

## سلوك الهطل المطري في حوض نهر الكبير الشمالي

الدكتور غطفان عمار\*

الدكتور عباس عبد الرحمن\*\*

مجد هيفا\*\*\*

(تاريخ الإيداع 9 / 5 / 2012. قُبِلَ للنشر في 28 / 6 / 2012)

### □ ملخص □

يقع حوض نهر الكبير الشمالي شمال الساحل السوري بين خطي طول  $35^{\circ} 45' 40''$  و  $36^{\circ} 15' 05''$  شرق خط غرينتش، وخطي عرض  $35^{\circ} 28' 30''$  و  $35^{\circ} 59' 00''$  شمال خط الاستواء، تبلغ مساحته حوالي 1100 كم<sup>2</sup>، وتتراوح الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من 0 إلى 1700. تهدف الدراسة إلى تحديد الهطل المطري الأعظمي المستخدم في حساب الغزارات التصميمية الناجمة عن العواصف المطرية، من أجل ذلك تم تحليل معطيات الهطل المطري الساعي لثماني محطات رصد جوي، موزعة على كامل مساحة الحوض الساكن للنهر. وامتدت فترة المراقبة فيها لمدة ستة أعوام، وُدس سلوك الهطل المطري لحوالي 50 عاصفة مطرية في كل محطة، استمرت فترة هطولها من 3 ساعات إلى 36 ساعة، و صُمم منحنى لا بعدي للعلاقة بين الهطل والزمن. توصلت الدراسة إلى أن الكمية الأعظم للهطل في المنحني التصميمي لمختلف المحطات المدروسة تهطل في منتصف العاصفة المطرية أي في الفترة بين 45%-55% من مدة الهطل الكلية إذ إن حوالي 70% من كمية الهطل تحدث خلال 10% من مدة الهطل الكلية، ولدى مقارنة المنحني التصميمي مع منحنيات SCS (Soil Conservation Service) وجدنا أن المنحني (II) هو الأقرب للتطبيق في منطقة الدراسة. ويوصى في هذه الدراسة بالحصول على معطيات هطل مطري بمدد تقل عن ساعة، من خلال إنشاء محطات آلية تقيس الهطل خلال بضع دقائق خاصة أن أهم ما يميز الهطل في منطقة الدراسة هو شدته، وقصر مدته.

**الكلمات المفتاحية:** سلوك الهطل المطري، SCS المنحني (II)، الحوض الساكن.

\* أستاذ - قسم الهندسة المائية والري بكلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

\*\* مدرس - قسم الهندسة المائية والري بكلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

\*\*\* ماجستير - قسم الهندسة المائية و الري بكلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

## Behavior Of Rainfall In Al-Kabeer Al-Shamali Basin

Dr. Ghatfan AMMAR<sup>\*</sup>  
Dr. Abbas ABDELRAHMAN<sup>\*\*</sup>  
MAJED HAIFA<sup>\*\*\*</sup>

(Received 9 / 5 / 2012. Accepted 28 / 6 / 2012)

### □ ABSTRACT □

The research area presents the natural boundaries of the Al-Kabeer Al-Shamali basin. They are between 35 28' 30" , 35 59' 00" latitude in the north, and 35 45' 40", 36 15' 5" longitude in the east of Grenache. The area of the studying basin is about 1100 km<sup>2</sup> and the topographic elevations is between 0 to 1700 m. The study aim is to estimate a maximum precipitation that can be used to calculate peak flow, for that a 6-year hourly rainfall data recorded in eight rain gauges was analyzed. These rain gauges are distributed on all basin area, behavior of rainfall for about 50 rainfall storms in each gage was studied, the time of these storms was between [ 3 to 36] hour, and the non unit (precipitation – time) curve has designed, this study reached to that the maximum precipitation happens in the middle of designed storm between (45-55)% of the time of storm, where 70% of precipitation happens during 10% of time of designed storm .By comparing (precipitation – time) curve with SCS curves we found that SCS 24-hr Type II is the nearest for application in the area of study, in this study it is recommended to get rainfall data in intervals less than one hour by setting digital rainfall gauges that measure rainfall volume during some minutes, and what is special about the rainfall in the area of study is (shortness, and strength).

**Keywords:** Behavior of Rainfall, SCS 24-hr Type II , Basin, Rainfall Storm

---

<sup>\*</sup>Professor.; Department of Irrigation & Water Engineering; Faculty of Civil Engineering; Tishreen University; Lattakia; Syri

<sup>\*\*</sup> assistant professor; Department of Irrigation & Water Engineering; Faculty of Civil Engineering; Tishreen University; Lattakia; Syria

<sup>\*\*\*</sup>Post-graduate; Department of Irrigation & Water Engineering; Faculty of Civil Engineering; Tishreen University; Lattakia; Syria.

**مقدمة :**

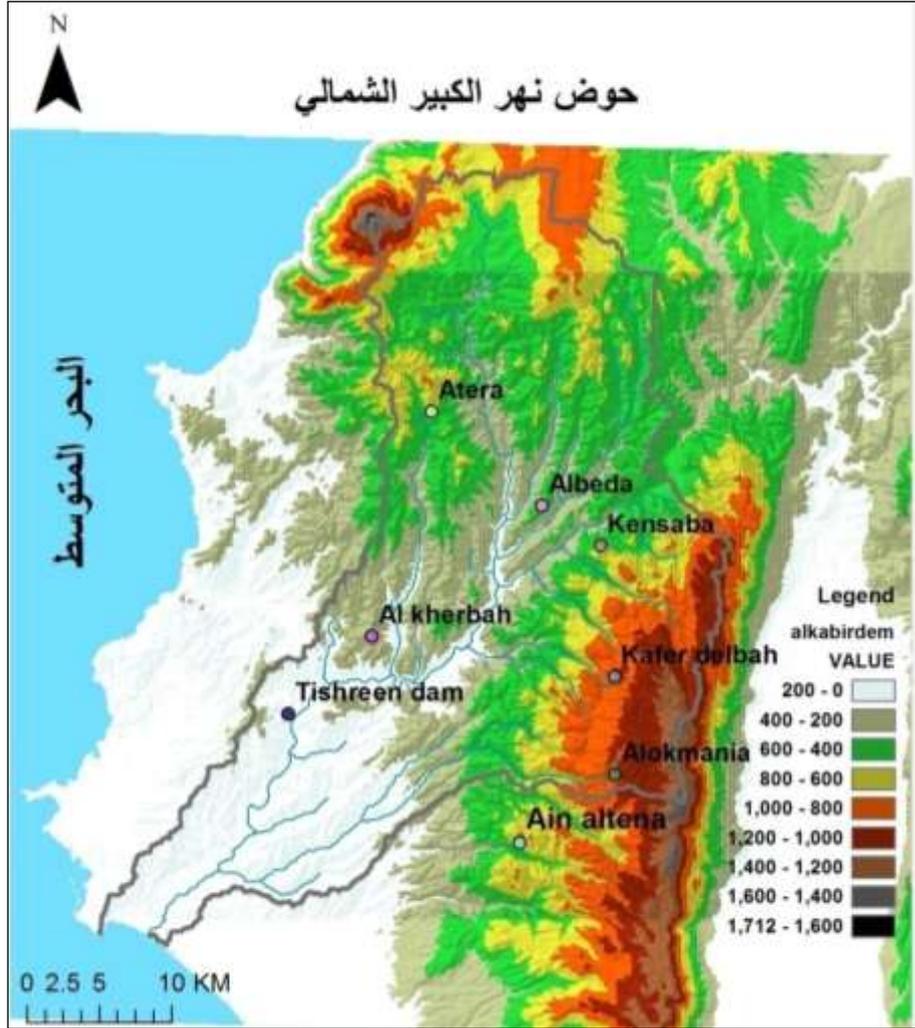
إن دراسة تأثير العاصفة المطرية على الجريان في الحوض الساكب تتعلق بشكل أساسي بكيفية توزع الهطل المطري خلال مدة العاصفة. هذا التوزع يعكس بشكل مباشر تأثير الهطل على الغزارة الناجمة عن تلك العاصفة . تعطي طريقة (Soil Conservation Service) SCS أربعة منحنيات لتوزع الهطل المطري مع الزمن، وقد تم اعتمادها بوصفها منحنيات معيارية ضمن طرائق هيدرولوجية عالمية لحساب الفيضانات، كطريقتي TR-20 و TR55 ولكن لا يمكن اعتماد هذه المنحنيات في أية منطقة من العالم دون التحقق من صلاحية أحدها للاستخدام بما يتناسب وظروف المنطقة المدروسة. إن دراسة هذا الموضوع يحتاج إلى توافر محطات مناخية موزعة بشكل جيد على مساحة الحوض، وتستمر القياسات لعدد كبير من السنوات، ويجب أن تقيس تلك المحطات الهطل بفواصل زمني قصير. وفي ظل عدم توفر البيانات بشكل كافٍ في منطقة الدراسة، فلا بد من اعتماد مقاربات رياضية لاستنتاج منحنى توزع هطل يكون أقرب ما يمكن للواقع، من حيث تمثيله للحالة الأخطر لتوزع الهطل المطري مع الزمن.

