Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences
Vol. 6, No. 5, December 2021, Special Issue for Forth Conference on Engineering Science and Technology (CEST-2021)
مجلة الجامعة الأسمرية: العلوم الأساسية والتطبيقية
المجلد 6 ،العدد 5، ديسمبر 2021، عدد خاص بالمؤتمر الرابع للعلوم الهندسية والتقنية (CEST-2021)

نقل مياه الصرف الحضري لري المسطحات الخضراء على أطراف المدن (مدينة سبها أنموذجاً)

محمد انوير عبدالرحمن انوير[1,*]، المبروك عبدالقادر السنوسي[2]

[1]قسم الهندسة المدنية، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا، *moh.alnwer@sebhau.edu.ly*

[2]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، ليبيا، *aalsnossi_10@yahoo.com*

الملخص

الإدارة السيئة والإهمال في استعمال مياه الصرف الحضري يؤديان إلى أثار ضارة على صحة الإنسان وسلامة البيئة بشكل عام، ومن مظاهر هذا الإهمال تصريف مياه الصرف الحضري الغير معالجة مباشرة إلى الفضاءات الترابية على سطح الأرض أو للأنهار أو لشواطئ البحار، ولا شك في أن تفادي هذه الآثار يتطلب إدارة متكاملة وحكيمة قادرة على إيجاد الحلول الصحيحة للاستفادة من هذه المياه في الأغراض الملائمة لها كالزراعة. مدينة سبها إحدى مدن الجنوب الليبي الصحراوي، يبلغ عدد سكانها 133206 نسمة بحسب تعداد السكان لسنة 2006م، تستقبل محطة المعالجة في المدينة مياه الصرف الحضري وتدفعها عبر أنبوب إلى خزان تجميع ومنه إلى فضاء ترابي شمال المدينة يبعد عنها مسافة 5000متر، مع استمرار التزويد بمياه الصرف الحضري منذ سنة1988م تحول هذا الفضاء إلى بركة مساحتها 79 هكتار سنة2011م تسببت في تراكم النفايات ونمو الحشائش في محيطها وانبعاث الروائح الكريهة التي تسبب الضيق والانزعاج لسكان المدينة، أوصت دراسات سابقة بالاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في إنشاء المسطحات الخضراء لتحسين الظروف المناخية أو لزراعة الاشجار المقاومة لزحف الرمال على الطرق أو لإنتاج الأخشاب، لذلك درست هذه الورقة تصميم أنبوب من البولي ايثيلين لنقل مياه الصرف الحضري مسافة 16000متر من خزان التجميع إلى منطقة زلاف باستخدام برنامج EPANET بناءا على الكمية الحالية والمتوقعة للمدينة بعد 50 سنة، كما درست الورقة مدى إمكانية نقل المياه بالاعتماد على ميل سطح الأرض الطبيعية، توصلت الدراسة إلى انه بالإمكان نقل مياه الصرف الحضري لمدينة سبها من خزان التجميع إلى منطقة زلاف عبر أنبوب من البولي ايثيلين قطره 800ملم وطوله 16000متر وضغطه 10بار بواسطة مضخة تصريفها 554.3لتر/ث وضاغطها 12متر.

الكلمات الدالة:

برنامج EPANET
بولي ايثيلين.
صرف حضري.
مدينة سبها.

**البريد الإلكتروني للباحث المراسل:* moh.alnwer@sebhau.edu.ly

1. مقدمة

تلجأ العديد من الدول التي تعاني من شُح المياه إلى البحث عن مصادر بديلة غير تقليدية للمياه الجوفية، ومن هذه المصادر مياه الصرف الحضري المعالجة وإعادة استخدامها في مجال الزراعة وذلك من اجل توفير المياه العذبة وزيادة المساحات الزراعية المعتمدة على هذه المياه المعالجة، والمنطقة الجنوبية الصحراوية من ليبيا في حاجة إلى استخدام وإدارة مثل هذه المصادر المتاحة خاصةً إذا علمنا أن

ISSN: 2706-9524 (Print) ISSN: 2706-9532 (Online)

استهلاكها من المياه للأغراض الزراعية يتراوح بين 65%-97% من إجمالي المياه الجوفية المُنتجة وان مُعدّل الهبوط السنوي لمنسوب مياهها الجوفية وصل إلى 1.0 متر[1]، ومن هذه المجالات الزراعية ري الحدائق والمسطحات الخضراء داخل المدن والأحزمة الشجرية لمقاومة زحف الكثبان الرملية على الطرق والأشجار المُنتجة للأخشاب والأعلاف، يُعتبر أسلوب التخلص من مياه الصرف الحضري بإستخدامها في المجالات الزراعية أُسلوباً آمناً إذا ما أُتخذت معه الاحتياطات الضرورية اللازمة بدلاً من صرفها إلى البِحار أو إلى الفضاءات الترابية المفتوحة على سطح الأرض وما يترتب عليه من إضرار بالإنسان والبيئة، كما يؤدي هذا الأسلوب إلى توفير مخزون المياه الجوفية واستهلاكه بالطرق الصحيحة وبالتالي الحفاظ عليه للأجيال الحالية والقادمة.

مدينة سبها إحدى مدن الجنوب الليبي الصحراوي، يبلغ عدد سكانها حوالي 133206 نسمة حسب تعداد السكان لسنة 2006م [2,3]، تستقبل محطة المعالجة بها منذ إنشائها سنة 1988م مياه الصرف الحضري وتدفعها إلى خزان تجميع ومنه إلى فضاء ترابي مكشوف شمال المدينة ويبعد عنها مسافة 5000 متر، وبمرور الزمن تحوّل هذا الفضاء إلى بركة واسعة لمياه الصرف كما في الشكل (1).

