منهجية رياضية لتقدير رأس المال التراكمي

خالد حسين عوني*

ملخـص

يعد رأس المال التراكمي (Capital Stock) أحد المتغيرات المهمة التي تستخدم في كثير من التحليلات الاقتصادية والإدارية والاجتماعية وغيرها من العلوم الأخرى لاسيما في مجال دراسة النماذج الايكونومترية، وتحليل دوال الانتاج. وأمام هذه الأهمية؛ فإن البيانات والمعلومات الإحصائية غير متوفرة دائماً عن هذا المتغير المهم، في حين تتوفر البيانات عادة عن إجمالي تكوين رأس المال الثابت (GFCF).

إن تهيئة البيانات الدقيقة والشاملة عن (CS) تتم عادة بإجراء المسوحات الشاملة والدورية التي تتطلب توفير مستلزمات مادية وبشرية كبيرة. وعليه؛ فان توفير البيانات عن (CS) بشكل شامل تواجهه صعوبات فنية ومادية عديدة، وكثيراً ما يجد الباحث قصوراً في هذه البيانات في النشرات الإحصائية المتاحة في كثير من الدول، مما يضفي صعوبات في الجوانب التحليلية لكثير من البحوث.

ونظراً لأهمية هذا المتغير في التحليل الاقتصادي، وبسبب عدم توفر البيانات الشاملة عنه، فقد تمت محاولة وضع منهجية أو أسلوب رياضي يمكن اعتماده لإجراء تقديرات مناسبة عن رأس المال التراكمي، بالاستناد إلى البيانات المتاحة عن (GFCF). وهذا ما يهدف إليه هذا البحث، فقد تم التوصل إلى صيغة رياضية مهمة تساعد الباحثين في بناء سلسلة زمنية عن (CS) على مستوى الاقتصاد الوطني. كما يمكن استخدام هذه الصيغة الرياضية على المستوى القطاعي أيضاً.

لقد تم تطبيق الصيغة المشار إليها أعلاه (النموذج) على الاقتصاد الأردني (المستوى الإجمالي)، وكذلك اختير عدد من الدول العربية لإجراء التقديرات عن رأس المال المتراكم، وقد أُدرجت نتائج التطبيق في الفقرة الخاصة بالجانب التطبيقي من هذا البحث.

الكلمات الدالة: منهجية رياضية، رأس المال التراكمي.

1. المقدمـة

تُعد البيانات والمعلومات الإحصائية الأساس لأي تحليل للظواهر والمشاكل المختلفة، بهدف الوصول إلى نتائج محددة، سواء كانت تلك المشاكل خاصة بالعلوم الإنسانية، أو الاجتماعية، أو الاقتصادية، أو العلمية.

إن تهيئة البيانات الأولية وتوفيرها في كثير من المجالات تحتاج دون شك إلى توفير العديد من المستلزمات التي عادة ما يترتب عليها تكاليف مادية وبشرية. وفي بعض الأحيان تصبح التكاليف باهظة لتهيئة بعض البيانات والمعلومات وتوفيرها. وعلى الرغم من أن تهيئة البيانات الإحصائية عن مختلف الظواهر مسألة مهمة وضرورية، فإن التكاليف المترتبة على جمع وترتيب وإخراج مثل هذه البيانات قد تكون كبيرة. وعلى هذا الأساس يبذل العديد من الباحثين جهوداً كبيرة للبحث والاستقصاء من أجل إيجاد الوسائل والمنهجيات التي تساعد في التوصل إلى تقديرات عن بعض الظواهر دون الحاجة الى اجراء المسوحات الإحصائية المكلفة.

طبيعة المشكلة

تعاني معظم الأجهزة الإحصائية في العديد من الدول من نقص في البيانات والمعلومات عن بعض الظواهر والمتغيرات الاقتصادية، وإن عدم توفر البيانات والمعلومات بالدقة والشمولية المطلوبة يجعل البحث في العديد من المجالات مسألة صعبة ومعقدة، إلى جانب عدم إمكانية التوصل إلى نتائج دقيقة يمكن اعتمادها والوثوق بها؛ فمعظم الباحثين في مجالات الإدارة والاقتصاد والاجتماع والعلوم الأخرى يواجهون مشكلة النقص في بعض البيانات والمعلومات الأساسية، وخصوصاً أولئك الذين يستخدمون

* كلية العلوم المالية والإدارية، جامعة البترا، عمان، الأردن. تاريخ استلام البحث 2005/3/29، وتاريخ قبوله 2006/4/5.

الوسائل والمنهجيات الكمية والأساليب الكمية لحل المشاكل الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الكلي أو المستوى القطاعي.

ومما لاشك فيه أن من بين البيانات والمعلومات المهمة التي تستخدم في مجالات البحوث المختلفة ما يتعلق ببيانات رأس المال التراكمي، أي مخزون رأس المال (Capital Stock). فمثل هذه البيانات مهمة وأساسية في إجراء التحليلات الإحصائية والاقتصادية خصوصاً في مجالات تخطيط الانتاج واستخدام دوال الانتاج على مستوى الاقتصاد الكلي أو القطاعي أو على مستوى الوحدات الإنتاجية. ونعني بمفهوم رأس المال المفهوم الاقتصادي له، وليس المفهوم المحاسبي. وعليه؛ فإننا نعني برأس المال في هذا السياق مجموع كل ما يتراكم من إجمالي تكوين رأس المال الثابت (Gross Fixed Capital Formation) منذ بداية تكوين هذا المتغير. وبذلك يشتمل رأس المال على الآلات والأجهزة والمعدات والأبنية والإنشاءات ووسائط النقل الانتاجية والمستلزمات الأخرى التي تستخدم في العملية الانتاجية، أي المستخدمة في انتاج السلع والخدمات.

