

التمثيل الخرائطي للموازنة المائية في محافظة بابل

م.د. محمد حميد عباس الساعدي

كلية الآداب / جامعة واسط

المستخلص

إن الماء مورد مائي متجدد ولكن بقر، الأمر الذي يحتم علينا الدراسة والبحث، للتوصل إلى أفضل الطرق للحفاظ عليه واستغلاله، وقد كان للتمثيل الخرائطي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وبرنامج arcGIS9.2 فائدة في إظهار الموازنة المائية (العجز والفائض المائي) في أجزاء المحافظة، وتباينها المكاني والزمني، وإعطاء صورة دقيقة وقرية من الواقع قدر الإمكان، فكان هنالك موسمي نقصان مائي وموسمي فائض وفقاً لطريقة ثورنثويت، فيما كانت مواسم الفائض المائي ثلاث، ومواسم النقصان المائي واحد، وفقاً لطريقة بلاني- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة، فضلاً عن التباين الواضح للتوزيع المكاني في تلك المقادير من الزيادة والنقصان بين مناطق المحافظة، الأمر الذي يدعو إلى استغلال ذلك التباين في استعمالات الأرض المختلفة وبخاصة الزراعية بأمثل صورة.

كلمات مفتاحية: الموازنة المائية، الفائض المائي، النقصان المائي، ثورنثويت، بلاني، كريدل، نجيب خروفة، التمثيل الخرائطي، المناخ، الطقس.

Abstract

Water is a renewable resource, but as much, which requires us to study and research, to reach the best ways to maintain it and exploit it, and it was to represent the cartographic using GIS software arcGIS9.2 interest in showing the water budget (Water shortage and surplus) between the province and parts, and contrast spatial and time, and give an accurate picture, and close to reality as much as possible, was there a seasonal aqueous decrease and a seasonal surplus, according to the way Thornthwite, while the seasons water surplus three, seasons water decreases one, according to the method (Blany - Criddle) modified by Najib Khrovh, as if there is a discrepancy clear distribution Here the spatial in the amounts of increase and decrease between the parts of the province, which calls to exploit that variation in the different uses of land, especially agricultural.

Keywords: Water balance, water surplus, water shortage, Thornthwite, Plany, Criddel, Najib Kharfah, Mapping, Climate, Weather.

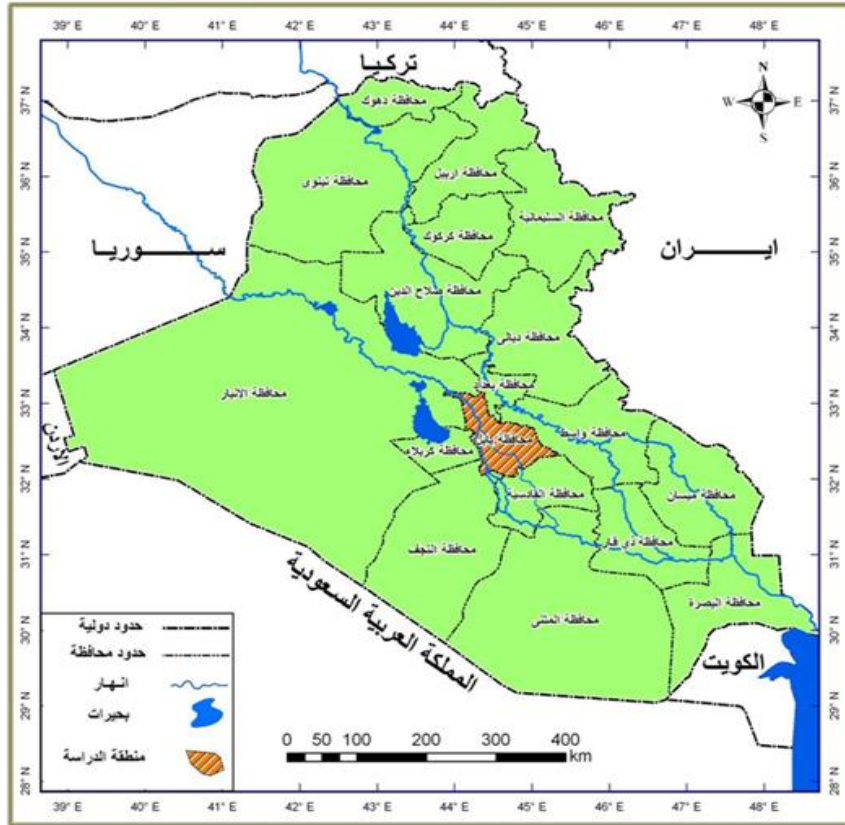
أولاً- المقدمة

تعد دراسة الموارد المائية من المواضيع المهمة جداً، فمثلاً لا يمكن تحقيق أمن غذائي دون أمن مائي، لذا أصبح من الضروري الحفاظ على هذا المورد المتجدد وحمايته، من أجل تحقيق عدد من الحاجات الاقتصادية، التي تدخل في صلب التنمية، وتعد قضية الموارد المائية اليوم من القضايا التي يحتدم النقاش حولها ويزداد الصراع عليها كونها تشكل أهمية كبيرة في حياة الشعوب ومستقبلها، فضلاً عن ذلك فإن الدراسات المناخية وبخاصة التي تناولت الاحتياجات المائية والجفاف والموازنة المائية تناولت هذه المواضيع اعتماداً على مواقع المحطات المناخية (مواقع نقطية وليست مساحية) وقلة منها مثلتها مكانياً عن طريق الرسم الخرائطي الذي يعد وسيلة الجغرافي الأولى في عمله، والغاية هي إظهار التباين والتوزيع المكاني في منطقة الدراسة موضوع البحث، لذا جائت أهمية هذه الدراسة في إظهار ذلك التباين على خارطة المحافظة وهو أسلوب جيد في دراسة أنماط الاختلاف المائي فيها، باستخدام طريقتي ثورنثويت وطريقة بلاني- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة عام (1985) اللتان تعدان من الطرق الشهيرة عالمياً ومحلياً، وهنا تظهر مجموعة تساؤلات يمكن صياغتها كمشكلات.

- أ- **مشكلة الدراسة:** إذ بالإمكان وضعها بشكل مجموعة تساؤلات هي:
- ١- أتتلقى جميع أجزاء محافظة بابل كميات فائضة من الأمطار خلال موسم معين؟
 - ٢- أتعاني جميع أجزاء محافظة بابل من النقصان المائي في مواسم أخرى؟
 - ٣- هل هنالك اختلاف في مقادير الفائض والعجز المائي بين أجزاء المحافظة وبين الطرق المتبعة في استخراجها؟
 - ٤- هل تعد الوسائل التقليدية من جداول وأشكال بيانية كافية لإظهار أوضح صورة للتباين المكاني للظاهرة (الموازنة المائية)؟
- وللإجابة على هذه التساؤلات يتبادر إلى الذهن تصورات يمكن صياغتها بشكل إجابات مبدئية فكانت الفرضيات.
- ب- **فرضيات الدراسة:** وهي الأخرى يمكن أن تصاغ بمجموعة إجابات كآلاتي:
- ١- تتلقى المحافظة كميات متباينة من الفائض المائي خلال بعض المواسم.
 - ٢- تتباين مقادير العجز المائي بين أجزاء المحافظة في مواسم معينة.
 - ٣- يظهر استعمال الطرق المختلفة في حساب الموازنة المائية بالنتيجة معطيات مختلفة كما إن المواقع المختلفة في المحافظة تختلف فيها مقادير الفائض أو العجز المائي.
 - ٤- تعد الخارطة مجموعة من المعلومات الصورية والية التي بواسطتها يمكن تحديد كثير من المعطيات واتخاذ القرارات وهي جزء مهم ومكمل للطرق التقليدية في الدراسات المناخية.
- ج- **أهمية الدراسة وهدفها:** تكمن أهمية الدراسة في محدودية موارد المحافظة المائية، وتوزعها غير المتساوي على مستوى مساحتها، وارتباط عملية التنمية بتوافر تلك الموارد. فيما تهدف إلى إمكانية إظهار التباين المكاني في منطقة لا تنظم إلا محطة مناخية واحدة وذلك بمساعدة محطات المناطق أو المحافظات المحيطة بها، سواء كان ذلك لقياس الموازنة المائية أو عناصر مناخية أخرى، فبدلاً من إعطاء قيمة واحدة لمحافظة كاملة من خلال محطة واحدة فإننا يمكن أن نرسم التدرج والتباين في تلك القيمة بين أجزاء المحافظة. فضلاً عن ذلك فإن استخدام أكثر من طريقة لحساب الفائض أو النقصان المائي سيمكننا من المقارنة بين تلك الطرق للتوصل إلى صورة أدق.
- د- **منهجية الدراسة:** عتمدت دراستنا هذه، المنهج الاستقرائي، من خلال جمع البيانات المناخية وتحليلها إحصائياً للتوصل من خلال تلك الجزئيات إلى كلييات (عموميات) يمكن أن تكون قانوناً ينطبق على أكثر من ظاهرة أو منطقة.
- ثانياً- **حدود الدراسة:** وتمثلت بحددين، مكاني وزمني، إذ تقع محافظة بابل بين دائرتي عرض (7° و 32° و 8° و 33°) شمالاً، وبين خطي طول (42° و 43° و 50° و 45°) شرقاً، متوسطةً البلد ضمن السهل الرسوبي، وتشغل مساحة (5119) كم^٢، إذ تحدها محافظة بغداد شمالاً، ومحافظة واسط شرقاً، وتحدها محافظتي الأنبار و كربلاء غرباً، ومحافظتي النجف والقادسية جنوباً [١]. كما في الخارطة (1). من جهة أخرى فإن الحدود الزمنية للدراسة كانت لأربعين سنة خلت بين عامي (1973-2013)م.

