Minufiya J. Agric. Res. Vol. 33 No.4: 1055 - 1091 (2008)

النماذج الرياضية لتحليل المخاطرة في القطاع الزراعي

محمود عبد الحليم جاد محمد

المعمل الفرعي لبحوث التصميم والتحليل الإحصائي – مركز البحوث الزراعية

(Received: June , 3 , 2008)

الملخص

تستهدف الدراسة اختبار ستة نماذج رياضية لتدنية احتمالات المخاطرة في التركيب المحصولي المصري والمقارنة بينها لبيان أثر كل منها علي بعض المؤشرات الاقتصادية واستخدام الموارد الإنتاجية الزراعية، وقد تبين أن تدنية احتمالات المخاطرة في التركيب المحصولي سوف يعمل علي توفير كل من التكاليف المتغيرة للإنتاج بما يتراوح بين ١٩- ٥٣٢ مليون جنيه والموارد المائية الزراعية بنسب متباينة قد تصل إلي نحو ٩٨٤ مليون متر مكعب في حين تراوحت احتمالات المخاطرة بين ٠,١٣%- ٦,٠٩%.

وأشارت الدراسة إلي أن مساحات المحاصيل تتقارب بدرجة كبيرة في غالبية النماذج الرياضية في ظل اليقين التام كما تتقارب بعد تدنية المخاطرة أيضاً وهو ما يوضح مدي التطابق الكبير في تحقيق أهداف النماذج الرياضية موضع الدراسة رغم تنوع أساليب التحليل، مما يعكس صلاحيتها جميعاً في تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية خاصة فيما يتعلق بالمحاصيل ذات المساحات الكبيرة والتي تعد هيكل التركيب المحصولي مثل القمح والأرز والذرة والبرسيم والقطن والقصب إلا أن أفضلها كان نموذج *MOTAD* من حيث المؤشرات الاقتصادية وتعظيم كفاءة استخدام الموارد الإنتاجية وتوزيع مساحات المحاصيل بالتركيب المحصولي في نفس الوقت.

وأوضحت الدراسة أن تكلفة المخاطرة بهذا النموذج *MOTAD* بلغت نحو ١٨١٧ مليون جنيه حيث يساهم في توفير نحو ٣٢٩ مليون جنيه من التكاليف المتغيرة للإنتاج، كما يساهم في توفير نحو ٧٨٢ مليون متر مكعب من مياه الري ويمكن استخدام هذا الفائض في استصلاح وزراعة أراضي جديدة، كما تبين أن محاصيل الحبوب والبقول والزيوت تعد من

المحاصيل التي تتسم بانخفاض مستوي المخاطرة عند إنتاجها أما محاصيل الخضر والألياف والمحاصيل الطبية والعطرية فتتسم بارتفاع مستوي المخاطرة.

الكلمات الدالة: المخاطرة الاقتصادية، البرمجة الخطية، التركيب المحصولي.

تمهيد:

يتباين سلوك متخذ القرار عند تعظيم الدخل كرد فعل تجاه احتمالات المخاطرة التي يمكن أن يتعرض لها وغالباً ما تكون تقديراته متحيزة لحجم الإنتاج والعائد منه وحجم وقيمة الموارد الإنتاجية ذات الندرة كالأرض والمياه والخطأ في اختيار التكنولوجيا المناسبة إذا أهمل تأثير عامل المخاطرة، فطبيعة الإنتاج في القطاع الزراعي تختلف عن طبيعة الإنتاج في القطاعات الاقتصادية الأخرى من تأثره بالعديد من العوامل والمتغيرات الطبيعية البيئية والاقتصادية والاجتماعية بحكم انه يتم في ظل بيئة مكشوفة، يكون خلالها عرضة للعديد من الأخطار كالتقلبات المناخية والبيئية والإصابة بالأمراض الفطرية والآفات الحشرية والقوارض وأخطار التربة ونقص المعلومات عن الإنتاج والأسعار والتسويق وعدم توافرها بالدرجة المطلوبة، والتي يصعب علي المنتج الزراعي التنبؤ بها بدقة أو التحكم فيها أو تحمل أثارها بمفرده مما يجعل الإنتاج الزراعي عملية محفوفة بالمخاطر وتؤثر سلبياً علي الناتج القومي الزراعي.

وتعرف المخاطرة علي أنها الأحداث أو النتائج التي يمكن قياسها بطريقة كمية أو تجريبية وهذه النتائج لا يمكن التنبؤ بها ويكون لها احتمال ثابت لعدد كبير من الحالات أو المشاهدات كما أن معالم التوزيع الاحتمالي تكون ثابتة لكل النتائج التي تتضمن المخاطرة كما يمكن التامين ضدها ووصفها علي أنها نوعاً من أنواع التكاليف، وترجع أسبابها إما لأسباب طبيعية كالظواهر الطبيعية أو شخصية سواء كانت إرادية متعمدة أو غير إرادية وغير متعمدة كنقص المعلومات أو الخبرة وعدم توافر التكنولوجيا، وتتسم المخاطرة بالاستمرارية والاحتمالية والقابلية للقياس والمستقبلية والتنوع.

ومع اجتهاد الباحثين في تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية التي يمكن أن يتعرض لها الإنتاج الزراعي تنوعت أساليب البحث والدراسة والتي يعتمد غالبيتها علي استخدام

النماذج الرياضية للبرمجة الخطية كبديل للبرمجة غير الخطية التي تستنزف الكثير من الجهد والوقت والبيانات والتحليل، كما أن البعض قد يغيب عنه تعدد وسائل التحليل وعدم توافر النماذج الرياضية ومن ثم انتقاء النموذج المناسب الذي يحقق الهدف منه وماهية البيانات المطلوبة أو اللازمة له، لهذا تركز الدراسة علي إبراز أهم النماذج الرياضية لتحليل المخاطرة الاقتصادية في القطاع الزراعي باستخدام البرمجة الخطية والمفاضلة بينها مع بيان أهم مميزاتها وعيوبها.

مشكلة الدراسة:

يرتبط الإنتاج الزراعي بالظروف البيئية والطبيعية التي ينتج فيها بحكم انه يتم في بيئة مكشوفة يصعب التحكم فيها أو السيطرة عليها خاصة مع اتساع المساحة المنزرعة، كما يتأثر بالعوامل الاقتصادية والسياسية والاجتماعية فضلاً عن أن طبيعة الإنتاج الزراعي غير الخطية التي يتسم بها تجعله أكثر عرضة للأخطار من القطاعات الاقتصادية الأخرى، فمعظم الدراسات التي استهدفت تدنية المخاطرة في مصر استعانت بعدد محدود من النماذج الرياضية رغم كثرتها وتنوعها مما ساهم في انحسار غالبيتها وعدم انتشاره إما لصعوبة تنفيذها أو عدم توافرها، غير أن بعضها له من المحاذير والانتقادات إذا أعطت نتائج غير مقبولة أو غير منطقية بما يحد من درجة الثقة فيها ويجعلها أقل دقة وبالتالي صعوبة الأخذ بها في مواجهة المخاطرة المحتملة، مما يدعو إلي بيان إمكانية تقدير احتمالات المخاطرة وتدنيتها بأساليب مختلفة والمفاضلة بينها.

أهداف الدراسة:

دراسة التركيب المحصولي ليست هدفاً رئيسياً في حد ذاته بقدر الاستعانة ببياناته الفعلية كقاعدة لتغذية نماذج تدنية المخاطرة بالبيانات وإمدادها بالمعلومات الكافية الواقعية، ولكن تستهدف الدراسة في الأساس إلقاء الضوء علي أهم النماذج الرياضية التي تستهدف تقدير وتدنية احتمالات المخاطرة وتحليلها واختبارها والمفاضلة بينها علي أسس سليمة لاستخلاص النتائج الواقعية منها، وبيان أثرها علي بعض المؤشرات الاقتصادية مثل الهامش الكلي الإجمالي والتكاليف المتغيرة للإنتاج واستخدام الموارد الإنتاجية الزراعية، وبيان

الاختلاف في توزيع المساحة المحصولية علي المحاصيل الزراعية قبل وبعد تدنيـة احتمـالات المخاطرة لتحديد ما إذا كانت تتسم بارتفاع أو انخفاض درجة المخاطرة أو كانت محايدة لها عند إنتاجها تحت ظروف الزراعة المصرية.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة علي أساليب بحوث العمليات كالبرمجة الخطية من خـلال اسـتخدام بعض النماذج الرياضية التي يمكن من خلالها تدنية المخاطرة في الإنتاج الزراعي إلي جانـب بعض الأساليب الإحصائية كمقاييس التشتت مثل معامل التباين ومعامـل الاخـتلاف للهـوامش الكلية (صافي العائد بدون الإيجار) للمحاصيل الزراعية، واستعانت الدراسة بـبعض المراجـع وثيقة الصلة بموضوع الدراسة بالإضافة إلي البيانات الرسمية المنشورة وغير المنشورة التي تصدر عن وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي والجهاز المركزي للتعبئة العامـة والإحـصاء، وفيما يلي عرض للنماذج الرياضية للبرمجة الخطية المستخدمة في تدنية المخاطرة الاقتصادية.

1- Minimization of Variance Model:

تدنية معاملات التباين للهوامش الكلية للمحاصـيل الزراعيـة يعتبـر أحـد الطـرق المستخدمة في تدنية المخاطرة الاقتصادية، فكلما كان معامل التباين للهامش الكلي للمحـصول أقل انخفاضاً كلما دل ذلك علي انخفاض عامل المخاطرة عند إنتاج هذا المحصول حيث يكـون الدخل أكثر استقراراً، والعكس صحيح كلما زاد معامل التباين للهامش الكلي للمحـصول كلمـا ارتفعت المخاطرة عند إنتاجه، وبذلك يعتمد النموذج الأول لتدنية المخاطرة الاقتـصادية علـي تدنية معاملات التباين للهوامش الكلية للمحاصيل الزراعية باستخدام البرمجة الخطية كما يلي:

$$\textit{Minimize} \qquad \pi = \sum_{j=1}^{n} \delta_j^{\,2} X_j$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad \textit{all} \quad i = 1 \quad \textit{to} \quad m$$

$$\textit{Where } X_j \ge 0 \qquad \textit{all} \quad j = 1 \quad \textit{to} \quad n$$

حيث :

π = دالة الهدف. b_i = حجم القيد من المورد i. X_j = النشاط الإنتاجي أو المحصول j..

δ_j^2 = معامل التباين للهامش الكلي للمحصول j . a_{ij} = الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j.

2- Minimization of Coefficient of Variation Model:

أحد الطرق المستخدمة في تدنية المخاطرة الاقتصادية يتمثل في تدنية معاملات الاختلاف للمحاصيل الزراعية باستخدام البرمجة الخطية، فالمحصول الذي له معامل اختلاف أقل لهامشه الكلي، يعتبر أقل مخاطرة من المحصول الذي له معامل اختلاف أكبر للهامش الكلي وبذلك يعتمد النموذج الرياضي للبرمجة الخطية علي تدنيه معاملات الاختلاف للهوامش الكلية للمحاصيل باستخدام النموذج التالي:

$$\textit{Minimize} \qquad \pi = \sum_{j=1}^{n} CV_j X_j$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad \textit{all} \quad i = 1 \quad \textit{to} \quad m$$

$$\textit{Where } X_j \ge 0 \qquad \textit{all} \quad j = 1 \quad \textit{to} \quad n$$

حيث :

π = دالة الهدف. b_i = حجم القيد من المورد i. X_j = النشاط الإنتاجي أو المحصول j..

