

إعداد الموازنة الرأسمالية باستخدام البرمجة الديناميكية

(دراسة تطبيقية على شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز)

علي عبدالسلام الشريف^١ عائشة محمد العربي^٢ أبوبكر مفتاح شابون^٣

عبد السلام علي كبلان^٤

^١ كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة مصراتة - ليبيا

E-mail address: ali.alsharif61@gmail.com

الملخص

تهدف هذه الدراسة أساساً إلى إبراز دور وأهمية استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية في إعداد الموازنة الرأسمالية بغرض ترشيد رأس المال المستثمر في ظل محدودية الموارد، وتم اختيار شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز لتكون ميداناً للتطبيق العملي، وذلك لأهمية النشاط الاستثماري بالشركة وتأثيره على مستقبل عمل الشركة. وتأتي أهمية هذه الدراسة في كونها توضح كيفية الربط بين أساليب المحاسبة الإدارية والأساليب الرياضية لتكوين مدخل جديد يمكن استخدامه في التخطيط والرقابة. حيث تقدم هذه الدراسة نموذجاً رياضياً يساهم في رفع كفاءة قرارات الإنفاق الاستثماري بشركة رأس لانوف من خلال إعداد الموازنة الرأسمالية للشركة باستخدام البرمجة الديناميكية؛ وهو أحد نماذج البرمجة الرياضية التي تسعى إلى تحقيق الأمثلية، والذي يتناسب مع المشاكل التي تتطلب اتخاذ قرارات متتابعة أو التي يمكن تقسيمها إلى عدد من المشاكل الفرعية (يطلق عليها مراحل)، وتتمثل مشكلة كل مشروع في اختيار البديل الذي يحقق أعلى عائد في ظل الأموال المخصصة للاستثمار، وهذه المشاكل الفرعية ليست مستقلة حيث تتنافس على الموارد المخصصة للاستثمار بالشركة والتي هي بطبيعتها محدودة. إن النتائج المتحصل عليها من تطبيق النموذج الرياضي المقترح بالدراسة التطبيقية على مشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، ساهمت في الوصول إلى تحديد الخطة المثلى لتنفيذ مشروعات الاستثمار بالشركة بما يؤدي إلى تحقيق أعلى عائد ممكن، وذلك في حدود الموازنة المتاحة للاستثمار.

الكلمات الدالة: الموازنة الرأسمالية، البرمجة الديناميكية، ترشيد رأس المال، البدائل الاستثمارية المثلى.

المقدمة

شهدت السنوات الأخيرة اتجاهاً متزايداً نحو ضخامة حجم الاستثمارات، حيث لا يخفى على أحد ما للمشروعات الاستثمارية من أهمية بالغة سواءً على المستوى القومي أو على مستوى الوحدات الاقتصادية، ولا شك أن نجاح الوحدة الاقتصادية مستقبلاً محكوم بمدى سلامة القرارات الاستثمارية التي تتخذها في الوقت الحالي. وتعتبر قرارات الإنفاق الاستثماري وكيفية تمويلها من أهم القرارات التي تتخذها الوحدة الاقتصادية، وذلك لما تتطوي عليه هذه القرارات عن العديد من المتغيرات التي تتعكس على أداء الوحدة الاقتصادية؛ فقرارات الإنفاق الاستثماري تكمن خطورتها في أن هذه القرارات يترتب عليها إنفاق مبالغ ضخمة قد تستدعي في بعض الحالات قيام الوحدة الاقتصادية بالاقتراض أو زيادة رأس مالها، كما إن هذه القرارات يترتب عليها خلق مجموعة من الأعباء الثابتة ليس من السهل تعديلها أو الرجوع فيها إذا ما تبين عدم سلامة هذه القرارات بعد تنفيذها، علاوة على ذلك فإن هذه القرارات تحكم الهيكل التكاليفي للمنشأة لفترة زمنية طويلة، إضافة إلى ذلك فإن درجة المخاطرة وعدم التأكد المرتبطة بهذه القرارات تكون كبيرة نسبياً، وذلك لأن هذه القرارات تتطلب عمل تنبؤات لفترة زمنية طويلة؛ ولذلك تهتم الوحدات الاقتصادية بالقرارات المرتبطة بالاستثمار؛ والتخطيط لها وصياغة هذه الخطط في شكل موازنات رأسمالية.

وعلى الرغم من أهمية التخطيط للإنفاق الاستثماري، إلا أن هذا الموضوع لم تظهر أهميته بوضوح إلا منذ عام 1951 عندما نشر Joel Dean كتابه بعنوان الموازنة الرأسمالية Capital Budgeting. ولقد درج الكثير من رجال الأعمال على اتخاذ قرارات الإنفاق الاستثماري معتمدين على التخمين والحدس أو مستخدمين معايير استثمارية تقوم على أساس نظري خاطئ مما يستتبع اتخاذ قرارات استثمارية غير سليمة، وفي هذا يقول Bierman & Smid (1975، ص4): إن الأساليب المستخدمة لمساعدة الإدارة في الوصول إلى قرار استثماري سليم هي أساليب غير كافية بل إنها في معظم الأحيان تكون مضللة.

وتولي إدارة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز اهتماماً خاصاً بالقرارات المرتبطة بالاستثمار في المشروعات الجديدة أو تطوير المشروعات القائمة، وذلك لما لأهدافها من أثر على ربحية الشركة سوى في المدى القصير أو الطويل، حيث تمثل الأصول المُرسَلة¹ والظاهرة بدفاتر الشركة في 2002/12/31 حوالي 80% من إجمالي أصولها الثابتة²، ويتجلى اهتمام الإدارة في هذا النوع من القرارات الإستراتيجية من خلال الدراسات الواسعة التي تجرى عليها قبل الشروع في تنفيذها والتي تعرف بـ(دراسات الجدوى). وتمخضت عن تلك الدراسات، خطط لتطوير مجمع رأس لانوف³ بما تفرضه الإمكانيات التقنية المتوفرة آنذاك ومتطلبات السوق واقتصاديات تلك الفترة. إلا إنه لم ينفذ من هذه الخطط سوى مشروع واحد وهو

(1). الأصول المُرسَلة الناتجة عن مشروعات الاستثمار المنفذة تتمثل في الوحدات الرئيسية التالية: المصفاة+ مصنع الإيثلين+ مصنع البولي إيثلين+ نظام

مناولة البلمرة + المرافق العامة والوحدات المساعدة+ الميناء، بإجمالي قدرة: 782499367.253 دينار ليبي.

(2). شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، الإدارة المالية (ميزان المراجعة -ح/الأصول الثابتة كما هو ظاهر في 2002/12/31).

(3). مجمع لإنتاج النفط والغاز والبتر وكيمائيات النفطية والذي يدار عن طريق شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز.

مصنع البولي إيثيلين الذي بدأ مرحلة الإنتاج التجاري في نهاية سنة 1998. حيث تأجل تنفيذها نتيجة للظروف التي سادت صناعة النفط محلياً والتي من أهمها تأثيراً محدودية الموارد المالية المخصصة للمشروعات المقترحة للاستثمار، وعدم توفر التغطية المناسبة من النقد الأجنبي لتنفيذ تلك المشروعات. وتعتبر شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز من أكبر شركات إنتاج النفط والبتروكيماويات في ليبيا، حيث تشكل الطاقة التكريرية لمصفاة رأس لانوف حوالي نسبة 60% من إجمالي الطاقة التكريرية للمصافي في ليبيا والمحددة بـ 380 ألف برميل في اليوم (المؤسسة الوطنية للنفط، ليبيا). وينفرد مجمع رأس لانوف البتروكيماوي في ليبيا بإنتاج مادة البولي إيثيلين عالي ومنخفض الكثافة، التي تدخل في إنتاج منتجات وسيطة كالأنابيب البلاستيكية واللدائن وصناعة الأدوية وغيرها من الصناعات الضرورية لحياة الإنسان.

ونتيجة لأهمية القرارات الاستثمارية ولصعوبة اتخاذها، فإنه لا بد من التخطيط العلمي السليم لإعداد الموازنة الرأسمالية ويتم ذلك من خلال استخدام الأساليب العلمية التي تساعد على حل مشاكل إعداد الموازنة الرأسمالية.

الموازنة الرأسمالية تمثل أحد التطورات الهامة في نظام الموازنات، وهي ليست فقط تستخدم كأداة للتخطيط والرقابة على الإنفاق الاستثماري، بل هي أيضاً تلعب دوراً هاماً في عملية التخصيص الأمثل للموارد المحدودة. وفي أدب التمويل، يستخدم مصطلح (قرار الموازنة الرأسمالية) كمترادف لقرار الاستثمار (1989 Dobbins & Pike)، إنها القرارات التي تتضمن الإنفاق الرأسمالي المطلوب للمشروعات الاستثمارية الحالية، والتدفقات النقدية المستقبلية الناتجة من هذه المشروعات (Drury، 2012).

إن أساليب الموازنة الرأسمالية تستخدم في تقييم الفرص الاستثمارية من أجل اختيار أفضلها، حيث انه ليس من السهل تحديد أفضل الفرص الاستثمارية في ظل الواقع الاقتصادي الذي يتميز بمحدودية الموارد، وبالتالي التطور التكنولوجي والمنافسة الكاملة. عموماً، هناك علاقة وثيقة بين النمو الاقتصادي والطريقة المستخدمة في تخصيص الموارد المتاحة، النمو الاقتصادي لا يعتمد فقط على حجم الموارد المتاحة، ولكن يعتمد أيضاً على كيفية تخصيص هذه الموارد المحدودة واستخداماتها. لذلك، يتطلب تخصيص الموارد المحدودة كأساس لترشيد رأس المال، استخدام النماذج العلمية. إن مشكلة ترشيد رأس المال تحدث عندما تكون الموازنة المتاحة للاستثمار بالشركة غير كافية لتمويل جميع المشاريع المربحة، وفي هذا الشأن صرح Beraldi وآخرون (2012)، أن مشكلة ترشيد رأس المال هي قضية مهمة في عملية اتخاذ قرارات الاستثمار.

لذلك، على الإدارة الرشيدة أن تهتم بتخطيط الإنفاق الاستثماري وضرورة أن يكون هذا التخطيط علمياً بعيداً عن الاجتهاد الشخصي، ولاشك أن استخدام أساليب بحوث العمليات في مجال المحاسبة وتخطيط الإنفاق الاستثماري، فتح آفاق جديدة في مجال البحث والتطبيق أمام المحاسبين، وهذا ألقى عليهم تحديات كثيرة من أهمها ضرورة الإلمام بأساسيات أساليب بحوث العمليات حتى يمكن الاستفادة منها في

مجال تشغيل البيانات المحاسبية وعرض معلوماتها بطرق وأشكال تتناسب مع التغير في طبيعة التأهيل العلمي والعملية لمستخدمي المعلومات المحاسبية.

الدراسات السابقة:

لقد تضمنت الدراسات العديد من الأساليب المستخدمة في إعداد الموازنة الرأس مالية، حيث يمكن تصنيف أساليب الموازنة الرأس مالية إلى ثلاثة تصنيفات هما: أساليب التقييم المالي، وأساليب تقييم الخطر، وأساليب بحوث العمليات (Pike, 1996; Sharp & Pike, 1989)، ومعظم البُحاث والكتّاب ركزوا على أساليب التقييم المالي باعتبارها تستخدم كمعايير للمفاضلة بين البدائل الاستثمارية واتخاذ القرارات الاستثمارية (Pramborg & Holmen, 2009; Mohammed, 2013).

وتُقسم أساليب التقييم المالي إلى نماذج بسيطة وهي التي لا تأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود، حيث تعتمد على مفاهيم الدخل التقليدي (نماذج فترة الاسترداد ومعدل العائد المحاسبي)، وأساليب التدفقات النقدية المخصومة وهي التي تأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود (صافي القيمة الحالية، ومعدل العائد الداخلي، ومؤشر الربحية). وغالباً ما تتناول الكتب الجامعية نماذج فترة الاسترداد، ومعدل العائد المحاسبي، وصافي القيمة الحالية، ومعدل العائد الداخلي، ومؤشر الربحية كأساليب لتقييم الاستثمارات (Drury, 2012; McLaney, 2009; Seal & Garrison & Noreen, 2012).