خارطة (١)

موقع منطقة الدراسة تسمية إلى العراق



المصدر: جمهورية العراق، الهيئة العامة للمساحة، خارطة العراق الإدارية بمقياس 1:2000000 لعام 2007.

ثالثاً- المتطلبات المناخية لحساب الموازنة المائية:

تعد الموازنة المائية أداة قيمة لزيادة جهود الحفاظ على المياه، وقد اكتسبت شعبية في السنوات الماضية أو نحو ذلك. وإن حسابها يساعد في تحديد توزيع المياه، وعدم هدرها أو عدم استغلالها بصورة مثلى من قبل الكثيرين.[٢] إن عملية احتساب الموازنة المائية تعتمد على عدد من العناصر المناخية التي ينبغي أن تتوفر لمنطقة الدراسة وبخاصة معدل عدد ساعات السطوع الشمسي ودرجة الحرارة والتساقط، وهي كآلاتي:[٣]

أ- نسبة عدد ساعات السطوع الشمسي الفصلية (P) % :

يعد هذا المتغير مهماً في حساب الموازنة المائية وبخاصة في معادلة بلاني- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة، للعلاقة بين السطوع الشمسي ودرجات الحرارة، ومن خلالها يتم استخراج معدل التبخرنتج الممكن والحقيقي، ومن ثم الموازنة المائية.

فبعد استخراج النسبة المؤية لعدد ساعات السطوع الشمسي في الجدول والشكل (1) تبين أن أعلى نسبة (لمحطة الحلة) كانت في فصل الصيف إذ بلغت (31.12) % ثم تدرج بالانخفاض في فصل الخريف بنسبة (28.21) %، لتسجل أقل

قيمة لها في فصل الشتاء بنسبة مقدارها (18.44) %، لترتفع النسبة من جديد في فصل الربيع لتبلغ (22.21) %، وتتقارب النسب في محطات المحافظات المحيطة لمحطة الحلة.

ب- معدلات درجات الحرارة الفصلية (T_c):

تمتاز منطقة الدراسة بارتفاع معدلات درجات الحرارة في فصل الصيف إذ تصل إلى أكثر من (32) T_c ثم تبدأ بالانخفاض تدريجياً في بقية الفصول وعلى الترتيب إذ تنخفض في فصل الخريف إلى (30.75) T_c ثم فصل الشتاء إلى (13.8) T_c ثم تعود للارتفاع مرة أخرى في فصل الربيع فتبلغ (18.3) T_c . كما في الجدول والشكل (2).

جدول (1) النسبة المئوية للسطوع الشمسي الفصلي (P %) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	28.21	18.44	22.21	31.12
بغداد	28.17	18.2	22.18	33.29
كربلاء	28.25	18.7	23.4	30.59
النجف	28.15	18.26	22.5	30.49
الديوانية	28.32	18.94	22.15	30.56
الكويت	28.65	18.33	22.1	30.9

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأتواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (1) النسبة المئوية للسطوع الشمسي الفصلي (P %) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)



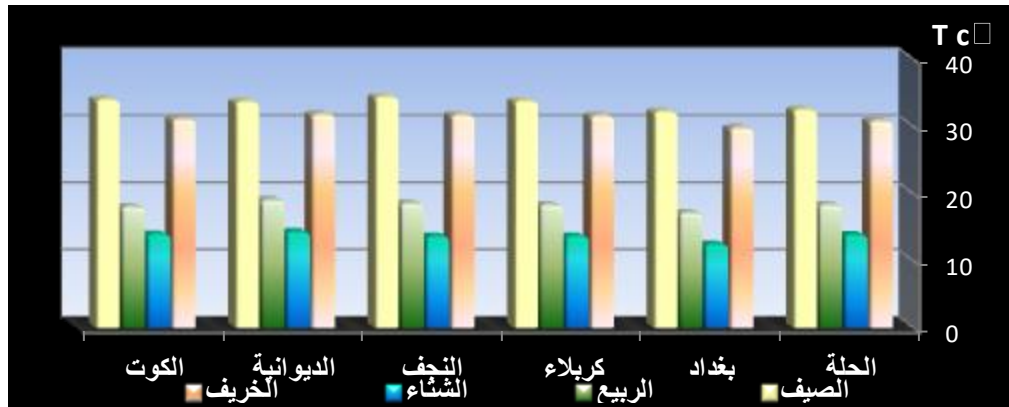
المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (1).

جدول (2) معدل درجة الحرارة الفصلي (T_c) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	30.75	13.8	18.3	32.4
بغداد	29.7	12.4	17.1	32.1
كربلاء	31.5	13.6	18.3	33.7
النجف	31.6	13.6	18.5	34.3
الديوانية	31.7	14.26	19	33.6
الكويت	31	13.9	18	33.9

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأتواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (2) معدلات درجات الحرارة الفصلية (Tc) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (2).

ج- التساقط (P mm):

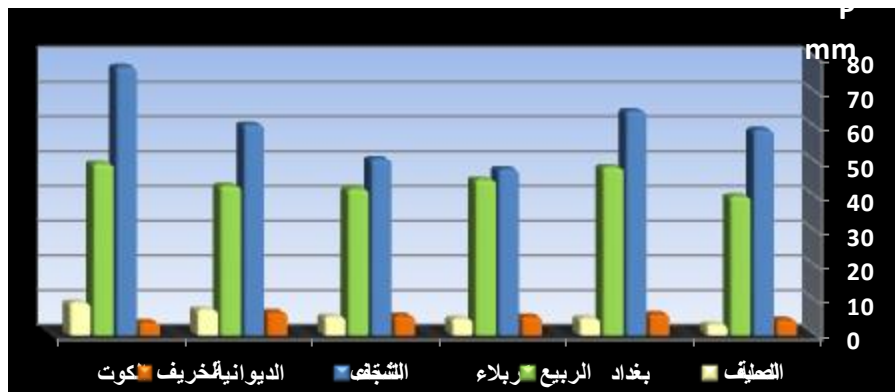
تمتاز منطقة الدراسة بقلة تساقطها إذ لا تتجاوز معدلاتها في فصل الخريف (4.3) ملم، لكنها ترتفع إلى حوالي (59) ملم في فصل الشتاء، يليه فصل الربيع بمعدل (39.9) ملم، ليكون شبه معدوم في فصل الصيف إذ لا يتجاوز (3) ملم وتتقارب تلك المقادير مع بقية المحطات المحيطة بها بفارق بسيط صعودا أو نزولا وكما يظهره الجدول (3) وشكله.

جدول (3) معدلات التساقط الفصلية (P mm) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	4.3	59	39.9	3
بغداد	6	64.4	48.3	4.8
كربلاء	5.3	47.7	44.7	4.7
النجف	5.5	50.6	42	5.3
الديوانية	6.5	60.5	42.9	7.3
الكوت	3.7	77.1	49.3	9.3

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (3) معدلات التساقط الفصلية (P mm) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (3).

رابعاً- بعض الطرق الإحصائية لحساب الموازنة المائية

على الرغم من الأجهزة المختبرية التي تقوم بتسجيل عناصر الجو المختلفة التي يعتمد عليها التحليل الكمي لبيان تفاعل العناصر المناخية فيما بينها لإعطاء صورة واضحة عن التغيرات المناخية لموقع ما، ومدى ما يهدف إليه التحليل من استخدامات متعددة لحياة الإنسان، إلا أنها لا توضح جميع القيم المناخية الأخرى، فليبيان قيمة المطر الفعال لموقع ما، لابد أولاً من سجلات إحصائية للمطر، ودرجات الحرارة، وللرياح، هذه السجلات تتوافر على أفراد في محطات الأرصاد الجوية. إذ يقوم المتخصص في المناخ باستخدام هذه السجلات، ومعالجتها رياضياً أو إحصائياً، لبيان قيمة المطر بالعلاقة مع درجات الحرارة والرياح وغيرها من العناصر، لإعطاء وصف كمي عن كفاية المطر للزراعة أو بيان الجفاف ونحو ذلك. [٤] ومثلها الموازنة المائية (Water Budget)، إذ إن التغير في مخزون رطوبة التربة مهم جداً في الزراعة، فالبرامج التنموية الزراعية أو الصناعية لمنطقة ما تضع الأسس الخاصة بعمليات الإرواء بناءً على نتائج الموازنة المائية، ومن ثم تحديد أوقاتها وكميات المياه اللازمة. [٥] إذ يتم حسابها بطرق إحصائية عديدة، وقد اختارت الدراسة اثنتين منها، طريقة ثورنثويت، وطريقة بلاني- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة، إذ تعدان من الطرق الأكثر شيوعاً في التطبيقات العملية للتعبير عن رطوبة التربة، ولتحقيق التمثيل الخرائطي كان لابد من توفر البيانات ذات الصلة بالموازنة المائية لمحطات مساندة، وهي محطات المحافظات المحيطة بمحافظة بابل.

أ- حساب الموازنة المائية بحسب طريقة ثورنثويت:

وفيها يجب أن تتوفر معدلات درجات الحرارة وقيمة التساقط لمنطقة ما، كي يتم استخراج مقدار التبخرنتج الممكن والحقيقي ومن ثم استخراج الفائض والنقصان المائي [٦]، وكالاتي:

١- حساب التبخرنتج الممكن (الكامن):

يقصد به أعظم تبخر ممكن حدوثه من المسطحات المائية والترب المشبعة بالمياه، دون أن يؤثر ذلك على رطوبتها، أي وجود فائض مائي سد هذا التبخر، ويتأثر بالعوامل المناخية، وبخاصة الإشعاع الشمسي. [٧] ويستخرج هذا العامل وفق العلاقة الإحصائية الآتية: [٨]

$$PE_x = 16 \left(\frac{10T}{I} \right)^a$$

$$I = \sum_{12} i$$

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = (6.75 * 10^{-7})I^3 - (7.71 * 10^{-5})I^2 + (1.792 * 10^{-2})I + 0.49$$

إذ إن:

PE_x : كمية التبخرنتج الممكن الشهري (ملم/شهر).

