مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (5) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (5) 2015

تطوير منهجية لتحليل وإدارة مخاطر مشاريع السدود في سورية

الدكتور فايز جراد *

هبة الدبس **

(تاريخ الإيداع 8 / 4 / 2015. قُبِل للنشر في 4/ 10 / 2015)

□ ملخّص □

تعد السدود (Dams) من المشاريع الضخمة والمعقدة ، وتتصف بطول فترة التنفيذ عموماً وكلفة التنفيذ الهائلة في بعض الأحيان، فقلّما نُفِّذ سد في سوريا ضمن إمكانيات الخطة التقديرية التي وضعت له من كلفة وزمن ويعود ذلك للمخاطر التي اعترضت تلك المشاريع خلال مرحلة التنفيذ وأثّرت بشكل مباشر على إحدى/ أهداف المشروع الأساسية (كلفة و زمن و جودة).

يتناول هذا البحث واقع تنفيذ السدود المتأخر، عن طريق القيام بدراسة للمخاطر التي تعرض لها قطاع التنفيذ وأثرت على أهداف المشروع الأساسية (كلفة – زمن – جودة) ، من خلال بحث ميداني يشمل دراسة أكثر من خمس وثلاثين سداً منفذاً في سوريا .

وقد استخدمت لهذه الغاية استمارة استبيان تم توزيعها على شريحة من الخبراء والفنيين في السدود ، مكنت من الحصول على قائمة بالمخاطر التي يعاني منها تنفيذ السدود بالإضافة لتقييمها ، في محاولة لتطوير منهجية علمية لتحليل وإدارة مخاطر مشاريع السدود عن طريق تقييم احتمالات حدوثها وأثرها على أهداف المشروع في حال حدوثها وإدخال معيار جديد للتقييم وهو إمكانية الكشف /السيطرة عليها وذلك وفق منهج FMEA (تحليل نموذج الفشل وآثاره) ودمجه بالمنطق الضبابي، والقيام بترتيب تلك المخاطر وفقاً للدرجة الحرجة (RCN) الخاصة لكل خطر بهدف التنبه المبكر لها مما يمكننا من التعامل معها بالشكل الصحيح مع اقتراح استراتيجيات الرد المناسبة لها.

الكلمات المفتاحية : إدارة مشاريع، إدارة مخاطر ،مشاريع السدود ..

* **مدرس –قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – سورية.**

** **طالبة ماجستير– قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – سورية .**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (5) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (5) 2015

Development a Method to Analyze and Risk Management in Dams Projects in Syria

Dr. Fayez Jrad [*]
Heba Aldbs [**]

(Received 8 / 4 / 2015. Accepted 4 / 10 / 2015)

□ ABSTRACT □

The Dams are large and complex projects, and are generally characterized by the enormous cost of implementation in some cases, and the length of the implementation period, are rarely carried out a dam in Syria within the estimated plan which developed his of the cost and time, this is due to the risks that intercepted projects during the implementation phase and directly influenced the basic project objectives (cost and time and quality).

This research experiences to the reality of the implementation of the late dams, through undertake a study the risks suffered by the implementation of sector and influenced the basic objectives of the project (cost - time - quality), through a field survey study includes more than thirty-five dams in Syria.

For this purpose have been used survey was distributed to a slice of experts and technicians in the form of dams, has enabled to obtain a list of the risks faced by the implementation of dams in addition to the assessment, In an attempt to develop a scientific methodology to analyze and manage the risks of dam projects by assessing the probability of their occurrence and their impact on the objectives of the project in the event of occurrence, with introduce a new standard for evaluating a detection / control, As per the approach to FMEA /Failure Mode and Effect Analysis/ and incorporate logic fuzzy, and arrange those risks according the Risk Criticality Number (RCN) for each risk early in order be sensitive to them than we can handled properly with proposing appropriate response strategies.

Key word : project management , risk management , dam construction projects , FMEA.

[*]**Associate Professor , Department Of Construction And Management Engineering, Faculty Of Civil Engineering, Tishreen University , Lattakia, Syria .**
**** Postgraduate Student , Department Of Construction And Management Engineering, Faculty Of Civil Engineering, Tishreen University , Lattakia, Syria .**

مقدمة :

تعد السدود (Dams) من أكبر المنشآت المائية المنفذة على الأنهار الدائمة الجريان أو الوديان الموسمية وأكثرها أهميةً لفوائدها وأغراضها المتعددة، و منذ سنوات عديدة تم الترويج لبناء السدود على أنها تقدّم الطاقة الكهرومائية الأكثر اقتصادية (بمقارنة كلفة البناء مع الفوائد الجمّة التي توفّرها لنا) لكن اليوم مقولة أن الطاقة المائية هي اقتصادية لا يمكن الدفاع عنها، لأن التكاليف الحقيقية الباهظة التي تواجه البناء والمخاطر وضعف أداء السدود بعد إقامتها وفشلها أحياناً أدت لجعلها مشاريع غير مجدية اقتصادياً في الكثير من الأحيان.

فمشاريع السدود تعد من المشاريع الضخمة والمعقدة بسبب حجم المشروع الكبير، الطبيعة المعقدة وكثرة عوامل الحيرة وعدم التأكد المحيطة فيها(كالشروط التحت الأرضية والكوارث الطبيعية ..) وكلفة البناء العالية [1] ، تلك العوامل وغيرها الكثير تؤدي لحدوث مشاكل ومخاطر قد لا تملك إدارة المشروع القدرة الكافية للتعامل معها ضمن إمكانيات كلفة وزمن التنفيذ المحددان للمشروع ما يؤدي لتجاوزات بالكلفة والوقت فيها. هذا وقد وصلت نسبة تجاوز الكلفة في السدود التي نفذت حول العالم حتى 100% [2] والتأخير بالوقت تجاوز السنتين [3]، وكان من الأسباب العديدة لتلك التجاوزات وفق دراسة قامت بها اللجنة العالمية للسدود (WCD) عام 2000 :(قلة الخبرة الإدارية ، ضعف التحريات الجيولوجية ، جداول زمنية غير واقعية ، عدم توافر اليد العاملة الخبيرة ..) [3] .

نتيجة لذلك جاءت تقنيات إدارة المخاطر في المشاريع لمعالجة تلك المخاطر التي تؤدي لتجاوزات الوقت والكلفة كما في كثير من الدراسات ، كدراسة في الهند [4] التي تم فيها تحليل أسباب تجاوزات الوقت والكلفة والتي تبين فيها أن مخاطر "التضخم" و"تقلبات سعر الصرف" هي السبب الرئيسي لتجاوز الوقت و"مخاطر ضعف التحريات الجيولوجية "خلال الدراسة الأولية التي تسبق مرحلة البناء هي السبب الرئيسي لتجاوزات الوقت ، وذلك لا يتفق مع دراسة تمت في ايران [1] لتي بينت أن السبب الرئيسي لتلك التجاوزات هو" اتخاذ المعيار المادي أساسا لاختيار العطاء" و"عدم تبني شركة منفذة خبيرة"، واستخدمت هذه الدراسة منهج لتحليل المخاطر بالاعتماد على النظرة الضبابية، بالإضافة للكثير من الدراسات التي تنسب فشل المشاريع إلى قلة الإدارة الفعالة لأحداث الخطر [5] .

في سوريا لاحظنا من خلال دراستنا واقع التنفيذ المتردي والمتأخر، فقلما نفذ سد ضمن امكانيات الكلفة والتقدير الزمني الموضوع له ذلك لعدم المتابعة المطلوبة خلال التنفيذ ولسوء التخطيط الذي لا تطبق فيه عناصر تقييم المخاطر، الأمر الذي يعرِّض المشروع إلى مشاكل ومخاطر قد لا تملك إدارة المشروع القدرة الكافية للتعامل معها ضمن إمكانيات الكلفة والزمن. حاولنا في دراستنا حصر تلك المخاطر في قائمة عن طريق دراسة مشاريع سابقة منفذة والعديد من المقابلات التي قمنا بإجرائها مع خبراء في التنفيذ الذين أكدوا لنا أن تنفيذ السد من الأعمال المرهقة والشاقة جداً، وقد تبين من دراستنا أن هناك تجاوزات كبيرة بالكلف التقديرية وصلت لأضعاف قيمة العقد في بعض السدود مع وجود الكثير من الصعوبات التي تقف عثرة بمواجهة شركات القطاع العام الإنشائي المنفذة للسدود ، فهي تعاني من قلة الخبرة في مجال التنفيذ بالإضافة لعدم وجود الكادر العلمي المؤهل لتصميم سد بالكامل، هذا وتنحصر دراسة مثل هذه المشاريع الضخمة بدول خارجية مما يشكل عائقاً كبيراً يتمثل بصعوبة التعامل مع المشاكل التي قد تطرأ خلال التنفيذ، عدا عن التأخيرات التي تحدث نتيجة لانتظار الردود والكتب حول أي مشكلة ، أو حتى طلب خبراء فنيين في بعض الحالات لضرورة التنفيذ . وتندرج هذه العوائق والصعوبات تحت إطار ما يسمى بالمخاطر لأنها تنعكس في النهاية على أهداف المشروع الأساسية .

فالمخاطر والصعوبات التي قد تعترض بناء السدود أو تزيد من كلفتها أو حتى تؤثر على جودتها تكبد بلدنا خسائر مادية كبيرة وتعتبر استهلاك كبير للوقت وتؤثر على الجدوى الاقتصادية له [1] .

1.1. علم إدارة المخاطر :

تم في السنوات الأخيرة تطوير الأبحاث وتكثيفها في مجال إدارة المخاطر، ووفقاً لدراسة حديثة قد أخذت هذه الأبحاث أعلى نسبة للأبحاث التي قدمت في علم إدارة المشاريع [6] .

