

دراسة تحليلية لأثار التغيرات المناخية في تباين الأمطار الساقطة والموازنة المائية لشمال العراق

محمد سعيد كشموله

قسم الغابات / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق

E-mail: misu_53@yahoo.com

الخلاصة

أنجزت هذه الدراسة في مدينة الموصل اعتماداً على البيانات المسجلة في محطة الأنواء الجوية لمدينة دهوك للفترة من 1976 لغاية 2010 حيث وجد تبايناً كبيراً في مقدار الأمطار السنوية ما بين 212.4 إلى 888.6 ملم في حين بلغ المعدل السنوي للأمطار خلال فترة الدراسة 525.59 ملم والذي اعتمد عليه في حساب السنوات الجافة والرطوبة إضافة إلى حساب احتمالية التكرار وفترة أعوده حسب علاقة هازن. فترة العودة للسنوات ذات النقص الحاد كانت 9.5 سنة وباحتمالية مقدارها 10.2% من جهة أخرى فإن السنوات الرطبة والتي زادت فيها الأمطار عن 656 ملم كانت لها تكرار مره واحده خلال 3.8 سنوات وباحتمالية مقدارها 26%. النتائج أيضاً أظهرت وجود علاقة عكسية ما بين المعدل السنوي لدرجات الحرارة والمعدل الشهري لدرجات الحرارة من جهة والأمطار السنوية من جهة أخرى. وأظهرت الموازنة المائية للسنوات العشرة الأخيرة وجود نقص حاد في المياه في حين كان الفائض من المياه محدوداً.

الكلمات الدالة: التغيرات المناخية. الموازنة المائية. السنوات الجافة والرطوبة. شمال العراق.

تاريخ تسلم البحث: 2012/2/23 ، وقبوله: 2013/3/18.

المقدمة

إن الأمطار عنصر مهم من عناصر المناخ وعليها تنقصر طبيعة الأقاليم المناخية ومدى صلاحيتها للإنتاج الزراعي والحيواني. وتعتبر طبيعة توزيع المطر في الأوقات المختلفة من السنة أهم العوامل في تحديد الصفات العامة والمظاهر الموسمية للغطاء الخضري ومن الجدير بالملاحظة أن هناك عدة أمور تدخل في مدى الاستفادة من الأمطار الساقطة منها نوعية الأمطار وتكرار سقوطها ونوع الغطاء النباتي وموسم سقوطها فقد تسقط في فترات لا يمكن الاستفادة منها كفترات السبات والحصاد، لذا فإن أمر توزيعها على شهور ومواسم السنة توزيعاً منتظماً وعلى المناطق المختلفة من الأرض تعتبر من أهم عوامل تطويرها وغنى مواردها الطبيعية المتجددة ويعتمد مقدار الأمطار الساقطة على عدة عوامل منها عدد المنخفضات الجوية وأماكن تركزها واتجاه الرياح السائدة ووجود التضاريس والمرتفعات الجبلية بالإضافة إلى القرب والبعد من المحيطات والبحار. (إبراهيم، 1999). ومن الملاحظ أن التغير المناخي أثر تأثيراً كبيراً على مقدار الأمطار الساقطة في منطقتنا ويعتبر التغير المناخي من المواضيع الساخنة وله علاقة بكوارث الجفاف و أزمة مصادر المياه الطبيعية (Qin وآخرون، 2005) والتغير المناخي بين الرطب والجاف يعتبر جزءاً مهماً من التغير المناخي الحالي ويتم معرفة ذلك عن طريق تحليل الأمطار وتغيراتها أو باستخدام أدلة الجفاف التي تعتمد على العلاقة بين الأمطار ودرجات الحرارة أو مع ألتبخر ألتنح ألكامن (Guo وآخرون، 2008). أما الباحث Haung (2011) فقد وجد أن الفصل الجاف خلال السنوات 1990-2007 تميز بالدفئ مع زيادة في درجة الحرارة بمقدار 0.43 م لكل عشر سنوات. مما كان لها تأثيراً واضحاً على الجفاف لمنطقة Yunnan في الصين. كما وجد Gao وآخرون (2008) أن الاحتباس الحراري في Yunnan خلال الفترة بين شهري شباط ونيسان أكثر معنوياً مقارنة مع فصلي الصيف والخريف. وفي أثيوبيا استخدم الباحث Meny (2011) نماذج من الانحدار المتعدد لتقييم تأثير التغيرات المناخية والمتعلقة بالسواقي على عائديه الإنتاج للهكتار الواحد من المحاصيل اعتماداً على إنتاجية 425 من المزارعين حيث وجد أن زيادة سقوط الأمطار قبيل موسم الزراعة أدت إلى زيادة العائدات المالية بمقدار 0.02 لكل هكتار كما وجد أن الجفاف لعام 2002 قلل من عائدات المحاصيل بنسبة 52%. كما وجد الباحث نفسه أن انخفاض الأمطار بنسبة 10.5% أدى إلى خفض العائدات بنسبة 6.3% على التوالي. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد فترة العودة للسنوات الجافة والرطوبة بالاعتماد على السجل المطري لمدينة دهوك لفترة (34) سنة لغرض أخذ الاحتياطات اللازمة والمتعلقة بالاحتياطات المائية خلال السنوات الجافة في ظل التغيرات المناخية وما يترتب عن ذلك من نقص في المحاصيل الزراعية ودرء أخطار الفيضانات في السنوات ذات الأمطار الغزيرة والإستفاده منها بعد خزنها.

