التقييم الإحصائي لمدى التوافق المناخي لإنتاج الذرة البيضاء في اليمن

أ.د. مخلف شلال مرعي
كلية التربية /جامعة الموصل

العزي أحمد محمد العقاب

ملخص البحث :

الذرة البيضاء من أهم المحاصيل الغذائية لسكان اليمن ، إذ تحتل نحو ٥٩% من أجمالي مساحة الأراضي المزروعة بالحبوب ، وهي من المحاصيل الصيفية الديمية التي تخضع لتأثير عناصر المناخ في تحديد موسم زراعتها ، ومراحل نمو المحصول وإنتاجه.

ولتحقيق أهداف البحث في توضيح ذلك اعتمد أسلوب التحليل الوصفي لعناصر المناخ من حيث التباين المكاني وتفسير الظواهر الجوية ، والتقييم الإحصائي لتلك العناصر ودرجة ملاءمتها وأثرها في إنتاجه المحصول.

تمهيد :

يعدّ محصول الذرة البيضاء من المحاصيل الغذائية التي يعتمد عليها غالبية سكان اليمن وهي كغيرها من المحاصيل الحقلية التي تتأثر خلال مدد نموها بالأحوال الجوية السائدة في المنطقة التي تزرع فيها. إذ لا يمكن أن تتم زراعة أي محصول ما لم تتوافر له الحدود المناخية الملائمة على الرغم من توافر المقومات الطبيعية والبشرية الأخرى .

والمناخ هو المسؤول الأول عن توزيع النباتات وتذبذب الإنتاج كما تتباين المحاصيل في متطلباتها واحتياجاتها المناخية سواء أكانت المائية أم

الحرارية أم الضوئية فلكل محصول حدود مناخية معينة يجب أن تتوافر لإتمام مراحل نموه المختلفة بحيث تعطي إنتاجاً وافراً وبشكل اقتصادي ونظراً لأهمية الذرة البيضاء فهي تأتي في المرتبة الخامسة من حيث الإنتاج العالمي بعد الحنطة – الرز – الذرة الصفراء والشعير[١]. وتحتل المرتبة الأولى في اليمن إذ بلغت مساحة الأرض المزروعة بالذرة البيضاء (٣٦٧٥٠٦) هكتار عام ١٩٩٩ بنسبة ٥٨,٩%[٢] من مجموع مساحة الأرض التي تشغلها زراعة الحبوب في اليمن.

ويعتقد بعض الباحثين أن الموطن الأصلي لأنواع الذرة البيضاء Sorghum هو الحبشة حيث زرعت هناك منذ خمسة آلاف سنة[٣] ومنها نقلت إلى اليمن. تزرع في المناطق القليلة الرطوبة وهي تتحمل الجفاف عن طريق التفاف الأوراق حول نفسها كما تتسم بشرتها بأنها فلينية شمعية تساعد على خفض معدل النتح والتبخر.

وتأتي اليمن في المرتبة الثانية بعد السودان في الوطن العربي من حيث إنتاج الذرة مما يؤكد أهمية المحصول من خلال توافر الظروف الملائمة لإنتاجه في حين تمتاز حبوب الذرة بارتفاع قيمة البروتين فيها عن الذرة الصفراء وإمكانية استعمال النبات كعلف للحيوان مع مراعاة عدم رعيها أو تغذيتها إلا إذا مرّ على زراعتها أكثر من ٥٥ يوم لوجود مواد (Glucocides) السماة بالدورين بنسبة عالية في النباتات الصغيرة فإذا ازدادت كميته عن ٠,١% فيصبح ذا سمية شديدة للحيوان[٤] على الرغم من الأهمية الاقتصادية للمحصول فإن تكنولوجيا التصنيع أدت إلى زيادة استخدام بعض أصناف الذرة البيضاء كمصدر للسكر من نوع الكلوكوز والفركتوز[٥].

وتسود زراعة الذرة البيضاء في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفي المناطق المعتدلة ذات الصيف الدافئ. وتمتد زراعتها بين دائرتي عرض

٤٩ درجة شمالاً و ٤٠ درجة جنوباً وتزرع بارتفاعات مختلفة أقصاها ٢٥٠٠م فوق مستوى سطح البحر[٦] وتقع اليمن ضمن المناطق التي تجود فيها زراعة الذرة . إذ يزرع فيها العديد من الأصناف (Variety) ولكل منطقة أصنافها الخاصة بما يتلاءم وموسم نموها.

هدف البحث ومنهجه :

يهدف البحث إلى دراسة تأثير عناصر المناخ في اليمن على زراعة الذرة البيضاء وأسباب تذبذب الإنتاج في اليمن وتحديد المواعيد المناسبة لزراعة المحصول.

وقد اعتمد البحث المنهج المحصول (الموضوعي) وأسلوب التحليل الوصفي لتفسير الظواهر الجوية وتقييم العلاقة إحصائياً بين عناصر المناخ المتاحة في اليمن ودرجة ملاءمتها لمتطلبات الذرة البيضاء خلال مراحل نموها المختلفة ومدى تأثيرها في إنتاجية المحصول وقد اعتمد البحث على عناصر المناخ في ١٨ محطة مناخية تغطي الأراضي اليمنية (خريطة ١) . وموزعة على أساس دوائر العرض وطبوغرافية الأرض (ملحق ١) .

