تخمين البيانات الانوائية لمحطات مختارة في شمال العراق

شذى حازم داؤد

مدرس مساعد / قسم هندسة الموارد المائية/ كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

في البحث الحالي درست الظواهر الانوائية (الأمطار والتبخر الشهري ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى وسرعة الرياح والرطوبة النسبية) لكل من المحطات (الموصل وسنجار وربيعة وتلعفر و اربيل وصلاح الدين) الواقعة في شمال العراق للفترة (1980-2002) من خلال دراسة الارتباط البسيط بين المحطات حيث لوحظ ان هناك ارتباط قوي بين بعض منها كما درس الارتباط المتعدد لمعرفة تاثير منسوب المحطة عن مستوى سطح البحر على الظواهر الانوائية وبادخال متغير اخر هو الازاحة (البعد عن نقطة مرجعية) . وقد اعتمدت نقطتين مرجعيتين هما مركز مدينة الموصل وتلعفر وجرى اشتقاق طريقة لتخمين البيانات الانوائية لهذه المحطات بحيث يمكن الاستفادة من هذه الطريقة في المناطق الشمالية من القطر التي لا توجد فيها محطات قياس ، وللسهولة والدقة تم رسم خرائط كنتورية لهذه المتغيرات الثلاثة لبعض الظواهر الانوائية المذكورة .

الكلمات الدالة: الظواهر الانوائية ، العلاقة بين المنسوب والازاحة ، الخرائط الكنتورية .

Meteorological Estimations for selected stations in the North of Iraq

Shatha Hazim Dawood

Assistant Lecturer / Water Resources Dept. / College of Engineering/ University of Mosul

Abstract

In this research , the meteorological phenomenons (the rainfall , monthly evaporation , min. & max. temperature , wind velocity and the percentage humidity) for the following stations (Mosul , Sinjar , Rabeaa , Telafer , Erbil and Salahaldin) in the north of Iraq were studied using simple correlation between stations . The result of analysis indicated a good correlation in some stations . Also multiple correlation have been applied to study the effect of elevation (E.L.) of station above m.s.l. and a displacement (D), distance from a reference point , (which are Mosul and Telafer) . Analytical relations were derived for these stations to estimate the missing data and to generalize it for the north part of the country . For simplicity, contour maps were drawn for these three variables E.L. , D, and the value of phenomena is drawn .

Key word : climatic phenomenons **,** M.S.L. & displacement , contour maps .

أستلم في 2007/11/2 **قبل في 2008/1/30**

المقدمة :

ان تغيرات المناخ وحدوث التقلبات فيه له أثار قريبة وبعيدة المدى على الثروات الطبيعية على سطح الكرة الأرضية كما ان له تأثير على البيئة والزراعة والصناعة والعمران وغيرها من الأنشطة لهذا ازدادت الحاجة إلى تقييم ومعالجة البيانات الانوائية للاستفادة منها في المستقبل وبالاخص للمنطقة تحت الدراسة والتي تعتبر سلة خبز العراق .

ان استعمال المعلومات المناخية في صنع القرار لاغراض التخطيط شئ مهم حيث ان العناصر المناخية تؤثر بشكل كبير على نشاطات التطور الوطني للقطر وبالاخص في حقول الزراعة والري وتطوير المورد المائي وحتى في الصناعة وتخطيط المدن وهذا ما يجب ان يعتمده العلماء والباحثون في هذا المجال [1] .

اهتم الكثير من الباحثون بهذا الموضوع منهم (Crowe) [2] الذي تطرق إلى النظريات التي تفسر التغيرات المناخية و(Kellogg) [3] الذي كتب عن اتجاهات المناخ في الماضي والحاضر واثر المناخ على الإنسان . لهذا اصبح من الضروري معالجة وتخمين البيانات الانوائية وعلى هذا الاساس فقد تطرق الباحثان (Butler and Stanly) [4] إلى طريقة لمعالجة المعلومات المطرية عن طريق ايجاد علاقة بين المطر - المنسوب عن مستوى سطح البحر وميل سطح الارض لمناطق سان دايمس في أمريكا وقد اعتبر البحث قاعدة أساسية لتخمين المطر في أية نقطة من المناطق المذكورة التي لا توجد فيها محطات قياس وقد ايدهم بهذا الاتجاه الباحثون(.Jung , et al)[5] والباحثون(Lana , et al.) [6].

لهذا فان الغاية الرئيسة من البحث هي في تقييم العناصر المناخية وتحديد طريقة لايجاد القيم المفقودة بايجاد نقاط مرجعية للمنطقة ومن ثم ايجاد بعض المعادلات لهذه الحالة واجراء بعض التحليلات الاحصائية لها .

منطقة الدراسة:

اختيرت بعض المحطات في المنطقة الشمالية (المنطقة الواقعة بين خطي عرض $35^o\ 92'$ و $42^o\ 06'$ ومحصورة بين المنسوب 223 والمنسوب 1088) من العراق وتضم كل من الموصل وسنجار و ربيعة و تلعفر و اربيل وصلاح الدين وهي مبينة في الجدول (1) لغرض اجراء البحث . جمعت المعلومات المناخية لها عن طريق الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي [7] نظرا لما تتمتع به هذه المنطقة من اهمية اقتصادية للقطر اضافة الى وجود الكثير من مشاريع الموارد المائية في المنطقة مثل مشروع ري الجزيرة الشمالي والمشاريع قيد الانشاء مثل مشروع خزن المياه الجوفية في سنجار [8] .

جدول (1) : معلومات جغرافية عن المحطات المختارة ضمن الدراسة

المحطات	سنوات التسجيل	المنسوب(.EL) متر	خط الطول	دائرة العرض
موصل (M)	2002-1980	223	$43^o\ 09'$	$36^o\ 19'$
ربيعة (R)	2002-1980	382	$36^o\ 48'$	$42^o\ 06'$
سنجار (S)	2002-1980	538	$41^o\ 50'$	$36^o\ 19'$
تلعفر (T)	2000-1980	200	$42^o\ 57'$	$35^o\ 92'$
اربيل (A)	2003-1992	414	$44^o\ 00'$	$36^o\ 11'$
صلاح الدين(SS)	2002-1992	1088	$44^o\ 13'$	$36^o\ 37'$

كما ان هذه المحطات مثبتة في الشكل (1) الذي يبين توزيعها وبعدها عن الموصل وتلعفر حيث تم اعتبارهما نقاط" مرجعية لاغراض التخمين .

وقبل ان يتم التخمين يجب التحقق من المعلومات الهيدرولوجية التي تم الحصول عليها والتي تتمثل بالظواهر الانوائية وللفترة (1980-2002) لمحطات الموصل وسنجار وربيعة وتلعفر وللفترة (1992-2003) لكل من اربيل وصلاح الدين .هذا التحقق يتمثل بكفاية طول السجل (Adequacy of length of record) لاغراض التحليل باستخدام طريقة(Mocus , 1960) [9] وقد تم اختيار محطتي الموصل وصلاح الدين لغرض التاكد من كفاية طول السجل وكما يلي :

