دراسة العوامل الاجتماعية والاقتصادية المؤثرة على خصوبة المرأة في ليبيا باستخدام الانحدار المتعدد

عبد الغفار فرج المنفي • وجمال محمد انديرة •

ملخص Abstract

تُصنف ليبيا من البلدان التي حققت نمواً كبيراً في العديد من الجوانب التنموية، حيث تحتل المرتبة (53) من بين (177) بلداً من حيث وضع التنمية البشرية (HDI, 2010)، ولكنها ستواجه تحدياً كبيراً جراء انخفاض النمو السكاني في المستقبل. حيث سجل معدل النمو السنوي للسكان انخفاضاً حاداً بنسبة (57.1%)، وينسب ذلك إلى الانخفاض الحاد في الخصوبة السكانية، التي شهدت انخفاضاً حاداً، من (7.2) طفل لكل امرأة للفترة (1980– 1985) إلى (2.7) طفل لكل امرأة للفترة (2003– 2007) ، ويُتوقع أن يستمر هذا الانخفاض إلى أن يصل (1.4) فترة (2025– 2030) ، أي أنه يقل بنسبة (33%) عن مستوى الإحلال السكاني (2.1).

مما سبق يتضح أن هناك تخوفاً يراود الباحثين من دخول ليبيا في مأزق سكاني حاد ناجم عن الانخفاض الحاد في معدل الخصوبة السكانية، حيث تُعد ليبيا من الدول النفطية ذات النمو الاقتصادي المرتفع، والتي لا تعاني من الزيادات السكانية بل بالعكس، من المفترض قيام الدولة الليبية بتشجيع الإنجاب لرفع معدلات الخصوبة. كما يرى الباحثان ضرورة إجراء دراسة إحصائية لدراسة المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية المؤثرة في مستوياتها.

واعتمدت الدراسة على عينة المسح الليبي لصحة الأسرة (2008)، التي حجمها (11920) امرأة متزوجة أو سبق لها الزواج. واستخدام الباحثين أسلوب الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis) لتقدير نموذج متعدد المتغيرات، ليوضح العلاقة بين مجموعة المتغيرات المستقلة وتأثيرها على المتغير التابع.

الكلمات الدالة: الخصوبة السكانية، معدلات النمو السكاني في ليبيا، معدلات الخصوبة الكلية في ليبيا، الانحدار المتعدد.

1- مقدمة

تعتبر ظاهرة الخصوبة في المجتمع عملية معقدة ومتشابكة يرتبط بها بقاء المجتمع البشري وقد شغلت هذه الظاهرة حيزاً كبيراً من الدراسات السكانية. وهي إحدى مكونات النمو السكاني أو محددات التغير الديموغرافي، لذا فهي إحدى العمليات الديموغرافية المرتبطة بديناميكية السكان، فالزيادة أو النقص في عدد السكان في دولة معينة أو منطقة أو حي داخل مدينة يأتي نتيجة ولادة شخص ما أو وفاة آخر أو هجرة أحد الأفراد منها أو إليها. وتحتل الخصوبة المقام الأول في التأثير على النمو السكاني، في حين تأتي بعدها الوفيات والهجرة. لأنها تُعد العامل الرئيس في فتوة المجتمعات أو هرمها، فارتفاعها يجعل المجتمع فتياً وانخفاضها يُسهم في هرم المجتمع وشيخوخته. وقد أصبحت العوامل المؤثرة في ارتفاع الخصوبة أو انخفاضها، والآثار المترتبة على تغيراتها من الاهتمامات الرئيسية في العالم، ومن الموضوعات المهمة التي تُنظم لها الندوات، وتعقد بشأنها المؤتمرات الدولية والإقليمية. فمعظم المجتمعات النامية تعاني من ارتفاع معدلات الخصوبة، في حين تعيش بعض الدول المتقدمة حالة من الذعر والتخوف من النتائج المحتملة لانخفاض معدلات الخصوبة فيها، الأمر الذي يؤدي إلى انقراض الأمم التي ينعدم فيها النمو السكاني أو يصبح سالباً، وبالتالي بدأت بعض هذه الدول الأخيرة في تشجيع الإنجاب من أجل تلافي الآثار السلبية والنتائج غير المرغوبة التي قد تنجم عن تدني معدلات الخصوبة إلى ما

• قسم الإحصاء، كلية العلوم، جامعة بنغازي، إيميل: abdstat@yahoo.com

دون مستوى الإحلال (2.1 طفل لكل امرأة) لفترة طويلة من الزمن. يعتبر السكان المصدر الرئيسي والأساسي لاقتصاد أي دولة، نظراً لما يشكلونه من متغيرات اقتصادية واجتماعية، بالإضافة لأهميتهم التي تكمن من خلال تأثيراتهم على المتغيرات الاقتصادية المختلفة، ولما يمثلونه من تأثير على عرض العمل ومستويات المعيشة والخدمات المختلفة وغيرها من المتغيرات الأخرى. ولعل المتتبع لوضع السكان في ليبيا يلاحظ أن معدل نمو السكان يعاني من انخفاضاً حاداً خلال الفترة (1973م– 2006 م) بنسبة (7.75%)، وهذا ما تؤكده تقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة 8002مdetinU noisiviD noitalupoP snoitaN (DPNU)، حيث يوضح الجدول رقم (1) معدلات النمو السكاني في ليبيا المقدرة ابتدأ من (0591م) إلى (0402م)، والذي يتبين من خلاله وجود انخفاض حاد في معدلات النمو السكاني في ليبيا.

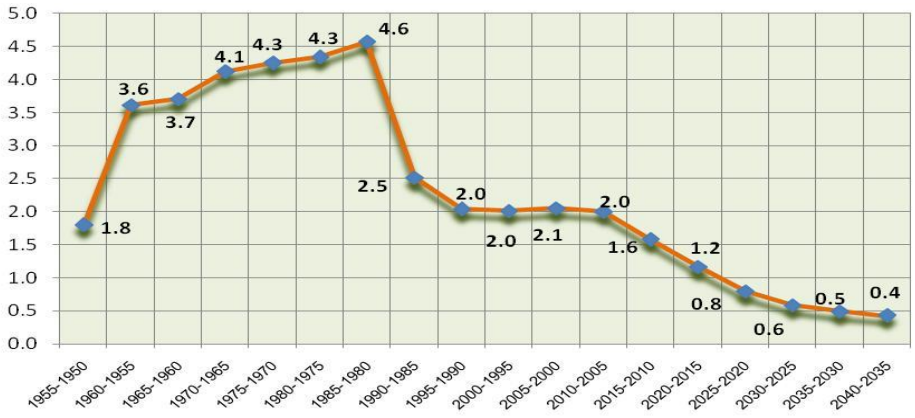
جدول (1) معدلات النمو السكاني في ليبيا

الفترة (Period)	معدل النمو السكاني (PGR)	الفترة (Period)	معدل النمو السكاني (PGR)
1995-2000	2.0	1950-1955	1.8
2000-2005	2.1	1955-1960	3.6
2005-2010	2.0	1960-1965	3.7
2010-2015	1.6	1965-1970	4.1
2015-2020	1.2	1970-1975	4.3
2020-2025	0.8	1975-1980	4.3
2025-2030	0.6	1980-1985	4.6
2030-2035	0.5	1985-1990	2.5
2035-2040	0.4	1990-1995	2.0

Source: United Nations Population Division (UNPD): World Population Prospects: The 2008 Revision.

من خلال السلسة الزمنية لتقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة والتي تشير إلى أن الاتجاه العام للنمو السكاني في ليبيا ذات اتجاه سلبي، حيث كانت معدل النمو السكاني عام 1950م (1.8%) ثم ارتفع إلى أن وصل إلى أعلى مستوياته عام 1985م (4.6%). وبعد ذلك بدأ المعدل في الانخفاض بشكل حاد خلال السنوات (1985 – 2005) إلى أن وصل إلى (2.0%). وبناء على بيانات هذه السلسلة يُتوقع أنه سيستمر في الانخفاض المتباطئ والركود في بعض الأحيان، إلى أن يصل إلى (0.6%)، (0.5%)، (0.4%) خلال السنوات 2030، 2035، 2040 على التوالي.

ويتضح الانخفاض في معدلات النمو السكاني في ليبيا بالشكل البياني رقم (1):



شكل (1): معدلات النمو السكاني في ليبيا

Source: United Nations Population Division (UNPD): World Population Prospects: The 2008

ويتأثر النمو السكاني بثلاث محددات رئيسية وهي الخصوبة (الولادات)، الوفيات والهجرة؛ فالوفيات قد استقرت عند مستويات منخفضة في أغلب البلدان والهجرة لا تكون كبيرة وذات أثر واضح إلا عندما تكون جماعية. أما العامل الأهم والذي يعد سبباً للنمو السكاني من ناحية الزيادة أو النقصان هو الخصوبة (الولادات)، وستُركز هذه الدراسة على الخصوبة ومحدداتها؛ وذلك لكون الخصوبة المحدد الرئيسي لنمو وتركيب السكان في ظل تراجع معدلات الوفيات من ناحية، وثبات معدل الهجرة الخارجية لحد الصفر من ناحية أخرى كما سنقوم بتوضيحه لاحقاً، لما للخصوبة من تبعات ليس فقط على الأسرة فحسب؛ بل على مستوى اقتصاد البلد.

ولا يؤثر انخفاض الخصوبة فقط في نقص حجم السكان؛ بل تعتبر العامل الأهم من بين العوامل الديمغرافية المؤثرة في التركيب العمري للسكان وكثافتهم وتوزيعهم الجغرافي. وتعد الخصوبة المحدد الرئيس للتركيب العمري في أي مجتمع من المجتمعات، ففي البلدان ذات الخصوبة المرتفعة، ترتفع نسبة صغار السن الذين تقل أعمارهم عن (15) عاماً إلى أكثر من (40%) وتنخفض نسبة الذين تقع أعمارهم بين(15–64) عاماً (الفئات المنتجة) إلى ما دون (56%) في حين ترتفع هذه النسبة الأخيرة في البلدان ذات الخصوبة المنخفضة بحدود (63%) وتنخفض نسبة الأطفال دون (15) عاماً إلى نحو (28%). وينعكس تأثير التركيب العمري في مختلف التركيبات السكانية كالتعليم والتركيب الزواجي وتوزيعات القوة العاملة.

ويمكننا الاستنتاج من خلال تقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة United Nations Population Division - UNPD (2008) لمعدلات الخصوبة في ليبيا وتتبعنا للسلسلة الزمنية لتلك التقديرات، بأن الخصوبة في ليبيا مرت بعدة مراحل هي:

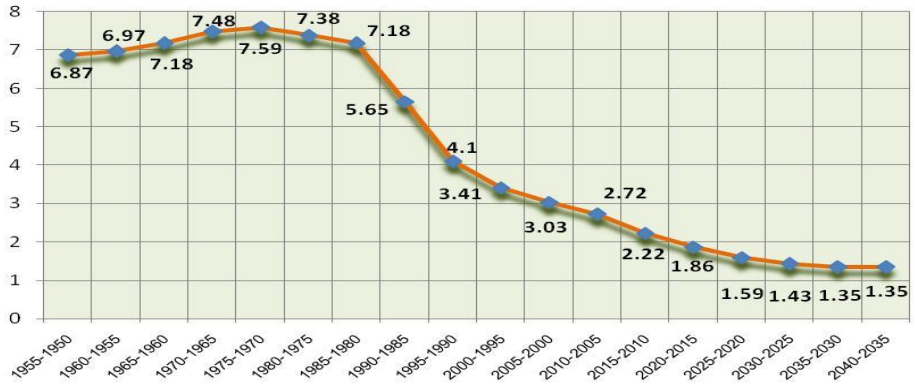
- **فترة الزيادة السريعة:** وتمتد هذه الفترة من عام 1950م إلى عام 1985م، حيث ارتفع معدل الخصوبة بمقدار (4.5%) (من 6.87 طفل لكل امرأة للفترة 1950م – 1955م إلى 7.18 طفل لكل امرأة للفترة 1980م – 1985م).
- **فترة تراجع حاد في معدلات الخصوبة:** وهذه الفترة تمتد من عام 1985م إلى عام 2005م، حيث شهدت هذه الفترة انخفاضاً ملحوظاً بما يعادل 58% (من 7.18 طفل لكل امرأة للفترة 1980م – 1985م إلى 3.03 طفل لكل امرأة للفترة 2000م – 2005م).