إن عدم توفر البيانات عن رأس المال على مستوى الاقتصاد الوطني ناتج عن عدة عوامل، ويأتي في مقدمة هذه العوامل صعوبة حصر واحصاء هذا المتغير بشكل شامل، أي صعوبة اجراء المسوحات الاحصائية عن رأس المال التراكمي، وتجميعها وتبويبها على مستوى جميع الوحدات الاقتصادية والمستويات القطاعية، ومن ثم على مستوى الاقتصاد الوطني. الى جانب ذلك، فإن عملية إجراء مثل هذه المسوحات الاحصائية تكون باهظة التكاليف وتتطلب توفير مستلزمات مادية وبشرية كبيرة. لذلك يلاحظ عادة عدم توفر البيانات والمعلومات الشاملة والدقيقة عن رأس المال التراكمي لدى العديد من الاجهزة الاحصائية.

وعليه؛ فإن الكثير من الباحثين سواء كانوا من العاملين في الاجهزة التخطيطية أو مراكز البحوث والدراسات أو المؤسسات الأكاديمية، وخصوصاً طلبة الدراسات العليا في مجالات الاقتصاد والادارة وغيرها، يعانون من مشكلة عدم توفر البيانات عن رأس المال، مما يثير مشاكل عند إجراء البحوث والدراسات، ومن ثم التأثير في دقة نتائجها.

هدف البحث

نظراً لأهمية عنصر رأس المال في العملية الانتاجية بوصفه أهم عنصر من عناصر الانتاج على مستوى الاقتصاد الوطني، وعلى مستوى القطاع أو النشاط ، فإن تهيئة البيانات والمعلومات الدقيقة عن هذا المتغير لأغراض البحث والتحليل تكون على درجة كبيرة من الأهمية. وفي الحالات التي تعجز فيها الأجهزة الإحصائية عن توفير البيانات والمعلومات عن رأس المال، يصبح من المفيد جداً البحث عن الوسائل والمنهجيات العلمية التي يمكن اعتمادها لإجراء التقديرات الدقيقة عن هذا المتغير بشكل يزيد من مصداقية هذه التقديرات، مع إمكانية استخدامها في التحليل الاقتصادي كتقديرات قريبة من الواقع.

وبالرغم من أن التوصل إلى منهجية علمية يمكن الوثوق بها لإجراء التقديرات المناسبة لرأس المال التراكمي يعدّ مسألة صعبة، فإن محاولة التوصل إلى مثل هذه المنهجية مسألة مهمة ومفيدة جداً. وفي اعتقادنا ان ايجاد منهجية علمية معتمدة للأساليب الكمية لإجراء التقديرات عن رأس المال التراكمي ستساعد العديد من الباحثين في تذليل بعض المشاكل التي يواجهونها نتيجة القصور في البيانات والمعلومات الدقيقة والشاملة عن رأس المال التراكمي.

أهمية البحث

تتجلى أهمية البحث في عدة جوانب. يتعلق الجانب الاول باشتقاق صيغة رياضية مبنية على اسس منطقية يمكن استخدامها في اجراء التقديرات عن مخزون رأس المال، سواء على مستوى الاقتصاد الوطني أو المستوى القطاعي؛ فمعظم النشرات الإحصائية تخلو من هذه البيانات، بالرغم من أهميتها الواضحة في التحليل الاقتصادي. والجانب الآخر الذي يعكس أهمية هذا البحث هو ان المنهجية المقترحة سوف تساعد الاجهزة الاحصائية على اعطاء تصورات وتقديرات مناسبة عن مخزون رأس المال للمستويات المختلفة دون تحمل التكاليف الباهظة التي تنجم عن اجراء المسوحات السنوية الشاملة .

وتبرز أهمية هذا البحث أيضاً من خلال مساعدة العديد من الباحثين وطلبة الدراسات العليا في حقول الاقتصاد والادارة والاجتماع، في معالجة المشاكل التي يواجهونها في بحوثهم وأطروحاتهم بسبب نقص البيانات عن مخزون رأس المال الذي يعدّ من المتغيرات المهمة والاساسية في تطبيقات النماذج الرياضية والقياسية.

الدراسات السابقة

على الرغم من أن مخزون رأس المال هو في الحقيقة تجميع مستمر لتكوين رأس المال الثابت على مدار الزمن، مع أخذ تأثير العوامل الأخرى والمشاكل المرتبطة بها بعين

الاعتبار، مثل موضوع الاندثار ومعامل استغلال الطاقات الانتاجية والتركيبة الهيكلية للاستثمارات ومعامل الضياع في الاستثمارات وغيرها... إلا أن العديد من الدراسات المعدة حول الموضوع تمثل محاولات لإجراء التقديرات عن رأس المال المتراكم (أي مخزون رأس المال)، معتمدة في معظمها بالأساس على تجميع قيم الانفاق الجاري الاستثماري للمدة الزمنية التي تتوفر عنها البيانات دون معرفة أو تحديد قيمة مخزون رأس المال عند نقطة البداية (أي بداية الفترة التي تتوفر عنها البيانات).

من بين الدراسات التي استخدمت الإنفاق الاستثماري أساساً لإجراء التقديرات عن مخزون رأس المال، دراسة أعدت من قبل مجموعة من الباحثين عام 2003 من جامعة البرازيل؛ فقد تم استخدام طريقة (PIM) "Perpetual Inventory Method" لتقدير مخزون رأس المال في البرازيل. وتقوم الطريقة على افتراض بسيط هو ان قيمة مخزون رأس المال يجب أن تكون مساوية لقيمة الاستثمارات المرتبطة بها، وهذا يعني ان جميع قيم الاستثمارات المنفقة ستصبح مخزوناً لرأس المال في المدة اللاحقة، مع احتساب الضياعات الحاصلة في الانفاق الاستثماري (كتسرب من مخزون رأس المال) خصوصاً بالنسبة لاستثمارات القطاع العام على سبيل المثال. ومن الواضح ان طريقة (PIM) لم تعالج مشكلة التقدير المناسب للقيمة الابتدائية لمخزون رأس المال للمدة التي تسبق توفر البيانات عن الانفاق الاستثماري، وهذا ما حاولنا معالجته في بحثنا.