مواد البحث وطرائقه

أجريت هذه الدراسة التحليلية للبيانات المناخية والتي تم الحصول على جزء منها من التقارير الصادرة من قبل الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية للفترة ما بين (1976-1999) أما الجزء الآخر من البيانات فتم الحصول عليه من دائرة الأنواء الجوية لمدينة دهوك وللفترة المحصورة ما بين (2000) و (2010) وتضمنت الدراسة التحليلية ما يأتي:

دراسة التباين الشهري والسنوي للأمطار الساقطة : حيث تم حساب ذلك بالاعتماد على قيمة معامل التباين (Cv) وللفترات الزمنية المختلفة وفق العلاقة التالية:

$$Cv = (S / P) * 100$$

حيث أن S = الانحراف القياسي و P = معدل السواقط (مم).

تقدير السنوات الرطبة والجافة وفترة عودتها : تم تصنيف السنوات الرطبة حسب تصنيف Blandford حيث يعتبر السنة رطبة عندما تعادل مقدار الأمطار (1.24 – 2.5) من المعدل واعتمد على القيمة 525 ملم لمدينة دهوك في هذا التصنيف (Sharma. 1978). كما استخدم تصنيف Sharma. 1978 لتصنيف السنوات الجافة وفقاً لهذا التصنيف فإن السنوات الجافة تصنف إلى ثلاثة أصناف هي السنوات ذات النقص الكبير والتي فيها تقل الأمطار عن المعدل بمقدار 30-45% والسنوات ذات النقص الخطير والتي تنخفض فيها عن المعدل 45-65% والسنوات ذات النقص المسبب للكوارث حيث تقل الأمطار عن المعدل بمقدار 60%، أما فيما يخص حساب فترة العودة للسنوات الجافة بوالرطوبة فقد اعتمد علاقة Hazen (Sharma. 1979) والتي تأخذ الصيغة التالية :

$$Tr = N / m - 0.5$$

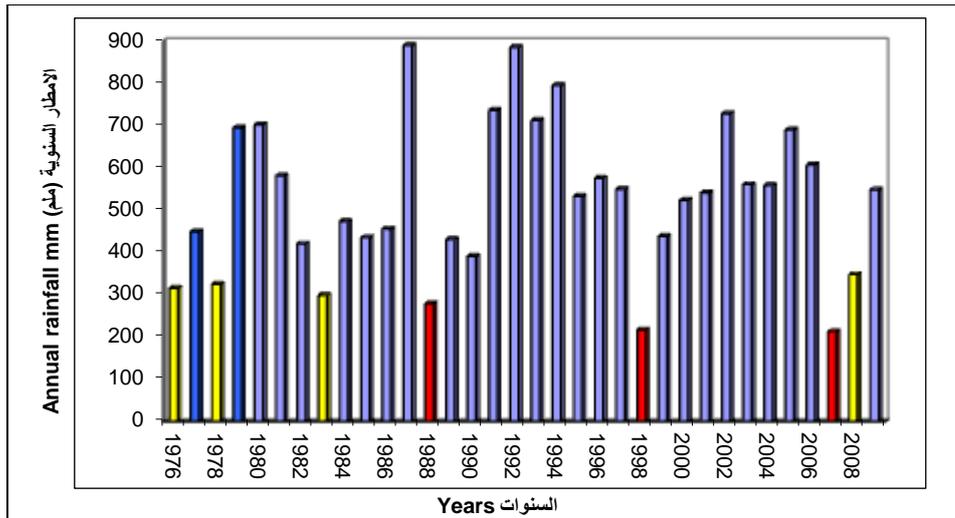
حيث أن Tr = فترة العودة بالسنوات للسواقط التي تساوي أو تزيد عن مقدار معين. N = عدد السنوات للسجل المطري. m = رقم تسلسل السواقط بعد ترتيبها تصاعدياً أو تنازلياً ومن الجدير بالذكر فإن البيانات ترتب ترتيباً تنازلياً وذلك عند حساب فترة العودة للأمطار التي تساوي أو تزيد عن مقدار معين. كما تم حساب احتمالية التكرار في أي سنة من السنوات وفق العلاقة:

$$P\% = (1 / Tr) * 100$$

حيث أن P% = النسبة المئوية لاحتمالية الحدوث. Tr = فترة العودة بالسنوات، أما حساب الموازنة المئوية فقد تمت على أساس الفرق بين القيم الشهرية للسواقط والتبخر الكلي. حيث يكون هناك نقص في المياه عندما يزيد التبخر الكلي على السواقط خلال شهر معين. ويكون هناك فائض في المياه عندما تزيد السواقط الشهرية على التبخر الكلي والذي يخزن في التربة أو يحصل الجريان اعتماداً على طبيعة التربة و الغطاء النباتي.