ويبين الجدول رقم (2) تقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة United Nations Population Division 2008م (UNPD)، معدلات الخصوبة في ليبيا ابتدأ من 1950م إلى 2040 م، كما يمكن توضيح السلسلة الزمنية للخصوبة السكانية في ليبيا الشكل رقم (2).

جدول (2): معدلات الخصوبة الكلية في ليبيا

الفترة (Period)	معدل الخصوبة الكلي (TFR)	الفترة (Period)	معدل الخصوبة الكلي (TFR)
1995-2000	3.41	1950-1955	6.87
2000-2005	3.03	1955-1960	6.97
2005-2010	2.72	1960-1965	7.18
2010-2015	2.22	1965-1970	7.48
2015-2020	1.86	1970-1975	7.59
2020-2025	1.59	1975-1980	7.38
2025-2030	1.43	1980-1985	7.18
2030-2035	1.35	1985-1990	5.65
2035-2040	1.35	1990-1995	4.10

Source: United Nations Population Division (UNPD): World Population Prospects: The 2008 Revision.



شكل (2): معدلات الخصوبة الكلية في ليبيا

Source: United Nations Population Division (UNPD): World Population Prospects: The 2008 Revision.

ويبين الشكل رقم (2) السلسة الزمنية لتقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة والتي تشير إلى أن الاتجاه العام السلبي للخصوبة في ليبيا، حيث كانت معدلات الخصوبة مرتفعة في الفترة 1950م – 1955م (6.87 طفل لكل امرأة) ثم زادت في الارتفاع إلى أن وصلت إلى أعلى مستوياتها في الفترة 1970م – 1975م (7.59 طفل لكل امرأة). وبعد ذلك ابتدأ المعدل في الانخفاض بشكل حاد خلال السنوات 1985م – 2005م إلى أن وصل إلى (3.03 طفل لكل امرأة). وبناء على بيانات هذه السلسلة يُتوقع أن معدلات الخصوبة ستبدأ في الانخفاض المتباطئ والركود في بعض الأحيان، إلى أن يحصل ثبات خلال السنوات 2035م إلى 2040م وتصل إلى 1.35 طفل لكل امرأة.

2- مشكلة الدراسة:

إن المشكلة السكانية تكتسب معناها ومضمونها حينما نضع النمو السكاني في إطار الحركة الاقتصادية للمجتمع والظروف المحيطة به. وعلى هذا الأساس، فإن المشكلة السكانية والمظاهر التي تعبر بها عن نفسها تتفاوت من بلد لآخر، بل وداخل البلد الواحد باختلاف مراحل تطوره.

هناك دول تعاني حقاً من الاختلال القائم بين النمو السكاني الكبير وبين النمو الاقتصادي والاجتماعي المتواضع. وفي مثل هذه الدول ، تعبر المشكلة السكانية عن نفسها في تفاقم مشاكل البطالة والغذاء وانخفاض مستوى المعيشة والرعاية الصحية، وأزمة المساكن والمواصلات، ... إلى آخره. وهناك دول على العكس من ذلك، فهي تعاني اختلالاً بين النمو السكاني المتواضع والطموحات التنموية الكبيرة. وفي مثل هذه الدول، تعبر المشكلة السكانية عن نفسها في صورة نقص الأيدي العاملة والحاجة إلى الاعتماد على عنصر العمل المستورد من الخارج. وتلك هي الحالة النموذجية للدول المنتجة للنفط، مثل: دول الخليج العربي وليبيا.

تُصنف ليبيا من البلدان التي حققت نمواً كبيراً في العديد من الجوانب التنموية، حيث تحتل المرتبة 53 من بين 177 بلداً من حيث وضع التنمية البشرية (HDI, 2010)، ولكنها ستواجه تحدياً كبيراً جراء انخفاض النمو السكاني في المستقبل. فطبقاً لنتائج التعداد العام للسكان لعام 2006م، سجل معدل النمو السنوي للسكان انخفاضاً حاداً بنسبة 57.1% (من 4.2% عام 1984م إلى 1.8% عام 2006م)، الأمر الذي يهدد المجتمع الليبي بالشيخوخة وارتفاع معدل الإعالة في المستقبل إذا استمر هذا الانخفاض بالوتيرة نفسها، وينسب الانخفاض في النمو السكاني إلى الانخفاض الحاد في الخصوبة السكانية، فمن خلال تقديرات شعبة السكان بالأمم المتحدة (2008م) (UNPD) لمعدلات الخصوبة السكانية في ليبيا، سجل معدل الخصوبة الكلية انخفاضاً حاداً بنسبة 58% (من 7.18 طفل لكل امرأة فترة 1980م – 1985م إلى 3.03 طفل لكل امرأة فترة 2000م - 2005م)، (انظر الجدول رقم (2.1) والشكل رقم (2.1)) ويُتوقع أن يستمر هذا الانخفاض إلى أن يصل 1.4 فترة 2025م – 2030م، أي أنه يقل بنسبة 33% عن مستوى الإحلال السكاني المناسب، حيث

أن مستوى الإحلال السكاني المناسب يساوي 2.1 طفل لكل امرأة.

مما سبق يتضح أن هناك تخوفاً يراود الباحثين من دخول ليبيا في مأزق سكاني حاد ناجم عن الانخفاض الحاد في معدل الخصوبة السكانية، حيث تُعد ليبيا من الدول النفطية ذات النمو الاقتصادي المرتفع، والتي لا تعاني من الزيادات السكانية بل بالعكس، تقوم الدولة الليبية بتشجيع الإنجاب لرفع معدلات الخصوبة.

والسؤال الذي يدور بذهن الباحثين - والذي يرغب الإجابة عليه من خلال دراسته هذه - هو:

- ما هي الأهمية النسبية للعوامل الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية في تحديد الاختلافات في عدد الولادات الحية في ليبيا؟

وتتضح أهمية هذه الدراسة في ندرة هذه المواضيع في ليبيا، لذلك رأى الباحثين ضرورة إجراء دراسة إحصائية معمقة لدراسة تراجع هذه المعدلات ومعرفة العوامل الاجتماعية والاقتصادية المسببة لهذا التراجع، وحجم الآثار المترتبة عليه مستقبلاً، إذا استمر بالوتيرة نفسها.

3- فرضيات الدراسة:

في ظل ما يتوافر لدينا من بيانات عن الخصوبة في ليبيا يمكن صياغة الفرضيات التالية:

الفرضية الرئيسية:

يوجد أثر جوهري ذو دلالة إحصائية للعوامل الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية في مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا.

وتتمثل في الفرضيات الفرعية التالية:

1. تأثر السلوك الإنجابي للنساء الليبيات بمستويات تعليمهن وبمستوى تعليم أزواجهن.
2. تأثر خصوبة النساء الليبيات بالعمر عند الزواج الأول، لما للعمر أهمية في تحديد طول المدة التي تعيشها المرأة داخل حياتها الزوجية.
3. مدى تأثير الخصوبة بمشاركة المرأة في قوة العمل، فتؤدي هذه المشاركة أو الانشغال بمواصلة الدراسة إلى انخفاض مستويات إنجابهن (أي عدد الأطفال الذين تنجبهن).
4. تتأثر الخصوبة بمدى استعمال وسائل تنظيم الأسرة، فتنخفض نسبياً عندما تلجأ المرأة إلى استخدام وسائل تنظيم الأسرة.
5. تتأثر الخصوبة بالمستوى المعيشي للأسرة، إذ من المتوقع انخفاض معدل الخصوبة كلما ارتفع المستوى المعيشي للأسرة.

4- نوع الدراسة ومنهجها:

مما تجدر الإشارة إليه إلى أن هذه الدراسة تعد من الدراسات الوصفية التحليلية، التي تهدف إلى تصوير وتحليل وتقويم خصائص العينة، أو دراسة الخصائص الراهنة المتعلقة بطبيعة الظاهرة. وقد أُجريت هذه الدراسة بالأسلوب التحليلي لتحديد العوامل المؤثرة في انخفاض معدلات الخصوبة، وتحليل دور وتأثير المحددات الاجتماعية والاقتصادية في هذا الانخفاض وقد اعتمد الباحثان في هذه الدراسة على منهج المسح بالعينة، الذي يسمح باختبار الفرضية الرئيسية واستخلاص النتائج، وتفسير العلاقات بين متغيرات الدراسة.

5- الإجراءات المنهجية لاختيار العينة:

- **تحديد مجتمع الدراسة:**

نظراً لأن غالبية الدراسات المعنية بدراسة تأثير المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية في ظاهرة الخصوبة تجمع بياناتها من النساء اللاتي في فترة الإنجاب ومتزوجات أو سبق لهن الزواج، لذلك تم تحديد مجتمع الدراسة بالنساء الليبيات المتزوجات أو سبق لهن الزواج وتقع أعمارهن ضمن الفترة العمرية (15 – 49) سنة.

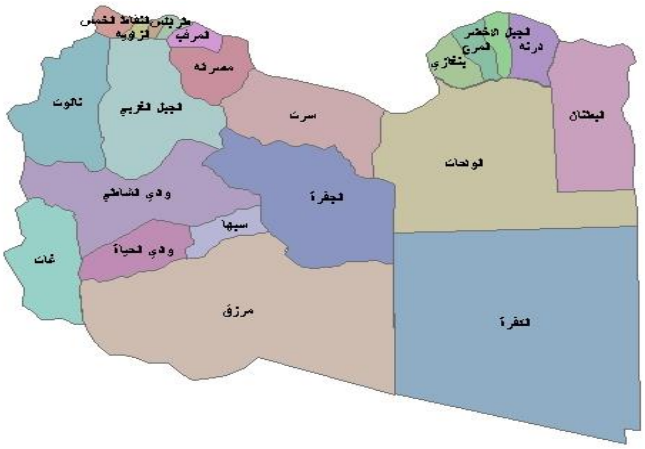
- **عينة الدراسة:**

اعتمدت الدراسة على بيانات عينة المسح الوطني الليبي لصحة الأسرة (2007م) والذي قام به المركز الوطني للأمراض السارية والمتوطنة ومكافحتها في ليبيا بالتعاون مع الهيئة العامة للمعلومات في ليبيا والمشروع العربي لصحة الأسرة الذي تنفذه جامعة الدول العربية وبرنامج الأمم المتحدة للسكان

(UNPD) ومنظمات عالمية أخرى، وذلك باستخدام مناطق العد في التعداد العام للسكان (2006م) على أنها وحدات أوليه للمعاينة. وقد اشتمل المسح على جميع المناطق الإدارية وعددها 22 منطقة (محافظة) (الشكل رقم 3)، وقد تم جمع البيانات على جميع أفراد الأسرة، بخصائصهم الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية، وكذلك عن المواليد والوفيات.

تم تحديد حجم العينة باستخدام الحد الأدنى من الأسر الذي يمّكن من تقدير وفيات الأطفال دون الخامسة بدرجة ثقة 95%، حيث بلغ عدد الأسر المختارة التي تمت زيارتها 19426 أسرة معيشية واستكملت المقابلة في 18629 أسرة بنسبة استجابة 95.9%، ونستطيع القول بأن هذه المسح يتميز بشموليته لجميع المناطق الإدارية بليبيا، كما ذكرنا سابقاً، وبكونه منفذاً من قبل جهة ذات خبرة عالية في جمع البيانات وتبويبها وتحليلها. فالمركز الوطني للأمراض السارية والمتوطنة ومكافحتها من الجهات التابعة للدولة الليبية والنشطة في مجال إجراء البحوث الحيوية والذي أكسبها خبرات تراكمية ممتازة خلال السنوات الماضية، وهذا – بلا شك – يضفي مزيداً من الاطمئنان على دقة البيانات مقارنة بالمسوح المحدودة أو تلك المعتمدة على جهود فردية في تنفيذها.