كما اعتمدت الطريقة نفسها المشار إليها أعلاه في دراسة أخرى عن تقديرات رأس المال معدة من قبل دائرة الاحصاء المركزية (CBS) عام 1997، وتم استخدام مصفوفة الاستثمار التي شملت بيانات لسلسلة طويلة عن تكوين رأس المال الثابت (FCF)، مقومة بأسعار عام 1993. إن العلاقة الرياضية التي استخدمتها (CBS) في إجـراء التقـديرات هي:

$$S_t^i = PM_t^i + (1 - p_i)S_{t-1}^i$$

وتشير S_t^i إلى مخزون رأس المال من النوع (i) للسنة (t)، وPM_t^i تشير إلى تكوين رأس المال للنوع (i) في السنة (t-1) وp_i يعبر عن معدل الاندثار (i)، وقد استخدمت الدراسة معدلات مختلفة للاندثارات حسب نوع الاستثمار.

وبموجب هذه الطريقة تم إجراء التقديرات عن مخزون رأس المال في إندونيسيا للفترة 1979-1994 مستخدمين بيانات تكوين رأس المال الثابت المستخرجة من جداول المستخدم-المنتج.

ويتبين من استخدام هذه الطريقة أيضاً ان تقديرات مخزون رأس المال تبقى خاضعة لعدة انتقادات، يأتي في مقدمتها ماأشرنا اليه سابقاً وهو تجاهلها لقيمة رأس المال المتراكم عند بداية المدة الزمنية التي تتوفر عنها البيانات عن الانفاق الاستثماري ، اضافة الى ما واجهته التقديرات من بعض المشاكل المترتبة على استخدام مصفوفة الاستثمارات بسبب عدم توفر البيانات المتكاملة في جداول المستخدم-المنتج.

وفي دراسة عن تقديرات رأس المال في استراليا معدة من قبل (ABS) في مارس عام 1997 تم إجراء التقديرات السنوية وربع السنوية عن مخزون رأس المال واستهلاك رأس المال الثابت مستخدمة أيضاً طريقة (PIM)؛ إذ تنشر سنوياً تلك التقديرات عن اجمالي الخزين من رأس المال من خلال تجميع التدفقات السابقة للانفاق الاستثماري الثابت بعد استبعاد القيم التقديرية عن استنفاد رأس المال نتيجة التقادم. وبالنسبة لتقدير اهتلاك رأس المال فقد استخدمت الدراسة دالة خطية للاندثار، معتمدة على العمر الاقتصادي الافتراضي للموجودات وتوزيعها حسب الاستخدامات المختلفة. وفي هذه الدراسة استخدمت البيانات عن (GFCE) مقومة بالاسعار الجارية وكذلك بالاسعار الثابتة لعام 1990/1989 وبافتراض عمر انتاجي للاستثمارات بحدود (18) سنة، مع العلم بأن جزءاً غير قليل من الاستثمارات يتجاوز عمره الاقتصادي هذه المدة خصوصاً استثمارات البنى الارتكازية.

وتجدر الإشارة إلى أن دراسة (ABS) قد واجهت أيضاً مشكلة القيمة الابتدائية لمخزون رأس المال عند بداية المدة الزمنية التي توفرت فيها البيانات عن (GFCE). وبسبب عدم تمكنها من ايجاد تقديرات مناسبة عن هذا المتغير لفترات زمنية تسبق تلك المدة، فقد افترضت أن تكوين رأس المال الثابت الذي يتجاوز عمره الانتاجي (18) سنة لا يؤثر في تقديرات الدراسة لمخزون رأس المال. الا انه من الواضح ان مثل هذا الافتراض يؤثر دون شك في التقديرات، ويقلل من درجة الاعتمادية عليها.

2. منهجية البحث والافتراضات الأساسية

تعتمد دراسة المشكلة على استخدام الأسلوب الكمي للوصول إلى صيغة رياضية تمكن الباحثين من استخدامها في إجراء التقديرات المناسبة عن رأس المال التراكمي، يمكن اعتمادها والوثوق بنتائجها في مجالات بحوثهم.

وتعتمد المنهجية على الافتراضات التالية:

أولاً: ان إجمالي تكوين رأس المال الثابت الذي تتوفر عنه عادة البيانات لدى الاجهزة الإحصائية، سيمثل الحد المهم في الصيغة الرياضية التي نحاول التوصل اليها. وهذا يعني امكانية اعتماد البيانات على اجمالي تكوين رأس المال الثابت المتاح لأي مدة زمنية سواء كانت قصيرة أو متوسطة أو طويلة، ويمثل إجمالي تكوين رأس المال الثابت مقدار الاضافة السنوية لرأس المال التراكمي.

ثانياً: اعتماد نسب اهتلاك رأس المال للوصول الى صافي رأس المال التراكمي، أي اعتماد نسب معينة للاندثارات. وعادة تستخدم البيانات والمعلومات المتاحة عن الاندثارات أو اجراء التقديرات المناسبة لها.

ثالثاً: ان اختيار المدة الزمنية يعتمد على افتراض مهم هو أن تكون بداية المدة الزمنية ونهايتها معبرة قدر الإمكان عن أفضل مستوى استغلال للطاقات الانتاجية في الاقتصاد الوطني.