**أهمية البحث وأهدافه**

تتضمن منطقة الدراسة الحوض الساكب لنهر الكبير الشمالي، الواقع شمال الساحل السوري بين خطي طول  $35^{\circ} 45' 40''$  و  $36^{\circ} 15' 05''$  شرق خط غرينتش، وخطي عرض  $35^{\circ} 28' 30''$  و  $35^{\circ} 59' 00''$  شمال خط الاستواء، تبلغ مساحته حوالي 1100 كم<sup>2</sup>، وتتراوح الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من 0 إلى 1700. تنتشر في الحوض محطات رصد مناخية مبينة في الشكل (1) سيستفاد من بعضها في إنجاز هذا البحث. وسيتم الاعتماد على بيانات الهطل الساعية في 8 محطات موزعة بشكل جيد على مساحة الحوض المدروس؛ وهي محطات (16 تشرين - كنسبا - البيضا - اللقمانية - كفر دلبه - عين التينة - عطيرة - خربة سولاس) تعطينا هذه المحطات بيانات هطل ساعية منذ نهاية عام 2004 وحتى بداية 2011، وتم اختيار حوالي 50 عاصفة مطرية في كل محطة وفق أسس مناسبة لإنجاز الدراسة.

إن هدف البحث يتلخص في تصميم منحنى لابعدي (الهطل - الزمن) يمثل الحالة الأخطر للهطل مع الزمن، إذ يمكن أن نستنتج منه الهطل المطري الأعظمي خلال فترة زمنية (زمن التركيز للحوض الساكب) من مدة الهطل الكلية، لاستخدامه في تحديد الغزارات التصميمية الناتجة عن العواصف المطرية.

إن دراسة العلاقة بين كمية الهطل المطري ومدته في منطقة ما، تحتاج إلى قياس كمية الهطل خلال فواصل زمنية قصيرة (دقائق)، لعدد كبير من العواصف، خلال سنوات طويلة. وهو الأمر الذي لا يتوفر في منطقة البحث، مما يدفع باتجاه إيجاد طريقة يمكن من خلالها الوصول إلى علاقة تتناسب مع المعطيات المتوفرة، إذ إن تحديد سلوك الهطل المطري يساعد بشكل كبير في إيجاد الهطل المطري الأعظمي الموافق لزمن معين خلال مدة العاصفة الكلي مهما كانت تلك المدة، الأمر الذي يساعد في بناء قاعدة بيانات أوسع لمدد زمنية أكبر. إذ تتوفر في منطقة الدراسة بيانات هطل مطري يومي لعدد كبير من السنوات، ويمكن بإيجاد العلاقة بين كمية الهطل ومدته استنتاج كميات الهطل الأعظمية خلال مدة زمنية معينة (زمن التركيز للحوض)، وبالتالي يمكن البناء على تلك القاعدة من البيانات في حساب الغزارات الأعظمية لأي حوض ساكب بمعرفة زمن تركيزه.



الشكل(1): محطات الرصد ضمن الحوض الساكب

## طرائق البحث ومواده

- تمت دراسة معدلات الهطل المطري في المحطات المبينة في الحوض المدروس، وهي محطات إلكترونية تقيس كمية الهطل المطري لكل ساعة من مدة الهطل الكلي، وقد اعتمدت حوادث هطل مطري وفق الأسس الآتية:
1. لا تقل مدة العاصفة فيها عن ثلاث ساعات، لأن المحطات تقيس الهطل كل ساعة، وبالتالي لدينا ثلاث قيم حداً أدنى تمكنا من دراسة عاصفة مطرية تؤدي لحدوث جريان سطحي يناسب مساحة المنطقة المدروسة، ويظهر علاقة واضحة بين الهطل والزمن.
  2. كمية الهطل المطري فيها أكبر من 25 مم (1 إنش)، لأن كمية الهطل التي تقل عن 25 مم خلال ثلاث ساعات لا تساعد في تشكل جريان سطحي واضح، خاصة أن المساحة المدروسة كبيرة، حتى لو تم تقسيم المنطقة وفق المحطات المدروسة، فإن أصغر حوض ساكب جزئي يمكن تغطيته تزيد مساحته عن 130 كم<sup>2</sup>. [1،2]. وقد درست محطات الحوض المختارة التي تتوضع على ارتفاعات مختلفة ممتدة من الشمال إلى الجنوب، ويبين الجدول (1) عدد العواصف المدروسة ومدتها في كل محطة.

الجدول (1): البيانات المستخدمة لإنجاز الدراسة

اسم المحطة	عدد العواصف المدروسة	الحد الأدنى والأعلى لزمان استمرار العواصف hour
16 تشرين	40	3-27
كنسبا	50	3-29
البيضا	55	3-36
اللقمانية	30	3-33
كفر دلية	50	3-31
عين التينة	65	3-35
عطيرة	60	3-24
خرية سولاس	48	3-24

• تصميم منحني (الهطل-الزمن) (Precipitation-Time)

في ظل عدم وجود بيانات كافية لحوادث مطرية ذات مدد متساوية، كان لا بد من دراسة علاقة لابعدية تقوم بتوصيف تغير كمية الهطل مع الزمن للعاصفة المطرية [1]، وذلك بإنشاء منحنى لا بعدي يصف العلاقة بين كمية الهطل المطري النسبي ومدة الهطل النسبية الجدول (2)، وتنتج مجموعة من المنحنيات تمثل عواصف مطرية لكل محطة .

