تقنية نظام الكهف (CAVE System) كواحدة من أهم تطبيقات الواقع الافتراضي في الجانب المعماري

علا محمد عبد الكريم
ماجستير هندسة معمارية

د. يونس محمود محمد سليم
مدرس
قسم الهندسة المعمارية/ الجامعة التكنولوجية

الملخص:

تعتبر تقنية الواقع الافتراضي من اهم التقنيات التي توصلت اليها الثورة التكنولوجية في العقود الأخيرة من القرن العشرين وكان لها اثر كبير في مجالات الحياة المختلفة وبالاخص في مجال الهندسة المعمارية من خلال التطور على مستوى التقنية والتي تسهم في اظهار نتاج العمارة وادراكه ، فتطور تكنولوجيا الواقع الافتراضي وتقنياته المتعددة – والتي من بينها تقنية نظام الكهف (CAVE System) – قد اعتمد على كيفية ادراك البعد الثالث للفضاء والاحساس به، لذا كان لابد من مواكبة هذا التطور محلياً ومحاولة بيان مدى تاثير هذا التطور الحاصل على مستوى ادراك الفرد للفضاء وشعوره بانه جزء منه. من هنا تحددت مشكلة البحث بـ (النقص المعرفي في الجوانب التطبيقية لتقنيات الواقع الافتراضي ضمن نظام الكهف وتاثيرها في ادراك المتلقي على المستوى المحلي) فقد تناول البحث دراسة تطبيقية لاهم تقنية من تقنيات الواقع الافتراضي وهي تقنية (نظام الكهف) لبيان الاثر الادراكي للتطورات التكنولوجية الحاصلة في عالم الواقع الافتراضي وتمثل هذا في هدف البحث. ولتحقيق ذلك اعتمد البحث على الخطوات الاتية:-

- وضع اطار نظري شامل يتم فيه عرض لاهم العوامل التي تؤثر في ادراك المتلقي واهم الخصائص المدركة للفضاء وصولا الى تحديد اهم المفردات التي تؤثر في عملية الادراك واهم الخصائص الادراكية للفضاء المدرك.
- القيام بالدراسة العملية تمثلت بانشاء تجربة محلية لبيئة إفتراضية باستخدام تقنية نظام الكهف وتطبيقها على مشروع معماري متكامل تم تصميمه من قبل الباحث في قسم الهندسة المعمارية – الجامعة التكنولوجية من خلال الاستعانة بمجموعة من الاجهزة والادوات والبرمجيات التي ساعدت على إكمال الاجراءات العملية للدراسة التطبيقية.
- قياس مستوى الادراك للمتلقي (المستبين) بإعتماد التجربة العملية لتقنية نظام الكهف التي تم إنشاءها في هذا البحث من خلال مقارنتها بتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية.

توصل البحث الى عدد من الاستنتاجات أوضحت تفوق كفاءة أداء تقنية نظام الكهف في إدراك الفضاء مقارنةً بتقنيات شاشة الحاسوب التقليدية، وتباين ذلك التفوق بإختلاف خصائص الفضاء المدرك.

CAVE System Technique as One of the Most Important Applications of Virtual Reality in Architecture

Abstract:

Virtual reality technology is the most important techniques reached by the technological revolution in the last decades of the twentieth century. It had a significant impact in various fields of life, especially in the field of architecture through the presentation and realizing the product of architecture,

The improve in technology and virtual reality techniques, including CAVE system was depend on how to understand the third dimension of space and sense of it. So it was necessary to keep pace with this development locally in Iraq and try to show its impact on this evolution in the perception of space and the sense of being part of it.

From here the research problem identified as: (the impact of the cave system techniques in the perception of space at the local level). The aim of this research was to show the improvement in receiver perception when the technological developments taking place in the world of virtual reality.

To achieve this aim the research follows these steps:

- Develop a comprehensive theoretical framework by presentation the most important factors affected in the receiver perception and the properties of perceived characteristics of space to identify the most important items that affect the process of cognition and the characteristics of the cognitive space perceived.
- Creating a local virtual environment experience using a cave system technology, and applied to an architectural project designed by the researcher in the Department of Architecture - University of Technology.
- Measure the level of awareness of the recipient when using the cave system technology that have been created in this research by comparing with the normal computer screen technology.

The research reach a number of conclusions showing improvement in the performance of technical CAVE system in the perception of space compared to traditional techniques the computer screen.

١. المقدمة:

كلما اشتدت وطأة تأثير التكنولوجيا في مجتمعنا اكثر من ذي قبل، انعكس ذلك في حياتنا من خلال التغير ومواكبة التطور، فنحن في القرن الواحد والعشرين نعيش غمار عملية تغيير عميقة ومتصلة، انها على الاصح عملية تغيير في ظروف الحياة. اذ اصبحت الحياة عملية تحول دائم ومطرد. وهذا من شانه ان يزيد من صعوبة فهم الكيفية التي كانت عليها الحياة في عصور سابقة. وهي الشطر الاكبر من خبرة البشر – فقد كانت التجديدات التي طرأت في صناعة التقنيات والاتصالات القوة الدافعة لعملية التغير هذه. والعمارة كونها نتاج انساني معبر عن حاجة الانسان وملبية لمتطلباته، شانها شان اكثر مجالات الحياة تتاثر بالتطورات التكنولوجية وبالاخص التي تحدث في مجال الحاسوب (تقنياً وبرامجياً) الذي يسهم في اظهار نتاج العمارة وادراك خصائص فضاءاتها.

غيرت هذه التطورات من مفهوم ادراك الفضاء والاحساس به، فاعتمد تطور تكنلوجيا الواقع الافتراضي وتقنياته على كيفية ادراك البعد الثالث للفضاء والاحساس به. تتمثل تكنولوجيا الواقع الافتراضي بتطبيقات متعددة منها (نظام الكهف، جهاز العرض باستخدام خوذة الراس، القفازات ..الخ).

وفي هذا البحث يتم دراسة وتطبيق واحدة من أهم ما أنتجته ثورة العالم الافتراضي وهي تقنية نظام الكهف Cave (Automatic Virtual Enviroment)

لمواكبة تطورات العصر.

٢. هدف البحث:

يهدف البحث الى بيان التحسن في مستوى ادراك الفضاء باعتماد التطورات التكنولوجية الحاصلة في عالم الواقع الافتراضي من خلال إجراء تجربة محلية لبيئة افتراضية انغماسية للمتلقي تساعده في استيعاب الفضاءه المعماري وادراك خصائصه.

٣. خطوات البحث :

سيعتمد البحث في تحقيق هدفه على مجموعة من الخطوات والمتمثلة بوضع اطار نظري يتم فيه عرض لمفهوم الواقع الافتراضي وتقنية نظام الكهف ومن ثم الانتقال الى التعريف باهم العوامل التي تؤثر في ادراك المتلقي واهم الخصائص المدركة للفضاء. يتجه البحث بعدها للقيام بالدراسة العملية من خلال إنشاء تجربة لبيئة افتراضية باستخدام تقنية نظام الكهف وتطبيق التجربة على مشروع معماري متكامل (تم تصميمه من قبل الباحث في قسم الهندسة المعمارية – الجامعة التكنلوجية).

بعد ذلك يتم عرض المشروع المعماري ضمن تقنية نظام الكهف على مجموعة من المستبينين لتحديد كفاءة تقنية نظام الكهف مقارنةً بتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية.

