نموذج لإعداد الموازنة الرأسمالية
باستخدام البرمجة الديناميكية

دكتورة زينات محمد محرم

ملخص

نظراً لما تنطوى عليه قرارات الإنفاق الاستثمارى من العديد من المتغيرات التى تنعكس على أداء وقيمة الوحدة الاقتصادية لفترة طويلة فى المستقبل، فإن الأمر يتطلب ضرورة رفع كفاءة عملية اتخاذ تلك القرارات. ويقدم هذا البحث نموذجاً رياضياً يمكن أن يساهم فى رفع كفاءة قرارات الإنفاق الاستثمارى من خلال إعداد الموازنة الرأسمالية باستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية. ويرجع اقتراح استخدام هذا الأسلوب إلى الطبيعة الخاصة لمشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية والتى تتفق مع متطلبات تطبيقه. حيث يمكن تقسيم المشكلة الأصلية للوحدة الاقتصادية إلى مجموعة من المشاكل المصغرة، والتى يعبر كل منها عن أحد أقسام الوحدة الاقتصادية وتتمثل مشكلة كل قسم فى اختيار البديل الذى يحقق أعلى عائد فى ظل الأموال الموزعة. وهذه المشاكل المصغرة ليست مستقلة حيث تتنافس على الموارد المخصصة للإنفاق الاستثمارى للوحدة الاقتصادية ككل. ويتم حل المشكلة الأصلية (الموازنة الرأسمالية للوحدة الاقتصادية) عن طريق حل مجموعة المشاكل المصغرة. ولقد تم تطوير نموذج إعداد الموازنة الرأسمالية فى هذا البحث على عدة مراحل. وتضمنت المرحلة الأولى النموذج فى صورته البسيطة والتى اقتصرت على متغير واحد وهو قيمة الأموال المخصصة للإنفاق الاستثمارى خلال فترة واحدة. وكان الهدف من عرض النموذج بصورته البسيطة هو إبراز كفاءته قياساً بالمداخل التقليدية والنماذج الرياضية الأخرى التى تضمنتها الدراسات المحاسبية. ولتقريب النموذج من الواقع العملى، فقد تم تطويره فى مرحلة ثانية بحيث يتضمن أكثر من متغير واحد للحالة (الأموال المخصصة للإنفاق الاستثمارى، وطاقة الأنشطة المساعدة على سبيل المثال). ثم امتد تطوير النموذج فى المرحلة الثالثة ليتضمن عنصر المخاطرة. ويبين هذا البحث أن استخدام مثل هذا النموذج الرياضى يمكن أن يؤدى إلى زيادة كفاءة إعداد الموازنة الرأسمالية وترشيد قرارات الإنفاق الاستثمارى خصوصاً فى الوحدات الاقتصادية التى تعتمد على كثافة فى تجهيزاتها الرأسمالية.

(*) أستاذ مساعد بقسم المحاسبة، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية.

مقدمـــــة:

ترتبط قرارات الإنفاق الاستثمارى عادة بخطة طويلة المدى لأنشطة الوحدة الاقتصادية. وترجع أهمية قرارات الإنفاق الاستثمارى إلى ما تتطلبه من تخصيص جانب كبير من رأس المال، وما يترتب على هذا التخصيص من ضرورة الالتزام بخطة متكاملة لعناصر الانتاج المختلفة. أضف إلى ذلك أن قرارات الإنفاق الاستثمارى لا يمكن التراجع عنها دون حدوث خسائر كبيرة، وذلك إذا تم الإنفاق فعلا أو تم الإتفاق عليه. من ناحية أخرى فإن الإنفاق الاستثمارى يؤثر عادة على ربحية الوحدة الاقتصادية فى المستقبل. وفى الحقيقة فإن تشكيلة الاستثمارات التى تقتنيها الوحدة الاقتصادية وما تنطوى عليه هذه الاستثمارات من مخاطر نسبية تلعبان دوراً هاماً فى تحديد القيمة الاقتصادية للوحدة الاقتصادية. لذلك نجد أن الإدارة تحاول دائماً الحفاظ على عائد مناسب على الاستثمارات بما يمكن من الحفاظ على ربحية الوحدة الاقتصادية فى المستقبل، وفى نفس الوقت حتى يمكن تحقيق سياسة الوحدة بالنسبة للمخاطر التى تتضمنها تشكيلة الاستثمارات الحالية.

ويهدف هذا البحث إلى توضيح كيفية استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية فى اتخاذ قرارات الإنفاق الاستثمارى نظراً لما تتسم به مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية من خصائص تتناسب مع طبيعة هذا الأسلوب مما يدل على امكانية استخدامه فى حل تلك المشكلة بكفاءة.

وينقسم ما تبقى من هذا البحث إلى ستة أقسام. يتضمن القسم الأول تحليلا للمراحل التى تمر بها عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية،م ويتضمن القسم الثانى عرضاً وتقييماً لنماذج القرارات المقترحة والمستخدمة فى الأدب المحاسبى. ويتضمن القسم الثالث خصائص مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية كمشكلة برمجة ديناميكية. ويشتمل القسم الرابع على صياغة واجراءات حل مشكلة الموازنة الرأسمالية

كنموذج برمجة ديناميكية فى صورة مبسطة. ويتم تطوير النموذج فى القسم الخامس بحيث يتم الأخذ فى الاعتبار ظروف تعدد متغيرات الحالة وظروف المخاطرة وعدم التأكد ويتضمن القسم السادس خلاصة البحث.

عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية:

تبدأ عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية عادة بإعداد خطة طويلة الأجل للطاقة الانتاجية للوحدة الاقتصادية، وذلك خلال فترة زمنية مستقبلة، وبناءً على هذه الخطة تقوم الإدارة بتحديد الاستراتيجيات البديلة للحصول على الطاقة الانتاجية المرغوبة. وتقدير التكلفة والمنفعة المترتبتان على كل استراتيجية. وتحديد نموذج القرار الذى ينبغى استخدامه فى الاختيار بين البدائل. وتقييم نموذج القرار لكل بديل واختيار الاستراتيجية الأفضل.

تحديد الاستراتيجيةالبديلة:

تقوم الإدارة ـ بمجرد تحديد حاجتها من الطاقة الانتاجية بتحديد الطرق البديلة للوصول إلى هذه الطاقة. ويمكن حصول الإدارة على حاجتها من الطاقة الانتاجية أما عن طريق شراء مبنى أو آلة جديدة، أو شراء المبنى أو الآلة مستعملة، أو تأجير الآلات والمعدات، أو التعاقد مع الغير للانتاج باسم الوحدة الاقتصادية، أو أى تشكيلة من هذه البدائل.

ويجب ألا يتم أى إنفاق استثمارى إلا بعد تحليل دقيق للاحتياجات من الطاقة الانتاجية وفحص جميع البدائل المتاحة للحصول على هذه الطاقة. كما يجب أن يكون هناك سبب قوى يستدعى القيام بهذا الإنفاق الاستثمارى، مثل الرغبة فى التوسع فى أحد الخطوط الانتاجية بما يمكن من تقديم خدمة متكاملة للعملاء، أو كما فى حالة انتاج منتج جديد أو تقديم خدمة جديدة. ومن المعروف أنه فى المدى الطويل يجب أن تحقق الوحدة الاقتصادية مستوى معتدل من الربح حتى يمكنها الاستمرار فى نشاطها.

تقدير التكلفة والمنفعة لكل بديل:

يعتبر تقدير التكلفة والمنفعة للاستراتيجيات البديلة من الجوانب الضرورية والصعبة فى عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية ذلك أن المنافع تتحقق عادة على مدى فترة طويلة من الزمن، وعليه يجب أن نأخذ فى الاعتبار عدم التأكد الذى يصاحب هذه المنافع. كما يجب أن تؤخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود. ويؤدى ضرورة أخذ هذين العاملين فى الاعتبار عند اتخاذ القرارات الاستثمارية إلى جعل عملية اتخاذ القرار أكثر تعقيداً.

اختبار نموذج القرار:

نماذج القرارات هى أنظمة للاختيار بين فرص استثمارية بديلة باستخدام معيار محدد مقدماً. ويعد اختيار نموذج القرار الذى يعتمد عليه فى اتخاذ قرارات الإنفاق الاستثمارى من الأمور الهامة التى يتعين توخى الدقة فيها. فيتعين اختيار النموذج الذى يتميز باعتماده على أسس نظرية سليمة والذى يمكنه الأخذ فى الاعتبار عنصر المخاطرة، مع إمكان تطبيق النموذج دون تعقيدات عملية [Klammer, et al., (1991, p. 113)].