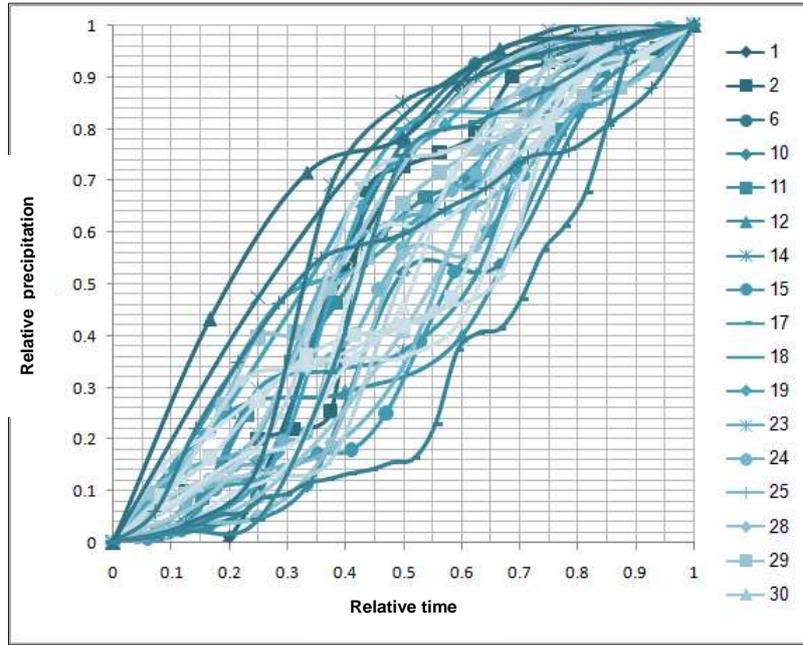
جدول (2): بيانات عاصفة مطرية مسجلة في محطة 16 تشرين

رقم العاصفة	مكان وتاريخ العاصفة	الزمن hour	الهطل mm	الهطل التجميعي mm	الهطل النسبي	الزمن النسبي
2	موقع 16 تشرين 20-11-2004	0	0	0	0	0
		1	4	4	0.072	0.062
		2	1.5	5.5	0.1	0.125
		3	2.5	8	0.145	0.187
		4	3	11	0.2	0.25
		5	1	12	0.218	0.312
		6	2	14	0.254	0.375
		7	23.5	37.5	0.68	0.437
		8	2.5	40	0.727	0.5
		9	1.5	41.5	0.75	0.562
		10	2	43.5	0.790	0.625
		11	6	49.5	0.9	0.687
		12	1.5	51	0.927	0.75
		13	0.5	51.5	0.936	0.812
		14	0.5	52	0.945	0.875
		15	0.5	52.5	0.954	0.937
16	2.5	55	1	1		

يبين الجدول (2) العلاقة بين الهطل والزمن لعاصفة مطرية هطلت بتاريخ 20-11-2004، وبلغت كمية الهطل 55 مم خلال 16 ساعة، وحُسب الهطل النسبي (relative precipitation) والزمن النسبي (relative time) لإنشاء منحنى لابعدي يصف العلاقة بينهما، إذ:

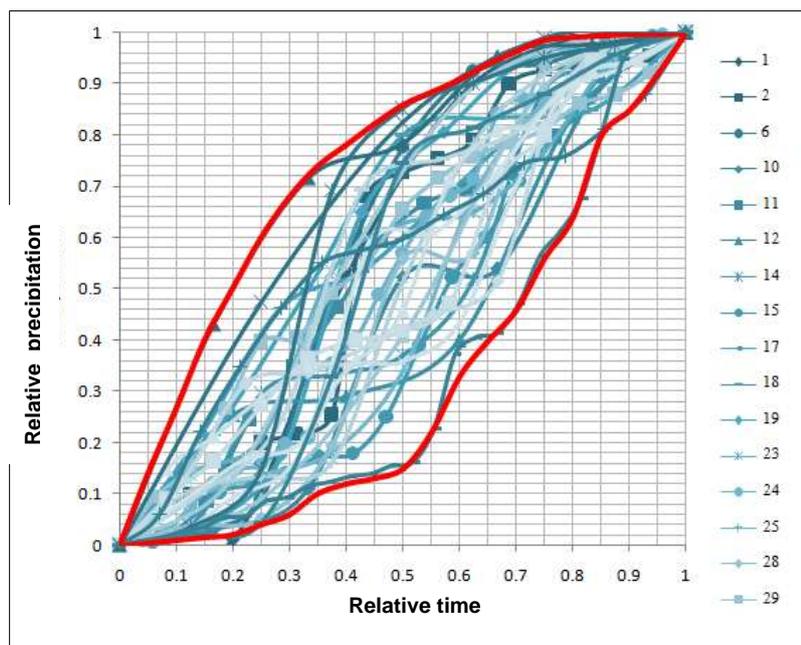
$$\frac{\text{الهطل النسبي}}{\text{الهطل الكلي}} = \frac{\text{الهطل التجمعي}}{\text{الهطل الكلي}}$$

ويتطبيق هذا الإجراء على باقي العواصف المطرية التي حققت الأسس المذكورة سابقاً خلال مدة القياس، تتكون حزمة منحنيات مبينة في الشكل (2).



الشكل (2): حزمة عواصف مطرية في محطة 16 تشرين

نلاحظ تشكل حزمة من المنحنيات التي تمثل مختلف العواصف المطرية في محطة 16 تشرين للفترة المحددة بين عامي 2004-2011 دون إغفال أية عاصفة تم تسجيلها وتحقق الشروط السابقة. وإنشاء المنحنى المغلف للعواصف المطرية المبينة ينتج لدينا منحنياً علوياً وآخر سفلياً، إذ يمثل المنحنى العلوي عاصفة مطرية تهطل كمية الأكبر في النصف الأول، أما المنحنى السفلي فيمثل عاصفة مطرية كمية الهطل الأكبر تكون في النصف الثاني من زمنها، [3,4]، الشكل (3).