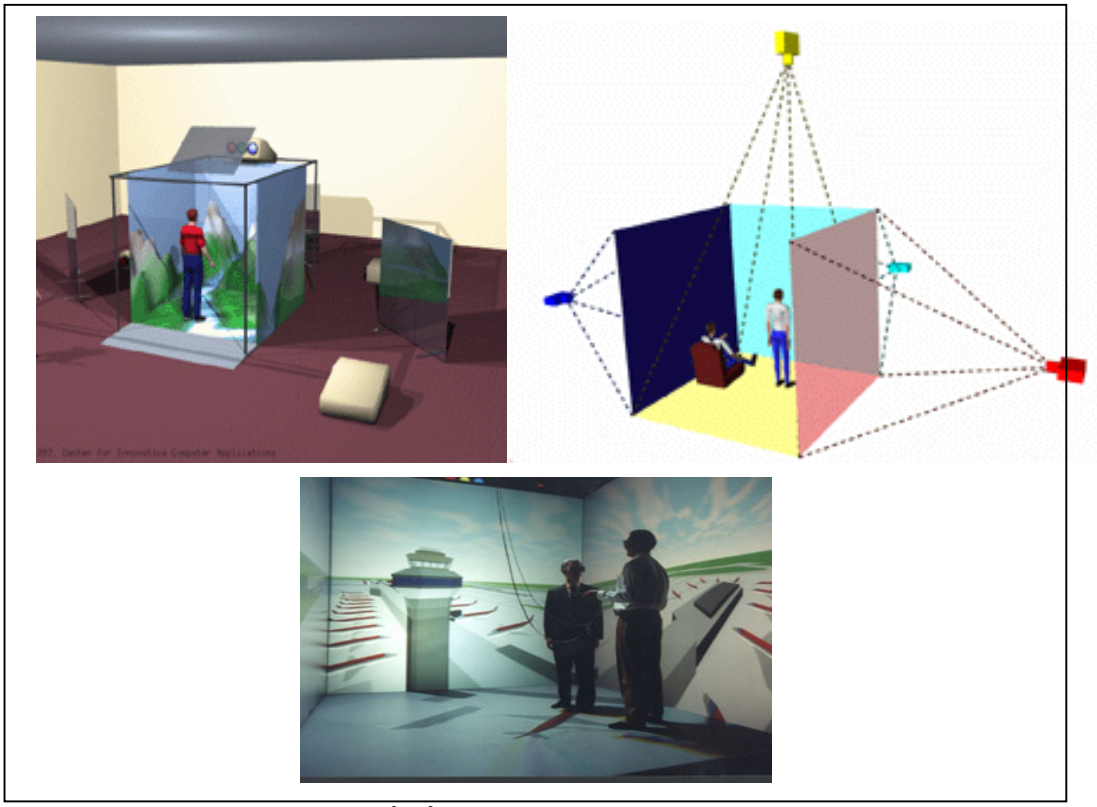
٤. مفهوم الواقع الافتراضي:

يتوارد مصطلح (الواقع الافتراضي) الى اذهان الكثير من الناس، فجوهر الواقع الافتراضي هو إنغماس المستعمل فى وسط من المعلومات المتشابكة وتفهمه للمعلومات وإكتسابه للخبرة المزودة خلال ذلك الوسط. وُصممت تطبيقات الواقع الإفتراضى وعتاده لخلق عوالم إفتراضية حاسوبية Virtual Worlds يمكن زيارتها والتنقل خلالها، حيث تتيح تلك العوالم الإفتراضية بيئات عمل آمنة ومنتجة لعوالم متشابكة ربما أندثرت أو بليت بفعل الزمن أو أخرى خيالية لم توجد يوماً على أرض الواقع أو ثالثة ستكون واقعاً ملموساً بعد أن يتم تصميمها ومعايشتها إفتراضاً[١]. يجب أن تحقق

تطبيقات الواقع الإفتراضي الإنغماس المنشود مع المستعمل لتحافظ على تركيز وشغف المستعمل داخل ذلك الفراغ الإفتراضي دونما تشويش أو ملل. وتهدف تطبيقات الواقع الإفتراضي إلى تحقيق ذلك عن طريق تفعيل مشاركة المستعمل داخل الفراغ بأقصى كفاءة من أجل التفاعل المتكامل والمتشابك مع مكونات الفراغ وأنشطته، أذ يكون الواقع الإفتراضي الأكثر نجاحاً أكثر واقعياً[٢].

٥. تقنية نظام الكهف:

تعتبر بيئة الكهف الافتراضية حاليا من اهم انظمة الواقع الافتراضي الانغماسية، تجهز المستخدم بخداع مقنع وبانغماس يمكن ان يكون كامل ثلاثي الابعاد في عالم متولد باستخدام الحاسوب[٣]. تقدم هذه التقنية تجسيماً بمقياس حقيقي، وتعتبر أداة جيدة ومتميزة لتصور البيئات المعقدة وتخيلها ونظام الكهف يمثل وسط بصري يمكن ان يضاف اليه الوسط الصوتي عالي الدقة وينشئ عادةً في غرفة واحدة ويستخدمه اكثر من شخص، حيث يتم اسقاط الاشكال المجسمة على الجدران والارضية ، وعندما يتحرك المشاهد داخل نطاق منطقة العرض (في أنظمة الكهف المتطورة) فان الاسقاطات الصحيحة المناظرة المجسمة للوسط يتم تحديثها بواسطة حاسوب الي ذو دقة عالية بحيث تتحرك الصور مع المشاهد وتحيط به[٤]. ولذا تخلق الاسقاطات المجسمة صورة ثلاثية الابعاد ذات حضور دائم داخل الغرفة وخارجها التي يتم فيها عملية الاسقاط. على سبيل المثال، يمكن اسقاط نمط على شكل بلاطات على الارض والجدران بحيث يرى المشاهد ارضية متصلة تمتد الى خارج حدود غرفة الاسقاط. ويمكن ان تظهر الاجسام ثلاثية الابعاد مثل المناضد والمقاعد كما لو كانت موجودة بالفعل، الشكل (١).



الشكل(١) بيئة نظام الكهف[٢ و ٤]

٦. التجارب السابقة التي طبقت نظام الكهف في الجانب المعماري:

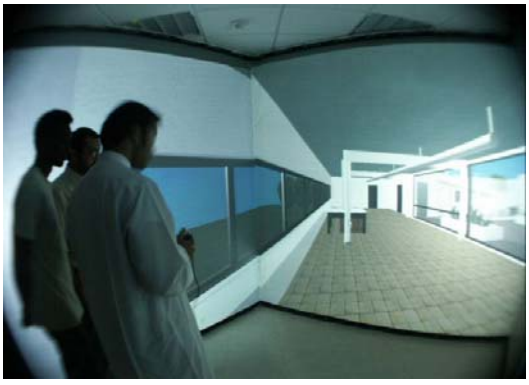
هنالك العديد من البحوث التي تناولت تقنية (نظام الكهف) كواحدة من احدث التقنيات التي تم توصل اليها في مجال الواقع الافتراضي واول دراسة حدثت على هذا النظام كان في الولايات المتحدة الامريكية التي شهدت ظهور اول نظام كهف في العالم تم تصميمه من قبل مختبر التخيل العالمي في جامعة ايلينويز في ولاية شيكاغو وعرض من قبل مجموعه سيكراف ٩٢[٥]. اما على مستوى الشرق الاوسط فقد تم طرح تجربتين في كل من مصر في كلية الهندسة – جامعة بور سعيد، والاخرى في دولة الامارات العربية المتحدة في جامعة الشارقة – قسم الهندسة المعمارية.

الا أن لكل تجربة كان لها اداءا مختلفا عن الاخرى ففي التجربة المصرية تم اعتماد نظام الكهف كوسيلة تعليمية معاصرة تساعد طلاب العمارة في دراسة نظريات العمارة بشيء من التفصيل حيث عرضت اهم المشاريع المعمارية المعروفة ويتجول الطلبة داخل هذه المشاريع خلال نظام الكهف، شكل (٢). كما استخدم في دراسة ماده التصميم الداخلي من خلال عرض تصاميم داخلية لمشاريع متعددة ويتم تقييمها بهذا النظام.

