مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

تصميم شبكة تصريف مياه الأمطار وتصريفها بخزان ذاتيا لموقف سيارات كلية علوم التقنية – مصراتة

أ.عبدالرحمن عبدالله عبدالرحمن معيوف
كلية الهندسة – جامعة مصراته، قسم الهندسة المدينة، ليبيا

أ. محمد أحمد أبوبكر معيتيق
كلية الهندسة – جامعة مصراته، قسم الهندسة المدينة، ليبيا

أ.بشير محمد بشير أبوفلغة
كلية الهندسة – جامعة مصراته، قسم الهندسة المدينة، ليبيا

استلمت الورقة بتاريخ 2022/02/07، وقبلت بتاريخ 2022/4/03، ونشرت بتاريخ 2022/5/1

الكلمات المفتاحية:
التصريف الذاتي لمياه الامطار.

الملخص

هذه الدراسة هي تصميم هيدروليكي لشبكة صرف مياه الأمطار لموقف السيارات الخاص بكلية علوم التقنية مصراتة طبقاً للمعايير والمواصفات المعتمدة عالمياً وتصرف هذه المياه ذاتياً في الخزان وتسريبها إلى التربة مباشرة للاستفادة من هذه المياه لشحن الخزان الجوفي دون ربطها على الشبكة العامة التي يتم رفعها بواسطة محطات الرفع إلى محطات المعالجة وذلك لتقليل التكاليف قدر الإمكان مع وجود إمكانية تنفيذ هذا الخزان في قطعة أرض فضاء في موقع التصريف المقترح.

وفي هذه الدراسة تم رفع مساحي لموقف السيارات لعدم وجود خريطة وتحديد عدد غرف التفتيش ومواقعها وتحديد أطوال الأنابيب وأقطارها وميولها وكمية التصريف الخارج من هذا الموقف ودراسة نفاذية التربة وتحديد أبعاد الخزان المقترح لتصريف هذه المياه.

وقد اعتمدت معادلة (Manning) في إجراء حساب أقطار الأنابيب المصممة وتم تدقيق التصميم مع السرعة المحددة (Vmin) و(Vmax) وبأقل غطاء ترابي مسموح به وتم تحديد نسبة الجريان الجزئي (d/D) وأقل وأكبر ميل مسموح به وفقاً للمواصفات الليبية المعتمدة وكذلك معامل النفاذية للتربة في موقع الخزان.

كما تم ارفاق نماذج للخرائط والرسومات التنفيذية اللازمة وفقاً للأسلوب المتبع وطبقاً للمواصفات الفنية.

ومن خلال النتائج المتحصل عليها أن جميع ميول الأنابيب صغيرة ومعظم اقطارها صغيرة وبالتالي لا تحتاج الي كميات كبيرة من الحفر ومنها نجد ان التكلفة الاقتصادية منخفضة.

يوصي بعمل خزانات التصريف الذاتي بالأماكن التي بها أرض فضاء حتى نتخلص من محطات الرفع .

1.المقدمة

بصفة عامة تستقبل ليبيا كميات أمطار قليلة في العام، ومعظم كميات الأمطار تسقط علي الشريط الساحلي، وتعتبر الأمطار السنوية المتساقطة متفاوتة الكمية على مناطق ليبيا حيث يبلغ المتوسط السنوي لكميات الأمطار حوالي (559 mm)، في منطقة شحات بالجبل الأخضر شرق البلاد وحوالي (238 mm)، في زوارة غرب البلاد بالقرب من الحدود التونسية، ويعتبر الجنوب الليبي من خط (30° N) صحراء مع متوسط أمطار سنوية يتراوح بين (9 mm)، في سبها جنوب غرب ليبيا إلى (20 mm)، في الكفرة جنوب شرق ليبيا.

تعتبر مياه الأمطار المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية، كذلك تعد عمليات إعادة تدوير واستخدام مياه الأمطار قليلة التكلفة مقارنة بمياه الصرف الصحي، الأمر الذي يشجع علي تجميع هذه المياه ومن ثم الاستفادة منها.

كما يعتبر تجمع مياه الأمطار في حالة عدم صرفها من المشاكل التي تعاني منها بعض المناطق مما يسبب في عرقلة السير كذلك الأضرار الإنشائية للطرق والمباني والمؤسسات التي تتجمع حولها المياه، كما تسبب أيضا في مشاكل بيئية ضارة.

تتناول هذا الدراسة تصميم شبكة صرف مياه الأمطار مع الأخذ بتأثير كافة المحددات التصميمية مثل أكبر وأقل حجم حفريات، وأعلى وأوطئ سرعة جريان مسموح بها في الأنابيب، بالإضافة إلى تحديد عمق الجريان الجزئي في الأنابيب (d / D)، ومعرفة كمية المياه المتجمعة في موقف السيارات في منطقة الدراسة، وإجراء مجموعة من الاختبارات المعملية والحقلية لتحديد الخواص الهندسية للموقع.

