الآيـــــــــــــــــــة

قال تعالى :

﴿ أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً وَمِنَ النَّاسِ مَنْ يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُنِيرٍ﴾

سورة لقمان

الحمـــــــد لله

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه كما يحب ربنا ويرضى حمداً يوافي نعمه يكافئ مزيده .

شــكر وتقدير

الشكر لله من قبل ومن بعد على نعمه وتوفيقه لنا لإتمام هذا البحث و نتقدم بجزيل الشكر لأولئك الذين لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث ، وأخص بالذكر الأستاذ :

وليد علي ميرغني

الذي قام بتوجيهنا طيلة فترة البحث.

ونتقدم بجزيل شكرنا إلي كل من مدوا لنا يد العون والمساعدة في إخراج هذا البحث علي أكمل وجه.

الفهرس

فهرس الأشكال.....و
فهرس الجداول..... ز
شرح المصطلحات .....ط
المستخلـــص .....ي
Abstract.....ك
الباب الأول..... 1
1.1 المقدمة 2
2.1 مشكلة البحث 2
3.1 أهمية البحث..... 2
4.1 الأهداف 3
5.1 حدود البحث..... 3
6.1 الحل المقترح 3
7.1 منهجية البحث..... 3
8.1 مجال البحث..... 3
9.1 فصول البحث 3
الباب الثاني 5
1.2 المقدمة: 6
2.2 المحاكاة: 6
1.2.2 فوائد المحاكاة..... 7
2.2.2 سلبيات المحاكاة..... 7
3.2.2 أنواع المحاكاة..... 7
4.2.2 أنواع المحاكاة التعليمية 9
5.2.2 المحاكاة المستخدمة في البحث 10
6.2.2 عناصر النظام..... 10
7.2.2 عناصر نظام الإطفاء الحالي 11
8.2.2 نماذج المحاكاة 12
7.2.2 خطوات إنشاء النماذج (model)..... 13
8.2.2 مراحل إنشاء النموذج في هذا النظام 14
8.2.2 مكونات النموذج المتقطع (Discrete Event Model) 14
3.2 التدريب بالمحاكاة:..... 15
1.3.2 خصائص التدريب بالمحاكاة..... 16
2.3.2 سلبيات التدريب بالمحاكاة..... 17
3.3.2 خطوات إنشاء محاكي تدريبي..... 17
4.3.2 الخطوات التي تمت في النظام..... 18
5.3.2 البيئة الإفتراضية (virtual environment)..... 19
6.3.2 مكونات الأنظمة الإفتراضية 19
7.3.2 تطبيق النموذج المتقطع في البيئة الإفتراضية للنظام 20
4.2 الحرائق : 21
5.2 نظرية الإطفاء:..... 23
6.2 أجهزة الإطفاء :..... 24
7.2 الدراسات السابقة..... 24
8.2 ملخص 26
الباب الثالث 29

1.3 مقدمة: 30
2.3 Unity3D Platform 30
3.3 C# 35
4.3 JavaScript 35
5.3 MonoDevelop 35
6.3 لغة النمذجة الموحدة UML 35
7.3 ملخص 36
الباب الرابع 37
1.4 المقدمة 38
2.4 جمع المتطلبات 38
3.4 تحليل المتطلبات 38
4.4 تصميم السيناريوهات الإفتراضية 44
5.4 تطبيق النظام 45
6.4 إختبار النظام 45
7.4 ملخص 45
الباب الخامس 46
1.5 المقدمة 47
2.5 الشاشة الرئيسية في النظام 47
3.5 شاشة بدء التدريب 47
4.5 شاشة حول النظام : 48
5.5 شاشة المساعدة: 49
6.5 شاشة التسجيل: 50
7.5 شاشة إختيار السيناريوهات: 51
8.5 مبنى الحريق: 52
9.5 الخرائط : 54
10.5 التحذير عند الإقتراب من الحريق 55
11.5 التقييم 55
12.5 الملخص : 57
الباب السادس 58
1.6 النتائج: 59
2.6 التوصيات: 59

فهرس الأشكال

رسم توضيحي (1.3): نافذة المشروع 31
رسم توضيحي (2.3): نافذة المشهد 32
رسم توضيحي (3.3): نافذة اللعبة 32
رسم توضيحي (4.3): النافذة الهرمية 33
رسم توضيحي (5.3): نافذة المفتش 33
رسم توضيحي (3. 6): شريط الأدوات 34
رسم توضيحي (1.4) : مخطط الإستخدام Use case Diagram 39
رسم توضيح(4. 2) :مخطط النشاطات Activity Diagram 40
رسم توضيحي (3.4): خيار بدء التدريب Sequence Diagram 41
رسم توضيحي (4.4): إطفاء الحريق Sequence Diagram 42
رسم توضيحي (5.4) : تقييم أداء المتدرب Sequence Diagram 42
رسم توضيحي (6.4) : خيار إستعراض معلومات حول التدريب Sequence Diagram 43
رسم توضيحي (7.4) : خيار إستعراض المساعدة Sequence Diagram 43
رسم توضيحي (8.4) : مخطط الأصناف Class Diagram 44
رسم توضيحي (1.5) 47
رسم توضيحي (2.5) 48
رسم توضيحي (3.5) 49
رسم توضيحي (4.5) : شاشة المساعدة 50
رسم توضيحي (5.5) : شاشة التسجيل 51
رسم توضيحي (6.5) : شاشة إختيار السيناريوهات 52
رسم توضيحي (7.5) 53
رسم توضيحي (8.5) 54
رسم توضيحي (9.5) : الخريطة الأولى 54
رسم توضيحي (10.5) : الخريطة الثانية التي توضح المداخل 55
رسم توضيحي (11.5) :التحذير عند الإقتراب من الحريق 55
رسم توضيحي(12.5) :عند إطفاء الحريق 56
رسم توضيحي (13.5) : نتيجة المتدرب حال الرسوب 56
رسم توضيحي (14.5) 57

فهرس الجداول

جدول (1.2) 27

شرح المصطلحات

الإختصار	المصطلح	شرح المصطلح
3d	3 diminution	بيئة ثلاثية الأبعاد
UML	Unified Modeling language	لغة النمذجة الموحدة
C#	C Sharp	لغة برمجة عالية المستوى
IDE	Integrated Development Environment	بيئة التطوير المتكاملة

المستخلـــص

نظام التدريب على الإطفاء هو نظام يقوم بمحاكاة بيئة الحرائق، لتدريب الأشخاص المستهدفين على سرعة ودقة إطفاء الحرائق، وتحديداً حرائق الخشب وماشابهها من مواد عضوية؛ الفئة الأولى، لأن الحرائق خطر يتربص بالإنسان وبالمادة بصفة عامة، ولا بد من تعلم أساسيات الإطفاء لإنقاذ ما أمكن من الأرواح وبما أن الإنسان أولى أولوياتنا فقد قمنا بتطوير هذا النظام لأصحاب الرسالة السامية العاملين في الدفاع المدني ومن أحب أن يتعلم بعضاً من أساسيات الإطفاء، آملين أن يساعد في حفظ الأرواح وتقليل الخسائر المادية والمعنوية.

Abstract

Fire training system is a system that trains the target people on the speed and accuracy of fire extinguishing, specifically wood fires and similar organic materials, because the fire is a danger to humans and material in general, and learn the basics of fire Extinguishing to save as much as possible lives, We have developed this system for high-level civil defense personnel and who would like to learn some of the basics of fire Extinguishing, hoping to help save lives and reduce material and moral losses.

الباب الأول

المقدمة

1.1 المقدمة

تعتبر المحاكاة من أهم الأساليب المستخدمة في التعليم والتدريب في المجالات النظرية والتطبيقية، لأنها تمثل الواقع الحقيقي في بيئة إفتراضية مشابهة لبيئة المجال، وذلك لصعوبة تمثيل بعض الحالات واقعياً لأسباب منها التكلفة المادية وخطورة بعض الحالات عند تجربتها في الواقع الحقيقي.

تستخدم المحاكاة في المجالات النظرية لنمذجة العديد من الأنظمة الفيزائية والكيميائية، وذلك بتمثيل النظريات والفرضيات في واقع إفتراضي لإستخلاص النتائج أو إثبات الفرضيات أو توضيح الحالات التي لا يمكن توضيحها واقعياً، أما في المجالات التطبيقية فتستخدم لتمثيل عناصر بيئة العمل في المجال المعين في بيئة إفتراضية بغرض التدريب.

وإن من أكثر المجالات التطبيقية حوجة للتدريب بإستخدام المحاكاة هو مجال الإطفاء، حيث أن التدريب في الواقع الحقيقي على التعامل مع الحرائق يكلف الكثير من الموارد البيئية بالإضافة إلى الجهد المبذول لإعداد بيئة الحريق والجهد المبذول في التخلص من مخلفاته، وقد يكلف أحياناً الخسائر البشرية، وأيضاً توجد بعض السيناريوهات يصعب جداً تمثيلها في الواقع نسبةً للخسائر الكبيرة التي تنتج عنها (مثل حرائق الغابات).

2.1 مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في تكلفة عمل سيناريوهات الحرائق في الواقع، لأن ذلك قد يؤدي لفقدان بعض الموارد البشرية والإضرار بالبيئة، كما أن التدريب في الواقع فيه إستنزاف للموارد (الوقت، المال)، إضافة إلى ذلك هنالك إرتفاع في تكلفة شراء محاكي التدريب على الإطفاء من خارج السودان و بالتالي إرتفاع تكلفة صيانته أيضاً، لأنه في حال حصول أي أعطال في النظام تضطر الجهة المسؤولة لبذل أموال طائلة في عمليات الصيانة.

3.1 أهمية البحث

تنبع أهمية البحث في أن الإطفاء اليدوي يكلف الكثير من الموارد ومع وجود محاكي تدريب الإطفاء ستقل الموارد المستخدمة في عملية التدريب.

4.1 الأهداف

يهدف البحث إلى :

- تقليل الموارد المستخدمة في التدريب سواء كانت (مال،وقت،جهد) إضافةً إلى التدريب من غير خسائر في الأرواح.
- إتاحة التدريب لمعظم الفئات في المجتمع وليس حكراً على مؤسسة الدفاع المدني.
- تدريب عدد كبير من الاشخاص وذلك لأن التدريب إفتراضي، أما عند استخدام الوسائل الإطفائية (الماء ، الرغاوي ، ثاني أكسيد الكربون ،..الخ) نحتاج إلى إعادة تهيئة بيئة التدريب في كل مرة.
- تزويد المتدرب بالقواعد الأساسية لإستخدام المطفأة.

5.1 حدود البحث

حرائق الفئة الأولى التي تحدث في المنازل، والتي يتم إطفاءها بمطفأة المياه .

6.1 الحل المقترح

إنشاء عدد من السيناريوهات التدريبية في بيئة إفتراضية، تحاكي التدريب الواقعي .

7.1 منهجية البحث

- جمع المتطلبات (القواعد الأساسية في التدريب ومجموعة السيناريوهات من وزارة الدفاع المدني).
- تحليل المتطلبات.
- تصميم السيناريوهات الإفتراضية.
- تطبيق النظام.
- تقييم وإختبار النظام.

8.1 مجال البحث

التدريب بالمحاكاة.

9.1 فصول البحث

يشتمل البحث على ستة فصول وهي :

الفصل الأول :المقدمة

تحدثنا في هذا الفصل عن مشكلة وأهمية البحث والأهداف التي يسعى البحث لتحقيقها وحدود البحث والمنهجية

المتبعة في البحث.

الفصل الثاني: الخلفية النظرية والدراسات السابقة

سنتحدث في هذا الفصل عن مجال المحاكاة، إضافةً إلى بعض الدراسات السابقة و اجراء مقارنة بين الدراسات السابقة والنظام الذي سنقوم بتنفيذه.

الفصل الثالث: الأدوات و التقنيات

سنتحدث في هذا الفصل عن الأدوات والتقنيات التي تم استخدامها في عمل النظام.

الفصل الرابع: المنهجية

سنتحدث في هذا الفصل عن المنهجية المتبعة لعمل النظام.

الفصل الخامس: تطبيق النظام

سنتحدث في هذا الفصل عن كيفية عمل النظام الذي تم تصميمه.

الفصل السادس: النتائج و التوصيات.

المراجع

الباب الثاني

الخلفية النظرية والدراسات السابقة

1.2 المقدمة:

يتناول هذا الباب خلفية نظرية عن التدريب بالمحاكاة وعن أساسيات علم الإطفاء، و بعض الدراسات السابقة في إستخدام المحاكاة في التدريب على إطفاء الحرائق.

2.2 المحاكاة:

فن المحاكاة معروف منذ قرون عديدة، لكنه لم يبرز كعلم إلا في أواخر القرن العشرين وأوائل القرن الواحد والعشرين، والمحاكاة هي تقليد لبعض الأشياء، أو الحالات، أو العمليات التي تحدث في الواقع. تتضمن المحاكاة بشكل عام تمثيل الخصائص السلوكيات الرئيسية لنظام مادي أو تجريدي محدد، وتستخدم المحاكاة في سياقات عديدة، بما في ذلك نمذجة النظم الطبيعية أو الأنظمة البشرية من أجل الحصول على نظرة واضحة لوظيفتها. وتشمل السياقات الأخرى محاكاة التكنولوجيا لتحسين الأداء كتصميم محرك السيارة وهندسة الأمان والاختبار والتدريب والتعليم.

يمكن استخدام المحاكاة لإظهار التأثيرات الحقيقية المحتملة للظروف البديلة ومناهج العمل. على سبيل المثال، ما الذي يمكن أن يحدث لمسار الطيران أو قدرة الطائرة على المناورة في ظروف معينة للرياح أو عند سرعات معينة؟، وتشمل القضايا الرئيسية في المحاكاة الحصول على معلومات مصدّقة صحيحة عن الاختيار الملائم للخصائص والسلوكيات الأساسية، واستخدام التقديرات والافتراضات المبسطة ضمن المحاكاة، ودقة المحاكاة؛ أي واقعية وصحة نتائج المحاكاة، وتعرّف بأنها مدى احتمالية ظهور النتائج في المحاكاة التي قد تحدث في الحياة الحقيقية.

منذ العصور القديمة ظهرت المحاكاة في استخدام التمثيلات في الطين والحجر لإظهار الخصائص السريرية لحالات المرض وآثارها على البشر؛ فقد تم العثور على نماذج من العديد من الثقافات والقارات، وقد استخدمت هذه النماذج في بعض الثقافات (مثل الثقافة الصينية) كأداة "تشخيصية"، مما يسمح للنساء باستشارة الأطباء الذكور مع الحفاظ على قوانين التواضع الاجتماعي آنذاك.

ولمحاكاة نظام في الواقع لابد من عمل نموذج؛ والنموذج هو نسخة مبسطة من شيء معقد، يتم استخدامه في تحليل وحل المشكلات أو إجراء تنبؤات ويتم استخدامه عادة عندما يكون من المستحيل أو غير العملي إنشاء الشروط الأصلية والظروف التي يكون فيها النظام الحقيقي، على سبيل المثال: تُستخدم النماذج لمساعدة الطلاب على تعلم تشريح الجهاز العضلي الهيكلي والأوعية الدموية والعضوية، والمحاكاة في حقيقتها هي تنفيذ نموذج في فترة زمنية محددة، فهي تصور

نموذجاً يحاكي ويظهر كيف سيتصرف كائن معين أو ظاهرة معينة تحت ظروف معينة، والنموذج مفيد للإختبار والتحليل والتدريب على أنظمة أو مفاهيم العالم الحقيقي التي يمكن تمثيلها بنموذج[1].

1.2.2 فوائد المحاكاة

1. تمكن من إستكشاف السياسات الجديدة وإجراءات التشغيل وتدفقات المعلومات، دون تعطيل التشغيل المستمر للنظام الحقيقي؛ أي يمكن فهم ودراسة النموذج المحاكى دون تعطيل عمل النظام الحقيقي.
2. يمكن اختبار تصميمات الأجهزة الجديدة، والمخططات المادية، وأنظمة النقل، بدون تخصيص موارد لإقتناءها؛ إذ أن النموذج الإفتراضي غير مكلف مقارنة بالتخطيط والتنفيذ على النظام الحقيقي.
3. يمكن ضغط الوقت أو توسيعه للسماح بتسريع أو إبطاء الظاهرة في النموذج بغرض التعلم والإكتشاف؛ مما لا يمكن عمله في الظواهر الحقيقية.
4. يمكن الحصول على معلومات حول تفاعل المتغيرات والمتغيرات المهمة في الأداء.
5. يمكن إجراء تحليل العوامل الحرجة لإكتشاف أهم العمليات في العمل أو النظام.
6. يمكن أن تساعد دراسة المحاكاة في فهم كيفية عمل النظام.
7. يمكن الإجابة عن أسئلة (ماذا لو) وإجراء التجارب بأقل وقت وجهد[2].

2.2.2 سلبيات المحاكاة

1. بناء النموذج يتطلب تدريب خاص.
2. يقوم بائعو برامج المحاكاة بتطوير حزم تحتوي على نماذج تحتاج فقط إلى مدخلات (قوالب)؛ أي أن قوالب النظم تكون جاهزة مما قد لا يُلائم بعض الأنظمة والظواهر.
3. قد يكون من الصعب تفسير نتائج المحاكاة.
4. محاكاة النمذجة والتحليل يمكن أن تكون مضيعة للوقت ومكلفة؛ ففي بعض الحالات يكون تحليل النظام الحقيقي أو الظاهرة أقل جهداً ووقتاً من بناء نموذج له [2].

