أستخدام أسلوب البرمجة الرياضية في دراسة وحل مشكلة عمالة الأطفال (دراسة تطبيقية)

أميرة السيد إبراهيم* أ.د. عفاف على حسن الدش**
د. رشا احمد السيد فرغلي*** د. إيمان سنهوري***

ملخص:

تعد عمالة الأطفال من المشاكل التي شهدت اهتمام كبير في الأونة الأخيرة على المستوى العالمي والإقليمي والمحلى نظراً لأهميتها وخطورتها على المجتمع.

وعلى الرغم من هذا الاهتمام الكبير فمازالت عمالة الأطفال تمثل مشكلة كبيرة في الكثير من دول العالم النامية ومنها مصر.

ويهدف هذا البحث إلى تقديم نموذج مقترح للبرمجة غير الخطية المحدبة، يمكن بأستخدامه الحصول على القيم المثلي لمحددات عمالة الأطفال بالأسر الفقيرة والمتمثلة في (متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة، معدل البطالة بين أفراد قوة العمل بالأسر الفقيرة، متوسط حجم الأسرة الفقيرة، متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة، العمر الوسيط للطفل العامل، متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة الفقيرة، متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم بالأسرة الفقيرة) حيث يقدم النموذج أقل معدل لعمالة الأطفال في ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية والديمغرافية لهذه الأسر وتحديد القيم المثلي للمحددات السابق ذكرها وبالتالي يساعد متخذ القرار في تحديد السياسات المثلي بالنسبة للمحددات وفقاً لأولوياته.

كذلك تطبيق النموذج المقترح على بيانات مسوح العمالة بالعينة التي يصدرها الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء في مصر خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥) وفقاً للتوزيع الجغرافي (حضر – ريف) والنوع (ذكور – إناث).

الكلمات الدالة: معدل عمالة الأطفال، محددات عمالة الأطفال، مسوح العمالة بالعينة، تحليل الانحدار المتعدد، النماذج المحدبة، طريقة لأجرانج، طريقة السمبلكس.

(١) مقدمة

على الرغم من الجهود التي تبذلها المنظمات الدولية والمحلية، وصدور القوانين التي تحرم عمل الأطفال قبل بلوغهم سن ١٨عاماً ، فإن الإحصاءات توضح ارتفاع نسبة الأطفال العاملين في العالم بصفة عامة وفي الدول النامية بصفة خاصة. حيث ذكرت إحصاءات منظمة العمل الدولية ILO عن وجود تقريباً 152 مليون طفل عامل، وهو ما يمثل نسبة 9.6% من إجمالي الأطفال بالفئة العمرية (٥-١٧سنة)، ونجد أن معظم هؤلاء الأطفال العاملين يقعوا في دول أفريقيا (حوالي ٧٢ مليون طفل) ودول أسيا والمحيط الهادي (حوالي ٦٢ مليون طفل)، وفي الواقع نجد أن هاتين المنطقتين فقط يمثلوا تقريباً 88% من إجمالي الأطفال العاملين في العالم [14].

---

* مدرس مساعد بمعهد الجزيرة العالي للحاسب الآلي ونظم المعلومات الإدارية
** أستاذ بحوث العمليات والإحصاء بكلية التجارة وإدارة الأعمال – جامعة حلوان.
*** مدرس الإحصاء بكلية التجارة وإدارة الأعمال – جامعة حلوان

وبالرغم من أن عمالة الأطفال يمكن أن تؤدي إلى دخل حيوي يساعد الأسر الفقيرة [15]، كما أن بعض الأطفال يعملون جزء من الوقت من اجل أن يكونوا قادرين على تحمل تكاليف الذهاب إلى المدرسة [13]، إلا أن عمالة الأطفال ينتج عنها العديد من الآثار السلبية - خاصة على المدى البعيد - سواء على مستوى الطفل نفسه أو على مستوى المجتمع ككل [١، ٥].

وهناك بعض الدراسات التي أستخدمت أساليب البرمجة الرياضية (الخطية - غير الخطية) في معالجة مشكلة عمالة الأطفال من أجل تقديم اقتراحات مثلى لمتخذ القرار المرتبط بمشكلة عمالة الأطفال، ومعظم هذه الدراسات قدمت على مستوي الأسرة، بأعتبار أن رب الأسرة هو متخذ القرار الوحيد بشأن عمالة أطفاله، وذلك بهدف التعرف على تأثير الوضع الاقتصادي والاجتماعي للأسرة على قرار رب الأسرة بشأن عمالة أطفاله. وقد كانت تلك الدراسات عبارة عن دراسات نظرية فلم يتم تطبيق أي منها على بيانات فعلية، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

في سنة (١٩٩٨) قدم كل من Basu,K. and Van,P.H. دراسة تهدف إلى التعرف على تأثير دخل الشخص البالغ (رب الأسرة) على نسبة الأطفال العاملين في الأسرة، وذلك بافتراض وجود توازنات متعددة بسوق العمل.

وقد قدموا نموذج برمجة غير خطية على مستوى الأسرة يهدف إلى تحديد القيم المثلى من استهلاك رب الأسرة، ونسبة الأطفال العاملين بالأسرة بحيث يتم تعظم منفعة رب الأسرة إلى أقصي ما يمكن، وذلك في حدود دخل الأسرة المتاح المتضمن دخل رب الأسرة ودخل الطفل العامل.

وفي سنة (١٩٩٩) قدم Ranjan,P. دراسة تهدف إلى التعرف على تاثير كل من العائد من تعليم الطفل وعيوب سوق الإئتمان على عمالة الطفل.

وقد قدم نموذج برمجة غير خطية على مستوي الأسرة لفترتين زمنيتين مختلفتين، وقد أطلق على هذا النموذج مصطلح نموذج الأجيال المتداخلة overlapping generations model حيث يتم متابعة نفس الأسرة مع مرور الزمن وتقسيم دورة حياة الأسرة إلى فترتين، وقد كان الهدف من هذا النموذج تحديد القيم المثلى من استهلاك الأسرة في فترتين زمنيتين مختلفتين بحيث يتم تعظم منفعة الأسرة إلى أقصي ما يمكن، وذلك في حالتين: الحالة الأولي (حالة إرسال الطفل إلى العمل في الفترة الزمنية الأولي). والحالة الثانية (حالة إرسال الطفل إلى المدرسة في الفترة الزمنية الأولي).

وفي سنة (٢٠٠٤) قدم Fan,C. دراسة تهدف إلى التعرف على منفعة رب الأسرة من أطفاله وتعليمهم وعملهم، وذلك بافتراض أن الطفل إما أن يتعلم أو يعمل.

