التحري عن الجفاف المناخي في شمال العراق باستخدام طريقة الأعشار

معد ماجد كليانا د. تيمور عبد المجيد آوجي
awchi2002@yahoo.co.in
قسم هندسة السدود والموارد المائية كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

تعتبر طريقة الأعشار Deciles واحدة من الدلائل التي تستخدم في دراسة وتحليل الجفاف في مختلف أنحاء العالم عامة وفي استراليا خاصة لبساطتها ولمحدودية البيانات التي تحتاجها في التحليل، وعلى حد علم الباحثين فانه لم يسبق استخدام هذه الطريقة لتحليل الجفاف في العراق. تم في هذا البحث استخدام طريقة الأعشار في التحري عن الجفاف المناخي لمنطقة شمال العراق، حيث اعتمدت الدراسة بيانات الأمطار الشهرية لتسع محطات مناخية موزعة في منطقة الدراسة وهي محطات سنجار وتلعفر ودهوك والموصل واربيل وكركوك ودوكان والسليمانية ودربندخان للفترة 1937-2010. تمت دراسة وتحليل حالات الجفاف المناخي التي تعرضت لها منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة وذلك باستخدام جدول تم اقتراحه في البحث الحالي إذ تم تقدير القيم المطرية العليا والصغرى لكل عشرية Decile ولكل محطة مشمولة بالدراسة ويمكن استخدام هذا الجدول لتحديد بداية ونهاية فترات الجفاف مستقبلاً، فبمقارنة قيم المطر الساقط في منطقة معينة مع القيم الجدولية المقترحة يمكن تشخيص وجود حالة جفاف وبشكل استباقي مما يساعد في اتخاذ الإجراءات الضرورية والمناسبة لدرء مخاطر الجفاف. أظهرت نتائج تحليل الجفاف المناخي للمنطقة إنها تعرضت لفترات متعاقبة من الجفاف تكررت تقريباً خلال كل عقد من الزمن وان أقسى فترات الجفاف التي مرت بها كانت خلال الفترة 1997-2001 و2007-2010.

Investigating the Meteorological Drought in Northern Iraq Using Deciles Method

Maad Majid Kalyana **Dr. Taymoor A. Awchi**

Abstract

Deciles method is one of the indices which are used for studying and analysing of droughts in the world and especially in Australia. The method is known by its simplicity and the limited data needed for analysis, and up to the knowledge of the authors this paper is the first study which utilizes this method for drought analysis in Iraq. Deciles method is used in this research for meteorological drought investigation in Northern Iraq. Monthly rainfall data is collected and utilized from 9 meteorological stations scattered in the study area which are; Sinjar, Tel-Afer, Dohuk, Mosul, Erbil, Kirkuk, Dokan, Sulymania, and Derbendikhan for the period 1937-2010. The meteorological drought cases were studied and analyzed using a table proposed in this study. The table includes the proposed maximum and minimum rainfall depths for each decile and for each station involved in the study. This table can be used to identifying drought periods' set on and termination in future. This can be achieved by comparing the actual rainfall depths in a certain area with the proposed tabulated values to diagnose drought cases which help in taking suitable actions for drought mitigation in advance. The drought analysis for the study area showed that the area has faced a sequential drought periods which were recurring about every decade and the most severe drought periods were in 1997-2001 and 2007-2010.

Keywords: Deciles Method, Meteorological Drought, North of Iraq

أستلم: 23 – 9 - 2013 قبل: 21 – 4 - 2015

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة

يُعَد الجفاف من أخطر أسباب شقاء بني البشر كونه الكارثة الطبيعية التي تحصد العدد الأكبر من أرواح الضحايا مقارنة بأنواع الكوارث الطبيعية الأخرى، هذه الكارثة تسبب تعاسة الإنسان ويزداد تأثيره يوماً بعد يوم (Perez et al., 1995)[1].إن الجفاف عبارة عن كارثة طبيعية وقتية ومتكررة تحدث نتيجة النقص في كميات الأمطار الساقطة عن معدلاتها الطبيعية وتجلب خسائر اقتصادية بالغة التأثير، وهذا يحدث بسبب حصول خلل أو عدم توازن في أواصر الدورة الهيدرولوجية في منطقة ما.

يمكن وصف الجفاف على انه دمار بطئ الزحف، لا يمكن تفاديه ولكن يمكن تطوير إمكانات التهيؤ له وقابلية التصرف تحت تأثيره، والنجاح في كلا الأمرين يعتمد على مدى جودة تعريف حالات الجفاف وجودة تقدير خصائصه (Smakhtin et al., 2004)[2] . ومن الممكن أن يكون للجفاف تأثير كبير على كل من النظام البيئي والزراعي في المنطقة المتضررة. وعلى الرغم من أن فترات الجفاف قد تستمر لسنوات عديدة فإن فترة قصيرة من الجفاف الشديد كفيلة بإلحاق أضرار وإنزال خسائر هائلة بالاقتصاد المحلي.