تحديد موسم زراعة الذرة البيضاء (الرفيعة) في القطر :

يتباين موسم زراعة الذرة الرفيعة في اليمن بحسب طبوغرافية الأرض ويتوقف بالدرجة الأساس مع بداية هطول الأمطار كون الحرارة ملائمة لزراعة المحصول ولا تنخفض كثيراً عن صفر النمو إلا في بعض مناطق القطر صنعاء – ذمار – يريم وتعد حالات نادرة فالمزارع اليمني تعلم بمحض التجربة أن عملية البذار قبل هطول أمطار كافية تعد عملية غير مضمونة وغير اقتصادية. وبما أن زراعة الذرة البيضاء ديمية وتعتمد على الأمطار فقد تم تحديد بداية ونهاية الموسم الزراعي خلال المدة التي تكون فيها الموازنة المائية إيجابية في المحافظات التي تستلم كمية من الأمطار تزيد على كمية التبخر/النتح (شكل ١) ،

أما في المحافظات التي تزيد فيها كمية التبخر / النتح على كمية الأمطار السابقة يكون الموسم في الفترة التي تشهد أكبر كمية من الأمطار الساقطة وتجنب الأوقات الحرجة التي يتعرض فيها المحصول للجفاف (شكل ٢).

جـــدول رقم (١)

تحديد مواعيد الإنبات ومراحل نمو محصول الذرة البيضاء في محطات القطر

المحطات / المرحلة الفترة يوم	الإنبات ٨	النمو الخضري ٣٥	الأزهار ٦٣	النضج ٣٠
صعدة	٢/١٥-٢/٢٢	٢/٢٣-٣/٢٩	٣/٣٠-٣/٣١	٦/١-٦/٣٠
الجوف	١/١٥-١/٢٢	١/٢٣-٢/٢٦	٢/٢٧-٣/٣٠	٥/١-٥/٣٠
سيئون	٢/١-٢/٨	٢/٩-٣/١٥	٣/١٦-٥/١٧	٥/١٨-٦/١٦
حجه	٣/١٦-٣/٢٣	٣/٢٤-٤/٢٧	٤/٢٨-٦/٢٩	٦/٣٠-٧/٢٩
مأرب	٢/١-٢/٨	٢/٩-٣/١٥	٣/١٦-٥/١٧	٥/١٨-٦/١٦
صنعاء	٣/١-٣/٨	٣/٩-٤/١٢	٤/١٣-٦/١٤	٦/١٥-٧/١٤
النقوب	٦/١٥-٦/٢٢	٦/٢٣-٧/٢٧	٧/٢٨-٩/٢٨	٩/٢٩-١٠/٢٨
الحديدة	٨/١٥-٨/٢٢	٨/٢٣-٩/٢٦	٩/٢٧-١١/٢٨	١١/٢٩-١٢/٢٨
الريان	١/١ - ١/٨	١/٩-٢/١٢	٢/١٣-٤/١٦	٤/١٧-٥/١٦
ذمار	٣/١٤-٣/٢١	٣/٢٢-٤/٢٥	٤/٢٦-٦/٢٧	٦/٢٨-٧/٢٧
إب	٤/١-٤/٨	٤/٩-٥/١٣	٥/١٤-٧/١٥	٧/١٦-٨/١٤
تعز	٤/١٨-٤/٢٥	٤/٢٦-٥/٣٠	٥/٣١-٨/١	٨/٢-٨/٣١
الحبيلين	٦/١٥-٦/٢٢	٦/٢٣-٧/٢٧	٧/٢٨-٩/٢٨	٩/٢٩-١٠/٢٨
ورزان	٦/٨-٦/١٥	٦/١٦-٧/٢٠	٧/٢١-٩/٢١	٩/٢٢-١٠/٢١
المخا	١/١-١/٨	١/٩-٢/١٢	٢/١٣-٤/١٦	٤/١٧-٥/١٦
لحج	٧/١-٧/٨	٧/٩-٨/١٢	٨/١٣-١٠/١٤	١٠/١٥-١١/١٣
عدن	٣/١-٣/٨	٣/٩-٤/١٢	٤/١٣-٦/١٤	٦/١٥-٧/١٤
سقطري	٢/١-٢/٨	٢/٩-٣/١٥	٣/١٦-٥/١٧	٥/١٨-٦/١٦

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على شكل (١) وشكل (٢)

مدى التوافق المناخي لإنتاج الذرة البيضاء في اليمن :

ولغرض اختبار مدى تأثير عناصر المناخ وعلاقتها بإنتاج الذرة البيضاء في اليمن ، تم تطبيق معادلات الانحدار البسيط (S.R) باعتماد البيانات المناخية وإنتاجية محصول الذرة البيضاء للمدة (١٩٩١-١٩٩٩ م) .

كما تم الاعتماد على البيانات المسجلة عن (الأمطار – السطوع الشمسي – كمية الحرارة المتاحة – كمية الحرارة المتجمعة – الحرارة العليا – الحرارة الدنيا – الرطوبة النسبية – الرياح) خلال فصل النمو فقط وللسلسلة الزمنية ١٩٩١-١٩٩٩م وتعرف الإنتاجية في هذه الحالة بالمتغير التابع (dependent variable) بينما يسمى كل عنصر من عناصر المناخ المعتمدة على حدة بالمتغيرات المستقلة (Independent variable) وبذلك تعالج معادلة الانحدار البسيط (Simple regressions) متغيرين فقط أحدهما تابع الآخر مستقل وتشير المعادلة إلى المتغير المستقل بالرمز (X) كما تشير إلى المتغير التابع بالرمز (Y) والهدف من التحليل الإحصائي هو تحديد مدى قوة العلاقة بين المتغيرين والتنبؤ بقيمة (Y) باستخدام قيمة (X)[٧].

