جامعة البصرة
كلية الآداب / قسم الجغرافية

الموازنة المائية لتربة محافظة البصـــــــرة
وتأثيرها على النباتات النامية

الأستاذ المساعد الدكتور
نجم عبد الله رحيـــــم

الملخص :

تكتسب دراسة الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة اهمية خاصة ، كونها من المناطق الجافة وشبه الجافة ، وتعاني من نقص المياه الصالحة للانبات ، اذ يظهر من البحث ان الموازنة المائية حسب معادلة ثورنثويث ، ظهر فيها عجز مائي لتسعة اشهر مقابل ثلاثة اشهر فقط فائض مائي ، له اثر ايجابي في نمو النباتات الطبيعية المختلفة والتي لها اهمية خاصة بالنسبة الى خصائص التربة لمنطقة الدراسة مع تأثير الخصائص المناخية (درجات الحرارة – الامطار – التبخر) بشكل كبير في الموازنة المائية .

المقدمة :

لقد قامت وازدهرت العديد من الحضارات في العالم بالقرب من المجاري المائية ، اذ تشكل المياه العنصر الاساسي في العملية الزراعية ، اذ لا بد من توفر قدر مناسب من المياه ، وذلك لغرض ادامة حياة النباتات المزروعة ، اذا ما علمنا بأن للمياه وظائف عديدة بالنسبة للنباتات ابرزها عملية الارتواء وتكوين خلاياه وبناء انسجته ، ويساعد النبات كذلك في عملية تبريد جسمه وتعويض النقص الحاصل من المياه الناتج عن عمليتي التبخر والنتح ، كما انه يقوم بإذابة المواد الغذائية التي يحتاجها النبات في نموه ، وبذلك فانه يسهل عملية امتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة باتجاه الجذور النباتية .

مشكلة البحث :

ما هي العلاقة بين الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة والخصائص المناخية ونمو النباتات الطبيعية وتوفر رطوبة التربة .

فرضية البحث :

ظهور تباين على مستوى شهور السنة بالنسبة الى الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة وهذا ناتج عن العديد من المؤثرات البيئية اهمها الخصائص المناخية (درجات الحرارة والامطار والتبخر) فضلاً عن عوامل تخص التربة ، وهذا ينسحب تأثيره على النبات الطبيعي النامي في التربة .

هدف البحث :

يهدف البحث الى التعرض على العوامل المؤثرة في ايجاد الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة والتي تحددت عند السعة الحقلية ، والمؤثرة في نمو النباتات .

اولاً – الموقع والمساحة :

تقع محافظة البصرة بين دائرتي عرض (٢٩,١٥ ° – ٣١,٢٥ °) شمالاً ودائرتي طول (٣٠,َ١٦ ° – ٣٠,َ٤٨ °) شرقاً .

تبلغ مساحة منطقة الدراسة (١٩٠٧٠ كم ٢) وهي بذلك تشكل نسبة مقدارها (٢٧ %) من مساحة العراق البالغة (٤٤٣٨٣٥) كم٢ [١] ، اذ تحد جمهورية ايران الاسلامية محافظة البصرة شرقاً ومحافظة ميسان وذي قار من ناحية الشمال والشمال الغربي ومن الجنوب والجنوب الغربي كل من دولة الكويت ومحافظة المثنى ، خريطة (١).

ثانياً : الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة واهميتها :

تعني الموازنة المائية للتربة كمية المياه التي تدخل الى التربة عن طريق تساقط الامطار او الري ، والتي تستهلك من قبل النباتات او تغور بعيداً ، او تتسرب الى المياه الجوفية وهكذا ، كما ان قسماً منها يتعرض الى التبخر وهي تمثل المفقودات من رطوبة التربة ، وتصل التربة في الحقل الى اقصى حد من التشبع المائي ، يقابلها ادنى حد من رطوبة الماء الذي يمكن للتربة من الاحتفاظ به .

---

(١) هيئة التخطيط . الجهاز المركزي للاحصاء . المجموعة الاجمالية البصرية لسنة ٢٠١٥ ، بغداد ، الجهاز المركزي للاحصاء ، ص ١٨.

خريطة (١)

توضح منطقة الدراسة

المصدر : رباب عبد المجيد حميد ، التمثيل الخرائطي للبيانات الكمية والنوعية حسب متغيري مقياس الرسم والهدف ، دراسة تطبيقية لمحافظة البصرة ، اطروحة دكتوراه ، جامعة البصرة / كلية الاداب / ٢٠١٩ ، ص ١١٤ .

وتكمن اهمية دراسة الموازنة المائية المناخية بالتطبيقات الاتية [1] :

١ – تقدير كمية التبخر / النتح الحقيقي الذي يعني كمية الماء التي تتبخر فعلاً من التربة سواء اكانت مغطاة بغطاء نباتي ام لم تكن ويتناقص بتناقص المخزون الرطوبي للتربة ، وينعدم في التربة الجافة تماماً ، والى قياس كمية التبخر – النتح الحقيقي ليس بالامر السهل ، لتعدد العوامل المؤثرة فيه وبخاصة نوع التربة ومقدار رطوبتها طبيعية استثمار الارض زراعياً فضلاً عن نتائج ونوعية الغطاء النباتي لذا يتم تقدير كمية عن طريق الموازنة المائية المناخية .

٢ – التعرف على مقدار الفرق ما بين كمية التبخر / النتح الحقيقي الممكن وكمية التبخر / النتح الحقيقي ، فالاول يعني كمية المياه التي يحتمل تبخرها من التربة المغطاة بنباتات فصلية ولا تعاني من نقص في المياه خلال فصول السنة . وعندما تزداد كمية على كمية التبخر / النتح الحقيقي فان مقدار الفرق بينهما يؤثر في مقدار العجز المائي للمكان ، اذ يؤدي ذلك الى تضاؤل الرطوبة المتيسرة (مقدار رطوبة التربة التي تحتفظ بها بين حدي السعة الحقلية ونقطة الذبول والتي يستفاد منها النبات) مما يتطلب تعويضها باستخدام مياه الري وفي الوقت ذاته يمكن معرفة التغيرات التي تطرأ على المخزون الرطوبي للتربة في اي وقت ، مما يساعد على وضع برنامج حقيقي يمثل الوقت وكمية المياه التي تستخدم في الري في الاقاليم الجافة .