هناك عدة أنواع ومراحل للجفاف والتي تعبر عن وجهة النظر لمختلف أنواع النقص في المياه مثل الجفاف المناخي Meteorological Drought والجفاف الزراعي Agricultural Drought والجفاف الهيدرولوجي Hydrological Drought والجفاف الاجتماعي- الاقتصادي Socio-Economic Drought. وذكر Wilhite (2000) [3] إن تسلسل حدوث الجفاف يبدأ بالجفاف المناخي الناتج عن نقص السقيط. إن استدامة الجفاف المناخي يمكن أن يسبب جفافاً زراعياً عندما يؤدي النقص في الأمطار إلى نقص رطوبة التربة ويقلل من الإنتاج الزراعي. ويمكن للجفاف الهيدرولوجي أن يعقب الجفاف المناخي مباشرة، والذي يمكن أن يؤثر على جريان الأنهار ومستويات المياه في البحيرات والخزانات السطحية وحتى المكامن الجوفية. ويمكن اعتبار الجفاف الهيدرولوجي على انه الجفاف المتعلق بالمياه السطحية والجوفية والتي تؤثر بدورها على كميات تجهيز المياه للشرب والري والصناعة والإنتاج الكهرومائي والتأثير على الثروة السمكية والتي يبدأ تأثيرها بالظهور بعد فترة متأخرة نتيجة قلة المياه من منابع الأنهار والمياه الجوفية (الطبقات الحاملة للمياه). وبشكل مشترك فان هذه التأثيرات تترجم إلى نقص تجهيز المياه ينتج عنها نقص في المياه للاستخدامات المنزلية والاستدامة البيئية. أما إذا امتد الجفاف الهيدرولوجي لفترة طويلة فانه يؤدي إلى ظهور الجفاف الاقتصادي–الاجتماعي والذي يظهر فيه تأثير النقص في الموارد المائية على المجتمع واقتصادياته حيث يبدأ تأثيره على الإنسان والذي ينتج عنه حالات المجاعة وكذلك حالات الهجرة وقد يسبب خسائر كبيرة في الأرواح واقتصاديات البلد.

يعتمد الباحثون والمختصون عددا من الدلائل Drought Indices لدراسة الجفاف وتحليله والتي تختلف الواحدة عن الأخرى بنوع وعدد المتغيرات التي تحتاجها في التطبيق فضلاً عن الغرض الذي يستخدم من اجله. من أهم هذه الدلائل هو دليل المطر القياسي Standardized Precipitation Index SPI وكذلك دليل بالمر لقياس الجفاف Palmer Drought Index PDI وطريقة العشريات Deciles.

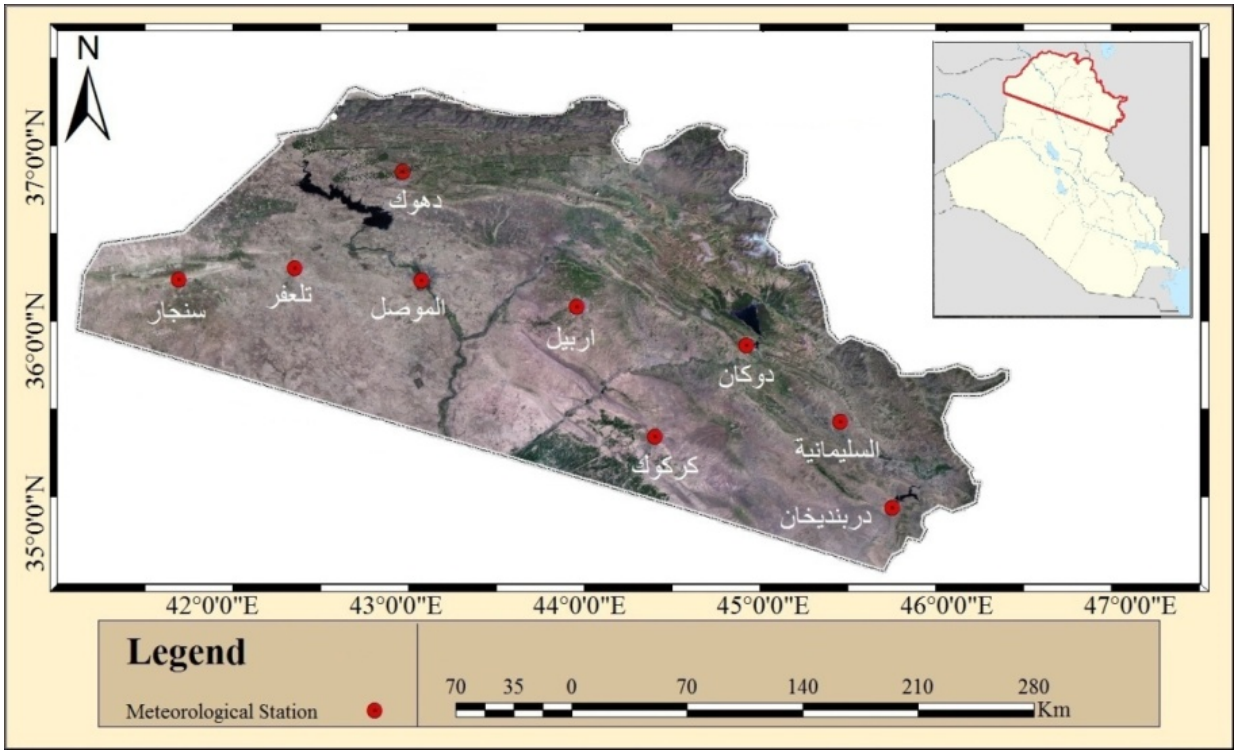
في استراليا تعتمد طريقة Deciles كإحدى طرائق قياس الجفاف في نظام مراقبة الجفاف الاسترالي (ADWS)، إذ يمكن للفلاحين والمزارعين وكذلك مربي الماشية في هذا النظام طلب العون والمساعدة من قبل السلطات والحكومة في حال وقوع كميات السقيط ضمن العشرية الأولى أو العشرية الثانية ولمدة تزيد عن 12 شهراً متواصلاً (White and O'Meagher, 1995)[4] . اعتمد الباحثون Tsakiris et al. (2006) [5] دليل Deciles في دراسة وتقييم الجفاف في حوضي نهر (Moruos) ونهر (Nestos) في اليونان. حيث استخدمت بيانات الأمطار ودرجات الحرارة الشهرية لعشرة محطات في منطقة الدراسة والفترة 1962-2006. ودرس الباحث Timbal (2007) [6] التغير المناخي والنقص الحاصل في الأمطار للفترة 1990-2009 في منطقة جنوب-شرق استراليا باستخدام طريقة Deciles. إذ أن اغلب تلك المناطق تعرضت لنقص واضح وكبير في كميات الأمطار منذ بداية التسعينات من القرن. كما وأجرى الباحث (Barua 2010) [7] دراسة لحوض نهر (Yarra) في استراليا باستخدام طريقة Deciles، إذ استخدم بيانات الأمطار الشهرية لـ (22) محطة مناخية وبيانات التبخر الشهري المرصودة في (6) محطات والفترة 1960-2008.