الصيغة الرياضية لتقدير رأس المال التراكمي

بداية لا بد من ان نشير الى مسألة مهمة جداً وهي أن رأس المال التراكمي (CS) هو حصيلة تراكم رأس مال مستمر في مدة زمنية طويلة بدايتها غير معلومة. كما ان مكونات رأس المال (أي عناصر تكوين رأس المال الثابت) هي الأخرى متباينة، من حيث المدد الزمنية التي تندثر خلالها، أي اختلاف العمر الإنتاجي لكل مكون من مكونات رأس المال. وهذا يضفي بعض الصعوبات على محاولة التوصل الى صيغة رياضية مناسبة لتقدير هذا المتغير المهم.

وقبل البدء ببناء النموذج، لابد من الاشارة الى ان اجمالي تكوين رأس المال الثابت (GFCF) يمثل مقدار الاضافة السنوية الى رأس المال المتراكم. وعليه؛ فإن إجمالي تكوين رأس المال الثابت يمثل مقدار الأصول الثابتة التي تتحقق خلال فترة زمنية معينة عادة ما تكون سنة؛ في حين ان (CS) يمثل حجم الأصول الثابتة المتراكمة في نقطة زمنية معينة، وعادة يحتسب رأس المال المتراكم في بداية كل سنة. وبذلك يكون (GFCF) محسوباً عادة في نهاية السنة، في حين ان (CS) يحتسب في بداية السنة. فعند الإشارة إلى الإحصاءات الخاصة برأس المال التراكمي خلال مدة زمنية معينة فان ذلك يعني مقدار رأس المال المتراكم كما هو في بداية كل سنة من تلك المدة الزمنية، وعندما يشار الى الاحصاءات الخاصة باجمالي تكوين رأس المال الثابت خلال مدة زمنية معينة، فإن ذلك يعني مقدار الاضافات السنوية الى رأس المال التراكمي، كما هو محسوب في نهاية كل سنة من تلك المدة الزمنية.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن البيانات الإحصائية عن العديد من المتغيرات الاقتصادية تكون متاحة فقط لمدد زمنية محددة، أي ان بداية تكوين البيانات الاحصائية بشكل دقيق وشامل لم يتم الا قبل عدة عقود من الزمن؛ فبعض البيانات بدأ العمل على تهيئتها بشكل شامل منذ بداية القرن العشرين، وبعضها منذ منتصف القرن نفسه.

وبقدر تعلق الأمر بالبيانات الخاصة بـ (GFCF) فإن معظم الدول لاتتوفر لديها مثل هذه البيانات للمدة ما قبل عقد الستينات أو الخمسينات من القرن الماضي. كما ان العديد من الدول لا توفر البيانات الخاصة بـ (CS) بشكل شامل لأسباب عديدة منها ما يتعلق بجانب الكلفة التي تترتب على إجراء المسوحات الشاملة، ومنها ما يتعلق بجوانب فنية واحصائية. ولذلك، يلاحظ أن المجموعات الإحصائية في كثير من الدول تخلو من البيانات والمعلومات عن رأس المال التراكمي.

ولغرض التوصل إلى صيغة نموذج يساعد في اجراء تقديرات مناسبة عن (CS) تكون قريبة من الواقع يمكن الاعتماد عليها في اجراء الدراسات والبحوث التي تتطلب استخدام بيانات عن هذا المتغير،لا بد بداية من توضيح عدد من الامور الأساسية، وهي كما يلي:

1- بداية المدة الزمنية لتكوين رأس المال غير معلومة، وتمثل سنة افتراضية. وهذا افتراض منطقي مهما يكن قدم هذه السنة؛ إذ يمكن تصور وجود نقطة زمنية معينة تمثل البداية لتكوين رأس المال.

2- يتعلق الأمر الثاني بموضوع اهتلاك رأس المال؛ إذ يفترض أن (CS) يمثل عاملاً أساسياً ومهماً من عوامل الانتاج الذي يستخدم في العملية الانتاجية لانتاج السلع والخدمات. وبذلك؛ فإن (CS) يفقد جزءاً من كفاءته أو قيمته بمرور الزمن، نتيجة العملية الانتاجية. وعادة يعبر عن اهتلاك رأس المال بصيغة نسبة مئوية من رأس المال.

3- ان (GFCF) يشتمل ضمنياً على جزأين؛ الجزء الأول يمثل تعويض اهتلاك رأس المال المتراكم ، والجزء الثاني يمثل الاضافة الصافية الى (CS). وهذا يعني ان رأس المال التراكمي يزداد بمرور الزمن، اذا كان (GFCF) (أو بعبارة اخرى حجم الاستثمارات) أكبر من مقدار اهتلاك (CS) والعكس صحيح أيضاً.

في ضوء هذه الافتراضات، يمكن التوصل الى صيغة النموذج كما يلي:

ما دامت البيانات الاحصائية عن (GFCF) متوفرة فقط

لمدة زمنية محددة، فإنه من المناسب تقسيم المدة الزمنية التي حدث فيها تراكم رأس المال إلى مدتين زمنيتين. تمثل المدة الأولى بداية تراكم رأس المال، لغاية السنة التي تسبق السنة التي بدئ خلالها بتوفير البيانات عن (GFCF)، أي الفترة التي تمثل السنوات (1, 2 , ……., t-1). أما المدة الثانية فهي التي تتوفر فيها البيانات عن اجمالي تكوين رأس المال الثابت وتمثل السنة الأولى التي توفرت فيها تلك البيانات لغاية السنة الحالية، أي (t, t+1, t+2, …,T)؛ إذ T تعبر عن السنة الحالية (أو السنة الأخيرة التي تتوفر فيها البيانات).