٣- تقدير كمية الفائض المائي الذي يحصل خلال الاشهر التي تزداد فيها كمية الامطار المتساقطة على كمية التبخر / النتح الممكن ، وبعدها تصل التربة الى السعة الحقلية (الحد الاعلى من رطوبة التربة التي تحتفظ بها بعد ريها رية غزيرة او تساقط امطار كافية) . حيث ان جزءاً من الفائض المائي يتسرب الى اعماق التربة بتأثير الجاذبية الارضية ليضاف الى المياه الجوفية ، فيما ينساب الجزء الاخر على شكل جريان سطحي وان معرفة تلك الخصائص تكون مهمة من الناحية الهيدرولوجية .

---

(١) عبد الله سالم المالكي ، الجغرافية الطبيعية للاقاليم الجافة ، ط الاولى ، ٢٠١٦ ، ص٥٥ ـ ٥٨.

٤ – لا تقتصر اهمية الموازنة المائية المناخية على تحديد الفترات التي تحصل فيها فائض مائي او عجز فحسب ، بل تتعدى اهميتها الى تقدير كميات الفائض او العجز المائي بغية مقارنتها بغيرها ، مما يعطي مؤشراً واضحاً عن نوع المناخ السائد ، لذا يمكن ان تستخدم تلك الموازنة في دراسة تصانيف المناخ وتوزيع الغطاء النباتي .

ثالثاً : تقدير الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة

تعد معادلة نورنثويت من اكثر المعادلات دقة في التعبير عن رطوبة التربة في حساب التبخر ، النتح ، حيث وضع جدولاً دقيقاً يوضح فيه تفاعل الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة في حساب عناصر معادلته وقد سهل بذلك كثيراً .

ولغرض تقدير الموازنة المائية ينبغي اتباع الخطوات الاتية [١] : -

١ – تقدير كمية التبخر / النتح الممكن الشهرية باستخدام معادلة نورنثويث التي صيغتها كالاتي :

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

حيث ان E = كمية التبخر / النتح الممكن الشهري (ملم)

T = المعدل الشهري لدرجات الحرارة (بالمئوي)

I = معامل الحرارة السنوي ويتم حسابه من خلال جمع معامل الحرارة الشهري I لاثني عشر شهراً باستخدام المعادلة الاتي : -

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

a = قيمة ثابتة تستخرج بدلالة قيمة I وكالاتي : -

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^{3} - 7.7 - I \times 10^{-5} I^{2} + 1 - 792 \times 10^{-2} I + 0.49 .$$

---

(١) عادل سعيد الراوي ، قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي ، جامعة بغداد ، ١٩٩٠، ص ١٠٥.

وعند تطبيق معادلة نورنثويت وذلك لمعرفة الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة كما يتبين من الجدول (١) و (٢) بأن قيم المعادلة كانت موجبة لثلاثة اشهر فقط وهم شهر كانون الاول وكانون الثاني وشباط بقيم بلغت ١٢,٤٠٦ ، ١٧,٨٠١ ملم ، ١,٩٥٢ ملم على التوالي اما بقية الاشهر فكانت القيم فيها سالبة وهي تبلغ تسعة اشهر من شهر آذار حتى شهر تشرين الثاني . حيث تتوافق الفترة الاولى مع تساقط الامطار وتسجيل تلك الاشهر اعلى المعدلات من ناحية حجم التساقط المطري على منطقة الدراسة مع تسجيلها اخفض المعدلات لدرجات الحرارة والتبخر ، بينما تنعكس الحالة تماماً للفترة الثانية والتي يكون فيها انقطاع للامطار المتساقطة خصوصاً من شهر حزيران الى شهر آب على تسجيل اعلى المعدلات لدرجات الحرارة والتبخر معاً . ويبلغ مجموع التبخر / النتح الممكن ٢٢٩٩,٨٣ ملم وهذا يعطي عجزاً مائياً مقداره ٢٢٤٢,٦٥٤ ملم وهو الفرق بين P-PE وباستثناء الاشهر الثلاثة ، كانون الاول وكانون الثاني وشباط توزع هذا العجز على اشهر السنة بين ١٦١,٧٣ ملم لشهر تشرين الثاني و ٤٩٨,٩٨١ ملم لشهر تموز ، فيما وجد الفائض المائي لثلاثة اشهر وهي شهر كانون الاول وكانون الثانون وشباط بمقدار ١٢,٤٠٦ ملم ، ١٧,٨٠١ ملم ، ١,٩٥٣ ملم على التوالي وهذا الفائض كان مجموعه السنوي ٣٢,١٦ ملم . وبلغ العجز المائي السنوي (٣١٩٠,٥٩١) ملم بفرق مقداره ٢٦١,٢٢٣ ملم وهو مجموع الاشهر الثلاثة كانون الاول وشباط وكانون الثاني الذي طرح من المجموع الكلي للتبخر ٥٨٠,٨١٤ ملم . جدول (١ و ٢) .

جدول (١)

حساب كمية التبخر / النتح الممكن بحسب معادلة ثورنثويت لمحافظة البصرة

الشهور	درجة الحرارة م °	قيمة I	قيمة E	قيمة N	قيمة E المعدلة
كانون الثاني	١٢	٣,٧٦	٨١,٩٩	٠,٩٠	٧,٣٧٩
شباط	١٤,٤٠	٤,٩٦	١٥,٥٣٧	٠,٨٧	١٣,٥١٧
آذار	١٩,٣٠	٧,٧٤	٤٣,٣٨٣	١,٠٣	٤٤,٦٨٤
نيسان	٢٤,٧	١١,٢٣	١٠٣,٠٢٨	١,٠٨	١١١,٢٧٠
مايس	٣١,٨	١٦,٤٦	٢٤٩,٨٤٤	١,١٨	٢٩٤,٨١٥
حزيران	٣٥,٥	١٩,٤٥	٣٦٧,٥٠٢	١,١٧	٤٢٩,٩٧٨
تموز	٣٦,٩	٢٠,٦٢	٤٠٩,٠١٦	١,٢٠	٤٩٨,٩٨١
آب	٣٦,٣	٢٠,١١	٣٩٦,٣٦٧	١,١٤	٤٥١,٨٥٨
ايلول	٣٢,١	١٦,٧٠	٢٧٧,٨١٣	١,٠٣	٢٨٦,١٤٧
تشرين الاول	٢٥,٥	١١,٧٨	١١٥,٢٠٩	٠,٩٨	١١٢,٩٠٤
تشرين الثاني	١٩,٣	٧,٧٣	٤٣,٣٨٣	٠,٨٧	٣٧,٧٤٣
كانون الاول	١٣,٥	٤,٥٠	١٢,٣٩١	٠,٨٨	١٠,٩٠٤