وقد قدم نموذج برمجة غير خطية على مستوى الأسرة يهدف إلى تحديد القيم المثلى من استهلاك رب الأسرة، ولجمالي عدد الأطفال بالأسرة، وعدد الأطفال المتعلمين في الأسرة بحيث يتم تعظم منفعة رب الأسرة إلى أقصي ما يمكن وذلك في حدود دخل الأسرة المتاح المتضمن دخل رب الأسرة ودخل الطفل العامل.

وفي سنة (٢٠٠٤) قدم Strulik,H. دراسة تهدف إلى التعرف على منفعة رب الأسرة من أطفاله والإنفاق عليهم والتحاقهم بسوق العمل.

وقد قدم نموذج برمجة غير خطية على مستوى الأسرة يهدف إلى تحديد القيم المثلى من استهلاك رب الأسرة، وعدد الأطفال بالأسرة، ونسبة الوقت الذي يقضيه الطفل في العمل، وتكاليف تعليم الطفل بحيث يتم تعظم منفعة

رب الأسرة إلى أقصي ما يمكن وذلك في حدود دخل الأسرة المتاح المتضمن دخل رب الأسرة ودخل الطفل العامل.

وفي سنة (٢٠٠٩) قدم Agbonlahor,M.U. وآخرين دراسة تهدف إلى التعرف على الدور الذي يلعبه نوع المحصول الزراعي الذي يتم زراعته في عمالة الأطفال في قطاع الزراعة.
وقد قدموا نموذج برمجة خطية programming model linear على مستوى الأسر الريفية يهدف إلى تعظيم إجمالي هامش الربح الزراعي من المحاصيل الزراعية المختارة في ظل مجموعة من قيود الإنتاج production constraints من ضمنها التقليل من استخدام عمالة الأطفال في قطاع الزراعة.

وفي سنة (٢٠١١) قدم Fan,C.S. دراسة تهدف إلى التعرف على منفعة رب الأسرة من رأس المال البشري لأطفاله.
وقد قدم نموذج برمجة غير خطية على مستوي الأسرة يهدف إلى تعظيم منفعة الأسرة اعتماداً على الحصول على القيم المثلي من استهلاك الأسرة، ورأس المال البشري للطفل المتمثل في (مصاريف تعليم الطفل، ووقت الطفل المخصص للدراسة)، ووقت الطفل المخصص للترفية بحيث يتم تعظم منفعة الأسرة إلى أقصي ما يمكن وذلك في حدود دخل الأسرة المتاح المتضمن دخل رب الأسرة ودخل الطفل العامل.

(٢) منهجية البحث

نظرا لأن تطبيق أساليب البرمجة الرياضية يتطلب أولاً إجراء دراسة إحصائية للمشكلة بهدف تقديم صورة رقمية دقيقة عن عناصر المشكلة والتعرف وقياس أهم محددات (أسباب) عمالة الأطفال، ومقدار تأثير كل محدد من تلك المحددات على معدل عمالة الأطفال، لذا فقد تم استخدام الأساليب التالية:

أولاً : الأساليب الإحصائية

١- أسلوب الانحدار الآسي المتعدد في دراسة العلاقة بين معدل عمالة الأطفال ومحددات عمالة الأطفال وفقاً للتوزيع الجغرافي (ريف – حضر) والنوع (ذكور – إناث) خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥)،
٢- أستخدام طريقة انحدار التل ridge regression في معالجة التداخل الخطي بين محددات عمالة الأطفال في النموذج المقترح اعتماداً على بيانات الفترة محل الدراسة

ثانياً : أساليب البرمجة الرياضية

١- البرمجة غير الخطية المحدبة،
٢- طريقة لأجرانج لحل النموذج غير الخطي المحدب،
٣- طريقة السمبلكس لحل النموذج المحدب المحول إلى نموذج خطي.

(٣) مشكلة البحث

تمثل عمالة الأطفال واحدة من أبرز التحديات التي تواجه جهود التنمية وحقوق الإنسان، ولن مصر كأحد دول العالم الثالث، ينتشر بها الأطفال العاملين كنتيجة لعدة عوامل متشابكة أهمها: الفقر والبطالة والتعليم وحجم الأسرة وقصور تطبيق القانون. وتشير الدلائل إلى عدم تناقص هذه الظاهرة عبر الزمن بشكل ملحوظ [٣،٢]، لذا تتمثل مشكلة الدراسة في:

١- كيفية الوصول إلى أقل معدل لعمالة الأطفال في الأسر الفقيرة،

٢- تحديد القيم المثلي لمحددات عمالة الأطفال بالأسر الفقيرة والمتمثلة في (متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة، معدل البطالة بين أفراد قوة العمل بالأسرة الفقيرة، متوسط حجم الأسرة الفقيرة، متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة، العمر الوسيط للطفل العامل، متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة الفقيرة، متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم بالأسرة الفقيرة)،

٣- تمكين متخذ القرار المهتم بمشكلة عمالة الأطفال من تحديد السياسات المثلي التي تحقق المستوي الأمثل لعمالة الأطفال.

وقد تم أستخدام أساليب البرمجة الرياضية، وتقديم نموذج مقترح للبرمجة غير الخطية المحدبة وتطبيقه على بيانات مسوح العمالة بالعينة في مصر خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥) وفقاً للتوزيع الجغرافي(حضر – ريف) والنوع (ذكور – إناث).

(٤) النموذج المقترح

في هذا الفصل سوف نقدم نموذج مقترح للبرمجة غير الخطية المحدبة يهدف إلى تحديد القيم المثلي لمحددات عمالة الأطفال والمتمثلة في: (متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة، معدل البطالة بين أفراد قوة العمل بالأسرة الفقيرة، متوسط حجم الأسرة الفقيرة، متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة، العمر الوسيط للطفل العامل، متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة الفقيرة، متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم بالأسرة الفقيرة) بحيث تجعل معدل عمالة الأطفال بالأسر الفقيرة أقل ما يمكن وذلك عند قيم معينة لتأثير كل محدد من تلك المحددات، وتحت قيود معينة يتم وضعها وفقاً للظروف الاقتصادية والاجتماعية والديمغرافية بالمجتمع، وكذلك في ظل العلاقات المتشابكة بين هذه المحددات.