إذا رمزنا إلى إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالرمز (I) ولرأس المال التراكمي بالرمز (K) ونسبة اهتلاك رأس المال بالرمز (d)؛ فإن رأس المال التراكمي (K) في السنة (T) هو عبارة عن مجموع اجمالي تكوين رأس المال الثابت المتحقق منذ بداية الفترة الزمنية ولغاية السنة (T-1) مخصوماً منه اهتلاك رأس المال. وعلى هذا الأساس يلاحظ ما يلي:

خلال السنة الاولى (t=1) فان رأس المال التراكمي يساوي صفراً، أي $K_1 = 0$ ، أما تكوين رأس المال الثابت فيساوي $I_1(1-d)$.

وخلال السنة الثانية (t=2) فإن رأس المال المتراكم يساوي $I_1(1-d)$ ، أي ان $K_2 = I_1(1-d)$ ؛ إذ ان رأس المال المتراكم يحسب عادة في بداية كل سنة، كما سبق الاشارة الى ذلك. أما تكوين رأس المال الثابت خلال السنة (t=2) فيساوي $I_2 = (1-d)$.

وفي السنة (t=3) فإن رأس المال المتراكم سوف يساوي مجموع تكوين رأس المال الثابت للسنتين (t=1) و (t=2) بعد خصم الاهتلاك، أي ان:

$$K_3 = I_1(1-d)^2 + I_2(1-d)$$

وهكذا يمكن التعبير عن رأس المال التراكمي لأي سنة من السنوات. وعليه؛ فإن رأس المال التراكمي للسنة (T) يساوي

$$K_T = \sum_{i=1}^{T-1} I_i(1-d)^{T-(i+1)} \qquad \text{.....(1)}$$

ومن الواضح أن العلاقة (1) لا تسمح بتقدير رأس المال المتراكم في السنة T، لأن جزءا من المدة الزمنية لا تتوفر عنه بيانات عن اجمالي تكوين رأس المال الثابت، وهي المدة المتمثلة بالسنوات (1,2,……,t-1).

ولغرض معالجة هذه المشكلة، يمكن إعادة صياغة العلاقة (1) لتشمل مقطعين حسب تقسيم الفترة الزمنية الكلية الى فترتين بحيث يصبح رأس المال التراكمي عبارة عن مجموع ما تم تراكمه من تكوين رأس المال الثابت خلال الفترة الأولى (1,2,……..,t-1) مضافاً إليه مجموع ما تم تراكمه من تكوين رأس المال الثابت خلال الفترة الثانية (t,t+1,t+2,……,T). وعليه تصبح العلاقة (1) كالتالي:

$$K_T = \sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{T-(i+1)} + \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \qquad \text{.....(2)}$$

كما يمكن التعبير عن رأس المال التراكمي في السنة t، وهي السنة الأولى التي بدأ فيها توفير البيانات عن اجمالي تكوين رأس المال الثابت ، بالصيغة التالية:

$$K_t = \sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{t-(i+1)} \qquad \text{.....(3)}$$

واستناداً إلى أن رأس المال التراكمي يمثل عاملاً أساسياً في العملية الإنتاجية، وهو عامل من عوامل الإنتاج، فإن معامل رأس المال للناتج يعتبر من المؤشرات المهمة في التحليل الاقتصادي الذي يعكس مقدار رأس المال المطلوب لانتاج وحدة واحدة من الناتج. فإذا رمزنا لمعامل رأس المال للناتج بالرمز (c) فإن هذا المعامل يساوي

$$c = \frac{K}{Y} \qquad \text{.....(4)}$$

إذ إن Y تمثل الناتج الوطني.

وبذلك يمكن تحديد معاملات رأس المال للناتج للسنتين t وT كما يلي:

$$c_t = \frac{K_t}{Y_t} \qquad , \qquad c_T = \frac{K_T}{Y_T}$$

وإذا افترضنا أن معامل رأس المال للناتج خلال السنتين (T,t) ثابت (خصوصاً في الأمد القصير)، فيمكن بذلك التوصل الى الصيغة التالية بالاعتماد على العلاقتين (2) و(3):

$$\frac{\sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{T-(i+1)} + \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)}}{Y_T} = \frac{\sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{t-(i+1)}}{Y_t} \qquad \text{.....(5)}$$

ولأن الحد $\sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{T-(i+1)}$ هو في الحقيقة يساوي $K_t(1-d)^{T-t}$، والحد $\sum_{i=1}^{t-1} I_i(1-d)^{t-(i+1)}$ يساوي K_t لذا فانه يمكن إعادة ترتيب العلاقة (5) لتصبح بالصيغة التالية:

$$\frac{K_t}{Y_t} - \frac{K_t(1-d)^{T-t}}{Y_T} = \frac{\sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)}}{Y_T} \quad \text{.....(6)}$$

ومن العلاقة (6) وتبسيطها يمكن الحصول على رأس المال التراكمي K_t بالشكل التالي:

$$K_t = \frac{Y_t}{Y_T - (1-d)^{T-t} Y_t} \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \quad \text{.....(7)}$$

كذلك يمكن التوصل الى رأس المال التراكمي في السنة T، (أي K_T) كالآتي:
مما سبق لاحظنا أن:

$$\frac{K_T}{Y_T} = \frac{K_t}{Y_t}$$

أي ان:

$$K_T = \frac{Y_T}{Y_t}.K_t \quad \text{..... ....(8)}$$

وبتعويض K_t من العلاقة (7) نحصل على

$$K_T = \frac{Y_T}{Y_t} \frac{Y_t}{Y_T - (1-d)^{T-t} Y_t} \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \quad \text{.....(9)}$$

وبالاختصار، تصبح العلاقة:

$$K_T = \frac{Y_T}{Y_T - (1-d)^{T-t} Y_t} \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \quad \text{.....(10)}$$

