مجلة جامعة الملك سعود، م٥، العلوم الزراعية، (١) ص ص٥٥-٧٣ (١٤١٣هـ / ١٩٩٣م).

أهمية استخدام الاختبار اللاحق للأمثلية في تجهيز علائق دجاج البيض بالمملكة العربية السعودية

محمد حمد القنيبط، عصام عبداللطيف أبو الوفا ومصطفى محمود منصور

قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود

الرياض، المملكة العربية السعودية

ملخص البحث. تهدف الدراسة إلى مساعدة مديري مصانع أعلاف دجاج البيض بالمملكة في اتخاذ القرارات السليمة لمواجهة مشكلاتهم التشغيلية اليومية نتيجة للتغيرات المتوقعة في أسعار وأنواع ومحتويات مواد العلف، وذلك من خلال استخدام أسلوب تحليل الحساسية للعلائق المثلى كأداة مباشرة لتحقيق المرونة في الخطط الإنتاجية.

كما أوضحت النتائج المدى الذي يمكن خلاله تغير أحد مستويات العناصر الغذائية المحتوية عليها كل عليقة مثلى مع ثبات مستويات بقية العناصر الأخرى على حالها دون أن يصاحب ذلك تغير في تركيب العلائق المثلى من مواد العلف، بالإضافة إلى تقدير التغير في تكاليف العليقة (التكاليف الحدية) الناتج عن تغير أحد العناصر الغذائية بمقدار الوحدة التي تتحملها مصانع الأعلاف نظير الحصول على وحدة إضافية عن مستوى العنصر الغذائي بالعلائق المثلى. وبينت النتائج الحد الأدنى والأقصى لنسب العناصر الغذائية التي تظل خلالها أسعار الظل سارية المفعول بقيمتها الحالية.

وأوضحت النتائج المدى الذي يمكن أن تتغير خلاله أسعار مواد العلف السوقية والظلية دون أن يصاحب ذلك تغير في مكونات العلائق المثلى، مما يبين حدود الأمان التي يمكن من خلالها الاستمرار في إنتاج العلائق المثلى بمواصفاتها دون إعادة النظر في تركيبها كلما طرأت أية تغيرات على أسعار مواد العلف. وتعد النتائج ذات قيمة فعالة لمديري المصانع لتشغيل مصانعهم بكفاءة اقتصادية عالية.

مقدمة

تعتمد صناعة الأعلاف بالمملكة العربية السعودية في تجهيز خلطات علائق دجاج البيض على استيراد أغلب مواد العلف من الأسواق العالمية، إذ بلغت المقادير المستهلكة من الشعير والذرة الصفراء وفول الصويا في علائق دجاج البيض حوالي ١٤٢، ١٠٤٧، ١٣١ ألف طن على الترتيب خلال عام ١٩٨٦م. في حين بلغت مقادير الإنتاج الكلي المحلي من الشعير والذرة الصفراء حوالي ١٢٠، ٤٥ ألف طن على الترتيب [١].

ويؤدي اعتماد صناعة الأعلاف السعودية على سوق عالمي يتسم الوضع فيه بالتقلبات المستمرة إلى تعرض أسعار مواد العلف المستوردة وبالتالي أسعار العلائق إلى التقلبات السعرية مما ينعكس بدوره على تكاليف الإنتاج ومستويات أسعار البيض، وقد تراوح مدى تغيرات أسعار استيراد كل من الشعير والذرة الصفراء بين حدين أقصى وأدنى قدره ١٠٣٢، ٣١١ وحوالي ١٠٢٠، ٦٠٣ ريالات للطن على الترتيب خلال الفترة من عام ١٩٨١-١٩٨٧م. كما تراوحت أسعار فول الصويا بين ١١٧٨، ١٤١٠ ريالات للطن خلال الفترة ١٩٨٧-١٩٩٠م [٢].

ونظرًا لاستمرار احتمالات حدوث مثل هذه التغيرات السعرية في مواد العلف فضلاً عن احتمالات تغير أنواع ومحتويات مواد العلف من العناصر الغذائية بالإضافة إلى احتمالات تغير المحددات من العناصر الغذائية المطلوب توافرها في العلائق فإن الأمر يقتضي دراسة مدى إمكانية ثبات نسب مكونات مواد العلف المستخدمة في تركيب العلائق المثلى التي تم تكوينها باستخدام نماذج البرمجة الخطية بغية تدنية تكاليف تجهيز العلائق عند حدوث مثل هذه التغيرات [٣].

ويطلق على مثل هذا النوع من الدراسات تحليل الحساسية الذي يعرف بأنه دراسة لمدى حساسية النتائج أو القرارات للتغير في بعض القيم التي بنيت عليها هذه القرارات واستخلصت منها تلك النتائج [٤، ص ص٣٩٨-٤٠٤]. ويحدد تحليل الحساسية أثر التغيرات في أي من قيم الثوابت عند بقاء العوامل الأخرى على حالها، أما إذا تغيرت أكثر

من قيمة في آن واحد، فلا يمكن الاعتماد على الحدود المحسوبة لتحديد درجة استجابة الحل الأمثل لهذه التغيرات [٥]. ويعد استخدام تحليل الحساسية أداة مهمة في تخطيط الإنتاج ووضع خطط بديلة تواكب التقلبات المستمرة والمتلاحقة في ظروف الإنتاج والتسويق [٦، ص ص١٢٤-١٤٣].

