

Evaluation of the Current Performance of the Rainwater Drainage System in Lattakia and Construction a Drainage Network Model using Sewer Gems

Dr. Haitham Shahin*
Dr. Raed Jaafar**
Suliman Mohammad***

(Received 5 / 7 / 2023. Accepted 20 / 8 / 2023)

□ ABSTRACT □

Lattakia city has a high annual rainfall and since it has various terrain; its streets hasn't got the same rate and they have big leanings, it has more byways than main streets and the amount of rainfall is the same in the entire city, rainwater is drained to the sewage network which causes floods in the streets and traffic accidents, In this research we have constructed a scheme for the current network and draw it on the GIS program and determine the pipes diameters and sewage outfalls, Then the state of the rainwater drainage and household water drainage, We considered the network capacity for the current exuberance, so the current network diameters and rates, as well as the sewerage and the rainfall drainage amount were implemented to Sewer Gems program to analyze the system ability to drain this exuberance, the analysis showed drainage malfunction in most of these main streets, independent rainwater network was designed with Sewer Gems program, It chose three main outfalls and designed the network based on them, in order to give results of the design (diameters-speed-drilling depth).

Keywords: rainwater drainage system, manhole, sewer drainage system sewer gems.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. shahinhier@gmail.com

** Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. raedjafar@yahoo.fr

*** Postgraduate student (Master), Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Suliman1993mohammad@gmail.com

تقييم الواقع الحالي لأداء الشبكة المطرية في مدينة اللاذقية وبناء نموذج شبكة تصريف للأمطار باستخدام sewer gems

د. هيثم شاهين *

د. رائد جعفر **

سليمان محمد ***

(تاريخ الإيداع 2023 / 7 / 5. قُبِلَ للنشر في 2023 / 8 / 20)

□ ملخّص □

تتمتع مدينة اللاذقية بكمية هطول سنوية عالية نسبياً، وبما أنها متنوعة التضاريس نسبياً، بالتالي فإن شوارعها ليست على منسوب واحد وتعاني من وجود شوارع ذات ميول كبيرة وكذلك يتم تصريف المياه المطرية الى شبكة الصرف الصحي مما أدى إلى حدوث فيضانات في الطرق واعاقات وحوادث مرورية ، تم في هذا البحث وضع مخطط للشبكة الحالية المشتركة ورسمها على برنامج الـ GIS وتحديد الأقطار للأنايبب ومصبات الصرف المشتركة ومن ثم تم تقييم حالة تصريف الشبكة للمياه المعاشية والمطرية عن طريق تقييم قدرة استيعاب الشبكة للغزارات الحالية حيث تم ادخال أقطار ومناسيب الشبكة الحالية وكذلك كمية مياه الصرف الصحي والمطري لبرنامج الـ sewer gems ليقوم بعمل تحليل لقدرة الشبكة على إمرار هذه الغزارات ، حيث بين التحليل وجود مشاكل في التصريف في أغلب الشوارع الرئيسية، ومن ثم تم تصميم شبكة مطرية منفصلة عن طريق برنامج الـ sewer gems حيث تم اختيار ثلاث مصبات رئيسية ورسم الشبكة على أساسهم، ليعطي البرنامج نتائج التصميم (قطر-سرعة-أعماق حفر) .

الكلمات المفتاحية: شبكات مياه الأمطار، فوهات مطرية، شبكات صرف صحي، sewer gems.



حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

*أستاذ - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. shahinhier@gmail.com
**أستاذ مساعد - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. raedjafar@yahoo.fr
***طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين- اللاذقية - سورية. Suliman1993mohammad@gmail.com

مقدمة:

على مدار العقود القليلة الماضية شهد العالم توسع حضري سريع وقد أدى ذلك إلى مشكلات معقدة بإدارة مياه العواصف في المناطق المتقدمة، حيث أنه إذا لم تتم إدارة مياه العواصف بشكل صحيح، فقد يؤدي ذلك إلى فيضانات في المناطق الحضرية، وتدهور جودة المياه في الأنهار (Dayaratne, 2001).

إن إدارة مياه الأمطار في المناطق الحضرية تعتبر تحدياً خطيراً في جميع أنحاء العالم، لما ينجم عنها من آثار ضارة على حركة السكان والسيارات والأبنية والأنفاق والمخازن وتخريب الطرقات والجسور، حيث أن تغيرات المناخ والآثار البيئية الناتجة عن الصناعة غيرت الأنماط المتوقعة وشدة حدوث الهطولات المطرية في مناطق مختلفة لذلك يجب أن يتم النظر في إدارة البنية التحتية لتصريف مياه العواصف بشكل آمن (Alhumaid, M; Ghumman, A. R; (Haider, H; Al-Salamah, I. S; (2018).

التصميم التقليدي لشبكة الصرف الصحي والمطري يستغرق وقتاً طويلاً ومرهقاً ويتطلب الكثير من الجهود للقيام به (تحليل تدفق النظام بأكمله) ، حيث سيؤدي أي تعديل في التصميم إلى مراجعة جميع التحليلات من الصفر، هناك العديد من النماذج العددية المتاحة لإجراء تحليل تدفق شبكة الصرف الصحي والمطري، من بين هذه البرامج المتاحة يوجد برنامج "Sewer gems" الذي يحظى بشعبية كبيرة لأن له الكثير من الفوائد الفريدة (سهل الاستخدام للمهندسين لتحليل وتصميم أنظمة الصرف الصحي باستخدام الأدوات الهيدروليكية المدمجة، بالإضافة إلى ذلك متوافق مع أدوات نظام المعلومات الجغرافية (GIS)) (Hinal Sopariya, 2018).

أنجزت دراسة عام 2018 في مدينة بريدة (المملكة العربية السعودية) قام بها (Abul, Mohammad Alhumaid Razzaq Ghumman) كان الهدف من الدراسة: - تحسين شبكات الصرف المطري من أجل جمع آمن لمياه العواصف. - اختيار أكثر المواقع الممكنة لحيازات إضافية. - تقييم خيارات مناسبة أخرى، حيث تم اقتراح ثلاث بدائل: 1- نظام الصرف الحالي للبرك. 2- البرك إضافية. 3- حفر نفق صغير لمياه الصرف الصحي في وادي الرماة، وتم تطبيق طريقة AHP لاختيار البديل الأفضل، حيث تم في النهاية اختيار أفضل المجمعات للمياه المطرية وبنسبة زيادة وصلت إلى 45 % استحوذ إضافي عن المجمعات الحالية (Mohammad Alhumaid, Abul Razzaq Ghumman, 2018).