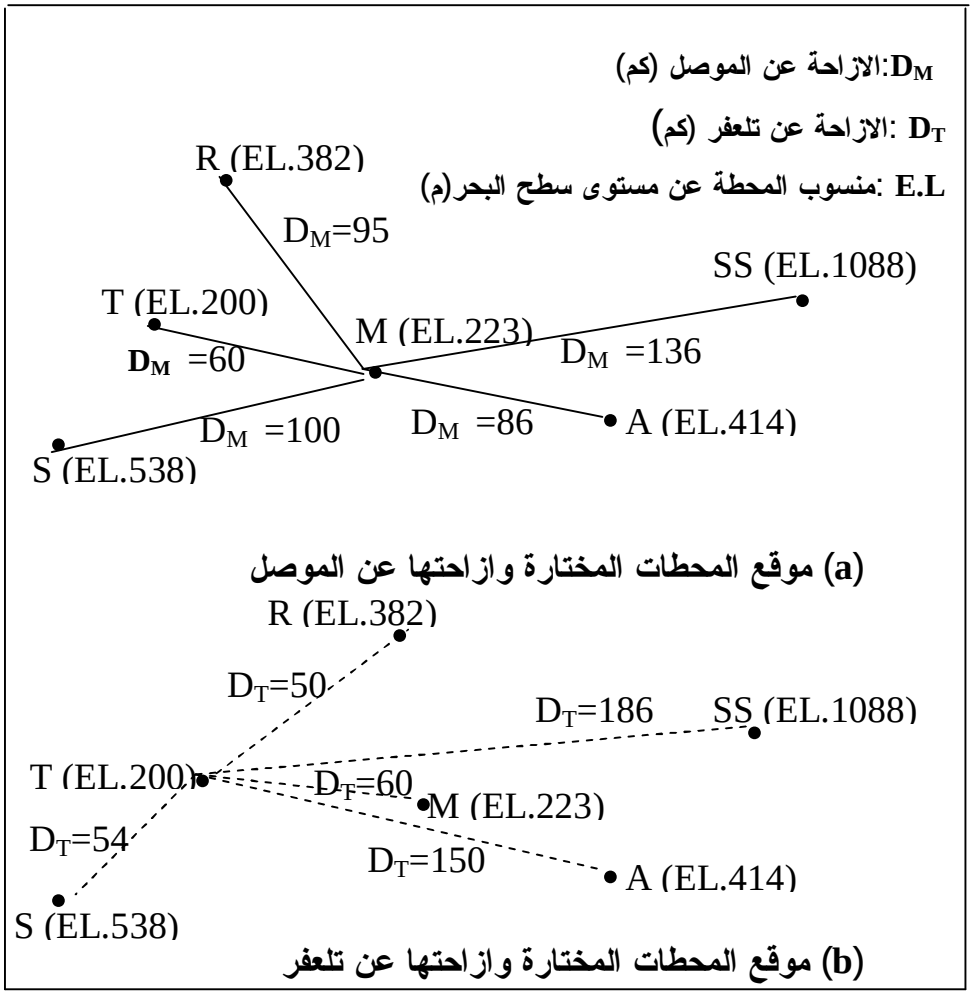
$$Y= (4.3\ t \log R)^2 + 6 \quad \text{.....(1)}$$

حيث ان :

Y : اقل عدد سنوات تسجيل مقبولة

t : قيمة t الجدولية ولفترة ثقة 90 % ولدرجة حرية (Y-6) حيث كانت (1.75) من الجدول بالنسبة لمحطة الموصل و(1.94) لمحطة صلاح الدين .

R : النسبة بين قيمة X_c (فترة عودة 100 سنة / فترة عودة 2 سنة)



شكل (1) : مواقع المحطات المختارة وازاحتها عن (a) الموصل و(b) تلعفر

$$X_c = \bar{x}(1 + C_v K) \quad \text{.....(2)}$$

حيث ان:

X_c : النسبة المئوية لاحتمالية الحدوث

C_v : معامل الاختلاف

K : معامل التكرار ، يمكن ايجاده من جدول (Log probability factors) [9]

وبتطبيق المعادلات حيث كانت قيم (R) هي (2.1 و 1.587) على التوالي للمحطتين وبتعويض هذه القيم بالمعادلة (1) تم الحصول على قيمة Y وتساوي (11.88) و(8.8) سنة بالنسبة للمحطتين على التوالي وبما ان هذه القيم اقل من طول السجل (22) سنة لمحطة الموصل و(12) سنة لمحطة صلاح الدين ، لهذا يصبح طول السجل كافي لغرض البحث .

تحليل الارتباط للظواهر الانوائية للمحطات المختارة :

1- معامل الارتباط البسيط:

في هذه الدراسة تم حساب معامل الارتباط البسيط من خلال المعادلة التالية [10] :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2\right]^{\frac{1}{2}}} \quad \text{.....(3)}$$

حيث ان :

$\bar{x}$: الوسيط الحسابي للمتغير x (المحطة الاولى)

$\bar{y}$: الوسيط الحسابي للمتغير y (المحطة الثانية)

ويمثل الجدول(2) قيم معامل الارتباط البسيط بين كل محطتين ولكل ظاهرة من الظواهر الانوائية ولم تؤخذ سرعة الرياح بالحسبان لكون قيم معامل الارتباط لها ضعيفة لذلك تم اهمالها .

جدول(2) : قيم معامل الارتباط البسيط بين كل محطتين وللظواهر الانوائية المختارة

المحطات	الرطوبة النسبية%	التبخر الشهري	درجات الحرارة العظمى	درجات الحرارة الصغرى	الامطار
موصل-ربيعة	0.52	-0.30*	0.38*	0.21*	0.79
موصل-تلعفر	0.85	-0.41*	0.25*	0.25*	0.77
موصل-سنجار	0.67	-0.04*	0.17*	0.25*	0.86
موصل-اربيل	0.48*	0.38*	0.50	0.62	0.78
موصل-صلاح الدين	0.24*	0.31*	0.92	0.94	0.34*
ربيعة-تلعفر	0.80	0.86	0.92	0.27*	0.81
ربيعة-سنجار	0.91	0.84	0.97	0.78	0.93
ربيعة-اربيل	0.75	-0.3*	0.55	0.6	0.74
ربيعة-صلاح الدين	0.52	0.4*	0.92	0.93	0.5
تلعفر-سنجار	0.86	0.65	0.90	0.42*	0.90
تلعفر-اربيل	0.42*	0.2*	0.6	0.3*	0.57
تلعفر-صلاح الدين	0.53	0.6	0.81	0.4*	0.33*
سنجار-اربيل	0.50	-0.2*	0.60	0.77	0.60
سنجار-صلاح الدين	0.45*	0.70	0.95	0.98	0.3*
اربيل-صلاح الدين	0.40*	0.15*	0.27*	0.58	0.63

(*) تعتبر علاقات ضعيفة

2- معامل الارتباط المتعدد:

يكون الارتباط المتعدد بين ظاهرة معينة وعدة متغيرات أخرى مجتمعة كما مبين في المعادلة التالية [10] :

$$R = \frac{\sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 r_{12}}}{1 - r_{12}^2} \quad \text{.....(4)}$$

حيث ان :

Y : الظاهرة الانوائية (الأمطار، التبخر الشهري ، درجات الحرارة الصغرى والعظمى ، سرعة الريح ، والرطوبة النسبية) .

X_1 : الازاحة (بالكم) عن الموصل وتلعفر

X_2 : المنسوب عن مستوى سطح البحر (بالمتر)

r_1 :معامل الارتباط البسيط بين X_1 ، Y

r_2 : معامل الارتباط البسيط بين X_2 ، Y

r_{12} : معامل الارتباط البسيط بين X_1 ، X_2

وقد اعتمد في البحث الحالي على :

أ - علاقة الظاهرة الانوائية بالمنسوب عن مستوى سطح البحر .

ب- علاقة الظاهرة الانوائية بالازاحة عن نقطة مرجعية ، وقد استخدمنا نقطتين مرجعيتين للمقارنة ، الاول مركز مدينة الموصل والثاني مركز قضاء تلعفر .

ففي حالة الامطار والتبخر الشهري استخدمت القيم القصوى والدنيا الفصلية للفصول الاربعة (الشتاء والربيع والصيف والخريف) للمحطات المختارة والجدول (3) يبين بيانات حساب معامل الارتباط المتعدد لهذه الظواهر.

جدول(3) : بيانات حساب معامل الارتباط المتعدد للامطار والتبخر الدنيا والقصوى الفصلية

	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف	
الامطار	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى
موصل	69.7	397.9	32.8	334.9	0	9.9	10.2	192.8
سنجار	52.80	469.7	41.3	212.2	0	17	1.3	164.6
ربيعة	79.7	364.3	64	225.9	0	8.8	1.3	158.6
تلعفر	60.3	440	47.6	315.7	0	13.2	3.0	105.2
اربيل	122.7	312	31	271.3	0	19.1	6.5	206.3
صلاح الدين	207	453.6	58.8	293.3	0	13.2	33.6	279.3
التبخر								
موصل	79.40	146.1	344.4	655	815.1	1243	324.2	574.8
سنجار	104.8	351.9	88.4	806.3	1297.7	1960.1	389.6	884.6
ربيعة	54.3	135.3	219.3	601.1	339.6	1304	322.9	493.3
تلعفر	33.52	104.0	135.3	420.0	300.0	804.9	220.0	350.0
اربيل	4.70	6.30	14.20	38.40	22.89	41.15	16.30	21.86
صلاح الدين	62.1	210.7	339.9	559.6	617.5	1119	355	536.4

اما بالنسبة لبقية الظواهر المناخية (الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى) فقد استخدم معدل البيانـــات الفصلية للفصول الاربعة والمبينة في الجدول (4).

