مجلة المختار للعلوم الإنسانية 10 (1): 149-170، 2010

Research Article Open Access

دور أسطح الاعتراض الحضرية كالأبنية والشوارع في جمع مياه الأمطار وتنمية الموارد المائية المحلية

محمد غازي الحنفي

قسم الجغرافيا-كلية الآداب-جامعة عمر المختار

Doi: https://doi.org/10.54172/wn1dtn30

المستخلص : تتناول هذه الدراسة دور أسطح الاعتراض الحضرية كالأبنية والشوارع في جمع مياه الأمطار. يهدف البحث إلى تحليل كيفية استغلال هذه الأسطح في تدفق المياه وتجميعها للاستفادة منها في الحد من مشكلة نقص المياه في المناطق الحضرية. يتم تقديم نظرة عامة على طرق التصميم والتكنولوجيات المستخدمة في جمع مياه الأمطار من خلال أسطح الاعتراض الحضرية، بما في ذلك الأبنية والشوارع. يتم تسليط الضوء على التحديات المرتبطة بتصميم وتطبيق هذه الأنظمة، بما في ذلك التصرف في المياه المجمعة والتخزين واستخدامها بطرق فعالة ومستدامة. يعتبر البحث مرجعًا قيمًا للمهندسين المعماريين والمخططين العمرانيين ومصممي البنية التحتية الحضرية الذين يهتمون بالتصميم المستدام والمبتكر لأنظمة جمع مياه الأمطار في البيئة الحضرية.

الكلمات المفتاحية:
أسطح الاعتراض الحضرية - جمع مياه الأمطار التصميم المستدام - موارد المياه-

The Role of Urban Interception Surfaces such as Buildings and Streets in Rainwater Harvesting and Local Water Resource Development

Mohammed Ghazi Al-Hanafi. Department of Geography, Faculty of Arts, Omar Al-Mukhtar University.

Abstract: This study examines the role of urban interception surfaces such as buildings and streets in rainwater harvesting. The research aims to analyze how these surfaces can be utilized to channel and collect water for mitigating the problem of water scarcity in urban areas. An overview of design methods and technologies used in rainwater harvesting through urban interception surfaces, including buildings and streets, is presented. The challenges associated with designing and implementing these systems are highlighted, including the management of collected water, storage, and efficient and sustainable utilization. The research serves as a valuable reference for architects, urban planners, and urban infrastructure designers interested in sustainable and innovative design of rainwater harvesting systems in the urban environment.

Keywords: Urban Interception Surfaces - Rainwater Harvesting Sustainable Design - Water Resources

مقدمة :

تمثل أسطح المنازل مجمعات جيدة وعملية لمياه الأمطار، وبذلك تعد في كثير من المناطق الجافة مجمعات ذات أهمية في تأمين المورد المائي الرئيسي للشرب في مثل هذه المناطق، بحيث تخزن المياه المتجمعة من أسطح هذه الأبنية في خزانات مجاورة كما هو الحال في كثير من المناطق الفقيرة بالمياه العذبة المتاحة مثل طبرق وكثير من جهات الجبل الأخضر. إن هذه التقنية مطبقة في كلية الزراعية في جامعة عمر المختار حيث تتجمع مياه أسطح الكلية في خزان أرضي يستفاد من مياهه في ري جنائن الكلية فقط.

إن الشوارع التي صممت على أساس تسهيل المواصلات بين مناطق البيئة الحضرية الواحدة، أو بين مناطق البيئة الواحدة، قد تكون ذات أهمية كبيرة أيضاً في تجميع مياه الأمطار الساقطة عليها إذا جمعت في خزانات مجاورة للمدينة، مشكلة موارد مائية إضافية يستفاد منها في تحسين بيئة المدينة كغسل شوارعها وري أشجار الحدائق والطرق في فصل الجفاف، إضافة إلى أنها تساعد على التنمية الزراعية عندما تكون كمياتها كبيرة.

إن نسبة الجريان السطحي الناشئ على شوارع المدن تزيد عن 100 % من كمية أمطار العواصف التي تستقبلها هذه الشوارع، كما هو ملاحظ في مدينة البيضاء حيث تشكل في بعض الحالات سيول عارمة تخرج من المصارف الرئيسية للمدينة، ففي منطقة الغريقة عند مخرج مياه شوارع البيضاء إلى وادي الكوف يزيد التصريف عن 5 م^3/ثا من جراء مرور العواصف المهمة، والعاصفة التي تبلغ أمطارها ما بين 20 و 25 ملم تؤدي لنشوء جريان في هذه المنطقة يعادل 3 م^3/ثا.

من أجل إبراز أهمية أسطح الاعتراض في جمع مياه الأمطار الساقطة عليها تناولت هذه الدراسة بيئة حضرية فيها بناء وشوارع يتخللها أرض أغلبها بور وهي بيئة السكن الجامعي لجامعة عمر المختار في مدينة البيضاء في الجبل الأخضر والمسمى بمجمع الوثيقة الخضراء. حيث قمنا في هذه الدراسة بحساب مساحات أسطح الأبنية والأراضي الخاصة بالحرم الجامعي مستعينين بمخطط هندسي للجامعة مقياسه 1: 1500 ومخطط للبنايات العشر بمقياس 1 :ـ 500 وقمنا بحساب مساحات الشوارع والساحات مستخدمين عجلة مترية وشريط متري طوله 10م وآخر بطول 3م. كما قمنا بمراقبة إحدى نقاط الصرف الرئيسية لمياه شوارع المجمع السكني خلال مرور عدة عواصف مطرية، وقمنا بحساب التصاريف الناتجة عن أمطار هذه العواصف التي رصدت أمطارها بشبكة أرصاد مطرية محلية خصصت لهذا الغرض. كي يتجلى للباحث ومتخذ القرار الهدف من هذه الدراسة، وهو جمع الكميات الكبيرة من مياه الشوارع وتخزينها من أجل تأمين موارد مائية إضافية تعتمد عليها الزراعة في موسم الجفاف ويستفاد منها في تنمية البيئة المحلية بدل من ضياعها هدراً باتجاه الأودية المؤدية إلى البحر.

منطقة الدراسة :

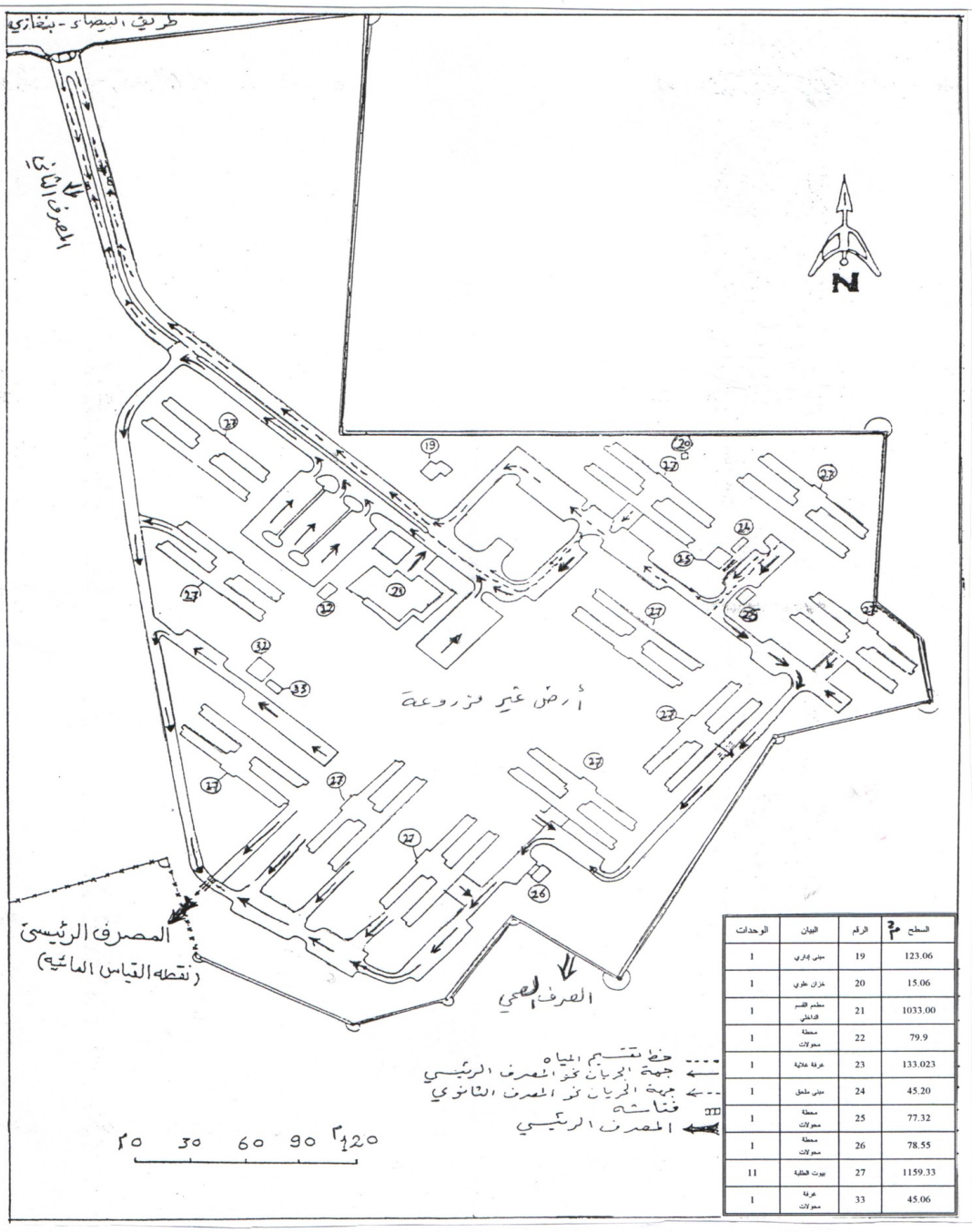
يبين الشكل (1) مخطط منطقة الدراسة وكيفية توزيع السكن والمباني الإدارية والمطعم الجامعي، بالإضافة إلى الساحات وشبكة الشوارع التي تربط أجزاء المجمع ببعضها، وكذلك الأرض الممكن زراعتها. كما يظهر على المخطط نقطتي صرف مياه الشوارع ومياه بعض الأبنية المطلة عليها، بالإضافة لنقطة صرف مياه مجاري الصرف