المشكلة

نظرًا لاعتماد صناعة الأعلاف بالمملكة العربية السعودية على استيراد أغلب مواد العلف من الأسواق العالمية ولزيادة احتمالات تعرض أسعار هذه المواد إلى التغير فضلاً عن احتمالات تغير أنواعها ومحتواها من العناصر الغذائية بالإضافة إلى احتمالات تغير المحددات من العناصر الغذائية المطلوب توافرها في العلائق مما قد يؤثر على النتائج أو القرارات التي يتم الحصول عليها من استخدام نماذج البرمجة الخطية في تكوين العلائق المثلى بهدف تدنية تكاليف تجهيزها، فضلاً عن أن نماذج البرمجة الخطية تعد وسيلة لاتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد، وغالبًا ما يوجد العديد من العوامل التي تعتبر غير محددة بدقة في الواقع، لذلك فإن الأمر يقتضي معرفة المدى الذي تكون فيه النتائج المتحصل عليها من استخدام هذا الأسلوب عرضة للتغير من عدمه [٦].

الهدف

دراسة مدى تأثر النتائج أو القرارات المتحصل عليها من استخدام نماذج البرمجة الخطية في تركيب العلائق المثلى لدجاج البيض وذلك لتحديد مدى استمرارية هذه العلائق المثلى المقترحة وفقًا لما يحدث من تغيرات محتملة في أسعار وأنواع ومحتويات مواد العلف أو تغير المحددات من العناصر الغذائية.

الأسلوب

استخدم أسلوب تحليل الحساسية Sensitivity analysis أو ما يعرف باسم الاختبار اللاحق للأمثلية Postoptimality analysis [٧، ص ص١١٩-١٢٩؛ ٨، ص١١٦] لنتائج نماذج البرمجة الخطية التي صممت من أجل تركيب العلائق المثلى من مواد العلف المتاحة

بالأسواق بهدف تدنية تكاليف تجهيزها مع تحقيق التوازن في العناصر الغذائية المطلوب توافرها.

استخدم نموذج رياضي يتضمن ثلاثة مكونات رئيسية هي :-

١ - دالة الهدف وتنطوي على تدنية Minimization قيمة الدالة من مواد العلف المتاحة، وتضمنت الدالة أسعار الطن من مواد العلف بالسوق المحلي.
٢ - البدائل العلفية وتنطوي على استخدام البدائل المتنافسة من مواد العلف التي تدخل في تركيب خلطات الأعلاف لتوفير العناصر الغذائية بالعليقة.
٣ - المحددات وهي تتضمن الحد الأدنى لمقادير العناصر الغذائية اللازم توافرها في العلائق في الأعمار المختلفة، ومن ثم فهي تمثل المحددات Constraints المفروضة على تدنية دالة الهدف Objective function .

ويوضح جدول ١ مصفوفة النموذج العام لتدنية دالة تكاليف تجهيز العلائق، حيث يتضمن أسعار مواد العلف المكونة لدالة الهدف، والمعاملات التكنولوجية In-put-Output coefficient وهي تمثل مكونات كل مادة علفية من العناصر الغذائية، والحد الأدنى من العناصر الغذائية اللازم توافرها في العلائق وهي تمثل القيود التي يتم في ظلها تدنية دالة الهدف وهي دالة تكاليف تجهيز خلطات الأعلاف.

ونظرًا لأن نماذج البرمجة الخطية تعتبر إحدى الوسائل لاتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد، في حين يوجد كثير من المتغيرات الداخلة في تركيبها غير محددة بدقة فضلاً عن احتمالات حدوث تغير في أسعار ومحتويات مواد العلف، بالإضافة إلى احتمالات تغير القيود المفروض وجودها من العناصر الغذائية في العلائق مما قد ينعكس على نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية في تكوين خلطات الأعلاف، الأمر الذي قد يقتضي تغير القرارات ومن ثم دراسة المدى الذي تكون فيه النتائج عرضة للتغير، لذلك يستخدم تحليل الحساسية

جدول ١ . نموذج البرمجة الخطية لتدنية تكاليف(*) تجهيز الأعلاف لدجاج البيض بالمملكة العربية السعودية

العناصر الغذائية	الوحدة	نوع التحديد	مستوى التحديد[٣]	ذرة صفراء	القمح	كسر القمح ومخلفات المطاحن	كسب فول الصويا	نخالة[٤] قمح محلي	مسحوق السمك	مسحوق اللحم والعظم	مسحوق برسيم مجفف	حجر[٤] جيري محلي	فوسفات الكالسيوم	خليط دهن	ميثونين وسيستين
				س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨	س٩	س١٠	س١١	س١٢
ص ١ بروتين خام	٪	<	١٤-١٩	٨,٨	١٤,٠٥	١٦,٠	٤٨,٥	١٧,٨٧	٧٢,٣	٥٠,٤	١٧,٥				
ص ٢ الطاقة	سعر حراري	<	٢٦٩٢-٢٩٠٠	٣٣٥٠	٢٨٠١	١٨٠٠	٢٤٤٠	١٣٠٠	٣١٩٠	١٩٦٠	١٣٧٠			٨٨٠٠	
ص ٣ ألياف خام	٪	>	٤-٥,٥	٢,٢	٢,٥١	٧,٥	٣,٩	٩,١٥	٠,٧٠	٢,٨	٢٤,١				
ص ٤ كالسيوم	٪	=	٠,٨-٣,٧	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,١٢	٠,٢٧	٠,٢٤	٢,٢٩	١٠,٣	١,٤٤	٢٦	٢١,٣		
ص ٥ فوسفور	٪	=	٠,٤-٠,٦	٠,٢٨	٠,٣٧	٠,٩٠	٠,٦٢	٠,٧	١,٧	٥,١	٠,٢٢		١٨,٧		
ص ٦ ميثونين + سيستين	٪	=	٠,٤-٠,٦	٠,٣٥	٠,٤٥	٠,٥٣	١,٣٤	٠,٤٢	٢,٨٢	٠,٩٠	٠,٥٦				٦٠
ص ٧ لايسين	٪	<	٠,٤٥-٠,٨٥	٠,٢٤	٠,٤	٠,٦٩	٢,٩٣	٠,٥٩	٥,٧	٢,٦	٠,٨٧				
ص ٨ تربتوفان	٪	<	٠,١٤-٠,١٧	٠,٠٩	٠,١٨	٠,٢٠	٠,٦١	٠,٣٠	٠,٨١	٠,٢٨	٠,٣٣				
ص ٩ أرجنين	٪	<	٠,٦٧-١,٠	٠,٥	٠,٥٨	١,١٥	٣,٢٨	٠,٩٨	٤,٨٤	٣,٦٢	٠,٩٢				
ص ١٠ اللينوليك	٪	=	٠,٠-١,٠	٢,٢	٠,٥٩	١,٨٧	٠,٤	١,٧	٠,١٥	٠,٣٦	٠,٥٨				
ص ١١ الوزن (٢)	طن	=	,٩٩١٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
أسعار مواد العلف (١)	ريال/طن			٦٠٠	١٨٠٠	٦٠٠	١١٧٨	٣٥٦	١٧٨٨	١٥١٨	٩٨٥	٧٠	١٢٠٤	٢٦٠٠	٩٥٦٣