CV_j = معامل الاختلاف للهامش الكلي للمحصول j . a_{ij} =الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j.

3- MOTAD Model:

يعتبر نموذج *MOTAD* من أهم نماذج البرمجة الخطية لتدنية المخاطرة الاقتصادية وأكثرها شيوعاً في الاستخدام لدي الباحثين نظراً لسهولة تطبيقه وتقارب نتائجه مع أساليب البرمجة غير الخطية، وهو يعتمد علي تدنية الاختلافات الكلية المطلقة لانحراف الهوامش الكلية عن متوسطها الحسابي، وعندما تؤخذ أعلي قيمة (λ) تكون الاختلافات الكلية المطلقة للهوامش الكلية للمحاصيل الزراعية أعلي ما يمكن أي أن النموذج يفترض اليقين التام حيث يرتفع مستوي المخاطرة، وعندما تؤخذ أقل قيمة (λ) تكون الاختلافات الكلية المطلقة للهوامش الكلية للمحاصيل الزراعية أقل ما يمكن أي أن النموذج يفترض تدنية المخاطرة إلي أدني مستوياتها.

$$\textit{Minimize} \qquad Z = \sum_{h=1}^{S} Y_h^-$$

Such that

$$\sum_{j=1}^{n}(C_{hj} - g_j)x_j + Y_h^- \geq 0 \qquad \textit{(For all h, h = 1, ..., s)}$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_j x_j = \lambda \qquad \textit{(}\lambda = 0 \textit{ to Unbounded)}$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_i \leq b_i \qquad \textit{(for all i, i = 1, ..., m)}$$

$$x_j \ , y_h^- \geq 0 \qquad \textit{(for all h, j)}$$

حيث:

Z = دالة الهدف. Y_h^- = الفروق المطلقة أو الاختلافات المطلقة.

X_j = النشاط أو المحصول. a_{ij} = الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j.

λ = ثابت. b_i = حجم القيد من المورد i. f_i = الهامش الكلي المتوقع للمحصول j.

$\sum_{j=1}^{n}(ch_j - g_{j)X_j}$ =مجموع القيم المطلقة لانحراف الهامش الكلى عن المتوسط العام للهامش الكلي

4- Minimax Criterion:

أقل استخداماً من النموذج السابق ويبني علي افتراض أن متخذ القرار يرغب في تدنية ما يمكن أن يندم عليه من خسائر فيما بعد عندما يتخذ القرار بحيث يكون قادراً علي مقارنة المخرجات مع ما حققه عندما يتملك البصيرة التامة وذلك بافتراض أن الحالات الطبيعية سوف تكون سائدة خلال سنوات الدراسة، فإذا كان متخذ القرار صحيحاً في توقعاته للهوامش الكلية لكل نشاط عندئذ سوف يتبنى خطة الإنتاج التي تعظم الدخل، وتشير القيمة Y_t^* إلي القيمة المعظمة للدخل وعندها يكون لمتخذ القرار البصيرة التامة لتبنى خطة إنتاجية بديلة تحقق دخل حقيقي Y_t ، ويقيس الفرق بين $(Y_t^* - Y_t)$ الخسارة التي تعطي متخذ القرار الخبرة

دفعة واحدة مما يكسبه خبرة كبيرة تمكنه من تحديد قرار واضح ومن ثم يتم اختيار الخطة التي تدني أعلي الخسائر.

$$\textit{Minimize} \quad R$$

$$\textit{Subject to}$$

$$Y_t^* - \sum_j c_{jt} X_j \le R \qquad \textit{all } t$$

and

$$\sum_j a_{ij} X_j \le b_i \qquad \textit{all } j$$

$$\sum_j \bar{c}_j X_j = \lambda \qquad (\lambda = 0 \textit{ to Unbounded})$$

$$X_j, R \ge 0 \qquad \textit{all } j$$

حيث:

R = أسوأ خسارة للخطة الإنتاجية في الحالات الطبيعية المعتادة.

c_{jt} = الهامش الكلي للمحصول j في السنة t. $\quad$ $\bar{c}_j$ = متوسط الهامش الكلي للمحصول j.

a_{ij} = الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j. $\quad$ b_i = الحجم المتاح من المورد i.

X_j = مساحة المحصول j. $\quad$ λ = متوسط الهامش الكلي خلال فترة الدراسة.

5- Maximin Criterion:

عندما تكون للطبيعة (الظروف البيئية) تأثير سيئ علي المخرجات بالشكل الذي يتدنى معه دخل المزارع عن الحالة الطبيعية المعتادة ويكون من الضروري اختيار خطة الإنتاج التي لها أعلي مخرجات في ظل الظروف البيئية السيئة للطبيعة، ويمكن باستخدام البرمجة الخطية الوصول إلي الحل الذي يعظم المخرجات في ظل الظروف السيئة تجنباً للمخاطرة وعدم استقرار الدخل بحيث يتم تدنية أسوأ الخسائر في الهامش الكلي التي يمكن أن تظهر عند الإنتاج.

Maximize M

Such that

$$\sum_j c_{jt} X_j = M \qquad \textit{all } t$$

$$\sum_i a_{ij} X_j \le b_i \qquad \textit{all } i$$

$$\sum_j \bar{c}_j X_j = \lambda \qquad (\lambda = 0 \textit{ to Unbounded})$$

$$X_j, M \ge 0 \qquad \textit{all } j$$

حيث:

M = الهامش الكلي المتوقع للمخرجات في حالة الظروف السيئة أو غير الطبيعية.

c_{jt} = الهامش الكلي للمحصول j في السنة t. $\bar{c}_j$ = متوسط الهامش الكلي للمحصول j.

a_{ij} = الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j. b_i = الحجم المتاح من المورد i.

X_j = مساحة المحصول j. λ = متوسط الهامش الكلي خلال فترة الدراسة.

6- Target MOTAD Model:

يعد من النماذج الهامة في تدنية المخاطرة الاقتصادية حيث يعتمد علي تقليل الفرق بين الدخل المتوقع من خطة الإنتاج والدخل المستهدف الذي يسعى إليه متخذ القرار، وذلك في ضوء احتمالات الدخل المستهدف في الحالات الطبيعية أو المعتادة والتي غالباً ما تكون متساوية خلال سنوات الدراسة.

Maximize $E = \sum_j \bar{c}_j X_j$

Subject to

$$Y_0 - \sum_j c_{jt} X_j - Z_t^- \le 0 \qquad \textit{all } t$$

and

$$\sum_t p_t Z_t^- = \lambda \qquad (\lambda = 0 \textit{ to Unbounded})$$

$$\sum_j a_{ij} X_j \le b_i \qquad \textit{all } i$$

$$X_j, Z_t^- \ge 0 \qquad \textit{all } j, t$$

حيث :

E = حجم الدخل أو الهامش الكلي المتوقع. X_j = النشاط الإنتاجي j (المحصول).

c_j = الهامش الكلي للمحصول j. Y_0 = حجم الدخل أو الهامش الكلي المستهدف. a_{ij} = الاحتياجات الفنية من المورد i للمحصول j. b_i =حجم القيد من المورد i.

λ = مجموع الانحرافات المحددة لحجم الدخل. Z_t^- = الانحرافات السالبة عن الدخل المستهدف.

$\bar{c}_j$ = متوسط الهامش الكلي للمحصول j خلال فترة الدراسة. p_t = احتمالات الدخل المستهدف.

تقيس المتغيرات (Z_t^-) قيمة أي انحرافات في الدخل المستهدف حيث تجمع هذه الانحرافات وتضرب في احتمالات الدخل المستهدف (p_t) لتعطي مجموع الانحرافات المتوقعة تحت الدخل المستهدف، بحيث يبني النموذج أساسا لتعظيم حجم الدخل المتوقع والذي يتلاءم مع الدخل المستهدف والذي يتم تحديده بواسطة (λ)، وعن طريق (λ) نحصل علي مجموعة من الخطط الإنتاجية ذات الكفاءة في الإنتاج والتي تتلاءم مع حجم الدخل المستهدف، والذي يعتمد أيضا علي ($\sum_t p_t Z_t^-$) لتعطي أقصي قدر ممكن من الدخل (E).

ومن ثم فأن مخطط السياسة الزراعية ربما يهتم بصفة عامة بخطة الإنتاج التي تعطي أعلي دخل من الخطة بأقل قيمة ممكنة من ($\sum_t p_t Z_t^-$) بحيث تظل صغيرة بصورة مناسبة، وذلك لتقليل مجموع احتمالات الانحرافات المتوقعة للدخل عن الدخل المستهدف.

القيود التنظيمية للبرمجة الخطية:

إن أبرز ما يواجه تنمية القطاع الزراعي المصري من محددات تتمثل في الأرض والمياه لذلك اشتملت قيود نماذج البرمجة الرياضية الخطية على قيود الموارد الأرضية والموارد المائية:

١- قيود الموارد الأرضية الزراعية : وتضم قيد للمساحة الشتوية بحيث لا تزيد عن ٦٠١٥٦٢١ فدان وقيد للمساحة الصيفية والنيلية بحيث لا تزيد عن ٥٦٣٨١٧٧ فدان، كما تضم ٨٢ قيد للمحاصيل المنزرعة (٤١ محصول) بمعدل قيدان لكل محصول أحدهم للحد الأعلى والأخر للحد الأدنى وهما يمثلان أعلي وأدني مساحة زرعت بكل محصول خلال

الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)، وبإجمالي مساحة محصولية تبلغ نحو ١١,٦٥ مليون فدان بنسبة ٨٠,١٢% من إجمالي المساحة المحصولية خلال فترة الدراسة والبالغة نحو ١٤,٥٤ مليون فدان.

٢- قيد الموارد المائية الزراعية: ويمثل هذا القيد الحد الأقصى لمياه الري المتاحة لزراعة جميع المحاصيل موضع الدراسة بحيث لا تزيد كمية مياه الري المستخدمة في الزراعة عن ٣٥ مليار متر مكعب خلال الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)، وهذه الكمية تمثل نحو ٨٧,٥٠% من إجمالي كمية مياه الري المتاحة للإنتاج الزراعي المصري والبالغة نحو ٤٠ مليار متر مكعب.

وتمثل هذه القيود الحد الأدنى من القيود التنظيمية الواقعية المفروضة علي نموذج التحليل كالمساحات الفعلية للمحاصيل واحتياجاتها المائية خلال فترة زمنية محددة، والتي لا يمكن الاستغناء عنها في التحليل لأهميتها في ضمان زراعة المساحة الشتوية والمساحة الصيفية والنيلية بالكامل للتأكيد علي ارتفاع مستوي الكفاءة الاقتصادية في استخدام الموارد الزراعية المتاحة، هذا إلي جانب ضرورة مراعاة احتياجات الدولة من مختلف المحاصيل الزراعية والتي يصعب معها التوسع في زراعة محصول ما بدرجة كبيرة لتطغي علي مساحة محصول أخر لا يمكن الاستغناء عن زراعته، فضلاً عن أن مثل هذه القيود لا تتعارض بدرجة كبيرة مع سياسات التحرر الاقتصادي إذ أن التغير في مساحات المحاصيل وفقاً لنموذج البرمجة الخطية لن يكون كبيراً بالدرجة التي يصعب معها علي متخذ القرار أن يسعى إليها، بالتركيز علي الجوانب الإرشادية للمزارعين والتغيرات السعرية المحلية ووسائل تنمية الصادرات الزراعية والاهتمام بأساليب مواجهة المخاطرة الاقتصادية، بعكس التغيرات الكبيرة والهيكلية في المساحات المنزرعة من المحاصيل والتي تحتاج إلي عدة سنوات للوصول إليها، مع الأخذ في الاعتبار ديناميكية التغير في التركيب المحصولي وعدم ثباته وتغيره من سنة إلي أخرى حتى بدون تدخل الدولة وفقاً للعديد من العوامل أبرزها تفاعل قوي الطلب والعرض والأسعار العالمية للسلع الزراعية.

