إستخدام التقنيات الأحصائية للتنبؤ بتكرارأقصى ساقط مطري يومي عند محطة بيجي المناخية / شمال العراق

عمر صباح إبراهيم التميمي

قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

تقع محطة بيجي المناخية في شمال العراق ضمن قضاء بيجي التابع لمحافظة صلاح الدين عند تقاطع خط الطول ودائرة عرض (٣٢ ْ ٤٣ و ٥٤َ ْ ٣٤) على التوالي وعلى إرتفاع (١١٥) م عن مستوى سطح البحر . بعد إجراء التحليل الأحصائي لسجل بيانات الساقط المطري اليومي الأقصى للمحطة المذكورة للمدة (١٩٨١– ٢٠٠٨) تبين ان القيم تتراوح بين (١٠,٧–١١٢,١) ملم وبمعدل (٣٤,٢٧) ملم وإن احتمالية تكرار أقصى ساقط مطري يومي (١١٢،١) ملم هي كل ٢٧ سنة فيما يكون إحتمال تكرار أقل القيم كل سنة وأن معامل الأرتباط بين قيم أقصى ساقط مطري يومي ومدة عودته عالية وتبلغ (٠,٩٥٤) . وإن مناخ المنطقة الممثل بتسجيلات المحطة هو ضمن دورة جافة ومتأثر بالتغيرات المناخية الأقليمية.

المقدمة :

تعتبر الدراسات الخاصة بتحليلات السلاسل الزمنية الممثلة للأحداث الهيدرولوجية من أهم ما تهتم به علوم الهيدرولوجيا التطبيقية نظراً لدخولها وبشكل مباشرفي القرارات و التصاميم الهندسية الخاصة بكافة المشاريع الهيدروليكية ،حيث يكون الهدف منها هو إستخراج العلاقة بين مقدارالحادثة الهيدرولوجية وإحتمالية تجاوزها وإن مثل هذه التحليلات الأحتمالية (Probability Analysis) يمكن عملها اما بالطرائق التجريبية او النظريات التحليلية . إلا أن إستخدام الطرائق التجريبية (الموديلات) تكون صعبة التنفيذ من جهة ومكلفة جداً من جهةٍ أخرى فضلاًعن عدم دقة نتائجها لصعوبة تمثيل كل المتغيرات المحيطة بحدوث عاصفة مطرية وهو مايبرر لجوء الباحثين الى إعتماد التقنيات الأحصائية في تحليل سلاسل البيانات الهيدرولوجية . إن تراكم كميات البيانات الهيدرولوجية زاد بشكل كبير من ملائمة التطبيقات الأحصائية ومن ثم التعامل مع نضريات الاحتمال سيما وإن الظواهر الهيدرولوجية عالية الشذوذ لذلك فهي إستنتاجية من الجانب البحثي بالتالي يجب أن تخضع للتفسيرات والتحليلات الاحتمالية . إن واحدة من اهم المشاكل في البحوث الهيدرولوجية تلك التي تتعامل مع التسجيلات المناخية (أحداث هيدرولوجية سابقة) ومعاملتها بلغة الأحتمالية المستقبلية للتكرار او العودة (recurrence) للحدث الهيدرولوجي (Hydrological Event) وقد تفاقمت هذه المشكلة في الدراسات الخاصة بتخمين الفيضانات ،الجفاف ،ملئ الخزانات ونوعيات المياه ...الخ . وعرفت الطريقة المستخدمة في معالجة مثل تلك المشاكل بتحليل التردد او التكرار (Frequency Analysis) .

هدف الدراسة :

تهدف الدراسة الى تحليل السلسلة الزمنية للعواصف المطرية اليومية القصوى عند محطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١– ٢٠٠٨) من خلال حساب مدة عودة أقصى قيم الساقط المطري اليومي لمدة الراقبة ، إستنباط العلاقة بين مقدار الحادثة الهيدرولوجية وإحتمالية تجاوزها ثم تفسير سلوك سلسلة بيانات الاحتمالية مع مدة عودتها .