نماذج القرارات المستخدمة والمقترحة فى الأدب المحاسبى:

هناك العديد من النماذج الكمية المستخدمة فى الحياة العملية والمقترحة فى الفكر المحاسبى، والتى يمكن الاعتماد عليها فى قبول أو رفض ما يقترح من إنفاق استثمارى. ويمكن تصنيف تلك النماذج فى مجموعتين رئيسيتين: نماذج بسيطة Naive Models، وأساليب متقدمة Sophisticated Techniques. وتتأثر هاتان المجموعتان بقياس القيم المستخدمة فى نماذج القرارات. ونظراً لأن التكلفة الملائمة لأى قرار هى التكلفة التى تتغير نتيجة لهذا القرار، فإنه بالنسبة لقرارات الإنفاق الاستثمارى ـ تعتبر القيمة سواء كانت تدفقا نقديا داخلا للوحدة الاقتصادية أو خارجاً منها ـ والتى تتغير نتيجة لاتخاذ قرار استثمارى هى القيمة

تحليل واتخاذ القرار المعين. ولقد جرى العرف على قياس التدفقات النقدية الإضافية Incremental Cash Flows المترتبة على القرارات الاستثمارية كخطوة أولى لاتخاذ قرار استثمارى معين.

ولا تهتم النماذج البسيطة بتوقيت حدوث التدفقات النقدية ولا تأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود، بجانب تجاهلها التام لعنصر الخطر. ومن تلك النماذج البسيطة المستخدمة فى الحياة العملية معدل العائد المحاسبى، ونموذج فترة الاسترداد.

وتختلف الأساليب المتقدمة عن النماذج البسيطة فى أنها تقوم على خصم التدفقات النقدية الصافية المترتبة على الاستثمار المعين بمعدل خصم يأخذ فى الاعتبار درجة الخطر المرتبطة بالمشروع. ولذلك فإن هذه الأساليب تأخذ فى الاعتبار الخطر، التدفقات النقدية، والقيمة الزمنية للنقود. ومن تلك الأساليب القيمة الحالية، ومعدل العائد الداخلى، ومؤشرات الربحية. ويرى Haka et al. (1985) أنه بالرغم من أن معظم الكتاب فى الأدب المحاسبى يفضلون استخدام النماذج المتقدمة عن النماذج البسيطة إلا أن هذه النماذج المتقدمة تحتاج إلى تطوير يمتد لأبعد من مجرد التطبيق المباشر للقيمة الحالية الصافية ومعدل العائد الداخلى.

ويبين الأدب المحاسبى اتجاهاً متزايداً نحو الاعتماد على النماذج المتقدمة فى التخطيط للإنفاق الاستثمارى وإعداد الموازنات الرأسمالية. ولقد تضمنت العديد من الدراسات مسحاً لبعض النماذج المتقدمة وكيفية استخدامها فى إعداد الموازنات الرأسمالية [Livingston and Salamon (1970); Klammer (1971); Petry (1975); Sundem (1974, 1975); Kim and Farraghe (1981); Scapense and Sale (1981); Moore and Riechart (1983); Haka et.al., (1985); Turner (1990); Klammer et al. (1991)]

وتعد نماذج الموازنة الرأسمالية التى تركز على تحليل التدفقات النقدية

وخصمها لأغراض المقارنة، صحيحة من الناحية النظرية. وأوضح Klammer et al. (1991, P. 113) أنه قد ثبت تفوق التحليل على أساس صافى القيمة الحالية ومعدل العائد الداخلى فى حالة التأكد. إلا أنه فى حالة عدم التأكد المحيطة بالتدفقات النقدية المستقبلية، تظهر صعوبات عملية فى تقدير تلك التدفقات. وقد أدى هذا إلى ظهور عديد من أساليب تحليل الخطر والاستعانة بأساليب أخرى رياضية واحصائية بجانب هذه النماذج التقليدية فى اتخاذ قرارات الإنفاق الاستثمارى. ومن تلك الأساليب تحليل ونظرية المباريات، والمحاكاة باستخدام الحاسب الآلى وأسلوب ماركوف، وخاصة فى حالة شراء آلات مستعملة أو اتخاذ قرارات تتعلق بإحلال الأصول الثابتة أو توقيت عمليات الصيانة. واتضح من الدراسات المسحية للأساليب الكمية فى إعداد الموازنات الرأسمالية [Petry (1975); Kim and Eanagher (1981); Haka et al. (1985)] أن هناك اتجاهاً متزايداً نحو الاعتماد على أساليب أكثر تقدماً فى إعداد الموازنة الرأسمالية، وخاصة فى الشركات التى تتميز بكثافة استخدام التجهيزات الرأسمالية والشركات التى تعتمد على فنون انتاجية متقدمة، هذا مع وجود اختلافات فى التطبيق بين الشركات نتيجة لاختلاف درجة الخطر المرتبطة بأنشطة كل منها.

وقد أوضحت الدراسات السابقة الخاصة بالتطبيق العملى لأساليب إعداد الموازنات الرأسمالية فى الشركات الصناعية الكبيرة ما يلى:

١ ـ من الأساليب التى تستخدم على نطاق واسع فى تقييم المشروعات، تلك الأساليب التى تأخذ القيمة الزمنية للنقود فى الاعتبار ومنها معدل العائد الداخلى. ومع ذلك فمازالت بعض الشركات الكبيرة مستمرة فى استخدام طريقة فترة الاسترداد لسهولة استخدامها، إلا أنها تستخدم كأسلوب ثانوى فى التقييم.

٢ ـ لا تعتمد كثير من الشركات على تطبيق أساليب كمية لقياس الخطر، وإنما تعتمد على الحكم الشخصى لهذا الغرض. وتبين تلك الدراسات أن تحليل

الحساسيه والمحاكاة هما من أكثر الأساليب الكمية شيوعاً فى قياس الخطر فى الواقع العملى.

٣ ـ يعتبر التعديل بالخطر، أى التعديل الحكمى بالخطر، من الطرق الشائعة الاستخدام عملياً. وإن كان هناك اتجاه متزايد نحو استخدام الشركات للأساليب الكمية لتعديل معدل الخصم بالخطر ومنها معدل العائد المعدل بالخطر. وكذلك تقصير فترة الاسترداد وزيادة الحد الأدنى لمعدل العائد.

ويتضح من الدراسات المسحية لاستخدام النماذج الكمية المتقدمة عدم اتساق فى النتائج من حيث انتشار أو عدم انتشار الاعتماد على الأساليب الكمية المتقدمة عملياً فى اتخاذ قرارات الإنفاق الاستثمارى. ويرجع ذلك لبعض أوجه القصور المصاحبة لتلك الدراسات منها أن بعضها لم يستند إلى أسس نظرية صحيحة فى تصميم التجربة، أو عدم استخدام الأسلوب الاحصائي المناسب فى التحليل. وذلك بجانب المشاكل المحيطة بتجميع البيانات وذلك لاعتماد معظمها على قوائم الاستقصاء Haka et al. (1985, P. 635). ولذلك فإنه بالرغم من أن بعض تلك الدراسات السابقة قد أظهر وجود فجوة بين النظرية والتطبيق العملى، أى أن هناك بطء فى تطبيق الأساليب الكمية المتقدمة، إلا أن البعض الآخر قد أظهر أن الأساليب المتقدمة قد بدأ استخدامها فى التزايد، وخاصة فى ظل توافر برامج الحاسبات الآلية التى تيسر حل تلك النماذج الكمية المتقدمة. ولذلك فإن اعتماد المدير فى إعداد الموازنة الرأسمالية على نماذج تستند إلى أسس نظرية سليمة مع امكانية تطبيقها يمكن من الوصول إلى اتخاذ قرارات استثمارية مثلى. وإذا نظرنا إلى خصائص مشكلة إعداد موازنة رأسمالية نجد أنها تنطوى على تخصيص الإدارة لقدر محدد من الموارد على الاستثمارات المتنافسة بما يؤدى إلى تعظيم الربح. ولا تتعلق هذه المشكلة بفترة واحدة، حيث أن التدفقات النقدية الداخلة المترتبة على البدائل الاستثمارية تتم على مدار فترة من الزمن. أى أنها مشكلة ديناميكية أو متعددة المراحل. وقد تكون الوحدة الاقتصادية على دارية كاملة بحدوث تلك

التدفقات أى تعمل فى ظروف التأكد التام. كما قد يكون لدى الوحدة الاقتصادية القدرة فقط على تحديد احتمالات حدوث تلك التدفقات النقدية. وفى هذه الحالة يدخل عنصر الخطر وتصبح المشكلة محاطة بظروف عدم التأكد. وبإمعان النظر فى خصائص مسألة إعداد الموازنة الرأسمالية نجد أنه يمكن حلها بكفاءة عن طريق استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية. وذلك نظراً لما يتميز به هذا الأسلوب من كفاءة فى العمليات الحسابية لحل النماذج الرياضية، نتيجة لامكانية تحويل المشكلة الأصلية إلى مجموعة من المشاكل الفرعية الصغيرة مما يسهل من حلها.