التركيب المحصولي الفعلي:

من الضروري الاعتماد علي البيانات الفعلية للمحاصيل الزراعية بالتركيب المحصولي عند دراسة واختبار النماذج الرياضية لتدنية المخاطرة الاقتصادية باستخدام البرمجة الخطية لذلك تم الاستعانة بالبيانات الفعلية للفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)، ويوضح جدول (١) أن إجمالي المساحة المحصولية للمحاصيل تقدر بنحو ١١,٦٥ مليون فدان موزعة إلي ٦,٠١ مليون فدان للمحاصيل الشتوية ونحو ٥,٦٤ مليون فدان للمحاصيل الصيفية والنيلية بنسبة ٥١,٦٢%، ٤٨,٣٨% علي الترتيب، وأن التركيب المحصولي الفعلي يشير إلي أن مساحات القمح والبرسيم بنوعيه (التحريش والمستديم) يمثلان نحو ٢٢,٨١%، ٢٠,٣٩% من إجمالي المساحة المحصولية علي الترتيب في حين أن بقية المحاصيل الشتوية مجتمعة تمثل نحو ٨,٤٢% من إجمالي المساحة المحصولية، بينما محاصيل الأرز والذرة بنوعيها (الشامية والرفيعة) والقطن والقصب تمثل ١٢,٨٥%، ٢٠,٦٨%، ٥,١٢%، ٢,٧٦% علي الترتيب في حين أن بقية المحاصيل الصيفية والنيلية مجتمعة تمثل نحو ٦,٩٧% من إجمالي المساحة المحصولية، وبالتالي فإن مساحات هذه المحاصيل الستة فقط مجتمعة تمثل نحو ٨٤,٦١% من إجمالي المساحة المحصولية موضع الدراسة وبقية المحاصيل الأخرى بالتركيب المحصولي تمثل نحو ١٥,٣٩% فقط.

الهامش الكلي للتركيب المحصولي الفعلي:

الهامش الكلي لأي محصول هو عبارة عن الإيرادات الكلية مطروحاً منها التكاليف المتغيرة فقط أي عبارة عن صافي عائد الفدان بدون الإيجار، وبدراسة الهامش الكلي للتركيب المحصولي الفعلي موضع الدراسة والموضح بالجدول (١) يتبين أن الهامش الكلي الإجمالي يقدر بنحو ٢٩,٠٥ مليار جنيه منها ١٥,٧٠ مليار جنيه تمثل الهامش الكلي للمحاصيل الشتوية ونحو ١٣,٣٥ مليار جنيه تمثل الهامش الكلي للمحاصيل الصيفية والنيلية بنسبة ٥٤,٠٤%، ٤٥,٩٦% علي الترتيب، ويحتل محصول البرسيم بنوعيه التحريش والمستديم المرتبة الأولي من حيث الهامش الكلي ليمثل نحو ٢٦,٣١%، يليه في المرتبة الثانية والثالثة والرابعة محاصيل القمح والذرة والأرز بنسبة ١٩,٦٢%، ١٤,٧٨%، ١٣,١٣% علي الترتيب، وتأتي في المرتبة الخامسة والسادسة والسابعة محاصيل الطماطم بعرواتها الثلاثة والقطن والقصب بنسبة ٨,٨٤%، ٥,٢٧%، ٣,٩١% علي الترتيب، وبذلك يبلغ إجمالي الهامش الكلي لهذه

المحاصيل السبعة مجتمعة نحو ٩١,٨٦% من الهامش الكلي الإجمالي للتركيب المحصولي موضع الدراسة، ليصل إجمالي الهامش الكلي لبقية المحاصيل الأخرى بالتركيب المحصولي مجتمعة إلي نحو ٨,١٤% فقط.

وتعتبر محاصيل القمح والبرسيم والطماطم الشتوي من أعلي المحاصيل الشتوية من حيث الهامش الكلي حيث تساهم هذه المحاصيل بنحو ٤٩,١٥% من الهامش الكلي الإجمالي للتركيب المحصولي ونحو ٩٠,٩٤% من الهامش الكلي الإجمالي للمحاصيل الشتوية موضع الدراسة، في حين تعتبر محاصيل الذرة والأرز والطماطم الصيفي والنيلي والقصب والقطن من أعلي المحاصيل الصيفية والنيلية من حيث الهامش الكلي حيث تساهم بنحو ٤١,٧١% من الهامش الكلي الإجمالي للتركيب المحصولي ونحو ٩٠,٧٥% من الهامش الكلي الإجمالي للمحاصيل الصيفية والنيلية موضع الدراسة.

الأهمية النسبية لمجموعات المحاصيل:

بدراسة الأهمية النسبية لمجموعات المحاصيل الزراعية بالتركيب المحصولي الفعلي موضع الدراسة لبيانات متوسط الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦) كما يوضحها جدول (٢)، يتبين أن مساحة محاصيل الحبوب تمثل المساحة الأكبر بين مجموعات المحاصيل حيث تمثل نحو ٥٧,٢٩% من إجمالي المساحة المحصولية لتحتل المرتبة الأولي من حيث المساحة وتحقق هامش كلي يبلغ نحو ٤٧,٩٠% من إجمالي الهامش الكلي لإجمالي المساحة المحصولية، وتحتل محاصيل العلف الأخضر المرتبة الثانية من حيث المساحة والتي تبلغ نحو ٢٠,٣٩% من إجمالي المساحة المحصولية وتصل نسبة مساهمة الهامش الكلي لهذه المحاصيل نحو ٢٥,٣١% من إجمالي الهامش الكلي لإجمالي المساحة المحصولية، في حين تحتل محاصيل الخضر المرتبة الثالثة من حيث المساحة المنزرعة بنسبة ٧,٩١% وبإجمالي هامش كلي يقدر بنحو ١٣,٠٣%، بينما تحتل محاصيل الألياف والمحاصيل السكرية والبقولية والزيتية والمحاصيل الطبية والعطرية المرتبة الرابعة حتى الثامنة حيث تمثل مساحات هذه المحاصيل نحو ٥,٣٢%، ٤,٠٥%، ٢,٤٨%، ٢,٣٠%، ٠,٢٦% علي الترتيب، كما تصل نسبة مساهمة هذه المحاصيل في إجمالي الهامش الكلي للمساحة المحصولية إلي نحو ٥,٤٣%، ٤,٨٢%، ١,٥٤%، ١,٥٩%، ٠,٣٨% علي الترتيب.

جدول (١)- التركيب المحصولي الفعلي لمتوسط الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)

المحصول	المساحة بالفدان	%	الهامش الكلي بالمليون جنيه	%
الشتوية	٦٠١٥٦٢١	٥١,٦٢	١٥٧٠٠,٨٤	٥٤,٠٤
القمح	٢٦٥٨٨١٢	٢٢,٨١	٥٧٠٠,٤٩	١٩,٦٢
الشعير	١١٠٥٧٥	٠,٩٥	١٠٧,٩٢	٠,٣٧
الفول البلدي	٢٥٠٥٧٩	٢,١٥	٣٩٣,٤١	١,٣٥
الحمص	١٥٤٧٣	٠,١٣	٢٠,٩٠	٠,٠٧
الحلبة	١٤٠٩٦	٠,١٢	٢٣,١٩	٠,٠٨
الترمس	٥٤٣٦	٠,٠٥	٧,٢٢	٠,٠٢
العدس	٣٠٣١	٠,٠٣	٣,٥٠	٠,٠١
بنجر السكر	١٥٠٥٦٦	١,٢٩	٢٦٤,٣٩	٠,٩١
البرسيم التحريش	٥٣٢٩٤٢	٤,٥٧	١١٦٣,٩٥	٤,٠١
البرسيم المستديم	١٨٤٣٦٢٤	١٥,٨٢	٦١٨٩,٠٥	٢١,٣٠
الكتان	٢٣٨٦٤	٠,٢٠	٤٥,٠٣	٠,١٥
البصل	٦٧٢٤٠	٠,٥٨	١٧١,٤٦	٠,٥٩
الثوم	١٩٩٢٩	٠,١٧	٦٥,٢٥	٠,٢٢
الياتسون	١٦٨٨	٠,٠١	٥,٤٦	٠,٠٢
الكمون	٦٠٠٠	٠,٠٥	٢٣,٤٢	٠,٠٨
الكراوية	٣٤٢٧	٠,٠٣	١٠,٢٩	٠,٠٤
الكسبرة	١٢٨٣٧	٠,١١	٣٤,٧٤	٠,١٢
الطماطم الشتوي	١٨٨٦٢٣	١,٦٢	١٢٢٥,٣٠	٤,٢٢
الكوسة الشتوي	٢٢١٨٢	٠,١٩	٥٩,٢٥	٠,٢٠
الكرنب الشتوي	٣٠٢٠٢	٠,٢٦	٧٧,٠٥	٠,٢٧
البسلة الشتوي	٥٤٤٩٥	٠,٤٧	١٠٩,٥٩	٠,٣٨

(تابع) جدول (١) التركيب المحصولي الفعلي لمتوسط الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)

المحصول	المساحة بالفدان	%	الهامش الكلي بالمليون جنيه	%
الصيفية والنيلية	٥٦٣٨١٧٧	٤٨,٣٨	١٣٣٥٣,٠١	٤٥,٩٦
الأرز الصيفي	١٤٩٧٢٩٨	١٢,٨٥	٣٨١٣,٦٢	١٣,١٣
ذرة شامية صيفي	١٧٣٨٨١٩	١٤,٩٢	٣٣٤٠,٢٧	١١,٥٠
ذرة رفيعة صيفي	٣٦٣٧٩٠	٣,١٢	٥١٧,٦٧	١,٧٨
فول الصويا	١٩٧٥٢	٠,١٧	٢١,٨٧	٠,٠٨
الفول السوداني	١٤٣٨٥٨	١,٢٣	٣١١,٤٥	١,٠٧
السمسم	٦٦٥٨٢	٠,٥٧	٩٧,٦٨	٠,٣٤
عباد الشمس	٣٧٩٨٨	٠,٣٣	٣١,٠٠	٠,١١
قصب السكر	٣٢٢١٤٤	٢,٧٦	١١٣٥,٥٦	٣,٩١
القطن	٥٩٦٣٢٥	٥,١٢	١٥٣٢,٥٦	٥,٢٧
الحناء	٦٢٧	٠,٠١	١,٥٣	٠,٠١
الكركديه	٦٣٢٧	٠,٠٥	٣٤,٥٦	٠,١٢
الطماطم الصيفي	١٩٣٤٧٣	١,٦٦	٨٨٩,٧٨	٣,٠٦
البطاطس الصيفي	٧٦٠٠٧	٠,٦٥	٢٣٤,٣٣	٠,٨١
الخيار الصيفي	٥٤١٠٧	٠,٤٦	١٥١,٩٣	٠,٥٢
الكوسة الصيفي	٦٢٧٨٥	٠,٥٤	١٥٠,٨١	٠,٥٢
الباذنجان الصيفي	٥٦٠٦٢	٠,٤٨	١٣٢,٥٩	٠,٤٦
الذرة الشامية النيلي	٣٠٧٦٤٣	٢,٦٤	٤٣٦,٢٤	١,٥٠
فاصوليا جافة نيلي	١٥٢٧٤	٠,١٣	٤٥,٤٤	٠,١٦
الطماطم النيلي	٧١١٢٧	٠,٦١	٤٥١,٩٤	١,٥٦
الكرنب النيلي	٨١٨٩	٠,٠٧	٢٢,١٨	٠,٠٨
الإجمالي	١١٦٥٣٧٩٨	١٠٠	٢٩٠٥٣,٨٥	١٠٠

المصدر: حسب من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.