في هذه الدراسة تم التحدث عن أهمية شبكات صرف مياه الأمطار ومنطقة الدراسة وأهداف ومخطط الدراسة ، ويتم التعرف على مكونات شبكات تصريف مياه الأمطار، وكذلك يتم التحدث عن الثوابت والفرضيات، أسس التصميم، الطرق والمعادلات المستخدمة في تصميم شبكات تصريف مياه الأمطار، وتم سرد الخطوات العملية التي تم بموجبها إجراء التصميم، وتم توضيح أنواع الحسابات التي تمت، وبعض النتائج المتحصل عليها، وفي هذا الدراسة تم اختيار أنابيب البولي فينيل كلورايد (U-PVC).

2. وصف منطقة الدراسة

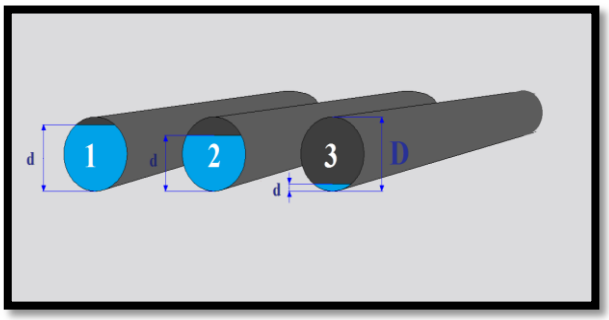
تقع منطقة الدراسة بكلية علوم التقنية داخل نطاق مدينة مصراتة بالقرب من تجمع 9 يوليو السكني، حيث يوضح الشكل 1 موقع الدراسة، ومنطقة الدراسة عبارة عن موقف سيارات خاص بكلية علوم التقنية وفي الوقت الحالي لم يتم الانتهاء من تنفيذ الموقف حيث أنه لازال موقف ترابي غير مرصوف.

تصرف المياه بتجميعها في أنبوب رئيسي خارج من موقف السيارات ومن ثم تنقل هذه المياه بحيث يتم الاستفادة منها مستقبلا بإعادة استخدامها بعد إجراء المعالجة اللازمة أو تجميعها لغرض تغذية المياه الجوفية.

الشكل 1. منطقة الدراسة عبر الأقمار الصناعية

3. العلاقات الرياضية المستخدمة

يتناول هدا الجزء الثوابت والفرضيات التي إستند عليها التصميم بالإضافة إلى المعادلات المستخدمة في تصميم شبكات تصريف مياه الأمطار، وتمت هذه الفرضيات وفقاً للمواصفات الليبية القياسية [1]، الجريان في المياه مفروض على أنه تحت الحرج لكي نتجنب تكوين أي قفزة هيدروليكية والجريان مستقر ومنتظم وتحت قوة الجاذبية، وأقل وأعلى سرعة مسموح بها وفقا للمواصفات الليبية m/sec (0.3 و 1.5) علي التوالي، ويراعي عند تصميم الأنابيب بحيث لا تقل السرعة عندما يكون الأنبوب ممتلئ تماماً عن cm/sec 90 لأقطار الأنابيب حتى 200mm، و cm/sec 80 لأقطار الأنابيب بين mm (200 و 500) و cm/se 75 لأقطار الأنابيب أكبر من 500mm، وعمق المياه في الأنبوب إلي قطر الأنبوب (d / D) لا يتجاوز (0.9 %) في شبكات تصريف مياه الأمطار حتى نتجنب ارتداد المياه عكسياً أو حدوث أي اختناقات في الأنابيب كما هو موضح في الشكل 2.



الشكل 2. عمق المياه في الأنبوب[7]

وأقل قطر تجاري مسموح به في تصميم شبكات تصريف مياه الأمطار 200 mm وأقل غطاء ترابي مسموح به 1 متر، لكي نتجنب الأحمال المسلطة على الطريق والتي تؤدي إلى تهشيم الأنبوب كما هو موضح في الجدول 1.

الجدول1. الحالات المختلفة لعمق المياه داخل الأنبوب [1]

رقم الأنبوب	$\frac{d}{D}$	المواصفات
1	0.90 >	خارج حدود المواصفات ويلزم تكبير قطر الأنبوب
2	0.90 =	الحالة الحرجة
3	0.90 >	ضمن حدود المواصفات بشرط أن تكون سرعة المياه أكبر منأو تساوي 0.3m/s

حساب زمن التجميع:

يمثل الزمن من سقوط مياه الأمطار على الأرض حتى وصولها إلى أنبوب مياه الصرف t_1 ، ويكون مقدارها يساوي 25 دقيقة للمساحات المخدومة التي لا تتميز بحركة مرورية كمحطات وقوف السيارات، 20 دقيقة للطرق الفرعية، 10 دقائق للطرق الرئيسية في الشوارع المزدحمة, 6 دقائق للطرق السريعة و مهابط الطائرات.