الرباط الذي يجمع ما بين أساليب التدفقات النقدية المخصومة (DCFT) وعملية ترشيد رأس المال، يعتمد في الأساس على إن الغرض من عملية ترشيد رأس المال هو تعظيم صافي القيمة الحالية NPV في ظل الموازنة المتاحة للاستثمار (Manalo & Manalo, 2010).

الملاحظ من الممارسة العملية، إن طريقة فترة الاسترداد (PP) هي أكثر الأساليب استخداماً من قبل الشركات الانجليزية والهندية والمليزية والسودانية والنيجيرية (Pike, 1996; Verma, 2009; Anuar, 2005; AbuIdris & Eljelly, 2001; Adeyemo & Obi, 2014). بينما نجد إن أساليب التدفقات النقدية المخصومة (DCFT) هي الأكثر اهتماماً في الشركات الأمريكية والكندية والسويدية والأسترالية (Ryan & Ryan, 2002; Bennouna, 2010; Daunfeldt & Hartwig, 2014; Truong, 2008).

في الجانب المقابل نجد إن الشركات الليبية غالباً ما تستخدم النماذج البسيطة (ARR & PP) في المفاضلة بين البدائل الاستثمارية واتخاذ القرارات الاستثمارية (الوكيل، Mohammed & 2000, 2013). وهذا يقدم دليل على إن أساليب التدفقات النقدية المخصومة (DCFT) هي أقل اهتماماً في الدول النامية عنها في الدول المتقدمة. وتوافقاً مع هذا الاتجاه، أكد كل من (ألبيدي، 1993 & الحضيبي، 1997) بان الشركات الليبية لا تطبق الطرق العلمية في تقييم المشروعات الاستثمارية. وفي اتجاه معاكس، اثبت احسونة (1994)، إن 30% من المشروعات الصناعية الليبية تتبنى جزئياً نماذج بحوث العمليات للمساعدة في اتخاذ القرارات.

ويرى أحد البُحاث (الصباغ، 1977) أن أسلوب الترتيب الذي يعد أداة المدخل التقليدي للاختيار ما بين البدائل الاستثمارية لا يتمكن من تحديد مجموعة البدائل الاستثمارية المثلى لترشيد رأس المال، كما أنه في ظل ترشيد رأس المال لا تكون هناك حاجة فقط إلى قاعدة يتم بمقتضاها تصنيف بدائل الاستثمار إلى بدائل مقبولة وأخرى مرفوضة، ولكن تكون هناك حاجة أيضاً إلى طريقة علمية يتم بمقتضاها الاختيار من بين بدائل الاستثمار المقبولة لاختيار التوليفة المثلى من بينها، وفي ضوء المآخذ على المنهج التقليدي الذي يتبع حالياً في المفاضلة بين المشروعات الاستثمارية لاختيار أفضلها باعتبارها المشكلة الأساسية في إعداد الموازنة الرأسمالية، أصبح لزاماً على المحاسب الإداري ضرورة البحث عن أسلوب جديد لتلافي نقاط القصور والضعف في الطرق التقليدية المستخدمة. بالرغم من ذلك، معظم الكتاب في الأدب المحاسبي يفضلون استخدام الأساليب التي تأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود، إلا أن هذه الأساليب تحتاج إلى تطوير يمتد لأبعد من مجرد التطبيق المباشر لصافي القيمة الحالية "NPV" ومعدل العائد الداخلي "IRR" (Haka وآخرون 1985).

الأدب التطبيقي يشير إلى إن هناك اتجاه متزايد نحو استخدام أساليب بحوث العمليات (ORT) في تقييم المشروعات الاستثمارية وحل المشاكل المرتبطة بالموازنة الرأسمالية (Pike، 1996؛ Klammer، 1972) وبالأخص نماذج البرمجة الرياضية التي اقترحت لحل مشكلة ترشيد رأس المال في القرارات المرتبطة بالموازنة الرأسمالية. ويعتبر (Weingartner 1963) أول من قدم الصياغة الرياضية لمشكلة ترشيد رأس المال في الموازنة الرأسمالية.

الأدب المحاسبي والتمويلي، يشير إلى أن معظم الأبحاث ركزت على استخدام نماذج البرمجة الخطية والعديدية وبرمجة الأهداف في حل المشاكل المرتبطة بالموازنة الرأسمالية (Khan, 2008). وتوافقاً مع هذا الجانب، استخدمت شركة رأس لانوف البرمجة الخطية في اختيار/تحديد الوحدات الإنتاجية المطلوب تنفيذها بمجمع رأس لانوف النفطي¹، ومع ذلك، واجه أسلوب البرمجة الخطية الكثير من النقد كأسلوب يستخدم في إعداد الموازنة الرأسمالية، حيث يتم استخدام هذه الأساليب في الحالات التي تتصف بالثبات، والتأكد التام بالظروف المحيطة، إلا إن الواقع الاقتصادي يتصف بالتغير المستمر مما يصعب معه تطبيق النماذج الخطية في الحياة العملية. توافقاً مع هذا التوجه، Dreyfus & Bellman، (2015) أكد أن استخدام البرمجة الديناميكية (DP) هو أكثر فاعلية من أساليب البرمجة الخطية LP.

يقترب تاريخ البرمجة الديناميكية باسم العالم Richard Bellman، حيث قام بنشر أبحاثه في هذا الموضوع أثناء عمله بشركة Rand خلال الخمسينيات من القرن الماضي، وقد لخص مساهمته هذه في كتاب البرمجة الديناميكية الذي نشر له في عام 1957. ومنذ ذلك الحين غدت البرمجة الديناميكية واحدة من أهم الأساليب الكمية التي يمكن الاستفادة منها في العديد من المجالات الصناعية

(1). قسم الدراسات - إدارة المشروعات 2003؛ دراسات الجدوى المنفذة من المستشارين الأجانب.

والاقتصادية والحربية، كما أمكن عقب ذلك الاستعانة بهذا الأسلوب في حل الكثير من المشاكل المحاسبية والإدارية التي تواجه متخذي القرارات في منشآت الأعمال المختلفة.

ارتكزت أبحاث Bellman على حل المشاكل المتعلقة بتخصيص الموارد على أوجه استخداماتها المختلفة (Dreyfus & Bellman، 2015). وتوافقاً مع هذا الجانب، استخدم Khalesi وآخرون (2011) البرمجة الديناميكية في نظام توزيع الكهرباء على الزبائن للوصول إلى التخصيص الأمثل لهذه الطاقة. حديثاً، الكثير من أبحاث البرمجة الديناميكية (DP) ركزت على حل المشاكل المرتبطة بالرقابة المثلى سوى في مجال العلوم التطبيقية أو العلوم الإنسانية (Wei & Pham، 2017، Bertsekas؛ 2017، Sundström وآخرون 2010).

أما فيما يخص تطبيقات البرمجة الديناميكية في المحاسبة فهي ركزت في البداية على جدولة المخزون السلعي، حيث استخدم Kleywegt وآخرون (2004) البرمجة الديناميكية في تحديد كمية المخزون الواجب أن يوجد أو يوفر لكل زبون، لسد النقص المفاجئ في المخازن، أي انه اعتبر إن المشكلة تتمثل في عدم التماثل في حركة المخزون من حين لآخر وهو ما أطلق عليه "مشكلة مسار المخزون التصادي في العشوائي، كما استخدم Wolpin & Lee (2010) البرمجة الديناميكية في المحاسبة عن التغيرات في هيكل الأجور والعمالة بالولايات المتحدة خلال الفترة من 1968 إلى 2000. إضافة إلى ما ذكر، الممارسة العملية قدمت دليل على إن استخدام البرمجة الديناميكية في إعداد الموازنة الرأس مالية في ظل محدودية الموارد يؤدي إلى اختيار حقول البترول المثلى ضمن حدود مصدر التمويل المتاح بشركة بترول خليج السويس (محمد، 1991).

ولعل من أبرز الدراسات، التي تناولت موضوع الدراسة:

■ دراسة Özlem Ince (2006، ص 77-80):

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم استثمارات أنظمة السكك الحديدية، وتم استخدام البرمجة الديناميكية الاحتمالية لتحديد (سياسة الاستثمار المثلى والتوقيت الأمثل للاستثمار). قام الباحث Özlem Ince بتطوير برنامج جديد للبرمجة الديناميكية (DP) باستخدام "Microsoft Visual Studio C++ language 6.0". إن النتائج المستقاة من تشغيل نموذج ال DP (حددت عدد القطارات المطلوب شراؤها في كل حقبة استثمارية)، ومن تم تحديد أي السنوات التي تمثل التوقيت الأمثل لهذه للاستثمارات. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء تحليل الحساسية لتحديد التأثيرات الهامة على المعادلة التكرارية (التجميعية)، حيث تبث إن التغيرات في سعر الفائدة أو معدل الخصم هي الأكثر تأثيراً.

■ دراسة محمد، (1991، ص 148-149):

استهدفت هذه الدراسة، التعرف على الأساليب المتاحة لإعداد الموازنات الرأس مالية والصعوبات والانتقادات الموجهة إليها، وإبراز دور وأهمية أسلوب البرمجة الديناميكية في إعداد الموازنة الرأس مالية... ونعرض فيما يلي أهم النتائج التي توصلت إليها:

- إمكانية تطبيق أسلوب البرمجة الديناميكية في تطوير وتنفيذ الموازنة الرأسمالية لنشاط التنمية وذلك في حدود مصدر التمويل المتاح بشركة جابكو للبترول¹.
- أن تطبيق أسلوب البرمجة الديناميكية يمكننا من التوصل إلى تحديد الحقول الإنتاجية المثلى (حقول إنتاج البترول) التي ستجرى عليها التنمية على مستوى كل منطقة إنتاجية بشركة بترول خليج السويس.

■ دراسة Silva وآخرون (2017):

استخدمت هذه الدراسة برمجة الأهداف Fuzzy Goal Programming (FGP) لتحسين عملية إعداد الموازنة الرأسمالية في ظل الظروف غير المؤكدة، ولأجل تشغيل نموذج FGP، تم الاستعانة ببرنامج "23.6.5 GAMS مع CPLEX" للحصول على الحلول المثلى. نتائج الدراسة أكدت بأن ال FGP مفضل لإعداد الموازنة الرأسمالية (CB)، ويوفر نموذجاً بسيطاً لحل مشكلة تعدد الأهداف في قرارات CB، مثل زيادة مؤشر الربحية، وانخفاض فترة الاسترداد، وترشيد رأس المال. علاوة على ذلك، فإن نموذج FGP فعال في التطبيقات العملية للحالات التي تتعامل مع ظروف عدم التأكد.

■ دراسة Stensland & Tjostheim (1989، ص119):

هذه الدراسة استخدمت خوارزمية البرمجة الديناميكية لبناء نماذج سلاسل زمنية من أجل "توليد احتمالات الانتقال من مستوى سعر إلى آخر". كما أكدت نتائج هذه الدراسة أن سياسات الاستثمار المثلى تعتمد على "مقدار الارتباط الموجود في عملية السعر وعلى الميزات الإضافية لنوع السيناريو" التي يمكن تبنيها.

■ دراسة Sharp & Pike (1989):

(مسح لأساليب بحوث العمليات المستخدمة في إعداد الموازنة الرأسمالية): تستكشف هذه الدراسة مدى انتشار/استخدام أساليب بحوث العمليات في إعداد الموازنة الرأسمالية، حيث اعتمد هذا البحث على 3 استطلاعات نفذت على أكبر الشركات الانجليزية وعددها 100 خلال الفترة 1975-1986. كما طبقت الدراسة نموذج تنبؤي لوجستي، للتنبؤ باستخدامات أساليب بحوث العمليات خلال سنة 1991. وتوصلت الدراسة إلى تدني مستوى استخدام أساليب البرمجة الرياضية بالشركات الانجليزية، في حين انه هناك اتجاه متزايد نحو استخدام أساليب تقييم ومراجعة المشروعات أو تحليل المسار الحرج بنفس الشركات.

■ دراسة Khan (2008):

قدمت هذه الدراسة تطبيقات عملية لنماذج البرمجة الرياضية المستخدمة في علاج مشكلة ترشيد رأس المال بالموازنة الرأسمالية. حيث تم تطبيق دراسة الحالة على 9 مشروعات استثمارية متعلقة بالبنية التحتية،

(1). شركة جابكو للبترول: هي شركة بترول خليج السويس.