(٤-١) الرموز

بافتراض أن:

i : تشير إلى نوع الطفل العامل (ذكر ، أنثى)، حيث $i = m,f$.

j : تشير إلى محل إقامة الطفل العامل (حضر ، ريف)، حيث $j = u,r$.

k : تشير إلى عدد المتغيرات المؤثرة (أو المفسرة) بالنموذج، حيث $k = 1,2,...,7$

$G_{ji}(t)$: تشير إلى معدل عمالة الأطفال من النوع (i) بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{1j}(t)$: تشير إلى متوسط الدخل السنوي (بالآلف جنيه) لرب الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{2j}(t)$: تشير إلى معدل البطالة بين أفراد قوة العمل في الفئة العمرية (١٨-٦٥سنة) في الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{3j}(t)$: تشير إلى متوسط حجم الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{4j}(t)$: تشير إلى متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{5ji}(t)$: تشير إلى العمر الوسيط للطفل العامل من النوع (i) بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{6j}(t)$: تشير إلى متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالعمل في الفئة العمرية (٦-١٧سنة) بالأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$X_{7j}(t)$: تشير إلى متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم في الفئة العمرية (٦-١٧سنة) بالأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

β_{kji} : تشير إلى مقدار تأثير المتغير المفسر رقم (k)، حيث $k = 1,2,...,7$ على معدل عمالة الأطفال من النوع (i) بمحل الإقامة (j)

$w_j(t)$: تشير إلى متوسط الدخل السنوي (بالآلف جنيه) للطفل العامل في الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$c_j(t)$: تشير إلى متوسط استهلاك الفرد الواحد من الأحتياجات الأساسية (التغذية والصحة) في الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$d_j(t)$: تشير إلى متوسط تكاليف تعليم الطفل الواحد في الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

$\phi_j(t)$: تشير إلى الحد الأدنى من الاستهلاك للكفاف في الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j) في السنة t

a_{1j}: تشير إلى مقدار التغير في الدخل السنوي لرب الأسرة بسبب التغير في المستوي التعليمي لرب الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j)

a_{2j}: تشير إلى مقدار التغير في العمر الوسيط للطفل العامل بسبب التغير في المستوي التعليمي لرب الأسرة الفقيرة بمحل الإقامة (j)

b : تشير إلى مقدار الدخل السنوي للشخص البالغ المحدد من قبل متخذ القرار بالدولة، ويتم افتراض هذه القيمة في ضوء الظروف الاقتصادية بالمجتمع

L_1 : تشير إلى الحد الأدنى من العمر الوسيط للطفل العامل، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

U_1 : تشير إلى الحد الأقصى من العمر الوسيط للطفل العامل، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

L_2 : تشير إلى لحد الأدنى لمعدل البطالة المسموح به اقتصادياً، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

U_2 : تشير إلى الحد الأقصى لمعدل البطالة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

L_3 : تشير إلى الحد الأدنى لمتوسط سنوات تعليم رب الأسرة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة

U_3 : تشير إلى الحد الأقصى لمتوسط سنوات تعليم رب الأسرة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

L_4 : تشير إلى الحد الأدنى لمتوسط حجم الأسرة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

U_4 : تشير إلى الحد الأقصى لمتوسط حجم الأسرة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

L_5 : تشير إلى الحد الأدنى لمتوسط عدد البالغين في الأسرة، ويتم افتراض هذا الحد في ضوء ظروف المجتمع والبيانات المتاحة.

(٤ -٢) دالة الهدف

تتمثل دالة هدف نموذج البرمجة المقترح في تحديد القيم المثلي لمحددات (عوامل) عمالة الأطفال بالأسر الفقيرة والمتمثلة في: (متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة، معدل البطالة بين أفراد قوة العمل بالأسر الفقيرة، متوسط حجم الأسرة الفقيرة، متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة، العمر الوسيط للطفل العامل، متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة الفقيرة، متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم بالأسرة الفقيرة) التي تجعل معدل عمالة الأطفال أقل ما يمكن، أي إيجاد قيم $X_{kji}(t)$ ، $k = 1,2,..,7$ ، $j = u, r$ ، $i = m, f$ التي تجعل:

$$\text{Min. } G_{ji}(t) = e^{\sum_{k=1}^{k} \beta_{kji} X_{kji}(t)} = e^{\beta_{1ji} X_{1ji}(t) + \beta_{2ji} X_{2ji}(t) + \ldots\ldots + \beta_{kji} X_{kji}(t)} \qquad (4.1)$$

حيث يمكن تقدير قيم المعلمات β_{kji} ، $k = 1,2,..,7$ ، $j = u, r$ ، $i = m, f$ باستخدام أساليب التقدير الإحصائية المختلفة. وقد تم تقدير قيم هذه المعلمات باستخدام أساليب تحليل الانحدار الأسي المتعدد، وأسلوب انحدار التل [٢].

(٤ -٣) القيود الهيكلية

تتمثل قيود النموذج في الظروف والإمكانيات الاقتصادية والاجتماعية والديمغرافية بالمجتمع المصري، وكذلك في العلاقات المتشابكة بين المتغيرات القرارية والمتمثلة فيما يلي:

١ - القيود الخاصة بمتوسط الدخل والاستهلاك السنوي للأسرة الفقيرة

يجب أن يكون متوسط الدخل السنوي للأسرة الفقيرة (متوسط دخل رب الأسرة + متوسط الدخل للأطفال العاملين بالأسرة) أكبر من أو يساوي متوسط استهلاك الأسرة الفقيرة (متوسط الاستهلاك على السلع والخدمات الأساسية + متوسط الأنفاق على تعليم الأطفال)، أي أن:

$$X_{1j}(t) + w_j(t) X_{6j}(t) \geq c_j(t) X_{3j}(t) + d_j(t) X_{7j}(t) \qquad (4.2)$$

مع مراعاة أن متوسط استهلاك الأسرة من الاحتياجات الأساسية (التغذية والصحة) لأبد أن يتجاوز الحد الأدنى من الاستهلاك للكفاف في الأسرة الفقيرة، أي أن:

$$c_j(t) X_{3j}(t) \geq \phi_j(t) \qquad (4.3)$$

٢ - القيد الخاص بمتوسط الدخل السنوي لرب الأسرة ومتوسط سنوات تعليمه

من تحليل الانحدار المتعدد أتضح وجود علاقة خطية قوية بين متغير متوسط سنوات تعليم رب الأسرة ومتغير متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة، وبالتالي أمكن التعبير عنها في صورة قيد خطي على النحو التالي:

$$X_{1j}(t) + a_{1j} X_{4j}(t) \leq b \qquad (4.4)$$

٣ - القيد الخاص بالعمر الوسيط للطفل العامل ومتوسط سنوات تعليم رب الأسرة

من تحليل الانحدار المتعدد أتضح وجود علاقة خطية قوية بين متغير العمر الوسيط للطفل العامل ومتغير متوسط سنوات تعليم رب الأسرة، وبالتالي أمكن التعبير عنها في صورة قيد خطي على النحو التالي