الدراسات السابقة :

لم تحضى سجلات الساقط المطري لمحطة بيجي المناخية بدراسة سابقة تتناول جانب التحليل الأحصائي لبياناتها . إلا أن هناك دراسات إعتمدت المنهج الأحصائي في التعامل مع بيانات الساقط المطري . من هذه الدراسات والتي تقترب من منهجية البحث الحالي هي :

(السوداني ، ٢٠٠٣) : الذي إستخدم مفهوم العودة الزمنية للساقط المطري لغرض التعرف على واقع تغذية المكامن المائية في حوض ديبكة وفرصة إعادة تغذيتها كما قامت

(Al-Ejarish,2008) بدراسة أنوائية إستخدمت فيها مفاهيم وتطبيقات العودة الزمنية للساقط المطري والتكرارعن طريق بناء موديلات إحصائية لمحطات مناخية مختارة في العراق.

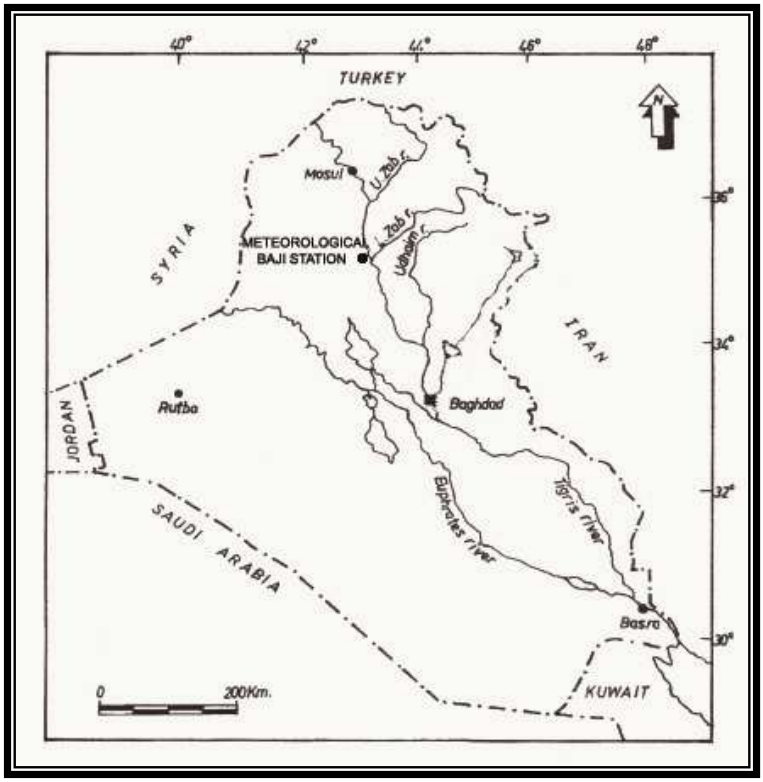
إسلوب إنجاز الدراسة :

تقع محطة بيجي المناخية في الجزء الشمالي من العراق ضمن قضاء بيجي التابع لمحافظة صلاح الدين عند تقاطع خط الطول ودائرة عرض (٣٢ ْ ٤٣ و ٥٤َ ْ ٣٤) على التوالي ، الشكل (١) وعلى إرتفاع (١١٥) م عن مستوى سطح البحر . تضم مجموعة أجهزة يتم بواسطتها قياس عناصر المناخ الرئيسة (درجة الحرارة ، سرعة الرياح ، التبخر من حوض صنف – أ– الأرضي ،السطوع الشمسي ،الرطوبة النسبية وعمق الساقط المطري) فضلاً عن شدة وديمومة السقطة المطرية [٢] وقد تم الحصول على بيانات الساقط المطري اليومي القصوى لتسجيلات محطة بيجي المناخية من (الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية) ولكامل مدة التسجيل لمحطة بيجي المناخية (١٩٨١ـ ٢٠٠٨) حيث أن زيادة المدة الزمنية تزيد من دقة النتائج المحتملة كونها تقترب من او تتجاوز حصول دورة مناخية واحدة على الاقل أي ضمان مرور المنطقة بغالبية الحوادث الهيدرولوجية السابقة لها . ومنها تبين ان مدة التسجيل المستحصلة هي ٢٨ سنة ولكنها تفتقد لتسجيلات عامي(١٩٨٨ و ١٨٨٩) [٢] ولا يمكننا إستكمال بياناتها وفق الطرائق المعروفة في ذلك لعدم توافر بيانات الساقط المطري اليومي للمحطات القريبة من محطة بيجي المناخية للمدة ذاتها [٤] لذلك اصبح عدد البيانات (٢٦) قيمة بعد إستثناء العامين المذكورين . وهذا ضمن الحدود المقبولة لأنجازمثل هكذا نوع من الدراسات [٥] . وقد أستخدمت البرامجيات الآتية في التعامل مع البيانات لانجاز الدراسة :

