مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

استنتاج خطوط تساوي الهطل الأعظمي بأزمنة مختلفة في حوض نهر الكبير الشمالي

الدكتور غطفان عمار*
الدكتو عباس عبد الرحمن**
مجد هيفا***

(تاريخ الإيداع 9 / 10 / 2012. قُبِل للنشر في 29/ 11 / 2012)

□ ملخّص □

يقع حوض نهر الكبير الشمالي شمال الساحل السوري بين خطي طول ً40 َ45 °35، و ً05 َ15 °36 شرق خط غرينتش، وخطي عرض ً30 َ28 °35 ، و ً00 َ59 °35 شمال خط الاستواء، تبلغ مساحته حوالي 1100 كم²، وتتراوح الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من 0 إلى 1700، تهدف الدراسة إلى إيجاد خطوط تساوي الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة، واستنتاج كمية الهطل من أجل أية مدة زمنية لاستخدامها في الحسابات الهيدرولوجية، من أجل ذلك اعتمدنا على معطيات الهطل المطري اليومي في 10 محطات موزعة بشكل جيد على مساحة الحوض، ورُسمت خطوط تساوي الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة باستخدام طريقة **spline**، وتوصلت الدراسة إلى أن قيمة الهطل اليومي الأعظمي قد تراوحت بين 105 و170 مم لزمن عودة مقداره 100 سنة، بينما تراوحت تلك القيم بين 60 و111 مم لزمن عودة مقداره 2 سنة، وتوصلت أيضاً إلى وضع علاقة بين الهطل اليومي الأعظمي والهطل ذي المدة D.

الكلمات المفتاحية: الهطل اليومي الأعظمي،خطوط تساوي الهطل، spline ، الحوض الساكب.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
** مدرس – قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
*** طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

Estimating different duration maximum rainfall contours in AL-KABEER AL-SHAMALI Basin

Dr. Ghatfan AMMAR*
Dr. AbbasABDELRAHMAN**
MAJED HAIFA***

(Received 9 / 10 / 2012. Accepted 29 / 11 / 2012)

□ ABSTRACT □

The research area presents the natural bounders of the Al-Kabeer Al-Shamali watershed. 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 Greenwich. The area of the studying basin is about 1100 km² and the topographic elevations is between 0 to1700 m. The study aim is to estimate a maximum daily rainfall contours with different probabilities, and estimating rainfall depth for any duration that can be used in hydrologic studies, for that we depended on daily rainfall data recorded in 10 rain gages, these rain gages have good distribution on basin area, and maximum daily rainfall contours with different probabilities are estimated by Spline method. This study comes up with up the fact that the maximum daily rainfall depth was between (105-165)mm for 100 year return period and between (60-95)mm for 2 year return period, and relationship between daily rainfall and D duration rainfall was found.

Keywords : Maximum daily rainfall, Rainfall contour ,Spline, watershed.

*Professor, At department of Irrigation and Water engineering faculty of civil engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Assistant Professor, At department of Irrigation and Water engineering faculty of civil engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria
***Postgraduate Student, Water engineering faculty of civil engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة :

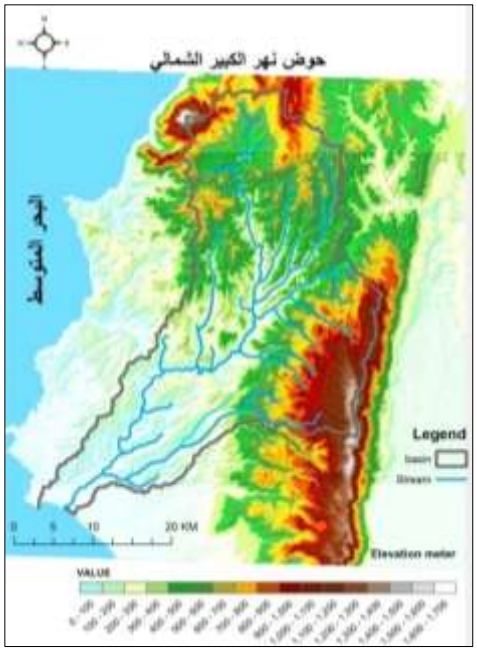
إن الهطل المطري هو المصدر الأساسي للجريان السطحي، حيث إن كمية الهطل، ومدته، وتوزعه تؤثر بشكل مباشر في الغزارة السطحية للمجاري المائية، وتتضمن منطقة الدراسة الحوض الساكب لنهر الكبير الشمالي الواقع شمال الساحل السوري بين خطي طول ً40 َ45 °35، و ً05 َ15 °36 شرق خط غرينتش، وخطي عرض ً30 َ28 ° 35، و ً00 َ59 °35 شمال خط الاستواء، تبلغ مساحته حوالي 1100 كم²، وطول المجرى الرئيسي حوالي 85 كم، وتتراوح الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من 0 إلى 1700 م، ويمكن تقسيم المنطقة حسب التضاريس إلى:

- منطقة سهلية تتراوح ارتفاعاتها بين 0 و100 م.
- منطقة تلالية تتراوح ارتفاعاتها بين 100 و600 م.
- منطقة جبلية تتراوح ارتفاعاتها بين 600 و1700 م.

إن تحديد الهطل المطري الأعظمي يساعد على تحديد الغزارات التي نصمم عليها منشآتنا المائية، ودرء أخطار الفيضانات التي تنجم عن العواصف المطرية التي تؤدي إلى خسائر مادية وبشرية.

أهمية البحث وأهدافه :

يعد الحوض الساكب المغذي للنهر من الأحواض المتوسطة [1]، ويظهر الشكل(1) حدود هذا الحوض، ويعتمد النهر في تغذيته بشكل أساسي على الهطول المطري.



الشكل(1): حدود الحوض والارتفاعات الطبوغرافية

وبذلك تظهر أهمية دراسة كمية هذه الهطولات وتوزعها ضمن الحوض للاستفادة منها في الدراسات الهيدرولوجية التي تقام في تلك المنطقة، والتي تعتمد الطرائق الهيدرولوجية المختلفة كطريقة **SCS** الأمريكية (**S**oil **C**onservation **S**ervice) التي تعتمد في حساب حجم الجريان على كمية الهطل اليومي[2]، والطريقة

المنطقية (Rational method) التي تعتمد على تحديد الشدة المطرية الموافقة لزمن تركيز الحوض الساكب باحتمالات مختلفة في حساب الغزارة التصميمية للمنشآت المائية (عبارات، جسور، سدود....)[1]. إن معرفة ذلك يحتاج إلى دراسة كمية الهطل المطري، وتوزعه من خلال المحطات المناخية المنتشرة في منطقة الدراسة، حيث تقيس معظم تلك المحطات الهطل اليومي، وهذا ما يدفع باتجاه تحديد توزع الهطل اليومي الأعظمي على كامل منطقة الدراسة، واستنتاج العلاقة بين الهطل اليومي الأعظمي والهطل المطري بأزمنة مختلفة تساوي زمن التركيز لأي حوض ساكب جزئي.

وانطلاقاً مما سبق كان لابد من دراسة الهطل المطري في منطقة الحوض للمساهمة في تحديد البارامترات اللازمة للحسابات الهيدرولوجية؛ ومنه فإن هدف البحث يتلخص في إيجاد خطوط تساوي الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة، واستنتاج كمية الهطل من أجل أية مدة زمنية لاستخدامها في الحسابات الهيدرولوجية المختلفة.

طرائق البحث ومواده :

اعتمدنا في هذا البحث على معطيات الهطل المطري اليومي في محطات (الأزهري، وعين عيدو، وكسب، وعين التينة، والحفة، و16 تشرين، وخربة سولاس، وعطيرة، وكفردلبة، واللقمانية)، وهي محطات موزعة بشكل جيد على مساحة الحوض الشكل(2).

الشكل(2): محطات الرصد ضمن الحوض الساكب

يوضح الجدول(1) محتويات كل محطة وارتفاعها عن سطح البحر، ويظهر من خلاله أن بعض هذه المحطات حديثة تقيس الهطل منذ 8 سنوات فقط.