الشكل (٢) استخدام نظام الكهف كوسيلة تعليمية

اما التجربة الاخرى التي حدثت في جامعة الامارات فتضمنت عرض فكرة نظام الكهف كتقنية جديدة من تقنيات الواقع الافتراضي تميز هذا النظام باستخدامه لاجهزة دقيقة ذات نوعية جيدة مع شاشات عرض ذوات وضوحية عالية تلائم مقاييس العرض العالمية علاوة على استخدام نظام صوتي متطور، شكل (٣). واستخدم كوسيلة عرض واظهار المشاريع التصميمة للطلاب لكي تساعدهم على اكتشاف الاخطاء الفعلية التي ستظهر في المراحل التنفيذية للمشروع وبالتالي تساعد المصمم على تلافي المشاكل مبكرا، شكل (٤).

الشكل (٣) بناء نموذج نظام الكهف في جامعة الامارات[٦]



الشكل (٤) نظام الكهف بعد تشغيله في جامعة الامارات[٦]

٧. ادراك الفضاء ضمن تقنيات الواقع الافتراضي:

ان الواقع الافتراضي بكل ما جلبه من تغييرات كبيرة في جوانب الحياة المختلفة، جعل الانسان يمتلك افكارا ورؤى تختلف عن رؤيته في الماضي. فهذا الواقع وتطوراته على مستوى التقنية قد اثر في نشاط الانسان وسلوكه، ولم يقتصر تاثيراته في البيئة والعالم المادي بل تعدت لتشمل اعادة النظر في كيفية ادراكنا للفضاء من حولنا والتفاعل معه[٦]. فالتطور الحاصل في تقنيات الواقع الافتراضي سيؤثر في طريقة اظهار الفضاء وهذا بدوره سيغير من طريقة تعامل المتلقي مع الفضاء وفهمه لخصائصه واستيعابه وبالتالي سيؤدي الى تاثر جوانب مهمة في عملية الادراك وهذه الجوانب تتمثل بالمتلقي والفضاء المدرك والية الادراك [٧].

٨. خصائص الفضاء المدرك:

يتاثر ادراك المتلقي بما يمكن ان يجذب انتباهة في البيئة المحيطة ويثير شعوره وهذه المحفزات يمكن ان تدرس من حيث الخصائص التي تحملها البيئة المدركة، ويمكن ان تصنف الى ثلاث خصائص[٨]:-

أ- **الخصائص الشكلية:** يعرف (باكون)[١٣] الشكل المعماري بانه نقطة الاتصال بين الكتلة والفضاء اذ ان الخصائص تشكل الفضاء وتمنحه الروح والقيمة[٨]. تعتبر الخصائص الشكلية من اهم الخصائص التي تؤثر في عملية الادراك وتساعد على استيعاب وفهم البيئة المحيطة، وهذه الخصائص هي:- الملمس والمواد والمؤثرات الضوئية والظلال واللون. فقيمة التصميم الناتج يتحقق من خلال براعة المصمم في الربط بين هذه الخصائص بعلاقات معينة في الفضاء. كما يمكن ان تصنف هذه الخصائص الى جانبين رئيسين حيث يشير (جنكChing) الى ان الخصائص الشكلية تعرف من خلال: الهيئة والخصائص العلاقاتية:

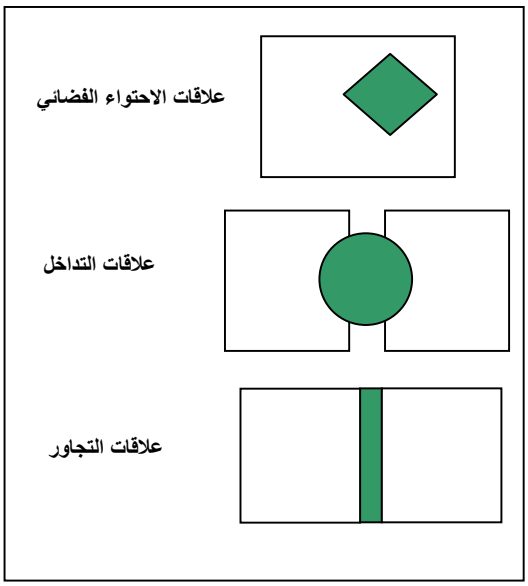
فالهيئة هي الصورة التي يمكن من خلالها تصنيف الشكل وتعريفه، وللهيئة خصائص فيزيائية تخص ملامح الشكل نفسه كالشكل والحجم والملمس.

أمّا الخصائص العلاقاتية فتشمل الموقع والاتجاه والهيمنة والاستمرارية والاستقرار (التوازن) للشكل وغيرها.

ب- الخصائص الفضائية : تؤثر العلاقات الفضائية للبيئة في الادراك، اذ تؤدي كل من هيئة المسار المتحرك للشخص الناظر وبنية المسار دور كبير في تجزئة الرؤيا المنظورية واتاحة الفرصة للرصد والتامل، وبالتالي تشجيع المتلقي على تكملة المسار. وان لشكل المسار وتأثيره في التفاعل بين الكتلة والفضاء الأثر الكبير في شد انتباه المتلقي[٩]. تتمثل العلاقات بين الكتلة والفضاء للمشهد المدرك انماط متبادلة بين المثير ومجاوراته أي ان تلقي

الاشكال يجب ان يتم ضمن بيئتها ومجاوراتها كتفاعلات وعلاقات مقصودة. حيث اشار (جنك) الى ان هذه العلاقات تتمثل بما يلي، شكل (٥):

- علاقات الاحتواء الفضائي :ويقصد بها احتواء الفضاء الكبير لفضاء اخر اصغر منه ضمن استمرارية بصرية وفضائية ما بين الفضائين.
- علاقات التداخل : يحتوي هذا النمط على فضائين يحمل كل منهما صفة التراكب مكونا نطاقا فضائيا مشتركا، فالفضاءان يتداخلان ويتشابكان في حجميهما مع الاحتفاظ بهوية كل منهما[١٠].
- علاقات التجاور: يمثل التجاور بان يسمح لكل فضاء ان يعرف بصورة واضحة ويصبح قائما مسؤولا بذاته طبقا لمتطلباته الوظيفية والرمزية.



الشكل (٥) العلاقات الفضائية[الباحث]

ج- الخصائص الحسية (الشعورية): تتمثل بما يمكن ان يشعر به المتلقي اثناء عملية ادراكه للبيئة المحيطة به. ويمكن توضيح الخصائص الحسية من خلال المفاهيم الاتية[١١]:-

- إثارة الاهتمام.
- الشعور بالاحاطة والتطويق.
- الشعور بالتشويق.
- الشعور بالمتعة.

وبالعودة الى عدد من الدراسات السابقة التي تناولت خصائص الفضاء. تمكن البحث من استخلاص عدد من المفردات المرتبطة بكل خاصية من خصائص الفضاء، والجدول (١) يوضح تلك المفردات.

