طريقة مبتكرة
لتحديد مستويات الجفاف وتصنيفه في العراق.

الاستاذ الدكتور
مثنى فاضل علي الوائلي
جامعة الكوفة – كلية الآداب

الملخص:
يتضمن البحث دراسة تحليلية علمية تطبيقية لبيان خصائص الجفاف في العراق وفقا لمعادلة رياضية مبتكرة لتحديد قيم وأقاليم الجفاف شهريا وسنويا، ويمكن أيضا اعتماد تلك المعادلة فصليا في ظروف العراق والمناخات المماثلة له، وجاءت المعادلة بطريقة مبسطة وشاملة لـ ٥ عناصر وظواهر مناخية، شملت (درجات الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الأمطار المتساقطة، التبخر)، وبذلك فهي أول معادلة في العالم تشمل تلك العناصر، وقد أعطت نتائج منطقية وقريبة جداً من الواقع المناخي لمنطقة الدراسة. وقد تم تطبيق المعادلة على (١٠ محطات) انوائية متفرقة في العراق.
نسعى في بحثنا هذا الى إيجاد طريقة حسابية مبتكرة من قبل الباحث يمكن عن طريقها تحديد أقاليم العراق المناخية – وفقا لمعادلة سيتم ايضاحها لاحقاً. كما وأوجد الباحث خرائط اقاليم الجفاف في العراق بالاعتماد على تلك الطريقة المبتكرة وباستعمال برنامج "Arc GIS 9.3"، كما استعمل برنامج "XL" في ايجاد نتائج ومتغيرات المعادلة. تضمن البحث ثلاث محاور، ركز المحور الأول على الأساسيات النظرية المنهجية للبحث العلمي، فيما شمل المبحث الثاني الخصائص المناخية للعراق ذات العلاقة بالطريقة المبتكرة، في حين جاء المحور الثالث في استعراض مبسط لطرائق تحديد الجفاف وتطبيقاتها على مناخ العراق مقارنة مع المعادلة الموضوعة من قبلنا. وتضمن أيضا تحديد وتصنيف خرائطي لتلك التصانيف المناخية وفقا للمعادلة المبتكرة من قبلنا.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، العراق، المناخ، الوائلي، تصنيف، امطار.

An innovative method for determining and classifying drought levels in Iraq.

Prof. Dr. Muthanna Fadhil Ali alwaeli

University of Kufa – College of Arts

muthana.alwaeli@uokufa.edu.iq

Abstract

In our research, we seek to find an innovative computational method by which the researcher can determine the climatic regions of Iraq – according to an equation that will be clarified later. The researcher also created maps of the drought regions in Iraq based on this innovative method and using the "Arc GIS 9.3" program, and the "XL" program was used to find the results and variables of the equation.

The research included three axes, the first axis focused on the methodological theoretical basics of scientific research, while the second topic included the climatic characteristics of Iraq related to the innovative method, while the third axis came in a simplified review of the methods of determining drought and their applications on the climate of Iraq compared to the equation set by us. The last axis also included the identification and cartographic classification of these climatic classifications according to the innovative equation by us.

Key words: drought, Iraq, climate, alwaeli, classification, rain.

المقدمة:

يشكل الجفاف أحد أهم المشكلات التي واجهت ولا تزال تواجه الإنسانية رغم كل ما وصلنا له من تقدم علمي ملحوظ، وتشكل المناطق الجافة وشبه الجافة نحو ثلث مساحة اليابس وهي ظاهرة متشابكة المفردات ومتداخلة. ويعد الجفاف أحد أهم الظواهر المتطرفة البارزة المميزة للمناطق المتدهورة بيئياً، كما انه احد أهم الظواهر الأكثر خطورة التي تميز البيئات والمناطق الجافة وشبه الجافة كما في منطقة الدراسة، اذ تشير الدلائل العلمية إلى ان العراق يعاني من تباين حالات الجفاف زمانيا ومكانيا، كما وتتباين درجاته نتيجة لمجموعة من العوامل يأتي في مقدمتها التغير المناخي والذي يشير إلى حالات من التطرف السلبي في بعض عناصر المناخ وظواهره. ويعد الجفاف أحد أعظم الكوارث الطبيعية استدامة لاسيما عندما يدوم شهوراً أو سنوات متواصلة كما لا يكاد يخلو اقليم ما من سطح الأرض من مؤثراته.

المبحث الأول – الدليل النظري للبحث.

أولا– مشكلة البحث:

تدور مشكلة البحث حول – كيف يمكن إيجاد طريقة رياضية للوصول الى تصنيف أمثل لظروف مناخ العراق وتحديد انطقته وقيم الجفاف فيه؟

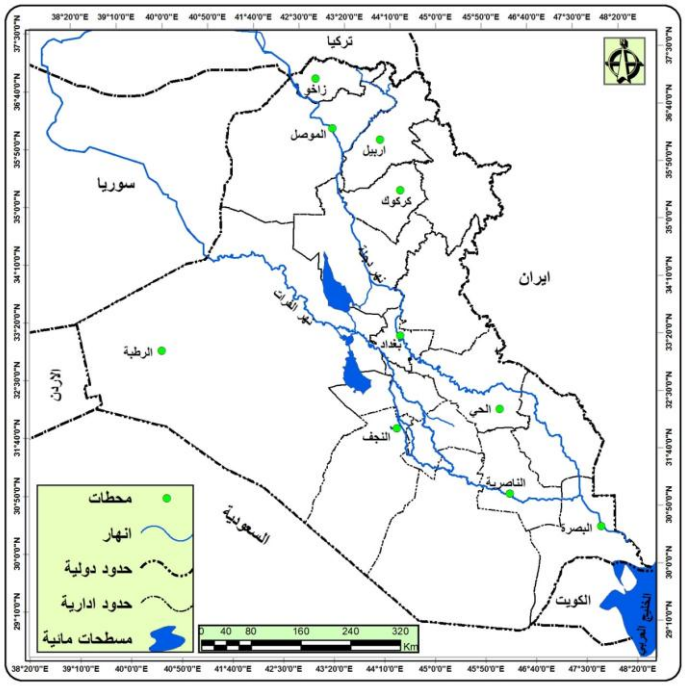
ثانيا – فرضية البحث:

يمكن الاعتماد على المعادلة المبتكرة من قبل الباحث في إيجاد حدود للأقاليم الجافة في العراق وحساب مقدار الجفاف.

ثالثا– حدود البحث:

يشمل البحث حدود جمهورية العراق والتي تحدها تركيا من الشمال وإيران من الشرق وسوريا من الشمال الغربي والأردن من الغرب والسعودية من الغرب والجنوب الغربي والجنوب فضلا عن الكويت والخليج العربي من الجنوب، وتمتد بين دائرتي عرض (٥´ ٢٩ ° و٢٢´ ٣٧ °) شمالا، وبين قوسي طول (٤٥´ ٣٨ ° و٤٥´ ٤٨ °) شرقا.[١] اما المدة الزمنية للبيانات المناخية فقد اعتمدت المدة (١٩٩٠–٢٠٢٠) للمحطات الأنواء الجوية (زاخو، الموصل، اربيل، كركوك، بغداد، الرطبة، الحي، النجف، الناصرية، البصرة)، خريطة (١).