ولأن استخدام متغير مستقل واحد فقط لا يمكننا من دراسة العلاقة بين المتغير التابع وبعض المتغيرات الأخرى.

لذلك تم استخدام معامل الانحدار المتعدد الذي يأخذ في اعتباره تأثير متغيرين مستقلين أو أكثر في المتغير التابع أي أن الانحدار المتعدد يعدّ امتداداً منطقياً للانحدار البسيط[٨] وقد اعتمدت المتغيرات التالية في كل محافظة على حدة.

جـــدول رقم (٣)

المتغيرات المناخية المدخلة في البرنامج الإحصائي SAS ١٩٩٦م

Y	الإنتاجيـــــــــــــــــــــة		
X1	المطر في مرحلة الإنبـات	X17	الحرارة العليا في مرحلة الإنبات
X2	المطر في مرحلة النمو الخضري	X18	الحرارة العليا في مرحلـة النمـو الخضري.
X3	المطر في مرحلة الأزهار	X19	الحرارة العليا في مرحلة الأزهار
X4	المطر في مرحلة النضج	X20	الحرارة العليا في مرحلة النضج
X5	السطوع الشمسي في مرحلة الإنبات	X21	الحرارة الدنيا في مرحلة الإنبات
X6	السطوع الشمسي في مرحلـة النمـو الخضري.	X22	الحرارة الدنيا في مرحلـة النمـو الخضري.
X7	السطوع الشمسي في مرحلة الأزهار	X23	الحرارة الدنيا في مرحلة الأزهار
X8	السطوع الشمسي في مرحلة النضج	X24	الحرارة الدنيا في مرحلة النضج
X9	الحرارة المتاحة في مرحلة الإنبات	X25	الرطوبة النسبية في مرحلة الإنبات
X10	الحرارة المتاحة في مرحلـة النمـو الخضري.	X26	الرطوبة النسبية في مرحلة النمـو الخضري.
X11	الحرارة المتاحة في مرحلة الأزهار	X27	الرطوبة النسبية في مرحلة الأزهار
X12	الحرارة المتاحة في مرحلة النضج	X28	الرطوبة النسبية في مرحلة النضج
X13	الحرارة المتجمعة في مرحلة الإنبات	X29	الرياح في مرحلة الإنبات
X14	الحرارة المتجمعة في مرحلـة النمـو الخضري.	X30	الرياح في مرحلة النمو الخضري.
X15	الحرارة المتجمعة في مرحلة الأزهار	X31	الرياح في مرحلة الأزهار.
X16	الحرارة المتجمعة في مرحلة النضج	X32	الرياح في مرحلة النضج.

كما تم انتقاء الصفات (قيم المتغيرات المستقلة) ذات المعنوية عند مستوى احتمال (٠,٠٥) فقط لإدخالها في المعادلة التنبؤية والأنموذج الرياضي الآتي يمثل معادلة الانحدار المتعدد للتنبؤ في الانتاجية[٩].

$$Y = a + b1\ x\ 1 + b2\ x\ 2 + \ldots\ldots\ldots bn\ x\ n$$

حيث أن :

Y = القيمة التقديرية للإنتاجية (المتغير المعتمد)

a = intercept المسافة بين نقطة التقاطع مع المحور الصادي والمحور السيني والتي يمكن استخراجها الأنموذج الآتي : $a = \hat{Y} - bx$

b2 .... b1 الانحدار والتي يمكن استخراجها عن طريق الأنموذج الآتي:

$$\frac{\Sigma_{xi}\, yi - \Sigma x1 \Sigma yi}{\Sigma_{\eta} x1^{2} - (\Sigma xi)^{2}}$$

x1 ..... x3 تمثل الصفات المدروسة (المتغيرات المستقلة)

وقد تم اختيار الصفات ذات القيم المعنوية تدريجياً (خطوة خطوة) (Stepwise regression) وذلك باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (SAS، ١٩٩٦) ونظراً لتعدد المحافظات (مناطق الانتاج) في القطر فقد قسمت اليمن إلى ثلاث مناطق رتبت على أساس معدلات الأمطار التي اعتمدت أساساً في تحديد مدد نمو الذرة البيضاء واختيرت أربع محافظات لتمثلها في تطبيق البرنامج إحصائياً وهي :

١ - المنطقة المضمونة الأمطار وتمثلها محافظة (إب - تعز).

٢ - المنطقة شبه مضمونة الأمطار وتمثلها محافظة (صنعاء).

٣ - المنطقة غير مضمونة الأمطار وتمثلها محافظة (حضرموت) ممثلة في محطة سيئون.

وفيما يأتي نتائج معادلات البرنامج الإحصائي وعلاقة عناصر المناخ بإنتاجية الذرة في المحافظات المذكورة.

أولاً - محافظة إب :

$$Y = -46.4319 - 0.9568\ (x7) + 2.0676\ (x12) - 0.402\ (x14) - 2.4804\ (x22) + 0.7194\ (x25)$$

ويعني ذلك أنه في حالة ثبات المتغيرات الأخرى برزت عدة متغيرات في المعادلة التي تمثل ٠,٩٩ من التباين في الإنتاجية[*] وهذه المتغيرات هي :

١ - (X7) السطوع الشمسي في مرحلة الأزهار.