ونماذج البرمجة الرياضية المقترحة هي: البرمجة الخطية، والعددية و برمجة الأهداف هذا في ظل ظروف التأكد. أما النماذج الرياضية المقترحة في ظل ظروف عدم اليقين فهي: نماذج مونت كارلو، والبرمجة الخطية العشوائية، والبرمجة التريبيعية. لقد وضحت هذه الدراسة إن مشكلة ترشيد رأس المال تقع بسبب محدودية الأموال المتاحة للاستثمار، والقيود القانونية التي تفرضها الدولة على صرف الأموال والاقتراض، وعدم رغبة الممولين في الاستثمار بالمشروعات الضخمة التي تتطلب زمن طويل لاسترجاع رأسمالها. وتؤكد دراسة Khan (2008) إن إمكانية تطبيق أساليب البرمجة الرياضية (MP) في القطاع الخاص يكون أكثر منه في القطاع الحكومي.

بناءً على ما ذكر، يمكن استخدام البرمجة الديناميكية (DP) في إعداد الموازنة الرأس مالية بهدف ترشيد رأس المال، ومن الأسباب التي تعزز الثقة في استخدام DP، إنها توفر حل لمشكلة التجزئة divisibility في المشاريع الاستثمارية، بعكس نماذج البرمجة الخطية (LP)، إضافة إلى إن DP يمكن استخدامها في الحالات الخطية وغير الخطية. كما إن الطريقة الحاسوبية لـ DP Algorithm تساعد على تحليل حساسية الحل للتغيرات سوى في دالة الهدف أو القيود، بعكس LP التي تتطلب تحليل إضافي منفصل.

المشكلة البحثية:

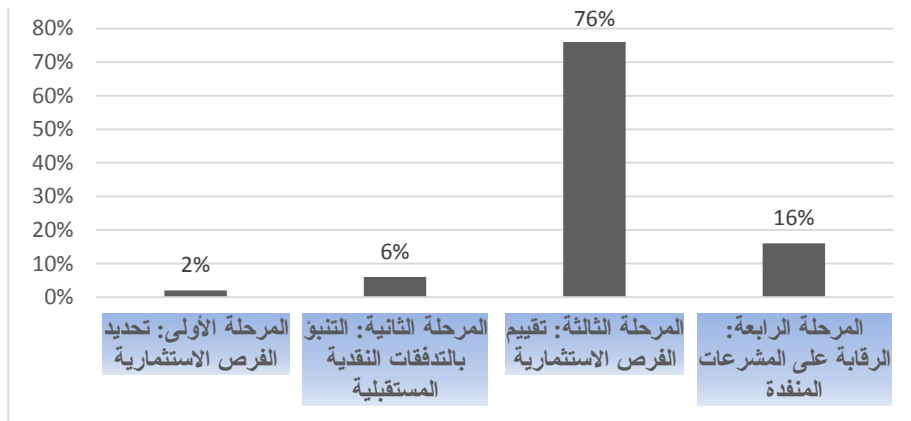
الدراسات السابقة أكدت إن جُلّ اهتمام البُحاث يتركز على تطبيق أساليب البرمجة الخطية والعددية و برمجة الأهداف (GP & IP & LP) في إعداد الموازنة الرأس مالية (CB)، إلا أنه وعلى الرغم من ذلك هناك القليل من الدراسات التي تناولت موضوع هذه الورقة. حيث يركز النموذج الرياضي المقترح في هذه الدراسة على حل مشكلة ترشيد رأس المال وذلك في ظل محدودية الموارد وعدم قابلية المشاريع الاستثمارية للتجزئة، ويمكن حل هذا النوع من مشاكل الموازنة الرأس مالية باستخدام نماذج البرمجة الديناميكية (Taha، 1996، 2007)، في حين فشلت نماذج البرمجة الخطية (LP) في حل مشكلة عدم قابلية المشاريع الاستثمارية للتجزئة.

إن متخذ القرار غالباً ما يواجه بعدد من المقترحات الاستثمارية المرغوب فيها اقتصادياً، غير أن تنفيذها جميعاً يتطلب - عادة - قدرًا من الموارد المالية يفوق المتاح منها، ومن ثم تتنافس البدائل الاستثمارية فيما بينها على هذه الموارد المحدودة نسبيًا؛ مما يتطلب وجود طريقة يتم بمقتضاها اختيار المزيج الأمثل من بين البدائل الاستثمارية المتاحة، ويسعى متخذ القرار في هذه الظروف أساساً إلى تحقيق الاستخدام الأمثل لرأس المال بما يحقق أفضل منفعة على الموارد المستثمرة، وهذا ما يطلق عليه عملية ترشيد رأس المال، وبالتالي، فإن اختيار النموذج الذي يعتمد عليه في ترشيد قرارات الإنفاق الاستثماري من الأمور المهمة التي يتعين توخي الدقة فيها، فيتعين اختيار النموذج الذي يتميز باعتماده على أسس نظرية سليمة مع إمكانية تطبيقه دون تعقيدات عملية (محرم، 1993، ص 14). وكما هو موضح في الشكل 1، حدد معظم البُحاث أربع مراحل رئيسية لعملية إعداد الموازنة الرأس مالية: تحديد فرص الاستثمار، والتنبؤ بالتدفق

النقدي المستقبلي المتوقع الحصول عليه من هذه الاستثمارات، وتقييم فرص الاستثمار تم مراقبة المشاريع المنفذة (Arnold، 2013، Burns & Walker، 2009، Neale & Linsley، Pike، 2012).

تثبت الإحصائيات المبينة في الشكل التخطيطي أعلاه، أن معظم الأبحاث السابقة ركزت على مرحلة تقييم الاستثمار في اعداد الموازنة الرأسمالية (Burns and Walker، 2009)، باعتبارها أهم مراحل اعداد الموازنة الرأسمالية. وللتأكيد على الفجوة البحثية التي تم تناولها في هذه الورقة، يوضح المخطط الوارد في الشكل (1) مسح للدراسات المتعلقة بمراحل اعداد الموازنة الرأسمالية في الولايات المتحدة الأمريكية. حيث وجد ان 76% من الأبحاث الأمريكية ركزت على مرحلة تقييم الاستثمار المرتبطة باستخدام أساليب تقييم المشروعات (Burns & Walker، 2009).

شكل (1): مسح للدراسات المتعلقة بمراحل اعداد الموازنة الرأسمالية في الولايات المتحدة الأمريكية.



Adapted from Burns and Walker (2009)

ولذلك تهدف هذه الورقة الى ابراز دور اسلوب البرمجة الديناميكية (DP) في ترشيد راس المال بقرارات الموازنة الرأسمالية (CB)، وبناءً على ذلك، فإن الغرض من هذه الورقة هو الإجابة على السؤال الرئيسي التالي:

1. إلى أي مدى يمكن ان يلعب اسلوب البرمجة الديناميكية (DP) دوراً مهماً في حل مشكلة ترشيد رأس المال بقرارات الموازنة الرأسمالية؟

عموماً، تقدم هذه الورقة نموذجاً رياضياً يساهم في رفع كفاءة قرارات الاستثمار بشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، بهدف ترشيد رأس المال باستخدام نموذج البرمجة الديناميكية (DP)؛ وهو إحدى أساليب البرمجة الرياضية التي تسعى إلى تعظيم دالة الربح، أن اسلوب البرمجة الديناميكية (DP) مناسب للمشاكل التي تتطلب اتخاذ قرارات متعاقبة أو تقسيمها إلى عدد من المشاكل الفرعية تسمى مراحل (Dreyfus & Bellman، 2015).

منهجية الدراسة:

استراتيجية البحث المتبعة في هذه الدراسة هي منهج دراسة الحالة، حيث تم اختيار شركة رأس لانوف ليكون مجالاً للتطبيق العملي بسبب أهمية المشروعات/الوحدات الإنتاجية المزمع تنفيذها بمجمع رأس لانوف للبتروكيماويات، ولكبر حجم الاستثمارات في هذه المشروعات والتي تتطلب مبالغ تفوق الأموال المتاحة للاستثمار. تقدم دراسة الحالة مشكلة واقعية، وهي إن الشركة تهدف إلى تنفيذ مشروعات استثمارية جديدة (المرحلة الثانية للمجمع) إلا إن تنفيذها جميعاً يتطلب موارد مالية كبيرة تزيد عن الموازنة المتاحة للاستثمار، لذلك الشركة تبحث عن الأداة/الطريقة التي تساعد على اختيار المشروعات المثلى بما يحقق أقصى منفعة ممكنة من الموارد المتاحة وهو ما يقصد به ترشيد رأس المال المتاح. إذاً دراسة الحالة ترتبط بالسياسات والإجراءات المالية بالشركة، أي إنها مشكلة واقعية. وتساعد دراسة الحالة في التعرف على الأوجه التالية (Yin، 2009):

- تحديد مشكلة الدراسة بدقة.
- تحديد البيانات المرتبطة بالمشكلة، وهي تمثل البيانات المالية المتعلقة بتقييم المشروعات الاستثمارية وإعداد الموازنة الرأسمالية لشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز.
- الأداة المستخدمة في تجميع بيانات دراسة الحالة، هي الملاحظة المباشرة للتقارير المالية بالشركة سوى الصادرة عن الإدارة المالية أو الجهات ذات العلاقة.
- التواصل مع الآراء والأفكار ذات العلاقة بموضوع دراسة الحالة، واكتشاف الخبرات.
- المساعدة في صنع/إعادة صنع القرارات، وهنا يعني إن النموذج الرياضي المقترح في دراسة الحالة يساعد على ترشيد قرارات الاستثمار بالشركة والوصول إلى الخطط المثلى.

الموازنة الرأسمالية لشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز:

عرف عبد العال، وأبو الحسن (1989، ص285)، الموازنة الرأسمالية: بأنها الأداة التحليلية المستخدمة في المفاضلة بين البدائل الاستثمارية تمهيداً لتوزيع رأس المال المحدود بين تلك البدائل. وتتبع أهمية إعداد الموازنة الرأسمالية من أهمية الإنفاق الاستثماري ذاته وتأثيره على مستقبل الوحدة الاقتصادية، حيث تؤثر التكاليف الاستثمارية على أرباح الوحدة الاقتصادية، وكذلك على معدل نموها الاقتصادي.

إنّ الموازنة الرأسمالية يجب أن تشمل على كل المشروعات الاستثمارية التي تقرر تنفيذها بهدف زيادة القدرة الإنتاجية أو البيعية للمنشأة عن طريق التوسع في حجم الطاقة الحالية، أو استبدال الأصول الرأسمالية المتقدمة نتيجة للتطور التكنولوجي أو بمرور الزمن، أو شراء أصول أخرى جديدة، أو إنشاء مشروعات جديدة.

إنَّ نقطة البدء في إعداد الموازنة الرأسمالية هي حصر وتحديد البدائل الاستثمارية المقترحة من المستويات الإدارية المختلفة، وتحديد صافي التدفق النقدي المتوقع من كل بديل من تلك البدائل، وبعد ذلك المفاضلة بين هذه البدائل وفقاً لمعايير معينة لاختيار أفضلها. وهناك 3 عوامل رئيسية تحكم عملية المفاضلة بين البدائل الاستثمارية المقترحة:

- صافي التدفقات النقدية الناتجة عن البدائل/المشروعات الاستثمارية.
- معدل الخصم المستخدم في خصم التدفقات النقدية.
- العمر الإنتاجي للبديل/المشروع الاستثماري.

وتعتبر مشاكل الموازنة الرأسمالية من مشاكل التخصيص التي تواجه الإدارة حيث تكون الموارد المخصصة للإنفاق الاستثماري محدودة، وتتنافس من تم البدائل الاستثمارية فيما بينها على هذه الموارد المحدودة نسبياً. مما يتطلب توجيه الموارد المخصصة للإنفاق الاستثماري لأفضل بدائل الاستثمار المرغوب فيها، وهذا هو المقصود بعملية ترشيد رأس المال. أن مشكلة ترشيد استخدامات رأس المال المستثمر تبرز في مجال تخطيط الإنفاق الاستثماري عندما تعجز الموارد الاقتصادية المخصصة للإنفاق الاستثماري على تلبية متطلبات تنفيذ جميع البدائل الاستثمارية المرغوب فيها، وهذا يفرض على متخذ القرار الاستثماري القيام بتقييم المقترحات الاستثمارية والمفاضلة بينها لاختيار التشكيلة المثلى منها في حدود الموارد الاقتصادية المحدودة.