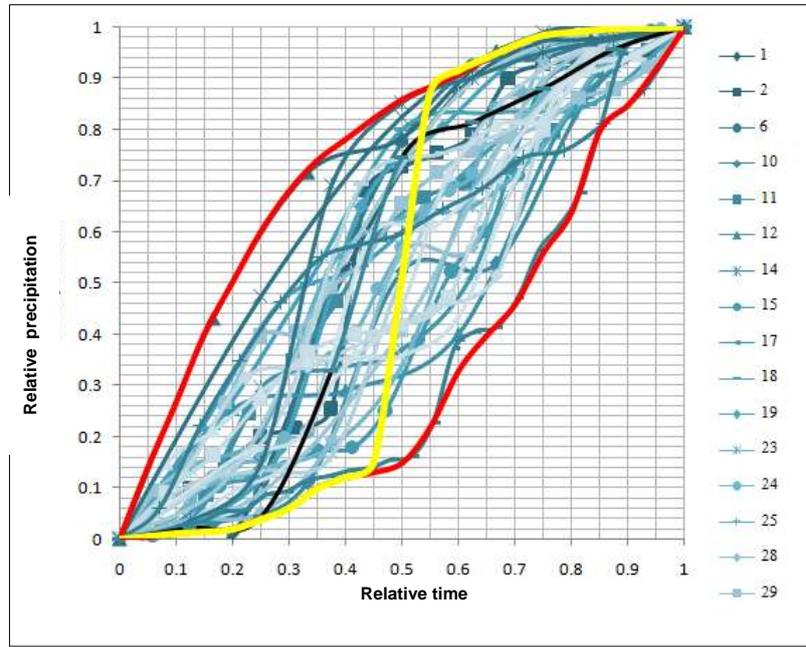
الشكل (3): تغليف حزمة العواصف في محطة 16 تشرين

بإجراء تحليل لبيانات المنحنيين المغلفين من خلال دراسة فرق الإحداثيات (نسبة الهطل) بينهما، الجدول (3)، فنحصل على أن أكبر فرق بين الإحداثيات ينتج في منتصف زمن العاصفة أي في الفترة بين 45% إلى 55% منه.

جدول (3): فرق الهطل النسبي بين المنحنيين المغلفين

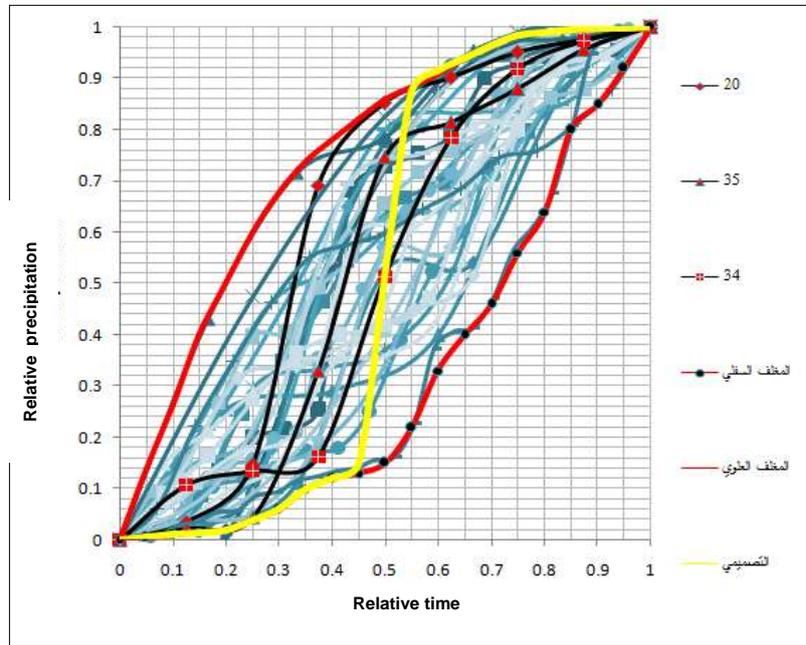
فرق الإحداثيات	إحداثيات الهطل النسبي للمنحني المغلف السفلي	إحداثيات الهطل النسبي للمنحني المغلف العلوي	الزمن
0	0	0	0
0.25	0.01	0.26	0.1
0.48	0.02	0.5	0.2
0.62	0.06	0.68	0.3
0.66	0.12	0.78	0.4
0.71	0.15	0.86	0.5
0.58	0.33	0.91	0.6
0.50	0.46	0.965	0.7
0.35	0.64	0.99	0.8
0.14	0.85	0.998	0.9
0	1	1	1

لاستنتاج المنحني التصميمي الذي يمثل الحالة الأخطر للهطل المطري الممكن حدوثه ضمن سلسلة البيانات [4,3] ينتج لدينا المنحني التجميعي S المبين في الشكل (4)، وينطبق المنحني التجميعي في بداية العاصفة على المنحني المغلف السفلي حتى نصل إلى 45%، من زمن العاصفة، فنقوم بوصل المنحني التجميعي مع المنحني المغلف العلوي عند 55% من زمن العاصفة فينتج المنحني التصميمي اللابعدي (الهطل - الزمن) الذي يمثل الحالة الأخطر، والذي يبين أن حوالي 70% من كمية الهطل المطري تهطل في منتصف العاصفة أي في الفترة بين 45%-55% (خلال 10% من زمن العاصفة).



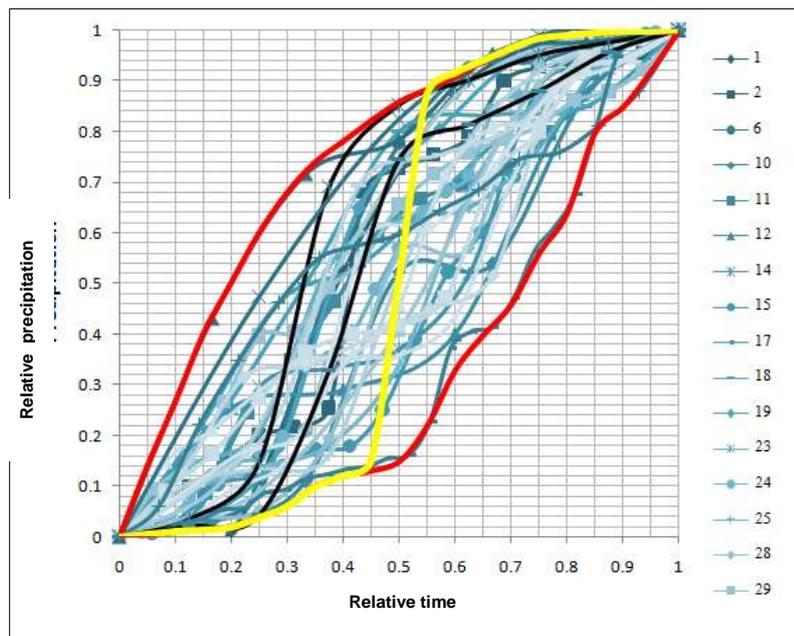
الشكل(4): استنتاج منحني (الهطل - الزمن) في محطة 16 تشرين

بمقارنة المنحني التصميمي مع منحنيات الحزمة نجد أن هناك منحنيات قريبة من شكل المنحني التصميمي للعواصف (35،20،34) غير أن المنحني التصميمي يمثل الحالة الأخطر بينها الشكل(5).