T : معدل درجة حرارة الهواء (C).

I : معامل الحرارة السنوي.

وقد عدلت قيمة PEx فيما بعد لتلائم عدد أيام الشهور وعدد ساعات السطوع فيها، لتأخذ شكلها النهائي الآتي: [٩]

$$PE = PEx \left(\frac{DT}{360} \right) \dots\dots\dots(1)$$

إذ إن:

PE: التبخرنتج الممكن لشهر او فصل ما (ملم).

D: عدد أيام الشهر او الفصل.

T: معدل عدد ساعات شروق الشمس (ساعة/يوم)

وعند تطبيق العلاقة (1) على محطة الحلة ومحطات المحافظات المحيطة بها فإننا سنحصل على (التبخرنتج الممكن) لتلك المحطات، إذ بلغ أعلى قيمة له في منطقة الدراسة خلال فصل الصيف (173.9) ملم، ثم يقل إلى (136.2) ملم في فصل الخريف، ليصل إلى أدنى مستوياته خلال فصل الشتاء بمقدار (34.2) ملم، ويرتفع من جديد خلال فصل الربيع ليلبلغ (56.5) ملم، وتتقارب قيم التبخرنتج الممكن في المحطات المحيطة من قيمها في محطة الحلة. وهو الذي يلاحظ في الجدول والشكل (4).

جدول (4) معدل التبخرنتج الممكن PE للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	136.2	34.2	56.5	173.9
بغداد	142.1	32.2	55.4	172.6
كربلاء	141.1	32.4	54.4	163.2
النجف	141.4	31.7	54.1	164.7
الديوانية	140.3	33.6	55.9	161.6
الكوت	138.4	33.3	53.5	166

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (4) معدل التبخرنتج الممكن PE للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (4).

ب- حساب مدة الزيادة المائية WS: [١٠]

نقوم باستخراج الفائض المائي بعد أن توفرت قيم التبخرنتح الممكن وذلك من خلال العلاقة الآتية:

$$WS = P - PE \dots \dots P > PE \dots \dots (2)$$

$$AE = PE$$

إذ إن:

WS: الزيادة المائية (مم)

P: معدل التساقط (مم)

PE: التبخرنتح الممكن لشهر أو فصل ما (مم)

AE: التبخرنتح الحقيقي (مم). ويكون هنا مساويا إلى التبخرنتح الممكن لان الأمطار اكبر من التبخر نتح الممكن.

بعد تطبيق العلاقة (2) تتبين لنا مقادير الزيادة المائية للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات في المحافظات المحيطة بها، إذ أن الزيادة المائية (WS) لم تتوفر إلا في فصل الشتاء، نظرا لزيادة مقادير الساقط المطري، وقلة التبخرنتح الممكن (PE) فيه، إذ بلغ في محطة الحلة (24.8) ملم، وعلى العكس من المواسم الأخرى، التي لم تتوفر فيها أي زيادة مائية، نظرا لقلة الساقط المطري، وزيادة التبخرنتح الممكن فيها، فيما تراوحت قيم المحطات المحيطة بها تارة صعودا وأخرى نزولا، فأعلى تساقط كان في محطة الكوت، إذ بلغ (43.8) ملم، ثم محطة بغداد بمعدل (32.2) ملم، فيما كان أقل فائض مائي في محطة كربلاء والنجف، إذ بلغتا (15.3 و 18.9) ملم على التوالي، وكانت محطة الديوانية مقاربة لمحطة الحلة، فبلغت (26.9) ملم. وكما في الجدول والشكل (5).

جدول (5) معدل الزيادة WS المائية للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت

المحطة	خريف	شتاء	ربيع	صيف
الحلة	0	24.8	0	0
بغداد	0	32.2	0	0
كربلاء	0	15.3	0	0
النجف	0	18.9	0	0
الديوانية	0	26.9	0	0
الكوت	0	43.8	0	0

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (5) معدل الزيادة المائية WS للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (5).

ج- مدة النقصان المائي: [١١]

ويقصد بها أن التبخرنتح الحقيقي يساوي كمية الأمطار الساقطة في منطقة ما، بعبارة أخرى عندما يكون التبخرنتح الممكن أكثر من الأمطار، فإن التبخرنتح الحقيقي يساوي كمية الأمطار. إذ يحسب من العلاقة الآتية:

$$WD = PE - P \dots \dots P < PE \dots \dots (3)$$

$$WS = 0$$

$$AE = P$$

إذ إن:

WD: النقصان المائي (ملم\شهر) او فصل.

AE: التبخرنتح الحقيقي (ملم \ شهر) او فصل.

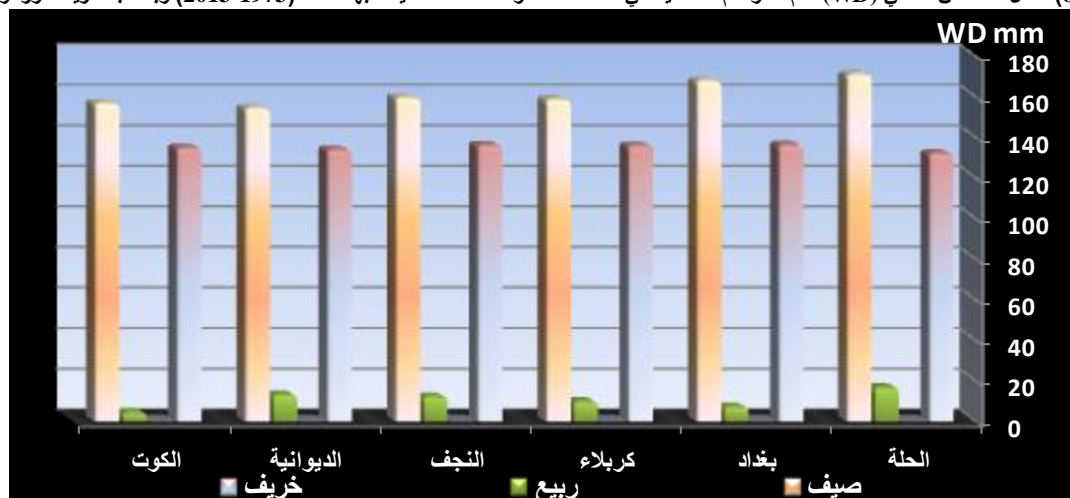
بعد تطبيق العلاقة (3) في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها تتبين لنا أن أكبر نقصان مائي يحدث لمحطة الحلة والمحطات المحيطة في فصل الصيف، إذ تجاوز في الحلة (170) ملم ، ثم يقل إلى (131.9) ملم في فصل الخريف، لينعدم ذلك النقصان وتصبح بدله زيادة مائية، كما ظهر في الجدول والشكل (5)، لذا يكون في معادلة النقصان مقداره صفراً، ليعود مرة أخرى في فصل الربيع ولكن أقل من فصلي الصيف والخريف ، إلى (16.6) ملم فقط. كما في الجدول والشكل (6):

جدول (6) معدل النقصان المائي (WD) ملم للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت

المحطة	خريف	شتاء	ربيع	صيف
الحلة	131.9	0	16.6	170.9
بغداد	136.1	0	7.1	167.8
كربلاء	135.8	0	9.7	158.5
النجف	135.9	0	12.1	159.4
الديوانية	133.8	0	13	154.3
الكويت	134.7	0	4.2	156.7

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (6) معدل النقصان المائي (WD) ملم للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013) وبحسب طريقة ثورنثويت



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (6).

٢- حساب الموازنة المائية بطريقة بلاتي- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة:

تعد هذه العلاقة غير معقدة وبالإمكان تطبيقها بسهولة فيما لو توفرت البيانات المناخية المعتمدة فيها، المتمثلة بالإشعاع الشمسي، وساعات سطوعه، ودرجة حرارة الهواء، والتساقط. إذ يحسب أولاً التبخرنتح الممكن، ثم التغير في رطوبة التربة، بعدها يستخرج تغير رطوبة التربة المتاحة، والتبخر نتح الحقيقي، عندها يتم استخراج الزيادة والنقصان المائيين. [١٢]

١- حساب التبخرنتح الممكن ETO:

وعلاقته تعتمد على معدلات التساقط ودرجات الحرارة الشهرية أو الفصلية بحسب الحاجة أو الدراسة وكالاتي:

$$ETO = \frac{P}{3(T)^{131}} \dots \dots \dots (4)$$

إذ إن:

ETO: التبخرنتح الممكن (ملم).

P: النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس في الشهر إلى عددها السنوي.

T: المعدل الشهري لدرجة الحرارة (°C).