في الأدب كلمة **خطر** استخدمت في العديد من المعاني والتعريف الأكاديمي للخطر هو فرصة حدوث شيء سيؤثر على أهداف المشروع سواء كان ايجابي أو سلبي [7] ، وعرّفت **إدارة المخاطر** بأنها: "عملية منهجية للبحث عن مناطق الخطر والتحديد بإدراك كيفية علاج كل واحدة "[8]، نحن لا نستطيع أن نمنع الخطر أو نتحكم به بشكل تام، فقط نستطيع أن نستجيب لحدث الخطر، فإذا كنا جاهزين بخطة استجابة فستنخفض صدمة حدوث الخطر، وعن طريق استخدام عملية إدارة المخاطر قد نجد بدائل أو نستكشف الفرص ونحاول زيادتها خلال دورة حياة المشروع ، وتعتبر هذه العملية الأساس في عملية صنع القرار[9] .

2.1. خطوات عملية إدارة المخاطر : هناك 4 خطوات لتعريف عملية إدارة الخطر [10] :

1. **خطة إدارة المخاطر Plan Risk Management.**
2. **تعريف وتحديد المخاطر Identify Risk:** وتعتبر أهم خطوة في عملية إدارة المخاطر، فهي تتضمن تحديد مصدر ونوع الخطر، حيث يتم تصنيف المخاطر للمساعدة في فهمها وتسهيل تعريفها بالإضافة لتحديد أسبابها وقد اعتمد التصنيف المطبق على مشاريع السدود والذي صنف المخاطر وفقاً لمنشئها إلى[11] :

مخاطر تنفيذية و مخاطر الصحة والسلامة و مخاطر بيئية و مخاطر قانونية و مخاطر تشغيلية ، بالإضافة للمخاطر الفيزيائية ، المخاطر التصميمية ، المخاطر اللوجستية ، المخاطر المالية .

3. **تقييم وتحليل المخاطر : أ- التحليل النوعي Qualitative Analysis:** ويتم خلاله تحديد أولويات المخاطر التي تؤثر على أهداف المشروع وذلك بتقدير احتمال وقوعها والأثر الناتج عنها [7] . وإن جمع المعلومات المطلوبة لتحديد المعايير السابقة يتوقف على نوع الطريقة أو التقنية التي سيتم استخدامها في التحليل الكمي .

ب- التحليل الكمي Quantitative Analysis: وفيها يتم تزويد القيم العددية نتيجة للتقييم النوعي لكل من قيم احتمال وآثار المخاطر .

4. **مرحلة الاستجابة للخطر : أ- تخطيط رد الخطر Responses Planning :** توجد عدة استراتيجيات معروفة ومجربة للاستجابة للخطر، هذه الاستراتيجيات الشائعة لمواجهة المخاطر تتضمن : تعديل الإجراءات والخطط لتجنب أو تفادي الخطر، تحويل الخطر(نقله) ، وتخفيض الخطر ، والتحضير لخطط الطوارئ أو قبول الخطر [12] .

ب- المتابعة و السيطرة على المخاطر Control Risks.

أهمية البحث وأهدافه :

إن آليات واستراتيجيات الرد على المخاطر في قطاع تنفيذ السدود في سوريا لا تزل بسيطة وغير مدروسة بطريقة علمية ، حيث تعتمد فقط على الخبرة .

وتكمن أهمية هذا البحث بأنه يحاول إيجاد الحلول لهذه المشكلة الأساسية التي تعاني منها أغلب مشاريع السدود لدينا، فهناك العديد من المشاريع قد فشلت على الرغم من التكلفة الباهظة التي صرفت عليها، عدا عن هدر

الملايين من الأمتار المكعبة من المياه والزمن الضائع على دراستها أو حتى تنفيذها، وذلك بسبب المخاطر والصعوبات التي اعترضتها خلال التنفيذ ، يحاول هذا البحث تقديم منهجية لتحليل وإدارة مخاطر مشاريع السدود .

مما سبق نلاحظ أن المشكلة التي يطرحها البحث يمكن صياغتها بالسؤال التالي: **ماهي أهم المخاطر المتوقع حدوثها في مشروع السد ؟ وما مصادرها و أنواعها ؟ وما هي طرق تشخيصها ؟ وما الاستراتيجيات التي يمكن تبنيها لمعالجتها أو الاستجابة لها؟**

ويعد الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو : ((**تطوير نموذج لتحديد أهم المخاطر في مشاريع السدود أثناء التنفيذ ومن ثم تقييمها وايجاد استراتيجية الرد المناسبة لها**)) ، ومن أهداف هذا البحث أيضاً بناء معلومات إحصائية للمخاطر تساعد في التصميم الجيد للمشاريع المستقبلية أي ((الحصول على أداة لدعم القرار خلال تنفيذ السد)) .

طرائق البحث ومواده :

المنهج المستخدم في البحث منهج تحليلي احصائي معتمد على تقنية (تحليل نموذج الفشل وآثاره) /Failure Mode and Effect Analysis//FMEA/: حيث استخدمنا أسلوب المقابلات الشخصية (أسلوب دلفي وأسئلة التسبب بالمخاطر) مع خبراء في السدود (مهندسين استشاريين، مديري مشاريع ...) ، بالإضافة للمعرفة الموثقة من بيانات مشاريع سابقة للحصول على المعلومات المناسبة وتحديد قائمة مخاطر مشاريع السدود وذلك لتقييمها اعتماداً على تقنية /FMEA/.

/FMEA/ هي إحدى تقنيات تحليل الخطر الموصي بها في الكودات الدولية مثل / MIL-STD/ الأميركي [13] ، وخلال السنوات العشر الأخيرة تم تمديد استخدامها في إدارة المخاطر للمشاريع (RFMEA). فهي عبارة عن تقنية منظمة يمكن أن تساعد في تمييز كل أنماط الفشل (مخاطر المشروع) وتقييم تأثيرهم ومن ثم التخطيط للإجراءات التصحيحية. وعلى الرغم من أن هذه التقنية قد استخدمت على نحو واسع إلا أن هناك بعض التقييدات الموجودة باستخدامها (كاستخدام القيم العددية) .

ضمن سياق / FMEA / التقليدي ، إن الدرجة الحرجة لنمط الفشل يحدد عن طريق حساب ما يسمى بدرجة أهمية الخطر/ Risk Priority Number /، حيث قيمة / RPN/ تتراوح بين القيمتين (1000-1) وهو دليل يحسب كنتيجة لجداء العوامل في المعادلة (1)، وأن المخاطر التي يكون لها قيمة عالية ل RPN تكون ذات أهمية أعلى من المخاطر ذات RPN الأقل.

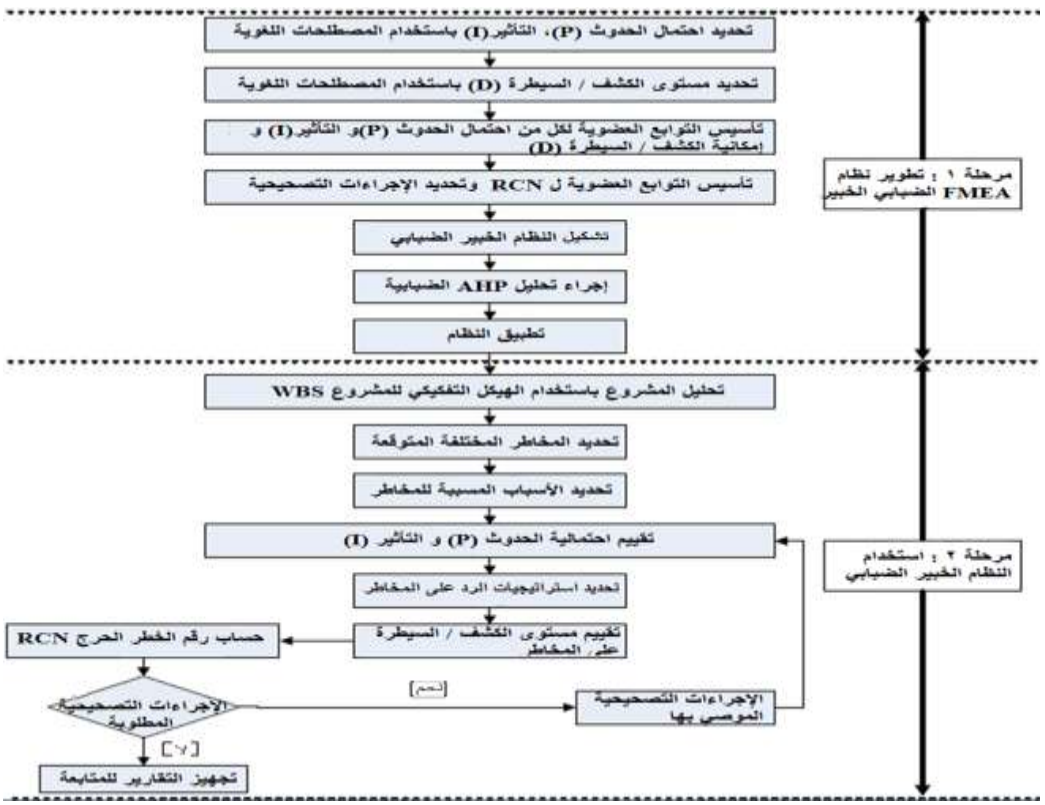
RPN = Occurrence * Severity * Detection **معادلة (1)**

- **(RPN)** : يشير إلى درجة أهمية الخطر .
- **الحدوث (O)** : تشير إلى احتمال الحدوث **P** .
- **الشدة (S)**: تشير إلى تأثير الخطر I والذي يملك 3 أبعاد :- تأثير الكلفة: **CI**- تأثير الزمن: **TI**- تأثير الجودة: **SI**.
- **الكشف (D)**: معيار جديد عرف بأنه"مقياس لإمكانية السيطرة الحالية على الخطر في حال حدوثه" [14].

وفقاً لمنهج FMEA التقليدي إن كل من الحدوث والشدة والكشف تقاس بمقياس عددي من (10-1) يستخدم لتمثيلها، ويعتقد العديد من الباحثين على أنه من الصعب استخدام القيم العددية لتقييم حدوث الخطر ويناقش الفائدة من استخدام تقنيات أخرى والتي يمكن أن تدعم تقييم لغوي لقياس المخاطر [15] .