يهدف البحث الحالي الى التحري عن الجفاف المناخي في شمال العراق باستخدام دليل الاعشار Deciles وذلك بسبب ندرة البحوث الجارية حول الجفاف في العراق فضلا عن ان الطريقة الدليل المستخدم في البحث لم يستخدم سابقا في المنطقة، كما يهدف البحث الى دراسة توزيع حالات الجفاف المناخي في منطقة الدراسة وإمكانية التنبؤ بحدوث وانتهاء فترات الجفاف المناخي في منطقة الدراسة لمساعدة المختصين في اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل اضرار الجفاف ومحاولة التكيف معه.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

منطقة الدراسة

تضم منطقة الدراسة الجزء الشمالي من العراق، بمساحة 63355 كم^2. تحاط المنطقة بسلاسل جبلية في أجزائها الشمالية والشرقية إذ تفصلها عن الأراضي التركية والإيرانية على التوالي. وتشكل منطقة الدراسة الجزء الأكبر من حوض التغذية لانهار الزاب الأعلى والزاب الأسفل والعظيم وديالى داخل العراق. وتمتاز المنطقة بزراعة محصولي الحنطة والشعير بالاعتماد على أسلوب الزراعة الديمية فضلاً عن محاصيل أخرى. والشكل (1) خارطة توضح منطقة الدراسة فضلاً عن مواقع المحطات المناخية بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض.



الشكل (1): خارطة منطقة الدراسة موضح عليها المحطات المناخية المختارة

الجدول (1): التحليل الإحصائي وبعض خصائص السجلات المطرية للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة

ت	اسم المحطة	طول السجل المطري(سنة)	الفترة	أقصى مجموع سنوي (ملم)	أدنى مجموع سنوي (ملم)	المعدل الحسابي السنوي(ملم)	الانحراف المعياري السنوي(ملم)
1	دوكان	66	2010-1945	1468	366	767	226
2	السليمانية	70	2010-1941	1244	339	700	192
3	دربنديخان	49	2010-1962	1235	296	675	200
4	دهوك	68	2010-1943	911	225	570	170
5	اربيل	70	2010-1941	886	157	431	141
6	الموصل	74	2010-1937	633	194	378	110
7	سنجار	70	2010-1941	670	164	378	138
8	كركوك	71	2010-1940	770	135	367	129
9	تلعفر	70	2010-1941	614	134	321	108

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

البيانات المناخية

تم الحصول على بيانات الأمطار الشهرية المسجلة في تسع من محطات الأنواء الجوية في شمال العراق وهي سنجار وتلعفر ودهوك والموصل واربيل وكركوك ودوكان والسليمانية ودربندخان إذ تراوحت فترات سجلات البيانات ما بين (40-70) سنة وامتدت بين سنة 1937 و2010 والجدول (1) يوضح التحليل الإحصائي لبيانات الأمطار المسجلة في المحطات التسع.

