أثر التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/عميق) في إكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم

د/ شيماء سمير محمد خليل[1] د/ محمد يوسف أحمد علي[2]

المستخلص:

تسعي الرسومات المعلوماتية إلى تقديم البيانات المعقدة في شكل مرئي بسيط يتسم بالفاعلية عبر استخدامها للرسوم الجرافيكية ويمكن من خلال هذه العروض المرئية استيعاب الزيادة الهائلة في كمية المعلومات والبيانات الضخمة، لذا يتحتم على التربويين البحث على وجه التحديد في كيفية قراءة المتعلمين لأفكار بعضهم البعض وما يحدث لهم من عمليات عقلية أثناء قراءة محتوى الرسومات المعلوماتية المعروض عليهم وذلك لأنه أمر غاية فى التعقيد لارتباطه بعديد من العوامل المؤثرة فيه أهمها التمثيل المعرفي للمعلومات وترجمتها في الذاكرة حيث يعد التمثيل المعرفي عملية عقلية معرفية تعتمد على إدخال واستيعاب وتسكين المعاني والأفكار ليتم الاحتفاظ بها لتصبح جزءًا من البناء المعرفي للمتعلم ليمثل بناءًا تراكميًا تتفاعل فيه المعلومات والمعرفة للمتعلم مع خبرته المباشرة وغير المباشرة.

إن تمثيل المفاهيم والمعلومات في صورة أشكال بصرية يقلل عبء فهم هذه المعلومات للمتعلمين وعبء تخزينها في الذاكرة قصيرة المدي حيث تطبع في الذاكرة بشكل أسرع ولمدة أطول وتُعد الطباعة المجسمة ثورة تكنولوجية جديدة تسير بخطى حثيثة وثابتة، وتعمل عن طريق بناء الأجسام الصلبة طبقة فوق الأخرى حيث يتم نسخ الجسم المراد طباعته أو تصميمه من خلال برامج نموذجية متخصصة على الكمبيوتر بواسطة شرائح صغيرة تتكون من آلاف الطبقات فوق بعضها البعض ثم يتم طباعته من خلال الطابعات ثلاثية الأبعاد للحصول على مجسم.

تبلورت مشكلة البحث الحالي في وجود قصور لدى طلاب تكنولوجيا التعليم في مهارات الطباعة المجسمة، وتدني مستوى الثقافة البصرية لديهم. لذا هدف البحث الحالي إلى إدماج واستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة

[1] مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا.

[2] مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا.

ورفع مستوى الثقافة البصرية لديهم من خلال صياغة تلك المهارات باستخدام تقنية الرسومات المعلوماتية Infographic.

تمثلت أدوات البحث في اختبار تحصيلي لقياس الجانب المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم في مهارات الطباعة المجسمة، بطاقة ملاحظة أداء الطلاب للطباعة المجسمة، اختبار الثقافة البصرية لقياس مستوى الثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم قبل وبعد تطبيق الأدوات ومادة المعالجة التجريبية.

تم اختيار مجموعة البحث بطريقة تطوعية قوامها (٨٨) طالبًا وطالبة من طلاب الفرقة الرابعة بقسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا، وتم استخدام التصميم التجريبي ذو الأربع مجموعات تجريبية (ثابت سطحي، ثابت عميق، متحرك سطحي، متحرك عميق) وأشارت أهم النتائج إلى:

- فاعلية الرسومات المعلوماتية بنمطيها الثابت والمتحرك في اكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.
- عدم وجود فروق دالة إحصائيًا في التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة للطلاب عينة البحث يرجع تأثيره لنمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك)، ووجود فروق دالة إحصائيًا في التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع تأثيره لمستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) لصالح العميق، كما لا يوجد فروق دالة إحصائيًا بين مجموعات البحث في التحصيل المعرفي يرجع تأثيره للتفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات.
- عدم وجود فروق دالة إحصائيًا في بطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة للطلاب عينة البحث يرجع تأثيره لنمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك)، ووجود فروق دالة إحصائيًا في بطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع تأثيره لمستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) لصالح العميق، ووجود فروق دالة إحصائيًا بين مجموعات البحث في بطاقة الملاحظة يرجع تأثيره للتفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات، وجاء ترتيب المجموعات كالآتي: (متحرك عميق) ثم (متحرك سطحي) ثم (ثابت عميق) ثم (ثابت سطحي).
- عدم وجود فروق دالة إحصائيًا في اختبار الثقافة البصرية للطلاب عينة البحث يرجع تأثيره لنمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك)، وعدم وجود فروق دالة إحصائيًا في

اختبار الثقافة البصرية يرجع تأثيره لمستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق)، كما لا يوجد فروق دالة إحصائيًا بين مجموعات البحث في اختبار الثقافة البصرية يرجع تأثيره للتفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات.

الكلمات المفتاحية: الرسومات المعلوماتية، الطباعة المجسمة، الثقافة البصرية، التمثيل المعرفي للمعلومات.

The Effect of Interaction between the Pattern of Presenting Infographics (Fixed/ Moving) and the Level of Knowledge Representation of Information (Surface/ Deep) in Acquiring Stereoscopic Printing Skills and the Visual Culture of Instrucation Technology students

Dr. Shaimaa Samir Mohamed Khalil Dr. Mohamed Youssef Ahmed Ali

Abstract:

Information graphics seek to provide complex data in a simple, effective, visual form through the use of graphics. Through these visual presentations, it is possible to absorb the huge increase in the amount of information and big data. Therefore, it is necessary for educators to research specifically how how learners read each other's ideas and what happens to them from Rational processes while reading the content of the information graphics presented to them, because it is very complicated because it is related to many factors affecting it, the most important of which is the cognitive representation of information and its translation into memory where cognitive representation is a mental process. It depends on the introduction, assimilation, and placement of meanings and ideas to be preserved to become part of the learner's knowledge building to represent a cumulative structure in which the learner's information and knowledge interact with his direct and indirect experience.

The representation of concepts and information in the form of visual forms reduces the burden of understanding this information for learners and the burden of storing it in short-term memory as it is printed in memory faster and for a longer period of time. Copying the object to be printed or designed through specialized programs on the computer using small slices consisting of thousands of layers on top of each other, and then it is printed through 3D printers to obtain a stereoscopic.

The current research problem crystallized in the presence of deficiencies among educational technology students in stereoscopic printing skills and the low level of visual culture they have, so the current research aimed to integrate and use modern technological technologies to provide instrucational technology students with stereoscopic printing skills and raise the level of their visual culture by formulating those skills using technology Infographic.

The research tools consisted of an achievement test to measure the cognitive aspect of educational technology students in stereoscopic printing skills, a note of students 'performance for stereoscopic printing, a visual culture test to measure the level of visual culture of instrucational technology students before and after applying

the tools and experimental treatment material.

The research group was chosen in a voluntary way consisting of (88) male and female students from the fourth year students in the Department of Instrucation Technology - Faculty of Specific Education - Minia University, and the experimental design with four experimental groups (surface fixed, deep constant, surface mobile, deep moving) was used and indicated the most important Results:

- Effectiveness of infographics with its fixed and mobile patterns in acquiring stereotyping skills and visual culture among instrucational technology students.
- There are no statistically significant differences in the cognitive achievement of stereoscopic printing skills for students. The sample of the research is due to the effect of informational (fixed/ mobile) patterns, and the presence of statistically significant differences in cognitive achievement of stereoscopic printing skills due to the level of cognitive representation of information (superficial/ deep) in favor of the deep Also, there are no statistically significant differences between the research groups in the cognitive achievement, due to its effect on the interaction between the pattern of presentation of infographics and the level of cognitive representation of information.
- There are no statistically significant differences in the note card for stereoscopic printing skills for students, the sample of the research is due to the pattern of informational graphics (fixed/ mobile), and the presence of statistically significant differences in the note card for stereoscopic printing skills due to the level of cognitive representation of information (superficial/ deep) in favor of the deep, The presence of statistically significant differences between the research groups in the note card is due to the interaction between the pattern of presentation of infographics and the level of knowledge representation of information, and the order of the groups came as follows: (deep moving) then (deep moving) then (deep constant) then (surface fixed).
- There are no statistically significant differences in the visual culture test for students. The sample of the research is due to the pattern of information graphics (fixed/ mobile), and the absence of statistically significant differences in the visual culture test due to the level of cognitive representation of information (superficial/ deep), as there are no differences Statistically significant among research groups in the visual culture test due to the interaction between the pattern of presentation of informational drawings and the level of knowledge representation of information.

Keywords: Infographics, Stereoscopic Printing, Visual Culture, Knowledge Representation of Information.

مقدمة:

استطاع قدماء المصريين منذ ألاف السنين أن يسطروا حضارتهم على جدران المعابد وفي البرديات عبر رسومات ونصوص تُبرز معتقداتهم وشئون حياتهم اليومية وتمجد انتصاراتهم

ولولا هذه الرسوم والنصوص لاندثر الكثير من أسرار ومعتقدات هذه الحضارة، كما تُعد الرسوم من أول الطرق التي استخدمها الإنسان للتواصل بين أفراده والتعبير عن ذاته قبل معرفة الكتابة، كما قام علماء المسلمين بشرح وتوضيح الكثير من اكتشافاتهم واختراعاتهم عبر الرسوم ويتضح ذلك فيما قدمه ابن النفيس من تصويره عبر الرسوم للدورة الدموية الصغري ويعد الخوارزمي من أشهر من قدم مخططات لتمثل المعلومات والبيانات سميت بالخوارزميات.

إلا أن ما اتسم به العصر الحالي من ثورة تكنولوجية هائلة وتطور سريع ومتلاحق في التدفق المعلوماتي والكم الهائل المتراكم من البيانات جعل الصورة المرئية ذات قيمة عالية فالعالم أصبح ملئ بالمثيرات المرئية وأضحت لغة الصورة تتقدم بكثير على لغة النصوص أو الكلمات كما اقتحمت الصور المرئية جميع مجالات الحياة وأصبح لزامًا على الباحثين التربويين أن يُعيروا هذا المجال اهتمامًا كبيرًا.

إن المجال التربوي ليس بمعزل عن هذه التطورات السريعة المتلاحقة؛ فهو يسعى إلى مواكبتها من جانب، والعمل على استثمارها من جانب آخر حيث أضحت لغة التعليم المعاصرة تمزج بين اللغة اللفظية الشكلية واللغة البصرية الحسية وهو ما يؤكد علي ضرورة أن يكون الاهتمام بالصورة مماثلًا للأهمية التي تحظى بها اللغة اللفظية، إذ يمكن للصورة أن تقوم بدور رئيس في تقديم الرسالة التعليمية وتنظيم الشبكة المعرفية بحيث يصبح التعلم والتعليم مهارتين فاعلتين داخل الحقل التربوي وهو ما يتفق مع ما أكدته الدراسات العلمية الحديثة بأنه كلما زادت المثيرات التعليمية المقدمة للمتعلم كلما زاد تحقيق الأهداف التعليمية المخطط لها (عبد الله عطار، ٢٠١١، ٨).

يؤكد كلًا من (آرثر. ل. كوستا، بين كاليك، ٢٠٠٠، ٤٩) أن ما يتراوح بين ٨٠ إلى ٩٠% من المعلومات التي يستقبلها العقل البشري تأتي عن طريق حاسة الأبصار، وعلى الرغم من أن الحواس السمعية والحركية معقدة ومتكاملة مع المعالجة البصرية إلا أن الشكل السائد هو الشكل البصري.

مما فرض على التربويين القائمون على النظم التعليمية مواجهة واقع التعامل مع نظم وفنون تكنولوجية متجددة سعيًا لتنمية قدرات المتعلمين وتأهيلهم للتعامل مع متغيرات العصر التقني الحديث الذي يتطلب توجيه المتعلم إلى كيفية حصوله على المعلومات بنفسه من مصادرها المختلفة وبالآتي جاءت الحاجة إلى تطوير نماذج تربوية دقيقة تستفيد من تقنيات وتطبيقات وإستراتيجيات الحاسبات والمعلومات الحديثة، مثل: تقنية الرسومات المعلوماتية Infographic،

والوسائط المتعددة Multimedia، ومهارات التصميم التعليمي Instructional Design Skills وتوظيفها بطريقة مُثلى في عملية التعليم والتعلم (سهام الجريوي، ٢٠١٤، ١٤).

بينما يري كلًا من (Dur,2014, 39&Flowler,2015,42-48) أنه على الرغم من التطورات العلمية والتكنولوجية الهائلة التي يتسم بها هذا العصر والتي يسرت على المتعلمين الكثير من العقبات التي كانت تواجههم إلا إنها جعلتهم يواجهون كمًا ضخمًا من البيانات والمعلومات الصعبة الناتجة من هذا التطور، لذلك أصبح هناك حاجة ماسة إلى تصميم وتقديم هذه المعلومات في صورة رسومات معلوماتية Infographic لتبسيط وتيسير استيعاب تلك البيانات والمعلومات المتدفقة.

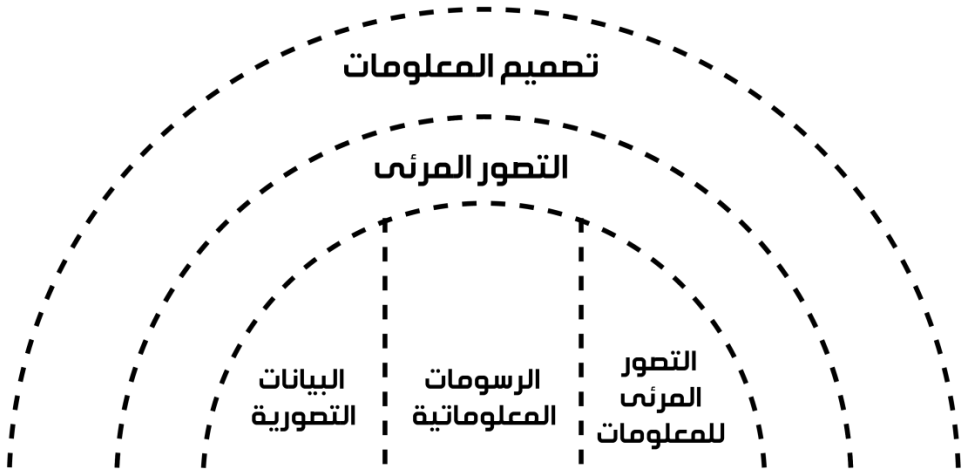
حيث تسعى الرسومات المعلوماتية إلى تقديم المعلومات المعقدة في شكل مرئي بسيط يتسم بالفاعلية عبر استخدامها للرسوم الجرافيكية، ويمكن من خلال هذه العروض المرئية استيعاب الزيادة الهائلة الحادثة في كمية المعلومات والتقدم السريع في وسائل التواصل الاجتماعي (Borucu, A, 2015).

ويؤكد (Joseph L. Polman, Engida H. Gebre, 2015, 868) أن الرسومات المعلوماتية تهتم في مضمونها بتحويل البيانات والمعلومات المعقدة إلى مخططات ورسوم مرئية سهلة الفهم والاستيعاب دون حاجة من يراها إلى قراءة الكثير من النصوص، كما يؤكد (Cifci, Taner, 2016, 154) على أن الرسومات المعلوماتية تُعد من أحدث التقنيات المستخدمة في تطوير التعليم لما تمثله كتقنية تعليمية قادرة على مساعدة المعلم والمتعلم على الاحتفاظ بالمعلومات لفترة طويلة من الزمن.

إن مصطلح الرسومات المعلوماتية ما هو إلا تعريب للمصطلح الانجليزي Infographic والذي يتكون من اختصار ودمج للكلمتين الانجليزيتين Information وتعني معلومات وكلمة Graphic وتعني رسومات، إلا أن المصطلح قد انتشر بين المتخصصين بعدة صور فالبعض يميل إلى تسميتها بتعريب المصطلح مباشرة ويطلق عليه انفوجرافيك Infographic والبعض يطلق عليها تصاميم معلوماتية Information Design، بينما يتبني الباحثان في هذا البحث مصطلح الرسومات المعلوماتية تعريبًا للمصطلح الإنجليزي Infographic ويسعي الباحثان عبر هذا البحث إلى تصميم محتوي تعليمي يُقدم مهارات الطباعة المجسمة للمتعلمين عبر تقنية الرسومات المعلوماتية.

ومن أسباب تبني الباحثان لمصطلح الرسومات المعلوماتية أنه مع التطور التكنولوجي

والإنفجار المعرفي الذي يشهده هذا العصر، وظهور البيانات الضخمة والتي نتج عنها العبء المعلوماتي، ظهر تصميم المعلومات لعرض المعلومات بطريقة تعزز استيعابها بشكل فاعل، وتضمن التصور المرئي الذي اشتمل كل من الرسومات المعلوماتية، التصور المرئي للمعلومات، والبيانات التصويرية للمساعدة في مواجهة هذا العبء المعلوماتي.



شكل (١): موقع الرسومات المعلوماتية من تصميم المعلومات (Cairo, 2013)

ظهرت تقنية الرسومات المعلوماتية بتصميماتها المتنوعة كمحاولة لإنتاج شكل مرئي جديد لتجميع وعرض المعلومات أو نقل البيانات إلى المتعلم في صورة شيقة وجذابة، حيث أن الرسومات المعلوماتية مهمة جدًا لأنها تعمل علي تغير طريقة تفكير المتعلم تجاه البيانات والمعلومات المعقدة كما تساعد تقنية الرسومات المعلوماتية القائمين على العملية التعليمية في تقديم المناهج الدراسية بأسلوب جديد وشيق، لذا لابد من البحث في طريقة جديدة لتطبيق هذه التقنية في خدمة العملية التعليمية ودمجها في المقررات الدراسية (محمد شلتوت، ٢٠١٦، ٩).

لقد برزت أهمية الرسومات المعلوماتية في الآونة الأخيرة لقدرتها على تلبية احتياجات المتعلمين في الحقل التربوي والذين باتوا يميلون إلى اكتساب المفاهيم والمعلومات عبر تقنيات وأنماط وقوالب جديدة وتعد الصور والتصاميم الجيدة المدعمة بقليل من النصوص من أفضل التقنيات التي يفضلونها.

حيث يشير (Meeusah & Tangkijviwat, 2013, 272) إلى أنه يمكن استخدام الرسومات المعلوماتية لخدمة أغراض تعليمية مختلفة مثل تقديم معلومات شاملة عن موضوع معين من

خلالها، كما يمكن استخدامها لأغراض مختلفة مثل إظهار العلاقة بين المفاهيم والعلاقات المختلفة وعرض محتوى المقررات التعليمية وتلخيص الموضوعات الرئيسة بها.

كما يري (Islamoglu, et al. 2015, 1) أن البعض يشير إلى امتلاك الرسومات المعلوماتية شعبية متزايدة ترجع في معظمها إلى جاذبيتها وقدرتها على تقديم المعلومات بشكل أكثر فاعلية وتشويق، وهو ما نحتاج إليه الآن وبشدة في المواقف التعليمية داخل الفصل الدراسي وخارجه لتوصيل المعلومات إلى المتعلمين بأيسر وأبسط الطرق.

إن تناول وتدريس موضوعات تعليمية تمتاز بالحداثة والتطور للمتعلمين يتطلب أن تُقدم بطريقة تتواكب مع حداثتها فعند تناول موضوع مثل الطباعة المجسمة أو ما يعرف بالطباعة ثلاثية الأبعاد ومهارتها يجب أن تُقدم للمتعلمين في شكل غير تقليدي حتى يستطيع المتعلم التفاعل مع هذه المهارات واستيعابها واكتسابها بسهولة، وتعد الرسومات المعلوماتية من أنسب التقنيات التي يمكن تقديم مهارات الطباعة المجسمة من خلالها.

إذ تُعد الطباعة المجسمة ثورة تكنولوجية جديدة مدهشة ومذهلة للكثيرين تسير بخطى حثيثة وثابتة وهي تعمل عن طريق بناء الأجسام الصلبة طبقة فوق الأخرى، حيث يتم نسخ الجسم المراد طباعته أو تصميمه من خلال برامج نموذجية متخصصة على الكمبيوتر (CAD) بواسطة شرائح صغيرة تتكون من آلاف الطبقات فوق بعضها البعض ثم يتم طباعته من خلال الطابعات ثلاثية الأبعاد للحصول علي منتج مجسم، لذلك اتفق الباحثان على مصطلح الطباعة المجسمة.

تتم عمليات الطباعة المجسمة اعتمادًا على التكنولوجيا الرقمية، وتستخدم هذه التقنية الجديدة في تصنيع المجوهرات، والتصميم الصناعي والهندسة المعمارية، وفي الصناعات الطبية مثل الأطراف الصناعية، وفي عديد التخصصات في مجال التعليم وعديد من المجالات الأخرى، وتسعى هذه التقنية في الوقت الراهن إلى تحويل الشخصيات الكارتونية وشخصيات ألعاب الفيديو إلى شخصيات واقعية، وابتكر علماء الكمبيوتر في جامعة هارفارد برنامجًا لمسح الشخصيات الكارتونية وشخصيات ألعاب الفيديو بحيث يتم تحديد مواقع دقيقة لمفاصل وأطراف تلك الشخصيات قبل تحويل النتائج إلى طابعة ثلاثية الأبعاد للحصول على مجسم لتلك الشخصيات (هيئة التحرير، ٢٠١٣، ٧٤).

لذلك أصبح أمام القائمين علي المجال التعليمي أفكارًا جديدة وكثيرة لتوظيفها في مجال التعليم بما يعود بالفائدة على المتعلم حيث توفر تقنية الطباعة إمكانية استخدام مواد عديدة في

عملية الطباعة المجسمة، منها البلاستيك والمعادن وبعض المواد الغذائية، إذ يمكن استخدام هذه الطابعات في تصنيع أشكال ونماذج كثيرة جدًا، مثل الوسائط والخرائط المجسمة والنماذج والألعاب التعليمية، مما يوفر أدوات أفضل للمتعلم.

مما دفع عديد من الباحثين لإجراء دراسات حول أهمية توظيف تقنيات الطباعة المجسمة في التعليم منها دراسة (Kostakis, et al. 2015, 118-128) والتي أجريت على عينة من الطلاب المكفوفين حيث تم التدريس لهم باستخدام نماذج مطبوعة بتقنية الطباعة المجسمة مزودة برسائل مطبوعة بطريقة برايل وهو ما دفع هؤلاء الطلاب للإقبال على استخدام هذه النماذج والتعلم منها واستيعاب المحتوى بسهوله.

لم يعُد الهدف الأسمى للعملية التعليمية في الوقت الحاضر إكساب المحتوى والمهارات العملية للمتعلمين فحسب، إنما تعدى ذلك إلى إمكانية توظيف التعليم في مجالات عدة وتنمية القدرات العقلية والإدراكية لدى المتعلم بحيث يُمكنه من الاعتماد على ذاته في التعلم أيًا كان ما يريد تعلمه أو التعرف عليه وفى مراحل الحياة المختلفة بشكل يجعل من التعلم مدى الحياة أسمى أهداف التربية (عبير إبراهيم، ٢٠٠٥، ١٢٧) حيث يواجه الفرد كل يوم في الحياة بصورة عامة وفي المجال التعليمي بشكل خاص كمًا هائلاً من المثيرات البصرية والسمعية والحسية المختلفة وهذه تتطلب ردود فعل مختلفة من حواسنا، وفى اللحظة التي تدخل فيها المعلومات في عملية المعالجة التي يتخصص بها عدد من المفاهيم يمكن من خلالها أن نجرى استدلالًا أو تعميمًا وبهذه الطريقة تصبح المعلومات أكثر تجريدًا وأكثر فائدة وتوضيحًا واتساعًا وفهما وتفسيرًا للوصول إلى أدق التنبؤات (طالب ناصر القيسي، أماني عبد الخالق، ٢٠١٢، ٩٤٨).

إن التمثيل المعرفي للمعلومات يعد العملية الرئيسة في تخزين البيانات والمعلومات والخبرات الجديدة التي تُقدم للمتعلم داخل العقل من خلال قيامه بتكوين علاقات ترابطية مع البيانات والمعلومات والخبرات المتواجدة والمخزنة من قبل في البنية المعرفية للمتعلم، كما يُشير (Gareth Gaskell et al, 2008, 282-302) أن انخفاض مستوى التمثيل المعرفي لدى الفرد يؤثر على قدرته في حل المهام أو المشكلات التي تقابله حيث يستخدم المبتدئين تمثيلات معرفية ضعيفة وسطحية بينما يستخدم الخبراء تمثيلات معرفية قوية وعميقة ويعملون على تكوين خرائط ذهنية أثناء تصديهم للمشكلات والمهام.

إن وجود خلل أو قصور في قدرة المتعلمين على التمثيل المعرفي السليم لما يستقبلوه من معلومات يُعد من الأسباب الرئيسة لانخفاض مستوى الطلاب التعليمي وقدرتهم علي التحصيل

وهو ما يسعي الباحثان إلي دراسته ومناقشته في هذا البحث وقياس مدي تأثير مستوى التمثيل المعرفي لدى المتعلمين على استيعاب وفهم مهارات الطباعة المجسمة بعد صياغة المهارات في صورة رسومات معلوماتية.

كما أشار كلًا من (أحمد الحصري، هالة طليمات، ٢٠٠١، ٥) إلى أن تمثيل المفاهيم والمعلومات في صورة أشكال بصرية يقلل عبء فهم هذه المعلومات خاصة بين المتعلمين ذوي المستوى الضعيف في القراءة، ويقلل عبء تخزين هذه المعلومات في الذاكرة قصيرة المدى حيث تطبع في الذاكرة بشكل أسرع ولمدة أطول، وقد يؤدي ذلك إلى التغلب على مشكلة التكيف وصعوبة التعلم من اللغة اللفظية لدى بعض المتعلمين، حيث يختلف المتعلمون ليس فقط في قدراتهم ولكن أيضًا في أهدافهم واهتماماتهم ومعدل تعلمهم ودافعيتهم نحو التعلم وأنماط تعلمهم، فضلًا عن أن بناء ارتباطات بين كلًا من التمثيلات اللفظية والبصرية يجعل التعلم ذو معنى.

فالصور والرسوم ومقاطع الفيديو الرقمية حاضره في شتى مجالات حياة الفرد، ويعتمد عليها بشكل كبير في تشكيل وعيه وإدراكه، ويرتبط تفكيره بها بما يُعرف بالتفكير البصري، محاولًا فهم البيئة المحيطة به من خلال الشكل والصورة المقدمة له (شاكر عبد الحميد، ٢٠٠٥، ١١).

لذلك يجب على المعلمين القائمين على تصميم وإنتاج المقررات والبرامج التعليمية أن يقدموها للمتعلم في شكل يتوافق مع خصائصه واتجاهاته وقدراته وميوله ويراعي الفروق الفردية بينهم، وأن يعملوا علي رفع مستوى مهارات الثقافة البصرية لدى المتعلمين حتى يستطيعوا التناغم مع التقنيات والأشكال الحديثة التي تقدم المحتوى التعليمي في أشكال الكترونية متعددة منها الرسومات المعلوماتية الثابتة أو المتحركة فلا يكاد يخلو موقع اليكتروني تعليمي من هذه الرسومات أو مقاطع الفيديو أو الخرائط الذهنية أو غيرها من الأشكال الحديثة التي يُقدم من خلالها المحتوى التعليمي.

باستقراء ما سبق أدرك الباحثان أهمية البحث في توظيف الرسومات المعلوماتية لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم ذوي مستويات التمثيل المعرفي المختلفة مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية، حيث تشير دراسات كلًا من (ماريان منصور، ٢٠١٥؛ شيماء أبو عصبة، ٢٠١٥؛ أمل حسين، ٢٠١٦؛ لولوه الدهيم، ٢٠١٦؛ Troutner, 2010) إلى أهمية استخدام الرسومات المعلوماتية في صياغة المحتوى التعليمي المُقدم للطلاب وفاعليته بالمقارنة بتقديم المحتوى التعليمي بالطرق النظرية التقليدية.

بينما تُشير دراسة (Joanna et al, 2014, 96) إلى أن السنوات الأخيرة شهدت حلقات نقاش واسعة حول زيادة نسبة البطالة بين خريجي الجامعات وأهمية أن يتوجه التعليم العالي نحو إكساب المتعلمين لمهارات عملية تتواكب ومتطلبات سوق العمل وتُعد مهارات الطباعة المجسمة من تلك المهارات التي يحتاج إليها وبقوة سوق العمل.

كما يُشير (Simon Ford, Tim Minshall ,2017, 2) إلى أن الصناعة استفادت بشكل كبير من مفهوم التصنيع إضافة وتقنية الطباعة المجسمة في تطوير مهارات العمال وفي تطور شكل المنتجات بينما ما يزال المجال التعليمي لم يستفد بالقدر الكافي من تطوير مهارات وقدرات المعلمين والمتعلمين في مهارات الطباعة المجسمة.

سعت أغلب الدراسات التي أجريت سابقًا إلى قياس فاعلية استخدام تقنية الطباعة المجسمة في تحسين فهم الطلاب للمواد والمقررات الدراسية بينما تسعى هذه الدراسات إلى إكساب طلاب قسم تكنولوجيا التعليم مهارات تقنية الطباعة المجسمة نفسها وتمكينهم منها وتطوير معارفهم ومهاراتهم في مجال الطباعة بشكل عام وتقنية الطباعة المجسمة بشكل خاص وتهيئتهم لمواجهة التحديات والتطور المهني في سوق العمل.

مشكلة البحث:

تخضع البشرية اليوم لكم غير مسبوق من المعلومات والبيانات الضخمة Big Data، مما يجعل موضوع تصميم المعلومات موضوعًا أكثر أهمية لتنظيم ونقل البيانات والمعلومات المعقدة، كما أن العقل البشري يمكنه تصور ونقل المعلومات البصرية بسرعة كبيرة، وبطريقة أكثر كفاءة وبقاء مقارنة مع النقل الكتابي أو الشفهي للمعلومات، والأبحاث العلمية في هذا الشأن تشير إلى مدى فاعلية حاسة البصر في عملية تقديم المعلومات وإدراك الرسالة البصرية، ولذلك فقد لوحظ أن هناك زيادة في استخدام الرسومات المعلوماتية والتكوينات الخطية في السنوات الأخيرة لتوفير قدرة أكبر في فهم المعلومات التي يستقبلها المتعلمين من الوسائل المختلفة، لتقديم محتوى البيانات المكثفة والمعقدة بطريقة منتظمة بهدف إدراكها وفهمها.