خريطة (١) خريطة العراق مؤشراً فيها مواقع المحطات المناخية.[٢]



رابعا- مفهوم الجفاف واشكاله وعوامله:

تتضافر مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية في التسبب بظاهرة الجفاف. لتمثل الظاهرة "محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر".[٣] ويعد المناخ العامل الرئيس المؤثر في تحديد خصائص البيئة الجافة فهو الذي يتحكم في معامل السطح وخصائص النبات وتركيب التربة وغيرها.

تعرف منظمة أكساد الجفاف بأنه "ظاهرة طبيعية مؤقتة وغير دورية قد تطول فترة دوامها لسنوات أو عقد من الزمن، يكون فيها معدل الامطار دون القيمة الوسيطة، واستناداً لذلك يمكن أن يحدث الجفاف في أي منطقة بصرف النظر عن تصنيف مناخها".[٤] في حين بينت منظمة الأرصاد الجوية (WMO) ان الجفاف يحصل عندما يكون مجموع الأمطار الفصلية أقل أو يساوي (٦٠%) من المعدل لأكثر من فصلين متتاليين.[٥]

حدد ثورنثويت أربعة أنواع رئيسة من الجفاف – الذي عرفه بأنه "عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة في الإنبات، أو حيث تكون الرطوبة الجوية ورطوبة التربة غير كافية للعمليات اللازمة للإنبات"، وتشمل "الجفاف الدائم، وتمثله الصحراء، إذ لا يوجد فصل ممطر يساوي كمية الماء اللازمة للإنبات، والجفاف الفصلي وفيه يقتصر سقوط الأمطار في فصل وتنعدم في فصل آخر وتقوم الزراعة في الفصل المطير. اما الجفاف الطارئ، فينتج عن تقلب سقوط الأمطار ويحصل في المناطق الرطبة وشبه الرطبة. واخيراً الجفاف غير المنظور، وفيه تقل الرطوبة (الجوية أو رطوبة التربة) عن حاجة النبات".[٦]

يبدو أن مناطق واسعة من البلاد لاسيما الوسطى والجنوبية تقع ضمن المفهوم الأول (الجفاف الدائم)، وبعض المناطق ضمن المفهوم الثاني – فالأمطار وأن اقتصرت في السقوط شتاءً فهي لا تسد اغلب حاجة النباتات من المياه. عموماً فأن اغلب علماء المناخ يتفقون في تحديد المناخ الجاف بأنه "المناخ الذي تزداد فيه كميات التبخر على كميات التساقط أي المناطق التي تعاني من عجز مائي سواء أكان ذلك شهريا أم فصليا أم سنويا". وتوجد بعض المصطلحات المهمة التي تتعلق بالجفاف والتي من أبرزها:-

١. الجفاف الهيدرولوجي- يسود في المناطق التي تعجز كميات الأمطار الساقطة من توفير المياه الى المنخفضات الى الحد الذي يجعلها تفيض بمياهها وتنساب منها بشكل مجاري مائية صغيرة.

٢. الجفاف الميترولوجي – يحدث عندما تكون التساقطات أدنى من المتوسط في سنة أو عدة سنوات متتابعة.[٧]

٣. الجفاف الزراعي – يظهر عند قلة سقوط الأمطار وعدم كفايتها لنمو المحاصيل الزراعية، ويمثل الجفاف المدة الزمنية التي تكون فيها كمية مياه التربة غير كافية لنمو المحصول.[٨]

٤. الجفاف الترابي – ويشمل نقص قابلية التربة لارتشاح الماء وتغلغله فيها ومن ثم زيادة مظهر القحولة، ويمكن أن يكون نتيجة للجفاف الميترولوجي.[٩] .. ويحددها ثورنثويت بنفس المفهوم اعلاه مع مراعاة أي تغييرات في المياه المختزلة كرطوبة التربة.[١٠]

خامسا– أدلة الجفاف ومسبباته:

١– تناقص عدد الايام الغائمة والمطيرة، اذ يشير تناقصها الى تراجع كميات الامطار، يرافقه تزايد كميات التبخر بصورة اكبر، اذ أن هنالك اتجاها عاما إلى تناقص عدد الأيام الغائمة في العراق والذي يعمل في تزايد معدلات درجات الحرارة نتيجة لزيادة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية بسبب قلة التغيم، كما سجل في المدة (١٩٩٩ –٢٠٠٩)، ففي محطة الموصل وصل معدل الانخفاض نحو (٩ يوم) وفي محطة خانقين نحو (١٣ يوم) مقارنة مع المعدل العام لمجمل المدة.[١١]

٢– تناقص كميات الأمطار المتساقطة – وان هناك مناطق تعاني من تناقص الأمطار واشتداد الجفاف بنسب تراوحت بين (–١٠ – ٤٠–%)، وتشمل منطقة الدراسة، وتشير التوقعات الى تناقص سقوط الأمطار على مدى الـ٥٠ عاماً القادمة بين (١٠ –٦٠ %).[١٢] وقد عانت اغلب مناطق العراق تراجعا ملحوظا في كميات الامطار الساقطة واتجاها نحو تناقصها، فقد تناقصت امطار الموصل على سبيل المثال من (٦٤٠.٩ ملم) عام (٢٠١٩) الى نحو (٣٩٦.٢ ملم) عام (٢٠٢٠)،[١٣]. وبينت نتائج النماذج المناخية إلى أن منطقة شرق المتوسط ومنها العراق قد تشهد تناقصاً في كمية التساقط نتيجة زيادة غاز (CO_2)، مما يعمل في تناقص رطوبة التربة وتناقص الجريان المائي.

٣– تزايد معدلات درجات الحرارة بشكل كبير في اغلب مدن العراق لاسيما الوسطى والجنوبية منها ووصلت أكثر من (٥٦ °م) مما اضطر لإيقاف الدوام الرسمي في العراق في حينها. وتؤدي زيادة درجة الحرارة بين (٢–٤م°) إلى زيادة التبخر الكامن بين (١٢٠–٣٠٠ملم).[١٤] وأشار المركز القومي الأمريكي للأبحاث عام (٢٠٠٥) الى امتداد ظاهرة الجفاف لتشمل معظم أنحاء العالم ومنها منطقة الدراسة بفعل الغازات الدفيئة، وأن العالم يعاني من أوضاع جفاف شديد وصلت بنسبة (٣٠%) بحسب (دليل بآلمر للجفاف) عام (٢٠٠٢) بعد أن كانت (١٠–١٥%) في أوائل سبعينيات القرن الماضي بسبب تزايد درجة الحرارة.[١٥] ورافق زيادة تركيز غازات الدفيئة وتدميرها للأوزون الجوي ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة،

وتوقع أن تصل زيادتها ما بين (١.٤- ٥.٢ مْ) في المدة (١٩٩٠- ٢١٠٠).[١٦] مما ستعاني منطقة الدراسة من مخاطر الجفاف ونقصان توافر المياه بحلول خمسينات القرن الحالي.

