أثر تطبيق الهندسة القيمية في تخفيض تكاليف المشاريع الهندسية

علي قاسم شتوان[1] **محمود الطاهر شلاك[2]**

1- كلية الهندسة-جامعة مصراتة ali.shetwan@eng.misuratau.edu.ly

2- جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية m_t_sh_505@yahoo.com

الملخص

تهدف هذه الورقة إلى تقليل تكاليف المشاريع الهندسية من خلال تطبيق منهجية الهندسة القيمية على حالة دراسية تمثلت في مدرسة نموذجية سعة 24 فصل دراسي. تركز الورقة على دراسة وتحليل بنود أعمال التشطيبات النهائية لمبنى المدرسة، وعدم إجراء أي تغييرات جوهرية كإعادة التصاميم المعمارية والإنشائية. تمت دراسة تكلفة هذه البنود وتحليل الوظائف الرئيسية والثانوية لها واستخدام مواد بديلة وفق خطوات منهجية الهندسة القيمية وإعداد التقرير النموذجي المطلوب. أظهرت نتائج الدراسة إلى أن نسبة التوفير باستخدام هذه المنهجية وصل إلى 34% من البنود التي تم استبدالها, ونسبة 9% من قيمة مبنى المدرسة. لمعرفة التأثير الذي حدث بعد استبدال بعض الأنشطة واستخدام بدائل ومقترحات جديدة على زمن تنفيذ المشروع، تم استخدام برنامج بريمافيرا P6 لحساب مدة تنفيذ المشروع قبل وبعد تطبيق الهندسة القيمية عليه. أظهرت النتائج عدم حدوث تغير كبير في الوقت، حيث قلت مدة تنفيذ المشروع 3 أيام بعد استخدام هذه المنهجية، ذلك بسبب إلغاء بعض البنود الغير ضرورية واستخدام بدائل أسرع وأجود. خلصت الدراسة إلى ضرورة إجراء منهجية الهندسة القيمية في مراحل مبكرة من تنفيذ المشروع، كما تحث أصحاب القرار على التأكيد على استخدام هذه المنهجية في مشاريع القطاع العام التي تكلف ميزانية الدولة مبالغ كبيرة يمكن توفيرها.

الكلمات الدالة: قيمية, تكاليف, الجودة, الوقت, تخفيض.

1. المقدمة

تسعى المؤسسات والمنظمات إلى تنفيذ مشاريعها وفق الميزانيات المرصودة والمخصصات المتاحة، الأمر الذي يتطلب التوزيع الدقيق لهذه المخصصات بحيث تؤدي دورها في تنفيذ المشاريع وحسب القيمة المخططة لها وبالجودة المطلوبة وفي الوقت المحدد. هذا الأمر يتطلب الدراسة المتواصلة والتخطيط الجيد والتفصيلي لكل البنود والمواصفات. تعتبر الهندسة القيمية **(VE) Value Engineering** أحد الأساليب المستخدمة في التقليل من تكلفة تنفيذ المشروعات الهندسية مع المحافظة على الجودة المطلوبة، والتي تُستخدم قبل أن يتم التعاقد بحيث يتم الاستفادة من كل بند بالعقد وفق الوظيفة المخصصة له وبدون أي زيادة أو هدر في القيمة المالية المخصصة له. كما أن هذه المنهجية (الهندسة القيمية) قد استخدمت في العديد من دول العالم في مقدمتها أمريكا, تلتها بعد ذلك اليابان ودول أوروبا والخليج العربي، وحسب آخر الإحصائيات تعتبر دول الخليج العربي في الترتيب الثالث من حيث تطبيق الهندسة القيمية بعد الولايات المتحدة واليابان. أصبحت دراسة الهندسة القيمية تطبق على المشروعات الهندسية وفي برامج التشغيل والصيانة وفي العمليات الإدارية بمعدل 50 إلى 70 دراسة سنوياً منذ أول تطبيق لها في منطقة الخليج عام 1978م، وتم إجراء أكثر من 700 دراسة هندسة قيمية نتج عنها تحسين في جودة المشروعات الهندسية مع الحصول على وفر زاد على 2 مليار دولار أمريكي [1].

نستطيع أن نُلخص تعريفات رواد علم الهندسة القيمية واسقاطه على مجال البناء والتشييد، بأنه جهد جماعي منظم تقوم به مجموعة مكونة من مختلف التخصصات حسب نوع المشـــروع (معماري، إنشائي، كهربائي، صحي وغيرها) لأجل تحليل وظائف المشروع ومطابقتها لأهداف ومتطلبات المالك والمستفيد، ومن ثم ابتكار بدائل تؤدي تلك الوظائف وتحقق الأهداف بأقل تكاليف ممكنة دون الإخلال بالجودة والوظيفة الأساسية للمشروع [2]. تتناول هذه الورقة دراسة تفصيلية عن أثر تطبيق الهندسة

استلمت الورقة بتاريخ 8 ديسمبر 2019، وروجعت بتاريخ 19 ديسمبر 2019، وقبلت للنشر بتاريخ 20 ديسمبر 2019 ونشرت ومتاحة على الانترنت بتاريخ 26 ديسمبر 2019 www.lam.edu.ly

القيمية في تخفيض تكاليف المشاريع الهندسية للحد من المصاريف الغير ضرورية والتي نحن في أمس الحاجة إليها في هذه الظروف الاقتصادية الحرجة التي تمر بها البلاد.

2. الدراسات السابقة

تناولت العديد من البحوث والدراسات السابقة الهندسة القيمية وفيما يلي نستعرض أهمها:

دراسة زينب يوسف (2009م) هدفت إلى إدارة وتوجيه وتحليل التكلفة في الشركات العامة بالعراق والمعنية بالصناعات الإنشائية باستخدام الهندسة القيمية من خلال تحليل ودراسة الأنشطة الرئيسية والفرعية للشركة, بهدف تخفيض التكلفة. استخدمت الباحثة المنهج التاريخي لعرض الدراسات السابقة والمنهج الاستقرائي لصياغة الفرضيات. من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن هنالك عدد من الأنشطة المؤثرة في القيمة لعلاقتها المباشرة بالإنتاج, وعدد آخر من الأنشطة الغير مؤثرة, لكونها خاصة بوظائف أو أقسام أخرى **[3]**. إبراهيم محمد قربيع (2012م) قام بتطبيق منهجية الهندسة القيمية على صناعة زيوت المحركات كدراسة تطبيقية داخل مصفاة الزاوية. كان الهدف من الدراسة معرفة أسباب عدم وصول الشركة للإنتاج السنوي المستهدف والذي يبلغ حوالي 100 ألف طن متري. اعتمدت الدراسة على تحليل البيانات المتحصل عليها من خلال استمارة الاستبانة واستخدام الهندسة القيمية في الوصول إلى الإنتاج المستهدف وتقليل التكلفة. توصلت الدراسة إلى أن إدخال برمجيات الحاسب الآلي في خلط النسب وكميات المواد المخلوطة تساهم في الحد من الهدر والتقليل من الأيدي العاملة [4].

Sharma وآخرون (2012م) تناولا حالة دراسية لتخفيض التكلفة على إحدى منتجات شركة أدارش للمعدات الطبية بالهند. قاما الباحثان بتطبيق منهجية الهندسة القيمية للوصول إلى التخفيض المطلوب، وذلك بطرح بدائل ومقترحات على نوع من المجاهر التي تنتجها الشركة، حيث تم عرض مواد بديلة لصناعة مقبض المجهر لكي يؤدي الوظيفة المطلوبة منه وبأقل تكلفة. توصلت الدراسة إلى أن استخدام مادة البلاستيك في صناعة مقبض المجهر هو الخيار الأنسب، حيث بلغ فيه حجم التوفير في التكلفة نسبة 18.4%. بعد أن قامت الشركة باستخدام هذا البديل، لاحظت ظهور عدة مزايا والمتمثلة في زيادة حجم الإنتاج، التقليص من الفاقد، انخفاض في القوى العاملة والتقليل في التكلفة الكلية للمنتج [5].

تناول الباحث أحمد عثمان (2013م) دراسة تحليلية لأحد أنماط المباني المعمارية لفنادق الخمس نجوم بمصر بهدف اختيار أفضل المواد من خلال استخدام منهجية الهندسة القيمية بهدف تخفيض التكلفة الكلية مع المحافظة على الجودة، وذلك بجمع المعلومات وتحليل الوظائف وتحديد أيهما الأنسب للدراسة. اقترح الباحث بدائل وأفكار باستخدام طريقة العصف الذهني والتي تم تقييمها وعرض ميزاتها وعيوبها في ضوء دراسة التكلفة الكلية ومراقبة الجودة. توصلت الدراسة إلى أن ما نسبته 38% من المساحة الإجمالية المسقوفة للفندق هو المعني بالنزلاء ويجدر الاهتمام بدراسته وتحليله، حيث استخدم عدة بدائل وتحديداً في غرف النزلاء (أرضيات, حوائط، أسقف، وزرات) أدت إلى توفير وصل إلى نسبة 37% من التكلفة الكلية للمشروع مع المحافظة على الجودة المطلوبة [6].

دراسة مجدي وائل (2014م) هدفت إلى التعرف على تأثير استخدام مدخل هندسة القيمة في تخفيض تكلفة المنتجات للشركات العامة الفلسطينية. لتحقيق أهداف الدراسة قام الباحث بتصميم استبانة، تم توزيعها على المدراء الماليين ورؤساء الحسابات في الشركات والبالغ عددها (11) شركة، وقد تمثلت عينة الدراسة التي تجاوبت مع الباحث (9) شركات صناعية مساهمة عامة. أظهرت النتائج أنه يتوافر لدى الشركات الصناعية مقومات تطبيق مدخل التكلفة المستهدفة، مما يدل على أن الشركات الصناعية الفلسطينية لديها البيئة المناسبة لتطبيق مدخل التكلفة المستهدفة، كما تبين أن الشركات تدرك مفاهيم ومبادئ وأهمية استخدام مدخل التكلفة المستهدفة في إدارة تكاليفها ولتحسين الربحية، وأن الشركات تستخدم مدخل هندسة القيمة لتحقق تخفيضاً في التكاليف وذلك للوصول إلى التكلفة المستهدفة. كما

أظهرت النتائج أن هناك بعض الصعوبات التي قد تواجهها الشركات عند تبنيها للمدخل والتي أهمها، الكلفة المالية العالية التي تفوق عائد تطبيق مدخل التكلفة المستهدفة والهندسة القيمية [7].

تناولت دراسة الباحثان **Nayana and Gowrisankar** (2015م) استخدام منهجية الهندسة القيمية على المنشآت السكنية بالهند. تم توزيع استبانة على مستخدمي هذه المساكن لمعرفة جميع المتطلبات التي يمكن توفيرها والتي تؤدي الغرض والغاية منها، وبعد أن تم جمع البيانات قام الباحثان بالتحليل الوظيفي لجميع مراحل ومواد الحالة الدراسية، حيث تمت الإشارة إلى الوظائف الأساسية باسم **"B"** والإشارة إلى الوظائف الثانوية بـ**"S"**، وضعت الأفكار ورتبت وفقاً لإمكانية التنفيذ العملي لكل مرحلة. بعد أن قام فريق **VE** بإعداد تصاميم بديلة مع مقارنات تكلفة رأس المال ودورة الحياة الخاصة بالتصاميم الأصلية والبدائل المقترحة، تم سرد جميع التوصيات مع وصف مكتوب موضحاً بالرسومات، وشاملاً المفاهيم الأساسية التي بنيت عليها، والمعلومات التقنية وملخص عن التكلفة التقديرية الناتجة [8].