الجدول (١) خصائص الفضاء المدرك[الباحث]

المفردة	تصنيفها	القيم الممكنة لها
الخصائص الشكلية	الهيئة	الشكل
		الحجم
		الملمس
	الخصائص العلاقاتية	الموقع
		الاتجاه
		الاستقرارية
الخصائص الفضائية	علاقات الاحتواء	الانغلاق والتطويق
		الصلادة والانفتاح
	علاقات التداخل	تكامل وتداخل المشاهد
		تسلسل المشاهد
	علاقات التجاور	التجاور بوسيلة اتصال بصرية
	علاقات الترابط	فضاء مشترك رابط
الخصائص الحسية	اثارة الاهتمام	وفرة الخصائص وكثرتها
		الغموض في ادراك العناصر
	الشور بالاحاطة والتطويق	العلاقة مابين مسافة الرؤية والارتفاع
	الشعور بالتشويق	الحافات الخارجية للشكل وحدوده
		مدى نقاوة ووضوح الاشكال
		الجذب
	الشعور بالمتعة	تعدد المناظر
		تعدد زوايا المشاهدة
		رغبة في البقاء

ان المفردات التي تم تحديدها ترتبط بادراك الفضاء وحيث ان البحث يحاول اثبات ان كفاءة أداء ادراك الفضاء يتم بمستوى اعلى عند اعتماد تقنية نظام الكهف اذا ما قورن ذلك بتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية، سيتجه البحث الى محاولة القيام بتجربة عملية بانشاء بيئة للواقع الافتراضي وباعتماد تقنية نظام الكهف وهي بذلك قد تكون اول تجربة محلية في العراق لتطبيق الواقع الافتراضي في التصاميم المعمارية.

ولغرض التحقق من ان تقنية نظام الكهف ستحقق مستوى أعلى للمتلقي في إدراك الفضاء سيتم اجراء استبيان لعدد من الاشخاص المختصين بدراسة العمارة[١]، يتم خلال الاستبيان مقارنة مستوى الادراك عند تشغيل التقنيتين (تقنية الواقع الافتراضي وتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية) واي من تلك التقنيات ستحقق مستوى ادراك اعلى للفضاء المشاهد .

[١] شمل الاستبيان عدد من اساتذة وطلبة قسم الهندسة المعمارية في الجامعة التكنولوجية.

٩. التجربة العملية:

سيتم في هذه الفقرة شرح التجربة العملية بإنشاء نظام كهف للواقع الافتراضي كدراسة لهذا البحث تمت في قسم الهندسة المعمارية في الجامعة التكنولوجية ببغداد.

يتطلب إنشاء التجربة توفير جزئين أساسيين هما: –

١. المواد والاجهزة

٢. المشروع التصميمي والبرامج الحاسوبية

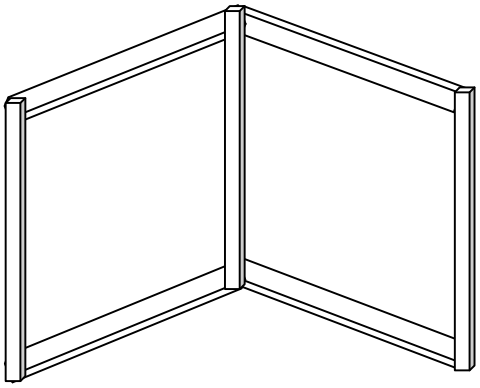
وسنأتي الى شرح موجز لكل منهما

١ – <u>المواد والاجهزة</u>

يمكن تحديد اهم المواد والاجهزة المستخدمة بانشاء تجربة نظام الكهف بالآتي:–

اولا:– *غرفة نظام الكهف:* وهي عبارة عن فضاء مكون من شاشتين عرض تكوّن جداري الفضاء الذي سيتم عرض المشاهد المكملة لبعضها البعض على هاتين الشاشتين ومواصفات هذه الغرفة كالاتي:

– هيكل غرفة نظام الكهف :– تم تصنيع هيكل خشبي بواسطه مقاطع خشبية لتكوين وجهان، كل وجه بابعاد ٢م×٢م تركب معا بزوايا قائمة كما موضح في الشكل (٦).



الشكل (٦) هيكل غرفة نظام الكهف الخاص بالتجربة العملية للبحث[الباحث]

– مواد التغليف: تمّ تغليف الهيكل الخشبي السابق بمادة الفليكس الضوئي (وهي مادة تستخدم بكثرة في عمل شاشات العرض التجاري)، كما موضح في الشكل (٧)

الشكل (٧) شاشات عرض غرفة نظام الكهف[الباحث]

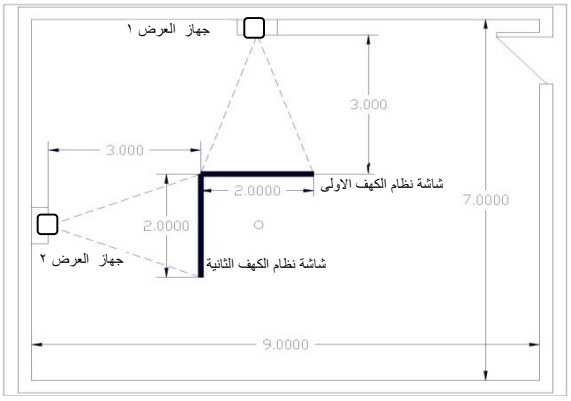
ثانياً:- *الحاسبات:* تم استخدام أجهزة كومبيوتر محمول عدد (٢) تربط معا بشبكة (Network) أما نوع الحاسوب المستخدم في التجربة هو Acer كما موضح في الشكل(٨)[١٣].

الشكل (٨) الحاسب المستخدم في التجربة

ثالثاً:- *أجهزة العرض:* تعتبر هذه الاجهزة من احدث الاجهزة المتوفرة محلياً ويتم توصيل جهاز العرض بجهاز الحاسوب ليعرض المحتوى على الشاشة الخاصة بنظام الكهف من الجهة الخلفية للشاشة. وتم الاستعانة في البحث باجهزة عدد (٢) نوع (Infocus)، الشكل (٩)[١٣].

الشكل (٩) جهاز العرض المستخدم في التجربة

ويوضح الشكل (١٠) مخطط افقي لكيفية ترتيب أجهزة العرض مع شاشات نظام الكهف.



شكل (١٠) موقع أجهزة العرض وعلاقتهما بشاشتا نظام الكهف[الباحث]

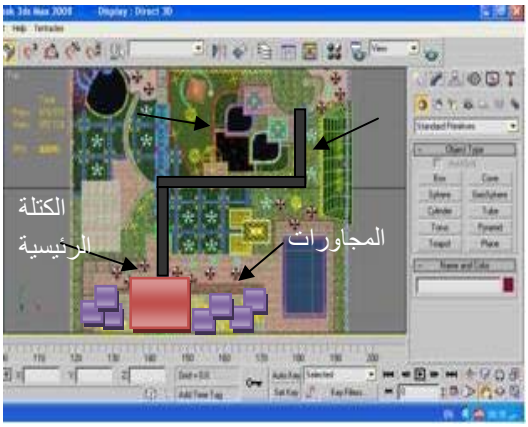
رابعاً:- *فضاء المختبر (القاعة):* تمت المباشرة بتنفيذ التجربة في قاعة السرداب في قسم الهندسة المعمارية /الجامعة التكنلوجية وابعاد القاعة (٩× ٧) م، وتم غلق نوافذ القاعة باحكام وتعتيم القاعة ومنع دخول أي مصدر ضوئي اثناء تشغيل نظام الكهف للحصول على نقاوة ووضوح للفيلم المعروض.

٢- المشروع التصميمي والبرامج الحاسوبية

تتناول هذه الفقرة وصف للمشروع التصميمي الذي تم انجازه في البحث واهم البرامج الحاسوبية التي استخدمت في رسم وعرض المشروع ثم تحديد الفيلم المتحرك الذي سيتم عرضه بشاشة نظام الكهف ومن ثم عرضه بشاشة الحاسوب الاعتيادية لغرض المقارنة بين كفاءة مستويات الادراك المتحققة عند إعتماد كلتا التقنيتين، حيث سيتم تناول:-

- وصف المشروع.
- البرامج الحاسوبية المعتمدة.
- اعداد المشروع التصميمي للدراسة العملية.
- تسجيل لقطات الافلام.
- التشغيل المتزامن للافلام.