وتشير الأهمية النسبية لمجموعات المحاصيل إلي ارتفاع الأهمية الاقتصادية لمحاصيل الحبوب الغذائية نظراً لزيادة الطلب عليها بدرجة كبيرة لمواجهة احتياجات السكان لرفع نسبة الاكتفاء الذاتي منها والحد من وارداتها، أما محاصيل العلف الأخضر فيرجع ارتفاع مساحتها إلي ضرورة توفير الغذاء اللازم للثروة الحيوانية للمحافظة عليها وتنميتها خلال فصل الشتاء، وبالنسبة لمحاصيل الألياف والتي تعد من المحاصيل التصنيعية والتصديرية في ذات الوقت فهي تمثل مصدراً للزيوت النباتية التي يتم استخلاصها من بذور هذه المحاصيل واستخدام الكسب الناتج في صناعة الأعلاف المركزة فضلاً عن تصنيع الألياف وتصدير الفائض منها، أيضا زراعة المحاصيل البقولية تعد من المحاصيل الغذائية الهامة التي لا غني عنها في معظم الوجبات الغذائية للمجتمع خاصة وإنها تدخل في العديد من الصناعات الغذائية، وتعكس الأهمية النسبية المنخفضة لمساحات لمحاصيل الطبية والعطرية علي الرغم من ارتفاع أهميتها الاقتصادية عالمياً التنافس الشديد بين المحاصيل المنزرعة علي المساحة والذي هو في صالح محاصيل الحبوب الغذائية والأعلاف، أما محاصيل الخضر فزراعتها يعد ضرورياً في والوجبات الغذائية وما يفيض يمكن تصديره للأسواق الخارجية كخضروات طازجة خاصة للدول العربية نظراً لارتفاع أسعارها وقلة مشاكل إنتاجها مقارنة بغيرها من المنتجات الزراعة.

جدول (٢)- الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل لمتوسط الفترة (٢٠٠١- ٢٠٠٦)

مجموعة المحاصيل	المساحة بالفدان	%	الهامش الكلي بالمليون جنيه	%
الحبوب	٦٦٧٦٩٣٧	٥٧,٢٩	١٣٩١٦,٢١	٤٧,٩٠
العلف الأخضر	٢٣٧٦٥٦٦	٢٠,٣٩	٧٣٥٣	٢٥,٣١
الألياف	٦٢٠١٨٩	٥,٣٢	١٥٧٧,٥٩	٥,٤٣
السكرية	٤٧٢٧١٠	٤,٠٥	١٣٩٩,٩٥	٤,٨٢
البقول	٢٨٨٦١٥	٢,٤٨	٤٤٨,٢٢	١,٥٤
الزيوت	٢٦٨١٨٠	٢,٣٠	٤٦٢	١,٥٩
الطبية والعطرية	٣٠٩٠٦	٠,٢٦	١١٠	٠,٣٨
الخضر	٩١٩٦٩٥	٧,٩١	٣٧٨٦,٨٨	١٣,٠٣
الإجمالي	١١٦٥٣٧٩٨	١٠٠	٢٩٠٥٣,٨٥	١٠٠

المصدر: حسبت من بيانات جدول (١).

الأهمية النسبية للمحاصيل في ظل اليقين التام:

تعتمد النماذج الرياضية للبرمجة الخطية موضع الدراسة علي استخلاص بديلين الأول يحدد التركيب المحصولي في ظل اليقين التام أي افتراض إهمال عامل المخاطرة في التحليل والثاني يحدد التركيب المحصولي بعد تدنية المخاطرة أي أخذ عامل المخاطرة في الاعتبار عند التحليل، وفي ضوء اختلاف النماذج الرياضية المستخدمة وطبيعتها سوف تتغير مساحات المحاصيل بنسب مختلفة وكذلك الهوامش الكلية الإجمالية لكل نموذج قبل وبعد تدنية المخاطرة الاقتصادية، كما سيختلف تأثير المخاطرة الاقتصادية علي استخدام الموارد الزراعية والتكاليف الإنتاجية والإيرادات الكلية من كل محصول وهو ما ينعكس علي التراكيب المحصولية الناتجة ككل.

يوضح جدول (٣) الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل المنزرعة بالتركيب المحصولي قبل تدنية المخاطرة وفقاً للنماذج الرياضية موضع الدراسة، حيث يتبين تقارب مساحات المحاصيل بدرجة كبيرة خاصة الرئيسية منها، فعلي سبيل المثال تمثل مساحة القمح نحو ٢١,٨٧% من إجمالي المساحة المحصولية لغالبية النماذج باستثناء نموذج *MINIMAX* ونموذج *MAXIMIN* حيث بلغت نحو ٢١,٩٤%، ونحو ٢١,٨٩% علي الترتيب وهي اختلافات بسيطة، أما محصول البرسيم المستديم فقد اتفقت كل النماذج علي أن مساحته تمثل نحو ١٧,١٢% من إجمالي المساحة المحصولية باستثناء نموذج *MINIMAX* حيث بلغت نحو ١٦,٩٢%، وبالنسبة لمحصول الأرز فتمثل مساحته نحو ١٢,٥٥% من إجمالي المساحة المحصولية في كل النماذج باستثناء نموذج *MINIMAX* ونموذج *MAXIMIN* حيث بلغت نحو ١٣,٦٧% لكل منهما، وبالنسبة لمحصول الذرة الشامية فقد اتفقت نتائج التحليل علي أن مساحته تمثل نحو ١٤,٢٣% في كل النماذج باستثناء نموذج *MINIMAX* حيث بلغت نحو ١٤,٩٨%، أيضا مساحة القطن بلغت نحو ٦,٢٧% في غالبية النماذج باستثناء نموذج *MINIMAX* ونموذج *MAXIMIN* حيث بلغت نحو ٥,١٥%.

وبالنظر إلي مساحات المحاصيل الشتوية كمحاصيل الشعير والفول البلدي والحلبة والبصل والكسبرة والكوسة الشتوي والكرنب الشتوي فقد كانت ثابتة في كل النماذج حيث تمثل نحو ٠,٦٣%، ١,٥٠%، ٠,٠٩%، ٠,٨٧%، ٠,١٢%، ٠,٢١%، ٠,٢٨% من إجمالي المساحة المحصولية موضع الدراسة علي الترتيب، أما المحاصيل الصيفية والنيلية فيلاحظ أن مساحات محاصيل فول الصويا والسمسم وعباد الشمس والقصب والكركديه والذرة الشامية النيلية والكرنب النيلي كانت واحدة في كل النماذج حيث بلغت نحو ٠,١١%، ٠,٤٠%، ٠,٢٧%، ٢,٨١%، ٠,٠٧%، ٢,١١%، ٠,٠٩% علي الترتيب، وتعكس هذه النتائج في مجملها مدي التشابه الكبير في نتائج تعظيم الهامش الكلي الإجمالي للتراكيب المحصولية الناتجة من النماذج الرياضية قبل تدنية المخاطرة الاقتصادية.

الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل في ظل اليقين التام:

تشير بيانات جدول (٤) إلي الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل المنزرعة بالتركيب المحصولي وفقاً للنماذج الرياضية موضع الدراسة والتي تفترض اليقين التام أي قبل تدنية المخاطرة الاقتصادية، حيث يتبين أن مساحة محاصيل الحبوب تتصدر غالبية مساحات التركيب المحصولي يليها محاصيل العلف الأخضر ومحاصيل الخضر ومحاصيل الألياف والمحاصيل السكرية ثم محاصيل البقول ومحاصيل الزيوت والمحاصيل الطبية والعطرية علي الترتيب في كل النماذج.

جدول (٣)- الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل بالتركيب المحصولي في ظل اليقين التام

المحصول	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
المحاصيل الشتوية	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢
القمح	٢١,٨٧	٢١,٨٧	٢١,٨٧	٢١,٩٤	٢١,٨٩	٢١,٨٧
الشعير	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣
الفول البلدي	١,٥٠	١,٥٠	١,٥٠	١,٥٠	١,٥٠	١,٥٠
الحمص	٠,١١	٠,١١	٠,١١	٠,١٥	٠,١١	٠,١١
الحلبة	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩
الترمس	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٨	٠,٠٣	٠,٠٣
العدس	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠١
بنجر السكر	١,١٣	١,١٣	١,١٣	١,٤٤	١,١٣	١,١٣
البرسيم التحريش	٤,٩٢	٤,٩٢	٤,٩٢	٤,٩٢	٤,٨٩	٤,٩٢
البرسيم المستديم	١٧,١٢	١٧,١٢	١٧,١٢	١٦,٩٢	١٧,١٢	١٧,١٢
الكتان	٠,١٣	٠,١٣	٠,١٣	٠,٣٥	٠,١٣	٠,١٣
البصل	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٧
الثوم	٠,١٩	٠,١٩	٠,١٩	٠,١٥	٠,١٩	٠,١٩
اليانسون	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠٢
الكمون	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٠٧
الكراوية	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,٠٤
الكسبرة	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٢
الطماطم الشتوي	١,٨٤	١,٨٤	١,٨٤	١,٣٥	١,٨٤	١,٨٤
الكوسة الشتوي	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢١	٠,٢١
الكرنب الشتوي	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٨
البسلة الشتوي	٠,٤٣	٠,٤٣	٠,٤٣	٠,٥٢	٠,٤٣	٠,٤٣

تابع جدول (٣)- الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل بالتركيب المحصولي في ظل اليقين التام

المحصول	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
المحاصيل الصيفية والنيلية	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨
الأرز الصيفي	١٢,٥٥	١٢,٥٥	١٢,٥٥	١٣,٦٧	١٣,٦٧	١٢,٥٥
ذرة شامية صيفي	١٤,٢٣	١٤,٢٣	١٤,٢٣	١٤,٩٨	١٤,٢٣	١٤,٢٣
ذرة رفيعة صيفي	٣,٠١	٣,٠١	٣,٠١	٣,٣٤	٣,٠١	٣,٠١
فول الصويا	٠,١١	٠,١١	٠,١١	٠,١١	٠,١١	٠,١١
الفول السوداني	١,١٣	١,١٣	١,١٣	١,٢٩	١,١٣	١,١٣
السمسم	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٤٠
عباد الشمس	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٧
قصب السكر	٢,٨١	٢,٨١	٢,٨١	٢,٨١	٢,٨١	٢,٨١
القطن	٦,٢٧	٦,٢٧	٦,٢٧	٥,١٥	٥,١٥	٦,٢٧
الحناء	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٠
الكركديه	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٧
الطماطم الصيفي	٢,٠٧	٢,٠٧	٢,٠٧	٠,٩٧	٢,٠٧	٢,٠٧
البطاطس الصيفي	٠,٨٣	٠,٨٣	٠,٨٣	٠,٦٩	٠,٨٣	٠,٨٣
الخيار الصيفي	٠,٥٨	٠,٥٨	٠,٥٨	٠,٥٧	٠,٥٨	٠,٥٨
الكوسة الصيفي	٠,٥١	٠,٥١	٠,٥١	٠,٦٢	٠,٥٢	٠,٥١
الباذنجان الصيفي	٠,٣٥	٠,٣٥	٠,٣٥	٠,٥٧	٠,٣٥	٠,٣٥
الذرة الشامية النيلي	٢,١١	٢,١١	٢,١١	٢,١١	٢,١١	٢,١١
فاصوليا جافة نيلي	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٠٨	٠,٣٠	٠,٣٠
الطماطم النيلي	٠,٦٨	٠,٦٨	٠,٦٨	٠,٥٨	٠,٦٨	٠,٦٨
الكرنب النيلي	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩
الإجمالي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: نتائج التحليل الرياضي لنماذج البرمجة الخطية.