شكل1 بركة الصرف الحضري وخزان التجميع في مدينة سبها Google Earth [4]

أشار الدرازي إلى أن مساحة بركة الصرف الحضري في مدينة سبها قد بلغت 62 هكتار سنة 2006م وبحلول سنة 2011م وصلت إلى 79 هكتار وبعمق 3-4 متر[5].

أدّى تكُون هذه البركة إلى تراكم النفايات ونمو الحشائش في محيطها إضافة إلى انبعاث الروائح الكريهة والتي تتجه نحو المدينة بفعل تيارات الهواء الشمالية فتسبب الضيق والإزعاج للسكان الشكل(2)، كما إن استمرار تزويد هذه البركة بمياه الصرف الحضري من محطة المعالجة أدّى إلى تضخُم مساحتها، فإذا علمنا بأنها مُحاطة بسد ترابي عشوائي التنفيذ لأدركنا حجم الضرر-إضافة إلى ما سبق ذكره- الذي يمكن أن يحدث للمساكن والمنشآت الأخرى المُحيطة بها فيما لو انهار هذا السد؟ لذلك وجب التفكير في وسيلة لنقل مياه الصرف الحضري لمدينة سبها من خزان التجميع مباشرةً إلى خارج المدينة وهذا سيؤدي حتماً إلى إيقاف تزويد البركة بمياه الصرف الحضري وبالتالي جفافها مع مرور الوقت.

يهدف هذه البحث إلى تصميم منظومة من أنابيب البولي ايثيلين عالي الكثافة "High Density Polyethylene Pipes PE" لنقل مياه الصرف الحضري الحالية والمستقبلية المتوقعة لمدينة سبها من خزان التجميع إلى خارج المدينة في اتجاه منطقة زلاف بطول 16000 متر باستخدام برنامج التحليل الهيدروليكي لشبكات المياه "Environmental Protection Agency EPANET 2.0" والتحقق من إمكانية الاستفادة من الميل الطبيعي لسطح الأرض في انتقال المياه [6].

شكل 2 الأضرار البيئية الناتجة عن بركة الصرف الحضري في مدينة سبها

1.1 أهمية الدراسة

على الرغم من توصية عدة دراسات سابقة [5,7,8] بالاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في ري المسطحات الخضراء أو زراعة الاشجار لتثبيت الكثبان الرملية ومنعها من الزحف على الطرق أو لتحسين الظروف المناخية في المنطقة إلا أنّها لم تتطرق إلى وسيلة النقل باستثناء ما أشار إليه مكتب الجنوب الاستشاري [9] في دراسته بقوله "نحن نرى ضرورة الاستفادة من تجربة مشروع الشريط الأخضر في استخدام أنابيب من "Poly Vinyl Chloride PVC" لنقل المياه وري الأراضي الزراعية نظرا لمقاومتها العالية للتآكل وسهولة نقلها وتوفّرها محلياً" وأشار أيضاً إلى توفر إمكانية اعتماد طريقة الإنسياب الطبيعي في نقل المياه من الخزان وحتى نقطة بداية التشجير، على أنهُ من الضروري بعدها استخدام المضخات. وبالتالي، هل يمكن الاعتماد على ميل سطح الأرض الطبيعية في نقل المياه أم يتطلب النقل استخدام المضخة؟ ما هي الوسيلة الممكنة والمتاحة للنقل وكيف يتم ذلك؟ هل تستوعب هذه الوسيلة التصريف المستقبلي المتوقع للمحطة أم يلزم استبدالها؟

2. المواد والطرق

1.2 منطقة البحث

تقع منطقة البحث شمال مدينة سبها ضِمن الإحداثيات الجغرافية (28º-27˚) شمالاً، (15º-14˚) شرقاً، الشكل (3) وتمتد بطول 16000 متر من خزان تجميع مياه الصرف الحضري إلى المنطقة المُستهدفة بالتشجير في منطقة زلاّف [10].

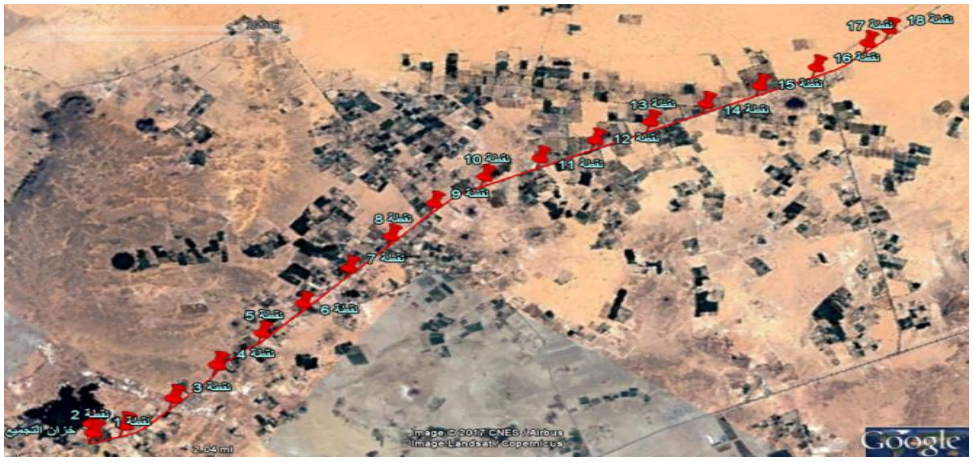
شكل 3 منطقة البحث [10]