$$L_1 \leq a_{2ji} X_{4j}(t) + X_{5ji}(t) \leq U_1 \qquad (4.5)$$

٤- القيد الخاص بمعدل البطالة بين أفراد قوة العمل

معدل البطالة بين أفراد قوة العمل لابد أن يتجاوز الحد الأدنى المسموح به اقتصادياً ولا يتجاوز الحد الأقصى، أي أن:

$$L_2 \le X_{2j}(t) \le U_2 \qquad (4.6)$$

٥- القيد الخاص بمتوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة

متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة لابد أن يتجاوز الحد الأدنى لمتوسط سنوات تعليم رب الأسرة ولا يتجاوز الحد الأقصى، أي أن:

$$L_3 \le X_{4j}(t) \le U_3 \qquad (4.7)$$

٦- القيود الخاصة بمتوسط حجم الأسرة وعدد الأطفال العاملين والملتحقين بالتعليم

متوسط حجم الأسرة الفقيرة لابد أن يتجاوز الحد الأدنى لمتوسط حجم الأسرة ولا يتجاوز الحد الأقصى، أي أن:

$$L_4 \le X_{3j}(t) \le U_4 \qquad (4.8)$$

وكذلك يجب أن يكون متوسط حجم الأسرة أكبر من كلاً من: متوسط عدد الأطفال العاملين في الأسرة، ومتوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم في الأسرة بما لا يقل عن الحد الأدنى لمتوسط عدد الأفراد البالغين في الأسرة، أي أن:

$$X_{3j}(t) - X_{6j}(t) \ge L_5 \qquad (4.9)$$

$$X_{3j}(t) - X_{7j}(t) \ge L_5 \qquad (4.10)$$

(٤-٤) الصياغة العامة للنموذج

مما سبق يمكن صياغة النموذج على النحو التالي

أوجد قيم $X_{kj}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ ، $j = u,r$ التي تجعل:

$$\text{Min.}G_{ji}(t) = e^{\sum_{i=1}^{7}\beta_{kji}X_{kj}(t)} = e^{\beta_{1ji}X_{1j}(t)+\beta_{2ji}X_{2j}(t)+.....+\beta_{7ji}X_{7j}(t)}$$

$$\text{S.T} \quad \begin{cases} X_{1j}(t) + w_j(t)\,X_{6j}(t) \ge c_j(t)\,X_{3j}(t) + d_j(t)\,X_{7j}(t) \\ c_j(t)\,X_{3j}(t) \ge \phi_j(t) \\ X_{1j}(t) + a_{1j}\,X_{4j}(t) \le b \\ L_1 \le a_{2j}\,X_{4j}(t) + X_{5j}(t) \le U_1 \\ L_2 \le X_{2j}(t) \le U_2 \\ L_3 \le X_{4j}(t) \le U_3 \\ L_4 \le X_{3j}(t) \le U_4 \\ X_{3j}(t) - X_{6j}(t) \ge L_5 \\ X_{3j}(t) - X_{7j}(t) \ge L_5 \\ X_{kj}(t) \ge 0 \ , \ k = 1,2,..,7 \ , \ j = u,r \ , \ i = m,f \end{cases} \qquad (4.11)$$

وفيما يلي أهم خصائص هذا النموذج:

١- النموذج غير خطي بدالة هدف آسية وقيود خطية، فهو يمثل نموذج غير خطي محدب حيث أن دالة الهدف عبارة عن دالة محدبة convex function ، وفئة الحلول الممكنة التي تحقق مجموعة القيود الهيكلية عبارة عن فئة محدبة convex setأيضاً [10].

٢- يتكون النموذج من عدد (7) متغيرات قرارية، وعدد (9) قيود هيكلية.

٣- يمكن تطبيق النموذج المقترح على مستوي الحضر والريف ولكل من الذكور والإناث على حدة.

٤- تنتقل أهمية النموذج في أنه يُمكن متخذ القرار من تحديد السياسة المثلي واتخاذ القرارات الملائمة، أي التي تحقق اقل معدل عمالة أطفال بالأسر الفقيرة بصفة خاصة وبالتالي بالمجتمع بصفة عامة في ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية والديمغرافية للمجتمع.

(٤-٥) طرق حل النموذج

كما سبق واوضحنا يعد النموذج (4.11) نموذج غير خطي محدب وبالتالي يمكن حله باستخدام:

١- طريقة لأجرانج لحل النموذج غير الخطي للحصول على القيم المثلي المطلقة [8,9,17]

٢- يمكن تحويل النموذج إلى نموذج خطى مكافئ له واستخدام طريقة السمبلكس للحصول على الحل الأمثل [٤ ,19].

(٥) تطبيقات على النموذج المقترح

فيما يلي سوف يتم تطبيق هذا النموذج على بيانات مسوح العمالة بالعينة في مصر خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥) وفقاً للتوزيع الجغرافي (حضر - ريف) ولكل من الذكور والإناث على حدة.

وقد تم تقدير معاملات المتغيرات القرارية بدالة الهدف، أي قيم المعلمات β_{kji} ، $k = 1,2,...,7$ ، $i = m,f$ ، $j = u,r$ من بيانات مسوح العمالة بالعينة خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥) باستخدام أساليب التقدير الإحصائية، وكذلك تم الحصول على قيم معاملات المتغيرات القرارية بالقيود الهيكلية في ضوء البيانات المتاحة وقوانين عمالة الأطفال [٢، ٣].

وبالتالي أمكن صياغة النموذج المقترح (4.11) وفقاً للتوزيع الجغرافي (الحضر - الريف) ولكل من الذكور والإناث على حدة على النحو التالي.

(٥-١) تطبيق (١)

أمكن صياغة النموذج المقترح اعتماداً على بيانات الأطفال الذكور العاملين في الأسر الفقيرة بالحضر بعد معالجتها بالأساليب الإحصائية لتجهيزها للتطبيق باستخدام نماذج وأساليب البرمجة الرياضية على النحو التالي.