في هذا البحث قمنا بحل تلك التقييدات عن طريق استخدام العبارات الوصفية بدلاً من القيم العددية ودمج FMEA مع المنطق الضبابي لمعالجة وحل أي من الشكوك اللغوية التي قد تحصل، و النظرة المقترحة تستخدم نظام خبير معتمد على معلومات استنتجت من الخبراء لتحليل وتفضيل أحداث الخطر المختلفة، وإن مراحل أي نظام خبير ضبابي (آلية الاستدلال الضبابية /Fuzzy Inference/) يتكون من:

1. **عملية الغموض Fuzzification** : وهي عملية تحديد التوابع العضوية للمتغيرات من خلال القيم اللغوية التي تم تعريفها وموقعها في النظام .
2. **قاعدة المعرفة Knowledge Base** : وهي تضم القواعد الضبابية التي من نوع (IF … THEN) .
3. **اتخاذ القرار Decision Making** : وهي تتضمن نتيجة الشرط الذي قمنا بوضعه .
4. **إزالة الغموض Defuzzification** : وفيها يتم الحصول على قيم عددية للمخرجات وذلك بتحويل القيم اللغوية للنتائج إلى قيم عددية بحيث يسهل على الحاسب التعامل معها. بناءً على المراحل السابقة يوضح الشكل (1) الإطار المقترح لتطبيق FMEA لتطوير نظام ضبابي خبير ومراحل تطبيقه، والتي تعد هي مراحل بحثنا في تطبيق النموذج المقترح .



شكل (1) الإطار المقترح لتطبيق /FMEA/ ، مراحل تطبيق المنهج المقترح

من الشكل نلاحظ وجود **مرحلتين رئيسيتين** :

1.3. المرحلة الأولى : تهتم بتطوير نظام FMEA ضبابي خبير، وأثناء هذه المرحلة تؤسس المصطلحات اللغوية لتحديد مستويات كل من/ P/ /I/ /D/ وأيضاً درجة أهمية الخطر RCN ثم يتم تعريف التوابع العضوية لكل منها، وتؤسس التعاريف اللغوية لاستراتيجيات الرد وتستنتج القواعد IF–THEN ثم تستخدم لبناء قاعدة المعرفة وفق الخطوات التالية:

3. 1.1. الخطوة الأولى : التعريف اللغوي لاحتمالية الحدوث والتأثير :

وفقاً للإطار المقترح تم قياس كل من المعايير التالية / D , (SI , TI , CI), P / وفق خمس مصطلحات لغوية وضعت وفقاً للمعطيات الوصفية التي تصف الظاهرة المطلوبة بشكل غير رقمي كالتالي :

- **احتمالية حدوث الخطر(P)**: تم قياس**P** وفق خمس مصطلحات لغوية [16] كما في الجدول (1) :

جدول (1) مقياس احتمال حدوث الخطر

المصطلح الوصفي	احتمالية الحدوثP %
عالي جداً / (VH)	الخطر سيحدث بالتأكيد ، ≤ 81% .
عالي / (H)	احتمال حدوث الخطر كبير ، بين 61%–80%.
متوسط / (M)	الخطر قد يحدث ، بين 41 %– 60 %.
منخفض / (L)	احتمال حدوث الخطر قليل ، بين 21%– 40 %.
منخفض جداً / (VL)	احتمال حدوث الخطر قليل جداً ، ≤ 20%.

- **شدة تأثير الخطر(I)** : إن معايير تأثير كل من الوقت والكلفة والجودة حددت من خلال عدة جلسات أجريت مع خبراء في مجال السدود وفق الجدول (2):

جدول (2) مقياس تأثير الكلفة والزمن والجودة في حال حدوث الخطر

المصطلحات	أصناف التأثيرI		
	تأثير الكلفةCI	تأثير الوقت TI	تأثير الهدف/الجودة SI
عالي جداً (VH)	زيادة الكلفة ≤10% من كلفة المشروع التقديرية .	يؤخر مدة المشروع الفعلية ≤10% من المدة العقدية .	الخطر يؤثر على جودة المشروع بشكل لا يوافق
عالي(H)	زيادة الكلفة بنسبة بين [7%–10%[من الكلفة التقديرية.	يؤخر مدة المشروع الفعلية بنسبة بين [7%–10%[من المدة	الخطر يؤثر على جودة المشروع بشكل غير مقبول
متوسط (M)	زيادة الكلفة بنسبة بين [4%–7%[من الكلفة التقديرية.	يؤخر مدة المشروع الفعلية بنسبة بين [4%–7%[من المدة العقدية	الخطر يؤثر على الجودة بشكل كبير.
منخفض (L)	زيادة الكلفة بنسبة بين [1%–4%[من الكلفة التقديرية.	يؤخر مدة المشروع الفعلية بنسبة بين [1%–4%[من المدة العقدية	الخطر يؤثر على الجودة بشكل قليل.

منخفض جداً (VL)	<1% من الكلفة التقديرية.	زيادة الجدول الزمني بنسبة ضئيلة لا تتجاوز 1% عن المدة العقدية	الخطر يؤثر على الجودة بشكل غير ملحوظ

3. 1 .2. الخطوة رقم 2 : التعريف اللغوي للكشف / السيطرة :

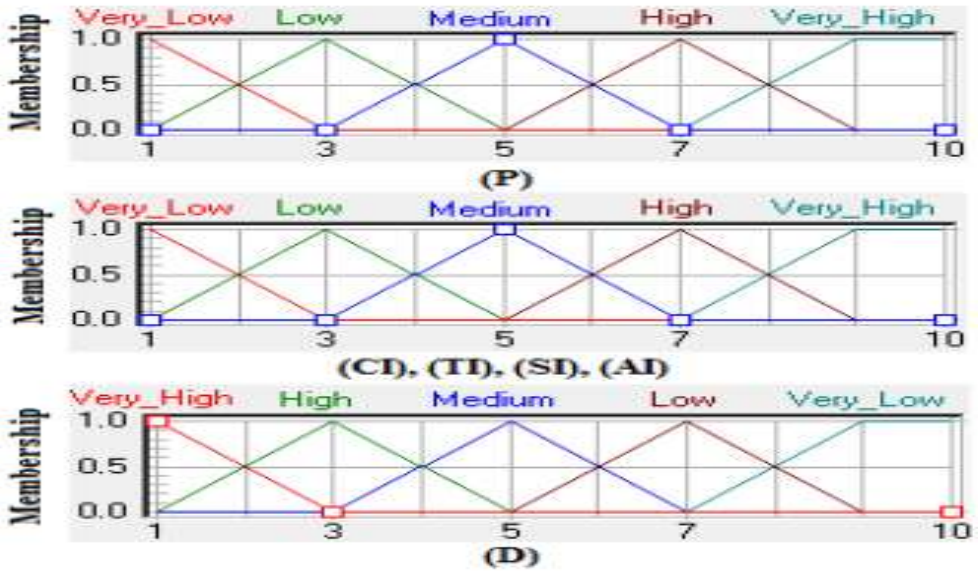
- **إمكانية الكشف أو السيطرة (D)** : أيضاً عرفت على خمس مصطلحات [17] موزعة كما في الجدول (3) التالي:

جدول (3) مقياس إمكانية الكشف /السيطرة على الخطر في حال حدوثه

المصطلح الوصفي	إمكانية السيطرة / الكشف عن الخطر
عالي جداً / (VH)	يمكن لفريق المشروع أن يعرف استراتيجية رد للخطر استخدمت في الماضي
عالي/ (H)	يمكن لفريق المشروع أن يعرف استراتيجية رد للخطر ذات تأثير مرتفع لاكتشاف
متوسط /(M)	يمكن لفريق المشروع أن يعرف استراتيجية رد للخطر ذات تأثير متوسط لاكتشاف
منخفض /(L)	يمكن لفريق المشروع أن يعرف استراتيجية رد للخطر ذات تأثير منخفض
منخفض جداً/	فريق المشروع غير قادر على تعريف استراتيجية رد للخطر تمكنه من اكتشاف

3. 1. 3. الخطوة رقم (3) تعريف التوابع العضوية للعوامل المدخلة:

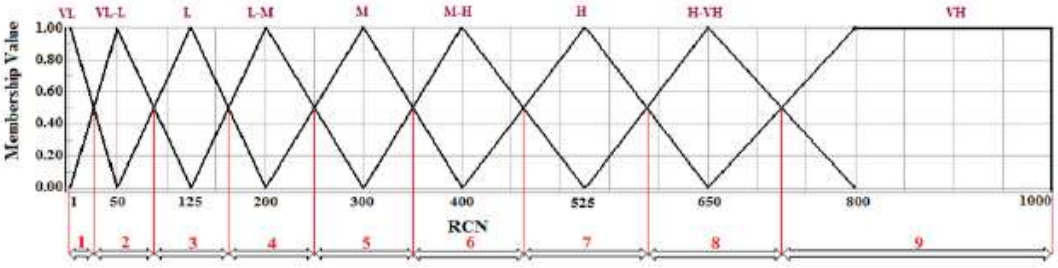
استلزمت الخطوة الثالثة تطوير التوابع العضوية لكل من العوامل المدخلة، وخلال هذه العملية تم تعريف خمس توابع عضوية لكل من(P)& (Cl,Tl,Sl) & (D) طبقاً للتعاريف اللغوية السابقة ، وذلك وفقاً للمنطق الضبابي وقد تم اختيار الأشكال المثلثية كما في الشكل(2) الذي يظهر التوابع العضوية لكل من (P) الاحتمال & التأثير (I) الممثلة ب (Cl) & (Tl) & (Sl) التي تكون متشابهة، مع الإشارة إلى أن التابع العضوي ل(D) يملك الرتبة العكسية للمصطلحات اللغوية ل (P & I).