حيث :

١ ـ أسعار مواد العلف بالريال للطن تسليم المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق عام ١٤٠٩هـ.

٢ ـ يضاف للخلطة ٠,٠٠٣٥ طن ملح، ٠,٠٠٥ طن فيتامينات ومعادن، ٠,٠٠٠٥ طن مضادات الكوكسيديا وإجمالي وزن هذه الثوابت هو ٠,٠٠٩ طن.

٣ ـ تم تحديد مستويات البروتين والطاقة والألياف وبقية العناصر استنادًا إلى المستويات المستخدمة للمؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق ويوضح جدول رقم (٢) هذه المستويات أما بالنسبة للعناصر غير المتوافرة لها بيانات فقد استخدم: [٩] National Academy of Sciences.

٤ ـ المكونات المحلية حسب العناصر الموجودة بها استنادًا لنتائج التحليل المعملي من واقع بيانات المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق.

* ـ لتقدير تكاليف العليقة من مكونات مواد العلف يضاف مبلغ ٤٩,٠٨ ريال تمثل قيمة الأملاح ومخلوط الفيتامينات والمعادن ومضادات الكوكسيديا.
وسعر الطن من مخلوط الفيتامينات والمعادن لدجاج البيض يبلغ ٤٧١٧ ريالاً ولمضادات الكوكسيديا ٥١٠٠٠ ريال.

لمعاملات دالة الهدف ومعاملات القيود للموارد حتى يمكن الوقوف على مدى مرونة أي استمرارية خلطات الأعلاف المثلى المتحصل عليها من النماذج وفقًا لاحتمالات التغير وذلك من خلال إجراء اختبار الحساسية لأسعار مواد العلف وأنواعها والقيود من العناصر الغذائية.

النتائج والمناقشـــة

مكونات خلطات علائق دجاج البيض

يوضح جدول ٢ مقادير العناصر الغذائية المطلوب توافرها في هذه العلائق المختلفة وفقًا لأعمار الدجاج وهي تمثل القيود المستخدمة في نماذج البرمجة الخطية المصممة للاختيار بين مواد العلف المتاحة بالأسواق حيث تمت المفاضلة بينها وفقًا لأسعارها ومحتواها من العناصر الغذائية المتوافرة لكل منها في ظل وجود قيود من العناصر الغذائية يتطلب توافرها في العلائق التي يتم تركيبها لتحقيق تدنية تكاليف التجهيز.

ويوضح جدول ٣ محتويات خلطات العلائق المثلى لدجاج البيض في الأعمار المختلفة من مواد العلف والعناصر الغذائية لها فضلاً عن تكاليف تجهيز كل عليقة، وهو بذلك يوضح نتائج تدنية دالة تكاليف تجهيز العلائق. ويلاحظ أن تكاليف كل عليقة تمثل الحد الأدنى لتكاليف تركيبها مع تحقيق شرط التوازن الغذائي بتوافر قدر معين من العناصر الغذائية وفقًا لمتطلبات التغذية في كل مرحلة من مراحل عمر دجاج البيض الواردة في جدول ٢.

وتجدر الإشارة إلى أن الدراسة تتضمن سبع علائق مختلفة المحتوى من العناصر الغذائية، وهي تناظر العلائق التي تنتجها المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق في المحتوى الغذائي، حتى يتسنى عقد مقارنة بينهما من حيث أسعار البيع [٣] والتركيب الكيميائي للعناصر الغذائية، حيث يمكن عقد مقارنة بين التركيب الكيميائي المحسوب للعلائق المثلى كما في جدول ٢ ومحددات العناصر الغذائية التي تمثل العناصر الغذائية الموجودة في علائق المؤسسة العامة الواردة في جدول ٣.

جدول ٢ . محددات علف دجاج البيض لنماذج البرمجة الخطية لتدنية تكاليف تجهيز الأعلاف بالمملكة العربية السعودية .

العناصر الغذائية	الوحدة	نوع التحديد	العلائق*						
			الأولى ١-٦	الثانية ٧-١٢	الثالثة ١٣-١٧	الرابعة ١٨-٤٢	الخامسة ١٨-٤٢	السادسة ٤٣-٧٦	السابعة ٤٣-٧٦
بروتين	٪	= <	١٨	١٦	١٤	١٨	١٩	١٦	١٧
سعرات	سعر	= <	٢٩٠٠	٢٩٠٤	٢٦٩٢	٢٧٥٠	٢٧٥٠	٢٧٣٢	٢٦٩٥
الألياف	٪	= >	٤,٥	٤,٥	٥,٥	٤,٥	٤,٠	٥,٠	٥,٠
كالسيوم	٪	= <	٠,٨	١,٠	١,٠	٣,٧	٣,٥	٣,٣	٣,٥
فوسفور متاح	٪	= <	٠,٤	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٥٥	٠,٥	٠,٦
ميثيونين وسيستين	٪	=	٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٥٥	٠,٥٥	٠,٥٥	٠,٥٥
لايسين	٪	= <	٠,٨٥	٠,٦	٠,٤٥	٠,٦٤	٠,٦٤	٠,٦٤	٠,٦٤
تريبتوفان	٪	= <	٠,١٧	٠,١٤	٠,١١	٠,١٤	٠,١٤	٠,١٤	٠,١٤
أرجينين	٪	= <	١,٠	٠,٨٣	٠,٦٧	٠,٦٨	٠,٦٨	٠,٦٨	٠,٦٨
اللينوليك	٪	= >	٠,٠	٠,٠	٠,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠
الوزن	طن	=	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١

* العلائق من ١-٧ مناظرة للعلائق التي تنتجها المؤسسة بأرقام ٢١٦ ، ٢٣٨ ، ٢٦٠ ، ٣١٨ ، ٣١٩ ، ٣١٦ ، ٣١٧ ، على التوالي.