أوجد قيم $X_{ku}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ التي تجعل:

$$
\begin{aligned}
\text{Min. } G_{um}(t) = \exp\{&-0.08983\,X_{1u}(t) + 0.02811\,X_{2u}(t) + \\
&0.05162\,X_{3u}(t) - 0.09969\,X_{4u}(t) + 0.0131\,X_{5u}(t) \\
&+ 0.08815\,X_{6u}(t) - 0.09679\,X_{7u}(t)\}
\end{aligned}
$$

$$
\left.
\begin{aligned}
\text{S.T}\quad & X_{1u}(t) - 5.3382\,X_{3u}(t) + 6.8452\,X_{6u}(t) - .6512\,X_{7u}(t) \geq 0 \\
& 5.3382\,X_{3u}(t) \geq 23.0459 \\
& X_{1u}(t) + 0.711\,X_{4u}(t) \leq 18.4000 \\
& 5 \leq -1.154\,X_{4u}(t) + X_{5u}(t) \leq 18 \\
& 5.4\% \leq X_{2u}(t) \leq 10\% \\
& 0 \leq X_{4u}(t) \leq 6 \\
& 4 \leq X_{3u}(t) \leq 12 \\
& X_{3u}(t) - X_{6u}(t) \geq 2 \\
& X_{3u}(t) - X_{7u}(t) \geq 2 \\
& X_{ku}(t) \geq 0 \ , \ k = 1,2,..,7
\end{aligned}
\right\} \quad (5.1)
$$

وبحل النموذج (5.1) باستخدام طريقة لأجرانج وبالاستعانة بحزمة Maple12 تم الحصول على القيم المثلى لـ $X_{ku}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ على النحو التالي:

$X^*_{1u} = 14.134$ ، $X^*_{2u} = 5.4\%$ ، $X^*_{3u} = 4.32$ ، $X^*_{4u} = 6$ ،

$X^*_{5u} = 11.92$ ، $X^*_{6u} = 1.49$ ، $X^*_{7u} = 2.32$ ، $G^*_{um} = 20.6\%$

ملحوظة: نظراً لأن النموذج المقترح يعد نموذج محدب ويمكن تحويله إلى نموذج خطي مكافئ له، فقد تم تحويله إلى نموذج خطي وحله باستخدام طريقة السمبلكس وتم الحصول على نفس النتائج.

ويمكن مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام النموذج المقترح بالقيم الفعلية لمعدل عمالة الأطفال الذكور بالحضر ومحددات عمالة الأطفال عام ٢٠١٥، كما هو موضح بالجدول (٥-١) التالي.

حيث يتضح من الجدول أن أقل معدل عمالة أطفال ذكور بالحضر يمكن تحقيقه بالأسر الفقيرة هو 21% ولكي يتم الوصول إلى هذا المعدل فإننا في حاجة إلى اتخاذ الإجراءات التالية:

١- زيادة متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة من 7.205 آلف جنيه إلى 14.134 آلف جنيه، أي زيادة دخل رب الأسرة الفقيرة إلى الضعف تقريباً .

٢- انخفاض معدل البطالة بين أفراد قوة العمل إلى الحد المسموح به اقتصادياً .

٣- انخفاض متوسط حجم الأسرة إلى أربع أفراد (طفلين وعدد 2 من الأفراد البالغين)، ويتم إرسال هذين الطفلين إلى التعليم، وطفل واحد فقط منهم يعمل ويتعلم في نفس الوقت.

٤- ارتفاع المستوي التعليمي لرب الأسرة لما لا يقل عن المرحلة الابتدائية

جدول (٥-١): يوضح القيم الفعلية والقيم المثلي لمعدل عمالة الأطفال ومحددات عمالة الأطفال الذكور بالحضر

المحدد	القيمة الفعلية عام ٢٠١٥	القيمة المثلي من النموذج
متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة	$X_{1u} = 7.205$	$X^{*}_{1u} = 14.134$
معدل البطالة بين أفراد قوة العمل	$X_{2u} = 8.5\%$	$X^{*}_{2u} = 5.4\%$
متوسط حجم الأسرة الفقيرة	$X_{3u} = 6.51$	$X^{*}_{3u} = 4.32$
متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة	$X_{4u} = 4.798$	$X^{*}_{4u} = 6$
العمر الوسيط للطفل العامل	$X_{5u} = 11.402$	$X^{*}_{5u} = 11.92$
متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة	$X_{6u} = 2.31$	$X^{*}_{6u} = 1.49$
متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم	$X_{7u} = 0.97$	$X^{*}_{7u} = 2.32$
معدل عمالة الأطفال في الأسر الفقيرة	$G_{um} = 63.71\%$	$G^{*}_{um} = 20.6\%$

(٥-٢) تطبيق (٢)

أمكن صياغة النموذج المقترح اعتماداً على بيانات الأطفال الذكور العاملين في الأسر الفقيرة بالريف بعد معالجتها بالأساليب الإحصائية لتجهيزها للتطبيق باستخدام نماذج وأساليب البرمجة الرياضية على النحو التالي.

أوجد قيم $X_{kr}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ التي تجعل:

$$
\begin{aligned}
\text{Min. } G_{rm}(t) = \exp\{&-0.14382\,X_{1r}(t) + 0.04879\,X_{2r}(t) + \\
&0.05631\,X_{3r}(t) - 0.10908\,X_{4r}(t) + 0.03255\,X_{5r}(t) \\
&+ 0.09188\,X_{6r}(t) - 0.10952\,X_{7r}(t)\}
\end{aligned}
$$

$$
\left.
\begin{aligned}
\text{S.T}\quad & X_{1r}(t) - 4.2444\,X_{3r}(t) + 5.6397\,X_{6r}(t) - .232\,X_{7r}(t) \geq 0 \\
& 4.2444\,X_{3r}(t) \geq 22.9886 \\
& X_{1r}(t) + 0.399\,X_{4r}(t) \leq 18.4000 \\
& 5 \leq -1.244\,X_{4r}(t) + X_{5r}(t) \leq 18 \\
& 5.4\% \leq X_{2r}(t) \leq 10.0\% \\
& 0 \leq X_{4r}(t) \leq 6 \\
& 4 \leq X_{3r}(t) \leq 12 \\
& X_{3r}(t) - X_{6r}(t) \geq 2 \\
& X_{3r}(t) - X_{7r}(t) \geq 2 \\
& X_{kr}(t) \geq 0 \ , \ k = 1,2,..,7
\end{aligned}
\right\} \quad (5.2)
$$

وبحل النموذج (5.2) باستخدام طريقة لأجرانج وبالاستعانة بحزمة Maple12، أو عن طريق تحويله إلى نموذج خطي مكافئ له وحله باستخدام طريقة السمبلكس وبالاستعانة بحزمة TORA تم الحصول على القيم المثلى لـ $X_{kr}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ على النحو التالي:

$$X^*_{1r} = 16.006 \ , \quad X^*_{2r} = 5.4\% \ , \quad X^*_{3r} = 5.42 \ , \quad X^*_{4r} = 6 \ ,$$

$$X^*_{5r} = 12.46 \ , \quad X^*_{6r} = 1.38 \ , \quad X^*_{7r} = 3.42 \ , \quad G^*_{rm} = 8.28\%$$

ويمكن مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام النموذج المقترح بالقيم الفعلية لمعدل عمالة الأطفال الذكور بالريف ومحددات عمالة الأطفال عام ٢٠١٥، كما هو موضح بالجدول التالي (٥-٢).

