تصميم هيكل التكاليف ونمذجته باستخدام تقنية "CBS" لقياس تكاليف معالجة غاز الرادون المشع في مياه الآبار الجوفية وتكاليف الامتثال لمستويات تلوث وكالة حماية البيئة الأمريكية باستخدام"منظومة الدائرة التكاملية المغلقة "

إيمان محمد عبدالله
المعهد التقني بابل / جامعة الفرات الأوسط
eman_abdullah2001@Yahoo.com

الخلاصة

تغيير منطق المحاسبة نتيجة لتغيير منطق الأعمال، وكل الاتجاهات تسير نحو إعادة هيكلة التكاليف، لتكون دليلا لاتجاهات خفض التكاليف، واستخدام تقارير الكلف في تحليل الأعمال بدلا" من تقارير الدخل المتبعة في المحاسبة التقليدية. وانعكست هذه التغييرات بالبحث عن تقنيات محاسبية جديدة لقياس قيم الأنشطة الغير خاضعة إلى مقاييس المحاسبة الاقتصادية، كقياس قيم التلوث في النشاط البيئي، الذي اجتهد الفكر المحاسبي على نمذجتها ضمن تقنيات القياس المحاسبي الجديدة، فظهرت تقنية (CBS) Cost Breakdown Structure. التي قررت وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA في عام 2014 استخدامها كمنهج للقياس الكلفوي والبناء ألنماذجي لهيكلة مكونات وحدة تكاليف معالجة تلوث مياه الشرب لثلاثة أنواع من تقنيات المعالجة لمياه الشرب هي: (Packed tower aeration, Multistage bubble aeration, and granular activated carbon). وعلى الرغم من استخدام الوكالة الأمريكية لحماية البيئة لهذا المنهج في قياس ونمذجة كلف معالجة مختلف أنواع ملوثات مياه الشرب، إلا ان هذه التقنيات لا تعمل على معالجة الخصائص الاشعاعيه لغاز الرادون، إذ تقتصر المعالجة على تهوية الغاز Aeration أي تصريفه إلى الهواء، أو على تسيله liquid phase . وتحتاج الطبيعة الخطرة لغاز الرادون إلى تقنية خاصة للتعامل معها، لأنه غاز مشع، وجسيمات ألفا المنبعثة من اضمحلاله تؤثر على صحة الإنسان، والتعرض لهذه الجسيمات المشعة عن طريق الاستنشاق أو البلع تسبب السرطان. لذلك لازالت هناك حاجة إلى تقنية معالجة تلوث هذا الغاز والسيطرة عليه وتنظيم مستوياته للوصول إلى المستويات الآمنة، فضلا" عن قياس كلف معالجته بجدوى اقتصادية، وكلف الامتثال Compliance Costs للتنظيم والالتزام بحدوده الآمنة. لأجل ذلك تم استخدام تقنية إبداعية جديدة تسمى "الدائرة التكاملية المغلقة" (CICS) كتقنية معالجة تكنولوجية لغاز الرادون. وتقنية CBS كتقنية محاسبية لقياس تكاليف معالجة مستويات تلوث غاز الرادون وتصميم هيكل تكاليف ونمذجة خاص وفق هذه التقنية (CBS)، مع تقييم تكاليف الامتثال لمستويات التلوث مقارنة بمستويات التلوث الصادرة عن وكالة حماية البيئة الأمريكية.

وقد حقق استخدام منظومة الدائرة التكاملية المغلقة (CICS) مستوى عالي من دقة القياس ونجاح في تخفيض مستويات تلوث غاز الرادون على خلاف تقنيات المعالجة الثلاث (السابقة الذكر)، بمعدل تخفيض قدره ٨١% ، ومستوى تلوث امن قدره ٣٦,٦٦ بيكريل/M3 وعلى مرحلتين من المعالجة ، يقل بكثير عن مستويات التلوث المحددة من قبل الوكالة الأمريكية ب ($148\ Bq/m^3$ أو 4 pCi/L)، وبكلفة معالجة تشغيلية ذات جدوى اقتصادية قدرها 4.616 ID per/gallon وتكاليف امتثال قدرها 7.396 ID per/gallon وبمعدل تنظيم والالتزام بمستوياته الآمنة تصل إلى أكثر من ١٥٠٪ .

الكلمات المفتاحية :تكاليف الامتثال ،منظومة الدائرة التكاملة المغلقة ، توزيع التكاليف.

Abstracts

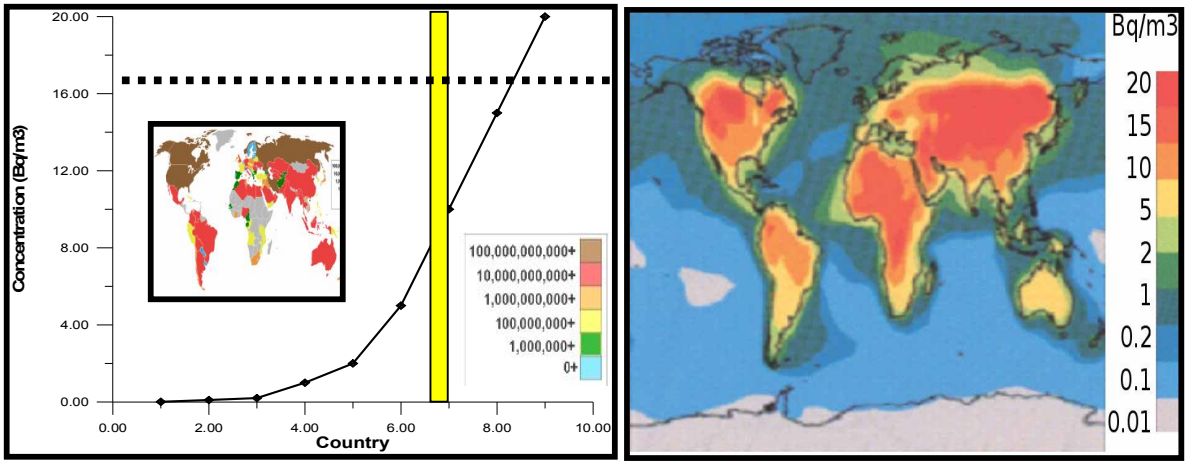
Logic of Accounting has been changing, as a result of changing in business logic. All the trends are moving towards restructure the Costs, to be a guide for Cost Reduction efforts, and using the Costs in analyzing business rather than income followed in a traditional Accounting. This changes were reflected in searching a new techniques for measuring the values of activities can not be measured by a traditional Accounting measuring, as a measure of pollution in values in environmental activity, Which Accounting thought efforts to be restructured and modeled under a new Accounting measuring techniques, called (CBS) Cost Breakdown Structure technique. that USEPA decided in 2014 to used it as a costs measuring approach and modeling for restructure the components of unit cost to contamination drinking water for three types of drinking water treatment techniques are(Packed tower aeration, Multistage bubble aeration, and granular activated carbon). Although, US EPA used this technique in measuring treatment costs for various contaminants, but it focus on aeration or liquid phase of treatment process, and did not worked on radiological properties of Radon. The dangerous nature of Radon need a special technology to dialing with it, because of its a radioactive nature. The alpha particles emitting from radon during its decay, and the exposure for the radioactive Radon particles by inhalation or ingestion causes cancer. So, there is a need for a technique to controlling, treating contaminate levels of Radon to a achieve the safety levels, as well as study the economic feasibility of treatment costs and Compliance Costs. By using a new innovative treatment technique called (CICS) "Closed Integrated Circuit System", to measuring treatment costs of Radon pollution, with compliance cost, by designing a special CBS" Cost Breakdown Structure" to achieve the safety a contaminant levels issued by US EPA. The results indicated high accuracy measurements, and the success of anew technique in reducing Radon contamination levels. At reduction rate 81% up to 36.66 Bq/m3, which is more security than UA EPA level. The treatment operation costs is (4.616 ID/gallon), and the compliance cost at (7.396 ID per/gallon) which show the advantage more than 150% .

Keywords: Cost Breakdown Structure, Compliance Cost, Closed Integrative Circle System

المقدمة:

تغير منطق المحاسبة مع تغير منطق الأعمال وخرجت من طوق هيكلة بيانات الدخل واتجهت نحو إعادة هيكلة التكاليف لتكون دليلا" لأثار هذه التغيير، وجهود خفض التكاليف، واستخدام تقارير الكلفة في تحليل الأعمال بدلا من تقارير الدخل (١)، وجاء انعكاس هذا التغير على أدوات القياس المحاسبي لأنشطة مجالات عديدة لايمكن قياسها بأدوات قياس المحاسبة الاقتصادية، وإيجاد مناهج وتقنيات قياس وهيكلة محاسبية جديدة مثل تقنية Cost Breakdown Structure (CBS) اعتمدتها المؤسسات والمنظمات الراعية للبيئة ومنها وكالة حماية البيئة الأمريكية US Environmental Protection Agency(US EPA) عام ٢٠١٤ في نمذجة وهيكلة تكاليف نشاطات حماية البيئة، وإعادة هيكلة تكاليف معالجة ملوثات مياه الشرب لتحقيق مستويات أمنه من التلوث، شرعتها الدول المتقدمة بقوانين تدعم جودة ونوعية مياه الشرب (٣،٢) تسمى قوانين مياه الشرب الآمنة Safe Drinking Water Act (SDWA) (٥،٤) بهدف الحفاظ على صحة الإنسان. كما وتفرض معها الالتزام بمجموعة قواعد للتحقق من مدى الالتزام بمستويات التلوث التي تعرف ب Maximum Contaminate Levels (MCL) للحد من التلوث (٧،٦) والتركيز على قياس وتقدير تكاليف الامتثال Compliance Costs وفق مقاييس علميه تبنتها وكالات حماية البيئة في العالم بنيت على

مفاهيم المعلمية سميت بالنماذج الكلفوية ألمعلميه (براميتيه) Parametric cost متجانسة مع التصاميم الهندسية المعتمدة لديها على مدى طويل من الزمن (٨)، ومع التقنيات الهندسية الداعمة للإجراءات التنظيمية الخاصة بالتحقق من الالتزام بمستويات التلوث(MCL) وهيكلة تكاليف معالجة الملوثات(١٠،٩). وتقادمت نماذج الكلف المعلمية وافتقرت إلى الشفافية ومرونة التكيف مع تطورات تكنولوجيا المعلومات(IT) وتغيراتها المتسارعة وإمكانياتها الحديثة، وتغيرات تكنولوجيا عمليات التصنيع، وتنوع المواد، للحد الذي أصبح فيه تحديث هذه النماذج الكلفوية البراميتيه أمرا" صعبا"، لتفي بمتطلبات وكالات حماية البيئة في تقدير تكاليف المعالجة وتكاليف الالتزام Compliance Costs وفي تقييم تقنيات معالجة ملوثات المياه (١١). مما دعاها للبحث عن تقنيات ونماذج جديدة في قياس وتوزيع تكاليف معالجة التلوث و تكاليف الامتثال للإجراءات التنظيمية والالتزام بمستويات أمنه، تتلاءم وطبيعة وخصوصية مجالات عملها (١٢). فجاء اعتمادها لتقنية CBS (Cost Breakdown Structure) (١٣) في البناء ألنماذجي لتكاليف المعالجة باستخدام ثلاث تقنيات تكنولوجية لمعالجة مياه الشرب من الملوثات وهي: (Packed tower aeration, Multistage bubble aeration, and granular activated carbon). والملاحظ ان هذه التقنيات تعالج ملوثات عديدة لمياه الشرب ولا تعمل على معالجة الخصائص الاشعاعيه لغاز الرادون، إذ تقتصر المعالجة على تهوية الغاز Aeration أي تصريفه إلى الهواء، أو على تسيله liquid phase. وتحتاج الطبيعة الخطرة لغاز الرادون إلى تقنية خاصة للتعامل معها، لأنه غاز مشع، الذي هو النظير السادس لليورانيوم-٢٣٨ المنضب، وجسيمات ألفا المنبعثة من اضمحلاله تؤثر على صحة الإنسان، والتعرض لهذه الجسيمات المشعة عن طريق الاستنشاق أو البلع تسبب السرطان. والرادون منتج طبيعي ناتج من سلسة اضمحلال وتحلل اليورانيوم إلى غاز الراديوم- 226 وتكمن خطورته عند تحلله بانبعاث جسيمات ألفا المشحونة وبيتا وفوتونات أشعة كاما التي تعتبر احد المسببات الرئيسية للإصابة بأمراض السرطان المختلفة، بالإضافة إلى مواد صلبة وهي نظائر (البولونيوم-218 والبزموث- 214 والرصاص). وتعتبر التربة أهم مصادر الرادون في البيئة ويساهم الماء بدور أساسي في نقل تلوثه اعتمادا" على الطبقات الأرضية الملامسة لمخزون المياه سواء بالأنهار أو المياه الجوفية، ويعتبر غاز الرادون المصدر الرئيسي لأخطر أنواع الملوثات وهي الجرع الإشعاعية، واقر العلماء على اعتبار غاز الرادون السبب الرئيسي للإصابة بالسرطان، لذا انتشار هذا الغاز أو ذوبانه في المياه يشكل خطرا على صحة الإنسان والتعرض له يسبب الطفرات الوراثية وأنواع السرطانات، سواء كان عند الاستنشاق أو شرب المياه أو سقي المزوعات و الحيوانات (١٥،١٤). ويتناسب خطر غاز الرادون طرديا مع زيادة معدل التعرض له، لذلك عمدت الجهات المختصة مثل المفوضية الأوربية ومنظمة الصحة العالمية والمنظمات الدولية المهتمة بحماية البيئة مثل وكالات حماية البيئة (EPA) إلى إصدار توجيهات بخصوص جودة ونوعية مياه الشرب وضرورة تكرار القياسات لنسب تركيز غاز الرادون في مياه الشرب لا تتجاوز 100 pCi/L.وتوصيات لاتخاذ الإجراءات العلاجية(Remedial action) اللازمة لخفض تركيز غاز الرادون إلى المستويات الآمنة، وحدود التدخل (١٧،١٦) فحددت كل من وكالة حماية البيئة الأمريكية EPAومنظمة الصحة العالمية WHO ومجلس السلامة النووية الكندي CNSC المستوى الأمن بما لا يزيد عن (4 pCi/L – 148 Bq/m^3)، في حين حددته الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية ICRP (200-400 Bq/m^3) (١٩،١٨). كما ورسمت خريطة انتشار و تراكيز هذا الغاز في دول العالم لبيان مستويات التلوث والحاجة إلى إجراءات علاجية وتنظيمية لمستوياته. والعراق احد دول العالم الذي يقع ضمن مستويات تراكيز عالية من التلوث بغاز الرادون كما تظهرها خريطة انتشار غاز الرادون التالية:



شكل رقم ١ خارطة انتشار غاز الرادون في دول العالم و نسب تركيز الرادون في العراق

والمشكلة:

أولا- إيجاد التقنية التكنولوجية المعالجة لغاز الرادون، إذ اقتصرت فكرة التقنيات الثلاث (PTA _ MBA _ GAC) على تهوية الغاز Aeration التي تعمل على تصرف غاز الرادون إلى الهواء، أو على تسيله liquid phase. ولا تعمل أي من هذه التقنيات على معالجة خصائصه الاشعاعيه الناتجة من جسيمات ألفا المنبعثة من اضمحلاله، ويؤدي التعرض لها عن طريق الاستنشاق أو البلع الإصابة بالسرطان. فضلا عن عدم تحقيق متطلبات تنظيم مستويات تلوثه . إذ تحتاج الطبيعة الخطرة للرادون إلى تقنية خاصة للمعالجة.

ثانيا– قياس تكاليف معالجة غاز الرادون بجدوى اقتصادية، مع تكاليف الامتثال Compliance Costs للإجراءات التنظيمية المحددة لمستوياته الآمنة، وفق تقنيات قياس تعكس التغير في القياس المحاسبي، و تتجاوز مشكلات القياس المحاسبي للأنشطة التي لايمكن قياسها بأدوات وتقنيات المحاسبة الاقتصادية، كنشاط التلوث .

والهدف:

– سيتم استخدام تقنية منظومة الدائرة التكاملية المغلقة Closed Integrative Circle System (CICS) المبتكرة لمعالجة تلوث غاز الرادون المشع في هواء ومياه الآبار الجوفية، وجدوى المعالجة الفعالة للخصائص الإشعاعية لغاز الرادون، واختبار مدى الالتزام بمتطلبات وكالات حماية البيئة في تحقيق المستويات الآمنة من التلوث المعروفة (MCL).

– استخدام تقنية Cost Breakdown Structure (CBS) لقياس تكاليف معالجة غاز الرادون للمياه الجوفية بكلف ذات جدوى اقتصادية غير باهظة يمكن ان يتحملها الفرد المستهلك. فضلا عن قياس تكاليف الامتثال والالتزام بالإجراءات التنظيمية المحددة للمستويات الآمنة لغاز الرادون. إذ سيتم تصميم هيكل تكاليف معالجة ونمذجة خاص وفق هذه التقنية .

1 - فكرة تقنية CBS (Cost Breakdown Structure)

تقوم فكرة تقنية CBS على هيكلة ونمذجة التكاليف وتوزيعها منطقيا، إذ يتم تقسيم التكلفة حسب النشاطات والوظائف والعناصر الأساسية لأي نظام (٢٠). لذلك يمكن تسميتها بتقنية هيكل توزيع التكاليف أو هيكل تجزئة التكاليف Cost Breakdown Structur، لان أساس فكرة التقنية تعتمد على تجزئة وإعادة توزيع التكاليف.

وتؤسس تقنية CBS أساسا صحيحا لجدولة التكاليف من خلال سلسلة رقمية تعمل على ربط جميع أنواع التكاليف، والسيطرة والرقابة الزمنية المستمرة عليها. وتوفر إطارا" مرجعيا" لربط النشاطات بكلفها (٢١)*، ومنهجا لخفض التكاليف من خلال تكوين رؤية واضحة لتكاليف المدخلات وهيكلتها، وعملية لبناء وفهم للعناصر التي تتكون منها تكلفة المنتج أو الخدمة المشتراة، اذ يتم تجزئة وتوزيع التكاليف إلى وحدات التكلفة/ بمركز التكلفة cost units/cost centers وعناصر التكلفة/ بأنواع التكاليف cost-elements , cost-types لزيادة كفاءة التخطيط والسيطرة واخذ تدابير خفض التكاليف (٢٨)، كما وتساعد على المقارنات والمعيرة benchmarks، لأنها تقنية فعالة تستخدمها الإدارة العليا في تقييم القدرة التنافسية والآثار الاقتصادية للقرارات التنفيذية من خلال الموازنة بين تكاليف الحد الأعلى Top والحد الأدنى Bottom في هيكل تمثيل الكلف النهائية في ضوء المنافسة الشديدة (٢٩، ٣٠).