جدول(4) : بيانات حساب معامل الارتباط المتعدد لمعدل الظواهر المناخية الفصلية

	موصل	سنجار	ربيعة	تلعفر	اربيل	صلاح الدين
فصل الشتاء						
درجات الحرارة العظمى	13.64	11.87	12.57	12.8	13.32	9.58
درجات الحرارة الصغرى	3.06	4.81	1.22	4.98	4.56	3.20
الرطوبة النسبية%	77.96	67.66	78.25	72.69	60.66	70.61
فصل الربيع						
درجات الحرارة العظمى	25.54	22.99	24.15	24.7	23.63	24.38
درجات الحرارة الصغرى	12.78	13.45	8.64	14.82	11.65	10.96
الرطوبة النسبية%	58.20	46.57	61.94	50.09	47.90	54.19
فصل الصيف						
درجات الحرارة العظمى	41.52	38.27	40.04	40.8	40.02	35.07
درجات الحرارة الصغرى	23.39	28.00	19.81	30.30	24.69	24.29
الرطوبة النسبية%	26.22	22.69	31.35	23.35	23.83	32.14
فصل الخريف						
درجات الحرارة العظمى	29.73	27.26	28.22	29.0	28.04	24.49
درجات الحرارة الصغرى	13.13	17.98	10.86	20.60	14.3	15.01
الرطوبة النسبية%	47.99	39.15	49.35	39.42	37.71	46.79

ان قيم معامل الارتباط المتعدد للظواهر المناخية مبين في الجدولين (a-5) و(b-5).

جدول(a-5) : قيم معامل الارتباط المتعدد الفصلية لظاهرتي الامطار والتبخر

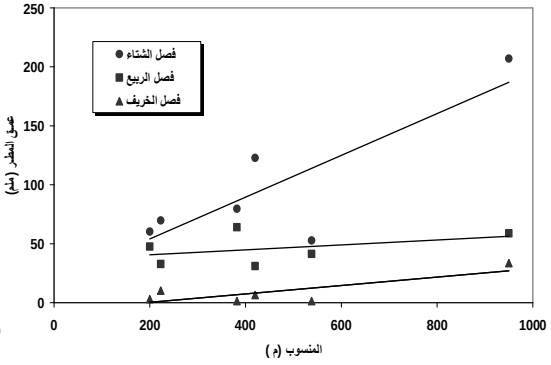
	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف	
الامطار	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى	دنيا	قصوى
الازاحة عن الموصل	0.868	0.423	0.571	0.82		0.372	0.954	0.887
الازاحة عن تلعفر	0.943	0.868	0.695	0.327		0.413	0.855	0.945
التبخر								
الازاحة عن الموصل	0.343	0.392	0.77	0.761	0.342	0.165	0.396	0.269
الازاحة عن تلعفر	0.649	0.798	0.362	0.785	0.583	0.798	0.823	0.774

جدول(b-5) : قيم معامل الارتباط المتعدد الفصلية للظواهر المناخية

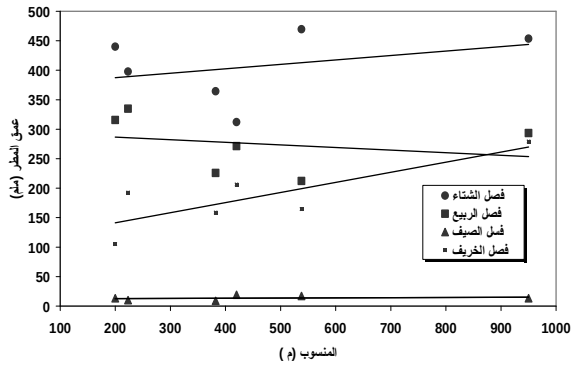
	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف
الرطوبة النسبية				
الازاحة عن الموصل	0.434	0.246	0.572	0.411
الازاحة عن تلعفر	0.564	0.108	0.57	0.229
درجات الحرارة العظمى				
الازاحة عن الموصل	0.946	0.821	0.988	0.996
الازاحة عن تلعفر	0.991	0.289	0.994	0.988
درجات الحرارة الصغرى				
الازاحة عن الموصل	0.306	0.46	0.133	0.295
الازاحة عن تلعفر	0.113	0.407	0.351	0.433

العلاقة بين المنسوب والازاحة والظاهرة الانوائية :

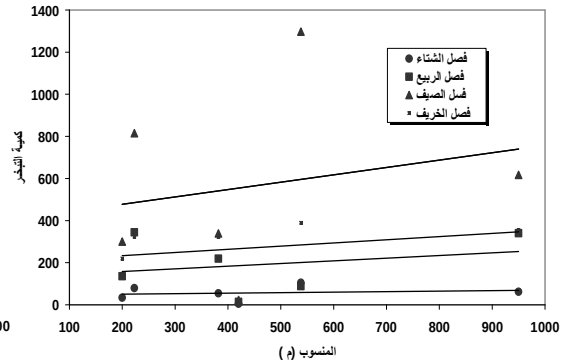
رسمت العلاقة بين المنسوب والظواهر الانوائية كافة للمحطات المختارة وللفصول الاربعة كما مبين في الاشكال (2-8). كما تم رسم العلاقة بين الازاحة عن الموصل وتلعفر مع الظواهر الانوائية للمحطات المختارة وللفصول الاربعة ايضا كما مبين في الاشكال (9-16) .



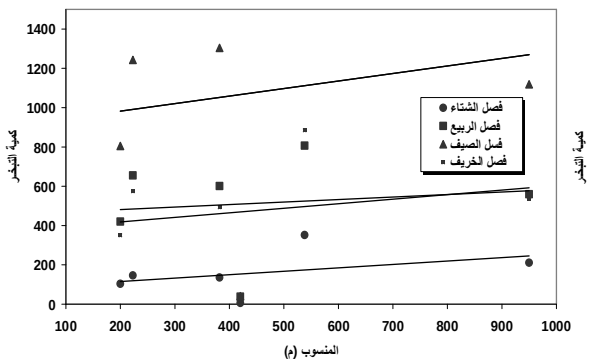
شكل(2) : علاقة الامطار الدنيا للمحطات المختارة مع المنسوب



شكل (3) : علاقة الامطار القصوى للمحطات المختارة مع المنسوب

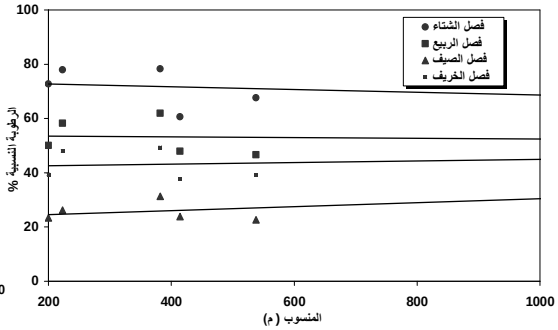


شكل(4) : علاقة قيم التبخر الدنيا مع المنسوب عن الموصل

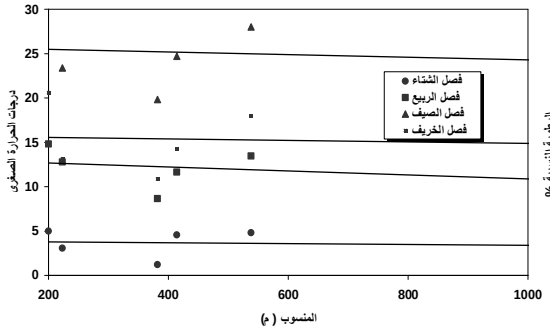


شكل(5) : علاقة قيم التبخر القصوى للمحطات المختارة مع المنسوب

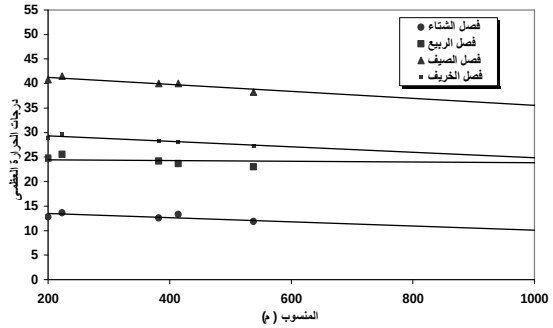
وبما ان قيم معامل الارتباط المتعدد لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية قليلة لهذا تم ايجاد علاقات بين درجات الحرارة العظمى ومعدل درجات الحرارة لكل من الموصل وتلعفر وللفصول الاربعة والتي ظهرت فيها قيم معامل الارتباط قوية وتراوحت ما بين (0.76-0.99) وكما مبين في الجدول (6) وهذه العلاقات يمكن الاعتماد عليها بشكل كبير .