أنجزت دراسة عام 2018 لتصميم شبكة صرف صحي باستخدام برنامج ال sewer gems قام بها (Triantaphyllou) حيث تم تصميم شبكة صرف صحي لنقل مياه الصرف الصحي المحلية أو الصناعية من نقطة المصدر إلى محطة المعالجة أو موقع التخلص منها، وذلك باستخدام برنامج ال Sewer gems ، وتوصلت النتائج إلى أن Sewer gems : 1- يوفر Sewer gems أدنى قطر للسماح للتدفق المعين بالمرور وهذا يؤدي إلى الحل الاقتصادي للمشروع. 2- يوفر Sewer gems خريطة توضح تفاصيل مثل الأنابيب والسرعة والارتفاعات والتدفق عليها كنتاج الإخراج. 3- يتم استيفاء حالة الحد الأدنى والحد الأقصى للسرعة لكل أنبوب. 4- يتم إنشاء رسومات القسم الطولي بسهولة مع جميع التفاصيل اللازمة عليه، هذا يساعد في توليد رسومات المشروع اللازمة في أي وقت من الأوقات ويمكن تصدير الرسومات في العديد من التنسيقات المألوفة مثل DWG و DXF و PDF وما إلى ذلك، والتي يمكن مشاركتها وتعديلها بسهولة شديدة وعند الحاجة خلال مدة المشروع (Triantaphyllou, E., & Mann, (S. H. (2018

أنجزت دراسة عام 2001 في مدينة بلجاوم في الهند قام بها (Mays, L. W. (2001) كان الهدف من الدراسة تصميم شبكة صرف صحي باستخدام برنامج sewer gems ، حيث تم اعتماد المعايير التالية للتصميم: معدل تصريف الشخص الواحد 135 ل/اليوم، الحد الأدنى لقطر المجاري المعتمد هو 150 مم، المواد المستخدمة هي أنابيب بيتونية، الحد الأدنى للسرعة هو 0.6 متر/ثانية، تم استخلاص الاستنتاجات التالية بناءً على العمل الذي تم تنفيذه على تصميم شبكة لنظام الصرف الصحي:

1- كان البرنامج المستخدم بديلاً مناسباً للطرق الأخرى خاصة في ضوء الدقة 2- تم العثور من الدراسة على أن العدد الإجمالي لجور التفتيش هو 201 جورة، من بينها 52.24 % يكون لها عمق أقل من متر واحد. 3- وجد من الدراسة أن 29.85 % من الانابيب لها سرعه (0.3-0.6) م/ثا و 19.4 % من الانابيب لها سرعة < 0.6 م/ثا. (Mays, L. W. (2001)

أهمية البحث وأهدافه:

مشكلة البحث:

في مدينة اللاذقية يتم تصريف المياه المطرية الى شبكة الصرف الصحي مما يؤدي إلى اختناقات وعدم استيعاب الشبكة للغزارات الكبيرة اثناء حدوث العواصف مع العلم أنه يفضل وجود شبكة مطرية منفصلة لاستيعاب الغزارات الكبيرة.

أهمية البحث:

• أهمية فنية:

نسبة كبيرة من شبكات المدينة تعمل بتصريف مشترك (صحي _ مطري) ووجدنا ان عدد كبير من الشوايات بحالة سيئة ولا تكفي لاستيعاب الامطار .

• أهمية بيئية:

التصرف المطري يؤدي الى تجميع مياه الامطار وتقليل العبء عن محطات المعالجة.

أهداف البحث:

- 1- تقييم اداء التصريف المطري في مدينة اللاذقية باستخدام برنامج ال sewer gems .
- 2- تصميم شبكة مطرية لمدينة اللاذقية باستخدام برنامج ال sewer gems .

طرائق البحث ومواده:

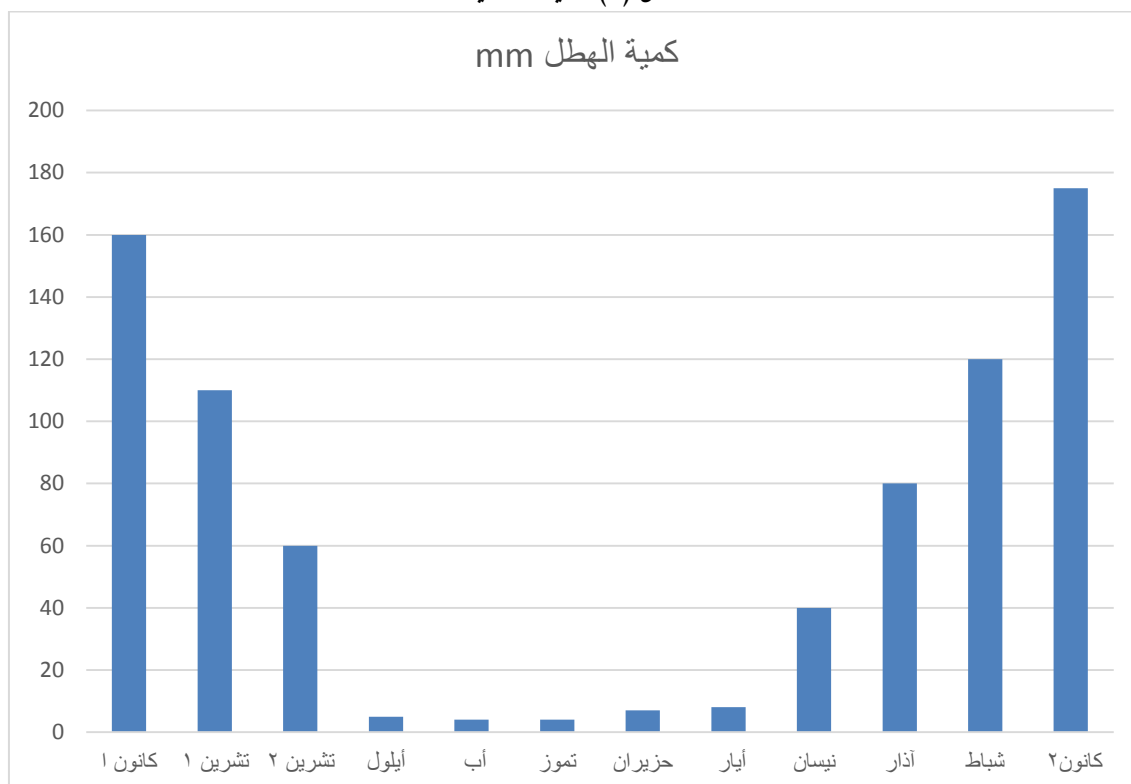
• منطقة الدراسة:

مدينة اللاذقية التي تقع على الساحل الشرقي للبحر المتوسط، وهي من أهم المدن الساحلية في القطر العربي السوري، تبلغ مساحتها 2,3 كم² وعدد سكانها حوالي المليون نسمة.

تقع مدينة اللاذقية في منطقة سهلية متصلة بالبحر من جهة والجبال من جهة أخرى، وبما أنها متنوعة التضاريس نسبياً فهي تعاني من وجود شوارع ذات ميول كبيرة، مناخها معتدل وكمية الأمطار فيها عالية نسبياً، لم تشهد مدينة اللاذقية سقوط الثلج في فصل الشتاء وبالتالي لا تعاني من مشكلة ذوبان الثلج في فصل الربيع، وتتميز بعدم وجود تباين في توزيع الأمطار حيث إن كمية الأمطار التي تسقط فيها واحدة على كامل المدينة، ما يؤدي إلى حدوث فيضانات في الطرق واعاقات وحوادث مرورية.