تحقيقاً لأهداف الدراسة، فإن التحليل أقتصر على النساء الليبيات المؤهلات (أي امرأة متزوجة أو سبق لها الزواج ويتراوح عمرها بين 15 – 49 سنة)، وبناء عليه، يصل عدد النساء في هذه الدراسة إلى 11920 امرأة ليبية، وهذا هو العدد الذي ستعتمد عليه الدراسة.



الشكل (3): التقسيم الإداري لليبيا (2006م)

المصدر: الهيئة الوطنية للمعلومات، "النتائج النهائية للتعداد العام للسكان لعام 2006م"، طرابلس – ليبيا

- **أساليب وأدوات تحليل بيانات الدراسة:**

لتحقيق أهداف هذه الدراسة اعتمد الباحثان الطريقة الوصفية التحليلية، والمنهجية الإحصائية التطبيقية مستخدماً في ذلك الأساليب المعمقة للتحليل الإحصائي متعدد المتغيرات، بالإضافة إلى المقاييس الإحصائية الوصفية، مستعيناً بالحزم البرمجية الجاهزة مثل SPSS 20.0, EXCEL 2007.

6- متغيرات الدراسة:

في ظل ما يتوافر من بيانات، اعتمد الباحثان عدداً من المتغيرات التي استخدمها في التحليل وهي:

المتغير التابع:

Y: عدد الأطفال الذين أنجبتهم المرأة (الأحياء + ولدوا أحياء ثم ماتوا)

المتغيرات المستقلة:

رمز المتغير	المتغير
X01	عمر المرأة
X02	عمر المرأة عند الزواج
X03	الحالة التعليمية للمرأة
X04	الحالة التعليمية للزوج
X05	مشاركة المرأة في العمل
X06	الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة
X07	الوضع الاقتصادي للأسرة
X08	عمر الزوج
X09	مهنة الزوج
X10	الفترة الزواجية
X11	عدد الأطفال المتوفين
X12	قراءة الصحف والمجلات
X13	الاستماع للراديو
X14	نوع الوحدة السكنية
X15	عدد الغرف في المنزل
X16	مدة الرضاعة الطبيعية
X17	عدد الأطفال الذين يعيشون معها

7-ماهية الانحدار الخطي المتعدد:

1. نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

Multiple Linear Regression Model

في الكثير من الظواهر نجد أن التباين في قيم متغير التابع ينتج عن تفاوت تأثير أكثر من متغير مستقل واحد، فإذا قمنا بوصف العلاقة بين المتغير التابع ومجموعة المتغيرات المؤثرة فيه بدلالة علاقة إحصائية خطية فإن العلاقة تسمى نموذج الانحدار الخطي المتعدد، ويدرس هذا النموذج العلاقة بين المتغير التابع Y ومجموعة المتغيرات المستقلة المتسببة في حدوث التغير فيه.

وفي هذا السياق نجد أن أسلوب تحليل الانحدار المتعدد يستخدم لثلاثة أهداف رئيسة هي:

- **الوصف:** اشتقاق المعادلة التي تصف شكل العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، وتستخدم تلك المعادلة لمعرفة المؤشرات فقط.
- **التنبؤ:** اشتقاق المعادلة التي يمكن استخدامها للتنبؤ بقيم جديدة للمتغير التابع Y من خلال قيم فعلية أو متوقعة لمجموعة متعددة من المتغيرات المستقلة، حيث تحدد هذه المعادلة ما إذا كانت المتغيرات المستقلة تسهم في تفسير التغير أو الاختلاف في قيم المتغير التابع Y.
- **التحكم:** وهو تفسير التباين أو التغير في قيم المتغير التابع بدلالة التغير في قيم المتغير أو المتغيرات المستقلة، وعلى اعتبار أن المتغيرات المستقلة ضابطة (أي نستطيع التحكم في قيم المتغيرات المستقلة).

ويمكن التعبير عن نموذج الانحدار الخطي المتعدد على النحو التالي:

$$Yi = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_q X_{iq} + u_i$$
$$i = 1,2,\dots,n, \qquad Xij \in R$$

حيث: تمثل i مفردات عينة الدراسة، Y_i قيمة المتغير التابع أو المشاهدة رقم i ، أما β_0 فتمثل الحد المطلق للمعادلة، $\beta_1, \beta_2,\dots,\beta_q$ تمثل معاملات الانحدار الجزئية، وهو عبارة عن أوزان المتغيرات المستقلة $X_1, X_2,\dots, X_q$، أما هي قيم $X_{i1}, X_{i2},\dots, X_{iq}$ المتغيرات $X_1, X_2,\dots, X_q$ بالنسبة للمفردة رقم i، و u_i يمثل الخطأ العشوائي للمفردة أو المشاهدة رقم i.

بالرجوع إلى معاملات الانحدار نجد أن β_j تعبر عن التغير في قيم المتغير التابع Y كلما ارتفعت (أو انخفضت) قيمة المتغير المستقل X_j المناظرة لها بوحدة واحدة، مع افتراض ثبات المتغيرات المستقلة الأخرى، ولهذا السبب تسمى β_j معاملات الانحدار الجزئيةPartial Regression Coefficient، وذلك لأنها تشير إلى التأثير الجزئي لأحد المتغيرات المستقلة في قيم المتغير التابع، عندما يفترض ثبات باقي المتغيرات المستقلة الموجودة بالنموذج.

ولتقدير معاملات الانحدار الخطي الجزئية تلك، سوف نستخدم بيانات عينة بحجم n من المشاهدات للمتغير التابع والمتغيرات المستقلة المترابطة معه، وللتبسيط سوف نستخدم رموز المصفوفات للتعبير عن نموذج الانحدار الخطي المتعدد كما يلي:

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1q} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2q} \\ 1 & X_{31} & X_{32} & \cdots & X_{3q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{4q} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \\ u_n \end{pmatrix}$$

أو على النحو التالي:

$$Y_{(n\times 1)} = X_{(n\times(q+1))}\beta_{((q+1)\times 1)} + U_{(n\times 1)} \ldots\ldots\ldots (1)$$

2. طريقة المربعات الصغرى OLS في تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي المتعدد وفروضها:

Ordinary Least Squares Method to Estimate the Parameter of multiple regression

ولكي يتم بلوغ الأهداف المرجوة من أسلوب الانحدار الخطي المتعدد، يجب علينا توفيق نموذج إحصائي (نموذج الانحدار المتعدد $Y = X\beta + U$) نستطيع من خلاله التنبؤ بقيم المتغير التابع Y بدلالة مجموعة المتغيرات المستقلة X، وكذلك لتحديد تأثير كل متغير من المتغيرات المستقلة في المتغير التابع، ويتحقق هذا من خلال تقدير معالم النموذج $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_q$، باستخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية، والتي تنتج مقدرات تتميز بمواصفات جيدة وبدقة كبيرة، وتكون المقدرات على النحو التالي:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وتتميز حلول المربعات الصغرى ببعض الخصائص المهمة منها:

وفقاً لنظرية جاوس ماركوف (Gauss Markov Theorm) التي تنص على ما يلي: تحت فرضيات نموذج الانحدار المتعدد، تكون مقدرات المربعات الصغرى $\hat{\beta}$ أكفأ مقدرات خطية غير متحيزة (Best Linear Unbiased Estimators) ويرمز لها بالرمز (BLUE).

مقدر غير متحيز يعني أن القيمة المتوقعة للإحصاء $\hat{\beta}$ يساوي المعلمة β أي أن:

$$E\left(\hat{\beta}\right) = \beta$$

وتتميز هذه المقدرات بأن لها أقل تباين بين كافة المقدرات المتحيزة الأخرى، حيث مصفوفة التباين والتغاير المقدرة لـ $\hat{\beta}$ من خلال العلاقة الآتية:

$$Var(\hat{\beta}) = \sigma_u^2 (X'X)^{-1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث σ_u^2 تمثل تباين الأخطاء العشوائية والتي تقدر هي الأخرى على النحو الآتي:

$$\sigma_u^2 = \frac{U'U}{n-(q+1)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وتكون المقدرات كفؤه إذا تحققت خاصيتا عدم التحيز واقل تباين.

3. اختبار المعنوية في نموذج الانحدار المتعدد:

Significance Test in Multiple Regression Model

لاختبار معنوية نموذج الانحدار، سنقوم باختبار الفرضية الإحصائية الآتية:

H_0: عدم وجود علاقة بين المتغير التابع ومجموعة المتغيرات المستقلة بالنموذج.

وهذه الفرضية يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$H_0 : R^2 = 0$$

وهي تنص على أن معامل الارتباط المتعدد R^2 بين المتغير التابع ومجموعة المتغيرات المستقلة يساوي صفراً.

وهذه تكافئ الفرضية:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = .. = \beta_q = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

والتي تشير – إن قُبلت - إلى أن نموذج الانحدار المقترح ليس معنوياً (غير دال إحصائيا).

والفرضية البديلة لهذه الفرضية تنص على أنه يوجد معامل انحدار واحد على الأقل من معاملات الانحدار للنموذج الموفق لا تساوي الصفر.

وإحصائية الاختبار المستخدمة لاختبار هذه الفرضية هو:

$$F = \frac{SSR/q}{SSE/n-(q+1)} = \frac{MSR}{MSE} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وتمثل MSR متوسط مربع الانحدار، وMSE متوسط مربع الخطأ.

ويلاحظ أن كلاً من SSR وSSE لهما خصائص توزيع مربع كاي، وبالتالي الإحصائية F تتبع لتوزيع F بدرجتي حرية $(1-\sigma, n-q-1)$. ويكون تحليل الانحدار المتعدد دال إحصائية إذا كانت: $F < F_{(1-\sigma,n-q-1)}$.

وتجدر الإشارة إلى أن وجود علاقة انحدار معنوية بين المتغير التابع Y، ومجموعة المتغيرات المستقلة X، لا يعني بالضرورة أننا سوف نحصل على تنبؤات مفيدة للمتغير التابع Y، وتكون هذه العلاقة معنوية (أيضاً) مؤشرا على أن المتغيرات المستقلة في نموذج الانحدار مجتمعة ذات تأثير معنوي في تفسير التغير الحاصل في المتغير التابع Y، غير أنها لن تكون مؤشراً جازما على أن كل متغير مستقل على حدة ذو تأثير معنوي على المتغير التابع Y.

4. الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة في تحديد الاختلاف الناتج بالمتغير التابع Y:

نستطيع تقويم الأهمية النسبية الإحصائية للمتغير المستقلة كلا على حدة في تفسير تباين المتغير التابع Y، من خلال اختبار معنوية معاملات الانحدار الجزئية، حيث تصبح الفرضية الصفرية أو فرض العدم المراد اختبارها كما يلي:

$$H_0: \beta_j = 0\,, \quad j = 1,2 \dots, q \quad \dots\dots\dots\dots (7)$$

والتي تنص على أن المتغير المستقل رقم j ليس له تأثير في تفسير التغير الحاصل بالمتغير التابع Y. ويستخدم لاختبار هذه الفرضية اختبار t، والذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$T_0 = \frac{\hat{\beta}}{s.e.(\hat{\beta}_j)} \quad \dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث $j = 1,2 \dots, q$ ، و$s.e.(\hat{\beta}_j)$ تمثل الخطأ المعياري لمعامل الانحدار رقم j ، والذي يساوي الجذر التربيعي لتباين معامل الانحدار $\hat{\beta}_j$.