ويلاحظ من الجدول أيضاً أن مساحات مجموعات المحاصيل تتقارب بدرجة كبيرة في غالبية النماذج الرياضية وإن كانت نتائج نموذج *MINIMAX* تختلف قليلاً إلا أنها مازالت قريبة من نتائج النماذج الأخرى، ويعكس هذا التقارب في توزيع المساحات علي المحاصيل أو علي مجموعات المحاصيل مدي التطابق الكبير في تحقيق أهداف النماذج الرياضية موضع الدراسة وتنوع أساليب التحليل للوصول إلي دالة الهدف المحددة وإمكانية استخدام أي منها في تعظيم الدخل الزراعي بافتراض إهمال عنصر المخاطرة، بمعني أنها تشير إلي ارتفاع درجة التباين في الهوامش الكلية علي مستوي المحصول الواحد خلال فترة الدراسة (٢٠٠١-٢٠٠٦) وأيضاً بين المحاصيل المختلفة في التركيب المحصولي الواحد وبالتالي عدم استقرار الدخل المتحصل عليه منها.

جدول (٤)- الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل في ظل اليقين التام

مجموعة المحاصيل	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
الحبوب	٥٤,٤٠	٥٤,٤٠	٥٤,٤٠	٥٦,٦٧	٥٥,٥٤	٥٤,٤٠
العلف الأخضر	٢٢,٠٤	٢٢,٠٤	٢٢,٠٤	٢١,٨٤	٢٢,٠١	٢٢,٠٤
الألياف	٦,٤١	٦,٤١	٦,٤١	٥,٥٠	٥,٢٨	٦,٤١
السكرية	٣,٩٣	٣,٩٣	٣,٩٣	٤,٢٥	٣,٩٤	٣,٩٣
البقول	١,٧٤	١,٧٤	١,٧٤	١,٨٦	١,٧٤	١,٧٤
الزيوت	١,٩١	١,٩١	١,٩١	٢,٠٧	١,٩١	١,٩١
الطبية والعطرية	٠,٣٣	٠,٣٣	٠,٣٣	٠,٢٦	٠,٣٣	٠,٣٢
الخضر	٩,٢٤	٩,٢٤	٩,٢٤	٧,٥٥	٩,٢٥	٩,٢٤
الإجمالي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: حسبت من بيانات جدول (٣).

ويشير الجدول أيضاً إلي أن نموذج *MINIMAX* قد حقق أعلي مساحة لمحاصيل الحبوب بلغت نحو ٥٦,٦٧% من إجمالي المساحة المحصولية بينما حققت غالبية النماذج أقل مساحة بلغت نحو ٥٤,٤٠%، وبالنسبة لمحاصيل العلف الأخضر فقد تبين أن غالبيتها حقق أعلي مساحة بلغت نحو ٢٢,٠٤% بينما حقق نموذج *MAXIMIN* أقل مساحة بلغت نحو ٢٢,٠١%، أما محاصيل الألياف فقد حققت غالبية النماذج أعلي مساحة بلغت نحو ٦,٤١% بينما حقق نموذج *MAXIMIN* أقل مساحة بلغت نحو ٥,٢٨%، وقد حقق نموذج *MINIMAX* أعلي مساحة من المحاصيل السكرية بينما حققت غالبية النماذج الحد الأدنى من المساحة بلغت نحو ٣,٩٣%، كذلك بالنسبة لمحاصيل البقول يلاحظ أن نموذج *MINIMAX* فقط هو الذي حقق أعلي مساحة بلغت نحو ١,٨٦% بينما حققت غالبية النماذج الحد الأدنى من المساحة بلغت نحو ١,٧٤% من إجمالي المساحة المحصولية والمقدرة بنحو ١١,٦٥ مليون فدان.

وبالنسبة للمحاصيل الزيتية يلاحظ أن نموذج *MINIMAX* فقط هو الذي حقق زيادة في مساحتها بلغت نحو ٢,٠٧% بينما حققت جميع النماذج بلا استثناء أدني مساحة لها بلغت نحو ١,٩١%، أيضاً يتبين أن جميع النماذج الرياضية حققت أعلي مساحة للمحاصيل الطبية والعطرية بلغت ٠,٣٣% باستثناء نموذج *MINIMAX* فقط هو الذي حقق أدني مساحة بلغت نحو ٠,٢٦%، أما محاصيل الخضر فتشير بيانات الجدول إلي تعظيم مساحتها في نموذج *MAXIMIN* إلي نحو ٩,٢٥% بينما يتضح أن نموذج *MINIMAX* حقق أدني مساحة لها بلغت نحو ٧,٥٥% من إجمالي المساحة المحصولية موضع الدراسة

الأهمية النسبية للمحاصيل بعد تدنية المخاطرة:

يوضح جدول (٥) الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل الزراعية بالتركيب المحصولي موضع الدراسة وفقاً للنماذج الستة المختلفة للبرمجة الرياضية الخطية التي تستهدف تدنية المخاطرة الاقتصادية في الإنتاج الزراعي، ومنها يتبين أن نموذج *MOTAD* ونموذج *MINIMAX* قد اتفقا في كافة النتائج في حين اختلفت النتائج في بقية النماذج الأربعة الأخرى، وبمقارنة مساحات أهم المحاصيل بالتركيب المحصولي بعد تدنية المخاطرة بالمساحات

الموضحة بالتركيب المحصولي قبل تدنية المخاطرة، لتصنيف المحاصيل إلي محاصيل تتسم بارتفاع مستوي المخاطرة وهي المحاصيل التي انخفضت مساحتها بعد تدنية المخاطرة، ومحاصيل تتسم بانخفاض مستوي المخاطرة وهي المحاصيل التي زادت مساحتها بعد تدنية المخاطرة، ومحاصيل محايدة للمخاطرة وهي المحاصيل التي لم تتغير مساحتها بعد تدنية المخاطرة مقارنة بمساحتها قبل تدنية المخاطرة.

ومن ثم يتبين أن مساحة محصول القمح زادت في كل النماذج بعد تدنية المخاطرة بالمقارنة بالمساحات الموضحة بالنماذج المختلفة قبل تدنية المخاطرة مما يشير إلي أن القمح يعد من المحاصيل التي تتسم بانخفاض مستوي المخاطرة، في حين انخفضت مساحة محصول القطن في كل النماذج بعد تدنية المخاطرة مقارنة بالمساحات الموضحة قبل تدنية المخاطرة مما يشير إلي أن محصول القطن يعد من المحاصيل التي تتسم بارتفاع مستوي المخاطرة الاقتصادية عند إنتاجه، كما يتسم محصول البصل بارتفاع مستوي المخاطرة وذلك لانخفاض مساحته من نحو ٠,٨٧% في ظل اليقين التام إلي نحو ٠,٤٦% بعد تدنيه المخاطرة.

وبالنسبة لمحصول الأرز يتبين زيادة مساحته في غالبية النماذج باستثناء نموذج *MINIMAX* في حين لم تتغير مساحته في نموذج *MAXIMIN* عن مثيلتها قبل تدنية المخاطرة مما يمكن تصنيفه من المحاصيل التي تتسم بانخفاض مستوي المخاطرة الاقتصادية، وبالنسبة لمحصول الذرة الشامية الصيفية فيتبين إجماع كل النماذج علي زيادة مساحته بعد تدنية المخاطرة باستثناء نموذج *TARGET MOTAD* حيث لم تتغير مساحته مما يوضح أن هذا المحصول يتسم بانخفاض مستوي المخاطرة عند إنتاجه، وبالمثل فإن محصول الذرة الشامية النيلية ارتفعت مساحته في كل النماذج بعد تدنية المخاطرة باستثناء نموذج *TARGET MOTAD* حيث اتفقت مساحته قبل وبعد تدنية المخاطرة مما يشير إلي انه محايد للمخاطرة وفقاً لهذا النموذج فحسب أما بقية النماذج فتشير إلي انه يتسم بانخفاض مستوي المخاطرة.

جدول (٥)- الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل بالتركيب المحصولي بعد تدنية المخاطرة

المحصول	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
المحاصيل الشتوية	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢	٥١,٦٢
القمح	٢٤,٤٨	٢٢,٠٥	٢٤,٤٥	٢٤,٤٥	٢٢,٦٦	٢٢,١٩
الشعير	١,٢٦	١,٢٦	١,٢٦	١,٢٦	١,٢٦	٠,٦٣
الفول البلدي	٢,٨٦	١,٥٠	٢,٨٦	٢,٨٦	١,٥٠	١,٥٠
الحمص	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١١
الحلبة	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,١٦	٠,١٦	٠,١١	٠,٠٩
الترمس	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٠٣
العدس	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠١
بنجر السكر	١,١٣	١,١٣	١,٤٤	١,٤٤	١,٤٤	١,١٣
البرسيم التحريش	٤,٠٣	٤,٩٢	٤,٠٣	٤,٠٣	٤,٠٣	٤,٩٢
البرسيم المستديم	١٣,٧٦	١٧,١٢	١٣,٧٦	١٣,٧٦	١٧,١٢	١٧,١٢
الكتان	٠,١٣	٠,١٣	٠,٣٥	٠,٣٥	٠,١٣	٠,١٣
البصل	٠,٤٦	٠,٤٦	٠,٤٦	٠,٤٦	٠,٤٦	٠,٤٦
الثوم	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٩
اليانسون	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٢
الكمون	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٧
الكراوية	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠٤
الكسبرة	٠,١٢	٠,١٢	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,١٢
الطماطم الشتوي	١,٨٤	١,٣٥	١,٣٥	١,٣٥	١,٣٥	١,٨٤
الكوسة الشتوي	٠,٢١	٠,٢١	٠,١٧	٠,١٧	٠,١٧	٠,٢١
الكرنب الشتوي	٠,٢٣	٠,٢٨	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,٢٨	٠,٢٨
البسلة الشتوي	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢

(تابع) جدول (٥) الأهمية النسبية لمساحات المحاصيل بالتركيب المحصولي بعد تدنية المخاطرة

