المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كليـــة الـــزراعـــة بالـــريـــاض
مركز الإرشاد الزراعي

الكتيب الإرشادي للمياه

الإعداد الإرشادي
مركز الإرشاد الزراعي

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مركز الإرشاد الزراعي

الكتيب الإرشادي للمياه. – الرياض.

ص، ١٧ × ٢٤سم.

ردمك : × – ٣٥٥ – ٣٧ – ٩٩٦٠

ردمد: ١٢٢٥ - ١٣١٩

١- المياه ٢- مصادر المياه

ديوي ٤٨ ,٥٥١ ٢٢/٥٥٩٠

رقم الإيداع : ٢٢/٥٥٩٠

ردمك : × - ٣٥٥ - ٣٧ – ٩٩٦٠

ردمد: ١٢٢٥ - ١٣١٩

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٣هـ

المحتويات

العنـــوان	الصفحة
١- المياه مصدر الحياة	
١-١ مقدمة	١
١-٢ الموارد المائية في الوطن العربي	٢
١-٣ الاحتياجات المائية العقلية	٣
١-٤ الإفراط في استخدام المياه	٦
١-٥ أسباب ندرة المياه	٧
١-٦ الطرق المناسبة للاستفادة من المياه	٩
١-٧ تدابير لحل مشكلة العجز المائي	١٠
٢- مصادر المياه ووسائل تنميتها في المملكة العربية السعودية	١٥
٢-١ مصادر واستخدامات المياه في المملكة	١٥
٢-١-١ المياه السطحية	١٥
٢-١-٢ المياه الجوفية	١٥
٢-١-٣ السدود	١٦
٢-١-٤ مياه البحر المحلي	١٧
٢-١-٥ مياه الصرف المعالجة	١٧
٢-٢ تنمية وحماية الموارد المائية	١٨
٣- ترشيد استخدام مياه الري في زراعة المحاصيل الحقلية	
٣-١ مقدمة	٢٠
٣-٢ تعريف الري	٢٠
٣-٣ مصادر مياه الري بالمملكة	٢١
٣-٤ الاحتياجات المائية	٢٢
٣-٥ الاستهلاك المائي	٢٢
٣-٦ العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي	٢٢
٣-٧ طرق ترشيد الاستهلاك المائي	٢٣

٣-٨ طرق جدولة الري ٢٥
٣-٨-١ جدولة الري على أساس فترات (الطريقة التقليدية) ٢٩
٣-٨-٢ جدولة الري على أساس علمي (الطريقة الحديثة) ٣٣
٣-٩ استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري بعض المحاصيل الزراعية ٣٤
٣-١٠ الخلاصة

٤- الاحتياجات المائية لمحاصيل الخضر

٤-١ مقدمة ٣٧
٤-٢ إنتاج المحاصيل الزراعية بالمملكة ٣٨
٤-٢-١ لمحة عامة ٣٩
٤-٢-٢ تطور إنتاج محاصيل الخضر ٣٩
٤-٢-٣ معدلات إنتاجية محاصيل الخضر ٤٠
٤-٢-٤ التركيبة المحصولية وترشيد استهلاك المياه

٤-٣ الاستهلاك ٤١
٤-٣-١ أهمية الاستهلاك المائي ٤٢
٤-٣-٢ العوامل المؤثرة على الاستهلاك المائي
٤-٣-٣ طرق ترشيد الاستهلاك المائي ٤٤
٤-٤ الدراسات على الاحتياجات المائية للمحاصيل بالمملكة ٤٤
٤-٤-١ الموارد المائية في المملكة ٤٥
٤-٤-٢ دراسات على الاحتياجات المائية الكلية بالمملكة ٤٨
٤-٤-٣ دراسات على الاحتياجات المائية للخضر في البيوت المحمية بالمملكة ٤٩
٤-٥ دراسات لتحديد كفاءة استهلاك المحاصيل للمياه بالمملكة ٥١
٤-٦ محاصيل الخضر والاحتياجات المائية ٥١
٤-٦-١ تقسيم محاصيل الخضر حسب حاجتها للماء ٥٢
٤-٦-٢ تقسيم محاصيل الخضر حسب تعمق جذورها ٥٦
٤-٦-٣ تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها للجفاف ٦٢
٤-٧ توصيات ختامية لترشيد المياه والتنمية الزراعية المستدامة

٤-٨ المراجع ٦٥

٥- إدارة وصيانة نظم الري المستخدمة في المسطحات الخضراء

٥-١ مقدمة ٧٠
٥-٢ مستلزمات التوسع في المسطحات الخضراء ٧١
٥-٣ المسطحات الخضراء والماء ٧٢
٥-٤ مراحل تنفيذ وتخطيط شبكات الري ٧٣
٥-٥ دراسة الموقع وجمع وتحليل البيانات ٧٤
٥-٦ العوامل المؤثرة على عملية اختيار طريقة الري ٧٥
٥-٧ تصميم شبكة الري ٧٦
٥-٨ شبكات الري الحديثة ٧٨
٥-٩ أنواع نظم الري بالرش الحديثة ٧٩
٥-١٠ الأجزاء اللازمة لشبكات الري ٨١
٥-١١ اختبار ضغط التشغيل المناسب لنظام الري ٨٢
٥-١٢ الوقت المناسب لري المسطحات الخضراء ٨٢
٥-١٣ صيانة نظم ري المسطحات الخضراء ٨٣
٥-١٣-١ مراحل أعمال الصيانة ٨٣
٥-١٣-٢ صيانة نظم الري تحت السطحي ٨٦
٥-١٣-٣ صيانة نظم الري بالتنقيط ٨٨
٥-١٣-٤ صيانة الأجهزة الإلكترونية ٨٩
٥-١٣-٥ صيانة المضخات ٩٠
٥-١٤ تقييم النظام ٩١
٥-١٥ ملاحظات عامة ٩٢

٦- المبيدات وتلوث المياه

٦-١ مقدمة ٩٥
٦-٢ ماهي المبيدات؟ ٩٦
٦-٣ كيف تصل المبيدات إلى مصادر المياه؟ ٩٦
٦-٤ هل هناك مايدعو للقلق بتلوث مياهنا بالمبيدات؟ ٩٩

٦-٥ ماهي المشاكل المصاحبة لتلوث المياه بالمبيدات ١٠٠
٦-٦ ماهي طرق الوقاية من تلوث المياه بالمبيدات ١٠١

٧- تلوث مياه الشرب ميكروبياً

٧-١ مقدمة ١٠٣
٧-٢ نمو البكتريا في الماء ١٠٤
٧-٣ التلوث بالميكروبات المرضية ١٠٦
٧-٤ وجود الميكروبات في المياه وعلاقتها بصلاحية المياه للشرب ١٠٨

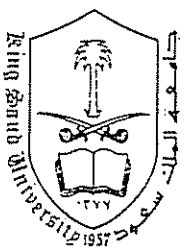
المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
كلية الزراعة بالرياض
مركز الإرشاد الزراعي

الكتيب الإرشادي للمياه

الإعداد الإرشادي

مركز الإرشاد الزراعي

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كليـــة الـــزراعـــة بالـــريـــاض
مركز الإرشاد الزراعي



الكتيب الإرشادي للمياه

الإعداد الإرشادي
مركز الإرشاد الزراعي

٤- الاحتياجات المائية لمحاصيل الخضر

أ. د. عبدالله بن عبدالرحمن السعدون

قسم الانتاج النباتي ـ كلية الزراعة

جامعة الملك سعود- الرياض

٤-١ مقدمة

يصل المحتوى الرطوبي في الخضراوات إلى حوال ٨٠- ٩٥% ، ولهذا السبب فإنها تحتاج إمدادا مستمرا من المياه للحصول على إنتاج مرتفع وجودة عالية. وتختلف الاحتياجات المائية حسب نوع المحصول ومرحلة النمو . ويعتمد توفر الرطوبة الأرضية على كمية الماء المتوفرة ونوع التربة وهذا بدوره يؤثر على تحديد طريقة الري المناسبة. ويؤثر نقص المياه على نمو المحصول من عدة اوجه. ويعتمد التأثير على شدة وفترة ووقت الجفاف وارتباطه مع مرحلة النمو. وإذا حدث نقص في إمدادات المياه في المراحل الأولى من حياة النبات، فقد يتأخر نضج المحصول ويقل الإنتاج. أما إذا حدث ذلك في المراحل الأخيرة من عمره فإن الجودة تتأثر بدرجة أكبر من الكمية .