شكل (2) التوابع العضوية لكل من (D, Sl, Tl, Cl , P).

3. 1. 4. الخطوة رقم (4) التوابع العضوية لRCN :

نعلم أن قيم (RCN) (Risk Criticality Number) تتراوح ضمن المجال (0−1000)، وفقاً للمنهجية المستخدمة التي تستخدم القواعد الضبابية IF … THEN نحتاج لتقسيم نتائج RCN إلى عدة مجالات كل واحد منها معرف بمصطلح لغوي يحدده الخبراء لقيم RCN المقابلة، تم قبول 9 مصطلحات [17] ، وبالاعتماد على نتائج المخاطر كما في الشكل (3) الذي يظهر التوابع العضوية لRCN :



شكل (3) التوابع العضوية لقيم RCN

3. 1. 5. الخطوة رقم (5) تشكيل النظام الضبابي الخبير :

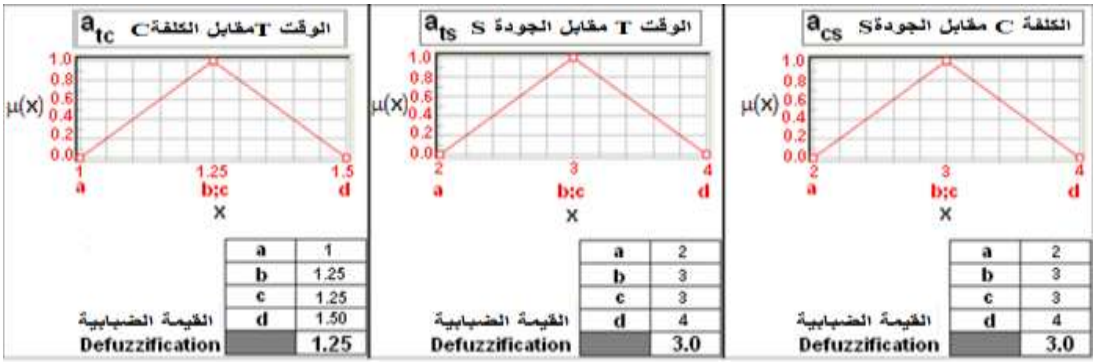
إن الخطوة القادمة في بناء النظام الخبير الضبابي ل FMEA هو بناء القواعد التي تتعلق بالمتغيرات المدخلة (I,P,D) إلى متغير الناتج RCN، كل قاعدة ضبابية IF – THEN متكونة من جزأين (فرضية & خاتمة) : الفرضية هي عبارة عن مجموعات مختلفة من المتغيرات المدخلة، بينما تمثل النتائج المخرجات الحاصل عليها من خلال التفاعل المختار بين المتغيرات المدخلة . فبينما نحن نملك 3 مدخلات (I,P,D) وكل واحد منها يمثل بخمس مصطلحات لغوية وبالتالي $5^3=125$، أي لدينا 125 قاعدة يمكن أن تولد لتغطية كل المجموعات الاحتمالية المدخلة ، مثال عن قاعدة IF – THEN :

إذا كان **احتمال الحدوث منخفض جداً (VL)** و **التأثير منخفض جداً (VL)** و **إمكانية الكشف/السيطرة عالية (H)** ، بالتالي فإن **RCN (درجة أهمية الخطر) منخفضة جداً (VL)** .

3. 1. 6. الخطوة رقم (6) AHP الضبابية لكل من CI,TI, SI:

كما ذكرنا سابقاً أنه لدينا 3 أنماط من التأثير (تأثير الكلفة ، الزمن ، الجودة) ، والتي لأهميتها سيتم قياس كل واحدة منها على حدى ثم القيام بتجميعها في قيمة التأثير التجميعي الكلي AI عن طريق معادلة استخدم فيها مفهوم AHP الضبابي لإدخال مقدار تأثير كل عامل وفقاً لأهميته .

عملية التحليل الهرمي أنشئت من قبل Saaty [18] للمساعدة في اتخاذ القرارات للمشاكل التي تكون متعددة المعايير، وفقاً للمنهجية المتبعة ل AHP الضبابية تمت مقارنة الأهمية النسبية لأهداف المشروع كالتالي : المقارنة ما بين الوقت Tو الكلفة C والمسماة ب /**atc**/، و مقارنة الكلفة C مقابل الهدف S ب/**acs**/ ، ومقارنة الوقت Tمقابل الهدف /الجودة S ب /**ats**/ ، حيث تم ذلك باستخدام عدد ضبابي رباعي قياسي (STFN)، بمعنى آخر كل تفضيل تم باستخدام 4 بارامترات (a,b,c,d) كما هو ظاهر في الشكل (4) ومن هذه القيم يتم حساب (atc ,acs ,ats) بالطريقة الضبابية. حيث تم وضع القيم (a ,b=c, d) بناءً على آراء خبراء في المشاريع وفقاً للمنهجية المأخوذة من بحث ل (Fayek & Abdelgawad) [17] مطبق على مشاريع أنابيب للنفط واستخدم فيه AHP الضبابية، مع الإشارة إلى أنه يمكن تغيير هذه القيم بناء على تقييم وفق آراء أخرى شكل(4).



شكل (4) حساب قيمة الأهمية النسبية لكل معامل بالنسبة للآخر

القيم الثلاث الناتجة هي الأهمية النسبية لكل معامل (كلفة ، وقت ، جودة) بالنسبة للآخر وتشكل مصفوفة المقارنة الثنائية، ومنها تحسب أولويات (أوزان Aw) كل بديل وفقAHP ، وتستخدم النتائج الحاصلة من المصفوفة في معادلة التأثير التجميعي الكلي AI المعادلة (2) التالية :

معادلة (2) AI=**0.397***Cost Impact + **0.460** * Time Impact+ **0.143** * Scope Impact

3. 1. 7. الخطوة رقم (7) تطبيق النظام (تحليل الخطر RA) :

النموذج المقترح استخدم لتصميم برنامج سمي تحليل الخطر (RA, Risk Analysis) والمطبق باستخدام لغة البرمجة (C#) وذلك باستخدام V.Studio 2010، متضمناً المكتبات الخاصة بلغة ال(C#) وذلك بالاعتماد على قواعد بيانات Microsoft Access & OLDB وفقاً للجداول والاستعلامات الخاصة بإدخال وتعديل وحذف البيانات. بني برنامج (RA) لدعم اتخاذ القرار للأمور المتعلقة بالخطر الحرج عن طريق تزويد الإدارة العليا للمشروع بالتقارير المهمة للخطر المقيم، الشكل (5) يظهر شاشة العرض الرئيسي لبرامج (RA) .

استخدام البرنامج يتم وفق الخطوتين التاليتين :

الخطوة الأولى : فيها يتم حساب قيم التأثير التجميعي/الكلي AI لكل خطر من خلال المعادلة (2) وذلك بعد الحصول على نتائج تقييم التأثير ل /CI,TI,SI/ ، عن طريق استخدام المقياس العددي من (1-10) والمرتبط بالمصطلحات اللغوية المناسبة ، تلك المعادلة ناتجة عن إجراء تحليل AHP الضبابية ويتم تطبيقها عن طريق ملف excel سهل الاستخدام .

الخطوة الثانية : هي تحليل آلي للخطر الحرج عن طريق الإدخال اليدوي للبيانات المتعلقة بتقييم كل من /P ,D AI/ لكل خطر متوقع والتي يزوَّد بها محلل الخطر ، ثم حساب قيمة RCN والتي تتم عن طريق زر RCN الموجود في الأعلى والمرتبط آلياً بالنظام الضبابي الخبير، حيث تجرى عملية الاستدلال الضبابية لحساب قيمة RCN، هذه القيمة تقدم إلى المحلل (مستخدم البرنامج) مع استراتيجية الرد المناسبة وثم تدخل/ الإجراءات التصحيحية المناسبة المقترحة / لكل خطر من قبل محلل الخطر .

شكل (5) واجهة البرنامج الخاصة بإدخال مخاطر المشروع

3. 2. المرحلة الثانية : تطبيق النموذج المقترح (تطبيق برنامج RA على مشاريع السدود) :

3. 2. 1. تحديد المخاطر ومصادرها:

تم جمع المعلومات حول مشاريع السدود من خلال العودة إلى الأضابير الموثقة وإجراء المقابلات الشخصية ، بالإضافة لمحاولة الخروج إلى بعض المشاريع القريبة ومراقبتها لتكوين صورة أولية عن واقع التنفيذ، ومن خلال تلك المقابلات وبالرجوع إلى أضابير مشاريع لأكثر من 15 سد في منطقة الحوض الساحلي وبالاستناد أيضاً على إحصائية أجريت في جامعة حلب ضمت أكثر من 20 سد منفذ في المنطقة الوسطى [19]، وبالتالي تكون عينة البحث التي جمعت منها المعلومات حوالي 35 سد، استنتجنا منها 44 خطر، تم تصنيفها وفقاً للتصنيف المعتمد [11] تمهيداً لمرحلة تصميم الاستبيان التالية جدول (4).