وتم اختيار t_1 يساوي 20 دقيقة في هذه الدراسة، t_2 زمن الجريان في داخل الأنبوب بوحدات (min) ويحسب باستخدام المعادلة التالية [7].

$$t_2 = \frac{L}{V_f} \times \frac{1}{60} \qquad (1)$$

حيث أن:

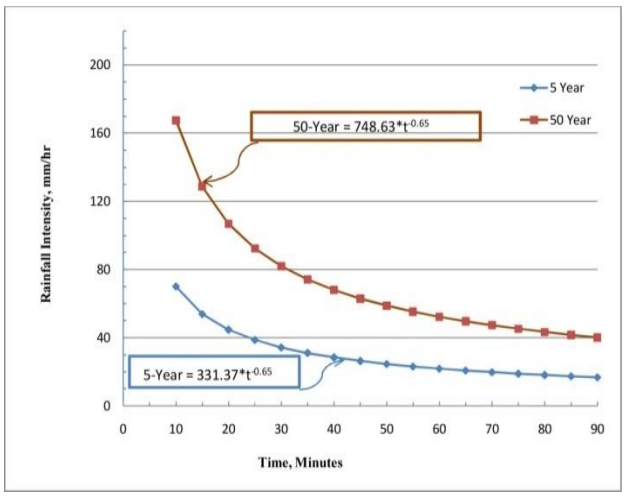
L: طول أنبوب مياه الصرف (m).

V_f: سرعة المياه في حالة الأنبوب مملوء بالمياه بوحدات (m/s).

وبهذا يكون الزمن التراكمي $tc = t_1 + t_2$

حساب شدة سقوط المطر:

يتم حساب شدة سقوط المطر بطرق عديدة منها بواسطة المنحنيات وكذلك بواسطة المعادلات وفي هذه الدراسة تم حساب شدة سقوط المطر بواسطة المنحنيات والخاصة بمدينة مصراتة وعند فترة تكرار (X=5 years) والموضحة بالشكل 3.



الشكل 3. منحنى شدة سقوط المطر لمدينة مصراتة [1]

ومن خلال المعادلة التالية والمستخلصة من المنحى يتم حساب شدة المطر:

$$I(mm/hr) = 331.37 \times t_c^{(-0.65)} \qquad (2)$$

حساب كمية تصريف مياه الأمطار:

الحجم الفعلي للمياه الجارية نتيجة الأمطار يمكن استنتاجها من العلاقة التالية والتي تعرف بالطريقة المنطقية (Rational Method) [7]:

$$Q_p = C \times I \times A_t \times \frac{1000}{3600} \qquad (3)$$

Q_p تصريف مياه الأمطار (Liter/sec)، C معامل مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض والذي يختلف بحسب نوع السطح كما

يوضحه الجدول أدناه وذلك حسب المواصفات الليبية[1]، I شدة سقوط المطر (mm/hr)، A_t المساحة التراكمية المخدومة للأنبوب (m^2).
وعندما تحتوي المنطقة المصرفة على أسطح مختلفة بمعاملات متباينة، فإن المعامل المناسب لكل سطح يضرب في جزئية مساحته ومن ثم تجمع المعاملات كما في العلاقة:

$$C_{avg.} = \frac{\sum C_i . A_i}{\sum A_i} \qquad (4)$$

الجدول2. معامل مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض (C) [1]

قيم معامل الجريان السطحي (C)

وصف المنطقة	معامل الجريان السطحي، (c)
أسفلت	0.70 to 0.95
قالب طوب	0.70 to 0.85
الخرسانة	0.80 to 0.95
أسقف المباني	0.75 to 0.95
التربة الرملية	0.05 to 0.20
تربة طينية	0.13 to 0.35

حساب سرعة المياه في حالة الأنبوب مملوء بالمياه:

يتم حساب سرعة المياه في حالة الأنبوب مملوء بالمياه من معادلة مانينغ ويتم استخدام هذه المعادلة لسهولتها ودقة الحسابات الناتجة منها.
حيث:

V_f: سرعة المياه عندما يكون الأنبوب مملوء بالمياه بوحدات (m/sec)، n معامل مانينغ وقد تم أخذه (0.013)، D قطر الأنبوب بوحدات (m)، S ميل الأنبوب بدون وحدات.