3.2.2 أنواع المحاكاة

1. المحاكاة الحية (live simulation) :

يعد استخدام المحاكاة الحية القائمة على سيناريو معين شائعاً جداً، وفي الوقت الحالي تعد الطريقة المفضلة لتدريب المتدربين على العمليات، هذا النوع من المحاكاة يستخدم الموارد البيئية والبشرية بشكل كبير، ويتطلب من الجندي أن يمارس معظم الجوانب التدريبيه من خلال التفاعل مع بيئته.

والمحاكاة الحية تكون في بيئة حقيقية واقعية، أي أنها لا تستخدم التكنولوجيا الإفتراضية؛ لأن هناك عوامل بيئية ونفسية وبدنية لا يمكن محاكاتها بشكل فعال في أنظمة المحاكاة الحديثة (حتى الآن).

في هذه المحاكاة يكون المتدرب متفاعلاً بنفسه مع البيئة حوله، كما أن البيئة التدريبية تكون حقيقية؛ حيث تحتوب جميع العوامل التي يمكن أن يواجهها المتدرب في التجربة الواقعية، لكن في بعض الأحيان يكون من الصعب محاكاة جوانب معينة من الموقف بشكل كامل.

عناصر النظام في هذه المحاكاة تتكون من بيئة حقيقية ومتدرب حقيقي، وهي تستهلك الكثير من الوقت والجهد، ونسبة المخاطر بها عالية[3].

2. المحاكاة الإفتراضية (virtual simulation):

هي محاكاة يتم فيها استخدام رسومات الكمبيوتر لإنشاء عالم واقعي، بالإضافة إلى ذلك، فإن العالم الذي ينشئ لا يكون ثابتًا ولكنه يستجيب لمدخلات المستخدم (إيماءات ، أوامر لفظية ، إلخ.)، فهي محاكاة لا تقوم على عرض رأس مجسَّم نموذجي فقط، تتضمن عروض متحركة على سطح المكتب كما هو الحال في منتجات مثل منتجات MAK Stealth و DI Guy، وهذه المحاكاة نادرة بعض الشئ في الوقت الحالي، خاصة في تدريب الجنود.

تقوم هذه المحاكاة بعمل سيناريوهات في البيئة الإفتراضية ليتفاعل معها المتدرب، على سبيل المثال في حالة سيناريوهات مكافحة الشغب، يتضمن التدريب اتخاذ قرارات بشأن توظيف الموظفين والأنظمة بناءً على تقييم مستوى التهديد لدى الحشد المشاغب، ويتم تقسيم مستوى التهديد إلى أربع فئات يرتبط بها نظام استجابة مناسب، سيكون من الممكن تصميم بيئة حضرية مولدة بالحاسوب وموضوع جماعي، مع الأخذ في الاعتبار ظروف الأرصاد الجوية، محاكاة مستويات مختلفة من التهديد الجماعي (إشارات بصرية وسمعية) والبناء على هذا التنوع لإختبار كل من الجنود والقادة في نظام صنع القرار المناسب.

لا تنتشر عمليات المحاكاة من هذا النوع في المجال الحربي، بسبب الندرة القليلة التي يحصل عليها المستخدمون في المحاكاة، ونقص المعرفة المتعمقة التي يملكها المدربون في تطبيق التدريب التمهيدي للتفاعلات، ومن ثم هناك عادة فجوة بين إدراك المستخدم للأحداث والواقع كما هو محدد بواسطة النماذج الرياضية في المحاكاة، يقتصر التدريب عادة على فهم الإجراءات اللازمة لجعل الأحداث تحدث في الوقت المطلوب.

عناصر النظام في هذه المحاكاة تتكون من بيئة إفتراضية ومتدرب حقيقي، وهي تستهل الوقت والجهد بصورة أقل من المحاكاة الحية [3].

3. محاكاة بناءة (Constructive simulation):

يحاول هذا النوع من المحاكاة تمثيل العالم (أو على الأقل جزء منه) من خلال وسائل مثل واجهة GIS2 على شاشة الكمبيوتر أو الشاشات بصورة إفتراضية، لتصوير التفكير، والتفاعل، والسلوك، والأشخاص، والظواهر البيئية التي تؤثر على المتدرب، فإنها تحاول تفسير وتهيئة البيئة السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية التي يمكن أن يتعرض لها المتدرب، وكل ذلك بإستخدام الحاسوب.

وفي هذا النوع يتم تمثيل المتدرب بصورة إفتراضية داخل بيئة إفتراضية، ويتفاعل معها بإستخدام أجهزة الإدخال، وتظهور النتائج وردود الأفعال عبر أجهزة الإخراج.
وحدات النظام في هذه المحاكاة تتكون من بيئة إفتراضية وتمثيل إفتراضي للمتدرب، وهي لا تستهلك الكثير من الوقت والجهد[3].

4.2.2 أنواع المحاكاة التعليمية

1. المحاكاة الفيزيائية

تتم محاكاة العناصر التي توجد في العالم الحقيقي، عن طريق تجسيمها في العالم الإفتراضي، حيث يتم عرض كائن مادي على الشاشة، مما يمنح المتعلم فرصة استخدامه أو التعرف عليه، من الأمثلة على ذلك بعض معدات المختبرات العلمية المستخدمة في تجارب معينة[4].

2. المحاكاة الإجرائية

الغرض من معظم عمليات المحاكاة الإجرائية هو تعليم سلسلة من الإجراءات التي تشكل إجراءً يعلم المتعلم كيفية عمل الآلة المحاكَية، وهي وسيلة لإكتساب المهارات والإجراءات اللازمة لتشغيل الأنظمة والآلات، في كل مرة يتصرف فيها المتعلم، يتفاعل برنامج الكمبيوتر، مما يوفر معلومات أو تعليقات حول تأثيرات الإجراء في العالم الحقيقي.
تقوم عمليات المحاكاة الإجرائية بتنفيذ سلسلة من الخطوات والقرارات، كما هو الحال في الطيران على الطائرة أو محاكيات السيارات والحرائق [4].

3. المحاكاة الظرفية

تتعامل عمليات المحاكاة الظرفية مع مواقف وسلوكيات الناس في مواقف مختلفة، بدلاً من الأداء الماهر، تسمح عمليات المحاكاة الظرفية للمتعلم عادة بإستكشاف تأثيرات النهج المختلفة على الموقف، أو لعب أدوار مختلفة فيه. في جميع عمليات المحاكاة الظرفية تقريبا، يكون المتعلم جزءًا لا يتجزأ من عمليات المحاكاة، مع أخذ أحد الأدوار الرئيسية[4].

4. المحاكاة العملية

المتعلم لا يشارك في المحاكاة كما هو الحال مع المحاكاة الظرفية، ولا يتفاعل معها بإستمرار كما في المحاكاة المادية أو الإجرائية، بدلا من ذلك يختار المتعلم قيم المدخلات المختلفة في بداية المحاكاة، ثم يشاهد العملية تحدث دون تدخل.
تعلم محاكاة العملية ظواهر طبيعية تتكون من تسلسل محدد من الأحداث، على عكس الإجراءات، لا يتم تنفيذ العمليات عن قصد من قبل الأشخاص، ولكنها تحدث بشكل طبيعي، كما هو الحال مع عمل بركان أو عملية التمثيل الضوئي، يتعلم من خلالها المتعلم علاقة السبب والنتيجة بين تغييرين أو أكثر، مثل قانون العرض والطلب أو نظرية الانتقاء الطبيعي[4].

5.2.2 المحاكاة المستخدمة في البحث

تم إستخدام المحاكاة الإفتراضية، حيث أُنشأت بيئة إفتراضية تتكون من عناصر الحريق، والعوامل المساعدة للإشتعال، أما المتدرب فهو خارج البيئة ويتفاعل معها بإستخدام المطفأة، ويتحكم بالمدخلات والنتائج، وطريقة المحاكاة التعليمية المستخدمة في البحث هي المحاكاة الإجرائية، فقد تم تصميم بيئة إفتراضية لعرض الخطوات والإجراءات اللازمة لإطفاء الحريق وتتضمن خطوات حمل المطفأة وكيفية توجيهها ناحية الحرايق مع عرض تعليمات تساعد المتدرب للقيام بهذه الخطوات.

6.2.2 عناصر النظام

يتم تعريف النظام على أنه مجموعة من الوحدات المترابطة التي تهدف لتحقيق غرض معين، وهذه الوحدات تنقسم إلى: [2]

1. الكيان (Entity)

هو مكون رئيسي من مكونات النظام، ولا يُستغنى عنه في النظام، كالآلات في المصنع، والموظفين في المكاتب وغيرها.

2. الصفة (Attribute)

هي خواص وصفات العناصر الرئيسية في النظام (Entities)، كالسرعة والقدرة، والسعة، مثال ذلك: حجم الآلآت في المصنع، وعناوين الموظفين وغيرها.

3. النشاط (Activity)

هي النشاطات التي تحدث في النظام بصورة دورية أو مكررة، مثال ذلك: عمليات اللحام في المصانع، والتوقيعات والأختام في نظام العاملين.

4. الحالة (State)

هي مجموعة من المتغيرات التي تصف النظام في وقتٍ معين، مثال ذلك : حالة الجهاز (مشغول، خامل، لأسفل، ...).

5. الحدث (Event)

نعني به الأحداث التي تغير حالة النظام، كحدث الضغط على زر التشغيل، الذي ينقل الآلة من حالة الخمول إلى حالة العمل.

6. الأنشطة الداخلية (Endogenous)

هي الأنشطة والفعاليات التي تحدث مع مكونات النظام نفسه، وتؤثر عليه، وتؤدي لتغيير حالته، كحدث نفاد كمية المنتجات في المخزن، والذي يؤثر على وحدة الإنتاج في نظام المصنع.

7. مصادر خارجية (Exogenous)

هي الأنشطة والفعاليات التي تحدث مع البيئة الخارجية للنظام، وتؤثر على حالته، كزيادة أسعار الآلات في السوق، والذي يؤثر على نظام التصنيع في المصنع.

7.2.2 عناصر نظام الإطفاء الحالي

1. الكيان (Entity)

المكونات والوحدات الرئيسية في نظام الإطفاء هي: رجل الأطفاء، مبنى الحريق، المواد الخشبية، المطفأة.

2. الصفات (Attributes)

صفات وخواص رجل الإطفاء: الحركة (المشي، الجري)، رقم المتدرب، الزمن الذي استغرقه لإطفاء الحريق.

صفات وخواص مبنى الحريق: ثلاث غرف، يحتوي على المواد الخشبية (كراسي وطاولة)، خريطة المبنى.

صفات وخواص المواد الخشبية: خاصية الإشتعال، عدد المواد المشتعلة.

صفات وخواص مطفأة الحريق: تحتوي على الماء، عدد المطفآت المستخدمة.

3.. النشاط (Activity)

النشاطات في النظام:

1. نشاطات رجل الإطفاء: إتباع توجيهات الإطفاء المسموعة، متابعة خريطة المبنى، إطفاء الحريق.
2. تغيير مطفأة الحريق، عند فراغها.
3. حساب المدة الزمنية التي يستغرقها المتدرب، لإطفاء الحريق.

5. الحالة (State)

حالات عناصر النظام :

1. رجل الإطفاء: المشي، الجري، الوقوف، تحريك اليدين.
2. المواد الخشبية: إشتعال، إنطفاء وتفحم.
3. مطفأة الحريق: ممتلئة، فارغة.

6. الحدث (Event)

الأحداث التي تغيير في حالة النظام:

1. إنذار إشتعال الحريق، الذي يؤدي لبدء السيناريو التدريبي.
2. إطفاء رجل الإطفاء (المتدرب) للنار، الذي يؤدي لإنهاء السيناريو التدريبي.

7. الأنشطة الداخلية (Endogenous)

النشاط الداخلي الذي يؤثر في حالة النظام هو: توجيه رجل الإطفاء (المتدرب) للمطفأة بإتجاه مصدر الحريق، والذي يؤدي لإخماد النار وإنهاء السيناريو.

8. مصادر خارجية (Exogenous)

المصادر الخارجية التي تؤثر في النظام، هي : حركة المرور، التي تؤثر في وصول المتدرب لموقع الحريق، إضافة إلى حالة المبنى، والعوامل الطبيعية المؤثرة على إنتشار الحريق كالتهوية، والقطوعاتٍ الكهربية.

8.2.2 نماذج المحاكاة

يعطي النموذج وصفاً دقيقاً لنظام معين في سياق إطار تجريبي معين، ويجب تحديد وصف دقيق لخصائص وهيكل النظام وسلوكه بواسطة النموذج، حتى يكون على مستوى عالٍ من الكفاءة.

لفهم أي نظام، من الضروري تحليل العمليات التي تحدث فيه، حيث تحدد الأنشطة التي يتم تنفيذها مسبقًا، والكيانات التي يتم تشغيلها، والعلاقات السببية (تحديد ترتيب النشاط والتزامن)، وذلك لإعطاء النظام الذي تم وصفه نظرة واضحة، ويمكن أن تكون العمليات المقررة هي الأساس لأتمتة وتنفيذ أداة برمجية، وكل ما سبق مهم جداً لعمل نموذج فعال للنظام المحدد [5].

وتنقسم نماذج المحاكاة إلى عدة أنواع :

1. النموذج الثابت (static model)

هو نموذج تمثل مدخلاته ومخرجاته قيم ثابتة، ولا إعتبار فيه لعامل الزمن؛ حيث أن النموذج لا يتغير بمرور الوقت.

هذا النوع من نماذج المحاكاة ثابت يعتمد على تحديد عناصر المحاكاة بوضوح من البداية، وتوفير القيم لأي المدخلات التي قد تُطلب خلال المعالجة، والتقييم، والتي تعطي مجموعة من النتائج. ويمكن إعتبار أن النموذج الثابت يوفر "لقطة" واحدة لإستجابة النظام لمجموعة معينة من ظروف الإدخال.

ومن أشهر النماذج الثابتة نموذج مونتي كارلو (Monte Carlo)[2] .

2. النموذج المتغير (dynamic model)

هو نموذج تتغير مدخلاته ومخرجاته، وتتأثر بعامل الزمن، ويعرف بأنه تمثيل للنظام مع مرور الوقت، ويستخدم برنامج حاسوبي لنمذجة سلوك الوقت المتغير للنظام.

ومن أمثلة هذا النموذج نماذج المصارف والعمليات التجارية، وكذلك يستخدم لتمثيل الرسوم المتحركة في البيئة ثلاثية الأبعاد [2].

3. النموذج الحتمي (Deterministic model)

هو نموذج جميع مكوناته وخصائص الموارد المستخدمة فيه محددة ومعروفة مسبقاً، وكذلك جميع مخرجاته، ولا يحتوي على أي مكونات بقيم إحتمالية، ويتم تحديد مخرجات هذا النموذج بشكل كامل بواسطة القيم والشروط الأولية للمدخلات.

مثال: نظام معادلات تفاضلية يمثل تفاعل كيميائي.[2]

4. النموذج العشوائي (Stochastic model)

هو نموذج يحتوي على عدد من المدخلات والمكونات ذات القيم العشوائية، وهي تنتج مخرجات عشوائية كذلك.

ومن أمثلتها نمذجة تأثيرات الرياح والزلازل، والأوقات المتداخلة [2].

5. النموذج المستمر (Continuous model)

هو نموذج حاسوبي لنظام فيزيائي يتتبع باستمرار إستجابة النظام وفقاً لمجموعة من المعادلات التي تكون عادة معادلات تفاضلية.

المحاكاة في هذا النموذج تتتبع باستمرار تغيرات النظام مع مرور الوقت. ونتائج النموذج لا تقوم على تغيرات الأحداث، بل تكون قائمة على النشاط؛ حيث يتم تقسيم الوقت إلى أجزاء صغيرة، ويتم تحديث حالة النظام وفقاً لمجموعة من الأنشطة التي تحدث في كل جزء من الوقت.

ويطبق هذا النموذج على وظيفة مستمرة، بإستخدام الأرقام الحقيقية لتمثيل نظام يتغير باستمرار، على سبيل المثال: محاكاة النماذج الحركية بإستخدام قوانين نيوتن للحركة، إعتماداً على الكتل والتسارع[2].

6. النموذج المتقطع (Discrete Event model)

يقوم هذا النموذج بمحاكاة النظام كتسلسل منفصل الأحداث، حيث يتغيير كل عنصر من عناصر النظام منفصلاً في الوقت الواحد.

ويتكون هذا النظام من ثلاثة معطيات أو مدخلات : أولها هي (حالة النظام)، التي تعرف بأنها مجموعة من المتغيرات التي تحمل الخصائص البارزة للنظام المطلوب نمذجته.

والمدخل الثاني هو (الساعة)، حيث يكون الوقت عبارة عن "قفزات"؛ لأن الأحداث فورية - تتنقل الساعة إلى وقت بدء الحدث التالي مع بدء المحاكاة.