ويكون المتغير المستقل المقترن بمعامل الانحدار $\hat{\beta}_j$ ذا تأثير معنوي في تفسير التغير في المتغير التابع Y، إذا كانت القيمة المطلقة لإحصائية الاختبار T_0 أكبر من أو تساوي القيمة الجدولية المناظرة عند مستوى المعنوية α، أي أن:

$$|T_0| \geq t(1-\alpha/2\,, (n-q-1))$$

5. مشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة Multicollinearity Problem

تعد مشكلة التعدد الخطي من أكثر المشاكل التي تواجه مستخدم تحليل الانحدار كأسلوب إحصائي لتحليل بيانات دراسته، وبخاصة في مجالات العلوم الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية، حيث تميل المتغيرات المستقلة المؤثرة في الظاهرة المراد دراستها لأن تكون مرتبطة فيما بينها، لكن من أهم الفروض التي يُبنى عليها نموذج الانحدار المتعدد عدم وجود علاقات خطية مصاحبة بين المتغيرات المستقلة، أي لا يوجد متغير مستقل يمكن التعبير عنه بتركيبة (توليفه) خطية من المتغيرات المستقلة الأخرى.

- **تشخيص مشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة:**

يوجد عدة طرق لتشخيص مشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة، أهمها:

1. طريقة معامل تضخم التباين Variance Inflation (VIF) Factor.
2. طريقة دليل الحالة Condition Index (CI).
3. طريقة نسبة التباين Variance Proportion.

1. طريقة معامل تضخم التباين Variance Inflation (VIF) Factor:

يستخدم عامل تضخم التباين لقياس مدى ابتعاد مقدرات المربعات الصغرى عن قيمتها الحقيقية، ويعد أيضاً مقياساً لتأثير الارتباط بين المتغيرات المستقلة (التعدد الخطي) في زيادة أو تضخم تباين معلمة المتغير المستقل، وبالتالي عدم ظهور هذه المعلمة بشكل معنوي في نموذج الانحدار نتيجة انخفاض قيمة إحصاءة الاختبار t، حيث يعتمد هذا المؤشر على مربع معامل الارتباط المتعدد بين كل من متغير مستقل وبقية المتغيرات المستقلة الأخرى في نموذج الانحدار، ويحسب معامل تضخم التباين للمتغير المستقل X_j من خلال العلاقة:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \qquad j = 1,2, \dots, q \quad \dots\dots\dots\dots (9)$$

حيث: R_j^2 تمثل مربع معامل الارتباط بين المتغير المستقل X_j والمتغيرات المستقلة الأخرى في النموذج. ويسمى المقدار $1 - R_j^2$ بالسماحية أو الخلوص (Tolerance).

ويمكن ملاحظة أن عوامل تضخم التباين للمتغيرات المستقلة هي عبارة عن العناصر القطرية لمعكوس مصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة، فمثلا نجد أن عامل تضخم المتغير المستقل X_j هو:

$$VIF_j = diag(R_{xx}^{-1})_{jj} \quad \text{..... (10)}$$

وللتعرف إلى وجود مشكلة التعدد الخطي بالاعتماد على هذا المؤشر، فقد ذكر بعض الباحثين أن الحصول على قيمة كبيرة لمعامل تضخم التباين لأي متغير مستقل $VIF_j > 10$، يعد مؤشراً إلى وجود أن المتغير المستقل X_j يرتبط بعلاقة خطية ببعض أو كل المتغيرات المستقلة الأخرى، وعليه فإن المعلمة المقدرة المناظرة لهذا المتغير لا يمكن الاعتماد عليها في تفسير نتائج تحليل الانحدار، بسبب وجود مشكلة التعدد الخطي. وتجدر الإشارة إلى أن بعض الباحثين اعتبر أن قيمة VIF_j لأي متغير مستقل يجب ألا تتجاوز القيمة 5.

2. طريقة دليل الحالة (Condition Index (CI:

يعتمد مؤشر دليل الحالة على الجذور المميزة لمصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة، ويعرف هذا المؤشر بأنه عبارة عن الجذر التربيعي لحاصل قسمة أكبر جذر مميز لهذه المصفوفة على كل الجذور المميزة لمصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$CI_j = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_j}} \quad \text{..... (11)}$$

حيث: λ_{max} هي أكبر جذر مميز لمصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة، أما λ_j فتمثل الجذر المميز المناظر للمكون الرئيسي رقم j.

ويمكن حساب مؤشر آخر بالأسلوب نفسه ويسمى رقم الحالة (Condition Number)، وهو عبارة عن الجذر التربيعي لحاصل قسمة أكبر جذر مميز λ_{max} على أصغر جذر مميز λ_{min} لمصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة، ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$CN_j = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}} \quad \text{..... (12)}$$

والملاحظ أن هذين المؤشرين هما عبارة عن نسب الانحرافات المعيارية للمكونات الرئيسة، فكلما كبرت قيمة $CI(CN)$ دل ذلك على وجود مشكلة التعدد الخطي، وقد ذُكر أنه إذا كانت قيمة هذا المؤشر أكبر من أو تساوي خمسة عشر $CI(CN) \geq 15$ فهذا دليل على وجود مشكلة التعدد الخطي، أما قيمة أكبر من أو تساوي ثلاثين $CI(CN) \geq 30$، فهذا دليل على خطورة مشكلة التعدد الخطي.

وتجدر الإشارة إلى أنه عندما تكون قيمة دليل الحالة أكبر من أو تساوي ثلاثين $CI(CN) \geq 30$، فمن المتوقع أن تكون هناك حالتين أو أكثر لدليل الحالة أكبر من أو تساوي ثلاثين.

وهناك مؤشر آخر يجب أخذه بعين الاعتبار وحسابه بالتزامن مع دليل الحالة للتعرف إلى مشكلة التعدد الخطي وهو:

3. طريقة نسبة التباين Variance Proportion:

يعرف مؤشر نسبة التباين لكل متغير مستقل بأنه نسبة تباين التقدير المفسر بواسطة المكون الرئيسي المرافق لكل جذر مميز، وتعتبر مشكلة التعدد ذات درجة عالية ومؤثرة إذا كان المكون الرئيسي الذي له مؤشر دليل حالة أكبر من خمسة عشر يساهم بصورة أساسية في تباين أكثر من متغير مستقل واحد، بمعنى وجود نسبتين أو أكثر من تباين المتغيرات المستقلة المناظرة لهذا المكون قيمتها على الأقل تساوي (0.5) ، فعندئذ يجب علينا استبعاد تلك المتغيرات من التحليل، أما إذا كانت نسبة واحدة فقط من تباين المتغيرات المستقلة المناظرة لهذا المكون قيمتها أكبر من أو يساوي (0.5) عندئذ نستطيع تجاهل هذه المشكلة ونحصل على نتائج مقبولة. وتزداد خطورة التعدد الخطي إذا زاد دليل الحالة المناظر للمكون الرئيس الذي يساهم بصورة أساسية في تباين أكثر من متغير مستقل عن القيمة (30).

- **معالجة مشكلة التعدد الخطي:**

ينصب اهتمام الباحثان في مشكلة التعدد الخطي على تحديد درجة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة، فإن كانت درجته منخفضة فعندئذ يمكن قبول وجوده والتعامل معه، أما إن كانت

درجتـه مرتفعـة، فعندئـذ يجـب معالجتـه لكـي لا يتسـبب فـي المشاكل آنفة الذكر، وهناك العديد من الطرق المقترحة لمعالجة هذه المشكلة منها:

1. استخدام أسلوب حذف بعض المتغيرات المستقلة.
2. استخدام بيانات إضافية.
3. استخدام أسلوب انحدار الحافة.

6. تحديد جودة نموذج الانحدار المتعدد goodness of fit

في نماذج الانحدار المختلفة لتحديد قدرة المتغيرات المستقلة بالتنبؤ بالمتغير التابع (Y)، وكمقياس لتحديد مدى ملاءمة نموذج الانحدار الموفق، نستطيع استخدام معامل التحديد R^2، والذي يُعرف بأنه نسبة التباين في المتغير التابع (Y) المفسر من خلال التوليفة الخطية لمجموعة المتغيرات المستقلة $(\underline{X})$ أو يعرف بأنه نسبة مساهمة المتغيرات المستقلة مجتمعة في التباين الحاصل في قيم المتغير التابع (Y)، وبالتالي فهو مؤشر يزودنا بمقياس عام لكفاية نموذج الانحدار في التنبؤ بقيم المتغير التابع (Y) بدلالة عدد (q) من المتغيرات المستقلة، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$R^2 = R^2_{(Y/X_1,X_2,\dots,X_q)} = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad \dots\dots\dots (13)$$

وعلى الرغم من شيوع استخدام هذا المؤشر بين مستخدمي أسلوب الانحدار في شتى المجالات البحثية، ألا أنه يعد مؤشراً مضللاً في أغلب الأحيان، وذلك لكونه تقديرا متحيزا لتقدير معامل التحديد في المجتمع p^2، كما وأن إضافة بعض المتغيرات إلى نموذج الانحدار، حتى وإن لم تكن ذات غير مؤثرة في المتغير التابع فإنها تزيد من قيمة R^2، وعليه قد يظن الباحثين أن أفضل نموذج انحدار موفق هو ذلك النموذج الذي ينتج أعلى قيمة لمعامل التحديد R^2، وهذا بالتأكيد يعد قراراً غير صائب؛ لأنه يحدث فقط في النموذج المحتوي على جميع المتغيرات المستقلة، على الرغم من أننا قد نجد أفضل نماذج الانحدار هي تلك النماذج التي نقوم باستبعاد بعض متغيراتها والتي لم تفسر إلا نسبة ضئيلة من التباين في المتغير التابع (Y).

ولهذه الأسباب عندما نقوم بالحكم على جودة نموذج الانحدار، أو مقارنة نماذج الانحدار المختلفة، لابد من اقتران قيمة معامل التحديد مع قيمة معامل التحديد المصحح Adjusted R Square والذي يأخذ في عين الاعتبار عدد المتغيرات المستقلة الداخلة في نموذج الانحدار، وبهذا يعطى معامل التحديد المصحح بالعلاقة الآتية:

$$\bar{R}^2 = \frac{SSR/n-q-1}{SST/n-1} = 1 - \frac{SSE/n-q-1}{SST/n-1}$$
$$= 1 - \left[(1-R^2)\frac{n-1}{n-q-1}\right] \quad \dots\dots\dots\dots (14)$$

ونلاحظ عدم وجود اختلاف كبير بين معامل التحديد ومعامل التحديد المصحح في العينات ذات الأحجام الكبيرة.

7. اختيار أفضل نموذج انحدار متعدد

Selecting the Best Multiple Regression Model

في الدراسات الإحصائية وشتى مجالات الدراسات العلمية الأخرى، وعند دراسة ظاهرة معينة، قد يتوافر لدى الباحثين عدد كبير من المتغيرات المستقلة التي تؤثر فيها بدرجات متفاوتة، فعند قيامه بتوفيق نموذج انحدار يصف من خلاله العلاقة بين المتغير التابع (الظاهرة) ومجموعة المتغيرات المستقلة المؤثرة فيه، يجد نفسه أمام السؤال التالي:

ما المتغيرات المستقلة المؤثرة في هذه الظاهرة التي يمكن إدخالها إلى نموذج الانحدار المقترح، وأي منها يمكن إهمالها؟

أو بطريقة أخرى:

أي مجموعة جزئية من المتغيرات المستقلة المناظرة لأفضل نموذج انحدار موفق يمكن اختيارها؟

يُفضل أن يكون عدد المتغيرات في المجموعة الجزئية المختارة صغير حتى يسهل تحليلها وتفسير نتائجها والتركيز على أهم هذه المتغيرات التي تؤثر في الظاهرة محل الدراسة، مع الحذر الشديد عند حذف بعض المتغيرات، لأن حذف بعض المتغيرات المهمة يضعف من القدرة الوصفية للنموذج، ويؤدي إلى نتائج متحيزة لمعاملات الانحدار وتباينها، بالمقابل يجب أن يكون عدد المتغيرات في المجموعة الجزئية المختارة كبير إلى الحد الذي يجعلها تصف الظاهرة بشكل مناسب، ومن هنا

يجب على الباحثين الموازنة بين هذين الأمرين حتى يتحصل على أفضل نموذج انحدار يصف العلاقة بين المتغير التابع ومجموعة المتغيرات المستقلة بشكل صحيح، وفي هذا السياق يبدو أن أسلوب الانحدار وكأنه أسلوب من أساليب اختزال البيانات.