$\sum I = 145.21$

$a=3.5-6$

$N= 30 – 2$

جدول (٢)

الموازنة المائية المناخية لمحافظة البصرة

الشهور	درجة الحرارة م°	المطر/ ملم (P)	التبخر/ النتح/ ملم(EP)	P-EP (ملم)	التبخر الحقيقي ملم AC	رطوبة التربة	الفائض (ملم)	العجز (ملح)
كانون الثاني	١٢	٢٥,١٨	٧,٣٧٩	١٧,٨٠١	٧,٣٧٩	٧,٣٧٩	٠	٠
شباط	١٤,٤٠	١٥,٤٧	١٣,٥١٧	١,٩٥٣	١٣,٥١٧	٢٠,٨٩٦	٠	٠
آذار	١٩,٣٠	١٤,٨١	٤٤,٦٨٤	٢٩,٨٧٤٠	١٤,٨١		٠	٢٩,٩٧٤-
نيسان	٢٤,٧	١١,٩٦	١١١,٢٧٠	٩٩,٣١-	١١,٩٦		٠	٩٩,٣١-
مايس	٣١,٨	٢,٨٧	٢٩٤,٨١٥	٢٩١,٩٤٥-	٢,٨٧		٠	٢٩١,٩٤٥-
حزيران	٣٥,٥	-	٤٢٩,٦٢٩	٤٢٩,٦٢٩-	-		٠	٤٢٩,٦٢٩-
تموز	٣٦,٩	-	٤٩٨,٩٨١	٤٩٨,٩٨١-	-		٠	٤٩٨,٩٨١-
آب	٣٦,٣	-	٤١٥,٨٥٨	٤٥١,٨٥٨-	-		٠	٤٥١,٨٥٨-
ايلول	٣٢,١	١,٥	٢٨٦,١٤٧	٢٨٤,٦٤-	١,٥		٠	٢٨٤,٦٤-
تشرين الاول	٤٥,٥	٤,٨٨	١١٢,٩٠٤	١٠٨,٠٢-	٤,٨٨		٠	١٠٨,٠٢-
تشرين الثاني	١٩,٣	٢١,٥٧	٣٧,٧٤٣	١٦,١٧٣-	٢١,٥٧		٠	١٦,١٧٣-
كانون الاول	١٣,٥	٢٣,٣١	١٠,٩٠٤	١٢,٤٠٦	١٠,٩٠٤	١٠,٩٠٤	٠	٠
المجموع السنوي المعدل	٢٥,١٠	١٢١,٥٥	٢٢٩٩,٨٣	٢٢٤٢,٦٥				

رابعاً : تأثيرات الموازنة المائية لتربة منطقة الدراسة على النباتات النامية

وتنعكس الاهمية التطبيقية لنتائج المعادلة لتربة منطقة الدراسة في تقدير المخزون الرطوبي في التربة ومعرفة التغيرات المحتملة التي تطرأ عليها ، ففي الاشهر التي تزداد فيها كمية الامطار على كمية التبخر / النتح الممكن فان الكمية الزائدة في مياه الامطار تتسرب الى التربة عبر مساماتها ، حيث تمثل مقدار رطوبة التربة الاولية والتي تتأثر بالعديد من المتغيرات الخاصة بالتربة والبيئة المحيطة بها خصوصاً العناصر المناخية ، وباستمرار تسرب مياه الامطار تمثل مساحات التربة زراعياً حتى تصل الى طاقتها الاستيعابية القصوى (سعتها الحقلية) التي تتباين باختلاف نسجة التربة والمادة العضوية وغيرها من العوامل .

وقدر قدر نورنثويت السعة الحقلية للتربة بمقدار ١٠٠ ملم كقيمة عامة للتطبيق في جميع دراسات الموازنة المائية [١] .

بغض النظر عن نوع نسجة التربة – وعندما تصل رطوبة التربة الى السعة الحقلية وتبقى كمية الامطار الشهرية اكثر من كمية التبخر النتح الممكن فان قيمة السعة الحقلية (١٠٠ملم) تبقى ثابتة دون ان تتغير [٢] .

لذلك فمن الطبيعي ان توفر قدر مناسب من رطوبة التربة وخصوصاً عند السعة الحقلية يمثل توفير الحد الاعلى من رطوبة التربة المؤثرة في نمو مختلف النباتات وهذا يساعد في اضافة مادة عضوية الى تربة تلك المناطق التي وصلت فيها رطوبة التربة الى سعتها الحقلية ناتج من اضافة وتساقط الاغصان والاوراق او الجذور النباتية او موت تلك النباتات اذ يساعد ذلك الامر على زيادة قدرة التربة للاحتفاظ بالماء يصل الى (٢٥ مرة) بقدر وزنها فضلاً عن تكوين مجمعات بنائية قوية ثابتة بالماء تساعد في زيادة مسك الدقائق الغروية العضوية والماء في آن واحد ، كما تحفظ التربة من الانجراف والتعرية الريحية ، خصوصاً وان منطقة الدراسة تمتاز بارتفاع درجات الحرارة والتبخر وقلة الامطار ونسب الرطوبة النسبية مع زيادة سرعة الرياح وتكرار اتجاه هبوبها . والتي تساعد جميع هذه العوامل في نقصان رطوبة التربة عند السعة الحقلية لتربة منطقة الدراسة خصوصاً للطبقة السطحية من التربة .

---

(١) عبد الله سالم المالكي ، الجغرافية الطبيعية للاقاليم الجافة ، مصدر سابق ، ص ٦٠.
(٢)عبد الله سالم المالكي ، المصدر نفسه ، ص ٦٠.