تعود أهمية معرفة الاحتياجات المائية للمحاصيل إلى تحديد الكمية الفعلية التي تحتاجها للحصول على افضل إنتاج مع تحديد الفترة بين الريات وزمن كل رية. وتؤثر على الاحتياجات المائية عوامل عديدة مثل درجة الحرارة والرطوبة الجوية والرياح والأمطار، كما تتأثر بعوامل نباتية مثل النوع والصنف ومرحلة النمو وعمق الجذور والكثافة النباتية، وعوامل التربة مثل القوام والمحتوى الرطوبي.

وسوف نستعرض في هذا الجزء موضوع الاستهلاك المائي في المحاصيل الزراعية، وأهم الدراسات التي أجريت حول الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في المملكة، وذلك حسب البيانات المتوفرة لدينا، والتركيز على محاصيل الخضر بصفة خاصة من حيث درجة تحملها للجفاف والأضرار الناتجة عنه. هذا بالإضافة للدراسات التي أجريت في البيوت المحمية حول الموضوع نفسه. كما تتضمن بعض التوصيات المناسبة عن ترشيد وتحسين الاستهلاك المائي لأغراض التنمية الزراعية المستدامة.

٤-٢ انتاج المحاصيل الزراعية بالمملكة

٤-٢-١ لمحة عامة

كان من نتائج تطبيق خطط التنمية – وخاصة خطة التنمية الثالثة ١٤٠٠-١٤٠٥هـ (١٩٨٠-١٩٨٥) أن شهدت المملكة تطوراً واسعاً وملحوظاً في القطاع الزراعي ومن ذلك التوسع المطرد في المساحات المزروعة وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وارتفاع مساهمة القطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي، ونتيجة لذلك فقد تحقق الاكتفاء الذاتي من محاصيل القمح والبطاطس والباميا وبعد فترة وجيزة يمكن تحقيق الاكتفاء الذاتي لكل من الذرة الرفيعة والدخن والطماطم والشمام والبطيخ وبعض الخضر الأخرى وكذلك العنب. كما أنه تحققت فوائض إنتاجية من كل من الجزر والباذنجان والخيار والتمور بحيث أمكن تصدير الفائض منها خارج المملكة.

٤-٢-٢ تطور إنتاج محاصيل الخضر

تشـــمل محاصـــيل الخضر الطماطم والبطاطس والكوسا والباذنجان والباميا والجزر والخيار والبصل الجاف والشمام والبطيخ وخضروات أخرى متـــنوعة، وتأتي محاصيل الخضر في المرتبة الثالثة من حيث المساحة بعد الحـــبوب والأعلاف (السعدون، ١٤٢٠)، ولقد شهدت المساحة المزروعة بمحاصيل الخضر ازدياداً مطرداً خلال الفترة ١٣٩٢-١٤١٧هـ (١٩٧٢-١٩٩٧م)، فقـــد زادت مـــن نحو ٢٩,٤ ألف هكتار ١٣٩٢هـ (١٩٧٢م) لتصـــل إلى نحو ١٦١,٦ ألف عام ١٤١٧هـ (١٩٩٧م)، أي أن المساحة المـــزروعة بالخضـــر قـــد تضاعفت خلال هذه الفترة بما يزيد عن خمسة أضعاف، وقد حدث هذا التطور الكبير في إنتاج الخضر من خلال الاستخدام الأمـــثل لعناصر الإنتاج وتطبيق التقنيات الزراعية الحديثة، الأمر الذي مكّن المملـــكة من تحقيق قفزات هائلة في إنتاج العديد من أنواع الخضار الجيدة التي تلائم ذوق المستهلك ورغبته.

٤-٢-٣ معدلات إنتاجية محاصيل الخضر

ارتفـــع معـــدل إنتاجية الطماطم من نحو ١٠ طن/ هكتار في عام ١٩٧٢م إلى مـــا يقارب ١٧ طن/ هكتار في الأعوام ١٩٨٧-١٩٩٥م، كما ارتفع معدل إنتاجية البطاطس من نحو ٧ طن/ هكتار في الأعوام ١٩٧٢-١٩٨٠م إلى مـــا يقارب ٢٠ طن/هكتار بدءاً من العام ١٩٨٧م حتى الوقت الحاضـــر. أمـــا الكوسة فقد حافظت على معدلات إنتاجية تقارب ١٠ طن/ هكـــتار طوال السنوات الماضية. وبالنسبة للخيار فقد ارتفعت الإنتاجية من نحـــو ٥ طـــن/ هكتار في عام ١٩٧٩م إلى ما يقارب ٢٧ طن/ هكتار في

الأعـــوام ١٩٨٢-١٩٩٥م. أمـــا الشمام والبطيخ فقد حافظت على معدلات إنتاجية تقارب ٢٠ طن/ هكتار في معظم السنوات.

وتجـــدر الاشارة إلى أن التطور الحاصل في انتاج الخضر بالمملكة مـــن حيث ازدياد المساحة والانتاج وارتفاع الانتاجية قد صاحبه دون شك اعتماد على مصادر المياه الجوفية في معظم مناطق المملكة، وهي مصادر غير متجددة. وبالتالي فان الحاجة تدعو إلى دراسة هذا الموضوع دراسة دقيقـــة والتوصـــية باتخاذ الاساليب التي تضمن ترشيد استخدام المياه مع المحافظـــة عـــلى معـــدلات الانـــتاجية المثلى وفق اسس التنمية الزراعية المستدامة.

٤-٣ التركيبة المحصولية وترشيد إستهلاك المياه

تغيرت التركيبة المحصولية نتيجة المتغيرات التي برزت خلال خطة التـــنمية السادســـة حيـــث تم تقليص المساحة المزروعة بالقمح والشعير والحـــبوب الأخرى بنسبة ٣٢,٦% و ٦٩,٩% و٣٤,٧% على التوالي في الوقـــت الذي ازدادت فيه المساحات المزروعة بمحاصيل الخضر والفاكهة بنسبة ٢٣,٩% و ٢٨,٨% على التوالي (وزارة التخطيط، ١٤٢٠). وتمثل خطـــة التنمية السادسة (١٩٩٥-٢٠٠٠) مرحلة انتقالية هامة في مسيرة تنمية القطاع الزراعي بالمملكة حيث أنها تركز على تغيير نمط الإنتاج من المحاصيل الحقلية التي تستهلك كميات كبيرة من المياه إلى إنتاج محاصيل أخـــرى ذات مردود اقتصادي في المناطق التي بها إمكانيات مائية متجددة (وزارة الـــتخطيط، ١٤١٦). ومـــن أهم السياسات التي تقرر تنفيذها في

القطاع الزراعي خلال خطة التنمية السادسة: توزيع الأراضي الزراعية في المناطق التي تتوفر فيها موارد مائية قابلة للتجديد والتشجيع على تنويع القاعدة الإنتاجية الزراعية ضمن إطار المزايا النسبية والقدرة على المنافسة الخارجية والاستخدام الأمثل للموارد (وزارة الزراعة المياه، ١٤١٩- ب). وقد ورد في خطة التنمية السابعة (٢٠٠٠- ٢٠٠٤) التأكيد على متابعة تلك الإجراءات والتوسع في زراعة المنتجات الزراعية ذات المتطلبات المائية المنخفضة (وزارة التخطيط، ١٤٢٠). وقد ركزت خطط التنمية الثلاث الأخيرة على الحد من المحاصيل الحقلية كالحبوب والأعلاف وتشجيع سياسة التنوع المحصولي واختيار الأساليب الزراعية التي تساهم في توفير الموارد المائية كإنتاج الخضر داخل البيوت المحمية وزراعة النخيل واشجار الفاكهة الأخرى بنظام الري بالتنقيط وغير ذلك من النظم التي تساهم في إيجاد تنمية زراعية مستدامة.