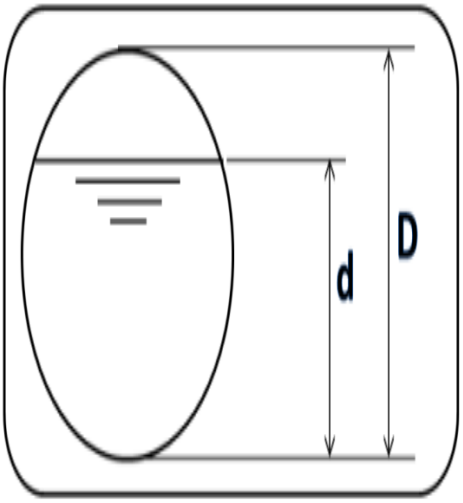
التصريف في حالة الأنبوب مملوء بالمياه:

$$Q_f = V_f \times A \times 1000 \qquad (5)$$

حيث Q_f التصريف الداخلي للأنبوب عندما يكون مملوء بالمياه بوحدات (l/sec), V_f سرعة المياه عندما يكون الأنبوب مملوء بالمياه بوحدات (m / sec)، A مساحة المقطع العرضي للأنبوب بوحدات (m^2).

حساب سرعة المياه التي تدخل الأنبوب عندما يكون غير مملوء تماما:

لحساب السرعة الجزئية (V_p) لمقطع أنبوب يكون عمق المياه فيه متغير من مقادير صغيرة إلى مقادير كبيرة, والأنبوب فى جميع الحالات غير ممتلئ بالمياه تماما كما هو موضح في الشكل 4.

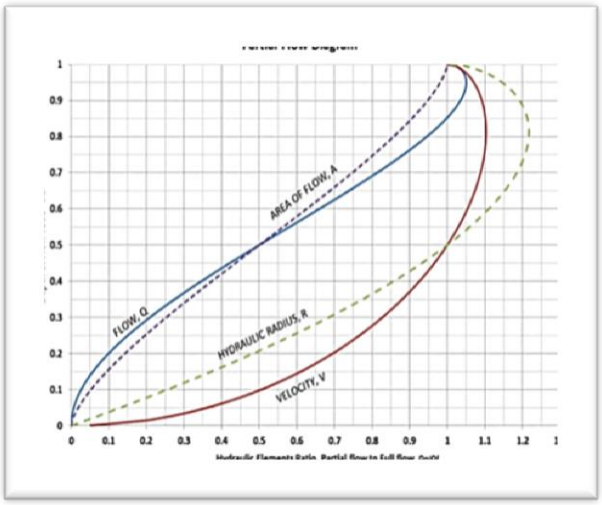


الشكل 4. المقطع العرضي الهيدروليكي للأنبوب

ويتم حساب السرعة الجزئية من العلاقة التالية:

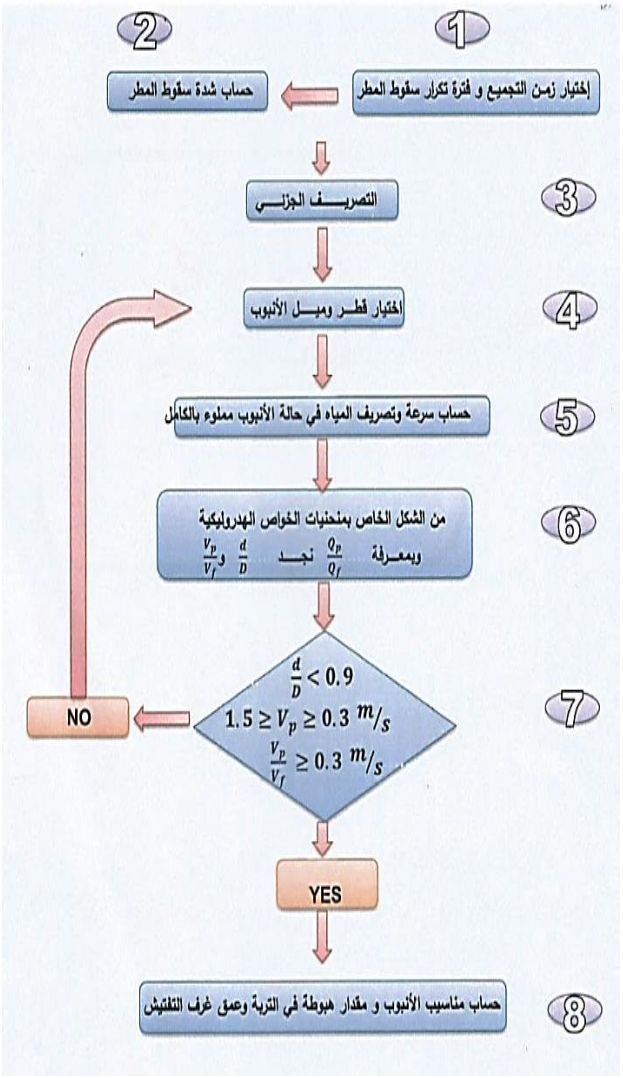
$$Vp = Vf \times \frac{Vp}{Vf} \qquad (6)$$