الصحي من المجمع، وتبين الأسهم كيفية اتجاه جريـان المـاء الناشئ عن الأمطـار على الشوارع حـتى وصـولها لنقـاط الصـرف الرئيسـية. إن ميـاه أسـطح العمـارات الخاصة بالسـكن والبـالغ عـددها 11 عمـارة، مسـاحة كل منها 1159.33م^2، تصـرف مع ميـاه الصرف الصحي ولا تساهم في الجريان الناشئ على الشوارع.

ويبين الجدول (1) كيفية توزيع المساحات بين أراضي زراعيـة وأسـطح اعـتراض في حرم جامعة عمر المختار، ورغم وفرة الأرض الممكن استزراعها في الحرم الجامعي البـالغ حـوالي 100هكتـار، فالغطـاء النبـاتي قليـل، والبيئـة الحضـرية لا تعكس وضـع الخضرة التي يتمتع بها الجبل الأخضر واسمه المميز بـذلك، لـذلك يـتردد الصـدى بين عماراته، وتفتقر شوارعه للظل الطبيعي، والذي إن وجد يضفي على هذه البيئة شـيئاً من الجمال ومتعة الطبيعة وراحة النفس للطالب والمعلم والزائر على السواء.

المنطقه البيئيه	المساحه (م ²)
أ- مجمع الوثيقه الخضراء	**334068.29**
1- أسطح الإعتراض (أسطح الأبنيه فقط)	22924.29
2- أسطح الإعتراض (طرق وأرصفه)	33040
3- أرض غير مبنيه	278104
من ضمنها أسطح إعتراض تمثل منطقة الدراسه (طرق وأرصفه)	**22997**
ب- مجمع الرايه الخضراء (البنايات العشر)	**50600**
1- أسطح إعتراض (أبنيه)	4970
2- أرض غير مزروعه	45630
ج- الحرم الرئيسي للجامعه	**560278.125**
1- أسطح إعتراض الأبنيه فقط ماعدا الإداره العامه	32358.68
الطرق والساحات والأراضي الزراعيه	527919.445
المجموع الكلي لمساحة الحرم الجامعي ماعدا الإداره العامه	**944946.415**

جدول (1): يبين توزيع مساحات أسطح الاعتراض من أبنية وطرق، وأراضي زراعية في بيئة الحرم الجامعي لجامعة عمر المختار، باستثناء الإدارة العامة للجامعة.



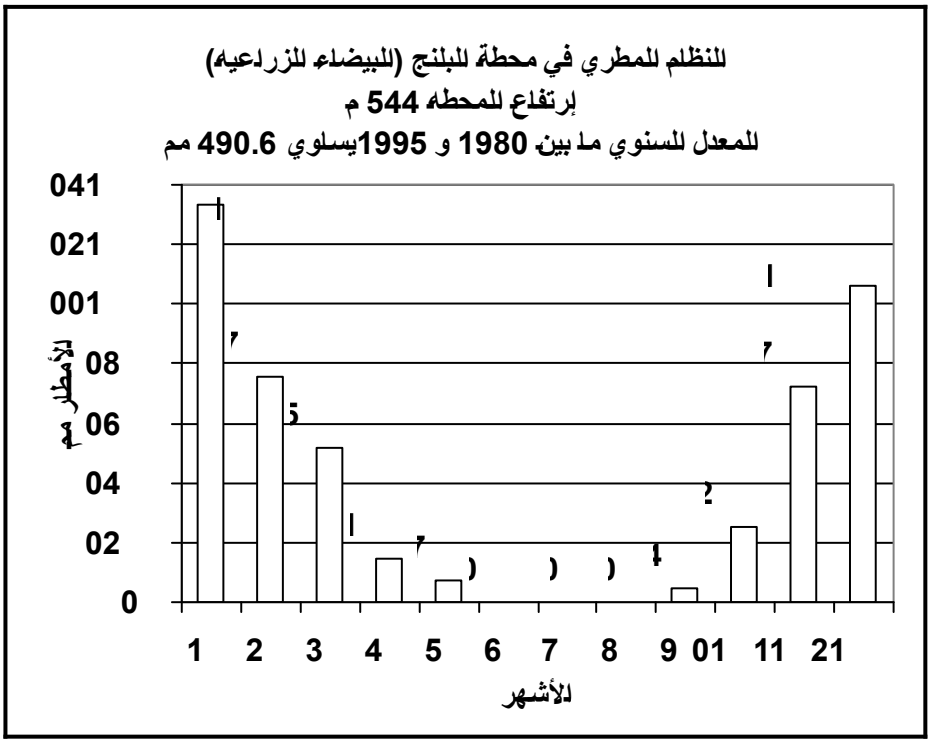
الرقم	البيان	الوحدات
19	مبنى إداري	1
20	خزان علوي	1
21	مطعم القسم الداخلي	1
22	محطة محولات	1
23	غرفة علاجية	1
24	مبنى ملحق	1
25	محطة محولات	1
26	محطة محولات	1
27	بيوت الطلبة	11
33	غرفة محولات	1

شـــكل (1): مخطط لمجمع الوثيقة الخضراء في جامعة عمر المختار موضح عليه المصرف الرئيسي المدروس وحوضه المائي، واتجاه جريان مياه الشوارع نحو المصرفين الرئيسي والثانوي، وخط تقسيم المياه بين حوضي المصرفين، بالإضافة لمصرف الصرف الصحي للمجمع.

أمطار منطقة الدراسة :

تخضع منطقة البيضـــاء الواقعة على الدرجة الثانية من الجبل الأخضـــر، على ارتفـــاع حوالي 600م، لنظام الأمطار المتوسطي الذي تتركز فيه الأمطار في النصف الشـتوي البارد من السنة، وتبلغ أعلى معدلات لها في أكثر الشـهور بـرودة كشـهري (1) و(12)، وتوافق أقل معدلات للأمطار خلال الأشهر الحارة من السنة لدرجة انعـدامها في أشـهر الصيف، كما يوضحه النظام المطري لمحطة البلنج (البيضاء الزراعية)، شكل (2).

يبلغ معدل الأمطار في محطة البلنج حوالي 490.6ملم/سنة خلال فـترة 15عـام تمتد من بداية عام 1980 إلى نهاية 1995. وعادة يكون سقوط الأمطار على شـكل زخـات مطرية عاصفية غزيرة تتجاوز في كثير من الأحيـان 20 ملم للعاصـفة الواحـدة، والـتي تكون مرافقة بالرعد والبَرَد في كثير من الحالات. إن المنطقة يسودها مناخ شبه رطب إلا أنها تعاني من متاعب في تأمين مياهها عن طريق الآبار الـتي لا يقل عمقها عن 350 و 400م، وإنتاجيتها القليلة الـتي لا تتجـاوز 4ل/ثـا، وبـذلك فـان منطقة البيضـاء عامة وحـــرم الجامعة خاصة يعانيـــان من عجز واضح في الميـــاه المتاحة لسد الاحتياجـــات الضرورية للاستقرار.



شكل (2): النظام المطري في محطة البلنج (البيضاء الزراعية).