الجدول (1): بيانات محطات الهطل المطري

اسم المحطة	الارتفاع عن سطح البحر m	فترة الرصد	عدد البيانات n
الأزهري	6	2006-1986	20
عين عيدو	200	2011-1991	20
كسب	500	2011-1991	20
عين التينة	750	2011-1991	20
الحفة	395	2011-1991	20
16 تشرين	70	2011-2004	7
كفردلبة	975	2011-2004	7
عطيرة	670	2011-2004	7
اللقمانية	922	2011-2004	6
خربة سولاس	400	2011-2004	7

يعطى الهطول اليومي الأعظمي للاحتمال p بالعلاقة[3]:

$$H_p = \bar{H}\left(1 + K_p C_v\right) \qquad (1)$$

حيث:

$\bar{H}$: الهطل اليومي الأعظمي الوسطي.

K_p: ثابت يتعلق بأمثال الانعراج، وبزمن التردد، وبالتوزيع الإحصائي المستخدم.

C_v : أمثال التغير.

ومن أجل معرفة التوزيع الإحصائي الأنسب للهطول اليومي الأعظمي درست ثلاثة توابع توزيع إحصائي (بيرسون III، لوغاريتم بيرسون، غامبل)، وقد اعتُمد معيار nw^2 لاختيار التوزيع الأنسب [4] في محطات (الأزهري، وعين عيدو، وكسب، وعين التينة، والحفة) بينما اعتُمد توزيع ستيودينت (t-student) إلى باقي المحطات؛ لأنه التوزيع الأنسب من أجل سلسلة البيانات الصغيرة n=7 [5] .

ويتم حساب قيمة الاختبار (nw^2) من العلاقة:

$$n\ w^2 = \frac{1}{12n} + \sum_{i=1}^{n} \left(\varnothing_{u(x_i)} - \frac{2m_{(xi)}-1}{2n}\right)^2 \qquad (2)$$

حيث :

m : ترتيب المتغير (1...n)

$\varnothing_{u(x_i)}$: قيمة الاحتمالات النظرية استنادا إلى تابع التوزيع المختار

p_u: احتمال عدم التجاوز يحسب من العلاقة :

$$p_u = [mi/(n+1)] \qquad (3)$$

يتم تنفيذ الاختبار على الشكل الآتي:

إذا كان $\varnothing_{u(xi)} = p_{u(xi)}$ هذا يعني أن التمثيل جيد.

إذا كان $p_{u(xi)} \neq \varnothing_{u(xi)}$ عندها نقارن القيمة المحسوبة(nw^2) مع القيمة الحرجة($w^2_{(x)}$) التي تؤخذ من الجدول (2):

الجدول (2): القيم الحرجة لاختبار nw^2

a	0.1	0.05	0.01
nw^2	0.3473	0.4614	0.744

وتؤخذ من أجل الدراسات الهيدرولوجية قيمة العامل a =0.05 [4]، ويتم اختيار تابع التوزيع الأنسب الذي يعطي القيمة الأصغر للاختبار nw^2 . أما بالنسبة إلى تابع توزيع ستيودينت، فإنه يعتمد في حساب الهطل باحتمال P على درجات الحرية η=n−1، والمتوسط الحسابي، والانحراف المعياري بشكل يشبه إلى حد كبير تابع التوزيع الطبيعي [5] .

ولاستنتاج خطوط تساوي الهطل الأعظمي اخترنا طريقة spline لإيجاد هذه الخطوط؛ إذ إنها من الطرائق المستخدمة عالمياً بشكل واسع ، وهي مستخدمة أيضاً لإيجاد خطوط تساوي الهطل [6]؛ وذلك يعود لأنها تمتلك خاصية تمكنها من استنتاج قيم الهطل ضمن الحوض المدروس مهما كان عدد المحطات وتوزعها في ذلك الحوض، وتزداد دقة هذه الطريقة بازدياد عدد تلك المحطات .

ولاستنتاج قيم الهطل من أجل أية مدة D اعتمدنا على سجلات الهطل الآلية لمحطة الأزهري من خلال دراسة عواصف مطرية في مدد زمنية تراوحت بين (15 دقيقة حتى 24 ساعة) .