تُعد الرسومات المعلوماتية من الفنون التي تساعد القائمين على العملية التعليمية في تقديم المناهج الدراسية بأسلوب جديد وشيق، ولكن يبقى السؤال عن كيفية تطبيقها ودمجها في المقررات الدراسية، وتساعد الرسومات المعلوماتية على التمثيل المعرفي للمعلومات حيث أن تمثيل المفاهيم والمعلومات في صورة أشكال بصرية يقلل عبء معالجة هذه المعلومات كما أنه

يقلل عبء تخزينها في الذاكرة قصيرة المدى حيث تطبع في الذاكرة بشكل أسرع ولمدة أطول فضلًا عن أن بناء ارتباطات بين التمثيلات اللفظية والبصرية يجعل التعلم ذو معنى، فعملية تمثيل المعرفة ما هي إلا تحويل المثيرات إلى معان وأفكار يمكن استيعابها وتشكيلها وترميزها بطريقة منظمة، يسهل على الفرد إلى تحويلها لأنماط سلوكية ملائمة للمواقف المختلفة (طالب ناصر، أماني عبد الخالق، ٢٠١٢، ٩٤٩)

من ثم وجد الباحثان أن قيام طلاب تكنولوجيا التعليم بعمل نموذج مجسم كأحد التطبيقات العملية لمقرر "النماذج التعليمية" يتم عن طريق شبكة التفكير البصري، والتي أكدت (نهلة عبد المعطي، ٢٠١١) على أنها إحدى إستراتيجيات التمثيل المعرفي، فشبكة المفاهيم التي يقوم المتعلم ببنائها باستخدام الرسومات المعلوماتية ما هي إلا إنعكاس للخريطة المعرفية الداخلية له، حيث يقوم بتشفير هذه المفاهيم التي توجد لديه عن طريق تحديد الملامح البارزة في شكل كلمات وألوان وأشكال، ومن ثم بناء معرفة ذات معنى. كما أكد مجلس البحث القومي في أمريكا (NRC, 2000) أن المعرفة التي تقدم عن طريق الفهم من خلال الرسومات المعلوماتية تمكن الطلاب من التذكر واسترجاع الحقائق والتي تُنمى من خلال التخطيط الجيد لإستراتيجيات التدريس، والتي يستطيع المتعلم تطبيقها في مواقف حياتية مختلفة بسهولة دون الكثير من التفكير الواعي بها وهذا ما يسمى بالأتمتة Automaticity التي يصل إليها المتعلم من خلال تعلم المعرفة الإجرائية مما يساعدة على اتقان مهارات الطباعة المجسمة وينمي لدة الثقافة البصرية في قراءة الرسومات المعلوماتية المقدمة للمحتوى التعليمي.

نبع إحساس الباحثان بمشكلة البحث من عدة مصادر أهمها:

- **الملاحظة الميدانية:** لاحظ الباحثان أن طلاب تكنولوجيا التعليم يواجهون سيلًا هائلًا من المعلومات اللفظية المجردة التي يتعرضون لها طيلة فترة دراستهم، مما يسبب ذلك ارباكًا لهم وبعض المشكلات في إدراك البيانات في ظل التزايد المستمر للمعلومات المقدمة لهم، نتيجة التداخل بين هذه المعلومات بشكل كبير، خاصة المواد العملية والتي تقدم لهم بصورة نظرية مجردة، فأثناء تدريس الباحث الثاني لمقرر "الطباعة والنسخ والتجليد" لطلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم، لاحظ الباحثان افتقار المقرر لمفاهيم ومهارات الطباعة المجسمة وبالآتي افتقار الطلاب لهذه المفاهيم والمهارات، والتي يتطلبها مقرر "النماذج التعليمية" الذي تقوم بتدريسه الباحثة الأولي لطلاب الفرقة الرابعة حيث يُعد إنتاج النماذج والمجسمات التعليمية من خلال الطباعة المجسمة أحد نواتج التعلم لمقرر "النماذج

التعليمية" والتي يفتقرها الطلاب أيضًا.

كما قام الباحثان بالاطلاع على درجات الطلاب في المقررين السـابق ذكرهم وتحليلها ومن ثم تم ملاحظة تدني درجات الاختبار المعرفي والمهاري للطلاب، وافتقارهم لمهارات الطباعة المجسـمة حيث لم يتمكنوا من إنجاز المشـروع العملي النهائي المطلوب منهم، والذي يتمثل في إنتاج بعض المجسمات التعليمية.

- **الدراسة الاستكشافية:** تم إجراء دراسة استكشافية للتأكد من وجود مشكلة والوقوف على موثوقيتها وجوانبها المختلفة، وتم تطبيق الدراسة الاستكشافية على عينة عددها (٤٥) طالبًا وطالبة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة تكنولوجيا التعليم، لتحديد مفاهيمهم ومستواهم المهاري المرتبط بالطباعة المجسمة، وجاءت النتائج كالآتي:

جدول (١): نتائج الدراسة الإستكشافية

المفهوم / المهارة	نسبة الإجابة الصحيحة للطلاب	نسبة الإجابة الخاطئة للطلاب
ماهية الطباعة المجسمة	%١٥	%٨٥
خطوات الطباعة المجسمة	%٢ عن طريق التخمين	%٩٨
أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد	%٣ وليس بطريقة دقيقة	%٩٧
مهارات الطباعة المجسمة	%٠	%١٠٠
ماهية الجي كود G Code	%٠	%١٠٠
تكوين الجي كود G Code	%٠	%١٠٠

يتضح من الجدول السابق وجود قصور في المفاهيم والمهارات المرتبطة بالطباعة المجسمة للطلاب مما يسهم بدوره في انخفاض درجاتهم النظرية والعملية، أيضًا تم إجراء مقابلات غير مقننة مع الطلاب لتحديد مناسبة إستراتيجية تدريس المقررات العملية لهم، حيث أجمع الطلاب على عدم مناسبة الإستراتيجية لتدريس المقررات العملية لهم لأنها لا تواجه الكم الهائل من المعلومات المقدمة، وتم عرض عليهم بعض الرسومات المعلوماتية لموضوعات مختلفة في التخصص، فجاءت آراء الطلاب مجتمعة في إبداء رغبتهم للدراسة عبر إستراتيجية الرسومات المعلوماتية التي تجمع كم معلومات كثيرة في صورة واحدة مما يعزز بدوره مهارات الثقافة البصرية لديهم.

- **نتائج الدراسات المرتبطة:** بالرجوع إلى الدراسات السابقة وجد الباحثان أنه اتفقت دراسات كلًا من: (أسماء سيد، ٢٠١٨؛ محمد عفيفي، ٢٠١٨؛ أسماء عبد الصمد، ٢٠١٧؛ أشرف مرسي، ٢٠١٧؛ عبد الرؤوف إسماعيل، ٢٠١٦؛ عمرو درويش، أماني الدخني، ٢٠١٥؛ Pinar Kibar& Buket Akkoyunlu, ؛Brittany A. Kos & Elizabeth Sims, 2014

2014) على فاعلية استخدام الرسومات المعلوماتية (الإنفوجرافيك) بأنماطها المختلفة في تنمية التحصيل والمهارات المختلفة وكفاءة التعلم للمتعلمين، وأوصت بضرورة إدماجها بالمقررات الدراسية.

كما أوصت ندوة جامعة القدس المفتوحة حول "سبل توظيف الإنفوجرافيك في العملية التعليمية" بتدريب أعضاء الهيئة التدريسية على تصميم الإنفوجرافيك وتوظيفه في توضيح المصطلحات العلمية والبيانات الإحصائية اعتمادًا على قراءة البصريات.

أما في مجال الطباعة المجسمة فعلى حد علم الباحثان أنه توجد ندرة في الدراسات العربية التي تناولت هذا المتغير في مجال تكنولوجيا العليم ولكن هناك دراسات أجنبية تناولته في مجالات مختلفة، حيث أكدت دراسة (Simon Ford, Tim Minshall, 2017) أن تقنية الطباعة المجسمة تستخدم في الجامعات بشكل أكبر فبعض الجامعات مثل جامعة فيلادلفيا ومعهد مهندسي الكهرباء في بريستون وجامعة الأردن يدمجون تقنية الطباعة المجسمة ضمن المناهج الدراسية وينتج الطلاب مشاريعهم بها وتُعد ضمن مقررات مرحلة ماجستير الدراسات العليا بكلية الهندسة في جامعة بلجراد كما أثبتت تقنية الطباعة المجسمة فاعلية كبيرة في تدريس علم تصميم وإنتاج الروبوتات (Reboots).

كما يُشير دراسة (Patricia McGahern, Roanoke College, Dorothybelle Poli, 2015) إلى استخدام تقنية الطباعة المجسمة كأداة تعليمية في علم الأحياء لتمثيل خلايا الدم، أما في مجال البيولوجيا فإن استخدام الصور المسطحة في عملية شرح المقطع العرضي للخلية ومكوناتها يؤدي إلى انصراف الطلاب عن الشرح وعدم استيعابهم بينما يؤدي تدريس هذا الموضوع باستخدام نماذج ملموسة مُنتجه بتقنية الطباعة المجسمة إلى زيادة قدرة الطلاب على الفهم والاستيعاب كما تستخدم في مجال الكيمياء لشرح نموذج بور للذرة.

كما أكدت دراسة (Horvath, J,, 2014) أن الطباعة المجسمة يجب أن تخدم أغراض متنوعة في الفصل الدراسي من التصميم والهندسة والفن إلى التاريخ والبيولوجيا والرياضيات.

أيضًا أكدت نتائج دراسات كلًا من (ازدهار يوسف ٢٠١٦؛ أكرم فتحي، ٢٠١٦؛ حسين عبد الباسط، ٢٠١٥؛ إيام وهاب، ٢٠١٥؛ سهام الجريوي، ٢٠١٤؛ السيد عبد المولى ٢٠١٠؛ Johnson,2008) على ضرورة الاهتمام بدراسة متغير التمثيل المعرفي

للمعلومات حيث أن التمثيل المعرفي للمعلومات يُعد أمرًا أساسيًا لجميع أنواع المعرفة الإنسانية لأن المعلومات التي تنبثق عن الخبرات الحسية يتم ترميزها بحيث ترتبط بالأشياء التي يتم تخزينها في المخ، وأن التجسيد المرئي للمفاهيم وفق كفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات للفرد هو مجموعة من القدرات المكتسبة لتفسير وتركيب المعلومات المرئية بكفاءة، وذلك يسمح للطلاب بالتفاعل العميق مع المعلومات المرئية بجميع أنواعها والدخول في عملية التحليل والتفكير في التمثيل والمعنى، مما يساعدهم على الابداع والنشاط والقدرة على الفهم والتفسير والاستقراء من المعلومات المرئية المقدمة في مجموعة واسعة من الأشكال، ويساعدهم أيضًا على القراءة وفك شفرة الصور من خلال ممارسة تقنيات التحليل مما يزيد من ثقافتهم البصرية.

- **توصيات المؤتمرات:** أوصى المؤتمر الدولي الرابع للتعلم الإلكتروني بالجامعة المصرية للتعليم الإلكتروني بعنوان "العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في مجتمع المعرفة: إستراتيجيات تعليمية وتطبيقات إبداعية" في ٢٦: ٢٨ يونيو ٢٠١٨م، بضرورة تضمين مهارات القرن الحادي والعشرين التى تتضمن التفكير النقدي والتفكير المنظومي، ومهارات المعرفة الخاصة بالمعلومات والوسائط، ومهارات التعامل والتعاون مع الأخرين، وتحديد المشكلات وصياغتها وحلها، والتوجيه الذاتي، ومهارات الطباعة المجسمة إلى المناهج الدراسية في العملية التعليمية، وأكد على التحولات اللازمة للتطوير وتشتمل على التحول من الحفظ والتكرار إلى الإبداع والابتكار، وذلك عند إنتاج المجسمات والنماذج من خلال الطباعة المجسمة، والتحول من التمركز حول المعلم إلى المتعلم، ومن ثقافة الاستهلاك إلى ثقافة الإنتاج عند إنتاج النماذج بالطباعة المجسمة، ومن المناهج المنفصلة إلى المناهج البينية والمتكاملة.

أيضًا أكدت عدة مؤتمرات، منها: المؤتمر العلمي السادس للجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي "مستحدثات تكنولوجيا التعليم في ١٨، ١٩ يوليو ٢٠١٨"؛ المؤتمر الرابع عشر للجمعية العربية لتكنولوجيا التربية "الميزة التنافسية لبحوث تكنولوجيا التعليم بكلية الدراسات العليا للتربية جامعة القاهرة في ١٠: ١٢ يوليو ٢٠١٨"؛ على دخول الطباعة المجسمة في عديد من المجالات منها الفنية، التراثية، الأثرية، الألعاب، الطبية وغيرها، وأثبتت فوائدها وميزاتها الكثيرة في هذه المجالات، وأوصت بضرورة إدماجها في المجال التعليمي واكساب مهاراتها للطلاب لمواكبة تطورات سوق العمل.

بناءً على ما تقدم فقد رأى الباحثان أنه لابد من تقديم مهارات الطباعة المجسمة لطلاب تكنولوجيا التعليم بطريقة مختلفة والمتمثلة في الرسومات المعلوماتية بنمطيها الثابت والمتحرك في ضوء قدرتهم على التمثيل المعرفي للمعلومات المرئية المقدمة لهم وأثر ذلك على تنمية مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لديهم.

أسئلة البحث:

يمكن بلورة مشكلة البحث في خلال السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/عميق) في إكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

تفرع من هذا السؤال الأسئلة البحثية الآتية:

١. ما نموذج التصميم التعليمي المقترح والمناسب لنمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) في إكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

٢. ما أثر نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) في اكساب طلاب تكنولوجيا التعليم:
   - مهارات الطباعة المجسمة؟
   - الثقافة البصرية؟

٣. ما أثر مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) في اكساب طلاب تكنولوجيا التعليم:
   - مهارات الطباعة المجسمة؟
   - الثقافة البصرية؟

٤. ما أثر التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) في إكساب طلاب تكنولوجيا التعليم:
   - مهارات الطباعة المجسمة؟
   - الثقافة البصرية؟

هدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى إدماج واستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة ورفع مستوى الثقافة البصرية لديهم من خلال صياغة تلك المهارات باستخدام تقنية الرسومات المعلوماتية بنمطيها الثابت والمتحرك، ولتحقيق ذلك قام الباحثان بما يلي:

١. إعداد استبيان لاستطلاع رأي المحكمين حول إمكانية وصحة تعريب مصطلح الـ Infographic إلي الرسومات المعلوماتية واعتماده كترجمة للمصطلح.
٢. إعداد قائمة بمهارات الطباعة المجسمة اللازم إكسابها لطلاب تكنولوجيا التعليم.
٣. تحديد التصور المقترح لبيئة التعلم المناسبة وتصميم مجموعة من الرسومات المعلوماتية التي توضح مهارات الطباعة المجسمة.
٤. بناء نموذج التصميم التعليمي المقترح والمناسب لمهارات الطباعة المجسمة.
٥. إعداد بطاقة ملاحظة لقياس مدي اكتساب طلاب تكنولوجيا التعليم لمهارات الطباعة المجسمة.
٦. إعداد اختبار الثقافة البصرية لقياس مدي التغير في مستوى الثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.
٧. قياس أثر التفاعل بين تقديم نمطي الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) على اكتساب طلاب تكنولوجيا التعليم لمهارات الطباعة المجسمة بجانبيها المعرفي والآدائي.
٨. قياس أثر التفاعل بين تقديم نمطي الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) علي رفع مستوى الثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

أهمية البحث:

نبعت أهمية البحث الحالي من عدة اعتبارات، منها:

١. الدور البارز الذي تقدمه الرسومات المعلوماتية بأنماطها المختلفة في تسهيل وتبسيط المحتوى التعليمي وتقديمه في صيغة وشكل أكثر قبولاً لدى المتعلمين.
٢. التأكيد على أهمية إدماج الرسومات المعلوماتية في صياغة المقررات الدراسية التي

تمتاز مفرداتها بالصعوبة، مثل: (الكيمياء، الفيزياء، الرياضيات، ... الخ) لتمكين المتعلمين من استقبالها واستيعابها وفهمها بشكل أفضل.

٣. أهمية تفاعل المتعلمين مع الرسومات المعلوماتية وفهمها واستيعابها والتدريب على إنشائها لمواكبة التطورات العالمية في تقديم المحتوى التعليمي والثقافي والتجاري والترفيهي المنتشر على المنصات والشبكات العنكبوتية والذي لا يخلو من تواجد الرسومات المعلوماتية.

٤. تكمن أهمية البحث الحالي في أنه تناول موضوع إكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة والذي يعد من أهم الاتجاهات الحديثة في السياق التربوي في ظل قلة الدراسات التي تناولت هذا الموضوع.

٥. التأكيد على أهمية اكتساب طلاب تكنولوجيا التعليم لمهارات الطباعة المجسمة مما يساعد على تمكينهم من مواجهة تغيرات العصر الحالي، ومواجهة زيادة الضغوط الاقتصادية والاجتماعية والمعرفية المختلفة لتحسين الكوادر البشرية عبر تمكنهم من مهارات تساعدهم في إنتاج مصادر تعلم حديثة مواكبة للتطور التكنولوجي الحالي.

٦. توجيه نظر المعلمين نحو أهمية تصنيف الطلاب وفقًا لمستوى التمثيل المعرفي لديهم لتقديم المحتوى التعليمي بالشكل الذي يناسب كلًا منهم.

٧. التأكيد على أهمية رفع مستوى الثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم لما يمثله ذلك من أهمية لمساعدتهم على استيعاب ما يقدم لهم من محتوي تعليمي يعتمد بشكل كبير على حاسة الإبصار.

٨. الدور الذي قد يؤديه هذا البحث في حث المعلمين والمتعلمين على استخدام التقنيات الحديثة بصفة عامة وتطبيق الرسومات المعلوماتية بصفة خاصة في عملية التعليم والتعلم داخل قاعات التدريس في المواقف التعليمية والمقررات الدراسية المختلفة.

٩. تقديم أدوات وتطبيقات تعليمية جديدة تعمل على تنمية المهارات المختلفة لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

حدود البحث:

١. **الحدود الموضوعاتية:** يركز البحث الحالي على إنشاء واستخدام بيئة تعلم مناسبة لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة وتمكينهم من إنتاج نموذج تعليمي مجسم بواسطتها يتم تقديم المحتوى التعليمي داخلها عبر تقنية الرسومات

المعلوماتية والعمل علي الاستفادة من هذه التقنية في رفع مستوى الثقافة البصرية لدى الطلاب.

٢. **حد العينة:** اقتصر البحث الحالي على طلاب الفرقة الرابعة بقسم تكنولوجيا التعليم شعبة معلم حاسب آلي بكلية التربية النوعية جامعة المنيا، وقد بلغ عدد الطلاب المشاركين (٨٨) تم تقسيمهم إلى أربع مجموعات.

٣. **الحد الزمني:** تم إجراء الدراسة الميدانية خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي ٢٠١٥/٢٠١٦م.

أدوات البحث والقياس:

١. استبيان لاستطلاع آراء المحكمين حول إمكانية وصحة تعريب مصطلح الـ Infographic إلي الرسومات المعلوماتية.

٢. قائمة المهارات اللازمة لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة.

٣. اختبار تحصيلي لقياس الجانب المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم في مهارات الطباعة المجسمة.

٤. بطاقة ملاحظة الأداء لتقييم الجانب المهاري لدى طلاب تكنولوجيا التعليم في إنتاج نموذج تعليمي مجسم باستخدام مهارات الطباعة المجسمة.

٥. اختبار الثقافة البصرية لقياس مستوى الثقافة البصرية المتوفر لدى طلاب تكنولوجيا التعليم قبل وبعد تطبيق الأدوات ومادة المعالجة التجريبية.

٦. نموذج التصميم التعليمي المقترح والمناسب لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة ورفع مستوى الثقافة البصرية لديهم باستخدام الرسومات المعلوماتية.

منهج البحث ومتغيراته:

اتبع البحث الحالي كلًا من:

١. **المنهج الوصفي التحليلي:** لتحليل الأدبيات والبحوث السابقة والاستفادة منها في إعداد واختيار مهارات الطباعة المجسمة وإجراءاتها الفرعية المراد إكسابها لطلاب تكنولوجيا التعليم وصياغتها في شكل محتوي يعتمد على تقنية الرسومات المعلوماتية يمكن تقديمه لعينة البحث، وإعداد أدوات البحث من الاختبار التحصيلي وبطاقة الملاحظة واختبار الثقافة البصرية المناسب لعينة البحث.

٢. **المنهج شبه التجريبي:** اعتمد البحث الحالي على المنهج شبه التجريبي لاختبار صحة الفروض وقياس فاعلية المتغيرين المستقلين وهما نمطي تقديم الرسومات المعلوماتية ومستوى التمثيل المعرفي على المتغيرين التابعين وهما اكتساب طلاب تكنولوجيا التعليم لمهارات الطباعة المجسمة ورفع مستوى الثقافة البصرية لديهم.

التصميم التجريبي:

- تم اختيار مجموعة البحث بطريقة تطوعية قوامها (٨٨) طالبًا وطالبة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا.
- استخدم الباحثان التصميم التجريبي المعروف باسم التصميم العاملي ٢ x ٢ Factorial Design، موضحة بالجدول الآتي:

جدول (٢): التصميم التجريبي للبحث

المجموعات	نمط الرسومات	مستوى التمثيل	قياس قبلي	المعالجة التجريبية	قياس بعدي
مج (١)	ثابت	عميق	الاختبار التحصيلي، بطاقة الملاحظة، اختبار الثقافة البصرية	بيئة تعلم عبر Edmodo تتضمن مهارات الطباعة المجسمة وفق نمطي تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك)	الاختبار التحصيلي، بطاقة الملاحظة، اختبار الثقافة البصرية
مج (٢)	متحرك				
مج (٣)	ثابت	سطحي			
مج (٤)	متحرك				

فروض البحث:

أولًا . الفروض المتعلقة بالتحصيل المعرفي:

١. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك).

٢. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

٣. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي

للمعلومات (سطحي/ عميق).

ثانيًا . الفروض المتعلقة بالأداء المهاري:

٤. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك).

٥. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

٦. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

ثالثًا . الفروض المتعلقة بالثقافة البصرية:

٧. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك).

٨. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

٩. لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

مصطلحات البحث:

- **الرسومات المعلوماتية Infographic:**

بينما عرفها (Niebaum, Kelly And others, 2015, 2) بأنها تمثيل بصري للبيانات أو المعلومات أو المعرفة والتي غالبًا ما يرافقها نصوص، وهو مصمم لتقديم البيانات والمعلومات المعقدة بشكل أكثر وضوحًا من النص وحده، وصياغتها للمتلقي في صورة قصة باستخدام

الكلمات والأرقام والرموز والألوان والصور.

تُعرف الرسومات المعلوماتية **إجرائيًا في هذا البحث** بأنها نوع من التصاميم البصرية التي تمزج بين البيانات والصور والرسوم بطريقة سهلة ومبسطة والتي تهدف إلى إكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الطباعة المجسمة بطريقة سهلة وشيقة وتعمل على تنمية ثقافتهم البصرية.

- **مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات Cognitive Representation of knowledge:**

يُعرف (John Anderson, 2010, 153) التمثيل المعرفي للمعلومات بأنه عملية ذهنية يقوم فيها العقل بتنظيم واستخدام المعلومات عن هذا العالم باستخدام شبكة من الروابط تعمل على الربط بين المفاهيم والأفكار والمعلومات في ذاكرة الفرد.

بينما تعرفه (نجلاء عبد الله، ٢٠٠٩، ١٠٧) بأنه الكيفية التي يتم بها تشفير وربط المعلومات الجديدة بما هو موجود في بنية الفرد المعرفية ثم ترتيبها وتنظيمها وتصنيفها لاستنتاج معلومات جديدة يمكن توظيفها والتعبير عنها في صورة من الصور.

كما يُعرف (روبرت سولو، ٢٠٠٠، ٥٢) التمثيل المعرفي للمعلومات بأنه بناء معرفي لتنظيم المعلومات المتنوعة التي تكونت لدى الفرد من خلال الخبرات السابقة.

يمكن تعريفه **إجرائيًا في هذا البحث** بأنه العملية العقلية التي يقوم بها المتعلم لفهم واستيعاب وتخزين الرسومات المعلوماتية المتضمنة مهارات الطباعة المجسمة والاستفادة منها بالتكامل مع خبرات ومهارات أخري.

- **الطباعة المجسمة Three-dimensional printing:**

يُشير (محمد المُغير، ٢٠١٧، ٧) إلى أن الطباعة المجسمة مرادف للطباعة ثلاثية الأبعاد وهي أحدى طرق التصنيع الحديثة (التصنيع إضافة) حيث يمكن تصنيع منتج مجسم وملموس من خلال تصميمه على الكمبيوتر ومن ثم طباعته (تصنيعه) بالطابعة ثلاثية الأبعاد.

فيما يُعرفها (Orr, Taylor; Flowers, Jim, 2015, 22-25) بأنها عملية تصنيع حديثة يطلق عليها عملية (التصنيع إضافة) يتم فيها بناء طبقات بعضها فوق بعض لإنتاج شكل مجسم وملموس يُصمم مسبقًا باستخدام برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر.

كما يتفق معهما كل من (Vincent F. Scalfani, Josh Sahib, 2013) يعرفانها بأنها عملية التصنيع المضافة التي يتم من خلالها إنتاج كائنات أو نماذج مجسمة يتم بناءها من مزيج من شرائح البلاستيك أو الراتينج المذابة عبر الأشعة فوق البنفسجية وضعت فوق بعضها مباشرة.

تُعرف مهارات الطباعة المجسمة **إجرائيًا في هذا البحث** بأنها مجموعة المهارات والأداءات اللازم إكسابها لطلاب تكنولوجيا التعليم ليصبحوا قادرين علي إنتاج نموذج مجسم باستخدام تقنيات ومهارات الطباعة المجسمة.

- **الثقافة البصرية Visual Culture:**

عرفتها (مروه صلاح العدوي، ٢٠١٦، ٣٣٨) بأنها مجموعة من المهارات تسمح بقراءة محتوي اللغة البصرية بكافة أشكالها وتفسيرها وتحليلها والحكم على صحتها لتحويلها إلى لغة لفظية، أو إنشاء بصريات لنقل الأفكار والمعاني اللفظية في صورة بصرية، وتمثل بعدين: بُعد قراءة البصريات، وبُعد التواصل بصريًا.

بينما عرف (فرانسيس دواير، مايكل مور، ٢٠١٥، ١١٣) الثقافة البصرية بأنها القدرة على فهم واستخدام الصور بما في ذلك القدرة على التفكير والتعلم والتعبير عن الذات باستخدام هذه الصور.

كما عرفها (W. J. T. Mitchell,2002,172) بأنها الوسائط البصرية المحيطة بالفرد وتتضمن الصور الفوتوغرافية وأفلام الفيديو والتلفاز والإنترنت المقدمة له.

يمكن تعريفها **إجرائيًا في هذا البحث** بأنها عملية الإدراك العقلي للرسومات المعلوماتية التي تسعى لإكساب المتعلم مهارات الطباعة المجسمة وتفسيرها وإعطائها معنى يزيد من إدراكه لها ويتضمن ذلك بعدي قراءة البصريات والتواصل البصري.

الإطار النظري والدراسات المرتبطة للبحث:

المحور الأول ـ الرسومات المعلوماتية:

في خضم الثورة التكنولوجية والتدفق المعلوماتي الهائل أصبح من الصعب بل من المستحيل أن يتذكر الإنسان كل المعلومات التي يقرأها أو تعرض عليه طوال اليوم حيث أن الإطلاع علي كم كبير من الكلام المكتوب أصبح أمرًا غير يسير في ظل التراكم المعلوماتي الكبير مما دفع إلى التفكير في طريقة سهلة يمكن من خلالها القدرة على تقديم كم كبير من المعلومات دون الحاجة إلى كتابة الكثير من الكلمات والسطور وهنا وجد المطورون ضالتهم في الرسومات المعلوماتية.

حيث تمكنهم من عرض البيانات والمعلومات الكثيرة في حيز بسيط ويتضح ذلك عند عرض خريطة الأحوال الجوية إذ يمكن من خلال خريطة واحدة استعراض الحالة الجوية لعدة

بلدان أو قارات في حيز بسيط فإذا رأيت منطقة معينة وفوقها نقاط تمثل المطر ستفهم دون الحاجة إلى كلام مطول إلى أن هذه المنطقة معرضة للإمطار وإذا رأيت منطقة فوقها صورة لشمس مشرقة فستفهم أن الشمس في هذه المنطقة مشرقة والحرارة مرتفعة وهكذا.

حيث يؤكد (أكرم فتحي، ٢٠١١، ١٥) على أن البيانات والمعلومات التي تُقدم للمتعلم عبر الرسوم والصور والأشكال والمخططات الإلكترونية تكون أكثر وضوحًا وتأثيرًا من تلك التي تُقدم له في شكل لفظي حيث يكون من الصعب على المتعلم استرجاع المعلومات المقدمة له لفظيًا.

مما دفع المطورون في المجال التربوي إلى صياغة المعلومات في صورة قصص وصور تستقر في عقول وأذهان المتعلمين جاذبة لعقولهم قبل عيونهم منمية للجوانب المعرفية والسلوكية والوجدانية في شخصيتهم وهو ما يطلق عليه الرسومات المعلوماتية والتي تدمج بين السهولة والبساطة والسرعة في إيصال المعلومات إلى المتعلمين.

حيث اكتشف العلماء في دراسة بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا Massachusetts Institute of Technology أن عملية الأبصار تستخدم الجزء الأكبر من فسيولوجيا وعمليات العقل البشري وأن عملية الإدراك البصري تستهلك ٥٠ % من قوة العقل البشري بشكل مباشر أو غير مباشر، مما يؤكد على أن معالجة العقل البشري للرسوم والصور والأشكال يكون أبسط وأقل تعقيدًا من معالجته للنصوص الخام، حيث أنه يتعامل دفعة واحدة مع الرسومات والصور والأشكال بينما يتعامل بطريقة خطية متتابعة مع النصوص الخام (حسين عبد الباسط، ٢٠١٥)، كما يُشير (أشرف أحمد عبد اللطيف، ٢٠١٧، ٤٥) إلى أن الرسومات المعلوماتية تمثل أداة قوية في يد المعلمين يمكن استخدامها في المقررات الدراسية لتزويد المتعلم بالمهارات الفكرية والارتقاء به من مرحلة الفهم والحفظ إلي مرحلة التحليل والتركيب.

إن ظهور تقنية الرسومات المعلوماتية بتصميماتها المختلفة والمتنوعة جاء كمحاولة لتغيير تفكير المتعلمين تجاه الرسومات البيانية والمعلومات المعقدة من خلال إضفاء شكل مرئي جديد لتجميع وعرض المعلومات أو نقل البيانات للمتعلم في صورة جذابة، لتساعد القائمين علي العملية التعليمية في تقديم المحتوى التعليمي بأسلوب جديد وشيق، وهو ما يشجع علي ابتكار طرق جديدة لدمج هذه التقنية في خدمة العملية التعليمية والمقررات الدراسية (محمد شلتوت، ٢٠١٤).

يتضح مما سبق أن الرسومات المعلوماتية تُمثل مصدرًا مهمًا من مصادر التعلم والتي

يمكن أن يستخدمها المعلمون في مختلف المقررات الدراسية لأنها تمدُ المتعلم بالمعارف والمهارات والسلوكيات وتغير من كونه متلقي سلبي لهذه المعارف والمهارات والسلوكيات إلى متعلم لديه القدرة علي تحليلها وتركيبها وتوظيفها في مجالات متعددة، كما إنها تساعده علي فهم البيانات والمعلومات بشكل أكثر تنظيمًا ودقةً من الطرق العادية المستخدمة في المواقف التعليمية الحالية مما يسهم في تحسين مهارات وقدرات المتعلم في مجالي التفكير النقدي والتحليلي ويثري ثقافته البصرية وهو ما يحفز المتعلم علي المشاركة الفعالة في المواقف التعليمية والحياتية المختلفة.