حيث يتضح من الجدول أن أقل معدل عمالة أطفال ذكور بالريف يمكن تحقيقه بالأسر الفقيرة هو 8% ولكي يتم الوصول إلى هذا المعدل فإننا في حاجة إلى اتخاذ الإجراءات التالية:

١- زيادة متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة من 6.032 آلف جنيه إلى 16 آلف جنيه، أي زيادة دخل رب الأسرة الفقيرة بنسبة أكبر من 100%.

٢- انخفاض معدل البطالة بين أفراد قوة العمل من 7.6% إلى 5.4%.

٣- انخفاض متوسط حجم الأسرة إلى خمس أفراد تقريباً (ثلاث أطفال وعدد 2 من الأفراد البالغين)، ويتم إرسال هؤلاء الأطفال إلى التعليم، وطفل واحد فقط منهم يعمل ويتعلم في نفس الوقت.

٤- ارتفاع المستوي التعليمي لرب الأسرة لما لا يقل عن المرحلة الابتدائية

جدول (٥-٢): يوضح القيم الفعلية والقيم المثلي لمعدل عمالة الأطفال ومحددات عمالة الأطفال الذكور بالريف

المحدد	القيمة الفعلية عام ٢٠١٥	القيمة المثلي من النموذج
متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة	$X_{1r} = 6.032$	$X^*_{1r} = 16.006$
معدل البطالة بين أفراد قوة العمل	$X_{2r} = 8.3\%$	$X^*_{2r} = 5.4\%$
متوسط حجم الأسرة الفقيرة	$X_{3r} = 7.28$	$X^*_{3r} = 5.42$
متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة	$X_{4r} = 2.89$	$X^*_{4r} = 6$
العمر الوسيط للطفل العامل	$X_{5r} = 11.23$	$X^*_{5r} = 12.46$
متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة	$X_{6r} = 2.92$	$X^*_{6r} = 1.38$
متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم	$X_{7r} = 0.95$	$X^*_{7r} = 3.42$
معدل عمالة الأطفال في الأسر الفقيرة	$G_{rm} = 79.17\%$	$G^*_{rm} = 8.32\%$

(٥-٣) تطبيق (٣)

أمكن صياغة النموذج المقترح اعتماداً على بيانات الأطفال الإناث العاملين في الأسر الفقيرة بالحضر بعد معالجتها بالأساليب الإحصائية لتجهيزها للتطبيق باستخدام نماذج وأساليب البرمجة الرياضية على النحو التالي.

أوجد قيم $X_{ku}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ التي تجعل:

$$
\begin{aligned}
\text{Min. } G_{uf}(t) = \exp\{&-0.19837\,X_{1u}(t) + 0.02314\,X_{2u}(t) + \\
&0.09813\,X_{3u}(t) - 0.19992\,X_{4u}(t) + 0.00392\,X_{5u}(t) \\
&+ 0.0542\,X_{6u}(t) - 0.08996\,X_{7u}(t)\} \\
\text{S.T}\quad & X_{1u}(t) - 5.3382\,X_{3u}(t) + 6.8452\,X_{6u}(t) - .6512\,X_{7u}(t) \geq 0 \\
& 5.3382\,X_{3u}(t) \geq 23.0459 \\
& X_{1u}(t) + 0.711\,X_{4u}(t) \leq 18.4000 \\
& 5 \leq -1.364\,X_{4u}(t) + X_{5u}(t) \leq 18 \\
& 5.4\% \leq X_{2u}(t) \leq 10\% \\
& 0 \leq X_{4u}(t) \leq 6 \\
& 4 \leq X_{3u}(t) \leq 12 \\
& X_{3u}(t) - X_{6u}(t) \geq 2 \\
& X_{3u}(t) - X_{7u}(t) \geq 2 \\
& X_{ku}(t) \geq 0 \;,\; k = 1,2,..,7
\end{aligned}
\qquad (5.3)
$$

وبحل النموذج (5.3) باستخدام طريقة لأجرانج وبالاستعانة بحزمة Maple12، أو عن طريق تحويله إلى نموذج خطي مكافئ له وحله باستخدام طريقة السمبلكس وبالاستعانة بحزمة TORA تم الحصول على القيم المثلى لـ $X_{ku}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ على النحو التالي:

$X^*_{1u} = 14.134$ ، $X^*_{2u} = 5.4\%$ ، $X^*_{3u} = 4.32$ ، $X^*_{4u} = 6$ ،

$X^*_{5u} = 13.18$ ، $X^*_{6u} = 1.49$ ، $X^*_{7u} = 2.32$ ، $G^*_{uf} = 2.59\%$

ويمكن مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام النموذج المقترح بالقيم الفعلية لمعدل عمالة الأطفال الإناث بالحضر ومحددات عمالة الأطفال عام ٢٠١٥، كما هو موضح بالجدول التالي.

حيث يتضح من الجدول أن أقل معدل عمالة أطفال إناث بالحضر يمكن تحقيقه بالأسر الفقيرة هو 2.59%، ولكي يتم الوصول إلى ذلك فإننا في حاجة إلى اتخاذ الإجراءات التالية:

١- زيادة متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة من 7.205 آلف جنيه إلى 14.134 آلف جنيه، أي زيادة دخل رب الأسرة الفقيرة إلى الضعف تقريباً .

٢- انخفاض معدل البطالة بين أفراد قوة العمل إلى الحد المسموح به اقتصادياً .

٣- انخفاض متوسط حجم الأسرة إلى أربع أفراد (طفلين وعدد 2 من الأفراد البالغين)، ويتم إرسال هذين الطفلين إلى التعليم، وطفل واحد فقط منهم يعمل ويتعلم في نفس الوقت.