2.2 التصميم الهيدروليكي للمنظومة

نظراً إلى أن مُعظم المساحة المُمتّدة من خزان التجميع إلى منطقة زلاّف بموازاة طريق (سبها – براك) قد أصبحت ملكيات خاصة (مزارع) فإن مسافة حرم الطريق البالغة 40 متراً على كل جانب تبقى هي الإختيار الأقرب لتنفيذ المنظومة (خط الأنابيب) للأسباب التالية

- أقصر مسافة.
- إستقامة الخط وعدم وجود الأكواع وبالتالي تقليل الفواقد.
- تُعتبر مسافة حرم الطريق حسب قانون الطُرق الليبي العام منطقة منزوعة الملكية لصالح الدولة ولا تُستغل للقطاع الخاص بعكس الأراضي الأخرى البعيدة عن الطريق والتي قد تتطلب تعويضات كبيرة في حال إستغلالها في تنفيذ الخط، والشكل(4) يوضح مسار الخط [11].

أشار مكتب الجنوب الاستشاري أيضاً إلى إقتراح مسار بطول 15300 متر لنفس هذه المنطقة إلا أن هذا المسار يتحول للجانب الآخر من الطريق بعد 7700 متر من خزان التجميع لتجنّب المرور بمشروع الشريط الأخضر الزراعي [9].

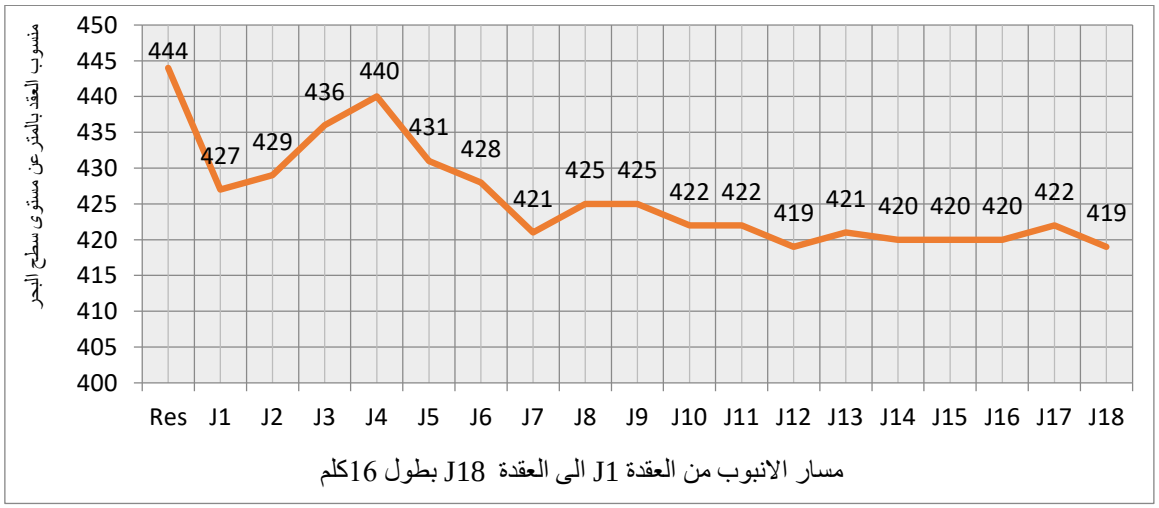


شكل 4 المسار المقترح لخط الأنابيب [4]

تم الرفع المساحي لمسار خط الأنابيب كل 1000 متر ابتداء من خزان التجميع حتى النقطة 16000 متر ويبين الجدول (1) مناسيب النقاط والشكل (5) يوضح قطاعا رأسياً للمسار.

جدول1. مناسيب وإحداثيات خزان التجميع ومسار خط الأنابيب

الوصف	الإحداثيات	المنسوب عن سطح البحر بالمتر
سطح الماء في خزان التجميع	27°3'25.7"N, 14°28'33.7"E	448
قاع خزان التجميع	27°3'25.7"N, 14°28'33.7"E	444
نقطة رقم 1	27°3'20.7"N, 14°28'39.6"E	427
رقم 2	27°3'34.6"N, 14°28'51.5"E	429
رقم 3	27°4'05.7"N, 14°29'03.9"E	436
رقم 4	27°4'38.7"N, 14°29'10.4"E	440
رقم 5	27°05'11.9"N, 14°29'18"E	431
رقم 6	27°05'42.1"N, 14°29'24.8"E	428
رقم 7	27°06'17.4"N, 14°29'31.6"E	421
رقم 8	27°06'49.3"N, 14°29'38.2"E	425
رقم 9	27°07'22.5"N, 14°29'44.5"E	425
رقم 10	27°07'54.3"N, 14°29'57.9"E	422
رقم 11	27°08'22.8"N, 14°30'17.5"E	422
رقم 12	27°08'51.1"N, 14°30'37.2"E	419
رقم 13	27°09'19.5"N, 14°30'56.9"E	421
رقم 14	27°09'47.9"N, 14°31'16.6"E	420
رقم 15	27°10'15.8"N, 14°31'35.9"E	420
رقم 16	27°10'45.1"N, 14°31'56.2"E	420
رقم 17	27°11'16.2"N, 14°32'11.3"E	422
رقم 18	27°11'31.4"N, 14°32'16.2"E	419



شكل 5 قطاع رأسي لمسار خط الأنابيب.