تستخدم تقنية CBS تطبيقات تكنولوجيا المعلومات بشكل رئيسي. وتكوين الرؤيا الكاملة لجميع أنواع تكاليف المدخلات تساعد في هيكلة التكاليف و نمذجتها ببرامج تنفذ كمبيوتراي، حيت تجزئ مكونات المشروع إلى مراحل وربطها مباشرة بعنصر الكلفة من خلال قاعدة بيانات مركزية محسوبة تظهر على شكل جداول برمجية مفصلة بجميع عناصر المنتج الكلفوية ومكوناته وخصائصه الكيمياوية والتصميمية مع مقياس وإحجام المكونات، فضلا عن اعتماد البرمجة ألجدوليه باستخدام جداول منفصلة يتم رطبها كومبيوتراي بجداول رئيسيه لتحديد المكونات التي ينبغي إدراجها في تحليل التكاليف.وتقييم لمفاصل متطلبات نظم وتقنيات معالجة المياه (كرأس المال وتكاليف التشغيل والامتثال). وتنطوي هذه الهيكلة أيضا على تقسيم تكنولوجيا معالجة المياه الملوثة إلى مكونات مفصلة لغرض تقدير تكاليف الوحدة، وباستخدام هذه ألهيكله يمكن تحديد المكونات التي ينبغي ان تدرج في تركيب وتحليل التكاليف وتميزها عن التي لا تدرج للوصول إلى الشفافية في التوزيع والربط المباشر للكلف وخصوصا التكاليف الغير مباشرة ومعالجة الانحرافات، فالنماذج الجديدة في التكاليف تعتمد على فكرة رئيسية في قياس التكاليف هي تقليص الانحرافات وخفض التكاليف(٣١).

ولأهميته هذه التقنية اعتمدته أيضا وزارة الدفاع الأمريكية بعد إجراء تنقيحات عليها لتلائم قياس مستويات عديدة وفئات مختلفة في مشروعاتها، بضمنها المستويات التالية (٣٢):

* مستوى التقديرات * مستوى التفاصيل * مستوى الخطر *مستوى التحكم.

ويتكامل هيكل CBS مع هيكل أوسع يسمى هيكل تجزئة العمل Breakdown Structure (WBS) Workحيث يظهر هذا النموذج العلاقة بين جميع عناصر المشروع او المكون مع تكاليفه .ويساهم التكامل بين (**WBS / CBS**) على:

- ربط التكاليف وجدولتها بنظام ضبط Cost Capture system لقياس وتوزيع التكاليف بأقل الانحرافات في مستويات التقدير
- ضبط التكاليف
  - مرونة اشتقاق تكاليف مستويات النظام لكل مرحلة على حدة
  - تقديم أدوات شاملة ومرنة وشفافة للمساعدة في تقدير تكاليف المعالجة

ونتيجة" لاهتمامات الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) بمعايير الالتزام بمستويات التلوث في البيئة وقياس تكاليف الالتزام Complain Cost، اعتمدت الوكالة هذا المنهج الجديد لنمذجة التكاليف بعد دراسة مطولة

---

[11]* للمزيد انظر (٢٢،٢٣، ٢٤ ،٢٥،٢٦، ٢٧).

وتكليف هيئة متخصصة مهنيا لإقراره، إذ استخدمت هذه التقنية مع هيكل تقسيم العمـــل (WBS) و (CBS) قياس معالجة تلوث مياه الشرب لثلاثة أنواع تقنيات معالجة المياه هي (٣٣):

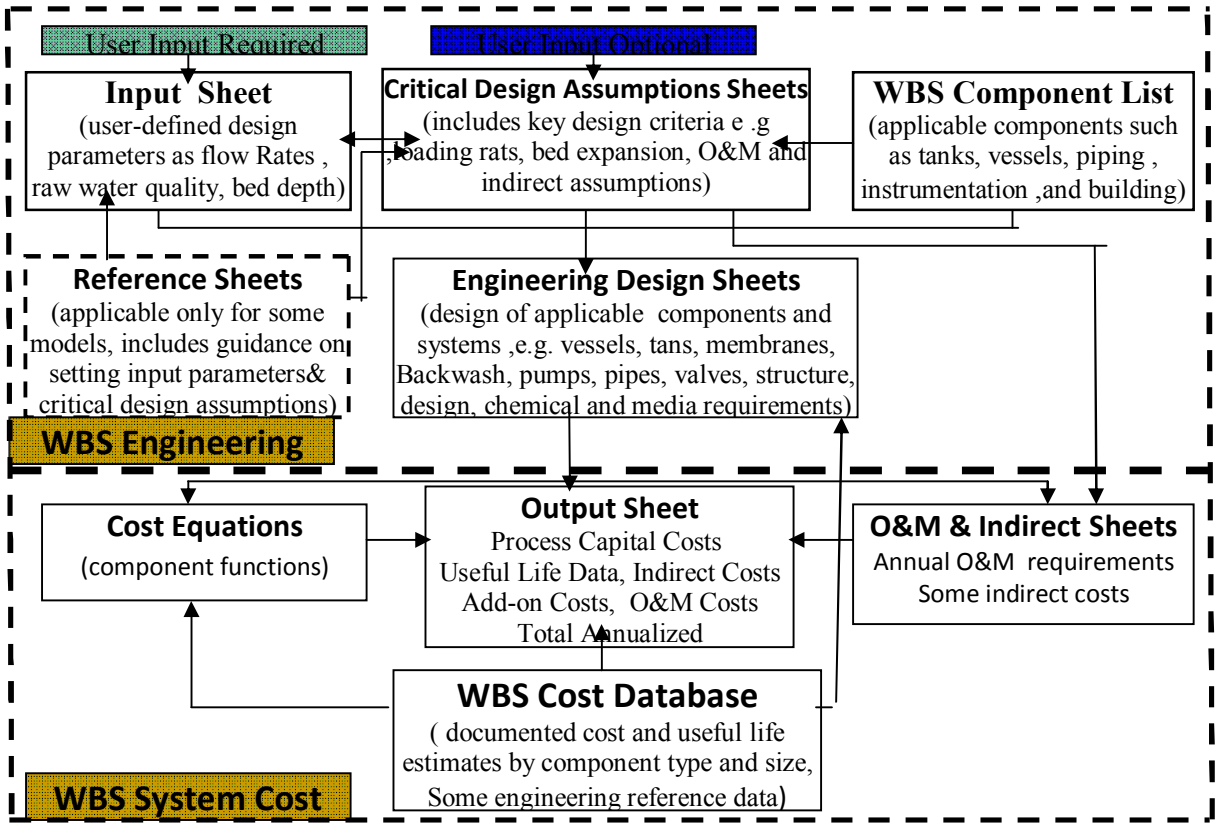
- تقنية حبيبات الكاربون النشط Granular Activated Carbon Model (GAC)
- تقنية برج التهوية المعبأ Packed Tower Aeration Model (PTA)
- تقنية التهوية الفقاعية المتعددة المراحل Multi-Stage Bubble Aeration Model (MSBA)

ويحقق تكامل نموذج هيكل تقسم العمل مع هيكل تقسيم الكلفة المزايا التالية :

- تعمل هذه التقنيات الحديثة على الربط المباشر للتكاليف وخصوصا الغير مباشرة ومعالجة مشاكل الانحرافات في التنفيذ
- تجزئة مكونات كل نموذج هندسي إلى أجزاء صغيرة لأغراض سيطرة وإمكانية التعديل والتحوير
- اختيار مكونات وتصاميم وكلف كل جزء والتي يقوم على أساسها نمذجة هيكل تقسيم العمل
- تصميم العمليات وفقا للقوانين والأنظمة المعتمدة في التطبيقات الهندسية والموصى بها من قبل الهيئات المتخصصة
- بناء قاعدة بيانات مرجعية مركزية تحتوي على مكونات الوحدة وكلفها بالإضافة إلى جداول مرجعية لتحديد حجم المكون وخصائصه الكيمياوية والبيولوجية والفيزيائية.... وغيرها

حيث يتم تصميم برنامج محدد لكل عملية معالجة محددة بالإضافة إلى برمجة المعايير الهندسية والمعادلات التي تقدر الاحتياجات لمتطلبات التصميم المحدد مع تكاليف كل عنصر، لإنتاج تقديرات كاملة للتكاليف الملزمة، وبتصميم قاعدة بيانات وجداول مرجعية على برامج معدة خصيصا لذلك، لكي تكون سلسة برامج جدولة **Spreadsheets** واحدة للمدخلات وأخرى للمخرجات كما في الشكل رقم ٢. والمهم في هذا النموذج الجديد انه يساهم في حساب تكلفة تقنية معالجة مياه الآبار من الملوثات (ملوث غاز الرادون) بأقل كلفة على خلاف النماذج المعتمدة في حساب تكاليف تقنيات معالجة المياه السابقة، وخصوصا احتوائه ميزة إمكانية حساب تكاليف الالتزام Compliance Cost بمعايير ومستويات التلوث التي أقرتها وكالة حماية البيئة في قياس تقنيات معالجة المياه من التلوث الجديدة، مع الأخذ بنظر الاعتبار ان تركب هذه التقنيات تحتاج إلى تكنولوجيا تركيبيه مساعدة لتحسين الكفاءة في إزالة ومعالجة التلوث في عمليات المعالجة اللاحقة، التي تتطلب أسلوب خاص لحساب تكاليفها وفق منفعتها. وتشترط الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) تقدير تكاليف الالتزام compliance Cost في قياس تكلفة أي نموذج جديد لمعالجة المياه من التلوث لكي يحقق شفافية القياس ودقة عملية التصميم وتحديد عناصر ومكونات تكلفة الإنتاج بعد معالجة التلوث. والمكونات الرئيسية لتقدير تكاليف الالتزام والامتثال لمعايير ومستويات التلوث في نماذج تصاميم تكنولوجيا معالجة مياه الآبار الملوثة بغاز الرادون تشتمل على(EPA,2014) :

- تكاليف المعالجة لإزالة الملوثات من المياه (غاز الرادون-222) Treatment Costs
  تكاليف المراقبة والسيطرة Monitoring &Controlling Costs
- التكاليف الإدارية (تكاليف تنظيم الالتزام بحدود مستويات لتلوث المحددة تنظيميا) Administration Costs



شكل رقم (٢) هيكل Cost Breakdown Structure Model للوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA)

لمصدر :EPA, US. Environmental Protection Agency, Office of Water, 815-B-14-007, 2014

2 - تصميم هيكل تكاليف ونمذجته باستخدام تقنية "CBS" لقياس تكاليف معالجة غاز الرادون

حسب آلية تقنية هيكل توزيع التكاليف (CBS) يمكن قياس تكاليف معالجة غاز الرادون باستخدام منظومة الدائرة التكاملية، سيتم إعداد برنامج، وجداول برمجية ذات تصميم خاص باستخدام تقنية CICS منظومة الدائرة التكاملية للمعالجة ، تعتمد أساسيات تقنية CBS Cost Breakdown Structure حسب الآلية الآتية (٣٤، ٣٥ ، ٣٦، ٣٧ ،٣٨):

1-2 شرح نشاط معالجة غاز الرادون باستخدام منظومة الدائرة التكاملية المغلقة

2-2 مكونات منظومة الدائرة التكاملية المغلقة

2- 3 برمجة وجدولة بيانات مدخلات نموذج

2- 4 الافتراضات الكلفوية والإنتاجية

2- 5 تحويل الافتراضات إلى جدوله برمجية:

1-2 شرح نشاط طبيعة معالجة غاز الرادون باستخدام CICS منظومة الدائرة التكاملية المغلقة :

في ضوء مشاكل تقنيات معالجة مياه الشرب العديدة (٣٩،٤٠،٤١،٤٢،٤٣،٤٤) جاء تصميم منظومة الدائرة التكاملية المغلقة (CICS) لمعالجة مياه ملوثة بغاز الرادون المشع المستخرجة من بئر جوفي تام الإحكام، كمشروع تقنية تكنولوجية مبتكرة للمعالجة الفعالة لغاز الرادون، التي لم يتم معالجتها في تصاميم

تقنيات معالجة المياه الملوثة التي تركز على التهوية Aeration او تسيل الغاز الرادون Liquid phase .... وهي :

- **تقنية حبيبات الكاربون النشط** Granular Activated Carbon Model (GAC)
- **تقنية برج التهوية المعبأ** Packed Tower Aeration Model (PTA)
- **تقنية التهوية الفقاعية المتعددة المراحل** Multi-Stage Bubble Aeration Model (MSBA)

إذ تعمل هذه المنظومات أما على تهوية الغاز إي إطلاق غاز الرادون إلى الفضاء الخارجي دون معالجته مما قد يتسبب ضرر صحة الإنسان في حالة الاستنشاق، ويقوم عمل هذه المنظومات على فكرة وجود فتحة هوائية أعلى حوض التجميع النهائي كما في منظومة (MSBA) (PTA)، ويختلف الجانب التصميمي العلاجي لهذا الغاز في البلدان الحارة ومنها العراق عن البلدان الباردة والرطبة، او تعمل على تسيل الغاز كم في منظومة (GAC) وتبقى مواده الإشعاعية دون معالجة.

لذلك جاء بناء هذه المنظومة التفاعلية التكاملية التامة الأحكام منع تسرب هذا الغاز إلى المحيط الخارجي والقضاء عليه في هذه المنظومة ذات المراحل العلاجية المتعددة. حيث تم التصميم بناء"على النظام المعرفي المتكامل للخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لغاز الرادون-٢٢٢، ومعالجة مواصفات بئر جوفي محل التصميم سجل نسبة الأملاح الذائبة بمقدار (٧٠٠٠ ppm) ولمحلول مائي ذو قاعدية (pH=8.5) وعسرته (Water hardness test)عالية جدا ونسبة الكلور بحدود (٤ ملغم/لتر) وهى نسبة غير مقبولة إطلاقا، والمحتوى الهوائي للبئر الجوفي يساوى (٠,٣ م^{٣})، وان النزف المائي الجوفي (٢ م^{٣}/ساعة). وسجل الاختيار نسبة الرادون قبل المعالجة بحدود (١٩٥بيكرل/م^{٣}) وهو فوق مستوى التدخل حيث ان النسبة المقبولة عالميا حسب الوكالة الأمريكية للبيئة هي بحدود (١٤٨ بيكريل/م^{٣})، لذلك فان نسبة التركيز ألمقاسه كانت أعلى من مستوى التدخل العلاجي الدولي، مما اقتضى الأمر ابتكار تصميم علاجي متكامل لمعالجة غاز الرادون. واعتمادا على خصائص الرادون كونه احد عناصر المجموعة الثامنة عشر في الجدول الدوري للعناصر الكيميائية. ويمتاز بكثافته عاليه وضعف القوى الجاذبية، جاء تصميم مقبرة أيونية دوارة ذات تفاعلات كيميائية معقدة مستخدما مواد الكتروليتية قوية مثل (كبريتات البوتاسيوم و كلوريد البوتاسيوم) تمتاز باتزانها التام كما إنها متعادلة كهربائيا وتتحلل كليا إلى ايونات موجبة وأخرى سالبة عند وجودها في مذيب مستقطب لها مميزات وقدرتها العالية على التوصيل الكهربائي اعتمادا على طبيعة الايونات وتركيزها ودرجة حرارة الوسط، كما تم استخدام احد المواد الالكتروليتية الضعيفة مثل (حامض الكاربونيك/ الاذابه ٠,٠٢ غم/لتر)، حيث ان عملية التفكك لهذا الحامض في الوسط المائي تخضع إلى حالة اتزان ديناميكي بين الجزيئات غير المتفككة والايونات المتفككة. الانحلال الاشعاعى لهذا الغاز يؤدى إلى إطلاق دقائق ألفا وبيتا وفوتونات أشعة كاما، لهذا يعتبر احد المسببات الرئيسية للإصابة بأمراض السرطان المختلفة. وبما ان غاز الرادون متوسط الذوبان في الماء لذا تمت المعالجة المزدوجة للهواء والماء في البئر الجوفي المحكم الغلق باستخدام تقنيات متعددة منها؛ الضخ المزدوج لغاز (الأوكسجين/ الاذابه ٠,٠٤غم/لتر) وذلك لزيادة قيمة الطلب الحيوي والكيمياوى وذلك لوجود الايونات الخافضة لقيمة هذا الطلب كالكبريتات والفينولات وغيرها وهذا يؤدى إلى زيادة التنشيط العام للمنطقة المشبعة. تم تقليل الرطوبة وذلك من خلال مزج الهواء البارد المضغوط واستخدام الهواء الساخن. كما تمت المعالجة المزدوجة بضخ البخار والماء الساخن لزيادة درجة حرارة الماء حيث ان التحريك السريع والمستمر والتسخين يؤدى إلى تحرر كميات كبيره من هذا الغاز إلى المحتوى الهوائي الجوفي ومن ثم سحبه في المرحلة اللاحقة باستخدام الهواء المضغوط وضخه إلى منظومة

التبريد كتيار غازي مستمر حيث تقلل درجة الحرارة بعد ذلك من خلال إمرار الغاز بمشعة التبريد ومن ثم ضخه إلى منظومة من الفلاتر الهوائية والكاربونية لإجراء عملية الامتزاز بعدها يضخ الخليط الغازي إلى المقبرة الأيونية المعالجة أيضا بالهواء المضغوط والأوكسجين والماء الساخن حيث يتم التبادل الايونى المعقد والتحول إلى مادة راتنجية. ماء البئر الجوفي تمت معالجته من خلال المنظومتين الفوق والتحت الارضيه. استخدمت منظومة الكاربون النقي جدا تزامنا مع الفلاتر العالية الضغط(١١بار). المقطع العرضي الامتصاصي لعنصر الكاربون أعلى بكثير مما هو بالنسبة لغاز الرادون المشع وكلاهما يتناسبان عكسيا مع الطول الموجى وطاقة الفوتون المتحرر. طاقة الفوتون تتناسب عكسا مع الطول الموجى. استخدمت النثرية الهوائية والمزج والتحريك المستمر في كل مرحلة من المراحل لزيادة التنشيط الحيوي العام والطاقة الحركية الجزيئية للحصول على ماء نظيف خالي من الملوثات الاشعاعيه.