المصدر : المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق ، بالنسبة لمستويات البروتين والطاقة والألياف ، وبقية العناصر غير المتوافرة عنها بيانات استخدم المصدر التالي [٩ , p12] National Academy of Sciences, .

جدول ٣. تركيب علائق الخلطات المثلى لأعلاف دجاج البيض والتركيب الكيميائي المحسوب لكل منها وتكلفة الطن بالريال بالمملكة العربية السعودية

مواد العليقة بالطن	الأعمار بالأسبوع						
	١-٦	٧-١٢	١٣-١٧	١٨-٤٢	١٨-٤٢	٤٣-٧٦	٤٣-٧٦
ذرة صفراء	٠,٦٦٩٣	٠,٧٠٢٢	٠,٦٠٤١	٠,٦٣٧٣	٠,٦٣٠٢	٠,٦٦٢٧	٠,٦٣٦٤
القمح	—	—	—	—	—	—	—
كسر القمح ومخلفات المطاحن	٠,٠٣٤١	٠,٠١١	٠,٢١٢	—	—	—	—
فول صويا	٠,١٩٩٩	٠,١٥٠	٠,٠٩١	٠,١٧٤٤	٠,١٦١٩	٠,١٥٠٠	٠,١٥٠٠
نخالة القمح	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٥	—	٠,٠١١	٠,٠٣٥٦	٠,٠٤٠٩
مسحوق السمك	٠,٠١٣٥	—	—	٠,٠١٥	٠,٠٥	٠,٠٣١٢	٠,٠٣١٧
مسحوق العظم واللحم	—	٠,٠٢٩٢	—	٠,٠٥٦٤	٠,٠٣٥	—	٠,٠٢١٩
مسحوق برسيم مجفف	—	—	—	—	—	—	—
حجري جيري	٠,٠٢٣٦	٠,٠١٩	٠,٠٢٦	٠,١٠٤٣	—	٠;١٠٣٥	٠,١٠٣
فوسفات الكالسيوم	—	٠,٠٠٦	٠,٠٠٨	—	—	٠,٠٠٧	٠,٠٠٧
خليط الدهن	—	٠,٠٢٣	—	٠,٠٠٣	—	—	—
ميثيونين وسيستين	٠,٠٠٣	—	—	—	—	٠,٠٠٢	—
المجموع	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١	٠,٩٩١

تابع جدول ٣.

التركيب الكيميائي المحسوب:	الأعمار بالأسبوع					
	١-٦	٧-١٢	١٣-١٧	١٨-٤٢	١٨-٤٢	٤٣-٧٦	٤٣-٧٦
بروتين ٪	١٨,٠	١٦,٠	١٤,٠	١٨,٠	١٩,٠	١٦,٠	١٧,٠
السعرات الحرارية سعر	٢٩٠٠,٠	٣٠٦٣,٠	٢٦٩٢,٠	٢٧٥٠,٠	٢٧٥٠,٠	٢٧٣٢,٠	٢٦٩٥,٠
أليـاف خـام ٪	٢,٩٧٥	٢,٧٥٣	٣,٧٣١	٢,٢٥	٢,٢٥	٢,٣٩	٢,٤٤
كـالسـيوم ٪	٠,٨	١,٠	١,٠	٣,٧	٣,٥	٣,٣	٣,٥
فوسـفور كلـي ٪	٠,٤	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٥٥	٠,٥	٠,٦
ميثيونين وسـيستين ٪	٠,٥٩٩	٠,٥	٠,٤٦٦	٠,٥٥	٠,٦١٥	٠,٥٥	٠,٥٥
لايسـين ٪	٠,٨٧٦	٠,٦	٠,٥٨٦	٠,٨٩٦	١,٠٠٩	٠,٧٩٧	٠,٨٥٤
تريبتوفـان ٪	٠,٢١٧	٠,١٨٢	٠,١٦٧	٠,١٩٣	٠,٢١٠	٠,١٨٨	٠,١٩٤
أرجنيـن ٪	١,١٤٣	١,٠١١	٠,٨٩٢	١,١٦٧	١,٢٢٧	١,١	١,١
حامض اللينوليـك ٪	—	—	—	١,٥	١,٤٩	١,٥٨٣	
التكاليـف	٧٠٤,٥٠٤	٧٣٥,٥٠٤	٦٢٥,٧٥٥	٧١٦,٨٣٨	٧٢٣,١٧٥	٦٦١,٥٤٩	٦٧٨,٨٤١

* استخدمت بيانات نموذج البرمجة الخطية بجدول رقم ١ للخلطات مع وضع القيود التالية:

١ ـ س ٣ > = ٥٪، س ٤ < = ١٥٪، س٥ > = ٥٪، س٦ > = ٥٪

٢ ـ س ٤ < = ١٥٪، س ٥ > = ٥٪، س٦ > = ٥٪، للخلطة ٧.

٣ ـ س ٥ > = ٥٪ للخلطة ٣.

المصدر: [٣].