١- **وصف المشروع:** يمتاز المشروع الذي تم تصميمه في هذا البحث بتنوع العناصر ما بين الطبيعية والهندسية وذلك من خلال استخدام المكونات الطبيعية (كالماء والنبات) والاصطناعية المتمثلة بـ (الابنية والارضيات والمسقفات واماكن الجلوس) حيث يضم المشروع مبنى متعدد الطوابق بالاضافة الى مباني مجاورة له واماكن للجلوس الخارجي ومحاور انتقالية خارجية تربط بين فضاءات الكتل وفضاءات الجلوس الخارجي ومحور رئيس تتفرع منه محاور ثانوية تؤدي الى فضاءات المشروع المتنوعة كما موضح في الشكل (١١). تم تصميم المشروع وأُختيرت محاور الحركة بحيث تمتاز رحلة المتلقي او المتجول داخل المشروع بالاثارة والتشويق من خلال اختلاف المشاهد ما بين الطبيعية والمشاهد المصممة وكذلك تبدل زوايا النظر من خلال انحراف مسار الحركة او من خلال الارتفاعات والانخفاضات سواء بمستوى الارضية او بالمحاور العمودية الانتقالية كالادرج مما يولد تغير مستمر ومتعاقب للمشاهد.



الشكل (١١) المخطط العام للمشروع[الباحث]

٢- **البرامج الحاسوبية المعتمدة:** تم الاعتماد على عدد من البرامج الحاسوبية في تهئية الفيلم الذي سيتم عرضه باستخدام تقنية نظام الكهف وشاشة الحاسوب الاعتيادية وهذه البرامج كالاتي:

• **٣D Studio Max**: تم استخدام هذا البرنامج في رسم الكتل والفضاءات الخارجية مع اضافة تفاصيل ثانوية للمشروع كالاضاءة المناسبة ومواد الانهاء التي تكسو الكتل والفضاءات بالاضافة الى استخدام نماذج خاصة بالاشخاص والسيارات والعناصر الطبيعية كالنباتات والماء وتم تحديد مسارات حركة تؤدي الى تكوين مشهد اقرب للواقع بالامكانيات التي يتيحها البرنامج.

• **Adobe After Reflection**: وهو برنامج حاسوبي تم استخدامه لغرض اجراء بعض التعديلات واضافة المؤثرات الصوتية والضوئية للفيلم الذي تم عمله باستخدام برنامج الـ ٣DMax .

• **Adobe Premier Animation**: استخدم لغرض ربط المقاطع الصورية واضافة مسارات بعد تحديد نقطة بداية اللقطة الصورية ونقطة النهاية لهذه المقاطع الصورية والغرض من ذلك تكوين صورة متحركة بشكل فيلم

• **Ulead Media Video Editior**: يعمل على ربط المقاطع الفلمية مع بعضها البعض ليظهر بصيغة فيلم واحد متكامل.

• **Real Player** : هو واحد من برامج تشغيل الافلام والتي تم الاستعانه به في تشغيل الفيلم الذي تم إعداده في هذه التجربة.

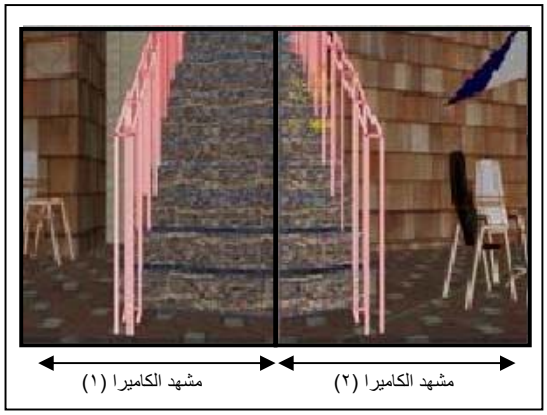
٣- اعداد المشروع التصميمي للدراسة العملية:

لكي يتم التجوال الافتراضي للمشروع المصمم يتطلب هذا الامر اتباع خطوات خاصة حتى يصل المستخدم الى الانغماس الافتراضي داخل الكهف وهي كالاتي:-

- اعداد المشاهد: وهي المشاهد الخاصة بتقنية نظام الكهف ويتطلب إعدادها أخذ عدد من الجوانب بالإعتبار.

- تحديد مسار الحركة:- يتم تحديد مسار الحركة داخل المشروع بحيث يحصل المتلقي على اكبر كمية من المعلومات.

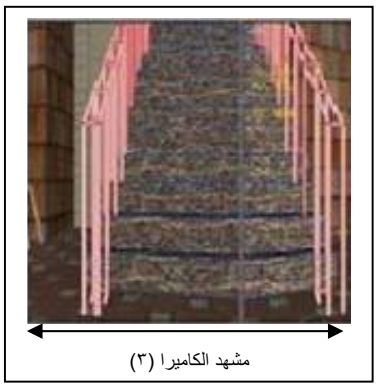
- إعداد الكاميرات: حيث ان تقنية نظام الكهف الخاص بالتجربة مؤلف من جدارين (شاشتين) وان لكل جدار (مشهد او فلم) خاص به، فان المشهد او الفيلم في احد الجدارين يجب ان يكمل المشهد في الجدار الاخر الملاصق له. بذلك تم اعداد كاميرات (ضمن برنامج ٣D MAX) عدد ٢ (كاميرا ١ وكاميرا ٢) بحيث تكمل كل كاميرا المشهد الذي تاخذه الكاميرا الاخرى وكما موضح في الشكل (١٢)



الشكل (١٢) مشهد الكاميرا ١ يتمم مشهد الكاميرا ٢

أي أن تنطبق الحافة اليمنى المشاهدة من الكاميرا(١) مع الحافة اليسرى المشاهدة من الكاميرا (٢). وبالمحافظة على العلاقة بين كاميرا ١ وكاميرا ٢ يمكن تحريك الكاميرتان وتسجيل فلم خاص بكل كاميرا بحيث ان كل لقطة من فيلم الكاميرا ١ تكمل اللقطة المتزامنة معها من فيلم الكاميرا ٢.

- تحديد المشاهد الخاصة بتقنية الحاسوب العادية: لغرض اظهار الاختلاف في مستويات الادرك للمشَاهد المصممة بين تقنية نظام الكهف وتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية، فانه يتطلب تسجيل فلم اخر للتجوال ضمن المشروع المصمم يعرض على شاشة الحاسوب وبالمسار نفسه الذي تم تحديده للكاميرات السابقة حيث سيتم انشاء كاميرا جديدة (كاميرا ٣) تتحرك وفق المسار نفسه للكاميرات (١و٢) ، فالمشاهد التي سوف تسجلها الكاميرا (٣) يتم عرضها على شاشة الحاسوب الاعتيادية كما موضحة في الشكل (١٣).



الشكل (١٣) مشهد كاميرا ٣[الباحث]

يظهر من الشكل (١٣) ان كمية المعلومات المتوفرة حول المشروع التصميمي هي اقل من كمية المعلومات التي يوفرها الشكل (١٢) السابق.

٤ – تسجيل لقطات الافلام: يتم تسجيل المشاهد اثناء حركة الكاميرات الثلاث ضمن المسار نفسه، (تم دمج الكاميرات الثلاث ضمن مجموعة واحدة (Group) حتى لا تتغير زوايا كل كاميرا نسبه الى الكاميرتان الأخريتان، حيث تم تسجيل (٣) افلام (فلم واحد لكل كاميرا) وبحدود (٣) لقطات لكل ثانية من زمن الحركة.