النتائج والمناقشة :

لاختيار تابع التوزيع الاحتمالي الأنسب لحساب الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة، أجري اختبار nw^2 على بيانات الهطل المطري اليومي الأعظمي في محطات (الأزهري، وعين عيدو، وكسب، وعين التينة، والحفة) ويبين الجدول(3)، نتائج الاختبار.

الجدول (3): نتائج تحليل البيانات واختبار nw^2

المحطة	N	المتوسط الحسابي(mm)	الانحراف المعياري	تابع التوزيع	اختبار nw^2
الأزهري	20	60	80	بيرسون III	0.43
				لوغاريتم بيرسون	0.48
				غامبل	0.5
عين عيدو	20	66	14	بيرسون III	0.048
				لوغاريتم بيرسون	0.05
				غامبل	0.05
كسب	20	77	22	بيرسون III	0.185
				لوغاريتم بيرسون	0.21
				غامبل	0.191
الحفة	20	80	19	بيرسون III	0.122
				لوغاريتم بيرسون	0.04

				غامبل	0.1
عين التينة	20	93	34	بيرسون III	0.047
				لوغاريتم بيرسون	0.027
				غامبل	0.168
16 تشرين	7	85	22	ستيودينت	-
اللقمانية	6	89	29	ستيودينت	-
كفردلبة	7	95	39	ستيودينت	-
خربة سولاس	7	73	26	ستيودينت	-
عطيرة	7	111	39	ستيودينت	-

يظهر لدينا من الجدول(3) أن تابع توزيع بيرسون III هو الأفضل لمحطات الأزهري، وعين عيدو، وكسب، ولوغاريتم بيرسون الأفضل لمحطتي الحفة، وعين التينة.

وبعد اختيار التوابع الأنسب للمحطات المناخية في الحوض المدروس، حُسبت قيم الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة حسب العلاقة(1) كما يبين الجدول(4).

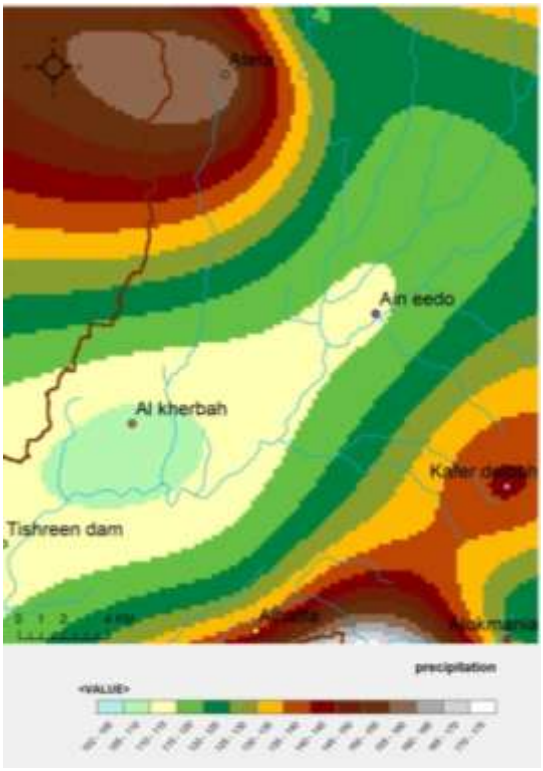
الجدول (4): قيم الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة

اسم المحطة	تابع التوزيع المستخدم	الهطل اليومي الأعظمي							
		p%	1	2	4	5	10	20	50
		التردد سنة	100	50	25	20	10	5	2
الأزهري	بيرسون III		105	100	94	91	84	75	60
عين عيدو	بيرسون III		114	98	96	94	86	76	63
كسب	بيرسون III		134	128	116	115	106	95	76
الحفة	لوغاريتم بيرسون		139	130	118	115	105	94	80
عين التينة	لوغاريتم بيرسون		236	205	172	162	140	114	88
16 تشرين	student		111	107	103	101	97	93	85
خربة سولاس	Student		109	99	95	93	86	82	73
اللقمانية	Student		126	114	110	106	100	95	87
كفر دلبة	Student		140	133	127	127	116	108	95
عطيرة	Student		158	149	142	139	140	133	111

سيتم الاستفادة من هذه النتائج لرسم خطوط تساوي طبقة الهطل من خلال طبقة نقطية تمثل محطات الهطل المطري بما تحويه من بيانات هطل يومي أعظمي باحتمالات مختلفة.