وهنا يجدر التنويه إلى أن تغير أنواع مواد العلف أو أسعارها أو محتوياتها الغذائية من العناصر أو تغير المستوى المتطلب توافره من العناصر الغذائية في كل عليقة قد يؤدي إلى تغير تركيب هذه العلائق المثلى من مواد العلف ومحتواها من العناصر الغذائية، مما ينعكس أثره على تغير تكاليف تجهيزها، الأمر الذي يتطلب دراسة مدى إمكانية ثبات نسب مكونات مواد العلف المستخدمة في تركيب هذه العلائق المثلى عند حدوث مثل هذه التغيرات المحتملة.

تحليل الحساسية لمواد العلف

يطلق عليه بعبارة أخرى Optimality ranges for mixing activities ، حيث تمثل مواد العلف الأنشطة Activities في نموذج البرمجة الخطية للدراسة. وتنقسم مواد العلف إلى مواد تم اختيارها لتدخل في تركيب العلائق وأخرى تم استبعادها، وتتساوى أسعار السوق مع تكاليف الفرصة البديلة Opportunity cost للمواد الأولى وبالتالي فإن سعر الظل Shadow price أو السعر الاقتصادي يساوي صفراً لهذه المواد، أما المواد المستبعدة فإنه لا يتحقق ذلك فيها [٧، ص١٢٠؛ ٩].

ويعبر عن تكاليف الفرصة البديلة بالأثر الصافي Net contribution وهو يمثل قيمة عدم استخدام الوحدة من المادة العلفية بالعليقة في حين يعبر عن سعر الظل بالأثر الإجمالي Gross contribution ويتم الحصول عليه من خلال طرح تكاليف الفرصة البديلة للمادة العلفية من سعرها السوقي [٧، ص١٢٥].

ويوضح جدول ٤ تكلفة الفرصة البديلة (الأثر الصافي) الناجم عن عدم إضافة الوحدة من كل مادة علفية في تكوين خلطات العلائق المثلى في هذه الدراسة بأسعارها السوقية، في حين يوضح جدول ٥ الأثر الإجمالي للوحدة من هذه المواد العلفية وهو ما يطلق عليه أسعار الظل أو الأسعار الاقتصادية. ويؤدي إضافة وحدة واحدة من المواد العلفية السابقة في تكوين العلائق إلى زيادة التكاليف في كل عليقة بالقدر نفسه من قيمة الأثر الإجمالي السابق [٧، ص١٢٨ و ٨، ص١٣٠].

جدول ٤ . أسعـار السوق وتكلفة الفرصة البديلة لمواد العلف لعلائق تربية دجاج البيض خلال عام ١٤٠٩هـ بالريال للطن .

مواد العليقة	سعر السوق	العمـر بالأسـبوع ١-٦	٧-١٢	١٣-١٧	١٨-٤٢	٤٣-٧٦
ذرة صفـراء	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠
القمـح	١٨٠٠,٠	٦٣٦,٢	٥٨٦,١	٦٣٦,٢	٥٨٦,٠	٥٨٢,٨
كسر القمح ومخلفات المطاحن	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٦٠٠,٠	٤٣٩,٨	٤٣٥,١
فول صويا	١١٧٨,٠	١١٧٨,٠	١١٧٨,٠	١١٧٨,٠	١١٧٨,٠	١١٧٨,٠
نخالـة القمـح	٣٥٦,٠	٣٥٦,٠	٣٥٦,٠	٣٥٦,٠	٣٥٦,٠	٣٥٦,٠
مسـحوق السـمك	١٧٨٨,٠	١٧٨٨,٠	١٣٣٥٤,١-	١٧٠٤,٤	١٧٨٨,٠	١٧٨٨,٠
مسـحوق العظم واللحم	١٥١٨,٠	١١٦٥,٧	١٥١٨,٠	١٤١٨,٥	١٥١٨,٠	١٥١٨,٠
مسحوق برسيم مجفف	٩٨٥,٠	٥٦٨,٢	٢٣١,٤-	٥٣٩,١	٣٥٠,٣	٣٤١,٠٤
حجر جيري محلي	٧٠,٠	٧٠,٠	٧٠,٠	٧,٠	٧,٠	٧٠,٠
فوسـفات الكالسيوم	١٢٠٤,٠	٥٠٨,٣	١٢٠٤,٠	١٢٠٤,٠	١١٢٣,٠	١٢٠٤,٠
خليـط الدهـن	٢٦٠٠,٠	٨٩٠,٩	٢٦٠٠,٠	٣٨٣,٨	١٥٩٧,٤	١٦١٢,٥
ميثيونيـن وسيستين	٩٥٦٣,٠	٩٥٦٣,٠	٦١٣٧٢٤,٠-	١٠٤,٨	٣١٠,٢-	٣١٥٨,١-

المصدر :

١ - [٢].

٢ ـ نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية للدراسة .

تحليل الحساسية لأسعار مواد العلف

تتراوح أسعار مواد العلف بالعلائق المثلى التي تم تكوينها في هذه الدراسة بين حدود دنيا وقصوى موضحة المدى الذي يمكن أن تتغير فيه أسعار مواد العلف بكل عليقة دون أن يصاحب ذلك تغير في مكونات هذه العلائق المثلى ويطلق على ذلك اختبار الحساسية لمعاملات دالة الهدف بالنموذج [٧، ص١٢٧ و ٨، ص١٣٠] وبعبارة أخرى التغيرات في معاملات دالة الهدف Changes in the objective function coefficients .