المحصول	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
المحاصيل الصيفية والنيلية	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٣٨	٤٨,٨٣	٤٨,٨٣
الأرز الصيفي	١٢,٦٢	١٣,٦٧	١٣,٢٣	١٣,٢٣	١٣,٦٧	١٣,٦٧
ذرة شامية صيفي	١٦,٦٥	١٤,٨٥	١٦,٦٥	١٦,٦٥	١٦,٦٥	١٤,٢٣
ذرة رفيعة صيفي	٣,٣٤	٣,٣٤	٣,٣٤	٣,٣٤	٣,٣٤	٣,٠١
فول الصويا	٠,١٧	٠,١١	٠,١٧	٠,١٧	٠,١٧	٠,١١
الفول السوداني	١,٢٩	١,٢٩	١,٢٩	١,٢٩	١,٢٩	١,٢٩
السمسم	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٤٠
عباد الشمس	٠,٤٠	٠,٢٧	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٢٧
قصب السكر	٢,٦٨	٢,٦٨	٢,٦٨	٢,٦٨	٢,٨١	٢,٨١
القطن	٣,٣٨	٣,٣٨	٣,٣٨	٣,٣٨	٣,٣٨	٤,٦٦
الحناء	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
الكركديه	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٠٧
الطماطم الصيفي	٠,٩٧	٢,٠٧	٠,٩٧	٠,٩٧	٠,٩٧	٢,٠٧
البطاطس الصيفي	٠,٤٢	٠,٤٢	٠,٤٢	٠,٤٢	٠,٤٢	٠,٨٣
الخيار الصيفي	٠,٥٨	٠,٥٨	٠,٣٥	٠,٣٥	٠,٣٥	٠,٥٨
الكوسة الصيفي	٠,٦٢	٠,٦٢	٠,٦٢	٠,٦٢	٠,٥١	٠,٦٢
الباذنجان الصيفي	٠,٥٧	٠,٥٧	٠,٥٧	٠,٥٧	٠,٣٥	٠,٥٧
الذرة الشامية النيلي	٢,٩٩	٢,٩٩	٢,٩٩	٢,٩٩	٢,٧٠	٢,١١
فاصوليا جافة نيلي	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٣٠
الطماطم النيلي	٠,٦٨	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٥٢	٠,٦٨
الكرنب النيلي	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٩
الإجمالي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: نتائج التحليل الرياضي لنماذج المخاطرة.

وتشير البيانات إلي أن محصول القصب قد تناقصت مساحته في كل النماذج بعد تدنية المخاطرة باستثناء نموذج *MAXIMIN* ونموذج *TARGET MOTAD* مما يعكس ارتفاع مستوي المخاطرة عند إنتاجه في كل النماذج باستثناء هذين النموذجين حيث يعتبر محايداً للمخاطرة وفقاً لهما، وفيما يتعلق بالبرسيم التحريش يتضح انخفاض مساحته في غالبية النماذج مما يعكس ارتفاع مستوي المخاطرة لهذا المحصول باستثناء نموذج *CV* ونموذج *TARGET MOTAD* حيث يعتبر محايداً للمخاطرة وفقاً لهما إذ لم تتغير مساحته قبل أو بعد تدنية المخاطرة، أما محصول الطماطم الشتوية فقد تباينت النتائج بالنسبة له فبينما انخفضت مساحته في نموذج *CV* ونموذج *MOTAD* ونموذج *TARGET MOTAD* تساوت مساحته قبل وبعد تدنية المخاطرة في النماذج الثلاثة الأخرى مما يرجح معه تصنيف هذا المحصول كمحصول يتسم بارتفاع مستوي المخاطرة عند إنتاجه.

وبالنظر إلي مساحات المحاصيل الزراعية بالتراكيب المحصولية الناتجة من النماذج الرياضية المختلفة للبرمجة الخطية التي تستهدف تدنية عامل المخاطرة، يتبين مدي التشابه والتقارب الكبير في نتائجها مما يعكس صلاحيتها جميعاً في تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية خاصة فيما يتعلق بالمحاصيل ذات المساحات الكبيرة والتي تعد هيكل التركيب المحصولي مثل القمح والأرز والذرة والبرسيم والقطن والقصب، والتي لها تأثير كبير علي درجة المخاطرة الاقتصادية واحتمالاتها في التركيب المحصولي ككل إلا أن الأمر لا يقف عند هذا الحد بل يتعداها إلي المفاضلة بين تلك النماذج، من حيث قدرتها علي الوفاء بالقدر الأكبر من احتياجات الدولة والسكان من المحاصيل الزراعية بحيث يتم اختيار النموذج الذي يدني مستوي المخاطرة الاقتصادية إلي أدني مستوياتها ويحافظ علي القدر الكافي من مساحات المحاصيل الرئيسية الهامة دون انخفاض في نفس الوقت، وفي ضوء الاختلافات الطفيفة في مساحات المحاصيل الزراعية بالتراكيب المحصولية الناتجة من النماذج المختلفة يصعب المفاضلة بينها بدقة أكبر الأمر الذي يتطلب الاستعانة بمؤشرات اقتصادية أكثر عمقاً كما سيتضح فيما بعد.

الأهمية النسبية لمجموعات المحاصيل بعد تدنية المخاطرة:

بدراسة الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل بعد تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية كما يوضحها جدول (٦)، يتضح ارتفاع مساحات مجموعة محاصيل الحبوب والزيوت في كل النماذج الرياضية التي استهدفت تدنية عامل المخاطرة مما يعني أن هذه المحاصيل بصفة عامة تتسم بانخفاض احتمالات المخاطرة في إنتاجها، أما محاصيل الخضر فقد أجمعت غالبية النماذج علي انخفاض مساحتها باستثناء النموذج السادس مما يعني أنها تتسم بارتفاع احتمالات المخاطرة الاقتصادية عند إنتاجها، وبالنسبة لمحاصيل العلف الأخضر فقد انخفضت مساحتها في كل النماذج باستثناء نموذج *CV* ونموذج *TARGT MOTAD* حيث لم تتغير مساحتها مما يمكن تصنيفها كمحاصيل تتسم بارتفاع احتمالات المخاطرة الاقتصادية في إنتاجها، أما محاصيل الألياف فتشير البيانات إلي أن مساحتها بعد تدنية احتمالات المخاطرة قد انخفضت في كل النماذج مما يدل علي ارتفاع احتمالات المخاطرة في إنتاجها بوجه عام.

وفيما يتعلق بالمحاصيل السكرية فقد تباينت نتائج النماذج الرياضية موضع الدراسة فبينما تصنف كمحاصيل عالية المخاطرة وفقاً لغالبية النماذج، تصنف أيضاً كمحاصيل منخفضة المخاطرة وفقاً لنموذج *MAXIMIN* ومحايدة للمخاطرة وفقاً لنموذج *TARGET MOTAD*، أما محاصيل البقول فقد اتفقت النتائج علي ارتفاع مساحتها بعد تدنية احتمالات المخاطرة مقارنة بمساحتها في التركيب المحصولي قبل تدنية احتمالات المخاطرة في كل النماذج باستثناء نموذج *TARGET MOTAD* الذي حافظ علي مساحتها دون تغير حيث صنفها كمحاصيل محايدة للمخاطرة إلا انه يمكن تصنيفها بوجه عام كمحاصيل تتسم بانخفاض احتمالات المخاطرة عند إنتاجها، وبالنسبة للمحاصيل الطبية والعطرية فيلاحظ انخفاض مساحتها في كل النماذج باستثناء نموذج *TARGET MOTAD* مما يدل علي أن احتمالات المخاطرة الاقتصادية في إنتاجها غالباً ما تكون عالية.

ويشير الجدول أيضاً إلي أن أعلي مساحة لمحاصيل الحبوب بين كل النماذج الرياضية موضع الدراسة كانت في نموذج *MOTAD* ونموذج *MINIMAX* حيث بلغت نحو ٦١,٩٢% من إجمالي المساحة المحصولية وأقل مساحة لمحاصيل الحبوب بلغت نحو

٥٥,٨٤% كانت في نموذج*TARGET MOTAD*، وحقق نموذج *CV* ونمـوذج *TARGT MOTAD* أعلي مساحة لمحاصيل العلف الأخضر حيث بلغت نحو ٢٢,٠٤% بينما كانت أقـل مساحة بلغت نحو ١٧,٧٩% لكل من نموذج *MOTAD* ونمـوذج *MINIMAX*، وبالنـسبة لمحاصيل الألياف حقق نموذج *TARGT MOTAD* أعلي مساحة لها بلغـت نحـو ٤,٧٩% بينما حقق كل من نموذج *VARIANCE* ونموذج *CV* ونموذج *MAXIMIN* أقل مـساحة لمحاصيل الألياف بلغت نحو ٣,٥١% وذلك من إجمالي المساحة المحصولية موضع الدراسة.

جدول (٦)- الأهمية النسبية لمساحات مجموعات المحاصيل بعد تدنية المخاطرة المحتملة

مجموعة المحاصيل	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
الحبوب	٦١,٣٤	٥٨,١٦	٦١,٩٢	٦١,٩٢	٦٠,٢٨	٥٥,٨٤
العلف الأخضر	١٧,٧٩	٢٢,٠٤	١٧,٧٩	١٧,٧٩	٢١,١٥	٢٢,٠٤
الألياف	٣,٥١	٣,٥١	٣,٧٣	٣,٧٣	٣,٥١	٤,٧٩
السكرية	٣,٨١	٣,٨١	٤,١٢	٤,١٢	٤,٢٥	٣,٩٤
البقول	٣,١٧	١,٧٨	٣,٢٩	٣,٢٩	١,٨٨	١,٧٥
الزيوت	٢,٤٩	٢,٣٠	٢,٤٩	٢,٤٩	٢,٤٩	٢,٠٧
الطبية والعطرية	٠,٢٧	٠,٢٨	٠,١٨	٠,١٨	٠,٢٣	٠,٣٣
الخضر	٧,٦٢	٨,١٢	٦,٤٨	٦,٤٨	٦,٢١	٩,٢٤
الإجمالي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: حسبت من جدول (٥).

أما المحاصيل السكرية فقد حقق نموذج *MAXIMIN* أعلي مـساحة بلغـت نحـو ٤,٢٥% من إجمالي المساحة المحصولية بينما حقق كل من نموذج *VARIANCE* ونمـوذج *CV* أقل مساحة للمحاصيل السكرية بلغت نحو ٣,٨١%، وفيما يخص محاصيل البقول يتبين أن كل من نموذج *MOTAD* ونموذج *MINIMAX* حقق أعلي مساحة بلغت نحو ٣,٢٩% بينما نموذج *TARGET MOTAD* أقل مساحة بلغت نحو ١,٧٥%، أما محاصـيل الزيـوت فقـد حققت غالبيتها أعلي مساحة بلغت نحو ٢,٤٩% بينما حقق نمـوذج *TARGET MOTAD*

أقل مساحة بلغت نحو ٢,٠٧%، كذلك فقد حقق نموذج *TARGET MOTAD* أعلي مساحة للمحاصيل الطبية والعطرية بلغت نحو ٠,٣٣% بينما حقق كل من نموذج *MOTAD* ونموذج *MINIMAX* أقل مساحة لها بلغت نحو ٠,١٨%، وأخيراً فإن نموذج *TARGET MOTAD* حقق أعلي مساحة لمحاصيل الخضر بلغت نحو ٩,٢٤% بينما نموذج *MAXIMIN* أقل مساحة بلغت نحو ٦,٢١% بين النماذج الستة وذلك من إجمالي المساحة المحصولية موضع الدراسة.