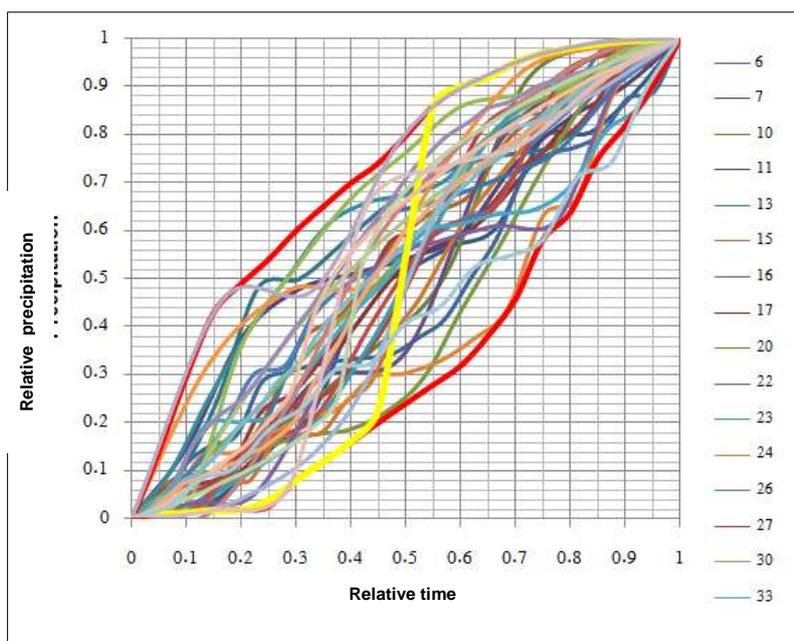


الشكل(5): مقارنة بين بعض العواصف الحقيقية والعاصفة التصميمية

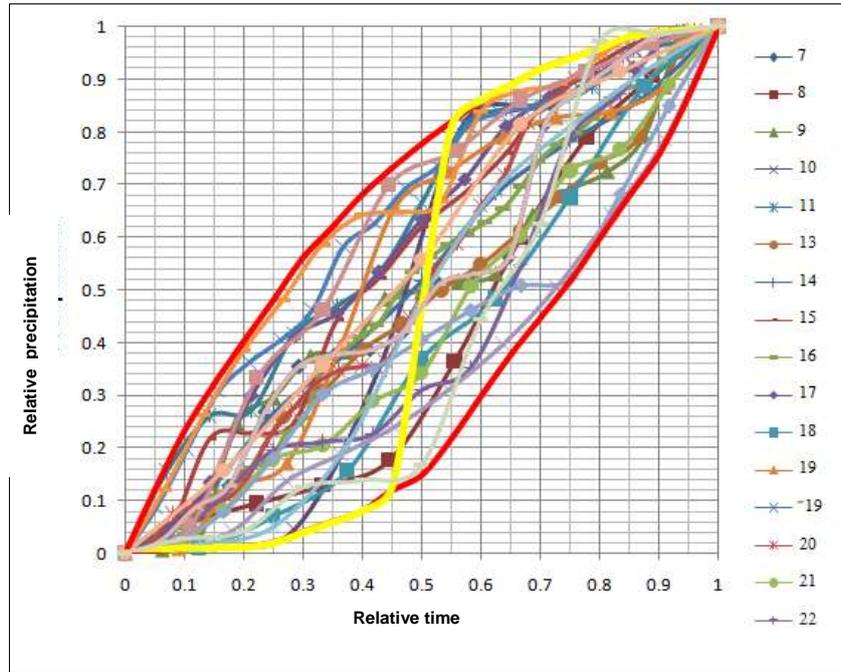
بتطبيق الإجراءات نفسها على باقي المحطات الموجودة في منطقة البحث، فنحصل على المنحنيات التصميمية المبينة في الأشكال من (6) إلى (13).



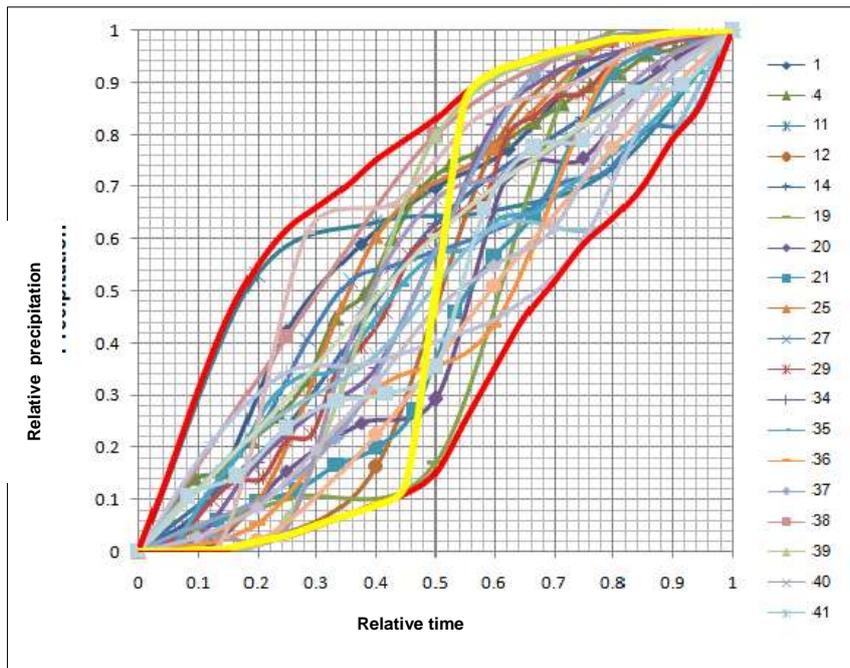
الشكل(6): منحني (الهطل - الزمن) في محطة 16 تشرين



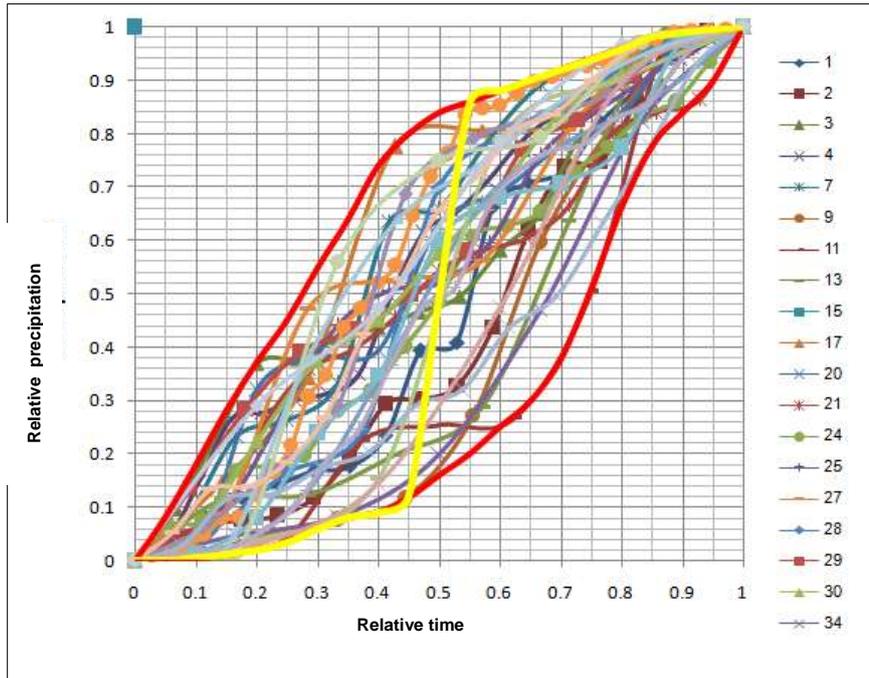
الشكل(7): منحني (الهطل - الزمن) في محطة البيضا