النتائج والمناقشة

التباين السنوي للأمطار الساقطة: أظهرت الدراسة بأن هناك تبايناً واضحاً في مقدار الأمطار السنوية خلال فترة الدراسة (212.4 – 888.6) ملم حيث يظهر الشكل (1) بأن هناك سبعة عشر سنة تجاوز فيها مقدار الأمطار السنوية عن المعدل البالغ 525.59 ملم وستة عشر سنة كانت دون ذلك، معتمدين على ما تم تسجيله خلال السنين المائية التي تبدأ في العراق من الأول من تشرين الأول لسنة معينة وتنتهي بنهاية شهر أيلول للسنة التي تليها، ويلاحظ من الشكل (1) أيضاً بأن هناك سنتان قاربت فيهما السواقط من المعدل وأن أعلى مقدار للسواقط سجلت خلال فترة الدراسة بلغ (888.6) ملم خلال السنة المائية (1987-1988) في حين كانت أقل قيمة هي (212) ملم خلال السنة المائية (2007-2008). ويظهر الجدول (1) أن أقل مقدار للسواقط كان خلال الأربع سنوات الأخيرة كمعدل حيث بلغ 428.5 ملم وهو أقل من المعدل العام (525.59) ملم، في حين خلال السنوات المحصورة ما بين 1991 و 1996 كان هناك أعلى معدل لمقدار السواقط والبالغ 731.36 ملم، أما أعلى مقدار لمعامل التباين فقد كان 47.85% للفترة 1986-1991، في حين أقل مقدار هو 14.05 ملم للفترة 2001 – 2006 إذ يمكن القول بأن هذه الفترة شهدت تجانسا نسبيا في مقدار السواقط السنوية مقارنة مع جميع الفترات الأخرى.



الشكل (1): الأمطار السنوية من 1976 – 2010 لمنطقة الدراسة.
Figure (1): Annual rainfall since 1976 - 2010 for the studied area.

الجدول (1): معدل السواقط والانحراف القياسي ومعامل التباين خلال فترات مختلفة.
Table (1): Annual means of rainfall. standard deviation and coefficient of variation for different periods.

معامل التباين Cv%	الانحراف القياسي S	المعدل Mean (mm)	الفترة Period
38.46	190.86	496.18	1981 - 1976
23.07	101.75	441.02	1986 - 1981
47.85	233.7	488.4	1991 - 1986
17.7	129.68	731.36	1996 - 1991
31.68	145.63	459.6	2001 - 1996
14.05	86.38	614.6	2006 - 2001
42.45	181.89	428.5	2010 - 2006

التحليل للبيانات الشهرية للأمطار: يظهر الجدول (2) بأن أكبر مقدار للأمطار كان خلال شهر كانون الثاني (92.85) ملم والأشهر الأخرى أخذت التسلسل التنازلي التالي:

كانون الثاني، شباط، كانون الأول، آذار، تشرين الثاني، نيسان، تشرين الأول، مايس ويظهر من الجدول (2) أن أعلى مقدار لمعامل التباين كان لشهر مايس (171.5%) وأقل مقدار لشهر شباط (53.9%) في حين كان أعلى مقدار لنسبة السواقط الشهرية إلى السنوية كانت لشهر كانون الثاني وهي (18.12%) وأقل نسبة لشهر مايس وهي (4.04%).

تحديد السنوات الجافة والرطبة وتقدير فترة عودتها: وجد أن معدل الامطار الساقطة لمدينة دهوك بلغ (525.59) ملم للفترة 1976 – 2010 واعتمد على هذا المعدل في تحديد السنوات الجافة والرطبة وفترة العودة حسب علاقة Hazen حيث يتضح من الجدول (3) أن الامطار القريبة من المعدل السنوي والمساوية لها أو تزيد عنها هي لها فترة عودة كمعدل 1.83 سنة وباحتمالية مقدارها 54.6% أما أعلى مقدار سجل خلال فترة الدراسة (34 سنة) فهي 888.6 ملم والتي سقطت خلال السنة المائية 1987-1988 فهذه الامطار يمكن ان تتكرر مرة واحدة كل 68 سنة وباحتمالية مقدارها 1.47%، أما السنوات ذات النقص الحاد والتي تنخفض فيها الامطار السنوية عن المعدل بمقدار 30% أي مساوية ل 368 ملم تكررت خلال السنوات المائية 1977، 1979، 1984، 2009 كما موضح ذلك في الشكل (1). ومن الجدير بالذكر أن قيم الامطار لهذه السنوات انحصرت ما بين (212.4 . 888.6) ملم، وبالرجوع إلى الشكل (2) نلاحظ بأن القيم المساوية لمقدار (368) ملم أو أقل منها