جدول ٥ . الأسعار الظلية لمواد العلف لعلائق تربية دجاج البيض خلال عام ١٤٠٩هـ بالريال للطن

مواد العليقة	العمر بالأسبوع				
	١-٦	٧-١٢	١٣-١٧	١٨-٤٢	٤٣-٧٦
ذرة صفراء	—	—	—	—	—
القمح	١١٦٣,٧	١٢١٣,٩	١١٦٣,٨	١٢١٤,٠	١٢١٧,٢
كسر القمح ومخلفات المطاحن	—	—	—	١٦٠,٢	١٦٤,٩
فول صويا	—	—	—	—	—
نخالة القمح	—	—	—	—	—
مسحوق السمك	—	١٥١٤٢,١	٨٣,٦	—	—
مسحوق العظم واللحم	٣٥٢,٢	—	٩٩,٤	—	—
مسحوق برسيم مجفف	٤١٦,٧	١٢١٦,٤	٤٤٥,٩	٦٣٤,٧	٦٤٣,٩٦
حجر جيري محلي	—	—	—	—	—
فوسفات الكالسيوم	٦٩٥,٦	—	—	٨٠,٤	—
خليط الدهن	١٧٠٩,٠	—	١٦١٦,٢	١٠٠٢,٦	٩٨٥,٥
ميثيونين وسيستين	—	٦٢٣٢٨٧,٠	٩٤٥٨,٢	٩٨٧٣,٢	١٢٧٢١,١

المصدر : نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية بالدراسة .

ويمكن لمدير مصنع الأعلاف أن يستشف من تلك الحدود الدنيا والقصوى لأسعار مواد العلف حدود الأمان التي يمكنه من خلالها الاستمرار في إنتاج العلائق بمواصفاتها دون أن يتطلب الأمر إعادة النظر في تركيب هذه العلائق كلما طرأت أية تغيرات على الأسعار. كما يمكنه معرفة أكثر المواد العلفية حساسية لتغيرات الأسعار إذ كلما صغر المدى لسعر مادة علفية معينة دل ذلك على الحساسية الشديدة لتركيب العليقة المثلى للتغيرات السعرية في تلك المادة العلفية. ويوضح جدول ٦ الحدود الدنيا والقصوى لأسعار كل مادة علفية للعلائق المثلى المختلفة التي تم تركيبها في هذه الدراسة.

وفيما يتعلق بمواد العلف التي تدخل في تركيب خلطة العليقة الأولى للعمر من ١-٦ أسابيع في هذه الدراسة يتضح أنه طالما كان سعر الطن من الذرة الصفراء يقع بين حد أدنى قدره ٤٤٠ ريالاً للطن وحد أقصى قدره ١٠٢٤ ريالاً للطن فإن مكونات هذه العليقة المثلى

جدول ٦ . نتائج تحليل الحساسية لأسعار مواد العلف لعلائق تربية دجاج البيض وفقًا لأسعارها عام ١٤٠٩هـ بالريال للطن .

مواد العلف	العمر بالأسبوع									
	١-٦		٧-١٢		١٣-١٧		١٨-٤٢		٤٣-٧٤	
	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى
ذرة صفراء	٤٤٠,١	١٠٢٣,٩	—	١٠٣٢,٨	٤٣٢,٨	٩٤٢,٧	٩٠,٢	٧٦٩,٥	١٠١,٥	٨٨١,٦
القمح	٦٣٦,٢	—	٥٨٦,١	—	٦٣٦,٢	—	٥٨٦,٠	—	٥٨٢,٨	—
كسر القمح ومخلفات المطاحن	٤٠٣,١	٦٤٨,٥	٥١,٧	٩٢٥٥,٨	٥٢٨,٠	٧٣٤,٨	٤٣٩,٨	—	٤٣٥,١	—
فول صويا	١١٤٦,٢	١٤١٩,١	—	—	٥٩٥,٧	١٢٢٣,٧	١١٦١,٩	٥٤٣٦,٤	١١٤٢,٣	—
نخالة القمح	—	٥٥٨,٨	—	٢٦٣٤,٦	—	٥٦٨,٤	—	٣٩٢,١	—	٤٣٣,٢
مسحوق السمك	١٤٦٨,١	١٨٤٦,٣	—	—	١٧٠٤,٤	—	—	١٨٨٣,٩	—	١٩١٨,٨
مسحوق العظم واللحم	١١٦٥,٧	—	—	٧٢١١,٥	١٤١٨,٥	—	١١٣٦,٠	١٥٣٨,٤	١٢٩٦,٤	١٦٠٧,٥
مسحوق برسيم مجفف	٥٦٨,٢	—	—	—	٥٣٩,١	—	٣٥٠,٣	—	٣٤١,٠	—
حجر جير كلي	—	٢٦٦٥,٠	—	٢٣٥٩٤,٤	—	٧٢٧,٩	—	٥٣٤٢,٥	—	١٥٨٠,١
فوسفات الكالسيوم	٥٠٨,٢	—	—	٢١٩١٥,٢	—	١٥٧٨,٢	١١٢٣,٦	—	٩٠٢,٧	٢٢٦٥,٩
خليط الدهن	٨٩٠,٩	—	٩٣٣,٤	—	٩٨٣,٨	—	١٥٩٧,٤	—	١٦١٢,٥	—
ميثيونين وسيستين	٥٦٧٥,٦	٣٠٩٨٩,١	—	—	١٠٤,٧	—	—	—	—	—

المصدر: نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية المستخدمة بالدراسة.

تظل كما هي بدون تغير. أما بالنسبة لمواد العلف غير الداخلة في تكوين هذه العليقة مثل القمح فإن انخفاض سعر الطن منه حتى ٦٣٦ ريالاً للطن لا ينجم عنه تغيير في مكونات هذه العليقة المثلى في حين أن انخفاض السعر إلى أقل من ذلك الحد يستوجب إعادة النظر في تغيير مكونات هذه العليقة المثلى بإدخال القمح فيها. وهكذا بالنسبة لباقي مواد العلف وباقي العلائق للأعمار المختلفة الموضحة بجدول ٦.

تحليل الحساسية لقيود العناصر الغذائية

ويتم من خلاله دراسة المدى الذي يمكن فيه تغير أحد مستويات العناصر الغذائية (التي تمثل قيودًا) المحتوية عليها كل عليقة مثلى تم تركيبها مع ثبات مستويات بقية العناصر الغذائية الأخرى على حالها دون تغير في تركيب العليقة المثلى من مواد العلف [٧، ص١٢٨ و ٨ ص١٢٩]. ويطلق عليه Range of feasibility for constraint values .