وقد يبدو من المناسب التعرض في هذه الدراسة وباختصار لأهم المشاكل التي تكتف عملية ترشيد رأس المال المستثمر، وذلك على اعتبار أنها أحد المشاكل الأساسية التي تعترض متخذ القرار الاستثماري عند تخطيط الموازنة الرأسمالية، ويعتبر كل من (Savage & Lorie 1955) أول من أثار مشاكل ترشيد رأس المال وحددها في ثلاث مشاكل رئيسية:

- مشكلة القيود المفروضة على الموارد.
- مشكلة عدم قابلية المشروعات الاستثمارية للتجزئة.
- مشكلة عدم استقلالية بعض المشروعات الاستثمارية.

هذه الدراسة سوف تركز على تقديم الحل لمشكلة القيود المفروضة على الموارد، ومشكلة عدم قابلية المشروعات الاستثمارية للتجزئة، على اعتبار إن المشكلة الأخيرة يمكن حلها بسهولة باستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية في حالة ثبوتها، حيث قد يتوفر لدى الشركة فرص استثمارية مختلفة ومريحة، ولكن تحتاج هذه الفرص إلى موارد مالية تزيد عما هو متاح فعلاً لدى الشركة، ولا يمكن للشركة أن تزيد من حجم هذه الموارد لوجود بعض القيود المفروضة عليها.

وتعتبر المشاكل المتعلقة بالموازنة الرأسمالية من المجالات الهامة التي يثمر فيها تطبيق أساليب بحوث العمليات، وبالأخص، أساليب البرمجة الرياضية، حيث تعجز الموارد المخصصة للإنفاق الاستثماري عن مواجهة متطلبات تنفيذ المقترحات الاستثمارية المرغوب فيها جميعها، مما يتطلب ترشيد عملية تخصيص هذه الموارد المحدودة على استخداماتها غير المحدودة نسبياً عن طريق التأكد من أن الاستخدامات التي لم تخصص موارد لها ليست في النهاية أفضل من الاستخدامات المختارة فعلاً، إن استخدام أساليب التحليل الكمي في مجال التقييم والمفاضلة بين البدائل الاستثمارية من شأنه أن يساعد على تحسين جودة المعلومات وزيادة درجة الموضوعية في التقييم، فالتحليل الكمي لا يحدد لنا القرار، وإنما يمدنا بالبيانات الموضوعية والدقيقة التي تفيد في اتخاذ القرار ويقلل من مخاطر عدم التأكد التي تتعرض لها القرارات الاستثمارية (أبوخشيبة، 1989، ص128).

بدائل تمويل مشروعات الاستثمار بالموازنة الرأسمالية - المشار لها لاحقاً بـ(dj):

حددت بدائل تمويل مشروعات الاستثمار بالشركة والمقترحة للمفاضلة بين المشروعات على النحو التالي:

البديل الأول: التمويل بالمجهود الذاتي بنسبة 100%.

البديل الثاني: التمويل عن طريق الاقتراض/التمويل المصرفي (60/40)، أي أنه يتم التمويل ذاتياً بنسبة 40%، والتمويل المصرفي بنسبة 60%.

البديل الثالث: التمويل بالاشتراك مع مستثمر أجنبي: هذا البديل تم إضافته بناءً على توجيهات المؤسسة الوطنية للنفط التي توصي بأن يتم البحث عن مصادر تمويل بديله لتنفيذ الوحدات اللاحقة للمصفاة¹¹، والخيار المقترح من الشركة²² هو الدخول في استثمار مشترك مع مستثمر أجنبي لتطوير المصفاة، وذلك لكبر رأس المال المطلوب استثماره في هذا المشروع، بحيث يقوم المستثمر الأجنبي بتمويل نسبة 60% من قيمة الاستثمار الثابت Fixed Investment والباقي يدفعه المالك، وتؤول ملكية المشروع والأرباح بالمناصفة بين الطرفين (50/50). إلا أنه من خلال المفاضلة بين خيارات التمويل المتاحة والمتعلقة بالدخول مع مستثمر أجنبي لتطوير المصفاة اتضح لنا الآتي:

- إنه في حالة ما يقوم المستثمر الأجنبي بتمويل نسبة 50% من قيمة الاستثمار فإنه من الأفضل الاتجاه إلى التمويل المصرفي لتطوير المصفاة.

(1). تقرير فني عن نشاط الشركة (1996-2000)، شركة رأس لانوف، مرجع سابق، ص20.

(2). نقلاً عن: مدير الإدارة الهندسية بشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز.

- أن اختيار اقتراح¹ أن يقوم المستثمر الأجنبي بتمويل نسبة 60% من قيمة الاستثمار الثابت لمشروع تطوير المصفاة بحيث تؤول ملكية المشروع والأرباح بالمناصفة بين الشركة والمستثمر الأجنبي سيكون أفضل من الاتجاه إلى التمويل المصرفي.

ويؤكد ذلك نتائج المفاضلة بين الخيارات المتاحة التالية:

1. خيار التمويل المتاح في حالة الاستثمار المشترك مع مستثمر أجنبي (البديل الثالث):

نسبة التمويل المقترحة	تكلفة الاستثمار	صافي القيمة الحالي
50%	906.6 مليون \$	146 مليون \$
60%	737 مليون \$	294.6 مليون \$

2. خيار التمويل المصرفي المتاح (البديل الثاني):

نسبة التمويل المقترحة	تكلفة الاستثمار	صافي القيمة الحالي
50%	1055.8 مليون \$	286.3 مليون \$
60%	916.1 مليون \$	269.1 مليون \$

- حدد سعر ضريبة الدخل بنسبة 35% من صافي الربح المحاسبي الناتج من تشغيل مشروعات الاستثمار بالشركة، وتحسب ابتداءً من السنة الأولى للتشغيل.
- حددت فترة ترجيع القرض الناجم عن تنفيذ البديل الثاني المقترح لتمويل مشروعات الاستثمار بالشركة، على النحو التالي:

مشروعات الاستثمار	فترة سداد القرض (سنة)
مشروع تطوير المصفاة	8 سنوات
مشروع إنشاء الوحدات البتروكيماوية: تطوير خليط رباعي الكربون "MIXED C4"	5 سنوات
مشروع إنشاء الوحدات البتروكيماوية: تطوير الجازولين الحراري "Benzene"	5 سنوات
مشروع إنشاء مصنع البولي بروبيلين.	5 سنوات

- (1). هذا الخيار اقترحه الباحث وهو أحد بدائل التمويل المقترحة في الدراسة.
- (2). حددت فترة سداد قرض مشروع تطوير المصفاة بـ 8 سنوات. وذلك لأنه توجد إمكانية لزيادة فترة السداد عن طريق التفاوض مع مصارف التمويل المختصة، بدلاً من المدة المحددة بمعرفة: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

- سعر الفائدة المصرفي المحتسب عن قروض التمويل المقترحة لتمويل مشروعات الاستثمار بالشركة حدد بـ 8%□.

البرمجة الديناميكية:

البرمجة الديناميكية هو: إجراء متكرر يسعى للوصول إلى الحل الأمثل للمشكلة بالتتابع مرحلة بمرحلة، على أن يستخدم في كل مرحلة المعلومات التي تم الحصول عليها من المراحل السابقة، أي أن حل المشكلة لا يتم خلال خطوة واحدة وقرار واحد بل تحل المشكلة على مراحل فرعية وفي كل مرحلة نجد حلاً فرعياً لتلك المرحلة، على أن يستخدم الحل الفرعي لكل مرحلة في حل المراحل التالية (العطار، 1983، ص 350). أي أن كل مرحلة من مراحل البرمجة الديناميكية ترتبط تتابعياً بالمراحل السابقة، ولا يعتبر الحل الفرعي للمرحلة بمثابة حل أمثل للمشكلة، ولكنه يحتوي على معلومات تساعد في التوصل إلى الحل الأمثل للمشكلة.

أن صفة الديناميكية التي تسبب لأسلوب البرمجة الديناميكية لا تعني بالضرورة اعتبار عنصر الزمن كأحد متغيرات المشكلة محل البحث، بل تعني التحرك في حل المشكلة عن طريق الانتقال من مرحلة إلى أخرى طبقاً لما تقتضيه طبيعتها.

ويعرف Stair & Render (2000، ص 28)، البرمجة الديناميكية بأنها: أسلوب تحليل كمي يطبق بتوسع على المشاكل التي تتطلب اتخاذ قرارات متتابعة. ويتفق معهما كل من Hillier (2001)، في أن البرمجة الديناميكية هي أسلوب رياضي مفيد في اتخاذ القرارات المترابطة تتابعياً.

ويتضح من التعريفين السابقين أن أسلوب البرمجة الديناميكية يستخدم لتحليل الظواهر أو المشاكل التي تتطلب اتخاذ قرارات متتابعة، وذلك من أجل التعرف على أفضل مجموعة ممكنة من القرارات المتاحة لحل هذه المشاكل.

وتعد البرمجة الديناميكية أسلوباً فريداً لمعالجة الكثير من الظواهر والحالات التي تكون أبعادها والعلاقة بينها محددة أو احتمالية على حد سواء، وتقوم فكرة البرمجة الديناميكية على أساس تقسيم المشكلة الأصلية إلى عدد من المشاكل الفرعية تعالج على أساس كونها جزءاً من الكل (المنصوري، 1996، ص 14).

ويرى النعيمي وآخرون (1999، ص 315)، بأن أسلوب البرمجة الديناميكية ما هو إلا أسلوب تحليلي لتقرير الخطة المثلى لتحقيق أهداف معينة لمجموعة من المشروعات تخضع للعديد من القيود، وهو بعبارة أخرى طريقة لتحديد أقصى قدر من الكفاءة في منطقة الموارد المحدودة بين أوجه استعمالها البديلة.

(1). حدد بمعرفة OECD.

وتتكفل البرمجة الديناميكية بتحديد الحلول المثلى للمشكلات، وهي بذلك مناسبة لتحليل السلوك الرشيد سواء أكان في مجالات الإنتاج أم الاستهلاك أم غير ذلك من مجالات الأنشطة الاقتصادية وعلى هذا الأساس يمكن تعريفها بأنها أسلوب يساعد على تحديد الخطة المثلى من بين عدد من الخطط البديلة.

وينطبق التعريف الأخير على مفهوم الموازنة الرأسمالية باعتبارها أداة تحليلية تساعد في عملية التخطيط طويل الأجل، والتي تتطوي على تخصيص رأس المال المحدود بين الاستثمارات البديلة.

تعتمد البرمجة الديناميكية أساساً على مبدأ الأمثلية **Principle of Optimality** الذي وضعه العالم **Bellman (Dreyfus & Bellman, 2015)** والذي ينص على:

إن السياسة المثلى لها خاصية وهي أنه مهما كانت الحالة الأولية والقرارات المتعلقة بها، فإن القرارات التالية يجب أن تكون سياسة مثلى بالنسبة للحالة الناجمة عن القرار الأول.

ويمكن توضيح المنهجية المتبعة في اتخاذ القرارات باستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية على النحو التالي (Dreyfus & Bellman, 2015; Eck, 1979):

- تقسم البرمجة الديناميكية، المشكلة الرئيسية إلى عدد من المشاكل الفرعية يطلق عليها مراحل، وتتخذ القرارات للمراحل المتعاقبة على أساس أنها مشاكل جزئية، وأن قرار كل مشكلة مستقل عن قرار المشكلة الأخرى.

- تعتمد نتائج القرارات في البرمجة الديناميكية على عدد قليل من المتغيرات التي تميز طبيعة النظام في كل مرحلة، وهي التي تسمى بمتغيرات حالة النظام.

- لا يؤثر اتخاذ القرار في كل مرحلة من المراحل المتعاقبة على عدد المتغيرات التي تعتمد عليها نتيجة القرار إلا أنه يؤثر فقط على القيم الية للمتغيرات.