إيجاد خطوط تساوي الهطل اليومي الأعظمي باحتمالات مختلفة :

بعد إيجاد الهطل اليومي الأعظمي في المحطات المدروسة في منطقة البحث أصبح بإمكاننا إيجاد خطوط تساوي الهطل اليومي الأعظمي في منطقة حوض نهر الكبير الشمالي باحتمالات مختلفة؛ وقد اخترنا طريقة **spline** لإيجاد هذه الخطوط، وبتطبيق هذه الطريقة على حوض نهر الكبير الشمالي تنتج لدينا طبقة الهطل اليومي الأعظمي وفق الاحتمال الذي نريده كما يبين الشكل (3)، بعد ذلك يمكننا استنتاج خطوط تساوي الهطل وفق الاحتمالات المختلفة الأشكال من (4) إلى (7)، حيث اخترنا التباعد بين خطوط الهطل بمقدار 5 مم .



الشكل(3): آلية عمل طريقة spline

الشكل(4): خطوط تساوي الهطل لزمن عودة 2 year

الشكل(5): خطوط تساوي الهطل لزمن عودة 25 year

الشكل(6): خطوط تساوي الهطل لزمن عودة 50 year

الشكل(7): خطوط تساوي الهطل لزمن عودة 100 year

استنتاج الهطل من أجل أية مدة زمنية D :

ذكرنا سابقاً أن حساب الغزارة التصميمية الناتجة من أية عاصفة مطرية يحتاج إلى معرفة كمية الهطل المطري الناجم عن العاصفة المطرية التصميمية (حسب درجة أهمية المنشأة) التي مدتها تساوي زمن تركيز الحوض (أو أكبر)، وبما أنه لا تتوافر دوماً تسجيلات آلية للأمطار فإنه من الضروري إيجاد علاقات تعتمد على كمية الهطل المطري اليومي لحساب كمية الهطل المطري خلال فترات أقصر .

وتوجد العديد من العلاقات من أجل حساب الهطل خلال فترة (D) بمعرفة الهطل خلال (24) ساعة كما في العلاقة الآتية [8-7] :

$$h_d = h_{24}\left(\frac{D}{1440}\right)^a \qquad (4)$$

حيث :

h_d : الهطل خلال فترة (D).

h_{24} : الهطل اليومي.

a = 0.25 [7]

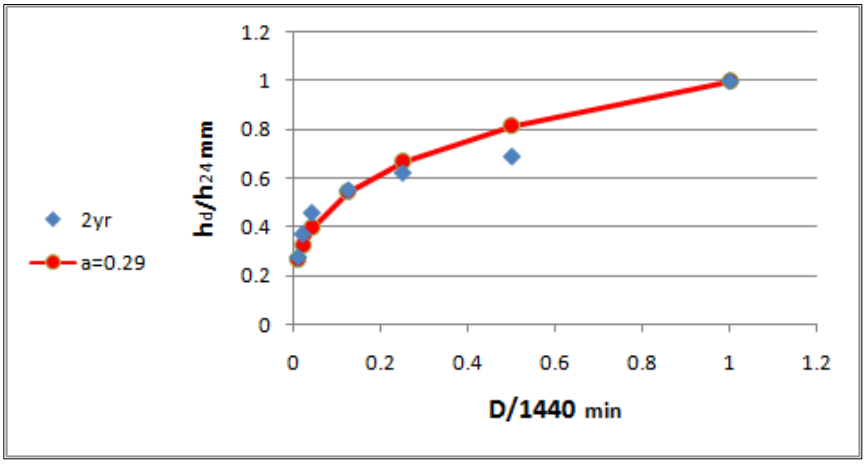
وقد وجد في علاقة أخرى a =1/3 [8] .