تتكرر مرة واحدة كل 4.85 سنة كمعدل وباحتمالية مقدارها 20.6%، أما السنوات ذات النقص الخطر والذي انخفضت فيها الأمطار السنوية عن المعدل بمقدار 45 – 60 % فهي تمثلت في السنوات 1989 – 1999 – 2008 وفي مناطقنا يفضل الاعتماد على الحدود الدنيا التي حددها sharma سواء كان ذلك للسنوات ذات النقص الحاد أو الخطر لكون أن المنطقة تقع ضمن المناطق شبه الجافة وانخفاض المطر عن المعدل بهذه النسبة لها آثارها السلبية الوخيمة، كما نلاحظ من الشكل (2) أن الأمطار التي تساوي أو تقل عن (289) ملم أي منخفضة عن المعدل بنسبة 45% هي تتكرر مرة واحدة كل (9) سنة وباحتمالية مقدارها 11% أما التي تنخفض عن المعدل 60% أي تنخفض عن 210.20 ملم فهي تتكرر مرة واحدة كل 68 سنة تقريبا وباحتمالية مقدارها 1.47% أما إذا اعتمدنا على تصنيف Blandford فإن السنوات الرطبة أي التي زادت عن المعدل بـ (1.42) والتي تساوي 657 ملم أو أكثر منها فهي تكررت في السنوات 1979، 1980، 1991، 1987، 1992، 1994، 2002، 2005 ومن الشكل (3) نلاحظ أن الأمطار التي تساوي 657 ملم أو تزيد عنها تتكرر مرة واحدة كل 3.7 سنة كمعدل واحتمالية 27% أما السنوات المسببة للكوارث أي أن الأمطار السنوية تعادل 0.39% من المعدل وأقل ولمنطقة الدراسة فهي تساوي 205 ملم فهي لم تحدث إلا أنها قريبة من القيمة 212.4 ملم والتي حدثت في السنة المطرية (2007-2008). الجدول رقم (4) يوضح فترة العودة للأمطار التي تساوي أو تقل عن مقادير محددة.

العلاقة بين الأمطار ودرجات الحرارة: أظهرت الدراسات أن هناك علاقة عكسية ما بين معدل درجة الحرارة لفصل الشتاء (كانون الأول وكانون الثاني وشباط) حيث بلغت قيمة معامل الارتباط 0.122 ألا أن هذه العلاقة كانت ضعيفة وتم التوصل إلى المعادلة الخطية التالية:

$$P = -16.10 C^{\circ} + 449.8$$

حيث أن $C =$ معدل درجات الحرارة خلال أشهر الشتاء، $P =$ معدل الأمطار (ملم) خلال أشهر الشتاء والشكل (4) يوضح تلك العلاقة، أما عند دراسة العلاقة ما بين المعدل السنوي لدرجات الحرارة والأمطار السنوية فوجدنا أيضا بأن هناك علاقة عكسية حيث بلغت قيمة معامل الارتباط $r(0.319)$. والشكل رقم (5) يوضح تلك العلاقة

الموازنة المائية: أظهرت دراسة الموازنة المائية خلال العشر سنوات الأخيرة أن هناك عجزا في المياه حتى خلال الخمسة أشهر الأولى للسنة المائية للسنوات 2001 – 2002 ولغاية 2010 – 2009 بلغت على التوالي (518.6)، (202.1)، (590.2)، (618.5)، (566.7)، (332.3)، (1250.7)، (796)، (250.5) ملم وأكبر مقدار للعجز كان في 2008 – 2007، أما مقدار الخزن لحد 200 ملم فإن أقل مقدار كان خلال 2007-2008 عموما فإن مجموع التبخر الكلي للسنوات التسع الأخيرة بلغت (1975.7)، (2006.8)، (2376.4)، (2263.9)، (2296.5)، (2092.4)، (2392.1)، (2016) و (559.1) ملم والجدول (5-9) توضح الموازنة المائية للسنوات التسع الأخيرة

الجدول (2): معدل السواقي الشهرية والانحراف القياسي ومعامل التباين ونسبة الامطار الشهرية إلى السنوية لمحافظة دهوك للفترة (1976 – 2010).

Table (2): Monthly means of rainfall. standard deviation. coefficient of variation and monthly annual ratio of Duhok Governorate from 1976 to 2010.

الأشهر Months	معدل الأمطار الشهرية (ملم) Monthly mean rainfall (mm)	الانحراف القياسي SD	معامل التغاير Cv%	نسبة السواقي الشهرية ألى السنوية Monthly annual ratio
تشرين الأول Oct.	22.28	24.91	111.80	4.23
تشرين الثاني Nov.	62.47	48.38	77.44	11.87
كانون الأول Dec.	92.85	63.12	67.98	17.64
كانون الثاني Ja.	95.38	58.89	61.74	18.12
شباط Fe.	94.37	50.92	53.95	17.93
آذار March	82.4	46.23	56.10	15.66
نيسان April	55.09	38.71	70.26	10.47
مايس May	21.3	36.53	171.50	4.04

الجدول (3): فترة العودة للسواقي التي تساوي أو تزيد عن مقدار معين واحتمالية الحدوث.