وإستناداً إلى كل ما سبق، يمكن إجراء التقديرات عن رأس المال التراكمي، واستخراج سلسلة زمنية لهذه التقديرات اعتماداً على كل من العلاقتين (7) و(10). فكلتا العلاقتين تقودنا إلى نتائج متوافقة. ولغرض استخراج مثل هذه التقديرات للفترة (T-t)، أو لأي مدة زمنية تتوفر عنها البيانات الإحصائية عن إجمالي تكوين رأس المال الثابت، تستخدم العلاقة التالية:

$$K(t) = \frac{1}{(1-d)}(K(t+1)) - I(t) \quad \text{.....(11)}$$

أو

$$K(t+1) = K(t)(1-d) + I(t) \quad \text{.....(12)}$$

إن تقدير رأس المال التراكمي باستخدام أي من العلاقتين (7) و(10) قد بني على افتراض مساواة معاملات رأس المال للناتج للفترة (T-t) على أساس ان مثل هذا الافتراض صحيح خصوصاً في المدى القصير أو المتوسط كما سبقت الإشارة إلى ذلك. ولكن في حالة ان هذه المعاملات تتغير عبر الزمن وخلال المدى الطويل (وعلى اعتبار ان $c_T = \gamma c_t$؛ إذ إن γ تعبر عن معامل التغير في معامل رأس المال للناتج) فإن العلاقة (7) المشار إليها أعلاه تتخذ الصيغة التالية:

$$K_t = \frac{Y_t}{\gamma Y_T - (1-d)^{T-t} Y_t} \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \quad \text{.....(13)}$$

وكذلك تصبح العلاقة (10) وفق المنطوق السابق، عند أخذ التغير في معاملات رأس المال للناتج بعين الاعتبار، بالصيغة التالية:

$$K_T = \frac{Y_T}{Y_T - \frac{1}{\gamma}(1-d)^{T-t} Y_t} \sum_{j=t}^{T-1} I_j(1-d)^{T-(j+1)} \quad \text{.....(14)}$$

ومن الواضح انه في الأمد القصير أو المتوسط يمكن افتراض ان $(\gamma = 1)$، وبذلك تصبح كل من العلاقتين (13) و(14) مساوية للعلاقتين (7) و(10) على التوالي*.

تطبيق النموذج

لغرض تطبيق النموذج، سوف نختار المملكة الأردنية الهاشمية كحالة دراسية لتقدير رأس المال التراكمي (CS) في الاقتصاد الأردني. كما سنحاول استخدام البيانات المتاحة عن بعض الدول العربية لاجراء تقديرات مماثلة عن (CS). وفي

* مما لاشك فيه أن تقدير (γ) يتطلب عادة إجراء دراسة مفصلة عن التغيرات التي تحدث في معاملات رأس المال للناتج، والعوامل المؤثرة في هذه التغيرات، وفي مقدمتها تأثيرات التطورات التكنولوجية ومستوى التطور الاقتصادي...الخ. وعليه؛ ولسهولة إجراء حسابات التقدير عن رأس المال التراكمي، نفترض أن $(\gamma = 1)$. وبذلك تصبح العلاقتان (7) و(10) مناسبتين لإجراء التقديرات عن رأس المال التراكمي.

هذا الخصوص لابد من توضيح الأمور التالية:

أولاً- في البداية سيتم تطبيق النموذج على الاقتصاد الأردني باستخدام البيانات المتاحة عن إجمالي تكوين رأس المال الثابت (GFCF)، والبيانات عن إجمالي الناتج المحلي (GDP) للفترة (1985-2003) محسوبة بالدينار الأردني.

ثانياً- لغرض اختبار مدى تأثير الفترة الزمنية (T-t) على نتائج التقدير فسوف نجري التقديرات عن الاقتصاد الأردني ببدائل تعتمد على فترات زمنية متباينة .

ثالثاً- اعتبار قيمة المعامل (γ) مساوية للواحد وذلك لتسهيل إجراء التقديرات باعتماد فترات زمنية قصيرة نسبياً.

رابعاً- اعتماد الفترة (1990-1997) لاجراء التقديرات عن (CS) لبعض الدول العربية من ضمنها الأردن وفق البيانات المتاحة عنها والمحسوبة بعملة الدولار.

خامساً- استخدمت البيانات المتاحة عن (GFCF) والبيانات عن (CS) للدول العربية التالية:

المملكة الأردنية الهاشمية - مصر - سوريا - المملكة العربية السعودية - البحرين.

لقد تم إدراج البيانات التي استخدمت في النموذج بملحق البيانات الذي اشتمل على الجداول التالية:

الجدول رقم (I): إجمالي تكوين رأس المال الثابت والناتج المحلي الإجمالي في الأردن للفترة (1985-2003) محسوباً بالأسعار الجارية ومقوماً بالدينار الأردني.

الجدول رقم (II): إجمالي تكوين رأس المال الثابت لبعض الدول العربية للفترة (1990-1997) محسوباً بالأسعار الجارية ومقوماً بعملة الدولار.

الجدول رقم (III): الناتج المحلي الإجمالي لبعض الدول العربية للفترة (1990-1997) محسوباً بالأسعار الجارية ومقوماً بعملة الدولار.

3. نتائج التطبيق

1- لقد تم أولاً تطبيق النموذج باستخدام البيانات عن الأردن فقط ولفترات زمنية متباينة وأدرجت النتائج في الجدول رقم (1) محسوبة بالدينار. وتشير النتائج في هذا الجدول إلى ما يلي:

أ- ان تقديرات رأس المال التراكمي باستخدام الفترات الزمنية القصيرة نسبياً جاءت متجانسة ومتقاربة جداً بالمقارنة مع التقديرات التي استخدمت فيها فترة زمنية طويلة. وهذا يؤيد ما أشرنا اليه في متن البحث، من أن النموذج يعد مناسباً جداً لإجراء التقديرات عن (CS) لبيانات متاحة لفترات زمنية قصيرة. وبذلك سنعتمد نتائج التقديرات التي احتسبت استناداً إلى الفترة الزمنية (1990-1997)، وهي الحالة الرابعة المشار إليها في الجدول رقم (1).