٢ - (X12) الحرارة المتاحة في مرحلة النضج.

٣ - (X14) الحرارة المتجمعة في مرحلة النمو الخضري.

٤ - (X22) الحرارة الدنيا في مرحلة النمو الخضري.

٥ - (X25) الرطوبة النسبية في مرحلة الإنبات.

وفيما يأتي تحليل لطريقة العلاقة بين تلك المتغيرات وإنتاجية الذرة البيضاء في المحافظة.

X7 كلما يقل السطوع الشمسي (ساعة واحدة) في مرحلة الأزهار يقل الإنتاج بمقدار ٠,٩٥٦٨ كغم للهكتار الواحد ويعزى انخفاض السطوع الشمس خلال هذه المرحلة في كونها تتزامن مع أعلى كمية الهطول المطري في المحافظة وهو شهر (آب) التي يصاحبه غيوم مستمر فترة بعد الظهر مما

(*) لو كانت إشارة معامل الإنحدار موجبة دل ذلك على أن العلاقة بين X و Y موجبة أي عند زيادة وحدة واحدة من X فأن Y تزداد بمقدار قيمة b1 . أما إذا كانت إشارة b1 سالبة هذا يعني أن العلاقة بين X و Y سالبة أي عند زيادة وحدة واحدة من X فأن Y تنقص بمقدار b1 . ينظر خاشع الراوي. المدخل إلى تحليل الانحدار، دار الكتب للطباعة والنشر الموصل . ١٩٨٧. ص٦٩ .

يؤدي إلى حجب أشعة الشمس الأمر الذي أنعكس تأثيره بشكل واضح على الإنتاجية .

X12 كلما زادت الحرارة المتاحة (١ م°) في مرحلة النضج فأن الإنتاج يزداد بمقدار (٢,٠٦٧٦) كغم للهكتار الواحد. لأن انخفاض X7 يصاحبه انخفاض في كمية الحرارة في المحافظة ويعزى ذلك للأسباب السابقة فضلاً عن طبيعة المنطقة الجبلية وانخفاض معدلات الحرارة مع الارتفاع مما أنعكس تأثيرها على إنتاجية المحصول في مرحلة النضج ، ويظهر ذلك من خلال التأثير السلبي في حدود الحرارة الدنيا X12 ومقدار النقص في المجموع الحراري المتراكم في مرحلة النضج أيضاً X14.

X14 كلما تقل الحرارة المتجمعة (١ م°) في مرحلة النمو الخضري فأن الانتاج يقل بمقدار ٠,٤٠٢ كغم للهكتار الواحد ، لأن محافظة إب تقع على ارتفاع ١٩٠٠ م فوق مستوى سطح البحر وهذا الارتفاع يعمل على انخفاض درجات الحرارة مما يجعل المحصول يميل نحو مدة النمو الخضري عن طريق زيادة عدد السلاميات والأوراق مما يطيل فترة نمود الخضري للحصول على المجموع الحراري المطلوب ضمن حدود منخفضة لمعدلات الحرارة التي ينعكس تأثيرها في انخفاض الإنتاجية.

X22 وللأسباب ذاتها كلما تقل الحرارة الدنيا (١ م°) في مرحلة النمو الخضري فأن الإنتاج يقل بمقدار (٢,٤٨٠ كغم) للهكتار الواحد مما يؤدي سلبياً على النبات وعملياته الفسيولوجية في مرحلة النمو الخضري وينعكس ذلك في انخفاض إنتاجية الهكتار.

X25 كلما زادت الرطوبة النسبية في مرحلة الإنبات بمقدار (١ ملم) فأن الإنتاج يزداد بمقدار (٠,٠٧١٩٤ كغم) للهكتار الواحد. كون المحصول يحتاج

إلى رطوبة كافية في التربة في تلك المرحلة حتى تستطيع النبتة تكـوين جذورها التي تمدها بالماء وعناصر الغذاء من التربة.

فالمتغيرات السابقة تمثل ٠,٩٩ من التباين في إنتاجية الذرة البيضاء في محافظة آب . أما بقية المتغيرات الأخرى فهي ملائمة وتتناسب مـع متطلبـات المحصول.

ثانياً ـ محافظة تعز :

$$Y = -6.7800 + 0.0183\ (X2) + 0.0039\ (X4) + 0.0297\ (X5) + 0.6732\ (X9) + 0.2143\ (X17) - 0.0125\ (X24) - 0.0516\ (X30)$$

هذا يعني أنه في حالة ثبات المتغيرات الأخرى برزت عدة متغيرات فـي المعادلة والتي تمثل ٠,٩٩ من التباين في الإنتاجية وهذه المتغيرات هي :

X2 المطر في مرحلة النمو الخضري .

X4 المطر في مرحلة النضج .

X5 السطوع الشمسي في مرحلة الإنبات .

X9 الحرارة المتاحة في مرحلة الإنبات.

X17 الحرارة العليا في مرحلة الإنبات.

X24 الحرارة الدنيا في مرحلة النضج.

X30 الرياح في مرحلة النمو الخضري.