يشير العلماء بان درجة الحرارة قد بدأت بالازدياد في عشرينات القرن الماضي، وازدادت حرارة اليابس أكبر من حرارة البحر للمدة (١٩٢٠-١٩٤٠). بسبب نشاط البقع الشمسية (دورة ١١سنة).[١٧] وأنحصر معدل تلك الزيادة بين (٠.٣-٠.٦مْ) في الاربعينيات بحسب (Ipcc)، كما شهد العالم مدد حارة في تسعينات القرن الماضي لاسيما العام (١٩٩٨) وكذلك في عامي (٢٠٠٥ و٢٠١٠) وعدتا أيضا من أحر الأعوام في تاريخ الأرض، وازدادت درجة الحرارة عام (٢٠٠٧) لتصل الزيادة بين (٢ -٥مْ) في العديد من البلدان ومنها العراق. وشهد صيف العام (٢٠١٠) أكبر موجة حر مسجلة في تاريخ العالم إذ ازدادت درجات الحرارة في أغلب البلدان العربية ولا سيما في العراق الذي عانى من شتاء دافئ ...[١٨] وتتوقع الهيئة الحكومية العالمية للتغير المناخي إلى أن درجة الحرارة ستزداد عام (٢٠٣٠) ما بين (٠.٥-١.٥مْ) والى نحو (١.٥- ٤.٥مْ) في نهاية القرن..[١٩]

٤- جفاف عدد من روافد انهار العراق كما في بعض روافد الزاب الاسفل والعظيم.[٢٠] وتناقص مساحة البحيرات وانحسار مستويات الاهوار، وتناقص الجريان السطحي للمياه وتناقص مناسيب المياه الجوفية، ويقترن ذلك بنقص الأمطار المجهزة ومعه تناقص التصاريف المائية وتراجع مستويات الخزن في البحيرات، وهذا ما يحصل فعلاً في حوضي نهري دجلة والفرات في السنوات الأخيرة. كما لوحظ جفاف عدد من العيون المائية في منطقة عين التمر غرب محافظة كربلاء.. ويعتقد ان سبب ذلك جفاف المنطقة وانخفاض مناسيب المياه في نهر الفرات..[٢١] على سبيل الذكر فقد تراجعت إيرادات نهر دجلة في الموصل من (٢٧.٣ مليار م^{٣}) عام ١٩٨٧ الى نحو (١١.٤٤ مليار م^{٣}) عام ٢٠٢٠. ونهر الفرات من (٢٨.٥ مليار م^{٣}) عام ١٩٨٩ الى نحو (١٦.٥٩ مليار م^{٣}) عام ٢٠٢٠.[٢٢]

٥- تناقص واضح في المساحات التي تغطيها النباتات الطبيعية لا سيما الغابات والمراعي، وفي المساحات الزراعية ايضا، اذ تناقصت المساحات المزروعة بكافة المحاصيل ولاسيما محصولي الحنطة والشعير، اللذان يعتمدان على الظروف المناخية، فتناقصت المساحات الديمية التي يشغلها محصول الحنطة من (٣.٣ مليون دونم) عام (١٩٧١) إلى أقل من (١.٣٧ مليون دونم) عام (٢٠٠٩)، مقارنه بالمساحات الزراعية المروية. كما وتناقصت جميع المحاصيل الزراعية المعتمدة على الأمطار في العراق بشكل كبير من (١٢.٩ مليون دونم) عام (١٩٩١) إلى اقل من (٢.٧ مليون دونم) عام (٢٠٠٩).[٢٣]

٦- نتج عن انتشار ظروف الجفاف العديد من الأخطار البيئية ومنها تكون الكثبان الرملية وزحفها، وازياد تكرار العواصف الرملية والغبارية، فعلى سبيل المثال ازداد تكرار العواصف الغبارية في محافظة كركوك من (٢ عاصفة) عام (١٩٩٠) الى (١٠ عاصفة)عام (٢٠١٢)، كما ازدادت العواصف في محافظة النجف بين (٥ -٨) لتك السنوات وعلى التوالي.[٢٤]

٧- **العوامل البشرية:** يعمل الانسان بشكل أو بآخر في ظهور وتزايد حالات الجفاف عن طريق اعمال تسهم في ذلك ومنها تحويل العديد من المناطق الزراعية والاراضي الغاباتية والعشبية الى اراض سكنية او حضرية، كما حصل في العراق وبخاصة بعد عام (٢٠٠٣) اذ ترافق مع الحروب تغيرات بيئية واضحة ومنها التلوث البيئي، فضلا عن تزايد الرعي الجائر.

يعمل تزايد اعداد السكان في ازدياد في العديد من المشاكل، ومنها ازدياد استهلاك مصادر الطاقة المتنوعة، اذ ازداد عدد سكان العراق بشكل كبير من نحو (١٢.٨ مليون نسمة) عام (١٩٧٩) الى أكثر من (٤٠ مليون) حالياً. ورافق ذلك تزايد استهلاك مصادر الطاقة مما يعمل في ازدياد معدلات درجات الحرارة التي بدورها تعمل في ازدياد حالات التطرف والجفاف.

كما تضيف وسائط النقل المتنوعة المتزايدة كميات كبيرة من الغازات الدفيئة المسببة في تغير المناخ وتدمير الأوزون العلوي، فقد ازدادت اعداد المركبات في العراق بشكل كبير جدا من (385.4 الف مركبة) عام (1981) الى (٦ مليون مركبة) عام (٢٠١٦).[٢٥] كما ورافق تزايد اعداد السكان ازدياد في كمية استهلاك الطاقة الكهربائية، بشكل واضح وما تطرحه تلك المنشآت من كميات كبيرة من الغازات الدفيئة. مما اسهم في القاء الآلف الأطنان سنويا من الغازات الدفيئة كبخار الماء وغيرها ف ضلا عما تطرحه المولدات المحلية من ملوثات كبيرة جدا، وما يطرح من غازات دفيئة ناتجة عن المنشات الصناعية، التي بلغ عددها عام (٢٠٠٨) نحو (١٣٩٥٢ منشأة)،[٢٦] فضلا عن أكثر من (١٤ معملا) للاسمنت التي تطرح مركبات ملوثة منها (اكاسيد النتروجين، اكاسيد الكبريت، الهايدروكاربونات، اكاسيد الكاربون)، لاسيما مع استعمال النفط الأسود وإطارات المركبات كوقود للمعامل والتي وصل عددها نحو (٢٨٥ معملا).[٢٧] وقد أسهم مع ما ذكر أعلاه في ازدياد كميات وتراكيز الغازات المسببة لتغير المناخ، والتي من أبرزها غاز ثاني أوكسيد الكاربون في زيادة درجة حرارة الأرض ومن ثم زيادة التبخر مما يعمل في توسع المناطق الجافة.

المبحث الثاني – خصائص مناخ العراق.

يشير الجدول (١) الى تباين مكاني وزماني واضح في خصاص عناصر مناخ العراق، عموما يمكن ايجازها بالحقاق الآتية:

١- تزايد معدلات درجات الحرارة كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب، اذ سجلت ادنى درجة حرارة في محطة الموصل بمعدل سنوي (٢٠.١ْ م) في حين سجلت اعلى درجة حرارة في محطة الناصرية بمعدل (٢٦.٨ْ م)، كما يلحظ ان اعلى درجات الحرارة تسجل في شهر تموز واقلها في شهر كانون الثاني. أما سرعة الرياح فرغم قلتها فإنها تسجل اعلى معدلاتها في المحطات الجنوبية نسبة للمحطات الشمالية. ومع ذلك تسجل اعلى كميات التبخر في الأشهر والمحطات التي سجلت فيها اعلى درجات الحرارة وسرعة الرياح، لاسيما في محطة الناصرية (3647.4 ملم) واقلها في المحطات الشمالية الباردة نسبيا والاقل رياحاً – اذ سجلت اقل كمية تبخر (٢١٢٣.٧ ملم) في محطة الموصل.