3.2 الخصائص الفنية لأنابيب البولي ايثيلين عالي الكثافة

تُصنع هذه الأنابيب محلياً وتُستخدم في تنفيذ شبكات الصرف الحضري سواء كانت تحت ضغط أو بطريقة الانحدار الطبيعي كما في الشكل (6) وتتميز بالمواصفات التالية [12]:

- سهلة التركيب.
- مرونة عالية وسهولة إجراء عملية اللِحام والصيانة.
- السطح الداخلي والخارجي أملس مما يمنع تكوّن الترسبات الداخلية.
- مقاومة لتأثيرات التربة الضارة والعمر الافتراضي للماسورة يزيد عن 50 سنة.

شكل 6 أنابيب البولي ايثيلين عالي الكثافة [12]

4.2 تقدير تصريف محطة معالجة مياه الصرف الحضري لمدينة سبها حسب تعداد السكان المتوقع لسنة 2021م

بناءاً على تعداد سكان مدينة سبها لسنة 2006م البالغ 133026 نسمة وعلى نسبة الزيادة السنوية للسكان في ليبيا بشكل عام وهي 1.8% [2,3]، يمكن توقع عدد سكان المدينة للسنة الحالية 2021م كالتالي:

الزيادة السنوية لسكان المدينة = 133026*1.8%=2394.5 نسمة

عدد السكان المتوقع للسنة الحالية 2021م = (2394.5*15سنة)+133026=168943 نسمة

مُعامل الذروة لعدد سكان اكبر من 80000 نسمة

$$P = 1 + \frac{18}{4 + P^{0.5}} \; ; 2 \leq P \leq 6 \qquad (1)$$

$$P = 1 + \frac{18}{4 + 168.943^{0.5}} = 2.1$$

بإفتراض متوسط الاستهلاك اليومي للفرد 180 لتر/يوم/فرد

معدل التدفق لمياه الصرف الحضري 75%

أقصى تصرف للمحطة= 168943*180*0.75*2.1=554.3 لتر/ث

بنفس الطريقة تم حساب أقصى تصريف متوقع للمحطة سنة 2070م=904.2 لتر/ث

5.2 اعتبارات التصميم

تم تحديد حجم خط النقل لمياه الصرف الحضري اعتماداً على المُحددات التصميمية التالية:

- كمية التصريف الحالية 47895 لتر/يوم.
- كمية التصريف المتوقعة بعد 50 سنة 78121 لتر/يوم.
- سرعة جريان المياه في الأنبوب (0.6-3m/s) بمتوسط (0.8-1.2m/s).
- تحليل الجريان في شبكات التوزيع بالإعتماد على معادلات "Hazen-Williams".

بناءاً على هذه المُحددات وعلى مواصفات أنابيب البولي ايثيلين المُصنّعة محلياً حُدِدّ حجم الأنبوب (D=800 mm, ID=705.2 mm) ضغط 10 بار [12,13].

6.2 التحقق من إمكانية الانسياب الطبيعي لمياه الصرف الحضري

للتحقق من إمكانية الانسياب الطبيعي من خزان التجميع إلى النقطة 16000 متر تم حساب قيمة الفاقد بالإحتكاك في أنبوب النقل باستخدام معادلة "Hazen-Williams" ومقارنتها بضاغط الماء الفعلي في خزان التجميع [13].

$$Q = 0.2785CD^{2.63}S^{0.54} \qquad (2)$$

S: الإنحدار الهيدروليكي (فاقد الطاقة بوحدة m/m).

C: تابت يعتمد على خشونة السطح الداخلي للأنبوب المُستعمل.

D: القطر الداخلي للأنبوب.

Q: التصريف المار عبر الأنبوب بوحدة Lit/s

$$0.5543 = 0.2785 * 140 * 0.7052^{2.63}S^{0.54}$$

$$S = 0.0021m/m$$

$$H_f = S * L \qquad (3)$$

$$H_f = 0.0021 * 16000 = 33.6m > 448 - 419 = 29m$$

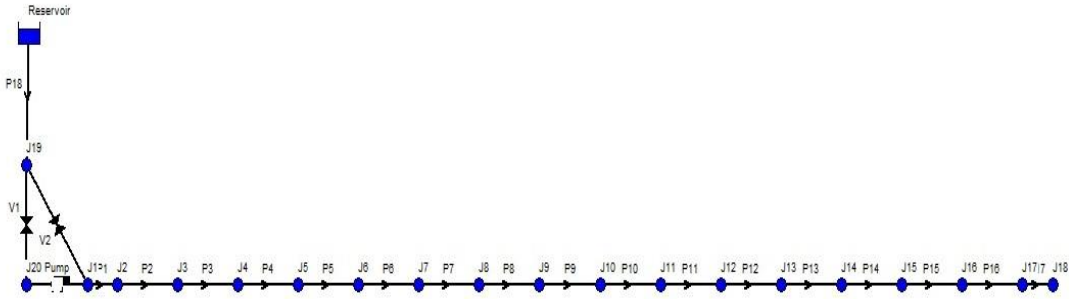
إذاً فاقد الطاقة بالاحتكاك أكبر من الضاغط الفعلي لمياه الصرف الحضري في خزان التجميع وبالتالي لن تنساب المياه بشكل طبيعي من خزان التجميع إلى منطقة زلاّف، وحتى يحدث هذا لابُدّ من تعويض هذا النقص في الضاغط.