خصائص مشكلة الموازنة الرأسمالية كمشكلة برمجة ديناميكية:

تتميز مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية ببعض الخصائص التى تمكن من صياغتها وحلها كمشكلة برمجة ديناميكية بكفاءة. وتتمثل تلك الخصائص فيما يلى:

(١) يمكن تقسيم المشكلة الأصيلة إلى مجموعة من المشاكل المصغرة يطلق على كل منها مرحلة Stage. وتعد المرحلة جزءاً من المشكلة يحتوى على مجموعة من البدائل المتنافية والتى يتعين اختيار أفضل بديل من بينها [Taha (1987), P. 364]. وحيث أن المشاكل المصغرة ليست مستقلة، فإنه لابد من اجراء بعض العمليات الحسابية لربط حلول هذه المشاكل حتى يكون هناك ضمان أن أى حل ممكن لكل مشكلة مصغرة يعد ممكناً بالنسبة لحل المشكلة الأصلية كوحدة.

وبالنظر إلى مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية فإنه يمكن اعتبار الموازنة الرأسمالية للشركة على أنها المشكلة الأصلية. ويمثل كل قسم داخل الوحدة الاقتصادية مرحلة أى مشكلة مصغرة، وتحتوى مشكلة كل قسم على عدد من البدائل المتنافية التى يقترحها القسم كبدائل لاجراء التوسعات الرأسمالية. وهذه المراحل ليست مستقلة حيث أن كل الأقسام تتنافس على الموارد

المحدودة التى تخصصها الإدارة لإجراء التوسعات الرأسمالية. ولذلك يتوقف عدد المشاكل المصغرة على عدد الأقسام التى طلبت اجراء توسعات رأسمالية (ن من الأقسام مثلا حيث ن = ١ ، ٢ ،...، ن).

(٢) يرتبط بكل مرحلة حالات معينة States يمكن أن يكون عليها النظام ويتخذ قرار اختيار أفضل بديل فى حلها، والغرض منها هو استبعاد التدخل بين المراحل المختلفة. وتعبر الحالات بصفة عامة عن الأوضاع المختلفة الممكنة Possible Conditions التى قد يكون عليها النظام فى هذه المرحلة من المشكلة. ويتم تعريف تلك الحالات بحيث تعكس حالة القيود التى تربط كافة المشاكل المصغرة مع بعضها البعض.

وفى ظل الموازنة الرأسمالية تعرف الحالات لكل قسم من الأقسام إذا تم اتباع الطريقة الأمامية فى الحل Forward Procedure كما يلى:

$س_{١}$ = كمية رأس المال الموزع على القسم ١
$س_{٢}$ = كمية رأس المال الموزع على القسمين ١ ، ٢.

.
.

$س_{ن}$ = كمية رأس المال الموزع على الأقسام ١ ، ٢ ،...، ن

ويلاحظ أن تعريف المرحلة والحالة يستخدم أساساً لتجزئة مشكلة الموازنة الرأسمالية إلى عدد ن من المشاكل الجزئية مما يسهل اجراء العمليات الحسابية. هذا ويتعين ملاحظات أن قيمة $س_{١}$ ، $س_{٢}$ ،...، $س_{ن}$ لا تكون معروفة تماماً، ولكنها يجب أن تقع بين صفر كحد أدنى وقيمة الموارد المحددة لاجراء التوسعات الرأسمالية كحد أقصى. والواقع أن قيمة $س_{١}$ ، $س_{٢}$ ،...، $س_{ن-١}$ تقع بين صفر وقيمة الاستثمارات الرأسمالية. أما قيمة $س_{ن}$ حيث أنها تمثل قيمة رأس المال الموزع على كل الأقسام. فإن تكونه لها قيمة واحدة معروفة وهى قيمة الموارد الرأسمالية التى خصصتها الإدارة لاجراء التوسعات الرأسمالية.

(٣) يتمثل تأثير أى قرار يتخذ فى مرحلة معينة فى تحويل الحالة الراهنة إلى حالة

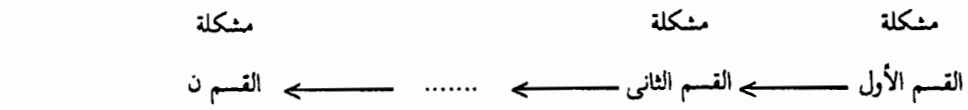
ترتبط بالمرحلة التالية لها مباشرة [Hillier and Leiberman (1980, P. 270)].

وفى مجال إعداد الموازنة الرأسمالية نجد أن اتخاذ قرار باختيار بديل معين فى القسم الثانى متمثلا فى اختيار بديل معين يترتب عليه تغيير الحالة المرتبطة بالقسم الأول، لأن اختيار القسم الثانى لبديل معين يؤثر على الأموال التى تمثل قيداً على تكلفة الاستثمارات المتاحة للقسم الأول، فتصبح جملة الأموال المتاحة لاجراء التوسعات الرأسمالية للقسمين مخصوماً منها تكلفة البديل الذى اختاره القسم الثانى.

(٤) فى ظل الحالة الراهنة التى يكون عليها النظام، فإن السياسة المثلى التى تتبعها المراحل التالية، تكون مستقلة عن السياسة المثلى التى اتبعتها المراحل السابقة عليها. أى أن السياسة المثلى التى يتبعها قسم معين تكون مقيدة فى الاختيار بالحالة الراهنة للقسم بغض النظر عن كيفية الوصول إلى تلك الحالة. وهذه هى إحدى الخصائص الأساسية للبرمجة الديناميكية، حيث أنه بصفة عامة فإن المعلومات عن الحالة الحالية للنظام تتضمن كافة المعلومات عن السلوك السابق اتباعه والضرورى لاتخاذ قرار أمثل فى هذه المرحلة حتى النهاية. وهو ما يطلق عليه مبدأ المثالية Principle of Optimality. وفى إطار مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية فإنه إذا نظرنا لمشكلة القسم الثانى فإننا نجد أن هذا القسم يريد اتخاذ قرار اختيار أفضل بديل من البدائل المتنافية المتاحة له، وذلك فى ظل الحالة الراهنة فى القسم الثانى $س_2$. وحيث أن $س_2$ تمثل رأس المال الموزع على القسمين الأول والثانى فإن هذا التعريف للحالة فى القسم الثانى يضمن أن أى قرار يتخذ فى القسم الثانى سوف يكون تلقائياً ممكناً بالنسبة للقسم الأول. أى أن الفكرة تنطوى على أن اختيار البديل المعين فى القسم الثانى سوف يتم على أساس العائد من كل القسمين الأول والثانى.