٢- تسجل أكبر كميات الأمطار في المحطات والاشهر التي تسجل فيها أعلى معدلات الرطوبة النسبية وهي الأقل حرارة ايضاً – كما في محطة زاخو (٦١٩.٢ ملم)، في حين سجلت اقل قيمها في محطة النجف الحارة الجافة (٩١.٧ ملم). كما يلحظ انه لا تسقط أمطار الآ نادراً في الأشهر الحارة (حزيران، تموز، آب، أيلول).

جدول (١) قيم عناصر وظواهر المناخ ذات العلاقة بمعادلة الجفاف في العراق للمدة ١٩٩٠–٢٠٢٠.[٢٨]

معدلات درجات الحرارة ْم T													
محطات/ اشهر	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
زاخو	7.9	9.2	12.9	17.3	23.6	29.7	33.5	33.1	28.6	22.7	14.2	10.3	20.3
الموصل	7.3	9.3	13.3	18.4	25.1	31.4	34.8	34.1	28.8	22.2	13.9	9	20.6
اربيل	7.4	8.8	12.9	17.8	24	29.6	33.1	32.8	28.3	22.7	14.5	9.1	20.1
كركوك	9.5	11.3	15.6	21.1	28.2	34.1	36.9	36.4	31.6	25.3	16.8	11.5	23.2
بغداد	10.1	12.8	17.6	23.4	29.6	33.6	36.1	35.5	31.5	25.3	16.8	11.8	23.7
الرطبة /رمادي	9.6	11.7	16.1	22.3	27.8	32.1	34.6	33.6	29.6	24.4	16	11	22.4
الحي	11.7	14.3	19.2	25.2	31.7	36.2	38	37.6	33.6	27.9	18.9	13.4	25.6
النجف	11	13.8	18.6	24.9	31.3	35.7	38	37.3	32.7	28.3	18	12.7	25.2
الناصرية	12.2	15.1	27.2	25.9	32.5	36.6	37.9	38.1	34.3	28.3	19.4	14	26.8
البصرة	12.9	15.5	19.4	25.6	33.4	37.4	38.9	38.4	34.6	28.7	20	14.5	26.6
سرعة الرياح م/ثWs													
زاخو	1.4	1.4	1.5	1.5	1.8	1.5	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.2	1.4

الموصل	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	1.7	1.5	1.2	0.8	1	1.4	
اربيل	2.4	2.2	2.4	2.4	2.3	2.5	2.4	2.4	2.2	1.8	2	1.8	
كركوك	1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	2	1.9	1.8	1.7	1.4	1.6	1.5	
بغداد	2.6	2.9	3.3	4.2	4	3.4	3.2	3.3	2.9	2.5	2.7	2.9	
رطبة	1.9	2.4	2.6	3.1	2.5	2.5	2.6	2.6	2.4	1.3	1.6	1.7	
الحي	3	3.5	3.5	4.9	4.8	3.7	3.6	3.5	3.5	2.9	3.1	3.8	
نجف	1.1	1.6	1.9	2.5	2.5	2	1.9	1.9	1.6	1.1	1.2	1.5	
الناصرية	2.8	3.3	3.7	4.9	4.8	3.9	3.9	3.7	3.3	2.7	2.8	3.6	
البصرة	3.4	3.7	3.8	5.2	5.3	4	4	3.8	3.7	3	2.9	3.8	
RHمعدلات الرطوبة النسبية %													
زاخو	63.5	62	58	24.8	29.4	43.8	52.3	58	62	69.3	62	46.1	29.8
الموصل	79	73.2	66.1	26	29.1	43.9	62.2	66.1	73.2	76.3	62.6	43.6	31.8
اربيل	70.3	68.4	61.5	26	28	40.1	54.7	61.5	68.4	69.2	58.1	41.5	30.6
كركوك	72.4	67.2	57.9	23.5	25	35.3	51.2	57.9	67.2	69	58.5	40.3	29.1
بغداد	69.1	58.9	48.9	23.8	24.4	31.2	41.1	48.9	58.9	68	57.7	41.5	30.8
الرطبة	67.4	59.7	50.1	27.2	28.1	33.8	40.6	50.1	59.7	67	55.9	41.5	32.3
الحي	70	61.2	52.9	23.9	25.1	33.1	45.2	52.9	61.2	67.1	56.8	38.8	28.3
النجف	66.6	57.2	47.3	22	24.2	30.9	41	47.3	57.2	64.3	56.5	39.4	28.6
الناصرية	66	56.9	46.3	19.5	20.6	27.9	39.3	46.3	56.9	64.2	53.8	36.3	25.4
البصرة	66.2	56.8	45	21.6	20.4	26.5	36.9	45	56.8	65.6	53.7	38.4	27
الامطار المتساقطة ملم R													
زاخو	99.9	107.6	95.7	0	1.6	20.8	68.7	95.7	107.6	116.1	75.2	31	1.9
الموصل	61.5	52.6	58.3	0.2	1.2	17	44.7	58.3	52.6	61.7	40.5	12.3	0.6
اربيل	72.5	67.2	69.3	0.3	1.5	14.8	49.6	69.3	67.2	71.1	42.3	28.7	2.1
كركوك	65.1	54.1	49.1	0.3	0.1	13.6	36.5	49.1	54.1	53.3	41.7	14.7	0.7
بغداد	23.8	16.6	15.2	0	0	3.1	15.6	15.2	16.6	16.7	22.8	7.3	0.1
الرطبة/ رمادي	19.5	21.6	12.8	0	0	3.5	14.6	12.8	21.6	13.7	14.1	5.8	0.3
الحي	26.5	14.9	18.6	0.2	0	4	14.5	18.6	14.9	21.3	25.4	6.4	0.6
النجف	15.9	11.5	8.8	0	0	3.4	13.9	8.8	11.5	12.9	19	6.3	0
الناصرية	20.8	15.1	18.8	0	0	3.2	14.5	18.8	15.1	21.4	21.9	7.1	0.9
البصرة	26	17.3	17.9	0	0	4	12.3	17.9	17.3	25	18.5	6.4	0
التبخر ملم Ev													
زاخو	43.1	68.2	95.3	430.5	373.8	244.3	160	95.3	68.2	36.8	54.5	166.5	364.1
الموصل	34.6	50.5	94	376.5	343.2	245.8	142.4	94	50.5	33.8	65.6	149.4	247.3
اربيل	49.4	67.2	117	395.6	360.5	262.9	162.2	117	67.2	53.8	92.7	190	296.1
كركوك	64.5	77.5	125	431.6	376.9	280.3	182.9	125	77.5	65.2	105.8	221.5	315.5

بغداد	67.5	97.1	172	242.3	348.8	464.4	511.4	454.5	335.9	216.4	106.9	74.5	3091.8
رطبة / رمادي	72.7	98.3	155.1	202.3	283.9	373.9	451.3	413.3	307.1	216.9	124	81.2	2780
الحي	84.9	112.9	204.4	276.6	411.9	552	629.4	577.2	429	284.3	141.3	97.5	3801.4
نجف	79.7	109.9	187.4	258.6	367.8	453	507.5	469.4	345.2	236.9	119.5	78.1	3213.2
الناصرية	80.6	114	200.4	278.3	413.9	540.1	581.6	530	416.8	274.9	134.4	82.4	3647.4
البصرة	73.7	102.2	180.1	251.1	365.9	503.4	554.8	446.2	355.2	225.8	117.6	72.6	3248.6

المبحث الثالث – حساب قيم الجفاف في العراق.