حيث:Vpا: سرعة الجزئية بوحدات m/sec، $\frac{Vp}{Vf}$: السرعة الجزئية إلى السرعة في حالة الأنبوب مملوء.
ويتم حساب هذه النسبة من خلال منحني الخواص الهيدروليكية الموضح في الشكل 5 بمعرفة كلا من:
$\frac{Qp}{Qf}$: التصريف الجزئي إلى التصريف في حالة الأنبوب مملوء،
$\frac{d}{D}$: عمق المياه في الأنبوب إلي قطر الأنبوب.



الشكل 5. الخواص الهيدروليكية لماسورة ممتلئة جزئيا [7]

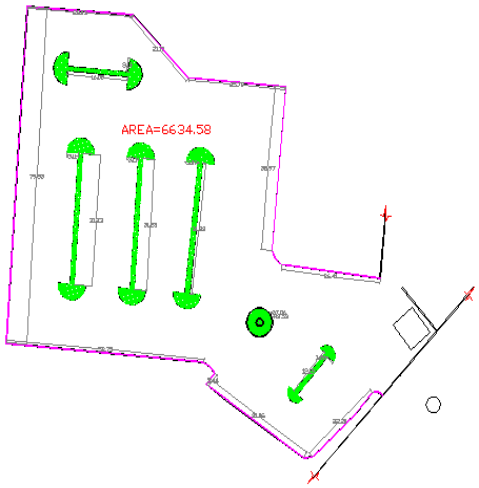
وتم توضيح استخدام طريقة تصميم تصريف شبكة مياه الأمطار في شكل خوارزمية كما هي موضحة في الشكل 6.



الشكل6. تصميم تصريف شبكة مياه الأمطار

4. اعمال الرفع المساحي

تم إجراء عملية رفع مساحي للموقف وذلك لتحديد أبعاد ومساحة الموقف وعلى أساسها تم توزيع عناصر الصرف كأنابيب وبالوعات وغرف تفتيش كما موضح بالشكل7.



الشكل7. الخريطة الناتجة من عملية الرفع المساحي للموقف

تم رسم المسار للشبكة بحيث تم وضع البالوعات على الجوانب على مسافة لا تتجاوز 10 سم من الرصيف وفقا للمواصفات الليبية [1]، حساب المسافة التي توضع عندها البالوعة في منطقة التجميع، كذلك المسافة بين البالوعات وفقا لميل سطح جريان المياه على الأرض وطبيعة سطح الجريان والزمن المراد تصريف المياه خلاله كما هي موضحة في الشكل 11، والشكل 8 يوضح صور للبالوعات في منطقة الدراسة.

الشكل8. صور توضح البالوعات في منطقة الدراسة

5. أعمال دراسة التربة

تم إجراء مجموعة من الاختبارات على عينات تربة مأخوذة من الموقع والاختبارات متمثلة في التحليل المنخلي، واختبار نسبة تحميل كاليفورنيا CBR. حيث أنه تم أخذ عينة من التربة على عمق 1 متر تقريبا والشكل 9 يوضح مكان التي اخذت منه العينة.

الشكل9. المكان التي أخذت منه العينة

اختبار التحليل المنخلي :

تتمثل فكرة هذا الاختبار في فصل حبيبات التربة التي تزيد أقطارها عن (0.075 mm) بواسطة مجموعة من المناخل القياسية التي تحمل أرقاما تتراوح غالبا بين رقم 4 ورقم 200 حسب المواصفات

الأمريكية، وتنتهي بوعاء مصمت يأخذ شكل المناخل، وهذه المناخل ذات فتحات ثابتة يتم ترتيبها من الأكبر إلى الأصغر كما هي موضحة في الجدول 3.

الجدول3. رقم المناخل وأقطارها وترتيبها

رقم المنخل	فتحة المنخل (mm)
4	4.75
10	2.0
20	0.85
40	0.425
60	0.25
80	0.18
100	0.15
140	0.106
200	0.075

ويتم تمرير عينة من التربة معلومة الوزن بعد تجفيفها، على مجموعة من المناخل القياسية، وبعد هزها حسب متطلبات التجربة يتم تحديد وزن التربة المتبقية على كل منخل وحساب النسبة المئوية لكل جزء متبقي وذلك بقسمة هذا الوزن على الوزن الإجمالي للعينة، بعدها يتم حساب النسب التراكمية للتربة المتبقية على المناخل، فمثلا النسبة التراكمية على المنخل الثالث من الأعلى هي مجموع النسب المتبقية على مجموعة المناخل الأول والثاني والثالث، أما نسبة التربة الناعمة والمارة من كل منخل فتكون نتيجة طرح إجمالي النسبة المئوية (100%) من النسبة التراكمية للوزن المحجوز.