(٥) تبدأ اجراءات الحل بايجاد السياسة المثلى فى القسم الأول فى ظل الحالات التى قد تكون متوفرة فى القسم الأول والتى تتراوح قيمتها بين صفر كحد

أدنى وقيمة الموارد الرأسمالية المخصصة لإجراء التوسعات لكل الأقسام كحد أقصى. وتنتهى بحل مشكلة القسم ن أى آخر قسم والتى يكون حلها بسيطاً حيث أنها تحتوى على حالة واحدة فقط وهى قيمة رأس المال المخصص لاجراء التوسعات ـ بمعنى أنه يتم حل المشاكل الخاصة بالأقسام طبقاً للتسلسل التالى:



(٦) يتم تحديد معادلات العائد Return Equations لكل قسم من الأقسام، مع ملاحظة أن معادلة العائد للقسم الأول، والتى تصاغ بحيث تمكن من اختيار أفضل بديل (أفضل اقتراح) من البدائل المقترحة من القسم الأول فى ظل القيم المختلفة الممثلة للحالات السائدة فى ذلك القسم. أى أنه فى ظل معرفة قيمة $س_1$ كمتغير للحالة فى القسم الأول فإن قيمة العائد لأفضل بديل فى ظل هذه الحالة يمكن تحديدها كما يلى:

أفضل عائد من القسم الأول = أقصى عائد للبدائل المتاحة فى القسم الأول بافتراض توفر الحالة $س_1$

وبالنسبة لأى حالة خلال المرحلة الأولى (القسم الأول)، فإن العمليات الحسابية يكون الهدف منها الحصول على أفضل حل مشروط لكل قسم كدالة لقيم متغير الحالة الخاصة بالقسم المعين. وهى بالطبع تختلف عن الوضع بالنسبة للقسم الأول. إلا أن متغير الحالة فى القسم الثانى مثلا $س_2$ يعبر عن الأموال الموزعة على القسم الأول والثانى، ولذلك فإن معادلة العائد للقسم الثانى تهدف

إلى تحديد أقصى قيمة للعوائد التى يمكن أن تتحقق من قرارات القسم الأول والثانى، وهكذا حتى نصل إلى معادلة العائد لآخر قسم نجد أنها تكون تجميع لأفضل حل للمشكلة ككل بتجميعها لأقصى عائد من نفس المشكلة والمشاكل السابقة عليها.

فمثلا معادلة العائد للقسم الثانى يمكن أن تظهر على الصورة التالى:

$$\begin{matrix}\text{أفضل عائد من}\\ \text{القسمين ١ ، ٢}\\ \text{بافتراض توفر } س_{٢}\end{matrix} = \begin{matrix}\text{أقصى قيمة من الحلول}\\ \text{الممكنة فى القسم الثانى}\\ \text{فى ظل قيمة } س_{٢}\end{matrix} \left[\begin{matrix}\text{العائد من}\\ \text{البدائل المتاحة}\\ \text{فى قسم (٢)}\end{matrix} + \begin{matrix}\text{أفضل عائد فى}\\ \text{القسم الأول فى ظل}\\ \text{متغير الحالة } س_{١}\end{matrix} \right]$$

حيث $س_{١} = س_{٢}$ ـ رأس المال الموزع للبديل المعين فى قسم (٢). وتتمثل الفكرة الأساسية فى معادلة العائد فى القسم الثانى فى أن اختيار بديل معين فى القسم الثانى مسبقاً يؤثر على رأس المال المتبقى للقسم الأول أى $س_{١}$. ولذلك فإنه بالأخذ فى الاعتبار كل البدائل المتاحة فى القسم الثانى، فإننا تلقائياً نحتسب كل المجموعات الممكنة للقسمين الأول والثانى. هذا مع ملاحظة أن العنصر الثانى فى الطرف الأيسر فى المعادلة يتم الحصول عليه مباشرة من ملخص الحل للقسم الأول.

صياغة واجراءات حل مشكلة الموازنة الرأسمالية كنموذج برمجة ديناميكية ـ النموذج البسيط

تنطوى صياغة مشكلة الموازنة الرأسمالية كمشكلة برمجة ديناميكية على استخدام عدد من المفاهيم وهى:

المرحلة Stage: وهى الأقسام التى يطلب منها تقديم مقترحات بشأن إنفاق استثمارى ويبلغ عدد المراحل و. حيث و = ١ ، ٢ ،...، و

متغير الحالة State Variable : $س_{ن}$ حيث س هى قيمة الأموال الموزعة لاجراء التوسع الرأسمالى حيث ن = ١ ، ٢ ،...، ن

$س_1$ تعبر عن مقدار رأس المال الموزع على القسم(١)

$س_2$ تعبر عن مقدار رأس المال الموزع على القسمين ١ ، ٢

.

.

$س_ن$ تعبر عن مقدار رأس المال الموزع على الأقسام ١ ، ٢ ،.. ن أى اجمالى الأموال المخصصة لاجراء المتوسطات فى كل الأقسام بافتراض أن قيمتها ث

متغير القرار Decision Variable (ك) : وهو يعبر عن البديل الذى يراد تحديد قيمة له من واقع حل النموذج، حيث ت (ك) تعبر عن تكلفة البديل، ع(ك) تعبر عن العائد من البديل.

معيار القرار Decision Critierion: أى المعيار الذى على أساسه يتم اتخاذ القرار باختيار البديل الأمثل فى ظل الموازنة الرأسمالية. ويعبر معيار القرار عن اختيار البديل الذى يترتب عليه أعلى عائد.

السياسة المثلى Optimal Policy **(يبغى تحديدها)**: وهى مجموعة قواعد القرار، التى يتم تحديدها وفقاً لمعيار القرار والتى تؤدى إلى قرارات مثلى لأى حالة فى أى مرحلة. ويمكن أن يعبر عن البديل الأمثل ك* كدالة لمتغير الحالة س الذى يمثل الأموال المتاحة لمقابلة تكلفة التوسع الرأسمالى فى القسم أى.

$ك^*_ر = ك_ر (س_ن)$

حيث تعبر * عن المثالية

معادلة العائد Return Equation: $ف_و (س_ن)$ وهى تعبر عن أقصى عائد من القسم و إلى النهاية فى ظل توفر أموال متاحة قدرها $س_ن$ لاجراء التوسعات الرأسمالية فى القسم ن

ن = ١ ، ٢ ،....، ن

فمثلا $ف_2$(٣) تعبر عن العائد من اختيار أفضل بديل فى القسم الثانى حتى

النهاية ن، فى ظل توفر أموال لاجراء التوسعات الرأسمالية فى القسم الثانى قدرها ٣ مليون جنيه.

صياغة النموذج النموذج واجراءات الحل:

حتى يمكن صياغة نموذج الموازنة الرأسمالية سوف يتم الاستعانة بالتعبيرات الرياضية التالية:

$ع_{رو}(ك_{رو})$: حيث $ع_{رو}$ تمثل العائد من البديل ر فى القسم و، $ك_{رو}$ تعبر عن البديل ر فى القسم و

ك = ١، ٢،...، ر

و = ١، ٢،...، و

$ت_{رو}(ك_{رو})$: $ت_{رو}$ تعبر عن تكلفة البديل ر فى القسم و، $ك_{رو}$ تمثل البديل ر فى القسم و

ر = ١، ٢،...، ر

و = ١، ٢،...، و

$ف_{و}(س_{ن})$: العائد الأمثل فى القسم و بافتراض توفر الحالة $س_{ن}$:

و = ١، ٢،...، و

ن = ١، ٢،...، ن

$س_{ن}$: متغير الحالة فى القسم ن ن = ١، ٢،...، ن

وبذلك يمكن صياغة نموذج الموازنة الرأسمالية للقسم الأول كما يلى:

$ف_{١}(س_{١})$ = أفضل البدائل الممكنة المقترحة $ك_{ر١}$ $(ع_{ر١}(ك_{ر١}))$

فى ظل $ت_{ر١}(ك_{ر١}) \geq س_{١}$

ويتم اعداد نموذج موازنة رأسمالية لكل قسم من الأقسام التالية بحيث تمثل معادلة العائد أقصى عائد يمكن الحصول عليه من القسم الحالى والأقسام

السابقة عليه. وألا تتعدى تكلفة البديل المختار رأس المال المتاح لاجراء توسعات رأسمالية فى القسم:

فمثلا يمكن التعبير عن نموذج الموازنة الرأسمالية للقسم و كما يلى:

$$ف_{و}(س_{ن}) = \text{أفضل البدائل الممكنة المقترحة ك}_{رو} \left(ع_{رو}(ك_{رو}) + ف_{و-١}(س_{ف-١}) \right)$$

$$\text{فى ظل } ت_{رو}(ك_{رو}) \geq س_{ن} = ث$$

$$ر = ١، ٢، ...، م$$

ويإمعان النظر فى معادلات العائد لكل قسم من الأقسام نجد أن العمليات الحسابية فيها تعتمد على بعضها البعض. فمثلا نجد أن العمليات الحسابية فى القسم ن تعتمد على العمليات الحسابية الخاصة بمعادلة العائد للقسم ن ـ ١. والعمليات الحسابية للقسم و ـ ١ تعتمد على العمليات الحسابية التى تمت فى معادلات القسم و ـ ٢. وبمعنى آخر فإن العمليات الحسابية للقسم الحالى يستخدم فى احتسابها ملخص المعلومات من القسم السابق مباشرة، متمثلا فى العنصر الثانى من الطرف الأيسر من معادلة العائد للقسم ن مثلا. فهذا الملخص يمد بالعائد الأمثل لكل الأقسام السابق أخذها فى الاعتبار. وفى استخدامنا لهذا الملخص، فإنه لا يعنينا القرارات المعينة التى تم اتخاذها فى الأقسام السابقة على القسم المعنى. ذلك أن كل القرارات المستقبلية يتم اختيارها دون الرجوع إلى القرارات التى سبق اتخاذها. وهذا يوضح أهمية تطبيق مبدأ المثالية السابق التعرض له. والذى يعتبر السبب الرئيسى فى صحة العمليات الحسابية فى ظل النماذج متعددة المراحل