تناول الباحث عبد الله مصطفى (2016م) الهندسة القيمية ودورها في تحقيق الميزة التنافسية في مجموعة شركات جياد الصناعية بدولة السودان. تمثلت مشكلة الدراسة في إهمال الشركات والمؤسسات لتطبيق أسلوب الهندسة القيمية ودورها في تحقيق الميزة التنافسية. استخدمت الدراسة أسلوب استبانة في التعريف والتقصي عن دور الهندسة القيمية في تخفيض التكاليف وتحقيق الميزة التنافسية بالشركات الصناعية. توصلت الدراسة إلى أن الهندسة القيمية لم تطبق بصورة كافية بمجموعة شركات جياد وأن العملاء المستخدمين لمنتجات الشركة يفضلون المنتجات ذات التكاليف المنخفضة والجودة العالية [9].

تناولت ميسون توفيق موسى (2016م) الهندسة القيمية وتطبيقاتها في قطاع التشييد في السودان من خلال مثال عملي بالشركة الوطنية للبترول. ركزت الدراسة على التعريف بالهندسة القيمية, ومفاهيمها وعلاقاتها بالجودة والتكلفة. تطرقت الباحثة إلى تطبيق منهج الهندسة القيمية على الأعمال الإنشائية لتصميم مستودع غاز بمدينة الدامر للشركة الوطنية للبترول كنموذج. خلص الورقة بنتائج وتوصيات تحث في المقام الأول على اعتماد منهج الهندسة القيمية وإضافتها كبند في شروط عقد المقاولة السودانية [10].

تناولت **Renata Heralova** (2016م) إمكانية استخدام الهندسة القيمية في مشاريع الطرق السريعة في جمهورية تشيكيا وأسباب الانتقاد والطعن في هذا النوع من المشاريع. عزت الباحثة ذلك إلى ثلاثة أسباب أولاً: أنها لا تحقق أهداف المشروع المتوقعة، ثانياً: تنفيذ المشروع لا يتم في الوقت المحدد له، وأخيراً فإن التكاليف لا تتماشى مع حدود ميزانيتها. تناولت الباحثة إمكانية استخدام منهجية الهندسة القيمية في ايجاد سبل لتحسين الحلول لهذه المشاكل عن طريق الموازنة بين التكلفة والجدول الزمني والنطاق من خلال توليد بدائل مبتكرة. خلصت الدراسة بتوصية بأن جودة وتكلفة الطرق السريعة وغيرها من المشاريع في قطاع الأشغال العامة يمكن أن تتحسن بشكل كبير عند تطبيق منهجية الهندسة القيمية [11].

نشر الباحث **Ehsan** وآخرون (2017م) في مجلة هندسة التصميم والتقنية، دراسة تهدف إلى تطبيق منهج الهندسة القيمية على مشروع طريق رئيسي بمحافظة حمدان الذي يربط المحافظات الوسطى في إيران بالعاصمة. قام الباحثون بطرح بدائل ومسارات جديدة للطريق، تم فيها تحليل هذه البدائل والأفكار من حيث التكلفة والجودة وتلبيتها للوظائف المطلوبة منها. توصل الباحثون الى استخدام المسار المناسب بعد عرض ثلاثة بدائل، تم تحديد البديل الأكثر قيمة والذي يقلل من المدة الزمنية المقطوعة للمسافر ويوفر في التكلفة الكلية للطريق بما فيها أعمال الصيانة المستقبلية، حيث وصل حجم التوفير باستخدام هذه المنهجية إلى ما يقارب نسبة 40% [12].

يلاحظ على الدراسات السابقة أنها ركزت على تقليل التكلفة الكلية في المشاريع دون النظر لمراقبة ومتابعة زمن تنفيذ المشروع بعد تطبيق الهندسة القيمية, والذي يشكل أهمية كبيرة في المشاريع ذات الطابع الخدمي والاستثماري، كما أن معظم الدراسات السابقة اعتمد على أسلوب الاستبانة دون تطبيق خطوات منهجية الهندسة القيمية. ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة اهتمامها بالزمن المحدد لتنفيذ المشروع من خلال استخدام برنامج بريمافيرا في حساب المدة الزمنية قبل وبعد تطبيق الهندسة القيمية لمعرفة تأثير التغيرات التي حدثت للأنشطة نتيجة (الاستبدال) على المدة الزمنية لتنفيذ المشروع.

3. الهندسة القيمية

غالباً ما تسمى بالهندسة القيمية (بكسر القاف) وهي دراسة تهدف إلى تحسين في الجودة مع خفض التكلفة، وفي المشروعات الإنشائية تطبق أثناء طرح فكرة المشروع أو بعد الانتهاء من التصور العام لها. تجلت أهمية الهندسة القيمية لأنها تربط بين عناصر رئيسية هي كفاءة الأداء وهو مربوط بالعملية الإنتاجية والمدة الزمنية التي تستغرقها والجودة والتكلفة. بعبارة أخرى الهندسة القيمية تهدف إلى توفير الكثير من الجهد والمال والوقت مع مراعاة الجودة. كما تعتبر الهندسة القيمية دراسة تحليلية تطبق على المشاريع الجديدة التي يراد بها اختيار البدائل الأنسب وكذلك على مشاريع أو منتجات منفذة ومنتهية ومستخدمة حالياً ويراد من ذلك إلقاء نظرة عن إمكانية تحسينها لرفع معدلات الأداء والتقليل من تكلفتها.

تُعرَّف الهندسة القيمية باختصار في مجال البناء والتشييد بأنها جهد جماعي منظم تقوم به مجموعة مكونة من مختلف التخصصات حسب نوع المشـــروع (معماري، إنشائي، كهربائي، صحي وغيرها) لأجل تحليل وظائف المشروع ومطابقتها لأهداف ومتطلبات المالك والمستفيد ومن ثم ابتكار بدائل تؤدي تلك الوظائف وتحقق الأهداف بأقل تكاليف ممكنة دون الإخلال بالجودة والوظيفة الأساسية للمشروع. الهندسة القيمية لا يشترط فيها أن تكون ذات هدف واحد وهو تخفيض التكلفة فقط أو العمل في حدود ميزانية محددة كما قد يتبادر إلى أذهان الكثيرين، وإنما الهدف منها وبشكل مبسط هو إلغاء أو تعديل الأعمال والأنشطة التي يمكن الاستغناء عنها في المشروع للتقليل من الهدر والإسراف في الميزانية المخصصة مع المحافظة على الجودة المطلوبة ومراقبة الوقت المحدد لاستكمال المشروع [13].

إن الغرض الأساسي من الدراسات القيمية هو تحسين القيمة والذي يعني الحصول على جودة أعلى بأقل تكاليف ممكنة. نجد أن لكل شخص لديه تفسير خاص لمعنى القيمة وهذا متأثر بعدة عوامل مثل المكان والزمان والموارد وحالة العرض والطلب إلى ذلك من العوامل. لذا يخلط البعض بين معنى القيمة ومعنى السعر أو التكلفة, وغالباً ما يتم قياس القيمة على أساس السعر فقط مع أن غلاء السعر لا يعني بالضرورة رفع القيمة. يمكن تصنيف القيمة إلى أربعة أنواع رئيسية وهي كما يلي [1]:

قيمة التكلفة: **cost value** وهي التكلفة النقدية الكلية لإنتاج شئ ما (تكاليف مباشره وغير مباشرة, صيانة, تشغيل ... وغيرها).

القيمة الجمالية: **Aesthetic Value** وهي الصفات الجمالية والميزات التي يرغبها المستفيد.

قيمة الاستخدام **Use Value** وتعني المنفعة الكلية للسلعة.

قيمة الاستبدال **Exchange Value** وتعبر عن القوة الشرائية للسلعة.

قياس القيمة: لتحسين قيمة أي شئ لابد في البداية من إيجاد طريقة وآلية لقياس هذه القيمة. مما سبق نجد أن القيمة ترتكز على ثلاث عناصر رئيسية هي التكلفة, الجودة, والأداء الوظيفي ولابد من أخذ جميع هذه العناصر في الاعتبار عند القياس كما موضح في المعادلة (1).

مقياس القيمة أو (مؤشر الأداء) = الثمن (التكلفة)/ الثمن المستحق (1)

نتيجة هذه المعادلة هي مؤشر لمستوى القيمة, فكلما اقتربت النتيجة من الرقم واحد في المعادلة السابقة كان ذلك أفضل ويدل على قيمة عالية، وكلما زادت النتيجة عن الواحد دلّ ذلك على ضعف القيمة وتدني في المستوى. هذا ما تركز عليه هذه الدراسة حيث تعالج ضعف القيمة والعمل على رفعها من خلال خفض التكلفة مع مراقبة (الأداء والجودة) ورفع الثمن المستحق بزيادة الوظائف التي يؤديها العنصر أو النشاط بمراعاة ذلك في إعداد التصاميم. إن قيمة العنصر أو النشاط تكمن في أدائها لوظيفته بكفاءة عالية وحسب ما يراد منه لذلك فإن زيادة الوظائف أو العناصر التي لا حاجة لها وليس لها دور في أداء المهمة تزيد في التكلفة مما يعني انخفاض في القيمة لأن المبلغ المدفوع أعلى من المردود وهذا ما تعكسه المعادلة (2) في حساب مؤشر القيمة [1].

مؤشر القيمة = (الأداء الوظيفي + الجودة)/التكلفة الكلية (2)

القيمة لها ارتباط وعلاقة كبيرة بكل من الوظيفة والجودة والتكلفة الكلية كما هو موضح في الشكل (1).

شكل (1): العلاقة الترابطية بين الوظيفة والجودة والتكلفة الكلية[1]

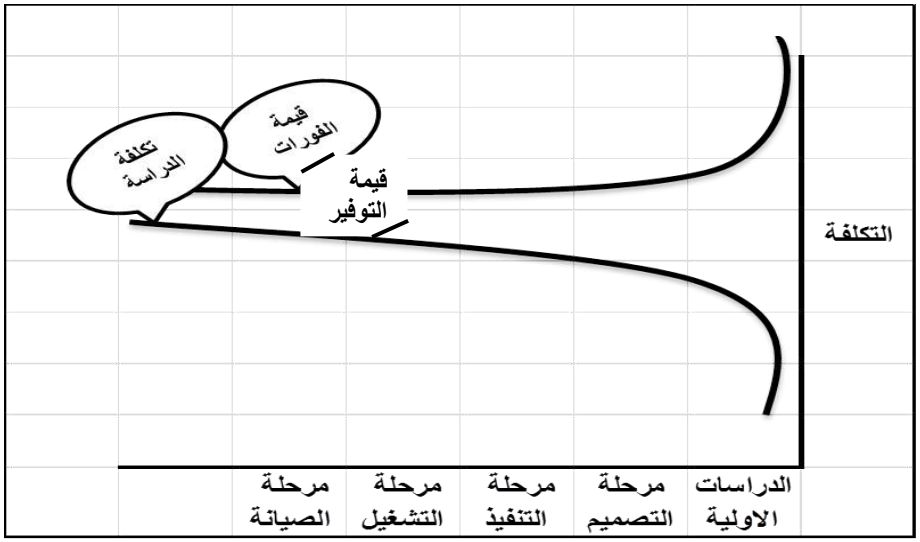
الوظيفة: تعرف بالمعنى المتعارف عليه بأنها ما يجعل المنتج يعمل أو يُباع، وبمعنى آخـــر تجعل المنتج مرغوب فيه من المشتري عند تكلفة أو سعر مناسب، فإذا كان المنتج لا يستطيع الوفاء بهذه الوظيفة فلن يرغب فيه المشتري حتى ولو كان ذو تكلفة منخفضة. من ناحية أخرى فإن انفاق الكثير من المال لزيادة وظيفة المنتج لا تزيد من قيمته بالنسبة للمشتري المستهدف حتى لو كانت الوظيفة الناتجة أكثر من المطلوب، ومن هنا فإن الوظيفة غير الكافية تكون غير مقبولة وكذلك تعدد وظائف المنتج بشكل مبالغ فيه يمثل فاقد، ولذلك فلابد من تحديد وظيفة المنتج بدقة وهذه هي الوسيلة الوحيدة لتحديد التكاليف المصاحبة لوظيفة المنتج [14].