بعد ان تم تهيئة عمل المشروع واضافة التفاصيل يتم خزن المشروع بشكل ٣ ملفات في كل ملف يضم فلم خاص باحدى الكاميرات الثلاث (الملف الاول يحوي فلم خاص بالكاميرا الاولى والملف الثاني يضم فلم خاص بالكاميرا الثانية اما الملف الثالث فيضم الفلم الخاص بالكاميرا الثالثة) يحفظ في قرص مضغوط CD يتم عمل ثلاثة نسخ من الـ CD لغرض نقلها الى الحاسبات المستخدمة في التجربة العملية. بحيث تضم الحاسبة الاولى الفلم الخاص بالكاميرا الاولى وعلى شاشة العرض الاولى لنظام الكهف اما الحاسبة الثانية فتضم الفلم الخاص بالكاميرا الثانية وعلى شاشة العرض الثانية وهاتين الحاسبتان سيتم تشغيلهما في نظام الكهف، وسيتطلب الامر وجود حاسبة ثالثة تبقى على حدة وتضم الفلم الخاص بالكاميرا الثالثة لكي يتم عرضه على شاشة الحاسبة الاعتيادية.

٥– التشغيل المتزامن للافلام:

يتم تشغيل الفلمين الخاصين بتقنية نظام الكهف (فلم كاميرا ١ وفلم كاميرا ٢) بوقت واحد، بحيث تستمر اللقطات في جداري (شاشتي) نظام الكهف تكمل احداهما الاخرى.

بعد ان اصبح تشغيل الفيلم جاهزا تبدء بعد ذلك المرحلة التالية للتجربة العملية وهي مرحلة استعراض المشروع ضمن تقنية نظام الكهف على عدد من الاشخاص حيث يتم تطبيق التجربة بحضورهم ومن ثم الاستبيان منهم عن مشاهداتهم.

١٠. تطبيق التجربة:

بعد ان تم التطرق إلى الدراسة العملية والتجربة الخاصة بتقنية نظام الكهف ضمن الواقع الافتراضي سيتم في هذه المرحلة تطبيق التجربة على عدد من المستخدمين (المستبينين) لغرض تحديد التباين بمستوى الادراك الذي يمكن ان يحصل لدى المستخدم عند مشاهدته تقنية نظام الكهف مقارنةً بتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية وصولا الى هدف البحث وذلك من خلال طرح مجموعة من الاسئلة التي تم استخلاصها من الاطار النظري والتي تمخضت عن ان الفضاء المعماري يمتلك ثلاث خصائص هي الخصائص (الشكلية والفضائية والحسية) وسيتم طرح الاسئلة على المستبينين ضمن هذه المحاور.

ضم الاستبيان استمارة تحوي مجموعة من الاسئلة، تطرح على المستبينين بمرحلتين، المرحلة الاولى طرح الاسئلة عند مشاهدة الفيلم (ذو الكاميرتان) باستخدام تقنية نظام الكهف والمرحلة الثانية يعاد طرح الاسئلة نفسها عند مشاهدة الفيلم (ذو الكاميرا الواحدة) باستخدام شاشة الحاسوب الاعتيادية وذلك لكي يتم تحديد مدى التباين الحاصل في مستوى الادراك الحاصل في اجوبة المستبينين عند استخدامهم للتقنيتين، وبموجب ذلك يقييم اي التقنيتين حققت الانغماس والتفاعل مع المستبين بدرجة أعلى.

هناك عدد من التوقفات في الفيلم المشاهد، يتم في كل توقف طرح سؤال واحد وبعد الاجابة عليه من قبل المستبين يعاود الفيلم الاستمرار في العرض، وفيما يلي عدد من الاسئلة التي طرحت على المستبينين شملت خصائص الفضاء المختلفة.

اولا:- الخصائص الشكلية: تم طرح مجموعة من الاسئلة التي تخص الخصائص الشكلية والتي تم عرضها مرة باستخدام نظام الكهف ومرة ثانية باستخدام شاشة الحاسوب الاعتيادية على المستبينين حيث يقومون بوضع علامة (√) على واحد او اكثر من الاختيارات الواردة ضمن الاسئلة

سيتم في هذه المرحلة من البحث (لغرض التوضيح للقارئ وليس كما أُجري في التجربة العملية) طرح السؤال مع لقطتان توضيحيتان لكل سؤال، تشمل اللقطة الاولى المشهد الذي عرض على المستبين بتقنية نظام الكهف، أما اللقطة الثانية فهي المشهد الذي عرض على المستبين بشاشة الحاسوب الاعتيادية لكي يسهل على القارئ ملاحظة الفرق بين كمية المعلومات الواردة في كل تقنية علاوةً على الاختلاف في حجم الانغماس لدى المشاهد. فالمشاهد الذي يقف في داخل غرفة نظام الكهف يشعر ان المشهد يحيط بهِ افقياً وعمودياً، بينما المشاهد الذي يجلس امام شاشة الحاسبة الاعتيادية يجد ان شاشة الحاسبة لاتشغل الا حيزاً صغيراً من مجال رؤيته الافقي والعمودي.

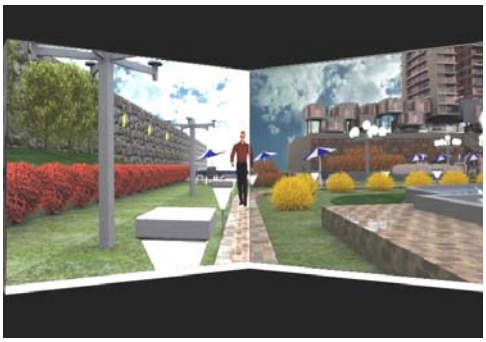
ومن الاسئلة التي طرحت على المستبينين أثناء مشاهدة الفيلم ومتابعة لقطاته:

السؤال الأول: هل ترغب في الحصول على معلومات اكثر عن المشهد

☐ لاكمال شكل الكتلة

☐ لاكمال ارتفاع المبنى

☐ لاكمال فضاءات الجلوس الخارجية



الشكل (١٤) السؤال الاول في تقنية نظام الكهف[الباحث]

الشكل (١٥) السؤال الأول في شاشة الحاسوب الاعتيادية[الباحث]

السؤال الثاني: ادراك نسبة حجم كتلة المبنى الى حجم المشروع

☐ واضحة بشكل جيد

☐ واضحة بشكل متوسط

☐ غير واضحة

الشكل (١٦) السؤال الثاني في تقنية نظام الكهف.

الشكل (١٧) السؤال الثاني في شاشة الحاسوب الاعتيادية.

ثانيا: الخصائص الفضائية: وتضم الاسئلة الآتية:

السؤال الثالث: وضوح محاور الحركة في المشروع من خلال:

☐ محور الحركة المسقف

☐ محور الانتقال الثانوي

☐ محور الانتقال (الدرج)

الشكل (١٨) السؤال الثالث في تقنية نظام الكهف

الشكل (١٩) السؤال الثالث في شاشة الحاسوب الاعتيادية

السؤال الرابع: وضوح علاقات التداخل والتجاور بين المحاور الحركية والفضاءات

- ☐ واضحة بشكل جيد
- ☐ واضحة بشكل متوسط
- ☐ غير واضحة

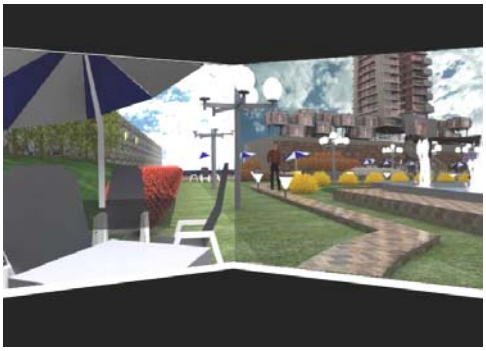
الشكل (٢٠) السؤال الرابع في تقنية نظام الكهف