الشكل (1): مدينة اللاذقية



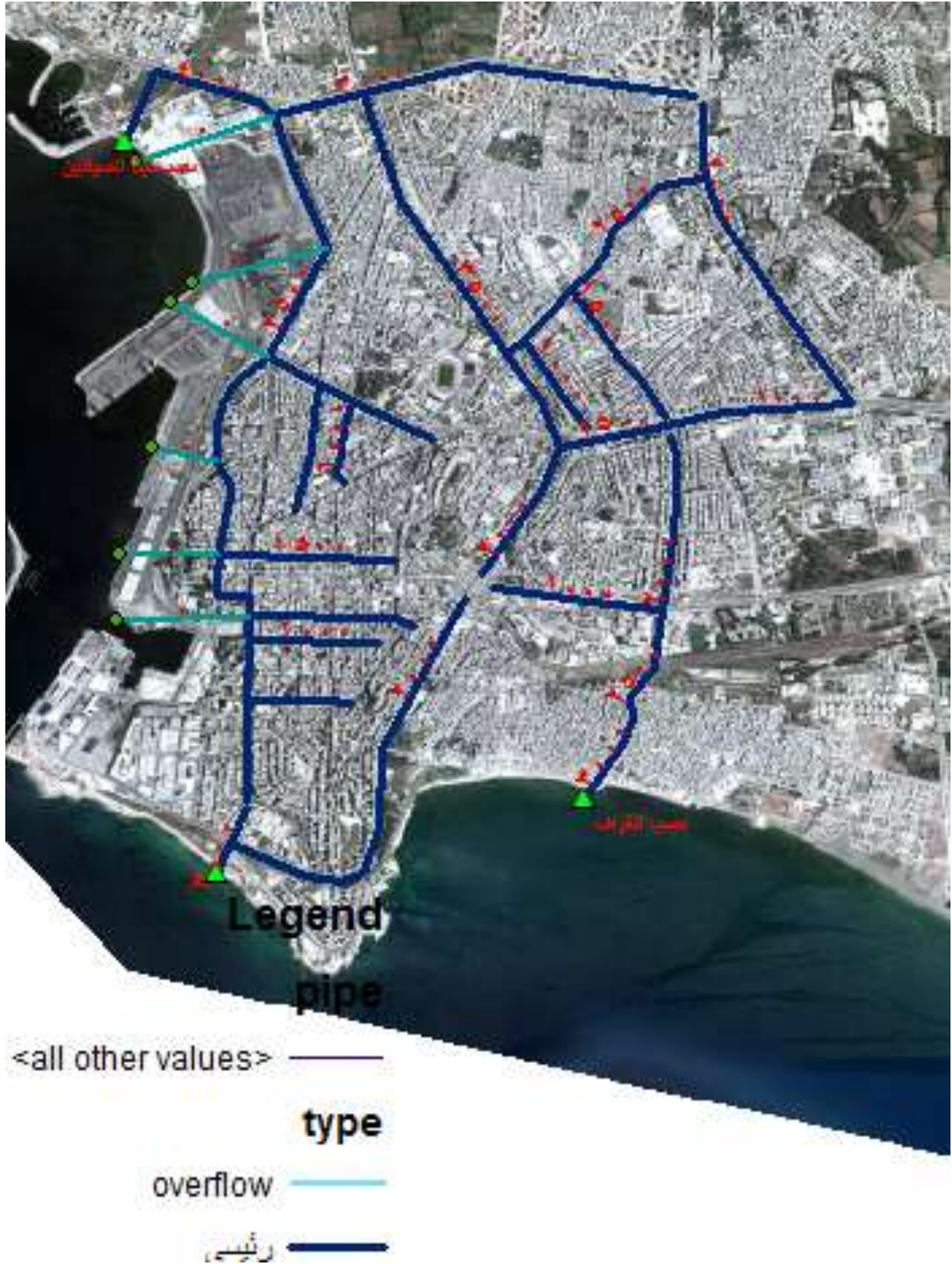
الشكل (2): كمية الهطل المطري في مدينة اللاذقية

• شبكة الصرف الحالية:

شبكة الصرف الصحي في مدينة اللاذقية هي شبكة مشتركة (صحي + مطري) باستثناء بعض الخطوط والقنوات المطرية، كما يبين الشكل (3) حيث يوجد مجمعين رئيسيين:

- 1- المجمع المتوسط: يبدأ من دوار الجامعة مرورا بساحة صلاح الدين (دوار الزراعة) ثم ساحة الجمهورية (دوار هارون) ليتابع بشارع الجمهورية حتى ساحة عدن، يبدأ بقطر 1000mm ويتحول مقطعه إلى مقطع قوسي عند ساحة صلاح الدين بمقطع (1*1.5).

- 2- المجمع المرّفني: يبدأ من ساحة الوحدة بقطر 1000mm مرورا بشارع بغداد ليتحول بعدها مقطعه إلى مقطع قوسي (1*1.5) عند نهاية شارع بغداد ويتابع بعدها إلى دوار الأزهر ليلتقي بالمجمع المتوسط.
- 3- بسبب زيادة التصريف الصحي والمطري تم انشاء خطوط موازية للخطوط السابقة في بعض المناطق.
يوجد مصيبن رئيسيين لشبكة الصرف المشتركة:
- 1- مصب الغراف: وهو مسؤول عن تصريف المنطقة الجنوبية من المدينة وهو عبارة عن قناة بيتونية بأربع فتحات.
- 2- مصب مينا الصيادين (مصّب القناة Z): وهو مسؤول عن تصريف المنطقة الشمالية من المدينة ويصب فيه المجمع المرّفني والمتوسط.
- 3- مصب الكورنيش الجنوبي: وهو مسؤول عن تصريف قسم صغير من المنطقة الجنوبية.
- 4- المصبّات المتبقية هي عبارة عن مصبات overflow تعمل اثناء الفيض المائي (عند حدوث هطولات مطرية ترتفع المياه في القناة حتى تصل لارتفاع معين).



الشكل (3): شبكة الصرف الحالية

- تقييم قدرة استيعاب الشبكة الحالية للغزارات المطرية والمعاشية:
- 1- في البداية تم رسم الشبكة الحالية على برنامج ال sewer gems :
- إضافة خريطة الطرق لمدينة اللاذقية بصيغة DXF (حيث قمنا بتحويل ملف الأتوكاد من DWG إلى DXF).
- إضافة المناسيب لمدينة اللاذقية بصيغة DXF (عن طريق تحويل نقاط الرفع الطبوغرافي التي حصلنا عليها على ملف أتوكاد لصيغة DXF ليتمكن البرنامج من قراءتها).
- نقوم برسم الشبكة الحالية:
- حيث يتم رسم الأنابيب عن طريق الأمر conduit
- نقوم بتحويل آخر نقطة إلى مصب عن طريق الأمر outfall
- 2- ادخال معلومات الانابيب وجور التفقيش:
- ❖ ادخال نوع مادة الانابيب: بيتونية.
- ❖ ادخال اقطار الانابيب.
- ❖ ادخال مناسيب جور التفقيش.
- ❖ ادخال مناسيب الأرض الطبيعية لجور التفقيش:
- سنأخذ كل جورة منسوب الأرض الطبيعية الخاص بها عن طريق الأمر trex
- 3- حساب الغزرات المطرية :
- ادخال منحنيات الشدة المطرية:

	Duration (hours)	5 Year (mm/h)	10 Year (mm/h)	20 Year (mm/h)	50 Year (mm/h)	100 Year (mm/h)
1	0.250	95.220	112.540	129.110	150.700	166.750
2	0.500	64.070	75.940	87.290	102.090	113.090
3	1.000	42.730	51.630	60.150	71.250	79.500
4	3.000	20.410	25.260	29.890	35.930	40.420
5	6.000	11.990	14.890	17.660	21.270	23.95

الشكل (4): منحنيات الشدة المطرية

- سنحلل على منحنى الشدة المطرية بتكرار كل 10 سنين.
- 3- رسم الأحواض الساكنة:
- عن طريق الأمر Tiessen polygon
- قام البرنامج برسم الأحواض الساكنة لكل جورة تفقيش
- 4- ادخال المعطيات الخاصة بالأحواض الساكنة:
- معامل الجريان: 0.85
- زمن التركيز: 10 min
- اعطى البرنامج مساحة كل حوض ساكن وغزارته المطرية

5- باعتبار أن عدد سكان مدينة اللاذقية حسب آخر إحصائية 800000 وباعتبار تصريف الشخص الواحد 125 لتر/اليوم.

$$\text{غزارة الصرف الكلية} = 125 * 800000 = 1157.4 \text{ l/sec}$$

تم توزيع هذه الغزارة بما يتناسب مع المساحة عن طريق الأمر load builder وهكذا نكون حصلنا على الغزارة المشتركة (صرف +مطري).

النتائج والمناقشة:

1- تقييم قدرة الشبكة الحالية على استيعاب الغزرات المطرية والمعاشية باستخدام برنامج ال sewer gems:

بعد رسم الشبكة الحالية (الخطوط الرئيسية) وإدخال أقطار الأنابيب ونوعها ومناسيب جور التفتيش وإدخال منحنيات الشده المطرية وكمية مياه الصرف الصحي التي يجب أن تمررها هذه الأنابيب، قام البرنامج بتحليل قدرة الأنابيب على إمرار هذه الغزرات، وهل السرعات محققة للسرعات الدنيا والعظمى فكانت النتائج كما يبين الشكلين (5) و(6).

nt Id	Label	Time (min)	Message
CO-13		(N/A)	Link has adverse slope.
CO-3		(N/A)	Conduit discharge is above design discharge.
CO-4		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.
CO-5		(N/A)	Conduit does not meet minimum cover constraint.
CO-5		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.
CO-6		(N/A)	Conduit does not meet minimum cover constraint.
CO-6		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.
CO-8		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.
CO-8		(N/A)	Conduit discharge is above design discharge.
CO-9		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.
CO-9		(N/A)	Conduit discharge is above design discharge.
CO-11		(N/A)	Conduit does not meet maximum velocity constraint.

الشكل (5): نتائج تحليل البرنامج للقدرة التمريرة والسرعة

قدرة الأنابيب على تمرير الغزارات الحالية



الشكل (6): قدرة الأنابيب على تمرير الغزارات الحالية

- **يبين التحليل وجود العديد من الأنابيب الغير قادرة على إمرار الغزارات المطلوبة:**
 - المجمع المرفئي: نلاحظ من الشكل (6) أن المجمع المرفئي غير قادر على إمرار الغزارة المطلوبة وهذا يؤدي إلى تجمع كميات كبيرة من المياه في أجزاء منه ولكن الذي يخفف من هذه المشكلة هو وجود مصبات overflow (التي تعمل عند الفيض المائي).
 - ساحة عدن: يبين التحليل وجود مشاكل في القدرة التمريرة للأنابيب التي تصب في هذه الساحة حيث أن الخط القادم من استرداد الثورة والذي قطره (3000mm) يعاني من عدم قدرته على استيعاب الغزارات المطرية التي تصب فيه وعدم كفاية الفوهات المطرية فأن المياه تسيل لتتجمع في هذه الساحة وكذلك الأمر بالنسبة الخط القادم من شارع الجمهورية والذي يعاني بدوره أيضا من مشكلة عدم قدرته على استيعاب الغزارات المطرية.
 - دوار الأزهرى: يصب في هذه العقدة المجمع المتوسط ذو القطر (1500mm) مع القناة المطرية (1*2) والمجمع المرفئي ذو القطر (1500mm) والمدعم بخط موازي له قطره (1000mm)، وهو عقدة هامه كون المجمعين الرئيسيين يصبان به، حيث يبين التحليل عدم قدرة الأنابيب على إمرار الغزارات المطلوبة، حيث أن قطر الأنبوب يصبح بعد التقاء المجمعين (4000mm) موزع على 4 انابيب كل أنبوب بقطر (1000mm) وهو غير قادر على إمرار الغزارات المطلوبة.

- شارع الجمهورية: يبين التحليل وجود مشكله في القدرة التمريرة للأنابيب بالقسم الأخير من شارع الجمهورية بسبب صغر قطر الأنابيب (1500mm) وعدم وجود فوهات مطرية كافيه لاستيعاب الغزرات في الأجزاء السابقة.
 - تقاطع شارع قنينص مع شارع الجمهورية: بين التحليل وجود مشكلة في هذه المنطقة بسبب صغر قطر الانبوب المستخدم وكذلك بسبب كمية المياه الكبيرة التي تصل إلى هذه المنطقة وعدم وجود فوهات مطرية لالتقاط هذه المياه.
 - منطقة الغراف: يبين التحليل عدم قدرة الأنابيب على استيعاب الغزرات الحالية في منطقة الغراف التي تعاني من تجمع كمية كبيرة من المياه أثناء هطول الأمطار سواء من عدم كفاية أنابيب الشبكة وكذلك من عدم وجود الفوهات المطرية الكافية.
 - كذلك يبين التحليل وجود مشكلة في السرعات العظمى في أغلب أنابيب الشبكة ويعود ذلك إلى الكمية الكبيرة للمياه التي تتدفق أثناء هطول الأمطار وكذلك بسبب تغير الميول التصميمية للأنابيب نتيجة قدم الشبكة.
- 2- نتائج تصميم الشبكة المطرية المنفصلة باستخدام برنامج ال **sewer gems**:
 يصمم البرنامج الشبكة المطرية بعد أن نكون قد رسمنا الشبكة، وأدخلنا كل الاشتراطات والقيود المتعلقة بالتصميم الهيدروليكي، حيث يعطي البرنامج نتائج التصميم (قطر، ميل، سرعة، أعماق حفر لجور التفريش).