لقد كان من الصعب التوصل إلى أفضل نموذج انحدار قبل ظهور الحزم الإحصائية الجاهزة، أما الآن ومع وجود هذه البرامج والاستراتيجيات المختلفة التي بها كثير من الباحثين، فقد أصبح من السهل التوصل إلى أفضل نموذج انحدار يصف العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، عن طريق حذف بعض المتغيرات المستقلة قليلة التأثير في المتغير التابع من النموذج الكامل المحوي على جميع المتغيرات المستقلة المؤثرة في الظاهرة محل الدراسة، وهذا بالطبع يعتمد على نتائج الارتباطات وأشكال الانتشار لمتغيرات الدراسة التي تساعد على صياغة العلاقة الصحيحة التي تربط بين مجموعة المتغيرات المستقلة والمتغير التابع.

ويعتمد عدد المتغيرات المستقلة التي سوف يتضمنها النموذج الأفضل على الهدف الذي استخدم من اجله أسلوب الانحدار، فإن كان الهدف من استخدام الأسلوب هو التنبؤ، عندئذ يجب إدخال اكبر عدد ممكن من المتغيرات إلى نموذج الانحدار الموفق، حتى يتسنى لنا الحصول على نتائج موثوق بها. أما إذا كان هو تحديد أهم المتغيرات المؤثرة فيتركز الاهتمام على عدد قليل من المتغيرات المستقلة. وللأسف لا يوجد (حتى الآن) أسلوب محدد يتفق عليه معظم الباحثين، لتحديد أفضل النماذج الانحدارية التي تمثل البيانات تمثيلاً صادقاً، ألا انه قد تم تطوير أساليب متنوعة لمساعدة الباحثين على تحديد أهم المتغيرات المستقلة التي يحتويها نموذج الانحدار، ومن أهم الأساليب (الاستراتيجيات) المقترحة لاختيار أفضل نموذج انحدار هي:

1. طريقة جميع الانحدارات الممكنة All Possible Regression Method.
2. طريقة المجموعات الجزئية المفضلة Best Subset Method.
3. طريقة الاختيار الخلفي Backward Selection Method.
4. طريقة الحذف الأمامي Forward Selection Method.
5. طريقة الانحدار التدريجي Stepwise Regression Method.

ويسعى الباحثان من خلال هذا الفصل إلى استخدام أسلوب مناسب لتوفيق نموذج انحدار متعدد لبيانات الدراسة، بغية اختبار الفرضية الرئيسية الأولى للدراسة، وتحديد أهم المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية المؤثرة في الخصوبة السكانية في ليبيا وبكل منطقة من مناطقها الأربعة.

8- الإطار التطبيقي للانحدار المتعدد لبيانات الدراسة:

يحاول الباحثان تحديد المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية المؤثرة في ظاهرة الخصوبة السكانية بليبيا وتقييم أثر كل منها على هذه الظاهرة واتجاهه، حيث قام الباحثان بتوفيق نموذج انحدار متعدد لتلك الظاهرة (Y) على المتغيرات المستقلة التي استطاع الباحثان تجميعها وقياسها، وبلغ عددها سبعة عشر متغيراً $q = 17$، تعبر عن الخصائص الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية لأسر عينة الدراسة (الأسر الليبية)، والتي أكدت بعض الدراسات السابقة (كما ذكر سابقاً)، في مجال الخصوبة السكانية أن لبعضها تأثير ايجابياً مباشراً أو غير مباشر، ولبعضها الآخر تأثيراً سلبياً مباشراً أو غير مباشر على هذه الظاهرة هي كما يلي:

رمز المتغير	المتغير
X01	عمر المرأة
X02	عمر المرأة عند الزواج
X03	الحالة التعليمية للمرأة
X04	الحالة التعليمية للزوج
X05	مشاركة المرأة في العمل
X06	الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة
X07	الوضع الاقتصادي للأسرة
X08	عمر الزوج
X09	مهنة الزوج
X10	الفترة الزواجية
X11	عدد الأطفال المتوفين
X12	قراءة الصحف والمجلات
X13	الاستماع للراديو

رمز المتغير	المتغير
X14	نوع الوحدة السكنية
X15	عدد الغرف في المنزل
X16	مدة الرضاعة الطبيعية
X17	عدد الأطفال الذين يعيشون معها

وقد استخدم الباحثان أسلوب الانحدار المتعدد Multiple Regression للوصول إلى الهدف المنشود من هذا الأسلوب. متبعاً في ذلك المراحل التالية:

المرحلة الأولى: الكشف عن وجود مشاكل عند توفيق النموذج

- **اختبار عدم وجود مشكلة التعدد الخطي في متغيرات الدراسة:**

عندما يقوم الباحثان بتوفيق نموذج انحدار متعدد للمتغير التابع على المتغيرات المستقلة، يجب الكشف عن المشاكل التي قد تواجهه عند تطبيق هذا الأسلوب، وأهمها مشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة، التي لا تخلو المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية منها، وتؤدي إلى نتائج غير دقيقة في أغلب الحالات. وتتوفر عدة طرق لتشخيص مشكلة التعدد الخطي Multicollinearity Problem بين المتغيرات المستقلة، وقد قام الباحثان بتشخيصها بأكثر الطرائق المستخدمة، كالآتي:

1. **طريقة معامل تضخم التباين** Variance (VIF) Inflation Factor:

يعتبر هذا المعامل مقياساً لتأثير الارتباط بين المتغيرات المستقلة على زيادة تباين معلمة المتغير المستقل. وتتميز مشكلة التعدد الخطي بارتفاع تباين معالم النموذج وبالتالي عدم ظهور المعلمة معنوي نتيجة انخفاض قيمة إحصائية t بالرغم من أن المتغير قد يكون مهماً في النموذج.

ولغرض تشخيص مشكلة التعدد الخطي Multicollinearity Problem بهذه الطريقة، يتم في البداية حساب معامل Tolerance لكل متغير مستقل. ثم يحسب معامل تضخم التباين للمتغير المستقل j ، حيث $VIF_j = \frac{1}{Tol_j}$، كالتالي:

معامل تضخم المتغير المستقل X01:

$$VIF_{X01} = \frac{1}{Tol_{X01}} = \frac{1}{0.141} = 7.111$$

معامل تضخم المتغير المستقل X02:

$$VIF_{X02} = \frac{1}{Tol_{X02}} = \frac{1}{0.256} = 3.912$$

وهكذا إلى أن يتم حساب باقي معاملات التضخم للمتغيرات المستقلة المتبقية، جدول رقم (3)، حيث تشير النتائج إلى وجود مشكلة الارتباط الخطي بين المتغيرات المستقلة، حيث وجد أن قيمة معامل التضخم للمتغير X10 $VIF_{X10} = 10.214 > 10$ والذي يمثل الفترة الزواجية، وكذلك قيمة معامل التضخم للمتغير المستقل X01 $VIF_{X01} = 7.111 > 5$ والذي يمثل عمر المرأة.

وتفيد قيمة متوسط معاملات تضخم التباين، والتي تحسب بالعلاقة التالية:

$$\overline{VIF} = \frac{1}{q}\left(\sum_{i=1}^{q} VIF_i\right)$$

في تحديد خطورة مشكلة التعدد الخطي، فان ابتعدت قيمته عن الواحد الصحيح بكثير دل ذلك على خطورة مشكلة التعدد الخطي، وقد سجلت قيمة متوسط معاملات تضخم التباين للمتغيرات المستقلة $\overline{VIF} = 2.489$ مما يدل على خطورة مشكلة التعدد الخطي.

جدول (3): معاملات تضخم التباين VIF_i

رمز المتغير المستقل	المتغيرات المستقلة	Tolerance	VIF_i
X01	عمر المرأة	0.141	7.111
X02	عمر المرأة عند الزواج	0.256	3.912
X03	الحالة التعليمية للمرأة	0.481	2.081
X04	الحالة التعليمية للزوج	0.708	1.412
X05	مشاركة المرأة في العمل	0.699	1.431
X06	الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة	0.906	1.104
X07	الوضع الاقتصادي للأسرة	0.682	1.467
X08	عمر الزوج	0.399	2.504
X09	مهنة الزوج	0.963	1.038
X10	الفترة الزواجية	0.098	10.214
X11	عدد الأطفال المتوفين	0.940	1.064
X12	قراءة الصحف والمجلات	0.835	1.197
X13	الاستماع للراديو	0.916	1.092
X14	نوع الوحدة السكنية	0.803	1.245
X15	عدد الغرف في المنزل	0.855	1.169
X16	مدة الرضاعة الطبيعية	0.865	1.156
X17	عدد الأطفال الذين يعيشون معها	0.320	3.121
	متوسط معاملات تضخم التباين		**2.489**

2. طريقة دليل الحالة Condition Index (CI):

يمكن – كذلك – استخدام دليل الحالة Condition Index (CI) كأحد الطرائق لتشخيص مشكلة التعدد الخطي Multicollinearity Problem بين المتغيرات المستقلة، فبعد استخراج الجذور المميزة للمصفوفة (X'X)، نحسب دليل الحالة (CI)، وهو عبارة عن الجذر التربيعي لحاصل قسمة أكبر جذر مميز على كل من الجذور المميزة الأخرى، حيث يتبين من الجدول رقم (2.4) أن أكبر جذر مميز يساوي $\lambda_{Max} = 14.09$ وبالتالي قام الباحثان بحساب دليل الحالة كالآتي:

دليل الحالة الأول:

$$CI_1 = \sqrt{\frac{\lambda_{Max}}{\lambda_1}} = \sqrt{\frac{14.091}{14.091}} = 1.00$$

دليل الحالة الثاني:

$$CI_2 = \sqrt{\frac{\lambda_{Max}}{\lambda_2}} = \sqrt{\frac{14.990}{0.990}} = 3.772$$

دليل الحالة الثالث:

$$CI_3 = \sqrt{\frac{\lambda_{Max}}{\lambda_3}} = \sqrt{\frac{14.091}{0.712}} = 4.448$$

وهكذا لبقية المتغيرات، كما هو موضح في الجدول (4).

فإذا زادت قيمة الدليل عن 15 أو تساويها، فهذا مؤشر إلى إمكانية وجود مشكلة التعدد الخطي. أما إذا زادت عن 30 فهذا مؤشر على خطورة المشكلة. نلاحظ من بيانات الجدول رقم 2.4 أن خمسة قيم لدليل الحالة أكبر من أو يساوي 15، واثنان منها أكبر من 30، ويعني ذلك وجود مشكلة التعدد الخطي بين متغيرات الدراسة. وفي هذه الحالة قام الباحثان باستخدام طريقة أخرى وهي طريقة نسبة التباين لتشخيص مشكلة التعدد الخطي بدقة للكشف عن مصدر هذه المشكلة.