من أجل تحديد علاقة تلائم المنطقة المدروسة تعاملنا مع سجلات الهطل الآلية لمحطة الأزهري التي دُرس فيها هطل مطري أعظمي بمدد(15min، [1،30min]،3،6،12،[24 hour])؛ وذلك منذ عام 1975حتى العام 2000باستخدام تابع توزيع بيرسونIII المناسب للبيانات وفق الجدول الآتي :

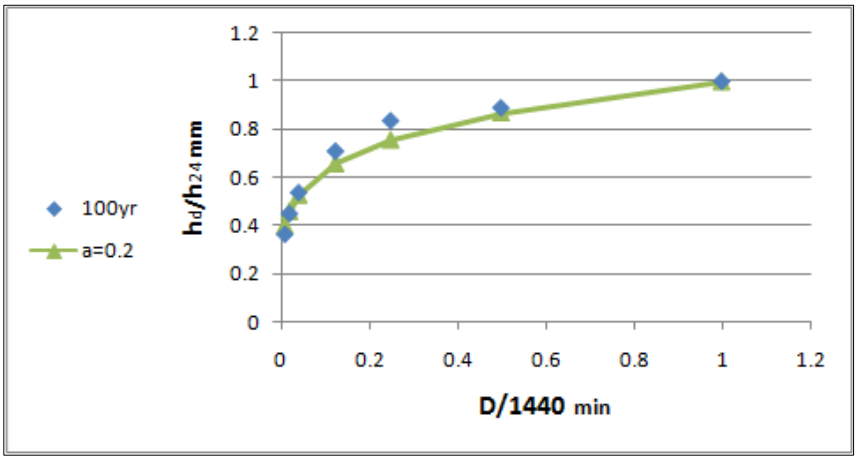
الجدول (5): قيم الهطل المطري الأعظمي لمدد مختلفة باحتمالات مختلفة

مدة الهطل الأعظمي min	متوسط الهطل mm	الانحراف المعياري	زمن العودة p_{year}			
			$p_{100\ \text{year}}$	$p_{50\ year}$	$p_{25\ year}$	$p_{2\ year}$
15	17.5	6.88	38	35.5	31.5	16.4
30	23.2	8.88	47.1	44.3	40	22.12
60	28.1	10.76	56.3	53.2	48.3	27.4
180	34.5	14.56	74.4	69.6	62.8	33
360	39.9	16.1	87.78	81.4	72.77	37.3
720	44.22	15.87	93.44	86.7	77.3	41.36
1440	60.1	18	105	100	94	60

بتطبيق نظرية التربيعات الصغرى لإيجاد علاقة بينh_d و h_{24} توصلنا إلى أن المعادلة (4) هي المعادلة الأنسب في منطقة البحث كما في الأشكال(8) و(9) مع اختلاف قيمة a حيث تعطى قيم a وفق الجدول(6) حسب زمن العودة.



الشكل(8): مقارنة المنحني النظري مع قيم الهطل لزمن عودة 2 year



الشكل(9): مقارنة المنحني النظري مع قيم الهطل لزمن عودة 100 year

الجدول (6): قيم a وفق زمن عودة العاصفة

زمن العودة year	100	50	25	10	5	2
a	0.2	0.21	0.22	0.24	0.25	0.29

مما سبق أصبح نستنتج أن الهطل المطري الأعظمي خلال مدة تتراوح بين 15 دقيقة و 24 ساعة بمعرفة الهطل اليومي الأعظمي وزمن العودة لتلك العاصفة ، وتظهر الأشكال(10) و(11) خطوط تساوي الهطل لعاصفتين مطريتين مدتهما ساعة واحدة، وزمن عودتهما $p_{2\,year}$ و $p_{100\,year}$.

الشكل(10):هطل مطري أعظمي مدته ساعة و $p_{2\ year}$

الشكل (11):هطل مطري أعظمي مدته ساعة و $p_{100\ year}$

من خلال النتائج الموجودة في الجدول (4)، والشكلين(4) و(7)، نلاحظ أن قيمة الهطل الأعظمي لزمن عودة $p_{100\ year}$ قد تراوحت بين 105 و165 مم، بينما تراوحت تلك القيم من أجل زمن عودة $p_{2\ year}$ بين 60 و95 مم؛ كذلك نلاحظ أن خطوط تساوي الهطل تتقارب بشكل كبير في المناطق المرتفعة من الحوض، وهذا يدل على ازدياد قيمة الهطل اليومي الأعظمي كلما ارتفعنا عن سطح البحر، وتقاربت أيضاً بشكل كبير جنوب الحوض، وهذا يدل على ازدياد كمية الهطل اليومي كلما اتجهنا نحو الجنوب.