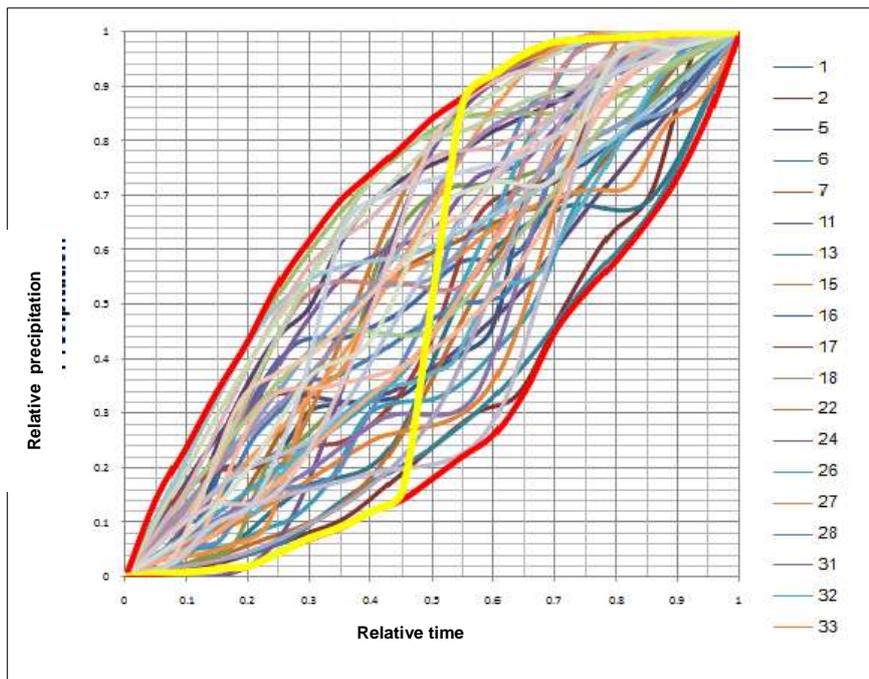
الشكل(8): منحنى (الهطل - الزمن) في محطة اللقمانية



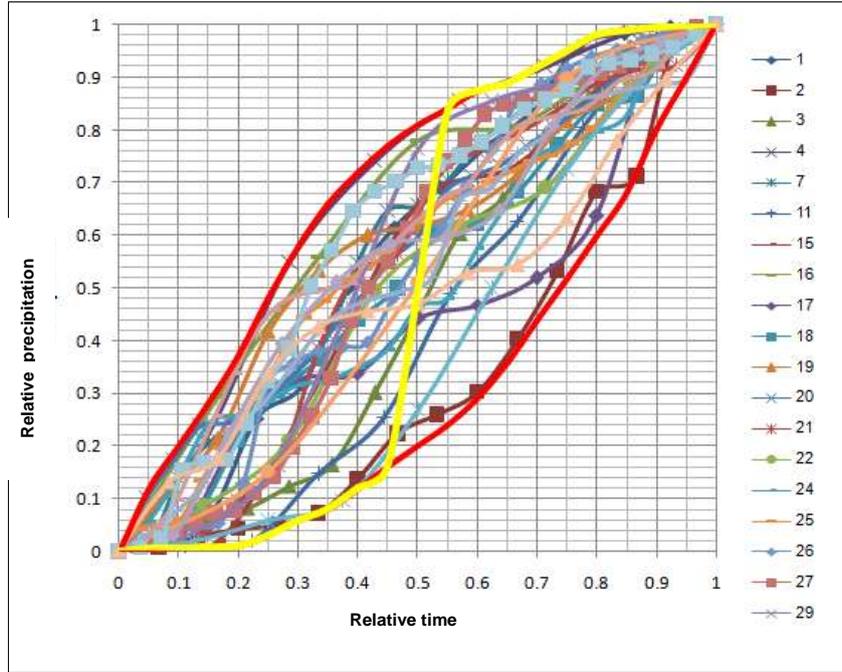
الشكل(9): منحنى (الهطل - الزمن) في محطة خربة سولاس



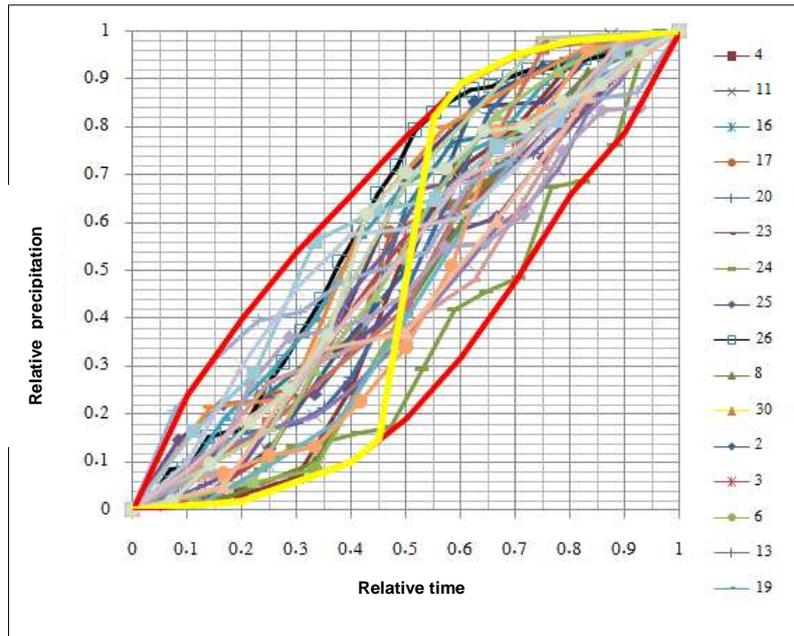
الشكل(10): منحني (الهطل- الزمن) في محطة عين التينة