جدول (4) قائمة مخاطر مشاريع السدود مصنفة وفقاً لمصادرها

رقم الخطر	مخاطر لها علاقة مباشرة بالتنفيذ
R1	انزلاقات و تشوهات خلال التنفيذ في جسم السد / جوانب حفرية الخندق
R2	اكتشاف مادة الجبس / مواد ذات نفوذية عالية ، غير موجودة بالدراسة الفنية
R3	النفوذية الكبيرة لتربة الأساس وضرورة وضع حلول سريعة لتقليل الرشح
R4	تغير نوعية التربة / طبيعة الأرض عن ما هو موجود بالدراسة
R5	ظهور فالق بالتربة (هبوط كبير جداً)
R6	ظهور المياه الجوفية بكميات كبيرة جداً
R7	الغش والفساد المؤديان لأخطاء بالتنفيذ
R8	عدم التقيد أو الالتزام بالبرنامج الزمني المدروس
R9	التسريع في التنفيذ لتدارك تأخيرات سابقة المؤدي لتخفيض جودة الأداء
R10	زيادة كميات أعمال الحقن (تكتيم المنطقة)
R11	سوء التنفيذ بسبب الفهم السيء لتفاصيل مخططات التصميم
R12	تشكل أقماع بأرضية بحيرة تخزين السد

رقم الخطر	مخاطر إدارية
R13	عدم وجود نظام لضبط الجودة خاص لمشاريع السدود (ضمن شركات التنفيذ)
R14	التأخيرات ببدء تنفيذ السد إما (لعدم اتخاذ القرار بتنفيذه / مشاكل بين الدارس و المالك)
R15	ضعف الاتصال بين أطراف المشروع
R16	صعوبة تأمين كوادر خبيرة متخصصة لهذا النوع من المشاريع (السدود)
R17	صعوبة تأمين الأجهزة البيزو مترية الخاصة لقياس الرشوحات
R18	انتقال التعاقد للمشروع من شركة لأخرى
R19	نقص الخبرة الإدارية
R20	استخدام مواد للردم من مقالع جديدة لم تدرس مسبقاً بسبب انتهاء استثمار المقلع الموجود بالدراسة
R21	نقص المهارات الفنية للعمال في الموقع ذلك لخصوصية هذا النوع من المشاريع
R22	تغيرات معدلات الأداء لكل من (الأليات– العمال)

رقم الخطر	مخاطر الصحة والسلامة
R23	عدم اتباع نظام للأمان و السلامة في الموقع / حادث وفاة
رقم الخطر	مخاطر طبيعية / بسبب الظروف القاهرة
R24	صعوبة الوصول إلى الموقع (مكان السد بعيد عن مكان الشركة)
R25	كوارث بيئية (فيضانات – زلازل)
R26	ظروف جوية سيئة غير متوقعة
رقم الخطر	مخاطر تصميمية
R27	كلفة تقديرية غير دقيقة / انحراف كبير بالكلفة
R28	عدم التطابق ما بين نتائج التجارب المخبرية و النتائج على أرض الواقع
R29	أوامر تغيرية خلال التنفيذ
R30	ضعف التحريات الجيولوجية الخاصة بالموقع
R31	عدم الدقة في حساب كميات الأعمال التقديرية
R32	تكنلوجيا تنفيذ غير واضحة أو عدم تطبيقها بسبب تعقيدها

رقم الخطر	مخاطر سياسية
R33	حرب (سرقات و عدم الأمان)
رقم الخطر	مخاطر اجتماعية
R34	انتقال مكان السكن للعديد من الساكنين في منطقة حوض السد
رقم الخطر	مخاطر قانونية
R35	تعليق العمل
R36	التأخيرات في إعطاء التصاريح و الموافقات و الردود
رقم الخطر	مخاطر لوجستية

R37	عدم جاهزية الآليات الانتاجية و الهندسية المستخدمة أو تعطلها
R38	التأخيرات في استيراد (المواد & الاليات & التجهيزات)
R39	الصعوبات الفنية في استيراد المقالع
R40	برنامج زمني غير حقيقي يفتقر لخطط الإمداد اللوجستي
R41	نقص في الاجهزة الخاصة بالسدود / استخدام تجهيزات حديثة لأول مرة
رقم الخطر	مخاطر مالية
R42	التضخم و ارتفاع الأسعار
R43	تأخر تسديد الكشوف في مواعيدها / انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
رقم الخطر	مخاطر بيئية
R44	تلوث و انتشار الأوبئة والحشرات

3. 2. 2. تقييم المخاطر :

أ. تصميم الاستبيان:

تم تصميم استبيان استناداً على استبيانات صممت مسبقاً في دراسات أخرى تمت لغرض تقييم المخاطر، وفقاً للمنهجية المتبعة في بحثنا /تقنية FMEA/ تم تقسيم الاستبيان لثلاث أقسام كما يلي :

- **القسم الأول:** يصف المعيار المستخدم وفق المنهجية المتبعة لكل من احتمال الحدوث (P) وأصناف التأثير (I) وإمكانية الكشف/السيطرة (D) ليتمكن المجيب من معرفة المقياس المحدد لكل حالة والمعايير التي استخدمت وذلك وفق الجداول (1)، (2)، (3) السابقة .
- **القسم الثاني** : بهذا القسم يبدأ الخبراء والمستجوبين الإجابة حيث يتضمن معلومات مهنية عن المستجوبين .
- **القسم الثالث** : وهو القسم الأهم في بحثنا الذي من خلاله سيتم وضع القيم وآراء الخبراء في تقييم المخاطر ، وفيه قائمة المخاطر مصنفة وفقاً لمصادرها ، بالإضافة لوضع مكان فارغ لوضع مخاطر لم تذكر . حيث يطلب من الخبراء تقييم كل من قيم احتمال حدوث الخطر والتأثير (الكلفة ، الزمن ، الجودة) في حال الحدوث ومن ثم إمكانية الكشف أو السيطرة عليه ، وذلك لكل خطر على حدى ووفقاً للمصطلحات اللغوية التي تم ذكرها وذلك على شكل جدول .

ب. توزيع الاستبيان :

تم توزيع نسخ الاستبيان في مديريات المياه والموارد المائية والهيئات المسؤولة عن تنفيذ السدود في كل من محافظتي اللاذقية وطرطوس ، ولقينا الدعم والتعاون من قبل بعض الخبراء الذين قاموا بمساعدتنا في توزيع الاستبيان عن طريق الفاكس لمدراء المشاريع الواقعة في مناطق غير محافظتي طرطوس واللاذقية ، ذلك ساعد كثيراً في محاولة الحصول على عينة أكبر وخاصة في ضوء قلة الخبراء و صعوبة الوصول إليهم ، حيث تم في النهاية توزيع أكثر من 50 نسخة من الاستبيان لخبراء ومهندسين في التصميم والتنفيذ والإشراف والإدارة والتخطيط لهذه المشاريع ، وتم إجراء مقابلات مع ثلاثين مستجيباً منهم خلال تعبئة الاستبيان واعتبرت إجاباتهم هي عينة البحث (30 نسخة) ضماناً لأن تكون الإجابات دقيقة وموحدة والحصول في النهاية على نتائج دقيقة بحيث يشكل هذا العدد نسبة (60%) من عدد النسخ الموزعة، وكانت النتائج كما هو موضح في الفقرة التالية .

النتائج والمناقشة:

5. **1. <u>نتائج المجيبين وفقاً لمجال عمل وعدد سنوات الخبرة</u>:** جدول (5):

جدول (5) النسب المئوية للمستجوبين وفقاً لمجال عملهم & النسب المئوية للمستجوبين وفقاً لعدد سنوات خبرتهم

عدد سنوات الخبرة	عدد المستجوبين	النسبة المئوية للمستجوبين
من1-5 سنوات خبرة	2	6.67%
من 6-10 سنوات خبرة	10	33.33%
أكثر من 10 سنوات	18	60%
المجموع	30	100%

مجال عمل المستجوبين	عدد المستجوبين	النسبة المئوية للمستجوبين
مهندس استشاري	6	20%
مهندس دارس	0	0%
مدير مشروع	12	40%
مهندس إشراف	8	26.67%
مهندس تخطيط	4	13.33%
مساعد مهندس	0	0%
المجموع	30	100%

نلاحظ من الجداول السابقة أن خبرة ومجال عمل الخبراء الذين تم استجوابهم عالية فقد وصلت نسبة الخبراء الذين خبرتهم تزيد عن 10سنوات إلى 60% من نسبة الإجابات الكلية، وأغلب الخبراء هم مدراء مشاريع سدود أو مهندسين استشاريين وهذا ما يزيد من دقة وموثوقية النتائج والمعلومات التي تم الحصول عليها .

4. 2.<u>الكلف التقديرية وأنواع المشاريع التي تم التعامل معها وفقاً لارتفاعاتها من قبل المستجوبين</u> :

جدول(6)

جدول (6)النسب المئوية للمستجوبين وفقاً لكلف المشاريع & النسب المئوية للمستجوبين وفقاً لأنواع المشاريع

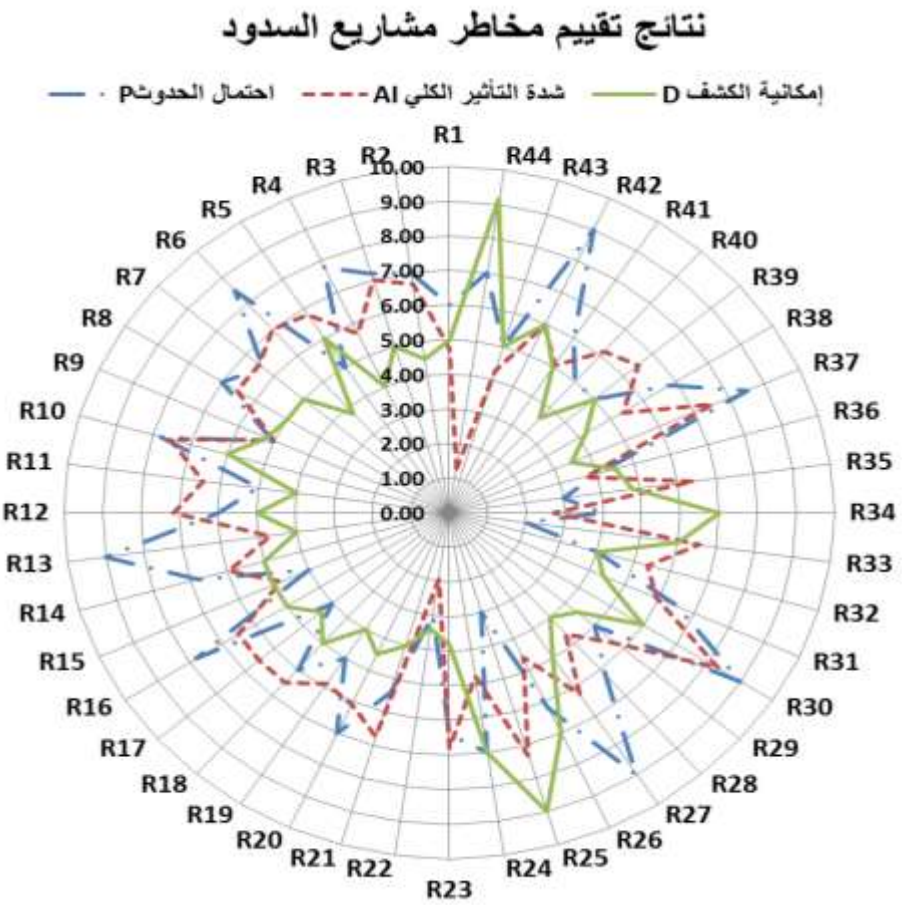
كلف المشاريع(ل.س)	عدد المستجوبين	النسبة المئوية للمستجوبين
أقل من 50 مليون	0	0%
50-300 مليون	0	0%
300-600 مليون	5	17%
600 مليون-1 مليار	9	30%
أكثر من 1 مليار	16	53%
المجموع	30	100%