ولدى دراسة الهطل المطري الذي مدته D في محطة الأزهري لاحظنا أن العلاقة بين الهطل D والهطل اليومي الأعظمي تعطى وفق العلاقة :

$$\boldsymbol{h_d = h_{24}\left(\frac{D}{1440}\right)^a}$$

حيث إن قيمة $\boldsymbol{a}$ التي تراوحت بين (0.2) و (0.29) تقل كلما قل احتمال حدوث العاصفة المطرية (كلما زاد زمن العودة)، وهذا يعني أن الهطل المطري ذا المدة D تزداد قيمته بالنسبة إلى الهطل اليومي الأعظمي كلما زادت قيمة الهطل اليومي الأعظمي؛ لأن $\left(\frac{D}{1440}\right)^a$ تزداد كلما قلت قيمة $(\boldsymbol{a})$؛ لأن $\frac{D}{1440}$<1.

الاستنتاجات والتوصيات :

1- إن القيم العظمى للهطل المطري تركزت في المناطق المرتفعة من منطقة الحوض، وتراجعت كلما اتجهنا نحو المناطق السهلية، علما أن كثافة خطوط الهطل ازدادت في المناطق المرتفعة الجنوبية من حوض النهر المدروس.

2- إن الطريقة المتبعة في تحديد خطوط تساوي الهطل (طريقة spline)، مكنتنا من استنتاج خطوط تساوي الهطل في ظل قلة عدد المحطات المطرية بالنسبة إلى مساحة الحوض.

3- إن نسبة الهطل المطري الأعظمي الذي مدته D إلى الهطل اليومي تزداد بازدياد قيمة الهطل المطري اليومي حسب زمن العودة p_{year} .

4- بما أن دقة خطوط تساوي الهطل تتعلق بعدد المحطات المناخية فلابد من زيادة عدد المحطات المناخية بما يتناسب مع مساحة الحوض خاصة شمال شرق الحوض .

5- يجب التركيز على المحطات التي تقيس الشدة المطرية؛ للتمكن من إيجاد أكثر من علاقة بين الهطل اليومي والهطل الذي مدته D على كامل مساحة الحوض .

6- متابعة مراقبة الهطل المطري في المحطات الموجودة ضمن الحوض للحصول على سلسلة بيانات أكبر تساعد على تدقيق بارامترات الهطل المطري بما يخدم الدراسات الهيدرولوجية في منطقة البحث .

المراجع :

1- SUBRAMANYA، K، *ENGINEERING HYDROLOGY*، SECOND EDITION. New Delhi، 1994، 392.

2- FERGUSON، K. B، *INTRODUCTION TO STORMWATER*. USA، 1998، 255.

3- الأسعد، علي محمد؛ عمار، غطفان عبد الكريم: *الهيدرولوجيا*. جامعة تشرين، سورية، 2006، 405.

4- الشبلاق، محمد؛ التجار، محمد هشام: *الهيدرولوجيا*. جامعة دمشق ، سورية، 1995، 464.

5- LEHMANN، E.L، *`Student' and Small-Sample Theory*. University of California،1999، 30.

6- HUTCHINSON، F. MICHEL، *Interpolation of Rainfall Data with Thin Plate Smoothing Splines - Part I: Two Dimensional Smoothing of Data with Short Range Correlation*. Journal of Geographic Information and Decision Analysis، vol. 2، no. 2، 1998، 139-151.

7- عمار، غطفان عبد الكريم ؛ حايك، شريف: الهيدرولوجيا-1-. جامعة تشرين، سورية، 2005، 391.

8- RASHID، M. M; FARUQUE، S. B; ALAM، J.B، *Modeling of Short Duration Rainfall Intensity Duration Frequency (SDRIDF) Equation for Sylhet City in Bangladesh*. ARPN Journal of Science and Technology، VOL. 2، NO. 2، March 2012، 92-95.