الشكل (7): المجمعات الرئيسية المقترحة وأحواضها الساكبة

1- المجموع الرئيسي الأول:

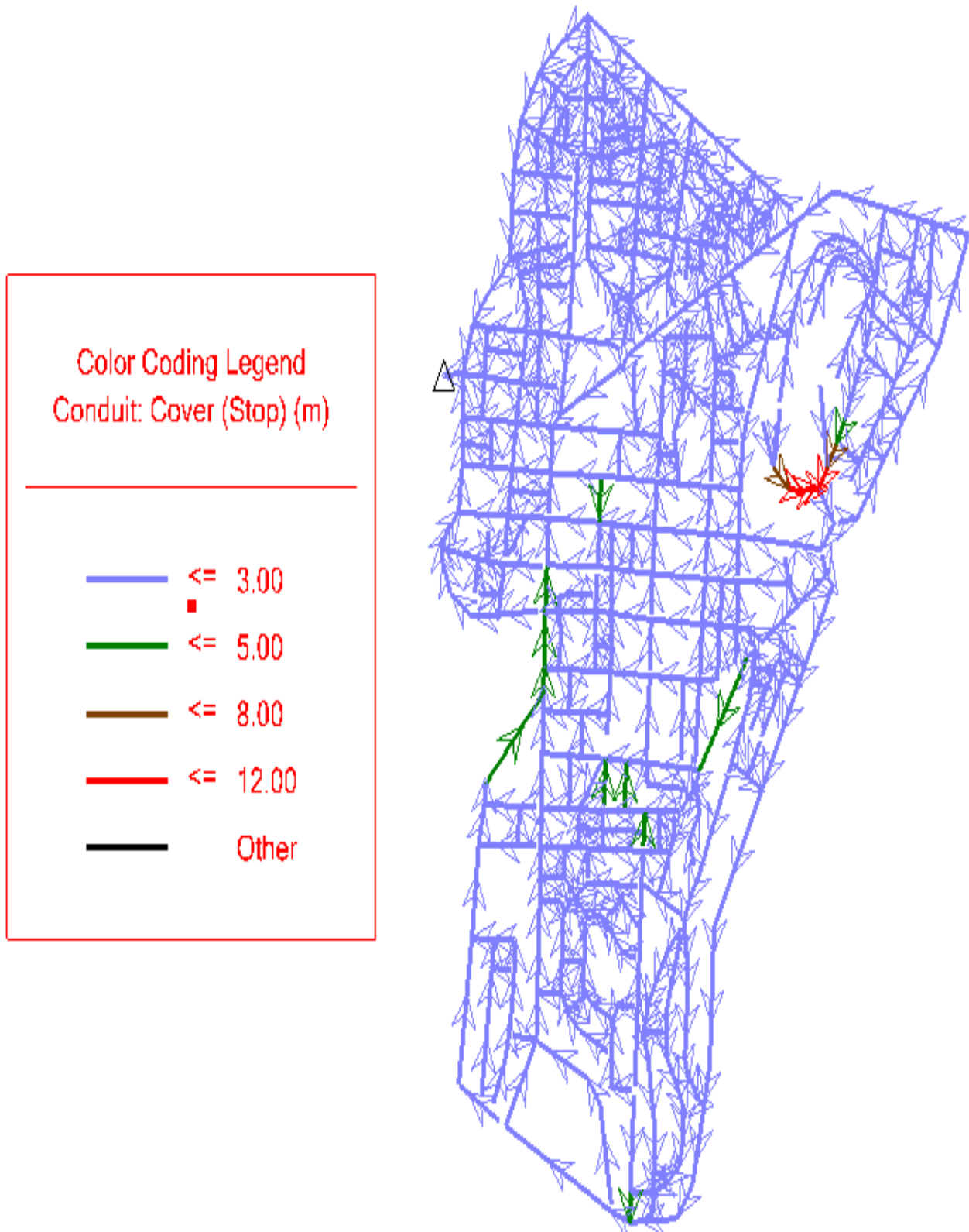
يبدأ من ساحة اليمن ويتجه جنوبا بشارع العروبة ثم يتجه إلى شارع بغداد ثم يمر بشارع جمال عبد الناصر (الكورنيش الغربي) ليصب بالبحر بعد المتحف، مساحة الحوض الساكب لهذا المجموع هي (330.247ha)، تتراوح أقطار أنابيبه بين (250-3000) mm وطول المجموع الرئيسي (4700m) تراوحت أعماق الحفر بين (1-5) m باستثناء بعد الوصلات الفرعية فقد وصل عمق الحفر في ثلاث وصلات إلى (10m) (هذه الوصلات تقع في مشروع القلعة ذو مناسيب الأرض الكبيرة).