جدول (4): دليل الحالة Condition Index (CI)، والجذور المميزة Eigenvalue (λ)

Dimension	الجذور المميزة Eigenvalue	دليل الحالة Condition Index
1	14.091	1.000
2	0.990	3.772
3	0.712	4.448
4	0.540	5.106
5	0.346	6.382
6	0.279	7.106
7	0.217	8.066
8	0.174	8.992
9	0.136	10.164
10	0.134	10.262
11	0.094	12.269
12	0.071	14.042
13	0.064	14.802
14	0.060	15.328
15	0.045	17.793
16	0.029	22.201
17	0.011	35.788

3. طريقة نسبة التباين Variance Proportion:

المقياس الآخر أو الطريقة الأخرى لتشخيص مشكلة التعدد الخطي وهي طريقة نسبة التباين Variance Proportion والذي يمثل نسبة تباين التقدير المفسر بواسطة المكون الرئيس (Principle component) المرافق لكل جذر مميز حيث تعتبر مشكلة التعدد الخطي مؤثرة إذا كان المكون الأساسي المرافق لدليل الحالة (Condition index) مرتفع نسبياً يساهم بصورة أساسية في تباين اثنين أو أكثر من المتغيرات المستقلة. فمن خلال بيانات الجدول رقم (1.4) المدون بالملحق، وجد أن مشكلة التعدد الخطي مؤثرة بشكل كبير على البيانات، وذلك لأن المكون رقم (18) ساهم بصورة أساسية في تباين ثلاثة متغيرات مستقلة وهي X01، X02، X10 والتي تمثل على التوالي، عمر المرأة (92.0%)، عمر المرأة عند الزواج (74.0%)، الفترة الزواجية (71.0%).

وفي محاولة لتفادي مشكلة التعدد الخطي Multicolinearity Problem، عالج الباحثان هذه المشكلة، باستخدام أسلوب حذف بعض المتغيرات المستقلة سالفة الذكر، حيث استبعد (حذف) المتغير المستقل X10 والذي يمثل الفترة الزواجية، وذلك لوجود علاقة عكسية جوهرية بينه وبين متغير عمر المرأة عند الزواج X02، حيث سجل معامل الارتباط بينهما، $r_{X02,X10} = -0.589$ بدلالة إحصائية P-Value = 0.000. ثم قام بتشخيص مشكلة التعدد الخطي على الستة عشر المتغير المتبقية $q=16$، فلم تعد هناك مشكلة التعدد الخطي، وذلك للأسباب الآتية:

- قيم معامل التضخم (VIF) لجميع المتغيرات المستقلة أصغر من 5، وحدث تحسن في قيمة متوسط معاملات تضخم التباين حيث سجلت $\overline{VIF} = 1.62$ مما يدل على عدم خطورة مشكلة التعدد الخطي.
- عدم وجود أي مكون رئيسي (Principle Component) يساهم بصورة أساسية في تباين اثنين أو أكثر متغير من المتغيرات المستقلة، بالرغم من وجود قيم لدليل الحالة (CI) أكبر من 15 الجدول رقم (4) المدون بالملحق.

وبالتالي نستطيع القول بأن الباحثين استطاع تشخيص مشكلة التعدد الخطي، وقام بمعالجة هذه المشكلة باستخدام أسلوب حذف بعض المتغيرات.

المرحلة الثانية: توفيق نموذج الانحدار المتعدد

بناء على ما تقدم، قام الباحثان بتوفيق نموذج انحدار متعدد لمتغير عدد الولادات Y على المتغيرات المستقلة الستة عشر المتبقية، حيث أشارت النتائج التقويمية لنموذج الانحدار الموفق بالجدول رقم 3.4 إلى أنه ذو جودة عالية، حيث سجلت قيمة معامل التحديد $R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{29,971,038}{36,164,297} = 0.829$، ويتصف معامل التحديد بأنه لو أضيف متغير مستقل لنموذج الانحدار فإن قيمته سترتفع حتى ولو لم تكن هناك أهمية للمتغير المستقل المُضاف، حيث أن إضافة متغير مستقل إلى نموذج الانحدار، يؤدي إلى زيادة R^2 بسبب زيادة مجموع المربعات العائدة للانحدار SSR، مع ثبات مجموع المربعات الكلية SST، ولهذا يتم حساب معامل التحديد المصحح Adjusted R^2 ($\bar{R}^2$)، والذي يأخذ بالاعتبار النقصان الحاصل في درجات الحرية وقيمته دائماً أقل من قيمة معامل التحديد (غير المصحح)، ومن خلال بيانات الجدول (5) وجد أن قيمة

معامل التحديد المصحح Adjusted R Square عالية، $\bar{R}^2 = 0.828$ ، وهذا يعني 82.8% من التباينات في المتغير التابع (عدد الولادات الحية)، يُفسرها التباين في المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية المتجمعة في نموذج الانحدار الموفق، وأن (17.6%) من التباينات ترجع إلى متغيرات مستقلة أخرى، كأن تكون هناك متغيرات أخرى مهمة لم تتضمن في النموذج.

جدول (5): جدول تحليل التباين (ANOVA) لنموذج انحدار المتغير التابع على المتغيرات المستقلة

مصدر الاختلاف Source of Variance	مجموع المربعات S.S	درجات الحرية d.f	متوسط مجموع المربعات M. S	قيمة إحصائية الاختبار F	القيمة الاحتمالية P-Value	معامل التحديد المصحح ($\bar{R}^2$)
الانحدار Regression	29,971.038	16	1,873.190			
الخطأ Residual	6,193.259	4,646	1.333	1,405.212	0.000	0.828
الإجمالي Total	36,164.297	4,662				

وكذلك من جدول تحليل التباين السابق، يمكن استنتاج متوسط مربعات البواقي أو ما يسمى بتباين البواقي Mean Square of Residual وهو (1.333) وبأخذ الجذر التربيعي لهذا المقدار نحصل على الخطأ المعياري للتقدير Standard Error of the Estimate ، أو ما يسمى بـ " خطأ التقدير"، هو مقياس لدرجة دقة القيم المتنبئ بها، $St.Error = \sqrt{M.S.R} = \sqrt{1.333} = 1.155$ وهو مقدار صغير، مما يدل على جودة النموذج المستخدم في التنبؤ.

ولاختبار معنوية نموذج انحدار متعدد لمتغير عدد الولادات Y على المتغيرات المستقلة الستة عشر، قام الباحثان باختبار الفرضية الإحصائية المناظرة لذلك، وهي:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_{16} = 0$$

H_1: At least one of them different

استخدم الباحثان اختبار F، ولاختبار الفرضية الإحصائية السابقة، وتحصل على النتائج المدونة بالجدول رقم 3.4 ، حيث سجلت قيمة إحصائية الاختبار $F_{(16,4662)} = 1,405.212$ والقيمة الاحتمالية $P(F \geq 1,405.212) = 0.000$، مما يشير إلى رفض الفرضية الصفرية (فرض العدم)، ويعني ذلك أن المتغيرات المستقلة مجتمعة أو أن واحداً منها على الأقل من معالم النموذج لها تأثير معنوي على المتغير التابع (عدد الولادات الحية)، أما إذا كانت نتيجة تحليل التباين غير معنوية فيدل ذلك على أن جميع معاملات الانحدار غير معنوية.

وبما أنه تم قبول الفرض القائل بمعنوية تأثير واحد على الأقل من معالم النموذج، معنى ذلك من الممكن وجود بعض المعالم التي ليس لها تأثير معنوي داخلة ضمن النموذج، ولهذا السبب قام الباحثان باختبار معنوية كل معلمة من معالم النموذج على حدة، أي اختبار كل فرضية من الفرضيات التالية:

$$\left.\begin{aligned} H_0: \beta_j = 0 \\ H_1: \beta_j \neq 0 \end{aligned}\right\} \quad j = 1, 2, \ldots, 16$$

استخدم الباحثان اختبار t، لاختبار كل فرضية على حدة، أي معرفة معنوية تأثير كل متغير مستقل على المتغير التابع بصورة انفرادية، فتحصل على النتائج المدونة بالجدول رقم 6. تشير النتائج وجود 12 متغير مستقل ذات تأثير معنوي ضمن النموذج الموفق حيث سجلت القيمة الاحتمالية لهذه المتغيرات أصغر من 0.05،وهي: X01 (عمر المرأة) والقيمة الاحتمالية لهذا المتغير $P(t \geq 26.199) = 0.000$ X02 (عمر المرأة عند الزواج) بقيمة احتمالية $p(t \leq -28.208) = 0.000$، X03 (الحالة التعليمية للمرأة) بقيمة احتمالية $P(t \leq -6.659) = 0.000$، X04 (الحالة التعليمية للزوج) بقيمة احتمالية $P(t \leq -4.071) = 0.000$، X06 (الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة) بقيمة احتمالية $P(t \leq -6.615) = 0.000$ ، X07 (الوضع الاقتصادي للأسرة) بقيمة احتمالية $P(t \geq$

$0.000 = (9.019$، X08 (عمر الزوج) بقيمة احتمالية $P(t \geq 2.404) = 0.028$ ، X09 (مهنة الزوج) بقيمة احتمالية $P(t \geq 5.000) = 0.000$ ، X11 (عدد الأطفال المتوفين) بقيمة احتمالية $P(t \geq 21.715) = 0.000$، X13 (الاستماع للراديو) بقيمة احتمالية $P(t \leq$ $0.016 = (-4.705$ ، X16 (مدة الرضاعة الطبيعية) بقيمة احتمالية $P(t \leq -2.463) = 0.019$ ، X17 (عدد الأطفال الذين يعيشون معها) بقيمة احتمالية $P(t \geq 47.688) = 0.000$. فيما لم يكن هناك تأثير معنوي لعدد أربع متغيرات مستقلة.

جدول (6): نتائج تقدير معاملات انحدار عدد الولادات على المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية للأسرة

المتغيرات Variables	معاملات الانحدار $\widehat{\beta}_j$	الخطأ المعياري Std. Error	قيمة إحصاءة الاختبار t	القيمة الاحتمالية P-Value
X01	0.653	0.025	26.199	0.000
X02	0.712-	0.025	28.208-	0.000
X03	0.138-	0.021	6.659-	0.000
X04	0.081-	0.020	4.071-	0.000
X05	0.014-	0.021	0.699-	0.485
X06	0.249-	0.038	6.615-	0.000
X07	0.209	0.023	9.019	0.000
X08	0.049	0.020	2.404	0.016
X09	0.348	0.070	5.000	0.000
X11	1.085	0.050	21.758	0.000
X12	0.035-	0.020	1.760-	0.078
X13	0.070-	0.015	4.705-	0.000
X14	0.022	0.016	1.352	0.176
X15	0.021	0.035	0.611	0.541
X16	0.045-	0.018	2.463-	0.014
X17	0.905	0.019	47.688	0.000

المرحلة الثالثة: تحديد أفضل نموذج انحدار متعدد

في المرحلة السابقة قام الباحثان باستخراج نموذج انحدار متعدد. ولكن هذا النموذج يتضمن مجموعة من المتغيرات المستقلة ذات التأثير غير المعنوي، ويرغب الباحثان في استخراج نموذج انحدار متعدد بحيث تكون فيه جميع المتغيرات المستقلة ذات تأثير معنوي. ولهذا الغرض استخدم الباحثان طريقة الانحدار التدريجي Stepwise Regression لتحديد أفضل نموذج انحدار متعدد، وهي أهم الطرق في إجراء تحليل الانحدار المتعدد، وتعطي هذه الطريقة سلسلة من تحليل الانحدار، حيث يتم فيها إضافة أو استبعاد المتغيرات المستقلة بطريقة منتظمة من المعادلة واحداً بعد الآخر ويجري في كل خطوة بناء معادلة انحدار جديدة حتى نصل إلى معيار إحصائي محدد، وهو أن تكون جميع المتغيرات المستقلة الداخلة في النموذج معنوية.