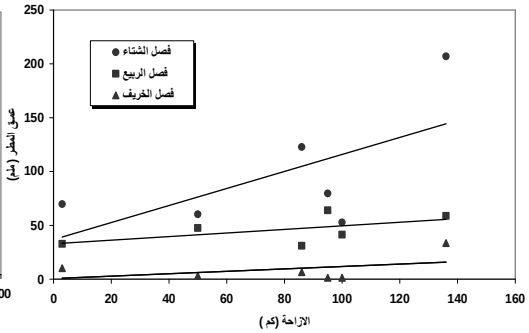
شكل(6) : علاقة معدل الرطوبة النسبية للمحطات المختارة مع المنسوب



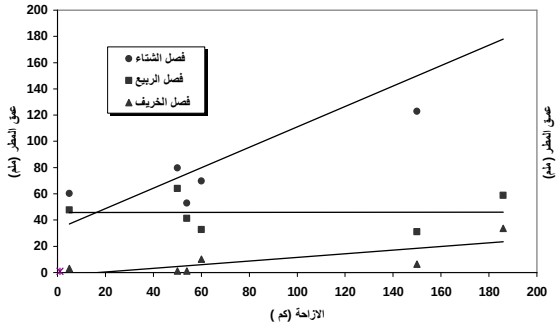
شكل(7) : علاقة معدل درجات الحرارة الصغرى للمحطات المختارة مع المنسوب



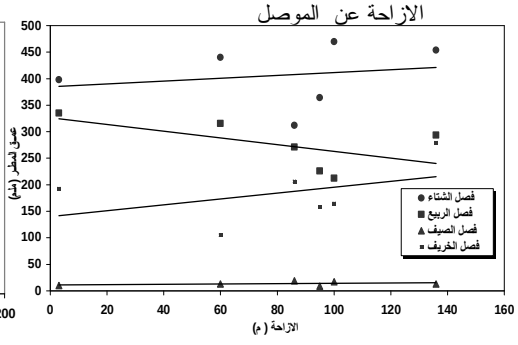
شكل(8) :علاقة معدل درجات الحرارة العظمى للمحطات المختارة مع المنسوب



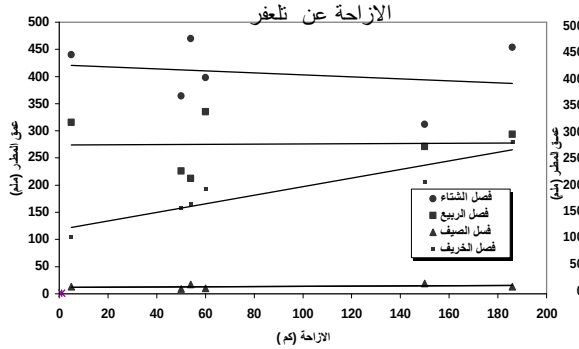
شكل(9) : علاقة الامطار الدنيا للمحطات المختارة مع الازاحة عن الموصل



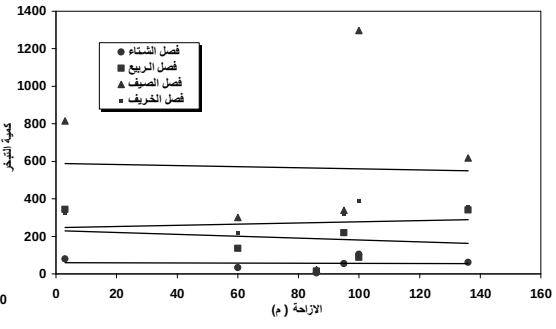
شكل(10) : علاقة الامطار الدنيا للمحطات المختارة مع الازاحة عن تلعفر



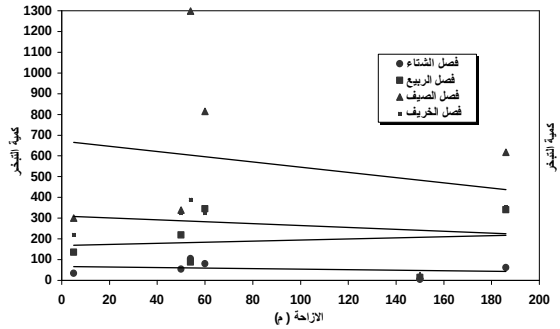
شكل(11): علاقة الامطار القصوى للمحطات المختارة مع الازاحة عن الموصل



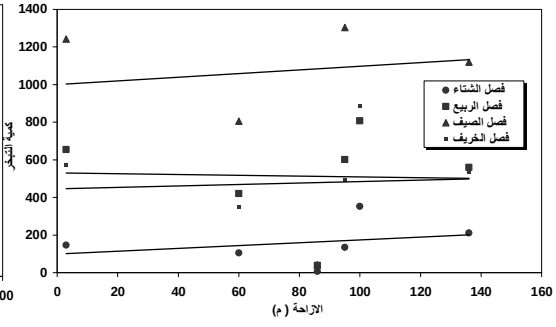
شكل(12) : علاقة الامطار القصوى للمحطات المختارة مع الازاحة عن تلعفر



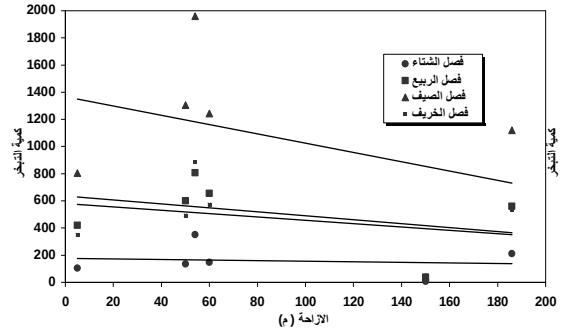
شكل(13): علاقة قيم التبخر الدنيا للمحطات المختارة مع الازاحة عن الموصل



شكل(14) : علاقة قيم التبخر الدنيا للمحطات المختارة مع الازاحة عن تلعفر



شكل(15) : علاقة قيم التبخر القصوى للمحطات المختارة مع الازاحة عن الموصل



شكل(16) : علاقة قيم التبخر القصوى للمحطات المختارة مع الازاحة عن تلعفر

جدول (6) : معادلات الارتباط بين درجات الحرارة العظمى ومعدل درجات الحرارة

المحطة	الفصل	معادلات الارتباط الخطي	قيم معامل الارتباط
الموصل	فصل الشتاء	$T_{max.} = 2.117 + 1.47\ T_{mean}$	0.86
	فصل الربيع	$T_{max.} = 4.264 + 1.16\ T_{mean}$	0.99
	فصل الصيف	$T_{max.} = 5.187 + 1.1\ T_{mean}$	0.84
	فصل الخريف	$T_{max.} = 5.01 + 1.176\ T_{mean}$	0.98
تلعفر	فصل الشتاء	$T_{max.} = 2.112 + 1.25\ T_{mean}$	0.96
	فصل الربيع	$T_{max.} = 3.69 + 1.136\ T_{mean}$	0.99
	فصل الصيف	$T_{max.} = 6.597 + 1.03\ T_{mean}$	0.99
	فصل الخريف	$T_{max.} = -1.886 + 1.31\ T_{mean}$	0.76

حيث ان:

$T_{max.}$: درجات الحرارة العظمى (درجة مئوية)

T_{mean} : معدل درجات الحرارة الشهرية (درجة مئوية)

ولغرض معرفة نوع هذه العلاقة (خطية ام لا) تم استخدام طريقة تخمين المنحني (Curve estimation) بواسطة البرنامج الاحصائي SPSS لايجاد قيمة احتمالية P المعنوية فاذا كانت (0.05> احتمالية p) تعتبر العلاقة غير خطية كما مبين في الجدول (7) .