ومن الجدول ٦ يتضح أن القيود الغذائية التي تم استيفاؤها بالكامل في عليقة مثلى - أي التي لا يوجد منها فائض - وهي تعني وصول القيد الغذائي بالعليقة إلى حالة المساواة بين القدر المحدد والقدر المستخدم من العنصر وفقًا للتركيب الكيميائي المحسوب بجدول ٣، وبذلك يكون للقيد أثر إجمالي يعكس فيه التكلفة الحدية للوحدة الإضافية من العناصر الغذائية للعليقة، أو بمعنى آخر يعكس التغير في تكلفة العليقة المثلى الناتج عن تغير أحد عناصرها الغذائية بمقدار وحدة واحدة والتي يتحملها مصنع العلف نظير الحصول على وحدة إضافية واحدة زائدة عن مستوى القيد المفروض.

ويوضح جدول ٧ قيمة الأثر الإجمالي ومقدار الفائض للعناصر الغذائية للعلائق المثلى المختلفة، وقدر الفائض بطرح قيم المحدد للعنصر الغذائي المبينة في جدول ٢ من قيم المستخدم منه والموضحة في جدول ٣.

كما تشير القيود الغذائية التي تم استيفاؤها بالكامل، أي المحققة لفائض يساوي الصفر، إلى أن انخفاض أي من هذه القيود بمقدار وحدة واحدة من شأنه أن يخفض

تكاليف الطن من العليقة بمقدار قيمة الأثر الإجمالي المقابل لها بالجدول ٧ وهو بذلك يمثل التكلفة الحدية.

ومن ثم فإن محاولة مدير المصنع زيادة مستوى القيود للعناصر الغذائية عن معدلها الحالي بالعليقة الأولى (مثلا للعمر ١-٦ أسابيع) بمقدار وحدة واحدة لأي من البروتين، السعرات الحرارية، والفوسفور الكلي يؤدي إلى زيادة تكلفة طن العليقة بمقدار ١٢,٤، ٠,٠٨٤، ٢٢,٤ ريال للوحدة لكل منها على الترتيب، وذلك بفرض ثبات بقية القيود الغذائية الأخرى بالعليقة على حالها، بينما يؤدي زيادة الكالسيوم بمقدار الوحدة إلى نقص تكلفة طن العليقة بمقدار ٢,٦ ريال (جدول ٧).

أما القيود الغذائية التي لم يتم استيفاؤها أي المحققة لفائض سالب فتشير إلى زيادة القدر المستخدم عن المحدد للعنصر الغذائي في العليقة المثلى، وهذا يعني أن طن العليقة المثلى يحتوي على كمية أكبر من الحدود الدنيا المفروضة على القيد الغذائي، حيث تبين أن طن العليقة المثلى الأولى يحتوي على كمية زائدة من عنصر اللايسين والتريبتوفان والأرجنين قدرها ٠,٢٦٪، ٠,٠٤٧٪، ٠,١٤٤٪، لكل منها على الترتيب (جدول ٧).

في حين تشير القيود الغذائية المحققة لفائض موجب إلى زيادة القدر المحدد عن المستخدم من العناصر الغذائية كما في الألياف بالعليقة الأولى وهو ما يعني أن طن هذه العليقة يحتوي على كمية أقل من الحدود القصوى المفروضة على القيد الغذائي لكل منها بالعليقة بمقدار ١,٥٢٪ إذ أن مستوى تحديد قيد الألياف أقل من أو يساوي ٤,٥٪ من الألياف، مما يعني أن زيادتها بمقدار الفائض الموجب لن يكون له تأثير على قيمة تكاليف الطن للعليقة المثلى (جدول ٧).

وتوضح نتائج تحليل الحساسية للقيود الغذائية الحد الأدنى والأعلى لنسب العناصر الغذائية التي تظل خلالها أسعار الظل سارية المفعول بقيمتها الحالية كما هو مبين في جدول ٨ ويتضح من نتائج التحليل للعليقة الأولى أن قيد الألياف ليس له حدود عليا وله حدود دنيا فقط في حين أن بقية العناصر الغذائية لهذه العليقة لها حدود عليا ودنيا. ويختلف ذلك الوضع من عليقة لأخرى في مختلف علائق تربية دجاج البيض للأعمار المختلفة (جدول ٧).

جدول ٧ . الأثر الإجمالي ومقدار الفائض من قيود العناصر الغذائية لعلائق تربية دجاج البيض بالمملكة العربية السعودية(*)

العناصر الغذائية	الوحدة	العمر بالأسبوع							
		١-٦		٧-١٢		١٣-١٧		١٨-٤٢		٤٣-٧٤	
		الأثر الإجمالي	الفائض	الأثر الإجمالي	الفائض	الأثر الإجمالي	الفائض	الأثر الإجمالي	الفائض	الأثر الإجمالي	الفائض
بروتين	٪	١٢,٤	—	١٧٤,٥	—	١٦,٣	—	١٨,٩	—	١٩,٢	—
سعرات	سعر	٠,٠٨٤	—	—	١٥٩,٢-	٠,٠٩٩	—	٠,٢١٧	—	٠,٢١٧	—
ألياف خام	٪	—	١,٥٢	—	١,٧	—	١,٧٦٨	—	١,٧٤	—	٢,٥٥
كالسيوم	٪	٢,٦-	—	٩٧,٣-	—	١,١٩٨-	—	١٣,١	—	١٢,٧	—
فوسفور كلي	٪	٢٢,٤	—	٣٦,٢	—	٦٠,١٤٨	—	٦١,٧٤	—	٦٥,٩	—
ميثيونين وسيستين	٪	١٥٦,٩	٠,٠٠٠٤	١٠٢٧٢,١-	—	—	٠,٠٦٦-	—	٠,٠٦٥-	٤٧,٧-	٠,٢١٤-
لايسين	٪	—	٠,٠٢٦-	٢١٥,١	—	—	٠,١٣٦-	—	٠,٣٦٩-	—	٠,٠٥٤-
تريبتوفان	٪	—	٠,٠٤٧-	—	٠,٠٤٢-	—	٠,٠٥٨-	—	٠,٠٧١-	—	٠,٤٠٣-
أرجينين	٪	—	٠,١٤٤-	—	٠,١٨١-	—	٠,٢٢٢-	—	٠,٥٤٧-	—	٠,٥٤٢-
اللينوليك	٪	—	—	—	—	—	—	—	٠,٤٩١-	—	—

* الأثر الإجمالي يقاس بالريال للوحدة، ومقدار الفائض يقاس بالوحدة.

