، مصر 2019م.

8- شعلة، ماجد محمد، حسام محمد صابر، تطبيقات في نظم المعلومات الجغرافية، جمهورية مصر (بدون)

9- عمرون، علي عبيد، تقييم نوعية مياه الشرب للمدن الرئيسية في وادي حضرموت، 1995م.

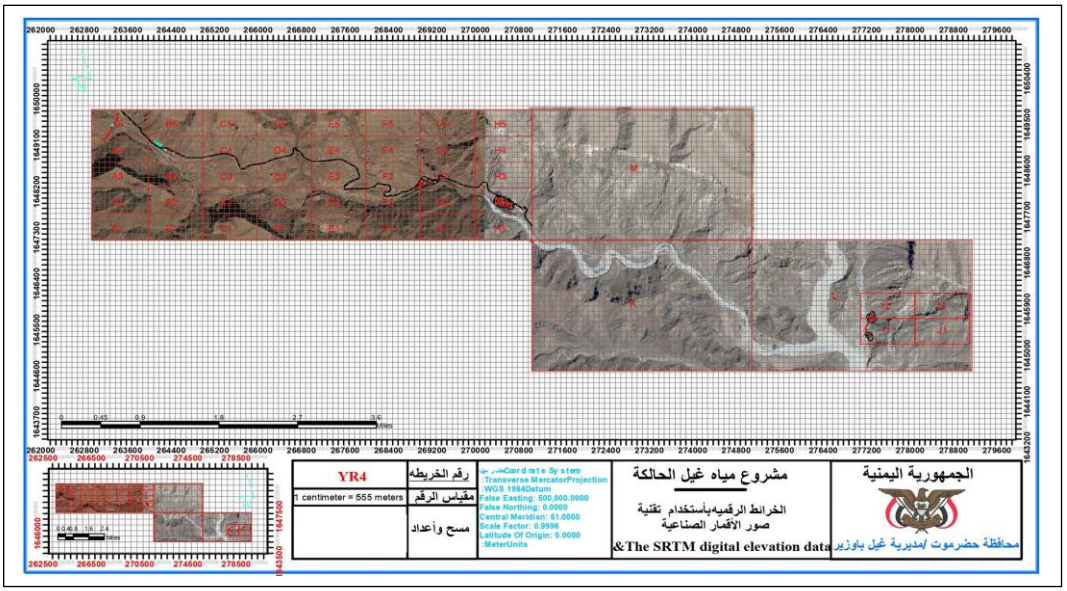
10- كاعش، مها محمد حسن، معالجة تلوث مياه الشرب في منطقة المكلا، مشروع بحث تخرج، جامعة حضرموت، كلية العلوم البيئة والاحياء البحرية، 2002م.

11- نوفل، رشا صابر، تحليل الشبكات في نظم المعلومات الجغرافية تطبيق برنامج ArcGIS اصدار 10.5، جمهورية مصر، 2018م.

12- Al-Layla, M., Ahmed, S. and Middlebrooks, E.,"WATER SUPPLY ENGINEERING DESIGN" , Ann Arbor Science, 1977.

13- Mcghee, T.J.,"WATER SUPPLY AND SEWERAGE" , 6th. Edition, McGraw-Hill, Inc.

ملحق رقم (1) صورة وادي غيل الحالكة



ملحق رقم (2) خريطة توضح المناسيب وخطوط الكنتور في منطقة غيل الحالة

The Project of Improving Water System Management for Gail Alhalkah Villages - Hadhramaut / Governorate, Republic of Yemen"Using Geographic Information Systems: An Applied Study"

Omar Salem Al-Mohamadi **Amin Saeed Bahamish**

Abdullah Saleh Al-Shahabi

Abstract

This applied study used Geographic Information Systems (GIS) to improve the management of water distribution systems in the villages of Gail Alhalkah, Hadhramaut Governorate. The study showed a marked improvement in the efficiency of the management of these water resources. GIS contributed accurately to identify the network's weaknesses and provided innovative solutions to improve its performance, reducing water loss and improving the service coverage. The study emphasized the importance of integrating modern technologies and community participation to achieve sustainable management of water resources, especially in rural and urban areas. The study developed a comprehensive database of all components of the network, paving the way for the development of future plans to improve advanced services, based on the following set of facts:

-Effectiveness of GIS: The study demonstrated that GIS is a powerful tool to effectively analyze water systems and manage water resources.

- Improved performance: GIS application improved water system performance by reducing loss by 25% and developing more effective maintenance plans.
- Community impact: The project contributed to improving the quality of life of citizens by providing clean and sustainable water.
- Sustainability: The project's success underscores the importance of integrating modern technologies and community participation to achieve sustainable management of water resources.
- The importance of the database: The comprehensive database contributed to support decision-making and improve future planning.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), Water Networks, Water Quality, Gail Alhalkah, Hadhramaut