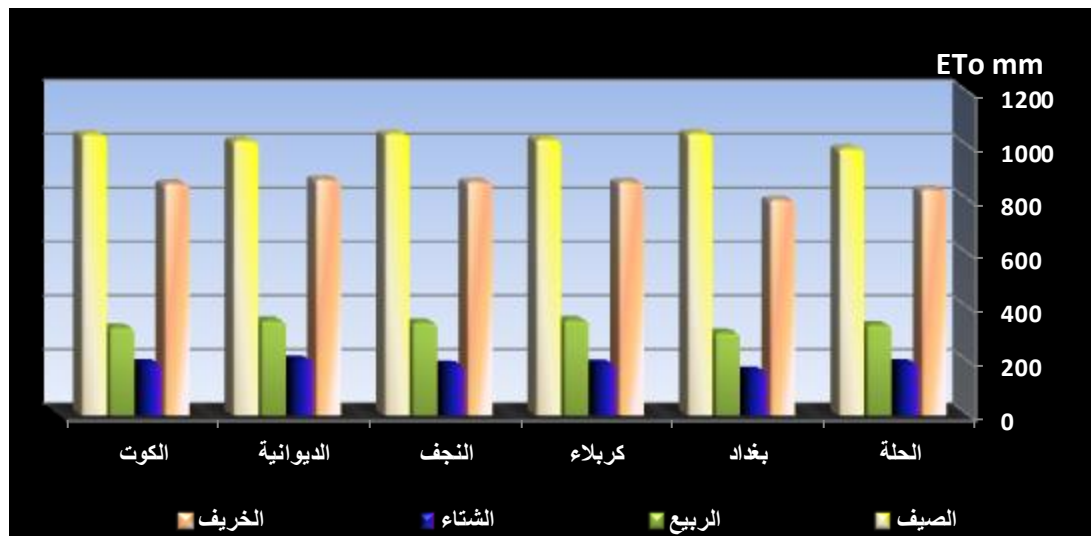
من خلال استقراء الجدول (7) يتضح إن التبخرنتح الممكن (ETO) خلال الفصل المطير وصل لأقل مستوى في منطقة الدراسة في فصل الشتاء حيث بلغ (191.37) ملم في حين بلغ أعلى مستوياته في فصل الصيف (987.94) ملم ويأتي بعده فصل الخريف حيث بلغ (836.29) ملم ويأتي من بعده الربيع إذ بلغ فيه (333.6) ملم. وتتقارب هذه القيم في المحطات المحيطة من مقادير محطة الحلة.

جدول (7) التبخرنتح الممكن (ETO) ملم للمواسم المناخية في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (2013-1973) وبحسب طريقة خروفة

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	836.29	191.37	333.60	987.94
بغداد	797.95	164.18	304.83	1044.03
كربلاء	864.33	190.39	351.48	1022.47
النجف	864.86	185.91	342.81	1042.96
الديوانية	873.69	205.18	349.47	1017.50
الكويت	858.39	192.03	324.84	1040.87

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (7) اللبلر نلل الممل (ETO) ملم للمواسم المناخلة فل ملللة الللة والمملات الملللة بها للمدة (2013-1973) وبللس طرلةة لروفة



المصدر : الللل بالاعللل على بلانات اللل (7).

٢- لللر مزلون الللة من الرطوبة VM:

للل اسلللال هذا المللر من لللل إللل العلاقة ما بلل اللبلرللل الممل واللساقل، فإذا كان اللساقل أكللر من معدل اللبلرللل الممل ($ETO < P$)، فإن الفرق بلللهما للل إلساقله لرطوبة الللة، إلى لل وصول الللة لدرجة اللللل، علل إذ لللل اللللر صللرا. أما إذا كان اللبلرللل الممل أكللر من اللساقل ($ETO > P$)، فلللل اللللر باللللاقل إلى لل نقطة الللل، علل إذ لللل اللللر صللراً أللل، ووفقاً للماعلة الآللة: [١٣]

$$VM = P - ETO \dots\dots\dots (5)$$

إذ إن :

VM : اللللر فل مزلون الللة من الرطوبة (ملم).

P: اللساقل (ملم).

ETO : اللبلرللل الممل (ملم).

ومن للل اللل (7) وشكله، لللل أن مزلون الللة من الرطوبة للل إلى أقصى لل فلل الصلل إذ لللل (-984.94) ملم وفلل فصل اللللر للل إلى (-831.99) ملم بلللهما للل اللللر إلى لل الأدنى فلل فصلل الشلل والربلع إذ لللل (-132.37) ملم، و(-293.71) ملم على اللوالل، وللارب المملات الملللة فلل للللر مزلون لللها المائل لملللة الللة فلل فصلل الشلل والربلع، إلا أن اللللن للللو للل فلل فصلل الصلل واللللر مع للللة المملات الملللة، وكما فلل الشكل (8)

٣- رطوبة الللة الملائة (AM):

لللل الللة عموماً على رلوللها من ملللة الفرق بلل كملة الأمطار الملساقللة وكملة اللبلرللل اللللل، وبللس الطرلةة الآللة:

$$AM=P-ETA \dots\dots\dots(6)$$

إذ إن:

AM: رطوبة التربة المتاحة (ملم)

P : التساقط (ملم)

ETA: التبخرنتح الحقيقي (ملم)

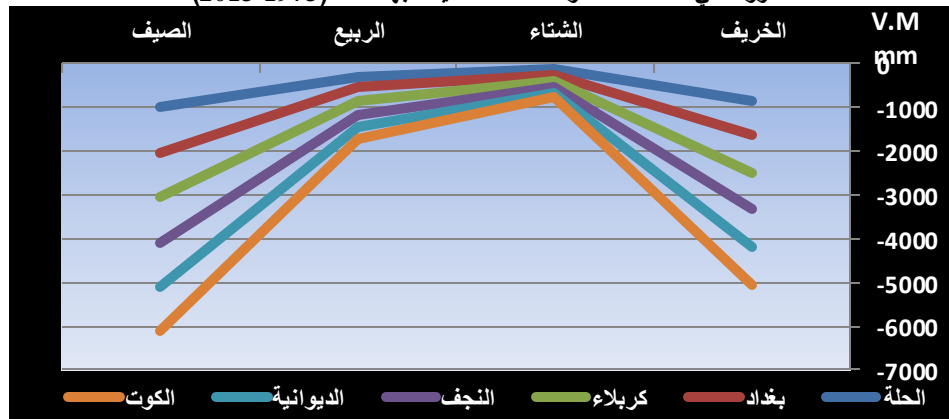
إذ إن التربة تحصل على رطوبتها بمعدل تراكمي في نهاية أي شهر، أي إن المتبقي من رطوبة التربة يضاف إلى الشهر الذي يليه، بعد طرح التبخرنتح الحقيقي من التساقط، وتستمر تلك العملية حتى تصل رطوبة التربة لدرجة التشبع، إين ذاك يبدأ الفائض المائي بالجريان على السطح، كما أن زيادة معدلات التبخر الحقيقي في أي شهر تعوض من تبخر رطوبة التربة. [١٤]

جدول (8) تغير مخزون التربة من الرطوبة (VM) بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (2013-1973)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	-831.99	-132.37	-293.71	-984.94
بغداد	-791.95	-99.78	-256.53	-1039.23
كربلاء	-859.03	-142.69	-306.78	-1017.78
النجف	-859.36	-135.31	-300.81	-1037.67
الديوانية	-867.19	-144.69	-306.57	-1010.20
الكويت	-854.69	-114.94	-275.54	-1031.58

المصدر: الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة

شكل (8) تغير مخزون التربة من الرطوبة (VM) بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (2013-1973)



المصدر : الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (8)

يتضح من الجدول والشكل (9)، أن التربة في محافظة بابل تصل إلى مستوى التشبع من الرطوبة في فصلي الشتاء والربيع إذ تبلغ (132.37 و 293.70) ملم على التوالي، وتتراكم تلك الرطوبة في فصل الربيع بعد تشبعت بأمطار الشتاء ثم الربيع، لكنها تفقد هذه الرطوبة في الفصول الباقية وذلك لارتفاع درجات الحرارة، وزيادة

معدلات التبخر والنتح، إذ تبلغ الرطوبة المتاحة في فصلي الخريف والصيف في محطة الحلة (831.99- و- 984.94) ملم بالترتيب. كما نلاحظ التقارب الكبير لمحطة الحلة مع المحطات المحيطة بها في تلك القيم.

جدول (9) رطوبة التربة المتاح (AM) بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (2013-1973)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	-831.99	132.37	293.70	-984.94
بغداد	-791.95	99.78	256.53	-1039.23
كربلاء	-859.03	142.69	306.78	-1017.78
النجف	-859.36	135.31	300.81	-1037.67
الديوانية	-867.19	144.68	306.57	-1010.20
الكويت	-854.69	114.93	275.54	-1031.58

المصدر : الباحث بالاعتماد على البيانات العامة للهيئة العامة لأنواء الجوية ، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (9) رطوبة التربة المتاح (AM) بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (2013-1973)



المصدر : الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (9)

٤- التبخرننتح الحقيقي ETA: [١٥]

تم احتساب وتقدير التبخرننتح الحقيقي من التساقط والتبخرننتح الممكن في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها وفقاً للطريقة الآتية:

فإذا كان التبخرننتح الممكن أقل من التساقط فإن التبخرننتح الحقيقي يكون مساوياً للممكن، كما في العلاقة (7).

$$ETA = ETO \dots\dots\dots ETO < P \dots\dots\dots (7)$$

أما إذا كان العكس أي إن التبخرننتح الممكن أكبر من التساقط فإن التبخرننتح الحقيقي يكون من حاصل جمع مخزون رطوبة التربة مع التساقط كما في العلاقة (8).

$$ETA = VM + P \dots\dots\dots P < ETO \dots\dots\dots (8)$$

وبعد تطبيق العلاقتين (7 و8) على بيانات محطة الحلة والمحطات المحيطة بها، تبين أن التبخرنتج الحقيقي (ETA) يصل في محطة الحلة في فصلي الخريف والصيف إلى مستويات كبيرة (-827.69 و -981.94) ملم أي زيادة في فقدان وخسارة الرطوبة، أما في فصلي الشتاء والربيع يقل التبخرنتج الحقيقي لمستوى (-73.37 و -253.8) ملم. وقريب من ذلك في المحطات الأخرى المحيطة بمنطقة الدراسة وهو واضح من الجدول والشكل (10).

