دراسة تقويمية لطرائق الري المستخدمة في الزراعة عند المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف

أ.د. محمود بدر علي السميع

المقدمـــة:

الري عملية أمداد التربة بالماء بهدف توفير الرطوبة التي يتطلبها النبات بكميات جيدة لغرض الحصول على إنتاج عالي لوحدة المساحة المزروعة، لذا فهو يعد الدعامة الأساسية لإنتاج الزراعي في المناطق الجافة.

أن استخدام طريقة الري الملائمة للظروف الطبيعية التي تسود كل منطقة (سطح، مناخ، تربة، وموارد مائية) تلعب دوراً كبيراً في ترشيد استهلاك المياه في تلك المنطقة بطريقة اقتصادية وفنية سليمة، فضلاً عن المحافظة على نوعيه تلك المياه مما يساعد على التوسع في المساحات المزروعة وزيادة الانتاج.

تختلف درجة الاهتمام بطرائق الري المستخدمة في الزراعة من منطقة لأخرى ففي المناطق التي تكون فيها قيمة الوحدة المائية مرتفعة ونادرة (مثل منطقة البحث) يجب ان يستعمل الماء بكفاءة عالية وبعناية كبيرة للتقليل من الضائعات التي تحدث خلال عملية نقل الماء واستعماله في الزراعة.

تعد منطقة البحث من المناطق المهمة في محافظتي كربلاء والنجف في زراعة الخضروات وبخاصة زراعة الطماطة المحمية والبصل والثوم(*) في فصل الشتاء، والخيار والبطيخ والرقي في فصل الصيف ، فضلاً عن الخضروات الورقية وزراعة مساحات بالجت والشعير كمحصول علفي.

تشهد المياه الجوفية في المنطقة انخفاضاً في مناسيبها وتأثر نوعيتها نتيجة لقلة الأمطار الساقطة المغذية لهذه المياه وتراجع كمياتها خلال السنوات الأخيرة، واستعمال هذه المياه في الزراعة كونها المصدر الوحيد للري لعدم توفي مصدر للمياه السطحية فيها، الأمر الذي يتطلب معه استخدام طريقة ذات كفاءة ري عالية تقلل الهدر والضياع المائي لغرض تنمية النشاط الزراعي بالمنطقة.

يتناول البحث طرائق الري المستخدمة في الزراعة في منطقة البحث وكفاءة الري لكل طريقة منها لغرض التعرف على أفضلها ملائمة لظروف المنطقة، وقد اعتمد الباحث في الوصول الى ذلك على العمل الميداني المتمثل بمتابعة عملية الري في المزارع التي تم اختيارها للدراسة وإجراء القياسات لمياه الري عند كل ريه في بداية الموسم ومنتصفه ونهايته، فضلاً عن

(*): بدأت في السنوات الأخيرة التركيز على زراعة المحصولين الأخيرين وبخاصة البصل،لارتفاع أسعار الأغطية البلاستيكية في الأسواق المحلية والتي تستخدم في تغطية الطماطة في فصل الشتاء وحمايتها من انخفاض درجات الحرارة ومحدودية التجهيز الحكومي لهذه المادة والمستلزمات الزراعية الأخرى.

الاستفادة من البحوث والدراسات ومراجعة دوائر الزراعة والري في المحافظتين ومقابلة عدد من مزارعي المنطقة.

الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث:

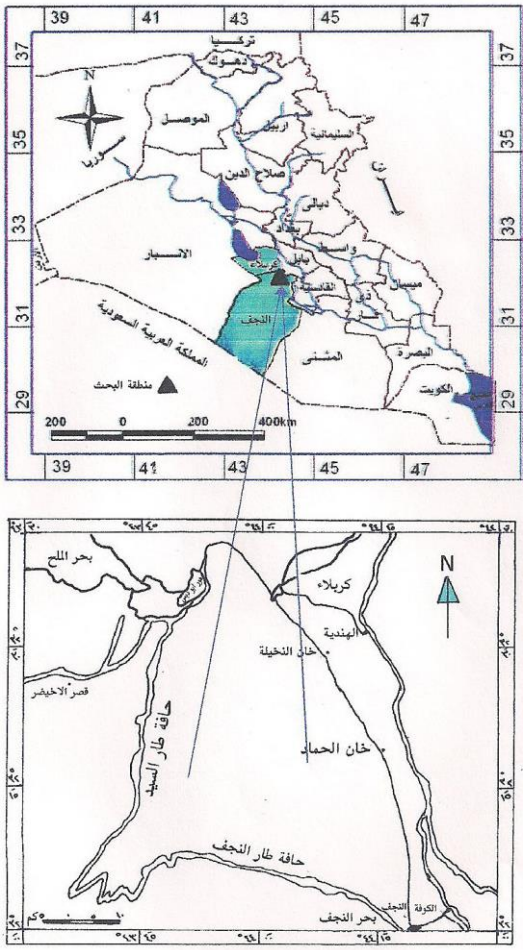
الموقع:

تقع منطقة البحث ضمن محافظتي كربلاء والنجف بين دائرتي عرض 32ْ - 40َ 32ْ شمالا وبين خطي طول 30َ 43ْ - 20َ 44ْ شرقاً (شكل1) وهي تتمثل بالمثلث الذي يقع بين مدينة كربلاء (جنوب بحيرة الرزازة) شمالاً ومدينة النجف (حافات طار النجف و وادي الخر) جنوباً، وبين الحافات الغربية للسهل الرسوبي شرقاً وحافات طار السيد وشبكة من الوديان غرباً.

تبلغ مساحة المنطقة (2480) كم^{2}[1] (6200000) دونم[2] وتمثل 3,7% من أجمالي مساحة محافظتي كربلاء والنجف البالغة (33858) كم^{2}[*].

شكل (1)
منطقة الدراسة

(*): تبلغ مساحة محافظة النجف (28824)كم2 ومحافظة كربلاء (5034)كم2.
المصدر: وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية 2001،ص5.



المصدر:

أ- المنشأة العامة للمساحة، بغداد، خريطة العراق الإدارية،1985.

ب- مركز الفرات للدراسات وتصاميم مشاريع الري، الخريطة الجيولوجية للمنطقة، 1993.

لم تزد المساحة المزروعة في المنطقة على (6646) دونم عام 1991 ارتفعت الى (168797) دونم عام 2001[2] انخفضت الى (40658) دونم عام 2009[3] ، وبلغ عدد المزارع العاملة (4366) مزرعة عام 2001[4] انخفضت الى (2500) مزرعة عام 2009[*][5]، ويعد تراجع المياه الجوفية من حيث الكم والنوع احد أسباب هذا الانخفاض في المساحة المزروعة وعدد المزارع.

(*): بلغ عدد المزارع غير العاملة في منطقة الدراسة التي تم التعاقد عليها مع الدوائر الزراعية حوالي (2000) مزرعة في محافظة كربلاء ونحو (3000) مزرعة في محافظة النجف.

المصدر: مديرتي زراعة كربلاء والنجف، قسم الانتاج الزراعي، بيانات غير منشورة،2010.

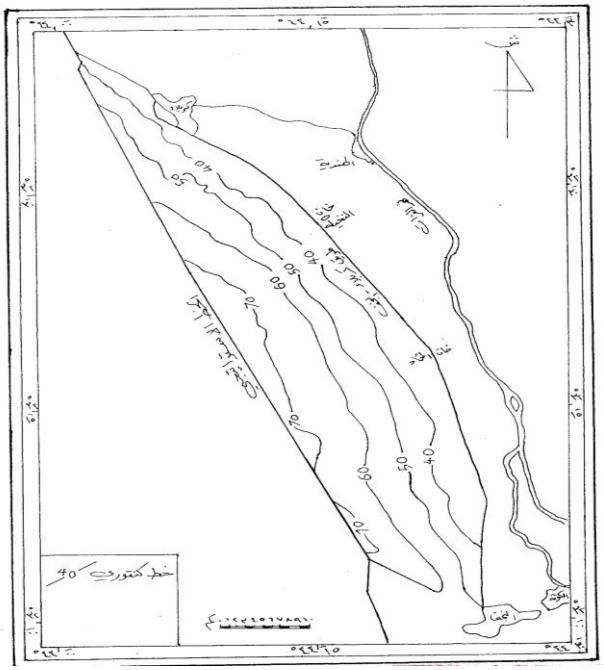
يتركز معظم النشاط الزراعي ضمن المنطقة التي تقع على جانبي الطريق الرئيس (كربلاء-نجف) وبعمق يتراوح بين (1) كم عند الجانب الشرقي لهذا الطريق و(9) كم في الجانب الغربي منه[6] وضمن المقاطعة (61) جزيرة كربلاء و البحيرة وخان النخيلة والمقاطعة (6) خان الحماد في محافظة كربلاء والمنطقة (1) من مقاطعة (5) جزيرة النجف الشمالية الغربية ومقاطعة(3) جزيرة النجف الجنوبية الشرقية وحصوة الخورنق والقطعة (3) مقاطعة (4) جزيرة النجف الشمالية الشرقية[7] لقد كان لموقع منطقة البحث الفلكي آثره في الخصائص المناخية التي تسود المنطقة لاسيما الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والأمطار ذات العلاقة بعملية التبخر المؤثرة في كفاءة طرائق الري، كما ان لموقعها ضمن منطقة الهضبة الصحراوية وبعدها عن المسطحات المائية فضلاً عن خصائص المناخ سابقة الذكر دورها في التأثير على نسبة الرطوبة ذات العلاقة بعملية التبخر، الا أن موقع المنطقة الذي يربط بين مركزي مدينة كربلاء ومدينة النجف من خلال الطريق السابق الذكر ومن خلاله ترتبط بالمحافظات الأخرى أثره في تسهيل عملية تسويق المحاصيل الزراعية المنتجة فيها.

السطح:

ان لطبوغرافية المنطقة ودرجة انحدارها دوراً كبيراً في تحديد طريقة الري المستخدمة وكفاءة تلك الطريقة.

تمثل منطقة البحث الحافات الشرقية للهضبة الغربية الصحراوية في العراق، وهي من الناحية التضاريسية جزء من منطقة الوديان السفلى، والمنطقة عبارة عن سهل صحراوي يتدرج بالانحدار من الغرب والجنوب الغربي الى جهة الشرق والشمال الشرقي باتجاه السهل الرسوبي و وداي نهر الفرات (شكل2) اذ تتراوح درجة انحداره بين (0,1- 0,3درجة)[8]، عليه تعد المنطقة من الناحية الطبوغرافية ملائمة لكافة طرائق الري، فضلاً عن مساعدتها على اجراء العمليات الزراعية واستخدام الآلة في ذلك.

شكل (2)
خطوط الارتفاع المتساوية لمنطقة الدراسة



المصدر:
سوسن علي ماجد،مستقبل استثمار المياه الجوفية لحشرج الدبدبة في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف،رسالة ماجستير،كلية العلوم،بغداد،1994،ص8.

المناخ:

للمناخ بعناصره المتعددة دوره البارز في التأثير على كفاءة طرائق الري من خلال تحديد كمية المياه التي تتبخر من التربة والنبات.

يظهر الجدول (1) ان معدل السنوي لساعات السطوع الشمسي الفعلي في المنطقة تصل الى (8,8) ساعة/يوم يرتفع هذا المعدل خلال أشهر الصيف حزيران،تموز وآب ليصل الى (11,2 و 11,5 و11) ساعة /يوم على التوالي.

ان ارتفاع معدلات ساعات سطوع الشمس الفعلي خلال هذه الأشهر وأشهر الفصل الحار الأخرى (وهذه فترة زراعة الخضروات الصيفية وبداية زراعة محصول الطماطة، فضلاً عن زراعة محاصيل العلف المعمرة مثل الجت في المنطقة) يترتب عليه ارتفاع درجات الحرارة التي يصل معدلها السنوي (23,7 م°) يرتفع الى (33,9 و 35,7 و 34,7م°) خلال أشهر حزيران، تموز وآب على التوالي، فضلاً عن ارتفاعها خلال اشهر الصيف الاخرى، وتزداد درجات الحرارة ارتفاعاً خلال النهار اذ بلغ معدل درجات الحرارة العظمى خلال اشهر الفصل الحار مايس، حزيران، تموز، آب، ايلول (36، 40,4 ،43، 39,42,2م°) لكل منها وللترتيب نفسه. يؤدي هذا الارتفاع في معدلات درجات الحرارة إلى نشاط واشتداد عملية التبخر من التربة والنتح من النبات مما يؤدي الى زيادة الضائعات المائية.

كما يشير جدول (1) الى ان معدل الرطوبة النسبية السنوي لا يزيد على (42,5%) وينخفض الى (31,3، 24,1، 21,7، 23,2، 26,6%) للأشهر مايـــس، حزيران، تـــموز، آب، أيـلول على التوالي.

جدول(1)

معدلات العناصر المناخية في المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف/ محطة الأنواء الجوية في المحافظتين(*) للمدة 1971-2001

الشهر / العنصر المناخي	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	ك1	المعدل السنوي	المجموع السنوي
معدل الإشعاع الشمسي الفعلي/ ساعة	7,5	7,6	7,9	8,6	9,8	11,2	11,5	11	10,3	8,7	7,3	5,6	8,8	_
معدل درجات الحرارة (م°)	10,5	13	17,8	23,5	29,5	33,9	35,7	34,7	31,7	25,3	17,5	11,9	23,7	_
معدل درجات الحرارة العظمى (م°)	16,5	19,4	24,3	30,2	36	40,4	43	42,2	39	32,4	24,8	18,6	30,2	_
معدل الأمطار (ملم)	21,5	19,8	18,8	18,4	6,3	_	_	_	_	3,7	11,8	17,8	118,1	_
معدل الرطوبة النسبية (%)	70,2	60,1	50,6	41,2	31,3	24,1	21,7	23,2	26,6	38,6	54,3	69,1	42,5	_
معدل التبخر (ملم)	72,6	107,9	177,9	258,2	382,4	520,1	568,2	514,2	369	249,6	133,1	77,7	3430,7	_
معدل سرعة الرياح م/ثا	2,3	2,6	3	3,1	3,2	4,1	4,1	3,7	2,7	2,4	2	1,2	2,9	_

المصدر:

1- الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

2- الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم الموارد المائية والزراعية، بيانات غير منشورة.

(*): استخرجت المعدلات من قبَل الباحث.

لقد ترتب على ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية ارتفاع كمية التبخر الذي يصل مجموعه السنوي (3430,7ملم)، ويصل اعلى معدل له خلال اشهر مايس، حزيران، تموز، آب، ايلول وكان (382,4، 520,1 ، 2, 568 ، 514,2، 396ملم) على التوالي، هذا فضلاً عما يسببه شدة الاشعاع الشمسي واتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية من زيادة عملية النتح من النبات مما يؤدي الى زيادة الضائعات المائية.

كما يبين الجدول السابق الذكر ان المعدل السنوي لسرعة الرياح في منطقة البحث تصل إلى (2,9م/ثا) يرتفع إلى (2, 3 ،4,1، 4,1 ،3,7م/ثا) في اشهر مايس، حزيران، تموز، آب، أيلول على التوالي، وتزداد هذه السُرع خلال النهار ولاسيما خلال الفصل الحار من السنة.

اما اتجاه هذه الرياح فأن رياح القطاع الرابع(الشمالية الغربية والشمالية) هي السائدة في المنطقة اذ تصل نسبة تكرارها االسنوي (52,2%)[9]، وهذه الرياح حارة جافة تسبب زيادة كمية المياه الضائعة لتنشيطها عمليتي التبخر والنتح.

اما بالنسبة للامطار فأن منطقة البحث تقع ضمن الإقليم الجاف على وفق كل التصانيف المناخية المعروفة[10] تسقط عليها الأمطار فأن مناطق القطر الأخرى في الفصل البارد من السنة وهي قليلة ومتذبذبة لا يزيد معدل مجموعها السنوي على (118,1ملم) تبدأ بالهطول بكميات قليلة اعتبارً من شهر تشرين الاول (3,7ملم) ثم تأخذ بالازدياد التدريجي لتصل أقصاها(21,5ملم) في شهر كانون الثاني، تاخذ بعدها بالانخفاض اذ تنقطع نهائياً اعتباراً من اشهر حزيران(جدول1) وهذا النظام في التوزيع الفصلي يتفق تماماً مع عدد الانخفاضات الجوية وفترة مرورها على ارض العراق[11].

ونتيجة لفصلية هذه الأمطار وقلة كميتها وتذبذبها فأنه لا يمكن الاعتماد عليها في النشاط الزراعي في هذه المنطقة التي اصبحت تعتمد على المياه الجوفية في النشاط المذكور.ومما يقلل من قيمة فاعلية هذه الأمطار في الزراعة هو ضياع نسبه كبيرة منها عن طريق التبخر الذي يصل مجموعه خلال الاشهر المطيرة (1459,4ملم) وهو يفوق كمية التساقط بحوالي (12,3) مرة اما فائدة الأمطار الساقطة على المنطقة فيمكن حصرها في رفعها لرطوبة الجو والتربة خلال فترة سقوطها وبعده مما يؤدي الى تقليل عدد الريات، كما انها ورغم قلة كميتها وضياع نسبة منها عن طريق التبخر فأن قسم منها يتسرب الى باطن الارض فيشكل المصدر الرئيسي المغذي للمياه الجوفية التي تعتمد عليها الزراعة في المنطقة، فضلاً عن مساعدتها في غسل املاح التربة.

تأسيسا على ما تقدم فأن الظروف المناخية في منطقة البحث تسبب ضائعات مائية كبيرة وبخاصة في الفصل الحار نتيجة لارتفاع كمية المياه التي تضيع وتهدر عن طريق التبخر من التربة والنتح من النبات مما يوثر على كفاءة الري لاسيما ضمن طرائق الري السطحية المكشوفة منها لتعرضها المباشر لعناصر المناخ.

التـــربة:

تأتي أهمية التربة كأحد العوامل الطبيعية المؤثرة في تحديد كفاءة الري، اذ ان خصائصها لاسيما الفيزياوية تؤثر في مقدار ما يتسرب فيها من الماء الى باطن الأرض من جهة ومدى استفادة النباتات المزروعة من مياه الري من خلال مسكها للماء والاحتفاظ بالرطوبة من جهة أخرى.

يغطي سطح منطقة البحث تكوينات الدبدبة التي تعود الى عصر البلايستوسين، وهي تتكون من ترسبات قارية من الرمل والحصى الناعم وأحيانا طبقات من الصلصال يتراوح سمك هذا التكوين (70-90م) في المناطق القريبة من اختفائه تحت الغطاء الرسوبي لوادي نهر الفرات ويتضائل هذا السمك غرباً وشمالاً باتجاه الصحراء[12].

أما الخصائص الفيزياوية لهذه التربة فان بيانات جدول (2) تشير إلى إن معدل نسبة محتواها من الرمل تصل إلى (78,7%) والغرين (13%) والطين (8,1%)، لذا فهي تعد تربة رملية

مزيجيةSand loam طبقاً لمثلث نسجه التربة، ويتراوح حجم الرمل المكون لهذه التربة (0,1 -1 ملم)[13] ونتيجة لارتفاع نسبة الرمل في التربة المنطقة وخشونته فقد أصبحت حركة الماء فيها سريعة وقابليتها على الاحتفاظ بالماء ضعيفة لكبر مساماتها لذا فهي ذات نفاذية عالية تصل إلى حوالي (6 م/يوم)، وهو معدلاً سريعا Rapid طبقاً لمعايير النفاذية[14].

جدول(2)
بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف

الرمل Sand %	الغرين Silt %	الطين Clay %	النفاذية Permeabilityم/يوم	المادة العضوية O.M %	كاربونات الكالسيوم $CaCo_3$
78,7	13,0	8 ,1	6,5	0,1	3,9

المصدر:
أسيل فاضل أيوب، المقومات الجغرافية لإنتاج الخضروات في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف وآفاتها المستقبلة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب/جامعة الكوفة،2004،ص94.

ومن خصائص التربة الكيمياوية ذات التأثير في كفاءة الري نسبة محتواها من المادة العضوية التي تؤدي (الى جانب اهميتها في تخصيب التربة ورفع مقدرتها الإنتاجية) دوراً فعالاً في زيادة قابلية تلك التربة على امتصاص الماء والإمساك به والاحتفاظ بالرطوبة وتقليل كمية المياه المتسربة الى باطن الارض في خلال عملها على تماسك ذرات التربة.
ان التربة المنطقة نتيجة لظروف المناخ الحار الجاف فقد أصبحت فقيرة في نباتها الطبيعي وهي نباتات قليلة متباعدة فمعظمها صحراوي وحولي تنمو بعد سقوط الإمطار وتموت بعد توقفها، فضلاً عما تتعرض اليه المادة العضوية من تأكسد نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وبخاصة في فصل الصيف، لذا نجد ان نسبة المادة العضوية في هذه التربة منخفضة لا تزيد على(0,1%) (جدول2)، كما ان لمحتوى التربة من كاربونات الكالسيوم (الايم) CaCo3 علاقة ببعض خواصها الفيزياوية اذ يسبب ارتفاعه التقليل من نفاذية التربة وعندما نسبة الايم بين 20-30%[15] يعمل على تكوين طبقة متماسكة قليلة النفاذية للماء والهواء.
يصل محتوى تربة المنطقة من كاربونات الكالسيوم (3,9%) وهي نسبة منخفضة لارتفاع نسبة الرمل في مكوناتها وانخفاض نسبة الطين فيها وعمق مستوى الماء الجوفي لذا فقد أصبحت ذات مغاض ماء (تسرب) سريع وعطش بصورة دائمية وتحتاج الى كميات كبيرة من الماء.
ان ضعف مسك تربة المنطقة للماء ونفاذيتها العالية تؤدي الى ضائعات مائية كبيرة Water Losses عن طريق الترشيح See Page والغور بالعمق Deep Percolation، عليه فأنها غير ملائمة لطرائق الري السطحية المكشوفة(الري بالمروز أو الألواح) لما تسببه من هدر كبير لمياه الري المحدودة الكمية.
كما ان لدرجة حرارة التربة تأثيرها الكبير في زيادة الضائعات المائية، وان تربة المنطقة ونتيجة لشدة وطول مدة الإشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة فأن معدلها السنوي وللعمق من (0- 100 سم) يصل الى 25,2م° يرتفع الى (28,4 و31,6 و 34,8 و 34,1 و

39,2م°)[16] في الأشهر مايس، حزيران، تموز، آب ، أيلول على التوالي مسبباً ارتفاع نسبة الضائعات المائية.

المـوارد المائية:

ان لطريقة الري وكفاءتها علاقة كبيرة بمصادر مياه الري والمحافظة على كميتها ونوعيتها بالاستفادة القصوى من تلك المياه والحد من التبذير فيها.

تتمثل مصادر المياه في منطقة البحث بالمياه الجوفية وذلك لقلة الإمطار وفصليتها وعدم وجود مصدر للمياه السطحية في المنطقة.

تتواجد معظم المياه المستثمرة في الزراعة حالياً ضمن تكوين الدبدبة الذي يتكون من الرمل والحصى والصخور الرملية والطين[17] ذات نفاذية جيدة مما يسهل حركة الماء خلالها.

يصل سمك تكوين الدبدبة ضمن منطقة الدراسة حوالي (60م)، يتراوح عمق المياه الجوفية عند الآبار القريبة الى الطريق الرئيسي (كربلاء - نجف) بين (5 - 8 م)عن السطح ويزداد بأتجاه غرباً لزيادة الارتفاع بهذا الاتجاه، ويتراوح انتاج هذه الابار بين (5 - 20لتر/ثانية)[18].

تتجدد هذه المياه من الامطار الساقطة على المنطقة والمناطق المجاورة لها من جهة الغرب مما أدى الى انخفاض مناسيبها في السنوات الاخيرة نتيجة للأنخفاض الكبير قي كمية الامطار الساقطة على المنطقة ولاستثمارها في الزراعة واستخدام بعض المزارع لطرق ري تسبب هدر لهذه المياه لارتفاع نسبة ضائعاتها المائية.

أما نوعية هذه المياه فأنها وكما يظهر من جدول (3) ذات محتوى ملحي يصل الى (7,19 ديسمنز/سم) وهو يعد معدلاً عالياً طبقاً لتصنيف مختبر الملوحة الامريكي[19] ويلاحظ على هذه التراكيز الملحية الازدياد مع اتجاه حركة المياه الجوفية بأتجاه الشرق وحسب الميل الطبوغرافي للمنطقة، كما يلاحظ ايضاً التباين في تراكيز الاملاح المذابة في هذه المياه فصلياً، فأنها تقل نسبياً في الفصل البارد والمطير وتزداد في الفصل الحار والجاف وكذلك في بداية الموسم الزراعي عنها في نهايته وذلك لغسل الأملاح المتجمعة في التربة المروية من خلال تكرار عملية الري، هذا فضلاً عما تتميز به هذه المياه من ارتفاع لقيم امتصاص الصوديوم S.A.R والكاتيونات والايونات.

يتضح مما تقدم ان المياه المستخدمة في الري ضمن منطقة البحث محدودة الكمية ورديئة النوعية ولغرض المحافظة على المياه من الهدر والضياع فأن الأمر يتطلب استخدام طرائق ري ذات كفاءة عالية تناسب ظروف المنطقة.

جدول(3)
الخصائص الكميائية للمياه الجوفية في المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف

Ec Dc/Cm	PH	SAR Me/L	Cations Me/L			Anions Me/L			
7,19	7,5	6,65	Mg	Na	Ca	CL	SO4	CO3	HCO3
			16,85	32,5	30,5	36	45,15	0,05	1,14

المصدر:
أسيل فاضل ايوب،المقومات الجغرافية لأنتاج الخضروات في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف وآفاقها المستقبلية، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الاداب/جامعة الكوفة، 2004، ص106.

طرائق الري المستخدمة في منطقة البحث:

اولاً: طريقة الري بالمروز Furrow Irrigation:

كانت هذه الطريقة هي السائدة في المنطقة، الا أن اعداد المزارع المستخدمة لهذه الطريقة انخفض خلال السنوات الاخيرة، وقد بلغ عدد هذه المزارع (96) مزرعة عام 2009[20] وهي تشكل (3,8%) من مجموع عدد المزارع في المنطقة والبالغة (2500) مزرعة، وتستخدم بعضها في زراعة الطماطة مع زراعة الثوم والبصل زراعة متداخلة في فصل الشتاء وفي زراعة الثوم والبصل بصورة منفردة، والبعض الاخر يستخدم في زراعة الخيار والبطيخ والرقي في فصل الصيف.

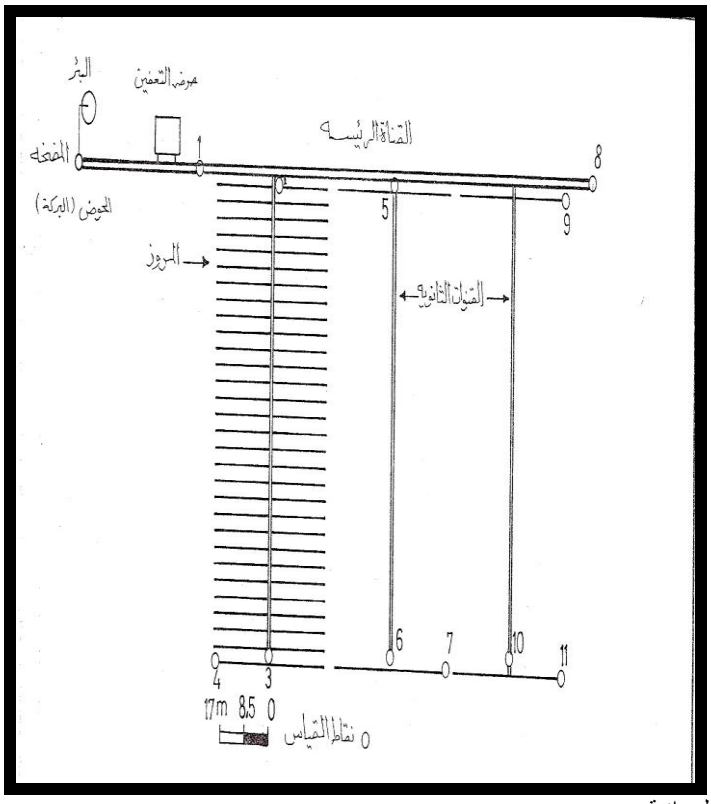
يتم الري بهذه الطريقة من خلال عملية رفع المياه من البئر بواسطة مضخة ماصة طاردة الى حوض مرتفع (بركة) تتصل به قناة رئيسية تتدرج بالانحدار، اذ يكون ارتفاعها عند البركة بحدود (1,5م) فوق مستوى سطح الارض المجاورة وتنحدر الى (20سم) لكي تساعد على انسياب المياه حتى نهاية المزرعة، وغالباً ما تبطن القناة الرئيسية بالاسمنت أو البلاستك لاسيما أقسامها القريبة الى البركة لمنع تسرب المياه وحمايتها من التأكل والتعرية.

يتصل في بدايتها حوض لتعفين الأسمدة العضوية التي تقدم لنباتات المزروعة والذي يتصل بالقناة من خلال فتحتين الأولى لدخول الماء والثانية لخروجه وهو يحمل الأسمدة المذابة، يصل طول القناة الرئيسية ضمن المزرعة التي تم اختيارها لإجراء القياسات حوالي (180م) ويتراوح عمقها بين (20 - 30سم) اما عرضها فيتراوح بين (40 - 60سم) تتفرع من القناة الرئيسية بصورة عمودية ثلاث قنوات ثانوية (شكل3)، يبلغ طول الواحدة منها بحدود (77م) وبعمق يصل معدله إلى (20سم) وعرضه (35سم) وتصل المسافة بين قناة وأخرى حوالي (42م) تتفرع من كل قناة ثانوية ومن الجانبين قنوات صغيرة (مروز) يبلغ طول الواحدة منها نحو(20م) وتكون المسافة بين مرز واخر حوالي(2م) ويصل عدد المروز لكل قناة(60مرزاً) وبذلك يكون مجموعها الكلي للمزرعة الواحدة(180مرزاً)[21].

تجري المياه من الحوض(البركة) الى القناة الرئيسية ومنها الى القنوات الثانوية ومنها الى القنوات الفرعية الصغيرة(المروز) عن طريق نقاط عند اتصال هذه القنوات ببعضها وغالباً ما تبطن هذه النقاط بالاسمنت لمنع تأكله بفعل تيار ماء الري.

وتستخدم في عملية فتح الموزعات وغلقها وسادات من اكياس الجوت(الجنفاص) غير الصالحة للاستعمال أو تستخدم الملابس القديمة لهذا الغرض وهذه جميعها ذات كفاءة ضعيفة في السيطرة على توزيع المياه.

شكل(3)
مخطط لنظام توزيع المياه بطريقة الري بالمروز في احد المزارع عند المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف



المصدر: الدراسة الميدانية.

ولكون هذه الطريقة تقوم على استخدام قنوات مكشوفة يتم حفرها في تربة رملية مفككة فأنها غالباً ما تتعرض للانهيار مما يؤدي الى زيادة الضائعات المائية عن طريق الرشح والتبخر والغور بالعمق، ولغرض الوصول إلى تقدير تقريبي إلى كمية التجهيز المائي الفعلي ضمن المزرعة التي تم اختيارها والمزرعة بالطماطة والثوم والبصل حاول الباحث قياس تصريف المياه في المضخة وعند نقاط عديدة من المزرعة التي تم اختيارها لإجراء القياس (شكل3)، اذ تم قياس تصريف الماء وعند هذه النقاط بواسطة صفيحة معدنية Gage Plate مثبت عليها وحدة الحجم (سم^3) وذلك بوضع الصفيحة عند هذه النقاط ولوقت مقاس بالثواني ثم بعد ذلك قسمة مساحة المقطع العرضي لنقطة القياس على مساحة فوهة الصفيحة مضروبة في حجم الماء في وحدة القياس (الصفيحة) سم^3/ثا[22]، وبذلك يتم معرفة تصريف المياه في كل نقطة خلال الرية الواحدة في بداية الموسم ومنتصفه ونهايته[*]، في ضوء هذه القياسات وعدد الريات خلال الموسم والبالغة (425)[23] رية ومعدل عدد ساعات عمل المضخة (4ساعة) للرية

*يبدأ الموسم الزراعي لمحصول الطماطة المحمية في المنطقة في بداية شهر آب وتستمر حتى نهاية شهر مايس.

الواحدة وكمية تصريف المضخة (36,6م^3/ساعة) فقد بلغ مجموع التجهيز المائي(**) (62220م^3) خلال الموسم الزراعي.

وقد تم تقدير الضائعات المائية في المزرعة بجميع الفروقات في تصريف المياه بين نقاط القياس في المزرعة خلال الموسم، لقد تبين ان معدل الضائعات المائية خلال الموسم قد بلغ (51020م^3) وهي تمثل حوالي (82%) من كمية التجهيز المائي الفعلي وهذا يعود الى شدة التبخر والرشح والغور بالعمق والتسرب فضلاً عن الري المفرط وعدم انتظام عملية توزيع المياه.

اما كفاءة الري بهذه الطريقة فقد تم احتسابها بأعتماد المعادلة الآتية[24]:

$$\text{كفاءة الري} = \frac{\text{الاستهلاك المائي الكلي} - \text{الضائعات المائية الكلية}}{\text{الاستهلاك المائي الكلي}} \times 100$$

وبعد تطبيق المعادلة ظهر ان كفاءة الري بهذه الطريقة تصل الى(18%)، وهذا يعني انها واطئة الكفاءة مقارنة مع تقديرات منظمة الغذاء والزراعة الدولية F.A.O والذي يتراوح بين (55- 70%) في القنوات المكشوفة[25].

ويعزى انخفاض كفاءة مياه الري بهذه الطريقة الى ارتفاع حجم الضائعات المائية نتيجة لارتفاع نسبة التبخر والرشح والغور بالعمق، فضلاً عن ضعف كفاءة المزارع في دقة تصميم نظام الري والسيطرة على توزيع المياه عند نقاط التوزيع.

ثانياً: طريقة الري بالأحواض المستطيلة (الألواح)
Rectangular Basin Irrigation

تستخدم هذه الطريقة ضمن المزارع المتخصصة في زراعة الخضروات الورقية(*) والتي تتركز ضمن الأقسام الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية من منطقة البحث، وقد بلغ عدد المزارع الممارسة لهذه الطريقـــــة (286مزرعة) وتشكل حوالي (11,4%) من مجموع المزارع في المنطقة، فضلاً عن استخدام هذه الطريقة وبمساحات غير قليلية ضمن المزارع المتخصصة بزراعة الخضروات الثمرية اذ تستغل هذه الألواح في زراعة الجت ومحصول الشعير لتوفير العلف الأخضر لحيوانات المزارع لافتقار المنطقة الى النبات الطبيعي.

تتم عملية الري على وفق طريقة الألواح برفع المياه من البئر(بواسطة المضخة) الى حوض مرتفع يتراوح ارتفاعه بين (1,5- 2م) عن سطح الأرض المجاورة، تتصل به قناة رئيسية يصل طولها (ضمن المزرعة التي اختيرت للدراسة) حوالي (190م) وعرضها من (50 - 60سم) وبعمق من (30- 50سم)، تتفرع منها ثلاث قنوات ثانوية يصل طول الواحدة منها نحو

** تم تحديد كمية التجهيز المائي من خلال ضرب كمية التصريف المائي للمضخة(م3/ساعة) في معدل عدد ساعات الرية الواحدة ثم ضرب الناتج في عدد الريات خلال الموسم.

(*): تقوم بعض هذه المزارع بزراعة اشجار الزيتون والرمان والسدر واشجار الظل عند جوانب القنوات وعند حافات الالواح.

(42سم) وبعرض (30سم) وعمق (25سم)، وتصل المسافة بين قناة واخرى حوالي (62م)، يتفرع من كل قناة (6 لوح) بواقع ثلاثة الواح في كل جانب (شكل4) وبذلك يصل مجموع الالواح للمزرعة (18 لوح)(*)، يصل طول كل لوح حوالي (30م) وعرضه (14م) وتحاط هذه الالواح بأكتاف رملية مستقيمة يتراوح ارتفاعها (25-30سم) عن سطح اللوح، وهي تتحكم بأرتفاع الماء داخل الحوض.

وعادة تكون الارض المحصورة بين هذه الاكتاف مستوية نسبياً، تجري المياه من الحوض الى القناة الرئيسية ثم الثانوية فالأحواض الواقعة على جانبي كل قناة، وتتم هذه العملية بين القنوات والالواح بالتناوب، وتستخدم في غلق نقاط التوزيع وفتحها بين القنوات الثانوية أو بين كل قناة والالواح التي تغذيها في معظم الاحيان سداد صغير من الرمل مصدره من داخل القناة او فتحة اللوح أو الارض المجاورة، ولكون التربة رملية هشة مفككة فان هذا السداد غالباً ما يتعرض الى الانهيار تحت تأثير ضغط المياه في مجرى القناة ما يؤدي الى تسرب المياه وتعرضها الى الهدر والضياع.

تم حساب التجهيز المائي الفعلي للمزرعة التي تم اختيارها والمزروعة بالخضروات الورقية من المضخة وعند نقاط معينة من القنوات والالواح وبنفس الطريقة التي سبق الاشارة اليها في طريقة الري بالمروز.

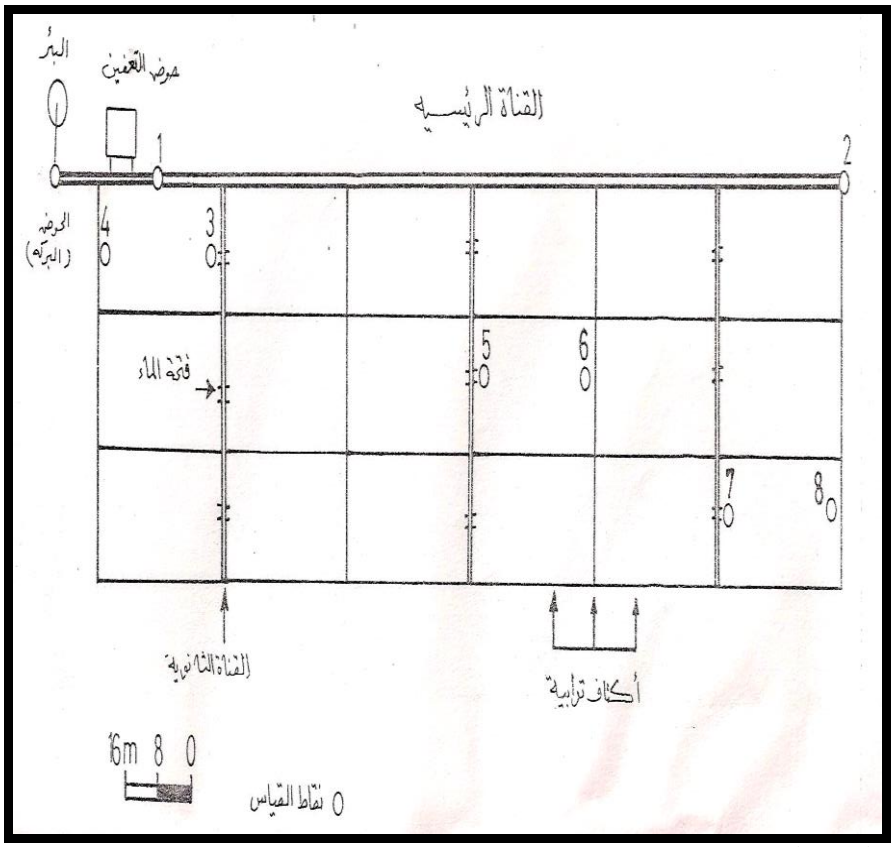
وفي ضوء هذه القياسات وعدد الريات خلال الموسم الزراعي والبالغة (160رية) وبمعدل ساعات تشغيل المضخة للرية الواحدة وكانت حوالي (5ساعات)[26] وكمية تصريف المضخة (36,6 م^3/ساعة)، فقد بلغ مجموع التجهيز المائي (29280م^3) خلال الموسم الذي يصل طوله حوالي (9 أشهر)، وقد تم تقدير الضائعات المائية بجمع الفروق في تصريف المياه بين مختلف نقاط القياس في المزرعة خلال الموسم، فظهر ان معدل الضائعات المائية بلغ حوالي (26102 م^3) وهذه الكمية تساوي حوالي (89%) من كمية التجهيز المائي، وهذا يعود الى زيادة كمية المياه المفقودة بالتبخر والرشح والغور بالعمق والتسرب لاتساع المساحة التي تغمرها المياه من التربة الرطبة وتعرضها لاشعة الشمس ودرجات الحرارة الشديدة.

أما كفاءة الري حسب هذه الطريقة وفي ضوء تطبيق المعادلة السابقة الذكر، فأنها تصل الى حوالي (11%) وهذه النسبة واطئة جدا عند مقارنتها بالنسبة التي حددتها منظمة الغذاء والزراعة الدولية F.A.O لطريقة الري بالأحواض في ظل الخصائص المناخية الجافة والتي تتراوح بين (60 -80%)[27]، ويعزى ذلك الى الهدر والضائعات المائية الكبيرة للأسباب التي سبق الإشارة إليها.

شكل(4)

مخطط لنظام توزيع المياه بطريقة الري بالألواح في إحدى المزارع عند المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف

(*): تتباين عدد الالواح وابعادها بين المزارع وهذا يتوقف على طبيعة انحدار الارض والطاقة الانتاجية للبئر.



المصدر: الدراسة الميدانية.

ثالثاً: طريقة الري بالتنقيط Drip Irrigation:

وهي من طرائق الري الحديثة والمتطورة وقد شهد استخدامها توسعاً كبيراً في منطقة البحث، اذ بلغ عدد المزارع المستخدمة لها حوالي (2558مزرعة) وتشكل نحو (84,8%) من مجموع عدد المزارع في المنطقة وذلك لملائمتها لظروف المنطقة الطبيعية والتي سبق مناقشتها.

تستخدم هذه الطريقة في زراعة الخضروات الثمرية في منطقة البحث مثل الطماطة، البصل، الثوم، الخيار، البطيخ والرقي.

يتم الري بهذه الطريقة من خلال رفع المياه من البئر بواسطة المضخة ومنها الى الأنبوب الرئيس الذي يصل طوله الى (180م) (ضمن المزرعة التي تم اختيارها للدراسة) يبلغ قطر هذا الانبوب (5 سم) يتصل به انبوب ثانوي يصل طوله حوالي (108م) وقطره (3 سم) يتفرع من الانبوب الثانوي ومن الجانبين(108أنبوب) فرعي وبواقع (54 أنبوب) في كل جانب (شكل5).

أما طول الأنبوب الفرعي الواحد فيصل الى حوالي (25 م) وقطر(2 سم) وتصل المسافة بين أنبوب وآخر نحو (2 م) لتسهيل اجراء العمليات الزراعية.

يتوزع على طول كل أنبوب فرعي حوالي (50) منقط (قطاره)، وهي عبارة عن أنابيب بلاستيكية حلزونية يصل طول الواحد منها (15سم) وقطر(2سم) وتصل مسافة بين منقط واخر حوالي (50 سم) وبذلك يصل عدد المنقطات في المزرعة الواحدة الى (5400 منقط).

تتم الزراعة على جانبي المنقط اذ تجري المياه من الانبوب الرئيس الى الثانوي ثم الانابيب الفرعية فالمنقطات ومنها الى موضع النبات مباشرةً.

تم حساب التجهيز المائي الكلي على وفق هذه الطريقة بقياس تصريف المنقطات عند نقاط معينة من المزرعة (شكل5) وذلك بأستخدام اسطوانة زجاجية مؤشر عليها وحدات الحجم/ملم، اذ وضعت هذه الاسطوانة تحت المنقاطات التي تم اختيارها ولوقت بالثواني، إذ تم التوصل الى معرفة تصريف كل منقط في كل وحدة زمنية ثم استخرج معدل تصريف المنقط خلال كل رية وللموسم الزراعي لمحصول الطماطة المحمية (المغطاة).

في ضوء هذه القياسات وعدد المنقطات في المزرعة (5400 منقط) ومعدل تشغيل جهاز التنقيط (11ساعة/يوم) ومعدل تصريف المنقط الواحد (0,000444م^3) فقد بلغ مجموع التجهيز المائي الكلي للمزرعة خلال الموسم (8044 م^3).

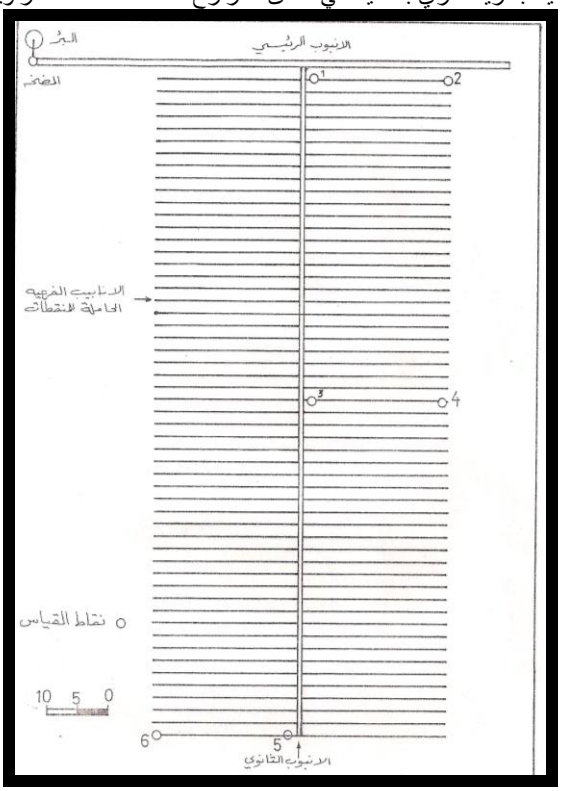
أما الضائعات المائية فقد تم احتسابها بجمع الفروقات في تصريف المنقطات في بداية المزرعة ووسطها ونهايتها، فتبين ان معدل الضائعات المائية للمنقط الواحد خلال الموسم كان بحدود (0,154307 م^3)، عليه فأن مجموع الضائعات المائية لجميع المنقطات المائية خلال الموسم يكون حوالي (833 م^3) ويعادل نحو(10%) من التجهيز المائي، وهذا يعزى الى قلة الضائعات المائية لكون الري على وفق هذه الطريقة يتم مباشرة عند موضع النبات مما يقلل من الضائعات مقارنة بالطريقتين السابقتين.

وعند تطبيق معادلة كفاءة الري على هذه الطريقة ظهر انها تصل الى حوالي (89%) وهي تستهلك كميات قليلة من المياه وعدم وجود أي تبذير فيها.

وان هذه النسبة تتفق مع ما حددته الدراسات لكفاءة الري لمثل هذه الطريقة في الاراضي الجافة والتي تتراوح بين (80 - 90%)[28] لكونها تستهلك كميات قليلة من المياه ولا يوجد فيها أي تبذير.

شكل رقم(5)

مخطط لنظام توزيع المياه بطريقة الري بالتنقيط في احدى المزارع عند المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف



المصدر: الدراسة الميدانية.

النتائج:

يتضح مما تقدم بحثه الآتي:

1- تعد منطقة البحث من المناطق الزراعية المهمة في محافظتي كربلاء والنجف وبخاصة زراعة الخضروات.
2- هناك تراجع في المساحات المزروعة وعدد المزارع في المنطقة عام 2009 مقارنةً بعام 2001، وهذا يعود لأسباب عديدة من بينها انخفاض مناسيب المياه الجوفية وتأثر نوعيتها.
3- سطحها المنبسط يساعد على ممارسة العمليات الزراعية واستخدام الآلة في ذلك وفي مد طرق النقل وممارسة طرائق ري مختلفة.
4- مناخها الحار الجاف يتطلب الاهتمام بمواردها المائية والعناية بها وصيانتها.
5- أمطارها الفصلية القليلة المتذبذبة غير كافية لتلبية احتياجات النشاط الزراعي مما دفع إلى استخدام الري الصناعي اعتمادا على المياه الجوفية التي شهدت انخفاض في مناسيبها خلال السنوات الأخيرة لتراجع معدل كمية الأمطار الساقطة عن معدلها السنوي.

6- تعد المياه الجوفية المصدر الوحيد لمياه الري في المنطقة لعدم وجود مصدر للمياه السطحية فيها، وان محدودية كمية المياه الجوفية ورداءة نوعيتها يتطلب استخدام طرائق ري مجدية في استهلاكها للمياه وتتلائم مع ظروف بيئة المنطقة.

7- تربة المنطقة وبحكم خصائصها لاسيما الفيزياوية والمتمثلة بنسجتها الخشنة لارتفاع نسبة الرمل فيها، فقد أصبحت سريعة النفاذية وضعيفة في مسكها للماء والاحتفاظ بالرطوبة، الأمر الذي يتطلب استخدام طرائق ري تتلائم مع خصائص التربة، وتحقق ترشيداً في استخدام المياه لاقصى حد.

8- أن طريقتي الري بالمروز والري بالأحواض لا تتلائم مع الظروف الطبيعية لمنطقة البحث من مناخ وتربة وموارد مائية، إذ يصل ما تسببه من ضائعات مائية الى (82%) و (89%) للطريقة الأولى والثانية على التوالي وإلى انخفاض كفاءة الري للطريقتين والذي يبلغ (18%) و(11%) لكل منهما وللترتيب نفسه، وهي كفاءة متدنية جداً عند مقارنتها مع ما حددته الدراسات من كفاءة الري للطريقتين المذكورتين.

9- أن امثل طريقة للري والملائمة لظرف المنطقة هي طريقة الري بالتنقيط لمحدودية ضائعاتها المائية التي لا تتجاوز(10%) والى كفاءتها العالية التي تصل نسبتها إلى حوالي (89%) والذي يتفق مع ما حددته الدراسات لكفاءة الري لمثل هذه الطريقة.

10- أن ارتفاع أسعار منظومة الري بالتنقيط وسرعة تعرضها للتلف (لعدم ثبات المساحة المزروعة ضمن المزرعة الواحدة وحركتها حول البئر[*] والى قساوة الظروف المناخية وبخاصة شدة الإشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة صيفا) والى ضعف وتوقف دعم الدولة للنشاط الزراعي وتوفير مستلزماته بأسعار مناسبة، فان هذا الوضع قد يسبب عودة مزارعي المنطقة إلى ممارسة طريقة الري بالمروز(القنوات المكشوفة) التي كانت سائدة الاستخدام في تسعينيات القرن الماضي.

التوصيات:

1- نظرا لأهمية طريقة الري بالتنقيط في ترشيد استخدام مياه الري وارتفاع كفاءتها في هذا المجال على الجهات الزراعية ذات العلاقة بتوفير منظومتها للمزارعين بأسعار مناسبة وبالتقسيط وتعميم استخدامها في المنطقة.

2- منع زراعة الخضروات الورقية ومحاصيل العلف في منطقة البحث والتي تزرع بطريقة الري بالألواح والتي تسبب ضائعات مائية كبيرة وتتطلب كميات كبيرة من المياه، والعمل على نقل هذا النشاط وتركيزه عند كتوف نهر الفرات والجداول المتفرعة منه ضمن محافظتي كربلاء والنجف.

(*): تقسم المزرعة إلى أربعة أقسام يستثمر كل قسم سنتين او أكثر ثم يترك ليستثمر قسم آخر وهكذا تكون دورةحول البئر. وهذا يعود إلى ارتفاع نسبة الأملاح في التربة المزروعة سنة بعد أخرى نتيجة لاستمرار ريها بمياه جوفية عالية الملوحة.

3- التوسع في زراعة الخضروات المثمرة والمحاصيل الصناعية وأشجار الفواكه والنخيل باعتماد طريقة الري بالتنقيط والتي نجح استخدامها في مثل هذه الأنشطة في العديد من دول العالم ذات المناخ الجاف المماثل لظروف المنطقة ومن بينها أقطار الخليج العربي.
4- قيام الجهات المسؤولة بتبليط اكبر عدد ممكن من الطرق الترابية السالكة ضمن المنطقة وبخاصة في الجهة الغربية في طريق كربلاء/نجف وإيصال خدمات الكهرباء والماء إلى هذه المناطق لغرض توسيع انتشار الزراعة بالاتجاه المذكور بدلاً من تركزها على جانبي الطريق.
5- إيصال المياه السطحية إلى المنطقة من خلال شق قناة عميقة ومبطنة من بحيرة الرزازة باتجاه الجنوب تلتقي بقناة أخرى تأخذ مياهها من أمام سدة الكوفة على نهر الفرات وتتجه غرباً أسوة بنهر أرواء الصحراء مابين محافظتي ذي قار والبصرة اخذين في نظر الاعتبار عامل الانحدار.
6- توعية وإرشاد وتوجيه مزارعي المنطقة إلى ضرورة استخدام التربة الطينية المتوفرة في الحافات الغربية للسهل الرسوبي المجاور لمنطقة البحث واستخدام الأسمدة العضوية بإضافتها إلى التربة الرملية عند المواضع التي تتم فيها الزراعة لرفع خصوبتها والتقليل من سرعة نفاذيتها وزيادة قدرتها على مسك الماء.
7- وجوب إلزام المزارعين من خلال وضع شرط من شروط التعاقد معهم عند استثمار الأراضي ضمن منطقة البحث بزراعة أشجار مصدات الرياح الخضراء المعمرة الاقتصادية مثل الزيتون،السدر(النبق)، الرمان، النخيل في الجهات التي تهب منها الرياح السائدة للتقليل من سرعتها وآثارها السلبية في زيادة الضائعات المائية من خلال تنشيطها لعمليتي التبخر والنتح.
8- الإدارة العلمية الصحيحة للمياه الجوفية القليلة الكمية المحدودة التغذية والمحافظة على نوعيتها من خلال تشريع القوانين التي تحدد مقدار ما يسحب من المياه بحيث لا يتجاوز مقدار التغذية الطبيعية، فضلاً عن وضع ضوابط دقيقة لتحديد المسافة بين الآبار التي سيتم حفرها مستقبلا وتحديد مساحة ومواقع المزارع بشكل علمي مدروس.

الهوامش:

1. سوسن مجيد علي، مستقبل استثمار المياه الجوفية لمنطقة حشرجة الدبدبه في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، 1994، ص22.
2. أسيل فاضل ايوب، المقومات الجغرافية لانتاج الخضروات في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف وآفاقها المستقبلية،رسالة ماجستير في الجغرافية(غير منشورة)، كلية الآداب/جامعة الكوفة، 2004،ص60.
3. مديرتي زراعة النجف وكربلاء، قسم التخطيط والمتابعة، قسم بنك المعلومات، بيانات غير منشورة، 2009.
4. اسيل فاضل ايوب، مصدر سابق، ص60.

5. مديرتي زراعة النجف وكربلاء، مصدر سابق، بيانات غير منشورة.
6. الدراسة الميدانية.
7. مديرتي زراعة النجف وكربلاء، قسم الأراضي، بيانات غير منشورة، 2009.
8. فلاح حسن شنون، دراسة جيمورفولوجية لتلال الطار، رسالة ماجستير في الجغرافية (غير منشورة)، كلية التربية /جامعة بغداد، 1988، ص153.
9. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية،قسم المناخ، نشرة رقم 18، 1994.
10. علي حسين شلش، استخدام المعايير الحسابية في تحديد أقاليم العراق المناخية،مجلة كلية الآداب/جامعة الرياض، المجلد الثالث، السنة الثالثة ، الرياض، مطابع الاوفست، 1971-1972، ص171- 187.
11. صلاح حميد الجنابي، سعدي علي غالب، جغرافية العراق الإقليمية، الموصل، دار الكتب/جامعة الموصل، 1992، ص98.
12. الهيئة العامة للبحوث الزراعية، مشروع تغذية المياه الجوفية،ج2منطقة الحيدرية/كربلاء تقرير رقم(1)، غير منشور، 1993.
13. فلاح حسن شنون، مصدر سابق، ص77.
14. U.S.D.A. defintion and apprevlution for soil description (calfornia: Berkeley, 1960), p.5.
15. أ- فاضل عباس علي النعيمي، تأثير نوعية مياه الري على الخصائص الفيزياوية لبعض الترب الكلسية في محافظة نينوى، رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية الزراعة/جامعة الموصل، 1985، ص40.
ب- نوري حمد ارزبك الكبيسي، تأثير كاربونات الكالسيوم على بعض صفات التربة الفيزياوية والمعدنية،رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الزراعة/جامعة بغداد، 1986،ص2.
16. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم الموارد المائية والزراعية، بيانات غير منشورة.
17. سوسن مجيد علي،مصدر سابق، ص16.
18. وزارة الزراعة والري، الخطة الإستراتيجية لتنمية الصحراء الغربية، تقرير عن المياه الجوفية، غير منشور، 1988، ص بلا.
19. D.W.Thorne and H.peterson, Irrigation soils Their Fertility and Management second Edition (new York: The Blakiston co.)1954,P.112.
20. مديرتي زراعة محافظة كربلاء ومحافظة النجف،بيانات غير منشورة، 2009.
21. الدراسة الميدانية.

22. D.J.AL-Rubiay, Irrigation and Drainage systems in Basrah province, ph.D.Thesis from university of Durham, Durham, U.K, (un published),1984, p.298.
23. الدراسة الميدانية.
24. كفاح صالح بجاي الاسدي، تقدير المتطلبات المائية لزراعة الطماطة في نطاق الحافات الشرقية من الهضبة الغربية من العراق، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب/جامعة البصرة، 1997، (غير منشورة)، ص94.
25. F.AO. Irrigation practice and water management irrigation and Drainage, paper NO.I.F.A.D.New york, 1954,p.116.
26. الدراسة الميدانية.
27. F.A.O.op.cit,p.181.
28. قصي عبد المجيد السامرائي وعبد مخور نجم الريحاني، جغرافية الأراضي الجافة، بغداد- دار الحكمة، 1990، ص193.

المصادر:

1. الاسدي، كفاح صالح بجاي، تقدير المتطلبات المائية لزراعة الطماطة في نطاق الحافات الشرقية من الهضبة الغربية من العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب/جامعة البصرة، 1997.
2. أيوب، أسيل فاضل، المقومات الجغرافية لانتاج الخضروات في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف وآفاقها المستقبلية،رسالة ماجستير في الجغرافية (غير منشورة)، كلية الآداب/جامعة الكوفة،2004.
3. الجنابي، صلاح حميد، سعدي علي غالب، جغرافية العراق الإقليمية، الموصل، دار الكتب/جامعة الموصل، 1992.
4. السامرائي، قصي عبد المجيد وعبد مخور نجم الريحاني، جغرافية الأراضي الجافة، بغداد- دار الحكمة، 1990.
5. الكبيسي، نوري حمد ارزبك، تأثير كاربونات الكالسيوم على بعض صفات التربة الفيزياوية والمعدنية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة / جامعة بغداد، 1986.
6. النعيمي، فاضل عباس علي، تأثير نوعية مياه الري على الخصائص الفيزياوية لبعض الترب الكلسية في محافظة نينوى، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة/جامعة الموصل، 1985.
7. الدراسة الميدانية.
8. شلش، علي حسين، استخدام المعايير الحسابية في تحديد أقاليم العراق المناخية،مجلة كلية الآداب/جامعة الرياض، المجلد الثالث، السنة الثالثة ، الرياض، مطابع الاوفست، 1971-1972.

9. شنون، فلاح حسن، دراسة جيمورفولوجية لتلال الطار، رسالة ماجستير في الجغرافية (غير منشورة)، كلية التربية /جامعة بغداد،1988.
10. علي، سوسن مجيد، مستقبل استثمار المياه الجوفية لمنطقة حشرجة الدبدبه في منطقة الجزيرة بين كربلاء والنجف، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، 1994.
11. مديرتي زراعة النجف وكربلاء، قسم الأراضي، بيانات غير منشورة، 2009.
12. مديرتي زراعة النجف وكربلاء، قسم التخطيط والمتابعة، قسم بنك المعلومات، بيانات غير منشورة، 2009.
13. مديرتي زراعة محافظة كربلاء ومحافظة النجف،بيانات غير منشورة، 2009.
14. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية،قسم المناخ، نشرة رقم 18، 1994.
15. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم الموارد المائية والزراعية، بيانات غير منشورة.
16. الهيئة العامة للبحوث الزراعية، مشروع تغذية المياه الجوفيـة،ج2منطقة الحيدرية/كربلاء تقرير رقم(1)، غير منشور، 1993.
17. وزارة الزراعة والري، الخطة الإستراتيجية لتنمية الصحراء الغربية، تقرير عن المياه الجوفية، غير منشور، 1988.
18. D.J.AL-Rubiay, Irrigation and Drainage systems in Basrah province, ph.D.Thesis from university of Durham, Durham, U.K, (un published), 1984.
19. D.W.Thorne and H.peterson, Irrigation soils Their Fertility and Management, second Edition (new York: The Blakiston co.)1954.
20. F.AO. Irrigation practice and water management irrigation and Drainage, paper NO.I.F.A.D.New york, 1954.
21. U.S.D.A. defintion and apprevlution for soil description (calfornia: Berkeley, 1960).