٤-٤ الاستهلاك المائي Water consumptive use

٤-٤-١ أهمية الاستهلاك المائي

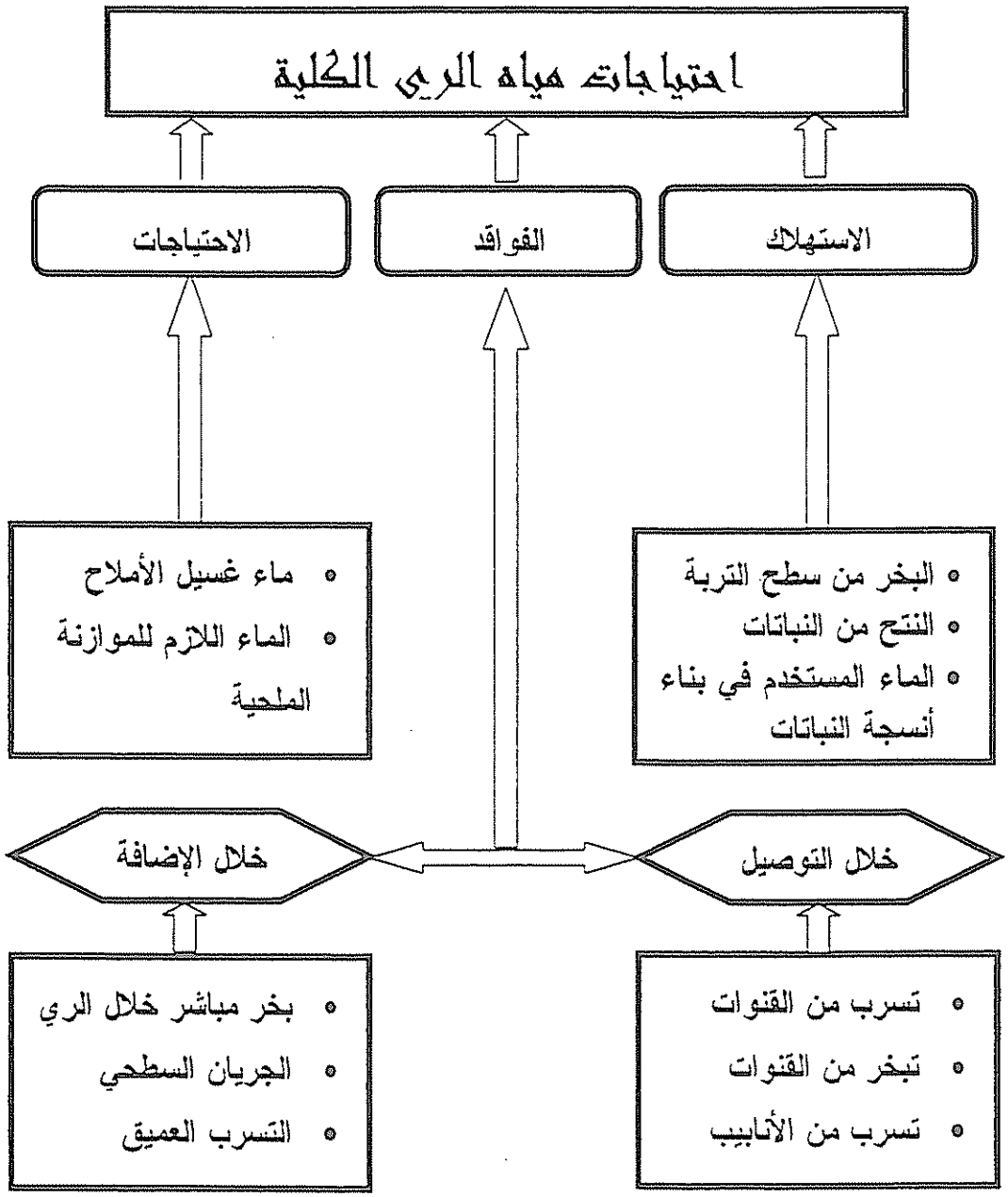
يقصد بالاستهلاك المائي للمحاصيل كمية المياه المفقودة نتيجة البخر من سطح التربة ونتيجة النتح من النبات بالاضافة إلى كمية الماء التي يستهلكها النبات في العمليات الحيوية وبناء الانسجة. ونظرا لكون كمية الماء المستهلكة في العمليات الحيوية ضئيلة لذا استخدم مصطلح البخر- نتح Evapotranspiration (ET) للدلالة على الاستهلاك المائي (ذيب، ١٤٢١). ويعبر عن الاستهلاك المائي بوحدات مختلفة مثل وحدات التصرف (م^3/هكتار/موسم) او وحدات عمق مكافئ من الماء (مم/موسم).

ويعتمد التخطيط السليم لمشاريع الري وتحديد المقننات المائية على المعرفة التامة بكمية الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية، كما ان جدولة الري تعتمد بشكل رئيس على مدى دقة بيانات الاحتياجات المائية وصحة تقديرها. وبناء على ذلك يمكن تحديد اكثر المحاصيل ملائمة لظروف المنطقة المناخية ومواردها المائية، كما يمكن ترشيد استهلاك الماء وتحسين سبل الاستفادة منها. وتعبر الاحتياجات المائية الكلية للري عن كمية الماء التي تعطى فعلا في الرية الواحدة، وقد يدخل ضمنها احتياجات الغسيل للتخلص من ملوحة التربة وتسرب المياه والجريان السطحي. ويوضح الشكل رقم ١ المكونات الرئيسة للاحتياجات المائية الكلية للري (ذيب، ١٤٢١).

٤-٤-٢ العوامل المؤثرة على الاستهلاك المائي

يتأثر الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية بعدد من العوامل التي تؤثر في المقام الاول على عمليتي البخر والنتح (هانسن وآخرون، ١٩٨٤)، ويمكن بيان هذه العوامل اجمالا على النحو التالي:

١. العوامل المناخية: وتشمل طاقة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية والأمطار وطول موسم النمو.
٢. العوامل الارضية: والمقصود بها نوع وقوام ولون التربة ومقدار النفاذية، هذا بالاضافة إلى درجة انحدار واستواء الارض ووجود بقايا المحصول السابق ونسبة المادة العضوية بها.
٣. العوامل النباتية: وتشمل نوع المحصول ومرحلة النمو النباتية وكثافة الغطاء النباتي وترتيب الاوراق وعدد الثغور وعمق الجذور.



شكل (رقم ١) العناصر الرئيسة لمكونات الاحتياجات المائية الكلية للري (المصدر: ذيب، ١٤٢١)

٤-٤-٣ طرق ترشيد الاستهلاك المائي

توجد العديد من الطرق والاساليب التي يمكن اتباعها لترشيد استهلاك المياه، نذكر منها:

١. اختيار نظم الري المناسبة لظروف كل منطقة والمحاصيل المزروعة فيها.
٢. جدولة مياه الري بتحديد الوقت المناسب للري وفترة الري. وتتم جدولة الري اما وفق الطرق المبنية على تقدير المحتوى الرطوبي للتربة او الطرق التي تعتمد على قياس اداء العمليات الحيوية في النبات (مثل قياس الجهد المائي للاوراق والمحتوى الرطوبي النسبي ودرجة حرارة النبات) أو الطرق المبنية على حساب البخرنتح اما بشكل مباشر من خلال القياسات الحقلية (باستخدام الليسومترات) او بشكل غير مباشر بالطرق التجريبية.
٣. تحسين كفاءة الري عن طريق برامج الصيانة الدورية المناسبة للمنشآت والاجهزة المستخدمة.
٤. الادارة المزرعية المثلى باتباع العمليات الزراعية في مواعيدها المناسبة وضمن التوصيات المحددة الملائمة لكل محصول ولكل منطقة.

٤-٥ الدراسات على الاحتياجات المائية للمحاصيل بالمملكة

٤-٥-١ الموارد المائية في المملكة

يمكن تصنيف موارد المياه في المملكة إلى اربع مجوعات: المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه التحلية ومياه الصرف الصحي المعالجة.

وهناك تقسيم آخر يصنف موارد المياه في المملكة إلى مجموعتين رئيستين هما مجموعة الموارد الطبيعية (وتشمل المياه السطحية والمياه الجوفية) ومجموعة الموارد غير التقليدية أو الصناعية (وتشمل مياه التحلية ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الزراعي المعالجة (العمود، ١٤٢٠). وتمثل المياه الجوفية العميقة (غير المتجددة) الاحتياطي الاستراتيجي لمخزون المياه الجوفية في المملكة التي يعتمد عليها القطاع الزراعي بشكل رئيس. وقد قدرت دراسة الطرباق (١٤١٧ هـ) أن ما يستهلكه القطاع الزراعي يعادل ٩٠% من مجموع الاستهلاك المائي الكلي في المملكة، وفي ذلك استنزاف كبير للمخزون المائي الاستراتيجي مما يعرضه إلى احتمالية النفاذ أو النضوب خلال سنوات قليلة مما يهدد القطاع الزراعي بالتدهور، إضافة إلى التأثيرات الأخرى على التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وأوصت الدراسة باستخدام المياه بكفاءة عالية بغرض ترشيد استخدامها والمحافظة على مصادرها. و يتطلب هذا تقليص المساحات المزروعة في المناطق المختلفة التي تضخ منها المياه من التكوينات الرئيسة بصورة تدريجية حسب برنامج تفصيلي واضح يأخذ في الاعتبار عوامل عدة منها الكثافة الزراعية في المنطقة ونوع المحصول ومدى الحاجة إليه والميزة النسبية للمنطقة.

٤-٥-٢ دراسات على الاحتياجات المائية الكلية بالمملكة

أصدرت وزارة الزراعة والمياه معلومات عن الاحتياجات المائية للمزروعات في المملكة العربية السعودية أعيدت طباعته بصورة منقحة في عام ١٤٠٨هـ (الزيد وآخرون، ١٤٠٨) ويعطي تقديرات أولية

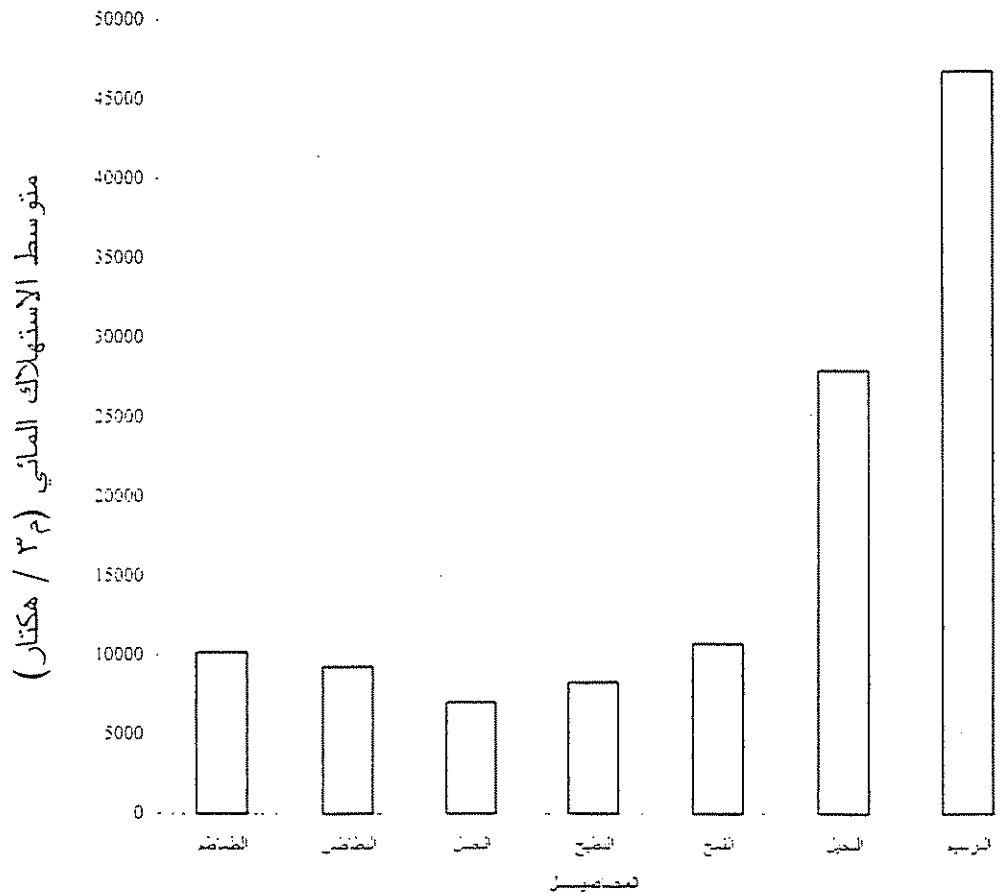
للاحـــتياجات المائيـــة تحت ظروف مناطق المملكة من حيث عوامل المناخ وملوحة المياه وباستخدام طرق ري مختلفة. ويمكن تلخيص نتائج الدراسة في شكل رقم ٢ الذي يتضح منه مايلي:

١- يعتـــبر البرسيم ونخيل التمر أكثر المحاصيل استهلاكا للمياه، حيث تصـــل الكميات المستهلكة إلى ما يقارب ٥٠٠٠٠ و ٣٠٠٠٠ م^{٣} / هكتار على التوالي.

٢- يعتبر محصول القمح أقل استهلاكا للمياه من البرسيم والفاكهة، الا انـــه أكـــثر قليلا من محاصيل الخضر التي تراوحت احتياجاتها بين ٧٠٠٠ و ١٠٠٠٠ م^{٣} / هكتار.

٣- تمـــثل الـــبيانات الـــواردة في الشكل متوسطات عامة على مستوى مـــناطق المملكة وتحت ظروف مختلفة من ملوحة المياه ومواعيد الـــزراعة وطـــرق الـــري. وبالتالي فمن المتوقع حدوث معدلات استهلاك أقل أو أعلى مما في الشكل حسب ظروف كل منطقة.

كما اجريت دراسات اخرى مثل دراسة الدربي وآخرون (١٤١٧) ودراسة العمران وشلبي (١٤١٢) ودراسة الغباري (١٤٢١) لتقدير الاحتياجات المائية الكلية لبعض المحاصيل في منطقة جازان و المنطقتين الوسطى والشرقية و منطقة نجران على التوالي. في مثل الدراسات السابقة، يتم تجميع البيانات المناخية لفترات طويلة من محطات الأرصاد الجوية في كل منطقة واستخدامها في معادلة بنمان المعدلة بعد معايرتها لتوائم الظروف المحلية لغرض تقدير معدل البخر نتح لمحصول المقارنة وحساب معامل المحصول (Kc) للمحاصيل المدروسة. هذا بالاضافة حساب الاستهلاك



شـــكل ٢: المتوسط العام للاحتياجات المائية الكلية للمحاصيل الزراعية على مستوى مناطق المملكة وتحت مختلف ظروف ملوحة المياة ومواعيد الزراعة وطـــرق الـــري (المصـــدر رســـم بتصـــرف من الزيد وآخرون، ١٤٠٨)

المائي اليومي لكل محصول حسب مراحل نموه المختلفة والاستهلاك المائي الموسمي مع الأخذ في الاعتبار نظام الري ونوعية المياه وموعد الزراعة. هذا بالاضافة إلى دراسة لتقدير معامل المحصول لعدد من محاصيل الخضر في منطقة الرياض منها الفاصوليا والبسلة والبطاطس وبنجر السكر (Abdel-Aziz and Saeed, 1987).

ولازالت الحاجة ماسة إلى تحديد الاحتياجات المائية الفعلية للمحاصيل الزراعية تحت الظروف المناخية وظروف التربة والمياه في جميع مناطق المملكة. وتجرى حاليا بكلية الزراعة – جامعة الملك سعود دراسات لتقدير الاحتياجات المائية الفعلية لعدد من محاصيل الخضر، ويشارك في هذه الدراسات عدد من الباحثين من أقسام الإنتاج النباتي وعلوم التربة والهندسة الزراعية.

٤-٥-٣ دراسات على الاحتياجات المائية للخضر في البيوت المحمية بالمملكة

قدرت الدراسة التي قام بها الحمودي، (١٤١٤هـ) أن احتياج هكتار الطماطم المزروع في البيوت المحمية يصل إلى نحو ٢٧٠٠ م^{٣} من المياه واحتياج الخيار إلى ١٩٥٠ م^{٣}.

كما أجرى العبد القادر وآخرون (٢٠٠١) دراسة عن تأثير استخدام كميات مختلفة من مياه الري على إنتاجية الطماطم والخيار المزروعة في البيوت المحمية وتقدير العائد الاقتصادي المتوقع منها. وقد أظهرت نتائج دراستهم إمكانية زراعة محصولي الطماطم والخيار بكميات مياه تقل عن

الاحتياج الفعلي بنسبة تصل إلى نحو ٣٠% و ٤٠% على التوالي دون أي تأثير معنوي على إنتاجيتها وعلى كفاءة استخدام المياه.

٤-٥-٤ دراسات لتحديد كفاءة استهلاك المحاصيل للمياه بالمملكة

يعد موضوع رفع كفاءة استهلاك المحصول للمياه Water use efficiency (WUE) أمراً هاماً وذلك لاعتبارات كثيرة منها قلة مصادر المياه في بعض المناطق من المملكة وزيادة تكلفة إيصال المياه والحصول عليها وزيادة الطلب على الغذاء الذي يستدعي التوسع الزراعي في المناطق الجافة .(Mooney et al., 1991) وتحسب معادلة (WUE) على النحو التالي (Kramer, 1983) :

((WUE = كمية الماء المستهلك (المستخدم في عملية البخر نتح)/ كمية المادة الجافة في النبات (المحصول)

أجرى السعد (بدون تاريخ) دراسة ميدانية لتسجيل المساحات المروية لكل محصول، وتقدير كمية المياه في الرية الواحدة، وعدد الريات في الموسم الكامل للمحصول، ومقارنة ذلك بالإنتاج على أساس كمية الماء بالمتر المكعب لكل طن منتج من المحصول. وهدفت الدراسة إلى معرفة الاستهلاك الفعلي من مياه الري بطريقة الغمر وكمية الإنتاج المتحصل عليها. ونتج من الدراسة حساب كمية مياه الري وكميات إنتاج معظم المحاصيل الزراعية بالمملكة ومقارنة ذلك بمناطق في شمال وجنوب ولاية كاليفورنيا الأمريكية التي تتشابه إلى حد كبير في ظروفها المناخية بالمناطق الباردة والمناطق الحارة في المملكة.

وقد اتضح من الدراسة أن استهلاك المياه لكل طن منتج من المحصول اقل في المناطق الباردة من المملكة منه في شمال كاليفورنيا بصفة عامة (جدول ١)، وربما يعود السبب إلى تزامن موسم الأمطار مع موسم نمو المحاصيل مما يقلل من الحاجة للري. بينما يزيد استهلاك مياه الري في مناطق المملكة الأخرى بالمقارنة مع جنوب كاليفورنيا (جدول ٢).

جدول ١. مقارنة الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل بين المناطق الباردة من المملكة وبين شمال ولاية كاليفورنيا الأمريكية

المحصول	كمية الماء المستهلك (م^{٣}/طن محصول)				
	أبها	الباحة	حائل	الجوف	شمال ولاية كاليفورنيا
فلفل أخضر	١٦٨	٢٥٠	٤٠٨	٢٨١	٣٩٨
طماطم	١٨٠	٢٦٠	٥١٠	٥٤٤	٥٤٠

المصدر: نقل بتصرف من السعد (بدون تاريخ).

جدول ٢. مقارنة الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل بين المناطق الحارة من المملكة وبين جنوب ولاية كاليفورنيا الأمريكية.

المحصول	كمية الماء المستهلك (م^{٣}/طن محصول)				
	القصيم	الخرج	وادي الدواسر	نجران	جنوب ولاية كاليفورنيا
برسيم	٤٨٠٠	٤٨٦٣	٤٩٠٠	٤٢٠٠	٢٧٦٥
قمح	٥٧١٤	٣٤٢٨	٥٨٠٠.	–	٢٥٣٨
برتقال	٢٢٥٤	٣٦٠٠	–	٣٩٠٠	١٧٠٠
بطيخ	٥٤٤	٧٥٠	٩٤٠	–	١٧٦
بصل	٨٠٠	–	–	–	٧٧٣

المصدر: نقل بتصرف من السعد (بدون تاريخ).

وخلصت الدراسة إلى أن كمية مياه الري المستهلكة (التي تشمل الفاقد المائي نتيجة الري مضافا اليها مياه غسيل التربة من الأملاح ومقدار ما يستهلك في عملية البخر نتح) كبيرة جدا إذا قيست بكمية الإنتاج، الأمر الذي يفرض وضع تقنين للمياه بعد عمل الدراسات اللازمة، وربما يلزم تحديد أنواع المحاصيل التي يسمح بزراعتها في المنطقة المعينة من ناحية ومن ناحية أخرى إلى إدخال طرق الري الحديثة التي توفر الماء مثل الري بالرش والري بالتنقيط وربما الري بماء الصرف والري تحت السطحي. ويمكن أن نستنتج من الدراسة السابقة أن كفاءة استهلاك المياه تعتبر عالية في المناطق الباردة من المملكة بالمقارنة مع شمال كاليفورنيا.

٤-٦ محاصيل الخضر والاحتياجات المائية

٤-٦-١ تقسيم نباتات الخضر حسب حاجتها للماء

تقسم محاصيل الخضر حسب حاجتها للماء إلى ثلاثة أقسام (حسن، ١٩٩٨) :

١- نباتات محبة للرطوبة Hydrophytes : وهي التي تعيش في الماء أو تحتاج لتوفير الرطوبة دائماً بكميات كبيرة ، ومن أمثلتها في محاصيل الخضر : القلقاس، والكرسون المائي.

٢- نباتات متوسطة في احتياجاتها للماء Mesophytes : وهي التي تتعرض للذبول إذا فقدت نحو ٢٥% من محتواها الرطوبي، وتشمل معظم محاصيل الخضر.

٣- نباتات تتحمل ظروف الجفاف Xerophytes : وهي التي لا تتعرض للذبول إلا بعد أن تفقد من ٥٠-٧٥% من رطوبتها، كما أن تركيبها يسمح لها بمقاومة ظروف الجفاف، ومن أمثلتها من محاصيل الخضر السبانخ النيوزيلندي.

ويعتبر الري مفيدا عند زراعة الشتلات لأنه يزيد من معدل تأسيسها خاصة في الترب الجافة ذات معدلات البخر نتح العالية. ويساعد الري ايضا على زيادة تجانس الإنبات وتكامل نمو المجموع الخضري للمحاصيل التي تبذر. ويعد تحديد الفترات الحرجة من عمر النبات التي يكون فيها الإمداد المائي المناسب أمرا مهما من اجل الحصول على إنتاج عالي.

٤-٦-٢ تقسيم محاصيل الخضر حسب تعمق جذورها

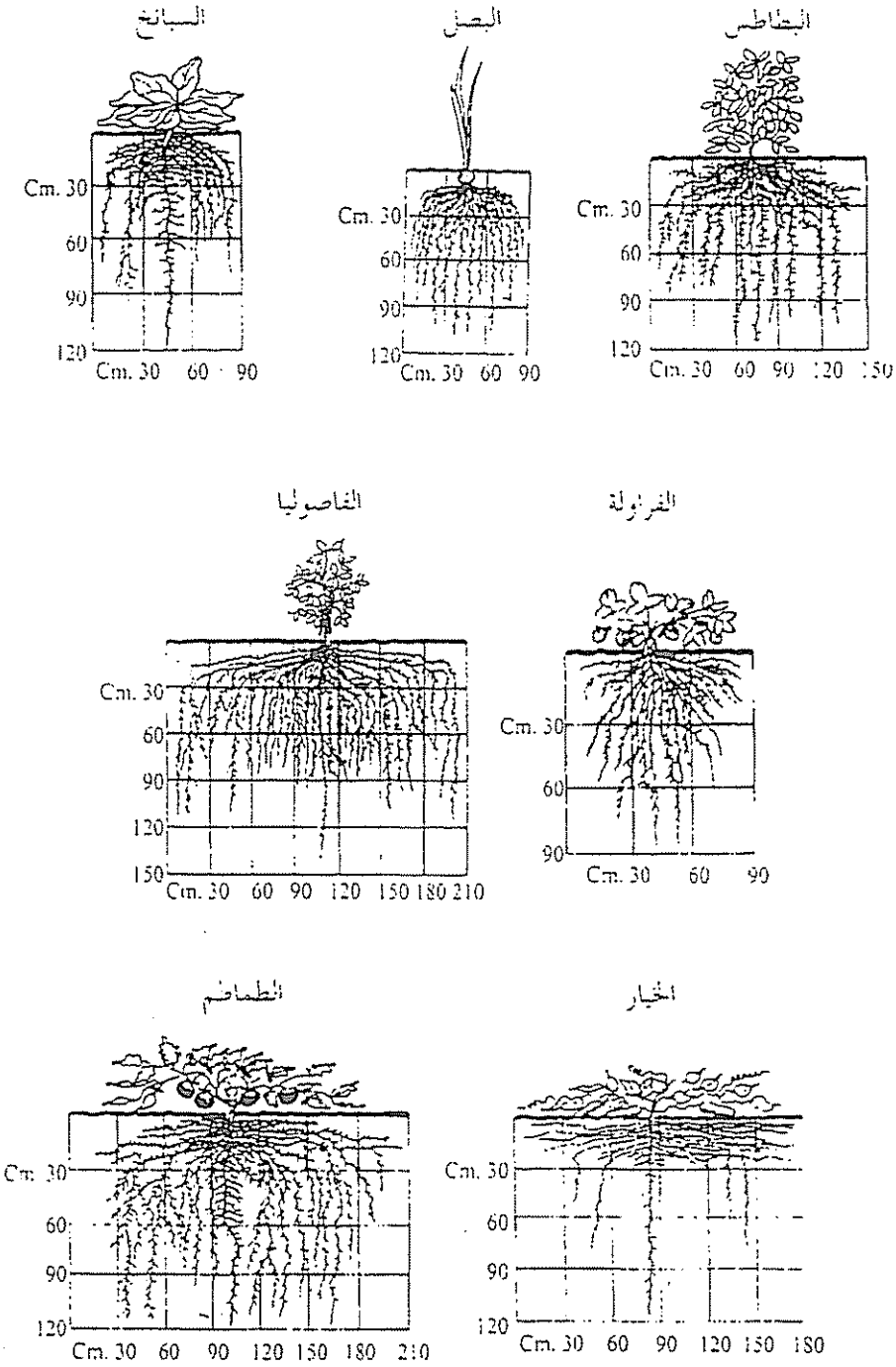
تتميز معظم محاصيل الخضر بأن جذورها سطحية (غير عميقة) وبالتالي فإن فترة ٢-٣ أيام من الجفاف قد تكون كافية للتأثير على كمية الإنتاج التجاري. ويتأثر مستوى تعمق جذور الخضر (جدول ٣) بنوع قطاع التربة، فإذا وجدت طبقة صماء أو منضغطة أو طينية فان الجذور قد تواجه صعوبة في الانتشار الطبيعي. ويؤثر تعمق الجذور على جدولة الري أي تحديد زمن الري وكمية ماء الري، ويزداد تعمق الجذور بتقدم مراحل النمو وطول فترته. كما يؤثر طول موسم النمو ودرجة الحرارة السائدة على نمو الجذور.

ويوضح شكل (رقم ٣) طبيعة انتشار المجموع الجذري لعدد من محاصيل الخضر (SCS, USDA, 1964). وتتركز معظم الجذور الفعالة في امتصاص الرطوبة في الطبقة السطحية من التربة. ويكون امتصاص الجذور للماء في اقصى معدل له في المنطقة التي توجد بها معظم الجذور الفعالة وفي الظروف المثلى من درجة الحرارة والتهوية الجيدة للجذور. وتحت ظروف الترب المروية بكميات مناسبة من المياه، فان النباتات تستخلص الماء بسرعة من الطبقة السطحية من التربة وببطء من الطبقات السفلى. ويوضح شكل (رقم ٤) النمط العام الطبيعي لاستخلاص جذور معظم المحاصيل للرطوبة من التربة في المناطق الجافة (هانسن وآخرون، ١٩٨٤). ويلاحظ أن التركيز الأكبر لمنطقة امتصاص الماء يكون في الطبقات السطحية من التربة. كما ويلاحظ أن حوالي ٤٠% من الرطوبة الممتصة تأتي من الربع العلوي من منطقة الجذور و ٣٠% من الربع الثاني و ٢٠% من الربع الثالث و ١٠% من الربع السفلي. وتختلف هذه النسب من محصول لاخر لكنها لا تخرج عن هذه النسب اكثر من ١٠% بالزيادة او النقص (SCS, USDA, 1964).

جدول رقم ٣ درجة تعمق جذور محاصيل الخضر

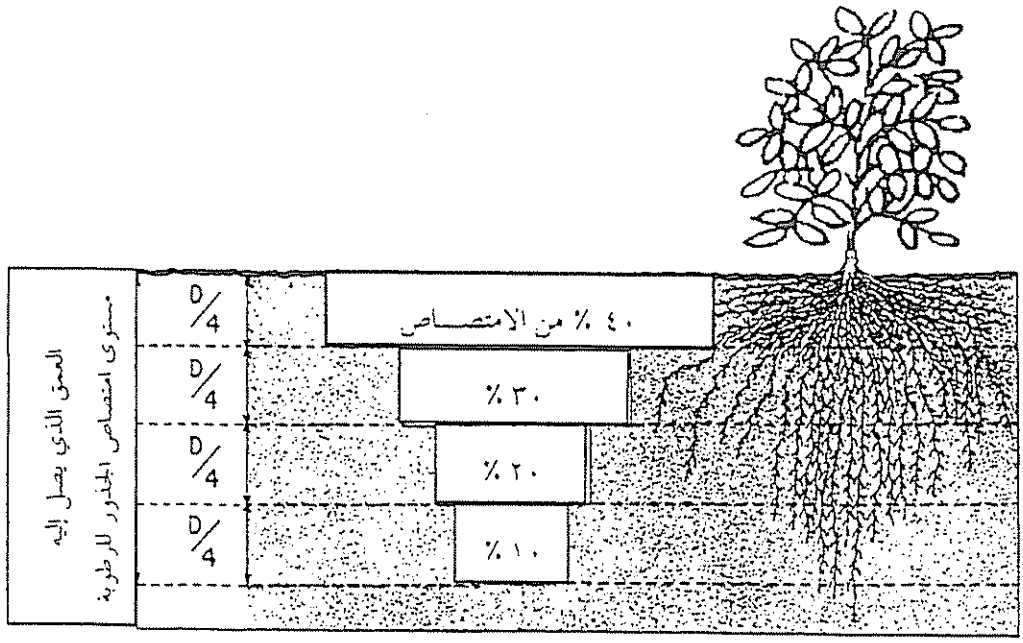
خضر سطحية الجذور (عمق جذورها أقل من ٦٠سم)	خضر ذات عمق جذري متوسط (٦٠-١٢٠ سم)	خضر عميقة الجذور (أكثر من ١٢٠ سم)
البروكولي	القاصوليا	الجزر الابيض
الكرنب	البنجر	القرع
القرنبيط (الزهرة)	الجزر	البطاطا
الكراث	الخيار	الطماطم
الثوم	الباذنجان	البطيخ
الخس	القاوون الشبكي	
البصل	البسلة	
البقدونس	الفلفل	
البطاطس	الكوسة	
الفجل	اللفت	
السبانخ		
الفراولة		

المصدر: نقل بتصرف من Lorenz, and Maynard. 1988



شكل (رقم ٣) انتشار المجموع الجذري لعدد من محاصيل الخضر في الترب المروية جيداً.

(المصدر: نقل بتصرف من SCS, USDA, 1964).



شكل (رقم ٤) النمط العام لامتصاص الجذور للرطوبة من التربة ذات القوام الجيددون وجود طبقات صلبة تعقيق نمو الجذور ووجود إمداد مناسب من الرطوبة الأرضية في منطقة الجذور.
(المصدر: نقل بتصرف من SCS, USDA,1964).

٤-٦-٣ تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها للجفاف

يوضح جدول (٤) أقل مستويات الرطوبة الأرضية التي تتحملها محاصيل الخضر والمراحل الحرجة من حياة النبات التي تتأثر كثيرا بالجفاف. كما يوضح جدول (٥) درجة تحمل محاصيل الخضر للجفاف واهم الأضرار الناتجة عنه. وبصورة عامة تعتبر محاصيل الخضر حساسة للجفاف خلال فترتين هما: فترة الحصاد وفترة ماقبل الحصاد بأسبوعين إلى ثلاثة أسابيع. ويحدد عمر النبات مدى تأثر المحصول بالجفاف.

ويـــؤدي في الغالب الري المنتظم بالكميات المناسبة من المياد إلى زيادة حجم ووزن الخضراوات مع تقليل أو منع حدوث الأضرار أو العيوب المختلفة مثل صلابة الرؤوس وضعف امتلاء الرأس أو القرون والتشققات وتعفن الطرف الزهري وتكوين ثمار غير منتظمة الشكل. وبالمقابل فإن قلة الإمدادات المائية قد تقلل من محتوى المادة الصلبة الذائبة في الشمام مثلا ومـــن محـــتوى مـــادة الكابسيين Capsaicin في الفلفل الحار خاصة إذا تزامـــنت مع فترة تكون الثمار. هذا من جهة، ومن جهة اخرى فان زيادة كمية المياه المضافة للتربة (الري الغزير) تقلل كمية وجودة المحصول.

جـــدول رقم (٤). أقل مستويات الرطوبة الأرضية والفترات الحرجة التي تحـــتاج فيهـــا محاصيل الخضر للإمداد المائي وطريقة الري المناسبة لكل محصول

المحصول	اقل رطوبة أرضية	الفترة الحرجة من عمر النبات التي تحتاج الإمداد المائي للمناسب	طريقة الري المناسبة
الباذنجان	٥٠ %	التزهير وتكوين الثمار	أ ، ب ، ج
الباميا	٤٠ %	التزهير وتكوين القرون	أ ، ج
البروكولي	٧٠ %	تكويـــن الـــرؤوس وامتلاء الرؤوس	أ ،ب، ج
البسلة	٤٠ %	التزهير وتكوين القرون	أ
البصل	٧٠ %	تكوين الأبصال وتضخمها	أ ، ب
البطاطس	٧٠ %	تكوين الدرنات وكبر حجمها	أ ، ب
البطيخ	٤٠ %	كبر حجم الثمار	أ ،ب، ج
البنجر	٢٠ %	تضخم الجذور	أ، ب
الجزر	٥٠ %	تضخم الجذور	أ، ب
الخـــس	٦٠ %	تكوين الرؤوس	أ ، ب
الخيار	٥٠ %	التزهير وتكوين الثمار	أ ، ب ، ج
الشمام	٦٠ %	التزهير وتكوين الثمار	أ، ب

تابع جدول رقم (٤) ...

المحصول	اقل رطوبة أرضية	الفترة الحرجة من عمر النبات التي تحتاج الإمداد المائي للمناسب	طريقة الري المناسبة
الفاصوليا	٥٠ %	التزهير وامتلاء القرون	أ
الفجل	٧٠ %	مستمر	أ
الفلفل	٥٠ %	التزهير وتكوين الثمار	أ ، ب ، ج
القرع	٤٠ %	تكوين الثمار	أ ، ب
القرنبيط (الزهرة)	٦٠ %	تكوين الرؤوس ، امتلاء الرؤوس	أ، ب ، ج
الكرات	٧٠ %	مستمر	أ ، ب
الكرنب	٦٠ %	تكوين الرؤوس ، وامتلاء الرؤوس	أ، ب
الكوسة	٧٠ %	بداية كبر حجم الثمار	أ ، ج
اللفت	٥٠ %	تضخم الجذور	أ، ب

الرطوبة الأرضية الميسرة هي عبارة عن نسبة الماء الأرضي المتاح بين السعة الحقلية ومعامل الذبول

طرق الري : أ الرش ، ب المدفعي ، ج التنقيط ، د الغمر .

(المصدر: نقل بتصرف من Sanders, 1997)

جـدول (٥). درجـة تحمل محاصيل الخضر للجفاف واهم الأضرار الناتجة عنه

المحصـــول	درجة التحمل للجفاف	الناتجة عن الجفاف الأضرار
الباذنجان	م	تعفـن الطـرف الزهـري وثمـار مشوهة
الباميا	ع ، م	قرون صلبة
البروكولي	ق	نكهة قوية
البسلة	ق	ضعف امتلاء القرون
البصل	ق	أحجام صغيرة للأبصال
البطاطس	م	نموات ثانوية وقشرة الدرنات
البطيخ	ع ، م	تعفن بالطرف الزهري للثمرة
البنجر	م	تشققات
الجزر	ع ، م	تشققات
الخـس	ع ، م	أوراق صلبة صغيرة
الخيار	ق	ثمار مدببة وبها تشققات
الشمام	م	تشققات
الطماطم	م	تعفـن الطـرف الزهري وتشققات بالثمار

تابع جدول رقم (٥) ...

المحصـــول	درجة التحمل للجفاف	الأضرار الناتجة عن الجفاف
الفاصوليا	م ، ق	قرون ضعيفة وامتلاء ضعيف بالبذور
الفجل	ق	جذور ليفية
الفلفل	م	قرون جافة
القرع	م	تعفن الطرف الزهري
القرنـــــــبيط (الزهرة)	ق	تكوين تجمعات زهرية صغيرة
الكرات	م ، ق	تكون أنصال ضعيفة
الكرنب	ع ، م	تشققات
الكوسة	ق	ثمار مستدقة ومشوهة
اللفت	م	جذور متخشبة

تحمل الجفاف: ع عالي ، م متوسط ، ق قليل

المصدر: نقل بتصرف من Kee et al., 1994

٤-٧ توصيات ختامية لترشيد المياه والتنمية الزراعية المستدامة

المـــاء ثروة غالية ويكلف كثيرا في سبيل الحصول عليه. لذا من المهم إعطاء الكميات المثلى من المياه في الأوقات المناسبة للحصول على افضل كفاءة استهلاك مائي ممكنة. وقد وردت العديد من التوصيات بهدف ترشـــيد استخدام المياد للأغراض الزراعية (السعد، بدون تاريخ و العمود ١٤٢٠). كما أن خطط التنمية السابقة والحالية (وزارة التخطيط، ١٤١٦، ١٤٢٠) تهدف وتؤكد على ذلك أيضاً.

ويمكن التوصية بعدد من المعاملات والتطبيقات في زراعة محاصيل الخضر. ومن هذه التوصيات مايلي:

١- تقـــليص المساحات المزروعة في حالة قلة الموارد المائية. إن قـــلة إمداد المحصول بما يكفيه من المياه يؤدي إلى تقليل الإنتاج وخفـــض الجـــودة بشـــكل كبير. وفي حال تقليص المساحة يتم التركيز على زراعة الأراضي ذات الخصوبة العالية.

٢- اختيار المحاصيل الأكثر تحملا للجفاف ولو كانت اقل إنتاجية من غيـــرها، واســـتخدام تقـــنيات الهندســـة الوراثية وتقنية زراعة الأنسجة لانتاج وإكثار محاصيل مقاومة للجفاف والملوحة.

٣- ابـــتداء الزراعة عند توفر رطوبة أرضية مناسبة. وتفيد الرية الابـــتدائية – قـــبل الزراعة – في توفير رطوبة مناسبة لتشجيع تكـــون مجمـــوع جذري جيد ومتعمق . وفي نفس الوقت يجب تجـــنب الإسراف في الري لانه يؤدي إلى استنزاف المياه وغسل العناصر المغذية والأسمدة بعيدا عن استفادة النبات.

٤- إعداد مجموع خضري جيد – تكوين نمو جيد للشتلات- حيث أن النمو السريع للبادرات وتكوين مجموع خضري متماثل يؤدي إلى الاستفادة المثلى من الرطوبة الأرضية، ويؤدي تعرض الترب الرطبة لأشعة الشمس إلى جفافها بشكل اكبر من الترب التي تغطت بمجموع خضري جيد.

٥- استخدام أغطية التربة (الورقية أو البلاستيكية) التي تساعد في رفع درجة الحرارة للتربة مما يساعد في تبكير النمو في الزراعات الربيعية المبكرة للخضر كما يساعد في توفير المياه نتيجة خفض معدلات البخر من التربة.

٦- تصميم نظام ري بالتنقيط لما يحققه من وفر في المياه، ويمكن دمج ذلك مع تغطية التربة لزيادة الفائدة. كما يمكن تصميم أي نظام ري مناسب مع التركيز على برنامج الادارة والصيانة المناسبين لكل نظام.

٧- تحسين برامج ومواعيد الري للوصول إلى الدرجة التي تمكن من إعطاء الكمية المناسبة من الماء في الوقت المناسب الذي يحتاجه فيه المحصول.

٨- المحافظة على التركيب الجيد والخصوبة المناسبة للتربة، حيث أن التركيب الجيد يسمح بنفاذية جيدة واحتفاظ عالي بالماء كما أن الخصوبة المناسبة تشجع على افضل نمو نباتي وافضل استفادة من المياه المتوفرة في التربة.

٩- الحرص على مكافحة الحشائش التي تنافس المحصول على الرطوبة الأرضية ومكافحة الآفات والأمراض المختلفة التي تقلل من النمو والإنتاجية والجودة.

١٠- مراعاة الميزة النسبية والتركيبة المحصولية بكل منطقة، وتحديد المواعيد المناسبة لزراعة كل محصول في كل منطقة وتحديد المحاصيل الملائمة لكل منطقة وذلك لتحقيق اكبر استفادة ممكنة من الظروف البيئية والموارد الأرضية وترشيد الاستهلاك المائي في الأغراض الزراعية.

١١- التوسع في الزراعات المحمية لما تتميز به من توفير في الموارد وزيادة في الإنتاج.

١٢- تكثيف دراسات تقويم الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية تحت جميع الظروف البيئية في المملكة.

٤-٨ المراجع

٤-٨-١ المراجع العربية

١. حسن، احمد عبدالمنعم. ١٩٩٨. تكنولوجيا انتاج الخضر. المكتبة الاكاديمية. القاهرة. ٧٢٥ ص.

٢. الحمودي، خالد عبد الرحمن. ١٤١٤. توليفة الإنتاج المثلى للزروع المنتجة بالبيوت المحمية: دراسة حالة الانتاج لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) بمنطقة تبوك في المملكة العربية السعودية. ص ص ٤٣-٦٣. إصدارات الندوة العلمية السعودية الأولى للزراعة في البيوت المحمية. ٢٢-٢٤ شعبان ١٤١٢هـ (٢٥-٢٧ فبراير ١٩٩٢م). كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض.

٣. الدربي، علي محمد، عادل ابو شعيشع شلبي ومرسي مصطفى مرسي. ١٩٩٧. الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل الزراعية في منطقة جازان. ملخصات الندوة السعودية الأولى للعلوم الزراعية في الفترة ٢٥-١٩٩٧/٣/٢٧.جامعة الملك سعود، كلية الزراعة بالرياض.

٤. ذيب، فوزي سعيد محمد. ١٤٢١. الاحتياجات المائية للمحاصيل. نشرة ارشادية رقم ٩٤. مركز الارشاد الزراعيز كلية الزراعة، جامعة الملك سعود بالرياض. ١٦ ص.

٥. الزيد، عبدالله عبدالرحمن. اميليو كونتانا، محمد ابراهيم ابوخيط، موسى نجيب نعنة، عصام عيسى بشور، فليح السامرائي. ١٤٠٨ هـ. الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسة في المملكة العربية السعودية. وزارة الزراعة والمياه.

٦. السعد، فيصل عبد الله. بدون تاريخ. ماء الري وانتاج المحاصيل في المملكة العربية السعودية. ٦٤ ص.

٧. السعدون، عبدالله عبدالرحمن. ١٤٢٠. تطور انتاج المحاصيل الزراعية عبر عقود التنمية بالمملكة العربية السعودية. ص ص ٣٨٩-٤٣٠. سجل الندوة الجامعية الكبرى – المحور الزراعي – المنعقدة بمناسبة مرور مائة عام على تأسيس المملكة العربية السعودية. جامعة الملك سعود. الرياض.

٨. الطرباق، عبدالعزيز سليمان. ١٤١٧. الموارد المائية والانتاج الزراعي في المملكة: الواقع والمستقبل "الموارد المائية المتاحة في المملكة العربية السعودية". ص ص ١٤٧-١٦٣. السجل العلمي للندوة السعودية الأولى للعلوم الزراعية (١٦-١٨/١١/١٤١٧ هـ). جامعة الملك سعود،كلية الزراعة بالرياض.

٩. العبدالقادر، احمد محمد، علي عبدالله الجلعود، الواثق البشير ، كاتالينو اونجينكو. ٢٠٠١. تأثير استخدام كميات مختلفة من مياه الري على انتاجية البيوت المحمية من محصولي الطماطم والخيار بالمملكة العربية السعودية: دراسة فنية واقتصادية. ص ص ٣٣٩-

٣٥٠ من سجل مؤتمر الخليج الخامس للمياه (المجلد العربي).٢٤-٢٨ مارس ٢٠٠١. الدوحة، قطر.

١٠. العمران، عبدرب الرسول موسى وعادل ابوشعيشع شلبي. ١٤١٢. حساب الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل في شرق ووسط المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود، العلوم الزراعية. ٤(١):٩٧-١١٤.

١١. العمود، احمد ابراهيم. ١٤٢٠. الترشيد الأمثل للمياه لأغراض الزراعة. نشرة ارشادية رقم ٨٨. مركز الأرشاد الزراعي، كلية الزراعة جامعة الملك سعود ٢٨ ص.

١٢. الغباري، حسين محمد. ١٤٢١. الاحتياجات المائية الكلية لبعض المحاصيل في منطقة نجران. سجل الاوراق العلمية للندوة الأولى لترشيد استخدام المياه وتنمية مصادرها. وزارة الزراعة والمياه، الرياض خلال الفترة من ٩-١٤٢١/١/١٣ (١٤-٢٠٠٠/٤/١٨). الجزء الأول ،ص ص٤٢-٥٤.

١٣. هانسن، فون أ، أ. و. اسرائيلسن، ج. أز سترنجهام. ١٩٨٤. أسس الري وعملياته. ترجمة علي عبدالحفيظ حلمي ومحمد النيازي علي حماد. دار جون وايلي وابنائة. ٣٦٨ ص.

١٤. وزارة التخطيط، ١٤١٦. خطة التنمية السادسة (١٩٩٥ - ١٩٩٩).

١٥. وزارة التخطيط، ١٤٢٠. خطة التنمية السابعة (٢٠٠٠ - ٢٠٠٤).

٨-٢ المراجع الانجليزية

1. Abdel-Aziz, M., H. and M. Saeed. 1987. Evapotranspiration crop coefficients of vegetable crops for a hot and arid climate. Arab Gulf J. Sci. Res., Agric. Biol. Sci. 5(2):157-165.

2. Kee,E., W. Cook, D. Granberry, H. Hohlt and D. Sanders. 1994. Drought advisory for vegetable production. North Carolina Cooperative Extension Service. 10p.

3. Kramer, P. J. 1983. Water relation of plants. Academic Press, Inc. Orlando. 489.

4. Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1988. Knott's Handbook for Vegetable Grower's. A Wiley-Interscience Publ., New York. 456p.

5. Mooney, H. A., W. E. Winner and E. J. Pell. 1991. Response of plants to multiple stresses. Academic Press., Inc. San Diego. 422p.

6. Sanders. D. C. 1997. Vegetable crop irrigation. North Carolina Cooperative Extension Service. 7p.

7. Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture (SCS, USDA). 1964.

National Engineering Handbook. Section 15. Irrigation. Chapter 1> Soil-Plant-Water Relationships. 72p.

٨-٣ مواقع على شبكة المعلومات العالمية

(http://www.ces.ncsu.edu/hil/hil-33-e.html)

(http://www.ces.ncsu.edu/drought/dro-13.html)

معلومات إرشادية فنية من جامعة ولاية شمال كارولينا بالولايات المتحدة الامريكية.

(http://www.actahort.org/books/537)

إصدارات المؤتمر الدولي الثالث عن ري المحاصيل البستانية.