تعاني سجلات اغلب محطات الأنواء الجوية العراقية من فقدان البيانات التي قد تصل لعدة أشهر أو عدة سنوات، وهذا قد يكون لعدة أسباب منها ظروف الحروب التي مرت بها البلاد منذ فترة الثمانينيات من القرن الماضي وحتى الوقت الحاضر وما تبعها من ظروف عدم الاستقرار التي شهدها العراق بصورة عامة. لتخمين قيم البيانات المفقودة تم اعتماد طريقتين، وهما طريقة المعدل الحسابي البسيط وطريقة النسبة الاعتيادية (Varshney et al.,1979) [8]، وبشكل عام تعتمد هاتان الطريقتان على معدلات السقيط الشهرية للمحطات المجاورة للمحطة المعنية.

دليل الأعشار Deciles

تُعَد هذه الطريقة من الطرائق السهلة الاستخدام نسبياً والتي تحتاج إلى بيانات الأمطار فقط واقترحت من قبل Gibbs and Maher (1967) [9]، وتستخدم بشكل واسع في استراليا (Smith et al., 1993)[10] . توفر هذه الطريقة مقياساً لتوزيع كمية الأمطار الساقطة في منطقة ما حيث تتم مقارنة المجموع المطري لفترة معينة مع المعلومات التي توفرها طريقة Deciles لمعرفة موقع أمطار السنة المعنية نسبة إلى السنوات السابقة. إن دليل الـ Deciles يمكن حسابه باستخدام المجموع المطري خلال فترات زمنية مختلفة إذ من الممكن أن تكون لفترات شهرية أو فصلية أو سنوية. وبما أن القيم المطرية الشهرية تكون مستقلة عن بعض فان بيانات الأعشار الشهرية لا تكون تجميعية.

تعتمد هذه الطريقة على وجود سلسلة طويلة من بيانات الأمطار الشهرية ولفترات لا تقل عن 30 سنة، ويتم في هذه الطريقة حساب المجموع المتحرك للأمطار لكل 3 أشهر بعد ذلك يتم ترتيب البيانات تنازلياً، إذ تقسم البيانات إلى عشرة أجزاء متساوية والتي تسمى الأعشار وتمثل العشرية الأولى الجزء الأول من هذه البيانات والتي تمثل عدد الأحداث المطرية الأقل والذي لم تتجاوز 10% من السجل المطري، بينما تمثل العشرية الثانية عدد الأحداث المطرية الأكبر من 10% ولا تتجاوز 20% من مجموع أحداث السجل المطري، وهكذا إلى الجزء العاشر والأخير والذي يمثل الأحداث المطرية الأعلى في السجل المطري. استناداً إلى هذه الطريقة فان الجفاف يبدأ إذا كانت قيمة المطر تقع ضمن العشرية الثانية فما دونها وينتهي عندما يدفع عمق المطر في الشهر الماضي إلى وضع مجموع الأمطار للأشهر الثلاثة السابقة في العشرية الثامنة أو أعلى (Kinninmonth et al., 2002)[11] . وقد صنف Gibbs and Maher (1967) [9] الجفاف إلى خمسة أصناف مختلفة وكما هو موضح في الجدول (2).

الجدول (2): تصنيف الجفاف بحسب طريقة الأعشار Deciles

الأعشار Deciles	التصنيف
Deciles 1-2 (lowest 20%)	Much below normal
Deciles 3-4 (next lowest 20%)	Below normal
Deciles 5-6 (middle 20%)	Near normal
Deciles 7-8 (next highest 20%)	Above normal
Deciles 9-10 (highest 20%)	Much above normal

ان من ايجابيات طريقة Deciles أنها سهلة الحسابات ولكن سهولتها قد تؤدي إلى صعوبات مفاهيمية، على سبيل المثال انه من المعقول للجفاف أن ينتهي عندما تكون قيم الأمطار المرصودة قريبة أو أعلى من قيمها في الظروف الطبيعية ولكن القيم الصغيرة من الأمطار خلال الفترات التي يكون فيها سقوط الأمطار قليلاً أو معدوماً يمكن أن يفصل القاعدة الأولى لانتهاء الجفاف، حتى لو كان المطر الساقط قليلاً ولا تنتهي حالة شحة المياه. استناداً إلى هذه الطريقة إذا تعدى مجموع أعماق المطر العشرية الأولى First Decile لكل أشهر الجفاف عند ذلك يمكن اعتبار أن الجفاف المناخي قد انتهى (Tsakiris et al., 2007) [12]. يمكن حساب الأعشار باستخدام طرائق إحصائية وكذلك باستخدام برنامجExcel إذ هناك صيغة PERCENTRANK والتي يمكن استخدامها لذلك (White et al.,1999)[13] .