ومما تقدم يتبين أن الاختلافات في مساحات مجموعات المحاصيل في النماذج التي تستهدف تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية والمشار إليها في جدول (٦) أكثر وضوحاً من الاختلافات في نماذج اليقين التام أي قبل تدنية احتمالات المخاطرة والمشار إليها في جدول (٤)، ويرجع ذلك إلي تنوع دوال هدف النماذج الرياضية للبرمجة الخطية موضع الدراسة عند تدنية احتمالات المخاطرة بأساليب مختلفة وأن اختلفت بعض الشيء إلا أنها تشترك في هدف واحد وهو تعظيم المخرجات واستقرارها بأقل احتمالات للمخاطرة.

أثر المخاطرة الاقتصادية علي الهامش الكلي:

بدراسة أثر تدنية المخاطرة الاقتصادية علي الهامش الكلي الإجمالي للتراكيب المحصولية الناتجة من استخدام البرمجة الخطية في النماذج الرياضية موضع الدراسة والتي يوضحها جدول (٧)، يتبين أن تكلفة المخاطرة والتي تعبر عن حجم الانخفاض في الهامش الكلي الإجمالي نتيجة التضحية به في مقابل استقرار الدخل المتحصل عليه بعد تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية، كما يعبر عنه بالفرق بين الهامش الكلي بعد تدنية احتمالات المخاطرة والهامش الكلي قبل تدنية احتمالات المخاطرة، وقد بلغت تكلفة المخاطرة أقصاها لنموذج *MOTAD* والتي بلغت نحو ١٨١٧ مليون جنيه أي ما يعادل ١٥٦ جنيه/ فدان، يليه في المرتبة الثانية نموذج *VARIANCE* حيث بلغت تكلفة المخاطرة نحو ١٤٣٧ مليون جنيه أي ما يعادل ١٢٣ جنيه/ فدان، ويأتي نموذج *MAXIMIN* في المرتبة الثالثة حيث تقدر تكلفة المخاطرة بهذا النموذج بنحو ١١٥٩ مليون جنيه أي ما يعادل ١٠٠ جنيه/ فدان، نموذج *MINIMAX* في المرتبة الرابعة من حيث تكلفة المخاطرة والتي بلغت نحو ١٠٤٨ مليون

جنيه أي ما يعادل ٩٠ جنيه/ فدان، أما المرتبة الخامسة فيأتي نموذج *CV* وقد بلغت تكلفة المخاطرة به نحو ٧٤٨ مليون جنيه أي ما يعادل ٦٤ جنيه/ فدان، بينما بلغت تكلفة المخاطرة أدناها لنموذج *TARGET MOTAD* بنحو ٣٨ مليون جنيه أي ما يعادل ٣ جنيه/ فدان.

وترتبط تكلفة المخاطرة بدرجة كبيرة باحتمالات المخاطرة إلا انه لا يمكن الاعتماد علي تكلفة المخاطرة فحسب في المقارنة أو المفاضلة بين النماذج نظراً لطبيعة المخاطرة وما تتسم به من النسبية، وعليه يعتبر احتمال المخاطرة المعيار الأفضل للمفاضلة بين النماذج الرياضية وليس تكلفة المخاطرة ومن ثم فإن تقدير احتمالات المخاطرة للنماذج الرياضية موضع الدراسة تقدر بنحو ٦,٠٩% لنموذج *MOTAD* وهي أعلي احتمالات المخاطرة بين النماذج الرياضية، ويأتي احتمال المخاطرة في نموذج *VARIANCE* في المرتبة الثانية بنحو ٤,٨٢%، حيث يتقارب احتمال المخاطرة في نموذج *MAXIMIN* مع احتمال المخاطرة في نموذج *MINIMAX* بنحو ٣,٩٨%، ٣,٦١% ليشغل كل منهما المرتبة الثالثة والرابعة علي الترتيب، ويأتي احتمال المخاطرة في نموذج *CV* بنحو ٢,٥١% ليحتل المرتبة الخامسة، وأخيراً يأتي نموذج *TARGET MOTAD* في المرتبة السادسة والأخيرة بين النماذج الرياضية بنحو ٠,١٣% فقط وهي أقل احتمال للمخاطرة.

ويري الباحث أن احتمال المخاطرة الناتج من نموذج *TARGET MOTAD* يعد منخفض جداً بالمقارنة بمثيله الناتج من النماذج الأخرى موضع الدراسة بحيث لا يعبر عن الاحتمال الحقيقي للمخاطرة الاقتصادية في القطاع الزراعي المصري، إذ ينظر إليه كقيمة شاذة بالنسبة لغيره من القيم وبالتالي يصعب الاعتماد علي هذا النموذج واستخدامه عند تدنية احتمالات المخاطرة بصفة عامة، كما أن الاعتماد علي نموذج *CV* لتدنية المخاطرة قد لا يعد صحيحاً بالقدر الكافي إذ يفترض أن الهامش الكلي الإجمالي بعد تدنية معاملات الاختلاف للأنشطة المحصولية بهدف تدنية احتمالات المخاطرة يكون أقل من مثيله في حالة اليقين التام قبل ارتفاع معاملات الاختلاف لهذه الأنشطة حتى يمكن حساب تكلفة المخاطرة، إلا أن الواقع العملي أثبت أن الهامش الكلي الإجمالي بعد تدنية احتمالات المخاطرة من خلال تدنية معاملات الاختلاف للأنشطة المحصولية قد يكون أعلي من مثيله قبل تدنية احتمالات المخاطرة في حالة

اليقين التام حيث تكون معاملات الاختلاف أعلي ما يمكن وهو ما يتناقض مع بقية النماذج الرياضية الأخرى كما ينطبق هذا أيضاً علي استخدام الموارد الإنتاجية، لذا استعانت الدراسة بخطة الإنتاج في ظل اليقين التام الخاص بنموذج *MOTAD* باعتباره يمثل النموذج النمطي للتعظيم كخطة إنتاج في ظل اليقين التام لكل من نموذج *VARIANCE* ونموذج *CV* حيث يتم مقارنته بنتائج النموذجين بعد تدنية احتمالات المخاطرة لتقدير تكلفة المخاطرة ونسبتها.

وبالنظر إلي نموذج *VARIANCE* يتبين انه يخلو من قيد (λ) الأمر الذي يصعب علي القائم بالتحليل تحديد الحد الأعلى والأدنى للهامش الكلي الإجمالي للنموذج وبالتالي صعوبة الحصول علي عدة خطط للإنتاج باحتمالات مختلفة للمخاطرة وهو ما قد يؤدي إلي عدم تقبل متخذ القرار للخطة أو للتركيب المحصولي الذي يلبي احتياجات الدولة، ورغم ذلك يعتبر مؤشر جيد لتدنية احتمالات المخاطرة حيث يعطي إلي حد ما فكرة عن المحاصيل التي تتسم بالمخاطرة والتي لا تتسم بها والمحايدة لها وهو ما ينطبق أيضاً علي نموذج *CV* كما يعتبر كلا النموذجين أسهل في التطبيق والاستخدام من النماذج الأخرى.

وبالنسبة للنماذج الثلاثة الباقية يتبين أن الهامش الكلي الإجمالي قبل تدنية احتمالات المخاطرة لنموذج *MOTAD* يكاد يتطابق مع مثيله لنموذج *MAXIMIN* في حين أن الهامش الكلي الإجمالي بعد تدنية احتمالات المخاطرة لنموذج *MOTAD* هو نفسه الهامش الكلي الإجمالي بعد تدنية المخاطرة لنموذج *MINIMAX*، أي أن نموذج *MOTAD* يعد نموذجاً وسطاً بين النموذجين الآخرين من حيث الهوامش الكلية الإجمالية قبل وبعد تدنية احتمالات المخاطرة وهو ما أدي إلي ارتفاع نسبة المخاطرة الاقتصادية المحتملة به إلي أعلي مستوي لها مقارنة بالنماذج الأخرى، هذا بالإضافة إلي أن الوصول للحد الأعلى لقيمة (λ) يعمل علي إلغاء قيود المخاطرة بالنموذج وبالتالي يحقق نفس نتائج النموذج النمطي لتعظيم الهوامش الكلية للأنشطة المحصولية، كما انه يعد النموذج البديل للبرمجة غير الخطية والتي تعمل علي تدنية مصفوفة (التباين- التغاير) للهوامش الكلية للأنشطة وهو ما يعطي هذا النموذج أفضلية عن غيره من النماذج الأخرى موضع الدراسة .

جدول (٧)- أثر المخاطرة الاقتصادية علي الهامش الكلي

البيان	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
الهامش الكلي بالمليون جنيه قبل تدنية المخاطرة	٢٩٨٣٤	٢٩٨٣٤	٢٩٨٣٤	٢٩٠٦٥	٢٩٨٣١	٢٩٨٣٤
الهامش الكلي بالمليون جنيه بعد تدنية المخاطرة	٢٨٣٩٧	٢٩٠٨٦	٢٨٠١٧	٢٨٠١٧	٢٨٦٧٢	٢٩٧٩٦
تكلفة المخاطرة بالمليون جنيه	١٤٣٧	٧٤٨	١٨١٧	١٠٤٨	١١٥٩	٣٨
نسبة المخاطرة %	٤,٨٢	٢,٥١	٦,٠٩	٣,٦١	٣,٩٨	٠,١٣
الهامش الكلي قبل تدنية المخاطرة جنيه/ فدان	٢٥٦٠	٢٥٦٠	٢٥٦٠	٢٤٩٤	٢٥٦٠	٢٥٦٠
الهامش الكلي بعد تدنية المخاطرة جنيه/ فدان	٢٤٣٧	٢٤٩٦	٢٤٠٤	٢٤٠٤	٢٤٦٠	٢٥٥٧
تكلفة المخاطرة جنيه/ فدان	١٢٣	٦٤	١٥٦	٩٠	١٠٠	٣

المصدر: حسب من نتائج التحليل الرياضي لنماذج المخاطرة.

أثر المخاطرة الاقتصادية علي التكاليف المتغيرة للإنتاج:

إذا كان للمخاطرة الاقتصادية تأثيراً واضحاً علي الهامش الكلـي الإجمـالي للتركيـب المحصولي والذي يختلف باختلاف مساحات المحاصيل فإن المخاطرة لابد وأن يكون لها تـأثيراً علي التكاليف المتغيرة للإنتاج، والتي ستتأثر أيضاً باختلاف المساحات وفقاً لمستوي المخاطرة واحتمالاتها ويبين جدول (٨) أثر المخاطرة الاقتصادية علي التكاليف المتغيرة للنماذج الرياضية موضع الدراسة، وتشير البيانات إلي أن التكاليف المتغيرة قبل تدنية احتمالات المخاطرة بلغـت أقصاها بنحو ١٣٥٧٣ مليون جنيه في غالبية النماذج باستثناء نموذج *MAXIMIN* ونموذج *MINIMAX* حيث بلغت نحو ١٣٥٥٩ مليون جنيه، ١٣٢٧٢ مليون جنيه علي الترتيب، وقد اختلفت قيمة التكاليف المتغيرة بعد تدنية احتمالات المخاطرة حيث بلغت أقصاها بنحو ١٣٥٥٤ مليون جنيه لنموذج *TARGET MOTAD* وأدناها لنمـوذج *MAXIMIN* بنحـو ١٣٠٢٧ مليون جنيه.