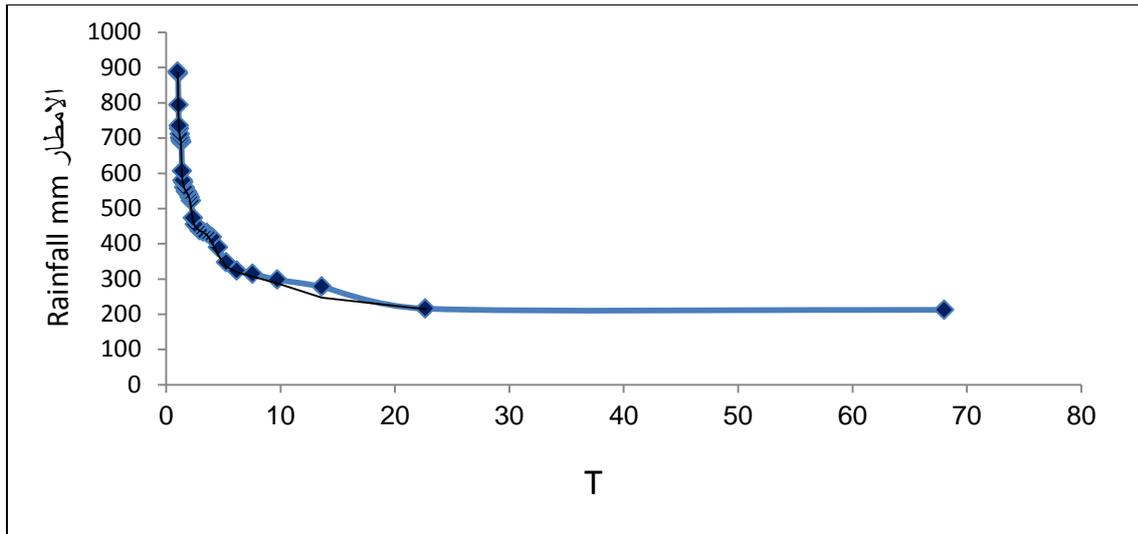
Table (3): Recurrence internal for the maximum rainfall and its probability.

الاحتمالية Probability	فترة العودة(سنة) Return period	السواقي السوية Annual rainfall	التسلسل Rank	الاحتمالية Probability	فترة العودة (سنة) Return period	السواقي السوية Annual rainfall	التسلسل Rank
51.5	1.94	532.3	18	1.47	68	888.6	1
54.6	1.83	522.4	19	4.41	22.66	884.0	2
57.4	1.74	472.9	20	7.35	13.6	794.0	3
60.6	1.65	454.7	21	10.2	9.71	735.3	4
63.2	1.58	447.9	22	13.2	7.55	726.6	5
66.2	1.51	437.5	23	16.1	6.18	711.2	6
69.4	1.44	434.6	24	19.1	5.23	700.8	7
72.4	1.38	430.8	25	22.0	4.53	693.5	8
75.1	1.33	419.2	26	25.0	4	688.9	9
78.1	1.28	389.8	27	28.0	3.57	606.6	10
81.3	1.23	347.2	28	30.9	3.23	580.4	11
84.0	1.19	323.8	29	33.8	2.95	574.4	12
86.9	1.15	314.9	30	36.7	2.72	559.7	13
90.0	1.11	298.0	31	39.8	2.51	558.1	14
93.4	1.07	278.3	32	42.7	2.34	548.1	15
96.1	1.04	215.9	33	45.6	2.19	547.8	16
99.0	1.01	212.4	34	48.5	2.06	539.9	17

الجدول (4): فترة العودة للسواقي التي تساوي أو تقل عن المقادير أدناه.

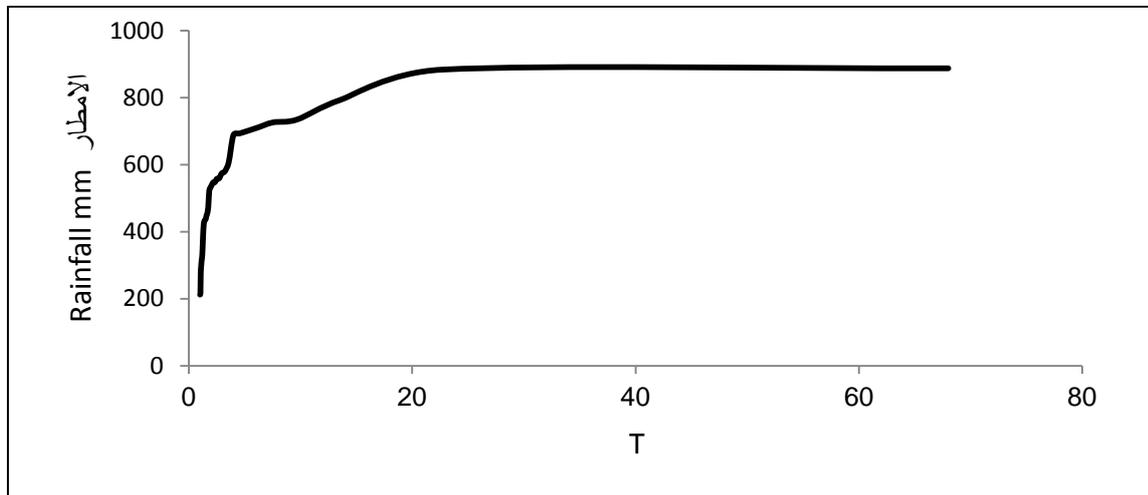
Table (4): Return period and probability for rainfall which is equal or greater than the amount shown bellow.