الشكل(11): منحني (الهطل- الزمن) في محطة عطيرة



الشكل(12): منحنى (الهطل - الزمن) في محطة كفرالبلية



الشكل(13): منحنى (الهطل - الزمن) في محطة كنسبا

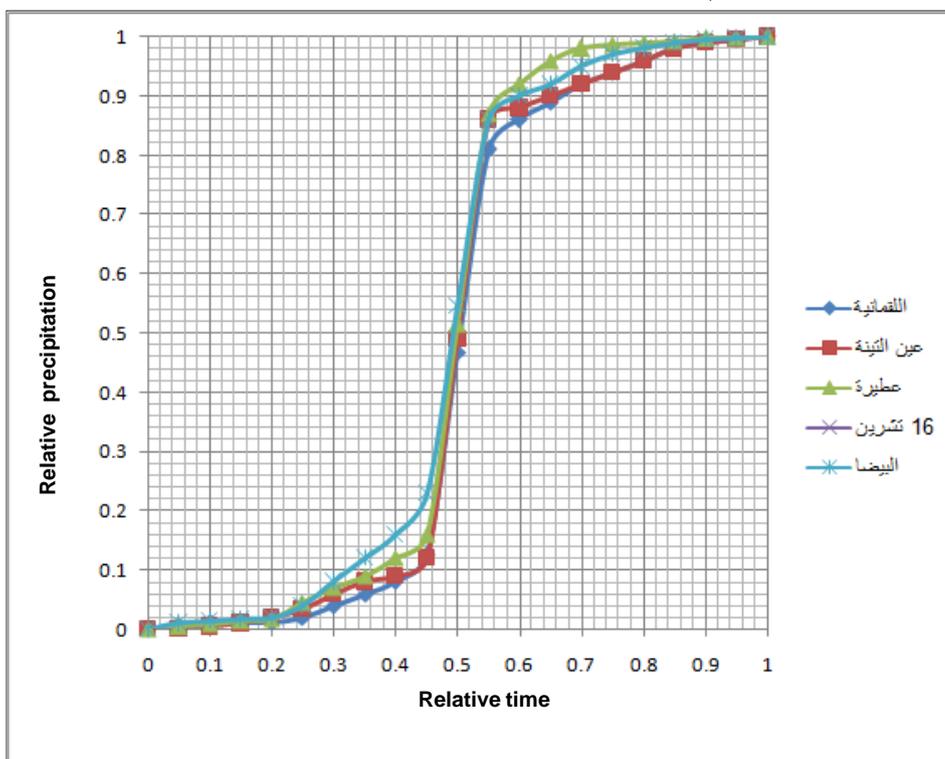
### النتائج والمناقشة

بسبب عدم توافر بيانات هطل ساعية لأكثر من ست سنوات (تاريخ إنشاء المحطات)، فقد استعضنا عن نقص سنين المراقبة بدراسة الحوادث المطرية التي حدثت في تلك المحطات، ولمدد مختلفة من خلال المنحني اللابعدى (الهطل - الزمن). كما أن معظم الحوادث المطرية التي تمت دراستها كانت شاملة للمنطقة المدروسة، وذلك من خلال حدوثها في التاريخ نفسه مع فروق تتعلق باتجاه العاصفة، وقد سمح هذا بدراسة سلوك العاصفة نفسها في أكثر من موقع وبتجاهات مختلفة، وبما أن المحطات المدروسة تغطي منطقة البحث بشكل جيد من حيث توزيعها،

فقد أتاح ذلك إجراء المقارنة وتعميم الدراسة على كامل مساحة الحوض، أي أن البعد المكاني للبحث سمح بتعميم النتائج على المنطقة المدروسة.

• مقارنة بين المنحنيات التصميمية للمحطات المختلفة

بإجراء مقارنة بين المنحنيات التصميمية لمحطات قياس الهطل في منطقة الحوض الساكب لنهر الكبير الشمالي نجد تقارباً كبيراً بين تلك المنحنيات، ويُظهر الشكل(14) المنحنيات التصميمية في محطات (اللقمانية - عين التينة - عطيرة- 16 تشرين- البيضا) .



الشكل(14): منحنيات (الهطل- الزمن) لبعض محطات منطقة الدراسة

إن الكمية العظمى للهطل في المنحني التصميمي لمختلف المحطات المدروسة هطلت في منتصف العاصفة المطرية، أي في الفترة بين 45%-55% من مدة الهطل الكلية. وبحساب نسبة الهطل في تلك الفترة إلى نسبة الهطل الكلية تظهر لدينا النتائج المبينة في الجدول(4).

جدول (4): نسبة الهطل عند (45-55)% من زمن العاصفة من الهطل الكلي لمحطات منطقة الدراسة

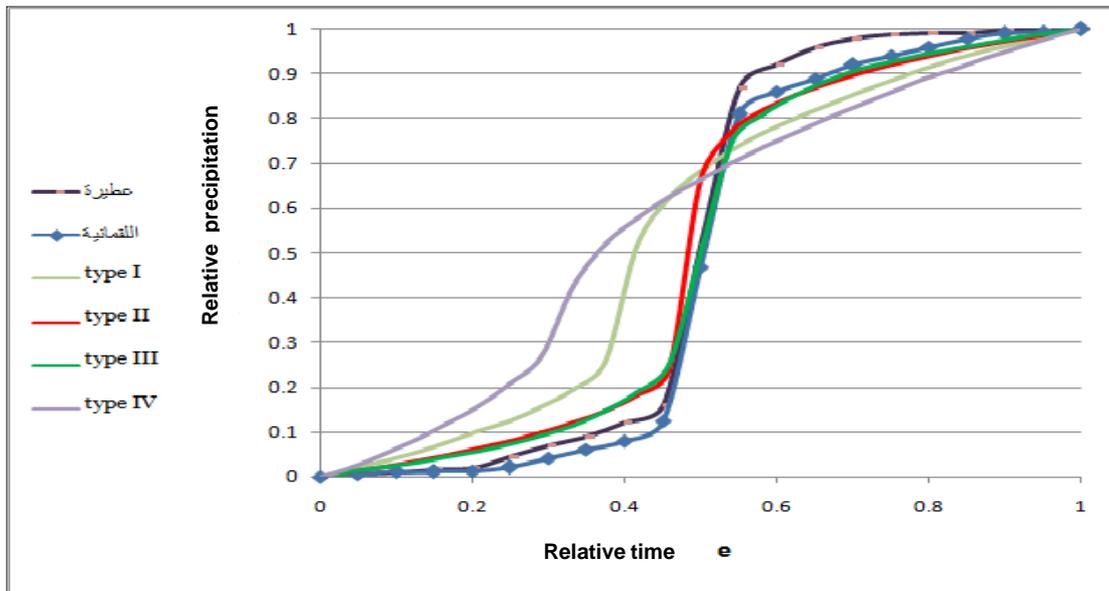
اسم المحطة	نسبة الهطل الحاصل خلال الفترة بين 45% و55% من زمن العاصفة إلى الهطل الكلي
عطيرة	0.71
عين التينة	0.73
16 تشرين	0.72
خربة سولاس	0.73
اللقمانية	0.69
كفر دلبة	0.68
البيضا	0.67
كنسبا	0.67

تتراوح النسبة الأعظمية للهطل بين 67% إلى 73% من الهطل الكلي، ولكن يجب عدم إغفال أن هذه الفروق بسيطة ضمن هذه المنطقة الجغرافية، وبالتالي يمكن أن نتوصل إلى نتيجة مفادها أن سلوك الهطل المطري ضمن منطقة الحوض هو متشابه إلى حد كبير [5]، فالكمية الأعظمية للهطل المطري تحدث في منتصف العاصفة تشكل نسبة كبيرة من الهطل، ويفسر ذلك بأن سلوك الهطل المطري لمنطقة الدراسة يتميز بشدته خلال فترة قصيرة من العاصفة، كما أن تفاوت هذه النسبة ليس كبيراً ويمكن أن نعم المنحني الأخطر لأية محطة على كامل الحوض، ويتضح ذلك من خلال مقارنة منحنيات الهطل مع المنحنيات القياسية المستخدمة في طرائق هيدرولوجية أخرى مثل طريقتي (TR-20 – TR-55) والمعتمدتين لدى SCS التي قسمت الولايات المتحدة الأمريكية إلى أربع مناطق من حيث سلوك الهطل وفق أربعة منحنيات معيارية [6,7]، سنجري مقارنة بينها وبين منحنيات منطقة الدراسة التي حصلنا عليها.