ويتضح من الجدول أن التكاليف المتغيرة للإنتاج قد انخفضت في كل النماذج الرياضية حيث اختلف حجم الانخفاض باختلاف النموذج المستخدم في التحليل وهو ما يشير إلي أن أخـذ احتمالات المخاطرة في الاعتبار سوف يؤدي إلي انخفاض التكاليف المتغيـرة للإنتـاج، وكـان أعلي انخفاض في التكاليف المتغيرة في نموذج *MAXIMIN* بنحو ٥٣٢ مليون جنيه أي مـا يعادل ٤٥ جنيه/ فدان، يتبعه نموذج *CV* حيث انخفضت التكاليف المتغيرة بنحو ٤٠٢ مليـون جنيه أي ما يعادل ٣٥ جنيه/ فدان، ثم نموذج *MOTAD* بانخفاض قدره ٣٢٩ مليون جنيه أي ما يعادل ٢٩ جنيه/ فدان، ثم نموذج *VARIANCE* بانخفاض بلغ نحو ٢٢٥٨ مليون جنيـه أي ما يعادل ٢٠ جنيه/ فدان، يليه نمـوذج *MINIMAX* ونمـوذج *TARGET MOTAD* بنحو ٢٨ مليون جنيه، ١٩ مليون جنيه أي ما يعادل ٣ جنيه/ فدان، ٢ جنيـه/ فـدان علـي الترتيب.

جدول (٨)- أثر المخاطرة الاقتصادية علي التكاليف المتغيرة للإنتاج

البيان	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
التكاليف المتغيرة بالمليون جنيه قبل تدنية المخاطرة	١٣٥٧٣	١٣٥٧٣	١٣٥٧٣	١٣٢٧٢	١٣٥٥٩	١٣٥٧٣
التكاليف المتغيرة بالمليون جنيه بعد تدنية المخاطرة	١٣٣٤٨	١٣١٧١	١٣٢٤٤	١٣٢٤٤	١٣٠٢٧	١٣٥٥٤
الانخفاض في التكاليف المتغيرة بالمليون جنيه	٢٢٥	٤٠٢	٣٢٩	٢٨	٥٣٢	١٩
التكاليف المتغيرة قبل تدنية المخاطرة جنيه/ فدان	١١٦٥	١١٦٥	١١٦٥	١١٣٩	١١٦٣	١١٦٥
التكاليف المتغيرة بعد تدنية المخاطرة جنيه/ فدان	١١٤٥	١١٣٠	١١٣٦	١١٣٦	١١١٨	١١٦٣
الانخفاض في التكاليف المتغير جنيه/ فدان	٢٠	٣٥	٢٩	٣	٤٥	٢

المصدر: نتائج التحليل الرياضي لنماذج المخاطرة.

وإذا كان للمخاطرة تأثير واضح علي انخفاض التكاليف المتغيرة للإنتاج وتوفير نفقات الإنتاج بوجه عام في كل النماذج فانه من الممكن استخدام ما تم توفيره من التكاليف لاستثماره في استصلاح أو زراعة أراضي جديدة، وهو ما يمكن أن يدفع بعجلة التنمية الزراعية نحو الاستدامة فضلاً عن عدم تباين الدخل الزراعي واستقراره خلال سنوات الإنتاج، كما أن توفير رؤوس الأموال للاستثمار مرة أخرى في القطاع الزراعي سوف يضاعف من عائدات هذا

القطاع لتعويض الجزء الأكبر من الانخفاض في الدخل الأمر الذي يمكن معه تعزيز فوائد أو منافع أخذ المخاطرة الاقتصادية في الاعتبار.

أثر المخاطرة الاقتصادية علي مياه الري:

تشير بيانات جدول (٩) إلي أن المخاطرة كان لها تأثير ملحوظ أيضاً علي استخدام الموارد وكفاءة استخدامها إذ اختلفت كمياه مياه الري المستخدمة قبل وبعد تدنية احتمالات المخاطرة الاقتصادية بالدرجة التي تباين معها حجم الفائض من مياه الري تبايناً كبيراً، فقد اختلفت النماذج من حيث استخدامها لمياه الري وكان أكثرها توفيراً لمياه الري نموذج *VARIANCE* بنحو ٩٨٤ مليون متر مكعب، في حين تساوي الفائض لكل من نموذج *MOTAD* ونموذج *MINIMAX* بنحو ٧٨٢ مليون متر مكعب، وبلغ الفائض في نموذج *CV* من مياه الري نحو ٢١٨ مليون متر مكعب، بينما بلغ نحو ٢ مليون متر مكعب فقط في نموذج *TARGET MOTAD*، أما نموذج *MAXIMIN* فقد استخدم كمية مياه الري المتاحة بالكامل والبالغة نحو ٣٥ مليار متر مكعب.

وبمقارنة كمية مياه الري المستخدمة قبل وبعد تدنية احتمالات المخاطرة يلاحظ أن كمية مياه الري المستخدمة في زراعة المحاصيل بالتركيب المحصولي بعد تدنية احتمالات المخاطرة قد زادت لكل من نموذج *CV* ونموذج *TARGET MOTAD* بنحو ١٤٠ مليون متر مكعب، ونحو ٣٥٦ مليون متر مكعب علي الترتيب، بينما انخفضت بنحو ٦٢٦ مليون متر مكعب لنموذج *VARIANCE*، ٤٢٤ مليون متر مكعب لنموذج *MOTAD*، ونحو ٧٨٢ مليون متر مكعب لنموذج *MINIMAX*، أما نموذج *MAXIMIN* فقد استخدم كمية مياه الري المتاحة بالكامل قبل وبعد تدنية احتمالات المخاطرة.

وقد انعكس اختلاف كميات مياه الري المستخدمة قبل وبعد تدنية احتمالات المخاطرة علي الاحتياجات المائية الفدانية حيث يلاحظ أن نماذج *VARIANCE* ، *MOTAD* ، *MINIMAX* ، قد حققوا فائضاً في استخدام مياه الري الزراعي بلغ نحو ٥٤ م^{٣}/ فدان، ٣٧ م^{٣}/ فدان، ٦٧ م^{٣}/ فدان علي الترتيب، بينما زادت الاحتياجات المائية لكل من نموذج *CV* ، *TARGET MOTAD* بنحو ١٢ م^{٣}/ فدان، ٣٠ م^{٣}/ فدان، في حين لم تختلف الاحتياجات

المائية الفدانية قبل أو بعد تدنية احتمالات المخاطرة لنموذج *MAXIMIN* مما يشير إلـــي أن النماذج الثلاثة الأخيرة تتطلب كميات كبيرة من الموارد المائية الزراعيـــة لإنتـــاج المحاصـــيل الموضحة بالتركيب المحصولي الناتج وهو ما يعطي أفضلية لنموذج *MOTAD* مقارنة بهـــذه النماذج.

جدول (٩)- أثر المخاطرة الاقتصادية علي مياه الري

البيان	نموذج VARIANCE	نموذج CV	نموذج MOTAD	نموذج MINIMAX	نموذج MAXIMIN	نموذج TARGET MOTAD
مياه الري المتاحة بالمليون م^3	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠
مياه الري بالمليون م^3 قبل تدنية المخاطرة	٣٤٦٤٢	٣٤٦٤٢	٣٤٦٤٢	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٤٦٤٢
مياه الري بالمليون م^3 بعد تدنية المخاطرة	٣٤٠١٦	٣٤٧٨٢	٣٤٢١٨	٣٤٢١٨	٣٥٠٠٠	٣٤٩٩٨
الفائض بالمليون م^3 بعد تدنية المخاطرة	٩٨٤	٢١٨	٧٨٢	٧٨٢	-	٢
مياه الري م^3/ فدان قبل تدنية المخاطرة	٢٩٧٣	٢٩٧٣	٢٩٧٣	٣٠٠٣	٣٠٠٣	٢٩٧٣
مياه الري م^3/ فدان بعد تدنية المخاطرة	٢٩١٩	٢٩٨٥	٢٩٣٦	٢٩٣٦	٣٠٠٣	٣٠٠٣
التغير في مياه الري م^3/ فدان	٥٤	-١٢	٣٧	٦٧	-	-٣٠

المصدر: نتائج التحليل الرياضي لنماذج المخاطرة.

المراجـــع

١- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، "نشرة الري والموارد المائية"، أعداد مختلفة.

٢- طارق محمود محمد عبد اللطيف الدسوقي (٢٠٠٤)، "دراسة اقتصادية للمخاطرة واللايقين في الإنتاج الزراعي المصري"، رسالة ماجستير، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس.

٣- فوزي محمد الديناصوري، محمود محمد مفتاح، فتحية رضوان سالم، محمد فوزي الصفتي (٢٠٠٥)، "التركيب المحصولي الأوفق في ظل تدنية المخاطرة للرقعة المروية بالمياه المخلوطة بمحافظة كفر الشيخ"، المؤتمر الثالث عشر للاقتصاديين الزراعيين، الجمعية المصرية للاقتصاد الزراعي، سبتمبر.

٤- محمد سالم مشعل (١٩٩٦)، "التركيب المحصولي في ظل المخاطرة واللايقين"، المؤتمر الخامس للاقتصاد والتنمية في مصر والبلاد العربية، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، أبريل.

٥- محمود عبد الحليم جاد محمد (١٩٩٨)، "دراسة تحليلية للمخاطرة واللايقين في التركيب المحصولي المصري"، رسالة دكتوراه، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة القاهرة.

٦- وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، "نشرة الإحصاءات الزراعية"، أعداد مختلفة.

7- Bowerman, Bruce and Richard T. O'Connell,(1997), "Applied Statistics", A Times Higher Education Group, Inc. company.

8- Hazel, Peter B. R. and Norton, Roger D. (1986), "Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture", Macmillan Publishing Company, New York.

9- Hazell , P.B. R. (1971)"A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty, American Journal of Agricultural Economics, August.

MATHEMATICAL MODELS FOR ANALYZING RISK IN AGRICULTURAL SECTOR

M.A. Gad
Lab. of Design & Stat. Analysis Res., ARC.

(Received: June , 3 , 2008)

ABSTRACT: *The present study aimed to test six mathematical models to minimize probabilities of risk in Egyptian cropping pattern. Also, to compare between these models to show effect of each model on some economic figures and using of agricultural production resources. The study revealed that minimize probabilities of risk in cropping pattern saves variable costs of production about LE 19-532 millions and agricultural water resources about 984 million m^3, while probabilities of risk ranged from 0.13% to 6.09%.*

The study indicated that area of the crops are mostly to each other for most of the mathematic models under certain and also after minimizing the risk showing the similarity of the aims of mathematical models under study despite the variety of analysis techniques, reflecting their validity to minimize the economic risk especially concerning the crops of large area which are considered the structure of the cropping pattern such as wheat, maize, clover, cotton and sugar cane. MOTAD approach was the best model regarding economic indicators and maximization of efficiency of using the production resources and distribution of crop area of cropping pattern at the same time.

The study showed that cost of the risk using MOTAD reached LE 1817 million where it contributes by LE 329 million from the variable cost of the production. It saves about 782 million m3 from irrigation water which could be used in reclaiming and planting new lands. It was show that cereal, legume and oil crops are characterized by reduction of risk level while vegetable, fiber and aromatic crops are of a high risk level.

Key words: *Economic risk, linear programming, cropping pattern.*