التكلفة: تعرف التكلفة بأنها عبارة عن الانفاق على المصادر الضرورية لإنتاج المنتج أو الخدمة أو العملية، وهي عبارة عن مجموع الأعمال والأنشطة، ومواد الخام، والصيانة الدورية والطارئة، والتكاليف الغير مباشرة المطلوبة لإنتاج المنتج والمحافظة عليه على مدى عمره الافتراضي, وبعبارة أُخرى على مدى دورة حياة التكلفة الكلية للمنتج أو الخدمة التي تعرف ب**Life Cycle Costing (LCC)** [15].

الجودة: تعرف الجودة على أنها ملائمة المنتج للاستعمال أي أن تكون السلعة أو الخدمة ملبية لاحتياجات المالك أو المستخدم كما عرفها جوران (1980م)، أما جابلونسكي (1991م) عرفها بأنها تلك الصفات المميزة للمنتج أو لخدمة ما.

1.3 وقت تطبيق الهندسة القيمية

من خلال التطبيقات والتجارب السابقة لوحظ أنه يمكن تطبيق منهجية الهندسة القيمية في أي مرحلة من مراحل المشروع إذا تم الحصول على توفير في التكلفة الكلية للمشروع, مع مقارنة ذلك بتكلفة الدراسة المطلوبة. أما أكبر وفر يمكن أن يتحقق، فهو عند استخدام منهجية الهندسة القيمية بعد الانتهاء من مرحلة الدراسات والتصاميم الأولية حيث تنخفض فيها تكلفة الدراسة بشكل ملحوظ كما هو موضح في الشكل (2).



شكل (2): تأثير التكلفة مقابل وقت الدراسة **[6]**

كما أن استخدام منهجية الهندسة القيمية في المراحل الأولية للمشروع ليست فوائدها على حجم الوفر وحسب, بل أنها تزيد من سهولة إجراء أي تغيرات, وترفع من فرصة موافقة الجهة المالكة للاستخدام توصيات التقرير النهائي لفريق الهندسة القيمية.

2.3 مراحل تطبيق الهندسة القيمية

تنقسم مراحل تطبيق الهندسة القيمية في المشاريع الهندسية إلى ثلاثة مراحل رئيسية كما يلي:

المرحلة الأولى: التجهيز والتقصي

تعتبر هذه المرحلة هي إعداد وتجهيز ووضع الخطة العملية والخطوط الرئيسة التي سيتم على ضوئها تطبيق منهجية الهندسة القيمية وتنقسم إلى ما يلي:

أ. اختيار العمل المستهدف بالدراسة: يتم في هذه الخطوة اختيار وتحديد نطاق العمل المستهدف بالدراسة سواءً كان المشروع بالكامل أو مرحلة من مراحلة أو أحد الأنشطة أو المواد المستخدمة وذلك لحصر الأعمال المعنية بالدراسة في نطاق معين بعد ظهور دوافع وأسباب تستلزم استخدام منهجية الهندسة القيمية كوجود ارتفاع في التقديرات المالية لتنفيذ المشروع.

ب. اختيار فريق الدراسة: يبدأ اختيار فريق العمل لإجراء دراسة الهندسة القيمية باختيار قائد فريق الدراسة, الذي يشترط أن يكون متخصصاً فى الهندسة القيمية ويحمل شهادة أخصائي هندسة قيمية معتمد(**Certified Value Specialist (CVS**) ويكون مؤهلاً علمياً وله خبرة ويتمتع بقدرات تمكنه من إدارة فريق العمل بكفاءة. أما بقية أعضاء الفريق فيشترط الكفاءة العلمية والخبرة العملية كلاً في مجال تخصصه. يعتمد عدد الأشخاص المكون لفريق العمل على حجم المشروع وطبيعته

ونوعيته والوقت والمعلومات المتاحة للدراسة، كما أن نوع التخصصات يحددها نوع المشروع وما يحتاجه موضوع الدراسة [1].

ج. وضع أساسيات الدراسة: يتم في هذه الخطوة عقد اجتماع موثق وهام بين رئيس الفريق مع الجهة المالكة والمكتب المعني بإعداد الرسومات والتصاميم وأعضاء فريقه لتوضيح منهجية الدراسة وأهميتها في خفض التكلفة مع المحافظة على الدور الوظيفي والجودة المطلوبة من المشروع، نسرد لكم أهم النقاط التي يتم سردها في هذا الاجتماع:

1. تقديم وتسمية عناصر فريق الهندسة القيمية المكلف بإعداد الدراسة مع ذكر تخصصاتهم وخبراتهم ونبذة مختصرة عن الأعمال المكلفين بها .
2. الشرح والتحليل لبرنامج عمل الدراسة وتقديمه كخطة عمل للمالك والجهة المعنية بإعداد الرسومات والتصاميم الخاصة بالمشروع .
3. وضع برنامج زمني لخطة الدراسة وتحديد موعد تسليم التقرير النهائي للدراسة.
4. حصر وتحديد المستندات والوثائق والقوانين المطلوبة في الدراسة مع توضيح مصادرها وحدودها المكانية والزمانية.

المرحلة الثانية: الدراسات القيمية

تعتبر هذه المرحلة أهم المراحل حيث تقسم فيها الدراسة إلى ست خطوات موضحة فيما يلي[2]:

أ. جمع البيانات وحصر المعلومات: في هذه الخطوة توجه كل المجهودات نحو حصر وتجميع كل البيانات، التي تخص المشروع (موضوع الدراسة) من جميع المصادر المختلفة والممكنة والتي تتمثل في الآتي:

- المستندات التعاقدية والتصميمية: (اللوائح التعاقدية, الخرائط والرسومات, المواصفات, معايير التصميم, البرامج المستخدمة في التصميم, جداول الكميات, التكلفة التقديرية...).
- الوثائق العامة: (اللوائح الإدارية, الأنظمة العامة, المراجع القياسية(الكود المستخدم), الخدمات العامة، المخططات المعتمدة, وغيرها).
- الزيارات الميدانية: (زيارة الموقع, مقابلة المالك والمصمم, مقابلة مدير المشروع والفنيين, زيارة مشاريع مشابهة, زيارة المصانع والورش المختبرات المعنية بالمشروع).

ب. التحليل الوظيفي: بعد عملية جمع المدخلات, يتم تحليل وفرز الوظائف المرجوة عند أقل تكلفة ممكنة وتبويبها في شكل خريطة معينة، ويتم ترتيبها حسب أهميتها وتكلفة تنفيذها ويطلق على هذه الخريطة "بالخريطة الوظيفية". تتولي هذه الخريطة تحديد ما يقوم كل نشاط بأدائه من وظائف معينة وتحديد منفعة كل وظيفة وأهميتها بالنسبة للمشروع، ويتطلب تحصيل الخصائص الوظيفية ضرورة القيام بمجموعة من التحليلات الفرعية كما في الآتي:

- تحليل تكلفة الخصائص الوظيفة.
- تحليل تكلفة المكونات الفنية.
- تحليل تكلفة العمليات.

تعتبر مرحلة تحليل الوظائف هي الركيزة التي تعتمد عليها الدراسات الأولية للهندسة القيمية والتي تميزها على أساليب حل المشاكل الأخرى بالمشروع مما يتطلب عمل هذه المرحلة وفق خطوات تراتبية كما هو موضح بالشكل (3).

شكل (3): مراحل اختيار الوظائف المناسبة للدراسة **[6]**

ج. **طرح الأفكار والبدائل:** تعتبر هذه الخطوة هي لب الدراسة, حيث يتم فيها إطلاق العنان لجميع الأفكار الإبداعية وطرح البدائل الممكنة لتأدية الوظائف الأساسية والثانوية وإلغاء أو تقليل من الوظائف الزائدة عن الحاجة بطريقة أكثر فاعلية في الأداء وأقل في التكلفة الإجمالية, وذلك من خلال استخدام طريقة العصف الذهني **Brainstorming** أو غيرها من الطرق المشابهة, كاستخدام قاعدة باريتو(80-20) والتي تنص على أن80% من النتائج تسببها 20% من الأسباب, وهذا الأمر يجبرنا على مراعاة الضوابط التالية [1]:

- عدم إهمال أو التقليل من أي فكرة أو بديل مهما كانت.
- تجنب مناقشة الأفكار المعروضة والمقترحة في هذه الخطوة.
- الابتعاد عن الأفكار والآراء الصعبة والمستحيلة.
- التركيز على الوظائف ذات القيمة الكبيرة بالمشروع.

د. **تقييم وتمحيص الأفكار:** في هذه المرحلة يكون التقويم والنقد والتحكيم مسموحاً به بعد أن كان محظوراً في الخطوة السابقة, حيث يتم حذف التفاصيل الغير ضرورية والأفكار الغير منطقية والتي لا تستند على أُسس علمية, وذلك بتقييم الأفكار وإعطائها نقاط. على سبيل المثال تعطى 10 نقاط كحد أعلى ونقطة واحدة كحد أدنى ويتم تحديد مستوى الأفكار التي تنتقل لخطوة التالية والأفكار التي يتم استبعادها, كما يتم تصنيف وترتيب ما تبقى من أفكار حسب مجالها والأنشطة التي تخصها. عادة ما يكون إعادة التصميم في هذه المرحلة غير اقتصادي إلا إذا كان التوفير في دورة حياة المشروع كبير بدرجة كافية لتبرير هذه النفقات. يطلق علي هذه المرحلة "بمرحلة التفكير البناء" حيث يتم تركيز التفكير للوصول إلى قرار بحذف الوظائف الغير مرغوب فيها أو تبسيطها أو تخفيضها مما يؤدى إلى إحداث تخفيض كلي في تكلفة المشروع نتيجة التخلص من بعض العيوب التي تُمثل تكلفة إضافية به [2].

ه. **تطوير البدائل والأفكار المقترحة:** هي خطوة لتحويل الأفكار التي اجتازت وأُقرت في الخطوة السابقة إلى خطة عمل محددة حيث يتم فيها تطوير الفكرة إلى عمل متكامل واضح التفاصيل بعد إجراء البحوث والدراسات اللازمة من قبل فريق الدراسة كلٌ حسب تخصصه, والتي تحوي كيفية التطبيق العملي شاملاً على تقدير التكلفة المالية الكلية النهائية وقيمة الوفر الناتج من تطبيق هذه الدراسة. يمكن تلخيص خطوات تطوير البدائل والأفكار في الآتي [2]:

- التأكيد على الحصول على المعلومات المستخدمة في هذه الأفكار من مصادرها الموثوقة.

- طرح العوائق والصعوبات على متخصصين لإيجاد حلول لبعض الأفكار التي يمكن استخدامها والاستفادة منها.
- استخدام أسلوب المحاكاة والتجربة والاختبار للتأكيد على إمكانية استخدام هذه الأفكار.
- حساب تكلفة الأفكار الجديدة ومقارنتها بالوضع السابق.
- حساب تكلفة التشغيل والصيانة خدمات بعد البيع للأفكار والبدائل المقترحة.