الاحتمالية Probability	فترة العودة(سنة) Return period	السواقي السوية Annual rainfall	التسلسل Rank	الاحتمالية Probability	فترة العودة (سنة) Return period	السواقي السوية Annual rainfall	التسلسل Rank
51.5	1.94	539.9	18	1.47	68	212.4	1
54.6	1.83	547.8	19	4.41	22.66	215.9	2
57.4	1.74	548.1	20	7.35	13.6	278.3	3
60.6	1.65	558.1	21	10.2	9.71	298.0	4
63.2	1.58	559.7	22	13.2	7.55	314.9	5
66.2	1.51	574.4	23	16.1	6.18	323.8	6
69.4	1.44	580.4	24	19.1	5.23	347.2	7
72.4	1.38	606.6	25	22.0	4.53	389.8	8
75.1	1.33	688.9	26	25.0	4	419.2	9
78.1	1.28	693.5	27	28.0	3.57	430.8	10
81.3	1.23	700.8	28	30.9	3.23	434.6	11
84.0	1.19	711.2	29	33.8	2.95	437.5	12
86.9	1.15	726.6	30	36.7	2.72	447.9	13
90.0	1.11	735.3	31	39.8	2.51	454.7	14
93.4	1.07	794.0	32	42.7	2.34	472.9	15
96.1	1.04	884.0	33	45.6	2.19	522.4	16
99.0	1.01	888.6	34	48.5	2.06	532.3	17



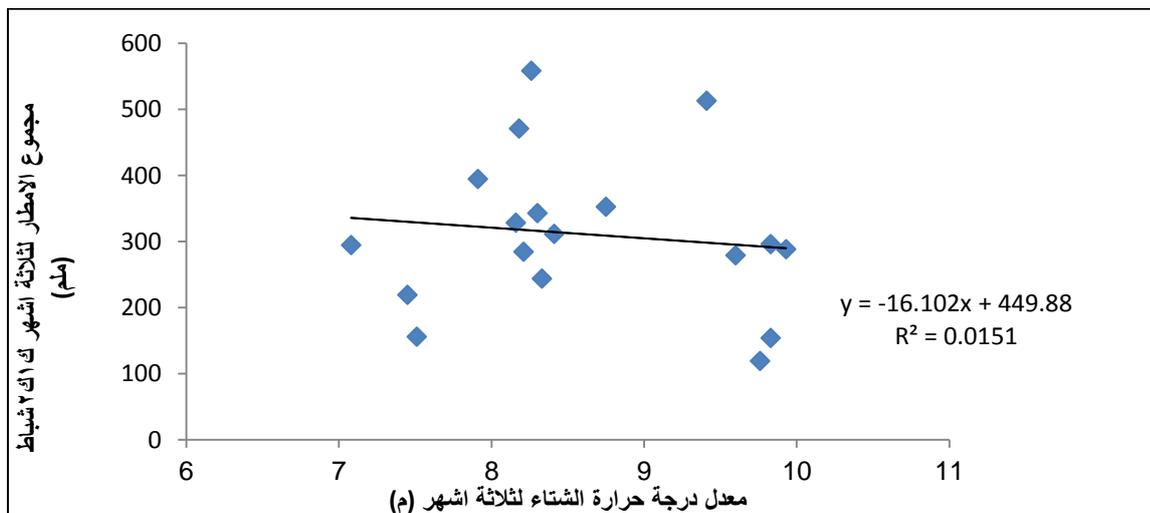
الشكل (2): منحنى التردد والعمق للأمطار لأقل سقوط مطر

Fig(2): Depth frequency curve for minimum rainfall



الشكل (3): منحنى التردد والعمق للأمطار لأعلى سقوط مطر

Fig(3): Depth frequency curve for maximum rainfall



الشكل (4): العلاقة بين معدل درجة الحرارة لفصل الشتاء ومقدار الأمطار الشتوية

Figure (4): The relationship between winter mean temperature and winter rainfall

الجدول (5): الموازنة المائية لمدينة دهوك للفترة (2001-2004).