الشكل (٢١) السؤال الرابع في شاشة الحاسوب الاعتيادية

ثالثا: الخصائص الحسية : وتضم الاسئلة الآتية:

السؤال الخامس: هل هنالك تفاصيل اثارة اهتمامك ضمن المشهد

- ☐ نعم
- ☐ لا
- ☐ نوعاً ما

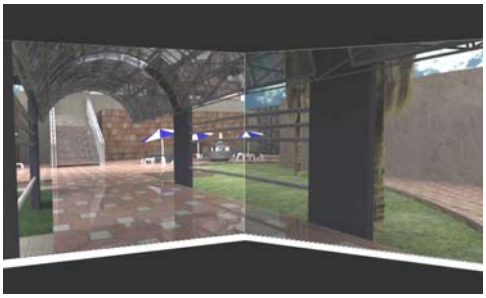


الشكل (٢٢) السؤال الخامس في تقنية نظام الكهف

الشكل (٢٣) السؤال الخامس في شاشة الحاسوب الاعتيادية

السؤال السادس: هل ترغب بمتابعة المشهد القادم؟

نعم ☐
لا ☐
نوعاً ما ☐



الشكل (٢٤) السؤال السادس في تقنية نظام الكهف

الشكل (٢٥) السؤال السادس في تقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية

١١. النتائج :

تم تطبيق استمارة الاستبيان على المستبينين والاجابة عليها اثناء عرض المشروع التصميمي على شاشة نظام الكهف مرة وشاشة الحاسوب الاعتيادية مرة اخرى. وعلى شكل اختبارين، تم بعدها جمع استمارة الاستبيان وتفريغ بيانات الاختبارين على لوحة رئيسة واعتمدت النسبة المئوية وبرنامج (Excel) لقياس اختلاف مستوى الادراك بين التقنيتين بغية التوصل الى هدف البحث.

وكانت نتائج الاختبارين كالآتي:

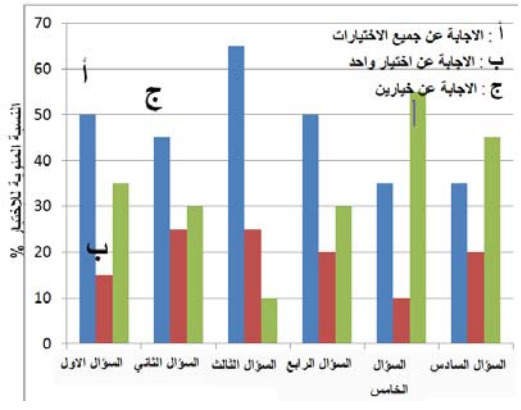
اولا : الاختبار الاول : تقنية شاشات نظام الكهف

شملت نتائج الاختبار على كل من الخصائص الشكلية والفضائية والحسية وكالاتي :

تضمن كل سؤال طرح في الاستبيان ثلاث اختيارات يقوم المستبين بالتاشير على احدها او اكثر من هذه الاختيارات حيث يدل موقع التاشير على مدى فهم المستبين للسؤال ومدى ادراكه للمشهد المعروض امامه. والجدول رقم (٢) والشكل رقم (٢٦) يوضحان النتائج المستحصلة من الاستبيان الخاص بتقنية نظام الكهف.

جدول (٢) نسبة الاجابة على الاسئلة باستخدام تقنية نظام الكهف

الخصائص	السؤال	الرمز	النسب المئوية للاختبار بتقنية نظام الكهف (%)	نوع الاجابة
الخصائص الشكلية	السؤال الاول	أ	٥٠	الاجابة عن جميع الاختيارات
		ب	١٥	الاجابة عن خيار واحد
		ج	٣٥	الاجابة عن خيارين
	السؤال الثاني	أ	٤٥	عبارة واضحة بشكل جيد
		ب	٢٥	عبارة غير واضحة
		ج	٣٠	عبارة واضحة بشكل متوسط
الخصائص الفضائية	الثالث	أ	٦٥	جميع الاختيارات
		ب	٢٥	اختيار واحد
		ج	١٠	اختيارين
	السؤال الرابع	أ	٥٠	عبارة واضحة بشكل جيد
		ب	٢٠	عبارة غير واضحة
		ج	٣٠	عبارة واضحة بشكل متوسط
الخصائص الحسية	الخامس	أ	٣٥	الاجابة بعبارة نعم
		ب	١٠	الاجابة بعبارة لا
		ج	٥٥	الاجابة بعبارة نوعما
	السادس	أ	٣٥	جميع الاختيارات
		ب	٢٠	اختيار واحد
		ج	٤٥	اختيارين



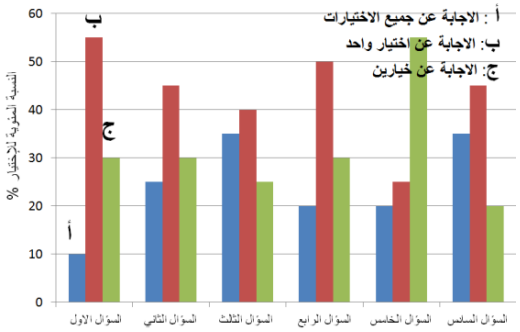
شكل (٢٦) النسب المئوية للاجابة باستخدام تقنية نظام الكهف

ثانيا: الاختبار الثاني: تقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية

يوضح الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٢٧) نتائج الاختبار لكل من الخصائص الشكلية والفضائية والحسية المستحصلة من الاستبيان الخاص بتقنية شاشة الحاسبة الاعتيادية.

جدول (٣) نسبة الاجابة على الاسئلة باستخدام شاشة الحاسبة الاعتيادية

الخصائص	السؤال	الرمز	النسب المئوية للاختبار بشاشة الحاسوب الاعتيادية	نوع الاجابة
الخصائص الشكلية	الاول	أ	١٠	الاجابة عن جميع الاختيارات
		ب	٥٥	الاجابة عن خيار واحد
		ج	٣٠	الاجابة عن خيارين
	السؤال الثاني	أ	٢٥	الاجابة بعبارة واضحة بشكل جيد
		ب	٤٥	الاجابة بعبارة غير واضحة
		ج	٣٠	الاجابة بعبارة واضحة بشكل متوسط
الخصائص الفضائية	الثالث	أ	٣٥	الاجابة عن جميع الاختيارات
		ب	٤٠	الاجابة عن خيار واحد
		ج	٢٥	الاجابة عن خيارين
	السؤال الرابع	أ	٢٠	الاجابة بعبارة واضحة بشكل جيد
		ب	٥٠	الاجابة بعبارة غير واضحة
		ج	٣٠	الاجابة بعبارة واضحة بشكل متوسط
الخصائص الحسية		أ	٢٠	الاجابة بعبارة نعم
		ب	٢٥	الاجابة بعبارة لا
		ج	٥٥	الاجابة بعبارة نوعما
	السادس	أ	٣٥	الاجابة عن جميع الاختيارات
		ب	٤٥	الاجابة عن خيار واحد
		ج	٢٠	الاجابة عن خيارين



شكل (٢٧) النسب المئوية للاجابة باستخدام شاشة الحاسبة الاعتيادية

١٢. الاستنتاجات:

تم من خلال البحث التوصل الى عدد من الاستنتاجات على المستوى النظري والمستوى العملي وكالاتي:

الاستنتاجات على المستوى النظري :

- تقدم تقنية نظام الكهف بيئة افتراضية تخدم المصمم المعماري في عدة جوانب:

١. تقدم نموذج مسبق للبيئة المبنية بمقياس اقرب للواقع يساعد على تحديد النقاط الايجابية والسلبية للبيئة وبالتالي تعطي للمصمم تصور واستيعاب واضح لاهم الاخطاء التصميمية التي يمكن ان يقع بها وهذا كله قبل مرحلة التنفيذ المباشر على ارض الواقع .