لقد حدد ثورنثويت مفهوم الجفاف بعدم قدرة الرطوبة الجوية او رطوبة التربة على الانبات [١] ، كما يقصد به اختلال التوازن بين كمية التساقط ومقدار التبخر / النتح مما يعني زيادة كمية التبخر عن كمية التساقط [٢] ، وهناك اربعة اصناف من الجفاف وهي : -

١ - الجفاف الدائم :

يسود في المناطق ذات المناخ الجاف الشديد الجفاف التي تتراوح فيها كميات الامطار السنوية ما بين (٢٥ – ٢٠) ملم والتي تسمى بمناطق العجز المائي حيث لا يوجد فيها فائض مائي ، كما هو الحال في اقليم المناخ الجاف في العراق الذي يشغل حوالي ٨٠ % من مساحته الاجمالية [٣] .

٢ – الجفاف الفصلي :

ويتميز هذا النوع باقتصار الامطار على فصل وعدمها في فصل اخر وتقوم الزراعة في الفصل المطير ، كما تعدم في الفصول الاخرى معتمدة على الري .

٣ – الجفاف الطارئ

وهو ينتج من عدم انتظام او تقلب الامطار وهذا النوع يقتصر على المناطق الرطبة وشبه الرطبة ، فقد تمتد فترة طويلة دون سقوط المطر مما يؤدي الى هلاك المزروعات وهو من اخطر انواع الجفاف لانه غير ممكن التنبؤ به ، ولا يمكن التعويض عن المطر بالارواء .

٤ – الجفاف غير المنظور

وهو نوع من الجفاف تقل فيه الرطوبة (الجوية او رطوبة التربة) عن حاجة النبات ، وان انخفاض الرطوبة عن الحد الذي يحتاج اليه النبات يؤدي الى موت النبات او قلة كثافته او قزميته .

ولغرض معرفة نوع الجفاف بالنسبة لمنطقة الدراسة فقد تم استخراج قيمتها وفقاً لمعادلة ثورنثويت وهي بالصيغة الاتية [٤] : -

$$\sum_{12}^{1.65} \left(\frac{R}{T + 12.2} \right)^{10/9}$$

---

(١) عادل الراوي وقصي السامرائي ، المناخ التطبيقي ، مصدر سابق ، ص ١١٥ .
(٢) عبد الله سالم المالكي ، الجغرافية الطبيعية للاقاليم الجافة ، مصدر سابق ، ص ٢١.
(٣) عبد الله سالم المالكي ، الجغرافية الطبيعية للاقاليم الجافة ، مصدر سابق ، ص ٦٠.
(٤) عادل الراوي ، قصي السامرائي ، المناخ التطبيقي ، مصدر سابق ، ص ١١٤.

حيث ان :

R = المجموع السنوي للامطار (ملم) .

T = معدل درجة الحرارة السنوي (م °)

ويشير جدول (٣) الى القيم المستحصلة من اجراء المعادلة على منطقة الدراسة وحسب اشهر السنة فكانت جميعها واقعة تحت الجفاف اي اقل من (١٦ملم) . جدول (٤) .

جدول (٣)

قيم الجفاف لمنطقة الدراسة حسب تصنيف ثورنثويت للجفاف

الشهور	درجات الحرارة (م°)	الامطار (ملم)	قيمة الجفاف
كانون الثاني	١٢	٢٥,١٨	٩,٩١٣
شباط	١٤,٤٠	١٥,٤٧	٨,٩٢٠
آذار	١٩,٣٠	١٤,٨١	٧,٣٩٦
نيسان	٢٤,٧٠	١١,٩٦	٦,٢٦٠
مايس	٣١,٨٠	٢,٨٧	٥,١٠٢
حزيران	٣٥,٥٠	-	٤,٦٦٤
تموز	٣٦,٩٠	-	٤,٥١٧
أب	٣٦,٣٠	-	٤,٥٧٩
ايلول	٣٢,١٠	١,٥٠	٥,٠٦٣
تشرين الاول	٢٥,٥٠	٤,٨٨	٦,٠٥٨
تشرين الثاني	١٩,٣٠	٢١,٥٧	٧,٣٩٦
كانون الاول	١٣,٥٠	٢٣,٣١	٩,٢٧٢

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلة السابقة الخاصة بالجفاف .

جدول (٤)

المناطق المناخية لثورنثويت حسب كفاية المطر

وصف المنطقة	كفاية الامطار
الجافة	اقل من ١٦
شبه الجافة	١٦ – ٣١
شنه الرطبة	٣٢ – ٦٣
الرطبة	٦٤ – ١٢٧
الرطبة جداً	١٢٨ فأكثر

المصدر : عادل الراوي ، قصي السامرائي ، المناخ التطبيقي ، جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٩٠ ، ص ١١٤ .

وفي ضوء ما مر بنا من قيم الجفاف لتربة منطقة الدراسة ، نلاحظ بان عامل المياه لعب دوراً مؤثراً في وجود غطاء نباتي من عدمه وحدد كثافته ونوعه بشكل كبير ، عموماً فان النباتات الطبيعية التي تنمو في مثل هذه البيئات القاسية تقسم الى نوعين هما : النباتات الحولية والنباتات المعمرة ، فبالنسبة للاولى فهي تنمو بتساقط الامطار وتنتهي وتكمل دورة حياتها بانتهاء موسم تساقط الامطار ، ام النباتات المعمرة فهي التي كيفت نفسها للعيش او البقاء ضمن ظروف الامطار القليلة الى المعدومة مع ارتفاع درجات الحرارة والتبخر وسرعة الرياح .

تؤثر الخصائص المناخية على مقدار الرطوبة الموجودة في التربة وذلك يعتمد على مقدار الاشعاع الشمسي والواصل الى سطح الارض ، ودرجات الحرارة والتبخر والرياح السائدة والامطار الساقطة ، وتصبح دراسة تلك الخصائص لتحديد مقدار رطوبة التربة بين فترة زمنية معينة وتباينها من منطقة الى اخرى وهي كالاتي : -

١ – الاشعاع الشمسي :

يؤثر الاشعاع الشمسي في خصائص التربة الرطوبية بصورة مباشرة وغير مباشرة ، من خلال العلاقة التي تربط الاشعاع وبقية الخصائص المناخية كدرجات الحرارة والتبخر ويرتبط ذلك التأثير بجملة من العوامل المحددة له منها الموقع الجغرافي الخاص بدوائر العرض والمتحكمة بزوايا السقوط وطول النهار النظري فضلاً عن عوامل اخرى كما في الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر وانحدار السطح .