الشكل(8): المجمع الرئيسي الأول

Label	Upstream Inlet Area (ha)	Length (Scaled) (m)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Slope (Calculated) (mm/m)	Headloss (m)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)
1-2	0.231	27.0	pir	0.016	68.01	300.0	1.40	90.29	8.719	0.24	37.86	37.63	36.56	36.33	1.00	1.00
2-3	0.476	222.9	pir	0.016	206.85	600.0	1.34	368.40	3.600	0.72	37.63	36.82	36.03	35.22	1.00	1.00
3-4	0.625	49.0	pir	0.016	676.62	750.0	1.93	754.46	4.993	0.27	36.82	36.60	35.07	34.85	1.00	1.00
4-5	0.544	187.0	pir	0.016	1.687.62	1.200.0	2.00	2.020.21	2.685	0.60	36.60	36.31	34.40	33.90	1.00	1.21
5-6	0.688	113.3	pir	0.016	1.814.82	1.200.0	3.16	3.558.33	8.330	0.82	36.31	35.15	33.90	32.95	1.21	1.00
6-7	0.650	388.8	pir	0.016	2.441.79	1.200.0	3.14	3.233.87	6.880	2.76	35.15	32.48	32.95	30.28	1.00	1.00
7-8	2.902	43.2	pir	0.016	3.056.20	1.200.0	3.54	3.558.33	8.330	0.46	32.48	31.17	29.33	28.97	1.94	1.00
8-9	0.600	304.4	pir	0.016	3.191.08	1.500.0	2.52	4.009.63	3.217	1.06	31.17	30.19	28.67	27.69	1.00	1.00
9-10	0.791	94.8	pir	0.016	3.229.78	1.950.0	1.43	3.791.65	0.710	0.17	30.19	30.94	27.24	27.18	1.00	1.81
10-11	0.269	207.9	pir	0.016	4.714.18	1.950.0	2.98	8.728.17	3.762	0.81	30.94	29.35	27.18	26.40	1.81	1.00
11-12	0.517	103.4	pir	0.016	4.693.12	2.250.0	1.57	5.553.36	0.710	0.36	29.35	29.38	26.10	26.02	1.00	1.11
12-13	0.525	169.9	pir	0.016	4.674.72	2.250.0	3.41	15.468.14	-5.508	1.09	28.34	29.38	25.09	26.02	1.00	1.11
13-14	0.368	68.6	pir	0.016	7.673.10	2.250.0	4.28	17.610.67	7.140	0.35	28.34	25.11	22.35	21.86	3.73	1.00
14-15	0.172	442.9	pir	0.016	7.653.96	2.250.0	2.86	10.400.98	2.491	0.99	25.11	24.01	21.86	20.76	1.00	1.00
15-16	2.453	241.7	pir	0.016	7.597.80	2.250.0	2.56	9.097.48	-1.905	0.59	23.55	24.01	20.30	20.76	1.00	1.00
16-17	2.138	121.5	pir	0.016	9.106.12	2.250.0	4.23	16.387.20	6.182	0.74	23.55	22.80	20.30	19.55	1.00	1.00
17-18	1.020	128.8	pir	0.016	9.234.25	2.250.0	4.24	16.387.20	6.182	0.79	22.80	22.00	19.55	18.75	1.00	1.00
18-19	0.946	103.4	pir	0.016	9.260.56	2.250.0	4.25	16.387.23	6.182	0.85	22.00	21.36	18.75	18.11	1.00	1.00
19-20	1.007	57.3	pir	0.016	12.150.59	3.000.0	4.45	34.417.25	5.880	0.33	21.36	21.49	17.36	17.03	1.00	1.47
20-21	0.774	75.5	pir	0.016	12.304.01	3.000.0	4.79	37.926.76	7.140	0.83	21.49	20.49	17.03	16.49	1.47	1.00
21-22	0.445	97.8	pir	0.016	13.337.72	3.000.0	4.90	37.926.76	7.140	-0.10	20.49	19.07	15.77	15.07	1.72	1.00
22-23	0.677	137.1	pir	0.016	15.030.20	3.000.0	2.13	11.959.85	0.710	0.20	19.07	19.27	15.07	14.97	1.00	1.30
23-24	1.872	107.8	pir	0.016	16.147.47	3.000.0	2.28	11.959.85	0.710	0.26	19.27	18.99	14.97	14.89	1.30	1.10
24-25	0.859	44.6	pir	0.016	16.822.88	3.000.0	2.38	11.959.85	0.710	0.34	18.99	19.33	14.89	14.86	1.10	1.47
25-26	0.358	61.8	pir	0.016	20.032.86	3.000.0	2.83	11.959.85	0.710	0.12	19.33	19.80	12.71	12.67	3.62	4.14
26-27	0.349	143.5	pir	0.016	21.551.58	3.000.0	3.05	11.959.85	0.710	0.33	19.80	20.18	12.67	12.57	4.14	4.61
27-28	0.394	115.6	pir	0.016	24.120.68	3.000.0	3.41	11.959.85	0.710	0.35	20.18	19.05	12.57	12.48	4.61	3.57
28-29	0.830	117.1	pir	0.016	25.360.74	3.000.0	3.59	17.686.12	1.553	0.54	19.05	18.17	12.48	12.30	3.57	2.86
29-30	0.832	78.5	pir	0.016	29.517.79	3.000.0	5.93	37.926.76	7.140	0.87	18.17	15.74	12.30	11.74	2.86	1.00
30-31	0.819	68.3	pir	0.016	29.674.21	3.000.0	5.94	37.926.76	7.140	0.78	15.74	13.25	9.74	9.25	3.00	1.00
31-32	0.391	179.7	pir	0.016	29.709.86	3.000.0	5.94	37.926.76	7.140	1.64	13.25	9.13	6.41	5.13	3.84	1.00
32-33	0.776	122.6	pir	0.016	30.868.94	3.000.0	5.98	37.926.76	7.140	1.20	9.13	6.70	3.58	2.70	2.55	1.00
33-34	0.568	53.8	pir	0.016	33.118.88	3.000.0	6.05	37.926.76	7.140	0.62	6.70	6.09	2.47	2.09	1.23	1.00
34-35	0.356	64.3	pir	0.016	33.212.71	3.000.0	6.05	37.926.76	7.140	0.07	6.09	5.47	1.93	1.47	1.16	1.00
35-36	0.392	109.4	pir	0.016	44.350.25	3.000.0	6.27	37.926.76	7.140	1.17	5.47	4.42	1.21	0.42	1.27	1.00
36-0	0.484	69.2	pir	0.016	54.722.50	3.000.0	7.74	37.926.76	7.140	1.09	4.42	0.00	-3.51	-4.00	4.93	1.00

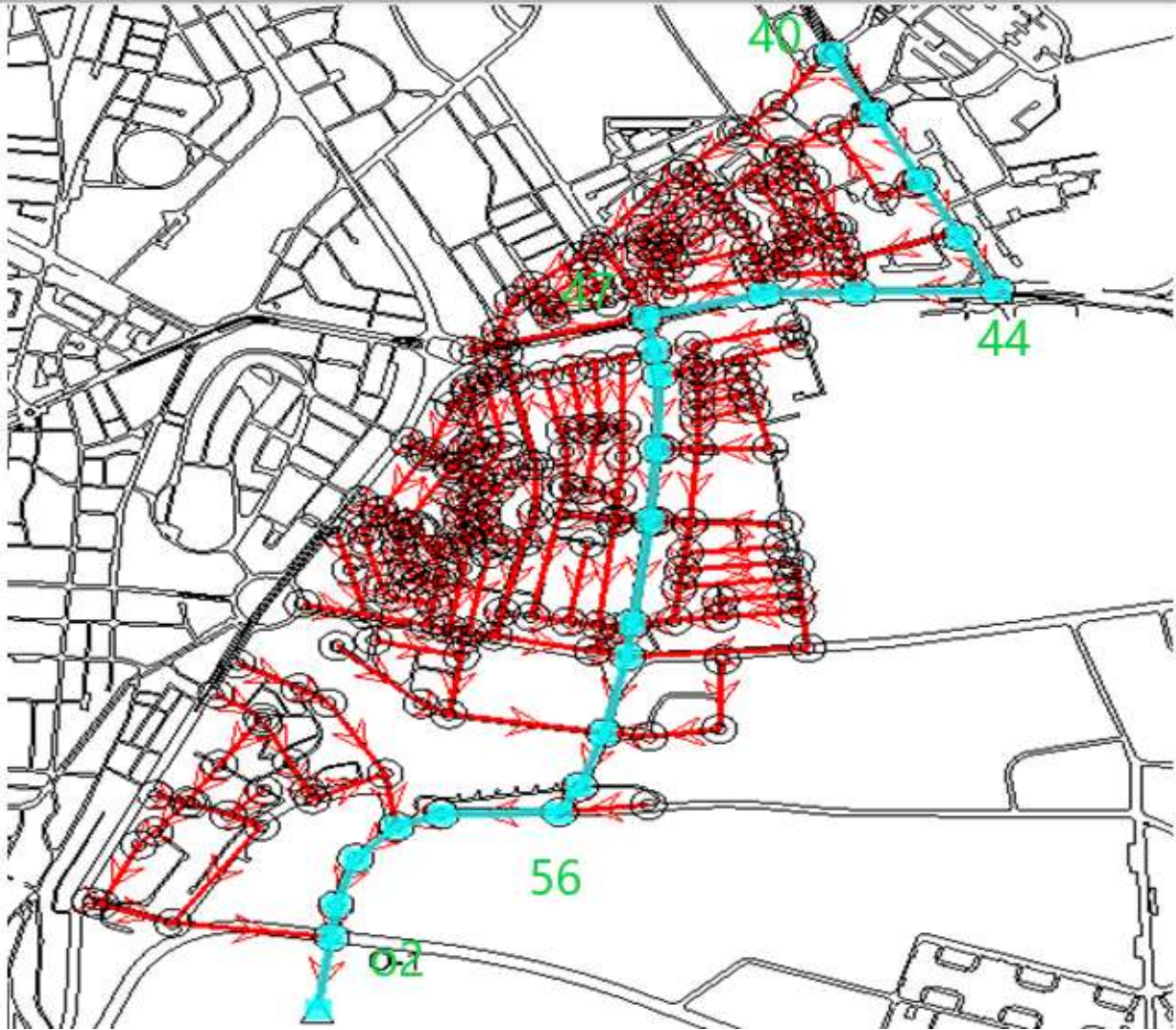
الشكل (9): نتائج تصميم المجمع الرئيسي الأول



الشكل (10): تصنيف أعماق الحفر للمجمع الرئيسي الأول

2- المجمع الرئيسي الثاني:

يبدأ من تقاطع شارع السابع من نيسان مع شارع الشيخ صالح العلي ويتجه جنوبا بشارع الشيخ صالح العلي ثم يتجه إلى شارع حلب (استراد الجامعة حتى يصل إلى ساحة صلاح الدين (دوار الزراعة) ثم يتجه جنوبا ليصب عند نفس موقع مصب الغراف، مساحة الحوض الساكب لهذا المجمع هي (257ha)، تتراوح أقطار أنابيبه بين (250-3000) mm، وطول المجمع الرئيسي (4420m)، تراوحت أعماق الحفر بين (1-5) m باستثناء بعد الوصلات الفرعية فقد وصل عمق الحفر في وصلتين إلى (9m).