جدول (10) التبخر النتج الحقيقي (ETA) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	-827.694	-73.3733	-253.809	-981.944
بغداد	-785.952	-35.3846	-208.235	-1034.43
كربلاء	-853.739	-94.9953	-262.084	-1013.08
النجف	-853.863	-84.7155	-258.812	-1032.37
الديوانية	-860.695	-84.1896	-263.678	-1002.9
الكويت	-850.995	-37.8395	-226.246	-1022.28

المصدر: الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (10) التبخر النتج الحقيقي (ETA) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للمدة (1973-2013)



المصدر : الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (10).

٥- الزيادة المائية (WS)

إن الفائض المائي يتوفر عند ارتفاع مقادير التساقط عن مقادير التبخرنتج الممكن لأي شهر، إذ إن التربة تصل لحد التشبع بعد تراكم كميات المياه فيها، وقتئذ تفيض مياه الأمطار ليجري جزءا منها على السطح، أما الجزء الآخر فإنه يتخلل إلى أعماق التربة كمياه جوفية، إذ تلعب الظروف الجوية دورا هاما في مقدار رطوبة التربة، [١٦] ويمكن حساب الفائض المائي وفق العلاقة التالية:

$$WS = P - ETO \dots\dots\dots (9)$$

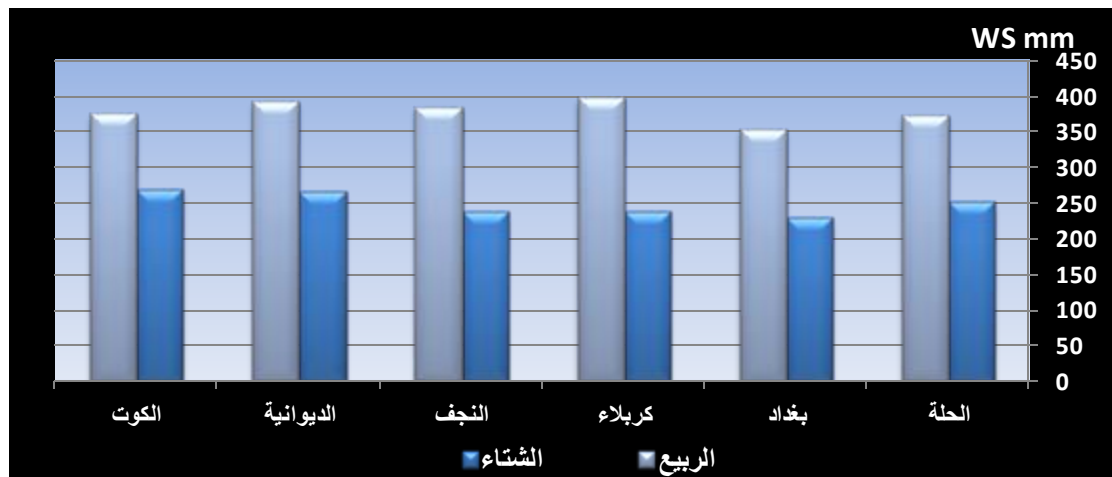
وبعد ملاحظة الجدول والشكل (11) يظهر الفائض المائي في منطقة الدراسة في فصلي الشتاء والربيع حيث بلغ في فصل الشتاء (250.37) ملم وفي فصل الربيع (373.50) ملم بسبب زيادة أمطار هذان الفصلان وانخفاض او اعتدال درجات حرارتهما، وينعدم الفائض المائي في فصلي الصيف والخريف، لقلة الأمطار او انعدامها، وارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر خلالهما. والحال نفسه في المحطات المحيطة بمنطقة الدراسة.

جدول (11) الفائض المائي (WS) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	0	250.37	373.50	0
بغداد	0	228.58	353.13	0
كربلاء	0	238.09	396.18	0
النجف	0	236.51	384.81	0
الديوانية	0	265.68	392.37	0
الكوت	0	269.13	374.14	0

المصدر: الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأتواء الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة.

شكل (11) الفائض المائي (WS) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (1973-2013)



المصدر : الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (11).

٦- العجز المائي (WD): [١٧]

يمكننا احتساب العجز المائي لمنطقة الدراسة باستخدام العلاقة الآتية:

$$WD = ETO - ETA \dots\dots\dots (10)$$

التي يستخرج بها العجز المائي لأي شهر او فصل يقل فيه التساقط عن التبخرنتج الممكن من خلال إيجاد الفرق بين التبخرنتج الكامن والحقيقي، وهذا يعني انه في حاله تساوي التبخرنتج الكامن مع التبخرنتج الحقيقي، فإنه لا يوجد عجز مائي لذلك الشهر او الفصل، وبهذا فإن العجز يتمثل في عدم إمكانية التساقط من سد الاحتياجات المائية للمنطقة. وبعد استقراء الجدول (12) تبين أن محطة الحلة قد وصل فيها العجز المائي في فصل الخريف

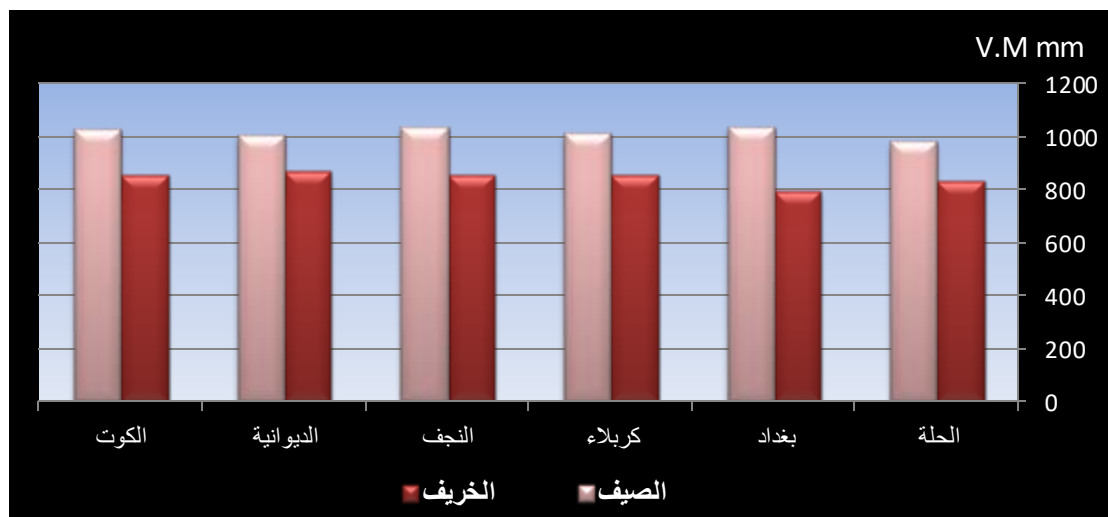
(831.99) ملم، وفي فصل الصيف قد وصل إلى (984.94) ملم، وينتفي العجز المائي في فصلي الشتاء والربيع لذا يعبر عنه بالصفر، أي وجود فائض مائي.

جدول (12) العجز المائي (WD) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (1973-2013)

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الحلة	831.99	0	0	984.94
بغداد	791.95	0	0	1039.23
كربلاء	859.03	0	0	1017.77
النجف	859.36	0	0	1037.66
الديوانية	867.19	0	0	1010.20
الكوت	854.69	0	0	1031.57

المصدر: الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم الأرصاد الجوي، بيانات غير منشورة

شكل (12) العجز المائي (WD) ملم بحسب طريقة نجيب خروفة في محطة الحلة والمحطات المحيطة بها للفترة (1973-2013)



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (12)

خامسا- التمثيل الخرائطي للموازنة المائية:

تبوء علم الخرائط مكانة هامة في الدراسات الجغرافية بخاصة بعد التطور التكنولوجي الذي سُخر في علوم تطبيقية عدة، إذ مكن هذا العلم الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات في الدراسات الجغرافية المختلفة وإعداد قاعدة بيانات وتمثيلها خرائطيا وهي وسيلة جغرافية ذات فائدة على توصيل المعرفة العلمية بأسلوب فني وعلمي مبسط يسهل فهمها، وإدراكها. [١٨] ويوظف لهذا الأمر برامج الكترونية عملاقة، ووسائل تكنولوجية غاية في التعقيد، كبرامج نظم المعلومات الجغرافية (geographic information systems) والتحسس النائي والاستشعار عن بعد (sensing remote). [١٩] إن إظهار الموازنة المائية بشكل خرائطي له فوائده المكانية، إذ تبين لنا الخرائط التباين والتدرج المكاني لمقادير الزيادة والنقصان المائي على مستوى وحدات صغيرة (المحافظة) التي لا يمكن أن تظهر بشكلها الخرائطي لولا وجود محطات سائدة او محيطة بمنطقة الدراسة إذ تكون القيم المناخية موزعة على مساحة المحافظات المحيطة بمحطة الحلة الأمر الذي سيمكن الدراسة لإسقاطها على وجه الخارطة.