أنواع المشاريع	عدد المستجوبين	النسبة المئوية
ارتفاعها أقل 15 م	5	16.67%
ارتفاعها 15-45 م	7	23.33%
45-100 م	18	60.00%
ارتفاعها 100 م	0	0%
المجموع	30	100%

نلاحظ من النسب السابقة أن السدود التي تم التعامل معها من قبل المستجوبين كانت أغلبها من السدود الكبيرة ذات الكلفة العالية ، فقد بلغت نسبة كلف السدود التي تتجاوز 1 مليار (53%) أعلى نسبة بين السدود التي تم التعامل معها، بالإضافة لكون أغلب السدود التي تم التعامل معها من قبل المجيبين عالية الارتفاع (60%)كأعلى نسبة أيضاً .

4. 3. نتائج تقييم كل من احتمال حدوث الخطر P، شدة التأثير الكلي AI وإمكانية الكشف / السيطرة D:

الشكل (6) يظهر نتائج تقييم كل من احتمال الحدوث وقيم إمكانية الكشف/السيطرة :

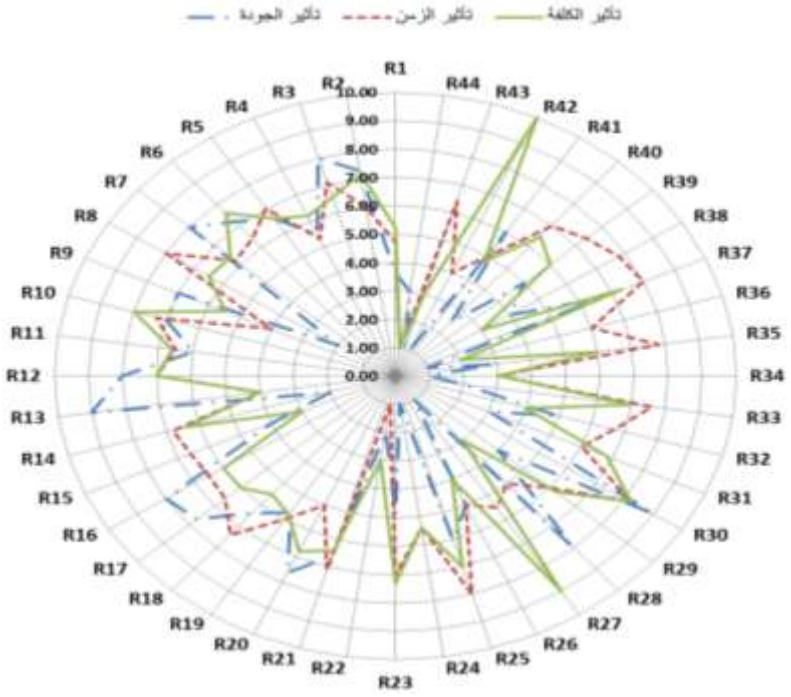


شكل (6) نتائج تقييم المخاطر لكل من احتمال الحدوث ، شدة التأثير، إمكانية الكشف/السيطرة.

نلاحظ أن أكثر المخاطر احتمالاً هي المخاطر التي يعاني منها قطاع تنفيذ السدود في سوريا بشكل خاص والقطاع العام بشكل عام ، فمخاطر عدم وجود نظام لضبط الجودة (R13) ضمن شركات التنفيذ هي أكثر المخاطر احتمالاً، وذلك كون دراسة مشاريع السدود خارجية وتصميمها يعتمد بشكل أساسي على المواصفات الفنية المتعلقة بالجودة والتي تعود لكودات عالمية أو خاصة بالبلد الدراس والتي قد لا تتناسب مع طبيعة وبيئة مشاريعنا ، تلي تلك المخاطر أهميةً مخاطر انحراف الكلفة (R27) بالإضافة لمخاطر ضعف التحريات الجيولوجية الخاصة بالموقع (R30) والتي لا تقل أهمية من تلك فهي من المخاطر الشائعة والكثيرة التكرار والتي من نتائجها مخاطر ظهور المياه الجوفية (R6) ومخاطر زيادة كميات الحقن (R10) ... ، بينما كانت المخاطر القليلة الحدوث هي الكوارث البيئية (R25) ومخاطر حدوث سرقات وعدم الأمان (R33) فهي تعد من المخاطر النادرة الحدوث في الموقع ....

بينما نلاحظ من الشكل السابق أن المخاطر الأقل قدرة على السيطرة عليها هي مخاطر الكوارث البيئية (R25) والظروف الجوية السيئة (R26) والتي تعود أسبابها لظروف قاهرة ، والمخاطر البيئية منها مخاطر التلوث (R44) كتراكم الطمي مثلاً والذي أجريت له العديد من الأبحاث حول التخلص منه والاستفادة منه في أغراض أخرى وذلك لتأثيره الكبير على القدرة التخزينية للسد، بالإضافة لمخاطر صعوبة الوصول إلى الموقع (R24) وهذا الخطر لا يمكن السيطرة عليه بشكل كلي عند اقتراح مكان السد كون السدود يتم إقامتها في أضيق خانق توفره لنا الطبيعة وبعد موقعه عن مكان الشركة في أغلب الحالات ، بينما نجد أكثر المخاطر إمكانية للسيطرة والتحكم هي المخاطر التي تعود أسبابها لأخطاء بشرية كوضع برنامج زمني غير حقيقي (R40)، ومخاطر عدم اتباع أنظمة الأمان والسلامة في الموقع (R22) فهي مخاطر يمكن تداركها بسهولة وحتى قبل البدء بالمشروع كونها ناتجة عن أخطاء بشرية وقلة الاهتمام في بعض الحالات ...

4.4. <u>نتائج تقييم كل من شدة تأثير الكلفة CI، تأثير الزمن TI ، تأثير الجودة SI لكل خطر</u> شكل(7) التالي :



شكل (7) نتائج تقييم شدة تأثير المخاطر على كل من (الكلفة CI ، الزمن TI ،الجودة SI)

نلاحظ من الشكل أن أشد المخاطر تأثيراً على كلفة المشروع هي مخاطر التضخم وارتفاع الأسعار(R42) وذلك ناتج عن تراكم عدة مصادر منها حدوث الأزمة المالية العالمية والأحداث الحالية بالبلد والحصار الاقتصادي المباشر وغيرها من الأسباب الخاصة المتعلقة باقتصاد البلد ، بالإضافة لمخاطر انحراف كبير بالكلفة (R27) والتي يعود سببها المباشر نقص الدراسة الأولية وعدم التقدير الصحيح للكلفة ، ومخاطر ضعف التحريات الجيولوجية (R30) والمخاطر الناتجة عنها كزيادة أعمال الحقن وتغير نوع التربة عن ما هو موجود بالدراسة ، ومخاطر تغير معدلات الأداء (R23) التي تنعكس بشكل مباشر على كلفة المشروع كتغيير طاقم العمل ، استبدال الآليات. بينما بينت النتائج أن أقل المخاطر تأثيراً للكلفة هي مخاطر التأخيرات في إعطاء التصاريح والموافقات (R36) كون هذا الخطر ينعكس على الزمن بشكل أكبر، وأيضاً المخاطر البيئية (R44) والتي ينعكس تأثيرها على التلوث البيئي فقط...

وتبين أيضاً أكثر المخاطر تأثيراً على الزمن هي مخاطر ضعف التحريات الجيولوجية (R30) بسبب ما تحدثه من إعادة للعمل ، ومخاطر عدم التقيد أو الالتزام بالبرنامج الزمني المدروس (R8) والتي تعد من المخاطر الشائعة ويعد سببها الرئيسي قلة الخبرة لمهندسي التنفيذ وعدم الاهتمام من قبلهم، بالإضافة للكوارث البيئية (R25) كحدوث زلال أو فيضانات وما تحدثه تلك المخاطر من مخاطر تأخير وإيقاف العمل حتى انتهاءها عدا عن تأثيراتها الكارثية ، وأقل تلك المخاطر تأثيراً على الزمن هي مخاطر التلوث (R44) وعدم اتباع أنظمة للأمن والسلامة في الموقع(R22) لعدم تأثيرها على الزمن بشكل مباشر ...

فيما يتعلق بأكثر المخاطر تأثيراً على جودة تنفيذ المشروع هي مخاطر عدم وجود معايير خاصة للجودة ببلدنا (R13) بالإضافة لمخاطر النفوذية الكبيرة ومخاطر حدوث الرشح (R3) التي تعد أكثر المخاطر تأثيراً على الجودة فقد تؤدي في نهاية المطاف إلى انجراف للتربة وتحدث تأثيرات كارثية في بعض الأحيان ، وأن مخاطر الغش والفساد (R7) وعدم وجود الكادر الفني الخبير(R16) أيضاً من أكثر المخاطر تأثيراً على جودة السد وأدائه بعد التنفيذ ، فإن أي عائق أومشكلة وحتى لو كانت بسيطة وغير مقصودة قد تكون نتائجها كارثية فيما بعد كانهيار السد أو جزء منه .