أما المدخل الثالث فهو (قائمة المحاكاة)، حيث تحتوي على أحداث المحاكاة في النموذج. وتسمى أحيانا مجموعة الأحداث المعلقة؛ لأنه يتم تنفيذ الأحداث التي كانت معلقة نتيجة الحدث الذي تمت محاكاته قبلها، ولكن لم تتم محاكاتها بنفسها بعد، ويتم وصف الحدث بحلول الوقت الذي سيحدث فيه[2].

9.2.2 خطوات إنشاء النماذج (model)

- صياغة وبيان المشكلة التي من أجلها تم اللجوء للمحاكاة.
- تحديد الأهداف وخطة المشروع، التي تحدد أن المحاكاة مناسبة، وما هي الطرق والبدائل الأخرى لحل المشكلة غير المحاكاة.
- تخصيص الموارد اللازمة لعمل النموذج (الناس، التكلفة، الوقت).
- بناء النموذج عن طريق التجربة وتحديد العمليات الأساسية في النظام.
- إشراك المستخدم لفهم نظام العمل.
- جمع البيانات الكافية عن النظام.
- تصميم النموذج على الحاسوب.

- التحقق من صحة النموذج من خلال الإجابة على سؤال هل يمثل البرنامج نموذجاً؟ وهل يعمل بشكل صحيح؟.
- التحقق من صحة العمليات التي يقوم بها النموذج من خلال مقارنته بالنظام الفعلي.
- تجربة النموذج فعلياً.
- االتحليل، من خلال التشغيل الفعلي للنموذج يتم تحليل النتائج وقياس الأداء له.
- إضافة تحسينات للنموذج.
- الوثائق والتقارير، وتشمل وثيقة البرنامج، التقاريرالمرحلية للمشروع، بالإضافة للتاريخ والتسلسل الزمني للعمليات ، والتغييرات، وما إلى ذلك[2].

10.2.2 مراحل إنشاء النموذج في هذا النظام

- تم تبين المشكلة التي من أجلها لجأنا للتدريب بالمحاكاة المتمثلة في مشكلة البحث وهي صعوبة تمثيل بعض السيناريوهات للحرائق في الواقع وبالتالي إهدار الموارد .
- الهدف من عمل المشروع هو تقليل إهدار الموارد وذلك بعمل بيئة إفتراضية تحاكي الواقع مما قد يغني من بدائل التدريب الأخرى.
- تم تكوين فريق لعمل النموذج من (مطورين ومصممين)
- تم تصور البيئة الإفتراضية مع مراعاة واقعيتها وتحديد العناصر الأساسية في النظام (المتدرب ،بيئة الحريق،المطفأة،الحريق)
- تم عمل إجتماع مع الجهة المستهدفة وتم من خلاله جمع البيانات والمتطلبات للنظام وتحليل هذه المتطلبات وتقييمها وإستبعاد بعضها .
- تم تصميم البيئة الإفتراضية إضافةً إلى عناصرها .
- لم يتم إختبار النظام بعد على الجمهور المستهدف .

11.2.2 مكونات النموذج المتقطع (Discrete Event Model)

يتكون النموذج المتقطع من عدة مكونات هي: [6]

1. **حالة النظام (System State)**

هي مجموعة من متغيرات الحالة اللازمة لوصف النظام في وقت معين.

2. **ساعة المحاكاة (Simulation Clock)**

هي عبارة عن متغير يعطي القيمة الحالية للوقت المحاكَى.

3. قائمة الأحداث (Event List)

هي قائمة تحتوي على جميع الأحداث في النظام، وتحدد الحدث الذي سيحدث في كل مرة، بترتيب معين، في أزمنة محددة.

4. عدادات إحصائية (Statistical counters)

هي عبارة عن متغيرات تستخدم لتخزين المعلومات الإحصائية حول النظام.

5. روتين التهيئة (Initialization routine)

هو برنامج فرعي، يستخدم لتهيئة نموذج المحاكاة في الوقت المبدئي (0).

6. روتين التوقيت (Timing routine)

هو برنامج فرعي، يحدد الحدث التالي من قائمة الأحداث، ثم يقدم ساعة المحاكاة إلى الوقت الذي يحدث فيه هذا الحدث.

7. مولد التقارير (Report generator)

برنامج فرعي يحسب التقديرات (من العدادات الإحصائية) لمقاييس الأداء المرغوبة، وينتج تقريرا عندما تنتهي عملية المحاكاة.

8. إجراءات الأحداث (Event routine)

برنامج فرعي، يقوم بتحديث حالة النظام عند حدوث نوع معين من الحدث؛ حيث أنه يوجد إجراء معين يقوم به النظام عند حدوث كل حدث.

9. إجراءات المكتبة (Library routines)

مجموعة من البرامج الثانوية، تستخدم لإنشاء ملاحظات عشوائية من توزيعات الاحتمال التي تم تحديدها كجزء من نموذج المحاكاة.

10. البرنامج الرئيسي (Main program)

هو برنامج ثانوي يستدعي روتين التوقيت، لتحديد الحدث التالي ونقل التحكم إلى روتين الحدث الذي يليه، ومن ثم تحديث حالة النظام بشكل مناسب، وبعد التحقق من إنهاء هذه العمليات، يقوم بإستدعاء مولد التقرير عند انتهاء المحاكاة.

3.2 التدريب بالمحاكاة:

التدريب بالمحاكاة هو أسلوب تدريب يسعى لتدريب المتعلمين من خلال تكرار مواقف الحياة الحقيقية، ويتم استخدام المحاكاة للحالات المختلفة في عدد من المهن المختلفة، أول جهاز محاكاة معروف كان جهاز محاكاة الطيران، في عام 1929 قام شخص يدعى ادوين ألبرت لينك ببناء جهاز محاكاة طيران ووصفه بأنه (مدرب الوصلة) (بلونكيت ، 2011)، وفي أواخر ستينيات القرن العشرين، نشأت أول تماثيل لكامل الجسم على أساس عمل دينسون وأبراهامسون. كان يُعرف

باسم "Sim One" وتم استخدامه لتدريب التخدير، من خلال التقدم التكنولوجي المتطور أصبح تدريب المحاكاة أقرب إلى الواقع الفعلي أكثر من أي وقت مضى مع تطوير المزيد من عمليات المحاكاة المتقدمة[7].

مصطلح التدريب بالمحاكاة مصطلح قديم ، وهو ينطبق الآن على مجموعة متنوعة من الأنشطة الفنية التي يتم فيها إنشاء نماذج أو مواقف مشابهة لمواقف حقيقية بغرض الاختبار أو التدريس، وتقوم على فلسفة (دعونا نجربها ونرى ما يحدث)، تشير المحاكاة والألعاب إلى سلسلة من التصاميم التعليمية التي تستخدم عناصر من المحاكاة والألعاب، ويمكن إجراء المحاكاة والألعاب باستخدام ألعاب اللوحة أو ألعاب اللوحة بمساعدة الكمبيوتر أو البيئات المحوسبة بالكامل، تعرّف مجلة المحاكاة والألعاب (Gaming & Simulation) التدريب بالمحاكاة بأوسع معانيه، ليشمل مجالات مثل الألعاب الجدية، الألعاب التعليمية، ألعاب التدريب، الألعاب الإلكترونية، ألعاب الإنترنت، ألعاب الفيديو، تمارين السياسة، محاكاة الحياة اليومية ، تمارين التخطيط ، استخلاص المعلومات ، المناقشة التحليلية ، تحليل ما بعد التجربة ، النمذجة ، الواقع الافتراضي ، نظرية الألعاب ، لعب الأدوار ، لعب الأدوار ، اللعب ، التعلم النشط ، التجارب التعلم ، التعلم من التجربة ، الألعاب ، الواقع المعزز ، الألعاب ، التمارين المنظمة ، ألعاب التعليم ، ألعاب الأغراض البديلة ، التعليم الترفيهي ، التعليم القائم على الألعاب الرقمية، ألعاب الدماغ ، ألعاب التأثير الاجتماعي، ألعاب التغيير، ألعاب للألعاب بيئات التعلم، وبيئات المهام الاصطناعية.والمحاكاة كبرنامج تدريبي، تمكّن المشاركين من التعلم من خلال التجارب التفاعلية، وتحتوي عمليات المحاكاة على عناصر من التعلم التجريبي وتعليم الكبار، لذا ستكون المحاكاة مفيدة في التعرف على المواقف المعقدة (حيث تكون البيانات غير كاملة وغير موثوقة أو غير متوفرة)، وحين تكون المشكلات غير مألوفة، وتكلفة الأخطاء في اتخاذ القرارات من المرجح أن تكون عالية.، لذلك تقدم المحاكاة في مجال التدريب العديد من الفوائد، حيث تسرع وتضغط الوقت لتقديم صورة واضحة لمستقبل ضبابي؛ فهي تجريبية، واختبارية، ودقيقة، وتعزز الإبداع بين المشاركين، الذين يطورون وجهة نظر مشتركة لتعلمهم وسلوكهم، وفوق كل ذلك، فإن اتخاذ القرارات لا تترتب عليها أي آثار في التكلفة الحقيقية [8].

1.3.2 خصائص التدريب بالمحاكاة

1. يبدأ التدريب بوضعية وظروف مشابهة، للبيئة التي سيواجهها المتعلم في العالم الحقيقي، هذا الإعداد يعادل الافتراضات في التحقيق العلمي؛ كالمعطيات في نموذج رياضي ، والمعدات والقواعد في اللعبة، وتعريف الصراع والخصائص الشخصية في لعب الأدوار، والمتغير المستقل والتابع في التجارب

2. توفير بيئة تدريبية منخفضة المخاطر، فهو يوفر مدخلات منخفضة المخاطر، يمكن للمتعلم التفاعل معها دون تدمير الظروف التي هي أساس تمرين المحاكاة، هذا يسمح للمتدرب بإرتكاب أخطاء كارثية، واختبار الإجراءات البديلة، مع الحفاظ على حياته وبيئته.

3. تؤدي المدخلات منخفضة المخاطر إلى العواقب الرمزية، حيث يقوم نظام المحاكاة بإعلام المتعلم بما كان سيحدث في الوضع الحقيقي، دون أن يتأذى المتدرب.

4. قابلية التكرار؛ فإن عملية المحاكاة بأكملها قابلة للتكرار، حيث أن المخاطر المنخفضة والنتائج الرمزية توفر إمكانية النسخ المتماثل لإجراءات متعددة للتوصل إلى أفضل الحلول.

6. تختلف المحاكاة بإختلاف التخصصات، فكل قسم يعالج البنية المفاهيمية للمحاكاة بشكل مختلف، بالنسبة للإقتصاديين، فإن البنية المفاهيمية عادة ما تكون رياضية، وبالنسبة لعلماء الاجتماع، فإن البنية المفاهيمية هي عادة مجموعات من التفاعلات الاجتماعية، أما علماء السياسة، فإن البنية المفاهيمية غالبا ما تكون مؤسساتية.

7. قنوات المحاكاة تختلف في النمط والتعقيد، فقد تستخدم المحاكاة برامج الكمبيوتر التي تتطلب جزءًا فقط من العمليات، تتراوح عمليات التحفيز من محاولات تكرار العمليات الاجتماعية المعقدة، مثل التشريع، إلى تفاعلات اجتماعية بسيطة للغاية، مثل جعل الاتصال بالعين، فيمكن إجراء هذه المحاكاة باستخدام أجهزة الكمبيوتر والقلم والورق أو النماذج المادية لبعض الظواهر الطبيعية، لأن العمل فقط مع تفاصيل صغيرة، لكن بعض المحاكيات تعمل مع أحجام وتفاصيل أكثر وهي أكثر تعقيداً.

8. التعمق في التعلم، يمكن للمحاكاة التعليمية أن تشرك المتعلم في تفاصيل عميقة، تعزز الفهم والخبرة، على عكس التعلم السطحي الذي يتطلب التحفيظ فقط.

9. الوعي ومشاهدة الظروف الفريدة، ففي المحاكاة يسترشد الطلاب بمجموعة من المعلمات (المدخلات)، ويسعون في حل المشاكل، والتكيف مع القضايا الناشئة عن سيناريوهاتهم، وإدراكهم للظروف الفريدة الموجودة داخل حدود المحاكاة [8].

2.3.2 سلبيات التدريب بالمحاكاة

1. المحاكاة ليست دائما قادرة على إعادة وخلق مواقف الحياة الحقيقية.
2. يمكن أن تكون المحاكيات مكلفة للغاية، وتتطلب تحديثات وصيانة مستمرة.
3. لا يمكن تضمين كل الحالات التي تحدث في الواقع، إذ أن هناك إحتمال الصدفة في السيناريوهات الواقعية.
4. النتائج في الحياة الحقيقية، أكثر صدقاً وموثوقية من النتائج التي يقدمها المحاكي.
5. يحتاج الموظفون إلى التدريب على كيفية إستخدام البرامج والأجهزة، وهذا يستغرق وقتًا ويكلف المال.
6. لا توجد عواقب حقيقية للأخطاء التي قد ينتج عنها إهمال المتدرب وعدم المشاركة بشكل كامل في التدريب، مما يؤدي إلى نتائج غير دقيقة[7].

3.3.2 خطوات إنشاء محاكي تدريبي

لإنشاء محاكي تدريبي يجب إتباع الخطوات التالية : [7]

الخطوة الأولى:

تحليل وتحديد متطلبات المتدرب، وعناصر البيئة التدريبية، والمهارات التي يتوقع إكتسابها من التدريب.

على سبيل المثال، يحتاج الطيار إلى تعلم الطرق، الخروج من وجهة معينة، والرحلة والهبوط في الوجهة الأخرى بأمان والعكس.

الخطوة الثانية :

تصميم متطلبات التدريب التي تم تحديدها، بمعنى عمل السيناريوهات المحتملة حتى يتمكن المتدرب من التمكن من المهارة.

على سبيل المثال يتم تحديد سيناريو الرحلة كالتالي : ينطلق الطيار من المدرج على مسافة مناسبة دون تكبد أي مشاكل، ليصعد الطائرة نحو الوجهة ب بشكل آمن ثم يطير الطائرة بأمان على مسافة توقف مقبولة على طريق الجسر، بينما الطائرة في الحد الأقصى لوزنها.

الخطوة الثالثة :

تحديد أجهزة المحتوى التدريبي، أي تجهيز المحاكيات التي ستقوم بتنفيذ السيناريوهات، التي تم تصميمها.

على سبيل المثال : في تدريب الطيار، سيتم استخدام جهاز محاكاة الطيران مزود بالمسار والطريق المطلوبين، يرجع ذلك إلى حقيقة أن استخدام طائرة حقيقية ومضمارًا عمليًا لهذا التدريب قد يكون خطيراً ومكلفًا إلى حد كبير.

الخطوة الرابعة :

إعداد وتنفيذ البيئة، المتدرب، المحاكيات التدريبية، التي تم إختيارها في الخطوة السابقة.

الخطوة الخامسة :

إختبار المحاكي، والبيئة، للتأكد أنهم يعملون بالمستوى المطلوب، المتوافق مع متطلبات التدريب.

الخطوة السادسة :

تقييم ما إذا كانت الأهداف التدريبية قد تحققت أم لا، حيث يزود المحاكي المدرب بخاصية تقارير تقيمية، تسمح للمدرب بإستعراض بيانات الأداء، وتقييم أداء، ثم تزويد المتدرب بتعليقات تتعلق بأدائه.

4.3.2 الخطوات التي تمت في النظام

1. أهداف الخطة التدريبية هي تعليم المتدرب أساسيات الإطفاء إكتسابه لمهارة إتخاذ القرار .
2. بناء على نطاق البحث تم تصميم بيئة تمكن المتدرب من تحقيق الهدف من التدريب .
3. تم تحديد العناصر الأساسية للنظام من تصميم بيئة العمل والمطفأة والحريق والمتدرب .
4. تم تصميم السيناريوهات بصورة واقعية .
5. تمت تجربة النظام ولكن لم يتم إختباره وتقييمه من الجمهور المستهدف.

5.3.2 البيئة الإفتراضية (virtual environment)

هي عبارة عن السيناريو الذي يولده الكمبيوتر الذي يحاكي تجربة واقعية، وتكون مشابهة للعالم الحقيقي من أجل خلق تجربة حية تقوم على الواقع أو الخيال العلمي، وتتكون من معلومات عن العناصر الواقعية ممثلة في صور افتراضية مطابقة للواقع، عبر تزويد الحاسوب بها.

تكنولوجيا العالم الإفتراضية الأكثر شيوعاً تستخدم سماعات الواقع الافتراضي أو البيئات متعددة المواقع، وأحيانا تتكون من البيئات المادية أو الدعائم، لتوليد صور واقعية وأصوات وغيرها من الأحاسيس التي تحاكي الوجود المادي للمستخدم في بيئة افتراضية أو خيالية.

يمكن للشخص باستخدام معدات الواقع الافتراضي النظر إلى العالم الاصطناعي، وسماع الأصوات فيه ، والتحرك، والتفاعل مع الميزات الافتراضية أو العناصر، يتم إنشاء تأثير عادة من قبل سماعات الواقع الافتراضي التي تتكون شاشة رئيسية مع شاشة صغيرة أمام العينين، ولكن يمكن أيضا أن تنشأ من خلال غرف مصممة خصيصاً مع شاشات كبيرة متعددة.