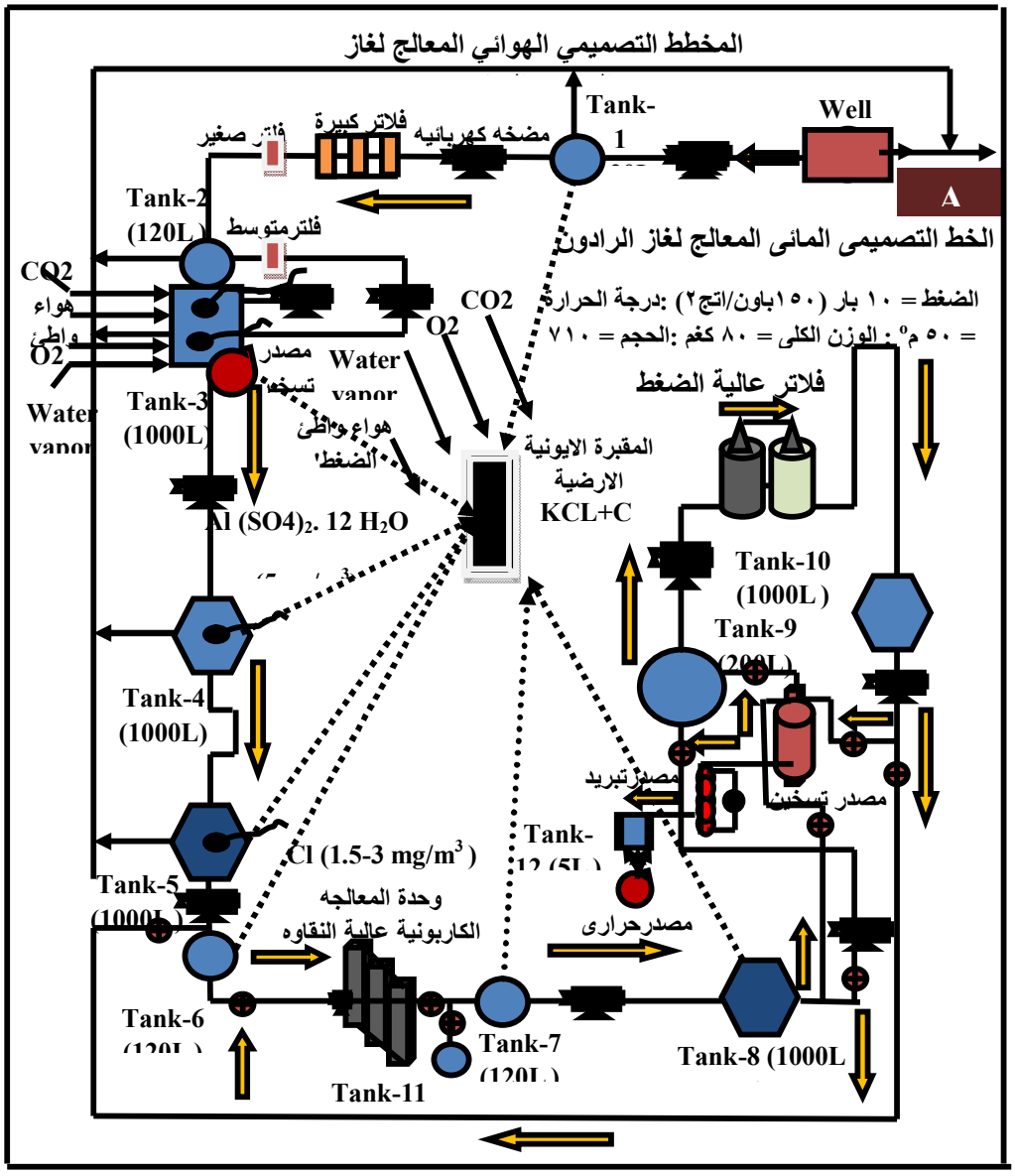
2-2 تركيب ومكونات منظومة الدائرة التكاملية المغلقة (CICS) :

تتضمن المنظومة الهندسية للدائرة التكاملية المكونات الأساسية المدرجة في الجدول رقم(١) وموضحة في المخططات في الشكلين (٣-٤) كخطوة أساسية لبناء فرضيات النموذج الكلفوية والهندسية اللازمة في مجال معالجة مياه الملوثة وتصميم برامج جدولة للمدخلات والمخرجات وعرضها على التوالي:

جدول رقم (١):قاعدة بيانات مكونات المجموعات الهندسية لنموذج منظومة معالجة غاز الرادون المصممة

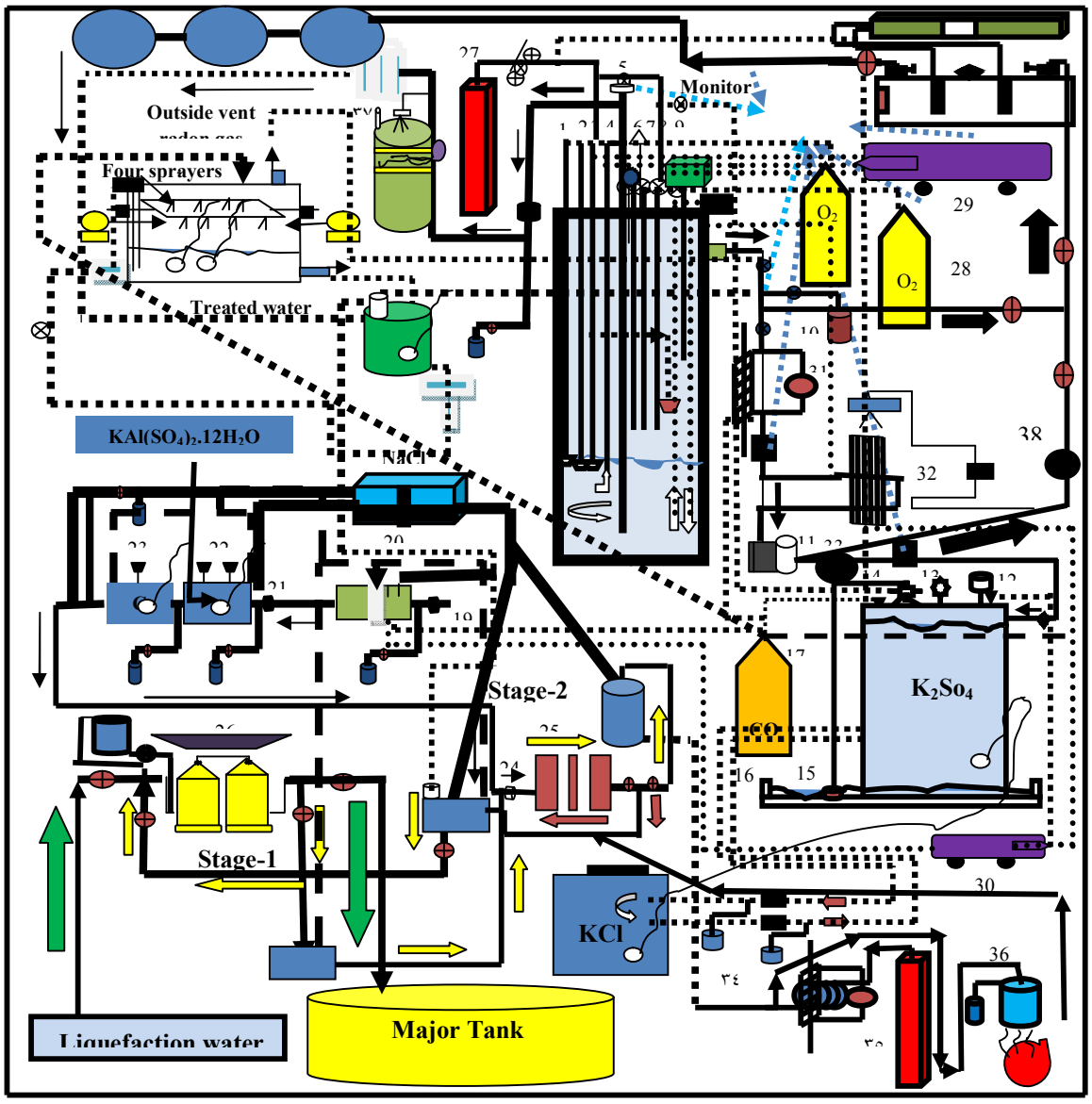
CBS	المجموعات الهندسية للمنظومة	تفاصيل عمل المجموعات
1	**مجموعة المنظومة التفاعلية**	تستخدم لمعالجة الهواء والماء الملوث باستخدام الكاربون شديد النقاوة والعلاج الفيزيائي-الكيميائي المعقد.
2	**مجموعة عملية الحقن المائي**	الوصف التفصيلي لحفر البئر الجوفي وعملية الحقن المائي النظيف والسحب المائي الملوث الى المقبرة تحت الارضيه المعالجة أيونيا
3	**مجموعة المنظومة لتصميمية تحت الأرضية أثناء الإنشاء**	وهى منظومة فائقة الأحكام تستخدم لمعالجة ماء الخزان الجوفي بالخليط التفاعلي لإثارة وتحرير غاز الرادون السام والمشع.
4	**مجوعة المنظومة التصميمية تحت الأرض بعد الانتشاء**	وهى وحده فائقة الأحكام وتستخدم لمعالجة الهواء الملوث بغاز الرادون المشع فوق مستوى ماء الخزان الجوفي (٠,٢ م^3) ودفع الخليط الغازي التفاعلي عبر المنظومة التكاملية المحكمة
5	**مجموعة المقبرة الأيونية**	وهى الوحدة ألجامعه لفائض الماء الحوضي أثناء العملية التشغيلية للخط المائي المعالج مدعومة بخليط من مسحوق الكاربون وأملاح كلوريد البوتاسيوم
6	**مجموعة وحدات التغذية**	ومنها وحدات التغذية الانعاشيه بغاز الأوكسجين والتغذية البخارية ببخار الماء الحار للإنعاش المائي الجزيئي والتغذية بالهواء الساخن لتقليل نسبة الرطوبة العظمى وضاغطة الهواء عالي الضغط لسحب الخليط الغازي خارج المحتوى الهوائي الأرضي ومنظومة التبريد العالي..
7	**مجموعة الوحدة المركزية للكاربون المنشط عالي لنقاوة**	وهى وحده امتزازيه وتتكون من ثلاث اسطوانات بحجم إجمالي يقارب ٢ م^3 من الكاربون ، الداخل للوحدة المركزية هو صافى الماء المفلتر الخالي من الملوثات المختلفة والخارج من الوحدة هو الماء الصافي الخالي من غاز الرادون السام
8	**مجموعة أحواض المعالجة**	هذه الأحواض ذات أحجام مختلفة ابتداء من الحوض الأول إلى الحوض الحادي عشر حيث العمليات التقنية المختلفة من خلط بواسطة الغطاسات المثبتة داخل القاع والبخاخات والتحريك الرذاذى والخلط الغازي المزدوج والبخاري للوصول الى الجاهزيه المثلى فى هذه المراحل للتخلص من المتبقي من غاز الرادون من خلال الربط المباشر مع الخط الهوائي التقني المعالج.
9	**مجموعة اسطوانات البولي اثيلين**	يتم ضخ الماء المعالج من الحوض التاسع (سعة ٢٠٠ لتر) الى اسطوانات البولي اثيلين الضخمة بوزن ٨١ كغم وإنتاجيه بقيمة ٧١٠ لتر ليتم تجميع الماء الخارج فى الحوض العاشر (سعة ١٠٠٠لتر)، بعدها يضخ الى الحوض السادس ومن خلال منظومة من التحويلات يضخ الى وحدة المعالجة الكاربونيه لتكتمل المرحلة الثانية من العلاج حيث يتم تجميع الماء المعالج نهائيا فى الحوض السابع (١٢٠ لتر) وفى الحوض الحادي عشر(٢٠ لتر) كعينه مكتملة المواصفات لغرض الفحص النهائي من قبل دائرة البيئة فى المحافظة وإعداد التقارير النهائية للمعالجة.

10	مجموعة وحدة التصفية الملحية	تستخدم هذه الوحدة عملية التقطير وذلك باستخدام نظام تبريد غاز الفريون ومصدر لتسخين الماء القادم من الحوض السابع او من الحوض التاسع وهو مصمم بطريقه معينه حيث يتم تسخين الماء الى درجة الغليان ومن ثم يمرر البخار الناتج من خلال منظومة التبريد الى الحوض المخصص لتجميع الماء الخالي من الملوحة. يتم تحويل الماء المعالج اما من حلقة المعالجة الأولى او من حلقة المعالجة الثانية ومن ثم يتم تسخين الماء الناتج بواسطة مصدر حراري مرة أخرى للحصول على الماء الخالي من الأملاح المعالج..
11	الخط الهوائي التقني	ان هذا الخط مرتبط بأحكام مشترك مع الخط المائي التقني، حيث تم استخدام طائرات الهليكوبتر والأبراج الهوائية وحجر التأين عالية الجهد الكهربائي لغرض تفكيك هذا العنصر والقضاء عليه.
12	مجموعة الإنشاءات والأبنية	متكونة من مجموعة الإنشاءات والمسقفات والبنى التحتية



شكل رقم (٣) مخطط للدائرة التكاملية المغلقة للخط التصميمي المائي المعالج لغاز الرادون والحركة المائية أثناء عملية التشغيل ابتداء من عملية السحب وصولا إلى وحدة المعالجة بمادة الكاربون الاوربى عالي النقاوة وربط المنظومة التصميمية بالخط التصميمي الهوائي المعالج لغاز الرادون

المصدر: منظومة الدائرة التكاملية المغلقة (CICS)، حسب براءة الاختراع المرفقة طيا"



1- Oxygen supplier (water) 2- Compressed air supplier (water) 3- Hot water supplier (water) 4- water diving pump 5- pump pulling water 6- Oxygen supplier (air) 7- Compressed air supplier (air) 8-Hot water supplier (air) 9- Blower to pull air out of well to check pollution composition before treatment 10- Out let check air tank after treatment 11- Exhaust carbon with filtration unit 12- Funnel to add K_2SO_4 13-Pressure gauge 14- Shower water 15- Water diving pump 16- Pot to collect water 17- CO2 Battle 18- Pump 19- Check tank after primary treatment 20- Primary tank 21- Pump 22- Tank 23- Tank 24- Pump 25- GAC Unit 26- Large filters of carbon and polyprobelene 27- Heating system 28- O2 Battles 29- Air compressor 30- Air compressor 31- Cooling system 32- Radiator to cool air 33- Compressor to push gas mixture to tank of treatment 34- condensing pipe 35- Heater 36- Final collecting water tank 37- Shallow tap aeration system

شكل رقم (٤) المخطط العام لمنظومة المعالجة المائية من غاز الرادون والربط مع الخط الهوائي لتقنية المعالجة

المصدر: المصدر السابق

2- 3 برمجة وجدولة بيانات مدخلات نموذج Input Spreadsheets Work Breakdown Structure

هناك نوعان معتمدان من نموذج WBS الأول: WBS *Program* والثاني: WBS *Contract*(٤٥)، يعتمد النوع الأول لمميزاته في الجدولة البرمجية، اذ يساعد إعداد وتركيب ورقة مدخلات الجدولة البرمجية إمكانية القياس السريع لتكاليف المعالجةTreatment Costs وتكاليف الامتثال Complained Cost للتصاميم القياسية التي سبق بناءها. كما تسمح ببناء تصاميم بديلة، وتتطلب هذه النماذج القياسية معلومات أساسية (قاعدة بيانات)من قبل المستخدم مثل معلومات عن نوع الملوث، نوع الاختبارات، حجم المنظومة، كمية التدفقات وغيرها ، إذ تتحدد في هذه الجزء معلمات التصميم المستخدم التي بموجبها يتحدد أساس برمجة المدخلات وخصائص المعدات المستخدمة في المعالجة ووصف اعتبارات التصميم، ثم يتم احتساب الكلف الكلية، المباشرة وغير المباشرة ، الرأسمالية أو التشغيلية، وكلف الإنتاج وكلفة الوحدة الواحدة بعد المعالجة استنادا على تقنية دورة حياة المنتج في قياس الكلف. كما في (1, 2, 3, 4) Spreadsheets

Input Spreadsheets Work Breakdown Sheet No. 1

قاعدة بيانات مدخلات مؤشرات ومعلمات الإنتاجية و جودة المياه

No	*Indicators*			*Parameters*
1	Kind of sources	11	Well	Ground Well Water
2	Technology	1	System	CIC (Closed integrative circle)
3	System Size Category	0.056	MGD	Small treatment
4	Containment type	195	Bq/m3	Decay gas Radon-222 dissolve in water
5	Maximum Level of Containment	148	Bq/m3	According to US.EPA
6	Depth of well	15	m	Above sea level
7	Productivity	15	G/min	900 Gallon/hour - 21600 G/ Day
8	Productivity Rate	90%	rate	
9	Population Served	1-800	person	
11	Design Flow	0.022	MGD	
12	Water hardness test	8.5	ph	Case of well before treated
13	Rate of dissolved salts	7000	ppm	
14	Ratio of chlorine	4	mg / L	
15	content of the ground water wells	0.3	M^3	
16	Bleeding water recharges	2	m3 / h	
17	Potassium chloride	34	g/mL	up to 34 g per 100 ml water at a percentage rate of 20 °
18	Carbonic acid	0.02	g / L	0.02 g / l
19	Carbonic Material	1.5-3	Mg/m^3	
21	Oxygen	0.04	g / L	ion 0.04 g / liter
22	EU carbon extreme purity	2.262	m^3	
23	The maximum temperature use	50	m 0	
24	Maximum pressure	11	bar	
25	High adsorption	60%	rate	
26	$AL(SO_4)_2.12H_2O$	5	g/m3	
27	Chlorine	1.5-3	g/m3	
28	Bicarbonate	0.02	Mg/L	
29	carbonates CO3-2	0.02	Mg/L	
30	EU carbon extreme purity and granulated active carbon	2.262	M3	

Input Spreadsheets Work Breakdown Sheet No. 2

Treatment Operation and Maintenances Costs قاعدة بيانات مدخلات الكلف التشغيلية والصيانة