- يتمثل تأثير أي قرار يتخذ في مرحلة معينة في تحويل الحالة الراهنة إلى حالة ترتبط بالمرحلة التالية لها مباشرة.

- لا تعتمد سياسة اتخاذ القرار المتعلق بالمراحل اللاحقة على السياسة المعتمدة في المراحل السابقة لها، حيث إنه باستخدام العلاقات المتعاقبة، فإن أسلوب الحل يتحرك من مرحلة إلى أخرى، وفي كل مرحلة تستخدم السياسة المثلى في الوصول إلى الحل الأمثل حتى نصل إلى المرحلة النهائية.

- يتخذ القرار في كل مرحلة وتكون له قيمة نسبية قد تكون موجبة أو سالبة تعبر عنها معادلة تسمى معادلة عائد القرار (f_n)، وهي التي يعتمد عليها في تقييم البدائل المتاحة داخل كل مرحلة.

ويعتبر أسلوب البرمجة الديناميكية من الأساليب المفيدة للمحاسب، خصوصاً في مجال ترشيده القرارات المتتابعة والمتعددة المراحل التي يطلق عليها اسم (العمليات القرارية المتعددة المراحل)، وينطوي القرار المتعدد المراحل على العديد من الاختيارات المرتبطة ببعضها بعضاً، كما أن الاختيار الذي يتم في كل مرحلة من المراحل يكون على الدرجة نفسها من الأهمية مع الاختيارات التي تتم في المراحل الأخرى (Eck، 1979، ص 215).

ان تطبيق مبدأ الأمثلية، يعتمد على العلاقة بين القيم المثلى لدالة العائد في المراحل المتتابعة، وبالتالي يتحدد الحل الأمثل في مرحلة معينة، إما بمعرفة السياسة المثلى في المراحل السابقة، وإما بمعرفة السياسة المثلى في المراحل اللاحقة أو التالية (البناء، 1990، ص 87 و رمضان، 1988، ص 273)، وهذا أدى إلى وجود طريقتين لحل مشاكل البرمجة الديناميكية، هما: طريقة الحساب الأمامية والخلفية (يوسف، 1979، ص 64).

طريقة الحساب الأمامية: Forward computation method

وتقوم هذه الطريقة على البدء بتقويم البدائل واتخاذ القرارات على مراحل متتالية على أن تكون نقطة البداية هي المرحلة الأولى ثم المرحلة التالية لها، حتى نصل إلى المرحلة الأخيرة (محمد، 1991، ص 52).

ووفقاً لهذه الطريقة تتحدد الدوال المتتابعة للمراحل حسب الترتيب التصاعدي التالي:

$$f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_3 \rightarrow \dots \dots \dots \rightarrow f_n$$

أي أن هذه الطريقة تعتمد على مبدأ التقدم في العمل إذ يتم حساب قيمة الدالة الأولى f_1 ثم الانتقال إلى الدالة الثانية f_2 وهكذا حتى نصل على الدالة النهائية f_n .

طريقة الحساب الخلفية Backward computation method

وهي طريقة معاكسة للأسلوب السابق، إذ تستخدم العلاقة التتابعية (التجميعية) في إيجاد الحل الأمثل عن طريق التحرك من الخلف مرحلة بمرحلة وفي كل مرحلة يتم إيجاد الخطة المثلى لكل حالة من حالات هذه المرحلة حتى نصل إلى المرحلة الأولى، وبذلك يتم ترتيب الدوال تنازلياً، كما هو موضح في المخطط التالي (ألنعيمي وآخرون، 1999، ص 319):

$$f_n \rightarrow f_{n-1} \rightarrow f_{n-2} \rightarrow \dots \dots \dots \rightarrow f_1$$

النموذج الرياضي المقترح في الدراسة:

الصياغة الرياضية لمشكلة الموازنة الرأسمالية بشركة رأس لانوف باعتبارها مشكلة برمجة ديناميكية:

يمكن النظر إلى مشكلة الموازنة الرأسمالية بشركة رأس لانوف، باعتبارها مشكلة برمجة ديناميكية، حيث تقسم المشكلة الرئيسية إلى مشاكل فرعية (المشروعات الاستثمارية بالشركة) ويتم تحديد الخيارات المثلى في كل مرحلة من المراحل إلى أن نصل إلى آخر مرحلة. حيث إن هناك مشاكل معينة تتميز بتعدد المراحل التي يجب في كل منها اتخاذ قرار معين، أي تتطلب اتخاذ مجموعة من القرارات المتتالية حيث يؤثر القرار الذي يتخذ في مرحلة معينة في هذا التتابع على قرارات المراحل اللاحقة، ويهدف حل هذا النوع من المشاكل إلى تحديد السياسات المثلى لمختلف مراحل المشكلة، أو بمعنى آخر يكون الهدف اتخاذ مجموعة القرارات المتلاحقة التي تحقق مثالية دالة الهدف (الصياغ، 1977، ص 50-51). ويعالج مثل هذا النوع من المشاكل باستخدام البرمجة الديناميكية، حيث يقدم الطريقة المنتظمة لتحديد مجموعة القرارات التي تؤدي لتعظيم الأثر الشامل لها (Hillier & Lieberman، 2001).

ومن أجل صياغة المشكلة في صورة رياضية يمكن حلها بواسطة أسلوب البرمجة الديناميكية، يجب إتباع الخطوات الأساسية التالية (Stair & Render، 2000؛ زيد، 1992؛ العطار، 1983):

- تقسيم المشكلة الرئيسية إلى عدد من المشاكل الفرعية، يطلق عليها مراحل، وبالتالي تحديد عدد المراحل الموجودة بالمشكلة.

- تحديد عدد القرارات (المواقف) داخل كل مرحلة.

- تحديد الحل الأمثل لكل مشكلة فرعية (مرحلة) من خلال تحديد القيمة المثلى لأحد متغيرات القرار، اعتماداً على دالة الهدف للمرحلة وما اتخذ من قرارات في المراحل السابقة أو التالية.

- الحصول على الحل الأمثل للمشكلة الرئيسية من خلال حل المراحل كلها تتابعياً. أي دمج نتائج المشكلات الفرعية معاً لحل المشكلة الرئيسية. ويتم إيجاد الحل الأمثل للمشكلة تتابعياً من خلال إتباع مبدأ الأمثلية لـ Bellman وباستخدام مجموعة من المعادلات الرياضية تسمى بالمعادلات التجميعية أو المتتالية. حيث إن:

العائد الكلي للمرحلة = عائد القرار الحالي + العوائد المثلى الناتجة عن جميع المراحل السابقة أو التالية لها نتيجة القرار الحالي.

وفيما يلي أهم الخصائص المميزة لمشكلة الموازنة الرأسمالية بالشركة، باعتبارها مشكلة برمجة ديناميكية:

- **قابلية تقسيم المشكلة إلى مشاكل فرعية (مراحل):** إن أحد الشروط الأساسية لاستخدام نموذج البرمجة الديناميكية هو أن تكون المشكلة المرغوب استخدامها النموذج في حلها تتميز بإمكانية تقسيمها إلى مشكلات فرعية أو مراحل. وبالنسبة لمشكلة الموازنة الرأس مالية لشركة رأس لانوف تتمثل في البحث عن كيفية تنفيذ وتمويل مشروعات الاستثمار المقترحة، حيث يمكن تمثيل كل مشروع من مشروعات الاستثمار المقترحة بمثابة مشكلة فرعية، ولكل مشكلة يوجد عدد من البدائل التي يمكن المفاضلة فيما بينها لاختيار أفضلها.
- **تعدد البدائل والاختيار فيما بينها:** يختص النموذج المقترح بالمشكلات ذوات الحلول البديلة، وبالنسبة للمشكلة قيد التطبيق العملي فإن القرار الاستثماري يتمثل في تحديد بديل التمويل المناسب لتنفيذ المشروع الاستثماري المقترح، حيث إن لكل مشروع عدداً محدداً من بدائل التنفيذ / التمويل؛ والقرار الاستثماري الأمثل هو تحديد البديل الأفضل من بين تلك البدائل المقترحة والمشار لها سابقاً.
- **وجود هدف محدد:** يشترط لتطبيق النموذج المقترح في الدراسة التطبيقية أن يكون هناك هدف محدد يأخذ شكل دالة رياضية، ويمكن التعبير عنه بشكل كمي، وبالنظر إلى مشكلة الموازنة الرأس مالية لشركة رأس لانوف، فإن الهدف يتمثل في تعظيم صافي القيمة الحالية لمشروعات الاستثمار المقترحة لتطوير مجمع رأس لانوف، بحيث يمكن أن يأخذ هذا الهدف شكل دالة رياضية تتمثل متغيراتها الأساسية في مشروعات الاستثمار المقترحة.
- **محدودية الموارد المالية:** تتمثل في أن المسؤولين على تخطيط الإنفاق الاستثماري بشركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز يواجهون مشكلة محدودية الموارد المالية المخصصة من المؤسسة الوطنية للنفط (المالك) لتمويل مشروعات الاستثمار، وذلك لأن المشروعات الاستثمارية المقترحة لتطوير مجمع رأس لانوف، تتطلب قدرات من الموارد يفوق المتاح منها مما يتطلب وجود طريقة علمية يتم بمقتضاها الاختيار من بين مشروعات الاستثمار المقبولة لاختيار التوليفة المثلى من بينها وذلك في حدود الموارد المالية المتاحة.
- **عدم قابلية المتغيرات للتجزئة:** لقد روعي في تصميم النموذج المقترح استخدامه أن تكون لديه القدرة على التعامل مع المشكلات ذات المتغيرات غير القابلة للتجزئة، وتظهر خاصية عدم القابلية للتجزئة بجلاء في المشكلة قيد التطبيق العملي، حيث إنه من غير المنطق، شراء جزء من معدات وآليات مشروع تطوير المصفاة وترك الجزء الباقي.
- إن مشكلة الموازنة الرأس مالية للشركة في ظل محدودية الموارد المالية، يمكن صياغتها كمشكلة برمجة ديناميكية (باستخدام الطريقة الأمامية)، كالتالي (Taha، 1996، ص440 - 441) (Kwak، 1973، ص241 - 242) (Hastings، 1973، ص15 - 16):

Recursive Equation:

$$F_J (X_J) = \text{Max}_{d_J} [R_J (d_J) + F_{J-1}(X_{J-1})]$$

where:

$$X_{J-1} = X_J - C_J(d_J)$$

$$0 \leq C_J(d_J) \leq X_J$$

$$X_J \leq B$$

$$J= 1,2,3,4$$

$$d_J= 0,1,2,3$$

حيث إن:

J: تمثل المرحلة، وفي مجال الموازنة الرأسمالية للشركة تعبر عن مشروعات الاستثمار المقترح تنفيذها لتطوير مجمع رأس لانوف وهي أربعة مشاريع.

$F_J(X_J)$: دالة الهدف التجميعية (المتتالية) للمرحلة J وهي تشير إلى العائد الأمثل من اختيار أفضل بديل في المرحلة J في ظل متغير الحالة (X_J) ، وذلك بعد تطبيق الحل التتابعي.

X_J : المبالغ المخصصة للاستثمار في المرحلة J.

d_J : خيار أو بديل التنفيذ المقترح في المرحلة J (وهي أربعة بدائل).

$R_J(d_J)$: العائد الناتج من تنفيذ البديل d في المرحلة J: وهو يمثل صافي القيمة الحالية (NPV).

F_{J-1} : دالة الهدف في المرحلة السابقة.

$C_J(d_J)$: التكلفة الاستثمارية المضافة والمطلوبة لتنفيذ البديل d في المرحلة J.

B: الموازنة المالية المتاحة للاستثمار.

X_{J-1} : المبالغ المخصصة للاستثمار في المرحلة السابقة، وهي تمثل ناتج حالة النظام في المرحلة الحالية (مخرجات المرحلة J).