يمكن وضع برامج بيئة افتراضية لأي استخدام، من التدريب العسكري المتقدم في محاكاة البيئة الافتراضية إلى الفصول الدراسية الافتراضية، ويتم وضع العديد من البيئات الافتراضية كقنوات تجارية للمنتجات والخدمات من قبل الشركات والمؤسسات غير الربحية[9].

6.3.2 مكونات الأنظمة الإفتراضية

تتكون الأنظمة الإفتراضية من جزئين من النظم الفرعية الرئيسية، العتاد (المكونات المادية) والبرمجيات، ويمكن تقسيم العتاد إلى الكمبيوتر والمحرك وأجهزة الإدخال والإخراج، في حين يمكن تقسيم البرنامج إلى تطبيق البرمجيات وقاعدة البيانات.

وفيما يلي مزيد من التفصيل في مكونات وأجزاء النظم الإفتراضية:[10]

1. أجهزة الإدخال

أجهزة الإدخال هي الوسيلة التي يتفاعل المستخدم من خلالها مع العالم الافتراضي؛ فهي ترسل إشارات إلى النظام حول عمل المستخدم، وذلك لتوفير ردود الفعل المناسبة وإخراجها للمستخدم من خلال أجهزة الإخراج في الوقت الحقيقي.

ومن أمثلة أهزة الإدخال: الماوس DOF6 وأجهزة الاستشعار الكهرومغناطيسية والموجات فوق الصوتية والبصرية والميكانيكية وجيروسكوبية، ووحدات تحكم العضلات.

2. أجهزة المعالجة

في أنظمة الواقع الافتراضي، يجب أن يتم اختيار جهاز المعالجة أو نظام الكمبيوتر وفقا لمتطلبات التطبيق، فعرض الرسومات وتوليد الصور هي من أهم العوامل في النظام الإفتراضي، واختيار المعالج يعتمد على مجال التطبيق، المستخدم، أجهزة الإدخال والإخراج، والمخرجات الرسومية المطلوبة، لأنها مسؤولة عن حساب وتوليد نماذج رسومية،

وتقديم الكائنات، والإضاءة، ورسم الخرائط، والتركيب، والمحاكاة، والعرض في الوقت الحقيقي، كما يعالج الكمبيوتر التفاعل مع المستخدمين ويعمل كواجهة مع أجهزة الإدخال / الإخراج. ومن العوامل الرئيسية التي يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار محرك فر هو قوة معالجة الكمبيوتر، وطاقة معالجة الكمبيوتر هي مقدار الحواس (الرسومية والصوتية واللمسية وغيرها) التي يمكن تقديمها في إطار زمني محدد.

3. أجهزة الإخراج

أجهزة الإخراج تستخدم للحصول على ردود الفعل من أجهزة المعالجة وتمريرها إلى المستخدمين من خلال أجهزة الإخراج المقابلة لتحفيز الحواس. التصنيفات الممكنة لأجهزة الإخراج على أساس الحواس هي: الرسومات (البصرية)، والصوت (السمعي)، اللمس (الاتصال أو القوة)، والرائحة والطعم. من هذه التصنيفات، يتم استخدام الثلاثة الأولى في كثير من الأحيان في أنظمة الواقع الافتراضي، في حين أن الرائحة والطعم لا تزال غير شائعة الإستخدام.

4. أدوات النمذجة

هناك العديد من أدوات النمذجة المتاحة لتصميم البيئة الإفتراضية، لكن الأكثر شيوعا هي، 3ds Max, Maya and Creator.

5. أدوات التطوير

هي تقنيات معقدة وتكاملية تستخلص من العديد من التقنيات الأخرى، مثل رسومات الحاسوب ثلاثية الأبعاد في الوقت الحقيقي، وتتبع التكنولوجيا، ومعالجة الصوت، والتكنولوجيا اللمسية، وغيرها، لذلك هناك حاجة إلى مرونة في تطوير البرمجيات والتفاعل في الوقت الحقيقي. ومن الأدوات الأساسية C / C ++، جافا، برنامج أوبنغل.

وهناك حاجة إلى النظر بعناية في اختيار أدوات تطوير الواقع الافتراضي، بسبب الاختلاف في المرونة التي توفرها حزم البرامج المختلفة فيما يتعلق بالمدخلات النموذجية المتاحة، والتوافق بين الواجهة، وتنسيق الملف، وسهولة الحركة، وكشف الاصطدام، ودعم أجهزة الإدخال / الإخراج، المستخدمين. وتشمل أدوات تطوير الواقع الافتراضي المستخدمة في إنشاء محتوى الواقع الافتراضي، ومجموعة أدوات تطوير البرمجيات، وواجهات برامج التطبيقات.

7.3.2 تطبيق النموذج المتقطع في البيئة الإفتراضية للنظام

بعد دراسة نظام إطفاء الحرائق الحقيقي، وتحديد وحداته ووصفها، ومعرفة الأحداث التي تغيير حالة النظام، تم إنشاء النموذج المتقطع للنظام.

ولتفعيل هذا النموذج في الواقع الإفتراضي، تم إستخدام الرسوم المتحركة، التي تتطلب معرفة كيفية عمل الوحدات والأدوات الفعلية والسرعة التي تعمل بها، واستند التمثيل الإفتراضي للنموذج إلى كيفية عمل كل وحدة من وحدات النظام على حدة؛ فكل كيان في البرنامج عبارة عن عقدة مرتبطة بالكيانات الأخرى من خلال العقد الأصل أو العقد التابعة، بإستخدام بنية البيانات هذه، يتم تنفيذ حركة العقدة الرئيسية من خلال التأثير على جميع العقد التابعة، على سبيل المثال: تم

تمثيل يد رجل الإطفاء في البرنامج كعقدة فرعية لعقدة جسد رجل الإطفاء، هذا يسمح لليد بالتحرك بشكل مستقل عن الجسد، ولكن إذا تم تمثيل جسد رجل الإطفاء كعقدة واحدة، فإن الجسد سوف يتحرك كله بتحرك اليد.

وهذا يعرف بالهيكل الهرمي للمحاكاة، أي تقسيم النظام إلى أجزاء، وتقسيم الأجزاء إلى عقد منفصلة، فعندما يتم نزع فوهة المطفأة، يتم إنشاء (عقد) المياه الإفتراضية، وعند إصطدامها بعقد الحريق، يتم حذف الحريق الإفتراضي، وهذا تمثيل لعملية الإطفاء.

وقد تم تمثيل خواص وصفات وحدات النظام، على سبيل المثال خاصية التصادم في بعض الكائنات الثابتة في البيئة، حيث لا يسمح لرجل الإطفاء بإختراق الجدران، والأرض، وغيرها في البيئة، وبالمثل، فإن خاصية الاصطدام في السلم الإفتراضي، هي التي تمكن رجل الإطفاء من التقدم إلى الأمام والتسلق، لدخول الغرف.

وعموماً فإن أجزاء النظام الممثلة هي: رجل الإطفاء، مطفأة الحريق، ومبنى الحريق، وهذه الأجزاء تنقسم إلى عقد فرعية؛ فرجل الإطفاء يشمل : عقدة اليدين، والساقين، أما المطفأة فتنقسم إلى عقدتين هما: فوهة المطفأة، وهي تنزع عند فتح المطفأة، وجسم المطفأة، أما المبنى فينقسم إلى عدة غرف، تحتوي على أثاث خشبي قابل للإشتعال، وقد تم تمثيل المياة كعقدة منفصلة، والنار المشتعلة على المواد الخشبية كذلك.

4.2 الحرائق :

1.4.2 عملية الإحتراق (نظرية الإشتعال)

هي تلك الظاهرة الكيميائية التي تحدث نتيجة إتحاد المادة المشتعلة بأكسجين الهواء بعامل تأثير درجة حرارة معينة لكل مادة، وتختلف درجة الحرارة هذه لكل مادة و تسمى نقطة الإشتعال؛ لذا لكي يحدث حريق يجب أن تتوفر ثلاثة عناصر هي الوقود والحرارة و لأكسجين وهو مايطلق عليه بالإشتعال:-

1. الوقود، ويوجد في صورة صلبة مثل(الخشب ، الورق , القماش ،..الخ) وفي الحالة السائلة وشبه السائلة (مثل الشحوم بجميع أنواعها و الزيوت، النزين، الكحول... الخ) وفي الحالة الغازية مثل (غاز البوتان و الاستلين و الميثان.. الخ).
2. الحرارة، أي بلوغ درجة الحرارة للدرجة اللازمة للإشتعال ومصدرها الشرر، اللهب، الإحتكاك، أشعة الشمس، التفاعلات الكيميائية، ..الخ.
3. الأكسجين، يتوافر في الهواء الجوي بنسبة (19-21%).

و مع ذلك فقد أوضحت الدراسات الحديثة أنه يوجد أربعة عوامل متداخلة لحدوث الحريق و ليست ثلاثة، وهذه العوامل هي (الوقود – الحراراة – الأكسجين – التفاعل المتسلسل غير المعاق) ويمكن تمثيلها بشكل رباعي[11].

2.4.2 تصنيف الحرائق

هناك أربعة أنواع من أنواع الحرائق:

1. حرائق النوع الأول (CLASS(A:

و هي التي تنشأ في المواد الصلبة التي تكون غالباً ذات طبيعة عضوية (مركبات الكربون) كالورق والخشب والأقمشة و غيرها من الألياف النباتية وعادة تحترق على شكل جمرات متوهجة، يعتبر الماء أنسب الوسائل لإطفاء هذا النوع.

2. حرائق النوع الثاني (CLASS(B:

و هي التي تحدث بالسوائل أو المواد المنصهرة القابلة للإشتعال و لأجل تحديد أنسب مواد الإطفاء لهذه الحرائق يمكن تقسيم المواد القابلة للإشتعال إلى نوعين :

- سوائل قابلة للإمتزاج أو الذوبان في الماء.
- سوائل غير قابلة للذوبان في الماء.

و على ضوء ذلك يمكن تحديد نوعية الوسيط الإطفائي المناسب و يتضمن ذلك رشاشات المياه أو الرغاوي أو أبخرة الهالوجينات أو ثاني أكسيد الكربون او المساحيق الكيميائية الجافة.

3. حرائق النوع الثالث (CLASS(C:

و هي حرائق الغازات القابلة للإشتعال و تشمل الغازات البترولية المسالة كالبروبان و البيوتان و تستخدم الرغاوي و المساحيق الكيميائية الجافة لمواجهة حرائق الغازات في حالة السيولة عند تسربها على الأرض و تستخدم أيضاً رشاشات المياه لأغراض تبريد عبوات الغاز.

4. حرائق النوع الرابع (CLASS(D:

وهي الحرائق التي تحدث بالمعادن، ولا تستخدم المياه لعدم فاعليتها كما وأن استخدامها له مخاطر، كذلك الحال عند استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون أو المساحيق الكيميائية الجافة على البيكربونات، ويستخدم عادة مسحوق الجرافيت أو بودرة التلك أو الرمل الجاف أو أنواع أخرى من المساحيق الكيمياوية الجافة لإطفاء هذا النوع[11].

3.4.2 بعض أسباب الحرائق :

1. الجهل والإهمال واللامبالاة .
2. التخزين السيئ للمواد القابلة للإشتعال أو الإنفجار.
3. تشبع المكان بالغازات والأبخرة والأتربة القابلة للإشتعال في وجود سوء التهوية.
4. حدوث شرر أو إرتفاع غير عادي في درجة الحرارة نتيجة الإحتكاك في الأجزاء الميكانيكية.
5. الأعطال الكهربائية أو وجود مواد سهلة الإشتعال بالقرب من أجهزة كهربائية تستخدم لأغراض التسخين.
6. العبث وإشعال النار قرب الأماكن الخطرة، وقد يكون بحسن النية أو إلقاء بقايا السجائر[11].

5.2 نظرية الإطفاء:

تبنى نظرية الإطفاء على عكس نظرية الإشتعال تماماً؛ فبينما يتطلب استمرار الإشتعال توافر جميع عوامله الرئيسية الثلاثة وهي المادة و الحرارة و الأكسجين بالإضافة إلى ضرورة استمرار سلسلة تفاعل اللهب نفسه نجد أن نظرية الإطفاء تبنى على عزل عامل أو أكثر من عوامل الإشتعال، وبصفة عامة تعتمد عمليات إطفاء الحرائق على واحد أو اكثر من العوامل الآتية:[11]

1. التجويع STARVING:

منع إمتداد النيران إلى كميات أو أجزاء جديدة من المواد القابلة للإشتعال حتى لا تجد ما تشعله بعد ذلك وتتوقف عند الحد الذي اشتعلت فيه إلى أن تخبو وتنطفئ.

2. التبريد COOLING:

يعتمد رجال الإطفاء على تبريد المواد المشتعلة في حرائق المواد الصلبة (الفئة الأولى) بإستخدام المياه، حيث يؤدي إلى امتصاص الحرارة من الحريق بمعدل أكبر من معدل تولدها إلى أن تصل درجة حرارة المواد المشتعلة لأقل من درجة إشتعالها فتنطفئ النيران.

3. الخنق ASPHYXIATION:

و يعني منع عامل الإشتعال المساعد أي الأكسجين من الوصول إلى المادة القابلة للإشتعال أو تقليل نسبة وجوده في محيط الإشتعال، و تستخدم في ذلك مواد كثيرة منها الرمل والجرافيت و ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والمواد الرغوية الميكانيكية أو الكيميائية وغيرها من المواد المستخدمة في الإطفاء.

4. القضاء على التفاعل الكيميائي المتسلسل CHEMICAL CHAIN REACTION:

يستمر الحريق في الإشتعال ما دامت العناصر الثلاثة المادة والحرارة والأكسجين موجودة بالنسب الصحيحة، وينتج عن تفاعل هذه العناصر عناصر وجزيئات أخرى فعالة تعرف بالشقوق الطليقة، ويعرف تفاعلها مع بعضها بالتفاعل الكيميائي المتسلسل.

و العناصر الكيميائية التي تعمل على القضاء على التفاعل المتسلسل هي: البودرة الكيميائية الجافة، وبدائل الهالون، وهذه الوسائط تهاجم التركيب الجزئي للمركبات المكونة للتفاعل وبذلك تطرد الشقوق الطليقة للأكسجين والهيدروكسيل.

6.2 أجهزة الإطفاء :

لا شك أن وجود جهاز إطفاء الحريق بالمنزل أو المكتب أو السيارة هو أمر غاية في الأهمية حتى لو ظل الجهاز معلقاً على الجدران بدون إستخدام لفترات كبيرة فقد تأتي اللحظة التي يصبح فيها جهاز الإطفاء بمثابة طوق النجاة و الدرع الواقي لمكافحة الحريق أو لإنقاذ حياة إنسان، و يجب أن يكون جهاز الإطفاء مطابقاً للمواصفات القياسية والمعتمدة من الجهات المختصة.

1.6.2 أجهزة الإطفاء بالمياه:

و هذا النوع من الأجهزة يحتوي على الماء كمادة لإطفاء الحريق وبالأخص حرائق النوع الأول و تنقسم إلى نوعين :

- أجهزة الماء بضغط الغاز: وهي أجهزة مليئة بالماء تحت الضغط العادي مثبت بداخلها خرطوشة صغيرة بداخلها غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط وعند التشغيل يتم الضغط على مقبض التشغيل فيعمل على ثقب الخرطوشة فينطلق الغاز المضغوط دافعاً الماء بقوة خلال فوهة أو خرطوم القذف.
- أجهزة الماء المحفوظة بالضغط: وهي أجهزة تملأ حتى ثلثيها بالماء والثلث الباقي يتم ضغطه بالهواء بغاز النتروجين، وعند التشغيل يفتح الصمام فيخرج الماء مندفعاً بقوة بفعل ضغط الغاز[11].

2.6.2 كيفية إستخدام جهاز الإطفاء بالماء:

تعرف طريقة الإطفاء بالكنس، حيث يصوب الماء تجاه أسفل اللهب، مع ضرورة تغيير إتجاه المدفع في جميع المساحة المشتعلة فيها النار، منطقة بعد أخرى[11].

7.2 الدراسات السابقة

هناك العديد من التطبيقات التي استخدمت المحاكاة في التدريب، و فيما يلي سوف نستعرض بعضاً منها:

ADMS-Fire 1.7.2

(الولايات المتحدة الأمريكية)

هذا التطبيق يوفر للمتدرب نظام تدريب فعال لمكافحة الحرائق، فهو على مستوى عالٍ من الواقعية بسبب تكنولوجيا الاستشعار القائمة على الحركة و الدقة العالية في محاكاة الواقع الحقيقي إذ تقوم بالتعرف على حركات المتدرب في بيئة التدريب مثل (تحريك الرأس ،الإنحناء،...إلخ) .

يمكن للمتدربين استكشاف بيئتهم من خلال الكشف عن الطرق التي تؤدي إلى موقع الحريق ويمكن أيضا ممارسة تقنيات التهوية .

يحتوي المحاكي على سيناريوهات للحرائق الداخلية والحرائق الخارجية، إضافةً إلى تلبية أهداف التدريب الأخرى بما في ذلك البحث والإنقاذ، والاعتراف بالحالات الخطرة والعمل كفريق واحد ،كما أنه يوفر بيئة تدريب آمنة لتعلم إستخدام المطفأة، وتقنيات التهوية، و التعامل مع الحالات الخطيرة بأقل تكلفة .