أ- بحسب طريقة ثورنثويت:

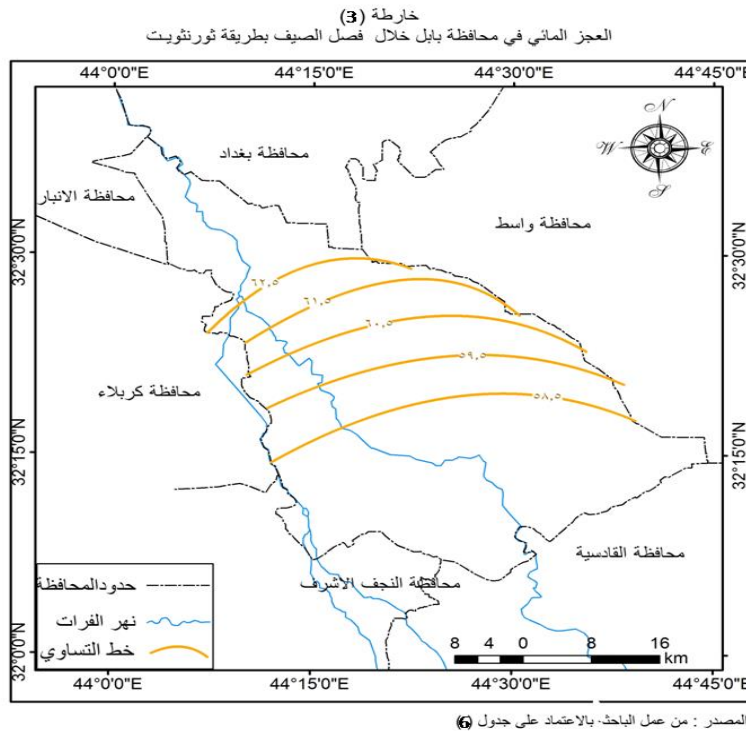
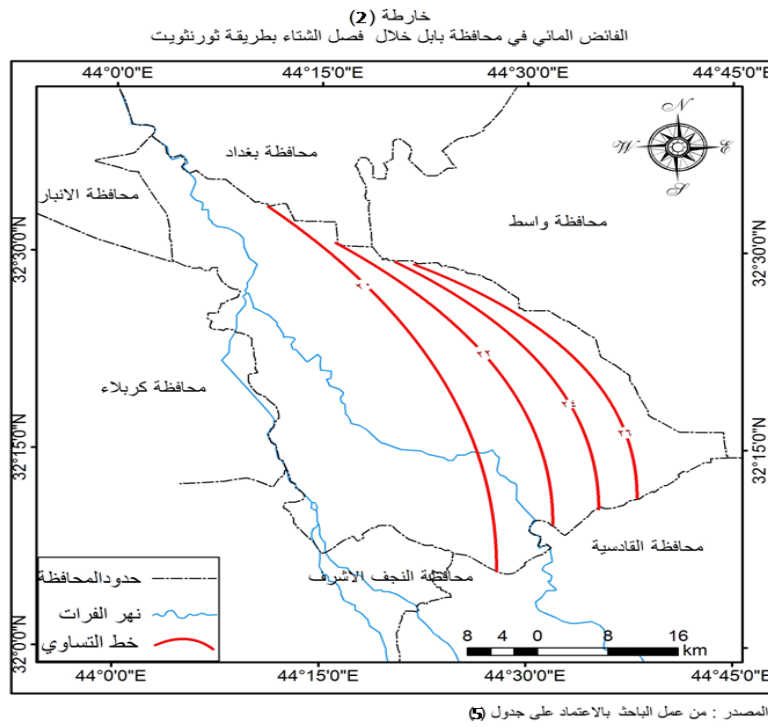
١- الزيادة المائية WS:

إن الفائض المائي في منطقة الدراسة كان في فصل الشتاء (24.8) ملم وفقاً للجدول والشكل (5)، ووفقاً للخارطة (2) فإن الفائض المائي يزداد على طول الأطراف الشرقية من المحافظة تقريباً ويتدرج نزولاً نحو الجهات الغربية حيث يمتد خط التساوي (26) ملم من الحدود الشرقية للمحافظة باتجاه جنوبي شرقي محاذياً للحدود الشرقية إلى أقصى حدودها الجنوبية مع محافظة القادسية وإلى الشرق بموازاة خط التساوي (24) ملم تقريباً. أما خط التساوي (22) ملم فإنه يبدأ من الحدود الشمالية للمحافظة مع محافظة بغداد موازياً لخط (24) ملم إلى جنوب المحافظة في حدودها مع محافظة القادسية فيما يقل الفائض المائي في الجهات الوسطى والغربية من منطقة الدراسة حيث يمر خط التساوي (20) ملم مع محافظة بغداد مروراً بالأجزاء الوسطى من المحافظة ليتجه جنوباً إلى الحدود مع محافظة النجف.

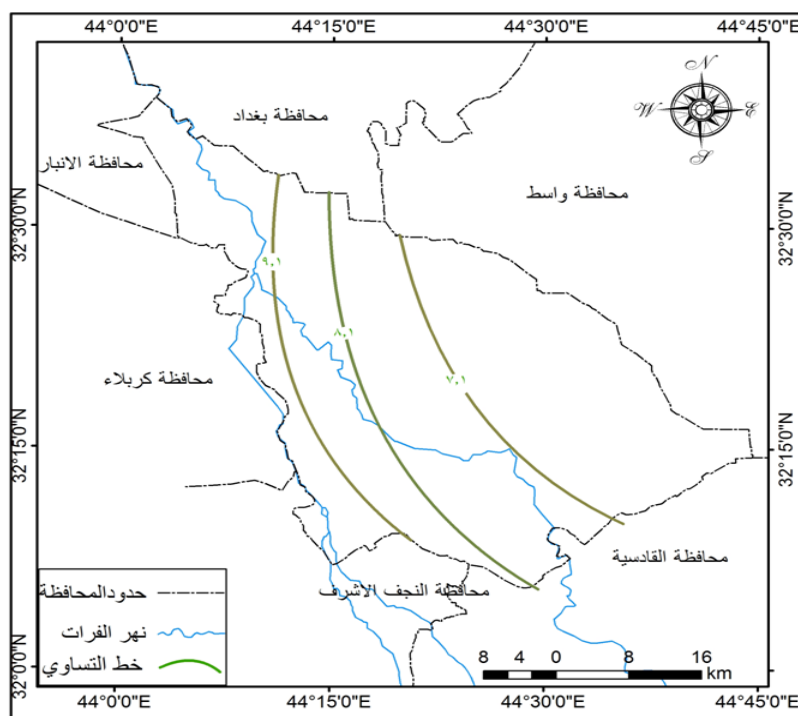
٢- العجز المائي WA:

لقد بلغ العجز المائي في فصل الصيف بحسب هذه الطريقة في محطة الحلة (170.9) ملم وكما في الجدول والشكل (6). وهذه القيمة لا تظهر التباين المكاني للنقصان المائي في منطقة الدراسة (محافظة بابل) إلا أنه يبدو جلياً في الخارطة (3) إذ يظهر التدرج في قيم العجز المائي بين شمال المحافظة وجنوبها من خلال خطوط التساوي إذ يزداد في شمال المحافظة باتجاه بغداد حيث خط التساوي (62.5) ملم ويتدرج بالانخفاض باتجاه جنوب المحافظة حيث خط التساوي (58.5) ملم.

أما خلال فصل الربيع بلغ (16.6) ملم وكما أشرنا إلى ذلك سابقاً في الجدول والشكل (6) لكنه في الخارطة (4) يظهر ممتد على طول خط التساوي (9.1) ملم الذي يبدأ مع الحدود الجنوبية لمحافظة بغداد ممتداً جنوباً نحو الحدود الشرقية مع محافظة كربلاء وحتى محافظة النجف، ثم يبدأ النقصان يقل باتجاه محافظة واسط شرق حيث تتدرج خطوط التساوي ليبلغ أقل قيمة له في الأجزاء الشرقية والجنوبية من منطقة الدراسة على خط التساوي (7.1) ملم وبذلك فإن الأجزاء الشرقية من المحافظة يقل فيها العجز المائي فيما يزداد في الأجزاء الغربية والشمالية منها. وفي فصل الخريف بلغ (135.9) ملم وفقاً للجدول والشكل (6)، بينما تظهر الخارطة (5) التدرج في النقصان المائي متمثلاً في خطوط التساوي (135.9 و 135.8 و 135.7) حيث يقل النقصان المائي من الشمال نحو الجنوب على الترتيب، بذلك وبحسب طريقة ثورنثويت فإن الأجزاء الشمالية منها أكثر جفافاً من الأجزاء الجنوبية.

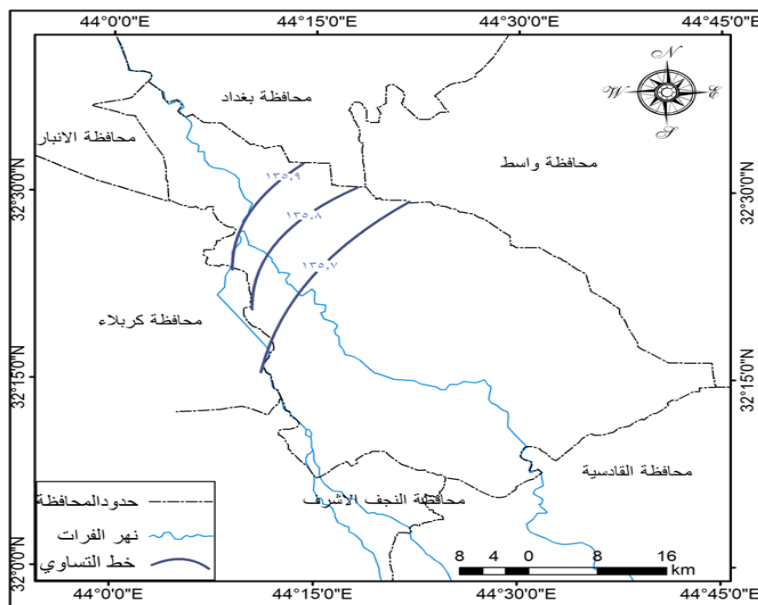


(4) خارطة
العجز المائي في محافظة بابل خلال فصل الربيع بطريقة ثورنثويت



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (6)