من أجل معرفة كمية الأمطـار الـتي يسـتقبلها حـرم الجامعـة، قمنا بتوزيع مجموعة مقاييس مطرية وعددها 7، تغطي كافة زواياه وذلك خلال موسم 1998-1999. هـذه المقاييس عبـارة عن قـوارير مشـروبات بلاسـتيك قطرها 10سـم، بحيث يقطع القسم العلوي منها ليصبح على شكل قمع يركب مقلوب وبإحكام على القـارورة ويوضع فـوق الأبنية على قواعد خاصة ضمن علب معدنية من الصفيح للحمايـة، شـكل (3). وتحسب كميات الأمطار الساقطة في هذه المقـاييس عن طريق قسـمة حجم الميـاه المتجمعة في المقيـاس على مسـاحة فوهة القمع البالغة (78.5سم^2) وتقـارن بأمطـار محطة أرصاد البلنج المناخية، جدول (2).

إن الميـاه السـاقطة على الأرض الزراعية تتـوزع ما بين تبخر ورشح ونتح من النباتـات الحولية ونادراً ما يحدث جريان سطحي على التربة إلا في بعض العواصف المهمة. لكن المياه الساقطة على الشوارع سـرعان ما تـذهب بغالبيتها باتجـاه المصـارف الرئيسـية

مكونة جريانـات مهمة في أغلب الحـالات. وفي مجمع الوثيقة الخضـراء المطبقة عليه الدراسة يوجد مصرفين أحدهما يجمع ميـاه الشـوارع البالغة مسـاحتها 22997م^2 ويقع في الجهة الجنوبية الغربية من المجمع وهو الذي تمت عليه الدراسة، لذلك أطلقنا عليه المصرف الرئيسي، والثاني يقع جهة البوابة الرئيسية للمجمع وتتجه إليه مياه الشـوارع البالغة مساحتها 10043م^2 والذي لم تتناوله قياساتنا لذلك أسميناه المصرف الثاني أو الثانوي، شكل (1).

ويبين الجدول (2) مقارنة قياساتنا المطرية للمقياسين (1) و (6) مع الأمطار الشهرية لمحطة البلنج خلال فترة الدراسة الممتدة من بداية شهر 11/1998 وحتى نهاية شهر 4/1999 حيث يظهر انخفاض في كميات الأمطار المسجلة في مقايسنا المطرية البدائية التكوين وذلك قد يرجع إلى ثلاثة أسباب:

الأول : إن القارورة ذات القطر المساوي 10 سم تعد صغيرة من أجل قيـاس الأمطـار مقارنة بالمقياس النظامي لمحطة أرصاد البلنج.

الثاني : لجوئنا لوضع المقاييس المطرية فوق الأبنية على ارتفاعات تتراوح ما بين 4 و 12م فوق سطح الأرض، كي لا تتعرض للاعتداء والتخريب، وذلك يجعل الأمطار تسقط بشكل مائل على القارورة. وبالفعل بعد تركيب سبع مقاييس مطرية في مختلف مناطق الحرم الجامعي لم نتمكن من الحفاظ إلا على مقياسين فقط من التخريب.

الثالث : إن وضع المقاييس ضمن علب معدنية وبملامسة الهواء الجوي قد يؤدي لمساهمة عملية التبخر في تقليل كميات الأمطار المسجلة. وهذا قد يكون أهم الأسباب المؤدية لنقص كميات الأمطار المسجلة من قبلنا عن أمطار محطة أرصاد البلنج، التي توجد غرب منطقة الدراسة بحوالي 5كم فقط، بنسبة 24 % في المقياس رقم 6 وبنسبة تعادل 21.6% في المقياس رقم (1).

إن استعمال نفس القارورة كمقياس مطري للعاصفة يوم الثلاثاء الموافق 15/12/1998 ، عند وضعها على سطح الأرض ، وقياس كمية الأمطار مباشرة بعد انتهاء العاصفة سجل المقياس 18.3ملم مقابل 19ملم لنفس العاصفة في محطة البلنج مما يدل على صلاحية هذه المقاييس عند استعمالها بعناية.

شكل (3): صورة لمقياس الأمطار رقم (1) المستخدم في الدراسة في مجمع الوثيقة الخضراء

مقياس المطر(مم) الشهر	الجامعه مقياس رقم (1) (مم)	الجامعه مقياس رقم (2) (مم)	البلنج (البيضاء الزراعيه) (مم)
11-1998	44.4	42.6	49.9
12-1998	133.9	139.4	177.2
01-1999	98.5	73.1	116.5
02-1999	34.3	35.2	36.4
03-1999	55.2	55.2	73.2
04-1999	06.0	06.0	09.0
المجموع	**372.3**	**351.5**	**462.2**

جدول(2): يبين كميات الأمطار الشهرية المقاسة (ملم) في جامعة عمر المختار ومقارنتها بأمطار محطة أرصاد البلنج خلال ستة أشهر من موسم 1998-1999 .

حوض جمع مياه المصرف الرئيسي المدروس في مجمع الوثيقة الخضراء :

تبلغ مساحة الشوارع والساحات وأسطح بعض الأبنية المطلة عليها، والتي تشكل حوض تجميع مياه المطر المتجهة نحو المصرف الجنوبي الغربي المدروس حوالي 22997م^2، أي حوالي 2.3 هكتار . بحيث تتجه مياه الشوارع نحو فتاشة ينبثق منها ثلاثة أنابيب إسمنتية بقطر 30 سم وطول 15 م مدفونة تحت الأرض وتعبر الطريق العام، وتتجه مياهها جهة الجنوب الغربي بحيث تجد طريقها لأحد الأودية الرافدة لوادي الكوف الذي يقود المياه نحو البحر واحد من الأنابيب الثلاثة يمر عبره أنبوب تغذيه المياه القادم من مضخة كلية الزراعة إلى السكن الجامعي وقطره 4 بوصة، شكل (4).

شكل(4): صورة أنابيب التصريف لنقطة القياس الهيدرومترية مع وعاء(4 لتر) لقياس التصاريف الصغيرة.

قياس التصاريف :

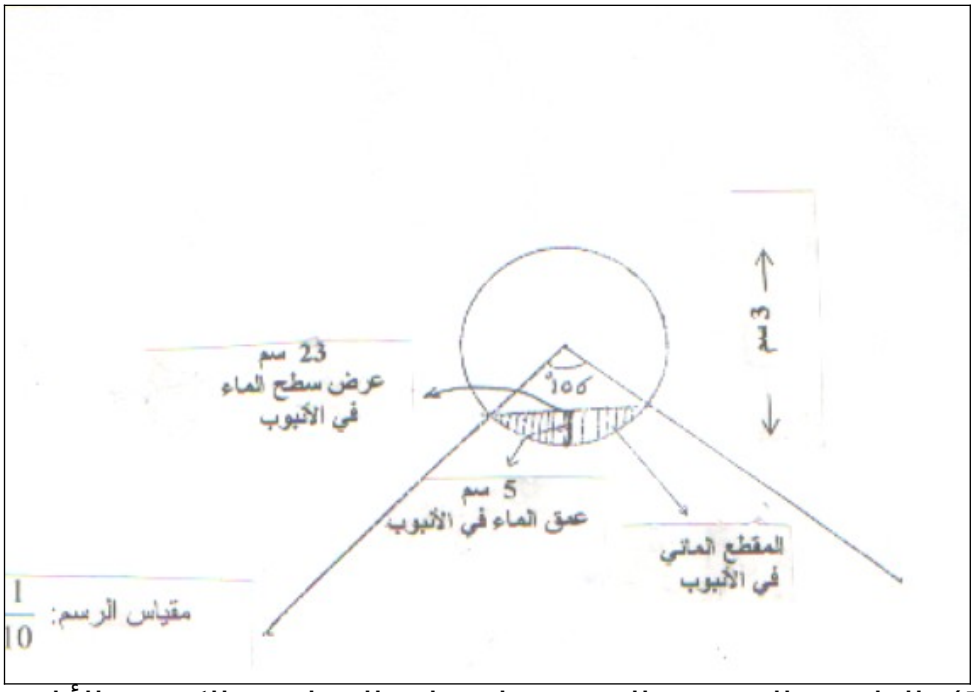
استعملنا في قياس التصاريف الصغيرة أواني عادية وهي عبارة عن علب أحدها بسعة ليتر واحد، والثانية بسعة 4 ليتر، والثالثة بسعة 18 ليتر وهي عبارة عن سطل دهان يمثل مقطع مخروطي. في حال حدوث تصاريف تزيد عن سعة هذه الأواني، اعتمدنا طريقة هندسية من أجل معرفة التصريف الناتج من الأنبوب، وذلك عن طريق معرفة

مساحة المقطع المائي في الأنبوب وضربه في سرعة الجريان المحسوبة عن طريق معرفة زمن مرور قطعة خشبية طافية من بداية الأنبوب في الفتاشة وحتى نهاية الأنبوب عند المصب، أي على طول 15م.
من معرفة تصاريف الأنابيب الثلاثة وجمعها نتحصل منها على التصريف الإجمالي من الفتاشة، ثم يحسب متوسط التصريف ما بين كل قياسين، ومن ثم يحسب حجم المياه الجارية خلال المدة الفاصلة بين القياسين. من حاصل جمع الأحجام المحسوبة ينتج لدينا حجم المياه الناتجة من العاصفة المطرية.
بما أن نقطة الصرف الرئيسية غير مجهزة بمحطة هيدرومترية آلية فقد كان العمل الخاص بقياس التصاريف مجهداً من ناحيتين:
الأولى: مراقبة الصرف باستمرار وذلك مما لا يمكن عمله لأن الأمطار تسقط في الليل وفي النهار حسب مرور العواصف التي قد تصادف انشغال الباحث بأمور أخرى، لذلك لم نستطع أن نكمل بعض منحنيات التصريف نتيجة لوجود ثغرات في القياسات.
والثانية: هي أن قياس التصاريف لثلاثة أنابيب معاً كل 3 دقائق أو كل خمس دقائق أو كل 10 دقائق كما كان حال عملنا، فهو كذلك مضنياً، ناهيك على أن هذه القياسات يتم أغلبها في ظل سقوط الأمطار والبرْد مما يترتب عليه متاعب صحية.