١– (ECXEL , 2003) : ضُمِن المعادلات الرياضية .

٢- (GRAPHER , V.4) : إستخدم في رسم العلاقات البيانية كونه يتمتع بميزات أوسع من برنامج الأكسل في إظهار العلاقات الرياضية بين المتغيرات .

٣- برنامج (SSP,2005) : إستخدم في إستحصال المتغيرات الأحصائية و إيجاد قيم الأحتمالية بطريقة التوزيع ذي الحدين (Binomial)



الشكل (١) خارطة العراق مبيناً عليها موقع محطة بيجي المناخية

المناقشة :

إن إحتمال حصول حادثة مطرية (حادثة هيدرولوجية عشوائية الحدوث) مقدارها يساوي او يتجاوز قيمة معينة (X) يرمز لها بالرمز (P) ويرمز لمدة التكرار (recurrence interval) والتي تسمى ايضاً بمدة العودة (return period) بالرمز (T)[٣] . وكذلك يقصد بالعودة الزمنية للأمطار (Rainfall return period) بأنها عدد مرات تكرار الحدث المطري خلال مدة معينة من الزمن أي دراسة مستوى معين من الامطارويبان عدد المرات التي يتكرر فيها حدوثه مع الزمن [٩] . إن إحدى التقنيات المستخدمة في المعالجة هي أن ترتب السلسلة السنوية لأقصى القيم بصيغة تنازلية ، حيث يكون عدد التسجيلات (n) والمرتبة Rank (m) حيث تعطى (m=1) لأكبر القيم نزولاً الى آخر تسجيل (m=n) ، عندها تكون الاحتمالية P للحادثة التي تساوي او تزيد عن القيمة (X) معبراً عنها بـ (Weibull Formula , 1939) وكما يأتي : [٤]

$$P = m / (n+1) \quad \text{..... (a)}$$

ولمدة العودة **(b)** $T = (1/P)$.....

ومن الجدير بالذكر هنا أن هنالك مجموعة صيغ رياضية يمكن من خلالها التوصل الى مقدار الأحتمالية ومدة تكرارها إلا ان الصيغتين (a) و (b) المذكورتين أعلاه هما الاكثر شيوعاً في تعيين المواقع Plotting (Position) [٣] وتسمى الصيغة (a) بـ [Gumball s method, (Weibull,1939)] عن [10] وذلك لأعتمادها وتطويرها من قبل العالم (Gumbel) وهذا ما ذكره أيضاً [11] و [٤] . وبعد حساب قيم (P) و (T) لكل الحوادث ضمن السلسلة الزمنية الواحدة (مجموع بيانات العواصف عند موقع معين) فأن التغاير في مقدار سقوط المطر يرسم مقابل (T) على ورق نصف لوغارتمي او لوغارتمي ومنه نجد مقدار الساقط المطري عند أي مدة عودة [٨] . من الجدول (١) يتبين ان القيم تتراوح بين (١٠,٧ – ١١٢,١) ملم في العامين