جدول (7) : نوع العلاقة بين الظواهر الانوائية

الظاهرة المناخية	الفصل	احتمالية P (*)	نوع العلاقة	احتمالية P (**)	نوع العلاقة	احتمالية P (***)	نوع العلاقة
الامطار الدنيا	فصل الشتاء	0.159	غير خطية	0.186	غير خطية	0.001	خطية
	فصل الربيع	0.383	غير خطية	0.238	غير خطية	0.989	غير خطية
	فصل الخريف	0.651	غير خطية	0.413	غير خطية	0.073	غير خطية
الامطار القصوى	فصل الشتاء	0.481	غير خطية	0.748	غير خطية	0.69	غير خطية
	فصل الربيع	0.735	غير خطية	0.203	غير خطية	0.953	غير خطية
	فسل الصيف	0.743	غير خطية	0.521	غير خطية	0.471	غير خطية
	فصل الخريف	0.046	خطية	0.338	غير خطية	0.24	غير خطية
التبخر الدنيا	فصل الشتاء	0.729	غير خطية	0.974	غير خطية	0.638	غير خطية
	فصل الربيع	0.542	غير خطية	0.785	غير خطية	0.796	غير خطية
	فسل الصيف	0.713	غير خطية	0.995	غير خطية	0.715	غير خطية
	فصل الخريف	0.544	غير خطية	0.822	غير خطية	0.22	غير خطية
التبخر القصوى	فصل الشتاء	0.443	غير خطية	0.557	غير خطية	0.808	غير خطية
	فصل الربيع	0.801	غير خطية	0.971	غير خطية	0.459	غير خطية
	فسل الصيف	0.774	غير خطية	0.871	غير خطية	0.469	غير خطية
	فصل الخريف	0.685	غير خطية	0.879	غير خطية	0.566	غير خطية
الرطوبة النسبية	فصل الشتاء	0.633	غير خطية	0.422	غير خطية	0.300	غير خطية
	فصل الربيع	0.893	غير خطية	0.714	غير خطية	0.841	غير خطية
	فسل الصيف	0.239	غير خطية	0.394	غير خطية	0.405	غير خطية
	فصل الخريف	0.729	غير خطية	0.907	غير خطية	0.916	غير خطية
درجات الحرارة الصغرى	فصل الشتاء	0.841	غير خطية	0.876	غير خطية	0.913	غير خطية
	فصل الربيع	0.513	غير خطية	0.364	غير خطية	0.425	غير خطية
	فسل الصيف	0.801	غير خطية	0.834	غير خطية	0.554	غير خطية
	فصل الخريف	0.883	غير خطية	0.950	غير خطية	0.527	غير خطية
درجات الحرارة العظمى	فصل الشتاء	0.095	غير خطية	0.058	غير خطية	0.256	غير خطية
	فصل الربيع	0.591	غير خطية	0.143	غير خطية	0.740	غير خطية
	فسل الصيف	0.000	خطية	0.031	خطية	0.132	غير خطية
	فصل الخريف	0.000	خطية	0.018	خطية	0.091	غير خطية

(*) بين المنسوب والظاهرة الانوائية

(**) بين الظاهرة الانوائية والازاحة عن الموصل

(***) بين الظاهرة الانوائية والازاحة عن تلعفر

ومن نوع العلاقة المبينة في الجدول (7) تم تخمين معادلات الارتباط اللاخطية لجميع الظواهر ماعدا درجات الحرارة العظمى (فصلي الصيف والخريف) كانت العلاقة خطية كما مبين في الجدول (8) ، وقد تم التطرق فقط الى العلاقات التي يفضل اعتمادها في التطبيق .

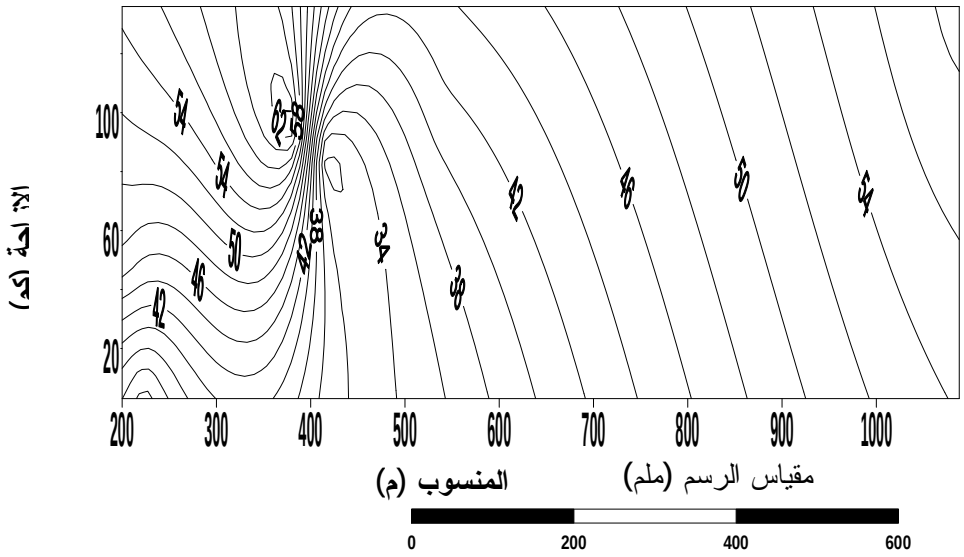
جدول(8) : معادلات الارتباط المتعدد لبعض الظواهر عند اعتبار الموصل وتلعفر كنقاط مرجعية

الظاهرة المناخية	الفصل	معادلات الارتباط اللاخطي عند اعتبار الموصل كنقطة مرجعية	قيم معامل الارتباط
الامطار الدنيا	فصل الشتاء	$R_{min.}=0.5717 * D^{-0.112} * L^{0.914}$	0.85
	فصل الربيع	$R_{min.}=22.358 *D^{0.0112} * L^{0.044}$	0.75
	فصل الخريف	$R_{min.}=8.08 *D^{0.0035} * L^{0.025}$	0.97
الامطار القصوى	فصل الشتاء	$R_{max..}=257.122 * D^{-0.148} * L^{0.085}$	0.70
	فصل الربيع	$R_{max.}= 380.21 * D^{-0.073} * L^{-0.006}$	0.74
	فصل الخريف	$R_{max.}= 9.23 * D^{-0.149} * L^{0.592}$	0.92
التبخر الدنيا	فصل الربيع	$E_{min.}= 0.808 * D^{-0.53} * L^{1.227}$	0.82
التبخر القصوى	فصل الربيع	$E_{max.}= 126.14 * D^{0.588} * L^{-0.977}$	0.70
الرطوبة النسبية	فصل الربيع	$H = 50.61 * D^{-0.036} * L^{0.031}$	0.72
درجات الحرارة الصغرى	فصل الربيع	$T_{min.}=26.893 * D^{-0.0056} * L^{-0.134}$	0.74
درجات الحرارة العظمى	فصل الربيع	$T_{max.}=26.119 * D^{-0.19} * L^{-0.0007}$	0.80
	فصل الصيف	$T_{max.}=42.79-0.007\ D-0.006\ L$	0.98
	فصل الخريف	$T_{max.}=30.63-0.0096D-0.004\ L$	0.99
		معادلات الارتباط اللاخطي عند اعتبار تلعفر كنقطة مرجعية	قيم معامل الارتباط
الامطار الدنيا	فصل الشتاء	$R_{min.}=1.316 * D^{0.434} * L^{0.393}$	0.92
	فصل الربيع	$R_{min.}=6.29 *D^{-0.168} * L^{0.44}$	0.70
	فصل الخريف	$R_{min.}=0.0000177 *D^{1.137} * L^{1.215}$	0.94
الامطار القصوى	فصل الشتاء	$R_{max..}=144.795 * D^{-0.119} * L^{0.25}$	0.77
	فصل الربيع	$R_{max.}= 707.235 * D^{0.023} * L^{-0.173}$	0.71
التبخر الدنيا	فصل الربيع	$E_{min.}= 49.817 * D^{0.042} * L^{0.193}$	0.70
التبخر القصوى	فصل الربيع	$E_{max.}= 90.902 * D^{-0.167} * L^{0.39}$	0.73
الرطوبة النسبية	فصل الربيع	$H = 71.419 * D^{0.03} * L^{-0.069}$	0.68
درجات الحرارة الصغرى	فصل الربيع	$T_{min.}=17.43 * D^{-0.075} * L^{-0.126}$	0.77
درجات الحرارة العظمى	فصل الربيع	$T_{max.}=29.818 * D^{0.006} * L^{-0.038}$	0.80
	فصل الصيف	$T_{max.}=42.58+0.007\ D-0.008\ L$	0.97
	فصل الخريف	$T_{max.}=30.39+0.0024D-0.006\ L$	0.98