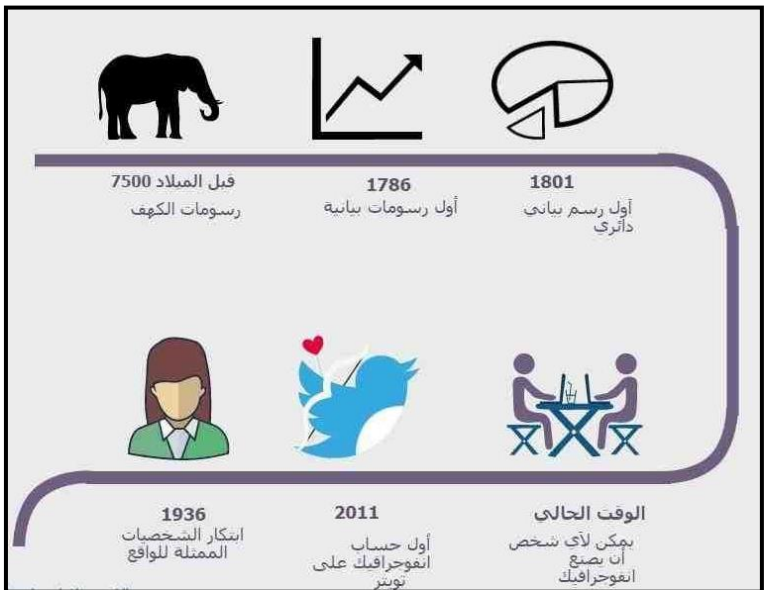
ويُشير (Marcel,2014, 44-50) إلى تزايد شعبية الرسومات المعلوماتية واستخدامها كتقنية حديثة لعرض البيانات والمعلومات، على الرغم من كونها استخدمت منذ قرون بعيدة كوسيلة لعرض البيانات والمعلومات بشكل مرئي من خلال الرسوم التوضيحية والأشكال والخرائط.

١. نشأة وتطور الرسومات المعلوماتية:

يري (Laura Mol, 2011, 10-11) أن المتتبع لتاريخ الرسومات المعلوماتية يرى أنها ضاربة في جذور التاريخ واستخدمت بأشكال مختلفة في وقت مبكر فقد وجدت على جدران الكهوف والمعابد ألا أن الفضل الأكبر لظهورها بقوة في القرن العشرين يرجع إلى ظهور الكمبيوتر ثم ظهور الإنترنت وانتشار الصحف والمجلات على الصفحات الإلكترونية وقد تزينت هذه الصحف والمجلات بعديد من الرسومات المعلوماتية الملونة والتي حققت لهذه الصحف والمجلات انتشارًا كبيرًا ، ويمكن استخلاص بعضًا من تاريخ وبدايات الرسومات المعلوماتية مما أورده كلًا (Laura Mol, 2011, 12-17 ؛Smiciklas, Mark, 2012, 7-8):

- استخدم قدماء المصريين قبل الميلاد بثلاثة ألاف عام اللغة الهيروغليفية والتي تتكون من رموز وأشكال وصور في حياتهم اليومية.
- في عام ١٣٥٠م أنشأ الفيلسوف الفرنسي نيكول دي أورسيه واحدة من أول الرسوم البيانية لشرح كيفية قياس سرعة جسم متحرك.
- في عام ١٥١٠م قام ليوناردو دافنشي بالمزج بين النصوص المكتوبة والرسوم التوضيحية لإنشاء دليل شامل حول التشريح البشري.
- في عام ١٧٨٦م ألف المهندس الاسكتلندي William Playfair كتابه "الأطلس التجاري والسياسي والإحصاء الإشعاعي" وكان أول من قدم وشرح من خلاله البيانات الرقمية باستخدام الرسوم البيانية الخطية والمخططات الدائرية.

- قام تشارلز مينار وهو مهندس مدني في الفترة ما بين ١٨٥٠م–١٨٧٠م الجمع بين الخرائط والمخططات الانسيابية من أجل تفسير البيانات والإحصائيات الجغرافية.
- شهدت الفترة ما بين ١٩٧٠م–١٩٩٠م استخدام عدة مجلات شهيرة مثل: The Sunday Times البريطانية وUSA Today Magazine الأمريكية استخدامًا واسعًا للرسومات المعلوماتية لتبسيط المعلومات والقضايا السياسية والاقتصادية المعقدة.
- ومن عام ١٩٩٠م حتى الآن شهدت الرسومات المعلوماتية تطور مذهل وسريع حيث أنه في عام ٢٠١١م ظهر أول حساب على تويتر للرسومات المعلوماتية، وشكل (١) يوضح ذلك



شكل (٢): نشأة وتطور الرسومات المعلوماتية

٢. أنواع الرسومات المعلوماتية:

استعرض الباحثان عديد من الدراسات التي تناولت أنواع الرسومات المعلوماتية، منها: دراسات كلًا من (أسماء سيد، ٢٠١٨؛ Hesham Galal Hassan, 2016؛ أمل السيد، ٢٠١٦؛ عبد الرؤوف محمد إسماعيل، ٢٠١٦؛ ماريان ميلاد ، ٢٠١٥؛ إسماعيل حسونة، ٢٠١٤؛ Dai, Lankow, Jason. Ritchie, ؛Thomas, Carlucci 2012 ؛Krum, Randy, 2014 ؛Siting, 2014 Miller, George A, 1983 ؛Josh & Crooks, Ross, 2012)، وبتحليل تلك الدراسات وجدا الباحثان أنها اتفقت تقريبًا على أن الرسومات المعلوماتية تنقسم إلى ثلاث أنواع (ثابتة، متحركة،

تفاعلية) إلا أن البعض توسع في تصنيفها إلى عدة أنواع وفقًا لطريقة العرض أو الشكل أو طريقة التصميم أو الغرض من استخدامها، وشكل (3) يوضح ذلك، وسيعتمد البحث الحالي على نمطي الرسومات المعلوماتية الثابت والمتحرك للإتفاق مع طبيعة مهارات الطباعة المجسمة، ولأنهم الصيغ الأبسط والأكثر انتشارًا بين صيغ الرسومات المعلوماتية، التي يسهل إنتاجها ونشرها ومشاركتها فلا تتطلب تطبيقات أو برامج خاصة للمتصفح، ويتفاعل معها المتعلم من خلال العرض والقراءة.

شكل (٣): أنواع الرسومات المعلوماتية ـ أسماء سيد وآخرون، ٢٠١٨.

فيما يلي يستعرض الباحثان ما استخلصاه من أنواع للرسومات المعلوماتية وفق الدراسات والأدبيات المشار إليها:

- **الرسومات المعلوماتية الثابتة:** عبارة عن رسوم معلوماتية تعرض وتشرح البيانات والمعلومات مكونة من مجموعة من الرسوم والصور والأشكال والمخططات والنصوص الثابتة يتم إعدادها بطريقتين إما بشكل مسبق وفق سيناريو مُعد ومكتوب وإما تُعد مباشرة من مُعد له خبرة بأسس تصميم وإنتاج الرسومات المعلوماتية، وتأتي الرسومات المعلوماتية الثابتة في شكلين، هما:
  - **الرسومات المعلوماتية الثابتة الرأسية:** يتم تقديم المحتوى من خلالها في تتابع رأسي من أعلى إلى أسفل عبر تحريك شريط التنقل لاستعراضها وهي مناسبة

للاستخدام على أجهزة الكمبيوتر والهواتف النقالة والأجهزة اللوحية. كما يعد هذا النموذج هو الأكثر انتشارًا نظرًا لسهولة تصميمه وإنتاجه إلا أن أبرز عيوبه هو عدم ظهور المحتوى بشكل كامل عند عرضه للمتلقي والحاجة إلى تمريره لأعلى ولأسفل لاستعراض كافة محتواه، وهو ما تم استخدامه في البحث الحالي.

- **الرسومات المعلوماتية الثابتة الأفقية:** يتم تقديم المحتوى من خلالها في تتابع أفقي ويُعد الشكل الأنسب لعرض المعلومات التاريخية إلا أن أبرز عيوبه هو تأثر درجة وضوح مكوناته عند استخدامه خارج المواقع أو البرامج الخاصة بعرضه.

- **الرسومات المعلوماتية المتحركة:** عبارة عن رسوم معلوماتية تتكون من مجموعة من الرسوم والصور والأشكال والمخططات والنصوص التي تُعرض بشكل متحرك (مقاطع فيديو)، وهي تأتي في شكلين:
  - رسومات معلوماتية تتكون من مقاطع فيديو متحركة تعرض لأشكال وصور ورسوم ومخططات ثابتة تأتي مصاحبة بنصوص وبيانات توضيحية متحركة، وهذا ما تم استخدامه في البحث الحالي.
  - رسومات معلوماتية تتكون من مقاطع فيديو تُقدم المعلومات والتوضيحات بشكل متحرك كامل (أي أن الأشكال والرسوم والصور والنصوص جميعها متحركة) وهو ما يتطلب أن يتوافر في معدها الكثير من المهارات الإبداعية في مجالات التصميم والإنتاج والإخراج حتى تساعده في تقديم رسومات معلوماتية تتمتع بالتشويق والجاذبية وهو ما يحتاج إلي إعداد سيناريو متكامل قبل الشروع في تصميمها وإنتاجها.

- **الرسومات المعلوماتية التفاعلية:** عبارة عن رسوم معلوماتية متحركة تستخدم المؤثرات والأدوات التفاعلية التي تتيح للمتلقي التفاعل معها، وهي تعتمد على جزء من مفهوم الرسوم المتحركة. ويُعد هذا النوع من الرسومات المعلوماتية الأكثر انتشارًا ورواجًا على مواقع الإنترنت والتواصل الاجتماعي في الوقت الحالي لما يتمتع به من جاذبية وتشويق عالٍ للمتلقي.

٣. برامج وأدوات ومواقع إنتاج الرسومات المعلوماتية ونشرها:

تُشير (Waralak V. Siricharoen, 2013, 171-172) إلى إمكانية إنشاء الرسومات

المعلوماتية باليد باستخدام أدوات بسيطة مثل القلم الرصاص والورقة والأقلام الملونة والمساطر، إلا أنها أصبحت أكثر تطورًا وسهولة وسرعة بعد استخدام برامج الكمبيوتر في إنتاجها.

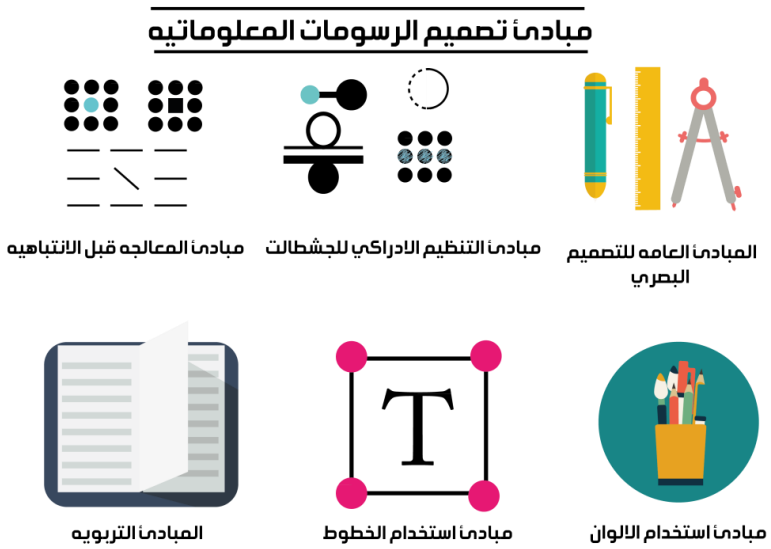
حيث يمكن إنتاجها بنوعيها الثابت والمتحرك عبر عدة برامج، منها:

- **برنامج Adobe Illustrator:** يعد البرنامج الأول والأشهر في عالم تصميم الرسومات المعلوماتية نظرًا لما يتمتع به من مرونة وسهولة في تصميمها، وهذا ما تم إنتاج النوع الثابت به في البحث الحالي.
- **برنامج Adobe Photoshop:** أكثر برامج تحرير الصور شهرة في العالم إلا أنه لا يتمتع بمرونة كافية لتصميم الرسومات المعلوماتية بينما يمكن استخدامه في عرض المعلومات بصورة جذابة وشيقة.
- **برنامج Corel Draw:** يعد من أهم برامج تصميم الرسومات المعلوماتية لما يتمتع به من سهولة في التعامل مع العناصر التصميمية والرسومات.
- **برنامج Adobe Aftereffect:** برنامج لصناعة المؤثرات المرئية والرسوم المتحركة يمكن استخدامه في إنتاج الرسومات المعلوماتية التفاعلية، وهذا ما تم إنتاج النوع المتحرك به في البحث الحالي.

كما توجد عديد المواقع المجانية والأدوات المتخصصة في إنتاج الرسومات المعلوماتية، منها: Hohli Charts, Many Eyes, Easel.ly, Visual.ly, Infogr.am, Inkscape, Canva، Piktochart.

٤. مبادئ تصميم الرسومات المعلوماتية:

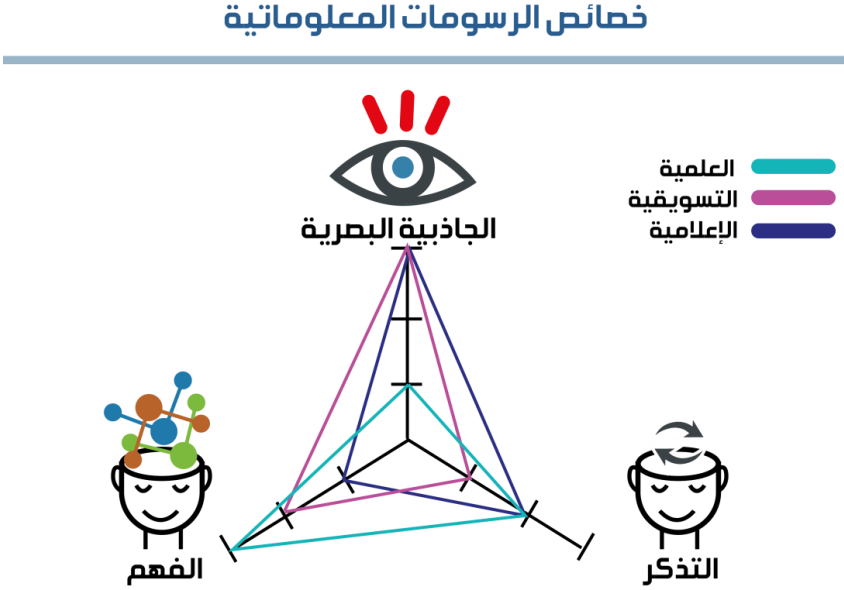
أشارت دراسة (أسماء سيد، ٢٠١٨، ٣٦) أن الرسومات المعلوماتية تختلف في تكوينها عن التصميمات البصرية الأخرى فهي ليست قالبًا يتم تصميمه وتطبيقه على المحتوى، لكن يتم تحويل عناصر الموضوع إلى تمثيلات رسومية تعبر عن المحتوى وتستخدم النصوص لتوضيح ما لا يمكن للتمثيلات الرسومية نقله، وبالآتي يمر تصميم الرسومات المعلوماتية بتصميم التخطيط Layout الذي سيجمع التمثيلات الرسومية، كما يتم تصميم التمثيلات الرسومية التي ستعبر عن المحتوى ثم الجمع بينهم لتكوين الرسم المعلوماتي، وبذلك يمكن تطبيق مبادئ التصميم العامة على تصميم التخطيط ومبادئ التنظيم الإدراكي ومعالجة المعلومات وخصائص المعالجة قبل الانتباهية على التمثيلات الرسومية التي سوف تحتويها. ويمكن تقسيم مبادئ تصميم الرسومات المعلوماتية كما تبناها البحث الحالي إلى ما يوضحه شكل (٤):



شكل (٤): مبادئ تصميم الرسومات المعلوماتية

٥. خصائص الرسومات المعلوماتية:

أوضح (Lankow& Column, 2012, 40) أنه توجد ثلاثة خصائص أساسية للرسومات المعلوماتية هي الجاذبية البصرية، الفهم، التذكر، وتختلف في ترتيبها وفق الهدف الأساسي للرسومات المعلوماتية (تعليمي، إعلامي، تسويقي) فإذا كان الغرض تعليمي فإن الخاصية الأساسية هي الفهم يليها التذكر ثم الجاذبية البصرية، كما بشكل (٥):



شكل (٥): خصائص الرسومات المعلوماتية

- **الجاذبية البصـــرية Visual Appeal:** يصـــعب مع هذا العبء المعرفي جذب انتباه المتعلمين حيث أنهم معرضـــين باســـتمرار لمثيرات متنوعة فكان لابد من ايجاد طريقة لجذب انتباههم لفترة مناســـبة لتقديم الرســـالة التعليمية لهم، وتقديم المعلومات بطريقة رسومية تجذب المتعلم وتحفزه على تحليل محتواها، فأصبحت الجاذبية البصرية ضرورية لجذب انتباه المتعلمين فلا يكفي اســـتخدام الرســـومات فقط بل لابد من تمتعها بجانب جمالي مع مراعاة التوازن بينه وبين الوضـــوح، فالغرض من الجاذبية في الرســـومات المعلوماتية هي جذب انتباه المتعلم والمحافظة عليه لتمكنه من فهم أفضـــل وتحســـن اتجاهه نحوها وتنمية مشاعر إيجابية تجاه موضوع التعلم. ويشـــير (Beegel, Justin, 2014, 20) إلى أن الرســـومات المعلوماتية تتســـم بالقدرة على جذب انتباه المتلقي من الوهلة الأولى وذلك من خلال عنوانها القوي والصـــور المرئية والألوان والنصـــوص والمخططات التي تتوفر بها.
- **الفهم Comprehension:** اعتماد الرســـومات المعلوماتية على قوة المعالجة البصـــرية وخصائص المعالجة قبل الانتباهية يقلل من الوقت المستغرق لفهم الرسالة، ويكشف عن الحقائق والمفاهيم التي لم تكن مرئية من قبل المتعلم.
- **التذكر Retention:** تتميز الرسومات المعلوماتية بقدرتها على تحسين التذكر والاستدعاء ويرجع ذلك لتأثير أفضلية الصورة ونظرية الترميز المزدوج.

كما تشير دراسات كلًا من (أسماء سيد، ٢٠١٨؛ عمرو درويش، ٢٠١٥؛ Smiciklas, 2014) إلى عدة خصائص أخرى للرسومات المعلوماتية استُخلص منها ما يوضحه شكل (٦):

شكل (٦): خصائص الرسومات المعلوماتية

- **الاتصال البصري:** تعتمد الرسومات البصرية على قدرات الإدراك البصري لنقل وتقديم المعلومات، حيث أنها تخاطب حاسة الابصار وتشير نظريات الاتصال البصري إلى أنه يعتمد البشر على حاسة الابصار بنسبة ٧٠% أكثر من أى حاسة أخرى لديهم حيث أن العين يمكنها التقاط الصور فى أقل من ١٠/١ من الثانية ولذلك على سبيل المثال تمثل إشارات المرور بصريًا وليس نصيًا لأن العين أكثر سرعة فى التقاط المعلومة عوضًا عن القراءة مما يوفر أقصي عوامل السلامة للبشر.
- **إثراء المعرفة:** ترتبط هذه الخاصية بقدرة الرسومات المعلوماتية على معالجة البيانات بكفاءة وفاعلية فالهدف من الرسومات المعلوماتية هو تسهيل نقل المعلومات إلى المتعلم ليصبح أفضل إطلاعًا وهذا الفهم يقود المتعلم إلى المعرفة فتعمل على إزالة الحواجز بين البيانات والمعرفة.
- **التداول والانتشار:** ترتبط هذة الخاصية بقدرة الرسومات المعلوماتية على الانتشار إلكترونيًا من شخص لآخر حيث لا تتطلب وقتًا طويلًا في قرائتها كما أنها أسرع في فهمها إضافة إلى تقديمها للمعلومات بطريقة جذابة.
- **تركيز المعلومات:** أي قدرتها على توضيح وإبرز العلاقات والأنماط والكشف عن حقائق لم تكن مرئية من خلال التركيز على المعلومات الضرورية واستبعاد التفاصيل الزائدة وترميز المعلومات والمفاهيم والحقائق والمعارف في رموز مصورة تتنوع ما بين الصور والأشكال والأسهم والرسومات الثابتة والمتحركة، إضافة إلى فاعليتها وقدرتها على اختصار وقت التعلم.

٦. خصائص ومعايير تصميم وتقييم الرسومات المعلوماتية الفعالة:

حدد (Niebaum, Kelly And others, 2015, 1-2) معايير تقييم الرسومات المعلوماتية في أن تقدم رسالة ذات مغزي أو لها معني هادف، تقديم المعلومات المعقدة بشكل بسيط وواضح مدعمه بالمستندات والأدلة ونتائج البحوث، جذب انتباه العينة المستهدفة بالتصميم المبتكر للرسم المعلوماتي، أن تشتمل الرسومات المعلوماتية على الرسوم التوضيحية والصور والرسوم البيانية والأشكال والألوان لتوضيح الموضوع للمتلقي مع وضع الرسالة كنقطة محورية له، قدرة الرسوم المعلوماتية على الوصول للجمهور المستهدف بسهولة عن طريق صياغة وتوفير المعلومات في صورة تفاعلية وفي مكان يسهل الوصول إليه سواء كان ذلك في شكل مطبوع أو عبر الإنترنت.

بينما يري (Davis & Quinn,2013, 16) أنه من المهم لإنشاء رسومات معلوماتية فعالة

أن يقوم المصمم بتحليل للمعلومات المستخدمة وأن يتبع في تصميمها أحد نماذج التصميم التعليمي مع مراعاة أن يتوافر في الرسومات المعلوماتية تحديد الغرض منها، اختيار نمط التصميم، تقديم الدليل على صحة المعلومات، اختيار الشكل المناسب.

يلخص الباحثان معايير تقييم الرسومات معلوماتية بالاستناد إلى معايير كلًا من (أسماء سيد، ٢٠١٨؛ Texas Education Agency, 2015) في الشكلين (٧، ٨):

وفي سياق متصل يلخص الباحثان الخطوات الواجب إتباعها لإنشاء رسومات معلوماتية فعالة فيما يلي:

- تحديد واختيار الرسم المعلوماتي المناسب للمحتوى المراد تقديمه.
- تحديد وصياغة الهدف التعليمي من الرسم المعلوماتي بطريقة يمكن قياسها.
- تحديد العينة المستهدفة من الرسم المعلوماتي ومدى ملائمته لها.
- تجميع وصياغة المحتوى المدرج بالرسم المعلوماتي وتدعيمه بمعلومات موثقة.
- صياغة المحتوى في شكل عناصر مكونة للرسم المعلوماتي.
- اختيار أنسب الألوان للتعبير عن عناصر الرسم المعلوماتي.
- اختيار أنسب الإشكال لدمج عناصر الرسم المعلوماتي مع بعضها البعض.
- التقييم المبدئي للرسم المعلوماتي عبر عرضه على عينة من المتعلمين لتحديد مدى استيعابهم لها.
- إجراءا التعديلات على الرسم المعلوماتي وتقديمه في شكله النهائي للمتعلمين.
- إجراء التقييم النهائي وقياس مدى تحقيق الرسم المعلوماتي للأهداف التعليمية التي وضع من أجلها.

د/ شيماء سمير محمد د/ محمد يوسف أحمد

شكل (٧): معايير تقييم الرسومات المعلوماتية

د/ شيماء سمير محمد د/ محمد يوسف أحمد

شكل (٨): معايير تقييم الرسومات المعلوماتية

٧. خطوات تصميم الرسومات المعلوماتية:

يوضح كلًا من: (Caitlin Jordan, 2015; Josh Simth, Clark & Lyons, 2011; Khan & Khan, 2011) تنوع خطوات الرسومات المعلوماتية التي يمكن اختصارها في شكل(٩):

شكل (٩): خطوات تصميم الرسومات المعلوماتية

٨. القيمة التربوية للرسومات المعلوماتية:

تكمن القيمة التربوية للرسومات المعلوماتية كونها تستطيع أن تقدم كمًا هائلًا من المحتوى التعليمي وما يشتمل عليه من بيانات ومعلومات للمتعلم في الموقف التعليمي بشكل بسيط وممتع وجذاب وتجعل عملية استيعابه لها أكثر سهولة ووضوحًا وأكثر ثباتًا وذلك من خلال تقديم تلك المعلومات في شكل سرد قصصي أو قصص مرئية.

في هذا الإطار تشير (لوله الدهيم، ٢٠١٦، ٢٦٦) إلى أن دمج الرسومات المعلوماتية في المناهج التعليمية يعمل على زيادة تركيز انتباه المتعلم ويثير دافعيته ويشجعه على التعلم وتنتج لديه التحدي الذي يتناسب وقدراته وتعطيه انطباعًا صادقًا عن فكرته وتوضح له العلاقة بين العناصر ولا يمكن تحقيق ذلك إلا إذا استخدمت ووظفت بشكل فعال في الموقف التعليمي وهو ما يساهم في مواجهة التحديات والمشكلات التعليمية.

كما يشير (Karvalics, Laszlo Z, 2013, 128) إلى أن الرسومات المعلوماتية تحاول نقل البيانات والمعلومات المركبة والمعقدة للمتعلمين بطريقة بسيطة يسهل فهمها وإدراكها، ومع التقدم التكنولوجي يجب على المعلمين اكتساب مهارات القراءة والكتابة البصرية لمساعدة المتعلمين على قراءة البيانات والمعلومات بصريا وفك شفرات موضوعات معينة مما يُسهل التواصل بين المعلم والمتعلمين.

ويمكن إبراز أهمية وميزات الرسومات المعلوماتية في التعليم من وجهة نظر الباحثين فيما يلي:

- تحويل المفاهيم المجردة إلى مدركات بصرية مرئية يسُهل على المتعلم إدراكها وفهمها واستيعابها.
- إمكانية تحويل البيانات والمعلومات المعقدة الواردة بالمقررات الدراسية إلى تصورات مرئية سهلة وبسيطة.
- تعدد مكوناتها من صور ورسوم ومخططات ونصوص يعمل على استثارة أكثر من حاسة ومهارة لدى المتعلم مما يجعل التعلم أكثر فاعلية وأبقي أثرًا.
- تنوع أشكاله وأنماطه يعمل على مقابلة الفروق والخصائص الفردية بين المتعلمين ويلبي احتياجاتهم التعليمية.
- جذب انتباه المتعلم واستثارة دافعيته نحو التعلم عبر استخدامها للألوان الجذابة الساطعة.
- قدرة المعلم على تبسيط المعلومات وتوصيلها بسهولة للمتعلم يقوي علاقته بالمتعلم ويزيد

من تفاعله مع المعلم في الموقف التعليمي.

- إمكانية صياغة كم كبير من بيانات ومعلومات المحتوى الدراسي في أشكال تخطيطية ورسومات بسيطة.
- سهولة تبادله بين المتعلمين وإمكانية إتاحته لهم إلكترونيًا عبر شبكات التواصل الاجتماعي.
- تناول كم كبير من المعلومات في شكل واحد يوفر وقت وجهد المعلم والمتعلم.
- زيادة قدرة الملاحظة لدى المتعلمين ورفع مستوى الثقافة البصرية والقدرة المعرفية لديهم.
- تنمية مهارة التفكير الناقد والقدرة علي التخيل والإبداع لدى المتعلمين.
- تقليل وخفض العبء المعرفي للمتعلمين، ويمكن توضيح ذلك في شكل (١٠):

شكل (١٠): القيمة التربوية للرسومات المعلوماتية

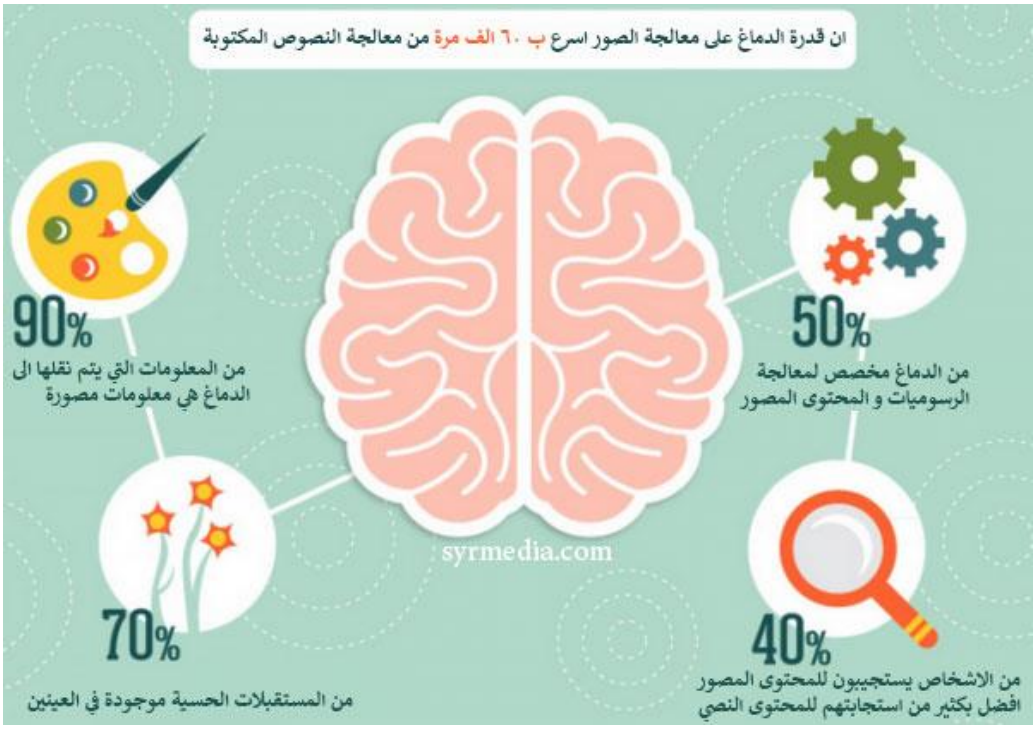
٩. علاقة الرسومات المعلوماتية بفسيولوجيا المخ البشري وخفض العبء المعرفي والتمثيل المعرفي للمعلومات:

اقترح (Paivio, 1971) نظرية حول الذاكرة طويلة المدى تعرف باسم نظرية الترميز المزدوج، حيث يرى أن المعلومات في الذاكرة طويلة المدى تختزن في نظامين مختلفين ولكنهما مرتبطين في الوقت نفسه أحدهما يعرف بالترميز اللغوي أو اللفظي وهو مخصص لمعالجة وتمثيل المعلومات اللفظية المرتبة بتسلسل معين، والآخر يعرف بالترميز الصوري أو التخيلي والخاص بتمثيل المعلومات المكانية والفراغية، ويرتبط هذين النظامين ببعضهما بشكل كبير لدرجة أن الفرد يستطيع إنتاج لفظ/ اسم لصورة وإنتاج صورة للاسم/ اللفظ، وتؤكد هذه النظرية على ضرورة إعطاء تعليمات للأفراد لتشكيل صور ذهنية للمعلومات المراد مذاكرتها لأن ذلك شأنه المساعدة في عملية الاحتفاظ بها وتسهيل عملية تذكرها لاحقًا، فالمعلومات الأكثر أهمية للفرد غالبًا ما يتم ترميزها على نحو لفظي وصوري، أما المعلومات التي لا تبدو ذات أهمية بالنسبة له فقد يتم ترميزها وفق نظام واحد من الترميز (رافع النصير، عماد عبد الرحيم، ٢٠٠٣) فالنموذج الكلي للمخ يؤكد على تكامل البعاد المختلفة عند تناول التخصص الوظيفي لنصفي المخ لابد الأخذ في الاعتبار كفاءة الاتصالات العصبية بين أجزاء المخ بصفة عامة والتدفق المعلوماتي من وإلى النصفين إضافة إلى التدفق من القشرة المخية إلى التكوينات التحتية، وكذلك تبادل المعلومات بين الأجزاء الأمامية والخلفية للمخ (عصام علي، ربيع عبده، ٢٠٠٦) كما أكد (Paivio) على أن تمثيل المادة العلمية في شكل تمثيلات بصرية ولفظية في نفس الوقت أثناء عملية المعالجة من شأنه بناء روابط بين المادة اللفظية والبصرية وبالآتي زيادة سهولة استدعاء المعلومات.