كذلك يلاحظ من معادلات العائد السابقة $ف_{١}(س_{١})، ...، ف_{ن}(س_{ن})$ أن قيمة العائد الأمثل هى دالة لمتغير الحالة $س_{ن}$ (ن = ١ ، ٢ ،...، ن) وهذا يتطلب التعبير عن الطرف الأيسر من معادلة العائد بدلالة $س_{ن}$ بدلا من $س_{ن-١}$. ويمكن اجراء ذلك بناءً على العلاقة السابق توضيحها والخاصة بتعريف الحالة حيث:

$$س_{ن-١} = س_{ن} - ت_{ر}(ك_{ر})$$

وحيث تعبر $ت_{ن}(ك_{ن})$ عن تكلفة المتغير $ك_{ن}$ فى القسم ن

كذلك يتعين ملاحظة كيفية التعبير الرياضى عن امكانية البدائل المتاحة. ذلك أن المقترح $ك_{رو}$ يعد ممكناً فقط إذا كانت تكلفة $ت_{ن و}(ك_{ن و})$ لا تتعدى قيمة متغير الحالة الخاصة بالمرحلة فى القسم و.

وتتم تلك العمليات الحسابية عادة باستخدام جداول للوصول إلى المعلومات المطلوبة من ناحية الاختيار الأمثل للبدائل وملخص المعلومات لكل قسم. وتتخذ تلك الجداول الشكل التالى:

بالنسبة للقسم الأول:

البدائل / متغير الحالة	$ع_{١}(ك_{١})$				الحل الأمثل	
	$ك_{ر} = ١$	$ك_{ر} = ٢$	-- --	$ك_{ر} = ر$	$ف_{١} = س_{١}$	$ك_{١}$
صفر	$ع_{١}(ك_{١} = ١ \mid س_{١} = صفر)$	$ع_{١}(ك_{١} = ٢ \mid س_{١} = صفر)$	-- -- .	$ع_{١}(ك_{١} = و \mid س_{١} = صفر)$	$ع^{*}_{١}(ك^{*}_{١} = ١ \mid س_{١} = صفر)$	$ك^{*}_{١}$
١	$ع_{١}(ك_{١} = ١ \mid س_{١} = ١)$	$ع_{١}(ك_{١} = ٢ \mid س_{١} = ٢)$		$ع_{١}(ك_{١} = ر \mid س_{١} = ١)$	$ع^{*}_{١}(ك^{*}_{١} = ١ \mid س_{١} = ١)$	$ك^{*}_{١}$
	.	.				
	.	.				
	.	.				
ث	$ع_{١}(ك_{١} = ١ \mid س_{١} = ث)$	$ع_{١}(ك_{١} = ٢ \mid س_{١} = ث)$		$ع_{١}(ك_{١} \mid ر \mid س_{١} \mid ث)$	$ع^{*}_{١}(ك^{*}_{١} = ١ \mid س_{١} = ث)$	$ك^{*}_{١}$

ملاحظة : $ع^{*}$ تمثل أعلى قيمة فى الصف، $ك^{*}$ تعبر عن البديل المرتبط بأعلى قيمة فى الصف.

ويتم تحديد الحل الأمثل لهذا القسم على أساس معادلة العائد السابق توضيحها

$$ف_{١}(س_{١}) = \text{أقصى}\{ع_{١}(ك_{١})\}$$

$$\text{فى ظل } ت_{١}(ك_{١}) \geq س_{١}$$

$$ك_{١} = ١، ٢، ٣، ...، ر$$

وبالنسبة لأى قسم بخلاف القسم الأول يتم إعداد الجدول كما يلى:

(جدول القسم الثانى مثلا)

البدائل / $س_2$	ع (ك) + ف (س ـ ت (ك)			الحل الأمثل	
	ك = ١	ك = ٢ر	ك = ر	ف (س)	ك
صفر	ع (ك = ١) + ف [(صفر ـ ت (ك = ١)]	.....	ع (ك = ر) + ف [(صفر ـ ت (ك = ر)]	ع (ك) + ف [(صفر ـ ت (ك)]	ك*
١	ع (ك = ١) + ف [(١ ـ ت (ك = ١)]	.....	ع (ك = ر) + ف [(١ ـ ت (ك = ر)]	ع (ك) + ف [(١ ـ ت (ك)]	ك*
٢	.		.	.	
.	.		.	.	
.	.		.	.	
ت	ع (ك = ١) + ف [(ت ـ ت (ك = ١)]	.....	ع (ك = ر) + ف [(١ ـ ت (ك = ر)]	ع (ك) + ف [(ت ـ ت (ك)]	ك*

ملاحظة : ع* تعبر عن أعلى قيمة فى الصف وهى أعلى عائد من القسم الأول والثانى فى ظل قيمة الأموال المتاحة = صفر، ك* تعبر عن البديل المرتبط بهذا الحل. بالنسبة للصف الأول

ك* = ١

ويلاحظ من هذا الجدول أن ف هى دالة لقيمة متغير الحالة س وأن دالة الهدف للقسم الثانى عبارة عن تعظيم مجموع العائد من القسمين الأول والثانى. وأن تكلفة البديل المختار يجب ألا تتعدى قيمة س وهى رأس المال الموزع على القسمين الأول والثانى. وكذلك فإن الحل الأمثل يتم تحديده على أساس المعادلة التالية:

$$ف_2(س_2) = \text{أقصى } [ع_2(ك_2) + ف_1(س_2 - ت_2(ك_2)]$$

$$\text{فى ظل } ت_2(ك_2) \geq س_2$$

$$ك_2 = ١، ٢، ...، ر$$

وبالنسبة للقسم الأخير ن نجد أن متغير الحالة تكون له قيمة واحدة فقط وهى مجموع رأس المال المخصص لاجراء التوسعات الرأسمالية. وتعد دالة الهدف لهذا القسم عبارة عن تجميع دالة تهدف لكل الأقسام، وبالتالى يمكن منها تحديد

الحل الأمثل للمشكلة الأصلية ككل.

ويظهر جدول الحل للقسم الأخير كمايلى:

البدائل / $س_{ن-1}$	$ع_{و}(ك_{و}) + ف_{و-1}(س_{ن} - ت_{و}(ك_{و}))$			$ف_{و}(س_{ن})$	$ك^{*}_{و}$
	$ك_{و} = 1$	.....	$ك_{و} = ر$		
ث	$ع_{و}(ك_{و}=1) + ف_{و-1}[(س_{ن} - ت_{و}(ك_{و}=1)]$	.....	$ع_{و}(ك_{و}=ر) + ف_{و-1}[(س_{ن} - ت_{و}(ك_{و}=ر)]$	$ع^{*}_{و}(ك_{و}) + ف_{و-1}[(س_{ن} - ت_{و}(ك_{و})]$	$ك^{*}_{و}$

ملاحظة: $ع^{*}_{و}$ تمثل أعلى قيمة فى الصف، $ك^{*}_{و}$ تعبر عن البديل المرتبط بالقيمة المختارة.

ومن الجدول المعد للقسم الأخير يتم قراءة الحل النهائي والذى تتحدد قيمته بقيمة $ف_{ن}(س_{و})$. أما السياسة المثلى فيتم تحديدها بدءاً بجدول القسم الأخير ثم السابق له على أساس المتبقى من رأس المال بعد خصم تكلفة القسم السابق للقسم الأخير، وهكذا حتى نصل إلى جدول الحل الأول. أى تتحدد السياسة المثلى بالقراءة العكسية من الجدول الأخير إلى الجداول السابقة حتى نصل إلى جدول الحل للقسم الأول.