يتم التدريب على عدد من المستويات المتباينة، التي تمكن المتدربين من إكتساب معرفة للتعامل مع حالات الحرائق من مستوى المبتدئين إلى رجال الاطفاء الأكثر خبرة[12].

FLAME-SIM 2.7.2

(محافظة هوفمان ،إلينوي،الولايات المتحدة الأمريكية)

هو محاكي للتدريب ويسمح بالتدريب على نطاق كامل، ويساعد رجال الاطفاء على إتخاذ القرار المناسب في أرض الواقع. وهذا يسمح لهم بنقل تجربتهم الفردية من التدريب إلى العالم الحقيقي، وقد أثبتت النتائج أن التدريب على FLAME-SIM له فعالية اكبر من التدريب أو التعلم من أشرطة الفيديو أو التعليمات اللفظية،كما أنه يُمَكِّن المدرب من إنشاء سيناريوهات أثناء التدريب كما يساعد على التدريب الجماعي إذ أن في إمكانية المتدربين التواصل مع بعضهم من خلال الراديو وتلقي الأوامر .

أثناء التدريب تحدث عدد من الحالات التي قد يواجهها المتدربين في الواقع والتي تتطلب منهم إتخاذ قرار معين كما أن بإمكانه إستخراج تقارير بناءاً على بعض المعاييروتتبع تقدم المتدرب [13].

ViFeloe 3.7.2

(فِيِيَنَّا –النمسا)

هو تطبيق ينتج مجموعة سيناريوهات لمختلف حالات مكافحة الحرائق (في الهواء الطلق / في الأماكن المغلقة، إنعدام التهوية، الرياح).

يتم تعقب منطقة توجيه طفاية الحريق عن طريق الحاسوب بواسطة أجهزة الاستشعار البصرية، و من ثم تحديد مكان إشارة فوهة أنبوب الطفاية ومدة هذه الإشارة لينطفئ الحريق .

ويحدد المدرب سيناريو المحاكاة: أين يبدأ الحريق؟، و أي نوع من المواد القابلة للاحتراق يود وضعه في السيناريو؟، و كذلك يضع مادة الحريق في المكان الذي يريد.

كما أنه يوفر إمكانية حساب لمعدل واتجاه توسع الحريق، وكذلك يتحكم في مقدار اللهب والدخان الذي يمكن أن يبدأ في نقطة معينة في السيناريو [14].

Bullseye Laser –Driven Fire Extinguisher Training 4.7.2

(ألباني، نيويورك)

Bullseyeهو من أنظمة التدريب التي تستخدم تكنولوجيا الاستشعار، حيث يمكن للنظام التعرف على موقع المتدرب، إذا كان المتدرب قد صوّب الطفاية بشكل صحيح أم لا، يمكن للنظام أيضا معرفة ما إذا كان المتدرب قد اختار الطفاية الصحيحة لنوع الحريق ، إذ أن الحريق لا يستجيب إلا عندما يتم إختيار الطفاية المناسبة.

ويستخدم نظام Bullseye مئات من المصابيح والمعالجات الصغيرة لتوليد النيران الرقمية تبعاً لنوع الحريق ومستوى الصعوبة الذي يختاره المدرب.

يمكن للمتدربين التعامل مع النار الرقمية باستخدام طفاية الليزر أو الهواء المضغوط أوالمياه .أجهزة الاستشعار في نظام Bullseye تسمح للنظام بالتفاعل مع المتدرب وكشف أين وكيف يستخدم المتدرب طفاية التدريب و يستجيب النظام من خلال زيادة أو تقليل حجم اللهب في المنطقة التي يستهدفها المستخدم، نسبة إلى تقنية المتدرب وجهوده.

لإطفاء الحريق بنجاح، يجب على المتدرب توجيه طفاية الحريق في جميع أنحاء قاعدة النار .إذا كان المتدرب يوجهها فقط تحت أو فوق القاعدة، فإن النيران سوف تنخفض، ولكن لن يتم إخمادها و إذا كان المتدرب يوجهها إلى جانب واحد فقط من النار، سيتم إطفاء هذا الجانب بينما يستمر الجانب الآخر في الإنتشار.

هذا النظام أيضاً مزود بمولد للدخان، و يمكن للمدربين التحكم في إعدادات الدخان يدويا، أو تعيين النظام إلى التلقائي ويتم توليد الدخان حسب حجم النار والوقت منذ الاشتعال [15].

8.2 ملخص

تناولنا في هذا الباب الخلفية النظرية في عدد من التطبيقات لمحاكيات تدريبية تحتوي على مجموعة سيناريوهات للتدريب كما أن بعضها يمكن المدرب من إنشاء سيناريوهات بنفسه، أما في وسيلة إطفاء الحرائق فتختلف من تطبيق لآخر حيث أن منها من يتعامل مع الحرائق بطفاية تحتوي على عين ليزرية (بالليزر) أو الماء أو ضغط الهواء، كما أن التدريب في بعضها فردي وبعضها جماعي أو الأثنين معاً.
في هذا النظام هناك ثلاثة مستويات حددت على حسب مستوى الحريق إضافةً إلى وجود تأثيرات مثل الرياح ، أما في وسيلة إطفاء الحرائق فإن المطفأة المستخدمة هي مطفأة إفتراضية يقوم المتدرب بالتحكم بها عن طريقة (joysticks) ،والتدريب الذي يوفره تدريب فردي ،كما يوفر تعليمات وتوجيات تساعد المتدرب في إتخاذ قرار معين كما توفر خريطة لبيئة الحريق توضح مكان المتدرب وموضع الحريق والمداخل التي تقود إليه .

جدول (1.2) :

يوضح مقارنة بين دراسات على محاكيات التدريب وبين محاكي التدريب الذي تم عمله .

الدراسة	نقاط القوة	مقارنة
ADMS-Fire	-على مستوى عالٍ من الواقعية. -يوفر عمليات البحث والإنقاذ والإعتراف بالحالات الخطرة - ممارسة تقنيات مكافحة الحرائق والتهوية. -توفير مستويات متباينة تمكن المتدربين من إكتساب المعرفة والخبرة.	-يوفر النظام عمليات البحث (فقط) عن موقع الحريق وإتخاذ القرار المناسب للوصول إليها في وقت مناسب . -يوفر معلومات عن الحريق ومدى خطورته ومعلومات عن المطفأة ونوعها . -يوفر تعليمات وتحذيرات تساعد المتدربين في عملية الإطفاء.
FLAME-SIM	- يمكن المدرب من إنشاء سيناريوهات أثناء التدريب . -يساعد على التدريب الجماعي وتواصل المتدربين مع بعضهم البعض . -إستخراج تقارير تبين مستوى المتدربين .	- يوفر ثلاثة سيناريوهات بناءً على حجم الحريق . -التدريب فردي . -إمكانية عرض أسماء المتدربين والتقييم الذي تحصلوا عليه .
ViFeloe	- يوفر إمكانية حساب معدل وإتجاه توسع الحريق .	-معدل وإتجاه الحريق يختلف في كل سيناريو .
Bullseye	-يكتسب المتدرب المعرفة لإختيار المطفأة الصحيحة . - يقوم النظام بتوليد مئات من المصابيح والمعالجات الصغيرة لتوليد النيران الرقمية. -يتم التعامل مع النيران وإطفائها بواسطة الليزر أو الهواء المضغوط أوالماء . -النظام مجهز بتكنلوجيا لاسلكية تقوم بتوليد دخان حقيقي حتى يشعر المتدرب أنه في بيئة الحريق .	-الحرائق إفتراضية ويتم التعامل معها عن طريق مطفأة إفتراضية . -يمكن المتدرب من إختيار المطفأة الصحيحة.

جدول 1(2.)

الباب الثالث

الأدوات والتقنيات

1.3 مقدمة:

يتناول هذا الباب الأدوات والتقنيات المستخدمة في النظام.

Unity3D Platform 2.3

Unity3D 1.2.3

هي عبارة عن منصة لإنشاء الألعاب الإلكترونية، وهي أيضاً محرك ألعاب وبيئة تطوير متكاملة، حيث تدعم عدد من أنظمة التشغيل مثل الويندوز وماك، وبالإمكان نشر الألعاب والتطبيقات التي أنشأت بهذا البرنامج على الأجهزة المختلفة مثل أجهزة الحاسوب والهواتف الذكية، Xbox و iPad .

يتيح unity تصميم ألعاب ثنائية وثلاثية الأبعاد وكذلك تطبيقات التدريب بالمحاكاة وغيرها من التطبيقات التي تركز على التفاعل ثنائي / ثلاثي الأبعاد.

يتم التفاعل مع تطبيقات unity عن طريق مكونات بصرية وصوتية فهي تدعم جميع تطبيقات ال3D الرئيسية و العديد من صيغ الصوت وتفهم ملفات الفوتوشوب بإمتداد psd. لذلك يمكن استخدامها في unity وكذلك يمكن استيراد وتجميع الAssets ، وكتابة التعليمات البرمجية للتفاعل مع الأشياء الخاصة باللعبة، و إنشاء أو إستيراد الرسوم المتحركة وإستخدامها.

والنسخة التي تم استخدامها في النظام هي unity 5 لأنها أكثر تطوراً وإحتوت على ميزات جديدة مقارنة مع النسخ الأخرى [16].

2.2.3 خصائص Unity 3D :

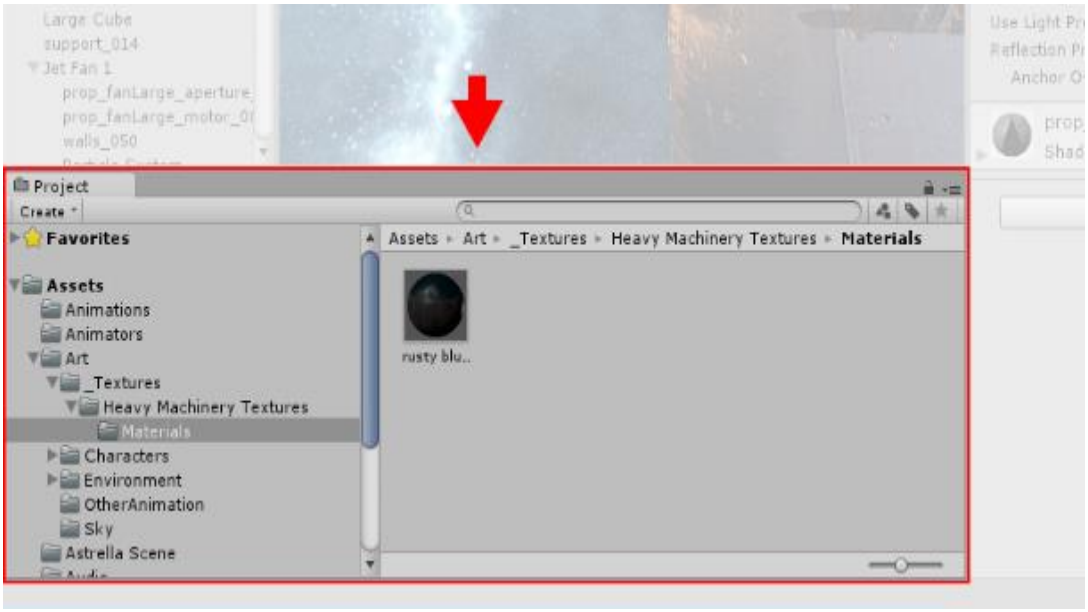
- توفر للمطورين كل الحزم التي يحتاجونها لبناء اللعبة، ولديها عدد من النسخ منها ما هو مدفوع ويوفر الكثير من الوظائف ومنها ما هو مجاني ولكن الوظائف التي يوفرها قليلة ولكن بالرغم من ذلك تمكن من بناء لعبة.

- هي من المنصات الأسرع نمواً في مجال تطوير الألعاب، وتساعد المطور على بناء لعبته بسرعة، وذلك لأنها توفر كل الحزم التي يحتاجها المطور وتستخدم لغة برمجة عالية المستوى وهي c#.
- تساعد في التقليل من تعقيد البرنامج النصي في اللعبة، وتوفر كل الوسائل التي تساعد المطور في كتابة البرنامج النصي، وذلك لانها تستخدم لغة عالية المستوى.
- لديها بيئة متكاملة وتعمل على عدد من أنظمة التشغيل، ويمكن إستخدام الألعاب التي أنشأت عليها في مختلف الأجهزة[16] .

3.2.3 النوافذ الرئيسية في Unity3D:

1. نافذة المشروع The Project Window

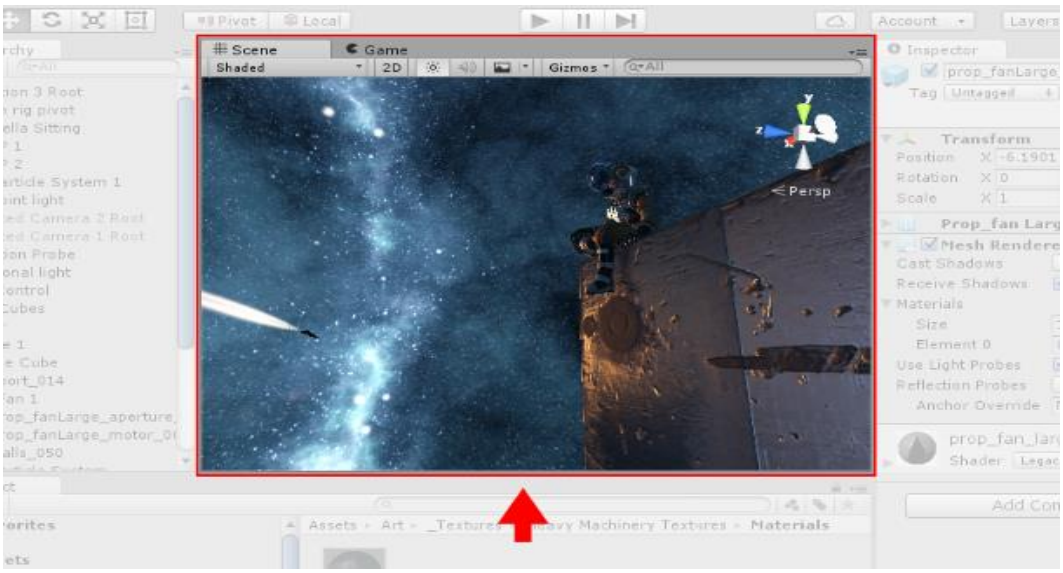
منها يستطيع المبرمج التحكم والوصول إلى الAssets المتعلقة بمشروعه، كما في الشكل (3-1).



رسم توضيحي 1(3.): نافذة المشروع

2. نافذة المشهد The Scene View

هنا توجد الرؤية التفاعلية للعالم الذي يتم بناءه؛ ففيها يتم التحكم بوضع المشهد، الكائنات، الإضاء، الحركة، وغيرها، كما في الشكل (2-3).



رسم توضيحي): 2(3.نافذة المشهد

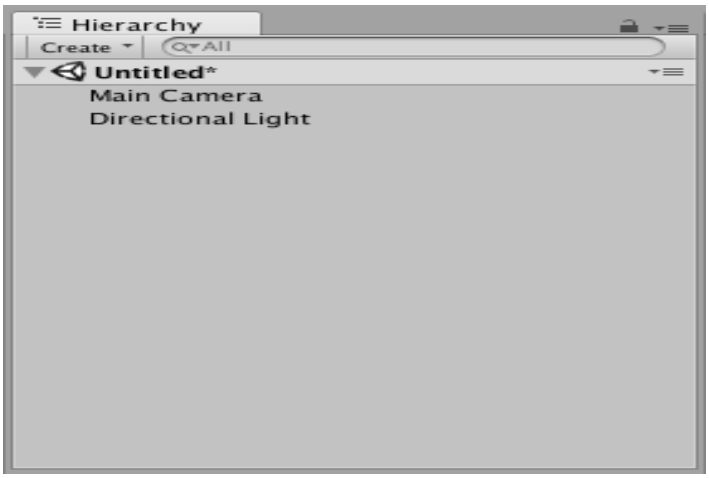
3. نافذة اللعبة The Game view

هي التي تعكس رؤية الكاميرا الموضوعة في المشهد، وتمثل العبة بشكلها النهائي، كما في الشكل **(3.3)**.