6. النتائج

تم أخذ عينة وزنها تساوي 308.1 gm، وبأجراء الاختبارات اللازمة تم الحصول علي النتائج التالية الموضحة في الجدول 4.

الجدول4. القيم الناتجة لاختبار التدرج الحبيبي

رقم المنخل	الوزن المحجوز (gm)	الوزن التراكمي المحجوز (gm)	نسبة الوزن المحجوز	نسبة الوزن العابر
3/4	0	0	0	**100**
4	1.27	1.27	0.41	**99.59**
8	1.90	3.17	1.02	**98.98**
10	0.35	3.52	1.33	**98.86**
16	1.22	4.74	1.53	**98.47**
30	4.36	9.1	2.94	**97.06**
40	5.36	14.46	4.68	**95.32**
50	13.15	27.61	8.94	**91.06**
100	93.03	120.64	39.08	**60.92**
200	184.74	305.38	98.92	**1.08**
وعاء	3.2	308.7	100	**0**

اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا:

وهو قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الضغط القياسي عند غرز إبرة مقداره 5.2 mm أو 5 mm وذلك بحساب فوة تحمل العينة المدروسة علي العينة القياسية كنسبة مئوية، ويعطي الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصورا عن تصرف التربة تحت الإسفلت وهي مواد الأساس، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل.

جداول توضح النتائج المتحصل عليها من اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا

الجدول5. التحميل

مسافة الغرز	الحمل المسلط a	الإجهاد المسلط f=a/19.635	الإجهاد القياسي f'	f/f' x100
0.635	37	1.88		
1.27	63	3.20		
2.54	107	5.45	70	7.78
3.81	138	7.03		
5.08	156	7.94	105	7.56
6.35	187	9.52		
7.62	209	10.64		
8.89	226	11.51		
10.16	244	12.43		

الجدول6. الكثافة

وزن الأسطوانة + التربة المبللة (a)	**11359**
وزن التربة المبللة (a"=a-a')	4508
رقم الوعاء	A5
وزن الوعاء الفارغ (b)	47.8
(وزن الوعاء + التربة مبللة) (c)	162.90
(وزن الوعاء + التربة جافة) (d)	150.84
وزن الماء (e=c-d)	12.06
وزن التربة جافة (f=d-b)	103.04
نسبة الرطوبة (w=e/f x100)	11.70
الكثافة الرطبة	2.11
الكثافة الجافة	0.166

تم إحصاء بعض القيم الإحصائية من واقع الدراسة والحسابات التي تم توضيحها في الجدول 7 والجدول 8.

الجدول7. بعض القيم الإحصائية من واقع الدارسة

اجمالي طول الشبكة 425.39 m	**عدد الخطوط 18 خط**

عدد نقاط التجميع 18 نقطة	
أطول خط 31 m	أقصر خط 10.5 m
أكبر ميل 0.3 m %	أقل ميل 0.3 %
أكبر سرعة 1.001 m/sec	أقل سرعة 0.44 m/sec
أعلي تصريف جزئي 100.5 L/sec	أقل تصريف 2.9 L/sec
أكبر قطر 400 mm	أقل قطر 200 mm

الجدول 8. نتائج الحسابات الهيدروليكية للأنابيب والغرف.