و. **تقديم التقرير النهائي للدراسة:** يعتبر هذا التقرير المحصلة النهائية وخلاصة الجهد الذي بدله فريق الهندسة القيمية وخلال مراحله المختلفة, والذي يتم عرضه على صاحب القرار للتطبيق والاطلاع على محتويات الدراسة ونتائجها وإحاطته بالجهود التي بذلت والمنهج الذي تم إتباعه للوصول لتلك النتائج. يتم استعراض تقرير الدراسة وما فيه من حلول ومقترحات وأفكار وتوصيات حول أعمال التصميم للبت فيها وإدراجها ضمن المرحلة القادمة من مراحل التصميم. يمكن تلخيص مكونات التقرير فيما يلي [2]:

- بيانات عن فريق دراسة الهندسة القيمية للمشروع.
- نبذة مختصرة عن الهندسة القيمية وتطبيقاتها.
- بيانات رئيسية عن المشروع ووصف عام عن مكوناته.
- أهداف الدراسة ومنهجية العمل التي تم اتباعها.
- عرض التحليل الوظيفي للمشروع والأنشطة الداخلة فيه.
- استعراض التصاميم الأولية وإظهار نقاط الضعف بها.
- استعراض التصاميم والأفكار المقترحة وإبراز نقاط القوة بها.
- توضيح الوفر المالي من خلال جدول التكاليف لجميع المقترحات والبدائل.
- وضع برنامج تنفيذ البدائل والمقترحات الواردة بالدراسة.
- سرد قائمة بالأسباب والمبررات المنطقية لقبول الدراسة من قبل المالك.

المرحلة الثالثة: التحقيق والمتابعة

هي المرحلة التي يتم فيها التحقيق والتأكد من جدوى استخدام الهندسة القيمية على البرنامج الزمني للمشروع, وذلك بمراقبة المدة التنفيذية لكل نشاط والتأثير التي حدث لها بعد إجراء التغيرات واستخدام البدائل والمقترحات, كحساب المسار الحرج, واستخدام الطرق والبرامج الحديثة في إدارة المشاريع مثل **Primavera** أو **MS Project** والتقييم الكلي للتجربة من جميع الجوانب (التكلفة الكلية, الجودة المطلوبة, البرنامج الزمني) [2].

4. الحالة الدراسية

تتمثل الحالة الدراسية في مدرسة نموذجية للتعليم المتوسط معتمدة للمدن الليبية المطلة على الساحل لخدمة الطلاب في مرحلة التعليم المتوسط والثانوي, مساحتها المسقوفة عن 6000 متر مربع، تنفذ على أرض مساحتها لا تقل عن هكتار، تتكون من 24 فصل دراسي و6 معامل ومسرح ودورات مياه في كل طابق وكافتيريا وجناح خاص للإدارة وأعضاء هيئة التدريس، يحيط بها بعض الملاعب الرياضية والمسطحات الخضراء. تم التعاقد على تنفيذ المشروع من قبل مصلحة المباني التعليمية

كطرف أول مع شركة الحادة للمقاولات العامة في 2007/09/24م الذي تم نقله إلى جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية بالقرار رقم 747 لسنة 2008م الصادر عن اللجنة الشعبية العامة والذي تم تعديل أسعاره وفق اللائحة الاسترشادية للأسعار الصادرة في قرار مجلس الوزراء رقم 216 لسنة 2014م.

1.4 بيانات المشروع

اسم المشروع: مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي

الجهة المالكة: جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية

الجهة المنفذة: شركة الحادة للمقاولات العامة

القيمة التعاقدية للمشروع: 5,073,264.736 دينار ليبي

القيمة المخصصة لتنفيذ المبنى: 4,388,381.54 دينار ليبي

مدة تنفيذ المشروع: 18 شهر

موقع المشروع: منطقة 9 يوليو مدينة مصراتة

مكونات المشروع: 24 فصل, 6 معامل, مسرح, كافتيريا, 42 دورة مياه, 8 مكاتب, 8 صالات مدرسين, ملاعب ومسطحات خضراء **[16].**

2.4 خطوات تطبيق منهج الهندسة القيمية على احالة الدراسية

ينبغي الاشارة إلى أن تم اعتبار اللائحة الصادرة بقرار مجلس الوزراء رقم (216) لسنة 2014م المؤرخ في 2014/03/31م هي المرجع الأساسي للأسعار باعتبارها الأسعار الاسترشادية التي على أساسها وضعت البنود الأصلية للعقد, ذلك من مبدأ توحيد الأسعار لتفادي التغير والفارق الكبير الذي حدث لها مقارنة بهذا الوقت والظرف الحالي التي تمر به البلاد. تم التركيز في هذه الورقة على تطبيق منهجية الهندسة القيمية على بنود أعمال التشطيبات النهائية لمبنى المدرسة، وعدم إجراء أي تغييرات جوهرية له والمتمثلة في إعادة تصميم المبنى معمارياً وإنشائياً والذي يستغرق وقت طويل لعمل اختبارات التربة وإعداد تصاميم هندسية جديدة. بما أن طبيعة عمل الهندسة القيمية يكون بشكل جماعي، ولكي يتم دراسة المشروع في جميع التخصصات المختلفة بالمشروع، عليه تم تشكيل فريق هندسة قيمية من عدة تخصصات من ذوي الخبرة والكفاءة لتقديم المشورة وإبداء الرأي المناسب عند استبدال البنود المعنية بالدراسة.

الخطوة الأولى: جمع البيانات وتحليلها

تنقسم هذه الخطوة إلى قسمين رئيسين كما يلي:

أ. جمع المعلومات والبيانات

تتمثل عملية جمع المعلومات في توفير المستندات والوثائق التالية:

- المستندات التعاقدية والتصميمية: (عقد المشروع, الخرائط والرسومات, المواصفات, معايير التصميم, جداول الكميات, التكلفة التقديرية).
- الوثائق العامة: لائحة العقود الإدارية, لائحة الاسعار الاسترشادية المعتمدة بقرار مجلس الوزراء رقم (216) لسنة 2014 ميلادي.

- الزيارات الميدانية: زيارة الموقع, أخذ صور فوتوغرافية للوضع القائم، مقابلة المالك والمصمم, مقابلة مدير المشروع والمهندسين المشرفين. تم خلال هذه الخطوة تجميع القدر الكبير واللازم من البيانات والمعلومات التي تخص المشروع.

ب. تحليل البيانات

قبل البدء بطرح البدائل يتم تحليل البيانات المتوفرة على المشروع وفق التالي:

- تحليل مساحة فراغات المبنى

يتم تحديد الأجزاء التي تشغل أكبر مساحة من فراغات المبنى سواءً كانت (فصول دراسية, دورات مياه, مسرح,..) نسبةً إلى المساحة المسقوفة للمدرسة, ليتضح حجم تأثير التكلفة على كل فراغ أثناء إجراء أي تغيير في بنود الأعمال المطلوب تنفيذها. جدول (1) يوضح توزيع المساحات بالمدرسة.

جدول (1): نسبة توزيع المساحات في مبنى المدرسة

الفراغات	التفاصيل	العدد	المساحة بالمتر	اجمالي المساحة بالمتر	نسبة من المساحة الكلية
الفصول الدراسية والممرات	الفصول الدراسية	24	60	1440	
	الممرات الداخلية	8	مختلفة	9842	
	المكتبة	1	171	171	
	الإجمالي			2595	%43.25
الفراغات الترفيهية	المسرح	1	300	300	
	المرسم	1	45	45	
	صالة رياضية	1	152	152	
	استراحة المدرسين	1	45	45	
	الإجمالي			542	%9
الفراغات الخدمية	دورات المياه	9	مختلفة	308	
	المطعم	2	45	90	
	تخديم	4	15	60	
	الإجمالي			458	%7.6
المعامل الدراسية	المعامل التخصصية	6	30	180	
	غرف التحضير	8	15	120	
	الإجمالي			300	%5
الفراغات الإدارية	المكاتب الإدارية	8	23	184	
	مكاتب خدمية	8	15.5	124	
	مكاتب الامتحانات	2	28	56	
	غرف خدمية	8	7	56	
	الإجمالي			420	%7
الفراغات العامة	الأروقة المسقوفة	1	مختلفة	328	
	سلالم	4	30	120	
	المداخل		26	130	
	الإجمالي			578	%9.63
المباني	المباني والأعمدة			1107	%18.52
إجمالي المساحة المسقوفة				**6000**	**%100**

من خلال الجدول(1) يتضح أن الفراغات والمساحات التي خُصصت للفصول الدراسية وممراتها لها النصيب الأكبر من إجمالي المساحة المسقوفة للمدرسة، حيث تمثل ما يزيد عن نسبة 43 %، الأمر الذي يجعلها الأجدر بالدراسة والاهتمام, وذلك بالبحث والتحري للحصول على أنسب البدائل للمواد

المستخدمة في التشطيبات النهائية، التي تحقق نفس الوظيفة والكفاءة المطلوبة لكن بأقل تكلفة، وبذلك يكون تأثير هذا التغير ذو فاعلية عالية على المشروع بشكل عام.

- تحليل تكلفة بنود تنفيذ المبنى

بعد أن تم معرفة الفراغات التي تمثل نسبة كبيرة من مساحة المبنى، والتي سيكون لها التأثير الأكبر عند إجراء أي تغيير، جاء الدور على معرفة البنود الأكبر قيمة والأعلى تكلفة بالمشروع من خلال تحليل هذه البنود لمعرفة أعلاها قيمة والتي سيكون لها تأثير كبير عند إجراء تخفيض وتقليل في التكلفة، والجدول (2) يوضح تحليل تكلفة بنود أعمال العقد.

جدول (2): تحليل تكلفة بنود تنفيذ المبنى

ت	البنـد	تفصيل البند	قيمة التفصيل بالدينار	إجمالي قيمة البند بالدينار	نسبة البند من
1	الأعمال الترابية				
		أعمال التسوية	58,450.00		
		أعمال الحفر	64,350.00		
		أعمال الردم	146,082.56		
	إجمالى الأعمال الترابية			268,882.56	%6.13
2	الأعمال الخرسانية				
		الخرسانة العادية	134,775.14		
		الخرسانة المسلحة	1,068,022.93		
		فاصل التمدد	17,325.00		
	إجمالى أعمال الخرسانية			1,220,123.07	%27.80
3	أعمال المبانى واللياسة				
		المباني بجميع المقاسات	123,870.34		
		اللياسة الداخلية والخارجية	206,994.15		
	إجمالي أعمال المباني واللياسة			330,864.49	%7.54
4	أعمال تكسية الأرضيات والحوائط والأسقف				
		تكسية الأرضيات	617,069.03		
		تكسية الحوائط	151,195.00		
		تكسية الأسقف	13,698.60		
	إجمالي أعمال تكسية الأرضيات والحوائط والأسقف			781,962.63	%17.82
5	أعمال الدهانات والعزل والخشبية والمعدنية				
		الدهانات الداخلية والخارجية	250,932.00		
		عزل الرطوبة والحرارة	374,798.76		
		الأعمال الخشبية	83,434.67		
		الأعمال المعدنية	345,105.90		
	إجمالى أعمال الدهانات والعزل والخشبية والمعدنية			1,054,271.33	%24.02

6	الأعمال الكهربائية والتكييف				
		أعمال التكييف	**54,401.71**		
		الأعمال الكهربائية	**549,139.48**		
	إجمالي الأعمال الكهربائية والتكييف			**603,541.19**	**%13.75**
7	الأعمال الصحية				
		الأعمال الصحية	**128,736.27**		
	إجمالي الأعمال الصحية			**128,736.27**	**%2.93**
إجمالي أعمال تنفيذ المبنى				**4,388,381.54**	**%100.00**

من الجدول(2) يتضح أن الأعمال الخرسانية وأعمال الدهانات والأعمال المعدنية والأعمال الخشبية تمثل أكبر تكلفة من إجمالي بنود تنفيذ المبنى بنسبة **27.80%**، الأمر الذي يجعل هذه الأعمال والبنود لها الأسبقية والأولوية بالدراسة والتخفيض وسيكون تأثيرها جلي وواضح في تقليل التكلفة. الجدير بالذكر أن الأسعار والمواصفات الواردة بهذا التحليل تم أخذها من مقايسة المشروع الخاصة بالعقد.