رسم توضيحي): 3(3.نافذة اللعبة

4. النافذة الهرمية The Hierarchy window

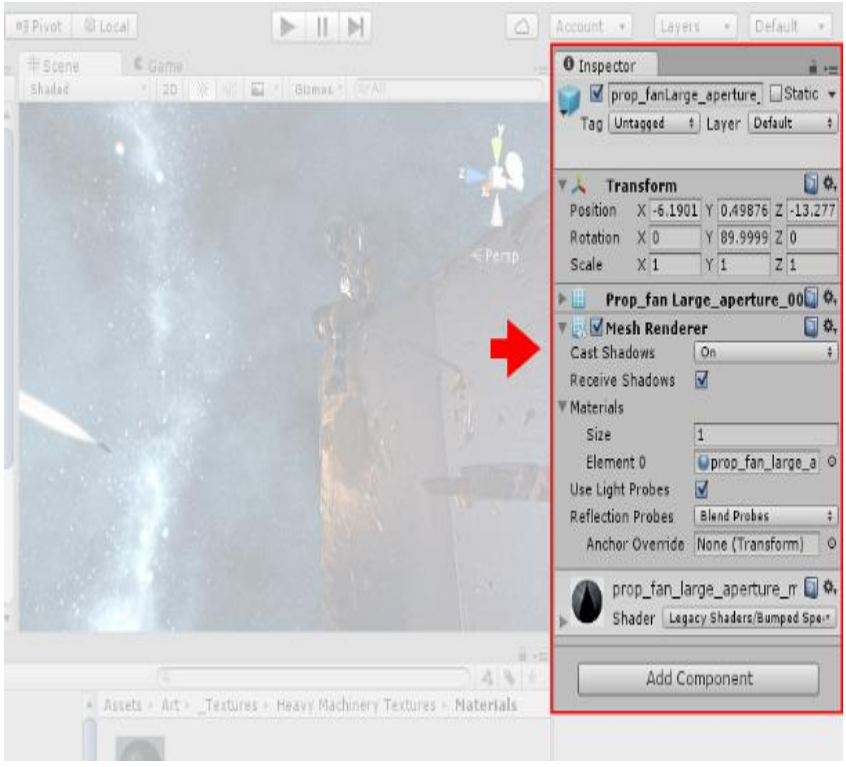
تحتوي على أي مكوّن في اللعبة (game Object) في المشهد الحالي، كما في الشكل (3-4).



رسم توضيحي): 4(3.النافذة الهرمية

5. نافذة المفتش The Inspector window

أي مشروع يتم إنتاجه بواسطة unity3d يحتوي على مجموعة من الكائنات التي تحتوي بدورها على مجموعة من العناصر، التي يتم التحكم بها بواسطة نافذة المفتش (inspector) مثل الأصوات والبرامج النصية (scripts) و الحركة (transform) وغيرها من العناصر، كما في الشكل (3-5).



رسم توضيحي): 5(3.نافذة المفتش

6. شريط الأدوات The Toolbar

يحتوي على سبعة عناصر أساسية موضحة بالشكل (6.3):

رسم توضيحي): 6(3. شريط الأدوات

- أداة Transform وهي توثر في حالة scene view.
- Gizmo Toggles و هي تؤثر في حالة Scene View display
- Play/Pause/Step Buttons و هي تؤثر في حالة .scene View
- Cloud Button تقوم بفتح نافذة خدمات Unity.
- Account Drop-down للوصول لحسابك في Unity.
- Layers Drop-down للتحكم بما يظهر من Game Objects في scene view.
- Layout Drop-down للتحكم في تنظيم الظهور

.

4.2.3 بعض عناصر Unity3D المستخدمة في النظام:

1. Particle System، وهي أنظمة الجسيمات التي تستخدم لتمثيل المكونات السائلة والغير الملموسة في الطبيعة، فهو يستخدم لتمثيل السوائل والدخان والغيوم واللهب ...إلخ.

2. Game Objects، هي الكائنات الأساسية في unity التي تمثل الشخصيات والمشاهد، وهي لا تستخدم في حد ذاتها غالباً ولكنها بمثابة قوالب أساسية للمكونات التي سيتم استخدامها في اللعبة لتنفيذ وظائف اللعبة.

3. Prefabs، تستخدم لبناء Game Object في المشهد عن طريق إضافة مكونات وتحديد خصائصها وضبطها بقيم معينة، ويمكن استخدامها في المشهد عدة مرات عن طريق نسخها، وهي بذلك تعفي من تكرار ضبط كائنات اللعبة عدة مرات، مثلاً: يمكن ضبط مطفأة الحريق بإحداثيات معينة و كتابة برنامج تفاعل الماء مع الحريق مرة واحدة ووضعها في prefab ثم نسخ هذه المطفأة عند الرغبة في إستخدامها دون الحاجة لتكرار ما تم عمله عليها.

4. Scripting، هو البرنامج المكتوب بلغة #Cأو بلغة JavaScript ويتم كتابته حسب المهمة المراد تأديتها ثم إسناده للـ Game Object الذي يؤدي هذه المهمة.

5. Animation، هو آلية تستخدم لإضافة وظائف حركية ورسوم متحركة للعبة[16].

C# 3.3

هي لغة من إنتاج ميكروسوفت تم إطلاقها رسمياً سنة 2001، وهي لغة قوية ومتطورة، لأنها أخذت مميزات عدة لغات برمجة سابقة ، وهي بيئة تنفيذ NET. التي تعمل مثل طبقة عازلة بين البرنامج ونظام التشغيل.
تم إستخدامها في النظام لكتابة البرامج النصية التي تسند لمكون معين ليؤدي مهمة معينة في البيئة مثلا يمكن كتابة برنامج نصي يقوم بإختبار ما إذا تم إصطدام بين النار والمياه حتى تتم عملية الإطفاء[16].

JavaScript 4.3

هي واحدة من لغات البرمجة الأكثر بساطة وتنوع وفعالية.
تم إستخدامها في النظام لكتابة بعض البرامج النصية، لأن بيئة Unity3D لا تدعم كل الدوال التي تستخدمها ال java Script، ومن مميزاتها أنها سهلة نسبياً وصيغة الأوامر فيها قريبة من لغة المستخدم [16].

MonoDevelop 5.3

هي بيئة التطوير المتكاملة (IDE) .وهي تجمع بين العملية الأساسية من تحرير النص البرمجي واكتشاف الاخطاء فيه إضافة إلى ميزات إضافية لتصحيح الأخطاء وغيرها من مهام إدارة المشروع.
يتم تثبيت MonoDevelop بشكل افتراضي مع Unity، على الرغم من أن هناك خيار لاستبعاده من التثبيت على نظام التشغيل Windows، لكن يفضل استخدامه كمحرر افتراضي لجميع ملفات النص البرمجي[16].

6.3 لغة النمذجة الموحدة UML

هي عناصر رسومية توضع ضمن مخططات مختلفة لوصف النظام ووصف الأنشطة فيه وتسلسلها، وقد تم إستخدامها في تحليل متطلبات النظام، حيث تم إستخدام المخططات التالية:

1. **مخطط الإستخدام use case diagram:**

هو مخطط يمثل كل وظيفة من وظائف النظام والمستخدم الذي يقوم بها.

2. **مخطط تتابع العمليات sequence diagram:**

يقوم بوصف الصلة بين المكونات في النظام عبر الزمن، أي يتم إدخال بُعد الزمن إلى المخطط وبالتالي يتم توضيح كل التفاعلات والتواصل بين المكونات وفق تسلسل زمني.

3. **مخطط الأصناف class diagram**

يقوم بتوضيح الأصناف الرئيسية في النظام والعلاقات فيما بينها.

4. **مخطط النشاطات activity diagram:**

هو المخطط الذي يقوم بوصف سلوك سير العمل في النظام.

7.3 ملخص

تحدثنا في هذا الباب عن الأدوات والتقنيات التي استخدمت في تحليل وتطبيق النظام.

الباب الرابع

المنهجية

1.4 المقدمة

في هذا الباب سنتحدث عن المنهجية المتبعة لعمل النظام.

2.4 جمع المتطلبات

تم جمع متطلبات النظام من وزراة الدفاع المدني، من خلال المقابلة مع المختصين بالتدريب على إطفاء الحرائق، وإشتملت المتطلبات على:

المتطلبات الوظيفية:

1. إنشاء ثلاثة سيناريوهات تدريبية، تقسم هذه السيناريوهات بناءً على حجم الحريق في البيئة.
2. تعليم المتدرب الطريقة الصحيحة لحمل المطفأة.
3. تعليم المتدرب الطريقة الصحيحة لفتح المطفأة.
4. تزويد المتدرب بخريطة تحوي مداخل المبنى الذي يتواجد به الحريق.
5. تعليم المتدرب المسافة المناسبة التي يجب أن يبتعدها عن النار.
6. تعليم المتدرب الطريقة الصحيحة لإطفاء الحريق.
7. تزويد المتدرب بمعلومات عن الحريق.
8. تقييم أداء المتدرب حسب المدة التي استغرقها لإطفاء الحريق وإتباعه للقواعد الأساسية للإطفاء.

المتطلبات غير الوظيفية:

الواقعية في البيئة التدريبية.

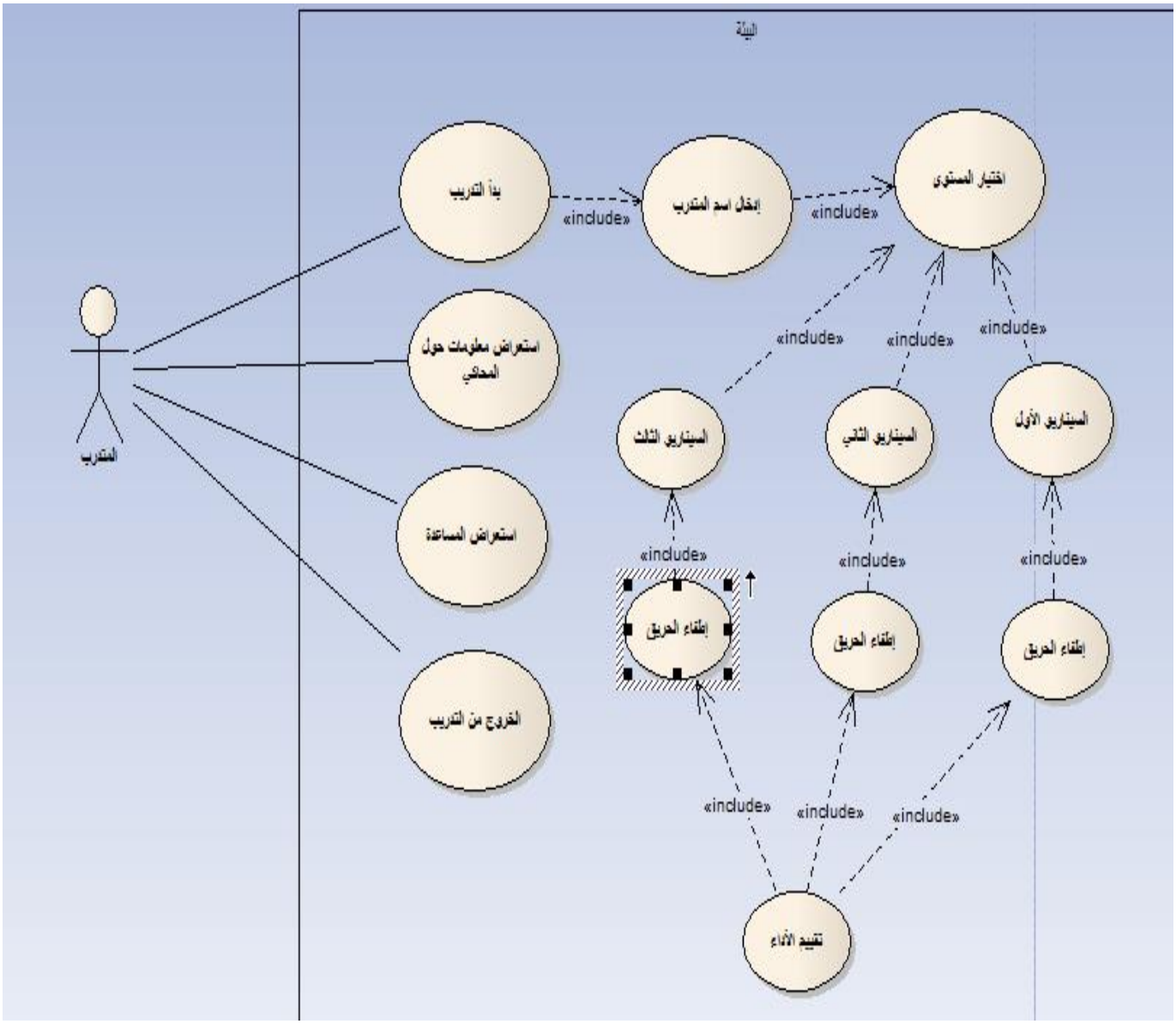
3.4 تحليل المتطلبات

تم تحليل متطلبات النظام بإستخدام مخططات UML.

1.3.4 مخطط الإستخدام Use Case Diagram

في الشكل (1.4) نستعرض الخيارات الرئيسية التي يمكن للمتدرب عملها في النظام بإستخدام مخطط use case، حيث أن النظام تحتوي على أربعة خيارات رئيسية، أولها خيار بدء التدريب والذي يمكن المتدرب من عرض ثلاثة سيناريوهات تدريبية بعد إدخال اسمه، ومن ثم إتباع التعليمات التي يوجهها له النظام لإطفاء الحريق، وبعد إطفاءه يحسب النظام نتيجة المتدرب.

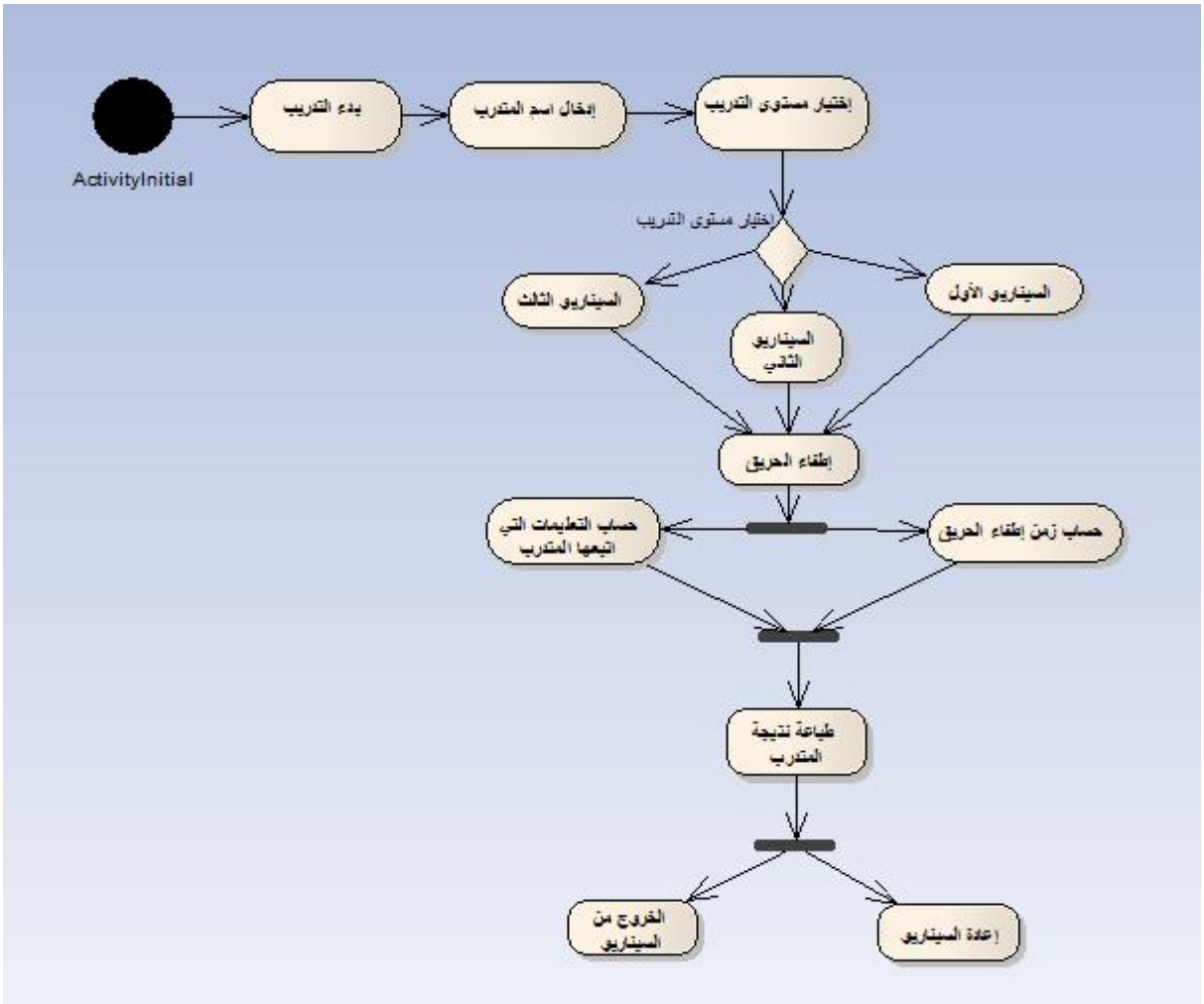
الخيار الثاني في القائمة الرئيسية هو عرض معلومات حول الجهة المالكة للنظام ومطوري النظام ونسخة النظام ، أما الخيار الثالث فهو إستعراض بيانات تساعد المتدرب أثناء التدريب ، والخيار الأخير هو الخروج من التدريب.



رسم توضيحي (1.4) : مخطط الإستخدام Use case Diagram

Activity Diagram 2.3.4

في الشكل (2.4) نوضح تحليل النشاطات في النظام بإستخدام مخطط النشاطات.