CBS Le.1	Costs Elements	CBS Le.2	Details	Derivation each cost element and the measurement basis for the each one	Units	Quantity
010	Direct Material Costs	011	-Raw water extract from well	----------	L/ hour	80 000
		012	-Purification & processing materials	Chemicals material used for purification water from impurities and other pollutants	g/m^3	1.5-3
		013	-Processing chemical materials	AL $(SO_4)_2.12H_2O$	g/m^3	5/P
020	Direct labor costs	021	cost of operator labor	Depended upon quantity of operators per system hours of system operation, number of operating system	Hour/system	24h / 12S
030	Indirect labor costs	031	-Employee training costs	Depended upon operator training, quantity of student operators, Duration of training, cost of training equipment and facility support	ID/ student-week	Changing
		032	-Operator cost in the Support Dep.	Depended upon cost of operational facility support, cost of utilities, number of operational sites	ID /site	12
040	Indirect overhead costs	041	-Unscheduled maintenance	Depended upon labor cost, man-hours per maintenance action, quantity of U-M actions, material handling per U-M action, documentation per U-M action, number of maintenance sites, hours of system operation, product failure rate in failures /hour	ID/Man, hour, system	5/ in year
		042	- Electricity consumed			
		043	-Cleaning system			
		044	-Scheduled maintenance	Depended upon labor cost, man-hours per maintenance action, quantity of U- actions, material handling per U- action, documentation per U-action, number of maintenance sites, hours of system operation, product failure rate in failures /hour	ID/Man, hour, system	Once in week
		045	-Warehouse facility support	Depended upon warehouse facility support, utilities, number of warehouses	ID/warehouse	10000 L/ Tank
		046	-spare/repair parts at organizational level	Depended upon spare/repair parts at intermediate level spare/repair parts at depot level, spare/repair parts at supplier	ID/ Unit	
		047	-Material and testing equipment	Depended upon maintenance of the test &support equipment , unscheduled maintenance, maintenance of the test &support equipment at depot &supplier level	ID/ Number of test	
		048	-Transportation and handling	Depended upon quantity of on-way shipments, packing, transportation and handling equipment maintenance	ID/ weight of item kg	Changing
		048	-Data Techniques	Depended upon specific data item "i", number of data items	ID/ Units	Changing

Input Spreadsheets Work Breakdown Sheet No. 3
Treatment Capital Cost for engineering groups قاعدة بيانات مدخلات الكلف الرأسمالية للمجموعات الهندسية

CBS	Costs Elements	Sub. CBS	Details	Sub. CBS	Derivation each cost element and the measurement basis for the each one	Units	No.
100	Drilling & preparation the well site	110	- تهيئة البئر	111	- تنظيف وتهيئة الأرض	Hour/m2	800
				112	- حفر البئر	Hour/m2	15
				113	- تنظيف البئر	Hour/m2	15
		120	- صب قالب رأس البئر وأعمدة تهوية	121	تعتمد على كمية الفولاذ اللازم لإنشاء قاعدة وعمود واحد وكلفة الوحدة الواحدة للفولاذ تعتمد على (ماركة المصنع وعدد الأعمدة) فكمية الفولاذ المطلوب يعتمد على حجم الفولاذ الغير قابل للصدأ لإنشاء عمود تهوية واحد بارتفاع متر واحد فوق سطح البئر وقطر العمود ، وبسمك ٤/١ انج .	thickness 1/4inchm	25 45
200	process Equipment	210	- معدات معالجة .داخل البئر	211	- غطاس	Units	1
				212	- أنابيب	M	24
				213	- كيبل مع جوين كهربائى	Unts	20/2
				214	- أجور نصب وتركيب	Labour/Hour	360
		220	- منظومة كاربونيـة Granular activated carbon	-----	------	System	1
		230	- منظومة تبريد	231	- منظومة تبريد مركبة	System	2
				232	- منظومة التبريد الواطئ	Svstem	1
				233	-كمبريسير حجم متوسط	Units	1
		240	- منظومة تسخين	241	- سخانات	Units	2
		250	- منظومة تثريه البئـر بالهواء والأوكسجين ومستلزما	251	- كمبريسر كبير	Units	1
				252	- قنانى أوكسجين	Units	2
				253	- كاكات أوكسجين صغير مع ملحقاتها	Units	20
		260	- منظومة تصفية فلاتر للتصفية والمعالجة	261	- فلاتر للتصفية متوسطة	Units/S	3
				262	- منظومة فلاتر متنوعة	Units	1
				263	- فلتر صغير	Units/S	1
				264	- فلتر متوسط	Units/m	1
300	Waste treatment system	310	- المقبرة الأيونية لمعالجة النفايات	311	- خزان ارضى ايونى	m/L	1
				312	- خزان ارضى تبادلى	m/L	1
				313	- صمامات اتجاه واحد للمنظومة	Units	6
		320	- منظومة أيونية لمعالجة الهواء الملوث تابعـة للمقبرة الأيونية	321	- محولة فولتية (١٥٠٠) فولت مع صندوق التايين لمعالجة الهواء الملوث	1500 V	1
400	Connect Network & Distribution	410	- شبكة أنابيب	411	- أنابيب توصيل	m	80
				412	- أنبوب حديدى رابط قطر ٢ انج بين خزانين سعة ٢٠٠٠ لتر	2 inch/m	10
				413	- أنابيب تصفية سعة ٧١٠ لتر ووزن ٨٦ كغم	m/L	200
				414	- أنابيب بلاستكية رابطة بطول (تقدر تكلفة الأنابيب على أساس طول الأنابيب،قطر عدد التوصيلات المطلوبة كلفة الوحدة من الأنابيب، وساعات العمل المطلوبة لتركيب الأنابيب	m	200

100	M	- منظومة توصيل المياه من المصدر البئر إلى منظومات المعالجة	421	- تاسيسات مائية للربط بين المنظومات و نقاط المعالجة	420		
8	120/L	- خزانات مائية	422				
4	1000/L	- خزانات مائية كبيرة	423				
1	1000/L	- خزان حديدى	424				
1	200/L	- خزان سعة ٢٠٠ لتر	425				
2	2000/L	- خزان سعة ٢٠٠٠ لتر	426				
7	Units	- معدات ربط وتوصيل(يونين)	427				
60	Units	- كاكات ذات اتجاهين	428				
50	Units	- وصلات بلاستيكية	429				
60	Units	- عكوسات بلاستيكية	4210				
60	Units	- تقاسيم عدد	4211				
50	Units	- حنفيات عدد	4212				
500	M2	- مسقفات لموقع البئر	511	- تكاليف نصب وتركيب منشات انشائية داعمة	510	Support Equipment	500
2	Units	- أبواب حديدية	512				
11	M	- أبراج حديدية بارتفاع ١١مترلمراقبة تركيز الرادون حول المنشاة.	513				
11	M	- برج مائل متحرك	514				
3	Units	- حبال رابطة	515				
25	Units	- ستندات حديدية	516				
4	Units	- مصاعد حديدية	517				
360	Labour/Hour	(النصب والتركيب تمثل تكلفة لتثبيت المعدات بعض الحالات تقدر كنسبة من نحو50 ٪، 25٪، 100٪، 25٪ من تكلفة فقرات العمود الداخلية، والتعبئة،منفاخ،ومضخة، على التوالي)					
1	Systems	- منظومة كهربائية	521	- تاسيسات كهربائية	520		
50	Points	- نقاط توصيل كهربائية + أجور العمل	522				
10	Units/m	-كيبلات كهربائية مع البورد	523				
		(تكلفة نصب وتركيب المعدات الكهربائية ، المحولات ، ومحطات السيطرة على الماطورات)					
4	Units	- منفاخات	531	- منفاخ	530		
1	Units	- منفاخ هواء ساخن لتسخين الهواء فى البئر	532				
		(تقدر التكلفة على انها دالة إلى إجمالى الهواء المتدفق والى انخفاض ضغط الهواء الكلى ، ويتم الحصول على أسعار الشراء من المورد الرئيسى لمعدلات تدفق الهواء من ٢٠٠ SCFM قدم مكعب قياسى فى الدقيقة الواحدة إلى ٦٥٠٠والضغط من ٠,٢ إلى ٠,٨بوصة عمود الماء).					
10	Units	- ماطورات	541	- مضخات	540		
2	Units	- ماطورات	542				
4	Units	- أغطية تغليف حديدية للماطورات	543				
1	Units	- مضخة لضخ الغاز	544				
		(على فرض ان المضخات قادرة على نقل المياه من بئر التهوية الى نظام التوزيع عند ضغط 100 باوند لكل انج مربع. وعلى فرض أن المضخات نوع 1.750 دورة فى الدقيقة وبمضخات حديدية ذات تقسيم عمودى مربوطة بمحركات بمروحة تبريد مغلقة تماما ولكميات مياه تتراوح مابين ١٠ غالون لكل دقيقة إلى ٤ مليون غالون فى اليوم . وعندما يكون الحجم اكبر من ٤ مليون غالون باليوم MGD نحتاج إلى ماطورات أكثر)					
2	Units	- مقاييس ضغط	551	- أجهزة قياس الحرارة والضغط	550		
3	Units	- محرار	552				

		560	ـ شبكة تغليف الأنابيب والأعمدة والخزانات وغيرها	561	ـ سيلفون تغليف	m/40	8
		570	ـ مواد تعبئة وتغليف(حشوات بلاستكية	571	ـ أغطية بلاستيكية	m	200
600	Miscellaneous cost	610	-----	611	ـ حاويات صغيرة	Units	10
				612	ـ صناديق فلين	Units	5
				613	ـ علامات دالة وإرشادية للمنظومات	Units	5

Input Spreadsheets Work Breakdown Sheet No. 4

قاعدة بيانات مدخلات كلف المعالجة الإضافية Add-on Treatment Cost

Cod	*Equipments*	*No*	*Unit*	*Descriptions*
0001	Column shell	**15**	m	*The amount of steel required depends on the size of the steel non-stainless*
0002	Oxygen supplier (water)	**1**	***Unit***	
0003	Compressed air supplier(water)	**1**	***Unit***	
0004	Hot water supplier (water)	**1**	***Unit***	
0005	water diving pump	**9**	***Unit***	
0006	pump pulling water	**2**	***Unit***	
0007	Oxygen supplier (air)	**1**	***Unit***	
0008	Compressed air supplier (air)	**1**	***Unit***	
0009	Hot water supplier (air)	**1**	***Unit***	
0010	Blower	**3**	***Unit***	to pull air out of well to check pollution composition before treatment
0011	Out let check air tank after treatment	**1**	***Unit***	
0012	Funnel	**10**	***Unit***	To add K_2SO_4 and other chemical material
0013	Pressure gauge	**1**	***Unit***	
0014	Shower water	**20**	***Unit***	
0015	Pot to collect water	**20**	***Unit***	
0016	CO2 Battle	**1**	**system**	
0017	Tanks	**13**	**Liter**	Capacity 20 - 120 - 200 - 1000
0018	GAC Unit	**1**	**Unit**	
0019	Large filters of carbon and polypropylene	**10**	**Unit**	
0020	Heating system	**2**	**system**	
0021	Battles			
0022	Air compressor	**3**	**Unit**	
0023	Cooling system	**1**	**system**	
0024	Radiator to cool air	**5**	**Unit**	
0025	Shallow tap aeration system			
0026	condensing pipe			
0027	**00271** Instrumentation	**1**	***Unit***	*Pressure gauge*
	00272	**1**	**Unit**	*Level switch/alarm*
	00273	**1**	**Unit**	*Chlorine residual analyzer*
	00274	**1**	**Unit**	*Flow meter*
	00275	**1**	**Unit**	*pH meter*
	00276	**1**	**Unit**	*Air monitor/alarm*
	00277	**1**	**Unit**	*High/low pressure alarm*
	00278	**1**	**Unit**	*Gas flow meters—rotameters*
	00279	**1**	**Unit**	*Scales*
0028	Heater			
0029	Vessels (pressure Vessels)			
0030	Pipes			*Process, Backwash, Chemical Inlet /outlet, Bypass*
0031	Mixers			*Rapid, Flocculation , Inline static*
0032	Building	**500**	**m^2**	*Structure, Heating and air conditioning systems*

المصدر: من إعداد الباحث لورقة المدخلات المرقمة (Input Spreadsheets 1,2,3,4)

2- 4 الافتراضات الكلفوية والإنتاجية للمعالجة :

كل نموذج تكنولوجي يتضمن ثلاثة أنواع من الافتراضات التصميمية (افتراضات متعلقة بالعملية التصميمية والإنتاجية ، وافتراضات تشغيلية والصيانة، والرأسمالية) وتتطلب برمجة هيكل تقسيم الكلفة إعداد الافتراضات الكلفوية كمعادلات أساسية لمعالجة مدخلات البرنامج المعد لأغراض قياس تكاليف المعالجة والامتثال بمعايير مستويات التلوث المطلوبة بالإضافة إلى برمجة عمليات المعالجة، وتشمل هذه الافتراضات التالي:

2- 4- 1 الافتراضات الكلفوية:

وهي جميع التكاليف المتعلقة بدورة حياة المنتوج والنظام الكلفوي للمشروع ابتدءا من مرحلة البحث والتطوير إلى الإنتاج والتشغيل والصيانة ومن ثم انتهاء عمر المنتج، وتصنف مكونات التكاليف الملزمة لتنفيذ منظومات معالجة المياه الملوثة لأغراض الاستعمال إلى:

- **تكاليف المعالجة التشغيلية والصيانة .**
- **تكاليف المعالجة الرأسمالية (البناء والتركيب للمنظومة).**
- **تكاليف رقابة المعالجة والسيطرة .**
- **تكاليف الإنتاج والجدوى الاقتصادية .**

موزعة على شجرة هيكل تقسيم الكلفة(CBS) وعلى فئات تجتمع في فئة رئيسية أهمها الكلفة الكلية ويعبر عن التكاليف الرأسمالية والتكاليف التشغيلية رياضيا بالمعادلات التالية :

$$TC_o = C^{*2}_{Pr} + C^{*3}_{O} + C^{*4}_{D} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$TC_{cp} = C^{*1}_{R} + C_p \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Where,

1. TC_o = *التكاليف المعالجة التشغيلية الكلية*
2. C^{*2}_{Pr} = *تكاليف إنتاج وتركيب المنتج*
3. C^{*3}_{O} = *التكاليف التشغيلية والتحويلية*
4. C^{*4}_{D} = *تكاليف التخلص من المنتج ومخلفاته في نهاية حياته*
5. TCc_p = *التكاليف الكلية (الرأسمالية)*
6. C^{*1}_{R} = *تكاليف البحث والتطوير*

2- 4 -1-1 تكاليف المعالجة التشغيلية الكلية TC_o :

وهى النفقات المرتبطة بالإنتاج على أساس يومي . وهناك صعوبة في تحديد التكاليف التشغيلية لمعالجة المياه الملوثة وذلك نظرا لطبيعة المادة المنتجة والمعالجة للحصول على ماء خالي من التلوث من عنصر ملوث مشع وسام ويؤثر تأثيرا سلبيا على حياة الإنسان.ان أسلوب المعالجة لمادة ملوثه لا يماثل طرق التصنيع المعروفة للسلع الاستهلاكية والمعروضة في الأسواق وذلك لخصوصية المادة المصنعة، وستكون عناصر التكلفة وطريقة تجميعها ستكون مختلفة تماما عن عناصر التكلفة في السلع المادية الأخرى، فالمادة الخام الخاضعة للمعالجة (الماء)هي سلعة حرة (مادة خام حرة بدون تكلفة)لا تكلف شئ لمصنعها وهي نقطة التميز التي تجعل الماء ماده خام تختلف عن المواد الخام المستخدمة في تصنيع السلع من حيث تحملها تكلف استخراج أو تكلفة شراء أو حق الريع وغيرها،إلا إذا تم سن قانون ينظم حق التملك والانتفاع. وتشمل التكاليف التشغيلية السنوية الفئات الكلفوية الآتية.