المصدر:

١ ـ جمعت وحسبت من نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية المستخدمة بالدراسة.

٢ ـ جمعت وحسبت من الجدولين ١، ٢.

جدول ٨ . تحليل الحساسية لقيود العناصر الغذائية لعلائق تربية دجاج البيض بالمملكة العربية السعودية(*) .

العناصر الغذائية	الوحدة	العمر بالأسبوع							
		١-٦		٧-١٢		١٣-١٧		١٨-٤٢		٤٣-٧٤	
		الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى
بروتين	٪	١٧,٦	١٨,٨	١٥,٧	١٦,١	١٢,٠	٢٧,٢	١٨,٦	١٩,٩	١٦,٤	١٧,٨
سعرات	سعر	٢٨٦٢,٤	٢٩٨٠,٧	—	٣٠٦٣,٢	٢٣٣٣,٧	٢٩٧٨,٤	٢٦٧٧,١	٢٧٧١,٢	٢٦٧٦,٧	٢٧٧٧,٠
أليـاف خـام	٪	٢,٩٧	—	٢,٧	—	٣,٧	—	٢,٢	—	٢,٤	—
كالسيوم	٪	٠,٤٦	١,٥	٠,٨	١,٤	٠,١٩	٣,٣	٢,٩	٣,٧	٣,٣	٤,٢
فوسفور كلي	٪	٠,٣٨	٠,٤٢	٠,٥	١,٠٣	٠,٤	١,٢	٠,٤	٠,٦	٠,٥	٢,٣
ميثيونين وسيستين	٪	٠,٥٨	٢,١	٠,٥	٠,٥	—	٠,٥	—	٠,٦	٠,٥	٠,٦
لايسين	٪	—	٠,٨٧	٠,٦	٠,٦	–	٠,٦	–	١,٠	—	٠,٨
تريبتوفان	٪	—	٠,٢٢	—	٠,٢	—	٠,١٦	—	٠,٢	—	٠,٢
أرجينين	٪	—	١,١٤	—	١,٠١	—	٠,٩	—	١,٢	—	١,١
اللينوليك	٪	—	–	–	—	—	—	—	١,٥	—	١,٥

* قيد العناصر الغذائية يقاس بالوحدة .

المصدر: جمعت وحسبت من نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية المستخدمة بالدراسة .

المـراجـــــع

[١] وزارة الـزراعـة والمياه. *إنتاج واستهلاك الأعلاف في المملكة العربية السعودية*. الرياض: إدارة الدراسات الاقتصادية والاحصاء، ١٤١١هـ.

[٢] المؤسسـة العـامـة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق. *أسعار شراء مواد العلف*. الرياض: إدارة التسويق، ١٤٠٩هـ.

[٣] القنيبط، محمد الحمد؛ أبو الوفا، عصام و منصور، مصطفى. «إمكانية تخفيض تكاليف تغذية دجـاج البيض بالمملكـة العربية السعودية.» *مجلة الاسكندرية للبحوث الزراعية*، دراسة مقبولة للنشر، أغسطس (١٩٩١م).

[٤] أبورمان، محمد عبدالعزيز. *البرمجة الخطية (نظرية وتطبيق)*. القاهرة: المطبعة الفنية الحديثة، ١٩٨٠م.

[٥] التطاوي، نشوى عبدالحميد يونس. «إدارة وتنظيم أعمال منشآت تصنيع الإنتاج الزراعي الغذائي في جمهورية مصر العربية.» *دراسة تطبيقية على شركة أدفينا للأغذية المحفوظة*، مصر، (١٩٨٩م).

[٦] الحناوي، محمد. *بحوث العمليات في مجال الإدارة*. الاسكندرية: دار الجامعات المصرية، ١٩٧٦م.

[٧] Beneke, R. R. and Winterboer, R. D. *Linear Programming Applications to Agriculture*. Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1973.

[٨] Cook, T. M. and Russell, R. A. *Introduction to Management Science*. Second Edition, Englewood Cliffs, N.J: Prentice - Hall, Inc., 1981.

[٩] National Academy of Sciences. *Requirements of Poultry*. Washington, DC: National Research Nutrient Council, 1984.

The Importance of Using Postoptimality Analysis in the Preparation of Layers Feed in Saudi Arabia

Mohammad H. Al-Qunaibet, Essam A. Abo-Elwafa, and Mostafa M. Mansour

Department of Agricultural Economics, College of Agriculture, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Abstract. This study was aimed to help the manager of layers's feed mills to take economically viable decisions regarding daily problems arising from price fluctuation and/or types of feed ingredients.

Five optimal layers' feed rations for different ages were tested through postoptimality analysis as a direct tool to give managers more flexibility in production planning.

Empirical results showed the range within which feed ingredient market prices and shadow prices can change without changing the ingredients of the optimal feed ration. This helps to continue the production of the optimal feed ration without changing the ingredients as long as we are within these price ranges.

The results also showed the range within which a feed ingredient can change in an optimal feed ration, keeping other ingredients fixed, without changing the least cost ration.