كما يرى أصحاب النظرية المعرفية أن التعلم من خلال النص والصورة يشتمل على ثلاثة أنواع من العمليات العقلية، هي: **الانتقاء:** يتم من خلالها انتقاء المعلومات اللفظية والبصرية ذات الصلة ببعضها، **التنظيم:** يتم فيه تنظيم المعلومات البصرية واللفظية من خلال روابط بين التصورات البصرية واللفظية على هيئة سبب ونتيجة، **الدمج:** حيث يتم دمج التصورات اللفظية والبصرية عن طريق بناء رواط بينهم (Johnson, C.I, 2008).

إن معالجة المخ للمعلومات المصورة (الرسومات المعلوماتية) يكون أقل تعقيدًا من معالجته للنصوص، فمن أهم الأسباب التي تجعل المخ يعالج المعلومات بصورة أسرع من معالجته للبيانات النصية هو أن المخ يتعامل مع الصور دفعة واحدة بينما يتعامل مع النص

بطريقة خطية متعاقبة (حسين عبد الباسط، ٢٠١٥) كما أثبتت الدراسات أن حوالي ٧٠% من المستقبلات الحسية موجودة في العينين وأن ٩٠% تقريبًا من المعلومات المنقولة إلى الدماغ معلومات مرئية (محمود الفرماوي، ٢٠١٠)



شكل (١١): فسيولوجيا المخ والرسومات المعلوماتية

يمكن للرسومات المعلوماتية تنمية العبء المعرفي وثيق الصلة حيث تسمح التمثيلات البصرية المستخدمة في ارسومات المعلوماتية بتحليل الرسالة وتذكرها وتتطلب التفسير الذاتي من المتعلم وبالآتي تنمية العبء المعرفي وثيق الصلة، أيضًا يمكنها خفض العبء المعرفي الدخيل الذي ينشأ من فصل مصادر المعلومات (أسماء سيد، ٢٠١٨، ٩٩) وشكل (١٢) يوضح ذلك

شكل (١٢): خفض العبء المعرفي من خلال الرسومات المعلوماتية

المحور الثاني . التمثيل المعرفي للمعلومات:

تسعي النظم التعليمية الحديثة والمتخصصين في المجال التربوي إلى إيجاد أنسب الإستراتيجيات والأنماط والأساليب التعليمية لتوصيل المحتوى التعليمي للمتعلمين في الموقف التعليمي إلا أن تلك الإستراتيجيات والأنماط والأساليب الحديثة قد يُعيقها عامل في غاية الأهمية وهو مستوى وقدرة المتعلمين على التمثيل المعرفي لهذا المحتوى التعليمي وتخزينه في عقولهم والذي يرجع إلى الفروق الفردية بينهم ولاختلاف أنماط وقدرات التعلم لدى هؤلاء المتعلمين.

يُشير (أنور محمد الشرقاوي، ٢٠١٠، ١٣٣) إلى أن زيادة فاعلية الموقف التعليمي تطلب توافر علاقات تفاعلية متبادلة بين المعلم والمتعلم وبين المتعلم وغيره من المتعلمين داخل الموقف التعليمي وذلك وفقًا لنظرية المجال المعرفي وخاصة إذا كانت هذه العلاقات بين المتعلمين قائمة على توافقهم على تحقيق أهداف مشتركة وهو ما يوجد الاهتمام المشترك فيما بينهم ويعمل على نمو البنية المعرفية لديهم.

وتواجه الأنظمة التعليمية حاليًا تحديًا كبيرا يتمثل في الثورة المعلوماتية والإنفجار الهائل في كم المعلومات والمعارف وهو ما يمثل تحديًا للمناهج والمقررات التعليمية حتى تستطيع مواكبة واستيعاب هذا الانفجار المعرفي وتحديًا أصعب للمتعلمين في كيفية استيعاب ومتابعة هذا التدفق الهادر من المعلومات.

بينما يؤكد العلماء على أن المعلومات التي تُقدم للمتعلمين لا تتمثل في العقل البشـــري بصـــورة مطابقة لما هي عليه في الواقع، حيث تزداد الأدلة والبراهين على أن التمثيلات المعرفة الداخلية تختلف عن الحقائق الفيزيائية الخارجية، كما ترتبط عملية التمثيل المعرفي للبيانات والمعلومات مع المنبهات التي تستقبلها حواس المتعلم، ويتم تعديل هذه البيانات والمعلومات لكي تتوافق مع الخبرات السابقة التي تحتوي على شبكة معقدة من المعلومات والعلاقات، فالكثير من التجارب التي أجريت أظهرت أن البيانات والمعلومات تُخزن في العقل البشري على شكل تمثيلات مختصرة (محمود عبد الحفيظ الشاذلي، ٢٠٠٣، ٧).

فيما يُشير آخرون إلى أن التمثيل المعرفي يتمثل في تحويل الخبرات والمـثيرات المختلفة إلى معانٍ وأفكار وتصورات ذهنية يمكن ترميزها واستيعابها وتسكينها بطريقة منظمة لتصبح جزءًا من البنية المعرفية المستديمة للفرد في الذاكرة طويلة المدى وأدواته المعرفية في التفاعل المستمر مع كل ما يحيط به حيث يعاد تنظيم وصـــياغة المعلومات وتمثيلها بطريقة ما تجعل المعلومات جاهزة للاسترجاع وقت الحاجة إليها (فتحي الزيات، ٢٠٠٦، ٢٧٧).

كما يعرف (أكرم فتحي مصـــطفي، ٢٠١٦، ٢) التمثيل المعرفي للمعلومات بأنه عملية عقلية معرفية ترتكز علي إدخال المعلومات والأفكار واســـتيعابها وتســـكينها والاحتفاظ بها في الذاكرة لتصـــبح جزءًا من البناء المعرفي للفرد حيث تمثل خبرات تراكمية تتفاعل فيها معلومات الفرد ومعارفه مع خبرته المباشرة وغير المباشرة.

بينما يري (Dennis & Sachiko, 2008, 434) أن التمثيل المعرفي للمعلومات عبارة عن عملية عقلية أو مكون رئيس لتجهيز المعلومات ومعالجتها لتكوين علاقة ترابطية بين المعلومات المخزنة في البناء المعرفي للفرد والمعلومات الجديدة المكتسبة.

كما ترتبط عملية التمثيل المعرفي للمعلومات ارتباطًا وثيقًا بالبنية المعرفية للفرد فهما يعدان وجهان لعملة واحدة حيث تُعد البنية المعرفية للفرد نتاج لعملية التمثيل المعرفي وصـــورها التي تكونت بمختلف المعالجات العقلية للمعلومات التي تم تمثيلها في ذاكرة الفرد (علاء أحمد الشامي، ٢٠١٢، ٤٣).

حيث يُشير (فتحي مصطفي الزيات، ٢٠٠١، ٥٤٣) إلى أن نظريات علم النفس المعرفي الحديثة تركز في مفهومها لكفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات علي النقاط الآتية:

- طبيعة ومســـتوى المدخلات المعرفية المدخلة إلى الذاكرة وهل تعد مدخلات مســـتقلة أو مشتقة.

- جودة وكفاءة عمليات معالجة المعلومات وما تشتمل عليه من تمثيل واستيعاب وتمكين للمعرفة.
- مستوى وكفاءة التفاعل بين المدخلات المعرفية وعمليات المعالجة ومستوى تمثيلها تمثيلاً معرفيًا في عمليات التفكير وحل المشكلات والابتكار والتعلم كغايات بعيدة المدى للتعلم المعرفي.

وبصدد هذا أكد (Sian et al, 2004, 584-600) أن عملية التمثيلات العقلية للمعرفة تُعد من أهم وأبرز الموضوعات الرئيسة في مجال علم النفس المعرفي وأن غالبية العلوم ومنها العلوم التربوية مبنية علي أساس بناء تمثيلات عقلية معرفية في ذاكرة الفرد.

١. مستويات التمثيل المعرفي للمعلومات:

يُشير (عادل عبد الله محمد، ٢٠٠٩، ١٢) إلى أن عملية التمثيل المعرفي للمعلومات في العقل البشري تعد عملية مركبة تتكون من عدد من العمليات العقلية البسيطة التي تكون سلسلة هرمية من المستويات تتمثل فيما يلي:

- **مستوى الحفظ والتخزين:** يختص بقيام الفرد بالاحتفاظ بالمعلومات وتسكينها بصورتها الخام في البناء المعرفي الخاص به أو ذاكرته لتمثل جزءًا منها.
- **مستوى الربط أو التصنيف:** هو خاص بربط المعلومات الجديدة المدخلة للبناء المعرفي للفرد بالمعلومات الموجودة مسبقًا في ذاكرته وتصنيفها في فئات تيسر استرجاعها.
- **مستوى التوليف أو المواءمة:** يتم فيه المواءمة بين المعلومات الجديدة المدخلة للبناء المعرفي للفرد والمعلومات القديمة الموجودة بذاكرته.
- **مستوى الاشتقاق أو التوليد:** يختص باستنتاج وتوليد معلومات جديدة من تلك المعلومات الموجودة في الذاكرة أو التي تنشأ عند الربط بين المعلومات الجديدة والقديمة.
- **مستوى الاستخدام أو التوظيف:** يتمثل في استخدام المعلومات وتوظيفها بطريقة فعالة ومنتجة في أغراض متعددة.
- **مستوى التقويم الذاتي:** يتم فيه إجراء عمليات التصنيف والتوليف والاشتقاق للمعلومات المتوفرة في البنية المعرفية أو ذاكرة الفرد في ضوء ما يظهر من أخطاء بعد إجراء عملية توظيف المعلومات.

٢. أنماط تمثيل المعلومات والتعلم في العقل البشري:

تتم عملية تمثيل المعلومات الجديدة في العقل البشري وربطها بالمعلومات القديمة

المخزنة بالذاكرة وفق عدة أنماط حيث تري دراســـة كل من: (نجلاء عبد الله إبراهيم، ٢٠٠٩، ١١١؛ طالب ناصر القيسى، أماني عبد الخالق، ٢٠١٢، ٩٥٣) أن برونر صنف أنماط تمثيل المعلومات في الذاكرة إلي ثلاث أنماط هي:

- **النمط العملي أو الحدثي Enactive:** يمكن ملاحظة هذا النمط أثناء التعلم من خلال العمل بمعني تعلم نفس الاســـتجابات والتعود على تقديمها في ذات الموقف وهو تعلم يعتمد على اكتساب المعلومات عبر المواقف العملية التي لا تستخدم فيها الكلمات مثل التمرينات الرياضـــية، كما يصـــفها (نايفه قطامي، ٢٠٠١، ٢٥٧) بأنها تمثيلات حس حركية تنمو وتتطور عن طريق الحركة والعمل فالفعل هو الأداة الوحيدة للإدراك وفق هذا النمط.
- **النمط الأيقوني Iconic:** يمكن ملاحظة هذا النمط عند التعلم عبر التمثيل البصـــري للمعلومات واستخدام الصور التلخيصية في تقديم المعلومة بدلاً من المهارة العملية مثل إدخال صـــور للأشـــخاص إلى الذاكرة ويعتمد هذا النمط علي مبادئ التنظيم الإدراكي للمعرفة وهذا النمط هو المســـتخدم في البحث الحالي حيث يتم تمثيل المعلومات المقدمة للمتعلمين من خلال نمطي الرسومات المعلوماتية الثابت والمتحرك.
- **النمط الرمزي Symbolic:** يمكن ملاحظة هذا النمط عند التعلم من خلال الكلمات أو اللغة أو الرموز ويتضـــمن كذلك تكوين الجمل وإعادة صـــياغتها وهو لا يتطلب توافر صورًا أو واقعًا عمليًا.

في هذا السياق يشير (عدنان يوسف العتوم،٢٠١٢، ١٩١-١٩٢) إلى أن (Sternberg) مؤسس نظرية التحكم العقلي يصنفها إلى نمطين هما تمثيل الصور، والأخر هو تمثيل الكلمات أو الرموز ويعد نمط تمثيل الصـــور في ذاكرة الفرد أســـهل من نمط تمثيل الكلمات أو الرموز فعندما يسألك شخص عن شكل بيضة الدجاج تميل إلى رسمها أكثر من التعبير عن ذلك بكلمات كما أن عملية التمثيل الإدراكي للصور في الذاكرة لها عدة خصائص هي:

- الصورة العقلية تكون أقرب في تكوينها إلى مثيرات العالم المادي الواقعي.
- تُبرز الصورة العقلية صفات مادية للمثيرات العقلية كالشكل والحجم بدرجة عالية من الوضوح.
- أن ظهور أجزاء الصورة العقلية كافية لممارسة الإدراك وفقًا لقدرة الفرد علي تكملة الفراغات.

بينما يمكن تحديد خصائص تمثيل المثيرات من خلال الكلمات والرموز في ما يلي:

- تعبر الكلمات عن تمثيل رمزي للمثيرات لان تفسير الكلمات يختلف من شخص لأخر.
- ظهور الكلمة أو الرمز في عمليات التمثيل لا يعني حدوث الإدراك وذلك عكس الصورة.

كما يؤكد (Sternberg) على أن عملية التمثيل الإدراكي للصور تتحكم به خمسة مبادئ، هي:

- ضبط وتوجيه الصور العقلية يشبه كثيرًا ضبط وتوجيه الصور المادية.
- كلما زاد الجهد المبذول لإدراك مثير مادي كلما زاد الجهد المبذول لتمثيل الصور العقلية له.
- العلاقة الفراغية بين عناصر الصورة العقلية تشبه العلاقة بين عناصر المثير المادي.
- تُعد الصور مصدرًا لتوليد معلومات جديدة لم تكن موجودة أثناء معالجة المعلومات في الذاكرة قصيرة المدي.
- تماثل وظائف الصورة العقلية والمثيرات البصرية أثناء العمليات التي تتم لحدوث الإدراك.

مما سبق يتضح أنه تدعم هذه النظرية ومبادئها وتأكيدها على أهمية وسهولة التعلم عبر الصور والنصوص والرموز رؤية الباحثين في استخدام الرسومات المعلوماتية بنمطيها الثابت والمتحرك وما تشتمل عليه من صور ونصوص في إكساب المتعلمين مهارات الطباعة المجسمة لما لها من تأثير إيجابي في سهولة التمثيل المعرفي للمعلومات في ذاكرة المتعلمين وبقاء أثر التعلم لديهم.

المحور الثالث . الطباعة المجسمة:

مرت عملية الطباعة بمفهومها وأدواتها ومراحلها عبر العصور بتطورات متسارعة ومتلاحقة فمنذ عصور قديمة عمد العلماء إلي نسخ الكتب والمخطوطات للحفاظ علي المكتسبات والاكتشافات العلمية التي حققوها، وفي العصر الحديث وتحديدًا في القرن الخامس عشر حدثت الثورة الكبري في مجال الطباعة على يد يوحنا جوتنبرج وما صاحبها من قدرات فائقة على طباعة ونسخ الكتب والمخطوطات، بينما شهد القرن العشرين تقدمًا مذهلًا في مجال الطباعة من حيث تطور طرق وآلات وأدوات وخامات وأشكال الطباعة. حتى وصلنا في الفترة الحالية إلي ما يعرف بتقنيات الطباعة المجسمة أو ثلاثية الأبعاد 3D Printing وما أحدثته هذه التقنية من تغير كبير في مفهوم وشكل المنتجات المطبوعة نهاية بما يجري من أبحاث ودراسات حول تقنية الطباعة رباعية الأبعاد4D Printing.

١. تاريخ الطباعة:

من عصر التدوين بالقلم على الورق إلي عصر الورق والطباعة إلى عصر البث الإذاعي والمرئي وصولًا إلى عصر النشر الإلكتروني والطباعة الرقمية، مرت البشرية بقفزات وتحولات تاريخية تغيرت فيها موازين القوة والنفوذ بين الأمم حتى وصلنا إلى عصر الانفجار المعرفي وثورة المعلومات الذي تقاس فيه مكانة الأمم والشعوب من خلال مقدار ما تنتجه وتبثه وتستهلكه من بيانات ومعلومات في شكل مطبوع أو رقمي (محمد فلحي، ٢٠١٤، ١٧)

إن كلمة طباعة تعني لغويًا "ترك أثر لمؤثر ما على أي من السطوح أو المجسمات المختلفة" (إبراهيم مرزوق، ٢٠٠٣، ٥)، ويسجل التاريخ هذا المفهوم للطباعة عندما وجد الإنسان نفسه في حاجة إلى تدوين وكتابة الكلمات التي ينطبق بها والمعارف التي يتوصل إليها، ثم تطور الأمر إلى أن وصل إلى اختراع أحدث طرق الطباعة وأصبحت الطباعة تعرف بأنها الفن والعلم الذي يمكن من خلالها نقل الحروف والرسوم والصور (عبد الباسط عبد الله الخاتم، أشرف عبد المنعم محمد، ٢٠١٥، ٣).

ظهرت البدايات الأولى لفن الطباعة عند الصينيين عام ٢٠٢ قبل الميلاد حيث قام الحكماء بنقش النصوص الدينية على قوالب خشبية ثم تترك في أماكن عامة لأخذ نسخ منها على الورق، بينما يرتبط ظهور الطباعة في أوروبا بالعالم الألماني يوحنا جوتنبرج عام ١٤٤٠م في مدينة ستراسبورج وظهرت أولي كتبه المطبوعة في الأسواق عام ١٤٤٥م، ثم تبعه العالمان الايطاليين (كونراد رفاينهايم وأرنولد بانارتز) بإنشاء مطبعة بأحد أديرة مدينة سوبياكو Subiaco بالقرب من روما عام ١٤٦٥م، أما عن الطباعة في خارج أوروبا فقد أنشئت أول مطبعة في المكسيك عام ١٥٣٦م، فيما ظهرت أول طبعة للتوراة العربية عام ١٥٥١م في الأستانة، أما على المستوى العربي فقد عرفت لبنان الطباعة عام ١٦١٠م عندما أنشئت المطبعة المارونية عليى أيدي رهبان دير قزوحية، بينما ظهرت في مصر عام ١٧٩٨م على يد نابليون بونابرت عندما حمل معه ثلاث طابعات أبان الحملة الفرنسية على مصر (هيئة التحرير، ٢٠١٦، ٧-١٢).

٢. تاريخ الطباعة المجسمة:

ظهرت تكنولوجيا الطباعة المجسمة للمرة الأولى في نهاية الثمانينيات وكانت تسمى في ذلك الوقت بتكنولوجيا النماذج الأولية السريعة Rapid Prototypin بينما شوهدت أولى التجارب المعروفة للطباعة المجسمة في جامعة تكساس في ولاية أوستين الأميركية حين تم استخدام تقنية التلبيد الانتقائي بالليزر كبداية لعملية الطباعة المجسمة إلا أن المعدات وآلات الطباعة المستخدمة

كانت باهظة التكاليف، وبعدها بعقد من الزمان استطاع الطلاب في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا تثبيت مصطلح الطباعة المجسمة ثلاثية الأبعاد بعد قدرتهم على إنتاج كائنات ثلاثية الأبعاد عبر استخدام مواد غير تقليدية للطباعة باستخدام الطابعات Inkjet والتي كانت تعتمد في أساس صناعتها على تقنية نفث الحبر السائل (Johnson, L., et al 2015, 40)

كما اعتمدت الطابعات ثلاثية الأبعاد المبكرة على أنشطة وأفكارًا بسيطة تمثلت في إنشاء طبقة واحدة من المادة ببطء على أخرى حتى يتم إنتاج الكائن المطلوب وابتكرت أول طابعة ثلاثية الأبعاد من هذا النمط، والمعروفة باسم stereolithography في عام ١٩٨٤م واستخدمت ضوء الأشعة فوق البنفسجية لتنشيط وتصلب مادة الراتينج في الطبقات وبالآتي بناء نموذج أولي (Williams, Linda D, 2015, 35).

بينما شهد عام ٢٠٠٧م نقطة التحول لتكنولوجيا الطباعة المجسمة حين ظهرت النماذج الأولي للطابعات التي تعمل باستخدام عملية الترسيب فيما شهد عام ٢٠٠٩م عرض أول طابعة ثلاثية الأبعاد متاحة تجاريًا في شكل طقم متكامل تعتمد علي مفهوم يُطلق عليه RepRap ثم جاء عام ٢٠١٢م لتظهر طابعات ثلاثية الأبعاد بتقنية جديدة هي DLP ثم تلتها الطابعات ثلاثية الأبعاد باستخدام الطباعة الحجرية المجسمة (Williams, Linda D., 2015, 65).

بينما يتمحور مفهوم الطباعة المجسمة في الوقت الحالي حول إنتاج كائن مادي مجسم ملموس حيث تستخدم برامج التصميم الكمبيوترية مثل برنامج Tinkercad أو برنامج Autodesk لإعداد ملفًا رقميًا لتصميم نموذج مجسم ثم طبعه باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد عن طريق وضع طبقات متتالية من مادة ما فوق بعضها البعض حتى اكتمال الكائن المراد إنتاجه بينما كانت الفكرة الأساسية في بداية تقنية الطباعة المجسمة تعتمد على صب مادة سائلة في قالب لتشكيل النموذج أو الكائن المراد إنتاجه.

إلا أن من أهم المميزات التي وفرتها تقنية الطباعة المجسمة في الوقت الراهن قدرة غير المحترفين من الهواة على تصميم وإنتاج أفكار إبداعية وطباعتها من خلال الطابعات ثلاثية الأبعاد ذات الألوان المتعددة كما استطاعت التغلب على مشكلة استخدام مادة واحدة في الطابعات ووفرت طابعات ذات توجيه لرؤوس متعددة للطباعة بمواد مختلفة في نفس الوقت (Alex Beaudoin, Robert Boulanger, Jessica DiPersio, 2016, 9).

يُشير (Yu-Hung Chien, 2017, 2943) إلى أن أسعار الطابعات ثلاثية الأبعاد آخذة في الانخفاض تدريجيًا بسبب انتهاء صلاحية براءة الاختراع كما أنها لا تتطلب تصميمًا محددًا لإنتاجه

ويمكن إنتاج التصاميم بسرعة وسهوله مما يجعلها أداة مثالية لتحقيق الأفكار الإبداعية للطلاب ويحفزهم على استخدامها وتطوير مهاراتهم فيها.

٣. ماهية الطباعة المجسمة

انتشر وبقوة في الآونة الأخيرة مصطلح الطباعة المجسمة حتى أن البعض مازال يُعده من الأحلام رغم وجوده في أرض الواقع وقد تكون التكلفة الكبيرة للحصول علي منتجات ثلاثية الأبعاد هي أكبر العوائق أمام انتشار هذه التقنية ورواجها على نطاق واسع.

ابتكر (Emanuel sachs) تقنية الطباعة المجسمة بمفهومها الحديث عام ١٩٩٣م وتستخدم هذه التقنية بشكل كبير في مجال الطب والصيدلة والهندسة وفي مجالات أخري وهذه التقنية لم يسبق لها مثيل في المرونة حيث يمكن من خلالها إنتاج أي جزء أو شكل هندسي وبعدة خامات مثل المعادن، البوليمرات، وعديد من المركبات الأخرى (حسان رشيد عبد العزيز، ٢٠٠٦، ٩٠).

تُعد الطباعة المجسمة إحدى أشكال تكنولوجيا التصنيع إضافة فهي تقوم ببناء النموذج أو المنتج على هيئة طبقات Layers متتالية مضافة فوق بعضها البعض عن طريق محاكاة نموذج مجسم تم تصميمه على جهاز الكمبيوتر عبر برامج متخصصة في تصميم وإنتاج النماذج المجسمة أو عبر مواقع توفر نماذج مجسمة جاهزة وقابلة للتعديل ثم إنتاجه (تصنيعه) عن طريق رص طبقات الخامة فوق بعضها البعض حتى يكتمل الشكل المطلوب (مروة السيد أبو الإسعاد، ٢٠١٨، ١٥٨) حيث يتم بناء كل طبقة بنفث مسحوق المادة الخام من الطابعة فوق سطح طبقة أخرى كأساس للشكل ثم وضع طبقات رقيقة متتالية من المادة الخام بتقنية مشابهة لتلك المستخدمة في تقنية النفث بالحبر (Inkjet Printing) وتستخدم في التقنية مواد رابطة Binders لربط حبيبات المادة وتشكيل المنتج ويقوم مكبس بضغط حبيبات المسحوق الأساسية لتثبيتها ثم يرفع ويضغط الطبقة التالية التي سوف يتم نفثها ثم ربط حبيباتها بمواد رابطة ويتم تكرار هذه لعملية عدة مرات حتى اكتمال الشكل المطلوب والذي يماثل المجسم الذي تم تصميمه بواسطة برامج التصميم (جيهان محمد الجمل، ٢٠١٦، ٢٧٩).

كما يمكن تشكيل أي ماد خام توجد في صورة مسحوق عن طريق نفثها برؤوس الطابعة وتحديد أماكن سقوط القطرات ثم المعالجة الحرارية والتي يتم فيها إزالة المسحوق الزائد ثم تبدأ عملية الحريق أو في درجة حرارة تتجاوز ١٠٠٠ درجة مئوية حيث تحدث عملية التلبيد لتكسب المنتج الصلابة والمتانة المطلوبة لاستخدامه (Abbas Azari, Sakineh Nikzad, 2009, 216).

يستخلص الباحثان مما سبق أن الطباعة المجسمة هي عملية تصميم نموذج مجسم

باستخدام برنامج Tinkercad وبرنامج Scli3r وتصنيعه علي شكل نموذج مادي ملموس باستخدام مواد خام تُصهر وترص علي هيئة طبقات فوق بعضها البعض.

٤. المواد المستخدمة في الطباعة المجسمة:

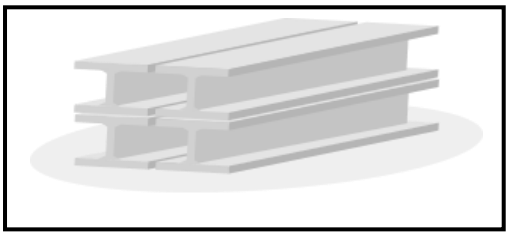
يرتبط استخدام الطابعات بصفة دائمة بالأحبار التي يتم الطباعة بها على الأوراق منها الأسود ومنها الملون، إلا أن الطابعات ثلاثية الأبعاد تستخدم مواد أخري للطباعة مثل (الراتينج، المواد المسحوقة، الخيوط، الحبيبات ... الخ) وقد حدد كلًا من (Medhavi Kamran, Abhishek 3D printing basics free beginners guide, 2016؛Saxena, 2016, 63-69؛ علي عبد الحكيم البلاوالي، ٢٠١٥، ٣٤-٣٧) أهم المواد التي تستخدمها الطابعات ثلاثية الأبعاد في عملية الطباعة للحصول علي منتج ثلاثي الأبعاد فيما يلي:

- **مواد خيوط الأسلاك البلاستيكية Wire filament materials:** يُعد النايلون من أكثر المواد استخدامًا في عملية الطباعة المجسمة وهو يستخدم في شكل مسحوق أو خيوط، كما تستخدم الطابعات ثلاثية الأبعاد خيوط مصنوعة من اللدائن (البلاستيك الحراري) القابل للتشكيل ويوجد منها عدة أنواع مثل (الخيوط المصنوعة من مادة Acrylonitrile Butadiene Styrene أو الخيوط المصنعة من مادة Polylactic Acid أو الخيوط المصنعة من مادة Nylon Polyamide).

شكل (١٣): مواد الخيوط والأسلاك البلاستيكية

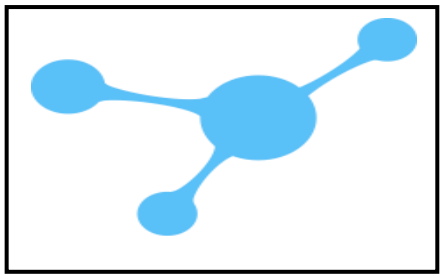
- **المعادن:** تستخدم الطابعات ثلاثية الأبعاد عدة معادن كمواد طباعيه منها مشتقات الألمونيوم والكوبالت ومادة التيتانيوم التي تستخدم على هيئة مسحوق كما يُعد الفولاذ على هيئة مسحوق من أكثر المعادن استخدامًا لما يتميز به من صلابة بينما تمت إضافة الذهب والفضة في العامين الماضيين إلى مجموعة من المواد المعدنية التي يمكن طبعها

مباشرة بالطابعات ثلاثية الأبعاد.



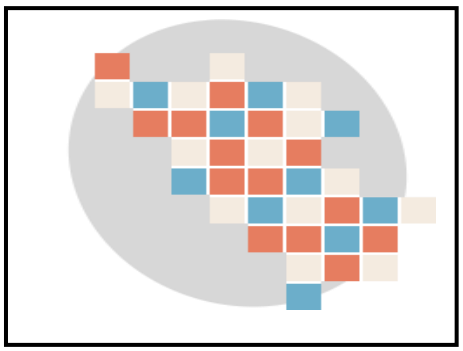
شكل (١٤): مواد المعادن

- **المواد الحيوية:** هناك قدر هائل من الأبحاث التي تجري في إمكانية استخدام المواد الحيوية لإنتاج أنسجة وأعضاء بديلة باستخدام الطباعة المجسمة لخدمة التطبيقات الطبية ويجري التحقيق في إمكانية إنتاج الأنسجة الحية في عدد من المؤسسات العلمية الرائدة بهدف تطوير التطبيقات التي تشمل طباعة الأعضاء البشرية لاستخدامها في عملية الزرع وكذلك الأنسجة الخارجية لأجزاء الجسم البديلة.



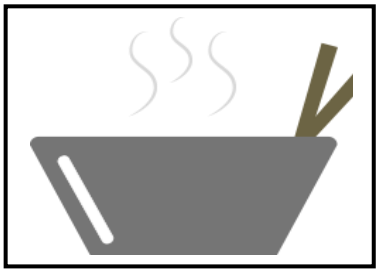
شكل (١٥): المواد الحيوية

- **السيراميك:** يُعد السيراميك من المواد الجديدة نسبيًا التي يمكن استخدامها للطباعة المجسمة بمستويات مختلفة من النجاح.



شكل (١٦): مواد السيراميك

- **الطعام:** استخدمت كلًا من الشكولاته والسكر والمكرونة لإنتاج وجبات كاملة متوازنة باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد.



شكل (١٧): المواد الغذائية

- **الورق:** يعد الورق من الخامات التي تتميز بسهولة الحصول عليها وتكلفتها المتوسطة تستخدمها طريقة الطباعة SDL كما يمكن شرائها محليا وهي خامة أمنة وصديقة للبيئة ويمكن تدويرها بسهولة ولا تحتاج إلى عمليات إضافية.

٥. خطوات الحصول على مُنتج مجسم:

يُشير (محمد المُغير، ٢٠١٧، ١١-١٥) إلى أنه للحصول علي مُنتج بتقنية الطباعة المجسمة يتطلب المرور بالخطوات الآتية:

أ. **تحديد الفكرة:** دائما ما تُعد الفكرة بمثابة اللبنة الأولى التي يتم البناء عليها فقد تكون عبارة عن تطوير لمنتج موجود فعليًا أو فكرة مبتكرة لمنتج جديد ويُعد موقع Tinkercad من أهم المواقع التي تُقدم أفكار وتصاميم مجانية لمنتجات يُمكن صناعتها بالطابعة ثلاثية الأبعاد، لذلك تم استخدامه في البحث الحالي.