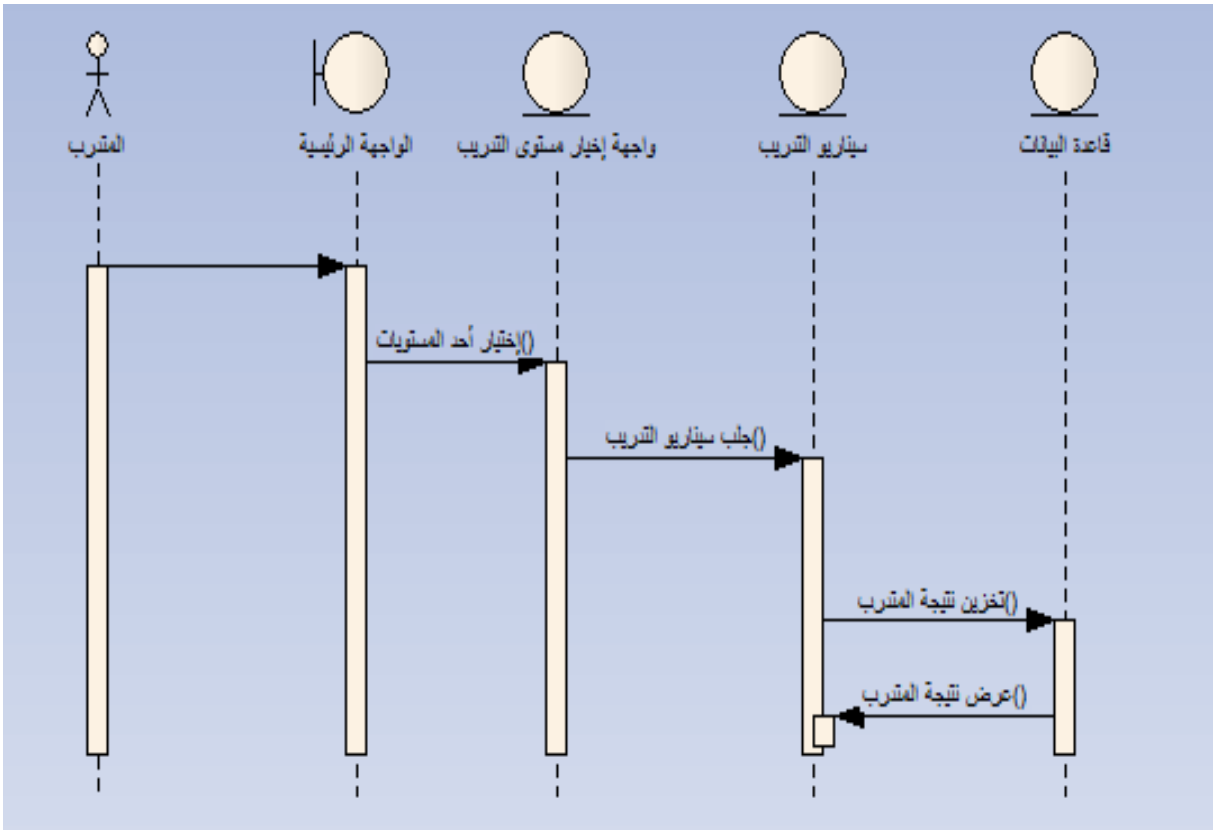
رسم توضيح(2.4) **مخطط النشاطات Activity Diagram**

Sequence Diagram 3.3.4

بهذا المخطط نستعرض كيفية تعامل النظام مع خيارات القائمة الرئيسية:

1. خيار بدء التدريب

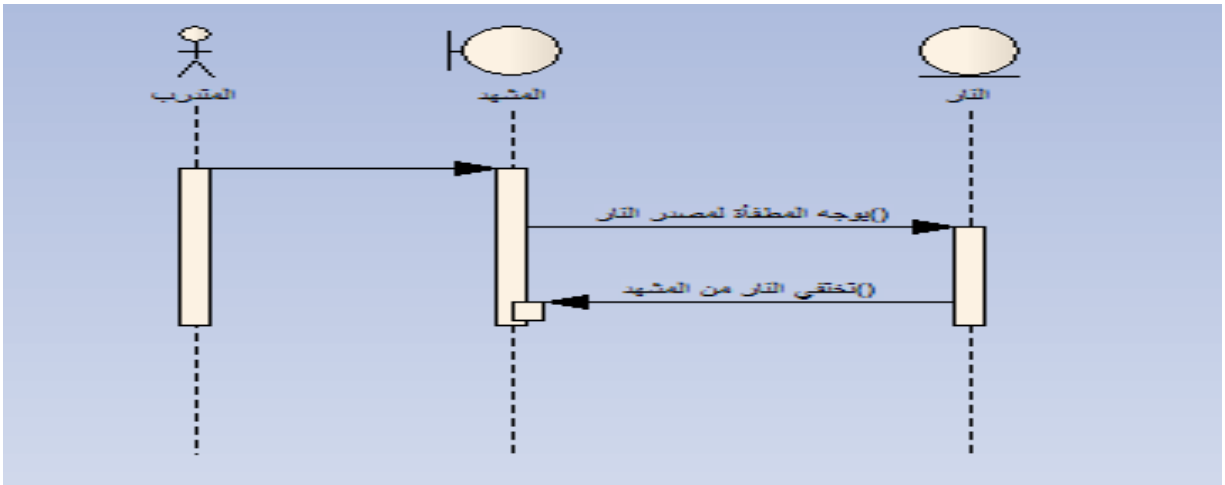
عندما يقوم المتدرب بإختيار بدء التدريب من القائمة الرئيسية، يقوم النظام بعرض واجهة تحتوي على ثلاثة مستويات تدريبية، يختار أحدها لبدء السيناريو، وبعد عرض سيناريو التدريب المعين يتم تقييم المتدرب حسب المعايير التدريبية ثم تخزين نتيجته في قاعدة البيانات كما هو موضح بالشكل (3.4).



رسم توضيحي (3.4): خيار بدء التدريب Sequence Diagram

2. إطفاء الحريق

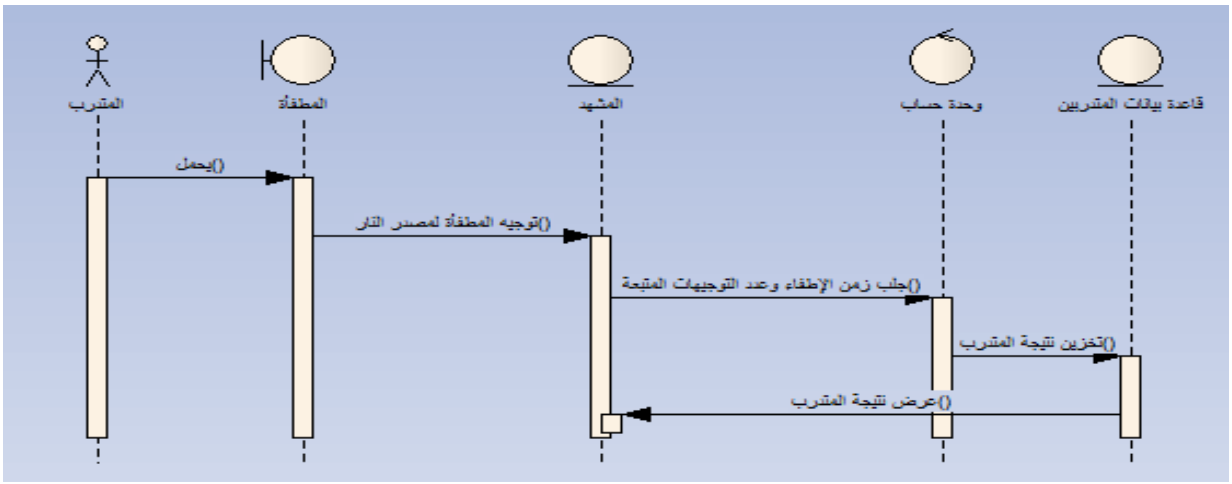
تم توضيح تسلسل النشاطات التي تحدث لإطفاء الحريق، حيث يحمل المتدرب المطفأة ويوجه المياه مباشرة لمصدر النار حتى تنطفئ وتختفي من المشهد، ومن ثم يقوم النظام بحساب نتيجة المتدرب وتخزينها في قاعدة البيانات الخاصة بالمتدربين ومن ثم عرضها له في المشهد، كما هو موضح في الشكل (4.4).



رسم توضيحي (4.4): إطفاء الحريق Sequence Diagram

3. تقييم أداء المتدرب

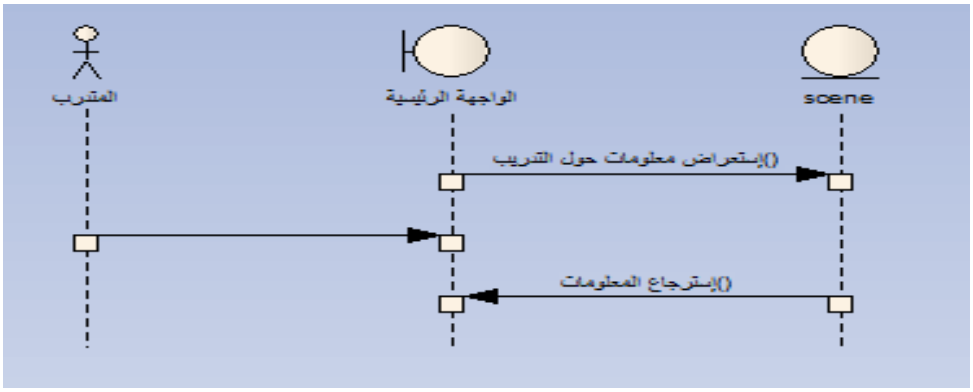
يتم تقييم أداء المتدرب بناءً على الزمن الذي استغرقه لإطفاء الحريق، وإلتزامه بالتوجيهات التي قدمها له النظام، كما هو موضح بالشكل (5.4).



رسم توضيحي (5.4) : تقييم أداء المتدرب Sequence Diagram

4. خيار إستعراض معلومات حول التدريب

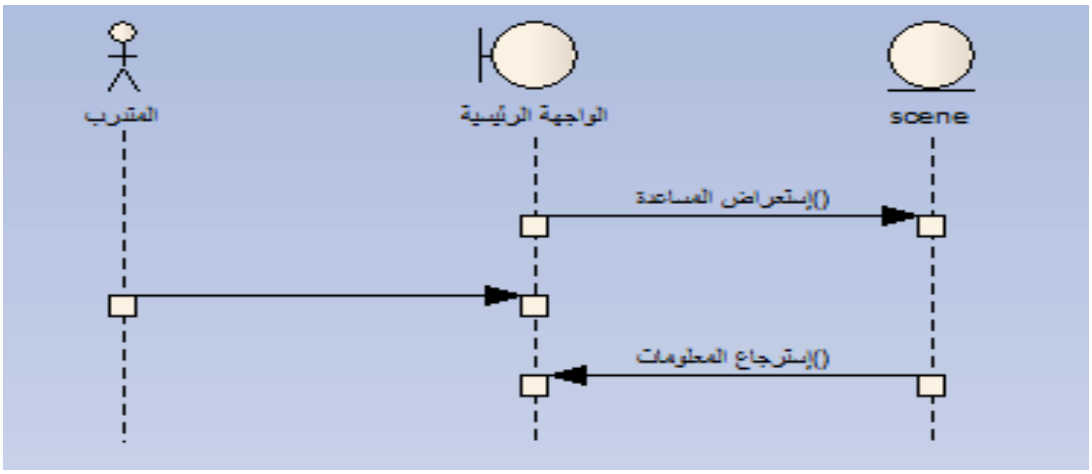
عند إختيار المتدرب لهذا الخيار من القائمة الرئيسية يعرض النظام scene (مشهد) يحتوي على معلومات حول التدريب تشمل (تعريفه، مستوياته، والجهة المالكة)، كما في الشكل (6.4).



رسم توضيحي (6.4) : خيار إستعراض معلومات حول التدريب Sequence Diagram

5. خيار إستعراض المساعدة

عند إختيار المتدرب لهذا الخيار من القائمة الرئيسية يقوم النظام بعرض scene (مشهد) يحتوي على معلومات المساعدة التي تحتوي على الإختصارات المستخدمة، كما هو موضح بالشكل (7.4).



رسم توضيحي (7.4) : خيار إستعراض المساعدة Sequence Diagram

Class Diagram 4.3.4

في الشكل (8.4) نستعرض الأصناف (classes) الموجودة في النظام والمتغيرات التي تستخدمها بالإضافة للدوال المستخدمة في كل class.

1. المتدرب Trainee Class

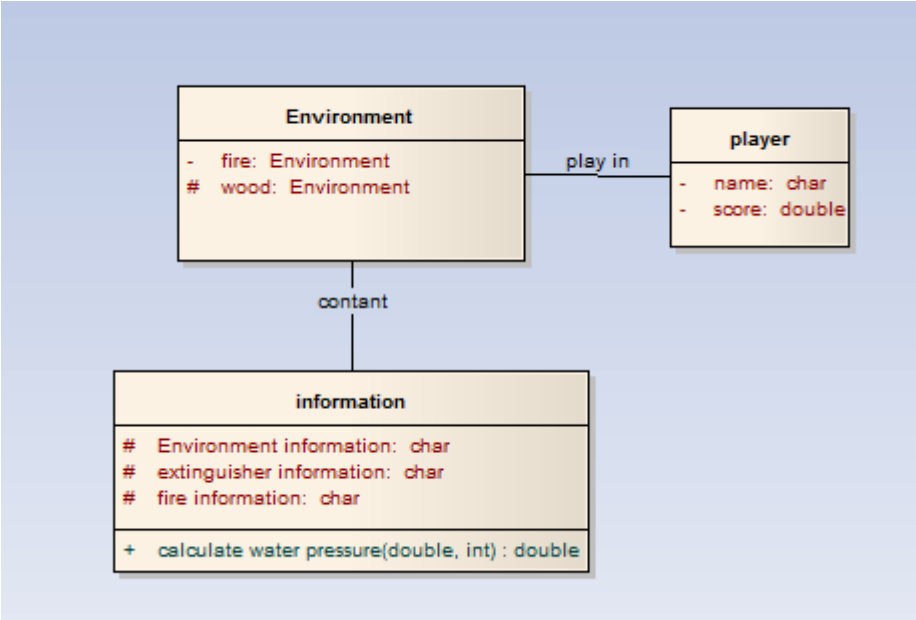
يحتوي class اللاعب على اسمه والدرجة التي تحصل عليها.

2. المعلومات Information Class

يحتوي class المعلومات على المعلومات التي يجب تزويد المتدرب بها، وتشمل معلومات حول التعامل مع المطفأة ومعلومات حول حالة الحريق، وخرائط مداخل المبنى، بالإضافة إلى التوجيهات التي تقدم للمتدرب أثناء التدريب.

3. بيئة التدريب Environment Class

يحتوي على السيناريوهات التدريبية، والتي تختلف حسب حجم الحريق وإنتشاره.



رسم توضيحي (8.4) : مخطط الأصناف Class Diagram

4.4 تصميم السيناريوهات الإفتراضية

تم إنشاء مبنى مكون من طابقين في كل سيناريو ، ويحتوي المبنى على حديقة خارجية وعدد من الغرف والمرافق.

عند بدء السيناريو يندلع الحريق في إحدى الغرف بالطابق العلوي من المبنى، حيث يتم إشعال النار في عنصر (Object) موجود في الغرفة ومن ثم تنتقل النار لبقية العناصر (Objects) في الغرفة بعد مرور فترة من الزمن.

يظهر المتدرب في شكل (animation) في البيئة، ويكون خارج المبنى حاملاً المطفأة الإفتراضية في يده، ويزوده النظام بخريطة تحتوي على مداخل المبنى، حتى يتمكن من الوصول إلى مكان الحريق.

عند وصول المتدرب لغرفة الحريق، يقوم النظام بعرض رسالة للمتدرب توضح له الطريقة الصحيحة لإطفاء النار، حيث يجب عليه أولاً نزع فتيل المطفأة ومن ثم توجيه الماء نحو مصدر النار مباشرة بطريقة الكنس حتى يتم إخمادها.

بعد إخماد النار يقوم النظام بحساب نتيجة المتدرب، والتي تعتمد على زمن وصوله لمكان الحريق بالإضافة إلى زمن إطفاءه للحريق، وكمية الماء التي استخدمها، ومدى إتباعه للتوجيهات التي قدمها له النظام.

5.4 تطبيق النظام

تم تطبيق هذه السيناريوهات في بيئة Unity3D 5، وسنتحدث بالتفصيل عن تطبيق النظام في الباب الخامس.

6.4 إختبار النظام

سيتم إختبار النظام من قبل أفراد من وزارة الدفاع المدني، للتأكد من تلبية النظام للمتطلبات التدريبية التي تم طلبها.

7.4 ملخص

تحدثنا في الباب عن المنهجية المستخدمة لعمل النظام، المتمثلة في جمع المتطلبات وتحليلها، وتصميم السيناريوهات التدريبية بناءً على هذه المتطلبات، وسنتحدث في الباب التالي عن تطبيق هذه السيناريوهات في بيئة Unity3D.

الباب الخامس

تطبيق النظام

1.5 المقدمة

في هذا الباب سنتحدث عن تطبيق النظام في بيئة Unity3D.

2.5 الشاشة الرئيسية في النظام

في الشكل(1.5) نستعرض الشاشة الرئيسية في النظام.