وعند الرجوع الى جدول (٥) المتضمن قيم الاشعاع لمنطقة الدراسة ، نجد بان زوايا السقوط تأخذ بالزيادة من شهر نيسان (٣٠ – ٦٩ °) وذلك لانتقال الشمس ظاهرياً الى نصف الكرة الشمالي بعد (٢١) آذار ، وتصل القيم في ذروتها الى (٨١,٣٠ ° ، ٧٦,٥٠ ° ، ٧٥, ٢٠ °) لاشهر حزيران وتموز وآب على التوالي ، اذ يسجل شهر حزيران اعلى قيمة وذلك بسبب تعامد اشعة الشمس على مدار السرطان في (٢١) حزيران ، ثم تتناقص القيم تدريجياً اعتباراً من شهر ايلول (٦١,٤٠ °) لانتقال الشمس نحو الدائرة الاستوائية ، لتبدأ المعدلات بعدها بالانخفاض التدريجي لاشهر تشرين الاول والثاني وكانون الاول والثاني لقيم (٩,٣٠ ° ، ٤٢,٣٠ ° ، ٣٨,٣٠ ° ، ٤٢,٥٠ °) على الترتيب ليسجل شهر كانون الاول اوطأ قيمة وذلك بسبب انتقال الشمس الى النصف الجنوبي من الكرة الارضية ، وتعامدها على مدار الجدي في (٢١) كانون الاول ، كما يتضح من الجدول ان هناك ستة اشهر من السنة بدءً من شهر نيسان الى شهر ايلول تسجل قيم اعلى من المعدل السنوي لزوايا سقوط الاشعاع الشمسي (٥٩,٧٠ °) وهذا يعني ارتفاع درجات الحرارة خلال تلك الفترة من السنة .

ويؤثر هذا التباين في تحديد طول النهار النظري والفعلي اذ تاخذ فترة النهار النظرية بالزيادة من شهر آذار (١١,٢٠ °) ساعة وتصل ذروتها في اشهر حزيران وتموز وآب الى (١٣,٧٠ ، ١٣,٨٠ ، ١٣,٣٠) ساعة على التوالي . وتصل اعلى قيمة لها في شهر حزيران ، ثم تأخذ بعدها بالتناقص التدريجي وذلك اعتباراً من شهر ايلول ولتصل الى ادنى المعدلات خلال اشهر تشرين الاول والثاني وكانون الاول والثاني (١١,٧ ، ١٠,٤٠ ، ١٠,٠٠ ، ١٠,٣٥) ساعة على التناظر ويسجل شهر كانون الاول اوطأ قيمة وذلك بسبب حركة الشمس الظاهرية . ووصل عدد الشهور التي يزيد فيها المعدل السنوي على (١٢,٠٠) ساعة الى ستة شهور هي ذاتها التي اشير اليها سابقاً .

كما تباينت فترة طول النهار الفعلية من شهر لاخر وتأثرها بزاوية السقوط الشمسي ، اذ نجدها ترتفع ابتداءً من شهر حزيران وتموز وآب لقيم (١١,٠٠ ساعة ، ١١,٦ ساعة ، ١٠,٨ ساعة) على التوالي لتعود بالانخفاض مرة ثانية اعتباراً من شهر تشرين الاول والثاني وكانون الاول والثاني بقيم (٩,٧ ، ٨,٠٠ ، ٧,٣ ، ٧,٤) على التوالي ، بمعدل بلغ (٩,٠٠ ساعة) . والتي تتأثر قيمها بطول النهار النظري ، بالاضافة الى حالات الجو الغبارية ومدى صفاء الجو من الغيوم والغبار ، ووجود الرطوبة ونوع وكثافة الغطاء النباتي لها الاثر في شدة تسخين سطح الارض وتأثير مباشر في رفع درجات الحرارة وهذا يؤدي الى زيادة شدة التسخين من سطح التربة مما يجعلها اكثر جفافاً ، ولقد تعرضت تربة الاقليم الشرقي الى ازالة كبيرة للغطاء النباتي بفعل الزحف والتوسع العمراني غير المدروس على

حساب تلك الاراضي الزراعية ، مما ادى الى القضاء على اعداد كبيرة من اشجار النخيل وغيرها وتناقص اعدادها بشكل واضح .

٢ – درجات الحرارة :

يبدو من البيانات المناخية في جدول (٥) تباين معدلات درجات الحرارة لمنطقة الدراسة وذلك تبعاً لتباين سقوط الاشعاع الشمسي وطول النهار ووجود الغيوم والغبار والرطوبة وغيرها من العوامل ، حيث بلغ متوسط درجات حرارة الاشهر من حزيران وتموز وآب وايلول (٣٥,٥ ° ، ٣٦,٩ ° ، ٣٦,٣ ° ، ٣٢,١ °) على التوالي ، وبعد شهر ايلول تتناقص معدلات درجات الحرارة الشهرية الى (٢٥,٥ ° ، ١٩,٣ ° ، ١٣,٥ ، ١٢،°م) .

اذن ومن خلال متابعة سير درجات الحرارة نجدها آخذه بالارتفاع ، وهذا يؤثر بشكل كبير على زيادة تبخر المياه حال تواجدها على سطح التربة هذا من جانب ومن جانب آخر زيادة تبخر المياه من التربة وخصوصاً من الطبقة السطحية المواجهة لاشعة الشمس مما يؤثر بشكل سلبي في نقصان رطوبة التربة بشكل واضح ، نتيجة لارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس او القريب الى الطبقة السطحية [١] ، كما تعمل درجات الحرارة المرتفعة على زيادة تحلل المادة العضوية بين زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحلل المادة العضوية فضلاً عن اكسدة المادة وتحويلها الى مواد لا يستفيد منها النبات [٢] ، على الرغم من قلة المادة العضوية في تربة منطقة الدراسة وكما نجد ذلك لاحقاً . كما وتؤثر درجات الحرارة المنخفضة على احياء التربة الدقيقة ، حيث يتوقف نشاط معظمها عندما تنخفض درجات الحرارة عن (١٠ م °) [٣] .