الخطوة الثانية: تحليل الوظائف

في هذه الخطوة سيتم تحليل جميع الوظائف لمراحل المشروع، ابتداءً بوظيفة المشروع وانتهاءً بالمواد المستخدمة، مروراً بطريقة وآلية التنفيذ. على سبيل المثال يكون المنظر الجمالي وظيفة رئيسية لنوع التكسيات الأرضية المستخدمة في مدخل المبنى، بينما ثانوية في باقي الأماكن، وبذلك نستطيع تحديد أهمية المرحلة المراد تنفيذها وأهمية المواد المستخدمة بتحديد الوظيفة المناطة بها. تم تقسيم هذه الوظائف إلى وظيفة رئيسية ومجموعة من الوظائف والميزات والمهام الثانوية، والتي يمكن الاستغناء عنها، والتي نلخصها في الجدول(3).

الخطوة الثالثة: طرح الأفكار والبدائل

تهدف هذه المرحلة إلى طرح ووضع جميع الأفكار والمقترحات التي من شأنها تخفض التكلفة الكلية للمشروع، دون استثناء أي بند من البنود وحصرها وتدوينها بطريقة واضحة ومنظمة، يمكن من خلالها تحديد الميزات والعيوب وعمل مقارنة واختيار الأنسب والأفضل لهذه البدائل والأفكار والجدول (4) يوضح بالشرح المختصر بعض البدائل والأفكار.

جدول (3): تحليل وتحديد الوظائف الرئيسية والثانوية للبنود

ت	البند	الوظيفة الرئيسية	الوظائف الثانوية
1	الأعمال الترابية	تنفيذ جميع أعمال الحفر والردم للوصول إلى الأرضية المناسبة والارتفاعات المطلوبة	– الرفع من منسوب المبنى – استخدام ناتج الحفر
3	الأعمال الخرسانية	تنفيذ منشأ يحمل جميع الأحمال الحية والغير حية	– حماية المبنى من العوامل الخارجية – المنظر الجمالي
4	أعمال المباني واللياسة	عمل تقسيمات وفق الاحتياجات اللازمة للمبنى	– المنظر الجمالي – حماية المبنى من العوامل الخارجية – العزل الحراري وعزل الرطوبة – التجهيز للتكسيات والدهانات المطلوبة

5	تكسية الأرضيات والحوائط	حماية الارضيات والحوائط في المناطق الرطبة	– توفير بيئة صحية وسهلة التنظيف وغير مناسبة لتعايش البكتيريا – للعزل الصوتي – للمنظر الجمالي – العزل الحراري وعزل الرطوبة
6	وأعمال الدهانات والأعمال الخشبية والمعدنية والعزل	– المنظر الجمالي للدهانات – الستر والحماية للأعمال الخشبية والمعدنية	– توفير بيئة صحية وسهلة التنظيف وغير مناسبة لتعايش البكتيريا – عزل وحماية المنشأ من الرطوبة – المحافظة على درجة الحرارة
7	أعمال الكهرباء والتكييف	– إنارة المبنى من الداخل – تهوية المبنى	– عمل كمرات المراقبة والحماية – توزيع جميع المنظومات والشبكات اللازمة – استخدام طرق متطورة ي التعليم – تكييف وتدفئة جميع الفراغات
8	الأعمال الصحية	توصيل شبكة المياه والصرف بالمبنى	– توصيل شبكة المياه الساخنة بالمبنى

جدول (4): الأفكار والبدائل المقترحة

البند	مكونات البند الحالي	ت	الفكرة أو البديل
عزل الأسطح	– طبقة أولى تحضيرية من البيتومين – طبقة من البولسترين للعزل الحراري – طبقة من الفايبر جيوكستايل للترشيح – طبقة من البولي اثيلين للعزل المائي – 3 طبقات من لفائف البيتومين للعزل – طبقة خرسانة لزوم ميول المياه	1	استبدال طبقتي البولسترين والجيوكستايل بألواح الصوف الصخري
		2	إلغاء طبقة خرسانة الميول والاكتفاء بعمل زيادة في طبقة بلاط الأسطح
		3	عمل طبقة من القطران المطبوخ بعد تنظيف السطح طبقة خرسانة الميول بسمك لا يقل عن 5 سم
		4	إلغاء طبقة البولسترين والجيوكستايل واستخدام هوردي البولسترين في بلاطة السقف للعزل الحراري مع استخدام طبقة خرسانة الميول

أعمال تكسية الأرضيات	– ارضية جرانيت لزوم السلالم والمداخل – رخام ابيض كرارة لزوم النوافذ والابواب – أرضية صناعية للفصول وممراتها – أرضية صناعية مقاومة للشحنات للمعامل – ارضيات من الخزف للحمامات والمطابخ – ارضيات خشبية (باركيه) لصالة الألعاب	1	استبدال مداخل الجرانيت بالرخام أبيض كرارة
		2	استبدال الأرضية الصناعية للمعامل بالبورسلين
		3	استبدال الأرضية الصناعية للفصول بالموزايكو
		4	استبدال الأرضية الصناعية في كل من الفصول والممرات وأرضية المسرح بالبورسلين سمك 1سم
		5	استبدال أرضية صالة الألعاب الرياضية (الخشبية) بأرضية مطاطية
أعمال الأخشاب والنجارة	.1 – تصنيع أبواب الحمامات من خشب الابلاكاج – تصنيع أبواب الفصول والمعامل مخشب سويدي درجة أولى	1	استبدال جميع الأبواب الخشبية إلى ابواب من البي في سي أو الالومنيوم
		2	تصنيع أبواب دورات المياه من الالومنيوم بدل من خشب الابلاكاج
		3	تصنيع جميع الأبواب في المبنى من الخشب الصناعي **MDF**
أعمال الطلاء والدهانات	– طلاء الحوائط والأسقف من الداخل ب 3 طبقات من البلاستيك قابل للغسل – طلاء ايبوكسي من وجهين مقاومة للأحماض لزوم حوائط المعمل – طلاء الحوائط الخارجية بدهانات مقاومة للرطوبة	1	طلاء الحوائط الداخلية والأسقف بطبقتين من البلاستيك
		2	طلاء الحوائط الخارجية بالجرافيت المصنع محلياً
		3	عمل حوائط المعمل بالسيراميك المحلي لا يقل سمكها عن 2.5 سم
		4	عمل دهان خارجي محبب(**TOPCOAT**) مقاوم للرطوبة من ثلاثة أوجه
الأعمال الخرسانية	صب خرسانة مسلحة باجهاد 30 نيوتن / مم²وحديد التسليح بنسبة 100 كجم /م³ من النوع العادي أو المبروم عالي المقاومة وفق المواصفات المحلية أو العالمية المعتمدة وذلك لزوم بلاطة السقف	1	استبدال النظام الانشائي الخرساني بنظام الهياكل المعدنية
		2	صب خرسانة مسلحة باجهاد 25 نيوتن / مم² وحديد التسليح بنسبة 115 كجم /م³ هوردي من البولسترين بسمك 25 سم وفق المواصفات المحلية أو العالمية المعتمدة ودلك لزوم بلاطة السقف
		3	صب خرسانة مسلحة باجهاد 25 نيوتن/ مم² وحديد التسليح بنسبة 115 كجم /م³ هوردي من الآجر بسمك 25 سم وفق المواصفات المحلية أو العالمية المعتمدة وذلك لزوم بلاطة السقف

الخطوة الرابعة: تقويم الأفكار والبدائل

في هذه الخطوة نقوم بدراسة وتحليل جميع البدائل المقترحة والأفكار، والتي وردت في الخطوة السابقة، بحيث نقوم بتحديد ميزات وعيوب كل فكرة، وتحديد مؤشر القيمة لها فيما إذا كانت تزيد أو تقلل من الجودة والتكلفة، بعد مراعاة تطبيقها للدور الوظيفي المطلوب منها، تم ذلك من خلال عرض هذه الحلول والمقترحات على لجنة من الخبراء والمختصين (فريق الهندسة القيمية) لتحليلها بدقة وتقييمها والتي خلصت إلى الجدول(5).

جدول (5): الأفكار والبدائل المقترحة

ت	الفكرة أو البديل	الميزات	العيوب	مؤشر القيمة		تقييم البند
				الجودة	التكلفة	
أ.	**أعمال عزل الأسطح وتكسية السقف**					
1	استبدال طبقتي البولسترين والجيوكستايل بألواح الصوف الصخري	أقل تكلفة سرعة التنفيذ	الغاء وظيفة الترشيح غير متوفر بالسوق	↓	↓	غير موافق
2	إلغاء طبقة خرسانة الميول والاكتفاء بعمل زيادة في طبقة بلاط الاسطح	أقل تكلفة سرعة التنفيذ	غير مطابق للمواصفات الفنية المعتمدة	↓	↓	غير موافق
3	عمل طبقة من القطران المطبوخ بعد تنظيف السطح . طبقة خرسانة الميول بسمك لا يقل عن 5 سم	أقل تكلفة سرعة التنفيذ	عدم وجود البند في لائحة الأسعار المعتمدة عدم وجود مواصفة	↓	↓	غير موافق
4	إلغاء طبقة البولسترين واستخدام هوردي البولسترين في بلاطة السقف للعزل الحراري	أقل تكلفة سرعة التنفيذ	يحتاج تعديل في أعمال التصاميم الإنشائية للسقف	↑	↓	**موافق**
ب.	**أعمال تكسية الأرضيات**					
1	استبدال مداخل الجرانيت بالرخام أبيض كرارة	أقل تكلفة أكثر توفر في السوق	لا يعطي منظر جمالي أقل مقاومة للاحتكاك سرعة تغير اللون	↓	↓	غير موافق
2	استبدال الأرضية الصناعية للمعامل بالبورسلين	أقل تكلفة مقاوم الاحتكاك سهل التنفيذ	تعديل في مناسيب الأرضيات أبطئ في التنفيذ	↓	↓	غير موافق
3	استبدال الأرضية الصناعية للفصول بالموزايكو	أقل في التكلفة سرعة وسهولة التنفيذ	تعديل في مناسيب الأرضيات قابل للامتصاص أقل صلابة	↓	↓	غير موافق

		متوفر في السوق المحلي				
4	استبدال الأرضية الصناعية في كل من الفصول والممرات وأرضية المسرح بالبورسلين سمك 1سم	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي مقاوم للخدش	تعديل في مناسيب الأرضيات أقل صلادة	-	↓	**موافق**
5	استبدال أرضية صالة الألعاب الرياضية (الخشبية) بأرضية مطاطية	أقل في التكلفة يمتص الاصطدام أسهل وأسرع في التنفيذ	غير متوفر في السوق المحلي	↑	↑	غير موافق
ج.	**أعمال الأخشاب والنجارة**					
1	استبدال جميع الأبواب الخشبية بأبواب من البي في سي أو الالومنيوم	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي	غير عازل للصوت لا يعطي منظر جمالي لا يوصي به للفصول	↓	↓	غير موافق
2	تصنيع أبواب دورات المياه من الألومنيوم بدل من خشب الابلاكاج	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي يتحمل الرطوبة	لا يعطي منظر جمالي تعديل في الرسومات التفصيلية	↑	↓	**موافق**