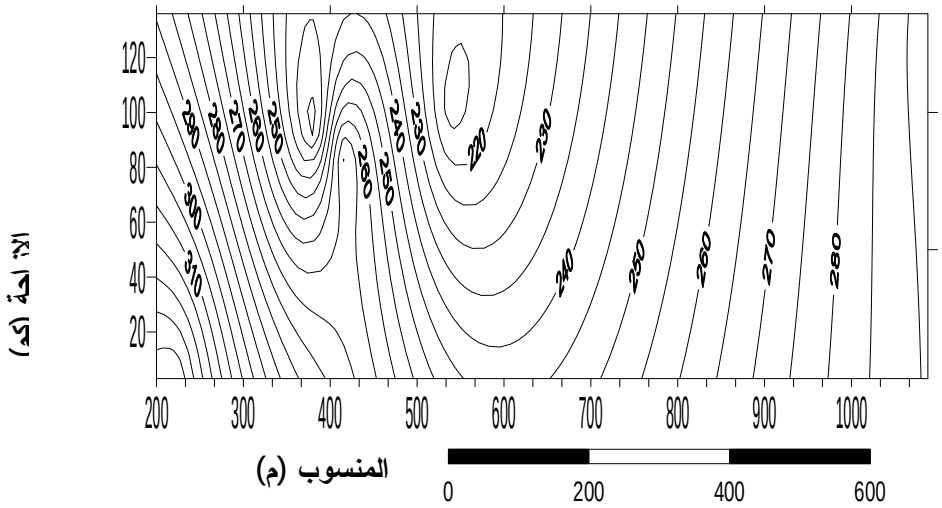
حيث ان :
R : المطر (ملم)
E : التبخر (ملم)
H : الرطوبة النسبية %
$T_{min.}$: درجات الحرارة الصغرى (درجة مئوية)
D : الازاحة عن نقطة مرجعية (كم)
L : المنسوب عن مستوى سطح البحر (م)

المخطط الكنتوري للظاهرة الانوائية نسبة الى نقاط مرجعية:

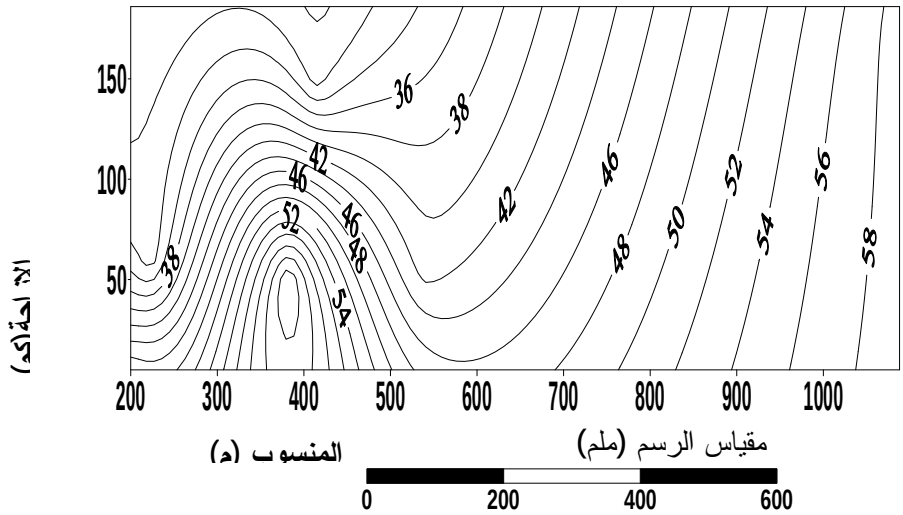
لغرض السهولة والدقة رسمت المتغيرات الثلاثة على شكل مخطط كنتوري حيث يمثل المحور السيني المنسوب عن مستوى سطح البحر (م) والمحور الصادي يمثل الازاحة عن نقطة مرجعية (كم) والخطوط الكنتورية تمثل الظاهرة الانوائية . وعند تحديد أي نقطة في المنطقة الشمالية يمكن معرفة منسوبها وازاحتها عن النقطة المرجعية عندها يمكن تسقيطها على المخطط للحصول على الظاهرة الانوائية المطلوبة كما مبين في الاشكال (17-28) التي تمثل بعض الظواهر الانوائية.



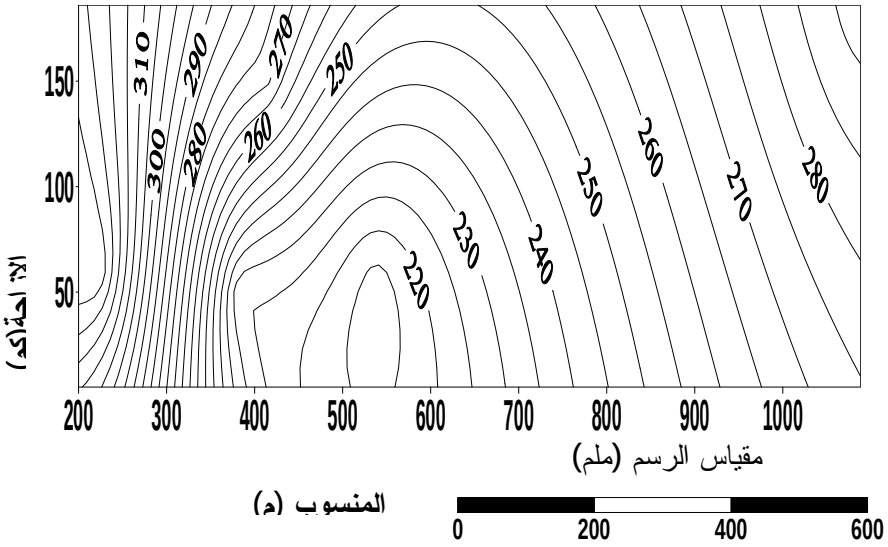
شكل(17) : مخطط للامطار الدنيا والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



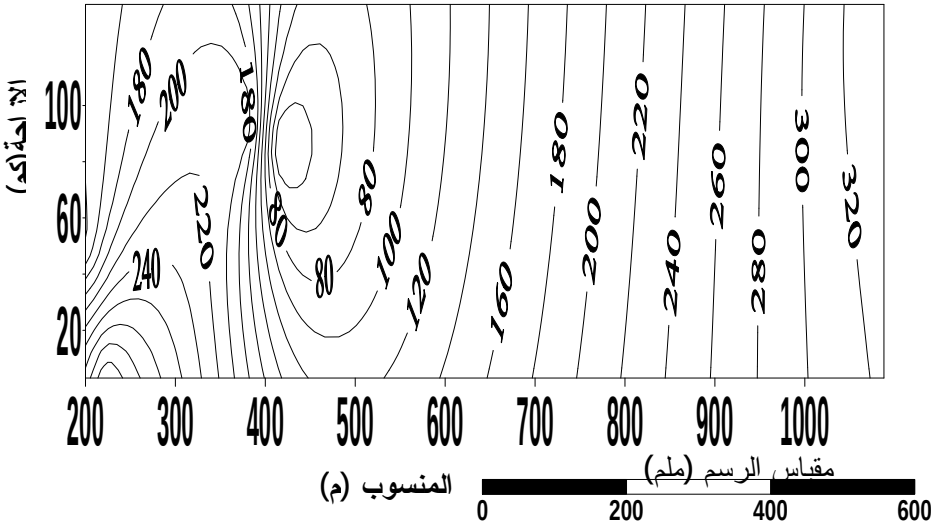
شكل(18): مخطط للامطار القصوى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