4. 5. <u>تحديد استراتيجيات الرد والإجراءات التصحيحية المقابلة :</u>

بعد تحديد مجالات قيم RCN وتقسيمها لا بد من تحديد الاستراتيجيات المناسبة للتعامل مع المخاطر المصنفة حسب أهميتها ووفقاً للمجالات التسعة السابقة، كما ذكرنا أن الاستراتيجيات الأساسية للتعامل مع الخطر هي :

-**قبول الخطر** (القبول الفعال(التخطيط لخطة طوارئ) /أو القبول السلبي للخطر) .

-**تخفيض الخطر** (تخفيف احتمال حدوث الخطر أو التخفيف من آثاره).

-**تحويل الخطر / نقله** (كالتأمين ،اتفاق عقدي يتضمن تحمل المخاطر للطرف الأقدر...).

-**تجنب الخطر** (إزالة الأنشطة المحفوفة بالمخاطر، تغيير المقاولين...).

حيث يتم وضع استراتيجيات الرد المناسبة للمخاطر المصنفة حسب نوع المشروع وخبرة فريقه بما يتناسب مع الشروط العقدية والوقت والميزانية المخصصة ، ومشاريع السدود لها خصوصية كبيرة في بلادنا ، لذا تم إجراء استبيان لتحديد الإجراء المناسب لرد المخاطر لكل مجال من القيم، وكان الاستبيان على شكل جداول تم توزيعها على 10 خبراء فقط في مشاريع السدود من أصحاب القرار في شركات التنفيذ لدينا مع الحرص على إجراء مقابلة شخصية مع كل مجيب خلال تعبئة الاستبيان مما احتاج وقت أطول، واعتبر التكرار الأعلى لكل استراتيجية رد من قبل المجيبين وفق مجالات RCN هي نتائج لاستراتيجيات الرد، ونوضح ذلك في الجدول (7) الذي فيه **نتائج الاستبيان :**

جدول (7) استراتيجيات رد الخطر وفق أهمية الخطر (حسب مجالات قيم RCN) .

التصنيف	مجال قيم RCN	المصطلح اللغوي	استراتيجيات رد المخاطر
1	$X < 25.5$	VL	قبول سلبي للخطر.
2	$25 \leq X < 87.5$	VL–L	قبول فعال (ايجابي) للخطر / تخفيف الخطر.
3	$87.5 \leq X < 162.5$	L	قبول فعال (ايجابي) للخطر / تخفيف الخطر.
4	$162.5 \leq X < 250$	L–M	قبول فعال (ايجابي) للخطر / تخفيف الخطر .
5	$250 \leq X < 350$	M	تخفيف الخطر / نقل أو تحويل الخطر .
6	$350 \leq X < 462.5$	M–H	نقل أو تحويل الخطر / تجنب الخطر .
7	$462.5 \leq X < 587.5$	H	نقل أو تحويل الخطر / تجنب الخطر .
8	$587.5 \leq X < 725$	H–VH	تجنب الخطر .
9	$725 \leq X$	VH	تجنب الخطر .

تبين أنه يتم قبول المخاطر التي قيم RCN لها ضمن الفئات (1حتى 5)، فالمخاطر ذات قيم RCN المنخفضة جداً (VL) يتم التعامل معها بقبول سلبي للخطر أي عدم فعل أي شيء وترك فريق المشروع يتعامل معه وفق ما تفتضيه الظروف ، بينما المخاطر ذات قيم RCN أعلى أي ضمن الفئات (2 حتى 5) لها استراتيجيتا رد الأولى تتضمن قبول ايجابي لها ، وذلك يتم بالتحضير المسبق لها ووضع احتياطي طوارئ للكلفة والزمن (الذي قد تم تقييم تأثير كل منهما بشكل تقريبي)، بينما الاستراتيجية الثانية هي تخفيف الخطر والتي تتضمن عدم التحضير المسبق ومحاولة التخفيف من أسباب حدوث الخطر إن أمكن أو التخفيف من تأثيره في المشروع عند حدوثه ...

المخاطر التي تأخذ قيم متوسطة (M) ل RCN ينصح بأخذ استراتيجيتي رد : الأولى هي تخفيف احتمال أو تأثير الخطر ، والثانية ينصح فيها بنقل / تحويل الخطر (أحياناً نقله لطرف ثالث لقبوله أو تحمله والتعامل معه) ، وبقية المخاطر ذات قيم RCN أعلى ضمن الفئات (من 6 حتى 9) هي أكثر المخاطر حراجة (أهمية) ينصح بالتعامل معها وفق استراتيجيات النقل / التحويل أو تجنب الخطر تماماً (قد يكون الحل الغاء المشروع بالكامل في بعض الحالات ...) مع العلم أنه لكل خطر إجراء رد خاص به بعد اختيار الاستراتيجية المناسبة .

4. 6. تطبيق برنامج (RA) /RISK ANALYSIS :

وفقاً للاستبيان السابق وتحقيقاً لغرض البحث تم إدخال 44 خطر الناتج عن الدراسة لمشاريع السدود في سوريا ، تلك المخاطر تم ترتيبها وفق قيم التقييم التي تم الحصول عليها لكل من الاحتمال **P** ، وقيم التأثير الكلي **AI** ، وقيم إمكانية الكشف / السيطرة على كل خطر **D**، بقي تحديد قيم RCN وتحديد استراتيجيات الرد لكل خطر ، ذلك سيتم من خلال البرنامج RA بعد ادخال المعلومات الخاصة بكل خطر والحصول على قائمة من المخاطر مرتبة حسب الأهمية (الأكثر حراجة إلى الأقل)، مع النصح بالإجراءات التصحيحية لكل خطر كما في الشكل (8) التالي:

شكل (8) مخاطر مشاريع السدود وفق برنامج RA

الرقم	المشروع	وصف الخطر	مصدر الخطر	سبب الخطر	الاحتمالية p	التأثير st	الصعوبة d	RCN	قيمة RCN	استراتيجية الرد	الرد المقترح
1	السد	ضعف التحريات الجيولوجية الهامة بالموقع	مخاطر تصميمية	نقص بالدراسة الفنية الأولية	very high	high	medium	M-H	X < 462.5±350	تجنب الخطر	إلغاء المشروع لعدم تطابق الدراسة مع الواقع في حال كانت التأثيرات كبيرة
2	السد	كلفة تقديرية غير دقيقة / انحراف كبير بالكلفة	مخاطر تصميمية	عدم التقدير الصحيح للتكلف / نقص الدراسة	very high	high	medium	M-H	X < 462.5±350	تجنب الخطر	إلغاء المشروع في حال ارتفاع العمل بكلف إضافية تزيد عن حد معين (يحدد ضعف المشروع مثلاً)
3	السد	التعرية الكبيرة لتربة الأساس وضرورة وضع حلول مرهقة لتأمين الرشح	مخاطر لها علاقة مباشرة بالتنفيذ	ضعف الدراسات الجيولوجية / عدم الالتزام بشروط الرص	high	medium	medium	M	X < 350±250	تخفيف الخطر (تخفيف احتمال أو تأثير الخطر)	تعميق الدراسة الأولية لوضع الحلول المناسبة / الالتزام بشروط الرص وتطبيق الاختبارات
4	السد	ضعف تأمين كوادر فنية متخصصة لهذا النوع من المشاريع	مخاطر إدارية	التزيد المشروع لشركة غير متخصصة/قلة الخبرة في العمل	high	high	medium	M	X < 350±250	نقل / تحويل الخطر	الحصول على ضمانات من الجهة المنفذة والالتزام بتنفيذ العمل في موعد وبالكفاية المطلوبة
5	السد	كوارث بيئية (فيضانات - زلازل)	مخاطر طبيعية	ظروف قاهرة	low	high	very low	M	X < 350±250	نقل / تحويل الخطر	نقل الضمانات للجهة الدارسة وتحميلها الآثار الناتجة عن حدوثها

شكل (9) قائمة المخاطر من برنامج RA مع الإجراءات النهائية

4. 7. <u>مناقشة النتائج</u>: بعد القيام بإدخال قائمة المخاطر وتحديد استراتيجيات الرد المناسبة من برنامج RA تبين لدينا ما يلي:

- عدم وجود مخاطر ذات قيم RCN مرتفعة الأهمية (VH) وفق التقييم الناتج في بحثنا ، وذلك متوافق مع واقع تنفيذ السدود فاستراتيجيات تجنب المخاطر غير معتمدة في إجراءات الرد لشركات التنفيذ في بلدنا .
- أكثر المخاطر أهميةً هي مخاطر ضعف التحريات الجيولوجية ومخاطر انحراف الكلفة بشكل كبير والتي أخذت قيم RCN (M–H) متوسطة لمرتفعة، وينصح فيها باتخاذ استراتيجيات **التجنب أو النقل**، كإلغاء الدراسة في حال كانت انحرافات الكلفة والزمن الناتجة عن تلك المخاطر كبيرة (تزيد عن ضعف قيمة العقد مثلاً)..
- أخذت المخاطر الناتجة عن نقص الدراسة الفنية الأولية المرتبة الثانية في الأهمية قيم RCN (متوسطة M): كمخاطر "النفوذية الكبيرة في تربة الأساس" ،"زيادة كميات أعمال الحقن"، "انتهاء استثمار المقلع المدروس" واستراتيجيات التعامل معها إما **نقل / تخفيف** ، وينصح باستخدام استراتيجيات نقل تلك المخاطر إلى الجهة الدارسة عن طريق تحمل التأثيرات الناجمة عن تلك المخاطر أو استراتيجية تخفيفها عن طريق تعميق الدراسات الأولية .