الشكل(11): المجمع الرئيسي الثاني

Label	Upstream Inlet Area (ha)	Length (Scaled) (m)	Material	Manning'n	Flow (L/s)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Slope (Calculated)	Headloss (m)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)
40-41	0.476	216.4	PVC	0.013	140.13	300.0	2.36	291.83	26.252	8.60	56.90	46.30	55.60	47.00	1.00	1.00
41-42	0.721	245.3	PVC	0.013	144.03	400.0	2.37	483.84	11.759	2.79	46.38	45.50	46.79	43.90	1.00	1.00
42-43	0.710	205.4	PVC	0.013	128.19	400.0	2.76	728.86	13.740	2.92	45.50	42.68	43.90	41.08	1.00	1.00
43-44	1.089	183.2	PVC	0.013	812.86	750.0	3.25	1,377.86	15.318	3.10	42.68	39.72	40.93	37.97	1.00	1.00
44-45	1.791	300.7	PVC	0.013	1,267.12	1,300.0	1.36	1,636.89	0.941	0.60	39.72	40.46	37.27	37.04	1.00	2.07
45-46	1.896	228.4	PVC	0.013	1,297.63	1,300.0	4.15	36,021.46	8.538	2.28	40.46	39.15	36.29	34.27	2.07	2.79
46-47	1.214	305.4	PVC	0.013	8,151.82	2,500.0	3.62	29,389.23	4.940	1.10	39.15	37.55	33.82	32.46	2.79	2.54
47-48	1.276	108.3	PVC	0.013	12,493.93	3,000.0	1.92	11,939.81	0.710	0.21	37.55	36.83	33.01	31.93	2.54	1.99
48-49	0.810	76.3	PVC	0.013	12,562.01	3,000.0	1.92	11,939.81	0.710	0.22	36.83	36.43	31.93	31.88	1.99	1.96
49-50	1.267	229.8	PVC	0.013	12,624.40	3,000.0	3.74	36,184.58	3.403	0.87	36.43	33.08	31.88	31.08	1.96	1.00
50-51	0.687	220.6	PVC	0.013	13,209.41	3,000.0	5.93	49,280.88	12.045	2.61	33.08	32.32	31.08	28.32	1.00	1.00
51-52	0.784	328.8	PVC	0.013	15,779.74	3,000.0	9.30	94,271.01	44.113	14.10	32.32	30.12	28.32	25.91	1.00	3.22
52-53	1.432	106.2	PVC	0.013	21,774.10	3,000.0	11.62	103,809.70	53.491	5.20	30.12	28.32	25.91	23.81	3.22	2.30
53-54	2.761	249.0	PVC	0.013	32,899.68	3,000.0	7.63	80,674.17	12.746	3.06	28.32	26.83	25.04	23.04	2.30	1.77
54-55	4.300	180.0	PVC	0.013	37,151.31	3,000.0	8.89	51,827.08	13.852	1.12	26.83	25.04	23.04	21.54	1.77	1.00
55-56	0.000	95.7	PVC	0.013	36,728.66	3,000.0	5.20	47,238.44	11.086	0.64	25.04	23.54	21.54	20.04	1.00	2.16
56-57	2.076	208.5	PVC	0.013	37,516.75	3,000.0	5.31	11,939.81	0.710	2.09	23.54	21.96	20.04	18.57	1.00	1.70
57-58	3.231	116.6	PVC	0.013	37,046.22	3,000.0	5.24	11,939.81	0.710	0.81	21.96	20.24	18.57	17.07	1.00	2.06
58-59	1.582	144.5	PVC	0.013	40,300.39	3,000.0	5.30	29,304.04	3.229	1.18	20.24	18.57	17.07	15.57	1.00	1.00
59-60	2.524	106.5	PVC	0.013	40,530.58	3,000.0	5.70	34,215.22	5.039	1.38	18.57	17.07	15.57	14.07	1.00	1.00
60-61	2.922	101.3	PVC	0.013	40,846.40	3,000.0	5.78	36,434.22	6.389	0.84	17.07	15.57	14.07	12.57	1.00	1.00
61-62	1.337	233.1	PVC	0.013	41,296.53	3,000.0	8.29	52,003.83	13.425	3.69	15.57	14.07	12.57	11.07	1.00	1.00

الشكل (12): نتائج تصميم المجمع الرئيسي الثاني

3- المجمع الرئيسي الثالث:

يبدأ من شارع السابع من نيسان ويتجه شمالاً لينعطف بعدها يمينا مارا بشارع عمر بن عبد العزيز حتى يصل لشارع الجمهورية بتابع معه حتى ساحة عدن ثم يصب بالبحر قرب المنطقة الحرة المرفئية، مساحة الحوض الساكب لهذا المجمع هي (401.852ha)، تتراوح أقطار أنابيبه بين (250-3000) mm وطول المجمع الرئيسي (5400m)، تتراوح أعماق الحفر بين (1-6) m.