٣ – الريـــــاح :

تتصف الرياح الهابة على منطقة الدراسة بانخفاض معدلات سرعتها ، نتيجة لوقوعها تحت تأثير نطاق الضغط المرتفع شتاءً والمنخفض الحراري صيفاً ، اذ لا تساعد مثل هذه الظروف الجوية على هبوب رياح ذات سرعة شديدة ، مع استثناء بعض الاوقات

---

(١) نجم عبد الله رحيم ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة محافظة ذي قار وتأثيراتها على الانتاج الزراعي – اطروحة دكتوراه – ٢٠٠٧ ، ص ٢٥ .
(٢) سعد الله نجم النعيمي ، الاسمدة وخصوبة التربة ، الموصل ١٩٩٩ ، ص ٢٠٤ .
(٣) عبد الفتاح العاني ، اساسيات علم التربة ، مصدر سابق ، ص ٢٠٤ .

التـي تـزداد فيهـا سـرع الريـاح والتـي تكـون مـع مـرور المنخفضـات الجويـة وحـالات عـدم الاستقرار الجوي [1] .

جدول (٥)

المعدلات الشهرية والسنوية لقيم الاشعاع الشمسي النظري والفعلي ودرجات الحرارة (°م) ونسبة السطوع الشمسي لمحطة البصرة المناخية (١٩٨٤ – ٢٠١٧)

الشهور	زوايا سقوط الاشعاع الشمسي (درجة)	الاشعاع الشمسي		نسبة السطوع	درجات الحرارة (°م)	الرياح م٣ / ثا	الرطوبة النسبية %	الامطار (ملم)	التبخر(ملم)
		النظري	الفعلي						
كانون الثاني	٤٢,٥٠	١٠,٣	٧,٤	٠,٩٠	١٢	٣,٦٢	٧١,١٠	٢٥,١٨	٥١,٦٨
شباط	٤٧,٣٠	١١,٤	٧,٩	٠,٨٧	١٤,٤٠	٤,٠٥	٦١,٦٠	١٥,٤٧	٩٩,٩٨
آذار	٥٧,١٠	١١,٧	٨,٢	١,٠٣	١٩,٣٠	٤,٣٨	٥٢,٩٠	١٤,٨١	١٥٧,٢٨
نيسان	٦٩,١٠	١٢,٥	٨,٣	١,٠٨	٢٤,٧	٤,٣١	٤٤	١١,٩٦	٢٤٥,٨٧
مايس	٧٥,٢٠	١٣,٥	٩,٩	١,١٨	٣١,٨	٤,٤٠	٣٣,٧٠	٢,٨٧	٣٧٢,٧٦
حزيران	٨١,٣٠	١٣,٧	١١,٠٠	١,١٧	٣٥,٥	٥,٦٧	٢٧,٧٠	-	٤٧١,٨٧
تموز	٧٦,٥٠	١٣,٨	٧,٦	١,٢٠	٣٦,٩	٥,٣٢	٢٨	-	٥٢٢,٠٢
آب	٧٥,٢٠	١٣,٣	١٠,٨	١,١٤	٣٦,٣	٤,٤٩	٢٩,١٠	-	٤٣٢,٤٢٠
ايلول	٦١,٤٠	١٢,٣	١٠,١	١,٠٣	٣٢,١	٣,٩١	٣٤	١,٥	٢٣٦,٨٤٠
تشرين الاول	٤٩,٤٠	١١,٧	٩,٧	٠,٩٨	٢٥,٥	٣,٢٢	١٢,٦٠	٤,٨٨	٢٢٠,٨٨
تشرين الثاني	٤٢,٤٠	١٠,٤	٨,٠٠	٠,٨٩	١٩,٣	٣,١٩	٥٦,٤٠	٢١,٥٧	١١٢,٣١
كانون الاول	٣٨,٣٠	١٠,٠٠	٧,٣	٠,٨٨	١٣,٥	٣,٢٧	٦٩	٢٣,٣١	٦٥,١٦
المعدل او المجموع	٥٩,٧٠	١٤,٠٠	٩,٢	١,٠٢٩	٢٥,١	٤,١٥	٤٥,٦٠	١٢٠,٠١	٣١٠,٦٠٨

المصـدر : وزارة النقـل والمواصـلات – قسـم المنـاخ والمـوارد المائيـة ، بيانـات غيـر منشـورة – بغداد – ٢٠١٧ .

---

(١) احمد سعيد حديد ، المناخ المحلي ، بغداد ، ١٩٨٦ ، ص ٥١- ٥٤ .

وتتباين معدلات سرعة الرياح لمنطقة الدراسة اذ يتضح من جدول (٥) بان هنالك زيادة تدريجية لسرعة الرياح اعتباراً من شهر آذار الى شهر آب بقيم بلغت (٤,٣٨ ، ٤,٣١ ، ٤,٤٠ ، ٥,٦٧ ، ٥,٣٢ ، ٤,٤٩) م / ثا على التوالي .

ثم يأخذ معدل سرعة الرياح بالانخفاض اعتباراً من شهر ايلول (٣,٩١م / ثا) وتنخفض المعدلات الى ادناها خلال شهر تشرين الاول (٣,٢٢ م / ثا) وتشرين الثاني (٣,١٩ م/ ثا) ، وكانون الاول (٣,٢٧ م / ثا) و (٣,٦٢ م ، ثا) لشهر كانون الثاني بمعدل بلغ (٤,١٥ م ، ثا) .

ويبدو ان لسرعة الرياح تأثيرات على خصائص التربة الرطوبية خصوصاً في فصل الصيف المؤدية الى زيادة كمية التبخر من سطح التربة مما ينجم عن زيادة جفاف الطبقة السطحية من التربة وهذا يعمل على زيادة تفكيك الدقائق المتكونة في التربة وخاصة الدقائق الغروية الناعمة التي تؤثر في حال وجودها في التربة على مقدار احتفاظ التربة بالماء اي لها تأثير ايجابي في رفع رطوبة التربة ، وان زيادة سرعة الرياح تؤدي كذلك الى زيادة كمية التبخر .