ب. **تصميم المُنتج المجسم:** يتم تحويل الفكرة إلى تصميم مجسم باستخدام برامج مخصصة لذلك مثل برنامج (Blender or Solidworks or 3D Max) أما المبتدئين فيمكنهم استخدام برنامج (Tinkercad) وهو تطبيق ويب يمكنك من إنتاج تصميمات وتعديلها ثم يتم حفظ التصميم بصيغة STL وهي الصيغة المتعارف عليها في مجال الطباعة المجسمة.

ج. **تعديل وتصحيح الملف الناتج من برامج التصميم:** يُعد تصحيح الملف الي يحتوي على التصميم المراد إنتاجه من الخطوات المهمة لتجنب الخطأ أثناء الطباعة وتجهيز التصميم للخطوة الآتية وهي الجي كود (G-Code) بشكل سليم أحد أشهر هذه البرامج المجانية والفعالة هو برنامج Scli3r والمستخدم في البحث الحالي.

د. **تحويل التصميم إلي أوامر تفهمها الطابعة (الجي كود):** في هذه الخطوة يتم تحويل التصميم

المجسم إلى أوامر تستطيع الطابعة فهمها باستخدام البرامج المخصصة لذلك ومنها (برنامج Scli3r) وقد ذُكر فيما سبق أن الطباعة الثلاثية هي عملية تصنيع إضافة أي بناء طبقة فوق أخري والجي كود هو الملف الذي يشتمل علي جميع الأوامر اللازمة للطابعة لبناء هذه الطبقات ومن أشهر هذه الأوامر:

- شكل وحجم سطح الطباعة وقطر المادة الخام ودرجة انصهارها.
- عدد الطبقات اللازمة لبناء المنتج والوقت المستغرق في الطباعة وسمك الطبقة الواحدة.
- نسبة وشكل الحشو الداخلي الذي يتحكم في كثافة المنتج والمادة الداعمة للبناء وكثافتها.
- سرعة المحركات أثناء الطباعة والانتقال من نقطة لأخرى والكثير من الأوامر الأخرى التي تتحكم في عملية الطباعة بالكامل.

هـ. **تجهيز الطابعة:** حيث يتم تثبيت سطح الطابعة وتسخينه قبل إدخال المادة الخام إليه والتأكد من عمل المحركات وانسياب الخيوط من بكرة الخام وتجريب نفث القليل من المادة الخام ثم توصيل الطابعة بالكمبيوتر أو تحميل الجي كود مباشرة على الذاكرة الخاصة بالطابعة ثلاثية الأبعاد.

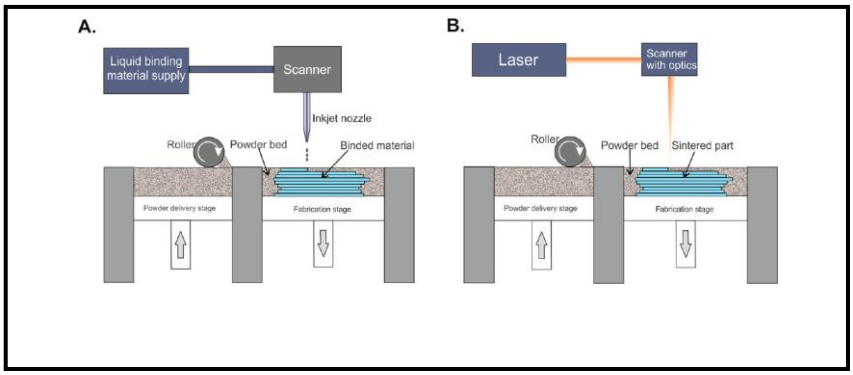
و. **تنفيذ عملية الطباعة:** يتم استخدام أحد البرامج للبدء في تشغيل الطابعة مثل (برنامج Scli3r) حيث تبدأ الطابعة برسم إطار حول المنطقة التي ستعمل عليها للتأكد من انسياب الخام بسلاسة ثم تبدأ في بناء الطبقة الأولى بسرعة أقل ودرجة حرارة أعلي لتثبيتها جيدًا في سطح الطباعة ثم تقوم ببناء الطبقات الأخرى إلى إن تنتهي من طباعة المُنتج بالكامل.

ز. **تشطيب المُنتج وتجهيزه للعرض:** يتم في هذه الخطوة إزالة الزوائد من المُنتج إن وجدت وصنفرته لتنعيمه ثم تلوينه وتلميعه.

شكل (١٨): نموذج لمنتج تعليمي مجسم تمت طباعته

تســـتخدم الطابعات ثلاثية الابعاد تقنيات مختلفة في عملية الطباعة وفقًا لنوع الطابعة والخامات والتقنية المســتخدمة في عملية الطباعة فبعضــها يســتخدم البلاســتيك والبعض الأخر يستخدم السيراميك وبعضـها يعتمد على تقنية صـهر المادة الخام وتلبيدها والبعض الأخر يعتمد على فكرة نفث المادة الخام وتراكمها. حيث يشـــير كلًا من (V.E. Beal, C.H. Ahrens, P.A.Wendhausen, 2004, 40-41؛ Bethany C. Gross and others, 2014, 3240-3253؛ Seyed Farid Shirazi and Others, 2015, 2؛ طارق صـبحي أبو سـعد، ٢٠١٥، ٢٥٢-٢٥٤؛ محمد شلتوت، ٢٠١٦) إلى أن الطابعات المجسمة تعتمد على التقنيات الآتية في عملية الطباعة.

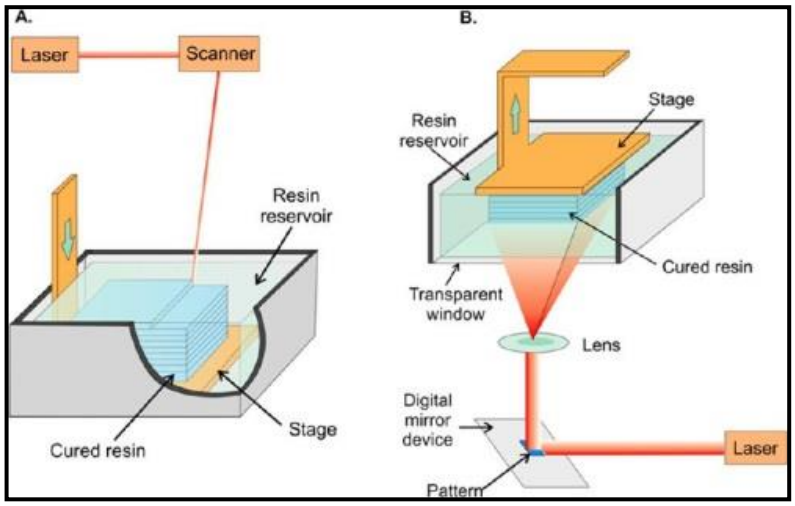
أ. **تقنية التلبيد الانتقائي بالليزر (SLS: Selective Laser Sintering):** تعمل هذه التقنية على استخدام شعاع ليزر شديد القوة يتم تسليطه علي جزيئات المادة الخام سواء كانت بلاستيك أو معدن أو خزف لدمج هذه الجزيئات في شكل مجسم صلب فيما يُعرف بتقنية (تلبيد الليزر المعدني المباشر) حيث تقوم الطابعة بقراءة النموذج المصمم على الكمبيوتر ثم توجه شعاع الليزر لرسم طبقة من هذا التصميم بتسليطه على المادة الخام التي في شكل مسحوق ثم تهبط المنصة التي تحمل هذا المسحوق إلى أسفل بمقدار طبقة ليتم إضافة جزء آخر من المادة الخام وتسليط شعاع الليزر عليه وهكذا حتى يتم تصنيع كافة طبقات النموذج أما المسحوق الذي لا يصبه شعاع الليزر فيظل كما هو ويستخدم كجسم داعم للهيكل النهائي وهي من مميزات تقنيتي SLA, SLS.



شكل (١٩): تقنية الليزر في الطباعة المجسمة

ب. **تقنية ســـتيريوليثوجرافي (SLA Stereolithography):** شـــكل من أشـــكال الطباعة المجسمة تُعرف أيضًا بالطباعة الحجرية أو التصنيع الضوئي أو طباعة الراتينج حيث تستخدم تقنية SLA الضوء لتحويل الراتينج السائل إلى كائن صلب حيث يتم ملئ خزان براتنجات بوليمر في صـورتها السـائلة ثم يتم خفض منصـة البناء في الخزان وتسـليط

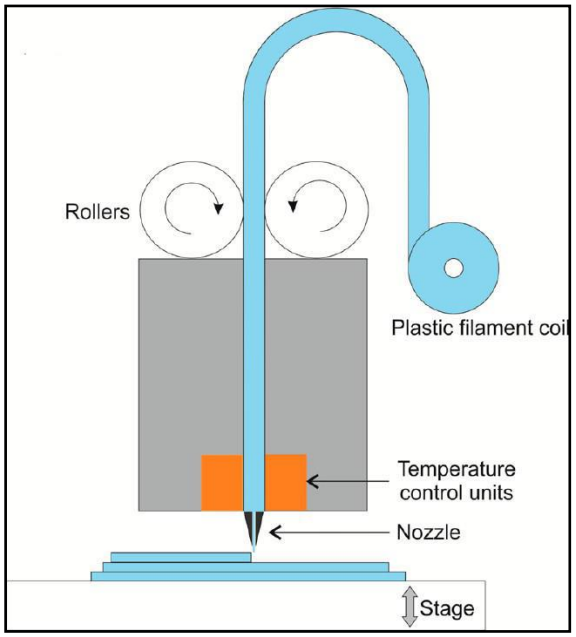
شعاع ليزر فوق بنفسجي على طبقة من سائل الراتينج لينشط عملية البلمرة ويتحول السائل إلى صلب ويكون طبقة واحدة من الجسم تتكرر هذه العملية ويتم رفع وخفض المنصة وسكب كمية أخري من الراتينج السائل وتسليط الأشعة عليه حتى يتصلب حتى يكتمل الشكل النهائي للنموذج من التحام كل الطبقات السابق إنتاجها ثم يتم غمر النموذج في حمام كيميائي ليتم تنظيفها من الراتينج الزائد كما يتم إنشاء الدعامات تلقائيًا أثناء إعداد نماذج التصميم المجسمة بمساعدة الكمبيوتر للاستخدام على جهاز الطباعة الحجرية على الرغم من إمكانية معالجتها يدويًا.



شكل (٢٠): تقنية ستيريوليثوجرافي في الطباعة المجسمة

ج. تقنية الثرموبلاستيك أو البناء بالترسيب المنصهر (FDM: Fused Deposition Modeling): تُعد هذه التقنية الأكثر انتشارًا، وتعتمد علي صهر المادة الخام مثل البلاستيك ثم نفثه على هيئة طبقات متتالية حيث يتم استخدام المادة الخام في صورة خيط بلاستيكي أو معدني ملفوف على بكرة ليعبر من فوهة البثق التي يتم تسخينها بشدة وعن طريق التحكم بواسطة حزمة برامج التصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM) الموجودة على أجهزة الكمبيوتر في توجيه المحركات في كلا الاتجاهين الأفقي والرأسي لتقوم الفوهة بنفث المادة الخام على هيئة حبات صغيرة والتي تتصلب فور نفثها وتشكيل النموذج تستخدم طريقة (FDM) في إنتاج النماذج الأولية والتصنيع السريع حيث أن التصنيع السريع يُعد بديلًا رخيص التكلفة نسبيًا وبعد الانتهاء من أعداد النموذج تُستخدم مادة مختلفة تسمى (المياه القابلة للذوبان) لإزالة الدعامات من المنتج النهائي ويمكن

استخدام هذه التقنية في إنتاج الأطراف الصناعية والأدوات التعليمية، وهذه التقنية المستخدمة في عملية الطباعة المجسمة لإنتاج مجسمات تعليمي في البحث الحالي



شكل (٢١): تقنية الثرموبلاستيك في الطباعة المجسمة

٧. الطباعة المجسمة في التعليم:

تُعد الطباعة المجسمة تقنية صناعية راسخة تُستخدم في تصنيع النماذج الأولية والمنتجات والمكونات لديها تطبيقات في عديد من مجالات الحياة اليومية لذا يجب تجهيز الطلاب لفهم تطبيقات وإمكانات هذا النوع الجديد من التكنولوجيا لأن ذلك سيكون مهمًا للمساعدة في إعدادهم لعالم تكون فيه التقنيات المشابهة شائعة بشكل متزايد.

حيث يشير (Kainat Waseem, et al. 2017, 24) إلى أن تكنولوجيا الطباعة المجسمة ستُحدث تغيرًا جذريًا في قطاع التعليم لما توفره من فرصة رائعة للمبتكرين والمخترعين من نقل تصاميمهم المقترحة إلى الواقع في صورة منتجات ملموسة كما تتيح لهم فرص عمل بأجر أعلى عند تخرجهم والتحاقهم بسوق العمل وأن هذه التكنولوجيا ستحقق تأثيرًا كبيرًا في عدة مجالات على مستوى المدارس والجامعات إلا أن هذا التأثير قد يكون بطيئا لقلة المعرفة بهذه التقنية لدى المعلمين. وانتشرت الطابعات ثلاثية الأبعاد في السنوات القليلة الماضية بشكل ملحوظ وذلك لانخفاض ثمنها وتكاليف الطباعة المجسمة عن الفترات الأولى لظهورها والتي اقتصر استخدامها فيها على الأنشطة الصناعية فقط وجاء هذا الانخفاض في ثمنها وتكاليف الطباعة ليحفز

المسئولين عن المجال التعليمي كغيره من المجالات إلى السعي نحو إدخال هذه التقنية الحديثة في مجال التعليم والاستفادة من مميزاتها.

أ. **الطباعة المجسمة في المدارس:** تم استخدام تقنية الطباعة المجسمة في المدارس لشرح بنية الذرة ومكوناتها في مادة العلوم كما استخدمت في تدريس موضوع تردد الصوت في الفيزياء وزادت قدرات الطلاب في الرياضيات بعد استخدام النماذج المجسمة في تدريس مقرر الهندسة كما نمي الطلاب قدراتهم الإبداعية عبر تصميمات هندسية وفنية جديدة وفي مجال التاريخ أمكن إنتاج نماذج تماثل القطع الثرية الثمينة التي يصعب توفيرها في الصف الدراسي كما تتيح للطلاب إمكانية التجريب والمحاولة والخطأ والوصول من محاولات الفشل إلى النجاح (William Easley and others, 2017, 11).

كما أتاحت تقنية الطباعة المجسمة إمكانية تطبيق إستراتيجية التعلم القائم على المشروعات وهو ما يزيد من التفاعل بين الطلاب وينمي فيهم روح المشاركة والتعاون ويعمل على زيادة إقبالهم على العملية التعليمية ويُبعدها عن الرتابة والملل الذي يصيب المواقف التعليمية التقليدية.

ب. **الطباعة المجسمة في الجامعات:** يري (Simon Ford, Tim Minshall, 2017, 4-6) أن تقنية الطباعة المجسمة تستخدم في الجامعات بشكل أكبر فبعض الجامعات مثل جامعة فيلادلفيا ومعهد مهندسي الكهرباء في بريستون وجامعة الأردن يدمجون تقنية الطباعة المجسمة ضمن المناهج الدراسية وينتج الطلاب مشاريعهم بها وتُعد ضمن مقررات مرحلة ماجستير الدراسات العليا بكلية الهندسة في جامعة بلجراد كما أثبتت تقنية الطباعة المجسمة فاعلية كبيرة في تدريس علم تصميم وإنتاج الروبوتات (Reboots).

كما أبدى طلاب قسم الميكانيكا بكلية الهندسة بجامعة نيويورك تجاوبًا وتحسنًا كبيرًا تجاه البيئة التعليمية والمقررات التي تستخدم تقنية الطباعة المجسمة لتصميم وإنتاج مشاريعهم الهندسية وعند تطبيقها على طلاب قسم علوم وتكنولوجيا المعلومات بجامعة شمال جورجيا أظهروا تحسنًا ملحوظًا في قدراتهم علي تصميم النماذج على الكمبيوتر أو مسحها عبر استخدام الماسح الضوئي وتعديلها ثم طبعها عبر الطابعات المجسمة ثم تقييم النموذج المنتج وإعادة التصميم وتصويبه إذا كان يحتاج لذلك (Pit Ho Patrio Chiu and others, 2015, 4).

كما أنها تستخدم على نطاق واسع في مختبرات كليات الطب وذلك لإنتاج نماذج

تماثل أجزاء الجسم والأنسجة البشرية لتوفر للطلاب نماذج يمكن التدريب عليها وتعرف مكوناتها في أشكال مجسمة تقترب من الواقع. ذلك ما دعاء الباحثين إلي محاولة المساهمة في التأكد من فاعلية هذه التقنية بتجريبها على طلاب مرحلة البكالوريوس بقسم تكنولوجيا التعليم والتأكد من قدرتها على تنمية مهارتهم في مجال الطباعة المجسمة وتجهيزهم بمتطلب ومهارات جديدة يحتاجها سوق العمل.

٨. مجالات استخدام تقنية الطباعة المجسمة في التعليم:

لم يعد استخدام تقنيات الطباعة المجسمة في المجال التربوي يقتصر على المساهمة في مجال تدريس العلوم الهندسية والرياضيات فقط بل امتدت إلى عدة مجالات تعليمية، منها:

أ. **مجالات العلوم والطب والكيمياء والبيولوجيا:** يُعد مجال التعليم الطبي من أكثر المجالات استفادة من تقنية الطباعة المجسمة لما توفره من نماذج منخفضة التكلفة يستطيع الطلاب التدريب وإجراء تجارب التشريح عليها كما إنها توفر حلًا لمشكلة نقص الأجسام البشرية والمشاكل القانونية المتعلقة بتشريح الجثث كما أنها توفر نماذج تشبه العظام مركبة مع بعضها البعض بحركة ميكانيكية توفر شرحًا ملموسًا لكيفية تحرك العظام والمفاصل كما تُعد قدرة الطابعات ثلاثية الأبعاد على إنتاج أجزاء تعويضيه من أكبر مميزات استخدامها في الطب (Vaccarezza, M. & Papa, V, 2014, 64-65).

كما يُشير (Patricia McGahern, Roanoke College, Dorothybelle Poli 2015, 376-377,) إلي استخدام تقنية الطباعة المجسمة كأداة تعليمية في علم الأحياء لتمثيل خلايا الدم، أما في مجال البيولوجيا فأن استخدام الصور المسطحة في عملية شرح المقطع العرضي للخلية ومكوناتها يؤدي إلn انصراف الطلاب عن الشرح وعدم استيعابهم بينما يؤدي تدريس هذا الموضوع باستخدام نماذج ملموسة مُنتجه بتقنية الطباعة المجسمة إلى زيادة قدرة الطلاب علي الفهم والاستيعاب كما تستخدم في مجال الكيمياء لشرح نموذج بور للذرة.

ب. **مجال التاريخ والعلوم الإنسانية والجغرافيا:** عديد من القطع المعروضة في المتاحف العامة نتاج أعمال المسح الضوئي للنسخ الأصلية ثم طباعتها بتقنية الطباعة المجسمة كما يمكن للمدارس أن تقوم بإنشاء متاحف مدرسية تشتمل علي نماذج تشبه تلك القطع الأثرية التي تُدرس للطلاب مما يوفر مادة مادية ملموسة تعمل علي زيادة مشاركة الطلاب وتشجعهم على المشاركة والمناقشة كما يمكن للطلاب دراسة الأشياء الثمينة عن

قرب واكتشـــاف تفاصـــيل غير ممكنة من خلال الصـــور الفوتوغرافية أو الكتب وحدها وتســتطيع المدارس عبر تصــميم خرائط مجســمة أو خرائط تفاعلية ثم طباعتها ومن ثم التغلب علي مشكلة عدم إدراك الطلاب للخرائط المسطحة.

ج. **مجال التكنولوجيا والهندســـة والتصـــميم:** يري (Horvath, J, 2014, 12) أن الطباعة المجسمة يجب أن تخدم أغراض متنوعة في الفصل الدراسي من التصميم والهندسة والفن إلى التاريخ والبيولوجيا والرياضيات كما يُشير إلى مشكلة ظهرت في مدرسة وندوارد في لوس أنجلوس حيث تم استدعاء الطلاب لتصميم وإنتاج أغطية صرف لا تفسدها معدات الحديقة وبالآتي حل مشـكلة عملية للمدرسـة كان الجزء المثير للاهتمام هو ابتكار أفكار جديدة من قبل الطلاب وقيامهم بتطوير تصـــميم الأغطية عبر برامج تصـــميم النماذج المجســـمة ثم إنتاجها بواســـطة الطابعات كما بدأ الطلاب الذين أتقنوا مهارات الطباعة المجسمة في تحفيز زملائهم علي الابتكار.

أما في مجال الهندسة فيؤكد (Corum, K., Garofalo, J, 2015, 52) أن الطلاب غالبًا ما يواجهوا صـــعوبة في فهم المفاهيم العلمية المجردة وهو ما يعوق أداءهم في التعليم على ســـبيل المثال من الصـــعب ملاحظة المفاهيم المجردة مثل القوة والحركة مباشـرة بينما يمكن مسـاعدة الطلاب بواسـطة الطباعة المجسـمة على تعلم هذه المفاهيم باسـتخدام التصـورات والنمذجة الرقمية وإنتاج نماذج مرئية وملموسـة تُتيح للطلاب إدراك المفاهيم التجريدية.

٩. ميزات استخدام تقنية الطباعة المجسمة في التعليم:

يُعد اســتخدام تكنولوجيا الطباعة المجســمة من التقنيات الحديثة في مجال التدريس فهي توفر عديد المميزات عند اســـتخدامها في التدريس إذ تعمل علي توفير نماذج (Models) شـــبه حقيقية تعمل على تجسيد المعلومات وجعلها محسوسة وتُسهل من فهم المتعلمين لما يُقدم لهم من معلومات، وتوفر لهم إمكانية تطبيق مبدأ المحاكاة ونقل أفكارهم ومشـــاريعهم إلى الواقع عبر نماذج مجسمة وهو ما يزيد من مشاركة وفاعلية الطلاب في الموقف التعليمي ويعمل على تنمية الإبداع لديهم وتحسين نظرتهم إلى المواد الدراسية العلمية التي كانت تتسم بالتعقيد (Joanna. et al, 2014, 100).

كما أن الاتجاهات الحديثة في تطوير التعليم وتطوير المناهج الدراسـية تسـعى إلى دمج هذه التقنيات في سـياقات المناهج بصـفة عامة والعلمية بصـفة خاصـة وخاصـة مناهج العلوم

والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والتي يُشار إليها اختصارًا بالمصطلح (STEM) ومن أبرز ميزات استخدام تقنية الطباعة المجسمة كما أشار إليها (James Reid, 2018) ما يلي:

أ. **تحسين مشاركة الطلاب:** يُشكل الحفاظ على تواصل الطلاب مع المعلم داخل الموقف التعليمي تحديًا كبيرًا خاصة عندما يكون الموضوع صعبًا ويتطلب اهتمامًا مباشرا من الطلاب بينما تتيح تقنية الطباعة المجسمة للمعلم تصميم بيئة تعلم تمتاز بالتعلم التفاعلي وتعزيز المشاركة لما تتيحه له من إمكانية تجسيد للمعلومات النظرية المبهمة والمعقدة وتوضيح للمفاهيم الصعبة.

ب. **توفير الوقت والجهد والمال:** قيام المعلم باستخدام تقنية الطباعة المجسمة وإنتاجه لنماذج ملموسة يعمل علي تقليل الوقت الذي يستغرقه لشرح المفاهيم المعقدة ويقلل من المجهود الذي يبذله أثناء الموقف التعليمي كما أن النماذج المُنتجة غالبًا ما تتمتع بقدر كبير من الصلابة والمتانة ويمكن استخدامها لفترات طويلة وهو ما يقلل من التكاليف.

ج. **تعزيز التعلم النشط:** إن قدرة الطالب على التفاعل مع كل مراحل الموقف التعليمي يساعده على فهم وإدراك المحتوى الدراسي المقدم له وهو ما يمكن تحقيقه عبر توفير مواد التعلم المادية فمثلا عندما يُقدم محتوي تعليمي للطلاب عن الحفريات والمصنوعات اليدوية لا يمكنهم لمس العناصر أو الاحتفاظ بها بينما تتيح الطباعة المجسمة للطلاب إمكانية لمس ودراسة النماذج المنتجة بواسطتها والتي تتشابه في تعقيدها مع نظيرتها في العالم الحقيقي.

د. **اكتشاف المبدعين:** توفير تقنية الطباعة المجسمة بالمدارس يعمل على اكتشاف الطلاب المبدعين ويوفر لهم فرص لإظهار ابتكاراتهم وأفكارهم **الإبداعية** عبر التصاميم والاختراعات الجديدة التي يمكنهم إنتاجها ويكسبهم مهارات حديثة يستطيعون بها المنافسة في سوق العمل عند تخرجهم.

هـ. **نشر ثقافة المواطن الرقمي:** حيث أنها تعمل علي تربية أجيال قادرون علي التفاعل مع الأجهزة الرقمية وقادر علي التعلم من خلالها وقادرة علي التفاعل مع المقررات التعليمية الإلكترونية التي أصبحت منتشرة في كثير من المدارس والجامعات حاليا.

باستقراء ما سبق يستخلص الباحثان أن تقنية الطباعة المجسمة تُعد أداة تعليمية مفيدة في مختلف المجالات التعليمية على الرغم من وجود مخاوف متعلقة بالتكلفة أو الوقت إلا أن المعلمين والطلاب المدربون على استخدامها بشكل جيد قادرون على التغلب على هذه المخاوف

والاستفادة من الخبرات التعليمية الملموسة والنتائج الفورية لإبداعاتهم والتي توفرها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

المحور الرابع . الثقافة البصرية Visual Culture:

عرفها العالم (John Debes, 1969) وهو أحد أهم الشخصيات في تاريخ الجمعية الدولية للثقافة البصرية (IVLA: International Visual Literacy Associations) بأنها مجموعة من القدرات البصرية التي يمتلكها الإنسان بواسطة الرؤية، مع دمج وتكامل بعض الخبرات الحسية الأخرى، حيث تمكن المتعلم (المثقف بصريًا) من أن يفهم ويفسر الأحداث بصريًا والرموز البصرية من خلال تنمية هذه القدرات، كما يمكن التواصل بكفاءة من خلال التوظيف المبدع لها، وقد استخدم في بادئ الأمر مصطلح Visual Literacy ومعناها بالعربية (محو الأمية البصرية) وهذا معنى ضمني وجزء من الثقافة البصرية التي هي أعم وأشمل، حيث إن التركيز على الصورة البصرية وكل ما هو مرئي وفهمه وقراءته واستيعابه بشكل أساسي يعد النقطة المحورية في دراسات الثقافة البصرية جنبًا إلى جنب مع مناحي الثقافة البصرية الأخرى (محمد الحسن، ٢٠١٥، ١٣).

بينما قدم (فرانسيس دواير، ديفيد مايك مور، ٢٠١٥، ٢٣) تعريفًا جديدًا للثقافة البصرية بأنها "القدرة علي فهم (أو قراءة) واستخدام (أو كتابة) الصور والتفكير والتعلم من خلالها وهي أكثر من مجرد قراءة الصور البصرية فالثقافة البصرية تشمل قراءة البصريات واستخدامها وإنتاجها والأهم من ذلك أنها طريقة أو عملية للتفكير، فيما عرفها (النوري عبد السلام الدبب، ٢٠١٧، ٣٢٦) بأنها القدرة على فهم وتحليل ونقد وإنتاج الرسائل البصرية، كما عرفتها جمعية المكتبات الأمريكية (Association of College & Research Libraries, 2011: 1) بأنها مجموعة القدرات التي يستطيع من خلالها المتعلم أن يتعرف بكفاءة ويفسر ويحلل ويقيم ويستخدم ويبتكر وسائل وصور مرئية، نظرا لما توفره المهارات البصرية للمتعلم من قدرة على فهم وتحليل السياق والمكونات الفنية في مجال استخدام وإنتاج الوسائط المرئية.

فيما يُشير (ياسر محمد الصادق، ٢٠١٥، ١٦٣٢) إلى أن الثقافة البصرية عبارة عن مجموعة من المهارات التي يكتسبها الفرد ويمكن تنميتها عن طريق عمليات التعلم والتدريب مما يمكن هذا الفرد من التعلم والتفكير والتواصل بصريًا. وقد تناول عديد من الباحثين تعريف الثقافة البصرية على اختلاف تخصصاتهم مثل (نورا عادل، ٢٠١٦؛ كمال الدين حسين وآخرون،

٢٠١٦؛ منال الكحكي، ٢٠١٦، مروة العدوي، ٢٠١٦؛ ســـهام الجريوي، ٢٠١٤؛ Bamford, 2003) إلا أنهم اتفقوا جميعًا على أنها:

- القدرات المكتســبة المســاعدة أو المعينة للمتعلم على فهم المعلومات المعروضـــة في الرسومات والصور التعليمية.
- تجعل المتعلم قادرًا على إنتاج رسائل بصرية تتسم بالفاعلية.
- تساعد المتعلم على المقارنة والتمييز والربط بين الرسائل البصرية.

بينما اســـتخلص (كمال الدين حســـين وآخرون، ٢٠١٦، ١٥٣) من تعريفات الثقافة البصرية أن الفرد المثقف بصريًا يجب أن يكون قادرًا على:

- الإحساس والتمييز بين الأشكال البصرية كجزء من قوة البصر.
- بناء الأشياء البصرية المتحركة والثابتة في حيز محدود بكفاءة.
- فهم وإنتاج رسائل بصرية جديدة.
- تفسير الرسائل البصرية وابتكار أشكال بصرية لتوصيل المفاهيم والمعلومات.
- استيعاب رسائل الآخرين وتقديرها.
- تحويل الرسائل والصور البصرية إلى لغة لفظية يفهمها الآخرون.

كما تُشير (منال محمد علي، ٢٠١٦، ٤٨٧-٤٨٨) إلى أن أهمية الثقافة البصرية تكمن في:

- إتاحة توازن بين الثقافة اللفظية والبصرية في المحتوى الدراسي.
- تنمية قدرة الفرد على فهم وتفسير المحتوى والرموز البصرية المحيطة به.
- تعزيز مهارات الثقافة اللفظية التحريرية لتمكن الفرد من التحدث والكتابة.
- تساعد المتعلمين على فهم الافتراضات المتضمنة في الوسائل البصرية.