توطئة:

تعتمد تقنيات ومعادلات وطرائق حساب وتقدير الجفاف على مجموعة من المتغيرات المناخية، ولكل من تلك الطرائق متغيرات معينة فمنهم من يعتمد على عنصر مناخي واحد ومنهم من يعتمد عنصرين، ولم نجد فيما سبق ان اعتمد عالم او باحث على (٥ معايير مناخية) كالتي وضعها الباحث، وفيما يلي استعراض موجز وسريع لاهم طرائق حساب وتقدير الجفاف في العالم:[٢٩] للمزيد ينظر الجدولان (٢ و٣).

١- **طريقة دي مارتون:** اعتمد في استخراج معامل الجفاف على عنصري الامطار الساقطة ومعدل درجة الحرارة، فضلا عن عدد ايام التساقط للمحطات المجاورة، وظهر خلال تطبيق معادلته ان اغلب مناطق العراق تعاني من الجفاف، فيما عدا محطتي زاخو واربيل ضمن المناخ شبه الرطب.

٢-**طريقة ثورنثويت:** اعتمد في معادلته لتقدير الجفاف على عنصري معدل درجة الحرارة والتساقط المطري، وظهر عن طريق تطبيقها ان اغلب مناطق العراق هي ضمن نطاق المناخ الجاف. فيما عدا محطتي زاخو واربيل ضمن المناخ شبه الرطب.

٣- **طريقة كابوت – ري:** توصل العالمان كابوت وري الى معامل جفاف يعتمد على كميات الامطار والتبخر. واظهرت النتائج ان العراق يقع في الغالب ضمن المناخ متوسط الجفاف في حين سجلت المناطق الشمالية ضمناً المناخ شبه الرطب.

٤- **دليل جفاف ايفانوف:** جمع بين عنصري التساقط ودرجة الحرارة.[٣٠] وطبقا لنتائج معادلته فان مناطق العراق الشمالية تقع ضمن الإقليم شبه الرطب، في حين ان باقي أجزاء البلاد غالباً ضمن المناخ الجاف جداً.

٥- **دليل المطر القياسي (SPI):** يمثل الانحرافات المعيارية التي تنحرف فيها الامطار الشهرية عن المتوسط الطويل الاجل عن طريق توزيع كاما لسلسلة بيانات الامطار وتشير المقادير الموجبة الى زيادة الامطار اما المقادير السالبة فتشير الى قلة تساقط الامطار.[٣١] واظهرت نتائج تطبيقها ان المحطات الشمالية جاءت ضمن الاقليم الرطب الخفيف، في حين جاءت باقي أجزاء البلاد ضمن الإقليم الجاف الخفيف.

جدول (٢) طرائق تطبيق معادلات الجفاف التقليدية.

الطرائق	المعادلات	المتغيرات	الملاحظات
* معامل دي مارتون للجفاف:	$i = (\frac{N.R}{(t+10)R-})$	i = معامل الجفاف. R = التساقط السنوي/ملم. t = معدل درجة الحرارة السنوية/م. R- = معدل عدد ايام التساقط لمحطة مجاورة.	اعتمد على المطر واهمل باقي العناصر
معامل ثورنثويت للجفاف:	$\Sigma 1.65(\frac{r}{T+12.2})$	r=الامطار ملم. T=معدل الحرارة م.	اعتمد على المطر ودرجة الحرارة واهمل باقي العناصر
معامل كابوت – ري للجفاف:	$I = (100\frac{P}{E} + 12\frac{P-}{e})/2$	I= معامل الجفاف. P=مج التساقط /ملم. P- = اعلى تساقط شهري. E= التبخر السنوي ملم. e= التبخر في اغزر الشهور مطرا ملم.	اعتمد على المطر والتبخر واهمل باقي العناصر.
دليل جفاف ايفانوف	$K = \frac{R}{EP}$	k= دليل الرطوبة R= كمية التساقط الفعلية / ملم EP=كمية التبخر المحتمل.	اعتمد على كمية الامطار الفعلية والتبخر النتح المحتمل واهمل باقي المتغيرات.

معامل SPI	$SPI=\frac{x^y-u^y}{Q_2}$	X=مجموع التساقط (ملم) u^y=المعدل العام للأمطار لكل السنوات(ملم) Q^y=الانحراف المعياري	اعتمدت على الامطار فقط واهمل باقي العناصر.

جدول (٣) صورة مناخ العراق وفقا للمعدلات العامة لمعاملات الجفاف التقليدية.[٣٢]

المحطات/ المعاملات	نوع المناخ/ التصنيف				
	ديمارتون	ثورنثويت	كابوت – ري	ايفانوف	SPI
زاخو	١٥ شبه رطب	58 شبه رطب	17.2 شبه رطبة	٠.٦ شبه رطب	٠.٢ رطب خفيف
الموصل	8.5 شبه جاف	٢٢ شبه جاف	١٦ شبه رطبة	٠.٥ شبه جاف	٠.١٨ رطب خفيف
اربيل	١٥ شبه رطب	٣٢.١ شبه رطب	١٧.١ شبه رطبة	٠.٧ شبه رطب	٠.٢ رطب خفيف
كركوك	٩ شبه جاف	١٩ شبه جاف	١٤.٢ شبه رطبة	٠.٣ جاف	٠.١ رطب خفيف
بغداد	3 جاف	5.6 جاف	٣.٢ متوسطة الجفاف	٠.١١ جاف جدا	-٠.٠١ جاف خفيف
الرطبة	4.5 جاف	6 جاف	٢.٣ متوسطة الجفاف	٠.١١ جاف جدا	-٠.٠١ جاف خفيف
الحي	٣.٥ جاف	٦.٣ جاف	٢.١ متوسطة الجفاف	٠.٠٧ جاف جدا	-٠.٠٢ جاف خفيف
النجف	٢.٥ جاف	٤ جاف	٢.٣ متوسطة الجفاف	٠.٠١ جاف جدا	-٠.٠١ جاف خفيف
الناصرية	3 جاف	5.6 جاف	٣.١ متوسطة الجفاف	٠.٠٧ جاف جدا	-٠.٠١ جاف خفيف
البصرة	4 جاف	٦.٥ جاف	٤ متوسطة الجفاف	٠.٠٧ جاف جدا	-٠.٠٢ جاف خفيف
التصنيف العام	6.8 شبه جاف	16.5 جاف	8.15 شبه رطب	0.073 جاف جدا	0.06 رطب خفيف

- **المعادلة المقترحة لتقدير قيم الجفاف:**

توصلنا عن طريق خبرتنا المتراكمة في البحث عن الجفاف وخصائصه وتطبيق معادلاته الى المعادلة الآتية، والتي نجد عن طريق تطبيقها الكثير من الإيجابيات التي تخدم البحث العلمي والتي سيتم ادراجها لاحقا:

$$Dr = \frac{R + \sqrt{RH}}{T + Ws + \sqrt{Ev}}$$

اذ ان:

جدول (٤) متغيرات معادلة الوائلي للجفاف.