7.2 إستخدام برنامج "EPANET 2.0" في تصميم خط الأنابيب

"EPANET 2.0" برنامج حاسوبي يقوم بمحاكاة هيدروليكية لتغيّر ضغط ونوعية المياه داخل شبكات الأنابيب لفترات زمنية طويلة وحساب فواقد الإحتكاك مُستخدماً معادلات "Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning" كذلك حساب الفواقد الثانوية في الأكواع وغيرها من تركيبات الشبكة [6,14].

8.2 إجراء التحليل الهيدروليكي

من اجل تمّكين برنامج "EPANET 2.0" من إجراء الحسابات الهيدروليكية لمنظومة نقل المياه تم رسم المسار كما في الشكل (7) وإدخال قيم خصائص العناصر الأساسية المكونة للمنظومة كمنسوب خزان التجميع "Reservoir" ومناسيب العقد "Junction" والتصريف المطلوب "Base Demand" كذلك إدخال قيم الطول والقطر ومعامل الخشونة للأنابيب "Pipe" والصمامات "Valve" المبينة في الجدول(2) وإدخال منحنى تشغيل المضخة الموضح في الشكل(8) الذي يتضمن الضاغط "Head" وكمية التصريف "Flow".

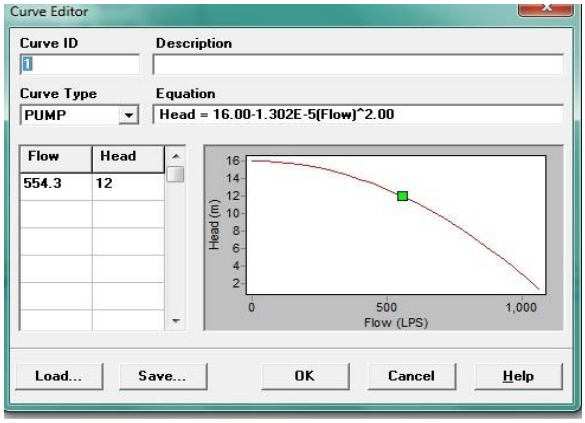


شكل 7 العناصر الأساسية في منظومة النقل المدخلة لبرنامج "EPANET 2.0"

جدول 2. خصائص العُقد والوصلات في منظومة النقل المُدخلة للبرنامج

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness
Reservoir Res	444	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Junction J1	427	0	Pipe P1	500	705.2	140
Junction J2	429	0	Pipe P2	1000	705.2	140
Junction J3	436	0	Pipe P3	1000	705.2	140
Junction J4	440	0	Pipe P4	1000	705.2	140
Junction J5	431	0	Pipe P5	1000	705.2	140
Junction J6	428	0	Pipe P6	1000	705.2	140
Junction J7	421	0	Pipe P7	1000	705.2	140
Junction J8	425	0	Pipe P8	1000	705.2	140

Junction J9	425	0	Pipe P9	1000	705.2	140
Junction J10	422	0	Pipe P10	1000	705.2	140
Junction J11	422	0	Pipe P11	1000	705.2	140
Junction J12	419	0	Pipe P12	1000	705.2	140
Junction J13	421	0	Pipe P13	1000	705.2	140
Junction J14	420	0	Pipe P14	1000	705.2	140
Junction J15	420	0	Pipe P15	1000	705.2	140
Junction J16	420	0	Pipe P16	1000	705.2	140
Junction J17	422	0	Pipe P17	500	705.2	140
Junction J18	419	554.3	Pipe P18	100	705.2	140
Junction J19	443	0	Pump	#N/A	#N/A	#N/A
Junction J20	427	0	Valve V1	#N/A	705.2	#N/A
			Valve V2	#N/A	705.2	#N/A



شكل 8 منحنى تشغيل المضخة

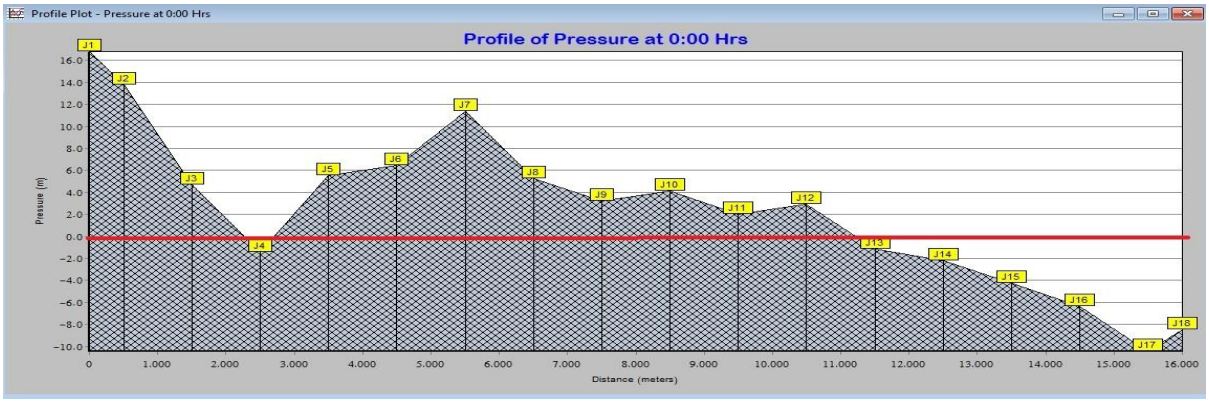
3. المناقشة والنتائج

يُجري "EPANET 2.0" حسابات الضاغط في العُقد والتدفق في الأنابيب التي تم إدخال قيم خصائصها، فيقوم بتوزيع التدفق من خلال الخزان المصدر بواسطة الأنابيب عبر العُقد المطلوب عندها هذا التدفق ويحسب هذا التدفق بناءاً على العلاقة بين التدفّق والضاغط عند هذه العقد، وللتحقق من إمكانية نقل مياه الصرف الحضري بواسطة هذا الأنبوب تم تحليل الحالات التالية:

حالة تأثير ميل سطح الأرض على نقل المياه في المنظومة:

تطبيق هذه الحالة على منظومة النقل يتطلب فتح الصمام V_2 وغلق الصمام V_1 وإدخال التصريف المطلوب بقيمة 554.3 لتر/ثانية للعقدة J_{18} وإجراء التحليل، ويبين الجدول (3) نتائج تحليل العقد في المنظومة ويُلاحظ من خلالها وجود قيمة سالبة للضغط عند أعلى عقدة في المنظومة J_4 كذلك قيم سالبة عند "J_{13} إلى J_{18}" كما يوضح القطاع الرأسي لمنظومة النقل في الشكل (8) مستوى الضغط عند هذه العقد، الضغط السالب يُشير إلى أن ضاغط الماء في العقدة اقل من منسوبها وبالتالي لا يصل إليها الماء، ويتطلب إيصالهُ رفع ضاغط العقدة بمقدار القيمة السالبة للضغط ويتم هذا عملياً إما بخفض منسوب العقدة أو رفع منسوب مصدر التغذية (الخزان) أو بإستعمال المضخة ويعتمد ذلك على طبيعة المنظومة، ومن

خلال هذا البحث فإن خيار إستخدام المضخة هو الأنسب من الناحية العملية وهذا يوافق النتيجة التي تم التوصل إليها في الفقرة السابقة 6.2.



شكل 9 مستوى الضغط في عقد المنظومة بالنسبة للضغط الجوي

جدول 3. نتائج تحليل العقد في منظومة النقل في حالة تأثير ميل سطح الأرض

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junction J1	427	0	0,00	443.79	16.79
Junction J2	429	0	0.00	442.75	13.75
Junction J3	436	0	0,00	440.67	4.67
Junction J4	440	0	0.00	438.59	-1.41
Junction J5	431	0	0,00	436.51	5.51
Junction J6	428	0	0.00	434.43	6.43
Junction J7	421	0	0,00	432.35	11.35
Junction J8	425	0	0.00	430.27	5.27
Junction J9	425	0	0,00	428.20	3.20
Junction J10	422	0	0.00	426.12	4.12
Junction J11	422	0	0,00	424.04	2.04
Junction J12	419	0	0.00	421.96	2.96
Junction J13	421	0	0,00	419.88	-1.12
Junction J14	420	0	0.00	417.80	-2.20
Junction J15	420	0	0,00	415.72	-4.28
Junction J16	420	0	0.00	413.64	-6.36
Junction J17	422	0	0.00	411.56	-10.44
Junction J18	419	554.3	554.3	410.52	-8.48
Junction J19	443	0	0.00	443.79	0.79
Junction J20	427	0	0.00	443.79	16.79
Reservoir Res	444	#N/A	-554.3	444.00	0.00

حالة استخدام مضخة بمواصفات FLOW=554.3L/s وHead=12m:

تطبيق هذه الحالة على منظومة النقل يتطلب فتح الصمام V_1 وغلق الصمام V_2 وإدخال FLOW=554.3L/s وHead=12m إلى مُنحنى تشغيل المضخة الشكل (8) وإجراء التحليل، ويبين الجدول (4) نتائج تحليل العقد في المنظومة ويُلاحظ من خلالها القيم الموجبة للضغط في جميع العقد ويُمكن التحكم في هذه القيم من خلال قيمة ضاغط المضخة.

جدول 4. نتائج تحليل العقد في منظومة النقل في حالة إستخدام المضخة FLOW=554.2L/s و Head=12m

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junction J1	427	0	0,00	455.79	28.79
Junction J2	429	0	0.00	454.75	25.75
Junction J3	436	0	0,00	452.67	16.67
Junction J4	440	0	0.00	450.59	10.59
Junction J5	431	0	0,00	448.51	17.51
Junction J6	428	0	0.00	446.43	18.43
Junction J7	421	0	0,00	444.35	23.35
Junction J8	425	0	0.00	442.27	17.27
Junction J9	425	0	0,00	440.20	15.20
Junction J10	422	0	0.00	438.12	16.12
Junction J11	422	0	0,00	436.04	14.04
Junction J12	419	0	0.00	433.96	14.96
Junction J13	421	0	0,00	431.88	10.88
Junction J14	420	0	0.00	429.80	9.80
Junction J15	420	0	0,00	427.72	7.72
Junction J16	420	0	0.00	425.64	5.64
Junction J17	422	0	0.00	423.56	1.56
Junction J18	419	554.3	554.3	422.52	3.52
Junction J19	443	0	0.00	443.79	0.79
Junction J20	427	0	0.00	443.79	16.79
Reservoir Res	444	#N/A	-554.3	444.00	0.00

حالة استخدام مضخة بمواصفات FLOW=904.2L/s وHead=12m:

تطبيق هذه الحالة على منظومة النقل يتطلب فتح الصمام V_1 وغلق الصمام V_2 وإدخال القيمة FLOW=904.2L/s و Head=12m إلى مُنحنى تشغيل المضخة وإجراء التحليل، ويبين الجدول (5) نتائج تحليل العقد في المنظومة ويُلاحظ من خلالها وجود قيمة سالبة للضغط عند العقد "J_6 إلى J_{18}" ولكي يصل الماء إلى هذه العقد يجب رفع قيمة ضاغط المضخة إلى Head=60m وسيترتب على هذه القيمة إرتفاع الضغط في العقدة J_1 إلى 76.48m لكنها تبقى ضمن حدود مواصفات أنابيب البولي ايثيلين المستخدمة في المنظومة "Pressure=10bar" والجدول (6) يبين نتائج التحليل بعد رفع ضاغط المضخة.