Pipe cover	منسوب نهاية الأنبوب	منسوب بداية الأنبوب	منسوب السطح	الهبوط	السرعة الجزئية	نسب السرعة	نسب العمق	نسب التصريف	التصريف الأقصى	السرعة القصوى	ميل الأنبوب	القطر	التصريف الجزئي	زمن التجمع	زمن التحرك	زمن الدخول	C	شدة المطر	المساحة الإجمالية	طول الأنبوب	غرف التفتيش		اسم الأنبوب
	Lp	Lu	Gu	H	Vp	Vp/Vf	d/D	Qp/Qf	Qf	Vf	S	D	Qp	tc	t2	t1		I	m'2	m	إلى	من	
1	2.22641	2.3	3.5	0.07359	0.4389	0.77	0.26	0.160623	17.97	0.57	0.003	200	2.8917852	20	0	20	0.83	74.261	168.9	24.53	M_H02	M_H01	P_01
1.07545	2.15096	2.22641	3.5	0.07545	0.5871	1.03	0.56	0.614158	17.97	0.57	0.003	200	11.036381	20.7354	0.73538	20	0.83	74.261	475.7	25.15	M_H03	M_H02	P_02
1.15453	2.07188	2.15096	3.5	0.07908	0.6996	1.06	0.63	0.687748	32.58	0.66	0.003	250	22.39995	20.6657	0.66566	20	0.83	74.261	663.71	26.36	M_H04	M_H03	P_03
1.24321	1.9832	2.07188	3.5	0.08486	0.7128	1.08	0.68	0.786186	32.58	0.66	0.003	250	25.606082	20.546	0.54596	20	0.83	74.261	115	21.62	M_H08	M_H04	P_04
1	2.21132	2.3	3.5	0.08868	0.4959	0.87	0.33	0.234267	17.97	0.57	0.003	200	4.2097818	20	0	20	0.83	74.261	245.88	29.56	M_H06	M_H05	P_05
1.0588	2.15252	2.21132	3.5	0.0588	0.5985	1.05	0.59	0.642072	17.97	0.57	0.003	200	11.538035	20.5731	0.5731	20	0.83	74.261	428.02	19.6	M_H07	M_H06	P_06
1.14634	2.06498	2.15252	3.5	0.08754	0.6798	1.03	0.56	0.61952	32.58	0.66	0.003	250	20.177778	20.7369	0.73687	20	0.83	74.261	504.62	29.18	M_H08	M_H07	P_07
1.31167	1.89965	1.9532	3.5	0.05355	0.825	1.1	0.8	0.945098	52.99	0.75	0.003	300	50.052368	20.3967	0.39667	20	0.83	74.261	249.31	17.85	M_H18	M_H08	P_08
1	2.19707	2.3	3.5	0.10293	0.5073	0.89	0.34	0.248911	17.97	0.57	0.003	200	4.472936	20	0	20	0.83	74.261	261.25	34.31	M_H10	M_H09	P_09
1.08892	2.10815	2.19707	3.5	0.08892	0.6099	1.07	0.58	0.6677	17.97	0.57	0.003	200	12.726594	20.8667	0.86667	20	0.83	74.261	482.07	29.64	M_H18	M_H10	P_10
1	2.22059	2.3	3.5	0.07941	0.6156	1.08	0.35	0.275208	17.97	0.57	0.003	200	4.9454835	20	0	20	0.83	74.261	288.85	26.47	M_H12	M_H11	P_11
1.093	2.12759	2.22059	3.5	0.093	0.627	1.1	0.76	0.899177	17.97	0.57	0.003	200	16.158214	20.9064	0.90643	20	0.83	74.261	654.9	31	M_H17	M_H12	P_12
1	2.26835	2.3	3.5	0.03165	0.4731	0.83	0.29	0.208733	17.97	0.57	0.003	200	3.7509314	20	0	20	0.83	74.261	219.08	10.55	M_H14	M_H13	P_13
1.0603	2.20805	2.26835	3.5	0.0603	0.5472	0.96	0.44	0.380394	17.97	0.57	0.003	200	6.8356735	20.5877	0.58772	20	0.83	74.261	180.17	20.1	M_H15	M_H14	P_14
1.1272	2.14115	2.20805	3.5	0.0669	0.5871	1.03	0.56	0.67539	17.97	0.57	0.003	200	12.136766	20.652	0.65205	20	0.83	74.261	309.62	22.3	M_H17	M_H15	P_15
1	2.22089	2.3	3.5	0.07911	0.5472	0.96	0.46	0.414217	17.97	0.57	0.003	200	7.4434791	20	0	20	0.83	74.261	434.75	26.37	M_H17	M_H16	P_16
1.1797	2.04119	2.09759	3.5	0.0564	0.7875	1.05	0.59	0.631842	52.99	0.75	0.003	300	33.462355	20.4178	0.41778	20	0.83	74.261	301.81	18.8	M_H18	M_H17	P_17
1.38724	1.83385	1.86965	3.5	0.036	1.001	1.1	0.76	0.880783	114.11	0.91	0.003	400	100.45863	20.2198	0.21978	20	0.83	74.261	246.32	12	خزان	M_H18	P_18

وتم تصميم مساحة خزان التصريف الذاتي بمعلومية معدل التسرب 10^{-4} m/s على أن حجم المياه الأكبر المتوقع ليمتلئ الخزان 1000 m^3 ويتم صرفها خلال يوم واحد، والشكل 10 يوضح تصميم الخزان، بنما يوضح الشكل 11 توزيع الأنابيب واتجاه السريان.