الرمز	المفهوم	المصطلح الانجليزي
Dr	مقدار الجفاف	Drought
R	كمية الامطار المتساقطة / ملم	RAINFALL TOTALS mm
RH	الرطوبة النسبية %	RELATIVE HUMIDITY %
T	معدل درجة الحرارة م	MEAN AIR TEMP. C
WS	سرعة الرياح م/ثا	Wind Speed m/s
Ev	كمية التبخر / ملم	EVAPORATION TOTALS mm

ووفقا لنتائج تطبيقها – نضع في أدناه المعايير المعتمدة في إيجاد خاصية المناخ بحسب الجفاف:

جدول (٥) تصنيف أقاليم الجفاف بحسب معادلة الوائلي.

نوع المناخ	القيم	المصطلح الانجليزي
رطب	٥ فاكثر	wet
شبه رطب	3-4.9	semi wet
شبه جاف	1-2.9	semi dry
جاف	اقل من ١	dry

- **مبررات وفوائد استعمال هذه المعادلة:**

تم اقتراح هذه المعادلة المبسطة الشاملة نسبيا لأغلب وأهم العناصر المناخية المتحكمة في الجفاف في العراق والمناخات المشابهة له، للمبررات الآتية:

١- كونها شملت ٥ عناصر وظواهر مناخية تتعلق بالجفاف وهي (معدلات درجات الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الامطار المتساقطة، كمية التبخر)، في حين ان المعادلات السابقة الأخرى لم يسبق ان اعتمدت على كل هذه العناصر.

٢- تم اعتماد جمع عنصر الرطوبة النسبية مع الامطار في مقام المعادلة – لان هنالك اشهر وحالات كثيرة تكون الأجواء عالية الرطوبة لكن لا تسقط فيها امطار. وان للرطوبة دور رطوبي تبريدي واضح.

٣- يمكن تطبيق تلك المعادلة شهريا وسنويا – ولمناخات أخرى مختلفة الخصائص الارضية (تربة، جافة، رطبة، مزروعة، جرداء) .. وغيرها.

٤- بالنظر لكبر قيم كل من الرطوبة والتبخر ثم اعتماد علامة جذرهما لتقليل تطرف قيمهما، مقارنة مع باقي العناصر كمعدل درجة الحرارة وسرعة الرياح.

٥- عند تطبيق تلك المعادلة تبين ان نتائجها ملائمة جدا لخصاص مناخ العراق وقريبة جدا من الواقع.

٦- تم اعتماد كمية التبخر الكلي من حوض التبخر A مع باقي العناصر في مقام المعادلة لكونها تزيد من حالة الجفاف وترتبط مع بعضها طرديا – اذ يتزايد الجفاف مع تزايد كل من درجة الحرارة وسرعة الرياح ومن ثم تزايد قيم التبخر بكافة انواعه.

٧- لا يمكن ان يكون ناتج المعادلة (٠.٠ صفراً) مطلق لوجود عنصر الرطوبة النسبية في البسط وبهذا فهي تختلف عن باقي المعادلات التقليدية آنفة الذكر.

- **نتائج تطبيق معادلة الباحث على مناخ العراق:**

يشير الجدولان (٦، ٧) وعن طريق تطبيق المعادلة المبتكرة الى الحقائق الاتية:

١- سجل اكبر التباينات في اشهر الشتاء والاشهر الانتقالية في حين جاءت اشهر الصيف الحارة كلها ضمن المناخ الجاف لانعدام تساقط الامطار فيه وقلة الرطوبة وازدياد درجات الحرارة ومعها كمية التبخر.

٢- ظهرت الأقاليم الرطبة في محطة زاخو فقط في اشهر الشتاء (كانون الثان، كانون الأول، شباط) في حين جاءت محطة النجف كأكثر محطة جافة في العراق اذ لم تسجل الا في شهر كانون الثاني شبه جافة فيما جاءت باقي الأشهر جافة.

٣- سجل اكبر قيم الاقليم الرطب في محطة زاخو (٧.١) في شهر كانون الأول ويليه شهر كانون الثاني (٦.٨) في حين سجلت اكبر قيم الجفاف في الأشهر المطيرة في شهر مايس في محطة الناصرية (٠.١٥) تليها محطة البصرة (٠.١٦) ومن ثم محطة النجف (٠.١٧).

جدول (٦) قيم الجفاف في العراق وفقا لمعادلة الباحث.[٣٣]

محطات/اشهر	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	معدل
زاخو	6.8	6.1	4.3	2.4	0.67	0.14	0.09	0.11	0.15	1.02	3.65	7.1	2.71
الموصل	4.9	3.4	2.7	1.6	0.55	0.13	0.09	0.1	0.14	0.53	2.12	4.5	1.73
اربيل	4.8	3.9	3.0	1.7	0.49	0.13	0.1	0.1	0.16	0.91	1.93	4.3	1.8
كركوك	3.9	2.9	2.0	1.2	0.42	0.09	0.09	0.09	0.12	0.50	1.73	3.0	1.32
بغداد	1.5	1.0	0.7	0.5	0.17	0.08	0.08	0.08	0.11	0.32	1.03	1.1	0.55
رطبة	1.4	1.2	0.6	0.5	0.20	0.1	0.09	0.1	0.12	0.30	0.76	1.0	0.54
الحي	1.5	0.8	0.7	0.5	0.18	0.08	0.07	0.08	0.1	0.26	1.0	1.1	0.53
نجف	1.1	0.7	0.5	0.5	0.17	0.08	0.07	0.08	0.1	0.28	0.88	0.9	0.45
الناصرية	1.2	0.8	0.6	0.5	0.15	0.07	0.07	0.07	0.1	0.28	0.87	1.1	0.48
البصرة	1.4	0.9	0.7	0.4	0.16	0.07	0.07	0.08	0.09	0.27	0.76	1.3	0.51

جدول (٧) صورة الجفاف في العراق وفقا لمعادلة الباحث.[٣٤]

محطات/اشهر	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	معدل
زاخو	رطب	رطب	شبه رطب	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش رطب	رطب	ش جاف
الموصل	ش رطب	ش رطب	ش جاف	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش رطب	ش جاف
اربيل	ش رطب	ش رطب	ش رطب	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش رطب	ش جاف
كركوك	ش رطب	ش جاف	ش جاف	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش رطب	ش جاف
بغداد	ش جاف	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش جاف	جاف
رطبة	ش جاف	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	جاف
الحي	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	ش جاف	جاف
نجف	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
الناصرية	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	جاف
البصرة	ش جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	ش جاف	جاف

- **التصنيف المناخي الخرائطي للجفاف في العراق:**

تظهر الخرائط (٢-٩) التي اعتمدت من تطبيق معادلة الجفاف المبتكرة من قبل الباحث الى الحقائق الاتية:

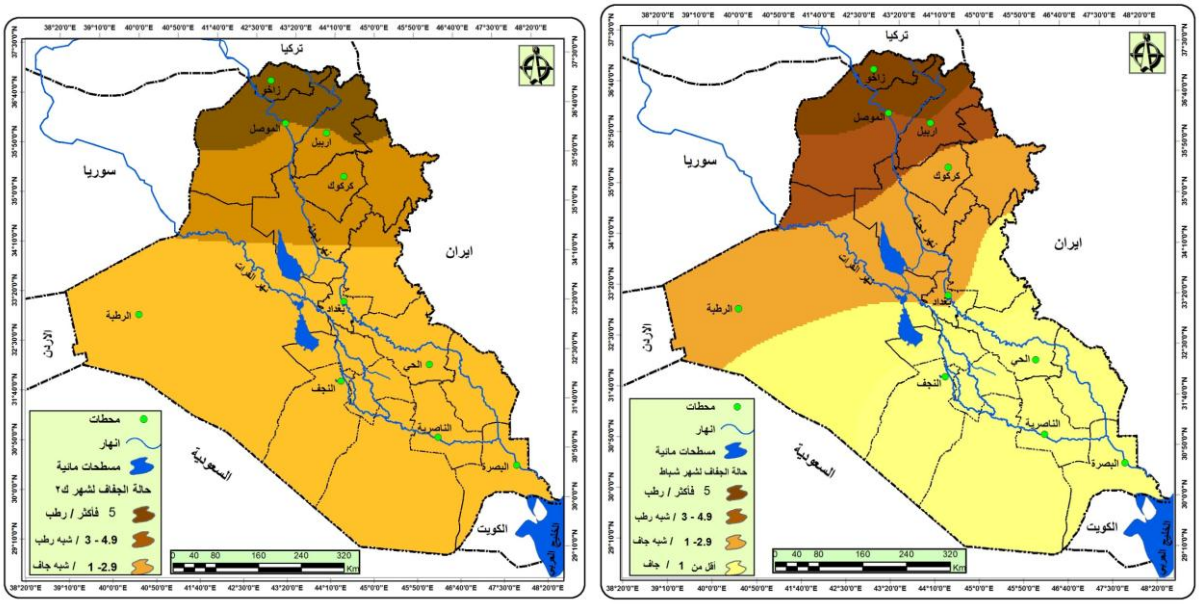
١- تباين مكاني وزماني واضح في قيم الجفاف واقاليمه في العراق – عموماً سجل الإقليم الجاف الأكثر مساحة ليشمل اغلب أجزاء البلاد الوسطى والجنوبية – في حين لم يشكل الإقليم الرطب الآ الجزء الأصغر مساحة، ليشمل غالباً بعض الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وهي الأجزاء الأكثر مطراً والاقل حرارة وتبخراً.

٢- لم يظهر الإقليم الجاف في شهر كانون الثاني – خريطة ٢- في جميع أجزاء العراق كونه الشهر الابرد والأكثر مطراً والاقل تبخراً.

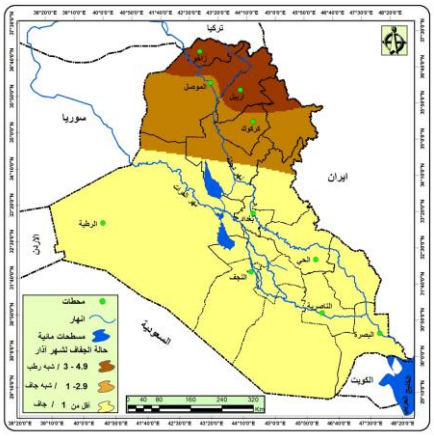
٣- لم يظهر الإقليم الرطب في شهر نيسان – خريطة ٥ – وفي شهر تشرين الأول – خريطة ٦ – لقلة تساقط الامطار نسبياً، كما لم نجد هذا الإقليم في المعدل السنوي – خريطة ٩.

٤- تذبذب – تزحزح واضح في حدود الإقليم شبه الجاف في اغلب مناطق العراق، اذ نجده يتسع تارة كما في شهر كانون ١ – خريطة ٨- في حين ينحسر بشكل نطاق ضيق جدا في شهر تشرين ١ – خريطة ٦- ليستحوذ معها الإقليم الجاف على مساحة البلاد.

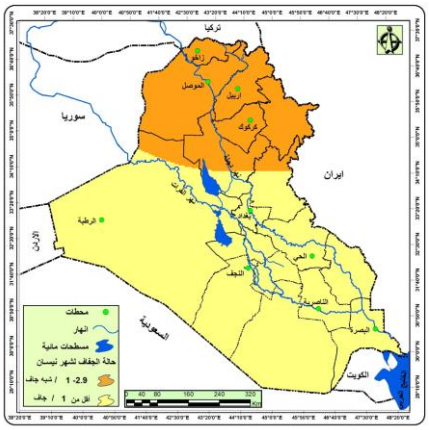
خريطة (٢) أقاليم الجفاف المناخي لشهر كانون٢ في العراق. خريطة (٣) أقاليم الجفاف المناخي لشهر شباط في العراق.



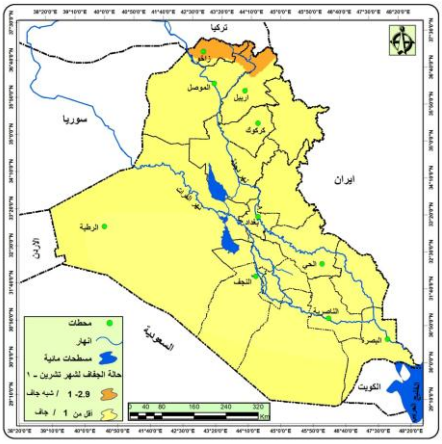
خريطة (4) أقاليم الجفاف المناخي لشهر آذار في العراق.



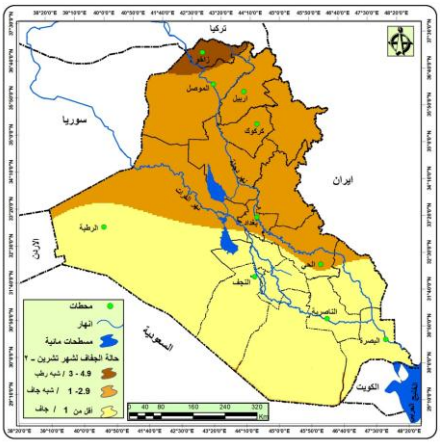
خريطة (5) أقاليم الجفاف المناخي لشهر نيسان في العراق.



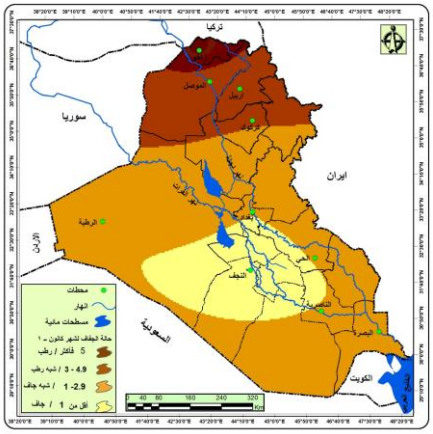
خريطة (6) أقاليم الجفاف المناخي لشهر تشرين 1 في العراق.