X2 كلما ازداد المطر في مرحلة النمو الخضري (١ ملم) فأن الإنتاج يـزداد بمقدار ٠,٠١٨٣ كغم للهكتار انواحد لأن المحافظة تعاني من تذبذب في كمية الهطول المطري أثناء مرحلة النمو الخضري وهذا يؤثر سلباً على نمو المحصول فضلاً عن أن هذه المرحلة تتزامن مع شهر تموز الـذي

تهبط كمية المطر فيه إلى أدنى مستوياتها خلال فترة نمو المحصول (شكل ١) في الفصل السابق فضلاً عن أن هذا الشهر ترتفع فيه درجة الحرارة التي تزيد من كمية التبخر وهذا بدوره ينعكس على الإنتاجية علماً أن احتياجات النبات من المياد تزداد في مرحلة النمو الخضري.

X4 كلما ازداد المطر في مرحلة النضج (١ ملم) فأن الإنتاج يزداد بمقدار ٠,٠٠٩٣ كغم للهكتار الواحد ، فالمحافظة تعاني من عجز في كمية المطر خلال هذه المرحلة فينعكس تأثيره في الإنتاجية.

X5 كلما ازداد السطوع الشمسي الفعلي (ساعة واحدة) في مرحلة الإنبات فأن الإنتاج يزداد بمقدار ٠,٠٢٩٧ كغم للهكتار الواحد ، لأن مدة الإنبات تتزامن مع سقوط المطر الذي تصاحبه غيوم تسيطر على المرتفعات التي تحجب أشعة الشمس مما ينعكس تأثيره على الإنتاجية.

X9 كلما ازدادت الحرارة المتاحة (١ م°) في مرحلة الإنبات فأن الإنتاج يزداد بمقدار (٠,٦٧٣٢ كغم) للهكتار الواحد كون الحرارة المتاحة في مرحلة الإنبات قريبة من درجة الحرارة المثالية للمحصول الا أن انخفاض معدلات الحرارة في المحافظة بحكم عامل الارتفاع يجعل من ارتفاع معدلات الحرارة عاملاً إيجابياً يؤكد ذلك أطالة فترة نمو المحصول . في المناطق المرتفعة وزيادة الإنتاج مع ارتفاع معدلات الحرارة العالية في مرحلة الإنبات (X17) بحيث تزداد الإنتاجية بمقدار (٠,٢١٤٣) كغم للهكتار الواحد كلما زادت الحرارة العليا ١ م° في المرحلة المذكورة مع توفر المتطلبات المناخية الأخرى للمحصول.

X24 كلما قلت الحرارة الدنيا (١ م°) في مرحلة النضج فأن الإنتاج يقل بمقدار (٠,٠١٢٥) كغم/للهكتار الواحد لأن مرحلة النضج تتطلب ارتفاعاً في

معدلات الحرارة للحصول على المجموع الحراري اللازم لنضج الحبـوب وألا فأن الحبوب تضل لينة بشكل حليبي مما يؤثر على الإنتاجية.

X30 كلما قلت الرياح ١ م/ثا في اليوم في أثناء النمو الخضري فأن الإنتـاج يقل بمقدار ٠,٠٥١٦ كغم للهكتار الواحد لأن النبات في هـذه المرحلـة يحتاج إلى التهوية وتجديد عناصر الهواء مما يجعل من عنصر الريـاح عاملاً مؤثراً في الإنتاجية أما بقية المتغيرات المناخيـة الأخـرى فهـي ملائمة مع متطلبات المحصول .

ثالثاً. محافظة صنعاء :

$$Y = 58.8761 + 0.1009\ (X1) - 5.2247\ (X7) - 0.4758\ (X18)$$

عند ثبات المتغيرات المناخية الأخرى برزت عدة متغيرات في المعادلـة والتي تمثل ٠,٩٩ من التباين في الإنتاجية وهذه المتغيرات هي :

X1 المطر في مرحلة الإنبات

X7 السطوع الشمسي في مرحلة الأزهار

X18 الحرارة العليا في مرحلة النمو الخضري

X1 كلما أزداد المطر في مرحلة الإنبات بمقدار (١ ملم) فأن الإنتـاج يـزداد بمقدار ٠,١ كغم للهكتار الواحد لأن النبتة تعمل خلال هذه المرحلة على بناء الجذور وبيئتها في التربة لغرض انطلاقه في عملية النمو الخضري.

X7 كلما قل السطوع الشمسي الفعلي (ساعة واحدة) في مراحل الأزهار فأن الإنتاج يقل بمقدار ٥,٢٢ كغم للهكتار الواحد لأن مرحلة الأزهار تتزامن مع سقوط أكبر كمية مطرية خلال فترة نمو المحصول يصاحبها غيـوم كثيفة تحجب أشعة الشمس عن المحصول فتؤثر على الإنتاج.

X18 كلما قلت الحرارة العليا (١ م°) في مرحلة النمو الخضري فأن الإنتاج يقل بمقدار ٠,٤٧٥ كغم للهكتار الواحد فانخفاض معدلات الحرارة بسبب الارتفاع يزيد من مدة نموه الخضري على حساب كمية الإنتاج.

أما بقية المتغيرات المناخية التي لم تبرز في المعادلة فهي ملائمة لنمو المحصول .

رابعاً- حضرموت :

$$Y = 0.73963 + 0.0083\ (X3) + 0.005\ (X4) - 0.02955\ (X6) - 0.12897\ (X7) - 0.0001511\ (X14) + 0.04343\ (X20) + 0.0005\ (X25)$$

عند ثبات المتغيرات المناخية الأخرى برزت عدة متغيرات في المعادلة السابقة والتي تمثل ٠,٩٩ من التباين في الإنتاجية وهذه المتغيرات هي :

X3 المطر في مرحلة الأزهار.