جدول 5. نتائج تحليل العقد في منظومة النقل في حالة استخدام المضخة FLOW=904.2L/s و Head=12m

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junction J1	427	0	0,00	455.48	28.48
Junction J2	429	0	0.00	452.91	23.91
Junction J3	436	0	0,00	447.76	11.76
Junction J4	440	0	0.00	442.61	2.61
Junction J5	431	0	0,00	437.47	6.47
Junction J6	428	0	0.00	432.32	4.32
Junction J7	421	0	0,00	427.17	6.17
Junction J8	425	0	0.00	422.03	-2.97
Junction J9	425	0	0,00	416.88	-8.12
Junction J10	422	0	0.00	411.73	-10.27
Junction J11	422	0	0,00	406.59	-15.41
Junction J12	419	0	0.00	401.44	-17.56
Junction J13	421	0	0,00	396.29	-24.71
Junction J14	420	0	0.00	391.15	-28.85
Junction J15	420	0	0,00	386.00	-34.00
Junction J16	420	0	0.00	380.86	-39.14
Junction J17	422	0	0.00	375.71	-46.29
Junction J18	419	904.2	904.2	373.13	-45.87
Junction J19	443	0	0.00	443.48	0.48
Junction J20	427	0	0.00	443.48	16.48
Reservoir Res	444	#N/A	-904.2	444.00	0.00

جدول 6. نتائج تحليل العقد في منظومة النقل في حالة استخدام المضخة FLOW=904.2L/s و Head=60m

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junction J1	427	0	0,00	503.48	76.48
Junction J2	429	0	0.00	500.91	71.91
Junction J3	436	0	0,00	495.76	59.76
Junction J4	440	0	0.00	490.61	50.61
Junction J5	431	0	0,00	485.47	54.47
Junction J6	428	0	0.00	480.32	52.32
Junction J7	421	0	0,00	475.17	54.17
Junction J8	425	0	0.00	470.03	45.03
Junction J9	425	0	0,00	464.88	39.88
Junction J10	422	0	0.00	459.73	37.73
Junction J11	422	0	0,00	454.59	32.59
Junction J12	419	0	0.00	449.44	30.44
Junction J13	421	0	0,00	444.29	23.29
Junction J14	420	0	0.00	439.15	19.15
Junction J15	420	0	0,00	434.00	14.00
Junction J16	420	0	0.00	428.86	8.86
Junction J17	422	0	0.00	423.71	1.71
Junction J18	419	904.2	904.2	421.13	2.13
Junction J19	443	0	0.00	443.48	0.48
Junction J20	427	0	0.00	443.48	16.48
Reservoir Res	444	#N/A	-904.2	444.00	0.00

4. الخُلاصة

تعتمد مدينة سبها ذات المناخ الصحراوي الجاف على مخزون المياه الجوفية بشكل كامل ودائم في تلبية احتياجاتها الحضرية والزراعية وهذا يؤدي إلى استنزاف هذا المخزون مع مرور الزمن وكما ذُكر في مُقدمة هذا البحث بأن استهلاك المنطقة الجنوبية من المياه للأغراض الزراعية يتراوح ما بين 65%-97% من إجمالي المياه الجوفية المُنتجة وإن مُعدّل الهبوط السنوي لمنسوب مياها الجوفية وصل إلى 1.0 متر[1]، وهذا الأمر يُحتّم على السكان والمسؤولين في المدينة اتخاذ وتشجيع الإجراءات اللازمة لترشيد استهلاك المياه الجوفية العذبة وفي نفس الوقت استغلال المصادر البديلة المتوفرة وهي مياه الصرف الحضري المعالجة والاستفادة منها في الأغراض الزراعية كريّ الحدائق والمُسطحات الخضراء والأحزمة الشجرية على أطراف المدينة لتحسين المناخ و مقاومة زحف الكثبان الرملية، وخلُص هذا البحث إلى أنه لا يمكن الاعتماد على ميل سطح الأرض الطبيعية في انتقال مياه الصرف الحضري لمدينة سبها من خزان التجميع إلى منطقة زلاّف بسبب أن فواقد الطاقة نتيجة الاحتكاك أكبر من ضاغط الماء المتاح في خزان التجميع (المصدر) Hf=33.3m > Head=29m وللتغلّبّ على هذا النقص في ضاغط الماء لابد من الاستِعانة بمضخة مواصفاتها FLOW=554.2L/s , Head=12m لنقل التصريف الحالي لمحطة المعالجة، وبمواصفات FLOW=904.2L/s و Head=60m لنقل التصريف المستقبلي بواسطة منظومة من أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة محلّية الصُنع بطول 16000m وقطر 800mm.