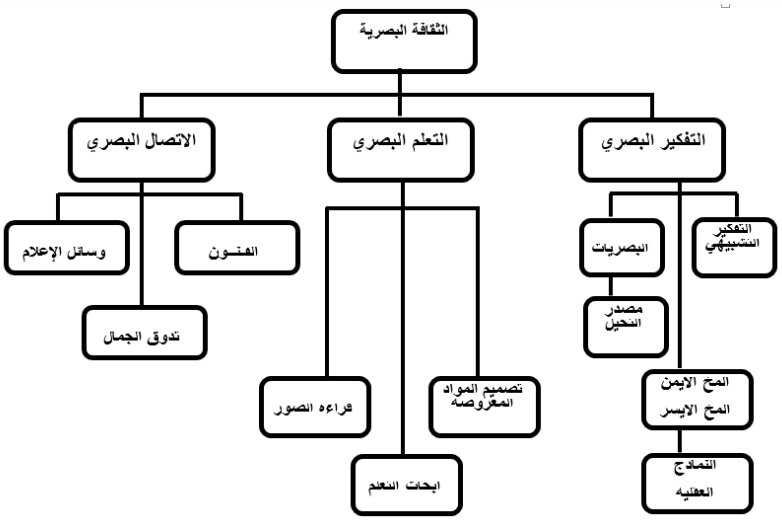
إن مفهوم الثقافة البصــرية يشــتمل بين طياته مدى واســع من المجالات يمتد من مجال الفنون الجميلة والبرامج التلفزيونية والمعلومات البصـــرية المتوفرة بالفنون الأخرى مرورًا بمجالات علمية كالعلوم الطبيعية وفروعها فالمجالات العلمية تهتم أيضا بمفهوم الثقافة (شاكر عبد الحميد، ٢٠٠٥، ٣٨).

١. مجالات الدراسة في الثقافة البصرية:

يشـير (فرانسـيس دواير، ديفيد مايك مور، ٢٠١٥، ٩٣) إلى إشـكالية القدرة على تحديد تعرف اجرائي للثقافة البصـــرية يقود إلى تحديد مجالاتها أو مكوناتها بدقة وذلك لأن المصـــطلح

ذاته يُشـــير إلى المُنتج وليس إلى العملية أو إلى الحالة وليس الحدث، وأقترح بيكر وراندهوا عام ١٩٧٨م أن الثقافة البصـــرية ســـوف تكون إجرائية من ناحية مداخل التعلم والتفكير والاتصـــال البصري.

كما اتفق كل من (ياسـر محمد الصـادق، ٢٠١٥، ١٦٣٢؛ فرانسـيس دواير، ديفيد مايك مور، ٢٠١٥، ٩٣؛ علي عبد المنعم، ٢٠٠٠) على أن للثقافة البصـــرية ثلاث مجالات رئيســـة، هي:



شكل (٢٢): العلاقة بين مجالات الدراسة في الثقافة البصرية

كما تؤكد (انشراح عبد العزيز، ٢٠٠٣، ٢٩) على أهمية الثقافة البصرية كونها تتكون من ثلاث جوانب لبناء ونمو شخصية الفرد وتختلف في درجة تفاعلها مع العمليات السلوكية والعقلية التي يقوم بها الفرد داخليًا وخارجيًا، وتتمثل هذه الجوانب الثلاث في:

أ. **التفكير البصري Visual thinking:** يهتم بعملية تكوين تصور ذهني للأشكال والعناصر البصرية داخل العقل البشري.

ب. **التعلم البصري Visual learning:** يهتم بعملية فهم وتفسير المثيرات والرموز التي يستقبلها الفرد والاستفادة منها في فهم واستيعاب وتكوين المعلومات والتفاعل معها لإحداث تغير في السلوك الداخلي للفرد وتعد أداة لعملية التعلم.

ج. **الاتصال البصري Visual communication:** تهتم بعملية وقدرة الفرد علي التواصل اللغوي وتحويل اللغة البصرية إلي لغة ومحتوي لفظي للتواصل مع الآخرين.

إلا أن هذه الجوانب الثلاث تختلف كما يرى (علي عبد المنعم، ٢٠٠٠، ١٤) في مستوى

ودرجة تفاعلها مع العمليات العقلية والسلوكيات التي تصدر عن الفرد داخليًا وخارجيًا حيث يمكن تصور درجات الاختلاف على هيئة متصل يبدأ عملية الاتصال بجانب التفكير البصري باعتباره عملية داخلية ثم ينتقل إلى التعلم البصري وينتهي بالاتصال البصري باعتباره عملية خارجية وهو ما يظهره الشكل الآتي:

شكل (٢٣): العلاقة بين التفكير والتعلم والاتصال البصري

أ. التفكير البصري:

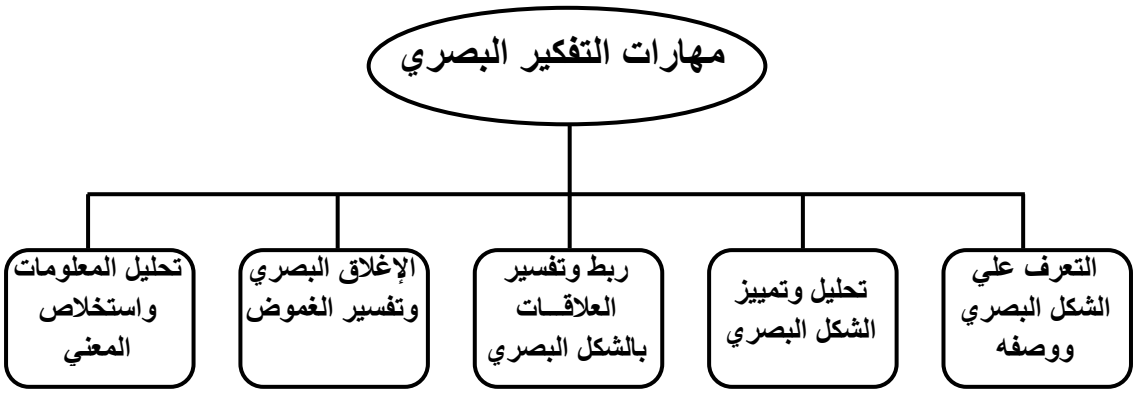
يعرفه (حسن ربحي، ٢٠٠٦، ٢٥) بأنه منظومة العمليات التي تمكن الفرد وتجعله قادرًا على قراءة الشكل البصري وترجمته إلى لغة لفظية. ويؤكد على ذلك كلا من (علي حسين خلف، علي حسين ماجد، ٢٠١٥، ٦٧٧) حيث يُشيران إلى أن التفكير البصري يُعد أحد أنماط التفكير الذي تتفاعل فيه ثلاث طرق من التفكير هي التفكير بالتصميم والتفكير بالرؤية والتفكير بالتصور بناءً عليه فإن التفكير البصري يشكل منظومة تعكس قدرة المتعلم على قراءة الشكل المعروض وتحويل اللغة البصرية إلى لغة لفظية.

مما دفع الكثير من المهتمين بالمجال التربوي إلى الحث على استخدام المدخل البصري في تدريس المقررات الدراسية لكونه من الأساليب المؤثرة في عملية الاستيعاب والفهم وذلك عبر العرض المكثف للأشكال والصور والنماذج داخل المقرر الدراسي مما ييسر من فهم واستيعاب المتعلمين للمعلومات الواردة بهذا المقرر (وليم عبيد، غزو عفانة، ٢٠٠٣).

ب. مهارات التفكير البصري:

تهتم عملية التفكير البصري بقدرة الفرد على إدراك وفهم الأشكال البصرية وتحديد مكوناتها والعلاقات التي تربط بين هذه المكونات ثم قدرته على ترجمة ذلك في صورة تعبيرات واضحة يمكن فهمها واستيعابها لدى الآخرين.

كما تشتمل عملية التفكير البصري لدى الفرد علي عدة مهارات صنفها كلا من (زيد الهويدي، ٢٠٠٤، ١٩٣؛ محمد الطراونة، ٢٠١٤، ٧٩٩) في النقاط الآتية:



شكل (٢٤): مهارات التفكير البصري

١) **مهارة التعرف علي الشكل البصري ووصفه:** قدرة الفرد على تحديد طبيعة وأبعاد الشكل البصري ووصفه.

٢) **مهارة تحليل وتمييز الشكل البصري:** قدرة الفرد على تحديد العلاقة بين مكونات الشكل البصري وخصائصه وتمييزه عن باقي الأشكال.

٣) **مهارة ربط وتفسير العلاقات بالشكل البصري:** قدرة الفرد على الربط بين عناصر الشكل البصري وتحقيق التوازن بينها وايضاح مدلولات الرموز والإشارات الواردة به.

٤) **مهارة الإغلاق البصري وتفسير الغموض:** قدرة الفرد على التعرف على العناصر الناقصة والفجوات في الشكل وتكملتها.

٥) **مهارة تحليل المعلومات واستخلاص المعني:** قدرة الفرد على تحديد التفاصيل الدقيقة للشكل واستخلاص المبادئ والمفاهيم والمعاني الجديدة والهدف الذي تحمله.

ج. أدوات التفكير البصري:

يري (أحمد علي أوزايدة، ٢٠١٣، ٦١) أن كل ما تراه العين ويكون ذو دلاله ومعني لدى الفرد يُعد من أدوات التفكير البصري والتي، منها:

- **الصور:** أضحت الصور من أهم سمات هذا العصر ومن أكثر الأدوات استخدامًا في مجال التعليم.
- **الإشارات والرموز:** تعتبر الإشارات البصرية والرموز الكيميائية والرياضية من ادوات التفكير البصري الهامة في مجال التعليم.
- **الرسوم البيانية والتخطيطية:** تُعد من أهم طرق توصيل المعلومات الكمية والتعبير عنها

بسهولة ويسر وتقديم كم كبير من المعلومات للمتعلم.

- **المجســـمات ثلاثية الأبعاد:** تعتبر المجســـمات ثلاثية الأبعاد من أهم أدوات التفكير البصري التي تنقل المعلومات للفرد ويراها من حوله مجسمة وذو معني.
- **الأشكال الهندسية:** هي عبارة عن تناسق بين مجموعة من الخطوط المستقيمة والمنحنية التي تكون الشكل الهندسي الذي يخضع لعمليات تفكير ذهني لإدراكه وترجمته في العقل البشري.

ثانيًا: التعلم البصري: Visual learning

يعتمد التعلم البصري كليًا علي استخدام الفرد لحاسة الأبصار في إدراك وفهم الأشكال البصرية التي تقدم له المحتوى التعليمي وتكوين العلاقات بين مكونات هذه الأشـكال والفصـل بينها وبين الأشـكال الأخرى المختلفة والربط بينها وبين الأشـكال المتشـابهة وقدرته علي اكتسـاب المهارات والمعلومات من هذه الأشكال وأحداثها لتغير ايجابي في سلوكه الداخلي وهذا التغير في السلوك يُعرف بالتعلم وهو ما يُلقي بمسئولية كبيرة علي عاتق مصـمم الأشـكال التعليمية ووجوب مراعاة المعايير التصميمية والتقنية عند تصميمه وإنتاجه لرسومات أو أشكال معلوماتية.

حيث يصف (علي عبد المنعم، ٢٠٠٠، ١٠) ويصنف العصر الحالي بأنه عصر المرئيات أو البصريات Visuals Age لأن كل شي حولنا محاط بالبصريات التي تقدمها وسائل الإعلام من صحف ومجلات وكتب حيث أصبح الإنسان يومياُ يتعامل مع عديد من البصريات.

كما يري (Walter Leite; Marilla Svinicki; and Yuying Shi, 2009, 2) أن التعلم البصـري يُعد أحد أنماط التدريس أو التعلم التي يتم فيها الربط بين البيانات والمعلومات والمفاهيم بالصـور والتقنيات الحديثة وهو أحد أنماط التعليم الثلاثة التي أشـتمل عليها نموذج فلمنج والذي يشتمل أيضا علي نمطي التعلم السمعي والتعلم الحركي.

مميزات التعلم البصري:

حدد كلا من (ياسر محمد الصادق، ٢٠١٥& ربحي عليان؛ محمد الدبس، ٢٠٠٣& محمد عطية خميس، ٢٠٠٣) مميزات التعلم البصري فيما يلي:

١. تحويل الأفكار المجردة إلي محسوسة يسهل فهمها وحفظها واستدعائها وقت الحاجة.
٢. يساعد في التغلب علي صعوبات التعلم التي تواجه المتعلم.
٣. يجعل التعلم أكثر جاذبية ومتعة لكلًا من المعلم والمتعلم.
٤. يجعل التعلم أبقي أثرًا بشكل أفضل من المعلومات التي تقدم لفظيًا.

٥. يزيد من قدرات المتعلم علي التخيل والإبداع والابتكار.

٦. يزيد من قدرات المتعلم علي التحليل والنقد والاستكشاف.

ثالثًا: الاتصال البصري: Visual communication

تشتمل عملية الاتصال بصفة عامة علي مكونات أساسية وهي المرسل والمستقبل والرسالة وقناة الاتصال وعملية الاتصال البصري تستخدم نفس المكونات إلا إنها تعتمد فقط علي الرسائل البصرية فالاتصال بين المرسل والمستقبل يتم عبر رسالة مرئية وقناة اتصال تعرض لهذا الشكل أو الرمز أو الرسالة والمحتوى التعليمي يتم تقديمه في شكل مرئي مثل الرسومات المعلوماتية.

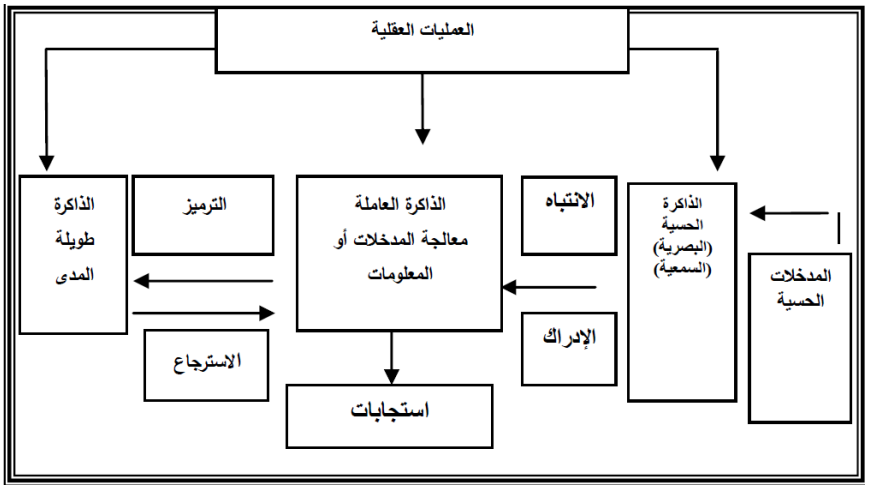
كما تُشير (انشراح عبد العزيز، ٢٠٠٩، ٤٧) إلي أن هذا الجانب من جوانب الثقافة البصرية يرتبط بقدرة المتعلم على استخدام الرموز البصرية للتفاعل والتفاهم مع الآخرين والقدرة علي مشاركتهم في الأفكار والمعلومات والمشاعر والميول ولتحقيق أكبر قدر من الفاعلية التعليمية للمواد البصرية يجب أن يكون المصمم مثقف بصرياً وملمًا بمبادئ وعناصر التصميم التي تتوافق مع المعايير القياسية المتفق عليها لتصميم وإنتاج المواد المعروضة بصريًا.

واستهدفت الباحثان تنمية مهارات الثقافة البصرية المتمثلة في بعدين هما قراءة البصريات والتواصل البصري، ولقد وضع (أحمد الحصري، ٢٠٠٤، ١١٢) تصورًا لتلك المهارات تتكون من أحد عشر مستوى هي: التعرف، الاستدعاء اللفظي وغير اللفظي، الوصف، المقارنة،التصنيف، الترتيب، الاستخدم المباشر للعلاقات، التفسير، التنبؤ، وحل المشكلة وتعد هذه المستويات أهم أبعاد الثقافة البصرية التي يجب تدريب الطلاب عليها لفهم وقراءة الرسوم بكافة أشكالها البصرية

نظريات التعلم المرتبطة بمجال الثقافة البصرية

أولًا: نظرية الجشطالت: تركز على عمليات الإدراك حيث يتم إدراك الكل أولًا ثم التدرج نحو التفاصيل، وينظر للتعلم في نظرية الجيشطالت على أنه استبصار هذا الكل من خلال العلاقة القائمة بين أجزائه، ومن أهم قوانينها التقارب والتشابة والثبات والاغلاق والتى يجب أن تراعى فى تصميم الأشكال البصرية حتى يسهل إدراكها وتعلمها (محمد عطية خميس، ٢٠١٣، ١٠)

ثانيا نظرية معالجة المعلومات: تركز على العمليات التي يجريها الفرد لمعالجة المعلومات التي يستقبلها من العالم الخارجى فالعقل البشري كالكمبيوتر فى تناول الرموز ومعالجتها، ويؤكد (عدنان يوسف، ٢٠١٢، ٢٢٢) أن معالجة المعلومات تتم فى الذاكرة العاملة حيث تصل المعلومات الحسية القادمة من الحواس ليتم تفسيرها واعطائها معانيها من خلال ترميز المعلومات وبذلك فعمل الذاكرة العاملة تحليل وتفسير المعلومات التى تتلقاها عبر الحواس لتعطى المثيرات البيئية معنى ودلالة.



شكل (٢٥): نموذج معالجة المعلومات

يؤكد (أحمد الحصري، هالة طليمات، ٢٠٠١، ٤) أن ترميز المعلومات اللفظية فى صورة أشكال بصرية فضلًا عن كونه يسهل تعلم وتذكر المعلومات فإنه يعد من الأساليب التى تساعد على تقوية الذاكرة وربما يؤدي إلى التغلب على مشكلة التكيف وصعوبة التعلم من اللغة اللفظية لدى بعض المتعلمين.

الإطار التجريبي للبحث

تمثلت مادة المعالجة التجريبية فى تقديم الرسومات المعلوماتية بنمطيها (الثابت/ المتحرك) لمهارات الطباعة المجسمة وذلك من خلال منصة التعلم Edmodo، وتم اختيار نموذج (Clark & Lyons, 2011.33:44) وذلك لإتفاقه مع طبيعة البحث الحالي، وإتسامه بالمرونة والبساطة، حيث يتضمن النموذج خمس مراحل رئيسة، تقوم المرحلتين الأولى والثانية على التحليل والتعريف، أما المرحلة الثالثة فهي تحليلية تركز على الشكل والمظهر والاحتياجات التي يجب أن تلبيها، وتقوم المرحلتين الأخيرتين على التصميم المكثف، وتوضح المرحلتين الأولى والثانية كيفية قيام التحليل المبدئي (front-end analysis) باستخلاص وإكمال المؤشرات (parameters) والمتطلبات للرسومات المعلوماتية. يتم في **المرحلة الأولى**: تحديد أهداف المواد التعليمية، وما هو الغرض منها ؟ وفي **المرحلة الثانية**: يتم تحديد السياق الذي ستستخدم فيه المواد التعليمية. وبمجرد تحديد هذه المتطلبات والتعريفات، تركز **المرحلة الثالثة** على إنشاء واجهة المستخدم الرسومية، وتحديد المظهر البصري العام، وتهدف المرحلتين الأخيرتين إلى تركيز الاهتمام على تخطيط الرسومات الفردية. حيث تركز **المرحلة الرابعة** على تحديد نوع وظائف الاتصال التي يتطلبها المحتوى. وأخيرًا تركز **المرحلة الخامسة** على كيفية تأثير الأحداث النفسية لعملية التعلم على تصميم العناصر

البصرية للتعليم.

وقد قام الباحثان **بدمج المرحلة الأولي والثانية** لتصبح مرحلة واحدة وهي **مرحلة التحليل**، ودمج **الثلاث مراحل الأخيرة** لتصبح **مرحلة التصميم**. ونظرا لأنه يركز على تخطيط الرسومات، وليس على مشاكل الإنتاج المتعلقة بالتصميم الفعلي والإنتاج والتقويم. فهو **لا يشتمل** على مراحل **الإنتاج والتقويم والتطبيق** فتم تبني هذه المراحل الثلاثة من **النموذج العام للتصميم التعليمي** "**ADDIE**" وذلك لإتسامه بالمرونة، وتضمنه المراحل الخمسة الرئيسة التى تعتمد عليها نماذج التصميم التعليمي، ويوضحه شكل (٢٦)

التحليل: وتتضمن:

- **تحليل احتياجات المتعلمين:** تم تحديد احتياجات المتعلمين من خلال الدراسة الاستكشافية حيث تم مقارنة مستويات الأداء الواقعي الحالي للطلاب بمستويات الأداء المرغوب فيه والذي كشف أن الوضع الراهن يظهر ضعف التحصيل المعرفي والأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة وقلة استخدام إستراتيجية الرسومات المعلوماتية في تقديم المحتوى وبالآتي قصور الثقافة البصرية لديهم، ومن ثم تتضح الحاجة الماسة إلى تنميتها لدى طلاب عينة البحث، وهذا ما أكدته أيضًا تدني درجات الاختبارات السابقة لديهم في هذه المهارات، وبناءًا على احتياجات المتعلمين وبتحليل نتائج الدراسة الاستكشافية، والهدف العام، وأهداف مقرر الطباعة والنسخ والتجليد ومقرر النماذج التعليمية، تم اعداد استبانة لتحديد قائمة بمهارات الطباعة المجسمة وإجراءاتها الفرعية اللازم تنميتها لعينة البحث، وقام الباحثان بعرضها على (٩) من المحكمين حيث اشتملت القائمة على مقدمة توضح الهدف منها، ثم بيانات خاصة بالمحكمين، ثم صياغة مفرداتها لتحديد مهارات الطباعة المجسمة، واستطلاع آراء المحكمين في مدى شمول القائمة للجوانب المعرفية والأدائية اللازم تنميتها لعينة البحث، وجاءت آرائهم متفقة على صلاحية وشمول قائمة المهارات، والتي تضمنت في صورتها النهائية على خمسة مهارات أساسية؛ (٣١) إجراء ومهارات فرعية (ملحق٢).

نموذج تصميم تعليمي لتصميم الرسومات المعلوماتيه

شكل (٢٦): نموذج التصميم التعليمي

أولًا . مرحلة تحديد أهداف التعلم: يبدأ التصميم التعليمي بالنتائج المتوقعة، وتحديد أهداف التعلم الخاصة بالمحتوى حيث يحدد اتجاه عملية التصميم الجرافيكي الخاص بهذا المحتوى، ويهدف البحث الحالي إلى الكشف عن أثر التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية ومستوى التمثيل المعرفي في تنمية مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، ويمثل هذا الهدف العام للبحث الحالي والذي يتفرع منه عدة أهداف عامة أخرى وأهداف تعليمية سلوكية، حيث أنه بناء على تحديد الأهداف العامة، تمت صياغة الأهداف التعليمية الخاصة بكل موضوع من موضوعات التعلم فى عبارات تصف السلوك المتوقع من الطلاب بعد دراستهم لكل موضوع، (ملحق ٣)

- **تحديد السياق البصري:** عند تحديد السياق، يتم تحديد الفئة المستهدفة، والمناطق المحيطة الفعلية التي سيتم فيها استخدام الرسومات المعلوماتية، ووسيلة العرض مثل شاشة الكمبيوتر أو الموبايل الذي سيتم العرض من خلاله. **وتضمنت هذه الخطوة ما يلي:**
  - **تحليل خصائص المتعلمين:** شملت هذه الخطوة تحليل خصائص المتعلمين وتحديد معرفة المتعلمين السابقة لمحتوى التعلم، حيث أظهرت البحوث أن الرسومات تفيد المتعلمين ذوي المعرفة السابقة القليلة لمحتوى التعلم بشكل كبير وفي الواقع، يمكن للرسومات أن تقلل من نسبة التعلم في حالة كان المتعلمين ذوي مستوى متقدم. كما يساعد تحليل خصائص المتعلمين مثل ثقافتهم أو فئاتهم العمرية أو مستواهم التعليمي على تحديد أي مشاكل محتملة قد تواجههم فى فهم او استيعاب الرسومات المعلوماتية المقدمة لهم. وتمثلت الفئة المستهدفة فى البحث الحالي فى طلاب الفرقة الرابعة، قسم تكنولوجيا التعليم، شعبة تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا. وتراوحت أعمارهم بين ١٩ – ٢٢ سنة، ويتقارب المستوى الاجتماعي والثقافى والاقتصادي لهم، ولاتوجد لديهم معرفة سابقة بمحتوي التعلم مما يجعل من العبء المعرفي مرتفع لديهم.
  - **تحديد بيئة التعلم:** تضمنت هذه الخطوة تحديد بيئة التعلم التى سيتم من خلالها تقديم الرسومات المعلوماتية، وأين سيستخدم المتعلم الرسومات المعلوماتية، فالبيئة التعليمية لها تأثير قوي على الخصائص السطحية المناسبة للرسومات، حيث بمعرفة بيئة التعلم، يمكن إتخاذ القرارات الخاصة بوسيط التقديم والحجم والتباين والتخطيط. وتم اختيار نظام "Edmodo " كمنصة تعليمية لإدارة التعلم

الإلكتروني، يمكن للطلاب الدخول عليها من خلال معمل الكمبيوتر المتوفر بالكلية أو من المنزل أو من الموبايل.

- **تحديد المتطلبات:** تم التأكد من توافر الأجهزة المطلوبة لإتمام تجربة البحث مثل معمل الكمبيوتر وإتصال الأجهزة بالإنترنت، والتأكد من توافر أجهزة الكمبيوتر ومدي صلاحيتها للعمل، إضافة إلى توافر البرامج اللازمة لعرض الرسومات المعلوماتية وصلاحيتها للعمل.

ثانيًا . مرحلة التصميم:

- **تحديد المحتوى التعليمي:** بناء على الأهداف العامة والتعليمية التى تم تحديدها، تم تحديد واختيار المحتوى فى صورته الأولية الذي سيتم تحويله إلى رسومات معلوماتية، ويعد المحتوى الذى تم تحديده مناسب لتمثيله بصريًا نظرًا لعدم وجود معرفة سابقة لدى المتعلمين عنه، ولصعوبته. وتم تقسيمه إلى خمس موضوعات رئيسة كالآتي:
  - مقدمة إلى الطباعة المجسمة.
  - أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد وفكرة عملها.
  - مهارات الطباعة المجسمة.
  - إنشاء التصميم المجسم من خلال موقع
  - تحديد خصائص المجسم وحفظه بصيغة
  - تكوين الجي كود G Code من خلال برنامج Slic3r
  - تحديد خصائص الطابعة.
  - البدء في عملية الطباعة نفسها.
  - الانتهاء من الطباعة وتشطيب المنتج.

تم عرض المحتوى للتحكيم على (٧) من المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم؛ وذلك بهدف استطلاع رأيهم فيما يلي :

- المحتوى التعليمي يحقق الهدف.
- مناسبة المحتوى للطلاب مجموعة البحث.
- الدقة العلمية والصياغة اللغوية للمحتوي التعليمي.

والجدول الآتي يوضح نموذج تحكيم قائمة المحتوى المقترح:

جدول(٢): نموذج تحكيم قائمة المحتوى المقترح

الأهداف التعليمية	عناصر المحتوى الرئيسة والفرعية	المحتوى التعليمي	المحتوى يحقق الهدف		مدى مناسبته للمتعلمين		الدقة العلمية والصياغة اللغوية	
			يحقق	لايحقق	مناسب	غير مناسب	صحيحة	غير صحيحة

اتفق المحكمون على ضرورة إعادة صياغة بعض العبارات لتصبح أكثر وضوحًا مع حذف التفصيلات الزائدة فى المحتوى، واتفق أكثر من ٩٠% على ملائمة المحتوى التعليمي للأهداف التعليمية الموضوعة، وبعد إجراء جميع المقترحات وآراء المحكمين أصبح المحتوى التعليمي فى صورته النهائية جاهزًا لتحويله إلى رسومات معلوماتية (ملحق٤)

- **اختيار فكرة التصميم:** الرسومات المعلوماتية التى سيتم تصميمها ستكون من النمطي الثابت والمتحرك، **لذا** تم استعراض عدد من الرسومات والصور والأشكال الخاصة بالطباعة المجسمة والبحث عن أفكار جديدة تتوافق مع المحتوى الذى سيتم تمثيله بصريًا وتتفق مع خصائص المتعلمين وثقافتهم، ومع صيغة الإخراج النهائية وتم الاستقرار على عدة أفكار لتمثيل موضوعات المحتوى.
- **تصميم المدخل البصري:** تضمنت هذه الخطوة **تصميم الواجهة**، حيث يتكون أى رسم معلوماتى من ثلاثة أجزاء:
  - **الواجهة** "الفكرة العامة للتصميم": وهي المظهر العام للتصميم.
  - **الرسومات الفردية:** التى تعبر عن المحتوى.
  - **التخطيط:** الذى يربط الرسومات الفردية ببعضها البعض عبر الواجهة.
  - **عند تصميم الواجهة "User Graphic Interface" تم اتباع الآتي:**
    - **تقييم المتطلبات الرسومية للمحتوي:** الرسومات المعلوماتية هنا تعليمية فى المقام الأول لذا تم البعد عن الرسوم التزينية، ويتم الالتزام بالنمط الثابت والمتحرك لعرض الرسومات المعلوماتية، حيث يتم تقديم الرسومات المعلوماتية الثابتة فى صيغة ملف "PDF" وصور ثابتة، ويتم تقديم الرسومات المعلوماتية المتحركة فى صيغة ملف فيديو وفلاش، وقد تظهر صعوبة فى تمثيل أجزاء من المحتوى فى صورة رسومية مما سيتطلب جهد أكبر فى تمثيلها أو عرضها بشكل نصي.

- **تصميم الواجهة:** تم تحديد العناصر التى تضمنتها الواجهة، وهى: عنوان الرسم المعلوماتي، الرسومات الفردية، المراجع، مصمم الرسم المعلوماتي، ومر تصميم الواجهة لكل رسم من الرسومات المعلوماتية بالآتي:

☚ **تحديد اتجاه التصميم:** بناء على بيئة التعلم وخصائص المتعلمين تم تحديد اتجاه تصميم الرسومات المعلوماتية والذى يكون بشكل طولي واتجاه التمرير رأسي وذلك وفقًا لخصائص المتعلمين وثقافتهم حيث من المعتاد استخدام التمرير بشكل طولي، كما أثبتت الأبحاث أن التمرير رأسيا أفضل من أفقيا .

☚ **تحديد حجم التصميم:** تم تحديد مساحة التصميم بناء على محتوى كل رسم معلوماتي.

☚ **تحديد ألوان التصميم:** تم تحديد ألوان الخلفية، وألوان الرسومات الفردية والنصوص، كما تم تحديد لوحة ألوان لكل تصميم من التصميمات.

☚ **تحديد نوع وحجم الخط، ونمط الخط:**

- للعناوين: تم تحديد خط "29LT Bukra Bold Italic" بحجم: ٣٤ ونمط: Bold
- للنصوص: تم تحديد خط "Hacen Sahafa" بحجم ١٨ونمط : Regular

☚ **لون الخطوط:** تم استخدام لون يتناسب مع لوحة الالوان التى سبق تحديدها لكل تصميم من التصميمات.

☚ **تحديد موضع العنوان والمراجع:** تم تحديد موضع العنوان ليكون فى أعلي التصميم وذلك وفقًا لما أشارت له الدراسات، وتم تحديد موضع المراجع ليكون فى أسفل التصميم.

- **تصميم الرسومات الفردية:** فى هذه المرحلة من التصميم يكون قد تم تصميم الواجهة وتم تحديد المؤشرات التى لابد من العمل بها، ويتم التركيز على كيفية تمثيل المعلومات، حيث يتم تقييم المحتوى التعليمي لتحديد الرسومات الفردية التي سوف توضحه.

وقام الباحثان بتحليل المحتوى التعليمي لكل موضوع من الموضوعات، ويتضمن

المحتوى مفاهيم وإجراءات ومبادئ، مما يتطلب مزيج مختلف من أنواع الرسومات منها: رسومات توضيحية وتمثيلية وتنظيمية، كما تم تقسيمه إلى نقاط، وتحديد ما يمكن تمثيله بصريًا والبدء فى تمثيله بصريًا وفقًا لخصائصه، مع مراعاة مبادئ المعالجة للتصميم لتحويله إلى رسومات فردية تعبر عن المحتوى، كما تم تحديد المحتوى الذي لن يصلح تمثيله بصريًا وتقديمه فى صورة نصية.