#### • مقارنة المنحنيات الناتجة عن الدراسة مع منحنيات SCS

اعتُمدت أربعة منحنيات (I, II, III, IV) لعواصف مطرية مدتها 24 ساعة من قبل SCS، انطلاقاً من قياسات استمرت لعدد كبير من السنوات وبفواصل زمنية قصيرة (8 دقائق)، وقد تم تقسيم الولايات المتحدة وفق هذه الأنواع الأربعة، فهل يمكن استخدام أحد هذه المنحنيات دون التحقق من صلاحيته في مناطق أخرى من العالم (كمنطقة الدراسة مثلاً)؟.

جرت في منطقة البحث دراسة لتنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي [8]، وقد استُخدم المنحني II من منحنيات SCS، ويُزر استخدامه بأنه مناسب لطبيعة المنطقة (هطول شديد ولفترات قصيرة)، سوف نتحقق من صلاحية هذا المنحني لهذه المنطقة وذلك انطلاقاً من دراستنا هذه. سنختار محطتي عطيرة واللعمانية للتحقق من هذا الأمر، وذلك بعد تحويل المنحنيات إلى منحنيات لا بعدية الشكل (15).



الشكل (15): مقارنة بين منحنيات هطل - زمن لمحطات منطقة الدراسة ومنحنيات SCS

نلاحظ من الشكل أن المنحني من النوع II والمنحني من النوع III هما الأقرب للمنحنيات التصميمية في منطقة الدراسة، علماً أن المنحنيات التصميمية المنجزة من خلال البحث تمثل حالة أخطر للهطول المطري خلال 10% من مدته.

من خلال ما عرض سابقاً نجد أن سلوك الهطل مع الزمن في جميع المحطات قد أظهر أن كمية الهطل الأعظمية (بالنسبة للهطل الكلي) في معظم الحوادث المطرية المدروسة تحدث في منتصف زمن العاصفة تقريباً، أي في الفترة بين (45%-55%) من زمن العاصفة الكلي. وتراوحت نسبة الهطل المطري الأعظمي إلى الهطل الكلي بين (67%-73%) خلال 10% من زمن الهطل الكلي، في جميع محطات الهطل التي تم اعتمادها، أي أن الفرق لم يتجاوز 6% بين مختلف المحطات مما يسمح بتعميم النتائج على كامل المنطقة المدروسة. وإجراء مقارنة بين المنحني التصميمي في منطقة الدراسة مع منحنيات SCS الأربعة، وجدنا أن المنحني II الذي يفترض أن حوالي 60% من الهطل الإجمالي يحدث خلال 10% من مدة الهطل الكلية (علماً أن المنحنيات الأربعة مصممة على أساس عواصف مطرية مدتها 24 ساعة، وبما أن معظم العواصف المطرية المدروسة في البحث هي أقل من 24 ساعة فإنه يمكننا تطبيق المنحني II بدرجة دقة جيدة.

### الاستنتاجات والتوصيات

1. في ظل قلة المعطيات المناخية المتوفرة خلال سنتين مراقبة طويلة فإنه من الضروري البحث عن طرائق تجعل الاستفادة من المعطيات المتوفرة أفضل ما يمكن، وهذا ما حاول البحث الوصول إليه من خلال الاستفادة من معطيات هطل ساعية لست سنوات فقط، مما يتطلب المتابعة في قياس الهطل الساعي للحصول على نتائج أكثر دقة مستقبلاً.
2. لقد وُجِدَت فروق بسيطة في شكل المنحني التصميمي بين مختلف المحطات المناخية في منطقة الدراسة، مما يقود لمتابعة البحث في باقي مناطق الساحل السوري، ولاحقاً، سورية كلها لإمكانية تقسيمها إلى مناطق حسب سلوك الهطل فيها، مما يخدم إجراء الأبحاث الهيدرولوجية والمناخية، كما يُمكن من الاستفادة من بعض المحطات التي تقيس الهطولات منذ فترة زمنية طويلة بما يخدم توسيع قاعدة البيانات.
3. إن المنحني التصميمي الذي أنشئ من خلال البحث هو منحني لا بعدي. فلو استبدلنا إحدائيات محور الزمن بأي مدة زمنية (24 ساعة مثلاً) لحصلنا على سلوك الهطل المطري اليومي، وهذا يُمكن أيضاً من توسيع قاعدة البيانات للدراسات الهيدرولوجية.
4. للحصول على منحنيات أكثر دقة لا بد من الحصول على معطيات هطل مطري بمدد تقل عن ساعة، وهذا يدفع لاقتراح إنشاء محطات آلية تقيس الهطل خلال بضع دقائق، خاصة أن أهم ما يميز الهطل في منطقة الدراسة هو شدته، وقصر مدته.

## المراجع

1. HUFF, F. A, Time Distributions of Heavy Rain storms in Illinois. Illinois State Water Survey, Champaign, Circular 173, 1990, 18.
2. HUFF, F. A, 100-Year Rainstorms in the Midwest: Design Characteristics. Illinois State Water Survey, Champaign, Circular 176, 1993, 20.
3. USIYAMA,M;TODA,K;NAKACAWA,H,Characteristics of the Heavy Rainfall Disaster in Central Taiwan. Journal of Natural Disaster Science, Volume 25, Number 1, 2003, 1-6.
4. GUO, J.C.Y. and HARGADIN, K, Conservative Design Rainfall Distribution. submitted to J. of Hydrologic Engineering, 2008, 1-3.
5. SETHER, T. W; ASQUITH, W. H; THOMPSON, D. B; CLEVELAND, G; and Xing Fang. Empirical, Dimensionless, Cumulative-Rainfall Hyetographs developed from 1959–86 storm data for selected small watersheds in TEXAS. U.S. Geological Survey, 2004, 125.
6. CRONSHEY, R; MCCUEN, R. H ; MILLER, N; RAWLS,W; ROBBINS,S ; WOODWARD, D, Urban Hydrology for Small Watersheds. United States Department of Agriculture, Technical Release 55, Appendix B, June, 1986,42.
7. JAMES, N. M; RAY C RILEY, P. E, Comparison of Temporal Rainfall Distributions for Near Probable Maximum Precipitation Storm Events for Dam Design. NRCS Little Rock, Arkansas,2003,1-15.
8. شركة يكم الهندسية الاستشارية، دراسة المرحلة الأولى لتنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي من موقع سد 16 تشرين وحتى المصب. مديرية الري العامة لحوض الساحل، مجلد2، الفصل الثاني ، سورية، تموز 2005،10.