(5) خارطة
العجز المائي في محافظة بابل خلال فصل الخريف بطريقة ثورنثويت



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (6)

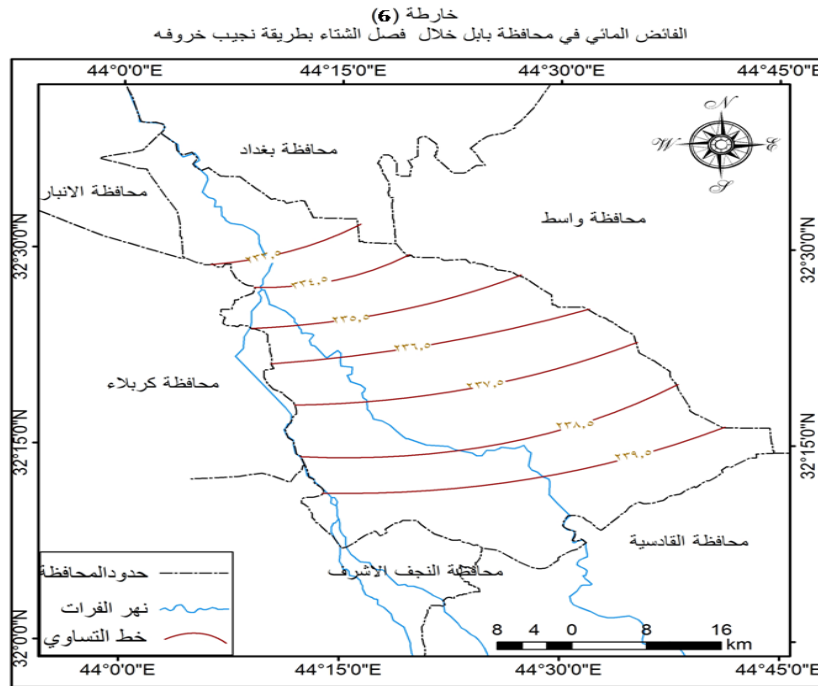
ب - بحسب طريقة نجيب خروفة:

١ - الفائض المائي WS:

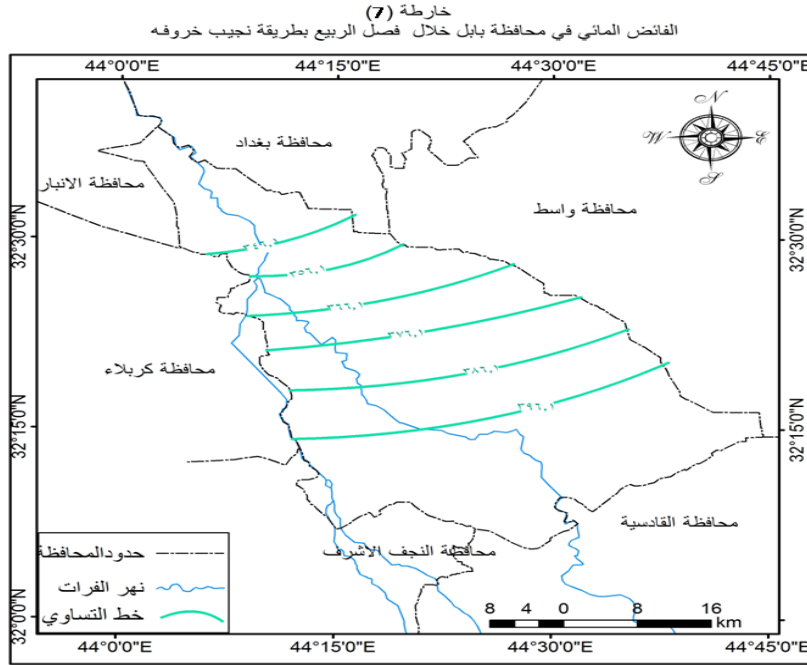
إن الفائض المائي في منطقة الدراسة كان قد تمثل في فصلي الشتاء والربيع ووفقا لمعطيات الجدول والشكل (11) إذ بلغا (250.37) ملم و(373.5) ملم على الترتيب، وتظهر الخارطة (6) الأمر بصورة أخرى، حيث تتمتع الأجزاء الجنوبية من المحافظة في فصل الشتاء بفائض مائي أكبر من تلك الشمالية إذ يمر خط التساوي (239.5) ملم في جنوبها وخط (236.5) ملم في وسطها وخط (232.5) ملم في شمالها. كذلك الحال في فصل الربيع حيث إن الأجزاء الجنوبية يمر بها خط التساوي (396.1) ملم ويتدرج الفائض المائي بالانخفاض شمالا حيث يمر خط التساوي (376.1) ملم متوسطا منطقة الدراسة ثم خط التساوي (346.1) ملم الذي يمر بشمال المنطقة. وهو ما تظهره الخارطة (7).

٢ - العجز المائي WA:

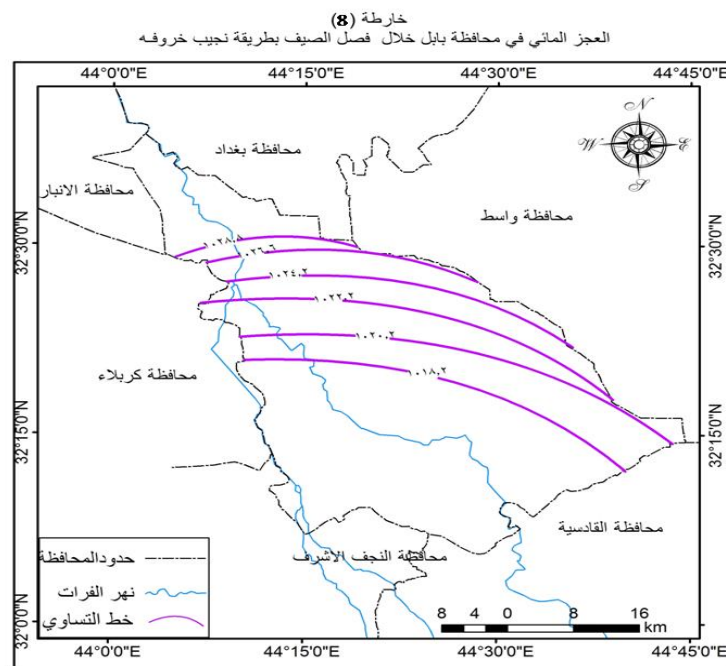
ظهر مقدار العجز المائي في محافظة بابل في فصل الصيف حوالي (985) ملم بحسب الجدول والشكل (12)، إلا إن تلك القيم وبالتفاعل مع قيم المحطات المحيطة بمنطقة الدراسة تعطي صورة أوضح للوضع المائي، إذ تظهر الخارطة (8) إن الأجزاء الشمالية والشمالية شرقية منها يرتفع فيها العجز المائي حيث يمر خط التساوي (1028.8) ملم ويبدأ النقصان المائي بالانخفاض كلما اتجهنا نحو جنوب المنطقة حيث يمر خط التساوي (1020.2) ملم في وسط المحافظة ويستمر الانخفاض في النقصان نحو الجنوب حيث خط التساوي (1018.2) ملم، إذ إن الأجزاء الجنوبية والجنوبية غربية أقل نقصانا مائيا من تلك الشمالية والشمالية غربية. أما في فصل الخريف فقد أوضح الجدول والشكل (12) إن مقداره كان (831.99) ملم، إن العجز المائي يختلف تباينه المكاني عما هو عليه في فصل الشتاء، إذ إن الأجزاء الشمالية من المحافظة تكون أقل عجزا مما عليه في أجزائها الجنوبية، فخط العجز المائي المتساوي (838.9) ملم يمر بأقصى شمال المنطقة، ويبدأ التدرج في زيادة العجز نحو وسطها، وجنوبها، حيث خطي تساوي (850.9) ملم، و(859.1) ملم على الترتيب. وهذا يبدو واضحا في الخارطة (9).



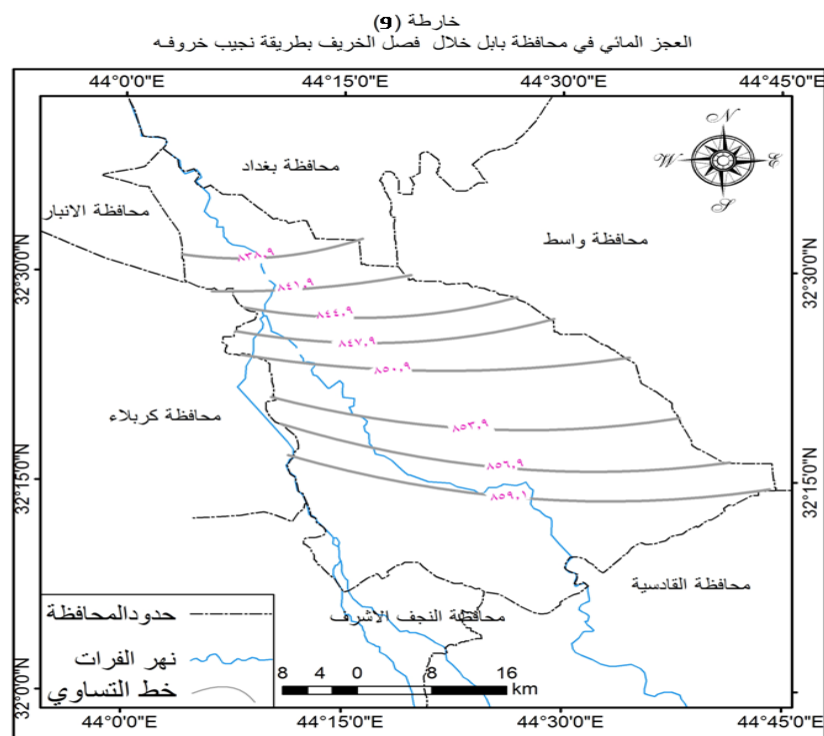
المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على آلول (11)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على آلول (11)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (12)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (12)

