تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنة

د. ابراهيم علي العيساوي

جامعة البصرة/ كلية التربية للبنات

Estimation of Water Needs for the Agricultural Crops Planted in the District of Al-Qurna

Dr. Ibraheem Ali Al-Isawi

University of Al-Basra / College of Education for Girls

Abstract

Estimation of the water needs for the agricultural crops is considered one of the modern geographical studies which gains an important attention. It is an essential factor in the designing of the irrigation projects depending on the expansion of the network required to transmit water and the suitable method for irrigation specially when water resources are limited in the areas of high economic value and in the dried and semidried districts.

المقدمة

تعد عملية تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية من الدراسات الجغرافية الحديثة التي تحظى بأهمية كبيرة إذ إنها العامل الأساس الذي يمكن من خلاله إعتماد تصاميم مشاريع الري من حيث سعة الشبكة اللازمة لنقل المياه وطريقة الإرواء الملائمة خاصةً عندما تكون مصادر المياه محدودة في الوقت الذي تتميز بقيمتها الإقتصادية والتي هي في تزايد مستمر كما هو الحال في الأقاليم الجافة وشبة الجافة التي تعد منطقة الدراسة جزءاً منها وما يترتب على ذلك من إمكانية إختيار المحاصيل الملائمة للزراعة.

مشكلة البحث

1- ما هي الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنة والمتمثلة بـ (القمح، الشعير، الذرة الصفراء، الذرة البيضاء، الباقلاء، الجت)؟.

2- هل إن الموازنة المائية المناخية في القضاء تتميز بفائض مائي يغطي الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية؟ أم إن القضاء يعاني من عجزاً مائياً مناخياً لا يلبي هذه الإحتياجات؟.

فرضية البحث:

تعتقد فرضية البحث إن القضاء يعاني من عجزاً مائياً مناخياً يفوق الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة وان هذا العجز يؤثر سلباً على زراعة هذه المحاصيل من حيث تقلص المساحات المزروعة وتدني إنتاجيتها.

هدف البحث

يهدف البحث إلى تقدير الإحتياجات المائية الحقلية والكلية للمحاصيل المزروعة في القضاء من خلال تحديد قيم (التبخر/ النتح الممكن) الذي يعد العامل الأساس في تقدير هذه الإحتياجات من جهة والموازنة المائية المناخية في القضاء من جهة أخرى لغرض الوقوف على حجم العجز المائي المناخي الفعلي ومدى تأثيره على زراعة هذه المحاصيل.

طريقة البحث

إعتمد البحث على جانبين أساسيين هما:

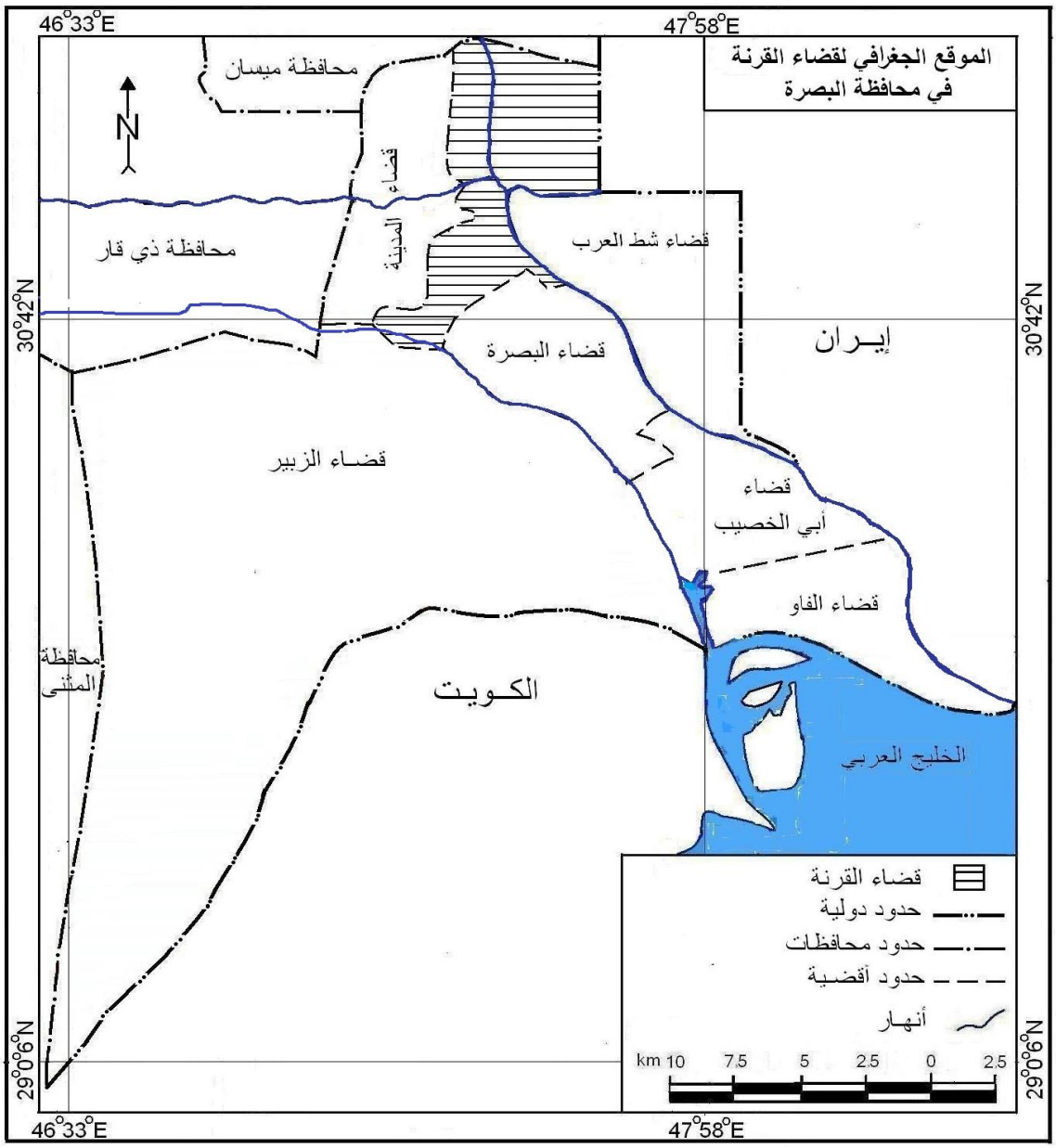
1- **الجانب النظري:** التعريف بالإحتياجات المائية والعوامل المؤثرة في تقديرها كالتبخر النتح الممكن ومعامل المحصول والموازنة المائية المناخية.

2- **الجانب الكمي:** الذي تمثل بتحديد قيم (التبخر/ النتح الممكن) لغرض تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل وفق معادلة بنمان كونها من أدق المعادلات التي استخدمت في هذا المجال لاعتمادها على معظم العناصر المناخية المؤثرة تأثير مباشر وغير مباشر في تحديد هذه القيم.

الموقع الجغرافي والمساحة

يقع قضاء القرنه في الجزء الشمالي الشرقي من محافظة البصرة، تحده محافظة ميسان من الشمال وإيران وقضاء شط العرب من جهة الشرق وقضاء المدينة من جهة الغرب ومن الجنوب والجنوب الغربي يحده قضائي البصرة والزبير خريطة (1) وينحصر القضاء بين دائرتي عرض (36 ́30 ̋5) و(18 ́ 31 ̋5) شمالاً وضمن قوسي طول (10 ́ 47 ̋5) و(42 ́ 47 ̋5) شرقاً كما يتضح من خريطة (2).

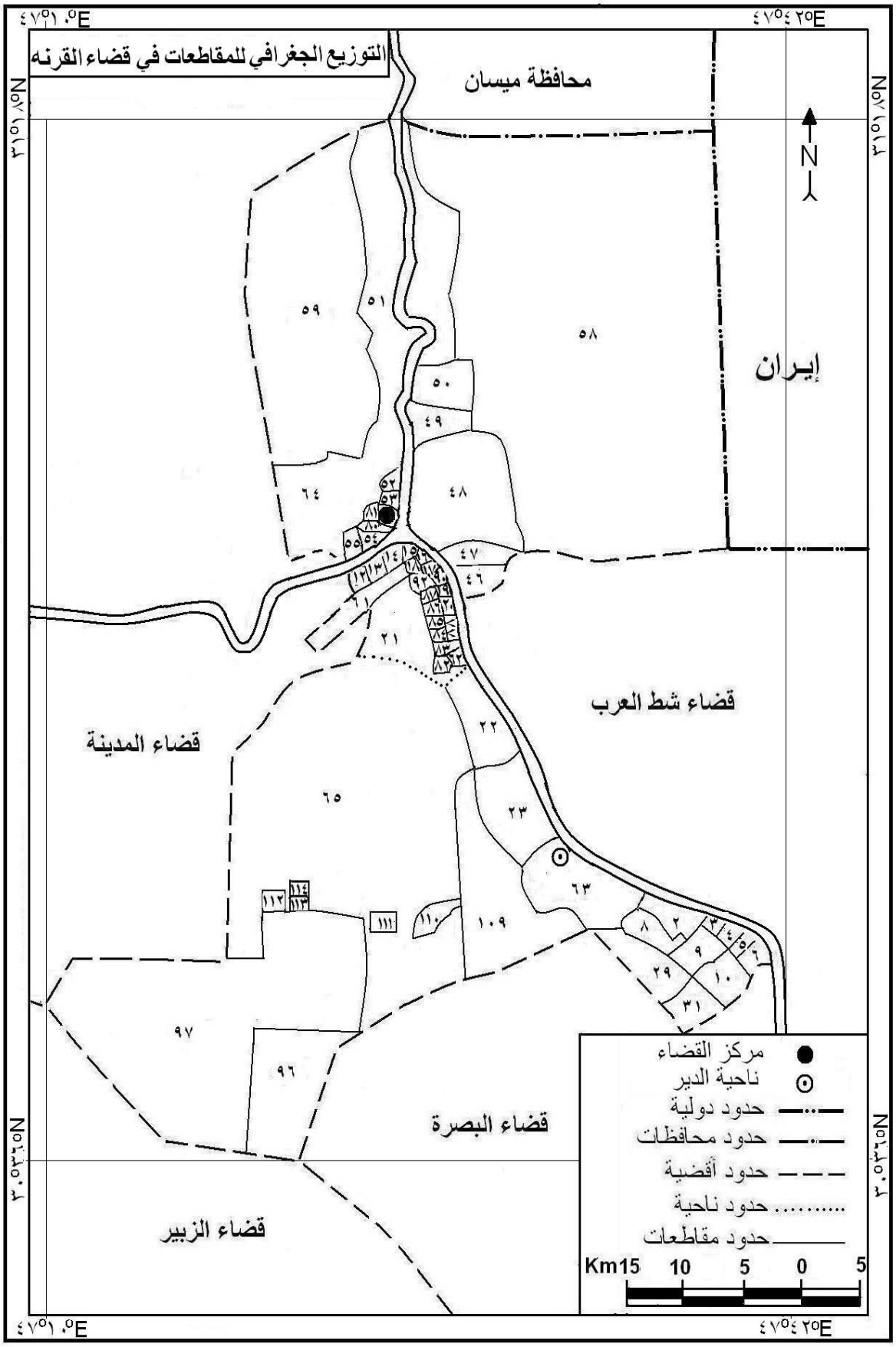
خريطة (١)



المصدر :

الهيئة العامة للمساحة ، خريطة محافظة البصرة الإدارية ، مقياس الرسم ١/ ٥٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠٠١ .

خريطة (٢)



المصدر : الهيئة العامة للمساحة، فهرس المقاطعات، خريطة محافظة البصرة, مقياس الرسم ١:٢٥٠٠٠٠، بغداد، ١٩٩٧

تبلغ المساحة الكلية لقضاء ألقرنه (2073 كم2) أي ما يعادل (829200 دونم) تشكل نسبة (8،10%) من مساحة محافظة البصرة البالغة (19070كم2)[1]، يتكون القضاء إدارياً من مركز القضاء وناحية الدير، تبلغ مساحة مركز القضاء (1248 كم2) تتوزع على (36) مقاطعة في حين تبلغ مساحة ناحية الدير (825 كم2) تتوزع على (22) مقاطعة كما يتضح من جدول (1) وخريطة (2).

جدول (1)

مساحة المقاطعات الزراعية (كم2) في قضاء القرنة

ت	المقاطعة	المساحة كم2	ت	المقاطعة	المساحة كم2
مقاطعات مركز القضاء			85	شلهة الحسن الخامسة	11
12	الصبيح الشرقية	28	86	شلهة الحسن السادسة	10
13	النعيم	20	87	شلهة الموحي	9
14	الحمداوي	21	88	شلهة الحسن	28
15	الصويلح	18	90	شلهة الموحي الثانية	18
16	الكريم	20	92	شلهة الموحي الثالثة	19
17	الحاج ناصر	16	المجموع		1248
18	شاهين	20	مقاطعات ناحية الدير		
19	الجلعة	20	2	نهر عمر	25
20	شلهة الحسن الأولى	18	3	الزوين	12
21	طرة الشرش	21	4	الجراحي	13
46	سلك العطية	30	5	أم مسجد	13
47	جزيرة الحمراء	38	6	خضابو	15
48	مزيرعه	90	8	طلاء نهر عمر	20
49	سلك رزن الحالة	47	9	طلاء الجراحي والزوين	23
50	سلك الهمايون	48	10	طلاء أم مسجد وخضابو	25
51	بني مالك والبوبخيت	70	22	الشاين والشالة	41
52	النهيرات الشمالية	10	23	يزدو	50
53	النصير	9	29	الجدمة والنقيبة	38
54	نهر بن باشا	30	31	أم ايزار	32
55	شلهة بيت عكاب الأولى	29	63	الدير	60
58	هور السويب	202	65	هور الحمار	105
59	هور البوبخيت	109	96	العسرة والمديح	65
61	أراضي بني منصور	58	97	خيط الحاج ارطاوي	115
62	الغميج	35	109	المسالي وأبو عسر	75
64	هور السعد	80	110	الحمرا	25
80	النهيرات الوسطى	11	111	الشدتة	21
81	النهيرات الجنوبية	12	112	أم الصناديق	23
82	شلهة الحسن الثانية	20	113	المدهون	15
83	شلهة الحسن الثالثة	12	114	أبو بطة	14
84	شلهة الحسن الرابعة	12	المجموع		825

المصدر: مديرية زراعة القرنه، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2010.

يتضح من جدول (2) إن مجموع مساحة الأراضي الصالحة للزراعة في القضاء تبلغ (232912 دونم) تشكل نسبة (1،28%) من المساحة الكلية للقضاء منها (94080 دونم) في مركز القضاء و(138832 دونم) في ناحية الدير، بينما تبلغ مساحة الأراضي غير الصالحة للزراعة (596288 دونم) تشكل (9،71%) من المساحة الكلية منها (405120 دونم) في المركز و(191168 دونم) في الناحية.

جدول (2) مساحة الأراضي الصالحة وغير الصالحة للزراعة في قضاء القرنة

الوحدات الإدارية	مساحة الأراضي الصالحة للزراعة/ دونم	مساحة الأراضي غير الصالحة للزراعة/ دونم	المجموع
مركز القضاء	94080	405120	499200
ناحية الدير	138832	191168	330000
المجموع	232912	596288	829200

المصدر: إعداد الجدول من عمل الباحث بالإعتماد على:

مديرية زراعة البصرة، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2010.

العوامل المؤثرة في تحديد الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية.

يقصد بالإحتياجات المائية للمحاصيل (تبخر/ نتح المحصول أو الإستهلاك المائي) كمية المياه اللازمة لتعويض الماء المستهلك في التبخر والنتح بالنسبة لنبات سليم ينمو في حقل تحت ظروف تربة غير محددة من حيث الماء والعناصر الغذائية والمتوفرة لديها إمكانات إنتاج عالية [2]، إن تقدير هذه الإحتياجات يعتمد بالدرجة الأساس على إحتساب ما يأتي:

1- التبخر/ النتح الممكن

تعرف عملية التبخر/ النتح الممكن بعملية فقدان الماء عن طريق تبخر المياه من سطح التربة (التبخر Evaporation) وفقدان الماء من النبات عن طريق ثغور ومسامات الأوراق والأغصان والسيقان (النتح Transpiration)[3].

تعد الخصائص المناخية من أهم العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في تحديد قيم (التبخر/ النتح) الممكن والتي يمكن من خلالها إحتساب الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية والموازنة المائية المناخية حيث تتميز هذه الخصائص بتباينها فصلياً وشهرياً تبعاً لتباين كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض المرتبط بعدد ساعات السطوع النظري والفعلي.

يتضح من جدول (3) إن المعدل السنوي لعدد ساعات السطوع النظري يبلغ (12) ساعة والفعلي (1،9) ساعة، يرتفع هذا المعدل خلال أشهر الموسم الزراعي الصيفي إلى (2،13) ساعة و(3،10) ساعة على التوالي بينما ينخفض إلى (8،10) ساعة و(9،7) ساعة خلال أشهر الموسم الزراعي الشتوي الأمر الذي أدى إلى تباين كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض والذي بلغ معدله السنوي في القضاء (2،533 سعره/ م2/ يوم)، يرتفع هذا المعدل خلال أشهر الموسم الزراعي الصيفي الى (4،688 سعره/ م2/ يوم)، يسجل في شهر حزيران أعلى معدل له حيث يصل الى (3،758 سعره/ م2/ يوم) بينما ينخفض معدل كمية الاشعاع الشمسي الى (9،417 سعره/ م2/ يوم) خلال أشهر الموسم الزراعي الشتوي، يسجل في شهر كانون الاول ادنى معدل حيث يبلغ (3،316 سعره/ م2/ يوم).

جدول (3)

الخصائص المناخية في قضاء القرنة للمده (1971– 2010).

الأشهر	عدد ساعات السطوع النظري	عدد ساعات السطوع الفعلي	كمية الإشعاع الشمسي/ سعره/ م2/ يوم	معدل درجات الحرارة/ م^5	سرعة الرياح م/ ثا	الرطوبة النسبية%	كمية الأمطار الساقطة/ ملم	كمية التبخر/ملم
كانون الثاني	10،3	7،2	338،9	12،2	2،7	71،0	35،2	67،7
شباط	11،2	7،8	478،8	14،7	3،0	61،5	22،1	69،0
آذار	11،6	8،0	506،6	19،2	3،3	53،0	28،5	173،9
نيسان	12،3	8،5	613،5	25،7	3،5	44،3	13،4	255،0
مايس	13،5	9،8	732،4	31،8	3،7	33،7	3،5	376،7
حزيران	14،4	11،7	758،3	35،2	4،5	28،2	0	467،6
تموز	13،7	11،1	738،9	36،8	4،8	27،3	0	509،0
آب	13،3	10،7	680،8	36،3	4،3	29،0	0	456،9
أيلول	12،2	10،3	606،6	32،1	3،5	32،0	0،08	316،0
تشرين الأول	11،7	9،6	490،5	27،3	2،8	42،7	7،0	222،5
تشرين الثاني	10،4	7،8	376،8	19،5	3،0	56،5	16،0	117،7
كانون الأول	10،1	7،1	316،3	13،7	2،8	69،0	30،4	68،9
المعدل/المجموع	12،0	9،1	533،2	25،3	3،5	45،6	156،1	3127،9

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2010.

يتضح من الجدول أعلاه ان المعدل السنوي لدرجات الحراره في القضاء بلغ (25، 3 مْ)، يسجل في شهر حزيران أعلى معدل حيث يبلغ (8،36 م^5) وأدنى معدل في شهر كانون الثاني (2،12 م^5) في حين يبلغ المعدل السنوي لسرع الرياح في القضاء (5،3م/ ثا) يرتفع في أشهر الموسم الصيفي إلى (05،4 م/ ثا) وينخفض إلى (9،2 م/ ثا) في أشهر الموسم الشتوي في حين يبلغ المجموع السنوي للرطوبة النسبية (6،45%)، ترتفع معدلاتها خلال الموسم الشتوي إلى (9،58%) بسبب زيادة عدد الأيام الغائمه وإنخفاض درجات الحرارة وسرع الرياح خاصةً الشمالية الغربية الجافة السائدة في القضاء في حين تنخفض معدلات الرطوبة النسبية إلى (27%) خلال الموسم الصيفي لزيادة كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض ودرجات الحرارة المرتفعة وزيادة سرع الرياح جدول (3) الأمر الذي أدى إلى إرتفاع قيم (التبخر/ النتح الممكن) خلال أشهر الصيف مقارنة بإشهر الشتاء كما سيتضح لاحقا.

أما الأمطار المتساقطة فيتضح من الجدول أعلاه إن مجموعها السنوي بلغ (156,1 ملم)، إذ يبدأ التساقط من شهر تشرين الأول إلى مايس إذ إن هذه المرحلة تمثل وصول المنخفضات الجوية إلى العراق إذ يزداد تكرارها في أشهر كانون الأول والثاني وشباط وتأخذ بالتناقص التدريجي في شهري آذار ونيسان وينقطع مرورها في مايس[4] مما يعني إنعدام تساقط الأمطار خلال أشهر الصيف النظري (حزيران، تموز، آب) وهذا ما يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر والإحتياجات المائية للمحاصيل الصيفية في القضاء (الذرة الصفراء والبيضاء).

يبلغ المجموع السنوي لكمية التبخر (3127,9 ملم) يرتفع في الموسم الصيفي إلى (2381,2 ملم) مقارنة بالموسم الشتوي الذي ينخفض فيه إلى (746,7 ملم).

يمكن إحتساب قيم (التبخر/ النتح الممكن) وفق معادلة بنمان وعلى النحو الآتي[5]:

$$ETO = \frac{\Delta}{\Delta+Y} R_n + \frac{Y}{\Delta+Y} (0.35)\,(1+0.0062\,W_2)(e_a+e_d)$$

ETO = (التبخر/ النتح الممكن ملم/ يوم).

Δ = ميل المنحنى المرسوم بين ضغط البخار عند التشبع ودرجة الحرارة ملحق (1).

Y = الثابت المرباطي (Psychometric constant) ملحق (1).

W_2 = سرعة الرياح السائدة (كم/ يوم) (*)على إرتفاع (2م)عن مستوى سطح البحر جدول (3)

R_n = صافي الإشعاع الشمسي ملي واط/ يوم، ويمكن إستخراجه من المعادلة الآتية:

$$R_n = (R_L _ R_s\ 0.75)$$

R_L = صافي الإشعاع الخارجي (طويل المدى) وتم إستخراجه من المعادلة الآتية:

$$R_L = F(T).F(ed).F(n/N)$$

R_s = الإشعاع الأرضي الإضافي ويستخرج من المعادلة الآتية:

$$R_s = R_a(0.200+0467n/N)$$

R_a = الإشعاع المنعكس من اليابس ملحق (2).

F(T) = دالة معدل درجات الحرارة (م^5) ملحق (3).

F(ed)= دالة ضغط بخار الماء المشبع الفعلي ملحق (3).

F(n/N)= دالة النسبة بين ساعات السطوع الفعلية (n) إلى ساعات السطوع النظرية (N) ملحق (3).

n/N= النسبة بين ساعات سطوع الشمس الفعلية والنظرية جدول (3).

e_a= ضغط بخار الماء عند التشبع المناظر لدرجة حرارة الهواء (ملم/ زئبق) ملحق (4).

e_d= ضغط بخار الماء المشبع الفعلي (ملم/ زئبق) والذي استخرج من المعادلة الآتية:

$$e_d = e_a.RH/\ 100$$

RH= معدل الرطوبة النسبية جدول (3).

2- معامل المحصول النباتي: Crop Coefficient (Kc).

يعرف معامل المحصول بأنه النسبة بين (تبخر/ نتح المحصول) و(التبخر/ النتح الممكن) عندما يكون المحصول مزروعاً في حقل واسع تحت ظروف مثلى للنمو [6].

يؤدي المعامل النباتي (KC) دوراً كبيراً في تحديد الإستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية ويتباين من محصول لآخر ومن مرحلة نمو إلى أخرى كما تؤثر في تحديده االخصائص المناخية السائدة، حيث يتراوح هذا المعامل بين (0،30 – 1،15) خلال موسم نمو محصولي القمح والشعيرو(0،40– 1) خلال موسم نمو محصول الذرة الصفراء و(0،20– 0،90) لمحصول الذرة البيضاء و(0،50– 0،90) لمحصول الباقلاء و(0،50 – 1،1) لمحصول الجت جدول (4) الأمر الذي أدى إلى تباين الإستهلاك المائي لهذه المحاصيل في قضاء ألقرنه.

3- الموازنة المائية المناخية:

يقصد بالموازنة المائية المناخية العلاقة بين كمية التساقط التي تصل إلى سطح الأرض وبين كمية ما يعود من مياه التساقط إلى الجو بفعل عمليتي (التبخر/ النتح)،الغرض منها تقدير كمية الفائض أو العجز المائي المناخي والحاجة المكانية والزمنية لإستخدام ماء الري [7]، وبذلك فان لعمليتي (التبخر/ النتح) تأثير بارز في التوازن المائي (Water balanc) على إعتبار أنهما يعاكسان التساقط ويؤديان إلى ضياع المياه من المسطحات المائية والتربة على السواء ويتركان تأثيراتهما السلبية على واقع الإنتاج الزراعي خاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة [8].

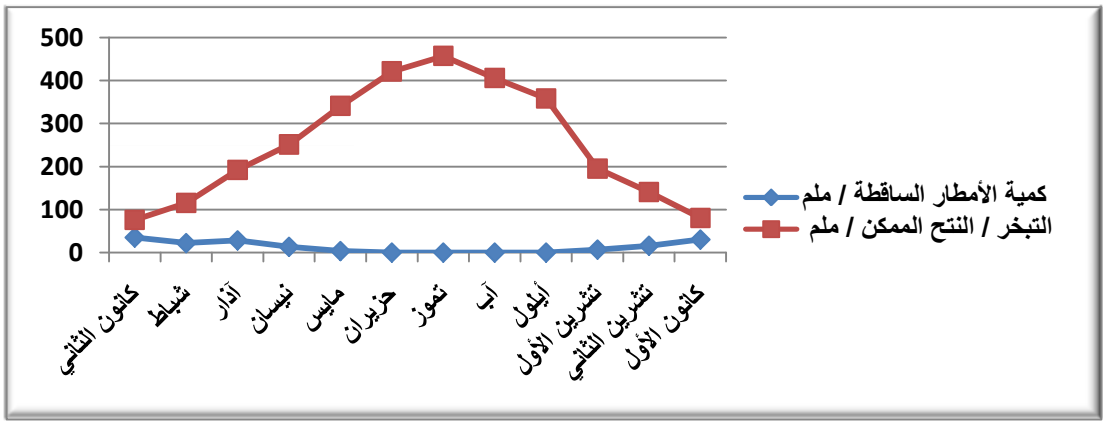
جدول (4) الاستهلاك المائي خلال مواسم نمو المحاصيل الحقلية في قضاء القرنة

المحاصيل		القمح والشعير		الذرة الصفراء		الذرة البيضاء		الباقلاء		الجت	
الأشهر	التبخر النتح الممكن ملم	معامل المحصول	الاستهلاك المائي ملم	معامل المحصول	الاستهلاك المائي ملم	معامل المحصول	الاستهلاك المائي ملم	معامل المحصول	الاستهلاك المائي ملم	معامل المحصول	الاستهلاك المائي ملم
كانون الثاني	76،2	0،93	70،8	–	–	–	–	0،50	38،1	0،50	38،1
شباط	115،2	1،15	132،4	–	–	–	–	0،60	69،1	0،60	69،1
آذار	192،2	1،15	221،0	–	–	–	–	0،80	153،7	0،80	153،7
نيسان	251،4	0،72	181،0	–	–	–	–	0،90	226،2	0،90	226،2
مايس	341،0	–	–	–	–	–	–	–	–	1،0	341،0
حزيران	421،2	–	–	–	–	–	–	–	–	1،1	463،2
تموز	457،2	–	–	1،0	457،2	0،90	411،4	–	–	1،1	502،9
اب	406،1	–	–	1،0	406،1	0،80	324،8	–	–	1،0	406،1
ايلول	358،5	–	–	0،80	286،8	0،65	233،0	–	–	0،90	322،6
تشرين الاول	195،3	–	–	0،50	96،7	0،40	78،1	0،70	136،7	0،80	154،8
تشرين الثاني	140،7	0،30	42،2	0،40	56،2	0،20	28،1	0،50	70،3	0،65	91،4
كانون الاول	80،6	0،40	32،2	–	–	–	–	0،50	40،3	0،55	44،3
المجموع	3036	–	679،6	–	1303	–	1075،1	–	734،4	–	2813،4

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على: 1- بيانات (التبخر/ النتاح الممكن) ملحق (5).
2- بيانات معامل المحصول (K.c)، سمير محمد اسماعيل، تخطيط وتصميم نظم الري، مكتبة بستان المعرفة، القاهرة، 2009، ص 20.
3- بيانا ت الاستهلاك المائي استخرج بالمعادلة الاتية: التبخر النتح الممكن ملم × معامل المحصول.

تتميز الموازنة المائية المناخية في قضاء القرنة بعجز مائي كبير لإرتفاع معدلات (التبخر/ النتح الممكن) مقارنة بكمية الأمطار الساقطة حيث يتضح من شكل (1) وجدول (5) إن المجموع السنوي لهذه المعدلات بلغ (3036 ملم) أي ما يعادل حوالي (20) مرة كمية الأمطار الساقطة في القضاء والتي بلغ مجموعها السنوي (1،156 ملم) لذلك فإن القضاء يعاني من عجزاً مائياً كبيراً يصل إلى (8،2879 ملم)، يتوزع بصورة متباينة على أشهر السنة حيث تبلغ قيمته (41 ملم) في شهر كانون الثاني بينما يرتفع إلى (2،457 ملم) في شهر حزيران بسبب إرتفاع درجات الحرارة وإنعدام الأمطار المتساقطه. إن إنعدام تساقط الأمطار في معظم أشهر السنة أدى إلى تعرض القضاء إلى عجز كبير في الموازنه المائية المناخية خاصةً في الأشهر الخمسة الحارة (مايس – أيلول) حيث وصل مجموع العجز فيها إلى (4،1980 ملم) تمثل (8،68 %) من مجموع العجز السنوي في القضاء في حين تنخفض قيمة هذا العجز في السبعة أشهر الأخرى (تشرين الأول – نيسان) إلى (4،899 ملم) والتي تمثل (2،31%) من العجز السنوي في القضاء جدول (5).

شكل (1) كمية الأمطار الساقطة والتبخر/ النتح الممكن/ ملم في قضاء القرنه.



المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على جدول (5).

جدول (5) العجز المائي المناخي في قضاء القرنة

الأشهر	كمية الأمطار/ ملم	التبخر النتح الممكن/ ملم	العجز المائي المناخي/ ملم (*)	نسبة العجز % (**)
كانون الثاني	35،2	76،2	41،0 –	1،4
شباط	22،1	115،6	93،5 –	3،3
آذار	28،5	192،2	163،7 –	5،7
نيسان	13،4	251،4	238،0 –	8،3
مايس	3،5	341،0	337،5 –	11،7
حزيران	0	421،2	421،2 –	14،6
تموز	0	457،2	457،2 –	16،0
آب	0	406،1	406،1 –	14،1
أيلول	0،08	358،5	358،4 –	12،4
تشرين الأول	7،0	195،3	188،3 –	6،5
تشرين الثاني	16،0	140،7	124،7 –	4،3
كانون الأول	30،4	80،6	50،2 –	1،7
المجموع	156،1	3036	2879،8	100

المصدر: الجدول من إعداد الباحث بالاعتماد على:

1- جدول (3). 2- ملحق (5).

(*) استخرج العجز المائي المناخي بالمعادلة الآتية:

(P– PE = ±).

حيث أن:

P= (كمية الأمطار الساقطة/ ملم).

PE= (التبخر/ النتح الممكن/ ملم).

+= فائض مائي في الموازنة المناخية (التساقط أكثر من التبخر النتح الممكن).

– = عجز مائي في الموازنة المناخية (التبخر النتح الممكن أكثر من التساقط).

المصدر: علي صاحب طالب الموسوي وعبد الحسن مدفون أبو رحيل، علم المناخ التطبيقي، ط1، مطبعة دار الضياء، النجف الأشرف، 2011، ص 95 – 96.

العجز المائي المناخي

(**) نسبة العجز = ---------- × 100

مجموع العجز المائي المناخي

4 – التربة:

تؤثر التربة في تحديد قيم الإستهلاك المائي للمحاصيل المزروعة من خلال نسجتها وتركيبها وتأثيرهما في المحتوى الرطوبي والإيصاليه المائية فالترب الطينية المرصوصة يتبخر فيها الماء بشكل أكبر من الترب الغرينية بسبب إنخفاض معدل غيض الماء فيها وعندما تقل قدرة التربة على إيصال الماء إلى السطح بمعدل يتناسب مع معدل التبخر يجف سطحها ويتوقف معدل إمداد النبات بالماء لذلك تزداد حاجته للإستهلاك المائي [9].

يتضح من جدول (6) إن نسجة التربة المدروسة في كتوف الأنهار تصنف ضمن الترب المزيجية الغرينية يبلغ معدل المسامية فيها (9،41%) ومحتواها الرطوبي الذي يتمثل بالسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والماء الجاهز يبلغ (9،21، 15،9،8،11 %) وطبقاً لمعيار جدول (7) فإن كل من السعة الحقلية والماء الجاهز يعد قليل لذلك تزداد الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة في هذه الترب بينما تصنف التربة في الموقع المدروس بمناطق أحواض الأنهار في القضاء ضمن الترب الطينية الغرينية الذي يبلغ فيه معدل المسامية (6،48%) بينما يبلغ معدل كل من السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والماء الجاهز (2،28، 16، 9،10%) على التوالي وطبقاً لمعيار الجدول أعلاه فإن المحتوى الرطوبي عند كل من السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم يعد متوسط وعليه فإن الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزورعة في هذه الترب تكون اقل مما هي عليه في ترب مناطق الكتوف.

جدول (6) الخصائص الفيزياوية لترب كتوف وأحواض الأنهار في قضاء القرنه

العمق / سم	رمل غم/ كغم -1	غرين غم/ كغم -1	طين غم/ كغم -1	النسجة	الكثافة الظاهرية ميكاغم/م3	الكثافة الحقيقية ميكاعم/ م3	المسامية %(*)	السعة الحقلية %	نقطة الذبول الدائم %	الماء الجاهز %
0 –30	172،5	668،0	159،5	مزيجية غرينية	1،47	2،54	42،1	22،1	11،92	9،25
31 –60	191،0	642،6	166،4	مزيجية غرينية						
61 –90	194،8	662،3	142،9	مزيجية غرينية	1،49	2،56	41،8	21،8	11،74	9،05
المعدل (1)	186،1	657،6	156،3	مزيجية غرينية	1،48	2،55	41،9	21،9	11،83	9،15
0 –30	122،1	409،4	468،5	طينية غرينية	1،32	2،59	49،0	28،6	16،4	11،2
31 –60	134،3	403،7	462،0	طينية غرينية	1،35	2،61	48،3	27،9	15،6	10،7
61 –90	128،0	418،2	453،8	طينية غرينية						
المعدل (2)	128،2	410،4	461،4	طينية غرينية	1،33	2،60	48،6	28،2	16،0	10،9

المصدر نتائج التحليلات ألمختبريه في كلية الزراعة، جامعة البصرة، 2012.

(1) تمثل ترب كتوف الأنهار عند ملتقى نهري دجلة والفرات.

(2) تمثل ترب أحواض الأنهار.

(*) استخرجت مسامية التربة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{المسامية} = \left(1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية ميكا غم/ م}^3}{\text{الكثافة الحقيقية ميكا غم/ م}^3}\right) \times 100$$

المصدر، هشام محمود حسن، فيزياء التربة ، دار الكتب للطباعة والنشر،الموصل، 1999، ص24 .

جدول (7)

تقييم الماء المخزون في التربة عند السعة الحقلية والماء الجاهز

حدود السعة الحقلية	حدود الماء الجاهز	التقييم
اقل من 12	اقل من 5	قليل جداً
24 – 12،1	10 – 5،1	قليل
36 – 24،1	15 – 10،1	متوسط
48 – 36،1	20 –15،1	عالي
أكثر من 48	أكثر من 20	عالي جداً

المصدر: ليث خليل إسماعيل، الري والبزل، ط2، جامعة الموصل، الموصل، 2000، ص 105

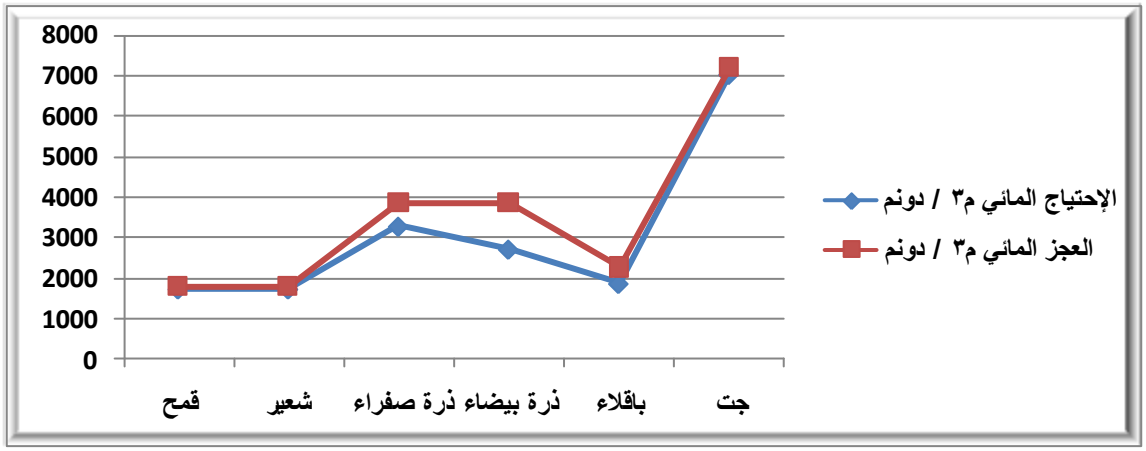
تأثير العجز المائي المناخي على زراعة المحاصيل الحقلية.

يعرف العجز المائي المناخي بكمية المياه التي تحتاجها التربة لتمد النباتات بإحتياجاتها المائية في مدة زمنية معينة ومع إستمرار حالة العجز فإن التربة تصل إلى مرحلة الجفاف (Drought) والذي يتمثل بعدم كفاية الأمطار والمحتوى الرطوبي للتربة لسد الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية مما يلحق أضراراً تؤثر سلباً في نموها [10].

يؤثر العجز المائي المناخي تأثيراً كبيراً على زراعة وإنتاج المحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنه من حيث النوع والكم إذ إنه يفوق الإستهلاك المائي لهذه المحاصيل حيث يتضح من شكل (2) وجدول (8) إن مجموع الإستهلاك المائي لمحصولي القمح والشعير بلغ (6،679 ملم) خلال موسم نموهما في حين يعاني القضاء من عجزاً مائياً مناخياً يصل إلى (1،711 ملم) وهذا ما ينطبق على محاصيل الذرة الصفراء والبيضاء والباقلاء والجت حيث بلغ إستهلاكها المائي خلال مواسم نموها (1303، 1075,1، 734.4، 4،2813 ملم) على التوالي بينما يرتفع العجز المائي المناخي خلال مواسم نمو هذه المحاصيل إلى (7،1534، 7،1534، 4،898، 8،2879 ملم) على التوالي لذلك فإن هذه المحاصيل تعتمد إعتماداً كليا على مياه الري المتمثلة بإنهار دجلة والفرات وشط العرب.

شكل (2)

الاحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية م3/ دونم والعجز المائي المناخي خلال مواسم نموها في قضاء القرنه



المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على جدول (8).

جدول (8)

الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية والعجز المائي المناخي خلال مواسم نموها في قضاء القرنة

الاستهلاك المائي/ ملم																
الاشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع	
قمح	70.8	132،4	221،0	181،0	–	–	–	–	–	–	42،2	32،2	679،6	قمح
شعير	70.8	132،4	221،0	181،0	–	–	–	–	–	–	42،2	32،2	6،679	41،0
ذرة صفراء	–	–	–	–	–	–	457،2	406،1	286،8	96،7	56،2	–	1303	93،5
ذرة بيضاء	–	–	–	–	–	–	411،4	324،8	233،0	78،1	28،1	–	1075،1	163،7
باقلاء	38،1	69،1	153،7	226،2	–	–	–	–	–	136،7	70،3	40،3	734،4	238،0
جت	38،1	69،1	153،7	226،2	341،0	463،2	502،9	406،1	322،6	154،8	91،4	44،3	2813،4	–
قمح	41،0	93،5	163،7	238،0	–	–	–	–	–	–	124،7	50،2	711،1	

العجز المائي المناخي ملم	شعير	41،0	93،5	163،7	238،0	-	-	-	-	-	-	124،7	50،2	711،1
	ذرة صفراء	-	-	-	-	-	-	457،2	406،1	358،4	188،3	124،7	-	1534،7
	ذرة بيضاء	-	-	-	-	-	-	457،2	406،1	358،4	188،3	124،7	-	1534،7
	باقلاء	41،0	93،5	163،7	238،0	-	-	-	-	-	188،3	124،7	50،2	899،4
	جت	41،0	93،5	163،7	238،0	337،5	421،2	457،2	406،1	358،4	188،3	124،7	50،2	2879،8

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على: 1-.جدول (4) 2- جدول (5)

إن التأثير الكبير لمشكلة العجز المائي المناخي على المحاصيل الحقلية المزروعة في القضاء يتضح جلياً إذا ما أخذنا بالإعتبار إستهلاكها المائي على ضوء المساحات المزروعة فيهما حيث يتضح من جدول (9) إن المجموع الكلي للمساحات المزروعة بهذه المحاصيل بلغ (29023 دونم) وبمجموع إستهلاك مائي كلي بلغ (925،51 مليون م3) في حين يرتفع العجز المائي المناخي إلى (192،55 مليون م3) وبذلك فإن الفرق بينهما يصل إلى (267،3 مليون م3) وعلى هذا الأساس فإن هذه المشكلة أثرت سلباً على المحاصيل الحقلية المزروعة في القضاء من حيث تقلص المساحات المزروعة فيها (**) وإنخفاض كمية إنتاجها.

يتضح من شكل (3) وجدول (10) وخريطة (3) إن مجموع المساحات المزروعة بهذه المحاصيل بلغ (43032 دونم) في الموسم الزراعي (1996/ 1997) إنخفض إلى (29032 دونم) في الموسم الزراعي (2010/ 2011) خريطة (4).

شكل (3)

المساحات المزروعة/ دونم بالمحاصيل الحقلية للموسمين الزراعيين (1997و 2011) في قضاء القرنه

المصدر:

من عمل الباحث بالإعتماد على جدول (10).

الإحتياجات المائية الكلية:

إن إعتماد المحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنة على طريقة الري بالواسطة يؤدي إلى زيادة الضائعات المائية في الحقل بسبب التوزيع غير المنتظم لماء الري حيث قدرت الضائعات المائية الحقلية بـ(30%) من الإحتياجات المائية الفصلية للمحصول (الإستهلاك المائي) أو الرشح والنزيز من قعر وجوانب شبكات الري والتي يطلق عليها بضائعات النقل حيث قدرت بـ(10%) من الإحتياجات الفصلية للمحصول[11] وعلية لا بد من أخذ الضائعات المائية بنظر الإعتبار لتحديد الإحتياجات المائية الكلية للمحاصيل الحقلية في القضاء.

يتضح من الجداول (11–15) تباين الإحتياجات المائية الكلية للمحاصيل الحقلية المدروسة في القضاء حيث يبلغ مجموع هذا النوع من الإحتياجات لمحصولي القمح والشعير خلال موسم نموهما (6،971 ملم) أي ما يعادل (2429 م3/ دونم) بينما تزداد هذه الإحتياجات للمحاصيل الحقلية الصيفية والمتمثلة بمحصولي الذرة الصفراء والبيضاء إلى (3،1863 و 6،1537 ملم) أي ما يعادل (2،4658 و 3844 م3/ دونم) على التوالي وذلك لإرتفاع معدلات (التبخر/ النتح الممكن) خلال مواسم نموهما، بينما تبلغ الإحتياجات المائية الكلية لمحصول الباقلاء (1،1050 ملم) أي ما يعادل (2،2625 م3) بينما تبلغ هذه الإحتياجات لمحصول الجت (1،4023 ملم) أي ما يعادل (7،10057 م3/ دونم) خلال موسم نموه الذي يمتد طول العام.

جدول (9)

الإحتياجات المائية والعجز المائي المناخي على ضوء المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية خلال مواسم نموها في قضاء القرنه للموسم الزراعي 2010/ 2011.

المحاصيل	المساحة المزروعة / دونم	الإحتياج المائي م3/ دونم (*)	الإحتياج المائي م3/ للمساحة المزروعة (**)	العجز المائي المناخي م3/دونم(*)	العجز المائي المناخي م3/ للمساحة المزروعة (**)	الفرق بين العجز المائي والإحتياج المائي/ م3 للمساحة المزروعة
قمح	23300	1699	39586700	1777،7	41420410	1833710
شعير	4100	1699	6965900	1777،7	7288570	322670
ذرة صفراء	412	3257،5	1342090	3836،7	1580720،4	238630،4
ذرة بيضاء	590	2687،7	1585743	3836،7	2263653	677910
باقلاء	370	1836	679320	2248،5	831945	152625
جت	251	7033،5	1765408،5	7199،5	1807074،5	41666
المجموع	29023	18212،7	51925161،5	20676،8	55192372،9	3267211،4

المصدر: الجدول من إعداد الباحث بالإعتماد على:

مديرية زراعة البصرة، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2010.

(*)الإحتياج والعجز المائي المناخي جدول (6) حيث تم تحويل وحدات القياس من (ملم) إلى (م3).

(**) الإحتياج المائي للمساحة المزروعة = الإحتياج المائي م3/ دونم × المساحة المزروعة.

العجز المائي المناخي للمساحة المزروعة =العجز المائي المناخي م3× المساحة المزروعة

جدول (10)

المساحات المزروعة/ دونم وكمية الإنتاج/ طن للمحاصيل الحقلية في قضاء القرنه

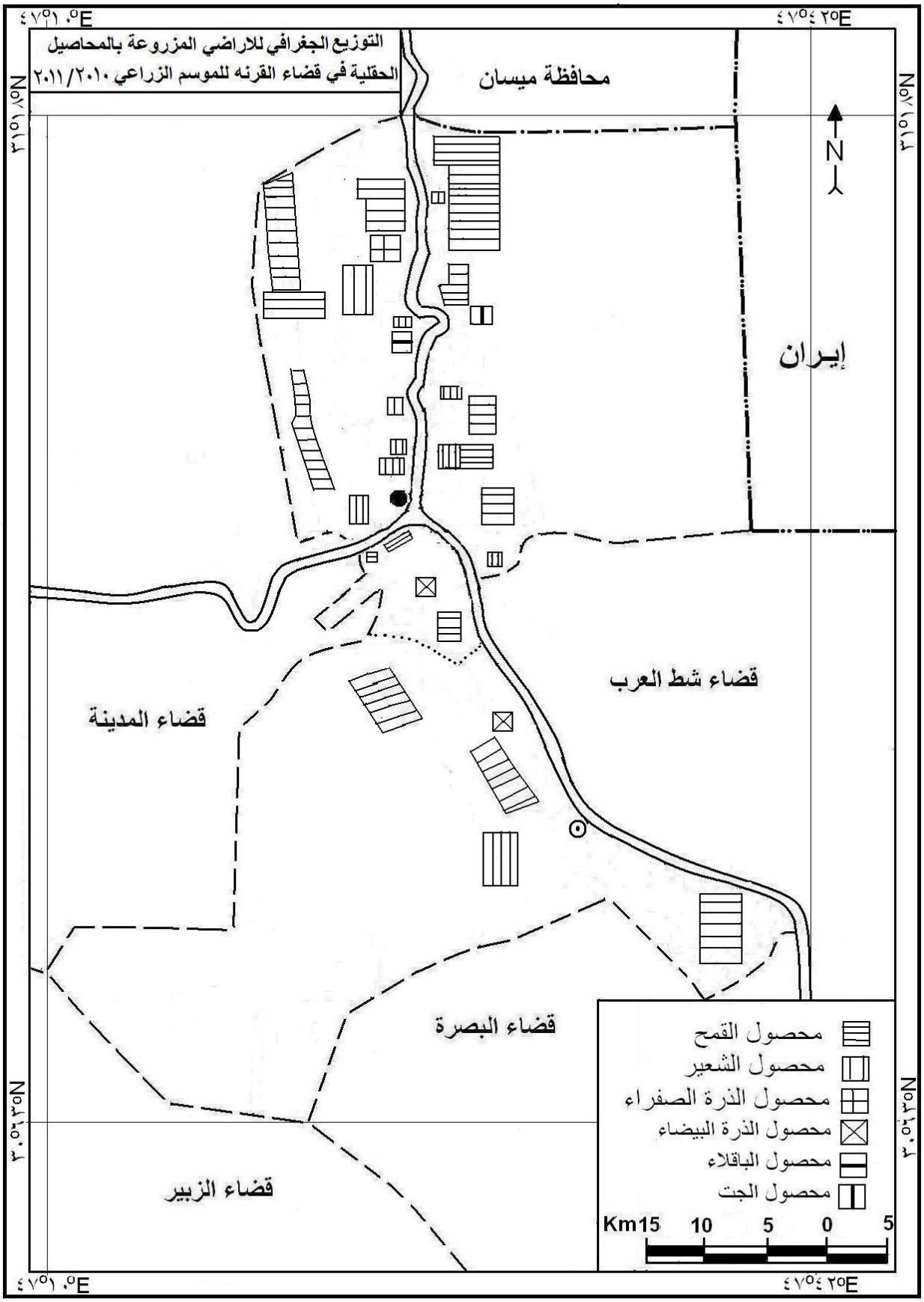
للموسمين الزراعيين 96/ 1997 و 2010/ 2011

الموسم الزراعي 96/ 1997				الموسم الزراعي 2010/ 2011			
المحاصيل	المساحة / دونم	المساحة/ كم	كمية الإنتاج	المحاصيل	المساحة / دونم	المساحة/ كم	كمية الإنتاج
القمح	32240	80،6	3489	القمح	23300	58،3	1850
الشعير	7150	17،8	442	الشعير	4100	10،3	205
الذرة الصفراء	1675	4،2	485	الذرة الصفراء	412	1،0	75
الذرة البيضاء	975	2،4	215	الذرة البيضاء	590	1،4	105
الباقلاء	587	1،4	58	الباقلاء	370	0،9	23
الجت	405	1،0	30	الجت	251	0،6	13
المجموع	43032	107،4	4719	المجموع	29023	5،72	2271

المصدر: الجدول من إعداد الباحث بالإعتماد على:

مديرية زراعة البصرة، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2010.

خريطة (٤)



المصدر : من عمل الباحث بالإعتماد على جدول (١٠)

جدول (11) الاحتاجات المائية الحقلية والكلية من المصدر لمحصولي القمح والشعير خلال موسم نموهما في قضاء القرنة

الاشهر	الاستهلاك المائي ملم	الضائعات الحقلية ملم	الاحتياجات الحقلية ملم	ضائعات النقل ملم	الاحتياجات المائية الكلية من المصدر ملم	الاحتياجات المائية الكلية م3/ دونم
تشرين الثاني	42،2	12،6	54،8	5،48	60،3	150،7
كانون الاول	32،2	9،6	41،8	4،18	46،0	115،0
كانون الثاني	70،8	21،2	92،0	9،2	101،2	253،0
شباط	132،4	39،7	172،1	17،21	189،3	473،3
اذار	221،0	66،3	287،3	28،73	316،0	790،0
نيسان	181،0	54،3	235،3	23،53	258،8	647،0
المجموع	679،6	203،7	883،3	88،33	971،6	2429،0

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على:
بيانات العمود الاول: الاستهلاك المائي جدول (4).
بيانات العمو الثاني: الضائعات الحقلية قدرت بـ (30%) من الاستهلاك المائي.
بيانات العمود الثالث: الاحتياجات الحقلية =الاستهلاك المائي + الضائعات الحقلية.
بيانات العمود الرابع : ضائعات النقل قدرت بـ (10%) من الاحتياجات الحقلية.
بيانات العمود الخامس: الاحتياجات المائية الكلية من المصدر = الاحتياجات الحقلية + ضائعات النقل
بيانات العمود السادس: الاحتياجات الكلية م3/ دونم = الاحتياجات المائية الكلية من المصدر × (2،5)
المصدر: رنا فاروق الشيخلي، الحاجات المائية لمشروع الدلمج الاروائي في محافظة واسط،رسالة ماجستير، كلية التربية/ ابن رشد، جامعة بغداد، 2005، ص 13.

جدول (4)

الاشهر	الاستهلاك المائي ملم	الضائعات المائية الحقلية ملم	الاحتياجات المائية الحقلية ملم	الضائعات المائية بالنقل ملم	الاحتياجات المائية الكلية من المصدر ملم	الاحتياجات المائية الكلية م3/ دونم
تموز	452،7	137،2	594،4	59،4	653،8	1634،5
اب	406،1	121،8	527،9	52،8	580،7	1451،8
ايلول	286،8	86،0	372،8	37،3	410،1	2،1025
تشرين الاول	96،7	29،0	125،7	12،6	138،3	345،7
تشرين الثاني	56،2	16،9	73،1	7،3	80،4	201،0
المجموع	1303	390،9	1693،9	169،4	1863،3	4658،2

جدول (13)

الاحتياجات المائية الحقلية والكلية من المصدر لمحصول الذرة البيضاء خلال موسم نموه في قضاء القرنه

الاشهر	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	المجموع
الاستهلاك المائي ملم	411،4	324،8	233،0	78،1	28،1	1075،1
الضائعات الحقلية ملم	123،4	97،4	69،9	23،4	8،4	322،5
الاحتياجات الحقلية ملم	534،8	422،2	302،9	101،5	36،5	1397،9
ضائعات النقل ملم	53،4	42،2	30،3	10،1	3،6	139،7
الاحتياجات الكلية من المصدر ملم	588،3	464،4	333،2	111،6	40،1	1537،6
الاحتياجات المائية الكلية م3/ دونم	1470،7	1161،0	833	279،0	100،2	3844،0

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4)

جدول (14)

الاحتياجات المائية الحقلية والكلية من المصدر لمحصول الباقلاء خلال موسم نموه في قضاء القرنه

الاشهر	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع
الاستهلاك المائي ملم	136،7	70،3	40،3	38،1	69،1	153،7	226،2	734،4
الضائعات الحقلية ملم	41،0	21،1	12،1	11،4	20،7	46،1	67،9	220،3
الاحتياجات الحقلية ملم	177،7	91،4	52،4	49،5	89،8	199،8	294،1	954،7
ضائعات النقل ملم	17،77	9،14	5،24	4،95	8،98	19،98	29،41	95،47
الاحتياجات الكلية من المصدر ملم	195،5	100،5	57،6	54،4	98،8	219،8	323،5	1050،1
الاحتياجات المائية الكليةم3/ دونم	488،8	251،2	144،0	136،0	247،0	549،5	808،7	2635،2

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4)

جدول (15)

الاحتياجات المائية الحقلية والكلية من المصدر لمحصول الجت خلال موسم نموه في قضاء القرنه

الاشهر	الاستهلاك المائي ملم	الضائعات الحقلية ملم	الاحتياجات الحقلية ملم	ضائعات النقل ملم	الاحتياجات الكلية من المصدر ملم	الاحتياجات المائية الكلية م3/ دونم
كانون الثاني	38،1	11،4	49،5	5،0	54،5	136،2
شباط	69،1	20،7	89،8	9،0	98،8	247،0
اذار	153،7	46،1	199،8	20،0	219،8	549،5
نيسان	226،2	67،9	294،1	29،4	323،5	808،8
مايس	341،0	102،3	443،3	44،3	487،6	1219،0
حزيران	463،2	0،139	602،2	60،2	662،4	1656،0
تموز	502،9	150،9	653،8	65،4	719،2	1798،0
اب	406،1	121،8	527،9	52،8	580،7	1451،8
ايلول	322،6	96،8	419،4	41،9	461،3	1153،2
تشرين الاول	154،8	46،4	201،2	20،1	221،3	553،2
تشرين الثاني	91،4	27،4	118،8	11،9	130،7	326،8
كانون الاول	44،3	13،3	57،6	5،7	63،3	158،2
المجموع	2813،4	844،0	3657،4	365،7	4023،1	10057،7

المصدر: الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4)

سبل معالجة مشكلة العجز المائي المناخي في قضاء القرنه

ان عملية توفير الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنة تتطلب بالدرجة الأساس معالجة مشكلة العجز المائي المناخي التي يعاني منها القضاء وذلك عن طريق زيادة كمية الأمطار الساقطة والإستفادة منها من خلال زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وتقليل معدلات (التبخر/ النتح الممكن) والضائعات المائية ولتحقيق هذا الغرض يمكن إتباع ما يأتي:-

1- إسقاط الأمطار صناعياً

تعد تقنية إسقاط الأمطار صناعياً من التقنيات المطبقة في العديد من دول العالم إذ أنها يمكن أن تعالج مشكلة العجز المائي المناخي ومن ثم توفير جزء من إحتياجات المحاصيل الحقلية في القضاء.

يمكن إسقاط الأمطار صناعياً عن طريق إضافة حبيبات إلى الهواء لبدء تكوين القطرات وتعد حبيبات أديود الفضة (lodyed sliver) من أبرز الحبيبات التي يمكن إستخدامها لهذا الغرض كونها أكثر فاعلية من تلك الموجودة بصورة طبيعية في الجو الخارجي لقابليتها على التبخر من سطح الأرض وحملها إلى الأعلى بواساطة الرياح ومن ثم تكونها على شكل غيوم ملائمة لتساقط الأمطار [12] كما إن رش هذه الحبيبات بين طبقات الغيوم التي تفتقر إلى هذا النوع من النويات يؤدي إلى تساقطها على شكل قطرات مطرية تحت درجات حرارية تنخفض إلى ما دون الصفر المئوي في منطقة الغيوم لكي تتجمع حولها قطرات الماء الصغيرة جداً والتي تصل إلى حوالي مليون قطرة صغيرة [13].

إن حبيبات أديود الفضة يمكن إذابتها بمادة الآستيفون التي تعد مادة خفيفة وسهلة الإستعمال من قبل الطائرات وذلك بمعدل يتراوح بين (5 غم – ا كغم/ ساعة) على شكل محلول ومن ثم حرقة بمولد خاص (Generator) تحت أجنحة الطائرات الناقلة للمادة إلى منطقة الغيوم منتجة بذلك دخاناً كثيفاً يحتوي على أعداد كبيرة من جزيئات أديود الفضة التي تشكل النويات المطلوبة لتكوين الحبيبات الثلجية وتراكمها ومن ثم تساقطها على شكل أمطار [14].

تحدد أشكال الغيوم وكثافتها طريقة إستعمال الحبيبات من قبل الطائرات فحينما تكون الغيوم على شكل أعمدة يحرق محلول أديود الفضة في أسفل طبقة الغيوم ليسهل على الدخان الصعود إلى الأعلى، وحينما تكون الغيوم على شكل طبقات يفضل أن تتحرك الطائرة بين هذه الطبقات لحرق المحلول فيها وذلك بدرجة حرارة (- 5م^5) أو اقل [15].

أشارت الدراسات إلى إن عملية الإستمطار تزيد من كمية الأمطار الساقطة بنسبة (10%) كما أنها تؤدي إلى تسريع عملية التساقط بحدود (10 دقائق) في حالة كون الغيوم على وشك التساقط ولعملية التسريع هذه أهمية كبيرة عندما تكون نتيجتها حدوث التساقط فوق المناطق الزراعية بدلاً من حدوثه بعيداً عنها [16].

2- الإهتمام بالري الطبيعي.

يقصد بالري الطبيعي حصول النبات على حاجته من المياه عن طريق الهطولات المطرية مباشرة ولتحقيق ذلك ينبغي حراثة التربة حراثة عميقة خاصة في فصل الخريف قبل تساقط الأمطار لتكون مهيأه لإستقطاب مياه الأمطار بشكل كامل وهذا ما يؤدي إلى رفع محتواها الرطوبي. فضلاً عن ذلك فإن حراثة التربة بشكل جيد في فصلي الشتاء والصيف خلال موسم نمو المحاصيل الحقلية المزروعة في القضاء يقلل من تسرب المياه سواء مياه الأمطار أو مياه الري كما أن ذلك يؤدي إلى تقليل معدلات التبخر إذ أن الحراثة الجيدة تعمل على تخريب الأنابيب الشعرية ومن ثم منع إرتفاع المياه إلى الطبقات السطحية وفي هذا الصدد أشارت الدراسات إلى أن الترب غير المحروثة تتعرض للجفاف بسرعة بما يعادل (1 – 2%) في كل يوم بعد عملية الحصاد عكس الترب المحروثة والتي لها قابيلة على إمتصاص كميات كبيرة من مياه الأمطار بنسبة تصل إلى (85%) [17].

3- تقليل معدلات التبخر/ النتح.

هنالك العديد من الوسائل يمكن تطبيقها في قضاء القرنه لتقليل معدلات (التبخر/ النتح الممكن) منها ما يأتي:

أ- رش الترب المراد زراعتها بالمحاصيل الحقلية المدروسة في القضاء ببعض المواد الكيمياوية الحافظة للمياه مثل مادة **(هايو فيلك)** التي تتميز بقدرتها العالية على الإحتفاظ بالماء لمدة زمنية طويلة بعيداً عن التسرب والغور العميق لتكون المياه قريبة من المنطقة الجذرية للنبات وهذا ما يؤدي إلى زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ومن ثم تقليل الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية المزروعة من جهة وخفض معدلات التبخر في هذه الترب كونه يكون على شكل طبقة واقية تقلل من كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض وما ينتج عنه من خفض درجة حرارة التربة [18].

فضلاً عن ذلك يمكن إستعمال مواد كيمياوية مقاومة للنتح على شكل سوائل مخللة مثل **(خلات فينيل الزئبقية وحامض الأبسيك)** عن طريق رشها على أوراق النباتات لغلق الثغرات والمسامات الموجودة فيها [19].

ب- الإهتمام بزراعة مصدات الرياح مثل أشجار الأثل (Tamarix Articulata) التي تعد من الأشجار المعمرة وتتميز بإرتفاعها الذي يصل إلى (7م) وتعمق جذورها إلى (12م) بصورة أفقية وعمودية تحت سطح التربة [20] فضلاً عن إمكانية زراعة أشجار اليوكالبتوس التي يصل إرتفاعها إلى (25م) وتحملها لدرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة والرياح الشديدة السرعة وتحملها للأراضي المالحة والغدقة وقلة كمية المياه التي تحتاجها في عملية الري .

أشارت الدراسات إلى أن مصدات الرياح تؤدي إلى تقليل سرع الرياح بنسبة تتراوح بين (25-75%) من السرعة التي كانت عليها قبل المصد حيث يمكن أن تنخفض هذه السرعة من (25 كم/ ساعة) إلى (7 كم/ ساعة) [21] وما ينتج عن ذلك من خفض معدلات درجات الحرارة خلال فصل الصيف الحار ضمن الأراضي التي تحميها من جهة وزيادة الرطوبة في الهواء بين خطوط المصدات بنسبة (30%) الأمر الذي يؤدي إلى تقليل مقدار التبخر بنسبة تصل إلى (13%) مقارنه بالأراضي غير المحمية بالمصدات الحية [22].

كما أن الإهتمام بالغطاء النباتي المتمثل بترك بقايا المحاصيل الزراعية في التربة يؤدي دوراً كبيراً في خفض قيم (التبخر/ النتح الممكن) ومن ثم توفير الإحتياجات المائية للمحاصيل الحقلية في القضاء إذ أنه يقلل من كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض وخفض درجات الحرارة وفي هذا الصدد أشارت الدراسات إلى أن الغطاء النباتي خاصة مصدات الرياح يعكس الأشعة الشمسية ويمتص كميات كبيرة منها بنسبة تتراوح بين (65 -95%)[23] الأمر الذي يؤدي إلى خفض معدلات درجات الحرارة بمعدل يتراوح بين (5،13 – 5،15 م^5) ومن ثم خفض قيم (التبخر/ النتح الممكن) إذ إن الأشجار الحية لها قدرة كبيرة على إمتصاص الحرارة ومنع إشعاعها مرة أخرى في المناطق المظللة بالأشجار خلال أيام الصيف الحار [24] على العكس من الأراضي الجرداء التي تتعرض فيها المياه إلى التبخر بمعدل يتراوح بين (0،5 – 1 ملم) خلال أشهر الربيع وبمعدل يتراوح بين (2 – 5 ملم) خلال أشهر الصيف كما إن

النتح التي تقوم به النباتات من (1 سم2) من المسطح الورقي ينتح خلال يوم شمسي واحد (5 – 10 ملم) أي ما يعادل (5،12 – 25 م3/ دونم)[25] الأمر الذي يؤدي إلى إرتفاع معدلات التبخر حيث أشارت الدراسات إلى إن حوالي (60%) من كمية الأمطار الساقطة تفقد بالتبخر في المناطق التي تتبع نظام التبوير الصيفي وفي الأراضي الجرداء [26].

تؤدي مصدات الرياح والغطاء النباتي إلى زيادة معدلات الرطو بة النسبية في الجو من خلال إضافتها لكميات كبيرة من بخار الماء إلى الهواء عن طريق عملية النتح وفي هذا الصدد أشارت الدراسات إلى أن الرطوبة النسبية في الأراضي الجرداء بلغت (43%) إرتفعت إلى (53%) في حقل مزروع بقصب السكر في نفس المنطقة [27].

الخلاصه والإستنتاجات

تواجه المحاصيل الحقلية المزروعة في قضاء القرنه والمتمثلة بـ (القمح، الشعير، الذرة الصفراء، الذرة البيضاء، الباقلاء، الجت) مشكلة عدم توفر إحتياجاتها المائية على وفق نتائج الموازنة المائية المناخية نتيجة للعجز المائي المناخي الناتج عن إرتفاع قيم (التبخر/النتح الممكن) الذي تم إستخراجه بمعادلة بنمان، حيث بلغ المجموع السنوي لهذه القيم (3036 ملم) أي ما يعادل حوالي (20 مرة) كمية الأمطار الساقطة في القضاء والتي بلغ مجموعها السنوي (1،156 ملم) وعليه فإن العجز المائي المناخي يصل إلى (8،2879 ملم)، يتوزع هذا العجز بصورة متباينة على أشهر السنة ففي

الأشهر الخمسة الحاره (مايس– أيلول) يصل مجموع العجز إلى (4،1980 ملم) يمثل (8،68%) من العجز المناخي السنوي لإنعدام تساقط الأمطار وإرتفاع درجات الحرارة في حين ينخفض مجموع العجز في السبعة أشهر الأخرى (تشرين الأول – نيسان) إلى (4،899 ملم) يمثل (2،31%) من العجز المناخي السنوي.

يؤثر العجز المائي المناخي تأثيراً كبيراً على المحاصيل الحقلية المزروعة في القضاء إذ إنه يفوق إحتياجاتها المائية حيث بلغ مجموع إحتياجات محصولي القمح والشعير (6،679 ملم) خلال موسم نموهما في حين يعاني القضاء من عجزاً مائياً مناخياً يصل إلى (1،711 ملم) خلال هذا الموسم وهذا ما ينطبق على محاصيل الذرة الصفراء والبيضاء والباقلاء والجت حيث بلغت إحتياجاتها المائية خلال مواسم نموها (1303، 1،1075، 4،734، 4،2813 ملم) على التوالي بينما يرتفع العجز المائي المناخي خلال مواسم نمو هذه المحاصيل إلى (7،1534، 7،1534، 5،898، 2879ملم) على التوالي وعلية فإن هذه المحاصيل تعتمد إعتماداً كلياً على مياه الري المتمثلة بأنهار دجلة والفرات وشط العرب.

يبرز تأثير المشكلة بشكل أكبر إذا ما أخذنا بالإعتبار الإحتياجات المائية للمحاصيل أعلاه على ضوء المساحات المزروعة فيها إذ إن المجموع الكلي للمساحات المزروعة بهذه المحاصيل بلغ (29023 دونم) وبمجموع إحتياج مائي كلي بلغ (925،51 مليون م3) في حين يصل العجز المائي المناخي لهذه المساحة إلى (192،55 مليون م3) بفارق يصل إلى (267،3 مليون م3)، لذلك فإن هذه المشكلة أدت إلى تقلص المساحات المزروعة بالمحاصيل الحقلية المدروسة حيث بلغت (43032 دونم) في الموسم الزراعي (1997) انخفضت إلى (29023 دونم) في الموسم الزراعي (2011) وبذلك فإن مجموع التقلص بالمساحات المزروعة بلغ (14009 دونم).

إن إعتماد المحاصيل الحقلية في القضاء على الري بالواسطة يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من المياه تصل إلى (40%) منها (30%) كضائعات حقلية و(10%) كضائعات نقل لذلك فان الإحتياجات المائية الكلية لهذه المحاصيل تكون أعلى مقارنة مع إستهلاكها المائي حيث يبلغ هذا النوع من الإحتياجات (6،971 ملم) لمحصولي القمح والشعير و(3،1863 ملم) للذرة الصفراء و(6،1537) للذرة البيضاء و(1،1050 ملم) للباقلاء و(1،4023 ملم) الجت.

يمكن توفير جزء من الإحتياجات المائيه للمحاصيل الحقليه أعلاه من خلال معالجة مشكلة العجز المائي المناخي عن طريق زيادة كمية الأمطار الساقطة من خلال إسقاط الأمطار صناعيا بإضافة اديود الفضة إلى الغيوم بوساطة الطائرات وتقليل معدلات (التبخر/ النتح الممكن) من خلال زراعة مصدات الرياح التي تعمل على خفض كمية الإشعاع الشمسي ودرجات الحراره بمعدل يتراوح بين (5،13 – 5،15 م^5) فضلاً عن زيادة الرطوبة بنسبة (30%) كما إن رش التربة بمادة (**هايو فيلك**) و(**حامض الأبسيك**) يؤدي إلى إحتفاظ الترب بمحتواها الرطوبي لإنخفاض معدلات التبخر النتح كما ان حراثة التربة قبل موسم زراة المحاصيل يؤدي إلى الإسفادة من الأمطار الساقطة أو ما يطلق علية بالري الطبيعي.

الهوامش

(1) الجمهورية العراقية، الجهاز المركزي للإحصاء، سجلات غير منشورة، ص 47.

2–Doorenbos،J. and Pruitt، W.O، crop water requirements،F.A.O. irrigation and Drain. Paper (24).(rev)، 1977.p.156.

3 – Hess، T، Potential Evaporanspiration program of outmatic whithe stations، grain field، university، U. K. 1999.p.22.

(4) ضياء عبد الحسين القريشي، الخصائص الحرارية للجزء الأوسط والجنوبي من السهل الرسوبي من العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية/ إبن رشد، جامعة بغداد، 2008، ص 28.

(5) حسين الغباري ومحمد السمحان، إدارة وتنمية موارد مياه الري، جامع الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2010، ص 153.

(*) سرعة الرياح (كم/ ساعة) = سرعة الرياح (م/ ثا) × 6،3.

(6) محمد جعفر السامرائي، الحاجات الإروائية لإراضي بحر النجف، مجلة كلية الآداب، العدد (78)، جامعة بغداد، 2007، ص 200.

(7) عبد الله سالم المالكي وعبد الإمام نصار ديري، تقدير الموازنة المائية المناخية – دراسة في المناخ التطبيقي،مجلة دراسات البصرة، العدد (38)، البصرة، 2005، ص 171.

(8) طه رؤوف محمد، التباين المكاني في قيم الضياع المائي بوساطة عمليتي التبخر النتح الممكن في العراق – دراسة نقدية مقارنه لإستخدام معادلتي ثورنثويت وخوسلا، مجلة أبحاث البصرة، العدد (1)، المجلد (33)، جامعة البصرة، 2008، ص 117.

(9) إسماعيل، ليث خليل،الري والبزل، ط2، جامعة الموصل، الموصل، 2000، ص 137

(10) عبد الرزاق خيون خضير، الموازنة المائية المناخية في العراق وأثرها في الإحتياجات المائية لمحصولي القمح والشعير في إقليم المناخ الجاف، إطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2008، ص 82.

(**) على الرغم من أن تقلص المساحات المزروعة يرجع إلى أسبابٌ عده منها ملوحة التربة وإنخفاض ميل الفلاحين للعمل الزراعي إلا أن عدم توفر الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية تعد السبب الأساس في هذا التقلص.

(11) المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الندوة القومية حول أثر سياسات الإصلاح الإقتصادي على إستخدام مياه الري – قطرية العراق، كانون الأول، 1998، ص 222.

(12) محمد عبد الله النجم وخالد بدر حمادي،الري،جامعة الموصل،الموصل، 1980،ص 17.

(13) Dennis، A.s. modifying precipitation by cloud seeding،jour،soil and water conservation. v. 25، 1970.p.55.

(14) علي حسين موسى، الإستمطار،ط1، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1993، ص 74.

(15) عبد الله قاسم الفخري، الزراعة الجافة أسسها وعناصر إستثمارها، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1981، ص 66.

(16) علي حسين موسى، الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر المعاصر، دمشق، 1982، ص 42.

(17) طه الشيخ حسن، المياه والزراعة والسكان، ط1، دار علاء الدين، دمشق، 2003، ص 73.

(18) عدنان أحمد ثلاج، دراسة إقتصاديه لواقع الموارد المائية في العراق وآفاقها المستقبلية، مجلة زراعة الرافدين، العدد (3)، المجلد (37)، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، 2009، ص 17 – 18.

(19) مثنى فاضل علي، تحليل جغرافي لواقع الجفاف والعجز المائي المناخي والامكانات المقترحة لمعالجتهما – دراسة تطبيقية على محافظة النجف، مجلة آداب الكوفة، العدد(2) جامعة الكوفة، 2010، ص 228.

(20) سالم جاسم الجميلي، ظاهرة التصحر في محافظة ميسان، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2001، ص 146.

(21) ماجد السيد ولي محمد، مصدات الرياح وأثرها في الإنتاج الزراعي، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (46)، بغداد، 2000، ص 12.

(22) عبد الله سالم المالكي، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة، إطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 1999 ص 174.

(23) عبد العباس فضيخ الغريري، جغرافية المناخ والغطاء النباتي، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2001 ص83.

(24) مثنى فاضل علي، تحليل جغرافي لواقع الجفاف،، مصدر سابق، ص 229.

(25) طه حسن الشيخ، المياه والزراعة والسكان، مصدر سابق، ص 18 – 19.

(26) ر.ج هانكز وج.ل. آشكروفت، فيزياء التربة التطبيقية، ط1، منشورات جامعة عمر المختار، ليبيا، 1999، ص169.

(27) علي حسين موسى، المناخ الأصغري، ط1، دار دمشق للطباعة، سوريا،1991،ص80.

المصادر: أولاً : الكتب العلمية.

1- إسماعيل،سمير محمد،تخطيط وتصميم نظم الري،مكتبة بستان المعرفة، القاهرة، 2009.

2- إسماعيل، ليث خليل، الري والبزل، ط2، جامعة الموصل، الموصل، 2000.

3- حسن، طة الشيخ، المياه والزراعة والسكان، ط1، دار علاء الدين، دمشق، 2003.

4- حسن، هشام محمود، فيزياء التربة، جامعة الموصل، الموصل، 1999.

5- الغباري، حسين ومحمد السمحان، إدارة وتنمية موارد مياه الري، جامع الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2010.

6- الغريري، عبد العباس فضيخ، جغرافية المناخ والغطاء النباتي، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2001.

7- الفخري، عبد الله قاسم، الزراعة الجافة أسسها وعناصر إستثمارها، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1981.

8- الموسوي، علي صاحب وعبد الحسن مدفون أبو رحيل، علم المناخ التطبيقي، ط1، مطبعة دار الضياء، النجف الأشرف، 2011.

9- موسى، علي حسين، الإستمطار، ط1، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1993.

10- موسى، علي حسين، المناخ الأصغري، ط1، دار دمشق للطباعة، سوريا، 1991.

11- موسى، علي حسين، الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر المعاصر، دمشق، 1982.

12- النجم، محمد عبد الله، الري، جامعة الموصل، الموصل، 1980.

13- هانكز، ر.ج و آشكروفت. ج.ل، فيزياء التربة التطبيقية، ط1، منشورات جامعة عمر المختار، ليبيا، 1999.

ثانياً : الأطاريح والرسائل الجامعية

1- الجبوري، سلام هاتف، الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل وبغداد والبصرة، إطروحة دكتوراه، كلية التربية/ إبن رشد، جامعة بغداد، 2005.

2- الجميلي، سالم جاسم، ظاهرة التصحر في محافظة ميسان، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2001.

3- الحمادي، منعم مجيد، المقومات الجغرافية للإنتاج الزراعي في قضاء القرنه وآفاقها المستقبلية، إطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 1999.

4- خضير، عبد الرزاق خيون، الموازنة المائية المناخية في العراق وأثرها في الإحتياجات المائية لمحصولي القمح والشعير في إقليم المناخ الجاف، إطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2008.

5- الشيخلي، رنا فاروق، الحاجات المائية لمشروع الدلمج الإروائي في محافظة واسط، رسالة ماجستير، كلية التربية/ إبن رشد، جامعة بغداد، 2005.

6- القريشي، ضياء عبد الحسين، الخصائص الحرارية للجزء الأوسط والجنوبي من السهل الرسوبي من العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية/ إبن رشد، جامعة بغداد، 2008.

7- المالكي، عبد الله سالم، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة، إطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 1999.

ثالثاً : المجلات والدوريات

1- ثلاج، عدنان أحمد، دراسة إقتصادية لواقع الموارد المائية في العراق وآفاقها المستقبلية، مجلة زراعة الرافدين، العدد (3)، المجلد (37)، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، 2009.

2- السامرائي، محمد جعفر، الحاجات الإروائية لإراضي بحر النجف، مجلة كلية الآداب، العدد (78)، جامعة بغداد، 2007.

3- علي، مثنى فاضل، تحليل جغرافي لواقع الجفاف والعجز المائي المناخي والامكانات المقترحة لمعالجتهما – دراسة تطبيقية على محافظة النجف، مجلة آداب الكوفة، العدد(2) جامعة الكوفه، 2010.

4- المالكي، عبد الله سالم وعبد الإمام نصار ديري، تقدير الموازنة المائية المناخية – دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة دراسات البصرة، العدد (38)، البصرة، 2005.

5- محمد، ماجد السيد ولي، مصدات الرياح وأثرها في الإنتاج الزراعي، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (46)، بغداد، 2000.

6- محمد، طه رؤوف، التباين المكاني في قيم الضياع المائي بوساطة عمليتي التبخر النتح الممكن في العراق – دراسة نقدية مقارنه لإستخدام معادلتي ثورنثويت وخوسلا، مجلة ابحاث البصرة، العدد (1)، المجلد (33)، جامعة البصرة، 2008.

7- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الندوة القومية حول أثر سياسات الإصلاح الإقتصادي على إستخدام مياه الري – قطرية العراق، كانون الأول، 1998.

رابعاً : الدوائر الرسمية

1- الجهاز المركزي للإحصاء، بغداد.

2- شعبة زراعة الدير، قسم التخطيط والمتابعة، 2010.

3- شعبة زراعة القرنه، قسم التخطيط والمتابعة، 2010.

4- الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بغداد، 2010.

5- الهيئة العانة للمساحة، بغداد، 2001.

6- مديرية زراعة البصرة، قسم التخطيط والمتابعة، 2010.

خامساً : المصادر الانكليزيه

1-Dennis، A.s. modifying precipitation by cloud seeding،jour،soil and water conservation. v. 25، 1970.

2-Doorenbos،J. and Pruitt، W.O، crop water requirements،F.A.O. irrigation and Drain. Paper (24).(rev)، 1977.

3 – Hess، T، Potential Evaporanspiration program of outmatic whithe stations، grain field، university، U. K. 1999.

ملحق (1)

العلاقة بين ميل المنحنى المرسوم لضغط بخار الماء عند التشبع ودرجة حرارة الهواء وبين الثابت المرباطي

الأشهر	$\frac{\Delta}{\Delta+\gamma}$	$\frac{\gamma}{\Delta+\gamma}$
كانون الثاني	0،583	0،413
شباط	0،617	0،381
آذار	0،669	0،322
نيسان	0،742	0،258
مايس	0،790	0،200
حزيران	0،821	0،180
تموز	0،835	0،171
آب	0،830	0،168
أيلول	0،798	0،240
تشرين الأول	0،758	0،330
تشرين الثاني	0،670	0،319
كانون الأول	0،605	0،390

المصدر: حسين الغباري ومحمد السمحان، إدارة وتنمية موارد مياه الري، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2010، ص 158.

ملحق (2)

المعدل الشهري لـ (Ra) بين دائرتي عرض (28– 38^{5}) شمالاً

الأشهر / خط العرض	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول
28	9،3	11،1	13،4	15،3	16،5	16،8	16،7	15،7	14،1	12،0	9،9	8،8
30	8،8	10،7	13،1	15،2	16،5	17،0	16،8	15،7	13،9	11،6	9،5	8،3
32	8،3	10،2	12،8	15،0	16،5	17،0	16،8	15،6	13،6	11،2	9،0	7،8
34	7،9	9،8	12،4	14،8	16،5	17،1	16،8	15،5	13،4	10،8	8،5	7،2
36	7،4	9،4	12،1	14،7	16،4	17،2	16،7	15،4	13،1	10،6	8،0	6،6
38	6،9	9،0	11،8	14،5	16،4	17،2	16،7	15،3	12،8	10،0	7،5	6،1

المصدر: سلام هاتف أحمد الجبوري، الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل، بغداد والبصرة، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، ابن رشد، جامعة بغداد، 2005، ص 243.

ملحق (3)

دالة درجات الحراة F(T) وضغط بخار الماء المشبع الفعلي F(ed)

والنسبة بين ساعات الاشعاع الفعلي الى ساعات الاشعاع النظري F(n/N)

TC	F(T)	F(ed)	F(n/N)
0	11،0	0،23	0،10
2	11،4	0،22	0،15
4	11،7	0،20	0،19
6	12،0	0،19	0،24
8	12،4	0،18	0،28
10	12،7	0،16	0،32
12	13،4	0،15	0،37
14	13،5	0،14	0،42
16	13،8	0،13	0،46
18	14،2	0،12	0،51
20	14،6	0،12	0،55
22	15،0	0،11	0،60
24	15،4	0،10	0،64
26	15،9	0،09	0،69
28	16،3	0،08	0،73
30	16،7	0،08	0،78
32	17،2	0،07	0،82
34	17،7	0،06	0،87
36	18،1	0،05	0،91

ملحق (4)

ضغط بخار الماء (ea) عند التشبع المناظر لدرجة حرارة الهواء (ملم/ زئبق)

درجات الحرارة (م^5)	ضغط بخار الماء المشبع مليبار	درجات الحرارة (م^5)	ضغط بخار الماء المشبع مليبار
1	6،6	21	24،9
2	7،1	22	26،4
3	7،6	23	28،1
4	8،1	24	29،8
5	8،7	25	31،7
6	9،4	26	33،6
7	10،0	27	35،7
8	10،7	28	37،8
9	11،5	29	40،1
10	12،3	30	42،4
11	13،1	31	44،9
12	14،0	32	47،6
13	15،0	33	50،3

14	16،1	34	53،2
15	17،0	35	56،2
16	18،2	36	59،4
17	19،4	37	62،8
18	20،6	38	66،3
19	22،0	39	69،9

المصدر: سلام هاتف أحمد الجبوري، الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل، بغداد والبصرة، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، ابن رشد، جامعة بغداد، 2005، ص 245.

ملحق (5)

معدلات التبخر/ النتح الكامن اليومي والشهري/ ملم وفق معادلة بنمان في قضاء القرنة

المتغيرات الأشهر	ea	ed	ea − ed	F(n/N)	F(t)	F(ed)	Ra	Rs	Rns	RnL	Rn	معدل التبخر اليومي / ملم	معدل التبخر الشهري/ ملم
كانون الثاني	14،2	10،0	4،2	0،73	4،13	0،18	8،8	4،63	3،47	1،76	1،71	2،46	76،2
شباط	16،9	10،4	6،5	0،73	13،7	0،14	10،7	5،94	4،45	1،40	3،05	4،13	115،6
آذار	22،2	11،7	10،5	0،72	14،4	0،12	13،1	6،83	5،12	1،24	3،88	6،20	192،2
نيسان	32،5	14،3	18،2	0،70	15،6	0،09	15،2	7،94	5،95	0،98	4،97	8،38	251،4
مايس	47،3	15،9	31،4	0،76	17،1	0،07	16،5	8،89	6،66	0،91	5،75	11،0	341،0
حزيران	56،5	16،0	40،5	0،84	17،9	0،06	17،0	9،85	7،38	0،90	6،48	14،0	421،2
تموز	60،7	16،5	44،2	0،83	18،2	0،05	16،8	9،71	7،28	0،75	6،53	14،7	457،2
آب	59،9	17،4	42،5	0،82	18،1	0،05	7،15	9،03	6،77	0،74	6،03	13،1	406،1
أيلول	47،7	15،2	32،5	0،86	17،2	0،07	13،9	8،26	6،19	1،00	5،19	11،9	358،5
تشرين الأول	36،0	15،3	20،6	0،85	16،1	0،08	11،6	6،76	5،07	1،00	4،07	6،3	195،3
تشرين الثاني	22،6	12،7	9،8	0،78	14،8	0،12	9،5	5،22	3،91	1،38	2،59	4،5	140،7
كانون الأول	15،8	10،9	4،9	0،73	13،5	0،14	8،3	4،38	3،28	1،37	1،91	2،6	80،6

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على: 1- معادلة بنمان. 2- الجدول (3). 3- الملاحق (1- 4).