٤- ارتفاع المستوي التعليمي لرب الأسرة لما لا يقل عن المرحلة الابتدائية

جدول (٥-٣): يوضح القيم الفعلية والقيم المثلي لمعدل عمالة الأطفال ومحددات عمالة الأطفال الإناث بالحضر

المحدد	القيمة الفعلية عام ٢٠١٥	القيمة المثلي من النموذج
متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة	$X_{1u} = 7.205$	$X^{*}_{1u} = 14.134$
معدل البطالة بين أفراد قوة العمل	$X_{2u} = 8.5\%$	$X^{*}_{2u} = 5.4\%$
متوسط حجم الأسرة الفقيرة	$X_{3u} = 6.51$	$X^{*}_{3u} = 4.32$
متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة	$X_{4u} = 4.798$	$X^{*}_{4u} = 6$
العمر الوسيط للطفل العامل	$X_{5u} = 12.05$	$X^{*}_{5u} = 13.18$
متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة	$X_{6u} = 2.31$	$X^{*}_{6u} = 1.49$
متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم	$X_{7u} = 0.97$	$X^{*}_{7u} = 2.32$
معدل عمالة الأطفال في الأسر الفقيرة	$G_{uf} = 22.59\%$	$G^{*}_{uf} = 2.59\%$

(٥-٤) تطبيق (٤)

أمكن صياغة النموذج المقترح اعتماداً على بيانات الأطفال الإناث العاملين في الأسر الفقيرة بالريف بعد معالجتها بالأساليب الإحصائية لتجهيزها للتطبيق باستخدام نماذج وأساليب البرمجة الرياضية على النحو التالي.

أوجد قيم $X_{kr}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ التي تجعل:

$$
\begin{aligned}
\text{Min. } G_{rf}(t) = \exp\{&-0.19911\,X_{1r}(t) + 0.0439\,X_{2r}(t) + \\
&0.05282\,X_{3r}(t) - 0.12914\,X_{4r}(t) + 0.00681\,X_{5r}(t) \\
&+ 0.04841\,X_{6r}(t) - 0.0891\,X_{7r}(t)\}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\text{S.T} \quad & X_{1r}(t) - 4.2444\,X_{3r}(t) + 5.6397\,X_{6r}(t) - .232\,X_{7r}(t) \geq 0 \\
& 4.2444\,X_{3r}(t) \geq 22.9886 \\
& X_{1r}(t) + 0.399\,X_{4r}(t) \leq 18.4000 \\
& 5 \leq -1.126\,X_{4r}(t) + X_{5r}(t) \leq 18 \\
& 5.4\% \leq X_{2r}(t) \leq 10.0\% \\
& 0 \leq X_{4r}(t) \leq 6 \\
& 4 \leq X_{3r}(t) \leq 12 \\
& X_{3r}(t) - X_{6r}(t) \geq 2 \\
& X_{3r}(t) - X_{7r}(t) \geq 2 \\
& X_{kr}(t) \geq 0 \ , \ k = 1,2,..,7
\end{aligned}
\qquad (5.4)
$$

وبحل النموذج (5.4) باستخدام طريقة لأجرانج وبالاستعانة بحزمة Maple12، أو عن طريق تحويله إلى نموذج خطي مكافئ له وحله باستخدام طريقة السمبلكس وبالاستعانة بحزمة TORA تم الحصول على القيم المثلى لـ $X_{kr}(t)$ ، $k = 1,2,...,7$ على النحو التالي:

$X^*_{1r} = 16.006$ ، $X^*_{2r} = 5.4\%$ ، $X^*_{3r} = 5.42$ ، $X^*_{4r} = 6$ ،

$X^*_{5r} = 11.76$ ، $X^*_{6r} = 1.38$ ، $X^*_{7r} = 3.42$ ، $G^*_{rf} = 2.17\%$

ويمكن مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام النموذج المقترح بالقيم الفعلية لمعدل عمالة الأطفال الإناث بالريف ومحددات عمالة الأطفال عام ٢٠١٥، كما هو موضح بالجدول التالي (٥-٤).

حيث يتضح من الجدول أن أقل معدل عمالة أطفال ذكور بالريف يمكن تحقيقه بالأسر الفقيرة هو 2% ولكي يتم الوصول إلى هذا المعدل فإننا في حاجة إلى اتخاذ الإجراءات التالية:

١- زيادة متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة من 6.032 آلف جنيه إلى 15.844 آلف جنيه، أي زيادة دخل رب الأسرة الفقيرة بنسبة أكبر من 100%.

٢- انخفاض معدل البطالة بين أفراد قوة العمل من 7.6% إلى 5.4%.

٣- انخفاض متوسط حجم الأسرة إلى خمس أفراد تقريباً (ثلاث أطفال وعدد 2 من الأفراد البالغين)، ويتم إرسال هؤلاء الأطفال إلى التعليم، وطفل واحد فقط منهم يعمل ويتعلم في نفس الوقت.

٤- ارتفاع المستوي التعليمي لرب الأسرة لما لا يقل عن المرحلة الابتدائية

جدول (٥-٤): يوضح القيم الفعلية والقيم المثلي لمعدل عمالة الأطفال ومحددات عمالة الأطفال الإناث بالريف

المحدد	القيمة الفعلية عام ٢٠١٥	القيمة المثلي من النموذج
متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة	$X_{1r} = 6.032$	$X^*_{1r} = 16.006$
معدل البطالة بين أفراد قوة العمل	$X_{2r} = 8.3\%$	$X^*_{2r} = 5.4\%$
متوسط حجم الأسرة الفقيرة	$X_{3r} = 7.28$	$X^*_{3r} = 5.42$
متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة	$X_{4r} = 2.89$	$X^*_{4r} = 6$
العمر الوسيط للطفل العامل	$X_{5r} = 11.55$	$X^*_{5r} = 11.76$
متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة	$X_{6r} = 2.92$	$X^*_{6r} = 1.38$
متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم	$X_{7r} = 0.95$	$X^*_{7r} = 3.42$
معدل عمالة الأطفال في الأسر الفقيرة	$G_{rf} = 35.20\%$	$G^*_{rf} = 2.17\%$

وكذلك بصفة عامة يتضح من الجداول (٥-١)-(٥-٤) ما يلي:

- معدل عمالة الأطفال الذكور الأمثل بالحضر أكبر من نظيره بالريف حيث سجل هذا المعدل بالحضر $G^*_{um} = 20.6\%$ مقابل $G^*_{rm} = 8.32\%$ بالريف، وذلك على عكس الحال بالنسبة للقيم الفعلية حيث كانت معدلات عمالة الأطفال الذكور الفعلية بالريف أكبر من نظيرها بالحضر.

- معدل عمالة الأطفال الإناث الأمثل بالحضر أكبر من نظيره بالريف حيث سجل هذا المعدل بالحضر $G^*_{uf} = 2.59\%$ مقابل $G^*_{rf} = 2.17\%$ بالريف، وذلك على عكس الحال بالنسبة للقيم الفعلية حيث كانت معدلات عمالة الأطفال الإناث الفعلية بالريف أكبر من نظيرها بالحضر.
- معدل عمالة الأطفال الذكور الأمثل أكبر من معدل عمالة الأطفال الإناث الأمثل في كل من الريف والحضر، وذلك هو نفس النمط بالنسبة للقيم الفعلية حيث كانت معدلات عمالة الأطفال الذكور الفعلية أكبر من معدلات عمالة الأطفال الإناث.