اما بالنسبة الى اتجاهات الرياح فيوضحها جدول (٦) الذي يشير الى ان الرياح الشمالية الغربية (٣٨,٠٤ %) يليها الرياح الجنوبية ، ١٥,٥ % ثم الرياح الشمالية بنسبة ١٣,٣٧ % بعضها الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية بنسبة تكرار (٦,١٣ ، ٧,١٣ م/ ثا) على التوالي . فيما تسجل الرياح الشمالية الشرقية والشرقية نسب بلغت ٣,٧١ % و ٢,١٢ % على التتابع . ويعزى ذلك الى تباين مراكز الضغوط الجوية المسيطرة على منطقة الدراسة خلال الصيف والشتاء مما يؤدي الى تباين تكرار الرياح الهابة فمثلاً عندما يسود منخفض الهند الموسمي يعمل على هبوب رياح جافة ينجم عنها زيادة التبخر من الطبقة السطحية للتربة وبالتالي جفافها ، مما يهيئ التربة ودقائقها الغروية والعضوية الى عملية نقلها مما يؤثر وجود حالة سلبية على نسجة التربة وخصائصها والمسامية .

جدول (٦)

معدلات تكرار هبوب الرياح السنوية (%) لمنطقة الدراسة

الاتجاه	الشمالية	الشمالية الشرقية	الشرقية	الجنوبية الشرقية	الجنوبية	الجنوبية الغربية	الغربية	الشمالية الغربية	السكون
القيم	١٣,٣٧	٣,٧١	٣,١٢	٧,٤٣	٦,١٣	٢,٦١	١٥,٥٢	٣٨,٠٤	١٠,٠٧

المصدر : وزارة النقل والمواصلات – دائرة الانواء الجوية / قسم المناخ / بيانات غير منشورة – بغداد - ٢٠١٧

٤ – الامطـــــار :

نجد من جدول (٥) ان تساقط الامطار بين أخر شهر تشرين الاول بقيمة بلغت ٤,٨٨ ملم ثم تبدأ بالزيادة التدريجية وتبلغ في شهر كانون الاول والثاني وشباط ٢٣,٣١ ملم و ٢٥,١٨ ملم ١٥,٢٧ ملم على التوالي ويصل معدلها خلال شهر آذار ونيسان ومايس الى ١٤,٨١ ، ١١,٩٦ ، ٢,٨٧ ملم على التتابع بمجموع سنوي يبلغ (١٢٠,٠١ ملم) ويرجع ذلك كله الى تباين مرور المنخفضات الجوية الحيوية الى منطقة الدراسة بين ٤,٨ منخفض الى ٧,٣ منخفض [١] وينقطع تساقط الامطار خلال شهر حزيران وتموز وآب وحتى نهاية شهر ايلول وذلك يعود الى ان المنطقة تصبح تحت تأثير نطاق الضغط العالي شبه المداري ، فضلاً عن قلة وجود المنخفضات الجوية المتوسطة وتحول مسارها عن العراق ، وبصورة عامة نجد بأن الامطار الساقطة على منطقة الدراسة قليلة ، وهذا يعني ان منطقة الدراسة تقع ضمن الاقليم الجاف وفقاً لمعيار دي مارتون المناخي ، فنجد بأن اشهر مايس وحزيران وتموز وآب وايلول ، تشرين الاول ، حتى اصبح يشمل الاشهر التي تتساقط فيها الامطار بقيم ٦,٨٦٦ ، ٠ ، ٠ ، ٠ ، ٠,١١٨ ، ١٣,٧٤ ، على التوالي [٢].

---

(١) كاظم عبد الوهاب الاسدي ، تكرار المنخفضات الجوية واثرها على طقس العراق ومناخه ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، ١٩٩١ ، ص ٢٠٢ .

(٢) استخرجت القيم من قبل الباحث وذلك من خلال تطبيق معادلة ديمارنون الاتية :

$$\text{معامل الجفاف لشهر معين} = \frac{\text{المعدل الشهري للامطار ملم}}{\text{المعدل الشهري لدرجات الحرارة المئوي} + ١٠} \times ١٢$$

حيث ان : ١٠ ثابت

فاذا كان الناتج اقل من (٥) يعد الشهر جافاً ، (٥ – ١٠) شبه جاف (اكثر من ١٠) رطب .

يراجع : - عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافية المناخية والنباتية ، دار الجامعات العربية ، الطبعة السادسة ، الاسكندرية ، ١٩٧٤ ، ص ٣٢٠ .

ويمكن الاشارة الى ان خصائص امطار منطقة الدراسة نجدها متباينة من الناحية الكمية والنوعية وتوزيعها المكاني والزماني وذلك يعطي مؤشراً على تأثيرها على خصائص التربة وبالخصوص الحالة الرطوبية للتربة ، ان زيادة فترة تساقط الامطار وبكميات غزيرة تمد التربة بالمياه وحتى تصل التربة الى حد التشبع ، يجب ان تكون كمية المياه الواصلة الى التربة بحيث تستوعب قطاع التربة لعمق (١) م وبالتالي امكانية ان تقوم تلك الامطار بنقل الدقائق المعدنية والعضوية المتواجدة على السطح الى اسفل الطبقات الارضية وان ينعكس تأثيره السلبي على كمية تلك الدقائق المهمة في تحديد خصائص التربة الرطوبية .

كما ان قلة الامطار الساقطة يعمل على قلة النبات الطبيعي الذي يمد التربة بالمادة العضوية ويعد الاخير عاملاً حاسماً في زيادة او نقصان رطوبة التربة مع حالة وجوده وعدمه .

٥ – الرطوبة النسبية :

يشير جدول (٥) الى تباين قيم الرطوبة النسبية بين الفترة الممتدة من شهر مايس وحزيران وتموز وآب وايلول بقيم بلغت ٣٣,٧٠ ، ٢٧,٧ ، ٥,٢٨ ، ٢٩,١٠ ، ٣٢ % في حين بلغت لاشهر تشرين الاول والثاني وكانون الاول والثاني وشباط وآذار ٤٢,٦٠ ، ٥٦,٤٠ ، ٦٩ ، ٧١,٧ ملم والتي تتوافق مع فترة تساقط الامطار ووجود الغيوم ، حيث تعمل على تقليل من قيم التبخر وخاصة ارتفاع قيمها شتاءً عنه صيفاً .