A – كلفة إنتاج وتركيب المنتوج Production and Construction Cost

وتشمل جميع التكاليف المتكررة والغير متكررة المرتبطة بتصنيع المنتج وتركيبة والدعم اللوجستي الأولي من مواد أولية وعمل ... وغيرها ويعبر عن هذه الفئة بالمعادلة الرياضية الآتية:

$$C_{Pr} = [C_{PM} + C_{PI} + C_{PC} + C_{PQ} + C_{PL}] \quad \text{..... (1-1)}$$

Where,

$TCpr$ = تكاليف تصنيع وتركيب المنتج

C_{PM} = تكاليف الصنع

C_{PI} = تكاليف التشغيلية والصناعية

C_{PC} = التكاليف التركيبية

C_{PQ} = تكاليف مراقبة الجودة

C_{PL} = تكاليف الدعم اللوجستي الأولية

جدول رقم (٢)المعادلات الافتراضية لقياس تكاليف تصنيع وتركيب المنتوج

Where	*Equations*	*The Cost title*	No
C_{PMR} = Recurring manufacturing cost C_{PMN} = Non recurring manufacturing cost تشمل تكاليف المواد الأولية ومكملاتها وكلفة العمالة	$C_{PM} = C_{PMR} + C_{PMN}$	تكاليف التصنيعية $- C_{PM}$	1
C_{PIP} = Cost of plant engineering C_{PIM} = Cost of manufacturing engineering C_{PIE} = Cost of methods engineering C_{PIC} = Cost of production control C_{PIS} = Cost of sustaining engineering تشمل جميع التكاليف المتكررة والغير متكررة المتعلقة بالصناعة التحويليـــة التكاليف الصناعية وكميات الإنتاج ومستويات التخزين ومراقبة الإنتاج	$C_{PI} = C_{PIP} + C_{PIM} + C_{PIE} + C_{PIC} + P_{IS}$	تكـــــاليف التـــــشغيلية والـــصناعية. - C_{PI}	2
C_{PCP} = Cost of manufacturing facilities C_{PCE} = cost of special cost facilities cquisition cost of consumer facilities acquisition cost of maintenance facilities acquisition cost of training facilities acquisition cost of inventory warehouses تشمل التكاليف التي تغطي المصاريف الصناعية والصيانة وتدريب العاملين..	$C_{PC} = C_{PCP} + C_{PCE} + C_{PCC} + C_{PCM} + C_{PCT} + C_{PCW}$	التكاليف التركيبية - C_{PC}	3
C_{PQA} = Quality assurance cost C_{PQC} = Cost of qualification C_{PQS} = Cost of production sampling test "i" وتشمل تكاليف ضمان الجودة والتأهيل ونماذج الإنتاج	$C_{PQ} = C_{PAQ} + \boxed{\sum_{i=1}^{N}} C_{PQC} + \boxed{\sum_{i=1}^{N}} C_{PQS}$	تكاليف مراقبة الجودة - C_{PQ}	4
C_{PLC} = initial customer service cost C_{PLS} = initial supply support cost C_{PLT} = initial test and support equipment cost tial transportation and handling cost C_{PLD} = initial technical data cost C_{PLP} = initial training cost itial training equipment cost تشمل تكاليف النقل والتدريب على المعدات والتجريب وغيرها	$C_{PL} = C_{PLC} + C_{PLS} + C_{PLT} + C_{PLH} + C_{PLD} + C_{PLP} + C_{PLE}$	تكاليف الـــدعم اللوجـــستي الأولية - C_{PL}	5

B - تكاليف المعالجة التشغيلية والتحويلية Operation and support cost – CO

وتشمل كل التكاليف المتعلقة بتشغيل واستخدام العاملين والدعم اللوجستي في هذه الفئة ويعبر عنها بالمعادلة التالية

$$C_O = [C_{OO} + C_{OD} + C_{OL}] \quad \text{..... (1-2)}$$

Where

- Co = *تكاليف المعالجة التشغيلية والتحويلية*

- C_{OO} = *تكاليف تشغيل العاملين*
- C_{OD} = تكاليف توزيع المنتج
- C_{OL} = تكاليف الاستدامة والدعم اللوجستي

B -1 تكلفة العمل و تشغيل العاملين C_{OO}

$$C_{OO} = C_{OOP} + C_{OOT} + C_{OOF} \quad \text{..... (1-2-1)}$$

Where:

C_{OOP} = تكاليف تشغيل واستخدام العاملين

C_{OOT} = تكاليف تدريب العاملين

C_{OOF} = تكاليف *التشغيل في الأقسام المساندة*

جدول رقم (٣)المعادلات الافتراضية لقياس تكاليف تشغيل واستخدام العاملين

Where	*Equations*	*The Cost title*	
C_{OPP} = cost of operator labor Q_{OP} = quantity of operators per system T_O = hours of system operation N_{OP} = number of operating system	C_{OOP} = $(C_{OPP})\ (Q_{OP})\ (T_O)\ (N_{OP})$* (% Allocation	**تكاليف تشغيل واستخدام العاملين** **- C_{OOP}**	1
C_{OTT} = cost of operator training ($/student-week) Q_{OT} = Quantity of student operators T_T = Duration of training (weeks) C_{OTS}=cost of training equipment &facility support	C_{OOT} = $[(C_{OTT})\ (Q_{OT})\ (T_T) + (C_{OTS})$*(%Allocation)]	**تكاليف تدريب العاملين** **- C_{OOT}**	2
C_{OFS} = cost of operational facility support ($/site) C_{OFU} = cost of utilities ($/site) N_{OF} = number of operational sites	C_{OOF} = $[(C_{OFS} + C_{OFU})\ (N_{OF})$ *(%Allocation)]	**تكاليف التشغيل في الأقسام المساندة** **- C_{OOF}**	3

B– 2 تكاليف وتوزيع المنتوج C_{OD}

$$C_{OD} = [C_{ODM} + C_{ODT} + C_{ODI}] \quad \text{..... (1-3- 2)}$$

Where:

C_{ODM} = التكاليف التسويقية و البيعية

C_{ODT} = تكاليف النقل وإدارة المركبات

C_{ODI} = تكاليف التخزين والمستودعات

B– 3 تكاليف الاستدامة والدعم اللوجستي (الصيانة.... وغيرها) – C_{OL}

$$C_{OL} = [*C_{OLC} + C_{OLW} + C_{OLM} + C_{OLS} + C_{OLT} + C_{OLE} + C_{OLN} + C_{OLD} + C_{OLK}] \text{....(1-3- 2)}$$

$$*C_{OLC} = C_{OLA} + C_{OLB} \quad \text{..... (1-3- 2 -1)}$$

Where:

C_{OLA} = تكاليف الصيانة الطارئة الغير مجدولة والتصحيحية

C_{OLB} = تكاليف الصيانة المجدولة والوقائية

* = *Customer service cost* – $*C_{OLC}$

جدول رقم (٤) المعادلات الافتراضية لقياس تكاليف الاستدامة والدعم اللوجستي

Where	*Equations*	*The Cost title*	
C_{OUL} = unscheduled maintenance labor cost ($/$M_{MHU}$) M_{MHU}= unscheduled maintenance man-hours per M.C Q_{MAU} = quantity of unscheduled maintenance actions $Q_{MAU} = (T_O)(\lambda)$ C_{OUM}=cost of material handling per unscheduled M.C C_{OUD} = cost of documentation per unscheduled M.C N_{MS} = number of maintenance sites T_O = hours of system operation λ = product failure rate in failures/hour	$C_{OLA} = [(C_{OUL})(M_{MHU})(Q_{MAU}) + (Q_{MAU})(C_{OUM}) + (Q_{MAU}) * (C_{OUD})](N_{MS})$	تكاليف الصيانة الطارئة الغير مجدولة والتصحيحية $- C_{OLA}$	1
C_{OSL} = scheduled maintenance labor cost ($/$M_{MSH}$) M_{MHS} = scheduled maintenance man-hours per M.C Q_{MAS} = quantity of scheduled maintenance actions. C_{OSM} = cost of material handling per scheduled M.C C_{OSD} = cost of documentation per scheduled M.C N_{MS} = number of maintenance sites	$C_{OLB} = [(C_{OSL})(M_{MHS})(Q_{MAS}) + (Q_{MAS}) * (C_{OSM}) + (Q_{MAS})(C_{OSD})](N_{MS})$	تكاليف الصيانة المجدولة والوقائية $- C_{OLB}$	2
C_{OWS} = cost of warehouse facility support $/warehouse C_{OWU} = cost of utilities ($/warehouse) N_{OW} = number of warehouses	$C_{OLW} = [(C_{OWS}) + (C_{OWU})(N_{OW})](\%Allocation)$	تكاليف مرافق التخزين $- C_{OLW}$	3
C_{OMM} = cost of maintenance facility support N_{OM} = number of maintenance facilities C_{OMT} = cost of training facility support N_{OT} = number of maintenance training facilities	$C_{OLM} = (C_{OMM})(N_{OM}) + (C_{OMT})(N_{OT}) * (\%\ Allocation)$	تكاليف مستلزمات الصيانة ومواد التدريب $- C_{OLM}$	4
C_{OSO} =cost of spare/repair parts at organizational evel C_{OSI} = cost of spare/repair parts at intermediate level C_{OSD} =cost of spare/repair parts at depot level C_{OSS} =cost of spare/repair parts at supplier C_{OSC} = cost of consumables C_A = average cost of material purchase order($/order) Q_A = quantity order ($/order) C_{Mi} = cost of spare part "i" Q_{Mi} = quantity of "i" items demanded C_{Hi} = cost of maintaining spare item i in the inventory Q_{Hi} = quantity of "i" items in the inventory N_{MS} = number of maintenance sites C_{OSI}, C_{OSD}, C_{OSS}, & C_{OSC} are determined in a similar manner.	$C_{OLS} = [*C_{OSO} + C_{OSI} + C_{OSD} + C_{OSS} + C_{OSC}]$ $*C_{OSO} = \sum_{NMS}[(C_A)(Q_A) + \sum(C_{Mi})(Q_{Mi}) + \sum_{i=1}(C_{Hi})(Q_{Hi})]$	تكلفة المواد الاحتياطية ومستلزمات الدعم $- C_{OLS}$	5
C_{OTM} =cost of maintenance training ($/student week Q_{OM} = quantity of maintenance students T_T = direction of training (weeks) C_{OLL} = cost of training equipment support	$C_{OLT} = (C_{OTM})(Q_{OM})(T_T) + (C_{OLL})$ (% Allocation)	تكاليف تدريب موظفي الصيانة $- C_{OLT}$	6
C_{OEO} = cost of maintenance of the test and support equipment at organizational level. C_{OEI} = cost of maintenance of the test and support equipment at intermediate level C_{OED}= cost of maintenance of the test and support equipment at dept and supplier level. $C_{OEO} = [C_{OEU} + C_{OES}]$ C_{OEU} = cost of equipment unscheduled maintenance C_{OES} = cost of maintenance of the test &support equipment at depot &supplier level C_{OEI} and C_{OED} are derived in a similar manner.	$COLE = [C_{OEO} + C_{OEI} + C_{OED}]$	تكاليف الاختبارات ومعدات ومواد الاختبار $- C_{OLE}$	7

C_T = cost of transportation Q_T = quantity of on-way shipments C_S = cost of packing C_X = cost of transportation and handling equipment maintenance W = weight of item kg- will vary depending on whether reusable containers are employed. C_{TC}= shipping cost \$/kg – will vary with the distance in kilometers of one-way shipment. C_{SC}= packing cost (\$ /kg) – will vary depending on whether reusable containers are employed.	$C_{OLH} = [(*C_T) (Q_T) + (*C_S) (Q_T) + C_X]$ $*C_T = [(W) (C_{TC})]$ $*C_S = (W) (C_{SC})$	**تكاليف النقل والمناولة – C_{OLH}**	**8**
C_{OLDi} = cost of specific data item "i" N = number of data items	$C_{OLD} = \sum_{i=1}^{N} C_{OLDi}$	**تكلفة تقنيات البيانات – C_{OLD}**	**9**
C_{OLKi} = cost of specific modifications "i" N = number of product modifications	$C_{OLK} = \sum_{i=1}^{N} C_{OLKi}$	**تكلفة تحوير وتعديل المنتج - C_{OLK}**	**10**

C- تكاليف التخلص من المنتج في نهاية عمر Retirement and Disposal Cost

وتشمل تكاليف التخلص من المنتج في نهاية عمرة الإنتاجي ويعبر عنها بالمعادلات التالية

$$C_D = [C_{DC} + C_{DA} + C_{DR} + C_{DE} + C_{DS} + C_{DD}] \quad \text{..... (1-3- 3)}$$

Where :

C_{DC} = تكلفة تجميع مخلفات المنتج

C_{DA} = تكلفة تفكيك مخلفات المنتج

C_{DM} = تكلفة التنظيف وإعادة التأهيل

C_{DR} = تكلفة تدوير المنتج

C_{DS} = تكلفة التخلص من المخلفات في حالة عدم إمكانية التأهيل

C_{DD} = تكلفة التوثيق

2- 4 -1- 2 تكاليف المعالجة الرأسمالية TC_p :

وهي تكاليف غير دورية Nonrecurring تمثل استحقاقات مستقبلية تمثل نفقات تصرف لغرض إنشاء أصول. وتتمثل هذه النفقات هنا في بناء وتركيب المنظومة والتي يكون عمرها الإنتاجي طويل وهي مصدر الإنتاج الذي يولد الإيراد و الأرباح . ويعتمد تطبيق اى نوع من تكنولوجيا معالجة المياه على العوامل الرئيسية التالية التي تحدد مقدار التكاليف الرأسمالية التي سيتم إنفاقها لغرض إنشاء منظومة المعالجة ، وتتضمن :

- نوع تكنولوجيا نظام المعالجة للمياه (هناك أنواع عدة لنظم المعالجة ولكن المهم في الاختيار هو اختيار المنظومة الأكثر كفاءة في إزالة الرادون) .
- مستويات التلوث وظروف موقع الآبار التي تحتاج إلى أنظمة المعالجة.

وسيتم تقييم كلف المنظومة المصنعة اعتمادا على العوامل السابقة كأساس موحد في القياس والتقييم، ويعبر عنها بالمعادلة التالية (علما ان تكاليف البحث والتطوير تم احتسابها ضمن هذه الفقرة لان صرفها ضمن فترة الإنشاء والتكوين الرأسمالي)

$$TC_{cp} = C_p + C^{*1}{}_R$$

Where

1. TC_p = تكاليف المعالجة الرأسمالية الكلية

2. C_p = *تكاليف إنشاءات المجموعات المعالجة في الجدول (١)*

3. C^{*1}_R = *تكاليف البحث والتطوير*

$$C_p = C_{LA} + C_{dpw} + C_{pE} + C_{Wts} + C_{CND} + C_{SE} + C_M$$

Where

C_{LA} = *استملاك* الأراضي

C_{dpw} = حفر وإعداد موقع البئر

C_{pE} = معدات معالجة وقبر النفايات لغاز الرادون

C_{Wts} = منظومة معالجة النفايات

C_{CND} = *شبكة الربط* والتوزيع

C_{SE} = معدات الدعم

C_M = تكاليف متنوعة

3-1-4 -2 تكاليف البحث والتطوير Research and Development Cost = C_R

وتشمل جميع التكاليف المرتبطة بإدارة وتخطيط وتوثيق وبرمجة المنتج و النظام الإنتاجي مع الاختبارات والتقييم، ويمتاز هذا النوع من التكاليف بأنها تكاليف غير متكررة Nonrecurringويعبر عنها بالمعادلة الرياضية التالية وتفاصيلها بالجدول رقم (٦)

$$C^{*1}_R = [C_{RM} + C_{RP} + C_{RR} + C_{RE} + C_{RD} + C_{RS} + C_{RT}] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1\text{-}1)$$

جدول رقم (٦) المعادلات الافتراضية لقياس تكاليف البحث والتطوير

	The Cost title	*Equations*	*Where*
1	**تكاليف إدارة تدبير المنتوج او النظام الإنتاجي -- C_{RM}**	$C_{RM} = \sum_{i=1}^{N} C_{RMi}$	C_{RMi}=Cost of specific activity i N = number of activities. تغطي التكاليف الإدارية على مدى الفترة
2	**تكاليف التخطيط للمنتوج - C_{RP}**	$C_{RP} = \sum_{i=1}^{N} C_{RPi}$	C_{RPi} = Cost of specific planning activity i" N = number of activities. تغطي مبدئيا خطط دراسات الجدوى والمواصفات و برامج تطوير التخطيط المالي
3	**تكاليف البحث والتطوير للمنتوج – C_{RR}**	$C_{RR} = \sum_{i=1}^{N} C_{RRi}$	C_{RRi} = Cost of specific research activity "i" N = number of activities تغطي تكاليف البحث التطبيقي ونماذج الاختبار ودعم لمختبرات بالمواد....
4	**تكاليف التصاميم الهندسية -- C_{RE}**	$C_{RE} = \sum_{i=1}^{N} C_{REi}$	Cost of specific design activity "i" N = number of activities تشمل تكاليف هندسة النظم والتصميم الهندسي(الكهربائية الميكانيكية الكيمياوية الصيانة الهندسية وتحليل الدعم اللوجستي
5	**تكاليف توثيق التصاميم – C_{RD}**	$C_{RD} = \sum_{i=1}^{N} C_{RDi}$	C_{RDi} = cost of data item "i" N = number of data items تغطي تكلفة جمع البيانات والوثائق والتقارير الأولية التنفيذية والتحليل
6	**تكلفة برمجة المنتج -- C_{RS}**	$CRS = [C_{RSD}+C_{RSM}+C_{RSP}]$	C_{RSD} = software development C_{RSM} = software modification C_{RSP} = software production تغطي كل متطلبات البرمجيات المتكررة والغير متكررة.
7	**تكلفة الإنتاج التجريبي واختبار النظام – C_{RT}**	$C_{RD} = \sum_{i=1}^{N} C_{RDI}$	C_{RDi} = cost of data item "i" N = number of data items تشمل تجميع الاختبارات ونماذج ما قبل الاختبار والتقييم الهندسية ومراقبة الجودة واختبارات الإنتاج المتكررة

2- 4-3 افتراضات الإنتاجية ومعالجة غاز الرادون-٢٢٢ :

يشمل هذا الجانب القيود الكيميائية ونوعية المياه والظروف الخاصة للمعالجة وهي:

١-نوع نظام المعالجة وطاقته: Small System يخدم **3301 - 10 000** معدل تدفق تصميمي **0.70** وبطاقة تصميمية **1.8**

٢-نسبة التلوث ونوعه: لا تتجاوز نسبة تركيز غاز الرادون في الماء عن 148 pCi /L

٣-المقطع العرضي الامتصاصي للكاربون(سم^{٢}/غم) في منظومة معالجة الماء بالكاربون النشط وتناسبه العكسي مع الطول الموجي

٤-افتراضات معالجة الماء كما في مربع النص ادناة:

Water treatment assumptions
$E = h \times C/\lambda$
$E(Mev=10^{6}\ ev)$
$pH = 7$
$h(Blank\ constant) = 4.31\times10^{-15}$
$C(Light\ speed) = 3\times10^{8}\ m/sec$
λ wave length (µm) , µm=10000 Angstrom

٥-درجة الحرارة: يتناسب معامل ذوبان غاز الرادون في الماء عند الضغط الجوي العادي تناسبا عكسيا مع درجة الحرارة حسب الجدول التالي

جدول رقم (٧) درجات الحرارة ومعامل ذوبان غاز الرادون-٢٢٢ عند مستوى ضغط جوي عادي

درجة الحرارة (م^{o})	معامل الذوبان
٠	**0.507**
١٠	**0.340**
٢٠	**0.250**
٣٠	**0.195**
٣٧	**0.167**
٥٠	**0.138**
٧٥	**0.114**
١٠٠	**0.106**

٦-معدل إنتاجية المنظومة الفعلية = (80٠- 90%) من مجموع الماء المراد تنقيته، أي ان المدخل من الماء بحدود 100 % غالون والمنتج بحدود (80٠- 90%) غالون

٧-استخدام المواد الكيمياوية: ان نسبة استخدام مادة كبريتات الالومينا المائية $(AL(SO_4)_2.12H_2O)$ بنسبة (٥ غرام/م^{٣})، مادة الكلور وبنسبة (١،٥-٣ ملغم/م^{٣})، الكاربون الاوربى الشديد النقاوة وحبيبات الكاربون النشط وبحجم مقداره (٢,٢٦٢ م^{٣}) حامض الكاربونيك/ الاذابه ٠,٠٢ غم/لتر، البيكربونات $HCO3^{-1}$ والكربونات $CO3^{-2}$

٨-معادلة انحلال غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء نتيجة تفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الماء

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

٩-قيمة ثابت التوازن في الوسط المائي المذاب فيه عند درجة حرارة٢٥م (1.7×10^{-3})

١٠-١-عملية انحلال حامض الكربونيك على مرحلتين الأولى يتخلى الحامض عن احد بروتوناته وكما يلى:

$$H_2CO_3 + H_2O = HCO_3^{-} + H_3O^{+} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بجمع المعادلتين (١) و(٢) نحصل على:

$CO_2 + 2H_2O = H_3O + + HCO_3^-$ ..... (3)

المرحلة الثانية من انحلال حامض الكربونيك فتتشكل أملاح الكربونات وحسب المعادلة التالية:

$HCO_3^- + H_2O = CO_3^{2-} + H_3O^+$ ..... (4)

2- 5 تحويل الافتراضات إلى جدوله برمجية:

بعد إعداد ملفات البيانات الخاصة بالمشروع كمدخلات، يتم فتح نوافذ لتنفيذ برنامج الجدولة ، وتصميم برنامج معالجة المدخلات

1-5-2 تصميم نوافذ ملفات البيانات الخاصة بنموذج هيكل تقسيم الكلفة

أهم النوافذ الرئيسية المطلوبة هي:

١-نافذة رقم (١) لحفظ البيانات كملف نصي حسب مستويات المشروع ومراحله.