تابع جدول (5): مؤشرات الجودة والتكلفة

ت	الفكرة أو البديل	الميزات	العيوب	مؤشر القيمة		تقييم البند
				الجودة	التكلفة	
3	تصنيع جميع الأبواب في المبنى من الخشب الصناعي **MDF**	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي مناسب للبيئة	لا توفر حماية مناسبة للأماكن الرطبة تعديل في الرسومات التفصيلية	↓	↑	غير موافق
4	تصنيع أبواب الفصول والمعامل من الخشب الصناعي **MDF** بسمك لا	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي	تعديل في الرسومات التفصيلية	↑	↓	**موافق**

	يقل عن 44 ملم	مناسب للبيئة				
د.	**أعمال الطلاء والدهانات**					
1	طلاء الحوائط الداخلية والأسقف بطبقتين من البلاستيك	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي	غير مناسب للمواصفات المعتمدة بالمشروع	↓	↓	غير موافق
2	طلاء الحوائط الخارجية بالجرافيت المصنع محلياً	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي	أقل في المنظر الجمالي الخارجي	↓	↓	غير موافق
3	عمل حوائط المعمل بالسيراميك المحلي لا يقل سمكها عن 2.5 سم	متوفر في السوق المحلي	أعلى تكلفة يأخذ وقت أطول في أعمال التنفيذ	–	↑	غير موافق
4	عمل دهان خارجي محبب (**TOPCOAT**) مقاوم للرطوبة من ثلاثة أوجه	أقل في التكلفة متوفر في السوق المحلي مقاوم للرطوبة	يحتاج استجلابه من مصانع متخصصة	↑	↓	**موافق**
هـ.	**الأعمال الخرسانية**					
1	استبدال النظام الإنشائي الخرساني بنظام الهياكل المعدنية	توفر مادة الحديد بالمنطقة سرعة التنفيذ	أعلى تكلفة يحتاج وقت لتعديل الرسومات والتصاميم يحتاج شركات متخصصة	↑	↑	غير موافق
2	صب خرسانة مسلحة باجهاد 25 نيوتن / مم²وحديد التسليح بنسبة 115 كجم /م³ هوردي من البولسترين بسمك 25 سم وفق المواصفات المحلية او العالمية المعتمدة ودلك لزوم بلاطة السقف	أقل في التكلفة عازل للحرارة متوفر في السوق المحلي اختصار المراحل	تعديل في بعض الرسومات التفصيلية الإنشائية	↑	↓	**موافق**
3	صب خرسانة مسلحة باجهاد 25 نيوتن / مم²وحديد التسليح بنسبة 115 كجم /م³ هوردي من الاجر بسمك 25 سم وفق المواصفات المحلية او العالمية المعتمدة ودلك لزوم بلاطة السقف	عازل للحرارة نسبياً متوفر في السوق المحلي	أعلى في التكلفة كثرة التالف منه لا يتم الاستغناء على طبقة العزل الحراري من خلاله	↓	↑	غير موافق

↑ يعني هذا الرمز ارتفاع في الجودة أو التكلفة عند تطبيق تلك الفكرة

– يعني هذا الرمز ثبات مستوى الجودة عند تطبيق تلك الفكرة

- يعني هذا الرمز انخفاض في الجودة أو التكلفة عند تطبيق تلك الفكرة

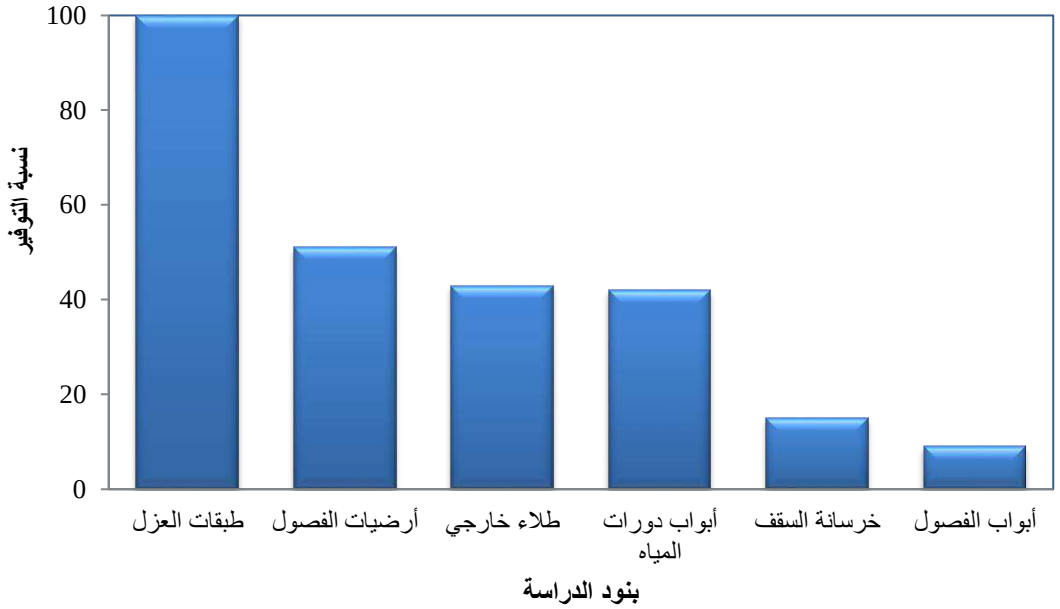
الخطوة الخامسة: تطوير البدائل والأفكار المقترحة

تتطلب هذه الخطوة الحصول على بيانات دقيقة وصحيحة، حيث تم الاعتماد على المقايسة التعاقدية للمشروع ولائحة الأسعار الاسترشادية المعتمدة بالدولة في القرار رقم (216) لسنة 2014م. من الجدول (6) والشكلين (4),(5) يتضح فارق التكلفة عند استخدام المقترحات والبدائل التي تم الموافقة عليها في الخطوة السابقة وحجم التوفير الناتج عنها.

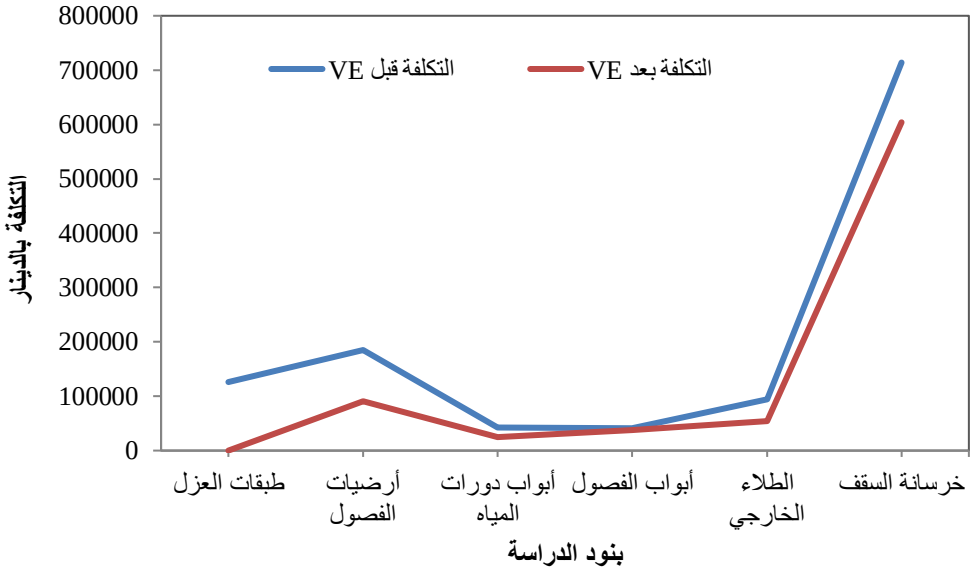
جدول (6): فرق التكلفة عند استخدام البدائل والمقترحات في قيمة بنود العقد

البند	صيغة البند في العقد	قيمة البند د.ل	البند	صيغة البند في اللائحة	قيمة البند د.ل	نسبة التوفير من البند
9.01	بالمتر المسطح توريد وتركيب طبقة عازلة للحرارة من الواح البوليسترين المشكل بالبثق سمك 5 سم تركب بدون	126,225	-	-	-	%100
5.09	بالمتر المسطح توريد وتنفيد ارضيات صناعية وفق المواصفات العالمية المعتمدة لأرضيات المسرح والفصول وممرات الفصول والسعر يشمل التثبيت بمواد اللصق	185,400	4	بالمتر المربع توريد وتركيب بلاط أرضي من مادة البورسلين لزوم الممرات من عينة ممتازة	91,196	%51

10.0	توريد وتركيب ابواب دورات المياه من خشب تجليد ابلاكاج من الجهتين مدعم بحواف من الخشب الصلب قطاع (44×120 مم) مثبتة بالغراء والمسامير شامل الحلق والدهانات والاقفال والمفاتيح والاطار الخارجي (الشامبريلي) والحماية على شكل حرف **U** (الوزرة) وكل مايلزم لنهو العمل	42,300	21	بالمتر المربع توريد وتركيب أبواب ونوافذ من مادة الالومنيوم أبيض اللون حليبي من ضلفة أو ضلفتين فارغ زجاج لزوم الابواب وشمل الواح معزولة من نفس المادة والخردوات من نوعية جيدة ايطالية أو تركية الصنع معتمدة حسب المواصفات الفنية وأصول الصنعة وتعليمات المهندس المشرف	24,552	%42
2 .10	بالمتر المسطح توريد وتركيب ابواب الفصول والمعامل والمكاتب من خشب السويدي اطار قطاع (120 ×55 مم) ومثبتات داخلية قطاع (100 ×55 مم) والواح سمك 25 مم مع	41,133	15	بالمتر المربع/توريد وتركيب أبواب داخلية كاملة بالحلق والبرواز من ضلفة واحدة أو ضلفتين	37,510	%9
7.02	بالمتر المسطح توريد وعمل طلاء حماية للحوائط الخارجة من دهانات مقاومة للرطوبة والعوامل الجوية على أسطح من اللياسة	94,512	5	بالمتر المربع / توريد وعمل دهان بلاستيكي خارجي محبب (**Topcoat**) مقاوم للرطوبة	53,785	%43
2.09	بالمتر المكعب/ توريد وصب خرسانة مسلحة باجهاد كسر للمكعبات 30 نيوتن / مم ²وحديد التسليح	713,961	28	بالمتر المكعب /توريد وصب الخرسانة المسلحة باجهاد	603,995	%15
إجمالي قيمة الأعمال السابقة		**1,203,531**	**إجمالي قيمة الأعمال الجديدة**		**811,038**	**%34**



شكل(4): حجم التوفير في بنود الدراسة



شكل(5): فارق التكلفة في بنود الدراسة

مما سبق نستنتج أن قيمة الأعمال التي تم إلغاءها من العقد 1,203,531 دينار ليبي، بينما تكون قيمة الأعمال التي ستنفذ باستخدام الأفكار البديلة 811,038 دينار ليبي, وبذلك يكون الوفر المتحقق 1,203,531 - 811,038 = 392,493 دينار ليبي وهي تمثل نسبة 34% من البنود التي تم استبدالها وبنسبة 9% من قيمة المبنى. هذا التوفير تم الحصول عليه من 6 بنود فقط من العقد، مما يؤكد أن دراسة جميع بنود العقد بشكل أوسع وأدق سيكون حجم التوفير في التكلفة أكبر بكثير.