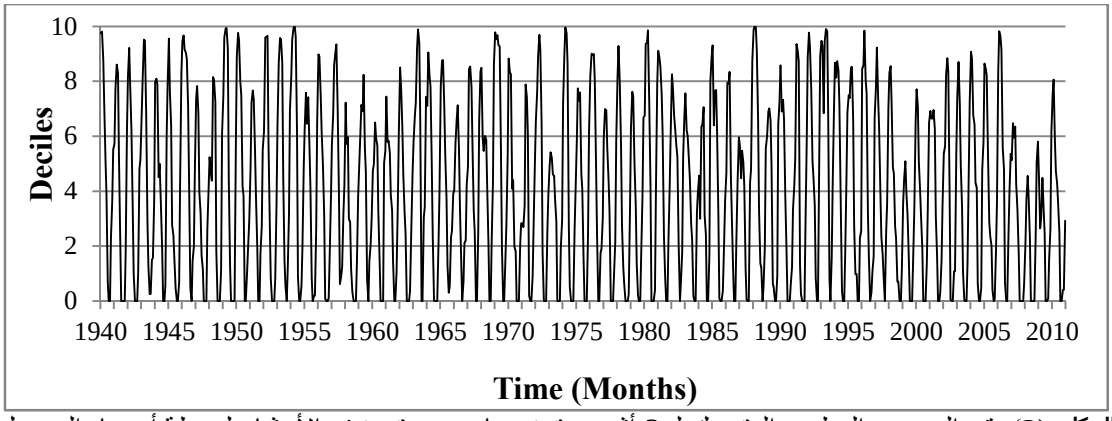
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

من المهم أن نفهم أن هذه الطريقة على الرغم من أنها أداة مفيدة عند دراسة التغير المناخي، ولكنها عملياً لا يمكنها توفير مدى كامل للاحتمالات. على سبيل المثال، فان عمق مطر لسنة معينة في المستقبل يمكن أن تكون أوطأ من أوطأ قيمة مسجلة في السجلات التاريخية أو قد تكون أعلى من أعلى قيمة مسجلة في السجل. (Fairbanks et al. 2005)[14] .

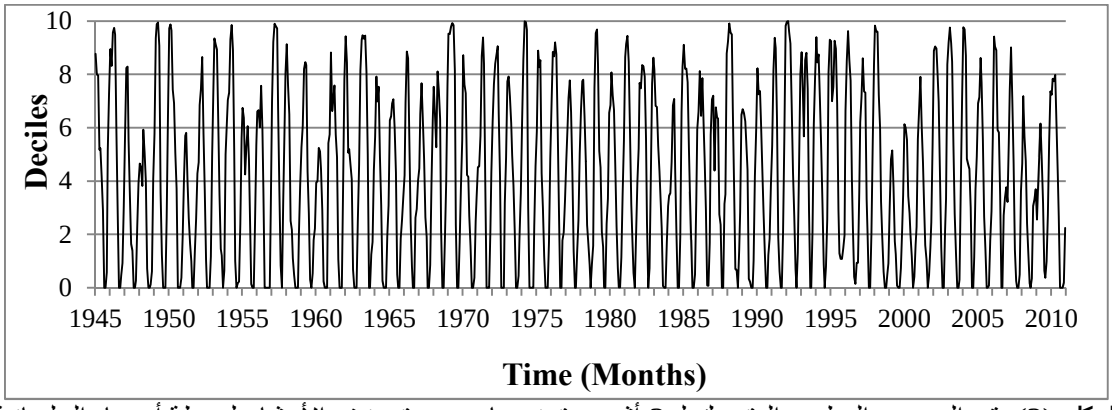
النتائج والمناقشة

استناداً إلى هذه الطريقة تم إيجاد المجموع المطري المتحرك لكل 3 أشهر وتم ترتيب البيانات تنازليا وتقسيمها إلى عشرة أقسام متساوية تمثل الأعشار، بعدها يتم إيجاد المديات المطرية المشمولة بكل محطة. وبحسب ما أورد (Kininmonth et al., 2000)[11] فان الجفاف يبدأ إذا كان المجموع المطري لآخر 3 أشهر يقع ضمن العشرية الثانية فما دون، وينتهي إذا كان المجموع المطري خلال 3 أشهر الماضية يقع ضمن العشرية الثامنة أو أعلى. والشكلين (2) و(3) يمثلان مخططات لنتائج تطبيق دليل الأعشار لمحطتي الموصل والسليمانية على سبيل التوضيح.

ولوحظ من خلال تحليل النتائج ولجميع المحطات المناخية إن فترات الجفاف دائماً تبدأ في فصل الصيف وخاصة في أشهر حزيران وتموز وآب نتيجة لانعدام الأمطار في تلك الفترة من السنة وغالبا ما تنتهي مع بداية فصل الشتاء في شهر كانون الأول في الحالات الطبيعية. أما في الفترات الجافة فان الجفاف قد يمتد لفترات طويلة تستمر لعدة سنوات. ففي بعض المناطق مثل كركوك استمرت فترة الجفاف لأكثر من 3 سنوات حيث امتدت من شهر آب (2006) إلى شهر كانون الأول (2010)، بينما كانت بدرجة اقل في مناطق أخرى مثل دهوك إذ إن أقصى فترة للجفاف امتدت من شهر تموز (2007) إلى شهر تشرين الثاني (2009). كما إن أقصى فترات جفاف كانت مع نهاية العقد الأول من القرن الحالي، فضلاً عن نهاية القرن الماضي في مناطق مثل اربيل والسليمانية إذ استمرت فترة الجفاف في مناطق اربيل من شهر تموز (1998) إلى شهر كانون الأول (2001). والجدول (3) يوضح أقصى فترات الجفاف ولجميع المحطات المناخية في منطقة الدراسة.