- **تطبيق مبادئ الأحداث التعليمية النفسية على قرارات التصميم البصري:** لابد من مراعاة المبادئ المعرفية لتوجيه الانتباه، والتحكم فى العبء المعرفي ومساعدة المتعلمين على بناء نماذج عقلية ومخططات معرفية، حيث تقود هذه المبادئ إلى كيفية استخدام موقع وتسلسل العناصر.

ركزت هذه الخطوة على تخطيط الرسوم الفردية داخل واجهة التصميم، وأثناء تصميم التخطيط والجمع بين الرسوم الفردية وواجهة التصميم، لابد من تطبيق المبادئ النفسية التى ترتبط بالأهداف التعليمية والهدف هنا تقديم محتوي معقد لمتعلمين ليس لديهم معرفة سابقة به، لذا تمت بالاستعانة بمبادئ العبء المعرفي (cognitive load principles) إضافة إلى مبادئ الجشطالت للتنظيم الإدراكي والمبادئ العامة للتصميم مثل استخدام الإشارات البصرية لجذب الانتباه، والمساحات البيضاء للقضاء على أي تشتيت وزيادة التركيز، فضلا عن التجميع لإظهار أي علاقة أو لتوفير التواصل البصري، وتم تصميم التخطيط للرسومات الفردية مع واجهة التصميم لكل رسم من الرسومات المعلوماتية.

- **تقييم التصميم المبدئي:** تم عرض تصميم الرسومات المعلوماتية على (٥) من المتخصصين فى مجال تكنولوجيا التعليم لإجراء تقييم مبدئي لواجهة التصميم والرسومات الفردية والتخطيط بداخل كل رسم معلوماتي للتأكد من توافق الرسومات الفردية مع بعضها، ومع واجهة التصميم، وتم إجراء مقترحاتهم ليصبح التصميم في صورته النهائية والجاهزة للإنتاج.

ثالثًا . مرحلة الإنتاج: وتتضمن:

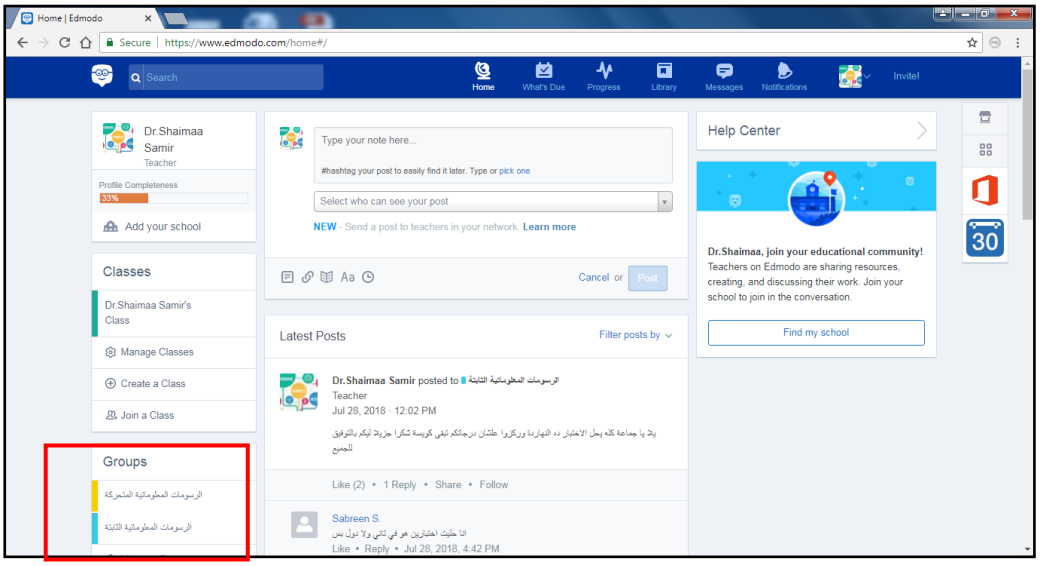
- **إنتاج الرسومات المعلوماتية:** تم إنتاج الرسومات المعلوماتية بشكلها النهائي من خلال الجمع بين الواجهة التى سبق تصميمها والرسومات الفردية والربط بينهم من خلال التخطيط والتأكد من التناسق بينهم، وتم تصميم معالجتين تجريبيتين لمحتوى التعلم بنمطا الرسومات

المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) على النحو الآتي:

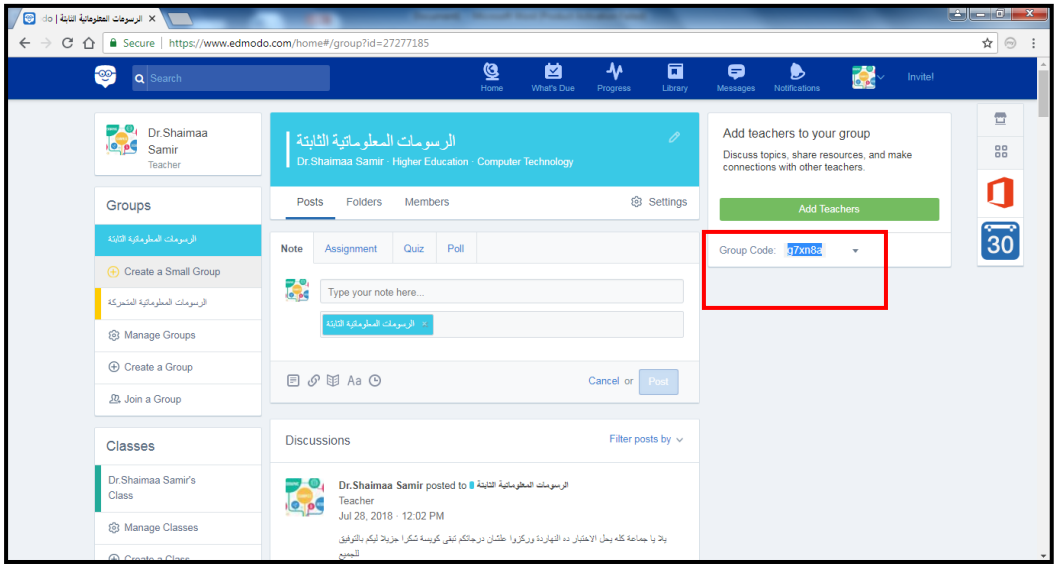
- **المعالجة التجريبية الأولى:** تم تصميمها لتقديم محتوى التعلم بنمط الرسومات المعلوماتية الثابتة في ضوء معايير التصميم وذلك من خلال برنامج " Adobe illustrator" وتصديرها فى صورة ملف "Pdf"
- **المعالجة التجريبية الثانية:** تم تصميمها لتقديم محتوى التعلم بنمط الرسومات المعلوماتية المتحركة في ضوء معايير التصميم وذلك من خلال برنامج " After effect" وتصديرها فى صورة ملف فيديو مصاحب بصوت

شكل (٢٧): أحد الرسومات المعلوماتية المصممة لأنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد

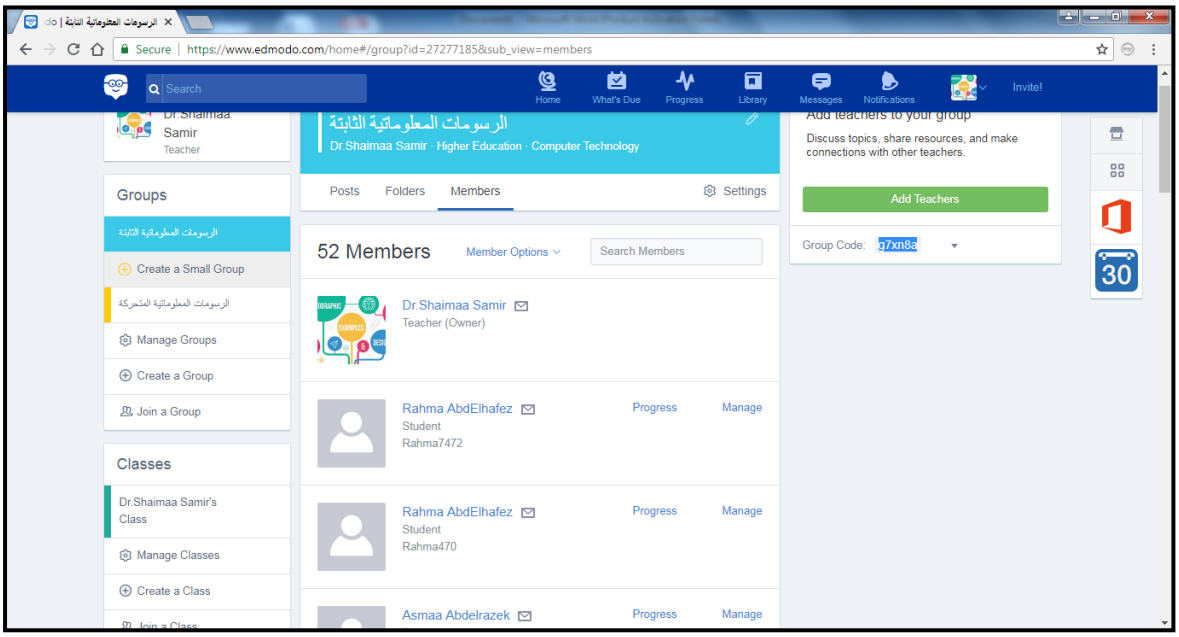
- **إنشاء بيئة التعلم الإلكترونية:** في هذه الخطوة تم التسجيل كمعلم للباحثين وإدخال بياناتهم وبيانات البيئة والمقرر ومجموعات البحث لانشاء بيئة التعلم، حيث تم إنشاء مجموعتين على بيئة التعلم "Edmodo" بإسم "الرسومات المعلوماتية الثابتة"، و"الرسومات المعلوماتية المتحركة" وتوزيع كود المجموعة على الطلاب مجموعة البحث بعد تصنيفهم وفق مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات،وتم تسجيل الطلاب عبر الأكواد الخاصة بالمقرر والكود الخاص بكل مجموعة، وتحديد أدوات التفاعل التي يتم تواصل الطلاب من خلالها، وسيتضح ذلك في شرح التجربة الأساسية للبحث



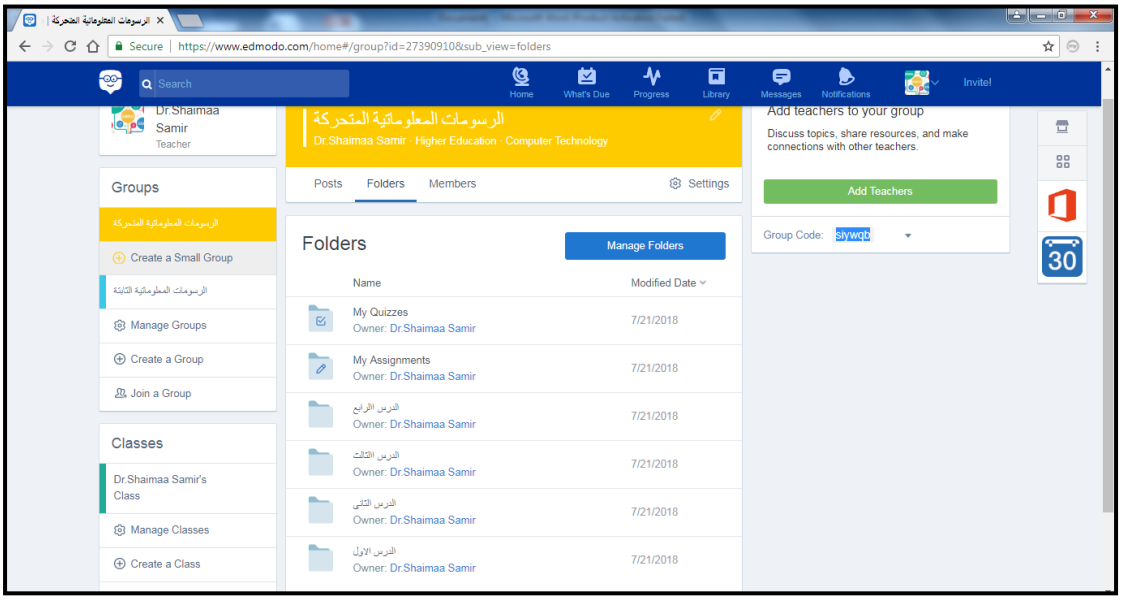
شكل (٢٨): الصفحة الرئيسة لبيئة التعلم والمتضمنة لمجموعتي البحث



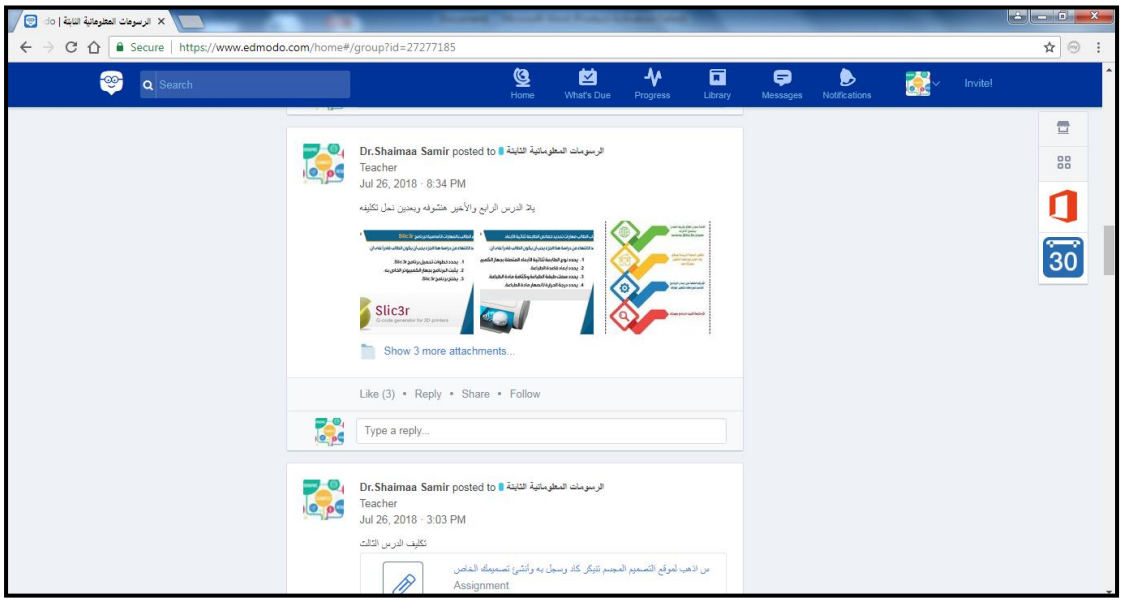
شكل (٢٩): مجموعة الرسومات المعلوماتية الثابتة



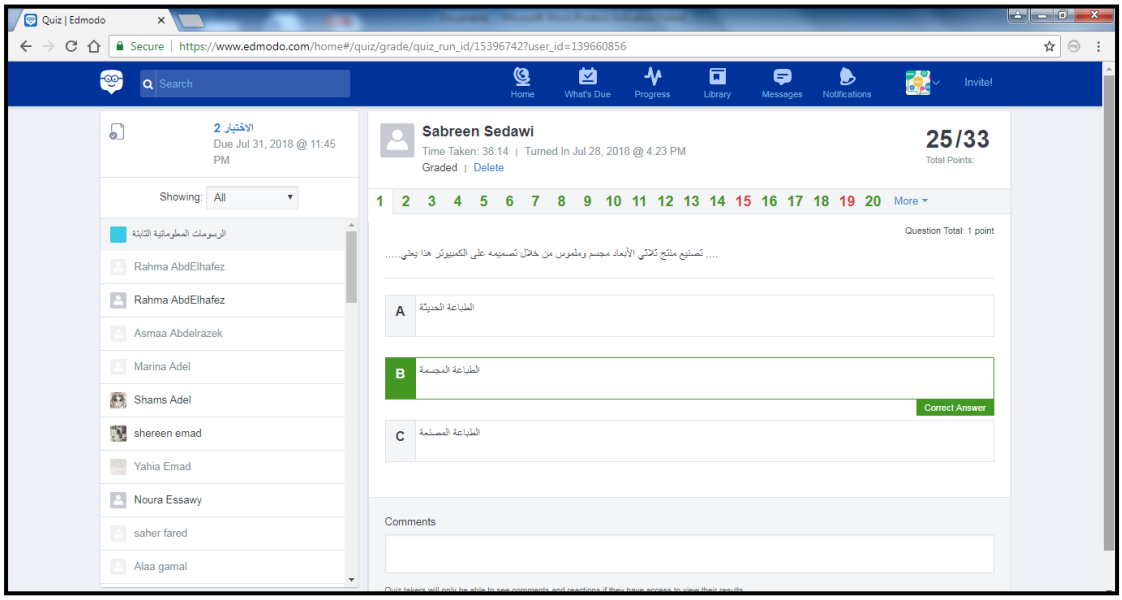
شكل (٣٠): صفحة أعضاء مجموعة الرسومات المعلوماتية الثابتة



شكل (٣١): أحد صفحات مجموعة الرسومات المعلوماتية المتحركة



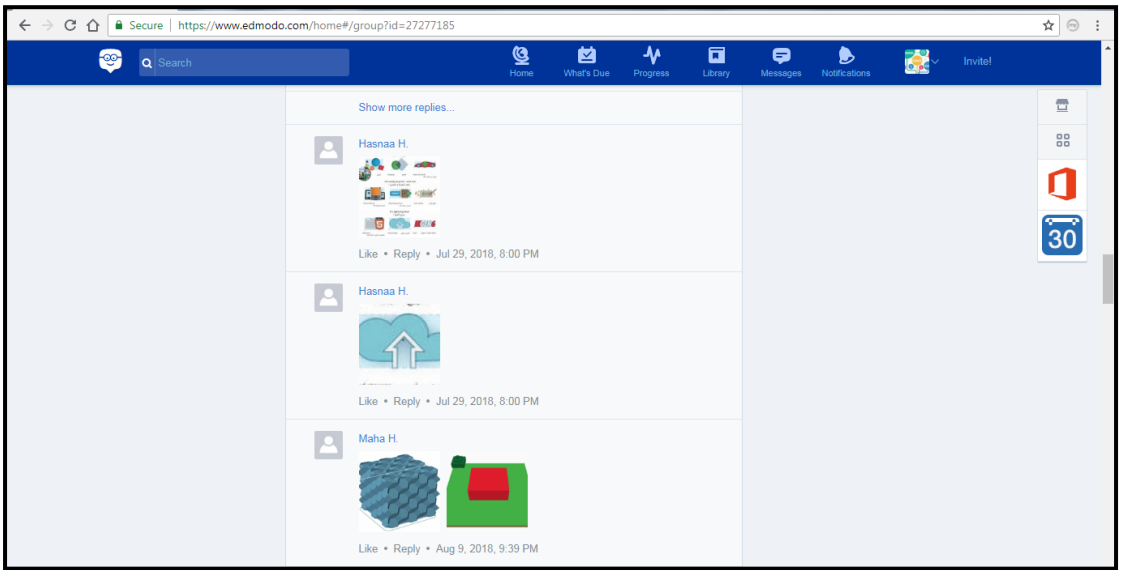
شكل (٣٢): أحد صفحات الدروس



شكل (٣٣): أحد صفحات الاختبار

- **إنتاج أنشطة التعلم:** بناء على تحديد الأهداف التعليمية والمحتوى التعليمي وخصائص المتعلمين، تم تحديد الأنشطة التعليمية المطلوب قيام كل متعلم بها بشكل فردى بعد الإنتهاء من دراسة كل موضوع تعليمي، ورفعها على بيئة التعلم فى جزء المهام

"Assignment" ليتم عرضها على المتعلم بعد الإنتهاء من دراسة كل موضوع تعليمي، وتم تحديد مدة زمنية لأداء كل نشاط، ودرجة له، ويوضح (شكل ٣٤) تنفيذ بعض الطلاب لبعض الأنشطة.



شكل (٣٤): أحد صفحات الأنشطة

رابعًا ـ مرحلة التطبيق:

مرت هذه المرحلة بعدة خطوات، وهي :

- **التقويم المبدئي لبيئة التعلم المتضمنة للرسومات المعلوماتية:** تم عرض بيئة التعلم المتضمنة الرسومات المعلوماتية على (٧) من المتخصصين فى مجال تكنولوجيا التعليم لإبداء رأيهم في:
  - مدى مناسبة واجهة التصميم للمتعلمين.
  - مدى مناسبة الرسومات الفردية للمحتوى الذي تمثله، ومدى وضوحها.
  - مدى مناسبة التخطيط مع الرسومات الفردية.
  - مدى وضوح الرسومات المعلوماتية ككل ومناسبتها لتحقيق الأهداف التعليمية.
  - مناسبة حجم الكتابة ووضوحها وسهولة قرائتها.

اتفق ٨٥% المحكمين على إجازة بيئة التعلم والرسومات المعلوماتية وصلاحيتها للتطبيق مع التوجيه لإجراء بعض التعديلات مثل : إجراء تنسيقات لبعض النصوص لتصبح أكثر وضوحًا، حذف بعض العناصر من الرسومات الفردية لتقليل العبء المعرفي،

واستبدال بعض الرسومات الفردية بأخري أكثر وضوحًا، إعادة ترتيب بعض المفاهيم الفرعية في محتوى الرسومات المعلوماتية الثابتة، تحسين بعض مقاطع الفيديو التي كان صوتها منخفض في الرسومات المعلوماتية المتحركة، وتم إجراء التعديلات المطلوبة وأصبحت بيئة التعلم المتضمنة الرسومات المعلوماتية جاهزة للتطبيق على مجموعة البحث.

- **تجريب بيئة التعلم والرسومات المعلوماتية على مجموعة البحث الإستطلاعية:** بناءً على ماسبق تم إجراء تجربة استطلاعية على مجموعة من طلاب الفرقة الرابعة–شعبة تكنولوجيا التعليم، قسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا، من مجتمع البحث وليس من عينة البحث الأساسية بلغ عددهم (٢٠) طالبًا وطالبة، لبيان مدى ارتياحهم حول المعد بنمطي الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك). وقد استهدفت التجربة الإستطلاعية ما يلي:
  - التأكد من وضوح الرسومات المعلوماتية وتحقيقها للأهداف المرجوة.
  - التأكد من ملائمة لمستوى الطلاب واحتياجاتهم ومهاراتهم في الاستخدام.
  - ضبط أدوات البحث ومعاملات السهولة والصعوبة والتمييز لكل مفردات الاختبار، وكذلك حساب زمن أداء الاختبار التحصيلي.
  - التأكد من إمكانية دخول الطلاب لبيئة التعلم وأنها تعمل بشكل صحيح وسهل.
- **التعديل والإخراج النهائي:** بناءً على ما أسفرت عنه التجربة الإستطلاعية من ملاحظات ونتائج، وإجازة المحتوى من قبل المحكمين بقسم تكنولوجيا التعليم، تم تدوين هذه الملاحظات، وإجراء التعديلات اللازمة، وأصبح المحتوى ببيئة التعلم في صورته النهائية صالحًا للتطبيق، ومتاحًا لعينة البحث الأساسية.
- **تقديم نمطي الرسومات المعلوماتية من خلال بيئة التعلم:** قام الباحثان بتطبيق بعض أدوات البحث قبليًا من خلال بيئة التعلم الإلكترونية على مجموعة البحث، ثم قامت برفع الرسومات المعلوماتية فى صورتها النهائية على بيئة التعلم، وتوزيع الرابط والكود الخاص للاشتراك فى المجموعة، وذلك من خلال ورشة عمل نظمتها الباحثة للقاء الأول بطلاب مجموعة البحث الأساسية، وتعريفهم بكيفية التسجيل على منصة "Edmodo" والاشتراك بالمجموعة من خلال كود الاشتراك بالمجموعة، ثم تقديم الرسومات المعلوماتية والأنشطة المرتبطة بكل موضوع تعليمي ثم تطبيق أدوات البحث بعديًا.

خامسًا . مرحلة التقويم

تم خلال هذه المرحلة تقويم تكوينى لكل مرحلة من المراحل السابقة، ثم تقويم ختامي بعد التطبيق البعدى لأدوات القياس، ورصد درجات الطلاب، ومعالجتها إحصائيًا لإختبار صحة فروض البحث الحالي والتوصل إلى نتائج وتفسيرها.

إعداد أدوات البحث:

١. **الاختبار التحصيلي:** أداة يتم بنائها وتنظيمها في ضوء الأهداف التعليمية المحددة للوقوف على مدى تحقيقها، وهدف الاختبار التحصـــيلي الى قياس الجوانب المعرفية للطلاب عينة البحث للمعلومات المعرفية المرتبطة بمهارات الطباعة المجسمة.

- **مصـادر بناء الاختبار وصـياغة مفرداته:** تم بناء الاختبار على ضـوء الأهداف العامة والاهداف التعليمية والمحتوى التعليمي، والإطلاع على بعض الدراســـات والبحوث التي استخدمت الاختبارات التحصيلية بصفة عامة، تضمن الاختبار على (٣٣) مفردة، تمت صـــياغة مفردات الاختبار باســـتخدام نوعين من الاختبارات الموضـــوعية هما: أســـئلة الصواب والخطأ، وأسئلة الاختيار من متعدد، روعي عند تصحيح الاختبار أن تعطى كل مفردة درجة واحدة في حالة الإجابة الصـــحيحة وصـــفر لكل إجابة خطأ، وتم كتابة تعليمات للاختبار لتوضيح الهدف من الاختبار وكيفية أدائه.
- **صدق الاختبار**: تم حسابه من خلال الآتي:
  - **صـدق المحتوى / المحكمين / المضـمون:** تم عرض الاختبار التحصـيلي على (٧) من المحكمين لابداء رأيهم فيه، وتم إعادة صياغة بعض العبارات به وأجمع المحكمين على صلاحيته.
  - **صـدق الاتسـاق الداخلي:** تم تطبيق الاختبار على عينة قوامها(٣٠) متعلم، من مجتمع البحث ومن غير العينة الأسـاسـية للبحث وتم حسـاب معاملات الارتباط بين درجة كل ســؤال من أســئلة الاختبار والدرجة الكلية للأختبار، باســتخدام معامل إرتباط بيرسون، والجدول (٣) يوضح النتيجة.

جدول (٣): معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار (ن = ٣٠) متعلم

أرقام العبارات ومعاملات الارتباط ومستوى الدلالة										
رقم العبارات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
معامل الارتباط	٠,٩١**	٠,٨٧**	٠,٨٣**	٠,٩٢**	٠,٧٨**	٠,٨١**	٠,٨٧**	٠,٤٣*	٠,٨٧**	٠,٨١**
رقم العبارات	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
معامل الارتباط	٠,٧٠**	٠,٨٠**	٠,٦٩**	٠,٨٥**	٠,٤٥*	٠,٦٧**	٠,٥٤**	٠,٨٧**	٠,٦٨**	٠,٧٥**
رقم العبارات	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
معامل الارتباط	٠,٩٠**	٠,٨٦**	٠,٧٠**	٠,٩١**	٠,٨٧**	٠,٨٢**	٠,٣٧*	٠,٨٧**	٠,٣٤*	٠,٧٨**
رقم العبارات	٣١	٣٢	٣٣							
معامل الارتباط	٠,٩١**	٠,٨٦**	٠,٧٣**							

** دال عند مستوى دلالة ٠,٠١ * دال عند مستوى دلالة ٠,٠٥

يتضح من الجدول (٣) أنه امتدت معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال من أسئلة الاختبار، والدرجة الكلية للأختبار ما بين (٠,٣٤: ٠,٩١) وهى معاملات ارتباط دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠٥– ٠,٠١) مما يشير إلى الاتساق الداخلي للاختبار.

- **ثبات الاختبار**: تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معامل إلفا لكرونباخ، والتجزئية النصفية وذلك على مجموعة استطلاعية قوامها (٣٠) متعلمًا من مجتمع البحث ومن غير عينة البحث الأساسية والاستناد إليه كمؤشر لمستوى أداء طلاب عينة البحث في الاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة والجدول الآتي يوضح النتيجة

جدول (٤): معاملات الثبات لاختبار التحصيل المعرفي (ن = ٣٠) متعلم

المحاور	عدد الأسئلة	معامل ألفا	التجزئة النصفية	مستوى الدلالة
الدرجة الكلية	٣٣	٠,٨٦**	٠,٩١**	٠,٠٠١

يتضح من جدول (٤) أن معامل الثبات باستخدام معامل إلفا لكرونباخ والتجزئية النصفية للاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة دال عند مستوى ٠,٠١ مما يشير إلى ثبات الاختبار.

- **حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز**: لتعرف مناسبة الاختبار للتطبيق تم تطبيق الاختبار التحصيلى على عدد (٣٠ متعلم) يُطبق عليهم الاختبار استطلاعيًا لحساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لأسئلة الاختبار، وتم تم حساب معاملات السهولة لمفردات الاختبار باستخدام المعادلة الخاصة بذلك، وامتدت معاملات السهولة ما بين (٠,٤٠: ٠,٨٠) ومعاملات الصعوبة ما بين (٠,٢٠:٠,٦٥) أن قدرة الاختبار

علي التمييز بين الطلاب يعتبر من الخصـــائص المطلوبة لفقرات الاختبار الجيد وقد تم حساب معاملات التمييز باستخدام المعادلة الخاصة بذلك، وامتدت معاملات التمييز ما بين (٠,١٦ :٠,٢٥) وبناءًا عليه فإنه يمكن اســتخدام الاختبار كأداة لقياس التحصــيل المعرفي، والجدول الخاص بذلك موضح بـ(ملحق ٥)

- **تحديد زمن الاختبار**: تم تسجيل الزمن الذي استغرقه كل طالب في أداء الاختبار في العينة الإستطلاعية، ثم حساب المتوسط الزمني لإجابات الطلاب فكان ٣٥ دقيقة.

وأصبح الاختبار في صورته النهائية موضح بـ (ملحق ٦)

٢. **بطاقة الملاحظة:** لملاحظة أداءات الطلاب في مهارات الطباعة المجسمة حيث هدفت البطاقة إلى قياس الأداءات السلوكية للطلاب في مهارات الطباعة المجسمة.

- **تحديد بنود البطاقة:** تم إعداد بطاقة الملاحظة على ضـــوء قائمة المهارات التي تم التوصـــل إليها والأهداف والمحتوى التعليمي، وقد تكونت البطاقة من خمســـة مهارات أساسية تشتمل كل مهارة منها على عدد من الأداءات السلوكية والتي يجب أن ينفذها الطالب تسلسليًا وبالدقة المحددة حتى يحصل على درجة تنفيذ الأداء السلوكي، أُعطيت الدرجات (٠، ١، ٢) لبنود البطاقة حيث يشير (٠) إلى عدم أداء المهارة، ويشير الرقم (١) إلى أداء المهارة بشكل جزئي أو بمساعدة، ويشير الرقم (٢) إلى أداء المهارة بشكل تام.
- **صـــدق البطاقة:** تم عرض البطاقة على (٥) من المحكمين وبعد إجراء التعديلات وفقًا لآرائهم أصبحت البطاقة في صورتها النهائية (ملحق٧)
- **ثبات بطاقة الملاحظة عن طريق اتفاق الملاحظين:** تم استخدام طريقة اتفاق الملاحظين لحســـاب ثبات بطاقة الملاحظة، حيث كان يقوم أحد الباحثين وزميلين آخرين كل على حدة بملاحظة المتعلمين وعددهم (٣٠) متعلم كعينة اســـتطلاعية، وفى كل ملاحظة تم حســـاب عدد مرات الاتفاق بين الملاحظين على أداء المهارات وعدد مرات عدم الاتفاق، وحساب نسبة الاتفاق بين الملاحظين لكل فرد باستخدام معادلة كوبر Cooper يوضح الجدول (٥) نسبة الاتفاق بين القائمين بملاحظة عينة البحث.