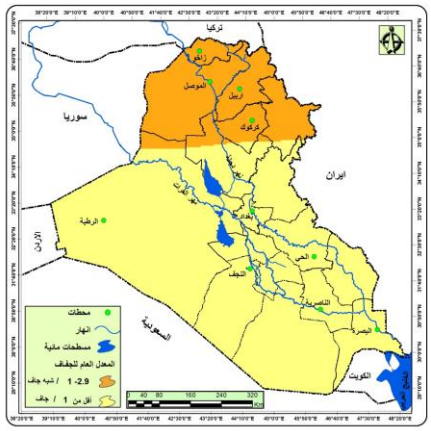
خريطة (7) أقاليم الجفاف المناخي لشهر تشرين 2 في العراق.



خريطة (8) أقاليم الجفاف المناخي لشهر كانون 1 في العراق.



خريطة (9) أقاليم الجفاف المناخي السنوية في العراق.



النتائج:

١- يمكن اعتماد المعادلة التي وضعها الباحث في تحديد أقاليم الجفاف او مناطقه في العراق وفي المناخات المشابه لمناخ العراق لكونها تحوي على ٥ متغيرات مناخية تعبر عن الواقع المناخي بدقة أفضل من المعادلات السابقة، كما انها سهلة التطبيق وبياناتها متوفرة في المحطات المناخية. ويمكن اعتماد تلك المعادلة في تصنيف مناخ العراق وتحديد أقاليمه المناخية وكذلك للبلدان المشابهة لمناخ البلاد.

٢- تباين مكاني وزماني واضح في اقاليم الجفاف في العراق بحسب المعادلة المبتكرة، عموماً سجل الإقليم الجاف الأكثر مساحة ليشمل اغلب أجزاء البلاد الوسطى والجنوبية – في حين لم يشكل الإقليم الرطب الآ الجزء الأصغر مساحة، ليشمل غالباً بعض الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وهي الأجزاء الأكثر مطراً والاقل حرارة وتبخراً.

٣- سجل اكبر قيم الاقليم الرطب في محطة زاخو (٧.١) في شهر كانون الأول ويليه شهر كانون الثاني (٦.٨) في حين سجلت اكبر قيم الجفاف في الأشهر المطيرة في شهر مايس في محطة الناصرية (٠.١٥) تليها محطة البصرة (٠.١٦) ومن ثم محطة النجف (٠.١٧).

الهوامش والمصادر :

١ – وزارة التخطيط والتعاون الانمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الاحصائية السنوية، ٢٠١٠-٢٠١١.

٢ – بالاعتماد على الهياة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في العراق، خريطة مواقع المحطات المناخية، غير منشورة، وباستعمال برنامج Arc GIS 9.3.

٣ – ينظر: صبري البياتي وأحلام احمد الدوري، الجفاف في العراق، تحليلات باستعمال عمليات بواسون المركبة، مجلة البحوث الجغرافية، العدد4، النجف، 2002، ص 299.

٤– المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ظاهرة الجفاف وتأثيرها على الإنتاج الزراعي والتفاتات المستخدمة لدرئها، مجلة الزراعة والتنمية، ص٢٧.

٥– ماجد النحلاوي، خصائص أمطار دمشق واحتمالاتها وعلاقاتها بالجفاف والاتجاه العام، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مجلة الزراعة والمياه، ع ١٢، تموز، ١٩٩١، ص٢٧–٢٨.

٦ – ينظر: عادل سعيد الراوي وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة، بغداد، 1990، ص ١١٢–١١٣.

٧ – حسن رمضان سلامة، جغرافية الأقاليم الجافة (منظور جغرافي بيئي)، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٠، ص٤٠.

٨ – علي حسين الشلش، التباين المكاني للتوازن المائي وعلاقته بالإنتاج الزراعي في العراق، مجلة الخليج العربي، مركز دراسات الخليج العربي، مج ١١، ع ١، دار الحرية للطباعة، بغداد، ١٩٧٩، ص٥٢.

٩ – مونيك منيخة، الإنسان والجفاف، ترجمة ميشيل خوري، دمشق، ١٩٩٩، ص ٥٩.

١٠ – أ. س جودي و ج.س. ولكنسون، بيئة الصحاري الدافئة، ط٢، ترجمة علي علي البناء، وحدة البحث والترجمة الكويتية، ذات السلاسل للطباعة، الكويت– ١٩٨٥، ص١٧.

١١ – ينظر: مثنى فاضل الوائلي، التغيرات المناخية وتأثيراتها في الموارد المائية السطحية في العراق، اطروحة دكتوراه، جامعة الكوفة، كلية الآداب، ٢٠١٢.

١٢ – ينظر: تغير المناخ والتنوع البيولوجي، الموقع الالكتروني:
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd"

١٣ – وزارة النقل، الهية العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١.

١٤ – إبراهيم العرود، التغير المناخي في الميزان، ط١، عمان، ٢٠٠١، ص٢٣٣.

١٥ – خلف حسين علي الدليمي، الكوارث الطبيعية والحد من أثارها، ط١، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٠٩، ص ٢٠١.

16– Mackenzie L.davis & David A.cornwell, Introduction to Environment Enginering, Sangaphura,2008, P 578.

١٧- أيفل فريس كريستين، التغيرات في النشاط الشمسي وأثره في تغير المناخ، مجلة النفط والتعاون، مجلد ٢١،العدد ٧٤، ١٩٩٥، ص٦٣.

١٨ – ينظر: خلف حسين علي الدليمي، مصدر سابق، ص ٢١١.

١٩ – ينظر: جرالد فولي، تسخين الكوكب وارتفاع حرارة الأرض، ترجمة عبدالله الخطيب، دار الحمراء، بيروت، ٢٠٠٠، ص٤٤.

٢٠ – مشاهدة الباحث الميدانية.

٢١ – مقابلة شخصية مع اعضاء الفريق البحثي لمنطقة عين التمر، مديرية التعدين والمسح الجيولوجي، بغداد، ٢٠١٠.

٢٢ – وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١.

٢٣ – بالاعتماد على : وزارة الزراعة، مديرية التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٠.

٢٤ – بالاعتماد على : وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي في العراق، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

٢٥ – ينظر: وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، بغداد، ٢٠١٧، ص ٢٥٦.

٢٦ – ينظر: وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية (٢٠٠٨-٢٠٠٩)، بغداد، ٢٠١٠.

٢٧ – بالاعتماد على: وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، تقرير الإحصاءات البيئية لسنة ٢٠٠٨، بغداد، ٢٠٠٩، ص١٥٧.

٢٨ – وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١.

٢٩ – مثنى فاضل علي، التباين المكاني لتغير انطقة الجفاف المناخي في العراق – دراسة مقارنة لعدد من المعايير، مجلة اوروك، مج ٨، ع ٢، نيسان، ٢٠١٥، ص ٢١٣-٢٥٧.

٣٠- ينظر: علي شلش، احمد حديد، ماجد ولي، جغرافية الأقاليم المناخية، مطبعة جامعة بغداد، بغداد،١٩٧٨، ص٢٣٤.

٣١-انس محمود محمد رشيد، تحليل فترات جفاف الامطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي spi، مجلة الرافدين الهندسية، مج ١٨، ع ٢، نيسان، ٢٠١٠، ص ٦٢.

[٣٢] – بالاعتماد على جدول (١).

[٣٣] – بالاعتماد على جدول (١).

[٣٤] – بالاعتماد على جدول (٦).