٢-نافذة رقم (٢) صفحة إدخال المعلمات لتكوين ملف بيانات المعلمات

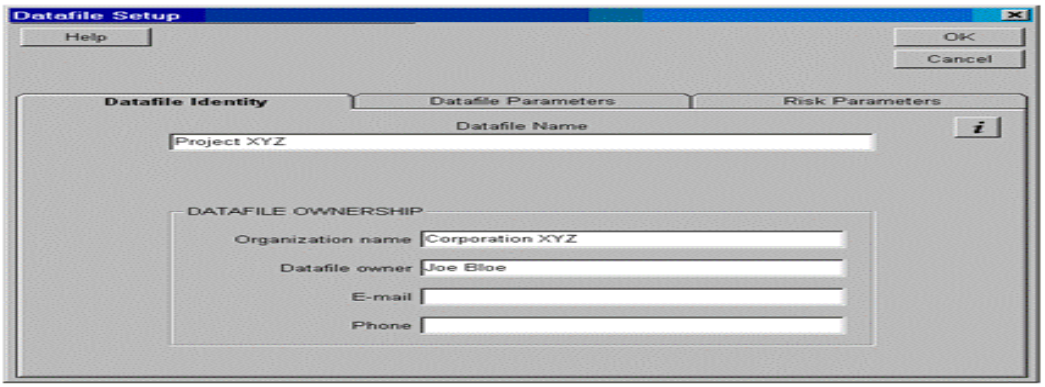
٣-نافذة رقم (٣) لتحرير وتعديل نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة

٤-نافذة رقم (٤) تحديد عناصر الكلفة المطلوب ظهورها في تقرير نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة

٥-نافذة رقم (٥) السيطرة على عرض نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة

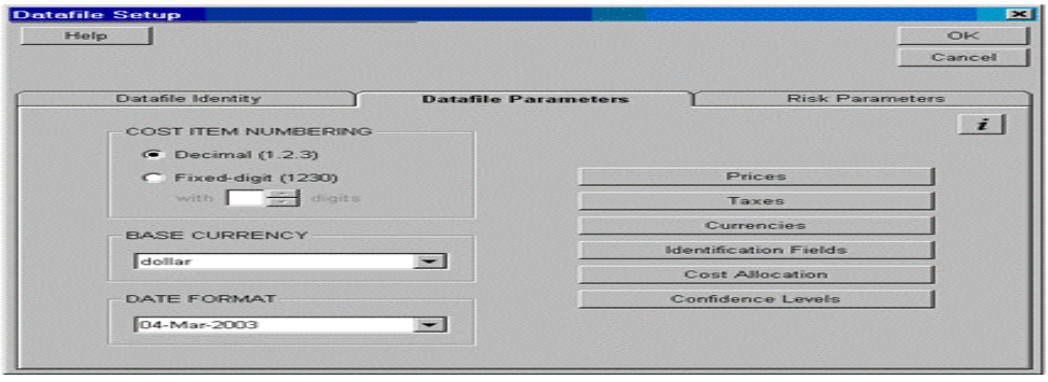
نافذة رقم (١) لنمذجة مدخلات برنامج هيكل تقسيم العمل للمشروع

خطأ!

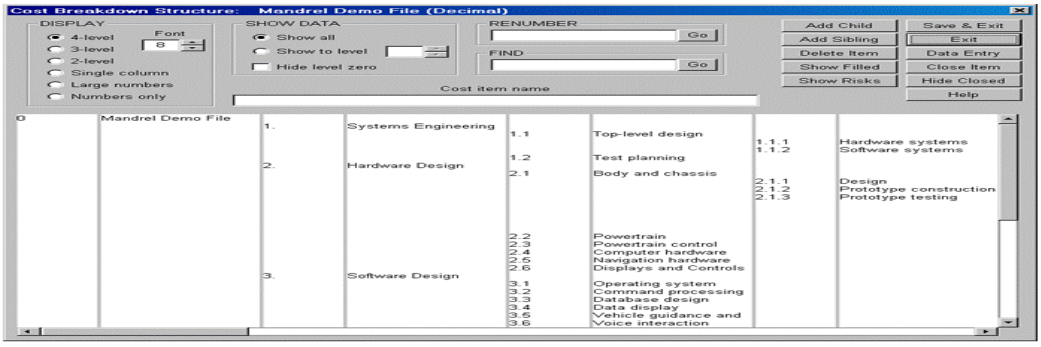


نافذة رقم (٢) لملف بيانات المعلمات Parameters

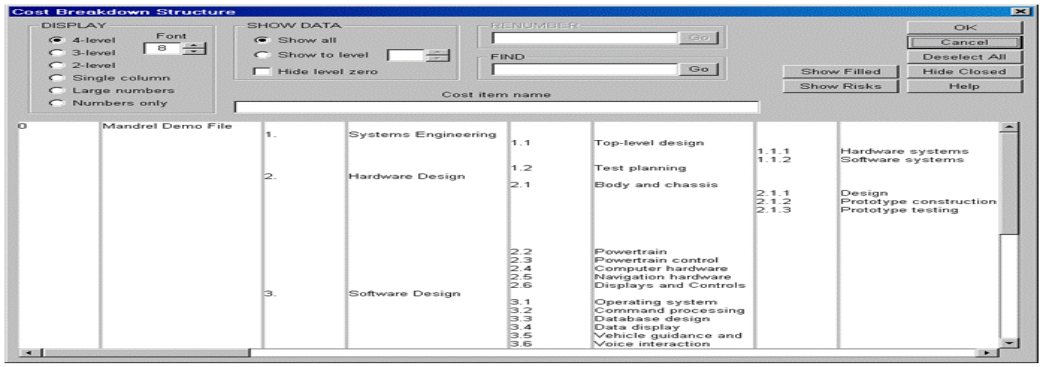
خطأ!



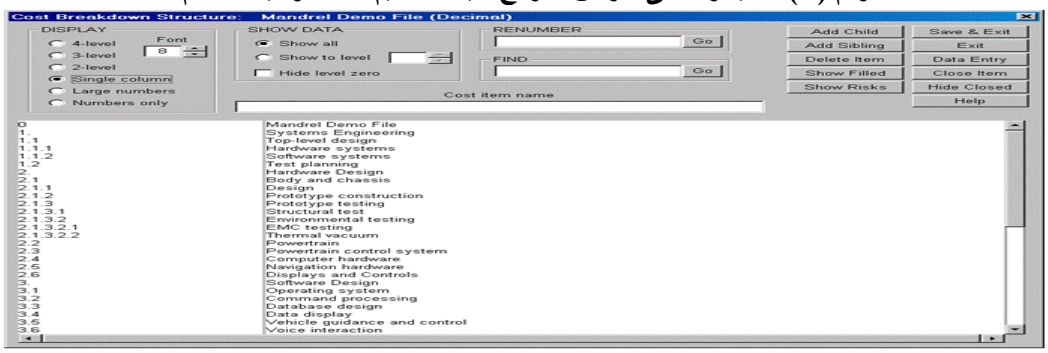
نافذة رقم (٣) لتحرير وتعديل نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة



نافذة رقم (٤) لتحديد عناصر الكلفة المطلوب ظهورها في تقرير نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة



نافذة رقم (٥) السيطرة على عرض نموذج هيكل تقسيم العمل وهيكل تقسم الكلفة



2-5-2 تصميم برنامج معالجة عناصر المدخلات وفق صياغة معادلات الكلفة والإنتاجية المصممة

حسب متطلبات القياس تم تصميم برنامج QB4,5-A لمعالجة مدخلات النموذج والافتراضات حسب المعادلات والجداول المعدة سابقا في (1,2,3,4) Input Spreadsheets Work Breakdown Structure للحصول على نتائج المعالجة برمجيا لتكون المرجع الأساسي للقياس المستقبلي....

```
REM************************************************************
REM ********CALCULATE PRODUCTION COST (TCPr)*********************
REM************************************************************
10 INPUT"CPMR=Recurring manufacturing cost                    ="; CPMR
20 INPUT"CPMN= Non recurring manufacturing cost              ="; CPMN
30 INPUT"CPIP Cost of plant engineering                      ="; CPIP
40 INPUT"CPIM= Cost of manufacturing engineering             ="; CPIM
50 INPUT"CPIE= Cost of methods engineering                   ="; CPIE
60 INPUT"CPIC= Cost of production control                    ="; CPIC
70 INPUT"CPIS= Cost of sustaining engineering                ="; CPIS
80 INPUT"CPCP=Cost of manufacturing facilities               ="; CPCP
81 INPUT"CPCE= cost of special cost facilities               ="; CPCE
```

```
82 INPUT"CPCC= acquisition cost of consumer facilities       ="; CPCC
83 INPUT"CPCM= acquisition cost of maintenance facilities    ="; CPCM
84 INPUT"CPCT= acquisition cost of training facilities       ="; CPCT
85 INPUT"CPCW= acquisition cost of inventory warehouses      ="; CPCW
86 INPUT"CPQA= Quality assurance cost                        ="; CPAQ
87 INPUT"CPQC= Cost of qualification                         ="; CPQC
88 INPUT"CPQS= Cost of production                            ="; CPQS
89 INPUT"CPLC= initial customer service cost                 ="; CPLC
90 INPUT"CPLS= initial supply support cost                   ="; CPLS
91 INPUT"CPLT= initial test and support equipment cost       ="; CPLT
92 INPUT"CPLH= initial transportation and handling cost      ="; CPLH
93 INPUT"CPLD= initial technical data cost                   ="; CPLD
94 INPUT"CPLP= initial training cost                         ="; CPLP
96 INPUT"CPLE=initial training equipment cost                ="; CPLE
110 CPM= CPMR + CPMN
120 CPI = CPIP + CPIM + CPIE + CPIC + CPIS
130 CPC = CPCP + CPCE + CPCC + CPCM + CPCT + CPCW
140 CPQ = CPAQ + CPQC + CPQS
150 CPL = CPLC + CPLS + CPLT + CPLH + CPLD + CPLP + CPLE
151 TCPr = CPM + CPI + CPC + CPQ + CPL
160 PRINT"CPM=INDUSTRIAL COSTS                               ="; CPM
170 PRINT"CPI=OPERATING AND INDUSTRIAL COSTS                 ="; CPI
180 PRINT"CPC=STRUCTURAL COSTS                               ="; CPC
190 PRINT"CPQ=QUALITIY CONTROL COSTS                         ="; CPQ
200 PRINT"CPL=FIRST LOGESTICAL SUPPORT COSTS                 ="; CPL
210 PRINT"TCPr=PRODUCTION COSTS                             ="; TCPr
REM ************************************************************
REM ************COST OF LABOR AND OPERATING PERSONEEL (COO)*********
REM ************************************************************
220 INPUT"COPX=cost of operator labor                       ="; COPX
230 INPUT"QOP = quantity of operators per system             ="; QOP
240 INPUT"TX    = hours of system operation                   =";  TX
250 INPUT" NOP=number of operating system                    ="; NOP
260 INPUT"COTX=cost of operator training ($/student-week)    ="; COTX
270 INPUT"QOT= quantity of student operators                 ="; QOT
280 INPUT"TT = Duration of training (weeks)                  ="; TT
290 INPUT"COTS=cost of training equipment and facility support=" COTS
300 INPUT"COFS=cost of operational facility support ($/site) ="; COFS
310 INPUT"COFU=cost of utilities ($/site)                    ="; COFU
320 INPUT"NOF=number of operational sites                    ="; NOF
330 INPUT" ALLOCATION                                        ="; ALL
340 COOP = COPX * QOP * TX * NOP * ALL
350 COOT = (COTX * QOT * TT) + (COTS * ALL)
360 COOF = (COFS + COFU) * NOF * ALL
370 COO = COOP + COOT + COOF
380 PRINT " COOP=OPERATING AND THE USE OF EMPLOYEE COSTS     ="; COOP
390 PRINT " COOT= EMPLOYEE TRAINING COSTS                    ="; COOT
400 PRINT " COOF= OPERATING COSTES IN THE SECTIONS REAINING  ="; COOF
410 PRINT " COO = COST OF LABOR AND OPERATING PERSONEEL      ="; COO
REM ************************************************************
REM *************LOGESTICAL SUPPORT COSTS************************
REM ************************************************************
420 INPUT"COUL = unscheduled maintenance labor cost ($/MMHU) ="; COUL
430 INPUT"MMHU= unscheduled maintenance man-hours per maintenance action =";
440 INPUT "COUM = cost of material handling per unscheduled maintenance
action="; COUM
450 INPUT"COUD =cost of documentation per unscheduled maintenance
action=";COUD
460 INPUT "NMS  =  number of maintenance  sites="; NMS
470 INPUT "TF   =  hours of system operation="; TF
480 INPUT "LEMDA= product failure rate in failures/hour="; LEMDA
```

```
490 QMAU = TF * LEMDA
INPUT "COSL = scheduled maintenance labor cost ($/MMSH)="; COSL
INPUT "MMHS = scheduled maintenance man-hours per maintenance
action=";MM
INPUT "QMAS  = quantity of scheduled maintenance actions.="; QMAS
INPUT"COSM=cost of material handling per scheduled maintenance action
INPUT "COSD  = cost of documentation per scheduled maintenance
action="; INPUT "COWS  = cost of warehouse facility support
($/warehouse)="; COWS
INPUT "COWU  = cost of utilities ($/warehouse)="; COWU
INPUT "NOW   = number of warehouses="; NOW
INPUT "COMM  = cost of maintenance facility support="; COMM
INPUT "NOM   = number of maintenance facilities="; NOM
INPUT "COMT  = cost of training facility support="; COMT
INPUT "NOX   = number of maintenance training facilities="; NOX
INPUT"COSO=cost of spare/repair parts at organizational level="; COSO
INPUT"COSI =cost of spare/repair parts at intermediate level="; COSI
INPUT "COSD  =cost of spare/repair parts at depot level="; COSD
INPUT "COSS  =cost of spare/repair parts at supplier="; COSS
INPUT "COSC  = cost of consumables="; COSC
INPUT "CA  = average cost of material  purchase order ($/order)="; CA
INPUT "QA    = quantity order ($/order)="; QA
INPUT "CMi   = cost of spare part ?i?="; CMi
INPUT "QMi   = quantity of ?i? items demanded="; QMI
INPUT "Chi   = cost of maintaining spare item  ?i? in the inventory
($/$ value of the inventory)="; CHI
INPUT " QHi  = quantity of ?i? items in the inventory="; QHI
INPUT "NMS   = number of maintenance sites="; NMS
INPUT "COTM  = cost of maintenance training ($/student week)="; COTM
INPUT "QOM   = quantity of maintenance students="; QOM
INPUT "TT    = direction of training (weeks)="; TT
INPUT "COLL  = cost of training equipment support="; COLL
INPUT "COEO  = cost of maintenance of the test and support equipment
at organizational level.="; COEO
INPUT "COEI  = cost of maintenance of the test and support equipment
at intermediate level="; COEI
INPUT "COED  = cost of maintenance of the test and support equipment
at dept and supplier level.="; COED
INPUT "COEU  = cost of equipment unscheduled maintenance="; COEU
INPUT "COES  = cost of maintenance of the test and support equipment
at depot and supplier level="; COES
COEO = COEU + COES
INPUT "CT = cost of transportation="; CT
INPUT "QT = quantity of on-way shipments="; QT
INPUT "CS = cost of packing="; CS
INPUT "CX = costof transportation and handling equipment
maintenance=";CX
INPUT "W  = weight of item kg - will vary depending on whether
reusable containers are  employed.="; W
INPUT "CTC = shipping cost $/kg ? will vary with the distance in
kilometers of one-way  shipment.="; CTC
INPUT "CSC = packing cost ($ /kg) ? will vary depending on whether
reusable containers are  employed.="; CSC
INPUT "COLDi = cost of specific data  item ?i?="; COLDI
INPUT "N = number of data items="; N
INPUT "COLKi = cost of specific modifications ?i?="; COLKI
INPUT "NR  =   number of product   modifications="; NR
COLA = ((COUL * MMHU * QMAU) + (QMAU * COUM) + (QMAU * COUD)) * NMS
COLB = ((COSL * MMHS * QMAS) + (QMAS * COSM) + (QMAS * COSD)) * NMS
COLW = (COWS + (COWU * NOW)) * ALL
COLM = ((COMM * NOM) + (COMT * NOX)) * ALL
```

```
COSO = ((CA * QA) + (CMi * QMI) + (CHI * QHI((
COLS = (COSO + COSI + COSD + COSS + COSC(
COLT = ((COTM * QOM * TT) + (COLL)) * ALL
COLE = (COEO + COEI + COED(
CT   = (W * CTC)
CS   = (W * CSC)
COLH = ((CT * QT) + (CS * QT) + CX)
COLD = COLDI
COLK = COLKI
COLC = COLA + COLB
COL  =(COLC + COLW + COLM + COLS + COLT + COLE + COLN + COLD + COLK)
PRINT " COLA= MAINTENANCE COSTS OF UNSCEDULED EMERGENCY
CORRECTIVE=";COLA
PRINT " COLB= MAINTENENCE COSTS OF SCHEDULED AND PREVENTIVE="; COLB
PRINT " COLW= STORAGE FACILITIES COSTS ="; COLW
PRINT " COLM= MAINTENANCE AND TRAINING ACCESSORIES COSTS="; COLM
PRINT " COLS= SPARE PARTS AND ACCESSORIES SUPPORT COSTS="; COLS
PRINT " COLT= MAINTENANCE EMLOYEE TRAINING COSTS="; COLT
PRINT " COLE= COSTS OF EMPLOYEE TRAINING AND MATERIAL EQUIPMENT
TESTES=";
PRINT " COLH= TRANSPORTATION AND HANDLING COSTS="; COLH
PRINT " COLD=DATA TECHNOLOGY COSTS="; COLD
PRINT " COLK=MODULATING AND ADJEST PRODUCT COSTS="; COLK
PRINT "COL= LOGESTICAL SUPPORT COSTS( MAINTENANCE...OTHERS="; COL
REM ************************************************************
REM ************ COD= MARKETING AND DISTRIBUTION
REM ************************************************************
INPUT " CODM= MARKETING COSTS="; CODM
INPUT " CODT= TRANSPORTATION AND VECHICLE MANAGMENT COSTS="; CODT
INPUT "CODI= STORAGE AND WAREHOUSING COSTS="; CODI
COD = CODM + CODT + CODI
PRINT " COD= MARKETING AND DISTRIBUTION COSTS="; COD
CO = COO + COD + COL
PRINT " CO= OPERATIONAL AND MANUFACTURING COSTS="; CO
REM ************************************************************
REM ********************** RETIREMENT AND DISPOSAL*****************
REM ************************************************************
INPUT " CDC=COST OF ASSEMBLING THE PRODUCT RESIDUES="; CDC
INPUT "CDA=COST OF DESMANTLING THE PRODUCT="; CDA
INPUT " CDR=COST OF CLEANING AND REHABILITATION="; CDR
INPUT " CDE=COST OF RECYCLING THE PRODUCT="; CDE
INPUT "CDS=The cost of disposing of waste in the absence of the
possibility of rehabilitation="; CDS
INPUT "CDD= COST OF DOCUMENTATION="; CDD
CD = CDC + CDA + CDR + CDE + CDS + CDD
PRINT " CD= COST OF REIREMENT AND DISPOSAL; COSTS = "; CD
TCOPERATIONAL = TCPr + CO + CD
PRINT "TCOOERATIONAL= TOTAL OPERATION COSTS       =", TCOPERATIONAL
REM ************************************************************
REM ****************** CAPITAL COSTS ******************************
REM ************************************************************
REM ******************** STRUCTURAL COSTS**************************
REM ************************************************************
INPUT " Cla= LAND ACQUISITION="; cla
INPUT " Cdpw= DRILLING AND AELL SITE PREPARATION="; cdpw
INPUT " cpe= PREOCESSING AND RECYCLING EQUIPMENT TOMB="; cpe
INPUT " cwts=WASTE TREATMENT SYSTEM="; cwts
INPUT "ccnd=CONNECTIVITY AND DISTRIBUTED NETWORK="; ccnd
INPUT "cse=SUPPORT EQUIPMENT="; cse
INPUT "cm=GALLERIES="; cm
CP = cla + cdpw + cpe + cwts + ccnd + cse + cm
```

```
PRINT " CP=STRUCTURAL COST="; CP
REM ***************************************************************
REM ***************** RESEARCH AND DEVELOPMENT COSTS***************
REM ***************************************************************
INPUT "CRMI=Cost of specific activity="; CRMI
INPUT " CRPI = Cost of specific   planning activity ="; CRPI
INPUT " CRRI = Cost of specific research activity ="; CRRI
INPUT " CRE = Cost of specific design activity ="; CRE
INPUT "CRDI = cost of data item="; CRDI
INPUT "CRSD = software development="; CRSD
INPUT "CRSM = software modification="; CRSM
INPUT "CRSP = software production="; CRSP
INPUT "CRDI = cost of data item="; CRDI
CRM = CRMI
CRP = CRPI
CRE = CREI
CRD = CRDI
CRS = CRSD + CRSM + CRSP
CRD = CRDI
CR = CRM + CRP + CRE + CRD + CRS + CRD
PRINT " CR=RESERCH AND DEVELOPMENT COSTS="; CR
TCCAPITAL = CR + CP
PRINT " TCCAPITAL= TOTAL CAPITAL COSTS="; TCCAPITAL
END
```