خامسا - النتائج:

- ١ - تتمتع محطة الحلة بأعلى نسبة سطوع شمسي خلال فصل الصيف وهي ثاني أعلى قيمة من بعد محطة بغداد، وقد تبعتها المحطات الأخرى المحيطة بها، إذ بلغت (31.12) % وتبدأ هذه القيمة بالانخفاض خلال موسمي الخريف والربيع لتصل إلى أقل نسبة في موسم الشتاء إذ بلغت (28.21) %.
- ٢ - تتناسب معدلات درجة الحرارة الفصلية طرديا مع نسبة عدد ساعات السطوع، فأعلى معدل قد سجل في فصل الصيف إذ بلغ (32.4) C لينخفض بمقدار درجتين تقريبا في فصل الخريف ثم ينخفض انخفاضا كبيرا في فصل الشتاء وبفارق (17) C عن فصل الخريف ليرتفع من جديد في فصل الربيع ليسجل (18.3) C.
- ٣ - تناسبت الأمطار عكسيا مع نسبة عدد ساعات السطوع الشمسي ومعدلات درجات الحرارة فقد تلقت محطة الحلة أعلى قيمة تساقط خلال فصل الشتاء إذ بلغ (59) ملم، يليه فصل الربيع بمقدار (39.9) ملم ليكون شبه معدوم في فصلي الصيف والخريف.
- ٤ - حققت محطة الحلة زيادة مائية وفق طريقة ثورنثويت في فصل الشتاء فقط، إذ بلغت قيمته (24.8) ملم فيما بلغ أكبر نقصان مائي في فصل الصيف (170.9) ملم ثم فصل الخريف (131.9) ملم ثم الربيع (16.6) ملم.
- ٥ - إن الزيادة المائية وفق طريقة بلايني- كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة كانت في فصلي الشتاء والربيع، إذ بلغت (250.37 , 373.5) ملم على التوالي وهو أمر منطقي إذ تتراكم الرطوبة في التربة خلال فصل الشتاء لتعززها أمطار الربيع فترتفع تلك القيمة خلاله. فيما كان العجز المائي خلال فصلي الصيف والخريف فقط، إذ بلغ (984.94 , 831.99) ملم على التوالي.
- ٦ - وفقا للتمثيل الخرائطي تبين أن الفائض المائي بحسب طريقة ثورنثويت تتزايد قيمته في الأجزاء الشرقية من المحافظة بمحاذاة الحدود الإدارية مع محافظة واسط ويتناقص باتجاه غرب المحافظة، ثم يبدو النقصان المائي في فصل الربيع متوافقا مع هذا الاتجاه حيث تسجل الأجزاء الشرقية أقل نقصان فيما تكون الأعلى في الأجزاء الغربية من المحافظة، ثم يتخذ التوزيع المكاني للنقصان المائي نمطا آخر في فصلي الصيف والخريف، حيث تسجل أعلى قيمة له في أجزائها الشمالية وتندرج في الانخفاض نحو الجنوب منها.
- ٧ - أظهرت خرائط الزيادة المائية بحسب طريقة خروفة أن الفائض المائي يتحقق في فصلي الشتاء والربيع إذ يتخذ التدرج نمطه في الزيادة من شمالي المحافظة نحو جنوبها، وبذلك فإن الأجزاء الجنوبية تتمتع بفائض مائي أكبر من أجزائها الشمالية، ويأتي النقصان المائي في فصل الصيف متوافقا تقريبا مع هذا النمط إذ يقل في جنوب وجنوب غرب المحافظة ويزداد في شمالها، إلا أن خارطة فصل الخريف أعطت نمطا آخر في توزيع النقصان المائي وهو عكس ما جائت به خارطة الصيف، إذ تعاني الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية أكبر عجز مائي ويتدرج باتجاه الشمال لنقل قيمته بمحاذاة الحدود الإدارية مع محافظة بغداد.

سادسا - التوصيات:

- ١ - توصي الدراسة باتخاذ طرق التمثيل الخرائطي في الدراسات المناخية لفائدتها الكبيرة وبخاصة في المساحات الصغيرة التي لا تتمتع بمحطات مناخية كثيرة بالاستعانة بمحطات المناطق المجاورة.

- ٢- زيادة الدراسات المقارنة بين قوانين الموازنة المائية واعتماد الأكثر قربا للواقع العراقي ومناخه.
- ٣- زيادة دراسات الموارد المائية والحصاد المائي سواء على مستوى المحافظة او البلد كونها تعد أساسا في التنمية الاقتصادية وبخاصة إذا جائت ملبية لحاجة المؤسسات في البحوث التطبيقية.
- ٤- توصي الدراسة المؤسسات الزراعية والمزارعين بالاستفادة من الفائض المائي في مواسم الزيادة المائية (الشتاء والربيع) عن طريق مشاريع الحصاد المائي والخزن واستعمال طرق الري الحديثة المقننة في عملية السقي والري.
- ٥- إن الماء مورد متجدد ولكن بقدر، لذا فمن الواجب على الجهات المسؤولة إعادة تدوير مياه الصرف الصحي والمبازل وغيرها واستعمالها في عمليات الغسل والسقي والاستعمالات الأخرى التي ليست بحاجة إلى مياه ذات نقاوة وجودة عالية.

مصادر البحث

- ١- عبد الزهرة علي ناجي الجنابي وآمال حمزة مزعل الشمري، الصناعات الغذائية في محافظة بابل، مجلة العلوم الاجتماعية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة بابل، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الرابع للمدة من ٢٤-٢٥ نيسان ٢٠١٣، المجلد الثاني، الاجتماعيات، ٢٠١٣، ص ١.
- ٢- Feb. 18, ٢) TIM WILSON, Landscape Water Budget Calculation, Green Industry Magazine , 2010 .
- ٣- <http://igin.com/article-1301-what-the-water-budget-formula-does.html>
- ٤-
- ٥- حسين موسى حسين وحسين جواد أحمد، حساب الموازنة المائية في الصحراء الغربية- العراق، مجلة البحوث الجغرافية، العدد العاشر، ٢٠٠٨، ص ٢٢٠.
- ٦- عادل سعيد الراوي وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي جامعة بغداد، ١٩٩٠، ص ٩٩.
- ٧- زينة خالد حسين، الاحتياجات الفعلية للموارد المائية وعلاقتها بالمساحات المزروعة في محافظة بابل، مجلة كلية الآداب، العدد ٩٥، ٢٠١٠م، ص ٢٦٥.
- ٨- عمر صباح إبراهيم وآخرون، استخدام الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية في حوض ببجي تكريت شمال غرب العراق، (مجلة جامعة كركوك - الدراسات العلمية)، المجلد ٧، العدد ١، ٢٠١٢، ص ٩٣.
- ٩- عز الدين جمعة درويش، الموازنة المائية وعلاقتها بالإنتاج الزراعي، مجلة كلية الآداب، العدد ٩٩، ١٩٩٠م، ص ٤٧٩.
- ١٠- Yashvant Das, Water Balance and Climatic Classification of a Tropical City Delhi – India, American Journal of Water Resources, Vol. 3, No. 5, 124-146, 2015,p128.
- ١١- G. M. Wilson, engineering hydrology, macmillan and co. Ltd London, 1970, p182.) ٩
- ١٢- Surface runoff and ground water evaporation on (١٠) H. A. Hassan, and N. A. AL-Ansari, Khnzir river catchment Iraq. First Arab congress of hydrology, Syria, 1976, P11.
- ١٣- H. A. Hassan, and N. A. AL-Ansari, op, cit, p11.) ١١
- ١٤- نبيل إبراهيم الطيف وعصام خضير الحديثي، الري أساسياته وتطبيقاته، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٨، ص ٢٢٥.
- ١٥- عز الدين جمعة درويش، مصدر سابق، ص ٤٧٥.
- ١٦- المصدر نفسه، ص ٤٨٢.
- ١٧- المصدر نفسه، ص ٤٨٦.

- ١٨- رتشارد أنش كوينكا، تصميم نظم الري ((المنظور الهندسي)) ترجمة عبد الرحمن بن علي محمد العذبه وآخرون، مطبوعات جامعة الملك سعود، ٢٠٠٣، ف٣، ص١٣ .
- ١٩- <http://faculty.ksu.edu.sa/alazba/Arabic/Pages/book.aspx>
- ٢٠- Paulo Sentelhas and Dayana Lardo dos Santos, Climate change scenarios and their impact on water balance and sugarcane yield in Southern Brazil, University of São Paulo – ESALQ. Piracicaba – SP, Brazil, 2014,p1.
- ٢١- https://www.google.iq/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjurvuylaDUAhXhCMAKHcUvALQQFggjMAA&url=https%3A%2F%2Fams.confex.com%2Fams%2F31AgF2BioGeo%2Fwebprogram%2FHandout%2FPaper245889%2FAMS_Portland2014_CCSugarcane.pdf&usg=AFQjCNFKaBpjYhKnsCA6HmV-WN1EipH2A
- ٢٢- Elements of Cartographic Style. pbc Geographic Information Services
- ٢٣- <http://www.gismanual.com/style/>
- ٢٤- إيلاف عامر مجيد الياسري، التمثيل الخرائطي لاستعمال الأرض الحضرية، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة بابل، ٢٠١١م، ص ١٩.