وعند إجراء تحليل الانحدار التدريجي لتحديد أهمية كل متغير مستقل على حدة في الإسهام في النموذج الرياضي، الذي يمثل أثر المتغيرات المستقلة (المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية) في المتغير التابع (عدد الولادات الحية)، تحصل الباحثان على النتائج المبينة بالجدول رقم (5.4) والذي يوضح ترتيب دخول المتغيرات المستقلة في نموذج الانحدار المتعدد Multiple Regression، وكذلك قيمة التغير في بعض الإحصاءات المهمة، فنجد أولا قيمة التغير في معامل التحديد الذي يدل على مقدار ما يساهم به المتغير المستقل المضاف أخيراً في هذا النموذج من تفسير لتباين المتغير التابع، ثم تظهر قيمة التغير في قيمة إحصاءة الاختبار F المستخدمة

لاختبار معنوية قيمة التغير في معامل التحديد الخاصة بكل متغير من المتغيرات المستقلة، ثم تظهر القيمة الاحتمالية لاختبار F (P-Value). يتضح من الجدول رقم 7 أن متغير عدد الأطفال الذين يعيشون معها (X17) يُفسر ما مقداره 71.54% من التباين في المتغير التابع (عدد الولادات الحية)، ودخل ثانياً، المتغير عدد الأطفال المتوفين (X11) والذي يُفسر ما مقداره 3.36% من التباين في المتغير التابع، ودخل ثالثاً متغير عمر المرأة (X01) حيث فسر 2.15% من التباين في المتغير التابع، وهكذا إلى أن نصل إلى دخول المتغير الثاني عشر في نموذج الانحدار المتعدد والذي يمثل عمر الزوج (X08) حيث فسر نسبة ضعيفة من التباين في المتغير التابع (0.02%) ولكن هذه النسبة معنوية في تفسير التغير $P(F \geq 5.728) = 0.017$، وقد خرج من نموذج الانحدار المتعدد المتغيرات المستقلة الأخرى على اعتبار أنها متغيرات ضعيفة في تأثيرها وغير مهمة إحصائيا، وبذلك يكون الباحثين قد قاما بتوفيق نموذج انحدار لمتغير عدد الولادات Y على اثنى عشر متغيراً مستقلاً من متغيرات الدراسة، وإسهام كل متغير من هذه المتغيرات معنوي في تفسير تباين المتغير التابع.

جدول (7): نتائج تحليل الانحدار التدريجي Stepwise Regression لإجمالي عينة الدراسة

المتغيرات Variables		ترتيب دخول المتغيرات المستقلة في معادلة الانحدار	التغير في قيم R^2	معامل التحديد R^2	اختبار معنوية التغير في R^2	
					قيمة إحصاءة F	القيمة الاحتمالية P-Value
1		X17	0.7154	0.715	11,713.966	0.000
2		X11, X17	0.0336	0.749	624.434	0.000
3		X01, X11, X17	0.0215	0.770	435.463	0.000
4		X02, X01, X11, X17	0.0444	0.815	1,117.153	0.000
5		X03, X02, X01, X11, X17	0.0055	0.820	141.300	0.000
6		X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0022	0.823	58.054	0.000
7		X06,X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0021	0.825	56.603	0.000
8		X07, X06, X04, X03, X02, X01, X11, X17	0.0014	0.826	37.786	0.000
9		X09, X04, X06,X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0011	0.827	28.799	0.000
10		X13, X09, X04, X06,X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0009	0.828	25.239	0.000
11		X16, X13,X09, X04, X06X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0003	0.828	6.913	0.009
12		X08, X16, X13, X09, X04, X06,X07, X03, X02, X01, X11, X17	0.0002	0.829	5.728	0.017

ولاختبار معنوية نموذج الانحدار الموفق بطريقة الانحدار التدريجي Stepwise Regression، استخدم الباحثان اختبار F (ANOVA) وتحصل على النتائج المدونة بالجدول 8، ومنها نجد أن القيمة الاحتمالية لاختبار F تساوي $P(F \geq 1{,}872.394) = 0.000$ وهذه القيمة أصغر من 0.05 يدل ذلك على معنوية نموذج الانحدار الموفق، وأن قيمة معامل التحديد المصحح 0.828، أي أن 82.8% من التباين في معدل الإنجاب بين النساء اللواتي متزوجات أو سبق لهن الزواج في ليبيا يعزي للمتغيرات، X17 (عدد الأطفال الذين يعيشون معها)، X11 (عدد الأطفال المتوفين)، X01 (عمر المرأة)، X02 (عمر المرأة عند الزواج)، X03 (الحالة التعليمية للمرأة)، X07 (الوضع الاقتصادي للأسرة)، X06 (الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة)، X04 (الحالة التعليمية للزوج)، X09 (مهنة الزوج)، X13 (الاستماع للراديو)، X16 (مدة الرضاعة الطبيعية)، X08 (عمر الزوج)، وهناك 17.6% من التباين يعزى لمتغيرات أخرى غير التي تضمنها النموذج.

جدول (8): جدول تحليل التباين (ANOVA) لنموذج انحدار المتغير التابع على المتغيرات المستقلة

مصدر الاختلاف Source of Variance	مجموع المربعات S.S	درجات الحرية d.f.	متوسط مجموع المربعات M. S	قيمة إحصاءة الاختبار F	القيمة الاحتمالية P-Value	معامل التحديد المصحح $(\overline{R}^2)$
الانحدار Regression	29,963.269	12	2,496.939			
الخطأ Residual	6,201.028	4,650	1.334	1,872.394	0.000	0.828
الإجمالي Total	36,164.297	4,662				

وللتأكد من معنوية معالم نموذج الانحدار الموفق بعد استبعاد بعض المتغيرات باستخدام طريقة الانحدار التدريجي Stepwise Regression، استخدم الباحثان اختبار t لهذا الغرض، فأظهرت النتائج المدونة بالجدول (9) معنوية جميع معالم نموذج الانحدار الموفق، حيث سجلت القيم الاحتمالية P-Value المناظرة لكل معلمة أصغر من 5%:

$$P\left(t \geq \left|t_{C_j}\right|\right) < 0.05\,, \qquad \forall j = 1,2,\dots,12$$

ويعني ذلك، وجود أثر جوهري ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية (5%) لجميع المتغيرات المستقلة الداخلة في النموذج على المتغير التابع (عدد الولادات الحية). مع وجود فروق في مستوى التأثير في عدد الولادات الحية عند المرأة من متغير إلى آخر.

جدول (9): نتائج تقدير معاملات انحدار عدد الولادات على المتغيرات المستقلة بعد استبعاد المتغيرات غير المعنوية

المتغيرات Variables	معاملات الانحدار $\widehat{B}_j$	الخطأ المعياري Std. Error	Beta	قيمة إحصاءة الاختبار t	القيمة الاحتمالية P-Value
X17	0.907	0.019	0.490	47.984	0.000
X11	1.087	0.050	0.136	21.797	0.000
X01	0.650	0.025	0.297	26.185	0.000
X02	-0.714	0.025	0.228-	28.504-	0.000
X03	-0.153	0.018	0.064-	8.431-	0.000
X07	0.198	0.021	0.063	9.585	0.000
X06	-0.252	0.038	0.043-	6.694-	0.000
X04	-0.082	0.020	0.030-	4.126-	0.000
X09	0.350	0.070	0.031	5.026	0.000
X13	-0.074	0.015	0.032-	5.081-	0.000
X16	-0.046	0.018	0.016-	2.522-	0.012
X08	0.048	0.020	0.023	2.393	0.017

ونتيجة لاختلاف وحدات قياس المتغيرات المستقلة، قام الباحثان بتحويل معاملات الانحدار إلى معاملات انحدار معيارية (Beta)، أي تحويلها إلى معاملات انحدار تعتمد على الدرجات المعيارية للمتغيرات حتى يكون تباين كل منها هو الوحدة. وكذلك يدل معامل Beta على حجم إسهام المتغير المستقل في التأثير على المتغير التابع مع بقاء أثر بقية المتغيرات ثابتاً، دون الخوف من اختلاف التباينات أو اختلافات وحدات القياس (بغض النظر عن إشارة المعامل).

ولتحويل معاملات الانحدار العادية إلى معاملات انحدار معيارية (Beta) استخدم الباحثان المعادلة التالية:

$$Beta(\beta_j) = B_j \times \frac{S_Y}{S_{X_j}}\,, \qquad j = 1,2,\dots.,q$$

حيث أن:

B_j : معامل الانحدار الجزئي المعياري للمتغير j .

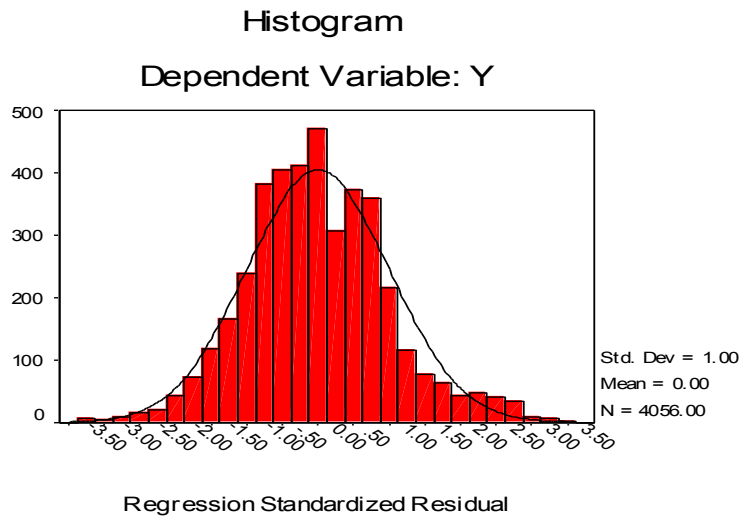
B_j: معامل الانحدار للمتغير j .

S_Y: الانحراف المعياري للمتغير التابع Y .

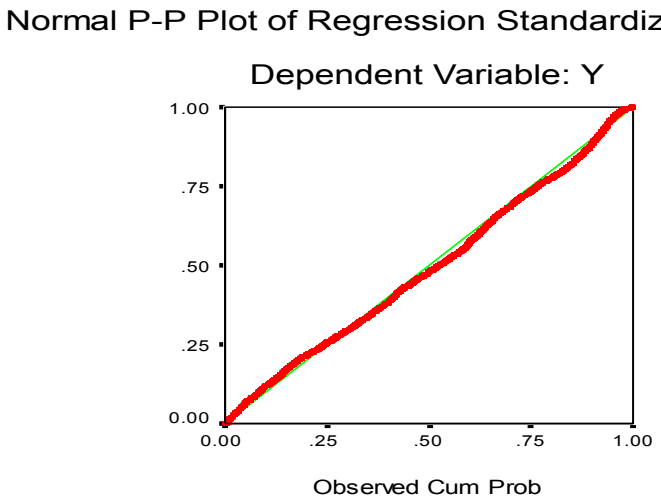
S_{X_j}: الانحراف المعياري للمتغير المستقل X_j.