X4 المطر في مرحلة النضج.

X6 السطوع الشمسي في مرحلة النمو الخضري.

X7 السطوع الشمسي في مرحلة الأزهار.

X14 الحرارة المتجمعة في مرحلة النمو الخضري.

X20 الحرارة العليا في مرحلة النضج .

X25 الرطوبة النسبية في مرحلة الإنبات.

وقبل البدء في تحليل عناصر المعادلة تدل كثرة المتغيرات المناخية المؤثرة في إنتاجية محصول الذرة البيضاء في المنطقة على عدم توفر الظروف المناخية الملائمة للإنتاج من جهة ، وعدم توافق المتغيرات المناخية في تحديد مدة النمو الملائمة من جهة أخرى . لاسيما وقد اعتمدت الأمطار أساساً في

تحديد بداية مدة النمو كما هو الحال في بقية المحافظات مع العلم أن أمطار المنطقة قليلة لا قيمة لها ، كون زراعة المحصول في المحافظة لا تعتمد على الأمطار بسبب قلتها مما جعل بداية نمو المحصول يتزامن مع نهاية فصل الشتاء (ك٢/شباط) وبداية سقوط الأمطار ، ولهذا ظهرت بعض التناقضات في طبيعة التأثير المعنوي للمتغيرات المناخية على إنتاجية المحصول فالمنطقة جافة وحارة BWH(*) ومع ذلك فهي تعاني من نقص في كمية الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة.

X3　كلما ازداد المطر ١ ملم في مرحلة الأزهار أزداد الإنتاج بمقدار (٠,٠٠٨٣) كغم للهكتار الواحد لأن المحصول يحتاج لأكبر كمية من الماء خلال هذه المرحلة.

X4　كلما ازداد المطر ١ ملم في مرحلة النضج أزداد الإنتاج بمقدار (٠,٠٠٥٠) كغم للهكتار الواحد لأن الأمطار ضرورية في أثناء مرحلة النضج لغرض امتلاء الحبوب لاسيما وأن المنطقة غير مضمونة الزراعة وتعاني من نقص في كمية الأمطار .

X6　كلما قل السطوع الشمسي ساعة واحدة في مرحلة النمو الخضري يقل الإنتاج بمقدار (٠,٠٢٩٥٥) كغم للهكتار الواحد ، كذلك يؤدي نقص الإشعاع الشمسي في المتغير .

X7　في أثناء مرحلة الأزهار إلى قلة الإنتاج بمقدار (٠,١٢٨٩) كغم للهكتار الواحد وذلك لأن مرحلتي النمو الخضري والأزهار تتزامنان مع مدة سقوط الأمطار خلال شهر (آذار – حزيران) وارتفاع نسبة الغيوم.

(*) المعدل السنوي لكمية الأمطار ٧٣ ملم والمعدل السنوي لدرجة الحرارة ٢٦,٧° م .

X14 كلما انخفضت الحرارة المتجمعة ١ م° في مرحلة النمو الخضري فأن الإنتاج ينخفض بمقدار (٠,٠٠٠١٥١) كغم للهكتار الواحد ، لأن مرحلة النمو الخضري تبدأ من ٢/٩-٣/١٥ وهذه المدة ما زالت امتداد لفصل الشتاء ومن ثم فأن الحرارة المتجمعة غير كافية خلال هذه المرحلة ، وأن تم تأخير موعد الإنبات فأن مرحلة نضج المحصول تتفق مع شهر تموز الذي يعدّ أشدّ شهور السنة حرارة في محافظة حضرموت تتراوح معدل درجة الحرارة العليا بين ٤١-٤٥ م° فيتضرر المحصول .

X20 كلما ارتفعت درجة الحرارة العليا ١ م° في مرحلة النضج فأن الإنتاج يزداد بمقدار ٠,٠٤٣٤ كغم للهكتار الواحد وذلك بسبب النضج المبكر للمحصول وقبل أن ترتفع درجات الحرارة فوق الحدود الحرارية الضارة (٤٠ م°) .

X25 كلما ازدادت الرطوبة النسبية ١ ملم في مرحلة الإنبات . فأن الإنتاج يزداد بمقدار ٠,٠٠٠٥١٧ كغم للهكتار الواحد ، فالمنطقة غير مضمونة الأمطار ولأن النبتة خلال مراحلها الأولى تتطلب رطوبة كافية لأغراض تشكيل وتكوين الجذور لغرض تثبيتها وإمداد أجزائها بالماء والغذاء من التربة.

أما بقية المتغيرات المناخية التي لم تظهر في المعادلة فلم يكن لها دور كبير في تباين الإنتاجية وإنما تتفق مع متطلبات المحصول .

الخلاصة :

أن القيمة الفعلية للمطر تتباين زمانياً ومكانياً داخل القطر وذلك تبعاً للظروف المناخية السائدة من حيث الحرارة وخصائص التساقط وموسميته ، حيث تتناسب القيمة الفعلية للأمطار عكسياً مع ارتفاع درجات الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر / النتح

إضافة إلى تأثير الرياح والرطوبة النسبية وغيرها من عناصر المناخ الأخرى وعلى أساس القيمة الفعلية فقد تم تقسيم محافظات القطر إلى :

١ - محافظات مضمونة الأمطار تشمل (آب - حجة - ورزان - تعز) إذ تزيد فيها كمية الأمطار على ٢٠٠ ملم .