(١٩٨٥– ١٩٩٣) على التوالي وعند حساب متوسط القيم (mean) للجدول المذكور تبين انه مساوي لـ (٣٤,٢٧) ملم ، بعدها مثلت البيانات ومتوسط قيمها بيانياً على ورق شبه لوغارتمي (semi-log paper) لاحظ الشكل (٢) . حيث يبين المرتسم في الشكل (٢) أن عدد القيم التي تزيد عن المعدل هي تسعة قيم وقيمة واحدة ضمن المعدل والباقي (١٦) قيمة دون المعدل مما يعكس وبوضوح ان الاتجاه في مناخ المنطقة وبحدود (٦٢ %) بأتجاه او ضمن دورة جافة . كما يمكن تقسيم المدة المختارة الى جزئين متساويين مع الاخذ بنظر الاعتبار فقدان تسجيلات عامي (١٩٨٨ و ١٩٨٩) فيكون عندها عام ١٩٩٦ ممثلا لمنتصف مدة المراقبة عندها يتبين ان عدد التسجيلات دون المعدل للجزء الأول (١٩٨١ – ١٩٩٥) هي (٧) قيم وللجزء الثاني (١٩٩٧ – ٢٠٠٨) هي ثمانية قيم فضلاً عن قيمة عام ١٩٩٦ التي تقع دون المعدل أيضاً وهو ما يعزز الأستنتاج المذكور أعلاه من أن مناخ المنطقة ضمن دورة جافة بالتالي فهو يعكس الواقع المناخي المحلي للمنطقة الممثلة بتسجيلات محطة بيجي وموافقة لتغيرات المناخ الإقليمية.

الجدول (١) أقصى قيم الساقط المطري اليومي لمحطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١ – ٢٠٠٨) عن [٢]

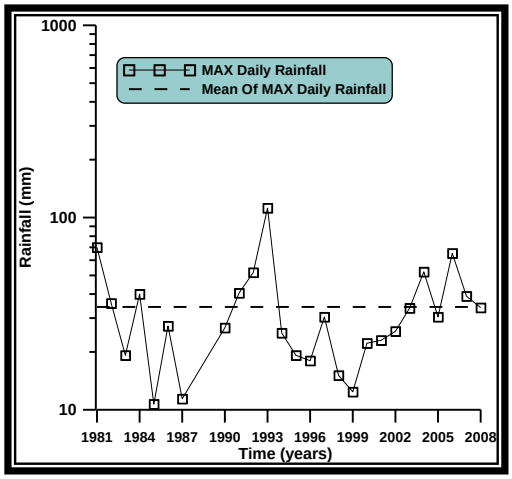
YEARS	Rainfall (mm)

1981	70
١٩٨٢	35.8
١٩٨٣	١٩,٢
١٩٨٤	٤٠
١٩٨٥	١٠,٧
١٩٨٦	٢٧,٣
١٩٨٧	١١,٤
١٩٨٨	m
١٩٨٩	m
١٩٩٠	26.7
١٩٩١	٤٠,٥
١٩٩٢	٥١,٨
١٩٩٣	١١٢,١
١٩٩٤	٢٥,١
١٩٩٥	١٩,٢
١٩٩٦	١٨
١٩٩٧	٣٠,٤
١٩٩٨	١٥,١
١٩٩٩	١٢,٤
٢٠٠٠	٢٢,٢
٢٠٠١	٢٣
٢٠٠٢	٢٥,٦
٢٠٠٣	٣٣,٨
٢٠٠٤	٥٢,٢
٢٠٠٥	٣٠,٤
٢٠٠٦	٦٥,٢
٢٠٠٧	٣٩
٢٠٠٨	٣٤

m : Missing Data .

تم ترتيب القيم في الجدول (١) ترتيباً تنازلياً ثم حسبت قيم (P) و (T) لكل قيم الجدول (١) ، لاحظ الجدول (٢) بعد حذف عامي ١٩٨٨ و ١٩٨٩ .