الشكل (13): المجمع الرئيسي الثالث

Label	Upstream Inlet Area (ha)	Length (Scaled) (m)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Size (Calculated)	Headloss (m)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)
70-71	1.962	183.3	PVC	0.013	459.90	750.0	1.91	823.11	5.466	1.02	52.67	51.67	51.12	50.12	1.00	1.00
71-72	3.964	210.2	PVC	0.013	1,576.23	1,350.0	1.26	1,985.64	0.883	0.33	51.67	51.72	49.52	49.34	1.00	1.04
72-73	2.994	151.7	PVC	0.013	2,294.14	1,350.0	2.47	3,270.78	3.755	0.60	51.72	51.12	49.34	48.77	1.04	1.00
73-74	3.132	137.8	PVC	0.013	3,068.88	1,950.0	1.41	3,791.65	0.730	0.35	51.12	51.59	48.17	48.07	1.00	1.57
74-75	1.452	99.9	PVC	0.013	3,328.72	1,950.0	6.55	29,531.82	43.071	4.26	51.59	46.72	48.07	43.77	1.57	1.00
75-76	1.344	162.7	PVC	0.013	3,648.97	1,950.0	5.94	24,785.20	30.338	4.51	46.72	41.78	43.77	38.83	1.00	1.00
76-77	1.103	38.8	PVC	0.013	7,581.11	1,950.0	4.75	11,872.35	9.504	0.33	41.78	41.41	38.83	38.46	1.00	1.00
77-78	1.866	209.7	PVC	0.013	8,022.25	1,950.0	7.99	27,520.71	37.404	7.79	41.41	33.57	38.46	30.62	1.00	1.00
78-79	3.136	105.6	PVC	0.013	8,714.58	1,950.0	4.53	12,508.13	7.727	0.77	33.57	32.75	30.62	29.80	1.00	1.00
79-80	2.746	118.7	PVC	0.013	9,306.57	1,950.0	7.53	24,027.46	28.511	3.33	32.75	29.37	29.80	26.42	1.00	1.00
80-81	3.378	141.1	PVC	0.013	10,069.43	1,950.0	7.61	21,691.46	27.720	3.65	29.37	25.46	26.42	22.51	1.00	1.00
81-82	2.015	78.6	PVC	0.013	15,136.33	1,950.0	7.53	20,583.45	20.924	1.62	25.46	23.81	22.51	20.86	1.00	1.00
82-83	0.635	99.1	PVC	0.013	16,055.42	1,950.0	8.72	24,384.42	29.365	2.25	23.81	22.08	20.86	19.13	1.00	1.00
83-84	1.377	228.2	PVC	0.013	18,746.81	2,400.0	4.99	19,829.71	6.436	1.38	22.08	20.61	18.68	17.21	1.00	1.00
84-85	3.559	116.5	PVC	0.013	20,644.84	2,400.0	7.65	32,705.89	17.455	2.63	20.61	18.58	17.21	15.18	1.00	1.00
85-86	3.323	160.3	PVC	0.013	26,205.74	2,700.0	5.93	30,114.71	7.896	1.22	18.58	17.31	14.88	13.61	1.00	1.00
86-87	2.952	117.0	PVC	0.013	27,453.75	2,700.0	7.01	36,581.01	13.651	1.85	17.31	16.31	13.61	12.25	1.00	1.36
87-88	2.073	139.7	PVC	0.013	30,824.94	2,850.0	5.56	31,115.64	6.338	0.84	16.31	15.07	12.25	11.22	1.36	1.00
88-89	2.224	497.7	PVC	0.013	32,254.23	2,850.0	7.18	41,467.19	11.221	4.21	15.07	9.48	11.22	5.63	1.00	1.00
89-90	5.994	233.3	PVC	0.013	36,954.63	3,000.0	5.23	31,654.85	4.974	1.58	9.48	8.40	5.48	4.32	1.00	1.08
90-91	3.024	215.5	PVC	0.013	38,373.25	3,000.0	5.43	34,695.94	5.975	1.58	8.40	7.03	4.32	3.03	1.08	1.00
91-92	3.025	182.6	PVC	0.013	38,970.62	3,000.0	5.51	37,160.05	6.854	1.38	7.03	5.78	3.03	1.78	1.00	1.00
92-93	1.274	31.6	PVC	0.013	41,487.68	3,000.0	5.86	11,999.85	0.730	0.27	5.78	5.77	1.78	1.76	1.00	1.01
93-94	0.611	83.0	PVC	0.013	44,327.63	3,000.0	6.27	11,999.85	0.730	0.81	5.77	5.91	1.76	1.70	1.01	1.21
95-96	1.076	498.0	PVC	0.013	59,331.47	3,000.0	8.29	27,080.37	3.640	8.00	5.91	5.24	1.70	0.03	1.21	2.28
96-97	2.198	134.3	PVC	0.013	68,338.60	3,000.0	9.67	11,999.85	0.730	3.11	5.24	4.49	0.03	-0.06	2.28	1.55
97-98	4.297	895.3	PVC	0.013	68,929.44	3,000.0	9.75	11,999.85	0.730	21.12	4.49	3.63	-0.06	-0.70	1.55	1.33

الشكل (14): نتائج تصميم المجمع الرئيسي الثالث

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- بين تحليل الشبكة الحالية عن طريق ال sewer gems على أن أكثر من 50% من أنابيب الشبكة غير قادر على إمرار الغزارات المطلوبة عند حدوث الهطولات المطرية وخاصة الأنابيب الرئيسية والذي يؤدي بدوره إلى تجمع المياه في المناطق المنخفضة.
- 2- أعط البرنامج قيم أصغرية للأقطار والميول واعمق الحفر للشبكة المطرية المصممة بما يتناسب مع الشروط التي ادخلناها.
- 3- نتيجة لتصميم الشبكة المنفصلة ببرنامج sewer gems وجدنا أن هناك فروق كبيرة بين الأقطار المنفذة والأقطار التي أعطها البرنامج مثلاً: القطر الحالي للخط المار في شارع الجمهورية هو 1500mm بينما القطر الذي أعطاه البرنامج يتراوح بين (2700-3000) mm .
- 4- بينت النتائج أن استخدام برنامج ال sewer gems يوفر الوقت والجهد فهو يتطلب معطيات قليلة لتصميم الشبكة، وكذلك يعطي خرائط تفصيلية للأنابيب والسرعات ومقاطع طولية مع جميع التفاصيل اللازمة.

التوصيات:

- 1- العمل على مراقبة عملية التصريف والصيانة المستمرة للشبكة كي تقوم بالتصريف السريع والمباشر للمياه المطرية.

- 2- من الضروري إنشاء قواعد بيانات تتضمن كافة المعلومات المتعلقة بالشبكة المطرية والمشاركة (فوهات مطرية، أنابيب، جور تفتيش) للاستفادة منها لاحقاً في تحسين الشبكة الحالية أو تصميم شبكة جديدة.
- 3- اعتبار نموذج الشبكة المطرية المصممة مساهمة في وضع حل لمشكلة تصريف الأمطار في مدينة اللاذقية.
- 4- ان مثل هذه الأبحاث تتطلب جمع بيانات كثيرة وغالباً ما تكون تحوي على أخطاء، التي من الممكن تقليصها إلى حدودها الدنيا كلما كانت البيانات موثقة بشكل جيد.
- 5- استخدام البرامج في عملية تصميم الشبكة المطرية لأنه يوفر الوقت والجهد ويتطلب القليل من المعطيات ويعطي مقاطع تفصيلية للوصلات المنفذة.

References:

- Dayaratne, S. T. Modelling of urban stormwater drainage systems using ILSAX, china,2001,42,43.
- Hinal, S, (2018) Department of Civil Engineering, 1Birla Vishvakarma Mahavidyalaya, Vallabh Vidhyangar, India,2018,56,57.
- Alhumaid, M., Ghumman, A. R., Haider, H., Al-Salamah, I. S., & Ghazaw, Y. M. Sustainability evaluation framework of urban stormwater drainage options for arid environments using hydraulic modeling and multicriteria decision-making, sudia, 2018, 581.
- Mays, L. W, Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill Education, australia,2001,44,45.
- Triantaphyllou, E., & Mann, S. H, Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *International journal of industrial engineering: applications and practice*,1195, 35-44.
- Subuh Hussam - Sanitation (1) - Tishreen University - 1990
- Indicative map of Lattakia Governorate - Ministry of Local Administration - Lattakia City Council - 2016.