٢ - محافظات شبه مضمونة الأمطار وتشمل محافظتي (ذمار - صنعاء) تتراوح فيها كمية الأمطار بين ١٠٠-٢٠٠ ملم.

٣ - محافظات غير مضمونة الأمطار وتشمل بقية محافظات القطر التي تقل فيها الأمطار عن ١٠٠ ملم.

تناولت الدراسة علاقة الحرارة بإنتاجية محصول الذرة البيضاء خلال مراحل نمو المحصول في محافظات إب وتعز وصنعاء وحضرموت من عام ١٩٩١-١٩٩٩ م وتبين أن فترة نمو المحصول في المحافظات الواقعة على المرتفعات تواجه انخفاض في معدلات الحرارة مما يؤدي إلى نقص في كمية الحرارة المتجمعة خلال مدة النمو الطبيعية المثالية (١٣٦ يوم) . ورغم أن الفترة الضوئية (طول النهار) في القطر ضمن الحدود الكافية لمحصول الذرة البيضاء للقيام بعملية التمثيل الضوئي إلا أنها أظهرت نقصاً في كمية السطوع الفعلي للمحافظات الواقعة ضمن المرتفعات ويعزى سبب ذلك إلى سقوط الأمطار وما يصاحبها من غيوم كثيفة تعمل على حجب أشعة الشمس ، وكذلك كان لانخفاض الرطوبة النسبية في المناطق التي ترتفع فيها درجات الحرارة أثر سلبياً على المحصول فضلاً عن زيادة متطلباته المائية خلال مراحل نموه المختلفة.

التوصيات :

١ - توصي الدراسة بضرورة الاهتمام بالإحصاءات المناخية بغية الاستفادة منها في الدراسات المناخية والتطبيقية مع تعيين متخصصين في مجال رصد الظواهر الجوية مدركين أهمية عملهم .

٢ - رصد كمية الأمطار الساقطة وتحديد تاريخ سقوطها حتى يتم تحديد مواعيد الزراعة بشكل دقيق ليتسنى دراسة المتطلبات المائية للمحاصيل الزراعية حسب مراحل نموها.

٣ - عدم التوسع في زراعة المحصول في المحافظات الغير مضمونة الأمطار، بل يجب استثمارها بزراعة محاصيل أخرى بدورة حياة قصيرة وتتصف بمقاومة أكثر للجفاف .

٤ - ضرورة القيام بدراسات حقلية لمحصول الذرة البيضاء ومحاصيل الحبوب الأخرى وتحديد فترات ومراحل نموها المختلفة والعمل على تحسين الأصناف المحلية وأستنباط الأنواع التي تتسم بتحمل الجفاف تبعاً لتذبذب الأمطار في كل منطقة.

٥ - تأخير موعد زراعة الذرة البيضاء في محافظة تعز ابتدأ من تاريخ ٦/١ ويستمر نمو المحصول حتى ١٠/١٤ بحيث نستطيع أن نتغلب على الفترة الحرجة التي يمر بها المحصول من تذبذب كمية الأمطار التي تتزامن مع مرحلة نضج المحصول ، وبالتالي تصبح فترة التذبذب أثناء مرحلة النمو الخضري للمحصول الذي يستطيع مقاومة الجفاف والاستفادة بشكل كبير من ارتفاع الرطوبة وأشكال التكاثف الأخرى.

الهوامش والمصادر :

* البحث مستل بتصرف عن العزي أحمد محمد نعمان العقاب ، علاقة المناخ بإنتاج محصول الذرة البيضاء في اليمن ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية ، جامعة الموصل ، آذار ٢٠٠٢ .

١. عبد الحميد أحمد اليونس، محفوظ عبد القادر محمد، زكي عبد الياس ؛ محاصيل الحبوّب ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٨٧، ص٢٩٥.

٢. الجمهورية اليمنية ، الجهاز المركزي للإحصاء ، كتاب الإحصاء الزراعي، مايو ، ٢٠٠٠ .

٣. محسن علي أحمد الجنابي، يونس عبد القادر علي ، المدخل إلى إنتاج المحاصيل الحقلية ، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل ، ١٩٩٦ ، ص١٣٧.

٤. عبد الحميد أحمد اليونس وآخرون ، محاصيل الحبوب ، مصدر سابق، ص٢٩٤.

٥. ناصر حسين صفر، المحاصيل الزيتية والسكرية ، بغداد ، ١٩٩٠، ص٤٠٠.

٦. رادكا ديموفا – ديكو بيكوف ، المحاصيل الحقلية في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، (ترجمة) خليل إبراهيم محمد ، مطابع التعليم العالي ، بغداد ١٩٩٠ ، ص٨٧ .

٧. لنكولن تشاد ، الإحصاء في الإدارة ، ترجمة عبد المرضي حامد عزام، دار المريخ للنشر ، الرياض ، ١٩٩٠ م ، ص٧٦٦ .

٨. لنكولن تشاد ، الإحصاء في الإدارة ، ص٨٢٣ .

٩. صبري رديف العاني وسليم إسماعيل العزاوي ، الطرق الإحصائية ، مطابع التعليم العالي والبحث العلمي ، سنة ١٩٨٢، ص١٠٠-١٠١.