Table (5): Water balance of Duhok city from (2001-2004).

2003 – 2004						2001– 2002					
مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit(mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخّر - نتح ET (mm)	الاشهر Months	مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Waer deficit(mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخّر - نتح ET (mm)	الاشهر Months
		161	21.9	182.9	10			174.9	8	182.9	10
		54.8	71.2	126	11			59	25	84	11
74.8	74.8		112	37.2	12	57	57		91.1	34.1	12
161.3	86.5		126.8	40.3	1	132.9	75.9		103.8	27.9	1
200	41.9		89.8	47.6	2	124.9		8	48	56	2
90.8		109.2	30.3	139.5	3	200	103.1		186.8	83.7	3
31.9		58.9	91.1	150	4	170.1		29.9	72.1	102	4
0.0		206.3	16.9	223.2	5	0.0		246.8	4.3	251.1	5
			0	348	6				0	333	6
			0	424.7	7				0	341	7
			0	372	8				0	279	8
			0	285	9				0	201	9

الجدول (6): الموازنة المائية لمدينة دهوك للفترة (2002-2005).

Table (6): Water balance of Duhok city from (2002-2005).

2004 – 2005						2002 – 2003					
مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit (mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخّر - نتح ET (mm)	الاشهر Months	مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit (mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخّر - نتح ET (mm)	الاشهر Months
		162.2	8.3	170.5	10			114.1	16.1	130.2	10
82.2	82.2		136.2	54	11			42.3	23.7	66	11
47.6		34.6	11.9	46.5	12	177	177		204.9	27.9	12
187.4	139.8		183.2	43.4	1	152.9		24.1	96.8	120.9	1
200	50.5		100.9	50.4	2	154.2	1.3		211.3	210	2
113.5		86.5	57.2	144	3	132.6		21.6	139.6	161.2	3
0.0		163.9	16.1	180	4	0.0			30.5		4
		209.6	41.5	251.1	5				3.7		5
		339.2	2.8	342	6				0	297	6
			0	399.9	7				0	315	7
			0	362.7	8				0	390.6	8
			0	258	9				0	288	9

الجدول (7): الموازنة المائية لمدينة دهوك للفترة (2005 – 2008).

Table (7): Water balance of Duhok city from (2005-2008).

2007 – 2008						2005 – 2006					
مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit (mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخر - نتح ET (mm)	الاشهر Months	مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit (mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخر - نتح ET (mm)	الاشهر Months
		176.5	0.2	176.7	10			178.1	1.7	179.8	10
		84.2	17.8	102	11			48.3	29.7	78	11
		32	8.3	40.3	12	14	14		72.9	58.9	12
43.6	43.6		96.3	52.7	1	164.4	150.4		209.3	58.9	1
47.0	3.4		51	47.6	2	200	121.4		188.6	67.2	2
0.0		105.5	40.2	145.7	3	111.9		88.1	35.9	124	3
		201.8	2.2	204	4	122.5	10.6		142.6	132	4
		285	0.2	285.2	5	0.0		252.2	8.2	260.4	5
			0	351	6				0	354	6
			3.3	369	7				0	359.6	7
			0	368.9	8				0	362.7	8
			0	249	9				0	261	9

الجدول (8): الموازنة المائية لمدينة دهوك للفترة (2006-2009).

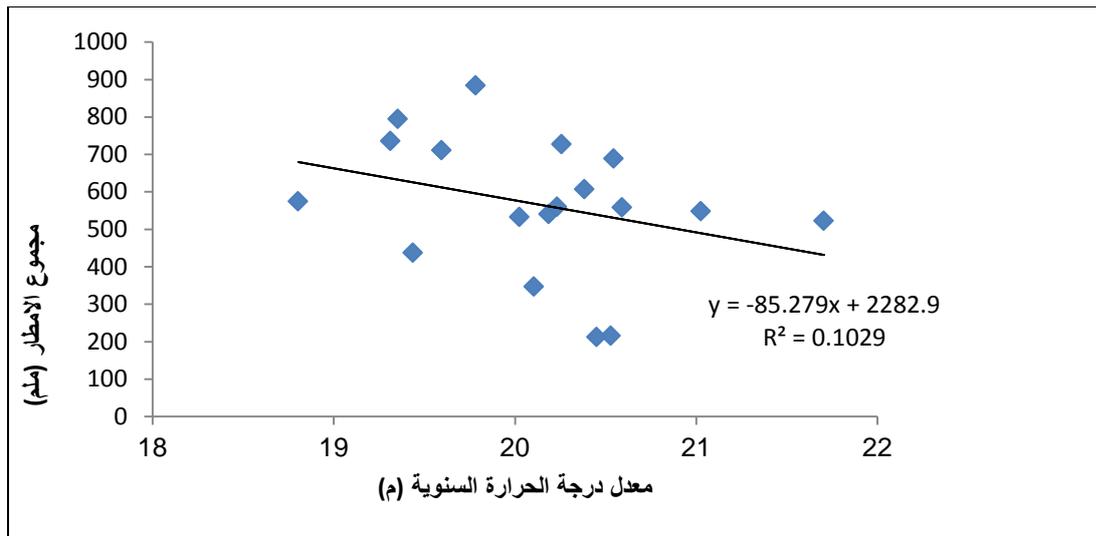
Table (8): Water balance of Duhok city from (2006-2009).