الشكل (2): قيم المجموع المطري المتحرك لـ 3 أشهر وتوزيعها بحسب تصنيف الأعشار لمحطة أرصاد الموصل



الشكل (3): قيم المجموع المطري المتحرك لـ 3 أشهر وتوزيعها بحسب تصنيف الأعشار لمحطة أرصاد السليمانية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول (3): أقصى فترات الجفاف التي تعرضت لها المنطقة مقاسة باستخدام دليل الأعشار (Deciles)

ت	المحطات المناخية	فترة الجفاف		عدد أشهر الجفاف
		من	إلى	
1	دوكان	آب 2006	كانون الأول 2010	53
2	كركوك	آب 2006	كانون الأول 2010	53
3	تلعفر	تموز 2006	كانون الثاني 2010	43
4	سنجار	تموز 2006	كانون الثاني 2010	43
5	دربنديخان	تموز 1998	كانون الأول 2001	43
6	اربيل	تموز 1998	كانون الأول2001	42
7	الموصل	تموز 2006	كانون الأول 2009	42
8	السليمانية	تموز 1998	كانون الثاني 2001	31
9	دهوك	تموز 2007	تشرين الثاني 2009	29

تبين من خلال النتائج المعروضة في الجدول ان نسبة الأشهر الجافة للمحطات المشمولة بالدراسة قد امتدت من 56.8% لمحطة السليمانية الى 59.55% لمحطة تلعفر. وتبين أيضا أن الأجزاء الغربية لشمال العراق تكررت فيها حالات الجفاف الطويلة (التي استمرت لأكثر من 12 شهراً) أكثر مقارنة بالأجزاء الشرقية للمنطقة والتي تميزت بفترات جفاف اقل ولكن اكثر قسوة، وهذه النتائج تتفق مع ما جاء في نتائج دراسة (كليانا، 2013)[15] والتي أجريت في منطقة الدراسة نفسها ولكن باستخدام دليل المطر القياسي SPI، فنلاحظ في الجدول (4) أن مناطق تلعفر ودهوك تكررت فيها حالات الجفاف 10 مرات وبمعدل 20.4 و18.7 شهراً وبمعدل بنقص مقداره 9.4 و13.7 (ملم/شهر) على التوالي، بينما مناطق دوكان ودربنديخان تكررت فيها حالات الجفاف 5 و4 مرات بمعدل 29.4 و27.25 شهراً وبمعدل بنقص مقداره 22.6 و21.1 (ملم/شهر) على التوالي، حيث تم حساب كميات النقص في الامطار لفترات الجفاف بالاعتماد على معدلات الامطار الساقطة في كل شهر على طول فترة الدراسة. ويوضح الشكل (4) توزيع النقص التراكمي في كميات الامطار للفترات الطويلة بينما يمثل الشكل (5) توزيع المعدل الشهري للنقص في كميات الامطار خلال الفترات الطويلة.

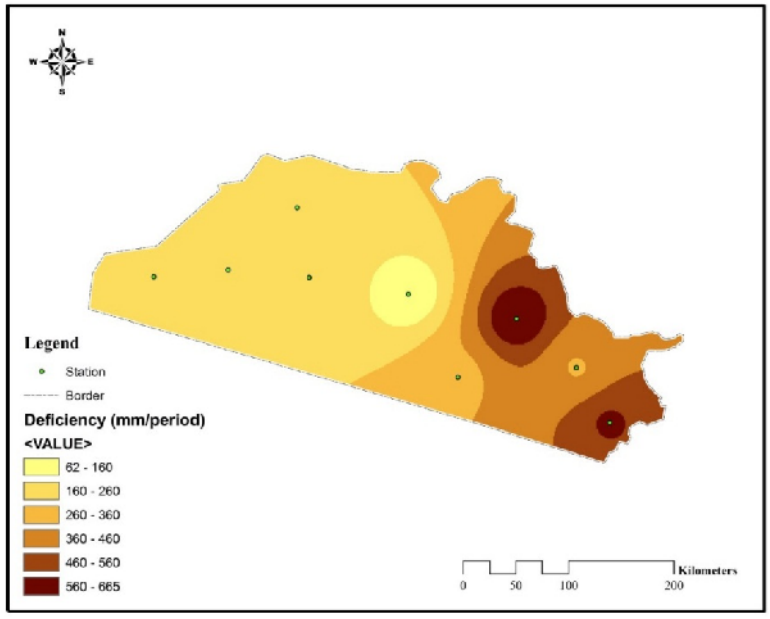
الجدول (4): معدلات فترات الجفاف وكميات النقص في السقيط للمحطات المشمولة بالدراسة