5. التوصيات

- دعم وتشجيع مشاريع إستغلال مياه الصرف الحضري لمدينة سبها لريّ المُسطحات الخضراء أو الأحزمة الشجرية لتحسين المناخ أو لمقاومة زحف الرمال على الطرق.
- بتنفيذ مشروع هذا البحث تتخلص مدينة سبها من بركة الصرف الحضري وأضرارها البيئية.
- تشجيع المُنتجات المحلية ذات المواصفات العالمية والاستفادة منها في تنفيذ المشاريع المختلفة.
- الدعوة للبحث في مرحلة ما بعد نقل المياه إلى منطقة زلاف.

المراجع

[1] أ. ناجي. التأثير البيئي للسحب الجائر للمياه الجوفية بوادي الشاطي. رسالة ماجستير، سبها: جامعة سبها، 2018/2019، ص 62.

[2] اللجنة الشعبية العامة. النتائج النهائية للتعداد العام للسكان لسنة 2006. الهيئة العامة للمعلومات، 2006.

[3] الحكومة الليبية الانتقالية. ليبيا في أرقام. وزارة التخطيط. مصلحة الإحصاء والتعداد، 2010، ص 5.

[4] الشبكة العنكبوتية. Google Eearth. مدينة سبها، 20016.

[5] ح. الدرازي. دراسة تأثير مياه وموقع بحيرة الصرف الصحي على نوعية مياه أبار مدينة سبها. رسالة ماجستير، سبها: جامعة سبها، 2014/2015، ص 123، 127.

[6] Rossman, L.A. EPANET 2 USERS MANUAL. Environmental Protection Agency. United States, 2000, Pag 9, 15-21, 28-34.

[7] أ. خير و م. الفيتوري و ع. المثناني و م. السعيدي. المعالجة البيئية لمشكلة زحف رمال زلاف على الطريق العام (براك - سبها) .المؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية. 2008 . مجلد الأبحاث العلمية. منشورات جامعة سبها، ص 369.

[8] أ. السنوسي و م. علي و أ. الصويعي. زحف الكثبان الرملية على الطرق الصحراوية. المؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية. 2008 . مجلد الأبحاث العلمية. منشورات جامعة سبها، ص 384.

[9] مكتب الجنوب الاستشاري للدراسات الفنية والاقتصادية. دراسة مبدئية لمشروع استخدام مياه مجاري سبها المعالجة لري أشجار المصدات بمحاذاة طريق سبها – براك الرئيسي . 1991، ص 28، 31، 41، 48، 49.

[10] أمانة التخطيط. الأطلس الوطني ليبيا. مصلحة المساحة. 1977، ص 13.

[11] حكومة الوفاق الوطني. تحديد مسافات الردود القانونية حسب تصنيف الطرق استنادا إلى قانون الطرق العام رقم(46) لسنة 1976م. وزارة المواصلات: مصلحة الطرق والجسور، 2020.

[12] شركة الدرع الأهلية للاستثمارات الصناعية. النشرة الفنية لمنتجات مصنع البولي ايثيلين والبولي بروبلين، اجدابيا. ليبيا، ص 5، 18، 27.

[13] المملكة العربية السعودية. مقدمة في ميكانيك الموائع و الهيدرولوجيا. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، ص 47، 48، 84-86.

[14] ت. ديوب. استخدام برنامج EPANET في تصميم خطوط الري بالتنقيط. دراسة بكالوريوس ، حلب: جامعة حلب، 2009/2008، ص 4-19.

Transporting Urban Wastewater to Irrigate Green Fields Located in City Periphery, Sebha as a model

MohamedInweer. Abdulrahman [1], Almabruk. Abdulgader Sanoussi [2]

[1] *Department of Civil Engineering, Faculty of Technology & Science/Sebha, Libya, moh.alnwer@sebhau.edu.ly*

[2] *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering/Tripoli, Libya, aalsnossi_10@yahoo.com*

ABSTRACT

The direct discharge of untreated urban wastewater into open areas, rivers or sea shores is an indication of neglect and mismanagement of the use of water resources and leads to harm to human health as well as the safety of the environment in general. Avoiding these damages requires integrated and wise management which is able to find the right solutions to benefit from this water for the appropriate purposes such as agriculture. The city of Sebha, which is one of the cities of the southern Libyan desert, has a population of 133,206 people, according to the 2006 census. The treatment plant was establish in the city of Sebha in 1988 AD, where it receives urban wastewater and pushes it through a pipe to a collection tank and from it to open areas north of the city, 5,000 meters away from it. Because of the continuous flow of urban wastewater, this space turned into a pond with an area of 79 hectares by the year 2011 AD, which caused the accumulation of waste, the growth of weeds and the emission of unpleasant odors annoying the population, so some previous studies recommended making use of urban wastewater in the construction of green spaces to improve climatic conditions, or in planting trees that are resistant to sand crawling on roads, or in the production of timber, therefore; in this research, a polyethylene pipe with a diameter of 800 mm, a pressure of 10 bar, and a length of 16000 m, was designed using the EPANET 2.0 Software program to transfer the current and expected urban wastewater after 50 years from the collection tank to the Zallaf area. The possibility of the natural flow of water depending on the slope of the earth's surface was also investigated. The researcher concluded that the natural flow of water is not possible and that the transfer of water from the collection tank to the Zallaf area requires a 554.3 liter/sec discharge pump and 12-meter head.

Keywords

EPANET2.0 Polyethylene Pipe. Sebha . Wastewater. Zallaf.

**Corresponding Author Email: moh.alnwer@sebhau.edu.ly*