والذي يلاحظ من خلاله أن مدى قيم العودة بالسنين يتراوح بين (١- ٢٧) سنة أي أن إحتمالية عودة القيمة (١١٢,١) ملم في عام ١٩٩٣ هي (٢٧) سنة والقيمة (١٠,٧) ملم في عام ١٩٨٥ ممكن عودتها كل سنة ومنه يمكن التوصل الى أن قيم الساقط المطري اليومي القصوى ذات مدة العودة التي تتراوح بين (١ ـ ٥) سنة (الفئة الأولى) تشكل (٨٠,٧٦) % من مجموع القيم ، الفئة الثانية (٥ – ١٠) سنة تشكل (١١,٥3) % ، الفئة الثالثة ذات مدة تكرارأكبرمن (١٠) سنة فتشكل (٧,٧) % من مجموع قيم السلسلة الزمنية المذكورة . وبعد رسم العلاقة البيانية بين قيم الساقط المطري اليومي الاقصى ومدة عودته بالسنين على ورق لوغارتمي (log-log) paper ، لاحظ الشكل (٣) .

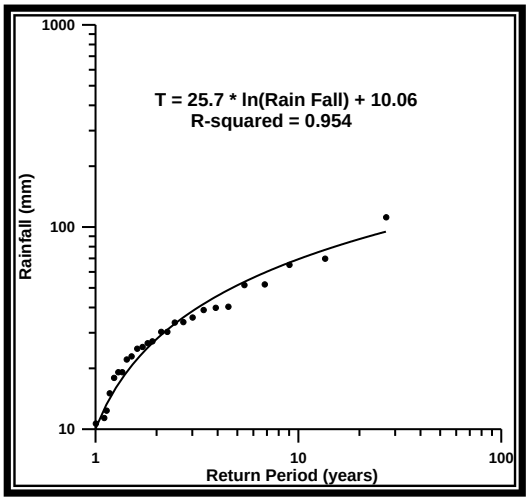


الشكل (٢) التمثيل البياني لسلسلة أقصى ساقط مطري يومي مع الزمن لمحطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١– ٢٠٠٨)

لجدول (٢) رتب و قيم (P و T) لأقصى ساقط مطري يومي لمحطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١ – ٢٠٠٨)

Years	Rainfall (mm)	Years After Descending	Rank	Rainfall After Descending	P	T (years)
1981	70	1983	1	112.1	0.04	27
1982	35.8	1981	2	70	0.07	13.5
1983	19.2	2006	3	65.2	0.11	9
1984	40	2004	4	52.2	0.15	6.8
1985	10.7	1992	5	51.8	0.19	5.4
1986	27.3	1991	6	40.5	0.22	4.5
1987	11.4	1984	7	40	0.26	3.9
1990	26.7	2007	8	39	0.30	3.4
1991	40.5	1982	9	35.8	0.33	3
1992	51.8	2008	10	34	0.37	2.7
1993	112.1	2003	11	33.8	0.41	2.45
1994	25.1	2005	12	30.4	0.44	2.25
1995	19.2	1997	13	30.4	0.48	2.1
1996	18	1986	14	27.3	0.52	1.9
1997	30.4	1990	15	26.7	0.56	1.8
1998	15.1	2002	16	25.6	0.59	1.7
1999	12.4	1994	17	25.1	0.63	1.6
2000	22.2	2001	18	23	0.67	1.5
2001	23	2000	19	22.2	0.70	1.42
2002	25.6	1983	20	19.2	0.74	1.35
2003	33.8	1995	21	19.2	0.78	1.29
2004	52.2	1996	22	18	0.81	1.23
2005	30.4	1998	23	15.1	0.85	1.17
2006	65.2	1999	24	12.4	0.89	1.13
2007	39	1987	25	11.4	0.93	1.1
2008	34	1985	26	10.7	0.96	1.0

تم إيجاد العلاقة الرياضية التي تربط المتغيرين المذكورين و معامل الترابط (R^2) البالغ (٠,٩٥٤) مما يدل على وجود ترابط عالي خاصة عندما تكون العلاقة لوغارتمية ، لاحظ المعادلة الظاهرة في الشكل (3) والتي يمكن إستخدامها مستقبلاً للتنبؤ بالعودة الزمنية للقيمة المطرية (بالسنين) او إستنتاج قيم الساقط المطري لفترات معلومة .