رسم توضيحي (1.5): الشاشة الرئيسة في النظام

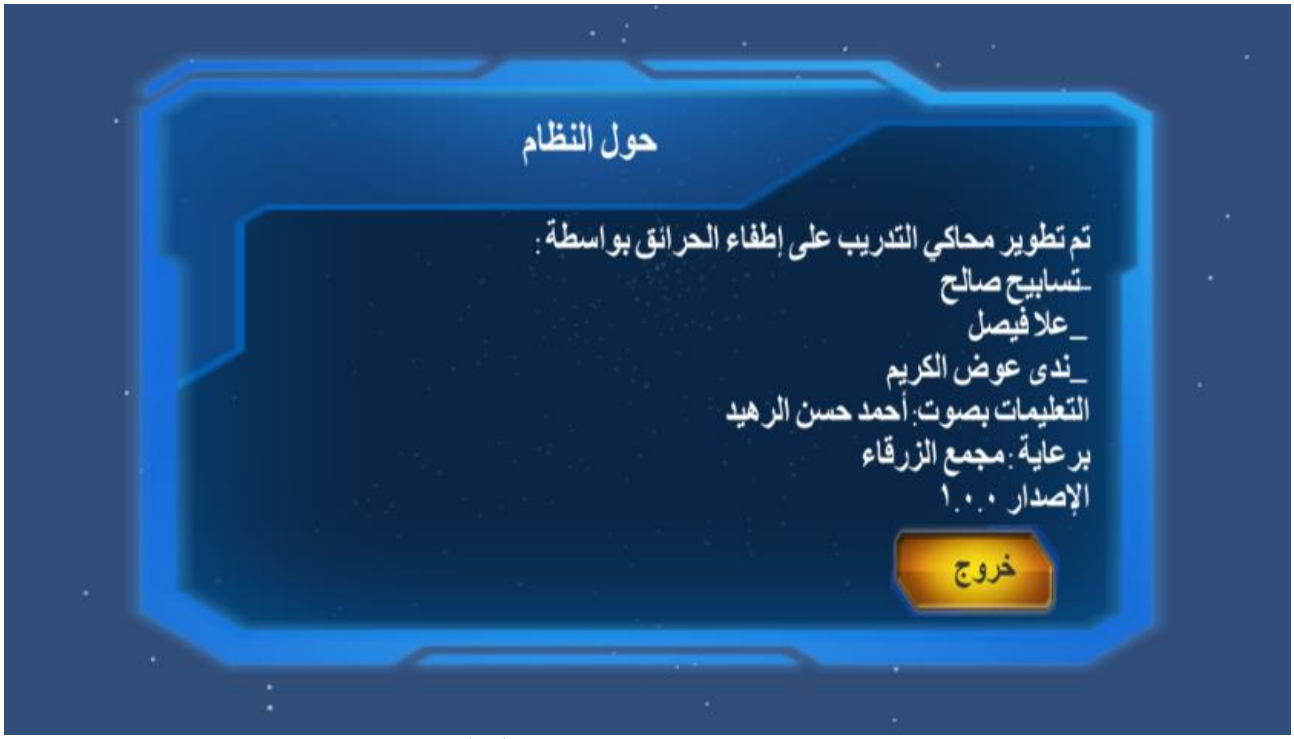
3.5 شاشة بدء التدريب

و تحتوي على خيارات عدة للمستخدم أن يختار play لبدء التدريب أو about ليعرض بعض المعلومات عن المطورين، الشكل (2-5).

رسم توضيحي (2.5): شاشة بدء التدريب

4.5 شاشة حول النظام :

و تعرض بعض المعلومات عن المطورين، والجهة الداعمة للنظام، والإصدارة، كما في الشكل (5-3).



رسم توضيحي (3.5) : شاشة حول النظام

5.5 شاشة المساعدة:

يتم فيها عرض اختصارات لوحة المفاتيح التي تستخدم في التدريب كما هو موضح بالشكل (4.5).

رسم توضيحي (4.5) : **شاشة المساعدة**

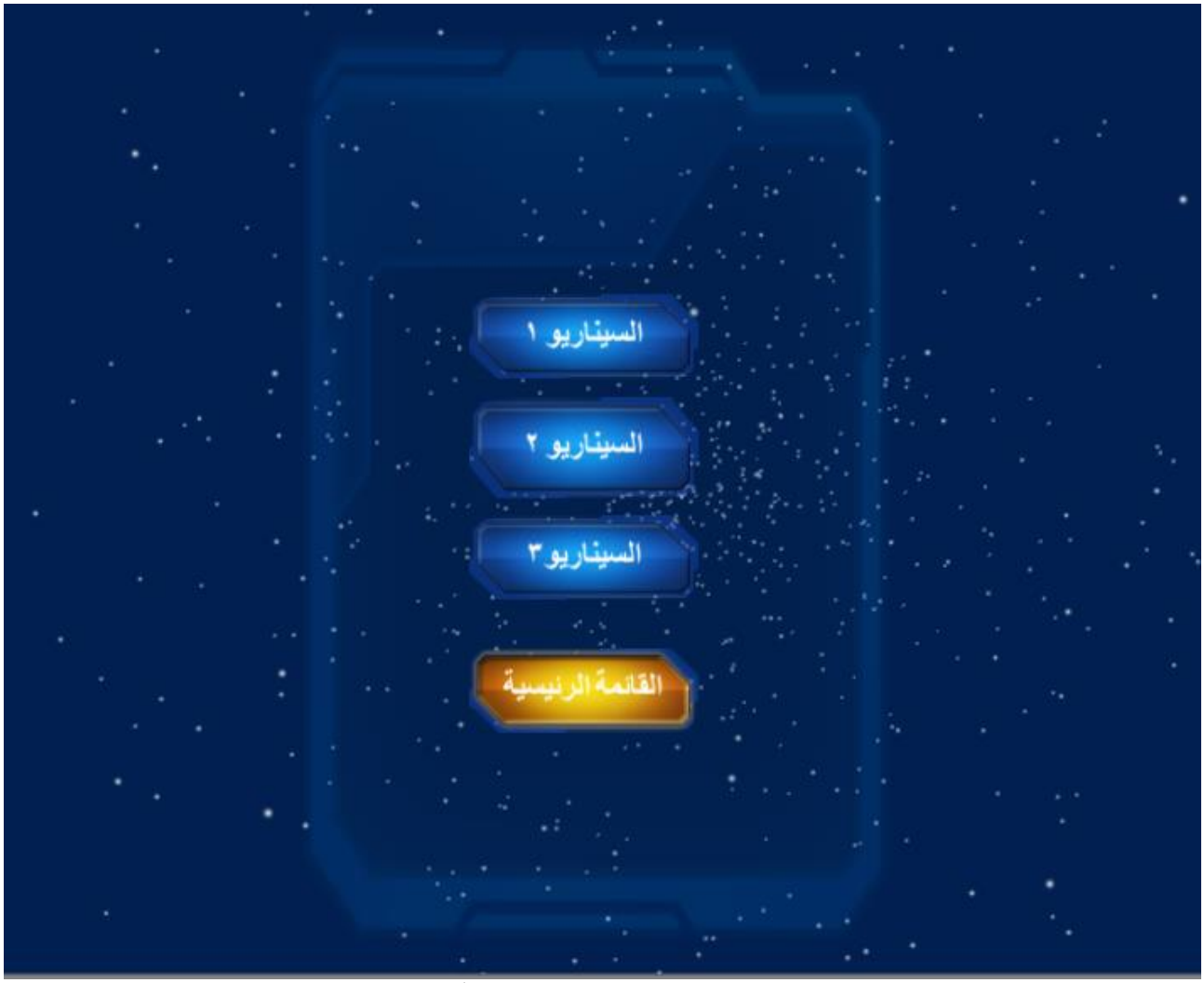
6.5 شاشة التسجيل:

فيها يدخل المتدرب إسمه ليتم حفظه في قاعدة بيانات النظام كما في الشكل (5.5).

رسم توضيحي (5.5) : شاشة التسجيل

7.5 شاشة إختيار السيناريوهات:

يتم إختيار أحد السيناريوهات ليتدرب عليها المستخدم كما في الشكل (6.5).



رسم توضيحي (6.5) : شاشة إختيار السيناريوهات

8.5 مبنى الحريق:

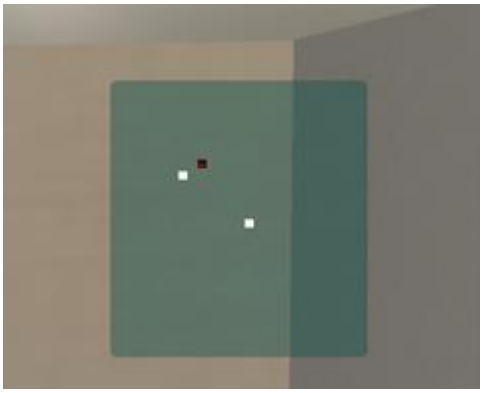
وهي عبارة عن محاكاة لبيئة منزلية كما في الشكل (7.5) و الشكل (8.5).

رسم توضيحي (7.5)

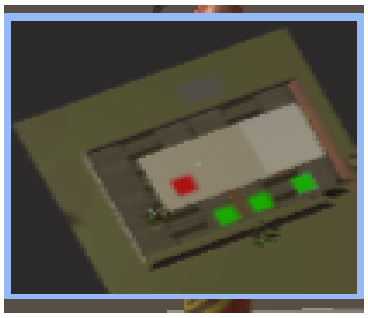
رسم توضيحي (8.5)

9.5 الخرائط :

توجد خريطتان للمنزل الأولى توضح موقع اللاعب و موقع الحريق، كما هو موضح في الشكل (9.5)، أما الخريطة الثانية فهي توضح المداخل و المخارج في المبنى و موقع النار بنظرة خارجية لمبنى الحريق/ كمت هو موضح في الشكل (10.5).



رسم توضيحي (9.5) : الخريطة الأولى



رسم توضيحي (10.5) : الخريطة الثانية التي توضح المداخل

10.5 التحذير عند الإقتراب من الحريق

عندما يقترب المتدرب مسافة ثلاثة أمتار من مصدر النار يعرض النظام تحذير يوجهه للإبتعاد عن النار، كما هو موضح في الشكل (11.5).

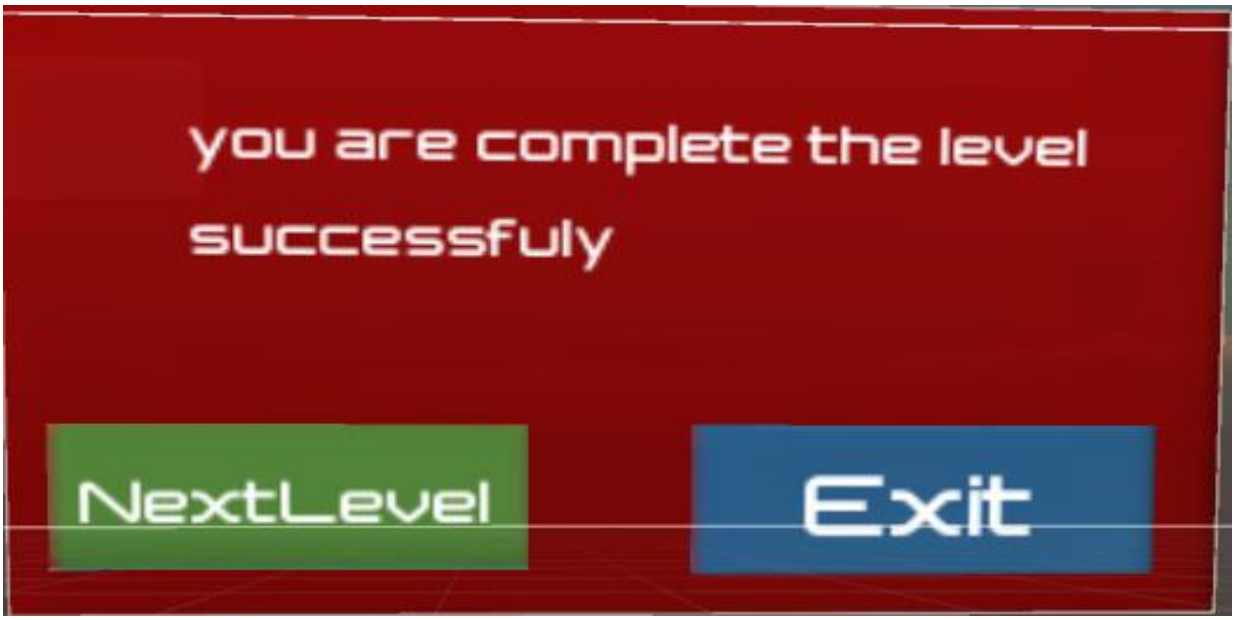
رسم توضيحي (11.5) :التحذير عند الإقتراب من الحريق

11.5 التقييم

بعد إطفاء الحريق كما في الشكل (12.5)، يتم تقييم المتدرب وعرض الزمن الذي استغرقه للإطفاء، كما هو موضح بالشكل (13.5) في حال نجاح المتدرب، و كما هو موضح بالشكل (14.5) في حال رسوبه.

رسم توضيحي (12.5) :عند إطفاء الحريق

رسم توضيحي (13.5) : نتيجة المتدرب حال الرسوب



رسم توضيحي (13.5): نتيجة المتدرب حال النجاح

12.5 الملخص :

تناولنا في هذا الباب واجهات وشاشات لنظام، الباب القادم سيتحدث عن النتائج و التوصيات.

الباب السادس

النتائج و التوصيات

1.6 النتائج:

- تصميم السيناريوهات بصورة واقعية ، بحيث يستطيع المتدرب التعامل مع الحالات الحقيقية.
- تعليم المتدرب أساسيات التعامل مع المطفأة .
- إكتساب المتدرب لمهارة إتخاذ القرار .

2.6 التوصيات:

- إستخدام مطفأة حريق حقيقية تقوم بإطلاق الليزر (Laser-Driven Fire Extinguisher) للتفاعل مع بيئة الحريق الإفتراضية .
- تطوير النظام ليشمل انواع الحرائق الأخرى ؛ كحرائق الفئة الثانية، الثالثة، والرابعة.
- زيادة صعوبة المستويات بناءً على أنواع الحرائق و سرعة الإنتقال.

الخـــاتمـــة

فما هذا الاجهد مقل ولاندعي فيه الكمال ولكن عذرنا انا بذلنا فيه قصارى جهدنا فان اصبنا فذاك مرادنا وان أخطئنا فلنا شرف المحاوله والتعلم

ولا نزيد على ماقال عماد الاصفهاني:

رايت انه لايكتب انسان كتابا في يومه إلا قال في غده لو غير هذا لكان احسن ولو زيد كذا لكان يستحسن ولو قدم هذا لكان افضل ولو ترك هذا لكان اجمل وهذا من اعظم العبر وهو دليل على استيلاء النقص على جملة البشر..

وأخيراً بعد أن تقدمنا باليسير في هذا المجال الواسع

آملين أن ينال القبول ويلقى الاستحسان..

وصل اللهم وسلم على سيدنا وحبيبنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم

المراجع

[1] A.G. Gallagher and G.C. O'Sullivan, *Fundamentals of Surgical Simulation*, Improving Medical Outcome - Zero Tolerance, DOI 10.1007/978-0-85729-763-1_2, © Springer-Verlag London Limited 2012.

[2] Jerry Banks ,John S. Carson II ,Barry L Nelson ,David M. Nicol, Discrete-Event System Simulation, 4 ed.

[3] "Simulation, Modeling & Analysis (3/e) by Law and Kelton, 2000"

[4] http://web.boun.edu.tr/topcu/linear/chapter%208/812_34.htm Received at 9/3/2018

[5] Modelling and Simulation Concepts CS522 Fall Term 2001 Hans Vangheluwe

[6] The application of live, virtual and constructive simulation to training for operations other than war M Kelly, M Phillips - Simulation Industry Association of Australia, available …, 1998

[7] https://simulatedtraining.wordpress.com/ Received at 9/3/2018

[8] http://www.vkmaheshwari.com/WP/?p=2341 Received at 9/3/2018

[9] *"Virtual Worlds Management"*. *Virtual Worlds Management. Retrieved 2018-12-2.*

[10] *Virtual Reality and Virtual Reality System Components Oluleke Bamodu1,2, a and Xuming Ye1, b 1 College of Mechanical Engineering, Shenyang University, Shenyang, China 2 Faculty of Computing, Engineering and Technology, Staffordshire University, United Kingdom aindomitablejnr@engineer.com,* byxm1116888@163.com *Retrieved* 23/2/2018

[11] ط .الجمال ,أساسيات علم الإطفاء ,مطبعة البردي.2007 ,

[12] trainingfordisastermanagement, "trainingfordisastermanagement.com," 6 7 2017. [Online]. Available:http://www.trainingfordisastermanagement.com/products/adms-fire.

[13] flame-sim, "flame-sim," 6 8 2017. [Online]. Available: http://www.flame-sim.com/.

[14] "VrVis," [Online]. Available: http://www.vrvis.at/research/projects/vifeloe/ .

[15] bullex, "bullseye-publiceducation," 6 8 2017. [Online]. Available: http://bullex.com/product/bullseye-publiceducation/.

[16] https://unity3d.com Received at 7/7/2017