كيفية حساب التصاريف الكبيرة في الأنبوب:

عندما يصبح التصريف يزيد عن 10 ل/ثا يصبح من الصعب تحديد الزمن وقد ترتكب أخطاء في تقدير المياه المنصرفة في وحدة الزمن، لذلك اعتمدنا في هذه الدراسة طريقة هندسية عملية لحساب التصاريف من الأنابيب الدائرية ذات الجريانات الفجائية، وطبقناها على جريانات فجائية لبعض الأودية في الجبل الأخضر عند عبورها لأنابيب تتراوح أقطارها ما بين 0.80 و 1.5م وأعطت نتائج لا بأس بها. ولتوضيح هذه الطريقة نختار الحالة التالية من قياساتنا الموضحة في الجدول (3) سطر (4) والتي تمت وفق الخطوات التالية :

1- يقاس زمن مرور قطعة خشبية طافية على المياه من بداية وحتى نهاية الأنبوب وبذلك تحسب سرعة الجريان في الأنبوب من قسمة طول الأنبوب (15م) على الزمن المساوي 7 ثوان.
2- حساب مساحة المقطع المائي في الأنبوب وذلك عن طريق قياس عمق الماء في الأنبوب (5سم) وعرض سطح الماء (23 سم) في الأنبوب عند المصب.



الشكل(5): الطريقة الهندسية المعتمدة لحساب التصاريف الكبيرة بالأنابيب الدائرية المقطع عن طريق حساب المقطع المائي في الأنبوب بمعرفة عمق الماء وعرض سطح الماء في الأنبوب

إن مساحة المقطع المائي يتم حسابها هندسياً وذلك برسم دائرة بمقياس معين (1 : 10)، شكل (5) ومن ثم فان :

مساحة المقطع المائي في الأنبوب = مساحة القطاع الدائري الذي تحصره الزاوية المركزة – مساحة المثلث لنفس الزاوية

من أجل حساب مساحة القطاع الدائري نقوم بقياس الزاوية المركزية (106°) الذي يحددها عرض سطح الماء ومن ثم فان :

الدائرة = $\frac{360^\circ}{106^\circ}$ = 3.39 مرة للقطاع الذي تحدده الزاوية المركزية.

إن مساحة الدائرة : سط = نق^2 حيث نق نصف قطر الأنبوب (15 سم).

سط = 3.14 × 225 سم^2 = 706.5 سم^2.

إن مساحة قطاع الدائرة التي تحصرها الزاوية 106° = $\frac{706.5}{3.39}$ = 208.407 سم^2

والتي يمكن حسابها من العلاقة

سطَ = 2/1 نق^2 × θ حيث سطَ هي مساحة قطاع الدائرة

نق نصف قطر الدائرة

θ الزاوية المركزية بالراديان

إذاً سطَ = 2/1 × 225 × 1.849111111

= 208.025سم^2

إن مساحة المثلث لنفس الزاوية = $\frac{15 \times 12.01}{2}$ = 93.027 سم^2

إذاً مساحة المقطع المائي = 208.027 سم^2 – 115سم^2 = 93.027 سم^2

3- التصريف = السرعة × مساحة المقطع المائي في الأنبوب

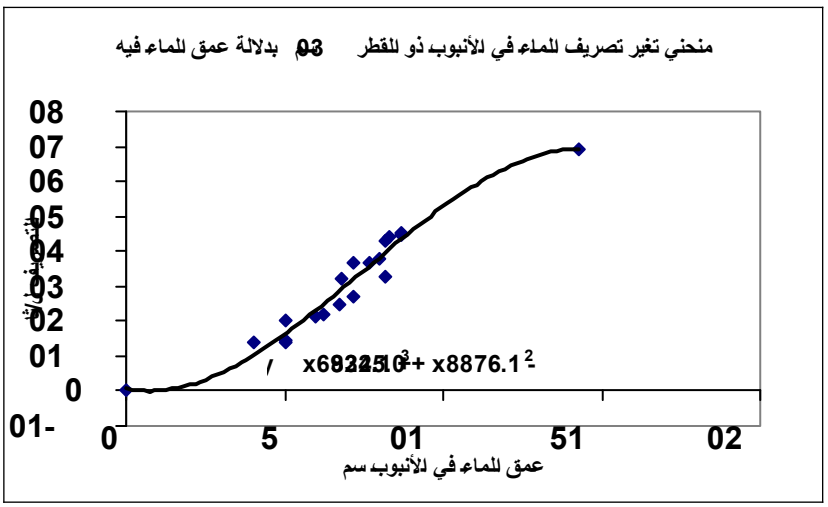
$= \frac{}{7}$ سم/ثا × 720 سم^2 = 753 سم^3/ثا.

= 19.934 ل/ثا.

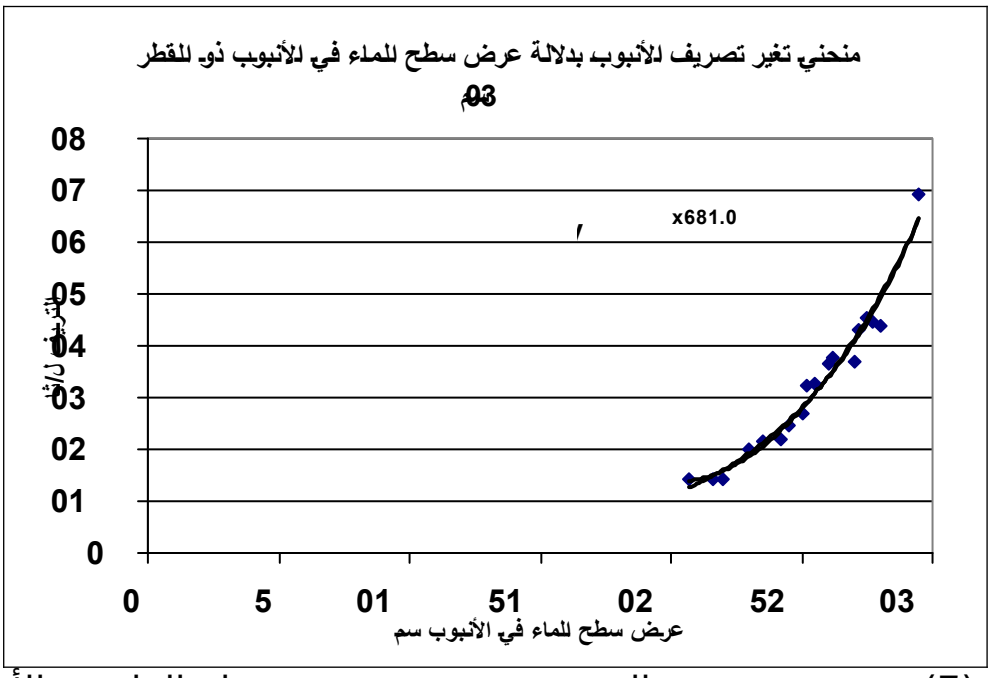
وعلى أساس ذلك نظمنا الجدول (3) الذي يربط ما بين عمق الماء في الأنبوب وعرض سطح الماء في الأنبوب ذو القطر 30سم، والشكلين (6) و (7) يوضحان منحنيي تغير التصريف مع عمق الماء وعرض سطح الماء في الأنبوب للنقطة الهيدرومترية التي تشكل المصرف المدروس في مجمع الوثيقة الخضراء في جامعة عمر المختار في البيضاء.