الخطوة السادسة: تقديم التقرير النهائي للدراسة

تعتمد هذه الخطوة على النتائج والتوفير التي توصلنا إليها في الخطوة السابقة, الأمر الذي يقودنا إلى إعداد تقرير نهائي وملخص عن الدراسة، وكيفية عرضه بصورة منظمة على الجهة التي لديها القرار في تعديل قيمة المشروع وتغيير في بنوده. تمر هذه الخطوة بثلاثة مراحل: مرحلة العرض والتطوير, مرحلة إعداد التقرير المبدئي، مرحلة إعداد التقرير النهائي..

أ) مرحلة العرض والتطوير

تتمثل هذه المرحلة في عرض البدائل والأفكار التي تم اعتمادها، وذلك بوضع آلية لتنفيذها وتطويرها وإدراجها في البرنامج الزمني للمشروع، بالتنسيق مع جميع الجهات ذات الاختصاص وفق المخطط ، حيث يعرض عمل فريق الهندسة القيمية على أصحاب القرار بالمشروع من مدير مشروع إلى مشرف إلى مالكه أو الجهة التي ستقوم باستخدامه، ذلك للاطلاع المبدئي على البدائل التي ستستخدم وطرح المشورة والرأي لدى جميع الأطراف **Stockholders**، تفادياً لأي عوائق أو صعوبات أو رغبات للجهة المستفيدة كانت غير منظورة عند تجميع بيانات المشروع. الشكل (6) يوضح الأطراف المعنية ودور كل منها.

.

شكل (6): الأطراف المعنية بمناقشة البدائل المعروضة في المشروع

تُلخص وتُجمع جميع الملاحظات والأفكار التي تم الاتفاق عليها والتي تحقق القدر الأكبر من التوفير، مع المحافظة على جودة الخدمة المقدمة والتي سيتم ادراجها في التقرير المبدئي.

ب) مرحلة إعداد التقرير المبدئي

يتم إعداد التقرير المبدئي للدراسة بحيث يكون مفصلاً وشاملاً لجميع بيانات المشروع، بما في ذلك الأفكار المطروحة والتوفير الناتج والتي نلخصها في الأوراق الموضحة في الجداول من (7) إلى(14).

جدول (7): الورقة الأولى بالتقرير

الورقة الأولى بالتقرير		
1	اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي
2	المساحة المسقوفة الإجمالية	6000 متر مربع
3	مكونات المدرسة	24 فصل دراسي، 6 معامل، مسرح، كافيتيريا،42 دورة مياه، 8 مكاتب إدارية، 8 صالات للمدرسين
4	القيمة التعاقدية للمشروع	**5,073,264.736** دينار ليبي
5	التكلفة التقديرية للتوفير	**300,000** دينار ليبي
6	مشكلة المشروع	ارتفاع تكلفة القيمة التعاقدية للمشروع
7	هدف الدراسة	التقليل من القيمة التعاقدية بقدر التكلفة التقدير للتوفير وفي حدود الجودة المطلوبة
8	مجال الدراسة	بنود أعمال المبنى المسقوف للمدرسة
9	بنود الدراسة	(الأعمال الإنشائية، أعمال العزل، أعمال الدهانات، الأعمال المعدنية، أعمال التكسيات للأرضيات و الحوائط)
10	مخططات المدرسة	مناظير خارجية، مساقط أفقية, خرائط تفصيلية محل الدراسة

جدول (8): الورقة الثانية بالتقرير

الورقة الثانية بالتقرير				
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي			
محل الدراسة / البند	سطح المبنى / بند طبقات عزل الرطوبة والحرارة			
المشكلة	ارتفاع كلفة أعمال عزل الحرارة والرطوبة بالمبنى			
التصميم الحالي قبل الدراسة	طبقة من البولسترين للعزل الحراري			
البدائل المقترحة	إلغاء طبقة البولسترين واستخدام هوردي البولسترين في بلاطة السقف للعزل			
مميزات استخدام هذا البديل	أقل في التكلفة الاجمالية ، سرعة في التنفيذ ، متوفر في السوق المحلي			
قيمة توفير البديل	126,225 د.ل	نسبة التوفير من قيمة	%2.9	
مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس	تعديل تصميم بلاطة السقف باستخدام هوردي البولسترين		
	مهندس العزل	اختيار أجود أنواع البولسترين التي تتناسب مع التصميم		
	المدير التنفيذي	وضع آلية لتنفيذ البديل أثناء عمل بلاطة السقف واحتساب		

جدول (9): الورقة الثالثة بالتقرير

الورقة الثالثة بالتقرير			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي		
محل الدراسة / البند	أرضيات الفصول والممرات والمسرح / بند تكسية الأرضيات		
المشكلة	ارتفاع كلفة الأرضيات الصناعية		
التصميم الحالي قبل الدراسة	أرضية صناعية للمسرح والفصول والممرات		
البدائل المقترحة	إلغاء الأرضية الصناعية واستخدام بلاط أرضي من البورسلين بمقاس		
مميزات استخدام هذا البديل	أقل في التكلفة الإجمالية، متوفر في السوق المحلي، سهولة الصيانة		
قيمة توفير البديل	94,204 د.ل	نسبة التوفير من قيمة المبنى	%2.2

مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس المعماري	تعديل الرسومات التفصيلية اختيار أجود أنواع البورسلين
	المدير التنفيذي	وضع آلية لتنفيذ البديل أثناء عمل الأرضيات واحتساب مدة

جدول (10): الورقة الرابعة بالتقرير

الورقة الرابعة بالتقرير			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي		
محل الدراسة / البند	أبواب داخل مبنى المدرسة / بند توريد وتركيب أبواب دورات المياه		
المشكلة	ارتفاع كلفة توريد وتركيب الأبواب الداخلية		
التصميم الحالي قبل الدراسة	توريد وتركيب أبواب من خشب الابلاكاج من الجهتين شاملا الحلوق والدهانات		
البدائل المقترحة	استخدام أبواب من الالومنيوم أبيض اللون		
مميزات استخدام هذا البديل	أقل في التكلفة الإجمالية، سرعة في التنفيذ، متوفر في السوق المحلي، مقاوم للرطوبة، مقاوم للاحتكاك والخدش، أطول عمر افتراضي		
قيمة توفير البديل	17,748	نسبة التوفير من قيمة المبنى	%0.4
مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس المعماري	تعديل الرسومات التفصيلية	
	المدير	وضع آلية لتنفيذ البديل أثناء عمل الأبواب واحتساب مدة	

جدول (11): الورقة الخامسة بالتقرير

الورقة الخامسة بالتقرير			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي		
محل الدراسة / البند	أبواب داخلية لمبنى المدرسة / بند توريد وتركيب أبواب الفصول والمعامل		
المشكلة	ارتفاع كلفة توريد وتركيب الأبواب الداخلية		
التصميم الحالي قبل الدراسة	توريد وتركيب أبواب من خشب سويدي من الجهتين شاملا الحلوق والدهانات		
البدائل المقترحة	استخدام أبواب من الخشب الصناعي **MDF**		
مميزات استخدام هذا البديل	أقل في التكلفة الإجمالية، سرعة في التنفيذ، متوفر في السوق المحلي، مقاوم للرطوبة، مقاوم للاحتكاك والخدش، أطول عمر افتراضي		
قيمة توفير البديل	3,626 د.ل	نسبة التوفير من قيمة المبنى	%0.1
مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس	تعديل الرسومات التفصيلية	
	المدير التنفيذي	وضع آلية لتنفيذ البديل أثناء عمل الأبواب واحتساب مدة	

جدول (12): الورقة السادسة بالتقرير

الورقة السادسة بالتقرير			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي		
محل الدراسة / البند	الحوائط الخارجية لمبنى المدرسة / بند توريد وعمل طلاء خارجي للمبنى		
المشكلة	ارتفاع كلفة الطلاء الخارجي		
التصميم الحالي قبل الدراسة	توريد وعمل طلاء خارجي من دهانات مقاومة للرطوبة والعوامل الجوية		
البدائل المقترحة	استخدام دهان بلاستيكي محبب نوع توبكوت		
مميزات استخدام هذا البديل	أقل في التكلفة الاجمالية، سرعة في التنفيذ، متوفر في السوق المحلي، مقاوم للرطوبة والعوامل الخارجية، أطول عمر افتراضي		
قيمة توفير البديل	727,40 د.ل	نسبة التوفير من قيمة المبنى	%0.9

مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس	تعديل الرسومات التفصيلية
	المدير التنفيذي	وضع آلية لتنفيذ البديل عند البدء بتنفيذ الدهانات واحتساب

جدول (13): الورقة السابعة بالتقرير

الورقة السابعة بالتقرير			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي		
محل الدراسة / البند	بلاطة السقف لمبنى المدرسة / بند توريد وصب خرسانة مسلحة لزوم بلاطة		
المشكلة	ارتفاع كلفة البند والمستخدم وعدم عزله للحرارة بالشكل المطلوب		
التصميم الحالي قبل الدراسة	توريد وصب خرسانة مسلحة لزوم بلاطة السقف وفق المواصفات العالمية المعتمدة		
البدائل المقترحة	توريد وصب الخرسانة المسلحة باستخدام هوردي البولسترين بسمك 25 سم		
مميزات استخدام	أقل في التكلفة الاجمالية، سرعة في التنفيذ، متوفر في السوق المحلي، عازل		
قيمة توفير البديل	966,109 د.ل	نسبة التوفير من قيمة	2.5%
مسؤولية تنفيذ البديل	المهندس	تعديل تصميم بلاطة السقف باستخدام هوردي البولسترين	
	المهندس	تعديل الرسومات التفصيلية الخاص بطبقات العزل	
	مهندس العزل	اختيار أجود أنواع البولسترين التي تتناسب مع التصميم	
	المدير التنفيذي	وضع آلية لتنفيذ البديل أثناء عمل بلاطة السقف واحتساب	

جدول (14): الورقة الثامنة بالتقرير (ملخص الدراسة)

الورقة الثامنة – ملخص الدراسة			
اسم المشروع	مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي	المساحة الاجمالية	6000 متر مربع
مكونات المدرسة	24 فصل دراسي، 6 معامل، مسرح، كافيتريا،42 دورة مياه، 8 مكاتب ادارية،	القيمة التعاقدية للمشروع	5،073،264.736 دينار ليبي
إجمالي الوفر في بند العزل الحراري		126,225 د.ل	2.9%
إجمالي الوفر في بند أرضيات المسرح والفصول		94,204 د.ل	2.2%
إجمالي الوفر في بند أبواب دورات المياه		17,748د.ل	0.4%
إجمالي الوفر في بند أبواب الفصول والمكاتب		3,623 د.ل	0.1%
إجمالي الوفر في بند الدهانات الخارجية		40,727 د.ل	0.9%
إجمالي الوفر في بند بلاطة السقف		109,966د.ل	2.5%
إجمالي قيمة التوفير في تنفيذ مبنى المدرسة		392,493 د.ل	9%

ج) إعداد التقرير النهائي

بعد إجراء المراجعة اللازمة في بيانات التقرير الابتدائي واعتمادها من المهندسين المعنيين ورئيس فريق الهندسة القيمية، يتم إضافة بعض البيانات النظرية العامة حول الهندسة القيمية والتي نختصرها في التالي:

- بيانات عن فريق دراسة الهندسة القيمية للمشروع.
- نبذة مختصرة عن الهندسة القيمية وتطبيقاتها.
- أهداف الدراسة ومنهجية العمل التي تم اتباعها.
- عرض التحليل الوظيفي للمشروع والأنشطة الداخلة فيه.
- استعراض التصاميم الأولية وإظهار نقاط الضعف بها.

- استعراض التصاميم والأفكار المقترحة وإبراز نقاط القوة بها.
- وضع برنامج تنفيذ البدائل والمقترحات الواردة بالدراسة.
- سرد قائمة بالأسباب والمبررات المنطقية لقبول الدراسة من قبل المالك.