3- تكاليف الامتثال Compliance Cost بمستويات التلوث الآمنة ومعايير معالجة المياه (MCL)

لا تكتمل متطلبات تقييم هيكلة ونمذجة تكاليف معالجة غاز الرادون بدون قياس تكاليف الامتثال Compliance Costs بمستويات التلوث الآمنة(Maximum Containment Levels) الصادرة عن الوكالة الأمريكية لحماية البيئة US EPA وتشتمل تكاليف الامتثال على:قياس تكاليف نوع تكنولوجيا المعالجة المستخدمة في ظل الظروف المختلفة مع تكاليف إزالة الملوث التي عادة ما تكون عالية في معالجة المياه الملوثة بغاز Radon فالوصول إلى نسبة أمنة من التلوث تتطلب تكاليف معالجة ، وتكاليف تنظيمه عالية قد لا تلزم بها المنشات ذات العلاقة، على ذلك هناك مجموعة عوامل يحب أخذها بنظر الاعتبار.أهمها:

- عوامل متعلقة بنوعية نظم معالجة غاز الرادون ومجموعة توريد المياه العامة التي تعتمد على الآبار الجوفية.
- عوامل تتعلق بنظم التخليص النهائي أو نظم تخفيف تركيز الغاز لاسيما ان هذه النظم تطلق الغاز إلى الجو في الأماكن المغلقة.

إضافة إلى عوامل أخرى تحدد تكلفة معالجة المياه الملوثة بغاز الرادون في النظم التي تعتمد على الآبار الجوفية مثل :

- عدد المواقع التي تحتاج إلى معالجة.
- حجم ومدى المعالجة اللازمة بغية الوصول إلى مستويات التلوث المسموح بها والتي تعرف Maximum Contaminant Level اذ تختلف مستويات التلوث من الضعيف والمتوسط الى العالي فضلا عن اختلاف مدياته
- وحدات التكاليف التي سترتبط بمتطلبات ومستلزمات المعالجة لكل موقع

لآجل الحصول على:

١. حساب كلفة وحدة تكنولوجيا المعالجة.مع الآخذ بنظر الاعتبار :

–معدل تدفق المياه اليومي في الموقع، وتعني:كمية المياه المتدفقة او الجارية في موقع المعالجة في كل يوم

–نسبة تركيز الرادون في الماء.

–كفاءة الإزالة (Removal efficiency) ويستخدم لمعدات المعالجة وذلك لغرض الوصول إلى الحد المسموح به وهو 4 pCi/L (بيكو كوري/ لكل لتر ماء)

٢. كلفة السيطرة على الرادون

٣. كلفة تخفيف الأثر الضار لغاز الرادون إذا كان فوق مستوى التدخل العالمي.

فحسب اقتصاديات الحجم ان ارتفاع التكلفة الإجمالية للموقع يتم تعويضها بارتفاع معدلات تدفق المياه، اذ تؤدي إلى انخفاض تكلفة الغالون الواحد المنتج فعلى سبيل المثال، إذا كانت حاجة الموقع إلى نسبة إزالة ٨٠% من تركيز الرادون في الماء ليصل الى الحد المسموح به والمحدد للتلوث. فان معدات المعالجة يجب ان تكون بكفاءة أزاله تصل إلى ٩٠%، وهذه المعدات هي أكثر كلفه إذ الاختلاف بين الكلفة و كفاءة الإزالة لنظم المعالجة الصغيرة والكبيرة يقع بين ٢٠ إلى ٥٠ على التوالي، على ذلك تم تصنف نظم توزيع المياه إلى ١٢ فئة، يعتمد تصنيف كل مجموعة منها على عدد السكان وعلى معدل تدفق المياه تبتدا من نظم المياه الصغيرة: التي تخدم ٢٥–١٠٠ شخص عادة تستخدم بئر واحد أو مجموعة أبار بمعدل تدفق تصميمي يصل 0.024 مليون غالون/اليوم، إلى نظم المياه الكبيرة التي تخدم عدد سكان يزيد عن المليون ١٠٠٠٠٠٠شخص ولها معدل تدفق تصميمي يصل إلى 430 مليون غالون/اليوم .

٣–١ تكاليف الرقابة والسيطرة على نسبة غاز الرادون - 222 :

تشمل قياس تكاليف الامتثال قياس لتكاليف الرقابة والسيطرة على نسب الرادون قي الماء والهواء حيث يتم تحليل نماذج أو عينات الرادون المأخوذة من المصدر الملوث. وتعتمد تكاليف الرقابة والسيطرة على نوعية ومواصفات مياه الشرب المطلوبة حسب الفقرات التالية في الجدول رقم (٩)

جدول رقم (٩) تكاليف المراقبة والسيطرة للمنظومة

الفقرات	التفاصيل	تكاليف الرقابة والسيطرة السنوية للمنظومة
تكاليف الرقابة والسيطرة على الماء		
عدد أحواض الخزن	6 حوض سعة 10000 لتر	1 عينة × 6 تانك = 6 عينة الحد الأعلى لتكاليف الرقابة 6 عينة × 365 يوم × 75000 = 164 250 000 دينار 2عينة × 6× 365 يوم×000 75 = 328 500 000 دينار
عدد العينات قبل المعالجة	(1) مرة باليوم × 365	
عدد العينات بعد المعالجة	2عينة من كل حوض/ اليوم	
كلفة تحليل العينة الواحدة	50000-75000 دينار	
تكاليف الرقابة والسيطرة على الهواء		
عدد مرات القراءة باليوم	2 مرات × 365	2 × 365 × 50 000 = 36 500 000 دينار بالسنة
كلفة القراءة وتحليل النتائج	50000 دينار	

المصدر: إعداد الباحث

٣–٢ قيمة المنفعة من الالتزام بمستويات التلوث الآمنة لغاز الرادون حسب (MCL):

مع كل قاعدة تنظيمية تصدرها وكالة حماية البيئة الأمريكية **EPA** تعمل على تكميم النتائج العلمية التي تحصل عليها من تطبيق هذه القاعدة وتقديراتها النقدية لقياس منافعها (٤٣)، وتعد المنافع الصحية مؤشر الارتباط لقياس منافع الالتزام بأي قاعدة تنظيمية، فتخفيض حالات الإصابة بسرطان المعدة الناتج من شرب المياه الملوثة بالرادون وسرطان الرئة من استنشاقه ، وعلى ذلك فان تجنب حدوث حالة من الإصابة بالسرطان تعد منافعها توفير التكاليف الصحية لمعالجة هذه الحالة من الإصابة وتؤشر كمقياس لقيمة المنفعة من الالتزام بقاعدة تخفيض مستويات غاز الرادون–٢٢٢ إلى المستويات الآمنة ،

جدول رقم (١٠) تكاليف العناية الطبية وخسارة الوقت لكل حالة إصابة بسرطان المعدة

عدد السنوات بعد التشخيص بالإصابة	تكاليف المعالجة الطبية للمصاب / بالدولار	كلفة خسارة الوقت غيرالمنتج للمصاب/الدولار (خسارة الرفاهية الضائعة)	تكلفة خسارة الوقت المنتج للمصاب/ الدولار (خسارة وقت الإنتاجية)
1	34 677	19 339	13 288
2	9 936	0	0
3	9 383	0	0
4	8 969	0	0
5	8 604	0	0
6	7 934	0	0
7	7 934	0	0
8	7 609	0	0
9	7 287	0	0
10	6 974	0	0
مجموع التكاليف حسب	85 225 دولار	[1]* $ 19 339	[2]* $ 13 288
بقيمة تصريف لعام 2014 التي تعادل ID 1220	103 974 500 ID.	23 593 580 ID.	16 211 360 ID.

[1]*حسب تقدير US_ EPA بتقريرها لعام J 1998 ، حيث قدرت قيمة الرفاهية الضائعة 9.64 $/ hour.

[2]*حسب تقدير US_ EPA بتقريرها لعام B 1998 ، حيث قدرت خسارة وقت الإنتاجية الضائعة 12.47 $/hr

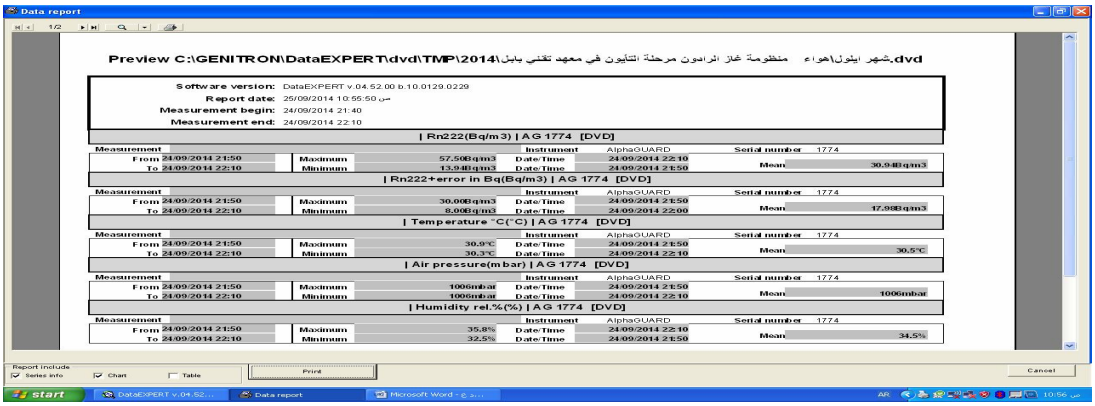
النتائج Results:

أولا"– نتائج استخدام منظومة CICS في معالجة غاز الرادون المشع في مياه وهواء الآبار الجوفية

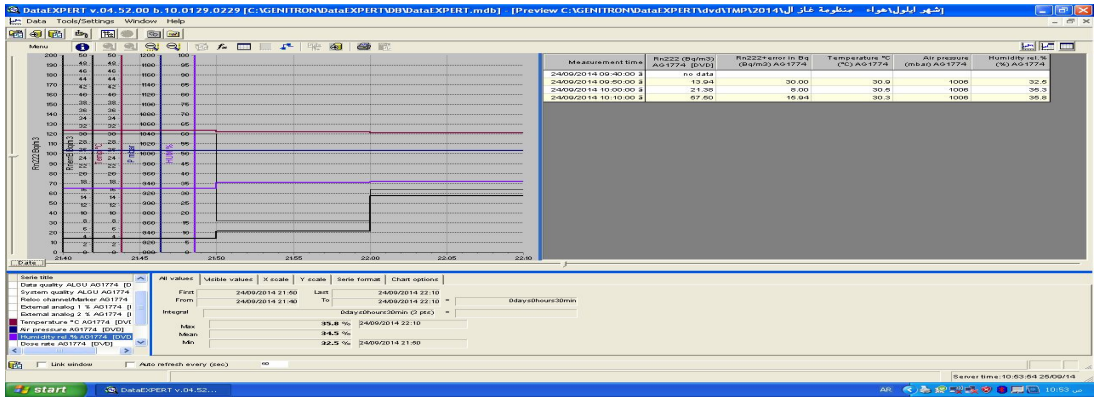
١. سجلت المنظومة قدرة عالية على امتزاز غاز الرادون المشع وبنسب وصلت إلى ٨١% كما أثبتتها نتائج عينات الفحص المائي قبل وبعد المعالجة وهو مؤشر كفاءة عالي لأداء المنظومة الذي لم تحققها أي من المنظومات .

٢. انخفضت نسبة تركيز غاز الرادون من (١٩٥ بيكرل/م^3) إلى نسبة (٣٦,٦٦ بيكرل/م^3) في نهاية الحلقة الأولى من العلاج وبعد عملية الامتزاز الكاربونى، ومن نسبة (٥١,٨٢ بيكرل/م^3) في المرحلة الوسطى من العلاج أي بعد عملية الفلترة والعلاج الفيزيائي المتكامل التحت ارضي، إلى نسبة تركيز(٢٠,٤٤ بيكرل/م^3) في نهاية الحلقة العلاجية الثانية ، كما في النافذتين (٧،٦) التاليتين.

نافذة رقم (٦) نتائج فحص المرحلة النهائية



نافذة رقم (٧) كيرفات فحص المرحلة النهائية (التأين)



٣. حققت المنظومة قدرة عالية في معالجة الخصائص مياه الآبار الأخرى، فقد انخفضت نسبة الملوحة بعد عملية التقطير من (٧٠٠٠ من المليون) إلى (١٠ جزء من المليون) اى بتخفيض قدره (٧٠٠ مره) للحصول على ماء مقطر وبتركيز نهائي لغاز الرادون بعد عملية التقطير بحدود (٢٠,١ بيكرل/م^{٣}). اذ اشر مستوى الانخفاض الهائل في نسبة الأملاح الذائبة في الماء قبل وبعد المعالجة حدود تصل في الحلقة الأولى من العلاج إلى (٤٠%) وفى الحلقة الثانية من العلاج إلى (٩٢%).

٤. انخفض الأس الهيدروجيني بنسبة عالية جدا من (٨,٥ ppm) إلى(٧,٦ ppm). كذلك انخفضت نسبة الكلور من (٣,٥) إلى (٠,٣).

ثانيا- نتائج تشغيل هيكل قياس ونمذجة تكاليف معالجة غاز الرادون و تكاليف الامتثال بمستويات التلوث الآمنة والجدوى الاقتصادية باستخدام منظومة CICS:

١. ان كلفة المعالجة التشغيلية للوحدة الواحدة من غالون الماء تساوي **4 .616 ID/gallon** (انظر No.5,7 Output Spreadsheets)

Coprd per/gallon = Toc / Aprd 1

Where

C prd per/Gallon = Cost of treatment per/Gallon

Toc = Total Treatment operation cost

Aprd = Annual production

Annual production = 21600/ gallon-Day × 360 / Day = 7 776 000 gallon/year

Cost of treatment per/Gallon = 7 776 000 = 4.616 ID.

35893500

2. ان كلفة المعالجة الكلية لغالون الماء تساوي **7.396 ID/gallon** (انظر Output Spread sheets) CBS No 5,6,7 .