2008 – 2009						2006 – 2007					
مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit(mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخر - نتح ET (mm)	الاشهر Months	مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit(mm)	الامطار rainfall (mm)	التبخر - نتح ET (mm)	الاشهر Months
		114.7	18.6	133.3	10			57.7	100.4	158.1	10
19.6	19.6		76.6	57	11			11.1	48.9	60	11
57.9	38.3		81.7	43.4	12	24.9	24.9		71.4	46.5	12
18.9		39	4	43.4	1	55.0	30.1		82.8	52.7	1
25.2	6.3		67.9	61.6	2	131.9	76.9		130.1	53.2	2
0.0		31.9	64.2	96.1	3	97.3		34.6	58.4	93	3
		107.6	30.4	138	4	74.2		23.1	84.9	108	4
		253.7	0.5	254.2	5	0.0		205.8	26.7	232.5	5
			0	97.2	6				0	321	6
		249.7	6.8	356.5	7				0	368.9	7
			0	325.5	8				0	325.5	8
			0	210	9				0	273	9

أجدول (9): الموازنة المائية لمدينة دهوك للفترة (2009-2010).

Table (9): Water balance of Duhok city from (2009-2010).

2009 – 2010					
مقدار الخزن لحد 200 ملم Storage amount up to 200 (mm)	الفائض من المياه Water surplus (mm)	النقص في مياه الامطار ملم Water deficit (mm)	الامطار Rainfall (mm)	التبخّر - نتح ET (mm)	الاشهر Months
		87.2	55.4	142.6	10
7	7		64	57	11
158.2	151.2		194.6	43.4	12
200	60.5		110.1	49.6	1
200	20.5		68.1	47.6	2
179.5		61.2	28.7	89.9	3
77.4		102.1	26.9	129	4
0.0			-----	----	5
			-----	-----	6
			-----	-----	7
			-----	-----	8
			-----	-----	9



الشكل (5): العلاقة بين معدل درجة الحرارة السنوية ومقدار الأمطار السنوية

Figure (5): The relationship between annual mean temperature and annual rainfall

ANALYTICAL STUDY OF CLIMATIC CHANGES AND ITS EFFECT ON THE VARIATION OF PRECIPITATION AND WATER BALANCE IN NORTH OF IRAQ

Mohammed. S. Kashmoula

For. Department., College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq

E-mail: misu_53@yahoo.com

ABSTRACT

This study was carried out in Mosul city depending of the meteorological station records of Dohuk city since 1976 to 2010. while a large variation of annual precipitation during this period (212.4-888.6mm) while the annual precipitation during the study period was 525.5mm in which the dry and wet years were determined. in addition to the possibility and return period which were determined using the hazen formula. The return period of the large deficiency year was 9.5 year with probability of 10.2% while wet years which has amount of precipitation more than (656mm) has frequency one time within (3.8) year with probability equal to (26.5%). Results also showed that there was a reverse correlation between annual mean temperature. winter mean temperature and annual precipitation water balance of the last ten years showed that there was severe water deficiency and limited water surplus.

Keyword: climatic changes. water balance. dry and wet years. north of Iraq

Received: 23/12/2012, Accepted: 18/3/2013.

المصادر

إبراهيم. إبراهيم أنور (1999). دراسة تحليلية للسواظ وحساب فترة العودة لمدينة الموصل. مجلة زراعة الرافدين (31)(2): 89 - 96 .

Gao. Z. H. chen. and J.Li. (2008): Characteristics of monthly and seasonal temperature variation distribution in Yunnan geographic environment research *Chinese Journal Of Agrometeorology*. 20(5). 48-52 Guo. J.. J.Wu. and

- Y.Li.(2008): Climate dryness wetness status and its variation characteristics in Guangdong province *Chinese Journal Of Agro- meteorology*. 29(2). 157-161
- Haung. Z.. (2011).Changes of dry-wet climate in the dry season in Yunnan (1961-2007) *Advances In Climate Change Research* 2(1): 49-54
- Menya. C.K (2011). Rainfall Variation Due To Climate Change. An inter Temporal Investigation Into Its Impact On Subsistence Crop Net Revenue. Master Thesis Department of Economic and Resource Management Norwegian University Of Life Sciences
- Qin. D.. Y. Ding. J. Su. (2005): Assessment of climate and environment changes in china (1): climate and environment changes in china and their projection. *Advances In Climate Change Research* . 1(1). 4 – 9
- Sharma. R. K. (1977). Text Book of Hydrology and Water Resources. Dhanpat Ral and Sons pp (607).