الشكل (٣) العلاقة بين قيم الساقط المطري اليومي القصوى ومدة عودته بالسنين عند محطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١-٢٠٠٨)

التوزيع الأحتمالي لبيانات الساقط المطري عند محطة بيجي المناخية (Probability Distribution)

إن واحدة من أغلب الطرائق الشائعة في التوزيعات الاحتمالية هو التوزيع ذي الحدين (Binomial) والمستند الى فكرة إختبارات برنولي في إحتمالات القطعة النقدية حيث تصنف الأحداث أو المحاولات الى صنفين فقط (ناجح وفاشل ، نعم ولا ، ممطروغير ممطر....الخ) ولايعتمد كل حدث منهما على الآخر(أحداث عشوائية) أي إذا كان إحتمال حصول حادثة هيدرولوجية ما هو P فأن إحتمال عدم حصولها هو q أي أن (q= 1-p) ويمكن التوصل الى إحتمالية تكرار الحدث من المعادلة الآتية : [8] و [٦] .

$$P_{r,n} = {}^{n}C_r P^r q^{n-r} = \frac{n}{(n-r)^r} P^r q^{n-r} \quad \text{.....(c)}$$

حيث :-

$P_{r,n}$ = إحتمالية تكرار الحادثة الهيدرولوجية العشوائية (العاصفة المطرية) ذات مقدار معلوم

وإحتمالية تجاوزها في (n) من السنوات المتعاقبة .

r = عدد مرات تكرار الحادثة في (n) من السنين .

n = عدد السنين المتعاقبة للسلسلة الزمنية .

أما إحتمال عدم حصول الحادثة في كل من (n) من السنوات المتعاقبة هي : [٣]

$$P_{0,n} = q^n = (1-q)^n \quad \text{..... (d)}$$

وإحتمالية حصولها مرة واحدة على الأقل في (n) من السنوات هي : [٣]

$$P_1 = 1 - q^n = 1 - (1-p)^n \quad \text{..... (e)}$$

وعند تطبيق طريقة التوزيع ذي الحدين (Binomial) على كافة قيم الاحتمالية (P) في الجدول (٢) ولـ (٢٦) سنة متتالية (مدة المراقبة) لأستنباط إحتمالية تكرارها($P_{r,n}$) وعدم تكرارها (r=0) وتكرارها لمرة واحدة (r=1) على الأقل تبين ان النتائج تصل الى قيم صغيرة جداً تقترب من الصفر بالنسبة لأحتمالية التكرار وعدمه ،أما القيم الممثلة لتكرار مرة واحدة فنلاحظ انها تقترب جداً من من القيمة (١) لذلك أهملت قيم الفئة الأولى

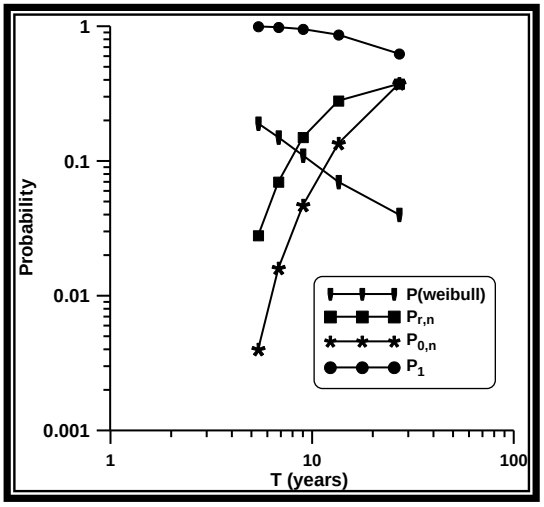
وذلك لكون نتائجها متناهية في الصغر و تم الأعتمادعلى نتائج الفئتين الثانية والثالثة فقط ، لاحظ الجدول (٣).