فمن خلال قيم (Beta) المدونة بالجدول 9 نلاحظ أن: متغير عدد الأطفال الذين يعيشون مع المرأة (X17) أكثر متغير مساهمة في التأثير على المتغير التابع (عدد الولادات الحية) بدرجة 0.490 ، وأن زيادة قدرها وحدة واحدة في قيم هذا المتغير تؤدي إلى زيادة في المتغير التابع (عدد الولادات الحية) بمقدار 0.907، ويليه في متغير عمر المرأة (X01) ، سجلت إسهام هذا المتغير في التأثير على المتغير التابع بمقدار 0.297، وبينت النتائج أن زيادة قدرها وحدة واحدة في عمر المرأة تؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 0.650، ثم عمر المرأة عند الزواج (X02) وساهم هذا المتغير بدرجة 0.228، وجد أن زيادة قدرها وحدة واحدة في قيم هذا المتغير المستقل تؤدي إلى نقص في المتغير التابع (عدد الولادات الحية) بمقدار 0.714، ثم عدد الأطفال المتوفين (X11)، حيث ساهم هذا المتغير بدرجة 0.136، وأن زيادة قدرها وحدة واحدة في عدد الأطفال المتوفين يؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 1.087، وبعدها متغير الحالة التعليمية للمرأة (X03) تشير النتائج إلى أن زيادة قدرها وحدة واحدة في الحالة التعليمية للمرأة تؤدي إلى نقص في عدد الولادات بمقدار 0.153، ثم الوضع الاقتصادي للأسرة (X07) بينت النتائج إلى أن زيادة قدرها وحدة واحدة في الوضع الاقتصادي للأسرة تؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 0.198، ثم الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة (X06) تشير النتائج إلى أن زيادة قدرها وحدة واحدة في الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة تؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 0.252، ويليه مهنة الزوج (X09)، حيث سجلت أن زيادة قدرها وحدة واحدة في مهنة الزوج تؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 0.350، ثم الحالة التعليمية للزوج (X04) بينت النتائج إلى أن زيادة قدرها وحدة واحدة في الحالة التعليمية للزوج تؤدي إلى نقص في عدد الولادات بمقدار 0.082، ثم الاستماع للراديو (X13) بينت النتائج إلى أن زيادة قدرها وحدة واحدة في الاستماع للراديو تؤدي إلى نقص في عدد الولادات بمقدار 0.074، ويليه متغير عمر الزوج (X08) أظهرت أن زيادة وحدة واحدة في عمر الزوج يؤدي إلى زيادة في عدد الولادات بمقدار 0.048، وأخيراً متغير مدة الرضاعة الطبيعية (X16) أظهرت أن زيادة وحدة واحدة في مدة الرضاعة الطبيعية يؤدي إلى نقص في عدد الولادات بمقدار 0.046

وللتحقق من صلاحية نموذج الانحدار الموفق، يتبين من الشكلين 4، 5 اقتراب التوزيع الاحتمالي لأخطاء نموذج الانحدار من التوزيع الطبيعي.



شكل (4): المدرج التكراري ومنحنى التوزيع الطبيعي لأخطاء نموذج الانحدار المتعدد الموفق



شكل (5): انتشار الأخطاء العشوائية الناتجة عن نموذج الانحدار المتعدد الموفق

9- النتائج:

حاولت هذه الدراسة تقصي العلاقة بين مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا ومجموعة من المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية، وكشفت هذه الدراسة أن مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا يتأثر بمجموعة من المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية؛ ومن أهم هذه المتغيرات هي عدد الأطفال الذين يعيشون مع المرأة، حيث كشفت نتائج هذه الدراسة وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لمتغير عدد الأطفال الذين يعيشون مع المرأة في مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا، وقد أظهرت النتائج أن مستوى الخصوبة يرتفع كلما ارتفع عدد الأطفال الذين يعيشون مع المرأة (الأسرة الممتدة).

وكذلك بينت الدراسة أن متغير عمر المرأة عند الزواج له أثر جوهري في الخصوبة السكانية في ليبيا، حيث أن مستوى الخصوبة ينخفض بارتفاع هذا المتغير بشكل واضح وذي دلالة إحصائية.

وعلاوة على ذلك، أظهرت هذه الدراسة أن العمر عند الزواج له تأثير عكسي على مدة الحياة الزوجية، وبالتالي تؤثر تأثيراً كبيراً في مستوى الخصوبة؛ فالحياة الزوجية الطويلة تمكّن الزوجة من إنجاب عدد كبير من الأطفال مقارنة بالحياة الزوجية القصيرة.

كما كشفت هذه الدراسة أهمية متغير الوضع الاقتصادي للأسرة في التأثير على مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا، حيث بينت النتائج أنه كلما كان الوضع الاقتصادي للأسرة مرتفعاً كلما ارتفع مستوى الخصوبة، وقد يعزى السبب لقدرة الأسرة ذات الوضع الاقتصادي المرتفع على تحمل تكاليف تربية الأبناء.

وأوضحت نتائج هذه الدراسة أن هناك فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في مستوى الخصوبة السكانية باختلاف استخدام وسائل تنظيم الأسرة، حيث بينت الدراسة أن الانخفاض في مستويات الخصوبة في ليبيا، وكذلك في جميع مناطق ليبيا المختلفة، يعود جزء منه بسبب استخدام وسائل تنظيم الأسرة، فقد وجد أن النساء اللاتي لا يستعملن وسائل تنظيم الأسرة مستوى خصوبتهن أقل من النساء اللاتي يستعمل الوسائل.

وكشفت نتائج هذه الدراسة أهمية متغيري الحالة التعليمية للمرأة والحالة التعليمية للزوج، فقد تبين أن الإنجاب يرتبط بمستوى تعليم المرأة ، وكذلك مستوى تعليم زوجها؛ حيث يزداد انخفاض إنجاب المرأة المتعلمة مع ارتفاع مستوى تعليمها، فالمرأة التي لم تحظ بنصيب وافر من التعليم تنجب في المتوسط عدداً أكثر مما تنجبه المرأة المتعلمة. وكذلك ينخفض مستوى الخصوبة للمرأة بارتفاع المستوى التعليمي لزوجها.

كما بينت نتائج هذه الدراسة العلاقة بين مدة الرضاعة الطبيعية ومستوى الخصوبة السكانية في ليبيا.

وكشفت نتائج هذه الدراسة كذلك عن وجود أثر ذي دلالة إحصائية لمتغير مهنة الزوج في مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا، وقد أظهرت النتائج ارتفاع مستوى الخصوبة السكانية للنساء اللاتي أزواجهن يمتهنون مهنة الزراعة مقارنة بالنساء اللاتي أزواجهن يمتهن مهن أخرى، ويعزى ذلك إلى أن إنجاب الأطفال ووجودهم في الأسرة عامل إنتاج ومصدر دخل جديد، فكل طفل جديد يعني ساعد جديد يضاف إلى قوة العمل في الأسرة.

وبينت نتائج هذه الدراسة أن متغير وفيات الأطفال قد أثر تأثيراً طردياً على مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا، حيث كلما ارتفع عدد الأطفال المتوفين ارتفع مستوى الخصوبة السكانية، ويعتقد الباحثان أن ارتفاع وفيات الأطفال يجعل الآباء يكثرون من الأبناء وذلك لتعويض الفاقد بسبب الوفاة. كما أن وفاة الطفل قبل الفطام تتيح المجال للحمل التالي في وقت مبكر.

وكشفت نتائج هذه الدراسة كذلك عن وجود أثر ذي دلالة إحصائية لمتغير عمر المرأة في مستوى الخصوبة السكانية في ليبيا، وقد أظهرت النتائج أثراً طردياً ذا دلالة إحصائية.

وأوضحت نتائج هذه الدراسة أن هناك فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية في مستوى الخصوبة السكانية باختلاف الاستماع للراديو، فقد تبين وجود أثر عكسي، أي كلما استمعت المرأة للراديو أكثر كلما انخفض مستوى الخصوبة السكانية ويرتبط هذا بالعامل الثقافي للمرأة، حيث عندما تتعرض المرأة للاستماع للراديو تزيد من مستوى ثقافتها، وبالتالي الإلمام بوسائل تنظيم الأسرة.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

1. الهيئة الوطنية للمعلومات (2006م): النتائج النهائية للتعداد العام للسكان لعام 2006م، ليبيا.
2. مطانيوس مخول (1997م): مبادئ الإحصاء السكان، منشورات جامعة دمشق، دمشق – سوريا.
3. فريد خليل الجاعوني، عدنان حميدان (1997م): مبادئ الإحصاء الحيوي، منشورات جامعة دمشق، دمشق – سوريا.
4. رمزي زكي (1984): المشكلة السكانية وخرافة المالتوسية الجديدة، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
5. محمد إبراهيم إسماعيل، (2001م): تحليل الانحدار الخطي، معهد الإدارة العامة للإحصاء، المملكة العربية السعودية، الرياض.
6. فتحي صالح أبوسدرة، نجاة رشيد الكيخيا (1999م): الإحصاء والاقتصاد القياسي، منشورات المركز القومي للدراسات والبحوث العلمية، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ليبيا.
7. سعد بشير زغلول (2003): دليلك إلى البرنامج الإحصائي SPSS الإصدار العاشر، منشورات المعهد العربي للتدريب والبحوث الاقتصادية، بغداد، العراق.
8. محمد شامل بهاء الدين (2005): الإحصاء بلا معاناة، منشورات معهد الإدارة العامة، المملكة العربية السعودية.
9. محمد بلال الزعبي، عباس الطلافحة (2004): النظام الإحصائي SPSS فهم وتحليل البيانات الإحصائية، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
10. محفوظ جودة (2008م): التحليل الإحصائي المتقدم باستخدام SPSS، دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، عمان.
11. رضا عبد الله أبو سريع (2004م): تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS، دار الفكر، عمان الأردن.
12. صلاح أحمد مراد. (2000م): "الأساليب الإحصائية في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية"، مكتبة الأنجو المصرية، القاهرة - مصر.

ثانياً: المراجع الإنجليزية

1. http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Libyan%20Arab%20Jamahiriya
2. Human Development Index (HDI) - 2010 Rankings
3. (http://hdr.undp.org/en/statistics/)
4. http://www.un.org/esa/population/unpop.htm
5. Richard A. J. and Dean W. (2007): Applied Multivariate Statistical Analysis, Upper Saddle River, New Jersy 07458
6. Alvin C. R. (2002): Methods of Multivariate Analysis, (Second Edition), A john wiley & sons, inc. Publication
7. Alexander V. E. and Christof S.(1998): Regression Analysis for Social Sciences, Academic Press, a division of Harcourt Brace & Company, San Diego, California, USA,
8. Rencher, C. A., (1998): Methods of Multivariate Analysis, A John Wiley & Sons, Inc. Publication.
9. Kendall, M. (1975): Multivariate Analysis, Charles Griffin and Co. , London and Hogh Wycombe.
10. Dillon. W. R. and Goldstein, M. (1984): Multivariate Analysis Methods and Applications, John Wiley and Sons, Inc, New York, P. 274.
11. Hines, W. W and Montgomery, D C (1990): Probability and statistics in Engineering and Management Science (3rd Ed), John Wiley and Sons, Inc, New York
12. Belsley, D. A. Kuh, E., and Welsch, R. E. (1980): Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity, John Wiley and Sons, Inc, New York
13. Krzanowski, W. J. and Marriott, F. H. C., (1994): Multivariate analysis., Part 1., Distribution, Ordination and inference. John Wiley and Sons, Inc, New York
14. Chatteerjee, S. and Price. B. (2000): Regression analysis, (3rd), John Wiley and Sons. Inc. New York.
15. Koutsoyiannis A., (1977): Theory of Econometrics., An Introduction Exposition Econometrec Methods, A. Koutsoyiannis , (2nd).
16. Draper N. R., Smith H. (1981): Applied Regression Analysis (2 nd Ed), John Wiley and Sons, Inc, New york.
17. Shavelson, R. J. (1988): Statistics Reasoning for the Behavioral Sciences, 3rd, Boston, Allyn and Bacon.

Abstract:

Libya classified countries that have achieved significant growth in many aspects of development, where occupies 53rd place among 177 countries in terms of human development status (HDI, 2010), but they will face a huge challenge due to the low population growth in the future. Where the annual population growth rate record a sharp decline of 57.1%, and is attributed to the sharp decline in population fertility, which has seen a sharp decline, from 7.2 children per woman for the period 1980 AD - 1985 to 2.7 children per woman for the period 2003 - 2007, and is expected that this decline will continue to be up 1.4 period of 2025 m - 2030, that is at least 33% of the population replacement level (2.1). From the above, entices researcher feared enter Libya in trouble population sharply caused by a sharp decline in population fertility rate, which is Libya's oil-producing countries with high economic growth, which does not suffer from population increases. On the contrary, it is supposed to do the Libyan state encouraging procreation to raise fertility rates. In this context, the researcher saw the need for a statistical study to examine the social and economic variables affecting the levels and adopted a researcher in the study on a sample of the Libyan Family Health Survey (2008), whose size 11920 married woman or already married. The use of multiple regression analysis method for estimating a multivariate model, shows the relationship between a set of independent variables and their impact on the dependent variable.

Key words: population fertility, multiple regression analysis.