ويتم صياغة النموذج الرياضي لكل مشروع من مشروعات الاستثمار (وهي أربعة مشاريع)، بحيث تمثل معادلة العائد (معادلة التجميع) أقصى صافي قيمة حالية محققة من المشروع الحالي والمشروعات السابقة له (باستخدام الطريقة الأمامية)، وبذلك يمكن صياغة النموذج الرياضي (معادلة التجميع) للمرحلة الأولى (عندما $J= 1$ ، أي مشروع تطوير المصفاة)، كما يلي:

$$F_1(X_1) = \text{Max}_{d_1} [R_1(d_1)]$$

Where:

$$0 \leq C_1(d_1) \leq x_1$$

$$x_1 \leq B$$

$$d_1 = 0, 1, 2, 3$$

حيث إن:

$F_1(X_1)$: دالة هدف المرحلة الأولى (مشروع تطوير المصفاة).

$R_1(d_1)$: عائد المرحلة الأولى وهي تمثل صافي القيمة الحالية المحققة من تنفيذ البديل d المقترح لتنفيذ مشروع تطوير المصفاة.

$C_1(d_1)$: التكلفة الاستثمارية المطلوبة لتنفيذ البديل d بمشروع تطوير المصفاة.

X_1 : المبالغ المخصصة للاستثمار في مشروع تطوير المصفاة.

ويلاحظ على معادلة التجميع (أو المعادلة المتتالية) المشار لها سابقاً $F_J(X_J)$ ، إن قيمة العائد الأمثل هو دالة لمتغير الحالة X_J ، وهذا يتطلب التعبير عن الطرف الأيمن من معادلة التجميع بدلالة X_J بدلاً من X_{J-1} ، ويمكن إجراء ذلك بناءً على العلاقة المذكورة سابقاً والتي تم توضيحها في معادلة التحويل $X_{J-1} = X_J - C_J(d_J)$ ، والخاصة بتعريف حالة النظام، ومما يتعين ملاحظته أن هذا التعبير الرياضي، يشير إلى حقيقة أن البديل الاستثماري المقترح d يعد ممكناً فقط إذ كانت تكلفته $C_J(d_J)$ لا تتعدى قيمة متغير الحالة X_J الخاصة بالمرحلة J .

بإمعان النظر في معادلات العائد لكل مرحلة من المراحل، نجد أن العمليات الحسابية تعتمد على بعضها بعضاً، فمثلاً نجد أن العمليات الحسابية في المرحلة الرابعة تعتمد على العمليات الحسابية الخاصة بمعادلة العائد للمرحلة الثالثة، وبمعنى آخر فإن العمليات الحسابية للمرحلة الحالية يستخدم في احتسابها ملخص المعلومات الناتجة من المرحلة التي تسبقها مباشرة. حيث يتضمن هذا الملخص، العوائد المثلى لكل المراحل التي أخذت في الاعتبار قبل المرحلة الحالية، كما يلاحظ أيضاً أننا لا نهتم بالقرارات التي تم تحديدها في المراحل السابقة، حيث يتم اختيار القرارات المثلى للمرحلة الحالية بدون الرجوع إلى القرارات المثلى للمراحل السابقة، وتمثلت النتائج المتحصل عليها من تطبيق النموذج الرياضي على مشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف في الوصول إلى تحديد الخطة المثلى لتنفيذ مشروعات الاستثمار بالشركة وفي حدود الموازنة المتاحة للاستثمار.

طبقت الدراسة، برنامج الأكل Excel في تشغيل النموذج الرياضي. حيث تبدأ إجراءات الحل بإيجاد السياسة المثلى في المرحلة الأولى في ظل الحالات التي قد تكون متوفرة في المشروع الأول (مشروع تطوير المصفاة) التي تتراوح قيمتها بين صفر كحد أدنى وقيمة رأس المال المخصص للاستثمار بالشركة بشرط ألا يتجاوز الموازنة المتاحة للاستثمار كحد أقصى، وتنتهي بحل المرحلة الرابعة (المشروع الرابع: مصنع البولي بروبيلين)، حيث تكتمل العمليات الحسابية للبرمجة الديناميكية بقراءة الحل الأمثل النهائي من خلال جدول حل المرحلة الرابعة والأخيرة (أنظر الجدول 3 اللاحق)، والذي يتحدد بنتائج قيمه الدالة $F_4(X_4)$. ولتوضيح إجراءات حل النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الديناميكية، سوف نستخدم التطبيق العملي اللاحق.

البيانات اللازمة لتشغيل النموذج الرياضي المقترح لمعالجة مشكلة الموازنة الرأس مالية بالشركة:

تعتبر بيانات دراسات جدوى مشروعات الاستثمار التي أعدت لتطوير مجمع رأس لانوف والمحتفظ بها بأقسام الشركة (قسم الدراسات وقسم الموازنات والأصول الثابتة، 2002) [□]، بمثابة البيانات الأساسية لتشغيل النموذج الرياضي المقترح في الدراسة التطبيقية (مدخلات النموذج)، ويحتاج تشغيل النموذج الرياضي إلى توافر البيانات التالية:

- صافي القيمة الحالية لكل بديل من بدائل تمويل مشروعات الاستثمار خلال فترة حياة المشروع.
- التكاليف الاستثمارية المطلوبة لتنفيذ أي بديل من البدائل المقترحة لتمويل مشروعات الاستثمار، تتمثل في البنود التالية:

1. الاستثمار الثابت المطلوب دفعه لتنفيذ المشروع.
2. رأس المال العامل المطلوب عند بداية تشغيل المشروع.
3. الفوائد المدفوعة عند الإنشاء "Interest during construction".

إضافة إلى بنود التكاليف الثلاثة السابقة، يجب التعرف على الموارد المالية المتاحة للاستثمار بالشركة، ويقصد بها المبالغ المالية المخصصة من المؤسسة الوطنية للنفط لتنفيذ مشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف، حيث لم يتمكن من تحديد قيمة المبالغ بصورة مطلقة، وذلك لأن مخصصات قطاع النفط لمشروعات التحول يتم تحديدها من خلال ميزانية التحول المعتمدة من اللجنة الشعبية العامة سابقاً (رئاسة الوزراء حالياً)، ثم يتم بعد ذلك توزيع هذه المخصصات على مشاريع القطاع المختلفة من قبل الإدارة العليا بالمؤسسة الوطنية للنفط، لذلك قمنا بتحديد حالات افتراضية للمبالغ المالية المخصصة من المؤسسة الوطنية للنفط (الموازنة المتاحة للاستثمار) على أن يتم تطبيق النموذج، طبقاً للحالة التي تتوافق مع الموازنة الفعلية المعتمدة لاحقاً لتطوير مجمع رأس لانوف.

ويمكن تلخيص البيانات اللازمة لتشغيل النموذج الرياضي من خلال مصفوفة معاملات النموذج الرياضي المتضمنة بالجدول 1.

(1) . شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز (2003): التقارير المالية المحتفظ بها في قسم الموازنات/الأصول الثابتة بالإدارة المالية.

جدول (1) مصفوفة معاملات النموذج الرياضي¹ (الأرقام بالمليون دولار).

مصنع البولي بروبيلين		الوحدات البتروكيماوية: BENZENE EXTRACTION		الوحدات البتروكيماوية: Mixed-C4		مشروع تطوير المصفاة		مشروعات الاستثمار "J" أو المراحل البدايل d
R4(d4) العائد "NPV"	C4(d4) التكلفة الاستثمارية	R3(d3) العائد "NPV"	C3(d3) التكلفة الاستثمارية	R2(d2) العائد "NPV"	C2(d2) التكلفة الاستثمارية	R1(d1) العائد "NPV"	C1(d1) التكلفة الاستثمارية	
0	0	0	0	0	0	0	0	البديل صفر "0" ²
66	162	2.4	48	68.8	65	292	1755	البديل الأول "1"
60	87	1.7	23	68.7	33	269	916	البديل الثاني "2"
-	-	-	-	-	-	295	737	البديل الثالث "3"

- المصدر: شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، إدارة المشروعات - قسم الدراسات (2003): دراسات الجدوى المنفذة من المستشارين الأجانب.

مناقشة نتائج الدراسة:

تمثلت النتائج الحاسوبية المتحصل عليها من تطبيق نموذج البرمجة الديناميكية (DP) على مشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف في الوصول إلى تحديد الخطة المثلى لتنفيذ مشروعات الاستثمار بالشركة التي تحقق أقصى عائد ممكن في ظل القيود المفروضة على الأموال المتاحة للاستثمار، والتي نوضحها من خلال الجدول (2) التالي.

جدول (2) الخطة المثلى لتنفيذ مشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف، على ضوء الموازنة المتاحة للاستثمار بالشركة (الأرقام بالمليون \$)

العائد الأمثل	التكلفة الاستثمارية المطلوبة	البدايل المثلى لتنفيذ مشروعات الاستثمار بالشركة				الموازنة المتاحة للاستثمار	الحالة
		مصنع البولي بروبيلين	الوحدات البتروكيماوية Benzene	الوحدات البتروكيماوية Mixed-C4	مشروع تطوير المصفاة		
432.20	1012	البديل الأول	البديل الأول	البديل الأول	البديل الثالث	2030	1
432.20	1012	البديل الأول	البديل الأول	البديل الأول	البديل الثالث	1015	2
425.40	880	البديل الثاني	البديل الثاني	البديل الثاني	البديل الثالث	880	3
137.20	275	البديل الأول	البديل الأول	البديل الأول	عدم التنفيذ	275	4

(1). تم تقريب الأرقام الموجودة في الجدول 1 إلى أقرب واحد صحيح من المليون.

(2). خيارات أو بدايل التنفيذ المقترحة هي في الأساس ثلاثة بدايل، إلا أنه أضيف البديل صفر بتكلف استثمارية صفر لمصفوفة المعاملات، وذلك لضمان عدم تخصيص الأموال لكل المشروعات (أو عدم تنفيذ أي من المشروعات).

ونستخلص من الجدول 2 النتائج التالية:

1. إن البدائل التي وقع عليها الاختيار لتنفيذ مشروعات الاستثمار بالشركة تحقق أقصى عائد ممكن للشركة وذلك في حدود الموازنة المتاحة للاستثمار بالشركة، والتي تم افتراضها على ضوء الحالات الأربعة الميينة أعلاه، ولا يجوز أن يزيد المبلغ المخصص للمشروعات الاستثمارية عن الموازنة المتاحة للاستثمار بالشركة.

2. إن الخطة الاستثمارية المثلى لتطوير مجمع رأس لانوف تتجم عن تخصيص مبلغ وقدره 1012 مليون دولار حيث إن أي تخصيص يزيد عن هذا المبلغ لا جدوى منه من الناحية الاقتصادية وإن أي تخصيص يقل عن هذا المبلغ يخفض من قيمة أرباح الشركة.

3. أن استخدام الشركة للتمويل المصرفي (البديل الثاني، الحالة الثالثة) لتنفيذ وحدات البتروكيماويات ومصنع البولي بروبيلين، بدلاً من التنفيذ القائم على التمويل الذاتي (البديل الأول، الحالة الثانية) هو الأفضل اقتصادياً، لأن تكلفة الفرصة البديلة الناتجة عن اختيار البديل الأول تساوي 125.2 مليون دولار.

كما ذُكر في الأدب المحاسبي والتمويلي في القسم الثاني من البحث، إن معظم الدراسات تطبق البرمجة الخطية، والعددية، وبرمجة الأهداف في إعداد الموازنة الرأسمالية (CB)؛ من أجل ترشيد رأس المال (CR)، ولقد استخدم Bhaskar (1978) نموذج البرمجة الخطية لحل مشاكل الاختيار والتمويل في قرارات الموازنة الرأسمالية التي ينفذها المديرون الذين يواجهون مشكلة ترشيد رأس المال. إن تشغيل نموذج Bhaskar يعتمد على توزيعات الأرباح المستقبلية المخصومة وفرص التمويل الأخرى في قرارات CB، بالإضافة إلى ذلك، ناقشت دراسة Bhaskar سعر الفائدة المناسب الذي يمكن استخدامه في خصم التدفقات النقدية الناتجة عن المشاريع الاستثمارية، حيث فضلت الدراسة استخدام تكلفة حقوق الملكية ومعدلات الإقراض / الاقتراض في خصم التدفقات النقدية المستقبلية. وتمشياً مع النتائج التي توصلت إليها هذه الورقة، لم يشير نموذج Bhaskar إلى مقدار رأس المال المتاح، إلا أنه أشار إلى حدود الاقتراض الطويل / القصير الآجل. نموذج LP الذي اقترحه Bhaskar (1978) لم يحل مشكلة عدم قابلية تجزئة المشاريع الاستثمارية. وبمقارنة نتائج هذه الورقة فيما يتعلق بفرص التمويل، لم تتضمن نتائج دراسة Bhaskar بدائل التمويل التي يمكن أن تعزز دور ترشيد رأس المال في قرارات التمويل المصرفي، بل على العكس، كشفت نتائج هذه الورقة عن ثلاثة بدائل تمويل وهي: التمويل المصرفي، والتمويل بالشراكة مع الشركات الأجنبية أو تمويل المشاريع بواسطة أموال الملاك / الحكومة.