الجدول(٣) قيم الأحتمالية حسب (Weibull,1939) والتوزيع ذي الحدين

T (years)	P (weibull,1939)	$P_{r,n}$	$P_{0,n}$	P_1
27	٠,٠٤	0.374	0.375	0.625
13.5	0.07	0.28	0.135	0.865
9.0	0.11	0.15	0.046	0.953
6.8	0.15	0.07	0.016	0.984
5.4	0.19	0.028	0.004	0.996

ولغرض التوصل الى وصف قيم الأحتمالية الممثلة بالجدول (٣) وفهم سلوك كل من الأحتمالات المذكورة نسبتاً الى مدة عودتها لابد من تمثيلها بيانياً ، لاحظ الشكل (٤) .

يلاحظ أنها تنقسم على مجموعتين الأولى تضم (قيم إحتمالية تكرارها مرة واحدة و قيم الأحتمالية حسب طريقة ويبل) والتي تتناسب تناسباً عكسياً مع مدة عودتها فيما تتناسب الثانية (إحتمالية تكرارأوتجاوز الحادثة وإحتمالية عدم حصول الحادثة الهيدرولوجية) تناسباً طردياً مع مدة عودتها وهذا يدل على أن إحتمالية تجاوز وقوع الحادثة (تكرارها) يكافئ إحتمالية عدم وقوعها بدرجة كبيرة وهو مايعكسه سلوك المنحنيين الممثلين لكل منهما خاصةً عند النقطة التي يلتقيان فيها والذي يعكس بدوره أيضاً أن المجموعة الأولى هي المجموعة الاقرب لواقع المنطقة الهيدرولوجي فيما تمثل بيانات المجموعة الثانية سلوك الحالات الشاذة في الدورة الهيدرولوجية المحلية والتي تتاثر بها المناطق الممثلة بتسجيلات محطة بيجي المناخية .



الشكل (٤) العلاقات بين قيم إحتمالات(التوزيع ذي الحدين ، طريقة ويبل) و مدة عودتها

الأستنتاجات والتوصيات :

الأستنتاجات :-

١- تتراوح قيم أعلى ساقط مطري يومي ضمن تسجيلات محطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨١-٢٠٠٨) بين (١٠,٧-١١٢,١) ملم في العامين (١٩٨٥-١٩٩٣) على التوالي وبمعدل (٣٤,٢٧) ملم.

٢- إحتمالية تكرار أقصى ساقط مطري يومي (١١٢,١)ملم عام ١٩٩٣ هي ٢٧ سنة فيما تكون إحتمالية تكرار أقل القيم (١٠,٧) ملم كل سنة .

٣- تتوزع قيم العودة الزمنية لأقصى قيم الساقط المطري اليومي على ثلاثة فئات الأولى (١-٥) سنة وبنسبة (٨١%) ، الثانية (٥-١٠) سنة وبنسبة (١١%) والثالثة (> ١٠) سنة تشكل (٨%) .

٤- إن العلاقة بين قيم أقصى ساقط مطري يومي ومدة عودتها المحتملة ذات معامل إرتباط عالي ويبلغ (٠,٩٥٤) بالتالي يمكن إستخدامها مستقبلاً لأستنباط فترات العودة الزمنية لقيم معلومة من الساقط المطري اليومي .

٥- بعد إستخدام التوزيع ذي الحدين تبين أن هناك مجموعتين من قيم الأحتمالات ، الأولى : (قيم إحتمالية تكرارها مرة واحدة وقيم الأحتمالية حسب طريقة ويبل) تتناسب تناسباً عكسياً مع مدة عودتها فيما تتناسب المجموعة الثانية :(ذات تكرار يتجاوز المرة الواحدة وأخرى لاتكرر) تناسباً طردياً مع مدة عودتها .

٦- إن المجموعة الاولى من الأحتمالات هي الأقرب للمنطق العلمي ضمن مفهوم الدورة الهيدرولوجية والاكثر تمثيلاً لواقع المنطقة الهيدرولوجي فيما تمثل المجموعة الثانية سلوك الحالات الشاذة للدورة الهيدرولوجية في المنطقة .

٧- إن المناخ العام في المنطقة الممثلة بتسجيلات محطة بيجي المناخية ضمن دورة جافة وبنسبة ٦٢ % .