ويتعين ملاحظة نقطة أساسية ترتبط بنموذج الموازنة الرأسمالية الذى تم عرضه، وهى أنه إذا كانت تكلفة المقترحات المقدمة تتضمن قيماً كسرية فإن ذلك لا يؤثر على اجراءات الحل ولكنه يزيد من عدد الحالات التى يتضمنها الجدول. أى يؤدى فقط إلى زيادة العمليات الحسابية.

ويلاحظ أنه قد تم عرض اجراءات حل نموذج الموازنة الرأسمالية باستخدام الطريقة الأمامية $ف_{1} \longrightarrow ف_{2} \longrightarrow ..... \longrightarrow ف_{ن}$. أى السير بالعمليات الحسابية من مشكلة القسم الأول إلى القسم الأخير. وهناك طريقة أخرى يمكن اتباعها للوصول لنفس الحل تنطوى على البدء بالعمليات الحسابية من مشكلة

آخر قسم إلى أول قسم أى حل المشاكل بالتسلسل التالى:

$$ف_{ن} \longleftarrow ف_{ن-١} \longleftarrow \cdots \longleftarrow ف_{١}$$

ويطلق على هذه الطريقة، الطريقة الخلفية Backward Method. ويتمثل الفرق الوحيد بين الطريقتين فى تعريف الحالة. إذ يمكن تعريف الحالة بالطريقة الخلفية كما يلى:

$ص_{١}$ = كمية رأس المال الموزع على الأقسام كلها ١ ، ٢ ،...، ن

$ص_{٢}$ = كمية الأموال الموزعة على الأقسام ١ ، ٢ ،...، ن ـ ١

$ص_{ن}$ = كمية الأموال الموزعة على القسم ن

ويتم استخدام تعريف معادلات العائد كما يلى:

$ف_{ن}(ص_{ن})$ = العائد الأمثل للقسم الأخير بافتراض توفر الحالة $ص_{ن}$

$ف_{ن-١}(ص_{ن-١})$ = العائد الأمثل للقسم و ـ ١ بافتراض توفر الحالة $ص_{ن-١}$

$ف_{١}(ص_{١})$ = العائد الأمثل للقسم الأول

ويتم صياغة النماذج للأقسام كما يلى:

$ف_{ن}(ص_{ن})$ = أكبر $\{ع_{ن}(ك_{ن})\}$

فى ظل $ت_{ن}(ك_{ن}) \geq س_{ن}$

$ك_{ن} = ١ ، ٢ ، \ldots ، م$

وتصاغ معادلات نموذج أى قسم بخلاف القسم الأخير على النحو التالى (نموذج القسم الثانى مثلاً) كما يلى:

$$ف_{٢}(ص_{٢}) = \text{أكبر قيمة للبدائل الممكنة } ك_{٢} \{ ع_{٢}(ك_{٢}) + ف_{٣}(ص_{٣} - ت_{٣}(ك_{٣})\}$$

$$\text{فى ظل } ت_{٢}(ك_{٢}) \geq ص_{٢}$$

$$ك_{٢} = ١، ٢، ...، ن$$

ويتم إعداد الجداول بدءاً بجدول حل القسم الأخير ثم السابق له حتى نصل إلى جدول حل القسم الأول، وبذلك يكون قد تم حل المشكلة ككل. ومن جدول القسم الأول يتم تحديد قيمة الحل الأمثل لمشكلة الموازنة الرأسمالية للشركة ككل كما يتم تحديد السياسة المثلى بقراءة الجداول بدءاً بجدول حل القسم الأول ثم الثانى إلى أن نصل إلى جدول حل القسم الأخير. هذا مع ملاحظة أن قيمة الحل الأمثل وكذلك السياسة المثلى التى نصل إليها تكون واحدة فى الطريقتين الأمامية والخلفية.

تطوير نموذج الموازنة الرأسمالية:

يمكن تطوير نموذج الموازنة الرأسمالية السابقة بحيث يتضمن أكثر من متغير حالة، وبحيث يأخذ عامل المخاطرة وعدم التأكد فى الاعتبار.

احتواء النموذج على أكثر من متغير حالة:

افترض فى نموذج الموازنة الرأسمالية البسيط أن الإدارة قد خصصت قدراً محدوداً من رأس المال لاجراء التوسعات الرأسمالية فى الأقسام التى تحتاج لاجراء توسعات رأسمالية. واتضح أن القرار الأمثل باختيار أفضل سياسة مثلى لتوزيع رأس المال المخصص لاجراء التوسعات الرأسمالية يتوقف على قيد رأس المال الموزع على الأقسام. أى أن قيمة متغير القرار تكون دالة فى قيمة رأس المال الموزع الذى يمثل حداً أقصى لتكلفة الاستثمارات المختارة حتى يتم المحافظة على امكانية الحل.

وإذا نظرنا للواقع العملى، فإننا نجد أنه فى بعض الأحيان لا يتوقف قرار اجراء التوسعات الرأسمالية على حجم الاستثمارات الرأسمالية فقط، وإنما يتوقف

أيضاً على ما تتطلبه هذه التوسعات الرأسمالية من كفاءة أداء بعض الأنشطة الأخرى. وهذه الأنشطة ليست بدائل متنافية، وإنما يمتد نشاطها ليخدم كافة البدائل الاستثمارية المختارة. ويعتبر قيام تلك الأنشطة شرطاً ضرورياً حتى يمكن اتخاذ القرار بشأن الإنفاق الاستثمارى. ومثال ذلك ما تحتاجه تلك المشروعات الرأسمالية من صيانة أو امداد بالطاقة الكهربائية، والتى يتعين توفيرها حتى تعمل تلك المشروعات بكفاءة. ويطلق على هذه الأنشطة، الأنشطة المساعدة Enabling Activities. ويرتبط بتلك الأنشطة المساعدة تكلفة ثابتة معروفة، وكمية محدودة من الموارد. وحيث أن تلك الأنشطة المساعدة التى تتطلبها تلك المشروعات الاستثمارية المختارة ليست بدائل متنافية، فإنه لا يمكن توزيع التكلفة الثابتة لنشاط معين، وكذلك المستخدم من تلك الموارد على نشاط معين. وقد حاول Maher and Andrew (1987) حل تلك المشكلة باستخدام نموذج رياضى للموازنة الرأسمالية عن طريق إعداد نموذج يعتمد على البرمجة العددية والتحليل الشبكى، وذلك مع إدخال قيد إضافى يعبر عن عدم تعدى الطاقة المستغلة من المشروعات المختارة طاقة الأنشطة المساعدة. وقد اعتمدا فى الوصول لحل المشكلة على اجراءات حل مشكلة البرمجة العددية (صفر، ١)، مع الاستعانة لحد ما بفكرة معاملات لاجرانج التى تستخدم فى حل البرمجة غير الخطية.

ونعتقد أن أخذ تلك الأنشطة المساعدة فى الاعتبار عند إعداد نموذج الموازنة الرأسمالية كنموذج برمجة متعدد المراحل لا يعقد العمليات الحسابية كثيراً. وخاصة أنه يمكن الاستعانة ببعض برامج الحاسب الجاهزة والتى يمكن أن تساهم فى حل هذا النوع من النماذج منها برنامج AB.QM. [Render and Stair (1992, p. 802)]. مما يساعد فى تقريب النموذج من الواقع العملى، وبالتالى يزيد من كفاءة تطبيقه.

فإذا كانت أمامنا فرصة الاختيار بين م من المشروعات الاستثمارية المقدمة من ن من الأقسام وكان يتعين قبول أو رفض أى من تلك المشروعات كوحدة

واحدة، وكانت الإدارة قد خصصت قدراً محدوداً من رأس المال لاجراء تلك التوسعات الرأسمالية. يلاحظ أن هذه هى الافتراضات التى تم فى ظلها اعداد نموذج الموازنة الرأسمالية البسيط السابق توضيحه. وبافتراض أن اختبار مشروع معين ك (ر= ١ ،...، م) يرتبط كذلك بأداء مجموعة فرعية معروفة من الأنشطة ب من مجموعة الأنشطةب. ويطلق على هذه المجموعة الفرعية ب مجموعة الأنشطة المساعدة للمشروع ر = ١ ،...، م. هذا مع العلم بأن هذه المجموعات الفرعية للأنشطة المساعدة ليست بدائل متنافية. وإذا كان هناك نشاط يرتبط بعدة مجموعات من الأنشطة الفرعية، فإن أداء نشاط منفرد يتعين أن يقابل فى نفس الوقت احتياجات المشروعات الرأسمالية التى تحتاج لمخرجاته. وبافتراض أن أداء النشاط ر تنتج عنه تكلفة ثابتة ث . وأن القيام بالمشـــــــروع ر يترتب عليه عائد ع (ر = ١ ، ٢ ،...، م) وبافتراض أن تشغيل النشاط المساعد ر يستخدم موارد أ من مجموعة الموارد المتاحة للاستخدام والتى لا يتعين أن تتعدى قيمتها أ .