ملحق رقم (١)

توزيع المحطات المناخية المعتمدة في البحث وموقعها ضمن المحافظات

ت	المحطة	دائرة العرض		الارتفاع	المحافظة
		دقيقة	درجة	متر	
١	صعده	٥٦	١٦	١٨٠٠	صعده
٢	الجوف	١٥	١٦	١١٠٠	الجوف
٣	سيئون	٥٦	١٥	٧٠٠	حضرموت
٤	حجة	٤٣	١٥	١١٠٠	حـج
٥	مأرب	٢٦	١٥	١١٠	مأرب
٦	صنعـاء	١٣	١٥	٢٢٠٠	صنعاء
٧	النقوب	٥٨	١٤	١٠٥٠	شبوه
٨	الحديده	٤٥	١٤	١٠	الحديده
٩	الريان	٤٠	١٤	٢٥	حضرموت
١٠	ذمار	٢١	١٤	٢٤٠٠	ذمـار
١١	إب	٥٧	١٣	١٩٠٠	إب
١٢	تعـز	٣٦	١٣	١٤٠٠	تعـز
١٣	الحبيلين	٣٢	١٣	٦٠٠	الضالع
١٤	ورزان	٢٥	١٣	١١٠٠	تعـز
١٥	المخـا	١٨	١٣	٥	تعـز
١٦	لحـج	٤	١٣	١٣٠	لحـج
١٧	عـدن	٥٠	١٢	٤٠	عـدن
١٨	سقطري	٣٨	١٢	٤٥	عـدن

المصدر/ الجمهورية اليمنية دائرة الأرصاد الجوية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة، ٢٠٠٠م .

ملحق رقم (٣)

المعدلات الشهرية لكمية الأمطار (ملم) في اليمن

ت	المحطة	الأشهر												المعدل
		كانون ٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	
١	صعده	٢,١	١,٤	٥,٨	٢٥,٣	٨,١	٤,١	١٢	٩,٨	٥	١,٣	٢	٥	٨٢
٢	الجوف	٣	٩,٢	٧,٤	١٦	٣,٣	٢,٢	٩,٢	٢,٦	٣,٦	١,٤	٠,٦	٧,٤	٦٥,٨
٣	سيئون	١,٩	٨,٣	١٦,٧	٢٦	٢,٩	٢,٣	٢,٦	٩,٣	٠,٢	٢,٢	٠,٤	٠,٢	٧٣
٤	حجه	٦,٦	٩,٩	٦١,١	١٢٧,٨	٢٨,٥	٢٧,٣	٨٩,٦	١٢٢	٥٠	٣,١	٦,٤	١٠,٧	٥٩٧
٥	مأرب	٠,٨	١١,١	٢١	٢٣,٢	١,٦	١٠,٤	٣,٩	٢,٥	٤,٨	٤	صفر	صفر	٨٣,٣
٦	صنعاء	٢,٥	٥,٩	١٨,٧	٤٠,٦	٢٠,٢	١١,٥	١٦,٦	١٧	١	صفر	صفر	٤	١٩١
٧	الثقوب	٠,٩	٩,٤	٢٠,١	١٢,٩	٣,٥	١,٥	٨.٨	١١,٤	٠,٨	١,٢	٠,٢	صفر	٧١
٨	الحديدة	٨,٧	٠,٣	صفر	١٨,٧	٠,٥	صفر	٦,٠	١٥,٩	٧	١٤,٦	١٨,٦	صفر	٩٠,٣
٩	الريان	٥,٥	٨,٨	١٢,٦	١٦,٦	٢,٢	١,١	٢,٦	٢,٤	١	٢,٥	٨,٦	٥,٦	٦٩,٥
١٠	ذمار	صفر	١٤,٥	٧٤,٢	٤٤,٦	٢٦,٢	١٢	٣٨,٨	٩٦,٩	٢٠	٦,٤	٦,٢	٤,٢	٣٤٤
١١	إب	٦,١	٢١,٥	٣٦,٨	٧٦,٥	١١٢	١٣٠,٢	١٧٣,١	١٨٥,٢	١١٠,٢	٢٢,٨	١٦,٩	٣,٣	٨٩٤
١٢	تعز	٣,٣	٦,٥	٣٤,٥	٦١,٧	٦٠,٣	٦٢,٣	٤٩	٧٣,١	٨٠,٧	٦٩,٣	١٠,٧	٥,٧	٥١٧,١
١٣	الحبيلين	٠,٦	١,٦	٣١,٦	٣,٤	١٣,٨	٧	١٤	٣٠,٤	٦٠	٦,٨	٣,٥	صفر	١٧٣
١٤	ورزلن	٣,٧	١٢,٤	صفر	٢٢,٣	٥٧,٣	٧٠	٥٨,٧	١٠٨	٨٠,٧	٣٤	٠,٣	٤,٩	٤٥٥
١٥	المخا	٥.٥	٦,٢	٥,٣	٥,٢	١,٤	صفر	٠,٧	٢,٤	صفر	١,٢	صفر	٤,٢	٣٢,٧
١٦	لحج	٢	٦,٩	١٠	٤,٩	٧,٣	١	٣,٢	٥,٩	١٢,٩	٠,٦	٠,٥	٠,٢	٥٥,٥
١٧	عدن	٦,٩	٢	٣,٨٠	٤,١	٢,٩	٤٥	١	٣,٥	٣,٦	١,٧	٢,٧	٩,١	٨٣
١٨	سقطرى	٤,٧	٢,٧	١١,٢	١٤,٣	٣٨,٣	٣	صفر	صفر	٢١,٦	١٥	١٤	٣,٩	١٢٩