ب- بناء على ما تقدم، يقدر رأس المال التراكمي في الأردن في عام 1985 بحوالي (7483) مليون دينار، ويرتفع إلى حوالي (19259) مليون دينار عام 2003.

ج- يقدر معدل النمو السنوي المركب لرأس المال المتراكم في الأردن بحدود (5.4%) وهو معدل مناسب لتنشيط الاقتصاد الوطني.

د- تشير النتائج أيضا إلى ان معامل رأس المال للناتج يبلغ حوالي (3.25).

2- تم تطبيق النموذج على بعض الدول العربية، مستخدمين البيانات المتاحة للفترة (1990-1997) مقيمة بالدولار، وكما هي موضحة في ملحق البيانات في الجدولين (II) و(III)، وقد أدرجت النتائج الخاصة بتقديرات رأس المال المتراكم في الجدول رقم (2) وكذلك أدرجت نتائج حساب معاملات رأس المال للناتج في الجدول رقم (3).

وفي ضوء هذه النتائج يمكن استخلاص ما يلي:

أ-كان معدل نمو رأس المال المتراكم في سوريا المتحقق خلال الفترة (1990-1997) مرتفعاً جداً مقارنة مع ما هو متحقق في بقية الدول العربية التي شُملت بالبحث؛ إذ بلغ معدل النمو المركب حوالي (14.2%) سنوياً مقارنة بمعدل نمو (8.2%) في الأردن، و(6.7%) في مصر، و(4.9%) في كل من السعودية والبحرين.

ب- تتباين معاملات رأس المال للناتج بين الدول المذكورة أعلاه؛ فقد بلغت قيمة هذا المعامل حوالي (1.60) في سوريا وحوالي (1.86) في مصر؛ في حين بلغ المعامل في كل من الأردن والسعودية والبحرين حوالي (2.83) و(2.32) و(3.55) على التوالي.

4. التوصيـات

1- اعتماد النموذج المقترح في هذا البحث لإجراء التقديرات المناسبة عن رأس المال التراكمي في الحالات التي لا توفر فيها الأجهزة الإحصائية مثل هذه البيانات، خصوصاً أن رأس المال المتراكم يعدّ من المتغيرات المهمة جداً ويستخدم في كثير من مجالات التحليل الاقتصادي سواء من قبل المؤسسات البحثية او الأكاديمية.

2- تطوير النموذج المقترح في هذا البحث من خلال إجراء دراسة تستهدف الوصول الى منهجية يمكن اعتمادها في حساب قيمة المعلمة (γ) التي تم تضمينها في صيغة النموذج. إن مثل هذا التطوير يمكن ان يعطي مرونة اعلى في تطبيق النموذج عند استخدام فترات زمنية طويلة (أي عندما تكون الفترة (T-t) طويلة).

3- ضرورة أخذ عدة بدائل بعين الاعتبار -عند تطبيق النموذج- بخصوص معامل اهتلاك رأس المال (أي نسبة الاندثار)؛ ففي حالة عدم توفر البيانات والمعلومات الإحصائية عن الاندثارات، فإن الأمر يتطلب إجراء تقديرات دقيقة عن هذا المعامل واعتماد البديل المناسب.

الجـدول رقم (1)

نتائج تقديرات رأس المال التراكمي (CS) في الأردن

السنة	رأس المال التراكمي (مليون دينار)			
	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة
1985	5914.64	7055.74	7629.02	7482.88
1986	6164.00	7270.17	7826.25	7684.49
1987	6398.08	7471.07	8010.46	7872.96
1988	6674.54	7715.33	8238.54	8105.17
1989	6982.50	7992.07	8499.59	8370.21
1990	7320.42	8299.71	8792.00	8666.51
1991	7794.81	8744.72	9222.24	9100.51
1992	8238.97	9160.38	9623.57	9505.50
1993	9041.00	9934.77	10384.06	10269.53
1994	10073.27	10940.22	11376.04	11264.95
1995	11162.07	12003.02	12425.76	12318.00
1996	12222.21	13037.93	13447.99	13343.46
1997	13354.84	14146.09	14543.85	14442.46
1998	14276.00	15043.51	15429.33	15330.98
1999	15071.72	15816.20	16190.45	16095.05
2000	15864.87	16587.01	16950.04	16857.50
2001	16716.22	17416.70	17768.84	17679.07
2002	17532.73	18212.20	18553.77	18466.70
2003	18353.45	19012.54	19343.86	19259.40

الجـدول رقم (2)

تقديرات رأس المال التراكمي (CS) في بعض الدول العربية

السنة	رأس المال التراكمي (مليون دولار)				
	الاردن	مصر	سوريا	السعودية	البحرين
1990	11370.29	89449.04	-	242732.24	14241.19
1991	12073.18	100015.57	11759.68	255424.27	14821.96
1992	12714.99	105373.10	12723.89	270861.54	15553.30
1993	13851.54	110806.91	14368.17	287828.70	16408.70
1994	15287.99	116675.70	16466.13	305481.84	17365.44
1995	16813.35	123673.43	19540.14	318305.38	18412.48
1996	18276.95	131634.22	22596.94	328436.22	19289.10
1997	19767.64	140553.20	26049.03	338973.13	19901.43

الجـدول رقم (3)

تقديرات معاملات رأس المال للناتج

السنة	معاملات رأس المال للناتج				
	الاردن	مصر	سوريا	السعودية	البحرين
1990	2.834	1.862	-	2.319	3.553
1991	2.854	2.997	1.604	2.164	3.437
1992	2.484	2.529	1.455	2.198	3.502
1993	2.527	2.375	1.476	2.429	3.521
1994	2.524	2.261	1.383	2.543	3.573
1995	2.614	2.045	1.454	2.540	3.645
1996	2.751	1.954	1.308	2.405	3.599
1997	2.834	1.862	1.604	2.319	3.553

ملحق البيانات الاحصائية

الجـدول رقم (I)

إجمالي تكوين رأس المال الثابت (GFCF) وإجمالي الناتج المحلي (GDP)

في الأردن للفترة 1985-2002 بالأسعار الجارية (مليون دينار)

السنة	GFCF	GDP
1985	42608	1969.8
1986	419.0	2114.6
1987	468.4	2162.7
1988	508.2	2218.4
1989	547.4	2329.9
1990	694.0	2668.3
1991	678.0	2855.1
1992	1049.2	3493.0
1993	1303.5	3801.7
1994	1391.0	4218.0
1995	1554.3	4619.3
1996	1499.3	4761.3
1997	1321.8	4451.3
1998	1224.0	4720.2
1999	1245.3	4854.1
2000	1327.3	5144.2
2001	1318.0	5445.2
2002	1346.7	5754.2

المصدر: (1) دائرة الإحصاءات العامة، "النشرة الإحصائية السنوية 1987 و1997"، المملكة الأردنية الهاشمية.

(2) البنك المركزي الأردني، "التقارير السنوية لعامي" 2000 و2003، دائرة الأبحاث.

الجـدول رقم (II)

إجمالي تكوين رأس المال الثابت (GFCF)

(مليون دولار)

السنة	الأردن	مصر	سوريا	السعودية	البحرين
1990	1044	13250	-	19974	1008
1991	1004	8358	1317	23100	1176
1992	1518	8595	2026	25093	1322
1993	1852	9193	2529	26288	1449
1994	1984	10498	3568	21988	1568
1995	1968	11671	3643	19680	1429
1996	2039	12868	4130	20390	1191
1997	1869	15171	3647	-	-

المصدر: كما بالنسبة للجدول (I).

الجـدول رقم (III)

الناتج المحلي الإجمالي (مليون دولار)

السنة	الاردن	مصر	سوريا	السعودية	البحرين
1990	4012	48050	-	104671	4008
1991	4230	33373	7331	118034	4313
1992	5119	41659	8744	123204	4441
1993	5481	46649	9735	118516	4660
1994	6058	51607	11908	120126	4860
1995	6433	60475	13435	125334	5052
1996	6644	67381	17278	136536	5359
1997	6975	75502	16239	146172	5601

المصدر: جامعة الدول العربية، الأمانة العامة، المجموعة الإحصائية لدول الوطن العربي، العدد الثامن، 1998.

المراجع

البنك المركزي الأردني، 2000، 2002، التقرير السنوي، دائرة الأبحاث.

البنك المركزي الأردني، 2000، 2002، 2004، النشرات الإحصائية الشهرية، دائرة الأبحاث ، مج 37، ع 1، 2000، ومج38، ع 2، 2002، ومج40، ع 10، 2004.

بوادقجي، عبد الرحيم، 1989، الحسابات الاقتصادية القومية، جامعة دمشق، سوريا.

جامعة الدول العربية، 1998، الأمانة العامة، المجموعة الإحصائية لدول الوطن العربي، الإدارة العامة للشؤون الاقتصادية، إدارة الإحصاء، العدد الثامن.

دائرة الإحصاءات العامة، 1987، النشرة الإحصائية السنوية، ع38، المملكة الأردنية الهاشمية.

دائرة الإحصاءات العامة، 1997، النشرة الإحصائية السنوية، 48، المملكة الأردنية الهاشمية.

ABS. 1997. Australia's Methodology for Compiling Estimate of Capital Stock and Consumption of Fixed Capital.

Gomes, Victor, N. S. Mirta, Roberto Bugarin, and Ellery de Goes Jr. 2003. *Long-Run Implication of the Brazilian Capital Stock and Income Estimates*, Text No. 278, University of Brasilia.

Reinsdorf, Marshall and Cover, Mariam. 2005. *Measurement of Capital Stock, Consumption of Fixed Capital and Capital Services*, Dominican Republic.

Shigeru, Ishiwata. 2005. Problems in Estimating Capital Stock: Consistent Conditions for Stock and Flow, *Japanese Newsletter*, No. 5.

Mathematical Approach to Estimate Capital Stock

*Khalid H. Awni**

ABSTRACT

Capital Stock (CS) is considered one of the most important variables used in many economic and social studies, particularly those applying the quantitative approach in their analysis as the case with production functions and other various econometric models' applications. In practice, the data about CS are almost not available; whereas the data about Gross Fixed Capital Formation (GFCF) are usually available.

The availability of accurate data about CS needs comprehensive periodical surveys which need lots of human efforts and are costy too. Therefore, many researchers face problems of data unavailability about CS in the statistical bulletins, and such shortage in the data creates serious difficulties in their analytical research works.

Because of the importance of CS in the analysis and the unavailability of such data, our study is an attempt to find a suitable mathematical formula reliable for CS estimations by using (GFCF) data. So, the aim of the study is to find out a relevant formula which can be used to generate time series estimations for CS whether at national level or sector level.

The above mentioned mathematical formula is applied on Jordan's economy (at the national level) as well as on some Arab countries. The application results are given in the end of the study.

* Faculty of Financial and Administrative Sciences, Petra University. Received on 29/3/2005 and Accepted for Publication on 5/4/2006.