فى هذه الحالة، يكون الهدف من إعداد نموذج الموازنة الرأسمالية هو اختيار المشروعات التى تؤدى إلى تعظيم الربح فى ظل الموارد المحدودة، متمثلة فى هذه الحالة فى رأس المال المخصص لاجراء الاستثمارات، وطاقة الأنشطة المساعدة المحدودة.

ويترتب على ذلك تطوير نموذج الموازنة الرأسمالية السابق توضيحه بحيث يصبح هناك أكثر من متغير حالة س يعبر عن قيمة رأس المال الموزع على الأقسام ومتغير حالة ب يعبر عن قيمة الأنشطة المساعدة الموزعة على الأقسام. وكذلك يتم إضافة قيد آخر فى النموذج يعبر عن أن المستخدم من الأنشطة المساعدة يتعين ألا يتعدى طاقة تلك الأنشطة المساعدة.

وفى هذه الحالة، يكون هناك أكثر من مورد يراد توزيعه على المشروعات المختارة. ويتم الاختيار الأمثل فى ظل هذه الموارد المحدودة كقيود على النموذج.

وفى هذه الحالة، فإن قيمة معادلة العائد تعد دالة لكل من رأس المال الموزع على القسم وكمية الأنشطة المساعدة الموزعة عليه مثل ساعات الصيانة والإصلاح مثلا. أى يصبح نموذج القسم الأول مثلا باستخدام الطريقة الأمامية كما يلى:

$$ف_1(س_1، ب_1) = \text{أكبر}\{ع_1(ك_1)\}$$

$$\text{فى ظل } ت_1(ك_1) \geq س_1$$

$$أ_1(ك_1) \geq أ$$

ويلاحظ أن دالة الهدف أصبحت متوقفة على كل من رأس المال، وأداء الأنشطة المساعدة. وأن امكانية الحل أصبحت تتوقف على استيفاء القيد الأول المتعلق بضرورة عدم تعدى تكلفة الاستثمارات الرأسمالية رأس المال الموزع على القسم الأول وكذلك عدم تعدى ما يتطلبه المشروع من طاقة النشاط المساعد طاقة ذلك النشاط.

وبالنسبة لأى قسم خلاف القسم الأول فإنه يتم صياغة النموذج كما يلى:

$$ف_ن(س_ن، ب_ن) = \text{أفضل البدائل الممكنة المقترحة } ك_ن\ [ع_ن(ك_ن) + ق_{ن-1}(س_{ن-1}، ب_{ن-1})]$$

$$\text{فى ظل } ت_ن(ك_ن) \geq س_ن$$

$$أ_ن(ك_ن) \geq ب_ن$$

حيث :

$$س_{ن-1} = س_ن - ت_ن(ك_ن)$$

$$ب_{ن-1} = أ_ن - أ_ن(ك_ن)$$

ويلاحظ فى هذا النموذج أنه أصبح هناك متجه للحالة يتكون من متغيرى الحالة $(س_ن، ب_ن)$. وفى هذه الحالة يتعين الأخذ فى الاعتبار كل القيم المحتملة لمتغير الحالة $س_ن$، ومتغير الحالة $ب_ن$. أى يجب الأخذ فى الاعتبار كل المجموعات

الممكنة لتلك القيم التى يمكن أن تأخذها س$_{ن}$، ب . وحيث أن عدد العمليات الحسابية يرتبط بحاصل ضرب عدد القيم الممكنة لتلك المتغيرات، فإن عدد تلك العمليات الحسابية يزيد كلما تم إدخال مجموعات أكثر من الأنشطة المساعدة. ويمكن الاستعانة ببرامج الحاسب الآلى لحل تلك المشكلة.

أخذ عامل عدم التأكد فى الاعتبار:

افترضنا فى نموذج الموازنة الرأسمالية البسيط أن الإدارة تستطيع تقدير التكلفة والعائد المرتبطة بكل بديل من البدائل المتنوعة من الأقسام وكذلك العمر الانتاجى للأصول بدقة. وقد لا تكون حالة التأكد التام هى الحالة السائدة فى بعض الأحيان. فغالباً ما يتصف التنبؤ بالمستقبل بعدم التأكد. إذ قد يشوب التدفقات النقدية قدر من عدم التأكد فى تقديرها وخاصة كلما طالت الفترة الزمنية التى يتم خلالها الحصول على هذه التدفقات النقدية، وذلك نظراً لأن طول الفترة الزمنية يرتبط عادة باحتمال حدوث أحداث غير متوقعة.

وهناك أساليب عديدة يمكن استخدامها لإدخال عنصر عدم التأكد فى التقديرات المتعلقة بالتدفقات الداخلة والخارجة المرتبطة بالبدائل الاستثمارية والتى تعد من العناصر الأساسية فى إعداد النموذج. ويعتمد اختيار طريقة معينة على الاعتبارات الشخصية لمتخذ القرار والتى تتمثل أساساً فى درجة تفضيل المخاطرة لدى المسئول عن اتخاذ القرار. ومن تلك الطرق التقرير الثلاثى أى تقرير التدفقات النقدية على أساس تقدير متكامل، وتقدير متشائم، وتقدير أكثر احتمالا.

ويتم إعداد نموذج الموازنة الرأسمالية باستخدام البرمجة الديناميكية مرة على أساس التقدير المتفائل ومرة على أساس التقدير المتشائم ومرة ثالثة على أساس التقدير الأكثر احتمالا. فإذا أدت التقديرات الثلاثة إلى نفس القرار أى نفس السياسة المثلى واختيار نفس المشروعات، فلن تكون هناك مشكلة. ويكون القرار كما لو تم فى ظل التقدير الواحد. أما إذا أشارت النتائج إلى قبول المشروع فى ظل

التقدير المتفائل والأكثر احتمالا ورفضه فى ظل التقدير المتشائم، فإن القرار النهائي سوف يتوقف على خبرة المسئول عن اتخاذ القرار وما إذا كان على استعداد لتقبل المخاطرة بقبول اقتراح معين مع احتمال تحقيق معدل عائد يقل عن معدل خصم التدفقات النقدية.

وهناك أسلوب آخر يمكن استخدامه لأخذ عدم التأكد بالنسبة لتقدير التدفقات النقدية فى الحسبان، وذلك بتعديل معدل الخصم بدرجة المخاطرة Risk-Adjusted Discount Rate. ويعتمد هذا الأسلوب على أساس أن معدل الخصم المستخدم للوصول للقيمة الحالية للتدفقات النقدية يجب أن يعكس درجة عدم التأكد المرتبطة بتقدير تلك التدفقات. أى أن الفكرة الأساسية التى يقوم عليها هذا الأسلوب هى زيادة معدل الخصم مع زيادة درجة المخاطرة. ونعتقد أن تعديل معدل الخصم يعد أفضل فى الاستخدام لأغراض أخذ عنصر عدم التأكد فى الاعتبار عند إعداد نموذج الموازنة الرأسمالية. ذلك أنه فى ظل استخدام هذا الأسلوب تقل العمليات الحسابية المرتبطة بإعداد النموذج وتنفيذه، نظراً لأن التقدير الثلاثى للانحرافات يتطلب إعداد النموذج وحله ثلاث مرات. ومن الطبيعى أنه كلما زاد عدد الأقسام وعدد البدائل الاستثمارية المقترحة، كلما زاد حجم النموذج، وبالتالى قد يؤدى حل النموذج ثلاث مرات إلى عدم كفاءة فى أداء العمليات الحسابية.

خلاصة البحث

يهدف هذا البحث إلى وضع نموذج لحل مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية وذلك باستخدام البرمجة الديناميكية. ويرجع استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية إلى ما تتسم به مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية من خصائص تتناسب مع طبيعة هذا الأسلوب مما يعكس كفاءة استخدامه فى حل تلك المشكلة.