■ وإن مخاطر عدم توفر الخبرة الكافية للجهة المنفذة وما ينتج عنها من مخاطر أخرى كصعوبة تأمين كوادر مختصة خارجية، وعدم التزام هذه الجهة بالبرنامج الزمني الموضوع.... أيضاً عدت من المخاطر المتوسطة ، تلك المخاطر يجب مراعاتها في بلدنا عن طريق الانتباه المسبق لها وإعطاء تفصيل أكثر للدراسة والمخططات الخاصة بالمشروع ، و كحل بديل يمكن **تخفيف** احتمال حدوثها بأن نقوم بتسليم العمل لشركة متخصصة وضمان تأمين الكوادر الخبيرة (من الجهة الدارسة) وتأهيل وتدريب الكادر الفني المشرف قبل التنفيذ، أو **نقل الخطر** عن طريق الحصول على ضمانات من الجهة المنفذة والالتزام بتنفيذ العمل مع تحقيق أهدافه.

■ أكثر من 75% من قائمة المخاطر الناتجة (حوالي 35 خطر من أصل 44 خطر) تعود أسبابها لأخطاء بالدراسة (نتيجة ضعف التحريات الجيولوجية) أو أخطاء تنفيذية لقلة الخبرة ، وأغلبها ضمن مجموعة المخاطر التي لها علاقة مباشرة بالتنفيذ، وقيم RCN لها بين (متوسطة M و L منخفضة) بحيث يمكن السيطرة عليها ومعالجتها بتخفيف احتمال حدوثها عن طريق معالجة الأسباب باختيار جهة دارسة مختصة (من دون اعتماد المعيار المالي أساساً لاختيار الشركة الدارسة) وجهة منفذة مختصة وذات سمعة وخبرة جيدة سابقة وهذا يدعم نتائجنا باختيار استراتيجيات الرد المناسبة من قبل الخبراء (تخفيف الخطر).

■ أقل المخاطر أهمية هي مخاطر نقص المهارات الفنية للعمال والمخاطر الناجمة عن ضعف الاتصال بين أطراف المشروع وانتقال التعاقد من شركة لأخرى وعدم اتباع أنظمة الأمن والسلامة ...، جميع تلك المخاطر ذات قيم RCN منخفضة L، وينصح بقبول تلك المخاطر كونها ذات احتمال عالي وتأثيرات منخفضة يمكن قبولها.

الاستنتاجات والتوصيات :

تناول البحث موضوعاً حيوياً في إدارة وتخطيط مشاريع السدود ، وهو إدارة الخطر في مشاريع السدود حيث عممنا تطبيق تقنية تحليل نموذج الفشل وآثاره /FMEA/ إلى إدارة مخاطر مشاريع السدود ، وقمنا بتحديد المخاطر الأكثر أهمية المؤدية لفشل مشاريع السدود من ناحية الأهداف (كلفة ، جودة ، زمن)، وتم وضع استراتيجيات الرد لمواجهة الخطر والتي تعتمد على نوع الخطر ودرجة أهميته (وفق قيم RCN)، وتبين أن أهم استراتيجية متخذة في بحثنا هي استراتيجية تخفيف المخاطر كون أغلب المخاطر يمكن السيطرة عليها والتحكم بها.

وتم استخدام/AHP/ & /FMEA/ الضبابية للتغلب على تقييدات استخدام القيم العددية والحصول على نتائج أدق، وفي النهاية تم بناء نظام خبير ضبابي معتمد على معلومات استنتجت من الخبراء وطبق على برنامج تحليل الخطر RA الذي يمكن استخدامه كأداة لإدارة المخاطر في مشاريع السدود لدعم فريق إدارة المشروع في المشاريع المستقبلية .

تبين أن مخاطر "ضعف التحريات الجيولوجية "و" مخاطر انحراف الكلفة بشكل كبير" و"النفوذية الكبيرة لتربة الأساس" و"زيادة كميات أعمال الحقن" و"صعوبة تأمين كوادر مختصة للمشروع " من أكثر المخاطر أهمية وفق التقييم، وأن الأسباب الرئيسية لها هي نقص بالدراسة الأولية ونقص الخبرة ، وهذا ما يتفق مع كثير من الدراسات حول العالم لمشاريع السدود ، وإن رصد كلفة إضافية قليلة لتعميق وزيادة التحريات الجيولوجية أو لاستخدام تقنيات تقدير الكلفة ومنهجيات لإدارة الخطر هي في إطار التوفير الاقتصادي لكلفة المشروع قيد التنفيذ وذلك من ناحية التقليل من حدوث مخاطر وأخطاء تحدث نتيجتها ...

تحتاج شركات التنفيذ في بلدنا – من وجهة نظر البحث – لإدخال عنصر الخطر كعنصر مكمل في إدارة المشاريع لديهم حيث أن استخدام عملية إدارة المخاطر في شركات تنفيذ السدود في سوريا من منخفض إلى معدوم وتعتمد طرق الإدارة لديهم فقط على الخبرة والتجربة السابقة في معالجة المخاطر ويجب أن نراعي قلة التجربة أو ثقافة الخطر لديهم التي تجعل من الصعب جداً تغيير موقف الشركات المنفذة نحو عملية إدارة المخاطر.

- نوصي بتطوير قدرات فريق ادارة المشروع وتدريبهم في مجال إدارة المخاطر وطرق تقييمها ، والحرص على أن لا تبدأ الجهة المنفذة للمشروع إلا بعد تشكيل مجموعة عمل متخصصة بإدارة الخطر ، وتخصيص ميزانية من الوقت والكلفة خاصة بها ، وأن تستمر مجموعة إدارة الخطر بعملها في المشروع خلاله لأن الأخطار قد تبرز مؤشراتها في المراحل المختلفة من دورة حياة المشروع .
- الاهتمام بشكل أكبر بتوثيق البيانات الخاصة بالمشروع ، من خلال دفاتر الورشة والكشوف الشهرية للمشاريع ، لنتمكن من بناء معلومات إحصائية تساعدنا في تصميم المشاريع المستقبلية ، بحيث تمكننا تلك البيانات من تطوير تقنيات لتقدير كلف وأزمنة انجاز المشاريع مع إدخال عنصر المخاطرة فيها في الأبحاث المستقبلية .
- نوصي باستخدام برنامج RA وتطبيقه خلال تنفيذ مشاريع السدود في سوريا وحتى على أنواع أخرى من مشاريع البناء ، ويكون الاختلاف فقط في إجراءات الرد الخاصة بكل خطر .
- نوصي بدراسة تفصيلية للمخاطر التي لها علاقة مباشرة بالتنفيذ بمشاريع السدود ، ودراسة أسبابها وطرق تلافيها، كونها من المخاطر الشائعة والمتكررة، وكون معظمها ناجم عن أخطاء تنفيذية بحيث يمكن أن تكون دليلاً يستخدم في مشاريع بناء السدود.

المراجع :

1. JALAL, M. B.; GHODDOSI, P.; HOSSEINALIPOUR, H. -Development of a Fuzzy Risk Assessment and Contractual Allocation Model for Iran's Dam Construction Projects, Advancing and Integrating Construction Education. 2008, 366-376.
2. SAID, B.-A New Approach of Project Cost Overrun and Contingency Management. OCRI Partnership Conferences Series Process &Project Management Ottawa, 2005
3. The report of the world commission on Dams (WCD).- Dams and Development, London and sterling, VA. , 2000.
4. DUBE, A. K.- COST AND TIME OVER RUN IN THE CONSTRUCTION OF TEHRI DAM PROJECT .Draft Final Report:Tehri Hydro Power Development Project, 2005.
5. THOMPSON, P., and PERRY, J.G. - Engineering construction risks: a guide to project risk analysis and risk management. Thomas Telford, London, 1992.
6. THEMISTOCLEOUS, G. ; WEARNE, S.H. -Project Management Topic Coverage in journals. International Journal of PM, 18(1), 2000, 7-11.
7. AS/NZS 4360- Risk Management, Standards Australia/Standards, 2004. available at:http://www.ucop.edu/riskmgt/erm/documents/as_stdrds4360_2004.pdf
8. UHER, T.- Programming and Scheduling Techniques, UNSW Press, Sydney.2003.
9. TAH, J. H . M. and CARR, V.- Towards a Framework for Project Risk Knowledge Management in the Construction Supply Chain . Advances in Engineering Software, Vol. 32, 2001,835-846.

10. PMI. PMBOK® Guide, -A Guide to the Project management Body of Knowledge, Newtown, PA:Project Management Institute, 2008.

11. SALLEH, H. M.; HUAT, C. K.; FUI, L. K. and Water Supply Department Project Team. - Preparation of Risk Management Plan for Expansion of Mengkuang Dam. Pulau Pinang , 2011 , 1-13.

12. WIDMAN, R. max. - Project Risk Management , In The Project Management Handbook , PMI Institute , Pennsylvania , 2004 .

13. US-MIL–STD-1629A. - Procedures For Performing A Failure Mode Effects And Criticality Analysis. Military Standard, Department of Defense, Washington DC, USA, 1980 .

14. AYYUB, B. M.- Risk analysis in engineering and economics, Chapman & Hall/CRC. New York, Chapter 2, 2003, 33-113.

15. XU, K.;TANG, L. C.; XIE, M., Ho, S. L., ; ZHU, M. L. Fuzzy assessment of FMEA for engine systems .Reliability Engineering &System Safety,75(1)2002,17-29.

16. CARBONE, T. A.; TIPPETT, D. D. - Project risk management using the project risk FMEA. Engineering Management Journal, 16(4), 2004, 28-35.

17. ABDELGAWAD, M. and FAYEK, A. R. - Risk management in the construction industry using combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP .Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 136(9), 2010, 1028-1036.

18. SATTY, T. L.- The Analytic Hierarchy Process. New York, McGraw-Hill, 1980.

19. د. أحمد سليمان – دراسة إحصائية لبعض السدود الترابية في المنطقة الوسطى، جامعة حلب ، الفصل الثامن ، 2000.