(٦) أهم النتائج

مما سبق يمكن إيجاز أهم النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث على النحو التالي:

١- تقديم نموذج مقترح للبرمجة غير الخطية المحدبة لتحديد القيم المثلى لمحددات عمالة الأطفال والمتمثلة في (متوسط الدخل السنوي لرب الأسرة الفقيرة، معدل البطالة بين أفراد قوة العمل بالأسرة الفقيرة، متوسط حجم الأسرة الفقيرة، متوسط سنوات تعليم رب الأسرة الفقيرة، العمر الوسيط للطفل العامل، متوسط عدد الأطفال العاملين بالأسرة الفقيرة، متوسط عدد الأطفال الملتحقين بالتعليم بالأسرة الفقيرة) بحيث تجعل معدل عمالة الأطفال بالأسر الفقيرة أقل ما يمكن

٢- تطبيق النموذج المقترح وفقاً للتوزيع الجغرافي (ريف وحضر) ووفقاً للنوع (ذكور وإناث)، بالفصل (٥).

(٧) أهم التوصيات

تتمثل أهم التوصيات فيما يلي:

١- بأستخدام النموذج المقترح مكن تحديد السياسة المثلى واتخاذ القرارات الملائمة، أي التي تحقق اقل معدل عمالة أطفال بالأسر الفقيرة بصفة خاصة، وبالتالي بالمجتمع بصفة عامة في ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية والديمغرافية للمجتمع

٢- بناء نماذج برمجة رياضية أخرى (متعددة الأهداف) مع تقديم الحل لتقدير أقل معدل عمالة أطفال بالأسر الفقيرة وفقاً للتوزيع الجغرافي (حضر – ريف)

٣- ضرورة إنشاء قاعدة للبيانات على مستوى كل محافظة بحيث يتم تحديد المراكز والأحياء الفقيرة التي تشتمل على عمالة الأطفال تتضمن:

أ) بيانات كاملة عن الأسر الفقيرة: وفقاً للخصائص الاقتصادية والديمغرافية والتعليمية والاجتماعية.

ب) بيانات عن أنواع الأعمال التي يعمل فيها الأطفال، وعدد ساعات العمل،....الخ

٤- عمل قاعدة بيانات مجمعة من قواعد المحافظات توضع لمتخذي القرار في الدولة مثل وزارة التضامن الاجتماعي، ومجلس المرأة، وحماية الطفل حتى تكون رؤية عمالة الأطفال مصنفة وواضحة أمامهم.

٥- وضع قوانين وبرامج لأعانه الأسر الفقيرة تتناغم مع قوانين الحد من عمالة الأطفال.

٦- الاهتمام بالدور الذي تلعبة برامج تنظيم الأسرة وخاصة في الأسر الفقيرة.

٧- الاهتمام بمنظومة التعليم والتدريب، وتدريب العنصر البشري على مهن ومهارات متماشية مع متطلبات البيئة وسوق العمل.

٨- توفير فرص عمل وتخفيض البطالة بين العاطلين عن العمل بشكل عام والفقراء بشكل خاص، واقرار حد أدني للأجور لا يقل عن خط الفقر.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

[١] إبراهيم العلي، وعبدالله أطوز (٢٠٠٥): "أسباب ونتائج عمالة الأطفال في سوريا – دراسة ميدانية" مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد ٢٧ ، العدد ٤.

[٢] أميرة السيد إبراهيم (٢٠١٨): "البرمجة الرياضية في دراسة وتحليل عمالة الأطفال في مصر" رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التجارة وادارة الأعمال ، جامعة حلوان، القاهرة.

[٣] أميرة السيد، عفاف الدش، إيمان سنهوري، رشا فرغلي (٢٠١٧): "دراسة إحصائية لمحددات ظاهرة عمالة الأطفال في مصر خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٤)" المجلة المصرية للسكان وتنظيم الأسرة.

[٤] عفاف الدش (٢٠١٢): "بحوث العمليات واتخاذ القرارات" الجزء الأول، البرمجة وحيدة الهدف، الطبعة الثانية، المكتبة الأكاديمية، الدقي، القاهرة.

[٥] منظمة العمل الدولية، منظمة الأمم المتحدة للطفولة (٢٠١٢): "دراسة وطنية حول أسوأ أشكال عمل الأطفال في الجمهورية السورية" بيروت، لبنان

ثانياً: المراجع الأجنبية

[6] Agbonlahor, M.U.; Adeyemo, R.; Bamire, A.S.; and Williams, S.B. (2009): "Optimal Arable Crop Plan and Child Farm Labour Reduction in Rural Households of Ogun State, Nigeria" J Hum Ecol, 25(1): 25-30

[7] Basu, K. and Van, P. H. (1998): "The Economics of Child Labor" The American Economic Review, Vol. 88, No. 3, PP. 412-427.

[8] Bazaraa, M. S., Sherali, H. D. and Shetty, C. M. (2006): "Nonlinear Programming Theory and Algorithms" Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., Publication, Canada.

[9] Bertsekas, D. P. (1999): "Nonlinear Programming" Second Edition, Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, USA.

[10] Boyd, S. and Vandenberghe, L. (2004): "Convex Optimization" Cambridge University Press, New York.

[11] Fan, C.S. (2004): "Child Labor and the Interaction between the Quantity and Quality of Children" Economic Journal, Vol.71, No.1, PP. 21-35.

[12] Fan, C.S. (2011): "The Luxury Axiom, The Wealth Paradox, and Child Labor" Journal of Economic Development, Vol.36, No.3, PP. 25-45.

[13] Fors, H.C. (2012): "Child Labour: A Review Of Recent Theory And Evidence With Policy Implications" Journal of Economic Surveys (2012) Vol. 26, No. 4, pp. 570–593

[14] International Labour Office (2017): "Methodology of the global estimates of child labour, 2012-2016", Geneva.

[15] Krolikowski, P. M. (2007): "Poverty and Religion: An Investigation into Child Labor In Ghana" Stanford University

[16] Ranjan, P. (1999): "An Economic Analysis of Child Labor" Economics Letters 64, Elsevier Science, PP. 99-105.

[17] Schittkowski, K. and Zillober, Ch. (2006): "Nonlinear Programming" University of Bayreuth, Germany.

[18] Strulik, H. (2004): "Child Mortality, Child Labour and Economic Development" The Economic Journal, Vol. 114, No. 497 Jul. pp. 547-568.

[19] Taha, H. A. (2007): "Operations Research: An Introduction", Eighth Edition , Person Prentice Hall , Upper Saddle River , New Jersey.