3. **To C per/gallon = Cap C + Opro C / Aprd 2**

Where:

To C = Total treatment costs per/gallon

Cap C = Treatment Capital Cost

Opro C = Treatment operation Cost

Aprd = Annual production

Total cost = 35893500 + 21 618 000 = 57 511 500 ID/gallon

Total cost per/gallon = 57 511 500 ÷ 7 776 000 = 7.396 ID per/ gallon

٤. كلفة الرقابة والسيطرة لغالون الماء تساوي **68.062 ID/gallon**

Mentoring & Controlling Cost = 164 250 000 + 328 500 000 + 36 500 000

= 529 250 000 ÷ 7 776 000 = 68.062 ID per/gallon

٥. المنفعة المتحققة من معالجة غاز الرادون في المياه الملوثة تساوي **18.490 ID/gallon**

Benefits from treated one gallon = 16 211 360 + 23 593 580 + 103 974 500
= 143 779 440 7 776 000 = 18.490 ID per/gallon

٦. ان قيمة المنفعة المتحققة من الامتثال للقواعد المنظمة لنسب التلوث الآمنة هي اعلي من كلف الامتثال في تطبيق هذه القواعد التنظيمية بنسبة تعادل **150 %** من تكاليف الامتثال للقواعد المنظمة لمستويات التلوث الآمنة

Benefit from Compliance to (MXL) Regulating = 18.490 ID per/gallon -7.396 ID per/gallon
= 11.074 ID per/gallon

٧. ان إنتاجية المنظومة بحدود (١٥غالون/دقيقه)، أي بحدود (٩٠٠ غالون/ساعة) وبإنتاج يومي يعادل(٢١٦٠٠ غالون/ باليوم) من الماء الصالح للشرب والخالي من غاز الرادون المشع، حسب الطاقة التصميمية لمنظومة معالجة صغير الحجم تخدم مجتمع سكاني يتراوح من ١- ٨٠٠ شخص بمعدل استهلاك فردي يساوي ٢٧ غلون باليوم أي ٦٧,٥ لتر/ باليوم

الاستنتاجات Conclusions

- قدم نموذج Cost Breakdown Structure دليل لمدى تأثير التغير في منطق الأعمال وتكنولوجيا المعلومات على تقنيات قياس وتوزيع التكاليف، فإيجاد تقنيات حديثة في ربط وتوزيع التكاليف على أساس الأنشطة ودورة حياة المنتج التي لا تنتهي كمخلفات ملوثة للبيئة وإنما العكس المساهمة في معالجة ملوث طبيعي في موارد البيئة

- حقق نموذج Cost Breakdown Structure و Work Breakdown Structure ضبط عالي للمدخلات القياسية المستخدمة في التصميم القياسي للحصول على المخرجات القياسية في ظل قيود الجودة، والوقت، وتخفيض التكاليف، وتحيق القياسات الكلفوية الفعلية على مستوى كل عنصر لتوليد تكلفة الوحدة وكل بند من بنود التكاليف وفق البيانات الهندسية المبرمجة في قاعدة البيانات المركزية.

- لاتشكل كلفة المنظومة الكلية كلفة عالية ٤٠% في مقابل التكاليف التي ستصرف للعناية الصحية من إصابة فرد واحد بالسرطان ، اى ان إنشاء المنظومة توفر منفعة قدرها ١٠٠% لأنها بشكل عام تقي من حالات الإصابة بسرطان الأعضاء الرخوة والناتج من استخدام وشرب تراكيز تراكمية عالية المستوى من ماء ملوث بغاز الرادون.

Output Spreadsheets Cost Breakdown Structure No. 5

ورقة مخرجات بالبيانات الكلية للمعالجة وتكاليف الامتثال لمستويات التلوث الصادرة عن EPA

Outputs Sheet No.....

Technology Details

Parameters	Details	No.	Units
Technology	CIC (Closed integrative circle)	---	------
Contaminant type	Radon	---	------
System Size Category	Small treatment	---	------
Design Flow	------	0.70	MGD (excluder bypass Flow)
Average Flow	------	1.80	MGD (excluder bypass Flow)
Number of Basins	------	1	units
Number of Stages per Basin	------	0	stages
Diffuses per Stage	-----	1	units
Total diffuses	------	0	units
Off- Gas Treatment	Interactive Combined Technique	-	------

Treatment Capital Cost

21 618 000

CBS	Cost Items	ID.	Details
100	*Drilling & preparation the well sites*	1 050 000	*Details in Worksheet No.*
200	*process Equipment*	5 020 000	*ls in Worksheet No.*
300	*Waste treatment system*	1 180 000	*in Worksheet No.*
400	*Network of connect and the distribution from the wellhead to the processing system and then to distributed tank to the water point processor*	6 572 000	*in Worksheet No.*
500	*Support Equipmentst*	7 231 000	*in Worksheet No.*
600	*Miscellaneous cost*	565 000	*in Worksheet No.*

Treatment Operation Cost

35 893 500

CBS	Cost Items	ID.	Details
010	Direct Material Costs	1 000 000	*Details in Worksheet No.*
020	Direct labor costs	22 000 000	*ls in Worksheet No.*
030	Indirect labor costs	2 000 000	*in Worksheet No.*
040	Indirect overhead costs	10 093 500	*in Worksheet No.*
050	Electricity consumed Costs	800 000	*in Worksheet No.*

Outputs Spreadsheets Cost Breakdown Structure No. 6
Treatment Capital Cost تفاصيل تكاليف المعالجة الرأسمالية

Treatment Capital Cost Details

CBS	Sub.	Cost Items.	Sub.	Sub. Cost Items.	ID.	ID.	Details
100	110	Preparation the well	111	- Clean and prepare the land	500 000	1050 000	*Details in Worksheet No.*
			112	- Drilling the wells	250 000		
			113	- Clean the wells	100 000		
	120	Column shell	121	- Column shell	200 000		
200	210	Processing equipment inside the well	211	- Diver pump	100 000	5 020 000	*Details in Worksheet No.*
			212	- Pipes	660 000		
			213	- Cable with an electric Gwen	100 000		
			214	- Set up and installment Fees	200 000		
	220	Granular activated carbon	220	- Granular activated carbon	1 500 000		
	230	Cooling systems	231	- Structure Cooling systems	400 000		
			232	- Low Cooling systems	400 000		
			233	- Compressor Average Size	150 000		
	240	Heating systems	240	- Heating	300 000		
	250	Well Enrichment systems with Air and Oxygen	251	- Large Compressor	500 000		
			252	- Oxygen bottles	300 000		
			253	- Kakat small oxygen with accessories	120 000		
	260	filtering system and filterers for processing filters	261	- Filters for filtering medium	150 000		
			262	- Filters for a variety of system	100 000		
			263	- Filters Small size	20 000		
			264	- Filters average size	20 000		
300	310	Ionic graveyard for treatment waste	311	- Ionic ground tank	250 000	1 180 000	*Details in Worksheet No.*
			312	- Ground tank interactively	500 000		
			313	- Valves one direction for system	30 000		
	320	Ionic system to treat polluted air bellow to ionic graveyard	320	-A converted voltage 1500 volts with ionization box to treated polluted air	400 000		
400	410	Tubing (Net of pipes)	411	- Connecting pipes	1 200 000	6 572 000	*Details in Worksheet No.*
			412	-A metal tube 2 diameter link between two Tanks 2000 liter	50 000		
			413	-Pipe Filter 710 liters and the weight of 86 k	2 000 000		

			414	- Plastic pipes for pipes	600 000		
	420	Water establishment for linking systems to processing points	421	-Water Delivery systems from source to the well treatment systems	400 000		
			422	- Water tanks capacity 120/L	240 000		
			423	- Big water tank capacity 1000/L	600 000		
			424	- Iron tanks capacity 1000/L	300 000		
			425	- Tanks capacity 200/L	50 000		
			426	- Tanks capacity 2000/L	700 000		
			427	-Linking and connecting equipment (Union)	17 000		
			428	- Kaks two-way	300 000		
			429	- Plastic water connection	25 000		
			4210	- Plastic water Reversals	30 000		
			4211	- Water splition	30 000		
			4212	- water Taps	30 000		
500	510	Construction and installation Costs for supportive facilities	511	- Roofs for well site	200 000	7 231 000	*Details in Worksheet No.*
			512	- Iron doors	300 000		
			513	-Iron towers 11/m for control radon concentration around the facility	2 110 000		
			514	- Moving sidelong tower	500 000		
			515	- Tied ropes	50 000		
			516	- Iron Stendhal	500 000		
			517	- Iron Lifts	240 000		
	520	Electrical establishments	521	- Electrical system	500 000		
			522	-Electrical connecting points and labor wages	1000 000		
			523	- kablatts With electric board	500 000		
	530	Blowers	531	- Blowers of different capacity	200 000		
			532	- Blower hot air heats the air in the well	50 000		
	540	pumps	541	- pumps with different capacity	250 000		
			542	- Motors	100 000		
			543	- Packaging metal lids for Motors	120 000		
			544	- Pump for pumping gas	50 000		
	550	Temperature and pressure measuring devices	551	- Pressure gauges	20 000		
			552	- Thermometer	21 000		
	560	Packaging Network for columns , tanks and other equipments	561	- Cellphone Packaging	320 000		

	570	Packaging materials(plastic filling	571	- Plastic fillings materials	200 000		
600	610	Miscellaneous cost	611	- Small containers	30 000	565 000	*Details in Worksheet No.*
			612	- Flynn Boxes	35 000		
			613	- indicative and benchmarks for systems	500 000		

Outputs Spreadsheets Cost Breakdown Structure No. 7

Safe Levels of Contaminants لإنتاج الماء المعالج والصالح للاستخدام وفق المستويات الآمنة (Treatment Operating Cost) تكاليف المعالجة التشغيلية

Treatment Operation Cost Details

CBS	Costs Elements	Sub.	Details	ID.	ID.	*Details*
010	Direct Material Costs	011	-Raw water extract from well	10 000	1000 000	*Details in Worksheet No.*
		012	-Purification & processing materials	50 000		
		013	-Processing chemical materials	40 000		
020	Direct labor Costs	021	cost of operator labor	22 000 000	22 000 000	*Details in Worksheet No.*
030	Indirect labor Costs	031	-Employee training costs	1 000 000	2 000 000	*Details in Worksheet No.*
		032	-Operator cost in the Support Dep.	1 000 000		
040	Indirect overhead Costs	041	-Unscheduled maintenance	2 000 000	10 093 500	*Details in Worksheet No.*
		042	-Scheduled maintenance	3 389 600		
		043	-Warehouse facility support	488 000		
		044	-spare/repair parts at organizational level	500 000		
		045	-Material and testing equipment	1 080 900		
		046	-Cleaning system	1 952 000		
		047	-Transportation and handling	183 000		
		048	-Data Techniques	500 000		
050	- Electricity consumed	051	- Electricity	800 000	800 000	

المصدر: نتائج تشغيل برنامج Cost Breakdown Structure المعد من قبل الباحث

المصادر :

1. L. Tommi, Lyly-Y. Jouni, S.Petri , " Reflecting Business Logic Change with Cost Breakdown Structure ", Tampere University of Technology, Cost Management Center, PO Box 541, FIN-33101, Finland.
2. ODEQ, Oregon Department of Environmental Quality, Willamette Basin TMDL - Chapter 14: Water Quality Management Plan. September, 2006a .
3. ODEQ, Oregon Department of Environmental Quality, Assessment Methodology for Oregon's 2004/2006 Integrated Report on Water Quality Status, 2006b .
4. SDWA, " Safe Drinking Water Act 1974-2004 ", EPA 816-F-04-030 June 2004.
5. SDWA, Title XIV of the Public Health Service Act Safety Of Pubic Water Systems (Safe Drinking Water Act), SDWA, December 31, 2002.
6. EPA, "National Primary Drinking Water Regulations; Radio nuclides, Final Rule," Federal Register, 65(236):76708-76753, 2000.
7. N.F. Gray, " Drinking Water quality, problem and solution " , Cambridge University press, New York , 2008.
8. Rajiv. Khera, Pat. Ransom , and Thomas, F. Speth, ' Using work breakdown structure models to develop unit treatment costs ", AWWA, American Water Works Association, Journal AWWA , November, 2013.
9. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington, DC. " List of Contaminants and their MCL_S ", 2010-06-02.
10. EPA." Regulating Public Water Systems and Contaminants Under the Safe Drinking Water Act", 14-04- 2010.
11. Raucher, Robert S. and Joseph A. Drago. "Estimating the Cost of Compliance With the Drinking Water Standard for Radon," Journal of the American Water Works Assn., March, 51-65, 1992.
12. Gurian, P. L., M. J. Small, J. R. Lockwood, and M. J. Schervish.. "Assessing Nation wide Cost-Benefit Implications of Multi-Contaminant Drinking Water Standards" Journal of the American Water Works Association (in press), 2004.
13. U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Discussion Summary: EPA Technology Design Workshop. Washington, D.C.: U.S. EPA, Office of Groundwater and Drinking Water, 1997.
14. Darby S.et.al. "Radon in house and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case control studies",British Medical Journal,330 (7845):223, 2005.
15. Beloon M. Kingsley B, klolmes A."Risk factors for a cute leukemia in clutter: a review, Environmental Health Properties", 115:138-145, 2007.
16. Chayb D.H., " Measurement of Alpha Emitters Concentration in Tigris River Water in Baghdad City Using CR-39 Plastic Track Detector", Ms.c Thesis, Al-Nahrain University College of Science, 2002.
17. Department of Environmental "A guide Risk assessment and Risk Management for Environmental protection", HMSO, London, U.K, 1995.
18. UNSCEAR ,United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report, 2000.
19. Durrani and Iic "Radon Measurements by Etched Track Detectors" WorldScientific , 1997.

20. M. Kishk, A. Al-Hajj, R. Pollock G. Aouad, " A practical Cost Breakdown Structure for effective Whole -Life Costing of Built Assets", The Scott Sutherland School, the Robert Gordon University, Aberdeen, AB10 7QB.

21. EPA, United States Environmental Protection Agency, " Work Breakdown Structure-Based Cost Models for Drinking Water Treatment Technologies", Office of Water (4607M) EPA 815-B-14-007 May 2014.

22. WBS ,"Work Breakdown Structure ", http://www.hyperthot.com/pm_wbs.htm/.

23. G. T. Haugan, "Effective Work Breakdown Structures," Management Concepts, 2001.

24. Booz, Allen, and Hamilton, "Earned Value Management Tutorial Module 2, work Breakdown Structure," Office of Project Assessment, 2008.

25. Ooi, Chu Huia , and Abdul, Hakim Mohammed, " The Role of Cost Breakdown Structure in Life Cycle Cost Model ", Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering), 74:2 (2015).

26. A. De Marco, Project Management for Facility Constructions, 89DOI 10.1007/978-3-642-17092-8_8, C _ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.

27. Scott Daley, " Getting Started in Microsoft Project 2010 After the Business Initiative Is Approved ", Que Publishing, Indianapolis, Indiana , 2011.

28. Tariq ,Muhammad Usman, " What is the main difference between WBS (work breakdown structure), CBS (cost breakdown structure), and OBS (organizational breakdown structure), bayt, 2014.

29. Gep, " Cost Breakdown Analysis, The Final Frontier in Cost Cutting", 100 Walnut Avenue, Clark, NJ 07066 , 2013.

30. White Paper 2014-05, " How to Design a Proper Project Execution Cost Breakdown Structure " , Project Value Delivery, 2014.

31. Youngsoo J ung, A.M.ASCE, and Sungkwon Woo, " Flexible Work Breakdown Structure for Integrated Cost and Schedule Control ", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 2004.

32. US. Department of Defense Standard Practice, " Work Breakdown Structures For Defense Materiel Items", MIL-STD-881C 3 October 2011.

33. M. Kishk, A. Al-Hajj, R. Pollock G. Aouad, " A practical Cost Breakdown Structure for effective Whole -Life Costing of Built Assets", The Scott Sutherland School, the Robert Gordon University, Aberdeen, AB10 7QB.

34. Federal Highway Administration (FHWA). Storm water Best Management Practices in an Ultra-Urban Setting: Selection and Monitoring. May, 2002 .

35. M. Gnatz, M. Deubler, M. Meisinger, and A. Rausch, "Towards an Integration of Process Modeling and Project Planning," 5th Int. Workshop on Software Process Simulation and Modeling "ProSim 2004," pp. 22-31, 2004.

36. L. M. L. Chung and K. C. C. Chan, "Integrating Project Planning and Process Modeling for Software Development," IEEE Workshop on Application-Specific Software Engineering and Technology, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, 1999.

37. Jonathan Lee*, Whan-Yo Deng*, Wen-Tin Lee*, Shin-Jie Lee*, Kuo-Hsun Hsu**, and Shang-Pin Ma (Integrating Process and Work Breakdown Structure with Design Structure Matrix) Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 2010.

38. Forest Peterson, Martin Fischer," Case Study: Scope-Cost-Time Integrated Model With Work Breakdown Structure, CIFE Working Paper (WP115), Stanford University, 2009.

39. Barbara Kneen, Annlemiley, and Linda Wagenet, " Water Treatments NOTES, Reverse Osmosis treatment of Drinking Water" Cornell Cooperative Extension, College of Human Ecology, Up dated in November ,2005.

40. Twitchell, J."How to Buy a Radon Aeration System". Freeport, MI:Air & Water Quality Inc.Available at:ttp://www.awqinc.com/article_radon_system.htm l,2000.

41. Robillard, P.D., Sharpe, W.E., and Swistock, B.R. " Water Softening. University Park", PA: Penn State Cooperative Extension. Available at: http://www.sfr.cas.psu.edu/water/ water %20softening.pdf, 2001b.

42. Robillard, P.D. Sharpe, W.E., and Swistock, B.R. " Reducing Radon in Drinking Water". University Park, PA: Penn State Cooperative,2001a.

43. Kocher, J., Dvorak, B., Skipton, S. " Drinking Water Treatment: Distillation. Lincoln", NE: Nebraska Cooperative ,2003.

44. USEPA, United States Environmental Protection Agency , "Treatment Technology Evaluation Handbook for Small Systems" EPA 816-R-03-014. Washington D.C.: USEPA Office of Water, 2003.

45. James, J. Clark. P hilipd. L ittrell, " Breaking Down "The Work Breakdown Structure, Program - Project Management, 2002.