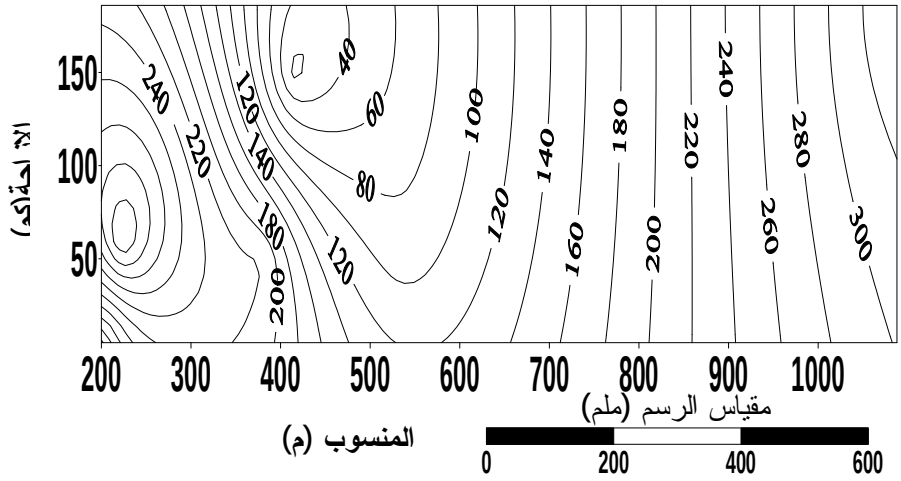
شكل(19) : مخطط للامطار الدنيا والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز تلعفر



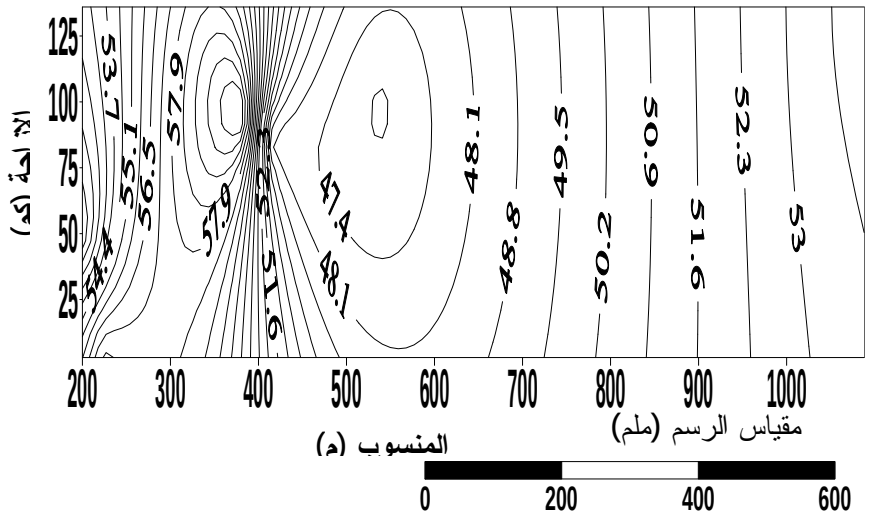
شكل(20) : مخطط للامطار القصوى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز تلعفر



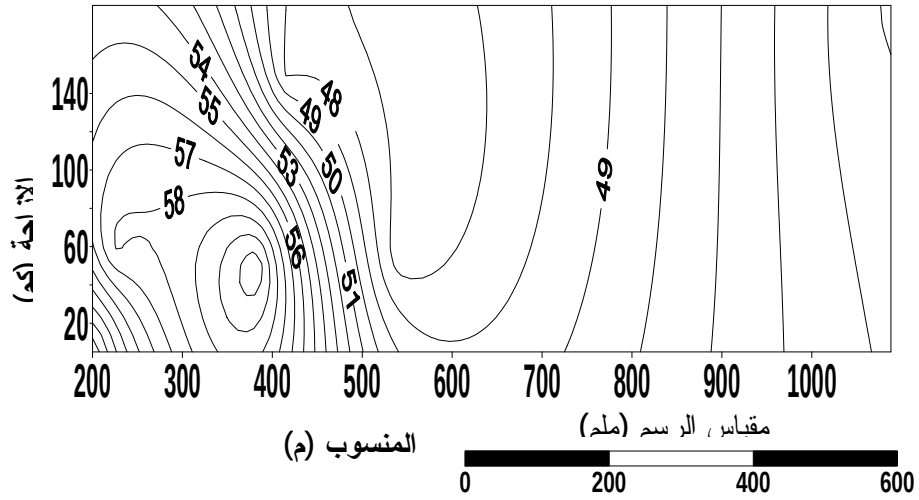
شكل(21) : مخطط قيم للتبخر والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



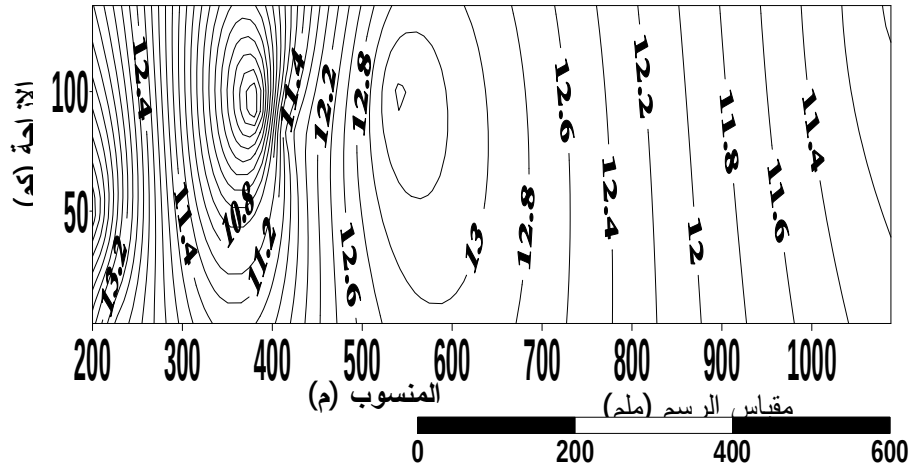
شكل(22) : مخطط قيم للتبخر والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز تلعفر



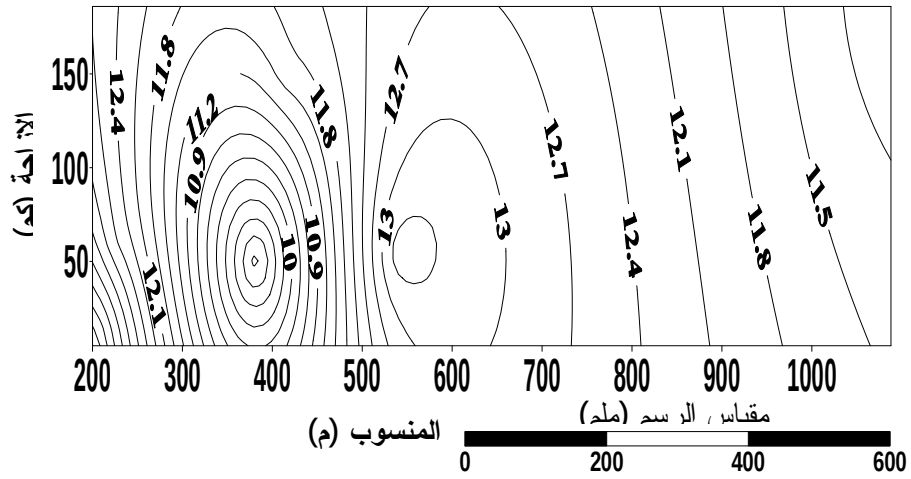
شكل(23) : مخطط للرطوبة النسبية والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