التصريف (ل/ثا)	الزمن (ثانية)	عمق الماء في الأنبوب (سم)	عرض سطح الماء في الأنبوب (سم)
14.16	7	4.0	20.7
14.30	7	5.0	21.6
14.207	7	5.0	22.00
19.93	7	5.0	23.00
21.495	7	6.0	23.5
21.79	7	6.2	24.2
24.8	7	6.7	24.5
27.11	7	7.2	25.00
32.123	7	6.8	25.2
32.743	7	8.2	25.5
36.625	6	7.7	26.00
37.77	6	8.0	26.2
36.775	6	7.2	27.00
43.105	6	8.2	27.2
45.5	6	8.7	27.5
44.77	6	8.7	27.7
43.9	6	8.3	28.00
69.128	7	14.3	29.5

جدول (3): يبين التصاريف الموافقة لعمق وعرض سطح الماء في الأنابيب الثلاثة (طولها 15م) بناءً على الطريقة الهندسية، للنقطة الهيدرومترية المدروسة في مجمع الوثيقة الخضراء.



شكل(6): منحني يبين تغير التصريف مع تغير عمق الماء في الإنبوب.



شكل (7): منحني يبين تغير التصريف مع تغير عرض سطح الماء في الأنبوب.

نتائج قياس التصاريف :

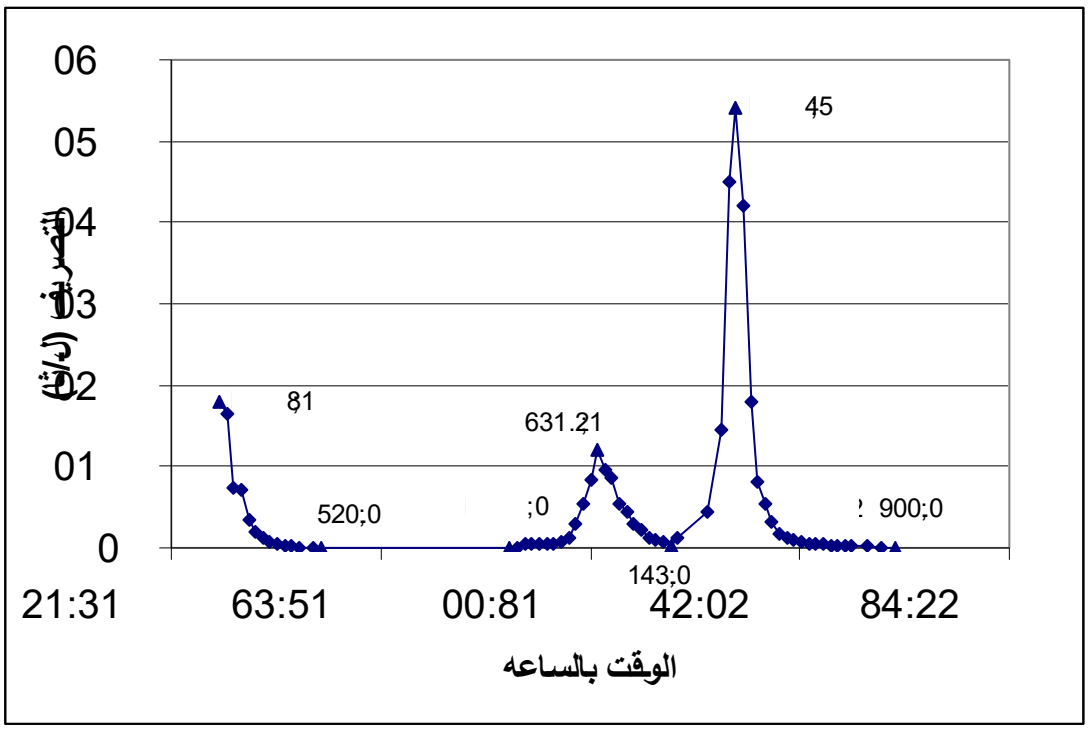
إن نتائج قياس التصاريف دونت في جداول على غرار الجدول (4)، وذلك خلال 8 أيام مطرية حيث كان يمثل القياس الواحد ثلاثة قياسات لتصريف الثلاث أنابيب، وعلى أساس هذه الجداول تم رسم منحنيات تغير التصريف المقاس مع الزمن للنقطة الهيدرومتيرية الرئيسية مرتبة بحسب تواريخ أمطارها، أشكال (15،14،13،12،11،10،9،8). حيث نوجز هذه النتائج في الجدول رقم (5).

القياس	تصاريف الأنابيب الثلاثه (ل/ث)			التصريف الكلي (ل/ث)	الزمن	التصريف الوسطي (ل/ث)	حجم الجريان (ل)
	1	2	3				
1	4			2.266	13:43		
2	4			1.630	13:50	1.948	818.16
3	4			1.045	13:57	1.3375	561.75
4	1	4	1	0.484	14:05	0.7645	366.96
5	1		1	0.387	14:17	0.4355	313.56
6	1		ضعيف	0.216	14:35	0.3015	325.62
7	ضعيف		ضعيف	0.031	14:45	0.1235	74.1

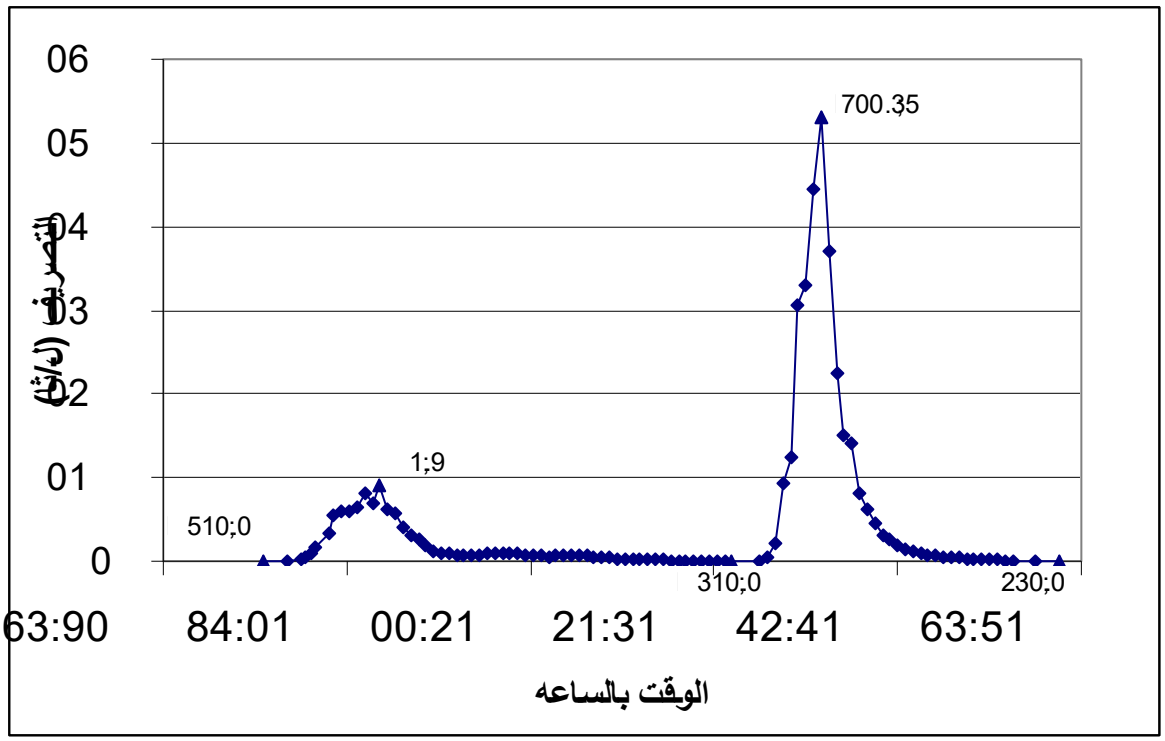
8	ضعيف 1/2 ضعيف	0.083	14:55	0.057	34.2
9	ضعيف 1/2 ضعيف	0.062	15:00	0.0725	21.75
10	ضعيف 1/7 ضعيف	0.143	15:10	0.1025	61.5
11	1/5 1/3 1/4	2.533	15:20	1.338	802.8
12	1/2 1 1/2	8.500	15:30	5.5165	3309.9
13	1/6 2/2 1/2	21.00	15:35	14.75	4425.0
14	1/3 21.495 14.14	41.635	15:40	31.3175	9395.25
15	1/1 28.05 21.493	67.543	15:45	54.589	16376.7
16	1/2 27.8 14.3	51.10	15:50	59.3215	17796.45
17	1/3 14.3 14.16	34.36	15:55	42.73	12819.0
18	1/2 4/4 4/4	11.00	16:03	22.68	10886.4
19	1/1 6/6 5/5	07.60	16:08	9.3	2790.0
20	1/7 9/9 8/8	4.421	16:15	6.2105	2608.41
21	1/5 8/8 7/7	5.487	16:20	5.154	1546.2
22	1/3 3/3 4/4	11.833	16:25	8.66	2598.15
23	1/4 2/2 1/1	31.5	16:30	21.6665	6499.95
24	1/2 28.05 21.495	58.545	16:35	45.0225	13506.75
25	1/1 28.05 21.79	67.84	16:40	63.1925	18957.75
26	18.7 36.775 27.11	82.585	16:45	75.2125	22563.75
27	19.4 45.5 32.43	97.33	16:50	89.9575	26987.25
28	18.7 36.775 27.11	93.245	16:55	95.2875	28586.25
29	32.05 43.9 43.105	119.055	17:00	106.15	31845.0
30	32.05 44.77 37.77	124.59	17:05	121.825	36546.75
31	32.0 43.105 32.43	127.535	17:15	126.0625	75637.5
32	42.687 69.122 69.122	180.922	17:20	154.2285	46268.55

79101.6	131.836	17:30	82.75		36.0	18.7 28.05	33
47256.0	78.76	17:40	74.77	24.77	32.0	1	34
30081.0	50.135	17:50	25.5	1/5	1/2	1/4	35
12012.3	20.0355	18:00	14.571	1/3	1/3	1/7	36
07101.3	11.8355	18:10	9.1	1/4	1/5	1/1	37
3669.3	6.1155	18:20	3.131	1/	1/	1/4	38
1319.1	2.1985	18:30	1.266	1/3	1/5	1/	39
572.1	0.9535	18:40	0.641	1/	1/4	1/3	40
306.9	0.5115	18:50	0.382	1/	1/4	1/	41
174.6	0.291	19:00	0.200	ضعيف	1/2	ضعيف	42
93.3	0.1555	19:10	0.111	ضعيف	1/	ضعيف	43
51.48	0.0715	19:22	0.032	ضعيف	1/3	ضعيف	44
577079.43	**29.23401**	**5:29**	**------**	**3**	**44 قياس**		**المجموع**

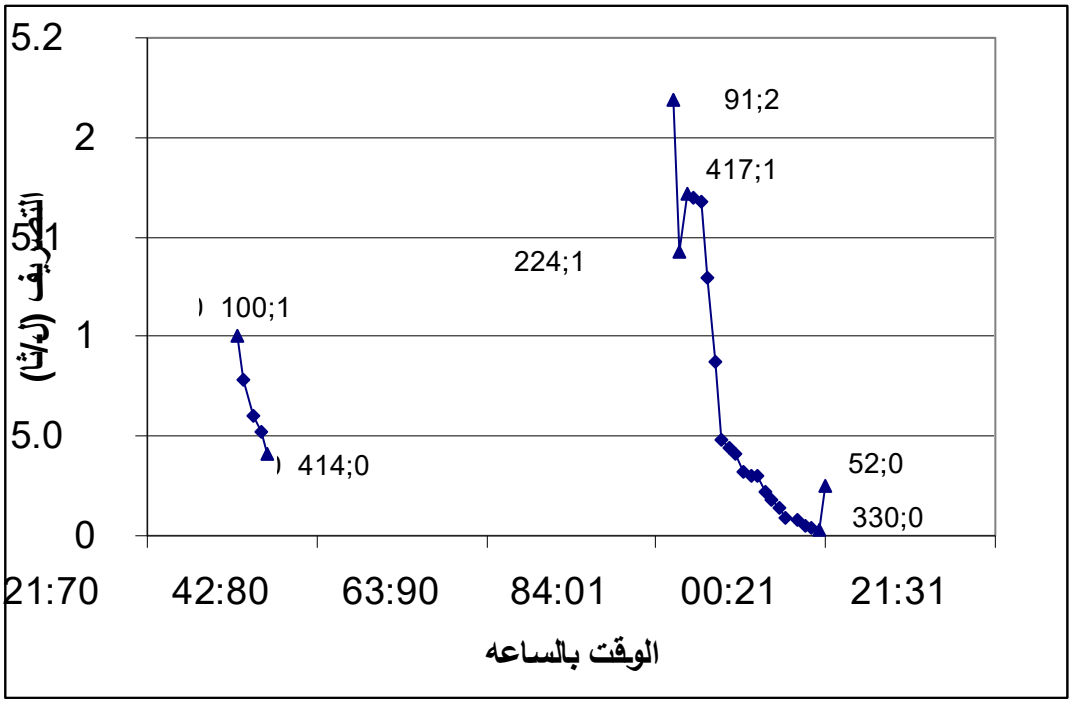
جدول(4): نتائج قياس تصاريف عاصفة يوم الثلاثاء الموافق 15/12/1998ف البالغة أمطارها 18.3ملم,وحجم التصريف البالغ 577079.43 ل/5:29 ساعه.



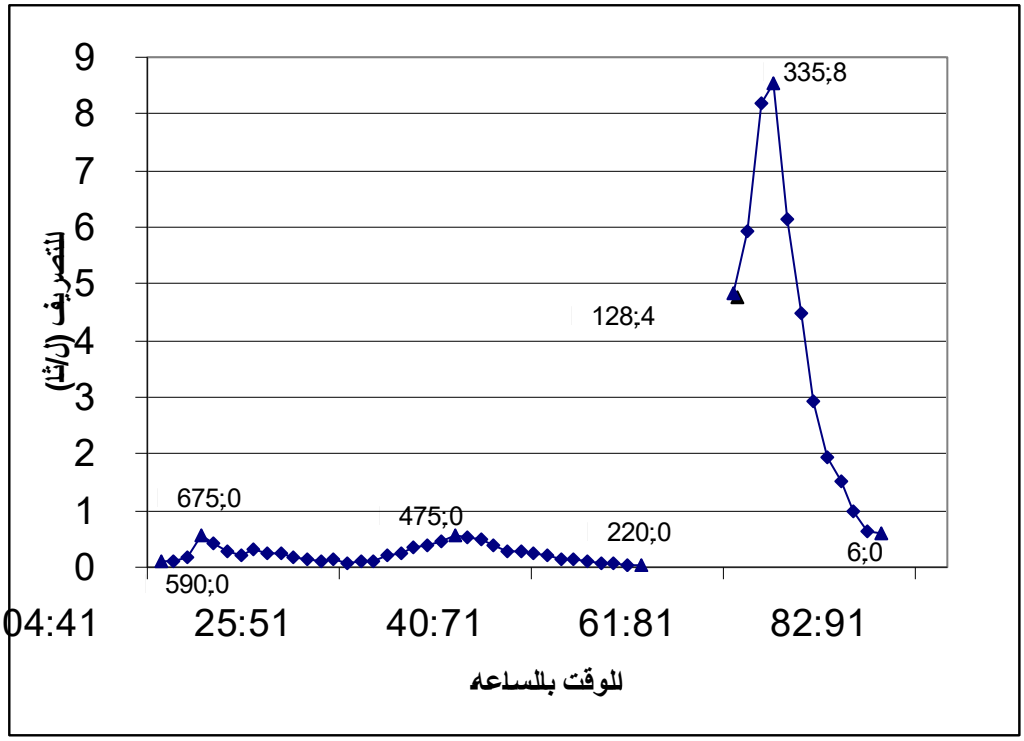
شكل(8): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الخميس الموافق 26/11/1998ف, حيث بلغ حجم المياه المنصرفه 102112.05 ل/5:35 ساعة.



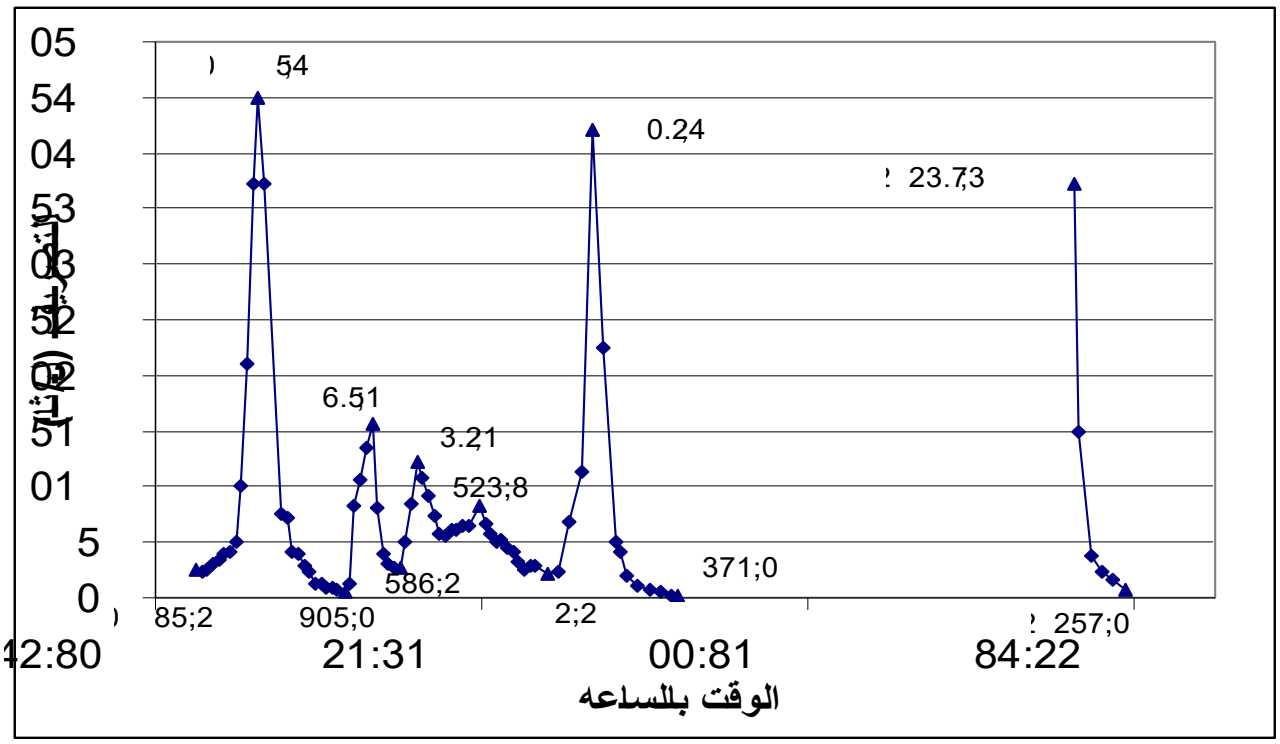
شكل(9): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الأحد 29/11/1998ف, حيث بلغ حجم المياه المنصرفه 74353.05 ل/5:12 ساعه.



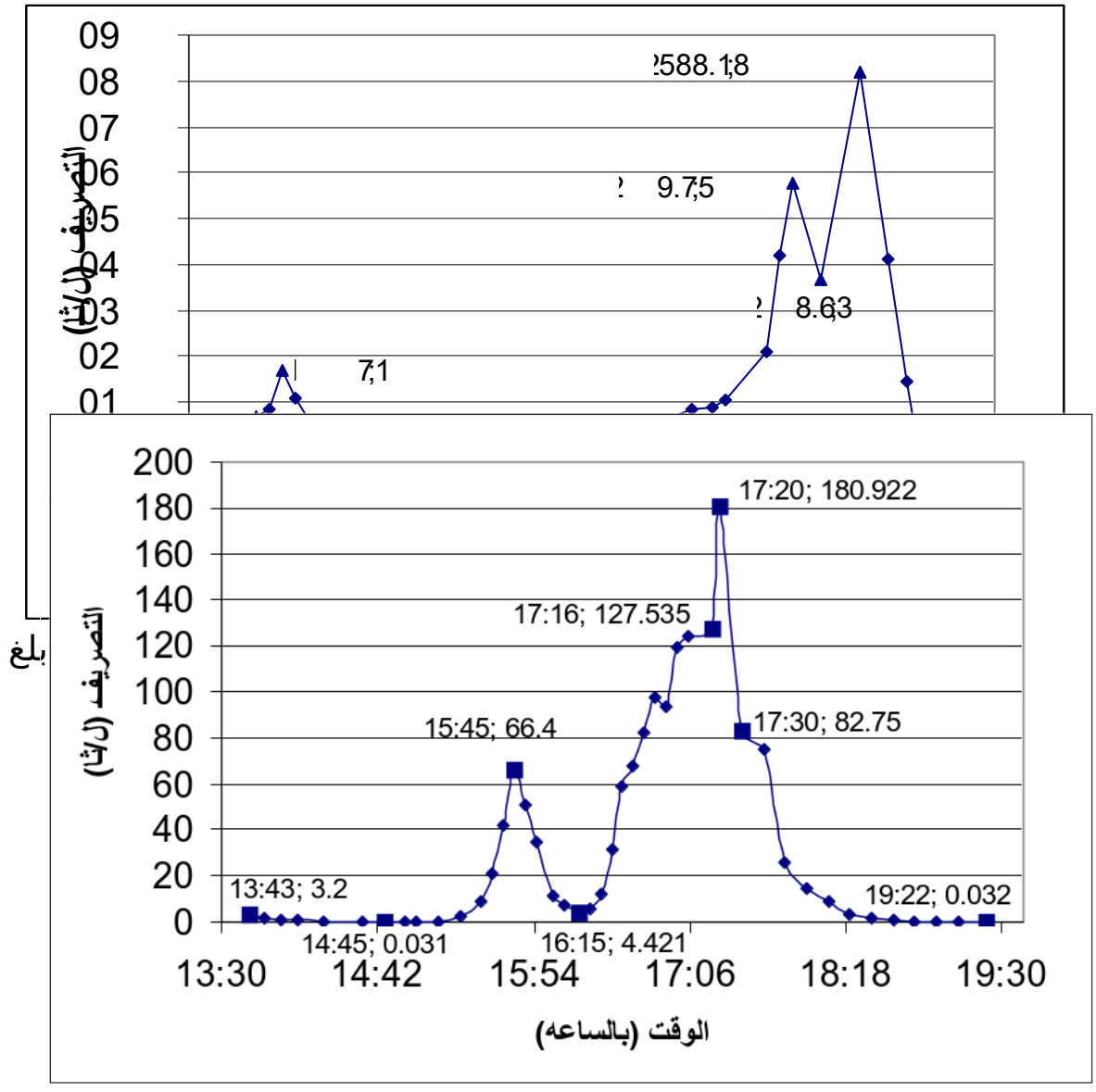
شكل(10): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الإثنين 07/12/1998ف, إذ بلغ التصريف المقاس 2786.436 ل/1:18 ساعه.



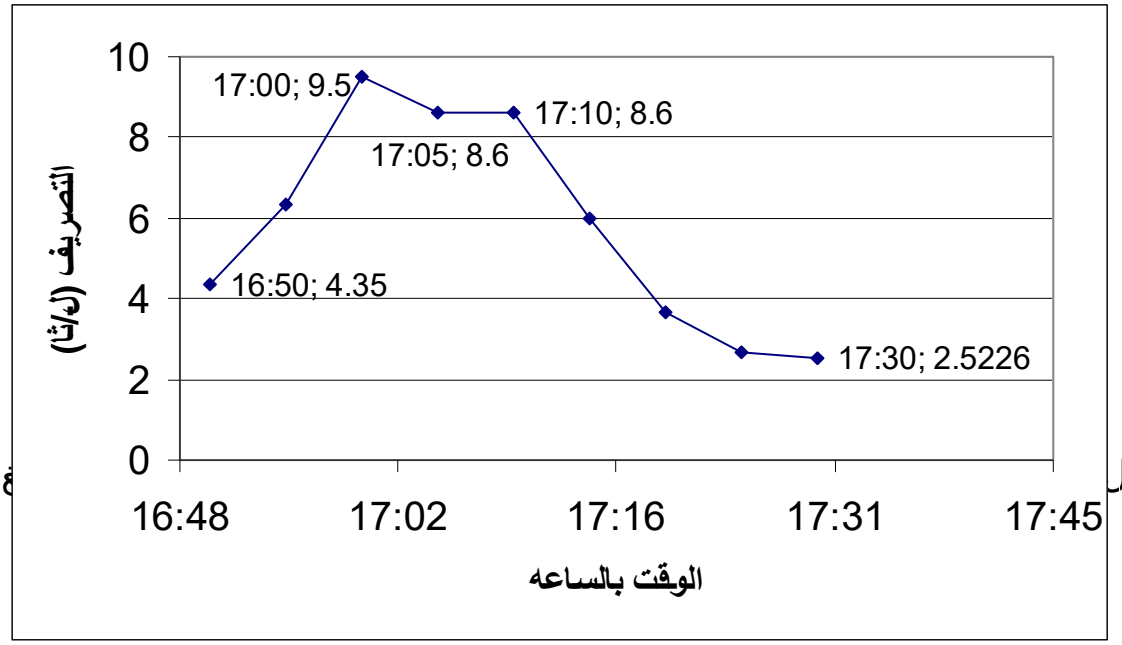
شكل(11): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الثلاثاء 08/12/1998ف, إذ بلغ تصريف المياه
15791.8 ل/3:55 ساعه.



شكل(12): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الإربعاء 09/12/1998ف, حيث بلغ تصريف المياه المنصرفه والمسجله 203097.05 ل/ 7:50 ساعه.



شكل(14): منحني تصريف مياه عاصفة يوم الثلاثاء 15/12/1998ف, إذ بلغ حجم المياه المنصرفه 577079.34 ل/5:29 ساعه.



شكل حجم

اليوم	التاريخ	عدد القياسات	عدد فترات القياس	طول فترات القياس (دقيقة)	زمن بدء القياس دقيقة:ساعة	زمن نهاية القياس دقيقة:ساعة	ذروة التصريف ليتر / ثا	حجم الجريان الناتج (لتر)	ارتفاع طبقة الجريان (ملم)	التصريف الوسطي ل / ثا
الخميس	26/11/1998	61	3	75 110 155	13:45 17:05 18:55	14:55 18:55 21:30	54	14452.50 20834.7 66824.85	0.6284 0.906 2.906	3.21 3.157 7.185
الأحد	29/11/1998	96	2	175 134	10:15 13:13	13:10 15:27	53.007	18794.19 55558.86	0.817 2.416	1.79 6.91
الاثنين	7/12/1998	27	2	13 65	7:50 10:55	8:30 12:00		470.97 2315.466	0.02 0.1007	00.60 00.59
الثلاثاء	8/12/1998	49	3	70 105 55	14:45 15:55 18:20	15:55 17:45 19:15	8.533	921.75 1654.9 13215.15	0.040 0.072 0.575	00.22 00.26 4.00
الأربعاء	9/12/1998	78	4	130 190 105 045	9:00 11:10 14:20 21:55	11:10 14:20 16:05 22:40	42	64010.75 65677.2 56243.7 17165.4	2.783 2.856 2.446 0.746	8.21 5.76 8.93 6.36
الاثنين	14/12/1998	25	2	125 140	17:25 19:30	19:30 21:50	81.885	23687.34 155661.51	1.030 6.769	3.16 18.53
الثلاثاء	15/12/1998	44	3	152 115 72	13:43 16:15 18:10	16:15 18:10 19:22	180.982	83787.51 487105.05 6186.78	3.643 21.181 0.269	9.19 70.6 1.43
السبت	6/2/1999	9	1	40	16:50	17:30	9.5	16248.3	0.706	6.77
المجموع	8 أيام	389×(3)	20	2071				1170816.876	50.09	9.42

جدول (5): يبين نتائج قياس التصاريف المائية من الشوارع عند نقطة القياس الهيدرومتيرية الرئيسية في مجمع الوثيقة الخضراء في جامعة عمر المختار بالبيضاء خلال ثمانية أيام مطرية من موسم 1998-1999.

ربط التصاريف بالأمطار الساقطة :

لقد تمكنا من معرفة كمية الأمطار الناتجة من إحدى العواصف المطرية عن طريق وضع مقياس مطر بالقرب من نقطة الصرف الرئيسية المدروسة وذلك على تمام الساعة 14:50، حيث بدأت العاصفة، من يوم الثلاثاء الموافق 15/12/1998 وسجل مقياسنا 18.3ملم عند نهاية العاصفة على الساعة 17:20 مقابل 19 ملم في محطة أرصاد البلنج. إن المياه الجارية على الشوارع والمنصرفة من النقطة الهيدرومترية بلغ حجمها 577.07934 م^3 والتي يحتوي الجدول (4) قياساتها، والشكل (14) يمثل منحنى تغير التصريف مع الزمن، وبذلك كان حجم المياه المنصرفة من مساحة قدرها 22997م^2 من الشوارع يعادل 25.1 ملم مطر، وذلك يعني بأن منحدرات أراضي المجمع نحو الشوارع تساهم في زيادة الجريان نحو نقطة الصرف الرئيسية بحوالي 6.8ملم خلال تلك العاصفة، مما يؤكد بأن المياه الممكن جمعها من شوارع المجمع تزيد عن كمية الهطول الحاصل فوق هذه الشوارع، نتيجة لرفد مياه الأراضي المجاورة للشوارع مما يعوض الفاقد عن طريق التبخر من أسطحها. لذلك مما لاشك فيه بأن الجريان الناشئ على الشوارع يمكن اعتباره مساوياً للأمطار الساقطة عليها. نستطيع اعتباره مساوياً للأمطار الساقطة على هذه الشوارع.

النتيجة :

وبناءاً عليه فان قياساتنا للمياه المنصرفة من حوض التجميع البالغ 22997م^2 أي حوالي 2.3هكتار من الشوارع، والتي بلغت خلال 8 أيام مطرية 1170816.876 ل أي 1170.817م^3 تكون ناتجة من سقوط 50.1 ملم مطر، أي أن النقطة الهيدرومترية صرفت من المياه ما مقداره 8561.8م^3 مياه بناء على أمطار الموسم المسجلة في المقياس المطري رقم (1) المستقبل 372.3 ملم/ستة أشهر، أو 8083.45م^3 بناء على أمطار المقياس رقم (6) لنفس الفترة، وبذلك فأنها قد تكون صرفت حوالي 10629.21م^3/ستة أشهر بناء على معدل أمطار محطة البلنج، جدول (2). أي أن هذه المساحة من شوارع المجمع تصرف من المياه ما حجمه 11282.33م^3/سنة بناء على معدل أمطار محطة البلنج، شكل (2). إن المصرف الثانوي الذي تبلغ مساحة حوض تجميعه 10043م^2 يصرف هو الآخر 4927.1 م3/سنة. إضافة إلى أن مجموع مساحات أسطح العمارات البالغة 11 عمارة، مساحة سطح كل منها 1159م^2، يبلغ 12749م^2 تصرف مياهها مع مياه الصرف الصحي، والتي لو صرفت مياهها باتجاه مصارف الشوارع لشكلت هي الأخرى مورد مائي مقداره 6254.660م^3/سنة، أي أنه يمكن جمع مورد مائي من مجمع الوثيقة الخضراء يقدر معدله بحوالي 22464.09 م^3/سنة أي بحوالي 2 ل/ثا يفيد في الري التكميلي لمدة 150 يوماً خلال فترة الجفاف، أي أن هذا المورد يكفي لري 37440 شجرة خلال 15 رية متباعد بفارق 10 أيام بين كل ريتين وتستفيد الشجرة بحوالي 40 ل/رية، أي أن هذا المورد المائي يكفي لري مساحة مزروعة بالأشجار تزيد عن 200هكتار، مع العلم بأن مساحة الحرم الجامعي كله تقارب 10 هكتار مع المباني والطرق، وبذلك فإنه حتى في السنوات الجافة فان هذه الشوارع تؤمن ما يزيد عن حاجة أراضي الجامعة المائية إذا شجرت بكاملها. وفي حالة استثمرت كافة أسطح أبنية الحرم الجامعي المبينة في الجدول (1) فانه يمكن جمع ما مقداره

The Author(s) 2023. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) , which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

45769م^3/السنة من المياه الضائعة والتي تشكل مورد مائي يعادل 3.5ل/ثا، الذي يكون فائض مائي لدى الجامعة في فترة الجفاف من السنة بدلاً من العجز الذي تعاني منه بيئتها في الوقت الحاضر.

المقترحات والتوصيات :

1- العمل على جمع مياه الأمطار الساقطة على الشوارع وتخزينها في خزانات مناسبة قريبة من المدن ليستفاد منها في الري التكميلي في فصل الجفاف، وفي ري حدائق وأشجار شوارع المدينة، وغسل شوارعها في الصيف لتلطيف أجوائها .

2- العمل على جمع مياه الأمطار الساقطة على أسطح إعتراض البيئات الحضرية كالجامعات، والمصانع، والأمانات، والتجمعات السكنية وغيرها، وتخزينها لتنمية الموارد المائية المحلية بهذه البيئات كي يستفاد منها في تحسين البيئات المحلية عن طريق تشجيرها وري حدائقها في فصل الجفاف .

3- العمل على عدم هدر مياه البيئات الحضرية في الأودية المجاورة كي لا تسبب في زيادة الجريان السطحي بجوار هذه البيئات، وكي لا تؤدي إلى إنجراف التربة مع التيار المائي، وبالتالي كي لا تؤدي لإستفحال التصحر بجوار هذه البيئات .

4- نوصي بالنشاط الإعلامي المكتوب والمسموع والمرئي لنشر الوعي بين المواطنين على أهمية أسطح منازلهم وزرائب حيواناتهم في تنمية مواردهم المائية لتحسين بيئاتهم المحلية عن طريق إستثمارهم لمياه أسطح الهناجر والمنازل.

مراجع مختارة:

1- بولقمة الهادي مصطفى والقزيري سعد خليل، 1995 . الجماهيرية، دراسة في الجغرافيا الطبيعية . ط1 ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلام، سرت .
2- الزوام سالم محمد، 1995 . الجبل الأخضر، دراسة في الجغرافيا الطبيعية. ط1 ، منشورات جامعة قاريونس ، بنغازي .
3- محمد غازي الحنفي، 1996 ، خصائص أمطار المنحدر الشمالي للجبل الأخضر، بحث غير منشور، 50 صفحة، جامعة عمر المختار .
4- محمد غازي الحنفي، 1998 ، الموارد المائية الطبيعية في منطقة الفرع البلدي البيضاء، بحث غير منشور، 72 صفحة، جامعة عمر المختار.
5- محمد غازي الحنفي، 1999، حصاد مياه الأمطار على شوارع حرم جامعة عمر المختار، بحث غير منشور، 66 صفحة، جامعة عمر المختار.
6- محطة البلنج، بيانات مناخية، 1998 جدولين، 1999 أربع جداول.
7- المكتب الفني للجامعة، مخطط عمراني لجامعة عمر المختار مقياس 1:1500.
8- المكتب الفني للجامعة، مخطط عمراني لمجمع الراية الخضراء مقياس 1:500.