٢. تولد تقنية نظام الكهف محاكاة فعلية للنموذج الافتراضي بشكل افضل من شاشة الحاسوب الاعتيادية لكون المستخدم يتعامل مع نموذج مجسم (أقرب الى الحقيقي) يتواجد بداخله يتفاعل معه ويتعايش مع مكوناته ويتحول من خلاله المستخدم من دور المراقب الى دور المشارك المتفاعل مع البيئة الافتراضية .

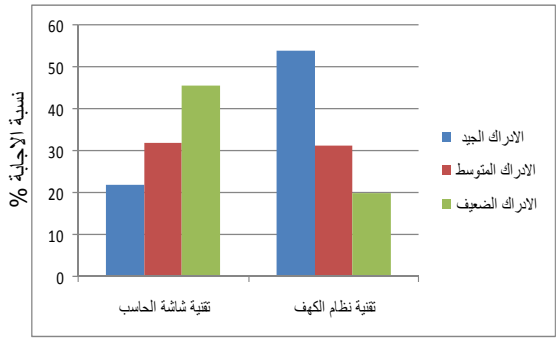
٣. تعتبر تقنية نظام الكهف من التقنيات المهمة التي يمكن ان تستخدم في مجال التعليم المعماري حيث تاخذ الطالب في رحلة افتراضية وهو متواجد داخل نظام الكهف الى المكان الذي تم عرضه على التقنية وتجعله يشعر بانه متواجد فعلا داخل هذا المكان فيبدا باستيعاب المادة العملية المعروضة بشكل افضل واعمق مما لو عرضت هذه المادة على شاشة الحاسوب الاعتيادية.

الاستنتاجات على المستوى العملي

يتضح من النتائج التي تم الحصول عليها خلال عملية الاستبيان ان هنالك تفاوت نسبي في الاجابة على الاسئلة التي تخص جميع محاور الخصائص المطروحة (الشكلية والفضائية والحسية) عند استخدام تقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية مرة واستخدام تقنية شاشة نظام الكهف مرة ثانية:-

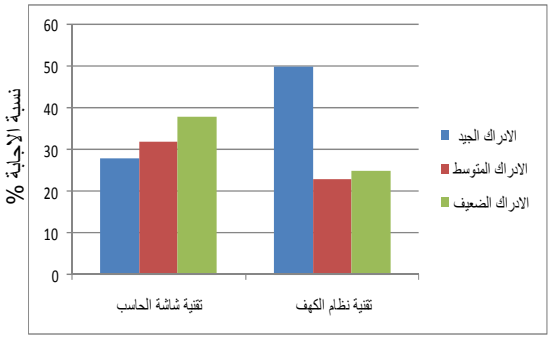
١. الاستنتاجات على مستوى الخصائص الشكلية:

اوضحت النتائج ان هنالك تفاوت في ادراك الخصائص الشكلية من قبل المتلقي عند استخدام تقنية نظام الكهف واستخدام تقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية وذلك يظهر من خلال الشكل الآتي:



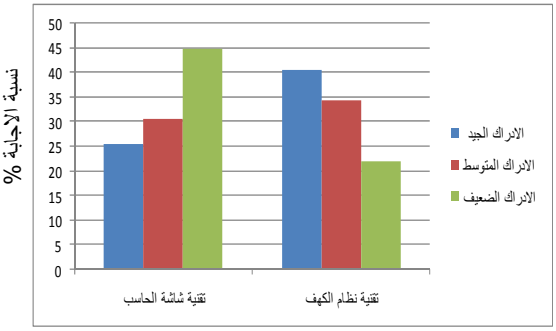
٢. الاستنتاجات على مستوى الخصائص الفضائية:

بينت النتائج فعالية تقنية نظام الكهف في اجابة المستبينين على الاسئلة التي تخص الخصائص الفضائية وكما موضحة في الشكل الآتي:



٣. الاستنتاجات على مستوى الخصائص الحسية:

اوضحت النتائج فاعلية ادراك الخصائص الحسية من قبل المتلقي عند استخدام تقنية نظام الكهف عن استخدامه لتقنية شاشة الحاسوب الاعتيادية وذلك يظهر من خلال النسب المئوية التي توضحت في الشكل الآتي:



يتوضح تقدم كفاءة الادراك لدى المتلقي عند استخدام تقنية نظام الكهف مقارنةً بشاشة الحاسوب الاعتيادية بالرغم من إمكانات البحث المحدودة في إجراء التجربة. مما سيكون مؤشراً يمكن ان يدعم التوجه الى استخدام هكذا تقنية مستقبلاً.

١٣. المصادر:

١- Campbell, Dace and Wells , Maxwell, A Critique of Virtual Reality in the Architecture Design Process, Unvirsity of Washington , USA, ١٩٩٧, p.١٢٦.

٢- Sallah , Jaffer, "Utilizing Virtual Reality in Architecture resentation"

٣- AfKlercker , J., "CAVE – Interface in CAAD- Education?" in proceedings of The Fourth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia , Shanghai (China , ٥-٧ may ١٩٩٩).

٤- Kitchens, Kevin , "Intractive Building. Design in Virtual Enviroment School of Constraction , the University of Southern , Mississippi , Hattiesburg , MS٣٩٤٠٦ , USA,p.٣٣. .

٥- Sallah , Jaffer, "Utilizing Virtual Reality in Architecture: System Model , _. resentatio Technology Department, University Utara Malaysia . Amaster Thesis Introduction to The

٦- AfKlercker , J., "CAVE – Interface inCAAD- Education?" in proceedings of The Fourth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia , Shanghai (China , ٥-٧ may ١٩٩٩).

٧- " الثورة الرقمية وتاثيرها على العمارة والعمران" ،المؤتمر المعماري الدولي السادس، قسم العمارة ، كلية الهندسة ، جامعه اسيوط ، مارس ٢٠٠٥. ص٦.

٨- ابراهيم ، احمد محمد عوض " الواقع الافتراضي واستخدماته في التصميم والعمارة "، ١٥-١٧ مارس ٢٠٠٥، ." الثورة الرقمية وتاثيرها على العمارة والعمران" ،المؤتمر المعماري الدولي السادس، قسم العمارة ، كلية الهندسة ، جامعه اسيوط، ص١٠

٩- تكنلوجيا المعلومات والاتصالات، مقالة " علم اللامعقول _ الانغماس عن بعد" ، ١٧-٦ -٢٠٠٧، العدد ٣٧، ص ٣.

١٠- الثورة الرقمية وتاثيرها على العمارة والعمران" ،المؤتمر المعماري الدولي السادس، قسم العمارة ، كلية الهندسة، جامعه اسيوط، مارس ٢٠٠٥.ص١٢.

١١- Jennifer Whyte(٢٠٠٢), "Virtual Reality and the Built Enviroment" Architectural Press,Oxford ,p.٢٢.

١٢- ابراهيم ، احمد محمد عوض " الواقع الافتراضي واستخدماته في التصميم والعمارة "، ١٥-١٧ مارس ٢٠٠٥، ." الثورة الرقمية وتاثيرها على العمارة والعمران" ،المؤتمر المعماري الدولي السادس، قسم العمارة ، كلية الهندسة ، جامعه اسيوط، ص.٢٥ .

١٣- السعيدي، علا محمد عبد الكريم، " تأثير تطبيق الواقع الافتراضي في إدراك خصائص الفضاء المعماري- دراسة تطبيقية لتقنية نظام الكهف"، رسالة الماجستير، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، ٢٠١٠م.