٨- مناخ المنطقة متأثر بتغيرات المناخ الأقليمية.

التوصيات :-

١- بناء نماذج إحصائية مناخية ممثلة لواقع المنطقة المناخي لتسهيل عملية إستنباط المتغيرات المناخية مستقبلاً .

٢- إقتراح تقنيات وطرائق هدفها مواجهة الدورة الجافة وظاهرة التصحر التي تعاني منها المنطقة .

٣- عمل دراسة للتنبؤ بأقصى ساقط مطري (PMP) وذلك للأهمية الكبيرة في تمثيل هذا الرقم ضمن تصاميم المنشأت الهيدروليكية في المنطقة .

٤- إعداد دراسة عن علاقات (الشدة – الديمومة – التردد) لسجل الساقط المطري في محطة بيجي المناخية وذلك لأستكمال صورة الواقع المناخي للمنطقة .

٥- ربط نتائج الدراسة الحالية بدراسات الموازنة المائية للأحواض الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لتقييم واقع ملئ خزاناتها المائية الجوفية (Aquifers) .

المصادر:

[١] السوداني، حسين العيبي (٢٠٠٣):النظام الهيدروجيولوجي لحوض ديبكة شمال العراق.أطروحة دكتوراه، كلية العلوم / جامعة بغداد. (١٥٣) صفحة .

[٢] الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية / محطة بيجي المناخية .

[٣] حسن ،محمد سليمان وداود ، باسل خضر و الراوي ، ساطع محمود (١٩٩٢) : الهيدرولوجيا الهندسية (تعريب) ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل .

[٤] دراركه ، خليفة عبد الحافظ (٢٠٠٦) : المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية. عمان، دارحنين للنشروالتوزيع ، (٥٤١) صفحة .

[٥] علي، مقداد حسين ومحمد ،خليل إبراهيم وحسون، نضيرعباس (٢٠٠٠):علوم المياه. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد.

[٦] ليبشتز ،سيمور(٢٠٠٠) : ملخصات شوم نظريات ومسائل في الاحتمالات . (ترجمة) داود ، سامح . الطبعة العربية الرابعة ، الدار الدولية للأستثمارات الثقافية . (٢١١) صفحة .

[7] Al-Ejarish, A.K. (2008): Models For Estimating Probable Maximum Precipitation For Selected Stations in Iraq .Unpublished Ph.D Thesis , College Of Sciences / Al-Mustansiriya University .(77) pages.

[8] Chow, V.T. (1964): Hand Book of Applied Hydrology. McGraw- Hill Book Company, New York, 1454 P.

[9] Kessler , J. ; and DeRaad , S.J.(1974) : Lecture Notes Of The International Course on Land and Drainage . Drainage Principles and Applications. 16 Vol.3. Wangening . 368 p.

[10] Raghunath, H.M. (2006): Hydrology (Principles, Analysis, Design. Revised Second Edition, New Age International (P) Limited ,Publishers , New Delhi .

[11] Shaw, E.M. (1994): Hydrology In Practice. Third edition, Published in Taylor & Francis e-Library , 2005 .

USING OF STATISTICAL TECHNIQUES TO FORCAST OF MAXIMUM DAILY RAINFALL FREQUENCY AT METEOROLOGICAL BAJI STATION / NORTH IRAQ

Abstract :

The Meteorological Baji Station Lays in north of Iraq in Baji town that has followed to Salah Aldin Governorate at Longitude and Latitude (43º 32´ and 34º 54´) consequently , on elevation (115) m.a.s.l . After we had made the statistical analysis on the data record of maximum daily rainfall of Baji Station to period (1981- 2008) , It was showing where the values lays between (10.7 – 112.1)mm and in average (34.27)mm and the probability of the frequency for maximum daily rainfall (112.1)mm is (27) years while the lowest value has return period in each year . The correlation coefficient (R^2) between the values of maximum daily rainfall and their return periods was high and to reach (0.954) . Finally the climate of the region that represented by the records of the station , Its in Dry cycle and influenced by the regional climatic changes.