وتوافقاً مع السياق المذكور أعلاه، وبالاطلاع على دراسات الجدوى لمشروعات الاستثمار بشركة رأس لانوف، اتضح إنه يتم استخدام أسلوب البرمجة الخطية في تحديد خيارات الإنتاج المثلى Selection، بحيث تُستخدم البرمجة الخطية كأداة لتقييم التدفقات النقدية الناتجة من مشروعات

الاستثمار بالشركة، ولا يتم استخدامها في المفاضلة والاختيار من بين بدائل الاستثمار المتاحة أمام الشركة، بما يؤدي إلى ترشيد القرارات الاستثمارية بالشركة.

ولمزيداً من التفصيل، قام، الشريف (2016) بمسح لأساليب بحوث العمليات (ORT) المستخدمة في قرارات الموازنة الرأس مالية (CB) التي اتخذتها الإدارة العليا في شركات التصنيع والنفط الليبية، والجدول (3) يوضح مدى استخدام أساليب البرمجة الرياضية (MP) وشجرة القرارات (DT) وأسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) وتحليل المسار الحرج (CPA) لحل مشاكل الموازنة الرأس مالية في الشركات الليبية والانجليزية والأمريكية.

جدول (3) مدى انتشار أساليب بحوث العمليات في منشآت الأعمال الليبية والانجليزية والأمريكية

المؤلف/ الباحث	الدولة/سنة المسح	العينة	نوع الإجابة على الأسئلة	استخدام أساليب بحوث العمليات %		
				MP*	DT*	PERT/CPA*
Alsharif (2016)	ليبيا 2008-2010	69 شركة	أولوية أساسية، عالية، ومعتدلة في الاستخدام	8.7	17	12
Pike & Sharp (1989)	UK 1986	100 شركة	دائماً، إلى حد كبير، غالباً، نادراً ما تستخدم	21	34	49
Ryan & Ryan (2002)	USA 2002	205 شركة	دائماً، غالباً، أحياناً تستخدم	16.8	31	31
Khan (2008)	USA 2008	دراسة حالة: 9 مشروعات	حلول عملية باستخدام نماذج البرمجة الرياضية	Optimal projects	NA*	NA

MP: البرمجة الرياضية المتكونة من: نماذج البرمجة الخطية، والعديد، والأهداف، والبرمجة الديناميكية. DT: شجرة القرارات. PERT: أسلوب تقييم ومراجعة البرامج. CPA: تحليل المسار الحرج. NA: غير مطبقة/ غير مستطعة بالمسح.

بالاطلاع على الجدول (3)، نلاحظ ان معظم الشركات الليبية ليس لديها اهتمام كبير باستخدام أساليب البرمجة الرياضية (MP) وشجرة القرارات (DT)، وأسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) أو تحليل المسار الحرج (CPA) في اعداد الموازنات الرأس مالية (الشريف، 2016). الا انه وبالمقارنة، تبين ان 32% من الشركات البريطانية و31% من الشركات الأمريكية تستخدم نماذج PERT أو CPA (Ryan & Ryan ;1989 Sharp & Pike).

ومع ذلك واجهت الأساليب التقليدية وأساليب البرمجة الخطية الكثير من الانتقادات كطرق تستخدم في إعداد الموازنة الرأس مالية، حيث تستخدم هذه الأساليب في الظروف الثابتة، مما يتطلب البحث عن نموذج جديد يمكن أن يطبق في حل المشاكل الواقعية التي تتسم بالتغير. ويرى Bellman و Dreyfus (2015) أن استخدام DP يعتبر أكثر فعالية من LP، ومن ثم يمكن استخدام البرمجة الديناميكية (DP) في إعداد الموازنة الرأس مالية وبما يؤدي الى الوصول الى خطة الاستثمار المثلى ضمن الأموال المتاحة

(محمد، 1991, Taha, 1996). كما انه يمكن تطبيق DP في الحالات الخطية وغير الخطية، كذلك يوفر أسلوب DP حلاً لمشكلة عدم قابلية تجزئة المشروعات الاستثمارية بعكس نماذج LP، بالإضافة إلى ذلك، توفر نماذج DP حلول لتحليل الحساسية بسهولة بعكس ما هو متبع في نماذج LP، هذا ناهيك عن ان نموذج DP المقترح في هذه الورقة يقدم يحل لمشكلة تعدد الأهداف في قرارات CB.

ووفقاً لدراسة Özlem Ince (2006، ص 77-80)، فإن النتائج المتحصل عليها من تشغيل نموذج الـ DP تحدد "عدد القطارات المطلوب شرائها في كل حصة استثمارية"، وتقرير أي السنوات يجب أن يتم النظر فيها وبالتالي تحديد التوقيت الأمثل للاستثمارات. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء تحليل الحساسية لتحديد التأثيرات الهامة على المعادلة التتابعية. حيث تكون التغيرات في سعر الفائدة أو معدل الخصم هي الأكثر أهمية.

وفي سياق مماثل، ركزت دراسة (Tjøstheim & Stensland، 1989، ص 191) على تطبيق DP في تحديد سياسات الاستثمار المثلى التي تستند إلى "مقدار الارتباط الحالي في عملية التسعير وعلى ميزات إضافية لنوع السيناريو" التي يمكن أن تعتمد.

وقد وصف مؤيدو أسلوب الـ (DP)، بأنه طريقة حيوية لحل المشاكل التي تتطلب اتخاذ قرارات متتابعة (Plebani، 2006)، حيث تلعب الـ DP دوراً هاماً في حل مشكلة ترشيد رأس المال في الموازنة الرأسمالية (Taha، 1996). وتؤكد نتائج هذه الدراسة أن البرمجة الديناميكية هي أسلوب مناسب لإعداد الموازنة الرأسمالية والتخطيط للمشاريع الاستثمارية، وهذا يتفق مع نتائج دراسة الباحث محمد (1991)، التي قدمت دليل قوي بأن تطبيق أسلوب البرمجة الديناميكية يُمكن من التوصل إلى تحديد حقول إنتاج البترول المثلى التي ستجرى عليها التنمية على مستوى كل منطقة إنتاجية بشركة بترول خليج السويس (GAPCO).

الخاتمة:

كما أشرنا سابقاً، بأن الهدف الرئيسي لهذه الورقة هو ابراز دور نماذج البرمجة الديناميكية (DP) في ترشيد راس المال بقرارات الموازنة الرأسمالية، وتقدم هذه الورقة العديد من المساهمات المهمة للمعرفة الحالية، كما ان لها آثار عملية مفيدة على المهنيين أيضاً. أولاً، المساهمة النظرية لهذه الورقة، تتمثل في كونها توضح كيفية الربط بين أدوات المحاسبة الإدارية (CB) والنماذج الرياضية (DP) لإنشاء نموذج جديد يمكن استخدامه في التخطيط والرقابة على النفقات الاستثمارية. ثانياً، تعتبر هذه الدراسة، الأولى في ليبيا التي طبقت الـ DP لحل مشكلة ترشيد رأسمال في قرارات الموازنة الرأسمالية بشركة رأس لانوف. ثالثاً، توفر هذه الدراسة معلومات قيّمة للمهنيين والأكاديميين لبناء موازنات رأسمالية فعالة.

أما فيما يخص القيود المترتبة على استخدام الـ DP في الدراسة التطبيقية، فإنه يمكن تلخيصها في الآتي:

1. تقتصر هذه الورقة على تطبيق أسلوب الـ DP في تقييم المشروعات الاستثمارية والتي تمثل أحد مراحل عملية إعداد الموازنة الرأس مالية.
2. أن النموذج الرياضي المقترح في الدراسة التطبيقية يعالج فقط العوامل التي يمكن قياسها كمياً، أما العوامل غير القابلة للقياس الكمي فإنه يترك أمر تقديرها للإدارة العليا بالشركة والتي تبرز فيها مقدرة الإدارة وكفاءتها في تقدير تلك العوامل.
3. أن منهجية الدراسة اعتمدت النماذج اليقينية كأسلوب في التحليل، بالرغم من ذلك يمكن استخدام النماذج التصادفية (الاحتمالية) كمنهجية في التحليل للدراسات التي تعتمد على تطبيق البرمجة الديناميكية، حيث يمكن لها أن تأخذ نسب احتماليه معينه أو شمول متغيرات عشوائية محددة في هيكلية النماذج المعدة لغرض التحليل.

التوصيات:

بناءً على نتائج الدراسة، يمكن اقتراح التوصيات التالية:

1. لقد ظهر جواً الحاجة لحل النموذج الرياضي المقترح في الدراسة التطبيقية، إلى برامج مهيأة لحل معظم نماذج البرمجة الديناميكية، حيث تبين عند تشغيل بعض البرامج [□] الموجودة في الجامعات والمعاهد الليبية بأنها لا تتناسب مع الحالة العملية المقترحة في الدراسة التطبيقية، لذلك استخدمت الدراسة برنامج الأكل Microsoft Excel لتشغيل النموذج الرياضي. وبناء على ذلك، نوصي بأن تقوم المؤسسات الجامعية والمعاهد العليا بتوفير البرامج التطبيقية المتخصصة في مجال البرمجة الديناميكية التي تتناسب مع التطبيقات العملية، لغرض تسهيل مهمة البُحاث.
2. بالنظر لكون العمليات التخطيطية مترابطة ابتداءً من القمة نزولاً إلى القاعدة المتمثلة بمراكز اتخاذ القرار الدنيا؛ لذلك لابد من التأكيد على آليات التخطيط المتطورة، وذلك من خلال توثيق العلاقات بين الأجهزة التخطيطية بعضها مع الآخر بشكل فاعل، ومكنة آليات التخطيط وذلك بالاعتماد على نظم معلوماتية فاعلة تستند على أجهزة معلومات متطورة، وهذا يعتبر ضرورياً للتطبيق المناسب للبرمجة الديناميكية ويؤدي إلى تحقيق النتائج المرجوة.
3. ضرورة استمرار البحث العلمي المتواصل في البرمجة الديناميكية وتطبيقاتها المختلفة بهدف الوصول إلى خوارزميات تطبق كل منها في حل مجموعة من المشاكل المتشابهة للتطبيقات المتعددة المراحل،

(1). Educational and Professional Software:

- Yih-Long Chang & Robert S. Sullivan." Software: Quantitative Systems For Business Plus (QSB+) ", Prentic-Hall, Inc., 1986,1987,1988. (Version 2.0).
- Sang M. Lee.(University of Nebraska – Lincoln) & June P. Shim (Mississippi State University).," Software: Micro Manager 2.0", Ally & Bacon, Inc.

وبالرغم من أهمية البرمجة الديناميكية (DP) في حل المشاكل الاقتصادية والإدارية، إلا أن الدراسات المعمقة حولها في الأدبيات العربية لم تصل إلى المستوى المأمول.