المحطة	طول السجل (شهر)	عدد أشهر الجفاف	نسبة الأشهر الجافة	عدد فترات الجفاف	معدل طول فترات الجفاف (شهر)	عدد فترات الجفاف الطويلة*	معدل فترات الجفاف الطويلة (شهر)	معدل النقص المتراكم (ملم) للفترات الطويلة	معدل النقص (ملم/شهر) للفترات الطويلة
تلعفر	838	499	%59.55	58	8.6	10	20.4	191	9.4
دهوك	814	472	%57.99	57	8.28	10	18.7	256	13.7
سنجار	838	491	%58.59	57	8.61	9	22.3	241	10.8
كركوك	850	499	%58.71	59	8.46	8	23.6	333	14.1
الموصل	886	512	%57.79	65	7.88	7	21.3	197	9.3
السليمانية	838	476	%56.80	62	7.68	7	20.6	353	17.2
اربيل	838	490	%58.47	60	8.17	6	25.3	62	2.4
دوكان	790	454	%57.47	56	8.11	5	29.4	665	22.6
دربنديخان	586	333	%56.83	42	7.93	4	27.3	574	21.1

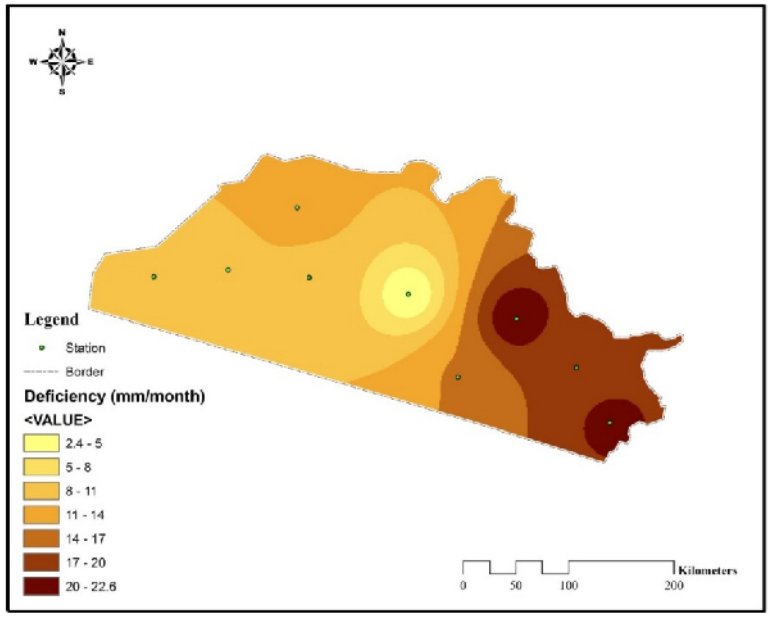
*فترات الجفاف التي تجاوزت 12 شهراً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

واستناداً إلى ذلك فانه يمكن الإفادة من هذه الطريقة في إيجاد بداية ونهاية فترات الجفاف مستقبلاً، فعلى سبيل المثال في محطة قياس السليمانية يبدأ الجفاف إذا كان المجموع المطري خلال الثلاثة أشهر السابقة اقل أو يساوي 48 ملم، وينتهي إذا كان المجموع المطري خلال الثلاثة الأشهر السابقة اكبر من 294 ملم. والجدول (5) يوضح القيم المطرية المحسوبة للأعشار ولجميع المحطات المناخية المعتمدة.



الشكل (4): توزيع مجموع النقص في كميات الامطار لفترات الجفاف التي تجاوزت 12 شهراً ضمن منطقة الدراسة



الشكل (5): المعدل الشهري للنقص في كميات الامطار للفترات التي تجاوزت 12 شهراً ضمن منطقة الدراسة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول (5): القيم المطرية للأعشار Deciles (ملم) لجميع المحطات المناخية المختارة ضمن منطقة الدراسة

الأعشار (Deciles)	المحطات المناخية								
	الموصل	دهوك	اربيل	السليمانية	كركوك	تلعفر	سنجار	دوكان	دربنديخان
1	[8-0]	[9-0]	[6-0]	[10-0]	[5-0]	[6-0]	[5-0]	[9-0]	[7-0]
2	[24-8]	[30-9]	[20-6]	[48-10]	[14-5]	[22-6]	[17-5]	[33-9]	[35-7]
3	[52-24]	[70-30]	[49-20]	[96-48]	[38-14]	[43-22]	[36-17]	[84-33]	[77-35]
4	[77-52]	[113-70]	[78-49]	[150-96)	[67-38]	[62-43]	[67-36]	[150-84]	[133-77]
5	[105-77]	[14-113]	[110-78]	[198-150]	[95-67]	[84-62]	[91-67]	[204-150]	[186-133]
6	[130-105]	[197-148]	[142-110]	[246-198]	[122-95]	[109-84]	[122-91]	[254-204]	[226-186]
7	[158-130]	[235-197]	[178-142]	[294-246]	[151-122]	[134-109]	[152-122]	[319-254]	[285-226]
8	[193-158]	[285-235]	[213-178]	[335-294]	[185-151]	[164-134]	[193-155]	[373-319]	[340-285]
9	[236-193]	[356-285]	[271-213]	[415-335]	[233-185]	[205-164]	[246-193]	[466-373]	[419-340]
10	[431-236]	[690-356]	[834-271]	[738-415]	[528-233]	[432-205]	[479-246]	[1059-466]	[705-419]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الاستنتاجات