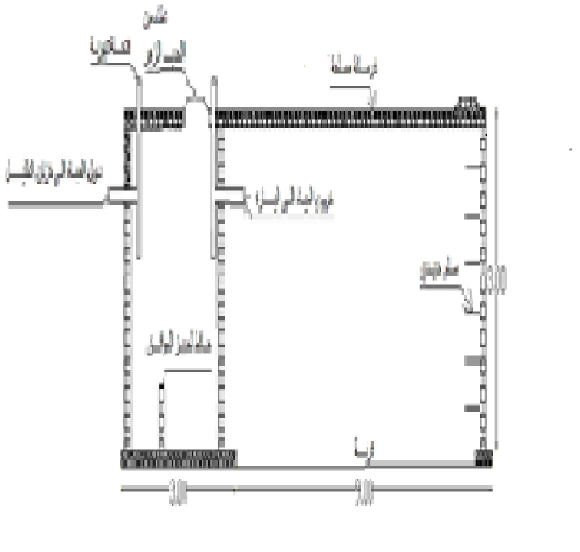
K = 10^{-4} m/s → k=8.64 m/day

$$A = \frac{V}{K} = \frac{1000}{8.64} = 115.74\ m^2 \qquad (7)$$

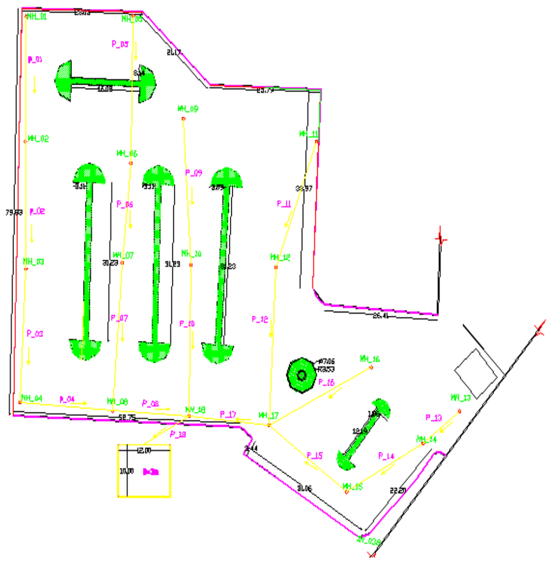
بفرض أن طول الخزان 12 m وعمقه 3 m

$$A = b \times L \rightarrow 115.74 = b \times 12 \rightarrow b = 9.6 \qquad (8)$$

$$V = 12 \times 10 \times 3\ m^3$$



الشكل 10. تصميم الخزان



الشكل11. توزيع الأنابيب واتجاه السريان

7. الاستنتاجات

1. من خلال الحسابات تم استنتاج أن السرعة الجزئية (Vp) تتناسب طرديا مع كمية الصرف وميل أنابيب الشبكة.
2. من خلال الحسابات تم استنتاج أن كل أنابيب الشبكة الفرعية تكون بقطر 200 mm وفقا للمواصفات الفنية، ما عدا أنبوب مجمع بقطر 300 mm والأنبوب الواصل إلى خزان التجمع 400 mm.
3. من خلال الحسابات تم استنتاج جميع الميول (s=0.003) وبالتالي لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الحفر ومن هنا نجد أن الكلفة الاقتصادية منخفضة. وحسب التصنيف الموحد نجد أن نوع التربة في موقع الخزان هي رملية مع قليل من الحصى.
4. من خلال اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا تبين ان التدرج الحبيبي للركام الخشن والناعم وعند مقارنته مع نتائج اختبارات تربة قياسية تبين ان التربة رملية مع قليل من الحصي وذات تصريف جيد للمياه.
5. ينشأ ما يعرف بحوض التفتيش الهابط في نقاط التجميع للشبكة عندما يكون الفرق كبير نسبيا بين منسوب السطح السفلي لبداية الأنبوب الخارج من نقطة التجميع وبين منسوب السطح السفلي لنهاية الأنبوب لأحد الأنابيب الداخلة لنفس نقطة التجميع، وذلك لمنع عملية النحر داخل أرضية غرفة التفتيش.
6. عمل فكرة خزان التصريف الذاتي في كل الأماكن التي بها أرض فضاء حتى نتخلص من محطات الرفع.

6. المراجع

أ. المراجع العربية

[1] المعايير التصميمية لمنظومات إمداد المياه وتجميع مياه الأمطار، المواصفات الليبية (المكتب الاستشاري الهندسي للمرافق) طبعة (3) سنة 2009 م.

[2] د. جبريل العلي أحمد، شبكات تصريف السيول 1990 م.

[3] د. حسب الرسول محمد أبوزيد، هندسة تصريف مياه الأمطار، طبعة 2009 م.

[4] د. السيد عبدالفتاح القصبي، ميكانيكا تربة، نشر إلكتروني.

ب. المراجع الاجنبية

[5] Storm Water System Design Construction Manual

[6] MunshiMdRasel. “RAINFALL INTENSITY”

[7] “URBAN DRAINAGE DESIGN MANUAL" Hydraulic Engineering Circular No. 22, Third Edition

[8] Guidelines for the Design and Construction of Storm water Management Systems July 2012