المراجع

1. أبوخشب، عبد العال هاشم محمد. (1989). دور المعلومات المحاسبية في ترشيد قرارات الاستثمار في الطاقات الإنتاجية للمشروعات: دراسة تطبيقية على المنشآت الصناعية في المملكة العربية السعودية. رسالة دكتوراه في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية.
2. احسونة، ناصر فرج مصطفى. (1994). واقع استخدام أساليب بحوث العمليات في اتخاذ القرارات الإدارية في المؤسسات الصناعية الليبية، رسالة ماجستير في إدارة الأعمال، كلية الاقتصاد، جامعة قاريونس.
3. ألعبيدي، علي جاب الله. (1993). تخطيط النفقات الاستثمارية والرقابة عليها في الشركات الصناعية الليبية، رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية الاقتصاد، جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا.
4. أنعمي، محمد عبد العال، الحمداني، رفاة شهاب، الحمداني، أحمد شهاب. (1999). بحوث العمليات، الطبعة الأولى. عمان، الأردن: دار وائل للنشر.
5. البناء، أبو بكر عبدالعزيز. (1990). الاستخدام المحاسبي للبرمجة الديناميكية في تحديد أفضل تشكيلة للمنتجات المشتركة، بالتطبيق على منتجات صناعة الألبان، رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة القاهرة.
6. الحضيبي، مصطفى مصباح. (1997). مشاكل تطبيق الموازنات الرأسمالية في تخطيط ومراقبة الاتفاق الرأسمالي: دراسة تطبيقية على الشركات الوطنية العاملة في قطاع النقل والمواصلات. رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة. كلية المحاسبة: جامعة الجبل الغربي، غريان، ليبيا.
7. رمضان، حمدي أحمد. (1988). استخدام النماذج الكمية في ترشيد قرارات إحلال الأصول الثابتة في ظل ظروف عدم التأكد. رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة القاهرة.
8. زيد، علي محمد علي. (1992). تطوير استخدام البيانات المحاسبية بغرض ترشيد قرارات إحلال الآلات والمعدات باستخدام البرمجة الديناميكية بالتطبيق على شركة النصر للأغذية المحفوظة، "قها" "بابو كبير". رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة، جامعة الزقازيق.
9. الشريف، علي عبدالسلام. (2004). إعداد الموازنة الاستثمارية باستخدام البرمجة الديناميكية: دراسة تطبيقية على شركة راس لانوف لتصنيع النفط والغاز. رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، جامعة قاريونس، بنغازي.

10. الصباغ، آمال سيد، أحمد محمد. (1977). تقييم واختيار البدائل الاستثمارية باستخدام البرمجة الخطية العددية، دراسة تطبيقية على صناعات الورق وتحويله، إحدى الصناعات الكيماوية. رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية.
11. Hamdy A ،Taha (1996). مقدمة في بحوث العمليات. تعريب: أحمد حسين علي حسين. الرياض: دار المريخ.
12. عبد العال، أحمد رجب، أبو الحسن، علي أحمد. (1989). المدخل الكمي في المحاسبة الإدارية، (الإسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة، 1989).
13. العطار، محمد صبري. (1983). الاستخدامات الحاسوبية لنموذج البرمجة الديناميكية. المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، كلية التجارة، جامعة عين شمس، العدد الأول.
14. محرم، زينات محمد. 1993. نموذج لإعداد الموازنة الرأسمالية باستخدام البرمجة الديناميكية، المجلة المصرية للدراسات التجارية كلية التجارة- جامعة المنصورة، المجلد السابع عشر، العدد الثالث.
15. محمد، سامي حسن على. (1991). تطوير أساليب بناء الموازنة الاستثمارية باستخدام نماذج البرمجة الديناميكية، مع التطبيق على قطاع البترول، رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة عين شمس.
16. المنصوري، محمود محمد. (1996). أساليب بحوث العمليات واستخداماتها. الطبعة الأولى. بنغازي: مركز بحوث العلوم الاقتصادية.
17. الوكيل، أ. م. (2000). الموازنة الرأسمالية كأداة للتخطيط والرقابة وتطوير الأداء. رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات الاقتصادية، طرابلس، ليبيا.
18. يوسف، محمد محمود. (1979). تطوير بيانات المحاسبة الإدارية في مجال تخطيط الأرباح باستخدام البرامج الحركية. رسالة ماجستير في المحاسبة غير منشورة، كلية التجارة، جامعة القاهرة.
19. شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، الإدارة المالية (2003): ميزان المراجعة: ح/الأصول الثابتة كما هو ظاهر في 2002/12/31.
20. شركة رأس لانوف لتصنيع النفط والغاز، إدارة المشروعات - قسم الدراسات (2003): دراسات الجدوى المنفذة من المستشارين الأجانب.
21. اللجنة الشعبية العامة للطاقة. المخطط العام لتكرير وتصنيع النفط والغاز (1998- 2010)، اللجنة الشعبية العامة للطاقة، ليبيا.

22. Anuar, M. A. (2005). Appraisal techniques used in evaluating capital investments: conventional capital budgeting and the real options approach (Doctoral thesis). Retrieved from <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.418368>.
23. Bellman, R. (1957). Dynamic Programming. Princeton University Press.
24. Bellman, R. E., & Dreyfus, S. E. (2015). Applied dynamic programming (Vol. 2050). Princeton university press.
25. Bennouna, K., Meredith, G. G., & Marchant, T. (2010). Improved capital budgeting decision making: evidence from Canada. *Management decision*, 48(2), 225-247. doi:10.1108/00251741011022590
26. Beraldi, P., Bruni, M. E., & Violi, A. (2012). Capital rationing problems under uncertainty and risk. *Computational Optimization and Applications*, 51(3), 1375-1396. DOI: 10.1007/s10589-010-9390-y
27. Bertsekas, D. P. (2017). Value and policy iterations in optimal control and adaptive dynamic programming. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, 28(3), 500-509.
28. Bierman, H. & Smidt, S. (1975). *The Capital Budgeting Decision*, Fourth Edition. Macmillan Publishing Co., Inc, New York ,.
29. Daunfeldt, S. O., & Hartwig, F. (2014). What determines the use of capital budgeting methods? Evidence from Swedish listed companies. *Journal of Finance and Economics*, 2(4), 101-112. DOI:10.12691/jfe-2-4-1
30. Dean, Joel. (1951). *Capital Budgeting*. New York: Columbia University Press.
31. Drury, C. (2012). *Management and cost accounting* (Vol. 8th). Andover: Cengage Learning.
32. Eck, R. D. (1979). *QM, an introduction to quantitative methods for business application*. Wadsworth Publishing Co., Inc.
33. Eljelly, A. M., & Abuidris, A. M. (2001). A Survey of Capital Budgeting Techniques in the Public and Private Sectors of a Less Developed Country (LDC): The Case of the Sudan. *Journal of African Business*, 2(1), 75-93. DOI: 10.1300/J156v02n01_05
34. Haka, S. F., Gordon, L. A., & Pinches, G. E. (1985). Sophisticated capital budgeting selection techniques and firm performance. *The Accounting Review*, 60(4), 651-669. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/247460>

35. Hastings, N. A. J. (1973). Dynamic programming with management applications. Operational Research Series. England, London: Butter Worth Co, Ltd.
36. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2001). Introduction to Operations Research, 7th Ed. McGraw-Hill Higher Education.
37. Holmen, M., & Pramborg, B. (2009). Capital budgeting and political risk: Empirical evidence. Journal of International Financial Management & Accounting, 20(2), 105-134.
38. İnce, Özlem. (2006). Dynamic Programming Applications In Investment Analysis. Unpublished Master Dissertation, Istanbul Technical University
39. Khalesi, N., Rezaei, N., & Haghifam, M. R. (2011). DG allocation with application of dynamic programming for loss reduction and reliability improvement. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 33(2), 288-295.
40. Khan, A. (2008). Capital budgeting under capital rationing: an analytical overview of optimization models for government. International Journal of Public Administration, 31(2), 168-194. doi:10.1080/ 01900690701411016
41. Klammer, T. (1972). Empirical evidence of the adoption of sophisticated capital budgeting techniques. The Journal of Business, 45(3), 387-397.
42. Kleywegt, A. J., Nori, V. S., & Savelsbergh, M. W. (2004). Dynamic programming approximations for a stochastic inventory routing problem. Transportation Science, 38(1), 42-70.
43. Kwak, N. K. (1973). Mathematical programming with business applications (Vol. 1). McGraw-Hill Book, Co.
44. Lee, D., & Wolpin, K. I. (2010). Accounting for wage and employment changes in the US from 1968–2000: A dynamic model of labor market equilibrium. Journal of Econometrics, 156(1), 68-85.
45. Lorie, J. H., & Savage, L. J. (1955). Three problems in rationing capital. The journal of business, 28(4), 229-239.
46. Manalo, R. G., & Manalo, M. V. (2010). Comparing Project Prioritization method and net present value method of capital rationing using kendall's tau distance. Paper presented in the International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT). Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/libaccess_hud.ac.uk/stamp/stamp.jsp?arnumber=5492833.

47. McLaney, E. J. (2009). *Business finance: theory and practice*. Financial times, prentice hall Inc.
48. Mohammed, M. (2013). *The capital investment appraisal process: the case of Libya* (Doctoral thesis). Retrieved from <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.590527>.
49. Obi, A. N., & Adeyemo, S. O. (2014). Evaluation of Capital Budgeting and Investment Decisions in Nigeria: A Study of Selected Industrial Firms in Imo State. *Open Access Library Journal*, 1(09). Reterived from <http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101141>
50. Pham, H., & Wei, X. (2017). Dynamic Programming for Optimal Control of Stochastic McKean--Vlasov Dynamics. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 55(2), 1069-1101.
51. Pike, R. H. (1996). A longitudinal survey on capital budgeting practices. *Journal of Business Finance and Accounting*, 23, 79-92.
52. Pike, R. H., & Dobbins, R. (1986). *Investment decisions and financial strategy*. Philip Allan.
53. Pike, R. H., & Sharp, John. (1989). Trends in the Use of Management Science Techniques in Capital Budgeting. *Managerial and Decision Economics*, 10 (2), 135-140.
54. Render, B., & Stair, R. M. J. (2000). *Quantitative Analysis for Management*. Seventh edition: CD- ROM Modules, M2-Dynamic Programming. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
55. Ryan, P. A., & Ryan, G. P. (2002). Capital budgeting practices of the Fortune 1000: how have things changed? *Journal of business & management*, 8(4), 355-364
56. Seal, W. B., Garrison, R. H., & Noreen, E. W. (2012). *Management accounting* (Vol. 4th). London: McGraw-Hill Higher Education.
57. Silva, A. F. D., Marins, F. A. S., Dias, E. X., & Miranda, R. D. C. (2018). Fuzzy Goal Programing applied to the process of capital budget in an economic environment under uncertainty. *Gestão & Produção*, 25(1), 148-159.
58. Stensland, G., & Tjøstheim, D. (1989). Optimal investments using empirical dynamic programming with application to natural resources, *Journal of Business*, 62(1), 99-120.
59. Sundström, O., Ambühl, D., & Guzzella, L. (2010). On implementation of dynamic programming for optimal control problems with final state

- constraints. Oil & Gas Science and Technology–Revue de l’Institut Français du Pétrole, 65(1), 91-102.
60. Truong, G., Partington, G., & Peat, M. (2008). Cost-of-capital estimation and capital-budgeting practice in Australia. Australian journal of management, 33(1), 95-121.
61. Verma, S., Gupta, S., & Batra, R. (2009). A survey of capital budgeting practices in corporate India. The Journal of Business Perspective, 13(3), 1-17.
62. Weingartner, H. M. (1963). Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems. Prentice-Hall, Inc.
63. Yin, R. K. (2009). Case study research: design and methods (4th Ed.). Los Angeles, Calif: Sage Publications.

الاختصارات المستخدمة في الدراسة:

Accounting Rate of Return	ARR	معدل العائد المحاسبي
Capital Budgeting	CB	الموازنة الرأس مالية أو الاستثمارية
Capital Rationing Problem	CR	ترشيد راس المال
Critical Path Analysis	CPA	تحليل المسار الحرج
Decision Tree	DT	شجرة القرارات
Discounted Cash Flow Techniques	DCFT	أساليب التدفقات النقدية المخصومة
Dynamic Programming	DP	البرمجة الديناميكية.
Goal Programming	GP	برمجة الأهداف
Integer Programming	IP	البرمجة العددية
Internal Rate of Return	IRR	معدل العائد الداخلي
Linear Programming	LP	البرمجة الخطية
Mathematical Programming	MP	البرمجة الرياضية
Maximization	Max	أقصى حد ممكن (التعظيم)
National Association of Accountants	NAA	الجمعية الوطنية للمحاسبين
Net Present Value	NPV	صافي القيمة الحالية
Operations Research Techniques	ORT	أساليب بحوث العمليات
Payback Period	PP	فترة الاسترداد
Program Evaluation & Review Technique	PERT	اسلوب تقييم ومراجعة البرامج
Profitability Index	PI	مؤشر أو دليل الربحية