3.4 حساب المدة الزمنية للمشروع

نظراً للتغيرات التي حدثت للأنشطة في المشروع من حيث استبدال بعض المواد بمواد أخرى وإضافة وإلغاء أنشطة وغيرها من التعديلات في مجال العمل بالمشروع **Scope Of Work**، لزم علينا التأكد من تأثير هذه التغييرات على البرنامج الزمني للمشروع والمدة الكلية لتنفيذه، (زادت أم انخفضت)، حيث أن التأخير بسبب استخدام هذه البدائل والمقترحات قد يسبب في زيادة في التكلفة الإجمالية، وذلك بزيادة المصروفات الثابتة كالآجارات والمرتبات وغيرها، كما يؤجل هذا التأخير الدور الاستثماري للمشروع ومدى الاستفادة من الخدمات التي يقدمها في أقرب وقت ممكن. عليه تم استخدام برنامج بريمافيرا **Primavera P6** في تحديد المسار الحرج لحساب المدة الزمنية المستغرقة لتنفيذ المشروع قبل وبعد عمل منهجية الهندسة القيمية.

1.3.4 إعداد الجدول الزمني قبل استخدام الهندسة القيمية

أولاً: المدخلات الإدارية

- بينات على مستوى المؤسسة التي يتبعها المشروع

جهاز تنمية وتطوير المراكز الادارية، إدارة الإشراف والشؤون الفنية، مكتب مشروعات الأودية، مشروعات مدينة مصراتة.

- هيكل تقسيم مشروعات المؤسسة

هيكل تقسيم مشروعات المؤسسة هو التنظيم الهرمي لجميع المشروعات بالمؤسسة، حيث أن برنامج بريمافيرا مصمم ليتعامل مع الرؤيا الشاملة للمؤسسة، ولقد اقتصرنا في هذا المشروع إدخال بعض مشروعات مدينة مصراتة فقط.

- الهيكل التنظيمي للمؤسسة

الهيكل التنظيمي للمؤسسة هو التنظيم الهرمي الذي يحدد الهيكل الإداري للمسؤولين على المشروع في نطاق المؤسسة، حيث يمثل رأس الهرم للمؤسسة هو المدير العام، ومدير المشروع هو المسؤول المباشر عليه.

ثانياً: المدخلات الفنية

- بيانات المشروع

في هذه الخطوة تم ادخال جميع البيانات والمعلومات التي تخص المشروع كما يلي: مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي، مدة المشروع 18 شهر، تاريخ بداية المشروع 2019/06/01 م، تاريخ نهاية المشروع حسب العقد 2020/11/26م.

- أوقات عمل المشروع

كل أيام الأسبوع عمل بواقع 8 ساعات باليوم ماعدا الجمعة ، كما يستثنى أيام العطلات، وهي أيام المناسبات والأعياد الدينية والعطلات الرسمية للدولة.

- هيكل تقسيم الأعمال

هيكل تقسيم الأعمال هو مخطط شجري لتقسيم نطاق العمل بالمشروع، والذي قسم في حالتنا الدراسية هذه إلى عشرة أعمال وفق التالي: الأعمال الترابية، الأعمال الخرسانية، أعمال المباني واللياسة، أعمال التكسيات، أعمال الدهانات، الأعمال المعدنية والخشبية، الأعمال الكهربائية، أعمال التكييف، الأعمال الصحية، أعمال العزل.

- الأنشطة

يعرف النشاط على أنه عنصر العمل الأساسي الذي يتكون منه المشروع وهو أصغر مستوى من مستويات هيكل تقسيم الأعمال. تم إدخال الأنشطة في البرنامج وفق بنود العمل بالمشروع وحسب المدة الزمنية التي يستغرقها كل نشاط.

- التسلسل المنطقي للأنشطة

يتم ربط أنشطة المشروع بعلاقات تحدد ترتيب وتسلسل تنفيذها والتي تنقسم إلى أربعة أجزاء كما يلي:

Start to Start (SS): هي أن يبدأ النشاطان مع بعضهما، وتم استخدام هذه العلاقة في نشاطي التجهيزات الكهربائية والتجهيزات الصحية.

Finish to Start (FS): تعني هذه العلاقة أن النشاط الثاني لا يبدأ قبل أن ينتهي النشاط الأول، وقد استخدمت هذه العلاقة في أغلب أنشطة المشروع، فأعمال الحدادة للسقف لن تبدأ قبل الانتهاء من أعمال نجارة السقف وهكذا.

Finish to Finish (FF): تستخدم هذه العلاقة لربط نشاطين تكون نهايتهما في وقت واحد.

Start to Finish (SF): هذه العلاقة نادرة الحصول، فهي تشترط بداية النشاط الأول كي ينتهي النشاط الثاني.

ثالثاً: المخرجات والنتائج

تم حساب المسار الحرج من خلال استخدام أمر الجدولة بالبرنامج والتي كانت فيه الأيام الفعلية للعمل 456 يوم والتي تنتهي في 2020/11/26 ميلادي.

2.3.4 إعداد الجدول زمني بعد استخدام الهندسة القيمية

اولاً: المدخلات الإدارية

يتم ادخال جميع المدخلات السابقة والتي لن تتأثر باستخدام منهجية الهندسة القيمية.

ثانياً: المدخلات الفنية

- بيانات المشروع **Project Data**

في هذه الخطوة تم إدخال جميع البيانات والمعلومات التي تخص المشروع إلا أنه لا تم إدخال مدة المشروع وموعد نهايته كما يلي: مشروع تنفيذ مدرسة نموذجية ساحلية بسعة 24 فصل دراسي، تاريخ بداية المشروع 2019/06/01 م.

- أوقات عمل المشروع

كل أيام الأسبوع عمل بواقع 8 ساعات باليوم ماعدا الجمعة ، كما يستثنى أيام العطلات وهي أيام الأعياد الدينية والعطلات الرسمية للدولة.

- هيكل تقسيم الأعمال

هيكل تقسيم الأعمال كما هو في الحالة السابقة وفق التالي: الأعمال الترابية، الأعمال الخرسانية، أعمال المباني واللياسة، أعمال التكسيات، أعمال الدهانات، الأعمال المعدنية والخشبية، الأعمال الكهربائية، أعمال التكييف، الأعمال الصحية، أعمال العزل.

- الأنشطة

تم ادخال الأنشطة في البرنامج وفق بنود العمل بالمشروع وحسب المدة الزمنية التي يستغرقها كل نشاط، كما تم اضافة الأنشطة التي تم تعديلها وتغييرها وفق منهجية الهندسة القيمية.

- التسلسل المنطقي للأنشطة

إضافة لما تم تطبيقه في علاقات الحالة السابقة، فقد تم تعديل بعض العلاقات التي كانت (**FS**) فأصبحت **Start to Start** (**SS**) للاستفادة من وقت المشروع كأنشطة التركيبات الكهربائية والتركيبات الصحية والدهانات الخارجية والتي يمكن أن تبدأ في وقت واحد.

ثالثاً: المخرجات والنتائج

تم حساب المسار الحرج من خلال استخدام أمر الجدولة بالبرنامج والتي كانت فيه الأيام الفعلية للعمل 453 يوم والتي تنتهي في 2020/11/23 ميلادي.

5. الخلاصة

تم تطبيق منهجية الهندسة القيمية على الحالة الدراسية والمتمثلة في مدرسة ثانوية سعة 24 فصل دراسي. من نتائج الدراسة نجد أن مساحة الفراغات التي خُصصت للفصول الدراسية وممراتها تشغل نسبة 43% من إجمالي المساحة المسقوفة للمدرسة، الأمر الذي يجعلها الأجدر بالدراسة واستخدام البدائل. خلصت الدراسة إلى توفير قيمته 392,493 دينار ليبي, أي ما يعادل نسبة 9% من قيمة مبنى المدرسة من خلال البدائل المستخدمة. من خلال دراسة الجدولة الزمنية للمشروع وبتطبيق برنامج بريمافيرا وجد أن عدد الأيام الفعلية للعمل 453 يوم بعد تطبيق منهجية الهندسة القيمية في حين كانت 456 يوم قبل تطبيقها, أي أن مدة تنفيذ المشروع انخفضت بثلاثة أيام.

نوصي ببعض الدراسات المستقبلية التي لم تتطرق إليها الورقة وهي تصب في مجال الهندسة القيمية والمتمثلة في النقاط التالية:

- دراسة وتحليل التصاميم المعمارية والإنشائية للمشروع، بوضع البدائل والمقترحات والتغييرات التي تعمل على تقليل الميزانية المالية المرصودة للمشروع.
- التوسع في إعداد مثل هذه الدراسات لتضم جميع بنود العقد ولا تقتصر على المبنى فقط، كالطرق والأعمال الخارجية.
- إعداد دراسات مستقبلية عن أثر تطبيق الهندسة القيمية في تخفيض تكاليف الصناعات المحلية.

6. المراجع

[1] عبد العزيز اليوسفي، الملتقى الثاني للهندسة القيمية، السعودية، 2001م.

[2] الموقع الرسمي للمؤسسة الدولية للهندسة القيمية **SAVE International**.

[3] زينب جبار بوسف, تخفيض الكلفة باستخدام هندسة القيمة في الشركات العامة للصناعات الإنشائية, جامعة البصرة (العراق/البصرة), رسالة ماجستير, 2010.

[4] إبراهيم محمد رمضان قربيع, تطبيق هندسة القيمة على صناعة زيوت المحركات كدراسة تطبيقية داخل مصفاة الزاوية, رسالة ماجستير, الاكاديمية الليبية، ليبيا/الزاوية, 2012.

[5]Amit Sharma, R.M. Belokar, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, October 24-26, 2012, San Francisco, USA.

[6] أحمد ابراهيم عثمان, منهج إدارة القيمة بين رفع الجودة وخفض التكاليف, رسالة ماجستير, جامعة عين شمس (مصر/القاهرة), 2013.

[7] مجدي وائل الكبيجي، تطبيق الهندسة القيمة في الشركات الصناعية، رسالة ماجستير, جامعة القدس، فلسطين، 2014م.

[8] Nayana Tom V. Gowrisankar, Value Engineering In Residential House Construction, International Journal of Civil Engineering and Technology, 2015.

[9] عبد الله أحمد مصطفى، الهندسة القيمية ودورها في تحقيق الميزة التنافسية في مجموعة شركات جياد رسالة ماجستير, جامعة الخرطوم, السودان, 2016.

[10] ميسون توفيق الصادق، الهندسة القيمية وتطبيقاتها في قطاع التشييد بالسودان، رسالة ماجستير, جامعة الدامر، السودان, 2016م.

[11] Renata Schneiderova Heralova, Creative Construction, Czech Technical Conference 2016. University in Prague,

[12] Ehsan Mousakhani, Mohammadreza Yavarkhanim, and Soheyla Sohrabi, Selecting an appropriate alternative for a major infrastructure project with regard to value engineering approach, Journal of Engineering Design and Technology, 15(3), 2017.

[13] مارى نبيل صبحى, نظم هندسة القيمة كمؤكد لفاعليات الحفاظ المعماري والعمراني، رسالة ماجستير, جامعة القاهرة مصر، 2007م.

[14] عمر وصفى عقيلى, مدخل للمنهجية المتكاملة لإدارة الجودة الشاملة, الأردن عمان، دار وائل للنشر والتوزيع, 2001م.

[15] سليمان سفيان مجيد الشرع, المحاسبة الإدارية في اتخاذ القرارات والرقابة عليها، عمان, الأردن، دار الشرق، 2002م.

[16] محفوظات مكتب مشروعات الأودية، جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية، 2019م.