٦ – التبخـــر :

يعد من اهم العناصر المؤثرة تأثيراً مباشراً وغير مباشر في تحديد كمية المياه في التربة اي رطوبة التربة ، وكذلك يسحب تأثيره على الموازنة المائية للتربة بشكل كبير مع علاقته بالامطار ومدى تباينها لتغطية رطوبة التربة بالكامل اي تصبح التربة مشبعة بالماء ، كما يتضح من جدول (٥) ان مقدار التبخر يأخذ بالارتفاع التدريجي ابتداءً من شهر حزيران وتموز وآب بقيم بلغت ٤٧١,٨٧ ، ٥٢٢,٠٢ ، ٤٣٢,٤٢ ملم على التوالي وتنخفض المعدلات شتاءً الى ٦٥,١٦ ، ٥١,١٨ ، ٩٩,٩٨ ملم لاشهر كانون الاول والثاني وشباط على التتابع .

ويعود سبب ذلك الى الخصائص درجات الحرارة مع ارتفاع قيم الرطوبة النسبية وقلة كمية الاشعاع الشمسي للمدة الاولى ولارتفاع درجات الحرارة وزيادة كمية الاشعاع الشمسي مع الخصائص مقدار الرطوبة النسبية للمدة الثانية فضلاً عن سيادة الرياح الشمالية الغربية الجافة ، وبلغ المجموع السنوي للتبخر (٣١٠٦,٠٨ملم) وهو يفوق المجموع السنوي للامطار في منطقة الدراسة ٣,٨٦٣ مرة ولنفس الفترة الزمنية مما يشير الى جفاف منطقة الدراسة ، وهذا يعني انه لا يوجد فائض مائي من ناحية الامطار وعلاقتها بالتبخر بل هناك عجز مائي ، فضلاً عن ان ارتفاع معدلات التبخر يعمل على جفاف الطبقة السطحية من التربة وخاصة للفترة الممتدة من شهر آذار الى شهر ايلول ، ويؤدي ذلك الى تقليل المعدل الرطوبي للتربة مما يجعل مقصولاتها من المواد الغرينية والطينية والعضوية معرضة الى التعرية الريحية ، بحيث تؤثر سلباً على مقدرة التربة للاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية وخصوصاً تربة الاقليم الغربي المفككة اصلاً وذات نسب قليلة اصلاً من المواد الطينية والغرينية والعضوية مقارنة بتربة الاقليم الشرقي .

الخلاصة :

ناقش البحث الموازنة المائية بين منطقة الدراسة ، والعوامل المؤثرة عليها ، وتأثيراتها والتي يمكن ان تظهر على التربة والنباتات النامية ، وتبين ان هنالك عجزاً مائياً للموازنة المائية للتربة يمتد لفترة تسعة اشهر مقابل وجود ثلاثة اشهر من الفائض المائي ، ومن ناحية المدخلات الى الموازنة والتمثل بالامطار فقط ، والتي اتصفت بانها متذبذبة وقليلة ومتباينة في توزيعها المكاني ، وكذلك من ناحية الكمية والنوعية ، لذلك يعوض عن النقص في رطوبة التربة عن طريق مياه الري . كما لعبت الخصائص المناخية (درجات الحرارة ، الامطار ، والتبخر) دوراً رئيسياً في صياغة النتيجة النهائية لقيم المعادلة لتربة منطقة الدراسة ، فضلاً عن خصائص التربة ، كالنسجة والمادة العضوية .

الاستنتاجات والتوصيات :

١ – يظهر من تطبيق الموا زنة المائية لتربة منطقة الدراسة ، بانها تعاني عجزاً مائياً وخاصة لاغلب شهور السنة وهذا يمكن ان يعوض عن طريق مياه الري .

٢ – تبين ان كل من نسجة التربة والمادة العضوية ، لهما دوراً رئيساً في تباين رطوبة التربة وبالتالي زيادة او قلة ، احتفاظ التربة بالماء المتيسر للنباتات .

٣ – لقد كان للخصائص المناخية دوراً مباشر وغير مباشر في التأثير السلبي على الموازنة المائية .

٤ – لقد تمثلت حالة رطوبة التربة المثلى عند السعة الحقلية حالة تأثير النباتات بالماء .

٥ – ضرورة الحفاظ على التربة وخصائصها من خلال اجراء العمليات الزراعية بالشكل الصحيح وعدم هدر المياه وغيرها . مع ضرورة التأكيد على التوسع وتوجيه الدراسات الى تلك المشاكل .

٦ – ان النباتات تتأثر بحال وجود نسبة من الرطوبة لانها تعد مهمة لحياة النباتات ولذلك فقد تمثلت الحالة الجيدة من خلال توفير رطوبة مناسبة عند الماء الجاهز .

٧ – ضرورة توجيه الدراسات واصحاب القرار الى العمل على وقف التوسع العمراني باتجاه الاراضي الزراعية لاهميتها البيئية ككل ويجب الحفاظ عليها .

المصادر :

١ – احمد ، رياض عبد اللطيف ، الماء في حياة النبات ، الموصل ، ١٩٨٤ .

٢ – حديد ، احمد سعيد ، المناخ المحلي ، بغداد ، ١٩٨٦ .

٣ – رحيم ، نجم عبد الله ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة محافظة ذي قار وتأثيراتها على الانتاج الزراعي ، دراسة في جغرافية التربة ، اطروحة دكتوراه ، جامعة البصرة – كلية الاداب ، ٢٠٠٧ .

٤ – العاني ، عبد الله ، نجم ، مبادئ علم التربة ، جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٨٠ .

٥ – العاني ، عبد الفتاح ، اساسيات علم التربة ، بغداد ، مؤسسة المعاهد الفنية ، ١٩٨٤ .

٦ – المالكي ، عبد الله سالم ، الجغرافية الطبيعية للاقاليم الجافة ، الطبعة الاولى ، ٢٠١٦ .

٧ – النعيمي ، سعد الله نجم عبد الله ، الاسمدة وخصوبة التربة ، جامعة الموصل ، الموصل.

٨ – النعيمي ، سعد الله نجم عبد الله ، علاقة التربة بالماء والنبات ، جامعة الموصل ، الموصل ، ١٩٩٩ .

٩ – طريح ، عبد العزيز شرف ، الجغرافية المناخية والنباتية ، الطبعة الاولى ، الاسكندرية ، ١٩٧٤ .

١٠ – الاسدي ، كاظم عبد الوهاب ، تكرار المنخفضات الجوية واثارها على طقس العراق ومناخه ، رسالة ماجستير ، جامعة البصرة ، كلية الاداب ، ١٩٩١ .