ولتحقيق هدف البحث تم التعرض لطبيعة عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية والمراحل التى تمر بها، وأوضح البحث أن قرارات الإنفاق الاستثمارى ترتبط دائماً بخطة طويلة الأجل لأنشطة الوحدة الاقتصادية. وتمر عملية اتخاذ القرارات الاستثمارية بعدة مراحل تتمثل فى إعداد خطة طويلة الأجل للطاقة الانتاجية للوحدة الاقتصادية لفترة مستقبلية، وتحديد الاستراتيجيات البديلة للحصول على الطاقة الانتاجية المرغوبة، وتقدير التكلفة والعائد لكل استراتيجية، ثم تحديد نموذج القرار الذى يتم الاعتماد عليه فى الاختيار بين البدائل، وتقييم نموذج القرار لكل بديل واختيار البديل الأفضل. وتم عرض وتقييم نماذج القرار المستخدمة والمقترحة فى الفكر المحاسبى.

وبتحليل خصائص إعداد مشكلة الموازنة الرأسمالية وجد أنها تتناسب مع امكانية صياغتها كمشكلة برمجة ديناميكية. ذلك أن مشكلة الموازنة الرأسمالية تتمثل فى تحديد الإدارة لقدر من الموارد لاجراء التوسعات الرأسمالية، وأنها ترغب فى توزيع تلك الموارد على الاستثمارات المتنافسة بما يؤدى إلى تعظيم الربح. وتتميز مشكلة إعداد الموازنة الرأسمالية بامكانية تقسيم المشكلة الأصلية إلى مجموعة من المشاكل الفرعية يطلق على كل منها مرحلة Stage تمثل كل منها أحد الأقسام التى تحتاج لاجراء توسعات رأسمالية. ويرتبط بكل قسم عدد من البدائل المتنافية التى يتعين الاختيار بينها. كذلك يرتبط بكل قسم حالة معينة يتعين اتخاذ القرار باختيار البديل الأمثل فى ظلها. وتتمثل هذه الحالة فى كمية رأس المال الموزع على القسم أو مجموعة الأقسام المعينة طبقاً لتعريف الحالة.

واتضح أن تعريف المرحلة والحالة يمكن من تجزئة مشكلة الموازنة الرأسمالية إلى عدد من المشاكل الفرعية مما يسهل اجراء العمليات الحسابية. ولا تعتبر مشاكل الأقسام مستقلة نظراً لأنها تتنافس جميعاً على الموارد المحددة من قبل الإدارة لاجراء التوسعات الرأسمالية. ولقد بينا أن اجراءات الحل تبدأ بايجاد السياسة المثلى فى القسم الأول فى ظل الحالات التى تكون متوفرة فيه ثم القسم الذى يليه، إلى أن نصل إلى تحديد السياسة المثلى للقسم الأخير. وبالاستقراء العكسى للحل من القسم الأخير للقسم الأول يتم تحديد السياسة المثلى لاجراء التوسعات الرأسمالية، ويتم تحديد قيمتها من جدول الحل النهائى للقسم الأخير. وتمكن معادلات العائد المحددة من تجميع الحل من قسم إلى القسم الذى يليه فى ظل الطريقة الأمامية من الوصول أقصى قيمة للعائد من توزيع الموارد على البدائل المتنافسة.

وقد تم الاعتماد على تلك الخصائص فى صياغة مشكلة الموازنة الرأسمالية للأقسام المختلفة، وتوضيح اجراءات حلها بالطريقة الأمامية والطريقة الخلفية وذلك بافتراض نموذج بسيط يتضمن متغير واحد للحالة فى ظل التأكد التام. مما ساعد على إبراز كفاءة العمليات الحسابية التى يتميز بها استخدام البرمجة الديناميكية فى حل مشكلة الموازنة الرأسمالية كمشكلة متعددة المراحل. وقد تم تطوير النموذج بإدخال أكثر من متغير حالة بحيث يصبح النموذج متعدد الأبعاد وذلك بأخذ طاقة الأنشطة المساعدة مثل الصيانة والإصلاح فى الاعتبار بجانب الموارد الرأسمالية المتاحة لاجراء التوسعات الرأسمالية . ويساعد هذا التطوير على تقريب النموذج من الواقع العملى مما يزيد من امكانية تطبيقه بكفاءة. كما تم تطوير النموذج بأخذ عامل عدم التأكد فى تقدير التدفقات النقدية فى الاعتبار وذلك إما بالاعتماد على طريقة التقديرات الثلاثة (تفاؤلى، تشاؤمى، والأكثر احتمالا) أو تعديل معدل الخصم بمقدار المخاطرة.

ويبين البحث أن حل مشكلة الموازنة الرأسمالية باستخدام أسلوب البرمجة

الديناميكية بصورتها المقترحة يمكن من الوصول إلى توزيع أمثل للموارد على البدائل المتنافسة بكفاءة نظراً لكفاءة العمليات الحسابية التى يتميز بها، وكذلك ضرورة أخذ طاقة الأنشطة المساعدة فى الاعتبار عند الاختيار بين البدائل حتى يمكن تطبيق النموذج بفاعلية وكفاءة، مع ضرورة أخذ عنصر عدم التأكد فى الاعتبار. ويلاحظ أن توفر برامج الحاسب الجاهزة التى يمكن الاعتماد عليها فى حل النموذج يساعد بدرجة كبيرة على زيادة امكانية استخدامه.

References

Bierman, H.T. , C. P. Bonini, and W. Hansman, **Quantitative Analysis for Business Decisions**, 8th ed., Homewood, L. : Irwin, Inc. (1991).

Haka, S. F., L.A. Gordon, and G.E. Prinches, «Sophisticated Optimal Budgeting Techniques and Firm Perfomance», **The Accounting Review** (October 1985), pp. 651-669.

Harnist, M.K. and J.A. Baxter , «Capital Budgeting Case Study: An Analysis of a Choice Process and Roles of Information», **Behavioral Research In Accounting** (Vol. 5, 1993), pp. 187-210.

Hillier, F. S, and G. J. Lieberman, **Introduction to Operation Research**, 3rd ed., San Fransisco, CA. Holden - Day, Inc., (1980).

Kim, S. H. and E. J. Faragher, «Current Capital Budgeting Practices», **Management Accounting** (June 1981), pp., 26-30.

Klammer, T., «Empirical Evidence of the Adoption of Sophisticaated Capital Budgeting Techniques», **Journal of Bussiness** (April 1978), pp. 353-372

, Brauce K., and N. Wilmer, «Capital Budgeting Practices :A Survey of Corporate Use», **Journal of Management Accounting Research** (Fall 1991), pp. 113-130.

Livingston, J.L. and G. Salmon, «Relationship Between the Accounting and Internal Rate of Return Measures: A Synthesis and Analysis», **Journal of Accounting Research** (Autumn 1970), pp. 199-216.

Mamer, J.W. and A. W. Shogan, «A Constrained Capital Budgeting Problem with Application to Repair Kit Selections», **Management Science** (June 1987), pp. 800-806.

Meade J. A. «The Impact of Different Capital Gains Tax Regimes on the Lock-In Effective and New Risky Investment Decisions , **The Accounting Review** (April 1990), pp. 406-431.

Metcalfe, M. and P. Powel. **Managment Accounting: A Modeling Approach** , New York: Addison - Wesley Publishing Company, (1990)

Moors, J.S., and A.K. Reichart, «An Analysis of the Financial Management Techniques Currently Employed by Large US Corporations», **Journal of Business, Finance, and Accounting** (Winter 1983), pp. 623-645

Petry, G. H. «Effective Use of Capital Budgeting Tools», **Business Horizons** (October 1975), pp. 57-64.

Render, B. and R. M. Stair , Jr. **Introduction to Management Science** , Boston, MA: Allyn and Becon (1992).

Scapen, R.W., and J.T. Sale «Performance Measurement and Formal Capital Expenditure Controls in Divisionalized Companies» **Journal of Business, Finance, and Accounting** (Fall 1981), pp. 389-419.

Sundem, G.L. «Evaluating Simplifed Capital Budgeting Models Unsing Time-State Performance Matrix», **The Accounting Review** (April 1974), pp. 306-320.

————, «Evaluating Simplified Capital Budgeting Models in Simulated Environments», **Journal of Finance** (September 1975), pp. 977-992.

Taha, A. H., **Operations Research**, 4th ed. , New York: Macmillan Publishing Company (1987)

Turner , L.D., «Improved Measures of Manufacturing Maintenance in Capital Budgeting Context" An Application of Data Envelopment Analysis Efficiency Measures», **Jorunal of Management Accounting Research** (Fall 1990), pp. 127-133.