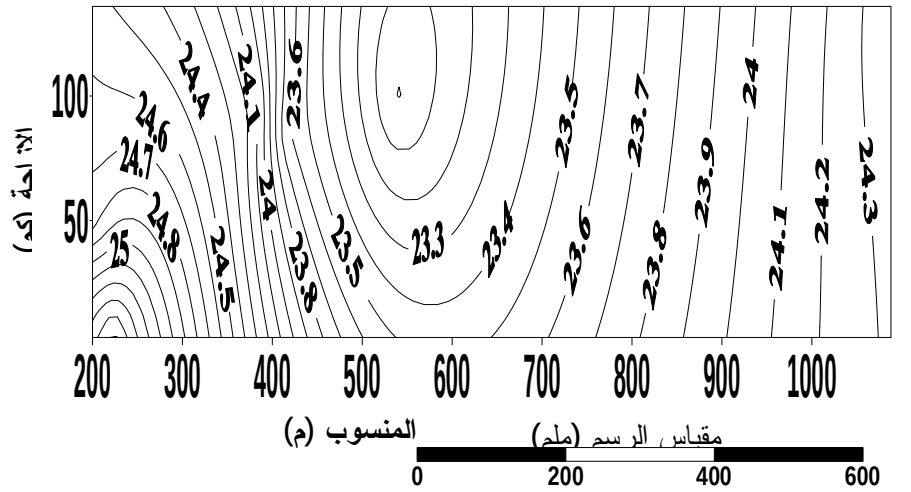
شكل(24) : مخطط للرطوبة النسبية والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة تلعفر



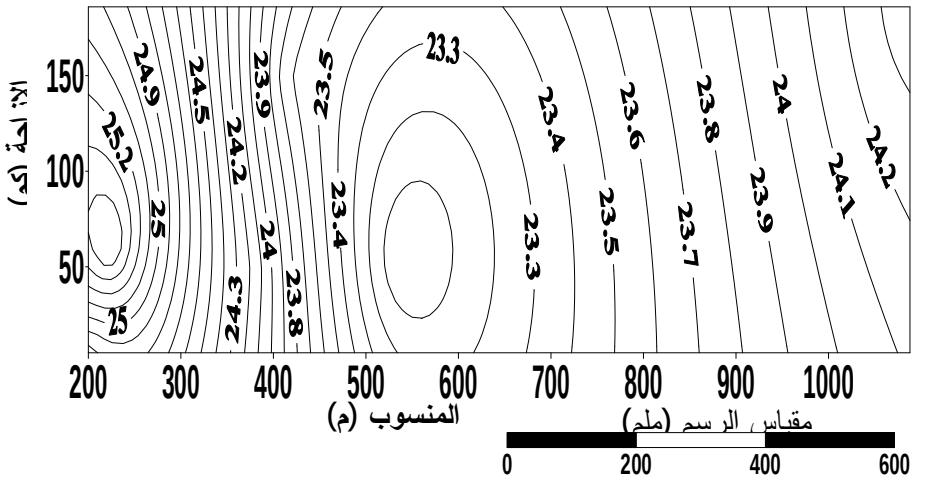
شكل(25): مخطط درجات الحرارة الصغرى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



شكل(26) : مخطط درجات الحرارة الصغرى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة تلعفر



شكل(27) : مخطط درجات الحرارة العظمى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز مدينة الموصل



شكل(28) : مخطط درجات الحرارة العظمى والمنسوب والازاحة لفصل الربيع عن مركز تلعفر

المناقشة والتطبيق :

يبين الجدول (2) ان هناك علاقة قوية بين المحطات بالنسبة لظاهرة الامطار حيث بلغت اشدها بين (ربيعة –سنجار) ،(سنجار –تلعفر) و(موصل-سنجار) وذلك لقرب المحطات من بعضها وظهرت العلاقة ضعيفة بين (موصل – صلاح الدين) لوجود فرق بين منسوب المحطتين .

اما بالنسبة لدرجات الحرارة وبالاخص الصغرى فقد ظهرت العلاقة قوية بين بعض المحطات وضعيفة في اخرى ، وكذلك الحال بالنسبة للرطوبة النسبية والتبخر الشهري . وتشير قيم التبخر في الجدول (3) لمحطة اربيل الى وجود بعض الالتباس فيها وهذا عائد الى وجود بعض الاخطاء في التسجيلات وكذلك الحال بالنسبة لمحطة سنجار .

اما الجدولين (a-5) و(b-5) فيشيران الى علاقة الظاهرة الانوائية والنقطة المرجعية الافضل في تخمين القيمة المفقودة ، حيث تم تحديد علاقة رياضية بين الظاهرة الانوائية وكل من الازاحة والمنسوب عن نقطة مرجعية معينة ، وقد ظهرت العلاقات ضعيفة لكلا المحطتين بالنسبة للرطوبة النسبية ودرجات الحرارة الصغرى ولمعالجة هذا الامر تم ايجاد علاقة ما بين درجات الحرارة العظمى ومعدل درجات الحرارة لكلا المحطتين وقد ظهرت قيم معامل الارتباط قوية وتراوحت بين (0.76-0.99) . وبين الجدول (8) بأن معامل الارتباط المتعدد (R) كان جيدا واعطى علاقة قوية بين المتغيرات الثلاثة. ولغرض التاكد من هذه الطريقة في التخمين نفترض المثال التالي :

يبلغ ارتفاع محطة (تل عبطة) عن مستوى سطح البحر (202) م وازاحتها عن عن مركز مدينة الموصل (70) كم [8]، بتعويض الازاحة والمنسوب لهذه المحطة بالمعادلات التخمينية في الجدول(8) وللظواهر الانوائية المتوفرة لدينا لهذه المحطة حصلنا على القيم المبينة في الجدول (9) .

جدول (9) : مثال تطبيقي على محطة (تل عبطة)

الظواهر الانوائية	القيم	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف
درجات الحرارة العظمى	من المعادلات	24.1	41.57	29.15
	من البيانات المسجلة	25.6	41.0	29.8
	نسبة الاختلاف%	5.80	1.39	2.18
الرطوبة النسبية	من المعادلات	51.2	-	-
	من البيانات المسجلة	51.0	-	-
	نسبة الاختلاف%	0.39	-	-

يتبين من الجدول (9) مدى التقارب بين القيم من البيانات المسجلة (الماخوذة من الهيئة العامة للانواء الجوية) والقيم المستنبطة من المعادلات التخمينية وهذا دليل على صحة التخمين وبهذا يمكن استخدام نفس الطريقة على البيانات الشهرية او اليومية اذا كانت موجودة للظواهر الانوائية المستخدمة .

اما بالنسبة للمخططات الكنتورية فقد اختلفت عن تلك المرسومة في الاطلس المناخي العراقي والذي يعطي معلومات جغرافية ليس الا [8] . والمخططات الكنتورية المستنتجة في البحث مفيدة في تحديد كمية المطر او التبخر او الظواهر الانوائية الاخرى بعد تحديد المنسوب عن مستوى سطح البحر لكي يحدد منها الكمية المفقودة وهذا يعطي مسح كامل للقيم المفقودة في المنطقة تحت الدراسة .

المصادر :

1- محمد سعيد كتانة ، م .كانكوباديا ، جورج فتح الله كاكا، " تغييرات واحتمالات سقوط الامطار السنوية في العراق " ، مؤسسة البحث العلمي ، بغداد ، العراق ، (اب 1974) .

2- Crowe, R.R., " Concepts in Climatology" , Longman, London ,pp 471-506 , (1971).

3- Kellogg, W.W. , "Effects of Human Activities on Global Climate" , part 1, WMO , Bulletin . vol. XXVI , No. 4 , Geneva , 1977 ,pp 229-239.

4- Butler , S.S. And Stanly "Engineering Hydrology", Printice-Hall Inc. Englewood Cliffs , N.J.,U.S.A. (1957)

5- Jung, Hyun-Sook, Gyu.Ho.Lim., and Jai. Ho, “Interpretation of the transient variation of precipitation amounts in Seoul , Korea, Part 1:Diurnal Variation ” , Vol.14, No.13 ,1 July, American Meteorological Society .(2001).

6- Lana X., C. Serra And A. Burguenob “ Pattrens of Monthly Rainfall Shortage and Excess in term of the Standardized Prediction Index for Catalonia [NE Spain] ”, International J. of Climatology , 21: 1669-1691, Spain (2001).

7 - الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، العراق ، (2002).

8 - اطلس العراق التعليمي ، انتاج مركز دراسات علم الخرائط ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، (2003) .

9- Schwab , G.O., "Soil and water conservation engineering ", Second Edition, the Ferguson Foundation Agricultural Engineering Series. (1966).

10 - عبد المجيد حمزة ،عبد النبي قاسم ،" مبادئ التحليل الاحصائي وتصميم التجارب " ، مطبعة المعارف – بغداد 1969.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل