التباين الإقليمي لإمكانية إنتاج الأعلاف في المملكة العربية السعودية*

عبدالرحمن صادق الشريف

مقدمـــة

عمدت المملكة العربية السعودية إلى انتهاج أسلوب التخطيط منذ سنة ١٣٩٠هـ، وقد استهدفت الخطط الخمسية التي اتبعتها تنمية المجتمع السعودي في المجالين الأساسيين : الاقتصادي والاجتماعي، وركزت في المجال الاقتصادي على تطوير قطاعي الزراعة والصناعة.

ولما كانت مقومات التطور الزراعي في إقليم صحراوي جاف ضعيفة وكانت تنميتها صعبة التحقيق، فإن الإصرار على تلك التنمية يحتاج إلى تضافر جهود المختصين في مجالات بحثية مختلفة، فتوجهها إلى طرق التنفيذ المثلى وتجنبها الاضطراب وتذلل لها الصعاب. لقد نشأت عدة مراكز أبحاث زراعية في مناطق مختلفة من المملكة من قبل وزارة الزراعة والمياه أو بإشرافها، أو من قبل كليات الزراعة إلا أنه لم يمض الوقت والجهد الكافيين للوصول إلى نتائج حاسمة. من هذا المنطلق فإن مساهمة الجغرافيين التطبيقيين لا سيما في المناخ الزراعي ستعزز هذا الاتجاه. وبالتالي فإن هذا البحث يهدف إلى التعرف على أثر اختلاف المناخ وظروف البيئة في مناطق

---

* نشر هذا البحث في نشرة رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، عدد ١١١، رجب ١٤٠٨هـ (مارس، ١٩٨٨م).

المملكة على إمكانية تطوير إنتاجية البرسيم والشعير كأهم محاصيل الأعلاف في المملكة وتطوير إنتاج الأعلاف هو العامل الأول في تنمية الإنتاج الحيواني.

منهجية البحث :

اعتمدت هذه الدراسة على تطبيق نموذج إحصائي مركب خاص بإنتاجية المحاصيل الزراعية والمياه التي تتطلبها في " البخر- نتح " ضمن شروط بيئية معينة، وما تحتاجه من مياه الري لتحقيق إنتاجية قياسية لكل من القمح والذرة والشعير والبطاطا والبرسيم. وقد طور هذا النموذج فريق البحوث المناخية بجامعة كاليفورنيا ـ لوس انجيلوس برئاسة الاستاذ و. ترجنج ، وطبقه في مختلف البيئات وعلى نطاق العالم خاصة البيئات الجافة وشبه الجافة، كمساهمة في مشروع الغذاء العالمي .

بني النموذج على أساس فيزيائي، يعتمد على معادلات تتعلق بقواعد تحول الطاقة إلى مادة عن طريق التركيب الضوئي والتنفس في النبات، على اعتبار أن إنتاج المحاصيل هو مظهر من مظاهر هذا التحول ، ويعبر عنه بكمية الماء الذي يصرفه النبات "بالبخر ـ نتح" للقيام بعملية التركيب الضوئي في الأوراق وتكوين الكربوهيدرايت في النبات، طبقاً لما توصلت إليه مراكز الأبحاث الزراعية وكذلك منظمة الفاو :

(Doorenbos and Pruitt 1977, Doorenbos and Kassam 1979. Terjung et al. 1983, 1984C. Burt et al. 1980, 1982, Hayes et al. 1982b).

يحسب النموذج اعتماداً على المعدلات المناخية وظروف البيئة في المحطات واعتماداً على تعديل معادلة بنمان الخاصة بنتح النبات لتتفق مع معاملات نوع المحصول ومراحل نموه، ومع مؤثرات الموقع في كل محطة،

خاصة التأثير الواحي، يحسب مقدار " البخر- نتح " ، والمتغيرات المائية الأخرى المرتبطة به كرطوبة التربة وميزانيتها في كل فترة زمنية محدودة على طول فصل نمو المحصول حتى وقت الحصاد٠

وبناء على هذه المتغيرات فإنه يحسب مقادير الكربوهايدرايت المتكون في كل فترة زمنية محدودة من فصل النمو لكل منتوج، وبالتالي مقدار المحصول الحصادي في نهاية كل موسم٠ وأحيل من يود الاطلاع على الوصف الكامل لهذا النموذج وطريقة بنائه، وإثبات صحته ، وتطبيقاته على أقاليم مختلفة الرجوع إلى :

(Burt et al., 1980, 1981; Todhunter et al. 1981; Hayes et al. 1982a, b; Terjung et al. 1983, 1984 a,b,c; El-Sharif 1986) .

وكذلك الشريف (١٩٨٦م) والشريف (١٩٨٧م).

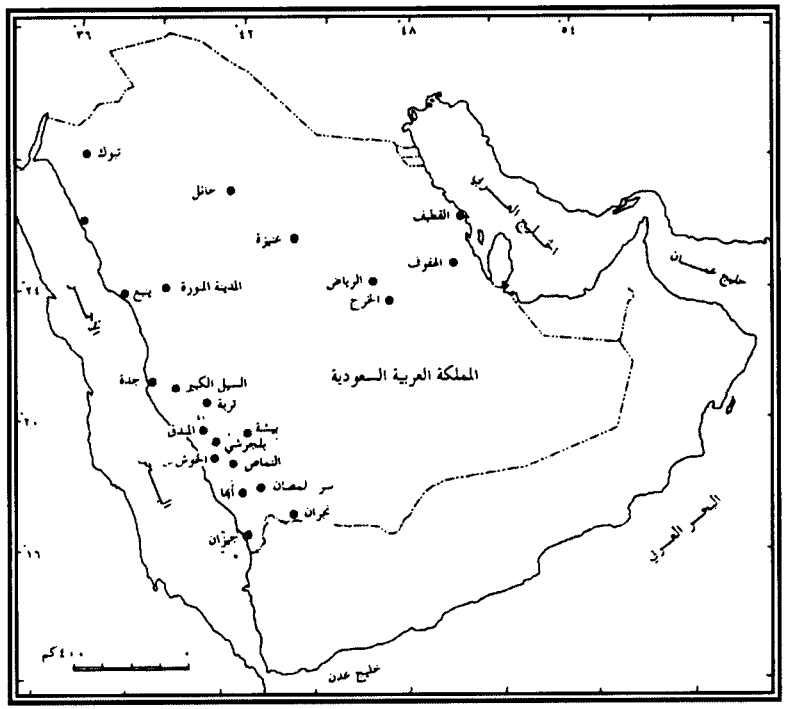
البيانات المستخدمة :

تتكون البيانات المستخدمة في هذه الدراسة من بيانات مناخية وأخرى بيئية، وتتضمن البيانات المناخية : المعدلات اليومية لكل شهر فيما يتعلق بالحرارة العظمى والدنيا، والرطوبة النسبية العظمى والدنيا، والإشعاع الشمسي، وسرعة الرياح، ومعدلات الأمطار وعدد الأيام الممطرة في كل شهر، ونسبة التغيم الشهرية، وذلك لاثنتين وعشرين محطة موزعة في المملكة، وسجلت معلوماتها مدة ١٨عاماً (١٩٦٧-١٩٨٤م)، (شكل ١)٠

وتتضمن البيانات البيئية : قوام التربة ، وملوحتها ، وكفاءة غسلها، وصفات مياه الري وأسلوب الري وكفاءة مشروع الري، ومساحة الحقل وانحدار سطحه، وعمق المياه الجوفية٠ ومن معلومات خاصة بكل محطة هي : درجتا العرض والطول والارتفاع عن مستوى سطح البحر٠ وقد

شكل رقم (١)

المملكة العربية السعودية، المحطات المناخية المستخدمة في البحث



حددت الفترة الزمنية القصيرة التي يعاد عند نهاية كل منها حساب المتغيرات بخمسة أيام، حتى ترصد التغيرات في النبات والمتغيرات المائية بشكل قريب من الواقع، بسبب الطبيعة الديناميكية لرطوبة التربة تجاه النبات. Burt et al., (1980).

تطبيق النموذج على إنتاج البرسيم والشعير في مناطق المملكة:

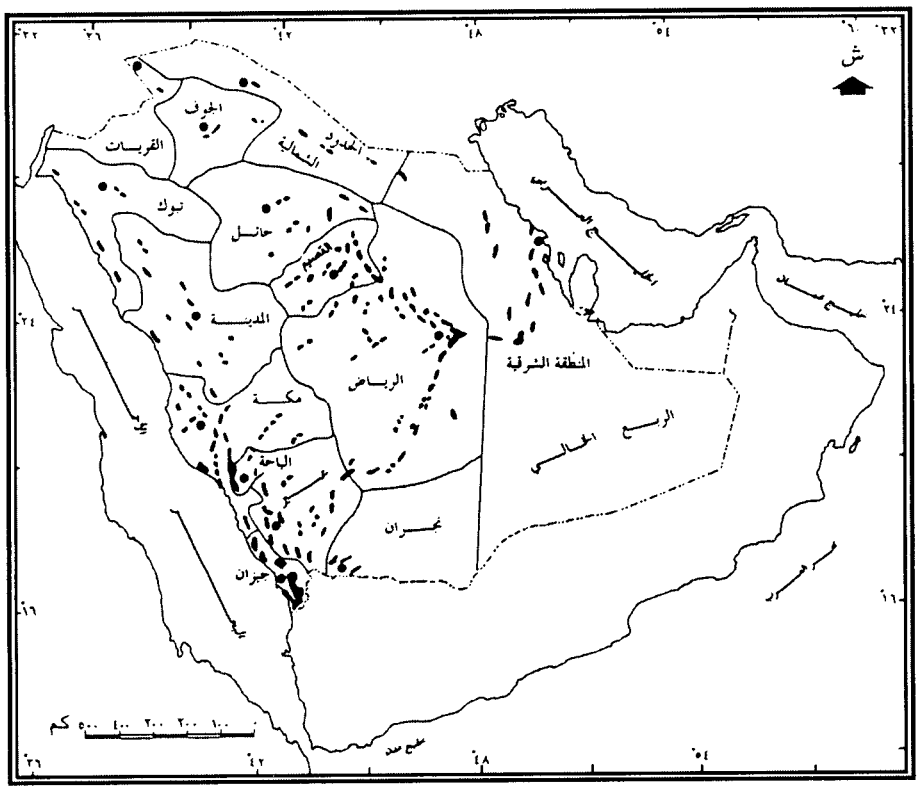
طبق النموذج وأعيد تشغيله مرات عديدة على خمسة منتوجات زراعية مهمة في المملكة العربية السعودية، هي القمح والذرة والشعير والبرسيم والبطاطا. وقد ظهرت نتائج المتغيرات المائية، واختلافات الإنتاجية المتعلقة بالقمح في مناطق المملكة في بحث سابق (الشريف ١٩٨٦م، ١٩٨٧م). وكذلك تلك المتعلقة بمحصول الذرة (El-Sharif 1986) والشريف ١٩٨٧م ب)، وسيعالج هذا البحث النتائج المترتبة من تطبيقه على منتوجي الأعلاف الخضراء والجافة الرئيسيين وهما : البرسيم الحجازي والشعير، والشكل (٢) يوضح المناطق الزراعية وتلك التي يحتمل التوسع الزراعي فيها في المملكة.

أولاً : البرسيم

البرسيم نبات عشبي معمر، يعيش في المتوسط بين ٦ - ١٠ سنوات، ولو أن إنتاجه الأعظم يكون من ٤ - ٦ سنوات، ويحتل المكان الأول بين النباتات العلفية، وينمو في ترب ومناخات مختلفة (العودات وآل الشيخ ١٩٨٤م). وتختلف سرعة نمو البرسيم من مكان إلى آخر بسبب اختلاف صفات المواقع واختلاف معدلاتها الحرارية، كما أنها تختلف في المحطة الواحدة باختلاف تاريخ بدء البذور بسبب اختلاف الحرارة. ويضبطها النموذج بحساب درجات الحرارة المتجمعة لما يزيد على الدرجة الحرجة للبرسيم

شكل رقم (٢)

المناطق الزراعية والتي يحتمل التوسع الزراعي فيها في المملكة العربية السعودية



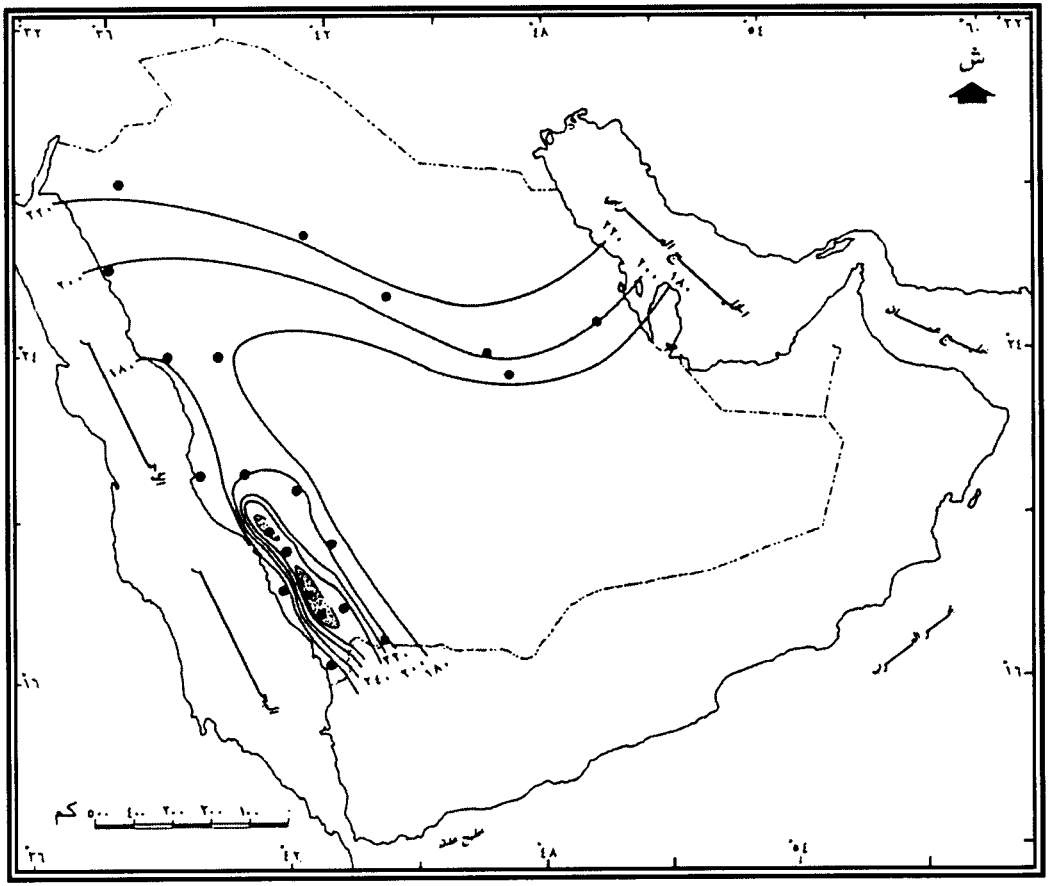
وهي +٥م (Doorenbos and Kassam 1979. p.71)، وتقسيمها على مراحل نمو محصول البرسيم الأربعة علما بأن بعضهم يقسمها إلى ثلاث مراحل (عبدالعزيز ١٩٨٦م)٠

فإذا بدأ البذر في ١٥ كانون الأول على سبيل المثال، فإن نمو البرسيم في المملكة يحتاج إلى أن يصل موعد "الحشة" الأولى ما بين ٤٠ يوماً (في جدة)، و١٢٠ يوماً (في النماص)، وإذا بدأ في أول أيار فإن الموعد يتراجع إلى ما بين ٣٠ يوماً في جدة ، و٥٠ يوماً في النماص، أعيدت التجارب في المحطات على أساس البدء في أربعة تواريخ هي : ١٥ كانون الأول ، ٣١ كانون الأول ، ٢٠ كانون الثاني، وأول أيار٠ ويستمر النمو حتى تنجز خمس حشات في كل مرة٠ وكانت النتيجة أن هذه الحشات الخمس احتاجت في المحطات الاثنين والعشرين إلى مدد مختلفة، تراوحت بين ١٨٥ يوماً (وذلك في جدة)، و٢٨٥ يوماً (في النماص) إذا بدأ البذر في كل منهما في ٣١ كانون الأول، وبين ١٥٠ يوماً و٣٠٠ يوم في المحطتين المذكورتين على التوالي إذا بدأ البذر في كل منهما في أول أيار (شكل ٣)٠

شكل رقم (٣)

طول فصل نمو محصول خمس حشات من البرسيم الذي يزرع في أواسط شهر كانون الأول في المملكة العربية السعودية

(بالأيام) – الفاصل عشرون يوماً



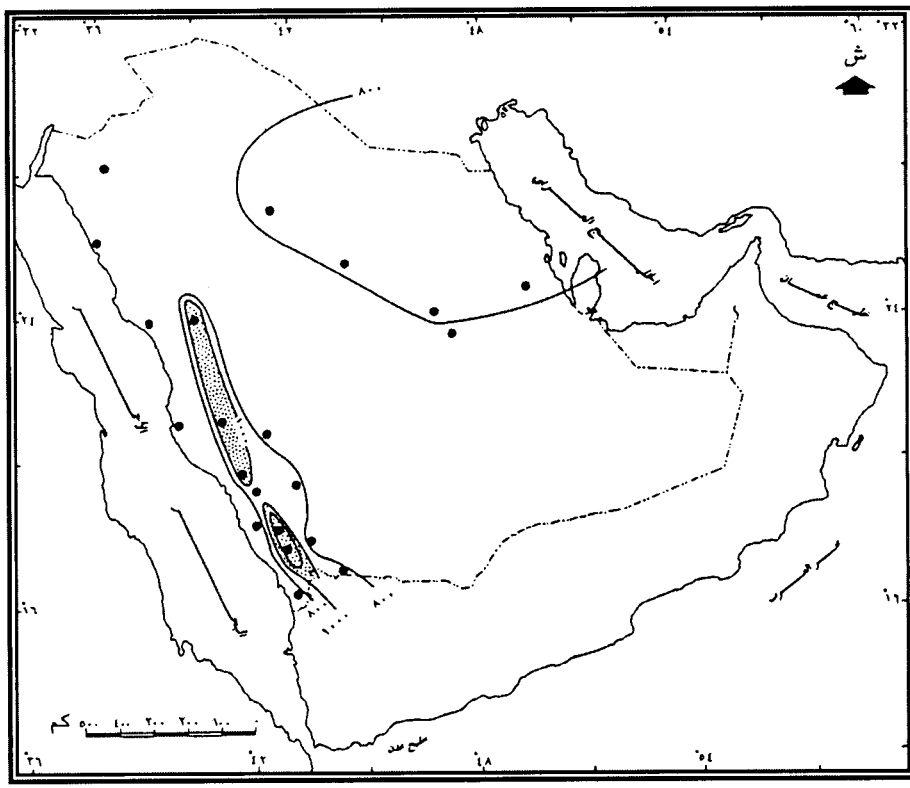
المتطلبات المائية لمحصول البرسيم :

يحسب النموذج باستعمال أسلوب قسم صيانة التربة الزراعية في الولايات المتحدة (Dastane 1974) الجزء من الأمطار الساقطة الذي يستعمل في تلبية حاجة المحصول للماء ، والذي يطلق عليه " الأمطار المؤثرة "٠ لقد تبين أن الأمطار المؤثرة منخفضة جداً وذلك بسبب ندرة الأمطار ؛ فإذا بدأ البذر في ١٥ كانون الأول فإنها تتراوح بين ٣٠-٨٠ ملم في جميع المحطات خلال فترة خمس حشات باستثناء المحطات الجبلية، التي تراوحت فيها بين (١٨٢ ـ ٢٩٧ملم)٠ ولم تساهم رطوبة التربة السابقة للبذر والتي يستفيد منها النبات كلما استطالت جذوره بشيء، إذا بدأ البذر في هذا التاريخ٠ ولكن إذا تأخر البذر إلى نهاية كانون الأول، فإن الرطوبة السابقة للبذر تساهم بكمية تتراوح بين ١١ـ٣٠ ملم فقط في المجموعة الأولى من المحطات، وبين ٥٣ ـ ١١٥ ملم في المحطات الجبلية وكذلك في محطات تهامة الواقعة إلى الغرب منها٠

وقد تباينت كميات البخر - نتح في المحطات حسب معلومات كل محطة، وتراوحت بين ٦٥٠ ملم/ هـ (وذلك في الخرج بسبب قصر فصل النمو)، و٩٥٠ ملم/ هـ (وذلك في نجران) لإنتاج خمس حشات متتالية، باستثناء محطتي النماص وأبها التي زادت في كل منهما على ١٢٠٠ملم/ هـ بسبب طول فصل النمو فيهما (شكل ٤)٠

شكل رقم (٤)

البخر نتح لمحصول خمس حشات من البرسيم الذي يزرع في كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية (بالليمترات.. فارق الخطوط ٢٠٠ملم •تظهر المناطق التي يزيد فيها البخر عن ١٠٠٠ملم منقطة



ومن الجدير بالملاحظة أن دراسات مركز البحوث الزراعية بكلية الزراعة بجامعة الملك سعود أوضحت أن كميات البخر- نتح الفعلية تحت الظروف الجافة الحارة، وهي تسيطر على معظم المحطات الداخلية، تزيد على القيم التي تصل إليها الحسابات نتيجة معادلة بنمان، حتى بعد تعديل ثوابت معادلة الإشعاع الشمسي والتعديل لمعامل الرياح (التأثير الواحي) ولمعامل النقص في ضغط بخار الماء (عبدالعزيز ١٩٨٦م)٠ وبالإجمال يمكن تمييز منطقتين محدودتين ترتفع فيهما كثيراً معدلات البخر- نتح لمحصول البرسيم هما : المنطقة الجبلية العالية وتليها المنطقة الشمالية الشرقية٠ وتزيد معدلاتها لإنتاج خمس حشات في كل منهما على ٨٠٠ ملم/ هـ ٠

ونظراً لتداخل تأثير هذه المتغيرات فقد تباينت كميات مياه الري المطلوبة وكذلك الفترة الفاصلة بين كل رية وأخرى كما يتطلبها النموذج٠ وكانت هذه الكميات تتراوح بين ٨٠٠ ملم/ هـ (في الخرج كأقل محطة) و١١٠٠ملم/ هـ (في القطيف كأكثر محطة) في المملكة باستثناء منطقتي النماص وأبها التي تطلبت كل منهما ما يزيد على ١٢٠٠ملم/ هـ لاستكمال نمو خمس الحشات المذكورة٠

تباين إنتاجية البرسيم في المملكة العربية السعودية :

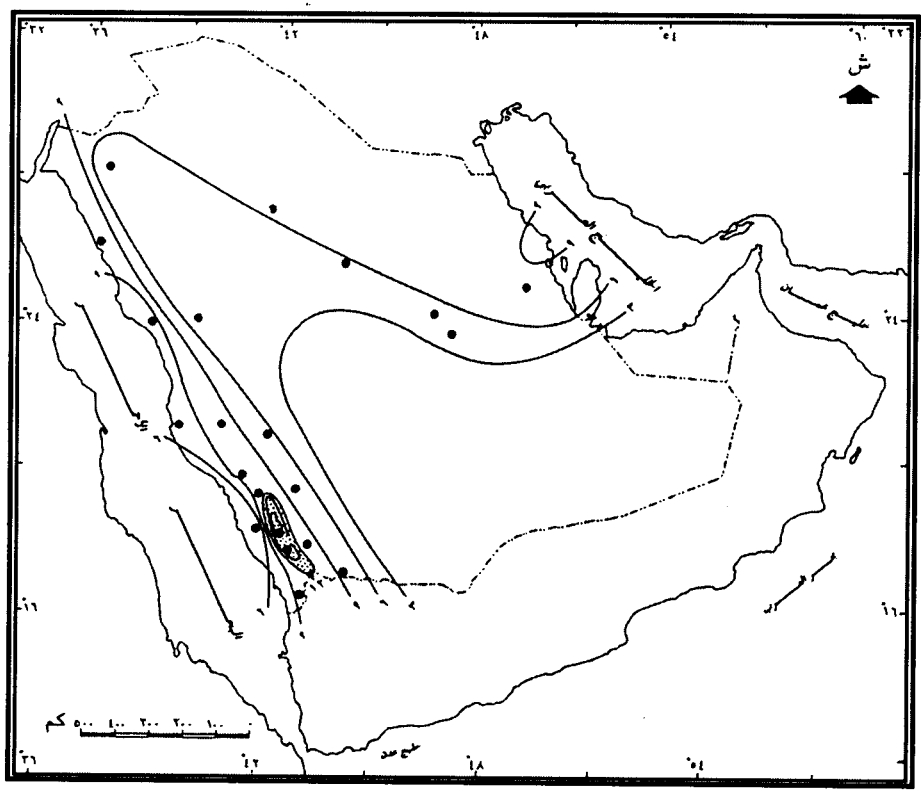
إذا توافرت شروط الري الكاملة والتسميد لزراعة البرسيم، وكانت الظروف البيئية الأخرى لا تحد من الإنتاج، فإن إنتاج الهكتار لخمس حشات متتالية من البرسيم تتباين في المحطات بسبب تباين كميات البخر- نتح والمتغيرات المائية الملازمة لزراعة المحصول٠ وكذلك فقد اختلفت في المحطة الواحدة مع اختلاف تاريخ البذر٠ وإجمالاً تبين أن شهري كانون الأول وكانون الثاني هما أنسب الأشهر التي يحصل فيها بذر البرسيم٠

لقد تحققت أفضل إنتاجية لمحصول البرسيم في محطات المناطق الجبلية، ولو أنها تباينت فيما بينها كثيراً حسب اختلاف خصائص الموقع، وتراوحت بين ٩٥٠٠ ـ ١٩٠٠٠ كغم/ هـ، إذا زرعت في أي وقت من شهري كانون الأول وكانون الثاني، وبالمقابل تحققت أقل إنتاجية لمحصول البرسيم في محطات المناطق الداخلية بالإضافة إلى محطة الخوش بتهامة، التي تعد محطة داخلية بالنسبة لاقليم تهامة٠ وقد حققت فيها أقل إنتاجية في المملكة إذ بلغت ٤٥٠٠ كغم/ هـ فقط في خمس الحشات الأولى٠ وقد تراوحت الإنتاجية في المحطات الداخلية والساحلية فيما بينهما (شكل ٥)٠

ومن مقارنة نتائج معادلات الإنتاجية المستعملة في كل من محطة الخرج التي تمثل مجموعة المحطات ذات الإنتاجية الضعيفة ومحطة أبها التي تمثل مجموعة المحطات ذات الإنتاجية العالية يتضح أثر العوامل البارامترية في تفوق إنتاجية المحطة الثانية بالمقارنة مع المحطة الأولى لمحصول الحشة الأولى من البرسيم ٠ (**Hayes et al. 1982 b; Burt et al. 1980**)

شكل رقم (٥)

إنتاجية خمس حشات من البرسيم المزروع في أواسط شهر كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية (طن/هكتار)،
فارق الخطوط = ٣ طن هـ ● تظهر المناطق التي تزيد إنتاجية خمس حشات عيها عن طن/هـ منقطة



أ ـ على الري :

(١) Ya = Ym - Ym [Ky (1-CROP5/CROP3)] kg/ha.

في الخرج : ١٣٨٥ = ١٤٠١ - ١٤٠١ [١٤٦,٠(١-٠,٩٢٠)]كجم/هـ٠

في أبها : ٤٧٢٨ = ٤٧٤٨ - ٤٧٤٨ [٠٨٦,٠(١-٠,٩٥٣)] كجم/ هـ

(٢) Ym = Yo x K x cT x cH x G x (ACROP5/ACROP3)kg/ha

في الخرج : ١٤٠١ = ٢٦٨,٧٦ X ٠,٩ X ٠,٨٥X٠ X٦٠ (٢,٥٤ ÷ ٨,٦٧) كجم/هـ ٠

في أبهـــا : ٤٧٤٨=٠٨,٩X٣٢٦,٠X٠,٣٢X٠,٨٥X٠,٧٥X٠(٤,٤٣ ÷ ٤٩,٥) كجم/ هـ ٠

ب - على الأمطار وحدها :

(١) في الخرج : صفر = ١٣٦٨ - ١٣٦٨[١,١(١-٠,٠٩٣)] كجم/ هـ٠

في أبـهـــــا : ٣٤١٥=٤٦٣٨-٤٦٣٨ [٦٩٥,٠(١-٠,٣٧٩)] كجم/ هـ٠

يتضح من نتائج المعادلة الأولى أن تأثير كل من عاملي حساسية نوع المحصول تجـاه قصـور الماء (Ky)، ونسبة النتح الواقعي إلى النتـح القياسي (CROP5/CROP3) ضمن شروط الري الكامل ضئيل في المحطتين، ولو أنهما كانا في أبها أقل مما هما في الخرج، مما نتج عنه اقتراب إنتاج الهكتار الواقعي من إنتاجه القياسي٠ إذ إن انحرافه (بلغ ١٤و١٪، -٤٢و٠٪) في الخرج وأبها على التوالي٠

أما المعادلة الثانية فتوضح أثر الاختلافات الإقليمية في إنتاجية البرسيم من خلال المتغيرات المؤثرة والواردة فيها٠ هذه المتغيرات هي : معدل إنتاج مادة الكربوهايدرايت لمنتوج قياسي (Yo) وطول موسم النمو بالأيام (G)،

والتأثير المناخي ويعبر عنه بحساب نسبة معدل النتح القياسي إلى معدل قصور ضغط بخار الماء في الجو (ACROP3/AGRADE) ، بالإضافة إلى التعديل اللازم لإيجاد نسبة الجزء الحصادي من المادة الصلبة (cH)، والتعديل اللازم بسبب الحرارة (cT)٠

وتوضح المعادلة أن التأثير المناخي هو أعظم التأثيرات المذكورة في إحداث الاختلاف في إنتاجية المناطق؛ إذ بلغت قيمتها ٢٩٣و٠ ، ٨٠٧و٠ في الخرج وأبها على التوالي٠ أي إن التفاوت بلغ ١٧٥٪ بينهما بسبب شدة الجفاف في المحطة الأولى واعتداله في الثانية٠

والمتغير الثاني المهم في زيادة الاختلافات الإقليمية هو طول فصل النمو، حيث ظهر تباين مقداره ١٥ يوماً بالنسبة للحشة الأولى وحدها، وبلغ ٧٠ يوماً للحشات الخمسة، إذ بلغ طوله فيهما : (١٨٠ ، ٢٥٠ يوماً) والمتغير الثالث المهم في زيادة الاختلافات هو معدل إنتاج مادة الكربوهايدرايت لمنتوج قياسي (بالكيلوغرام للهكتار/ يوم)٠ فقد أظهر هو الآخر اختلافات تفوقت بموجبه محطة أبها بمقدار ٢١٣٪ عنها في الخرج٠ وقد تأثر هذا المتغير بشكل خاص بالاختلاف في صافي الإشعاع الشمسي والموقع على دوائر العرض٠ وقد بقي تأثير هذه المتغيرات الثلاثة ثابتاً في حالات الاعتماد على الأمطار وحدها أو الري المنقوص أو الري الكامل٠

نقصت إنتاجية الحشة الأولى في أبها بنسبة ٢٨٪ في حالة الاعتماد على الأمطار وحدها عما هي على الري في حين كانت إنتاجية الحشة الأولى في النماص متشابهة تماماً في حالتي الاعتماد على الأمطار وحدها أو على الري، رغم أنها احتاجت في الحالة الثانية إلى رية واحدة حصلت بعد ٧٥ يوماً من البذر، ثم أخذت الإنتاجية تتناقص شيئاً فشيئاً في الحشات التالية

إذا استمر الاعتماد على الأمطار، حتى بلغت نسبة إنتاجية الحشات الخمس على الأمطار ٨٢٪ مما لو كانت على الري، وهي أعلى نسبة وكذلك أعلى كمية تحققت في محطات المملكة، ذلك لأن عامل حساسية نوع المحصول تجاه قصور الماء في مراحل نموه كان ضئيلاً جداً في النماص.

لقد نجحت زراعة البرسيم اعتماداً على الأمطار وحدها نجاحاً متفاوتاً في محطات الجنوب الغربي (الجبال وتهامة)، أما في المحطات الأخرى، فقد أدى تأثير المتغيرين : (١) نسبة النتح الواقعي إلى النتح القياسي والذي تتأثر به نسبة الإنتاج الواقع إلى الإنتاج القياسي، وكانت ٠٩٣ر٠، ٣٧٩ر٠ في الخرج وأبها على التوالي، (٢) تأثير عامل حساسية نوع المحصول تجاه قصور الماء خلال مراحل النمو المختلفة، (وكانت ١٠٠و١، ٦٩٥و٠ في الخرج وأبها)، على التوالي؛ أدى إلى فشل إنتاج البرسيم فيها إذا زرع في الربيع أو الصيف أو أوائل الشتاء، وتبين فشله في بعض المحطات ونجاحه لمدة حشة واحدة أو حشتين في عدد من المحطات الأخرى إذا بذر في آخر كانون الأول فقط، تلك المحطات هي : تبوك وجدة والسيل الكبير وعنيزة وحائل والهفوف والقطيف وبيشه.

ويوضح الشكل (٥) التوزيع الإقليمي للمنتوج الحصادي لخمس حشات من البرسيم في محطات المملكة باتباع نظام الري الكامل والتسميد مع اختلاف شروط البيئة الأخرى، ولكن بحيث لا تحد من الإنتاج. ويظهر من الشكل أن أعظم إنتاجية للبرسيم تتحقق في إقليم الجبال المرتفعة والتي تمتد فيما بين الحدود مع اليمن حتى منطقة السيل الكبير في شمال الطائف، وقد اقتربت الإنتاجية في جميع هذه المنطقة من ٩٥٠٠كغم/ هـ، وكانت أفضلها المنطقة الممتدة من النماص إلى أبها، حيث زادت فيها على

١٥٠٠٠ كغم/ هـ٠ علماً بأن تحقيق هذه الإنتاجية العالية يتطلب بقاء المحصول مدة تبلغ بين ٢٥٠-٣٠٠ يوماً في حين أنها تتطلب في المحطات الحارة ١٤٠ أو ١٥٠ يوماً٠

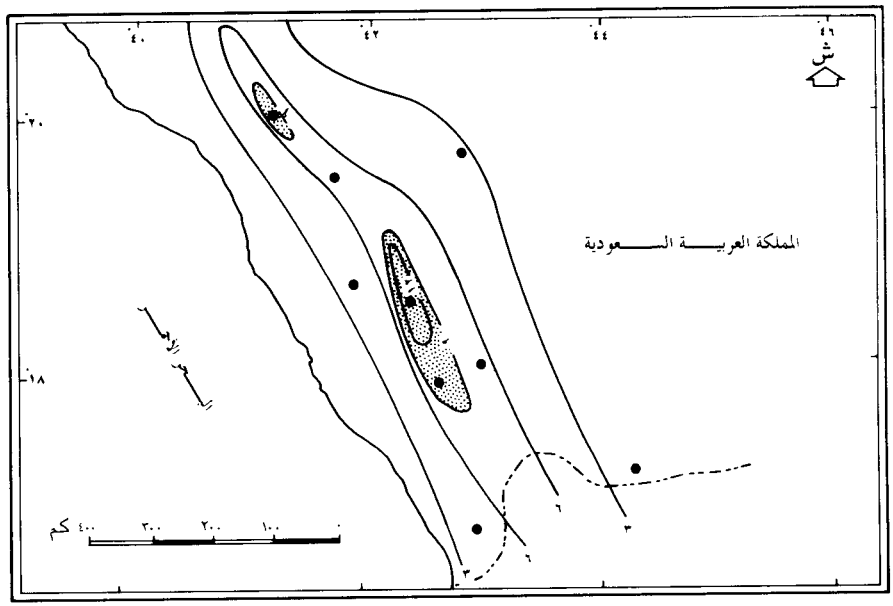
وفي حين تتناقص الإنتاجية خارج هذه المنطقة في الإقليم الجبلي، إلا أن التناقص يكون أشد وأسرع بالاتجاه الداخلي أو باتجاه تهامة، وقد بلغت الإنتاجية في المحطات الداخلية بين ٥٠٠٠-٦٠٠٠ كغم/ هـ، تليها محطات الهضاب الجنوبية الغربية وتراوحت فيها بين ٦٠٠٠-٧٠٠٠ كغم/ هـ، ثم محطات السهول الساحلية في شرق المملكة وغربها وشمالها الغربي، وتراوحت فيها بين ٨٠٠٠-١٠٠٠٠ كغم/ هـ٠

ويوضح الشكل (٦) توزيع المنتوج الحصادي لخمس حشات من البرسيم بالاعتماد على الأمطار وحدها في منطقة الجنوب الغربي من المملكة، بسبب فشل المنتوج في باقي المناطق إذا بذر في أواسط كانون الأول٠ ومن الشكل يتضح أن توزيع الإنتاجية يسير على نفسه نمط التوزيع فيما لو كان على الري ولكن مع نقص في الكمية بالنسب التالية :
١٤٪، ١١٪، ١٨٪، ٣٤٪، ٢٧٪، ٣٤٪، ٤٢٪ في كل من المندق وبلجرشي والنماص وأبها وسر اللعصان والخوش وأبو عريش على التوالي عما كانت عليه في حالة الاعتماد على الري٠ وبذلك تبرز منطقة النماص كأفضل منطقة تحقق ارتفاعاً في الإنتاجية على الأمطار (١٥ر٥٠٠ كغم/ هـ) بحيث تفوق الإنتاجية على الري في المناطق الأخرى حتى الجبلية منها٠

شكل رقم (٦)

إنتاجية خمس حشات من البرسيم المزروع في أواسط شهر كانون الأول في المملكة العربية السعودية (طن/هكتار)

● فارق الخطوط = ٣طن/هـ تظهر المناطق التي يزيد فيها الإنتاجية عن ٩طن/هـ منقطة



الأثر المناخي على اختلاف الإنتاجية :

تعد الخصائص المناخية أهم المؤثرات في اختلاف إنتاجية البرسيم، ويمكن قياس ذلك باستعمال صيغة " أثر الجفاف " ومقارنته فيما بين المناطق، والتي هي نسبة معدل النتح القياسي إلى معدل قصور ضغط بخار الماء في الهواء (**Terjung et al. 1984 a.b.c.**) والشكل (٧) يوضح هذه النسبة كما حسبها النموذج في محطات المملكة وبمقارنة هذا الشكل بالشكل (٥) الذي يوضح توزيع الإنتاجية في المملكة، نجد توافقاً كبيراً بين الشكلين مما يدل على عمق أثر هذه النسبة على الإنتاجية، وقد برزت في الشكل منطقة النماص - أبها، كأعلى منطقة في هذا المجال حيث تزيد النسبة فيها على ٠ر٦٥ في حين أنها تهبط إلى (٠ر٢٥ - ٠ر٣٥) في جميع المحطات الداخلية ومحطات الساحل الغربي، وقد بلغت بين (٠ر٤٠ - ٠ر٥٠) في سهول المنطقة الشرقية وبعض المحطات الجبلية٠

كفاءة استخدام الماء :

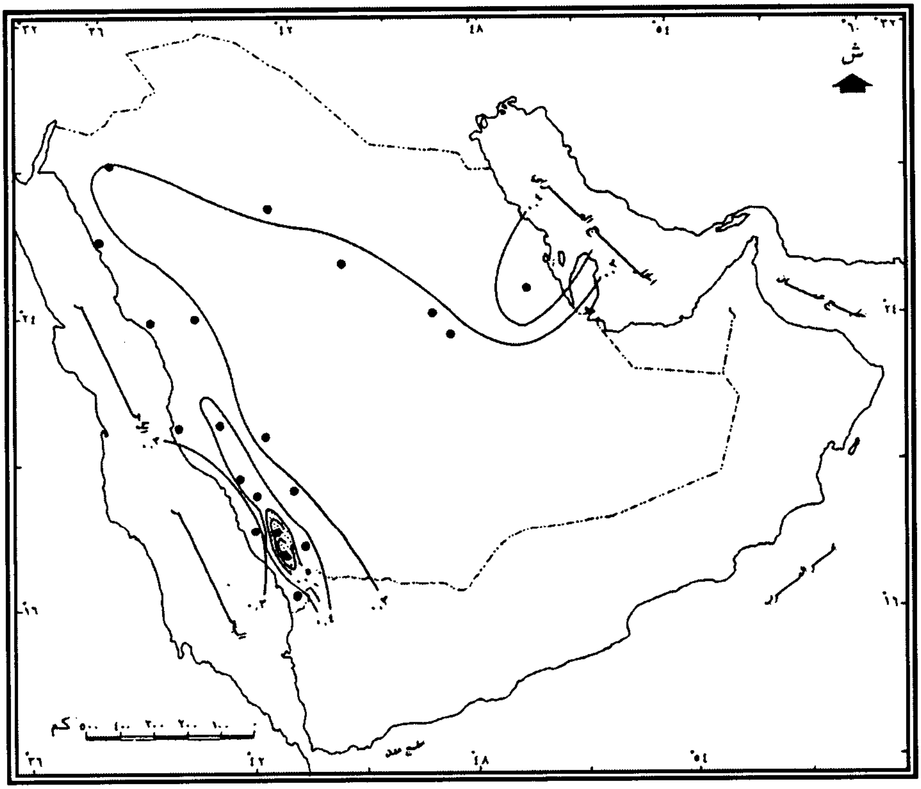
وكما ينعكس الأثر المناخي في اختلاف الإنتاجية، فإنه يؤثر في تباين كمية الماء التي يحتاجها المحصول ليستخدمها في تكوين أنسجة النبات والماء المنصرف بالتبخر، سواء من النبات أو من التربة الملاصقة له، والذي يعبر عنها جميعا " بالبخر- نتح "٠ من المعروف أن كميات أخرى من المياه تضيع في قنوات الري والبرك ومن الحقول المروية بالتسرب والتبخر يصل مقدارها في أكثر الأحيان إلى ما يعادل الكمية سابقة الذكر، أي البخر- نتح، غير أننا سنهمل هذا الجانب في هذه الدراسة٠

ويقصد بتعبير كفاءة استخدام الماء، حساب كمية الإنتاج المحصولي بالكيلوغرام الناتجة عن استعمال وحدة من ماء البخر- نتح (بالمتر المكعب)

شكل رقم (٧)

تأثير الجفاف على انتاجية خمس حشات من البرسيم المزروع في أواسط شهر كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية

فارق الخطوط = ٠.١ ● تظهر المناطق التي تزيد فيها عن ٠.٥ منقطة



وإهمال الجزء الضائع بالتسرب والتبخر من الأسطح المائية والقنوات وذلك باستعمال المعادلة :

ك س = ج + (نتح ٥X١٠) ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كغم/ م٣٠

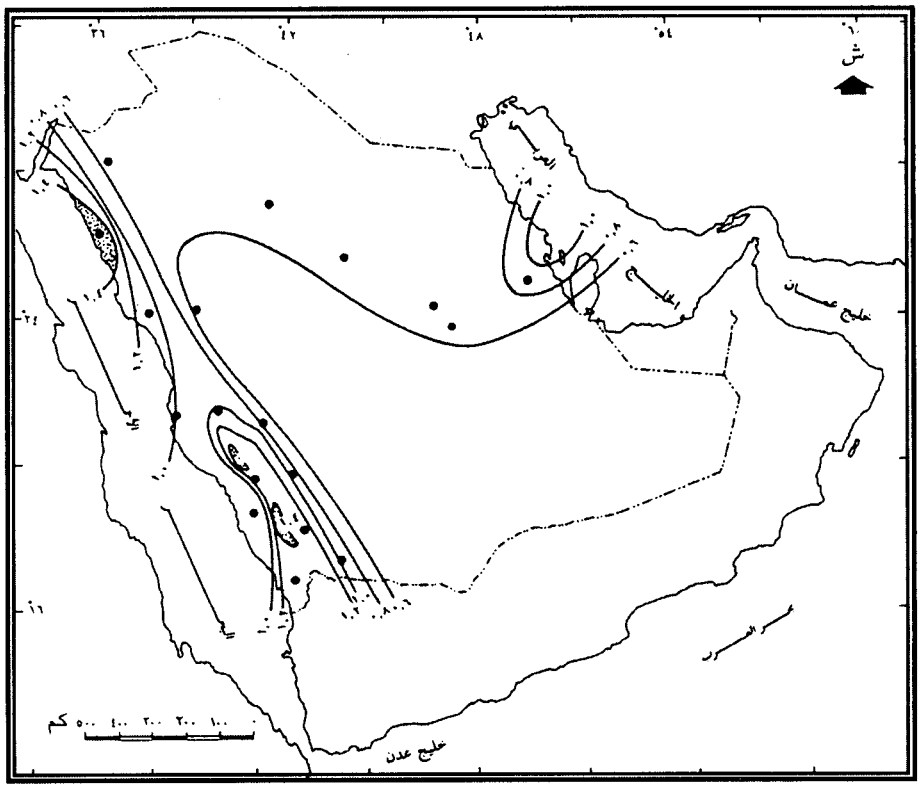
حيث إن ك س هي كفاءة استخدام الماء، وأن (ج) هي الإنتاج الواقعي٠ وقد ضرب شطر المعادلة في ١٠ لتحويل البخر- نتح من وحدة ارتفاع (ملم) لكل وحدة مساحة (هكتار) إلى وحدة حجم (أي متر٣)٠

ويشير الشكل رقم (٨) الذي رسم بناء على مخرجات النموذج أن كفاءة استخدام الماء منخفضة جداً، وهذا شيء طبيعي في المناطق الصحراوية الجافة، حيث يستخدم المحصول كمية من مياه البخر- نتح تفوق كثيراً الكمية التي يستخدمها في الأقاليم المعتدلة، ووجدت أعلى قيم الكفاءة في المناطق الجبلية العالية، حيث تزيد على ٤و١ كغم/ م٣ من ماء البخر- نتح المستعملة في الحقل في مجموع خمس الحشات الأولى٠ وسجلت أقل القيم في المناطق الداخلية حيث تراوحت بين ٦و٠ - ٧و٠ كغم/ م٣ ، وكانت القيم في المحطات الساحلية متوسطة وتراوحت بين ١ - ٢و١ كغم/ م٣٠

شكل رقم (٨)

كفاءة استخدام الماء لمحصول خمس حشات من البرسيم المزروع على الري في المملكة العربية السعودية

إك س = ج ÷ (نتح ٥×١٠)، لفارق الخطوط ٠,٢ كجم/م٣ ● تظهر المناطق التي تزيد فيها عن ١,٤ منقطة



وفي المناطق التي تنجح فيها زراعة البرسيم على الأمطار وحدها ترتفع كفاءة استخدام الماء بطبيعة الحال، بسبب انخفاض مقادير البخر- نتح بما يفوق انخفاض نسبة الإنتاجية في تلك المحطات٠ والشكل (٩) يوضح توزيع كفاءة استخدام الماء لمحصول البرسيم في حالة الاعتماد على الأمطار وحدها في إقليم جنوب غرب المملكة، ومنه يتبين أن المناطق الجبلية العالية تزيد فيها هذه القيمة على ٥ر٢ ، وتزيد في النماص على ٠ر٣ كغم/ م٣٠

كفاءة الانتفاع بالماء :

إذا حسبنا كمية الإنتاج المحصولي بالكيلوغرام الناتجة عن استهلاك وحدة من الماء المستعمل خلال الموسم الزراعي لإنتاج خمس حشات بدل استعمال وحدة من ماء البخر ـ نتح، وذلك من حساب مجموع ماء الري والأمطار المؤثرة ومخزون ماء التربة السابق لعملية البذر والتي يستفيد النبات منها بفعل استطالة جذوره في التربة، فنحصل على صيغة جديدة يمكن أن يعبر عنها بكفاءة الانتفاع بالماء للإنتاج المحصولي، وتحسب من المعادلة التالية :

ك ن = ج ÷ (ر+م +ت) x ١٠ كغم/ م٣

حيث إن ك ن هي كفاءة الانتفاع بالماء ٠

ر = مجموع ماء الريات اللازمة خلال الموسم الزراعي

م = مجموع الأمطار المؤثرة خلال الموسم الزراعي ٠

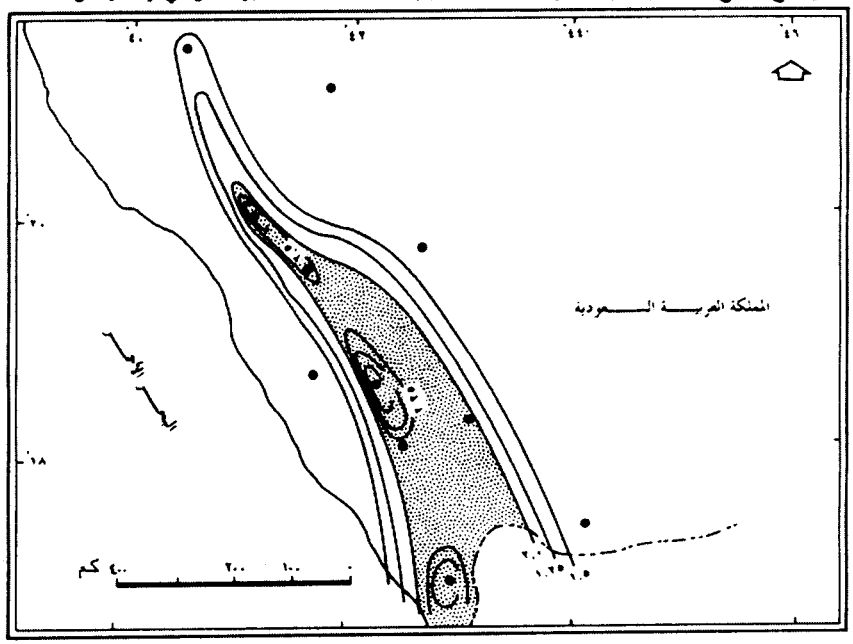
ت = رطوبة التربة السابقة لعملية البذر ٠

قد ضرب شطر المعادلة في ١٠ للسبب نفسه السابق الذكر٠

شكل رقم (٩)

كفاءة استخدام الماء لمحصول البرسيم المزروع في شهر كانون الأول على الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية

|ك س = ح ÷ (نتح ×١٠٥)| ، فارق الخطوط = ٠,٢٥ كجم/م٣ ● تظهر المناطق التي تزيد فيها عن ٢ منفطة



والشكل (١٠) يوضح أن كفاءة الانتفاع بالماء في المملكة منخفض جداً، أيضاً، وأنها تتباين تبايناً كبيراً فيما بين المحطات حيث برزت المناطق الجبلية المرتفعة في مقدمة المناطق في ارتفاع هذه القيمة، إذ إنها تزيد فيها على ٠ر١كغم/ م٣، وتصل إلى ٣ر١كغم/ م٣ في النماص، يليها منطقة السهل الساحلي الغربي (٨ر٠-٠ر١) كغم/ م٣، فالسهل الساحلي الشرقي (٦ر٠-٨ر٠) كغم/ م٣، ثم المحطات الداخلية الأخرى التي تقل فيها عن ٨ر٠كغم/ م٣٠

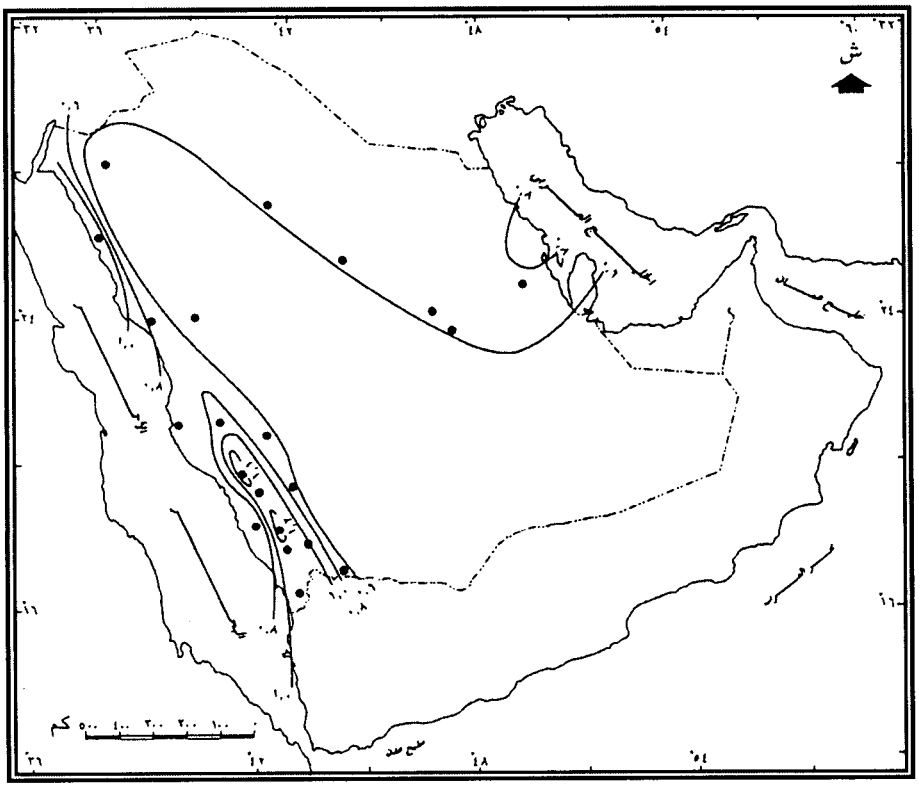
ترتفع هذه القيم كثيراً في حالة الاعتماد على الأمطار وحدها بسبب حذف تأثير مياه الري ، وبالتالي حسب تأثير الأمطار المؤثرة ورطوبة التربة السابقة وحدهما٠ وتزيد هذه القيمة في منطقة جنوب غرب المملكة وهي التي تنجح زراعة البرسيم فيها على الأمطار على ٠ر٣كغم/ م٣ من مياه الأمطار وتصل إلى ٥ كغم/ م٣ في بعض المناطق مثل بلجرشي وأبو عريش٠

شكل رقم (١٠)

كفاءة الانتفاع بالماء لمحصول خمس حشات من البرسيم المزروع في شهر كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية

$$\text{ك ن} = \left[\frac{\text{ح}}{(\text{ر} + \text{م} + \text{ت}) \times ١٠} \right]$$

● فارق الخطوط = ٠,٢ كجم/م٣



ثانياً - الشعير:

الشعير من أقدم المحاصيل التي زرعها الإنسان، ومن أكثر النباتات العشبية الحولية تحمّلاً للصقيع والجفاف والملوحة، ويستوطن المناطق المعتدلة وهو من نباتات الغذاء والأعلاف (العودات ١٩٨٤م)، ويزرع في المملكة العربية السعودية في فصل الشتاء في المناطق التي يزرع فيها القمح لاستعماله كعلف، خاصة العلف الأخضر، حيث لا ينتظر المزارعون في أغلب المناطق لا سيما الداخلية والساحلية - حتى يحين وقت حصاد الحبوب بسبب ضعف إنتاجيته ورخص سعره. وقد ارتفع ما تستورده المملكة من حبوب الشعير خلال الفترة الأخيرة ارتفاعاً كبيراً بسبب التوسع في إنشاء مزارع تربية الحيوان والدواجن، حتى بلغ ٢٨٤٨٩٣٨ طناً، بلغت قيمتها ١٣٤٥ مليون ريالاً في سنة ١٩٨٥م (نشرة إحصائيات التجارة الخارجية لعام ١٩٨٥م)، الأمر الذي يدعو إلى الاهتمام بزراعة الشعير محلياً لأهميته كعلف ولتخفيض قيم المستورد منه. ومن هذا المنطلق وتوفيراً للجهد والوقت والأموال التي تصرف على إجراء التجارب الزراعية الحقلية للتحقيق في أفضل المناطق لزراعته وأنسب الأوقات لبدء زرعه في كل منطقة، والتأكد من العوامل والظروف الأخرى المؤثرة- في زراعته، أمكن تطبيق نموذج إنتاجية المحاصيل الزراعية المشار إليه في أول هذا البحث للوصول إلى مثل هذه النتائج بدقة وسرعة.

أعيد إجراء نموذج إنتاجية المحاصيل على محصول الشعير في أربعة تواريخ مختلفة هي : ١١ كانون الأول، ٣١ كانون الأول، ٣١ كانون الثاني، و٣ شباط. وقد صمم النموذج على أساس أنه إذا كانت ظروف الحرارة ملائمة، فإنه يبادر إلى حساب المتغيرات المائية

والإنتاجية لموسم جديد فور انتهاء الموسم الأول، مع إعطاء مدة خمسة أيام كفاصل بين موسم وآخر، ويستمر ذلك حتى انتهاء عام كامل (Hayes et al. 1982 b; Burt et al. 1980).

ونظراً لقصر طول فصل نمو الشعير بشكل عام فإن معظم محطات المملكة سجلت أربعة مواسم متتالية (في ١٤ محطة)، في الوقت الذي سجلت فيه تربة وبيشه ونجران ثلاثة مواسم، وسجلت المحطات الجبلية وهي المندق وبلجرشي والنماص وأبها وسر اللعصان موسمين فقط.

ولذلك فقد تجمع عندنا نحو ٧٥ تجربة. ولما تكرر بدء البذر في أربعة تواريخ، يكون قد تجمع نحو ٣٠٠ تجربة لإنتاج الشعير، تبدأ بالنسبة لكل محطة في تواريخ مختلفة. ومع أن المنتوج الحصادي كان متفاوتاً في المحطات فإنه قد تفاوت في المحطة الواحدة إذا تغير وقت البذر، وكانت النتيجة العامة أن المنتوج الأول - المنتوج الشتوي - هو المنتوج الرئيسي الأهم في جميع المحطات. وتتراجع الإنتاجية إلى درجة الفشل التام في المواسم التالية ما عدا محطات المنطقة الجبلية التي تم فيها موسمان ناجحان، ولو أن نجاح الموسم الثاني يقل عن نجاح الموسم الأول.

لقد تبين أن أفضل الأوقات لزراعة الشعير في المملكة العربية السعودية هو النصف الأول من شهر كانون الأول بالنسبة لمعظم المحطات، وفي آخره بالنسبة لمحطات السهل الساحلي الغربي ومحطات الهضاب المرتفعة، وفي كانون الثاني حتى آخره بالنسبة للمحطات الجبلية، ويفشل فشلاً تاماً في جميع المحطات باستثناء المحطات الجبلية إذا تأخر البذر إلى أول شهر شباط (حسب مخرجات النموذج).

يختلف طول فصل النمو باختلاف موقع وظروف المحطات ويختلف في المحطة الواحدة باختلاف موعد البذر بسبب اختلاف المعدلات الحرارية وقد كان تأثير عامل الحرارة المتجمعة لما يزيد على الدرجة الحرجة لنمو الشعير (وهي ٤ر٤مْ) كبيراً في تحديد مراحل نموه وفي طوله (Terjung et al. 1984 c) . ولذلك فقد تفاوت طول موسم الشعير في مناطق المملكة بين ٨٥ يوماً (في جدة) و١٩٥ يوماً (في النماص) إذا بذر في أوائل أو أواخر شهر كانون الأول. ويتناقص طول فصل النمو في جميع المناطق إذا تأخر البذر عن ذلك الوقت (شكل١١).

"البخر- نتح" والمتطلبات المائية لمحصول الشعير :

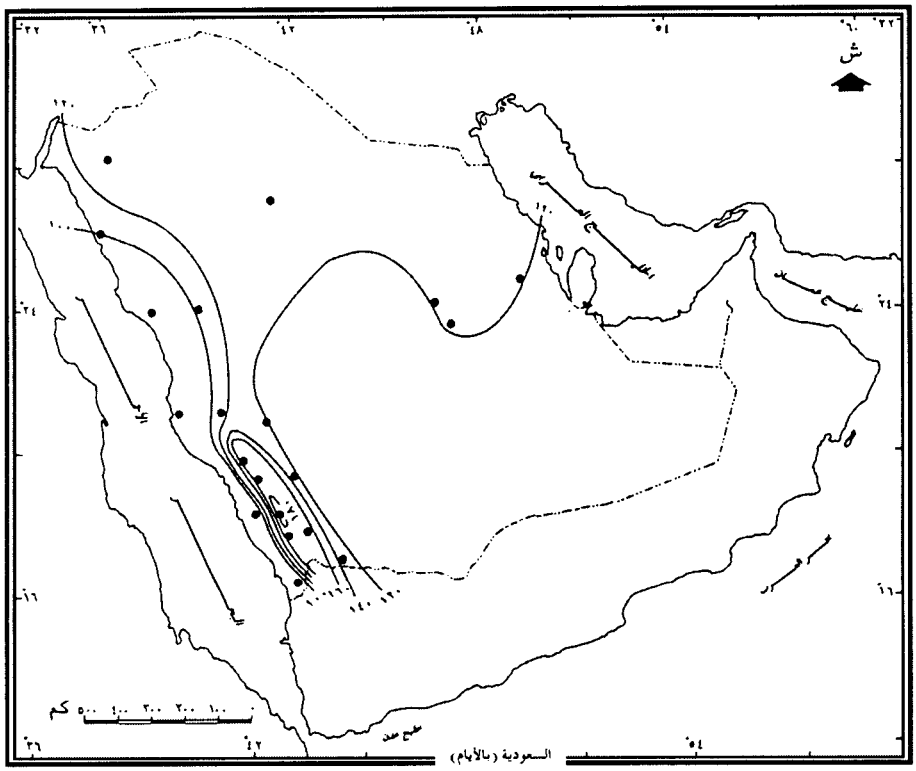
نظرا لأن المعدلات الشهرية للأمطار خلال فترة نمو محصول الشعير قليلة جداً باستثناء بعض المحطات الجبلية فإن " الأمطار المؤثرة " وهي الجزء الذي يستفيد منه المحصول كانت قليلة جداً في جميع المحطات غير الجبلية. وقد تراوحت بين ٢٩ ملم (في ينبع) و٦٨ ملم (في بيشة) بالنسبة للمحصول الأول والذي بذر في كانون الأول في جميع المحطات الداخلية والساحلية، وبين ١٦٠ملم (في بلجرشي)، ٢٨٢ملم (في النماص) في المحطات الجبلية.

كما أن مساهمة رطوبة التربة السابقة لعملية البذر، والتي يستفيد منها النبات كلما طالت جذوره كانت قليلة جداً كذلك، وقد تراوحت بين ٩ ملم (في الخرج) ، و٤٦ ملم (في نجران) بالنسبة لمحطات القسم الأول، وبين ٤٦ ملم (في أبها) و ٦٩ ملم (في النماص) بالنسبة لمحطات القسم الثاني.

شكل رقم (١١)

طول فصل نمو محصول الشعير الذي يزرع في أواسط شهر كانون الأول في المملكة العربية السعودية (بالأيام)

● فاصل الخطوط = عشرون يوما



وتفسر قلة هذه الموارد المائية فشل عملية إنتاج الشعير بالاعتماد على الأمطار وحدها في جميع المحطات الداخلية والساحلية ، ونجاحها فقط في محطات المناطق الجبلية وتهامة عسير، ولو أن نسبة نجاح المحصول في المحطات الأخيرة يقل عما لو كان مزروعاً على نظام الري الكامل٠

لقد تباينت كميات البخر- نتح التي يصرفها المحصول الأول من الشعير حسب معطيات كل محطة ، وتراوحت بين ٣٣٥ ملم/ هـ (في الوجه كأقل محطة) و٤٤٥ ملم/ هـ (في حائل) بالنسبة للمنطقتين الساحلية والداخلية بسبب قصر النمو وارتفاع نسبة الرطوبة في المحطة الأولى ، وتراوحت بين ٥٤٦ ملم/ هـ (في بيشة) و٨٣٣ ملم/ هـ (في النماص) بالنسبة للمنطقتين الهضابية والجبلية بسبب طول فصل النمو في الثانية (شكل ١٢)٠

وقد تعددت وتداخلت المتغيرات المؤثرة في تقرير حاجة المحصول إلى الماء، وبالتالي تباينت كميات الري المطلوبة لمحصول الشعير، وكذلك الفترة الفاصلة بين كل رية وأخرى كما يقتضيها النموذج٠ وكانت أقلها في محطات السهل الساحلي وتهامة (٣٠٠ ملم/ هـ وفي الخوش ٣١٠ملم/ هـ في الهفوف و٣٣٥ ملم/ هـ (في ينبع)، يليها المحطات الداخلية والهضابية فالجبلية (٤٠٢/ هـ ملم (في الخرج)، ٤٩٦ ملم/ هـ (في نجران) و ٥٧٥ ملم/ هـ (في النماص) إذا تم البذر في كانون الأول٠

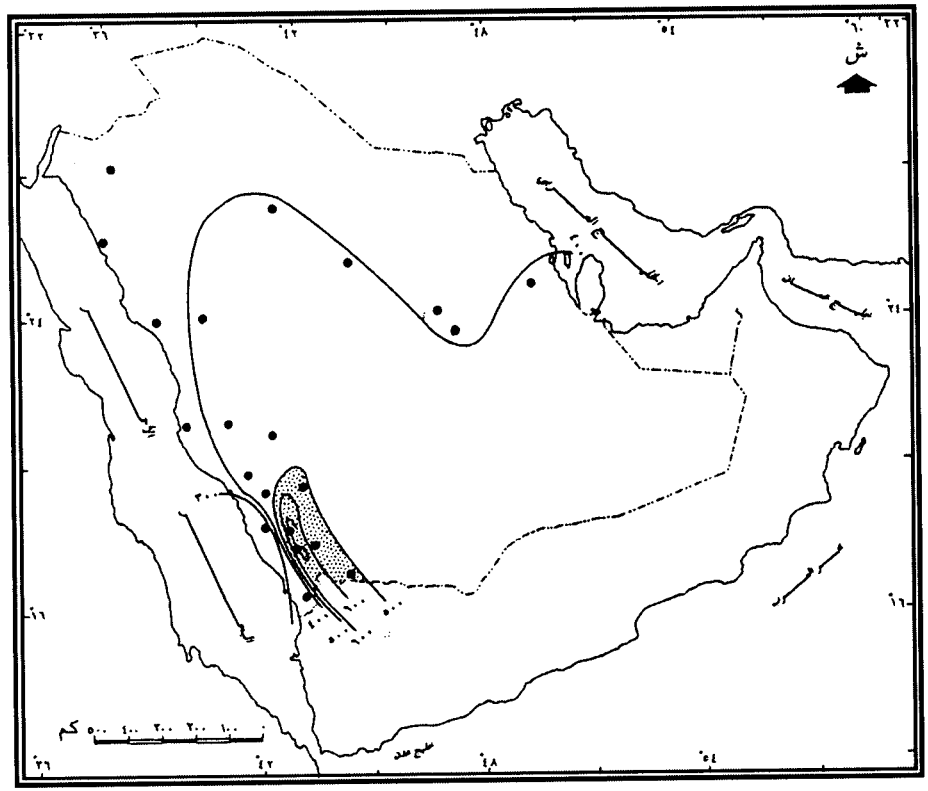
تباين إنتاجية الشعير في المملكة :

ومثلما كان الوضع بالنسبة للبرسيم فإن إنتاج الهكتار للموسم الزراعي الأول من الشعير الذي يزرع في شهر كانون الأول يتباين بين المحطات نظراً لتباين مقادير البخر نتح والمتغيرات المائية والبيئية الأخرى

شكل رقم (١٢)

البخر نتح لمحصول الشعير الذي يبذر في أواسط شهر كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية (بالمليمترات)

فارق الخطوط = ١٠٠ملم ● تظهر المناطق التي يزيد فيها البخر نتح عن ٥٠٠ملم منقطة.



فيها٠ وتزيد الإنتاجية في المحطات التي تصرف كميات أكبر من مقادير " البخر ـ نتح " وهي المحطات الأكثر اعتدالاً في معدلات درجات الحرارة، والتي يمتد فيها فصل النمو إلى مدد أطول، أي المحطات الجبلية٠

فإذا توافرت لمحصول الشعير شروط الإنتاج القياسية من الري والتسميد وغيرها، فإن إنتاجية المحصول تبلغ في المناطق الجبلية نحو ثلاثة أمثالها في المناطق الأخرى على وجه التقريب٠ وزيادة على ذلك فإن محطات السهل الساحلي الغربي تنخفض فيه الإنتاجية إلى درجة تصبح عندها زراعة الشعير غير اقتصادية خاصة في الجنوب مثل الخوش٠ وقد تراوحت إنتاجية الشعير حسب ظروف المحطات بين ٤٨٥٣ كغم/ هـ في النماص و١٩٨٢ كغم/ هـ في القطيف، ١٢٩٨ كغم/ هـ في الخرج، ٩٦٧ كغم/ هـ في المدينة و٤٠١ كغم/ هـ في الخوش. ومن نتائج معدلات الإنتاجية المستعملة في محطات : الخرج وأبها والخوش نستطيع مقارنة أثر العوامل البارامترية على اختلاف إنتاجية المحطات الثلاث التي تمثل المناطق الداخلية والجبلية وتهامة وعسير على الترتيب بالنسبة للمحصول الأول الذي بذر في ١١ كانون الأول إذا اتبع نظام الري الكامل والتسميد (Burt et al.1980)٠

أولاً - على الري :

$$Ya = Ym - Ym\,[Ky\,(1 - CROP5/CROP3)] \qquad (١)$$

أ/ في الخرج : ١٢٩٨ = ١٣١٩-١٣١٩ [٢ر٠ (١-٩١٩ر٠)] كغم/ هـ

ب/ في أبها : ٤٥٣٢ = ٤٥٦٨-٤٥٦٨ [٢ر٠ (١-٩٦١ر٠)] كغم/ هـ

ج/ في الخوش : ٤٠١ = ٤٠٨-٤٠٨ [٢ر٠ (١-٩٠٩ر٠)] كغم/ هـ

(٢) Ym=Yo x K x cT x cH x G x (ACROP3/AGRADE) kg/Ha

أ/ **في الخرج**: ١٣١٩= ٤٥ر٢٩٦X٦٥ر٠X٥٧ر٠X٣٥ر٠X١٢٥ $\frac{٣,٠٤}{١١,١٥}$ كغم/هـ

ب/ **في أبها**: ٤٥٦٨=٩٠ر٣٥١X٦٥ر٠X٥٥ر٠X٣٥ر٠X١٧٥ $\frac{٤,٣٢}{٧,٣٤}$ كغم/هـ

ج/ **في الخوش**: ٤٠٨=٩١ر٢٨١X٦٥ر٠X٣١ر٠X٣٥ر٠X٩٠ $\frac{٣,١٤}{١٣,٧٠}$ كغم/هـ

ثانياً - على الأمطار :

(١) Ya = Ym - Ym [Ky (1 - CROP5/CROP3)] Kg/Ha

أ/ في الخرج : صفر = ١٣١٩ - ١٣١٩ [١(١ - صفر)] كغم/هـ

ب/ في أبها : ١٩٥٠ = ٤٥٦٨ - ٤٥٦٨ [١ (١ - ٤٢٧ر٠)] كغم/هـ

ج/ في الخوش : ٢٢٦ = ٤٠٨ - ٤٠٨ [١(١ - ٥٥٣ر٠)] كغم/هـ

جرى تطبيق النموذج في محطات المملكة أولاً في حالة اعتماد أسلوب الري الكامل ولذلك كان تأثير المتغير : حساسية نوع المحصول تجاه قصور الماء ضعيفاً، وكانت نسبة النتح الواقعي إلى النتح القياسي قريبة من الواحد الصحيح، وبالتالي كان تأثير قصور الماء في أبها أقل مما في المحطتين الأخريين، الأمر الذي جعل الإنتاج الواقعي يقترب من الإنتاج القياسي في جميع المحطات، حيث بلغت نسبة انحرافه: - ٥٩ر١٪ ، - ٧٩ر٠٪ ، - ٧٢ر١٪ في الخرج وأبها والخوش على التوالي٠

ولكن تتضح الاختلافات الإقليمية لإنتاجية الشعير من خلال المتغيرات المؤثرة والواردة في المعادلة الثانية٠ وقد تبين منها أن العامل المسؤول عن إحداث أعظم اختلاف في الإنتاجية هو " التأثير المناخي " ،

ويعبر عنه بحساب نسبة النتح القياسي إلى معدل قصور ضغط بخار الماء في الجو، وقد بلغت تلك النسب ٢٧ر٠ ، ٥٩ر٠ ، ٢٣ر٠ في الخرج وأبها والخوش على التوالي أي إن التفاوت بلغ ١٩٪ ، ١٥٧٪ فيما بين كل من الخرج وأبها عما هو في الخوش٠

ويحتل الدرجة الثانية في التأثير على إحداث الاختلافات الإقليمية في إنتاجية الشعير المتغير " طول فصل النمو "٠ وقد بلغت هذه الأطوال ١٢٥ ، ١٧٥ ، ٩٠ يوماً في المحطات الثلاث المذكورة على التوالي٠ أي إن نسبة انحراف طول فصل النمو بلغت في الخرج وأبها ٣٩٪ ، ٩٤٪ عما هي في الخوش٠

أما " المتغير " معدل إنتاج مادة الكربوهايدرايت لمنتوج قياسي بالكيلوغرام للهكتار في اليوم (Yo) ، فقد أظهر اختلافاً يزيد في كل من الخرج وأبها بما يلي : - ٢ر٥٪ ، ٨ر٢٤٪ على التوالي عما هو في الخوش٠ ومن الجدير بالملاحظة أن تأثير هذه المتغيرات الثلاثة يظل ثابتاً في حالات : الاعتماد على الري الكامل أو الري الناقص أو على الأمطار وحدها٠

وكان تأثير المتغيرين : التعديل الخاص بأنواع المحاصيل، والتعديل الخاص بإيجاد نسبة الجزء الحصادي من المادة الصلبة في منتوج الشعير ثابتاً في جميع المحطات ومختلف أوقات البذر ،وكان مقدارهما ٣٥ر٠ ، ٦٥ر٠ على التوالي٠

أما التعديل تجاه ملاءمة درجات الحرارة فقد تفاوت تأثيره بالنسبة : ٥٧ر٠ ، ٥٥ر٠ ، ٣١ر٠ ، في الخرج وأبها والخوش على التوالي، أي إن نسبة الانحراف بلغت في الخرج وأبها ٨٤٪ ، ٧٧٪ عما هي عليه في الخوش٠

ويوضح الشكل (١٣) توزيع إنتاجية المحصول الأول الذي يزرع في شهر كانون الأول من الشعير في مناطق المملكة باتباع نظام الري الكامل والتسميد، كما يبين أن المنطقة الجبلية الواقعة بين خط الحدود مع اليمن حتى السيل الكبير تنفرد بارتفاع الإنتاجية لما يزيد على ٢٠٠٠كغم/ هـ ، مع أنها تتباين فيما بينها حتى أنها تبلغ في النماص ٥٠٠٠كغم/ هـ، وهو أعلى إنتاجية في المملكة في حالة توافر الشروط القياسية٠

وفي حين تتراوح الإنتاجية في واحتي الهفوف والقطيف بين ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ كغم/ هـ، فإنها تتراوح بين ١٠٠٠ - ١٥٠٠ كغم/ هـ في بقية المحطات الأخرى باستثناء الساحل الغربي الأوسط والجنوبي الذي تقل فيه الإنتاجية عن ١٠٠٠ كغم/ هـ، بل تتدنى إلى أقل من ٥٠٠ كغم/ هـ في الخوش مما يجعل زراعة الشعير في تهامة غير مجدية اقتصادياً٠

ويوضح الشكل (١٤) توزيع إنتاجية المحصول الأول من الشعير في منطقة جنوب غرب المملكة بالاعتماد على الأمطار وحدها، كما يبين أن توزيع الإنتاجية سار في هذه المنطقة على النسق نفسه الذي تمت فيه الإنتاجة على نظام الري الكامل٠ ويتضح من الشكل أن الإنتاجية تزيد على ١٥٠٠ كغم/ هـ في الجبال المرتفعة كلها، وتتجاوز ٣٥٠٠ كغم/ هـ في منطقة النماص التي تسجل أعلى إنتاجية في المملكة إعتماداً على الأمطار أيضاً٠ وقد نقصت قيم الإنتاجية في جميع المحطات الجبلية بالنسب : ٢١٪، ١٩٪، ٣١٪، ٥٥٪، ٣٩٪، في المندق وبلجرشي والنماص وأبها وسر اللعصان على التوالي٠ كما أنها تقل كذلك في الخوش وأبو عريش كثيرا عما هي عليه في حالة الري، ولو أن إنتاجها في الحالتين غير اقتصادي كما ذكر في أعلاه٠ وزيادة على ذلك فإن الإنتاج يفشل فشلاً تاما اعتماداً على

الأمطار وحدها في بقية محطات المملكة بسبب تراجع نسبة النتح الواقعي إلى النتح القياسي إلى صفر (انظر الجدول الثاني قسم ثانياً عن الخرج)٠

الأثر المناخي على تباين إنتاجية الشعير :

لقد اتضح من تطبيق معادلات الإنتاجية في مناطق المملكة أن أهم العوامل التي تؤدي إلى تباين الإنتاجية فيما بينها هو عامل الأثر المناخي والذي يحسب بإيجاد نسبة معدل النتح القياسي في المكان إلى معدل قصور ضغط بخار الماء في الهواء (**Hayes et al. 1982 b**) والشكل (١٥) يوضح توزيع هذه النسبة كما حسبها النموذج في محطات المملكة٠ وبمقارنة هذا الشكل بالشكل (١٣) الذي يوضح توزيع الإنتاجية في المملكة كما أجرينا ذلك في حالة البرسيم؛ نجد توافقاً كبيراً في الشكلين ، الأمر الذي يدل على أهمية هذا العامل على توزيع الإنتاجية، وكانت أعلى القيم موجودة في كل المناقق الجبلية المرتفعة حيث تراوحت فيها بين ٤٠ر٠-٧٠ر٠ وقد تحقق الرقم الأخير في النماص، كما أنها تراوحت بين ٤٠ر٠ - ٥١ر٠ في واحتي الهفوف والقطيف ونقصت عن ذلك (وكانت نحو ٣ر٠) في بقية محطات المملكة الأخرى بل نقصت عن ٢٥ر٠في الخوش٠

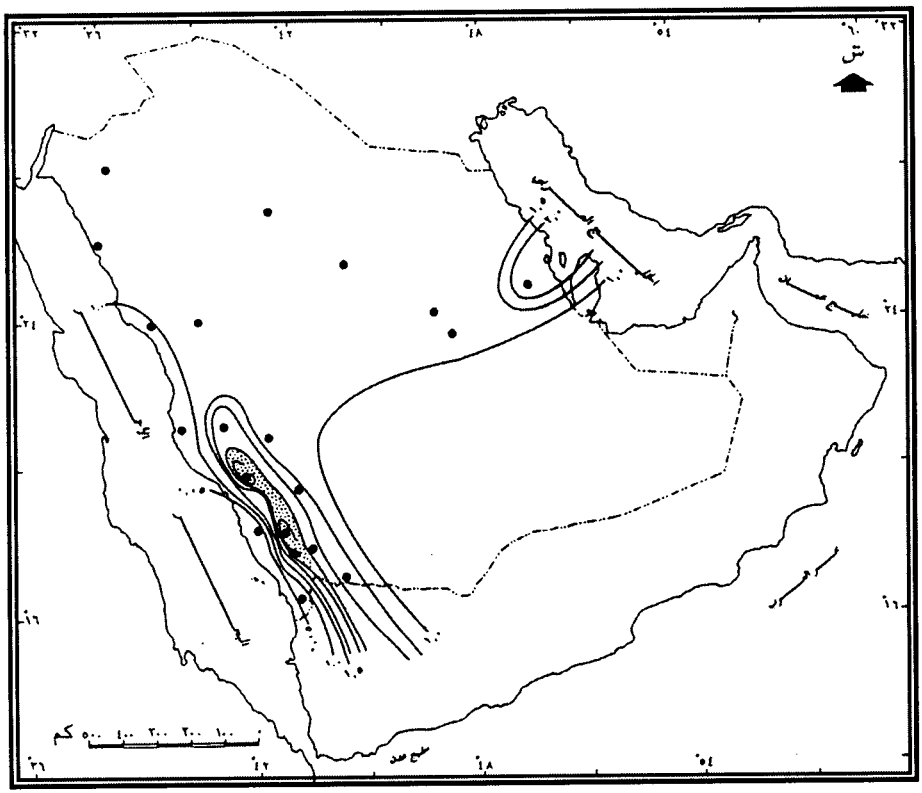
كفاءة استخدام الماء لإنتاج الشعير :

تتباين إنتاجية محصول الشعير في محطات المملكة بسبب تباين ما يصرفه النبات من الماء بطريق البخر- نتح كنتيجة للظروف المناخية والبيئية التي تتصف بها كل منطقة، وكلما كانت ظروف المحطة أكثر ملاءمة للإنتاج كلما نقصت كمية الماء المصروفة بالنتح بالنسبة لكل وحدة من الإنتاج، وبعبارة أخرى كانت الإنتاجية عالية بالقياس إلى مياه النتح المصروف٠ ولغرض المقارنة نحسب كمية الإنتاج المحصولي بالكيلوغرام الناتجة عن استخدام

شكل رقم (١٣)

إنتاجية محصول الشعير المزروع على الري في شهر كانون الأول على نظام الري في المملكة العربية السعودية (طن هكتار).

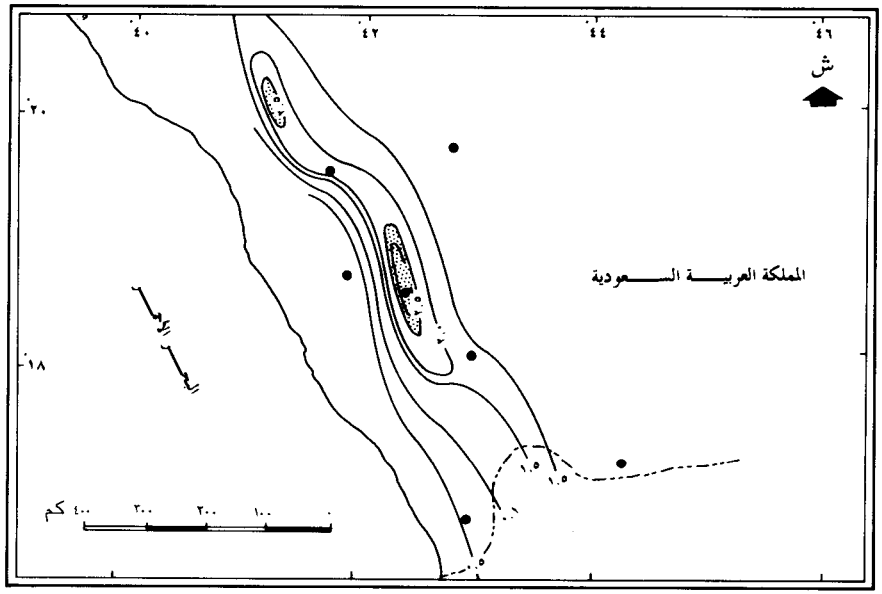
فارق الخطوط = ٠.٥ طن هكتار ● المناطق التي تزيد الإنتاجية فيها عن ٢.٥ طن هكتار تظهر منقطة



شكل رقم (١٤)

إنتاجية محصول الشعير المزروع على الأمطار في أواسط شهر كانون الأول في المملكة العربية السعودية (طن/هـ)

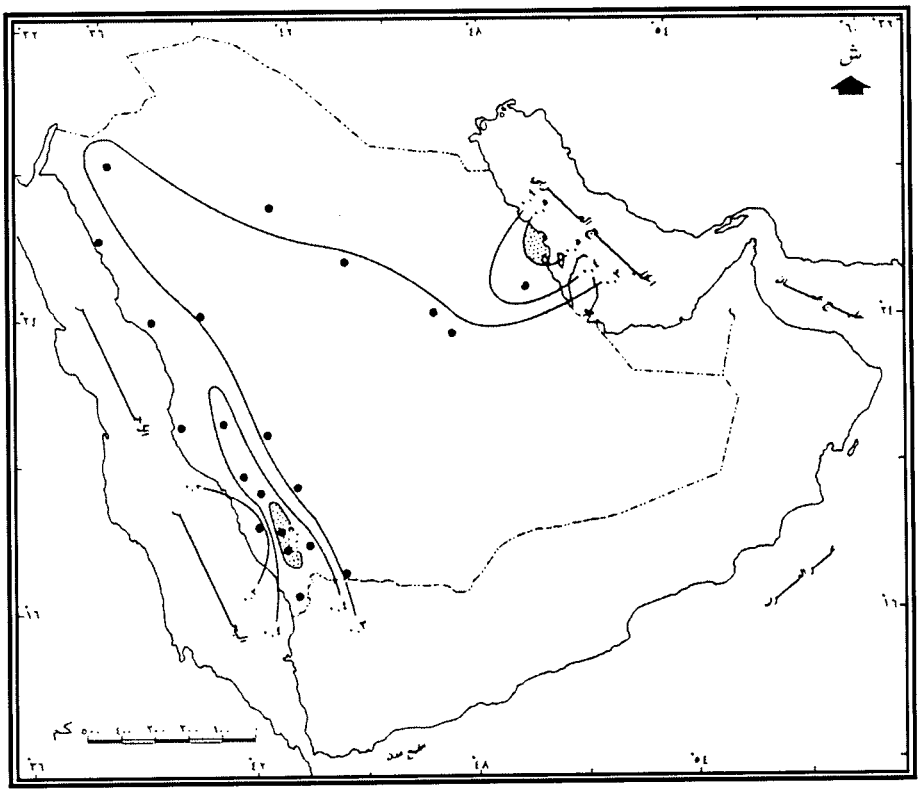
، فارق الخطوط = ٠,٥ طن/هـ ● المناطق التي تزيد إنتاجيتها عن ٢,٥ طن/هـ تظهر منقطة



شكل رقم (١٥)

تأثير الجفاف على محصول الشعير المزروع في أواسط شهر كانون الأول في المملكة العربية السعودية ACROP3/AGRADE

فارق الخطوط = ٠.١ كجم/م٣ ● تظهر المناطق التي تزيد فيها عن ٠.٥ منقطة



وحدة من ماء البخر- نتح (بالمتر المكعب) وذلك باستعمال المعادلة المشار إليها في حالة البرسيم وهي :

ك س = ج x (نتح ٥ x ١٠) كجم/ م٣

يتبين من مخرجات النموذج انخفاض كفاءة استخدام الماء لإنتاج الشعير في جميع مناطق المملكة بشكل عام ، كما يتبين اختلاف هذا الانخفاض من مكان إلى آخر حسب ظروف المحطات٠ ويوضح الشكل (١٦) توزيع صيغة كفاءة استخدام الماء في المملكة، ويظهر في الشكل أن المناطق الجبلية المرتفعة تزيد فيها الكفاءة عن ٥ر٠ كجم/ م٣ من ماء البخر- نتح، وتزيد على ٦ر٠ كجم/ م٣ في المناطق الممتدة من أبها إلى النماص.

وتتصف مناطق واحتي القطيف والهفوف على الساحل الشرقي، والوجه على الساحل الشمالي الغربي بالارتفاع النسبي للكفاءة وتقع بين ٤ر٠ - ٥ر٠ كجم/ م٣٠ وفي حين أن هذه الكفاءة تبلغ في معظم مناطق المملكة الأخرى نحو ٣ر٠ كجم/ م٣ فقط فإن السهل الساحلي الغربي الأوسط والجنوبي تقلّ فيها عن ذلك كثيراً بسبب انخفاض الإنتاجية بل وتبلغ ١٤ر٠ كجم/ م٣ في الخوش ٠ وهذا يعني أن إنتاج الكيلوغرام الواحد من الشعير يتطلب في الخوش صرف خمسة أمثال مياه البخر - نتح الذي يصرفه إنتاج الكيلوغرام الواحد في النماص٠

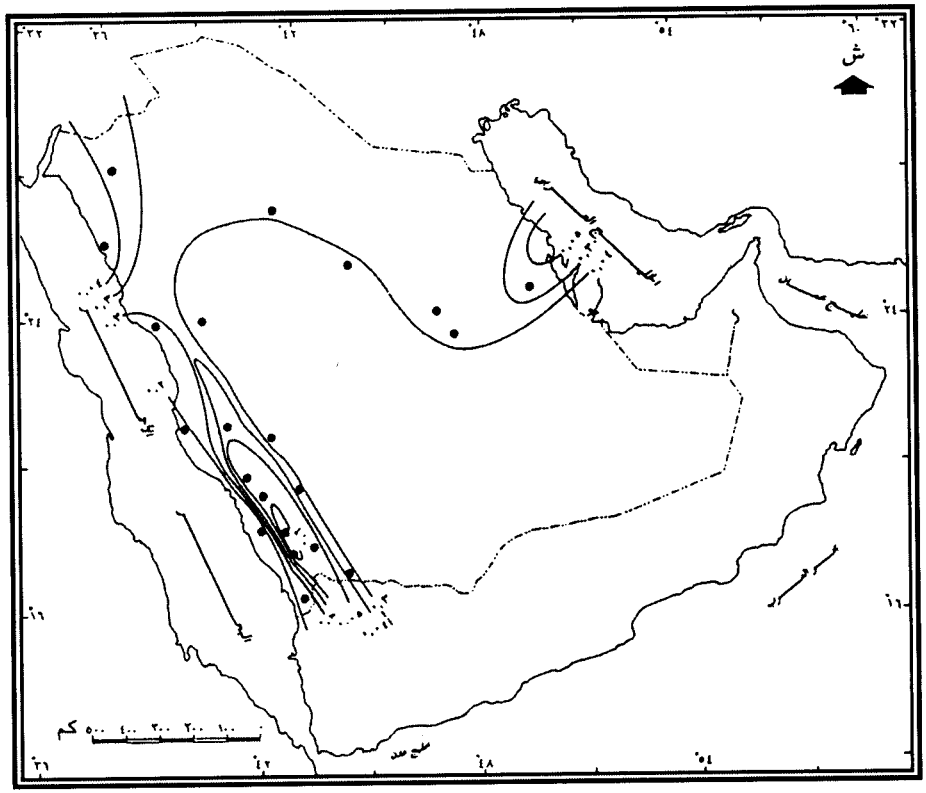
وترتفع كفاءة استخدام الماء إذا زرع الشعير بالاعتماد على الأمطار وحدها في المناطق الجبلية التي تنجح فيها الزراعة بدون ري ، بسبب تراجع مقادير البخر ـ نتح بنسب تفوق تراجع نسب الإنتاجية في تلك المحطات ، ويوضح الشكل (١٧) توزيع كفاءة استخدام الماء في إقليم جنوب غرب المملكة في حالة الاعتماد على الأمطار وحدها ٠ ويتضح من الشكل أن هذه

شكل رقم (١٦)

كفاءة استخدام الماء لمحصول الشعير المزروع في شهر كانون الأول على الري في المملكة العربية السعودية

إك س = ج ÷ (نتح ٥×١٠)

● فارق الخطوط = ٠,١ كجم/م٣

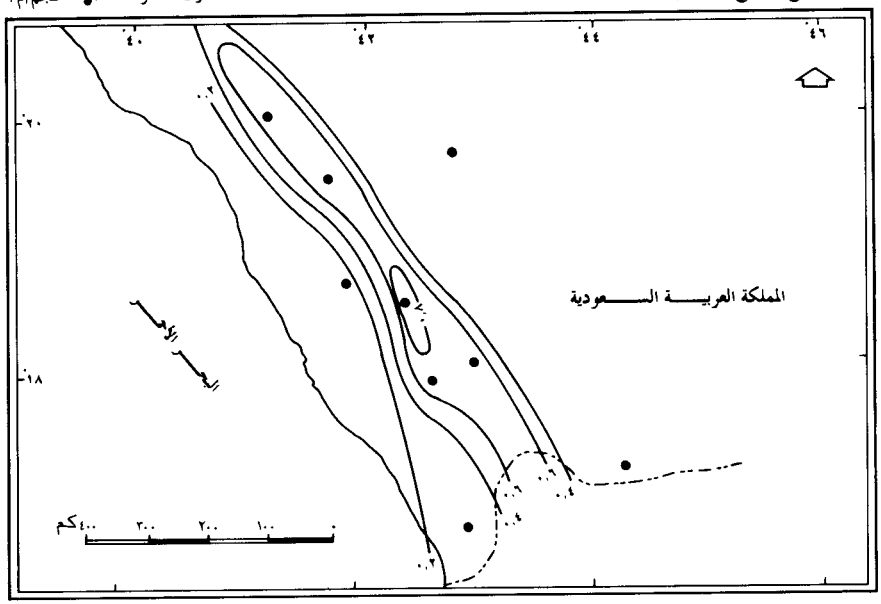


شكل رقم (١٧)

كفاءة استخدام الماء لمحصول الشعير المزروع في شهر كانون الأول على الأمطار في المملكة العربية السعودية

ك س = ج ÷ (نتح ٥×١٠)

فارق الخطوط = ٠٫٥ كجم/م٣



الكفاءة تزيد في المناطق الجبلية على ٦ر٠ كجم/ م٣ من ماء البخر ـ نتح ، وتتجاوز ٨ر٠ كغم/ م٣ في النماص ، ولكنها تتناقص بحدة في الاتجاهين٠

كفاءة الانتفاع بالماء لإنتاج الشعير :

ولغرض المقارنة أيضاً يمكن استعمال مؤشر آخر أو صيغة أخرى، وذلك بإيجاد كمية الإنتاج المحصولي بالكيلوغرام الناتجة عن استعمال وحدة من الماء الذي يستهلكه المحصول خلال الموسم الزراعي بدل استعمال وحدة من ماء البخر ـ نتح ٠ ويحسب الماء الذي يستهلكه المحصول من جمع ماء الري والأمطار المؤثرة ومخزون ماء التربة السابق لعملية البذر، والتي يستفيد منها النبات بفضل استطالة جذوره في التربة٠ ويمكن إطلاق صيغة " كفاءة الانتفاع بالماء للإنتاج المحصولي " على هذا المؤشر ونحسبها من المعادلة :

$$ك ن = ج + (ر + م + ت) \times ١ \quad \text{كجم/ م٣}$$

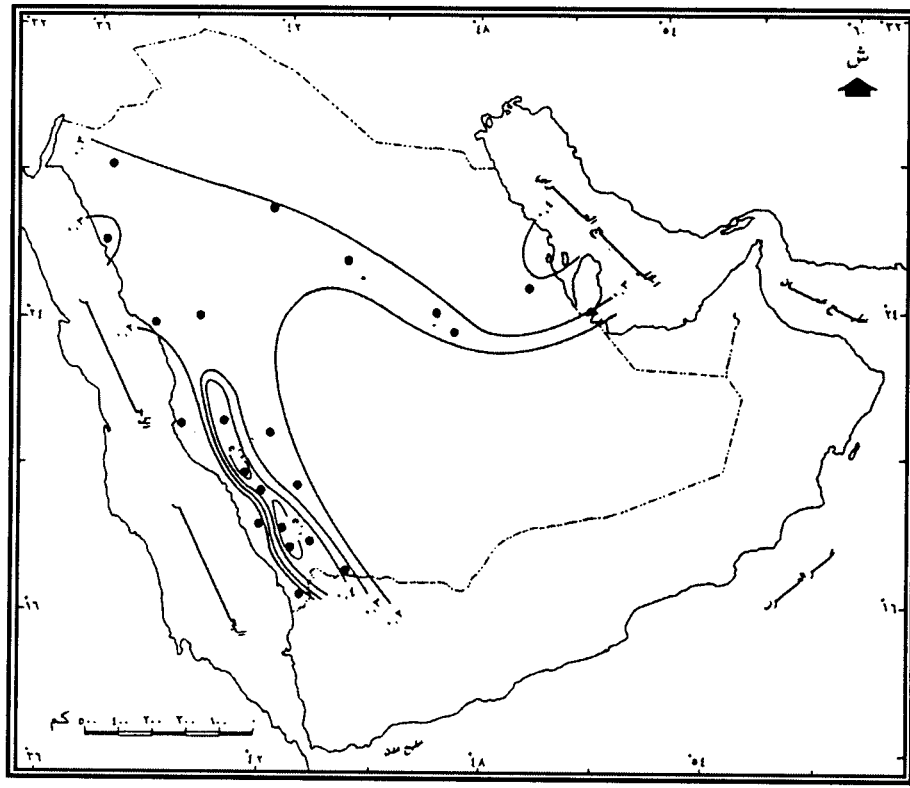
وقد استعملت هذه المعادلة في حالة البرسيم، وبقيت رموزها تعني حسبما شرحت هناك٠ وبمقارنة الشكل (١٨) الذي يوضح توزيع كفاءة الانتفاع بالماء على نظام الري لمحصول الشعير في موسمه الأول الذي زرع في شهر كانون الأول، مع الشكل (١٦) الذي يوضح توزيع كفاءة استخدام الماء لإنتاج الشعير في المملكة، نجد توافقاً كبيراً في الصيغتين٠ ومن أوجه التوافق هو انخفاضهما بشكل عام٠ وهذا يزيد من تكاليف توفير الماء للإنتاج بالقياس إلى الأقاليم الأخرى، وكذلك التوافق في نسق توزيعهما، حيث تزيد كفاءة الانتفاع بالماء في كل المناطق الجبلية المرتفعة عن ٥ر٠ كجم/ م٣ من الماء المستهلك، وتزيد على ٤ر٠ كغم/ م٣ في واحة القطيف، وتقل عن ذلك في باقي المحطات خاصة منطقة تهامة التي تقل فيها إلى درجة

شكل رقم (١٨)

كفاءة الانتفاع بالماء لمحصول الشعير المحصول في شهر كانون الأول على الري في المملكة العربية السعودية

$$[\text{ك ن} = \frac{\text{ح}}{(\text{ر} + \text{م} + \text{ت}) \times ١٠}]$$

فارق الخطوط = ٠,١ كجم/م٣



يصبح فيها الإنتاج غير اقتصادي. ومن تطبيق هذه الصيغة على المحطات نجد أن إنتاج الكيلوغرام الواحد من الشعير في الخوش يحتاج من مياه الري والأمطار ورطوبة التربة إلى أربعة أمثال ما يحتاجه إنتاج الكيلوغرام الواحد من الشعير في أبها أو النماص.

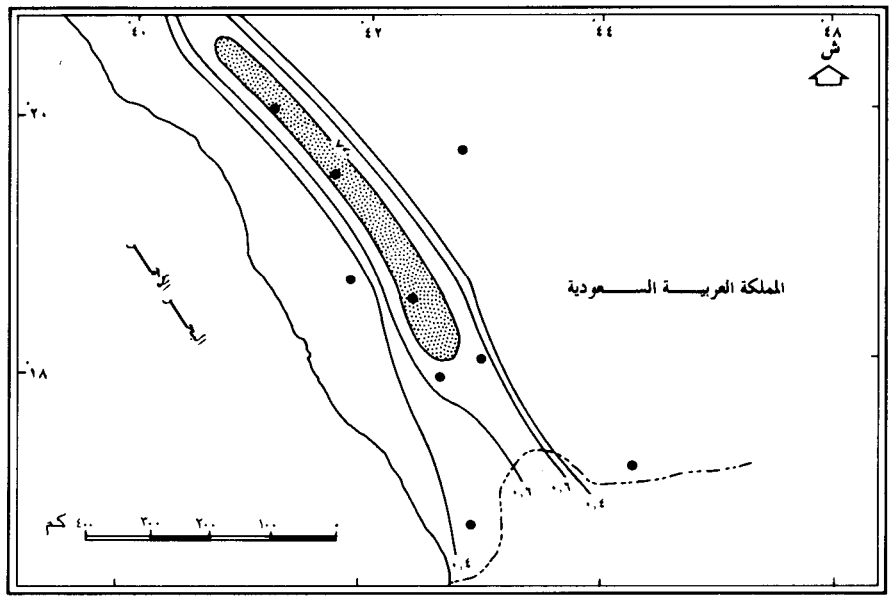
ويمكن أن نحصل على هذه الصيغة في حالة الاعتماد على الأمطار وحدها بإيجاد نسبة الإنتاج المحصولي من الشعير إلى وحدة من مياه الأمطار ورطوبة التربة السابقة فقط، وذلك في إقليم جنوب غرب المملكة، وفي هذه الحالة ترتفع كفاءة الانتفاع بالماء بسبب حذف تأثير مياه الري، كما يوضح ذلك الشكل رقم (١٩) وتظهر فيه المنطقة الجبلية المرتفعة مهشرة، حيث يزيد فيها الإنتاج المحصولي على ٧ر٠ كجم/ م٣ من مياه الأمطار ورطوبة التربة. وترتفع أكثر في بعض المناطق حتى تقترب من ١ كجم/ م٣ (في النماص)٠ وتتناقص بحدة إذا هبطنا من المناطق المرتفعة ، وهذا يفسر فشل الإنتاج في باقي محطات المملكة.

شكل رقم (١٩)

كفاءة الانتفاع بالماء لمحصول الشعير المزروع في شهر كانون الأول على الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية

$$\text{ك ن} = \left[\frac{\text{ح}}{(\text{م} + \text{ت}) \times ١٠} \right]$$

فارق الخطوط = ٠,٢ كجم/م٣ • تظهر المناطق التي تزيد فيها الكفاءة عن ٠,٨ منقطة



الخلاصة

في محاولة لدراسة أثر المناخ والعوامل البيئية على إمكانية تطوير إنتاج الأعلاف في المملكة، طبق نموذج خاص بإنتاجية المحاصيل الزراعية والمتطلبات المائية اللازمة لها على محصولي البرسيم والشعير في المملكة العربية السعودية. وقد استعملت من أجل ذلك معلومات مناخية على شكل معدلات شهرية لفترة تسجيل امتدت ١٨ عاماً لاثنتين وعشرين محطة في المملكة بالاعتماد على الري الكامل مرة، وبالاعتماد على الأمطار وحدها مرة أخرى ، وذلك لإيجاد الاختلافات الإقليمية في تلك القيم.

فبالنسبة للبرسيم توصل البحث إلى أن أنسب الأوقات لبذر البرسيم هو فصل الشتاء وأن سرعة نموه تختلف من مكان إلى آخر حسب صفات الموقع. إذ يتفاوت الزمن الذي يتطلبه إنجاز خمس حشات من البرسيم بين ١٤٥ يوماً وذلك في المحطات الداخلية و٣٠٠ يوماً في المحطات الجبلية العالية . وتفاوت صرف هذا المحصول من مياه البخر- نتح بغض النظر عن الإنتاجية بين ٥٦٠ ملم/ هـ - ١٣٠٠ ملم/ هـ ، وقد تحققت الكمية الأخيرة في المناطق ذات فصل النمو الأطول . وتفاوتت كميات الري المطلوبة لإنتاج ذلك المحصول بين ٨٠٠ - ١٢٠٠ ملم/ هـ.

وإذا توافرت شروط الري الكامل والتسميد وكانت ظروف البيئة لاتعيق الإنتاج ، فإن محصول خمس حشات من البرسيم في الهكتار يختلف في المحطات الداخلية والسهول الساحلية بين ٦٠٠٠ - ٩٠٠٠ كجم/ هـ ، وفي المحطات الجبلية بين ١٠٠٠٠ - ١٩٠٠٠ كجم/ هـ وتتضاءل الإنتاجية في تهامة عسير حتى إنها لم تكد تبلغ ٥٠٠٠ كجم/ هـ في الخوش ، ويفشل إنتاج البرسيم فشلا تاما أو شبه تام بالاعتماد على

الأمطار وحدها باستثناء المحطات الجبلية، التي تتراجع فيها الإنتاجية بنسبة تتراوح بين ١١-٤٢٪ عما لو كانت على الري الكامل. وتبرز منطقة النماص - أبها كأفضل منطقة لزراعة البرسيم في جميع الحالات.

ومن جهة أخرى تبين أن أفضل الأشهر لبذر الشعير هو شهر كانون الأول بالنسبة لمعظم المحطات ، وشهر كانون الثاني بالنسبة للمحطات الجبلية. ويختلف طول فصل نمو الشعير من ٨٥-١٩٥ يوماً إذا بذر في شهر كانون الأول ويتناقص عن ذلك في جميع المحطات إذا تأخر بذره عن ذلك.

وتتفاوت كميات البخر- نتح التي يستهلكها محصول الشعير من ٣٣٥ ملم/ هـ - ٨٣٣/ ملم/ هـ وتتفاوت كذلك كميات الري المطلوبة بين ٣٠٠ - ٥٧٥ ملم/ هـ. وإذا توافرت للشعير شروط الري الكامل والتسميد والشروط البيئية المناسبة فإن إنتاج الهكتار من الشعير يتراوح بين ١٠٠٠ كجم/ هـ - ٤٨٥٠ كجم/ هـ باستثناء تهامة التي تتدهور فيها الإنتاجية لدرجة تصبح زراعته غير اقتصادية.

لا تعد نتائج هذه الدراسة نهائية ولا يقصد منها أن تكون بديلاً للتجارب والملاحظات في الطبيعة ولكنها هدفت إلى اكتشاف اتجاهات رئيسية واستجابات معينة لمجرد التوضيح، ورمت إلى توفير الوقت والتكاليف التي تصرف على قسم من التجارب الحقلية. فالوصول إلى نتائج أكثر دقة يتطلب تكثيف الدراسات في هذا الاتجاه، ولاسيما أن النموذج هو محاكاة لما يحدث في الطبيعة ، إلا أنه يعتمد في معلوماته المناخية على المعدلات الشهرية. والدقة في النتائج تعتمد إذاً على مقدار تمثيل هذه المعدلات للواقع.

المراجع

أ/ المراجع العربية :

التقرير الوطني للمملكة العربية السعودية : المياه الجوفية في الصخور الرسوبية بالمملكة العربية السعودية ، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية ٣-٥ مارس ١٩٨١ ، المجلد ١ ، ص ٢٣٩-٢٦٨ ، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية.

الشريف ، عبدالرحمن صادق ، جغرافية المملكة العربية السعودية ، الجزء الأول ، (١٩٧٧م) ، الجزء الثاني (١٩٨٤م) ، دار المريخ للنشر بالرياض.

الشريف ، عبدالرحمن صادق ، "ما يحتاجه محصول القمح من مياه الري في المملكة العربية السعودية" ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الملك سعود ، المجلد ١٣ ، ٢ ، ص ٦٥٩-٦٩٥ (١٩٨٦).

الشريف ، عبدالرحمن صادق ، "الإنتاج الواقعي والمحتمل للقمح المزروع على الري أو الأمطار في المملكة العربية السعودية" ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الملك سعود ، المجلد ١٤ ، ١ ، (١٩٨٧ م/ أ).

الشريف ، عبدالرحمن صادق ، "ترشيد استهلاك مياه الرى لإنتاج الذرة الشامية بالمملكة العربية السعودية باستعمال النماذج" ، مجلة أبحاث اليرموك ، المجلد ٣ ، (١٩٨٧ب).

عبدالعزيز ، محمود حسان ، الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في المملكة العربية السعودية ، مركز البحوث الزراعية بكلية الزراعة بالرياض (١٩٨٦م).

العودات، محمد عبده وعبدالله محمد الشيخ، المحاصيل الزراعية في المملكة العربية السعودية. دار المريخ للنشر بالرياض ١٤٠٤هـ، ١٩٨٤م. وزارة البترول والثروة المعدنية، مجموعة خرائط المملكة العربية السعودية، الرياض.

وزارة الدفاع والطيران، المديرية العامة للأرصاد الجوية. البيانات الشهرية والسنوية للتسجيلات المترولوجية في مطارات المملكة، جدة.

وزارة المالية والاقتصاد الوطني، مصلحة الإحصاءات العامة، الكتب الإحصائية السنوية للمملكة العربية السعودية، كان آخرها العدد ١٩-١٩٨٣م.

وزارة المالية والاقتصاد الوطني، نشر إحصائيات التجارة الخارجية لعام ١٩٨٥م، الرياض.

ب- المراجع الأجنبية :

Abdul Aziz, M.H., Abdul Hafeez, A.T. and Mashhady. A.S. (1983): "Consumptive use of Water by some crops in the hot Region of Saudi Arabia". J. Coll. Agric., King saud Univ.

Berney, O; Car, D.P. ; Barrett, E.C.; Jones, K.R. and FAO staff(1981): Arid zone Hydrology for Agricultural Development. FAO. Irrigation and Drainage 37, FAO, Rome.

Burt, J.E., Hayes J.T., O'Rourke, P.A., Terjung, W.H. and Todhunter, P.E. (1980) : WATER: A model of Water requirements for irrigated and rainfed agriculture,. Public. Climatology., 33(2), C.W.Thornthwaite Associates/Center Research., Elmer, N.J. 199 PP. of climatic

Burt, J.E. Hayes, J.T., O'Rourke, P.A., Terjung, W.H. and Todhunter, P.E., (1981): "A Parametric crop Water use model". Water Resources Research. 17:195-1108.

Dastane, N.G. (1974) Effective rainfall in irrigated agriculture, Irrigation and Drainage paper 25, FAO Rome, 144 PP.

Doorenbos, J. and Kessom, A.H., (1979): Yield responses to Water. Irrigation and Drainage Paper, 33. FAO, Rome, 150 PP.

Doorenbos, J. and Praitt,W.O. (1977): Crop Water requirements, Irrigation and Drainage Paper, 24. FAO, Rome, 144 PP.

FAO/UNESCO, (1974) : Soil map of the World, 1:5 000,000, Asia UNISCO, Paris, 300 PP.

Hayes, J.T., O'Rourke, P.A., Terjung, W.H. and Todhunter. P.E. (1982a): "A feasible crop yield model for workwide international food production", International Journal of Biometeorology, 26:239-257.

Hayes, J.T., O'Rourke, P.A., Terjung, W.H. and Todhunter. P.E. (1982b): YIELD: A numerical crop yield model of irrigated and rainfed agriculture, Publications in climatology, 35. No. 1, C.W. Thronthwaite Assoc./Center for Climatic Research, Elmer, N.J. 143 PP.

Ministry of Agriculture and Water (K.S.A.) Hydrology Division, Hydrological Information, 104 Issues till 1985.

Nuttonson, M.Y., (1955): "Wheat-Climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photo thermal requirements of wheat", Am. Inst. Crop Ecology, Waslington, D.C. 250 PP.

Terjung, W.H., Hayes, J.T. O'Rourke P.A. Burt, J.E. and Todhunter, P.E. (1982) : "Consumptive water use response of maize to changes in environment. and management practices : sensitivity analysis of model". Water Resources Research, Vol. 18 No. 5: 1139-1150.

Terjung, W.H., Hayes, J.T. O'Rourke P.A. and Todhunter, P.E. (1983) : "Crop water requirements for rainfed and irrigated grain corn in China", Agricultural Water Management, 6: 43-64.

Terjung, W.H., Hayes, J.T. O'Rourke P.A. Burt, J.E. and Todhunter, P.E. (1984a) : "Yield response of maize to changes in environment and management practices : mode sensitivity analysis" 28 : (4): 261-278.

Terjung, W.H., Hayes, J.T. O'Rourke P.A. Burt, J.E. and Todhunter, P.E. (1984b) : "Actual and potential Yield for rainfed and irrigated maize in China". International Journal of Biometeorology, 28 (2): 115-135.

Terjung, W.H., Hayes, J.T. O'Rourke P.A. Burt, J.E. and Todhunter, P.E. (1984c) : "Crop Water Requirements for rainfed and irrigated wheat in china and Korea", 8:(1984) 411-427.

Todhunter, P.E. (1981) : A Computer Model Validation of the simulation of Crop Water Requirements and Irrigation Needs. M.A. Thesis, Dept. of Geography, Univ. of California, Los Angeles.

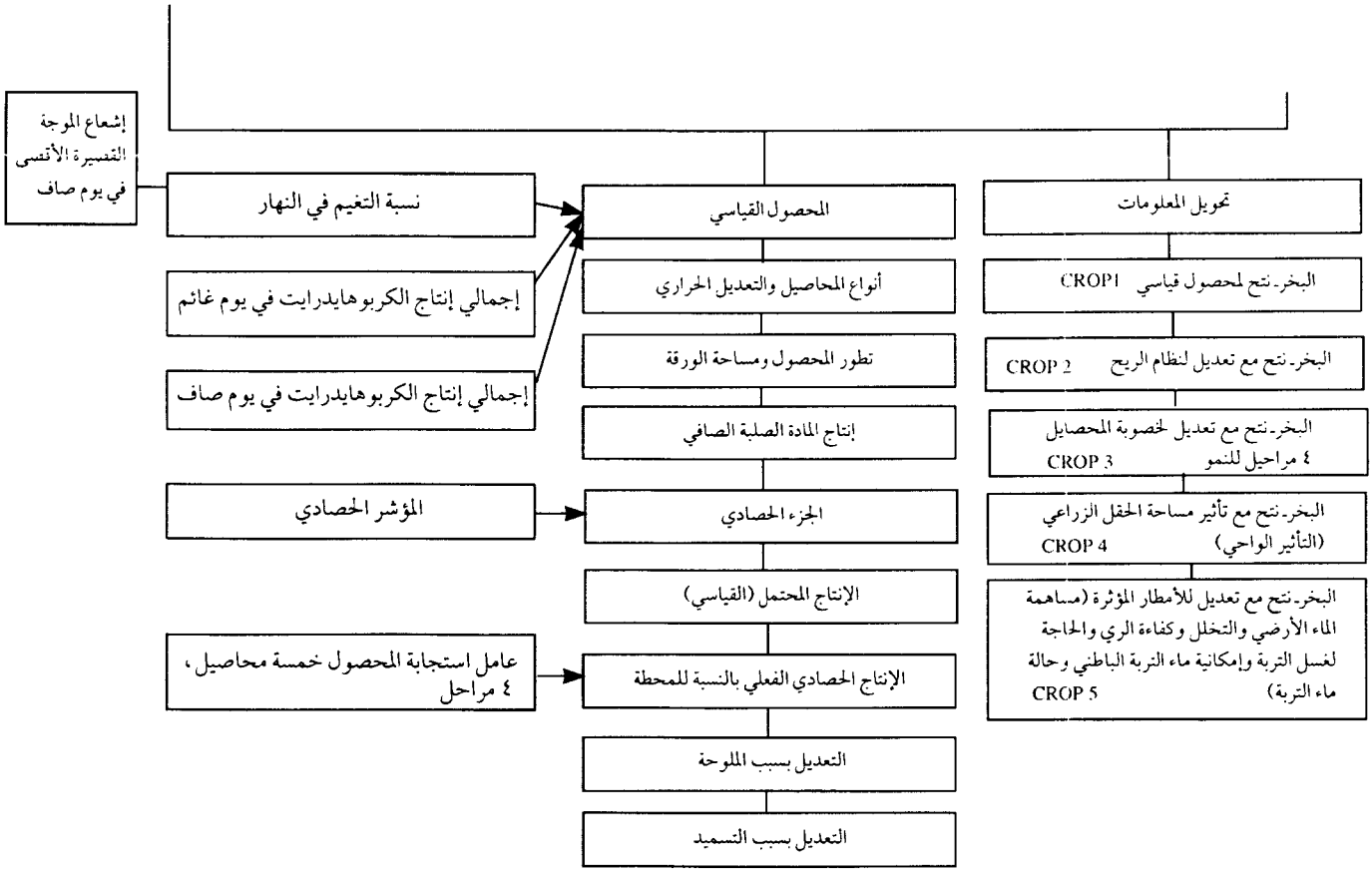
Turjoman, A.M., Asseed, M. Etewy, H. : "Water Use for Agriculture in Al-Hassa area in the Eastern Province", Symposium on Water Resources in Saudi Arabia, Management, Treatment and Utilization. King Saud University. April 1983. P.A 354-A 374.

UTAH Water Research Laboratory (1977) : Optimizing Crop production through Control of Water Salinity Levels in the soil, Logan, Utah, College of Engr., Utah State University.

ملحق رقم (١)

المدخلات **المخطط العام لنماذج انتاجية المحاصيل**

المناخية	الزراعة	المحاصيل المجربة في المملكة
الحرارة اليومية العظمى والدنيا	معدل انعكاس الأشعة	القمح
الرطوبة النسبية العظمى والدنيا	مساحة الحقل	الشعير
معدل الاشعاع الشمسي اليومي	تجميع درجات الحرارة فوق الدرجة	
المعدل اليومي لسرعة الرياح	الحرجة لكل محصول	الذرة
معدل الأمطار الشهرية	انحدار السطح	البطاطا
عدد الأيام الممطرة الشهرية	كفاءة مشروع الري	البرسيم
كثافة الغيوم الشهرية	عمق الجذور لكل محصول	معلومات المحطات :
نسبة سرعة الرياح بين النهار والليل	معاملات المحصول لمراحل النمو	دائرة العرض
	حسب نوع المحصول	خط الطول
المائية والتربة :	وخط العرض	الارتفاع
قوام التربة	النسبة الحرجة لرطوبة التربة	طول الفترة الزمنية
مستوى الحاجة إلى غسل التربة	لتقدير الحاجة إلى الري	
مستوى الغشاء المائي الأرضي	الحد الأقصى لتحمل ملوحة	
مستوى التوصيل الكهربي لماء التربة	التربة حسب المحصول	
ماء التربة المتاح	التوصيل الكهربي للتربة حسب المحصول	
معدلات فقدان الماء بالتخلل حسب التربة		


إشعاع الموجة القصيرة الأقصى في يوم صاف
نسبة التغيم في النهار
إجمالي إنتاج الكربوهايدرايت في يوم غائم
إجمالي إنتاج الكربوهايدرايت في يوم صاف
المؤشر الحصادي
عامل استجابة المحصول خمسة محاصيل، ٤ مراحل
المحصول القياسي
أنواع المحاصيل والتعديل الحراري
تطور المحصول ومساحة الورقة
إنتاج المادة الصلبة الصافي
الجزء الحصادي
الإنتاج المحتمل (القياسي)
الإنتاج الحصادي الفعلي بالنسبة للمحطة
التعديل بسبب الملوحة
التعديل بسبب التسميد
تحويل المعلومات
البخر-نتح لمحصول قياسي CROP1
البخر-نتح مع تعديل لنظام الريح CROP 2
البخر-نتح مع تعديل لخصوبة المحصايل ٤ مراحيل للنمو CROP 3
البخر-نتح مع تأثير مساحة الحقل الزراعي (التأثير الواحي) CROP 4
البخر-نتح مع تعديل للأمطار المؤثرة (مساهمة الماء الأرضي والتخلل وكفاءة الري والحاجة لغسل التربة وإمكانية ماء التربة الباطني وحالة ماء التربة) CROP 5

تابع للملحق رقم (١)

المخرجات:

المتعلقة بالنتح	المتعلقة بماء التربة	المتعلقة بالإنتاج
قيم البخر-نتح لجميع حالات: نتح ١، نتح ٢، نتح ٣، نتح ٤، نتح ٥، CROP1,2,3,4,5		إنتاجية المحطة الفعلية لكل محصول
أيام البذور	مساهمة المياه الباطنية المتاحة لمنطقة الجذور	كمية الإنتاج في وحدة المساحة لجميع المحاصيل
مياه الري المضافة لمنطقة الجذور	تغيرات مخزون رطوبة التربة	إنتاجية المساحة بالنسبة لكل حالة نتح
مجموع كميات مياه الري المطلوبة	الجريان	الإنتاج الأساسي بالنسبة لنوع الأرض
معلومات طول فصل النمو	فقدان الماء بالتخلل	
معلومات تكرر طول فصل النمو	خصوصيات	
نسبة النتح الواقعي إلى النتح القياسي	النتح	

المصدر: Burt et al. 1980; Hayes et al. 1982

ملحق رقم (٢) المدى السنوي للمتغيرات المناخية في بعض المحطات لتمثيل مناطق مختلفة في المملكة *

المدى السنوي للمعدلات الشهرية	القطيف	تبوك	الخرج	النماص	الوجه	الخوش
لحرارة الهواء العظمى	٢٠,٠ْ - ٤٠,٩ْم	١٧,٢ْ - ٣٧,٧ْم	٢٢,١ْ - ٤٤,٧ْم	١٣,٦ْ - ٢٦,٥ْم	٢٢,٨ْ - ٣٢,٧ْم	٣٠,٧ْ - ٤١,٧ْم
لحرارة الهواء الدنيا	١٠,٤ - ٢٧,٣ْم	٢,٨ْ - ٢٢,٢ْم	٦ْ - ٢٣,٧ْم	٥ْ - ١٥,٦ْم	١٢,٨ْ - ٢٦,١ْم	١٩,٢ْ - ٢٧,٩ْم
الرطوبة النسبية العظمى	٧١ - ٩١ ٪	٤٠ - ٧٤٪	٢٣ - ٧١٪	٧٦ - ٩٢٪	٧٠ - ٩٠٪	٥٨ - ٩١٪
للرطوبة النسبية الدنيا	٢٥ - ٤٩ ٪	١١ - ٣٥ ٪	١١ - ٢٨ ٪	١٩ - ٥٠٪	٤١ - ٦٣ ٪	٢٠ - ٣١ ٪
الإشعاع الشمسي	٨,٩ - ١٧,٨	٦,٣٣ - ١٥,٦٦	٩,٧٠ - ١٧,٥٨	٨,٦٤ - ١٩,٣٢	٨,٦٥ - ١٩,٢٦	١٠,٤٨ - ١٦,٠٩
	كيلو كالوري/ سم٢	ك . كالوري/ سم٢	ك . كالوري / سم٢	ك . كالوري / سم٢	ك . كالوري / سم٢	ك . كالوري/ سم٢
سرعة الرياح	٥,٤ - ٨,٣ ميل/ س	٣ - ٥ ميل/ س	٢ - ٣,٤ ميل/ س	٤,٨ - ٦,١ميل/ س	٥ - ٦,٢ ميل/ س	٣ - ٥ ميل/ س
الأمطار	صفر - ٢٠,٠ ملم	صفر - ٢٥ ملم	صفر - ٢٠ ملم	٥ - ٨٦ ملم	صفر - ٨ ملم	١٠ - ٤١ ملم
الأيام الممطرة	صفر - ٤٠	صفر - ٢	صفر - ١٠	١ - ١٢	صفر - ٢	صفر - ٨
نسبة التغيم	٢٠ - ٤٤ ٪	١٩ - ٢٣ ٪	٢٠ - ٣٩ ٪	٢٥ - ٦٠٪	١٨ - ٤١ ٪	٢٢ - ٤٥٪

* مصدر جميع المعلومات المناخية من محطات المملكة العربية السعودية التي استخلصت منها هذه الأرقام هي : -

(١) قسم الهيدرولوجيا بوزارة الزراعة والمياه، النشرات الهيدرولوجية الدورية والتي بلغ عددها ١٠٦ أعداد.

(٢) مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بجدة.

ملحق رقم (٣)

مراتب الخيارات المتاحة للمتغيرات غير المناخية حسب تفسير النموذج لها *

الخيارات	المراتب ١	٢	٣	٤
قوام التربة	رملي	طيني	لومي	
انحدار السطح	منبسط	يزيد على ١٥°		
مساحة الحقل	٠,١ هكتار	١ هـ	١٠٠٠ هـ	
مقدار ماء التربة المتاح	٦٠ ملم/م	٢٠٠ ملم/م	١٤٠ ملم/م	
عمق الماء الأرضي	٨ م	٢ م	٤ م	
الحاجة إلى غسل التربة	غير ضروري	ضروري		
كفاءة غسل التربة	١,٠	٠,٥	٠,٧	
خصائص ماء الري	٣ مليموس/سم	١,٨٣ مليموس/سم	٠,٦٢ مليموس/سم	
كفاءة مشروع الري	٠,٥	٠,٦٥	٠,٧٥	
أسلوب الري	سطحي عادي	تنقيط أو رشاشات		
نسبة سرعة الريح بين النهار والليل	١ : ٤	١ : ٣	١ : ١	٢ : ١

بعض الضوابط التي دخلت في النموذج:

طول الفترة الزمنية = خمسة أيام

بدء البذر للموسم الأول = يحدد في كل مرة يتم فيها إجراء النموذج

الحد الأدنى للفترة الفاصلة بين ريتين = فترة زمنية

الفترة الفاصلة بين نهاية الموسم وبدء موسم جديد = فترة زمنية

المصدر: Burt et al. (1980), Hayes et al. (1982).

ملحق رقم (٤)

عامل حساسية المحاصيل تجاه قصور الماء على

الإنتاج (Ky)*

مراحل النمو / مراحل المحصول	المرحلة الأولى الاخضرار (١)	الإزهار (٢)	تشكيل الحبوب (٣)	النضج (٤)	كل الفصل	تركيب المراحل
البرسيما	٠,٧٠ - ١,١				٠,٧-١,١	
البطاطا	٠,٤٥		٠,٧	٠,٢	١,١	(١)+(٢) =٠,٩
الذرة	٠,٤٠	١,٥	٠,٥	٠,٢	٠,٢٥	(٢)+(٤)=٢,٣
						(١)+(٢) = ٠,٧٥
القمح الشتوي	٠,٢٠	٠,٦	٠,٥		١,٠	

* After Doorenbos and Kassam, 1979, P. 39 Burt et al. 1980.

ملحق رقم (٥)
شرح رموز متغيرات معادلات الإنتاجية الواردة في البحث

الشرح :

Ya = إنتاجية المحصول الواقعي (كجم/ هـ) .

Ym = إنتاجية المحصول القياسي المحتمل (كجم/ هـ) .

Ky = عامل حساسية المحصول (كسر) . يختلف تأثر نمو وإنتاج المحاصيل تجاه قصور الماء ، إذ يختلف تأثر إنتاج المحاصيل كثيرًا إذا نقص الماء في فترة معينة من موسم النمو تبعًا لاختلاف حساسية المحصول في تلك الفترة ، وينظم هذه العلاقة العامل (Ky) الذي يحدد نسبة تناقص الإنتاج تبعاً لتناقص ماء النتح ، وفي حالة الجفاف غير المتواصل فإن الماء في مرحلة سابقة يؤثر على عوامل الحساسية في المراحل التالية . (معمل أبحاث الماء في أتاوا ١٩٧٧م . انظر كذلك بحث هيز وجماعته للتعرف على مراحل نمو النبات) .

Yo = معدل إنتاج المادة الجافة لمحصول نموذجي (كجم/ هـ) .

ويتضمن حسابها الأشعة القادمة ونسبة التغيم في النهار ومعدل إنتاج المادة الجافة لمحصول قياسي في حالتي صفاء السماء أو تغيمها تمامًا .

K = التعديل حسب خصوصية أنواع المحاصيل (كسر) .

CT = لتعديل تجاه درجة حرارة الهواء (كسر) . يعتمد إنتاج المادة الجافة لمحصول قياسي على شرط الحرارة الملائمة يتطلب CT في درجات حرارة يومية معتدلة خلال فصل النمو لإنتاج المادة الجافة ٤٠٪ من مجموع الطاقة اللازمة للنبات من أجل النمو والعمليات الحيوية .

التصحيح تجاه الجزء الحصادي من المادة الجافة (كسر) . عندما ينضج المحصول فإن جزءًا من المادة الصلبة فقط يمكن حصادها .

G = طول دورة حياة المحصول (يوم) من بدء البذر إلى الحصاد ، وهو يتوقف على دائرة العرض وتجميع درجات حرارة الأيام فوق الدرجة الحرجة .

ACROP3 = المعدل الفصلي للنتح القياسي (الأعظم) الذي يتضمنها النتح ٣ .

ACROP5 = المعدل الفصل للنتح الواقعي بعد التعديل المتعلق بالمتغيرات المائية .

AGRADE = معدل قصور ضغط بخار الماء (ميليبار) في الجو . من أهم العوامل المؤثرة في إنتاجية المحاصيل هو نسبة المعدل القياسي للنتح إلى معدل قصور ضغط بخار الماء في الجو خلال موسم النمو .