تم في هذا البحث اعتماد دليل الاعشار Deciles لرصد وتحليل حالات الجفاف المناخي في شمال العراق حيث تم إعداد جدول بقيم الأمطار الأقصى والأدنى لكل عشرية Decile ولكل من المحطات المناخية المشمولة بالدراسة وتمت عملية التحليل بمقارنة قيم الأمطار الساقطة خلال فترة الدراسة مع القيم الجدولية المقترحة لرصد حالات الجفاف المناخي التي مرت بها المنطقة. لوحظ من خلال تحليل البيانات أن فترات الجفاف تبدأ دائما في فصل الصيف وخاصة في أشهر حزيران وتموز وآب نتيجة لانعدام الأمطار في تلك الفترة من السنة وغالبا ما تنتهي مع بداية فصل الشتاء في شهر كانون الأول في الحالات الطبيعية. كما إن أطول فترات الجفاف كانت في نهاية القرن الماضي إلى نهاية العقد الأول من القرن الحالي. كما لوحظ تعرض الأجزاء الشرقية لشمال العراق لفترات جفاف أطول ولشدة جفاف أعلى من باقي أجزاء المنطقة (والتي قد لا تكون ظاهرة للعيان بسبب المعدلات العالية للأمطار) والتي تؤثر على الموارد المائية للمنطقة على المنظور البعيد وخاصة روافد نهر دجلة. إن هذه الطريقة قد تكون بسيطة نسبياً مقارنة بدلائل الجفاف الأخرى لكنها يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة في عملية مراقبة الجفاف Drought Monitoring والرصد المبكر لها إذ يمكن اخذ الاستعدادات اللازمة لتقليل أضرار الجفاف عند دخول المنطقة لحالة جفاف معين وذلك بتقليل صرفيات المياه وبأساليب مختلفة وحصرها بالاستخدامات الضرورية فقط وحتى يمكن إعلان إنذار حالة الجفاف من الدرجة الأولى أو الثانية أو الثالثة وبحسب شدة الجفاف التي تمر بها المنطقة وكما هو معمول به في الكثير من الدول المتقدمة في العالم.

المصادر

1. Perez, E., and Thompson, P., Natural Hazards: Drought (1995).
2. Smakhtin, V. U., and Hughes, D. A., "Review, automated estimation and analysis of drought indices in South Asia", Working Paper 83, Colombo, SriLanka, International Water Management Institute (2004).
3. Wilhite, D. A., "Drought as a natural hazard: Concepts and definitions", in D. A. Wilhite (ed.), Hazards disasters series, Routledge, New York, USA, 1: 3-18 (2000).
4. White, D. H., and O'Meagher, B., "Coping with exceptional droughts in Australia", Drought Network News, 7 (2): 13-17 (1995).
5. Tsakiris, G., Pangalou, D., and Vangelis, H., "Regional Drought Assessment Based on the Reconnaissance Drought Index (RDI)", Water Resources Management, 21: 821–833 (2006).
6. Timbal, B., "Observed climate changes in the south-east of Australia: detection and possible attribution", Hydrological Consequences of Climate Change, Canberra, Australia(2007).
7. Barua, S. "Drought Assessment and Forecasting Using a Nonlinear Aggregated Drought Index" a Ph.D. Thesis submitted to the Victoria University, Australia (2010)
8. Varshney, R. S., Gupta, S. C., and Gupta, R. L., "Theory and Design of Irrigation Structures; Volume 1, Channels and Tubewells", Fourth Edition, Roorkee Press, India (1979).
9. Gibbs, W. J., and Maher, J. V., "Rainfall deciles as drought indicators", Bureau of Meteorology Bulletin 48, Commonwealth of Australia, Melbourne (1967).
10. Smith, D. I., Hutchinson, M. F., and McArthur, R. J., "Australian climatic andagricultural drought: Payments and policy", Drought Network News, 5 (3): 11-12 (1993).
11. Kinninmonth, W. R., Voice, M. E., Beard, G. S., de Hoedt, G. C., and Mullen, C. E., "Australian climate services for drought management", In: Drought: A Global Assessment, D. A. Wilhite (Ed.), Routledge, 210-222 (2000).
12. Tsakiris, G., Loukas, A., Pangalou, D., Vangelis, H., Tigkas, D., Rossi, G., and Cancelliere, A., "Drought characterization", In: A. Iglesias, M. Moneo, A. Lopez-Francos (Eds) *Drought Management Guidelines Technical Annex*, Option Méditerranéennes 58, 85-102 (2007).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

13. White, I., Falkland, and Scott, D., “Droughts in small coral islands: Case study, South Tarawa, Kiribati”, UNESCO-IHP, Technical documents in hydrology No. 26 (1999).
14. Fairbanks, M., Tennant, D., Dracup, M., Beard, D., and Cramb, J., “What are rainfall deciles?”,Farmnote 56, Department of Agricultural and Food, Government of Western Australia (2005) . www. agric. wa. gov.au
15- كليانا ، معد ماجد " نمذجة وتحليل الجفاف في شمال العراق" رسالة ماجستير مقدمة الى قسم هندسة السدود والموارد المائية ، كلية الهندسة ، جامعة الموصل، (2013).

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com