جدول (٥): نسب الاتفاق بين الملاحظين للمهارات

العينة الاستطلاعية	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
نسب الاتفاق %	٨٩,٤٣	٩٣,٤٩	٩٧,٨٧	٩٤,٦٧	٨٧,٩٤	٩٤,٤٩	٨٦,٧٦	٩١,٨٣	٨٧,٧٦	٨٨,٩
العينة الاستطلاعية	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
نسب الاتفاق %	٨٥,٨٧	٩١,٨٧	٧٧,٩٨	٨٩,٨٧	٨٢,٦٥	٩١,٩٨	٧٦,٦٥	٨٨,٨٧	٧٦,٩٨	٧٤,٩٧
العينة الاستطلاعية	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
نسب الاتفاق %	٩٦,٨٧	٧٦,٨٧	٩٢,٨٧	٨٧,٩٧	٧٥,٩٨	٩٨,٥٤	٨٩,٤٣	٩١,٨٣	٨٩,٦٥	٩١,٨٧
المتوسط	٨٨,٠٨									

$$\text{معامل الاتفاق} = \frac{\text{عدد مرات الاتفاق}}{\text{عدد مرات الاتفاق + عدد مرات الاختلاف}} \times ١٠٠$$

من الجدول السابق يتبن أن أقل نسبة اتفاق بين الملاحظين هى (٧٤,٩٧) وأعلى نسبة اتفاق بين الملاحظين هى (٩٨,٥٤) وأن متوسط نسبة اتفاق بين الملاحظين هى (٨٨,٠٨) مما يدل على أن بطاقة الملاحظة على درجة عالية من الثبات.

٣. **اختبار الثقافة البصرية:** تم إعداد الاختبار في ضوء الاطلاع على مهارات الثقافة البصرية لكلًا من (Bamford, 2003, Carmen Chan, 2012؛ أحمد الحصري، ٢٠٠٤) وفي ضوء معايير الثقافة البصرية لجمعية المكتبات الأمريكية (Association of College & Research Libraries, 2011) ويهدف الاختبار لقياس بعض مهارات الثقافة البصرية للطلاب عينة البحث والذي تضمن في محتواه بعدين هما قراءة البصريات والتواصل بصريًا، وتم اتباع الخطوات الآتية عند إعداد الاختبار:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف هذا الاختبار إلى إيجاد مقياس ثابت وصادق يمكن منه الحصول على بيانات توضح مستوى الثقافة البصرية لطلاب تكنولوجيا التعليم عينة البحث.
- **تحديد أبعاد الاختبار:** تم الالتزام في تحديد أبعاد الاختبار ببعدين، هما: قراءة البصريات والتواصل بصريًا وتقيس مدى قدرة الطلاب على قراءة الرسومات المعلوماتية من خلال عدة مهارات هي: التعرف، الوصف، الاستدعاء اللفظي وغير اللفظي، التمييز البصري، التصنيف، الترتيب، التفسير، حل مشكلة، وجميع هذه المهارات تضمنتها أبعاد اختبار الثقافة البصرية.

- **تحديد نوع الاختبار وصياغة مفرداته:** استقر الباحثان في ضوء آراء المحكمين أن يكون الاختبار جزء منه موضوعي فيما يخص مهارات قراءة البصريات، أما أسئلة الإنتاج البصري فيترك للطالب الحرية في التصميم والابداع في هذه المهارة، وروعي عند صياغة مفرادات الاختبار أن تكون واضحة ومناسبة للطلاب ومحققة للهدف منه، وانتماء المفردات لأبعاد الاختبار، وتم عرض الاختبار على (٧) محكمين لابداء آرائهم فيه وأجمع ٩٠% من المحكمين على صلاحية الاختبار للتطبيق، وتم إجراء التعديلات المقترحة ليصبح الاختبار في صورته النهائية (ملحق٨)
- **صدق الاتساق الداخلي:** تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية قوامها(٣٠) متعلمًا، وتم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال من أسئلة الاختبار والدرجة الكلية للأختبار، باستخدام معامل إرتباط بيرسون، والجدول (٦) يوضح النتيجة.

جدول (٦): معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار (ن = ٣٠) متعلم

أرقام العبارات ومعاملات الارتباط ومستوى الدلالة										
رقم العبارات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
معامل الارتباط	٠,٨٧**	٠,٧٦**	٠,٩٢**	٠,٨٦**	٠,٧٨**	٠,٨١**	٠,٨٧**	٠,٨٣**	٠,٨٧**	٠,٨١**
رقم العبارات	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	
معامل الارتباط	٠,٧٥**	٠,٨٢**	٠,٦٣**	٠,٨٤**	٠,٤٨*	٠,٨٨**	٠,٩١**	٠,٧٦**	٠,٩٢**	

** دال عند مستوى دلالة ٠,٠١ * دال عند مستوى دلالة ٠,٠٥

يتضح من الجدول أنه امتدت معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال من أسئلة الاختبار، والدرجة الكلية للأختبار ما بين (٠,٤٨: ٠,٩٢)٠ وهى معاملات ارتباط دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥- ٠,٠١) مما يشير إلى الاتساق الداخلي للاختبار

- **ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معامل إلفا لكرونباخ، والتجزئية النصفية وذلك على مجموعة استطلاعية قوامها (٣٠) متعلم من مجتمع البحث ومن غير مجموعة البحث الأساسية والاستناد إليه كمؤشر لمستوى أداء طلاب عينة البحث في الاختبار وجدول(٧) يوضح النتيجة

جدول (٧): معاملات الثبات لاختبار الثقافة البصرية (ن = ٣٠) متعلم

المحاور	عدد الأسئلة	معامل ألفا	التجزئة النصفية	مستوى الدلالة
الدرجة الكلية	١٩	٠,٧٦**	٠,٨٤**	٠,٠٠١

يتضح من جدول (٧) أن معامل الثبات باستخدام معامل إلفا لكرونباخ والتجزئية النصفية لاختبار الثقافة البصرية دال عند مستوى ٠,٠١ مما يشير إلى ثبات الاختبار.

تطبيق تجربة البحث الأساسية:

بدأ تطبيق البحث في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠١٥/ ٢٠١٦م، لطلاب الفرقة الرابعة قسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا، في مقرر النماذج التعليمية، ومر تطبيق التجربة الأساسية للبحث بالخطوات الآتية:

- تم تطبيق مقياس كفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات للمرحلة الجامعية إعداد (فتحي الزيات، ١٩٩٩) ووفق وجهة نظر (سولسو ٢٠٠٠) لتحديد مستوى التمثيل المعرفي للطلاب واختيار منهم عينة البحث، وتم تصحيحة ورصد درجاته وتحديد (٤٤ طالبًا وطالبة ذو مستوى عميق في التمثيل المعرفي للمعلومات) و(٤٤ طالبًا وطالبة ذو مستوى سطحي في التمثيل المعرفي للمعلومات) ثم تم تحديد طلاب مجموعات البحث التجريبية وتقسيمهم إلى أربعة مجموعات بالبحث، (متعلم عميق ونمط الرسومات المعلوماتية الثابت)، (متعلم عميق ونمط الرسومات المعلوماتية المتحرك)، (متعلم سطحي ونمط الرسومات المعلوماتية الثابت)، (متعلم سطحي ونمط الرسومات المعلوماتية المتحرك)، وكل مجموعة عددها (٢٢ طالبًا وطالبة)
- تم إجراء مقابلة مباشرة مع الطلاب عينة البحث، وتعريفهم بكيفية الدخول إلي موقع الإدمودو وشرح كيفية التسجيل فى بيئة التعلم "Edmodo" وكيفية الاشتراك بها، وتوزيع أكواد المجموعات عليهم والخاصة بالتقسيم السابق ذكره، بحيث لا يستطيع أي متعلم خارج عينة البحث الدخول إلى المجموعة، ولا يستطيع أي متعلم الدخول إلا لمجموعته المصنف عليها، وكان رابط البيئة https://www.edmodo.com/home/#، (كود مجموعة الرسومات المعلوماتية الثابتة **g7xn8a**، كود مجموعة الرسومات المعلوماتية المتحركة **Siywqb**).
- بعد دخول كل متعلم المجموعة الخاصة به تم تطبيق أدوات البحث كتطبيق قبلي.
- تم دراسة الطلاب للمحتوى التعليمي المتمثل في الرسومات المعلوماتية بنمطيها والمتضمنة لمهارات الطباعة المجسمة واستمر التطبيق (٨ أسابيع)، وبعد كل درس يقوم الطلاب بإنجاز الأنشطة، المهمة، التكليف، والتفاعل من خلال أدوات البيئة لاتمام الواجبات، والتفاعل مع زملائهم ومع المعلمين للرد على استفساراتهم وتقديم التغذية الراجعة المناسبة لهم.
- بعد الانتهاء الطلاب من دراسة جميع الدروس يقوموا بإنتاج المشروع النهائي والمتمثل في المجسم التعليمي والذي يطرح فكرته على المعلمين وبعد الموافقة عليها يبدأ في تنفيذه.

- تم تطبيق أدوات البحث بعد الانتهاء تمامًا من الدراسة كتطبيق بعدي، وتم تصحيح جميع الأدوات ورصد الدرجات وتسجيل جميع البيانات وعمل تحليل للبيانات لفحص النتائج والإجابة عن أسئلة البحث واختبار صحة فروضه وصياغة النتائج والتوصيات.

المعالجة الإحصائية:

في ضوء التصميم التجريبي للبحث تمت المعالجة الاحصائية باستخدام برنامج (SPSS V22) حيث تم استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات، كذلك تم استخدام اختبار شيفيه Scheffe للمقارنات المتعددة لمعرفة اتجاه الفروق بين المجموعات.

أولًا . تكافؤ المجموعات التجريبية فى التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة:

تم تحليل نتائج الاختبار التحصيلي القبلي المرتبط بالجانب المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة وذلك بهدف التعرف على مدى تكافؤ هذه المجموعات، وقد تم استخدام أسلوب التباين في اتجاه واحد للتعرف على دلالة الفروق فى درجات الاختبار القبلي.

جدول (٨): الوصف الإحصائي (الوسط الحسابي والانحراف المعياري) للقياسات القبلية للمجموعات التجريبية في التحصيل وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت . المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات للطلاب (سطحي . عميق) النهاية العظمى = ٣٣درجة)، (ن= ٢٢)

المجموعات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
عميق متحرك	١٤,٤٣	٦,٢٧
سطحي متحرك	١٣,٠٧	٥,٢٤
عميق ثابت	١٤,٥٧	٤,٨٩
سطحي ثابت	١٣,٢١	٥,٤٢
الإجمالي	١٤,٢٨	٥,٣٥

يوضح الجدول الآتي نتائج تحليل التباين أحادى الاتجاه للمجموعات الأربعة للتأكد من تكافؤ المجموعات فيما يتعلق بتحصيل الجانب المعرفي للمهارة.

جدول (٩): تحليل التباين أحادى الاتجاه بين القياسات القبلية لطلاب المجموعات التجريبية في التحصيل وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) (النهاية العظمى= ٣٣ درجة)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	ف	مستوى الدلالة
بين المجموعات	٢,٣٢	٣	٠,٧٧	٠,٠٢	غير دال
داخل المجموعات	٢٠٥٠,١١	٨٤	٣٧,٩٦		

أظهرت نتائج جدول (٩) وجود فروق غير دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات الطلاب القبلية للمجموعات التجريبية في التحصـــيل وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرســـومات المعلوماتية (الثابت– المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) مما يشير إلى تكافؤ هذه المجموعات فى تلك المتغيرات.

ثانيًا . عرض النتائج الخاصة بالتحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة:

١. الإحصاء الوصفى للتحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة:

تم تحليل نتائج المجموعات الأربعة بالنسبة للتحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة وذلك بالنسبة للمتوسطات والانحرافات المعيارية وطبقا لمتغيرى البحث الحالي وجدول (١٠) يوضح نتائج التحليل

جدول (١٠): المتوسطات والانحرافات المعيارية للتحصيل المعرفي للطباعة المجسمة

التمثيل المعرفي للمعلومات	نمط الرسومات المعلوماتية				المجموع	
	متحرك		ثابت			
عميق	م	٣٠,٩٥	م	٢٩,١٨	م	٣١,٤٠
	ع	٢,٣٨	ع	٢,٤٦	ع	٢,٥٦
سطحي	م	٢٨,٠٠	م	٢٨,٣٦	م	٢٨,١٨
	ع	٥,١٢	ع	٣,٧١	ع	٤,٤٢
المجموع	م	٢٩,٤٨	م	٢٨,٧٧	م	٢٩,١٢
	ع	٤,٢٢	ع	٣,١٤	ع	٣,٧١

يوضح جدول (١٠) أن هناك تقارب بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث بالنسبة للمتغير المستقل الأول نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) حيث بلغ متوسط درجات الطلاب فى النمط المتحرك (٢٩,٤٨) بينما متوسط درجات الطلاب فى النمط الثابت (٢٨,٧٧) بينما ظهر فرق واضح بين متوسطي درجات الطلاب بالنسبة للمتغير الثاني مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (عميق/ سطحي) لصالح العميق حيث بلغ متوسط درجات الطلاب ذات مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات العميق (٣١,٣٤)، وبلغ متوسط درجات الطلاب ذات مستوى التمثيل المعرفي معلومات سطحي (٢٨,١٨)

كما يلاحظ أن هناك اختلاف بين متوسطات المجموعات الأربعة فى إطار التفاعل بينها وهي كما يلي مجموعة (عميق متحرك) بلغ متوسطها (٣٠,٩٥)، يليها مجموعة عميق ثابت بلغ

متوسطها (٢٩,١٨) ثم مجموعة ثابت سطحي بلغ متوسطها (٢٨،٣٦) وأخيرًا مجموعة سطحي متحرك بلغ متوسطها (٢٨).

٢. عرض النتائج الاستدلالية للتحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة:

يوضح الجدول الآتي نتائج التحليل ثنائي الاتجاه بالنسبة للتحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة:

جدول (١١): تحليل التباين ثنائي الاتجاه بين المجموعات التجريبية في الاختبار التحصيلي وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة	الدلالة
نمط الرسومات المعلوماتية (أ)	١٠,٩٢	١	١٠,٩٢	٠,٨٥	٠,٣٦	غير دال
مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (ب)	٧٨,٢٨٤	١	٧٨,٢٨٤	٦,٠٥٩	٠,٠٢	دال
(أ)×(ب)	٢٥,١٠٢	١	٢٥,١٠٢	١,٩٤٣	٠,١٧	غير دال
الخطأ	١٠٨٥,٣١٨	٨٤	١٢,٩٢٠			
المجموع	٧٥٨٤٧,٠٠٠	٨٨				

استخدام نتائج جدول (١١) يمكن استعراض النتائج من حيث أثر المتغيرين المستقلين للبحث؛ والتفاعل بينهما على **ضوء منافشة الفرض الأول والثاني والثالث للبحث** وهي كالآتي:

الفرض الأول:

"لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك)"

باستقراء النتائج في جدول (١١) في السطر الأول يتضح أنه لا يوجد فرق دال إحصائيًا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في التحصيل نتيجة الاختلاف في نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومن ثم يتم قبول الفرض.

الفرض الثاني:

"لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير

مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق)".

باستقراء النتائج في جدول (١١) في السطر الثاني يتضح وجود فرق دال إحصائيًا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في التحصيل الدراسي نتيجة الاختلاف فى مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) ولتحديد اتجاه هذا الفرق تم استقراء جدول (١٢) ليتبين أن المتوسط الأعلى جاء لصالح طلاب المجموعة التجريبية ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (العميق) حيث جاء متوسط درجات الكسب لها على (٣١,٣٤) أما المجموعات ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (السطحي) جاءت متوسط درجات الكسب لها (٢٨,١٨) وبالآتي يتم رفض الفرض الثاني وتوجيه أي أنه:"يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) لصالح مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات العميق.

الفرض الثالث:

"لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق)"

للتحقق من صحة هذا الفرض يتم استقراء جدول(١١) السطر الثالث يتضح أن قيمة (ف) المحسوبة لأثر التفاعل بين نمط تقديم الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) علي التحصيل المعرفي البعدي قد بلغت (١,٩٤) أي أنها غير دال ومن ثم يتم قبول الفرض.

ثالثًا . عرض النتائج الخاصة بالأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة والإجابة عن فروض البحث المتعلقة بذلك (الرابع والخامس والسادس):

١. تكافؤ المجموعات التجريبية في الأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة:

تم تحليل نتائج التطبيق القبلي لبطاقة الملاحظة المرتبط بالأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة وذلك بهدف تعرف مدى تكافؤ هذه المجموعات، وقد تم استخدام أسلوب التباين في اتجاه واحد لتعرف دلالة الفروق في درجات التطبيق القبلي.

جدول (١٢): الوصف الإحصائي (الوسط الحسابي والانحراف المعياري) للقياسات القبلية للمجموعات التجريبية في بطاقة الملاحظة وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات للطلاب (سطحي/ عميق) (النهاية العظمى= ٥٨ درجة) (ن=٢٢)

المجموعات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
عميق متحرك	٥,٨٧	٧,٨٧
سطحي متحرك	٤,٢٣	٣,٤٢
عميق ثابت	٥,٢٣	٦,٧٦
سطحي ثابت	٦,٢١	٥,٣٢
الإجمالي	**٤,٤٣**	**٤,١٢**

يوضح الجدول الآتي نتائج تحليل التباين أحادى الاتجاه للمجموعات الأربعة للتأكد من تكافؤ المجموعات فيما يتعلق بالجانب الآدائي للمهارة.

جدول (١٣): تحليل التباين أحادى الاتجاه بين القياسات القبلية لطلاب المجموعات التجريبية في بطاقة الملاحظة للجانب الادائي للمهارات وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) (النهاية العظمى= ٥٨ درجة)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	ف	مستوى الدلالة
بين المجموعات	٨,٣٢	٣	٠,٦٤	٠,٨٧	غير دال
داخل المجموعات "الخطاء"	١٧٦٥,١١	٨٤	٣٣,٢٣		

أظهرت نتائج جدول (١٣) وجود فروق غير دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات الطلاب القبلية للمجموعات التجريبية في الأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) والتمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) مما يشير إلى تكافؤ هذه المجموعات فى تلك المتغيرات.

٢. عرض النتائج الخاصة بالأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة:

- **الإحصاء الوصفي للأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة:**

تم تحليل نتائج المجموعات الأربعة بالنسبة لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة وذلك بالنسبة للمتوسطات والانحرافات المعيارية طبقًا لمتغيرى البحث الحالي، وجدول (١٤) يوضح نتائج التحليل:

جدول (١٤): المتوسطات والانحرافات المعيارية لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة

التمثيل المعرفي للمعلومات	نمط الرسومات المعلوماتية				المجموع	
	متحرك		ثابت			
عميق	م	٥٠,٣٦	م	٤٨,٣٦	م	٤٩,٣٦
	ع	٣,٧٦	ع	٧,٠٩	ع	٦,٨٠
سطحي	م	٤٦,٦٤	م	٤٢,٧٣	م	٤٤,٦٨
	ع	٦,٤١	ع	٥,٢٢	ع	٦,١١
المجموع	م	٤٦,٥٥	م	٤٧,٥٠	م	٤٧,٠٢
	ع	٧,٠٠	ع	٦,٧٤	ع	٦,٨٤

يوضح جدول (١٤) أن هناك تقارب بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث بالنسبة للمتغير المستقل الأول نمطي الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) حيث بلغ متوسط درجات الطلاب في النمط المتحرك (٤٦,٥٥)، بينما متوسط درجات الطلاب في النمط الثابت (٤٧,٥٠) بينما ظهر فرق واضح بين متوسطي درجات الطلاب بالنسبة للمتغير الثاني مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (عميق/ سطحي) لصالح العميق حيث بلغ متوسط درجات الطلاب ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات العميق (٤٩,٣٦) وبلغ متوسط درجات الطلاب ذات مستوى ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات سطحي(٤٤,٦٨).

كما يلاحظ أن هناك اختلاف بين متوسطات المجموعات الأربعة في إطار التفاعل بينها، وهي كما يلي: مجموعة (عميق متحرك) بلغ متوسطها (٥٠,٣٦)، يليها مجموعة عميق ثابت بلغ متوسطها (٤٨,٣٦)، ثم مجموعة متحرك سطحي بلغ متوسطها (٤٦،٦٤)، وأخيرًا مجموعة ثابت سطحي بلغ متوسطها (٤٢,٧٣).

- **عرض النتائج الاستدلالية للأداء المهاري لمهارات الطباعة المجسمة**

يوضح الجدول الآتي نتائج التحليل ثنائي الاتجاه بالنسبة لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة:

جدول (١٥): تحليل التباين ثنائي الاتجاه بين المجموعات التجريبية في بطاقة الملاحظة وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (السطحي/ العميق)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة	الدلالة
نمط الرسومات المعلوماتية (أ)	٢٠,٠٥	١	٢٠,٠٥	٠,٥٠	٠,٤٨	غير دال
مستوى التمثيل المعرفي المعلومات (ب)	٤٨٢,٢٣	١	٤٨٢,٢٣	١١,٩٨	٠,٠١.	دال
(أ)×(ب)	١٩٢,٠٥	١	١٩٢,٠٥	٤,٧٧	٠,٠٢	دال
الخطأ	٣٣٨١,٦٤	٨٤	٤٠,٢٦			
المجموع	١٩٨٦٥٦,٠٠	٨٨				

وباستخدام نتائج جدول (١٥) يمكن استعراض النتائج من حيث أثر المتغيرين المستقلين للبحث؛ والتفاعل بينهما على **ضوء منافشة الفرض الرابع والخامس والسادس للبحث** وهي كالآتي:

الفرض الرابع: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك).

– وباستقراء النتائج في جدول (١٥) في السطر الأول يتضح أنه لا يوجد فرق دال إحصائيا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في بطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة نتيجة الاختلاف في نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت– المتحرك) ومن ثم يتم قبول الفرض.

الفرض الخامس: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

– وباستقراء النتائج في جدول (١٥) في السطر الثاني يتضح وجود فرق دال إحصائيًا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في بطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة نتيجة الاختلاف في مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/عميق) ولتحديد اتجاه هذا الفرق تم استقراء جدول (١٥) ليتبين أن المتوسط الأعلى جاء لصالح طلاب المجموعة التجريبية ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (العميق) حيث جاء متوسط درجات الكسب لها على (٤٩,٣٦) أما المجموعات ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (السطحي) جاءت متوسط درجات الكسب لها(٤٤,٦٨).

وبالآتي يتم رفض الفرض الثاني وتوجيه أي أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) لصالح مستوى التمثيل المعرفي

للمعلومات العميق.

الفرض السادس: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

وللتحقق من صحة هذا الفرض يتم استقراء جدول(١٥) السطر الثالث يتضح أن قيمة (ف)المحسوبة لأثر التفاعل بين نمطي الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) علي التحصيل الدراسي البعدي قد بلغت (٤,٧٧) اى أنها دال ومن ثم يتم رفض الفرض أى أنه " يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة مهارات الطباعة المجسمة يرجع لتأثير التفاعل بين نمطي الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق)

وحيث إن(ف) دالة، فإنه يستلزم المتابعة باختبار المدى المتعدد Multiple posterior Comparisons للكشف عن مصدر واتجاه هذه فروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربعة نتيجة أثر التفاعل بين المتغيرات المستقلة

جدول (١٦): اختبار شيفيه (Scheffe) بين المجموعات التجريبية في بطاقة الملاحظة وفقًا لأثر التفاعل بين المتغيرات المستقلة

المتغيرات	المجموعات	المتوسطات	متحرك عميق	متحرك سطحي	ثابت عميق	ثابت سطحي
الدرجة الكلية للبطاقة	متحرك عميق	٥٠,٣٦		٧,٦٤*	٢	٣,٧٢
	متحرك سطحي	٤٦,٦٤			٥,٦٣*	٣,٩٥
	ثابت عميق	٤٨,٣٦				١,٧٢
	ثابت سطحي	٤٢,٧٣				

(*) دال عند مستوى ٠,٠٥ (بدون نجوم) غير دال

يتضح من جدول (١٦) توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية (متحرك عميق) و(متحرك سطحي) عند مستوى دلالة (٠,٠٥) وفى اتجاه المجموعة التجريبية (متحرك عميق)، كما توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية (متحرك سطحي) و(ثابت عميق) عند مستوى دلالة (٠,٠٥) وفى اتجاه المجموعة التجريبية (ثابت عميق)، لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين باقي المجموعات فى هذا المتغير.

رابعًا: عرض النتائج الخاصة بالثقافة البصرية والإجابة على فروض البحث المتعلقة بذلك

(السابع والثامن والتاسع)

أ- تكافؤ المجموعات التجريبية فى اختبار الثقافة البصرية

تم تحليل نتائج اختبار الثقافة البصرية القبلى وذلك بهدف التعرف على مدى تكافؤ هذه المجموعات، وقد تم استخدام أسلوب التباين فى اتجاه واحد للتعرف على دلالة الفروق في درجات الاختبار القبلي.

جدول (١٧): الوصف الإحصائي (الوسط الحسابي والانحراف المعياري) للقياسات القبلية للمجموعات التجريبية في اختبار الثقافة البصرية وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات للطلاب (سطحي/عميق)

المتغير	الدرجة الكلية	المجموعات	العدد	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
اختبار الثقافة البصرية	١٩	عميق متحرك	٢٢	٢,٨٧	٤,٨٦
		سطحي متحرك	٢٢	٢,٤٥	٦,٩٨
		عميق ثابت	٢٢	٣,٨٧	٥,٥٦
		سطحي ثابت	٢٢	٢,٩٨	٣,٧٤
		الإجمالي	٨٨	٣,٤٣	٥,٤٣

يوضح جدول (١٨) الآتي نتائج تحليل التباين أحادى الاتجاه للمجموعات الأربعة للتأكد من تكافؤ المجموعات فيما يتعلق بالثقافة البصرية.

جدول (١٨): تحليل التباين أحادى الاتجاه بين القياسات القبلية لطلاب المجموعات التجريبية في اختبار الثقافة البصرية وفقًا لأثر التفاعل بين نمطي الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) (النهاية العظمى=١٩ درجة)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	ف	مستوى الدلالة
بين المجموعات	٦٩,٣١٨	٣	٢,٤٣	٠,٧٤	غير دال
داخل المجموعات	٣٣٨,٦٣٦	٨٤	٤٠,٢٥		

أظهرت نتائج جدول (١٨) وجود فروق غير دالة إحصـــائيًا بين متوســـطات درجات الطلاب القبلية للمجموعات التجريبية في اختبار الثقافة البصـــرية وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرســـومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) والتمثيل المعرفي للمعلومات (ســـطحي/ عميق) مما يشير إلى تكافؤ هذه المجموعات فى تلك المتغيرات.

ب-**عرض النتائج الخاصة اختبار الثقافة البصرية**

- **الإحصاء الوصفي لإختبار الثقافة البصرية**

تم تحليل نتائج المجموعات الأربعة بالنسبة لإختبار الثقافة البصرية وذلك بالنسبة للمتوسطات والانحرافات المعيارية وطبقًا لمتغيري البحث وجدول (١٩) يوضح نتائج التحليل

جدول (١٩): المتوسطات والانحرافات المعيارية لإختبار الثقافة البصرية

التمثيل المعرفي للمعلومات	نمط الرسومات المعلوماتية				المجموع	
	متحرك		ثابت			
عميق	م	١٦,٤٥	م	١٦,٨٦	م	١٦,٦٦
	ع	١,٩٧	ع	٢,٠٣	ع	١,٩٩
سطحي	م	١٧,٠٠	م	١٦,٩١	م	١٦,٩٥
	ع	٢,٠٥	ع	١,٩٧	ع	١,٩٩
المجموع	م	١٦,٧٣	م	١٦,٨٩	م	١٦,٨١
	ع	٢,٠٠	ع	١,٩٨	ع	١,٩٨

يوضح جدول (١٩) أن هناك تقارب بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث بالنسبة للمتغير المستقل الأول نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/المتحرك) حيث بلغ متوسط درجات الطلاب فى النمط المتحرك(١٦,٧٣) بينما متوسط درجات الطلاب فى النمط الثابت (١٦,٨٩) كما ظهر تقارب واضح بين متوسطي درجات الطلاب بالنسبة للمتغير الثاني مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (عميق/ سطحي) حيث بلغ متوسط درجات الطلاب ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات العميق (١٦,٦٦)، وبلغ متوسط درجات الطلاب ذو مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات السطحي (١٦,٩٥).

كما يلاحظ أن هناك اختلاف بين متوسطات المجموعات الأربعة فى إطار التفاعل بينها وهي كما يلى مجموعة (سطحي متحرك) بلغ متوسطها (١٧,٠٠)، يليها مجموعة (سطحي ثابت) بلغ متوسطها (١٦,٩١) ثم مجموعة (عميق ثابت) بلغ متوسطها (١٦،٨٦) وأخيرًا مجموعة (عميق متحرك) بلغ متوسطها (١٦,٤٥).

- **عرض النتائج الاستدلالية لاختبار الثقافة البصرية**

يوضح الجدول (٢٠) الآتي نتائج التحليل ثنائي الاتجاه بالنسبة لاختبار الثقافة البصرية

جدول (٢٠): تحليل التباين ثنائي الاتجاه بين المجموعات التجريبية في لاختبار الثقافة البصرية وفقًا لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (السطحي/ العميق)

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة	الدلالة
نمط الرسومات المعلوماتية (أ)	١,٩٢	١	١,٩٢	٠,٤٧	٠,٤٩	غير دال
مستوى التمثيل المعرفي المعلومات (ب)	٠,٥٦	١	٠,٥٦	٠,١٤	٠,٧١	غير دال
(أ)×(ب)	١,٣٨	١	١,٣٨	٠,٣٤	٠,٥٦	غير دال
الخطأ	٣٣٧,٨٦	٨٤	٤,٠٢			
المجموع	٢٥١٩٩	٨٨				

باستخدام نتائج جدول (٢٠) يمكن استعراض النتائج من حيث أثر المتغيرين المستقلين للبحث؛ والتفاعل بينهما **على ضوء منافشة الفرض السابع، الثامن، التاسع للبحث** وهي كالآتي:

الفرض السابع: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك).

وباستقراء النتائج في جدول (٢٠) في السطر الأول يتضح أنه لا يوجد فرق دال إحصائيًا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في لاختبار الثقافة البصرية نتيجة الاختلاف في نمط الرسومات المعلوماتية (الثابت/ المتحرك) ومن ثم يتم قبول الفرض.

الفرض الثامن: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

وباستقراء النتائج في جدول (٢٠) في السطر الثاني يتضح أنه لا يوجد فرق دال إحصائيا فيما بين متوسطي درجات الطلاب في لاختبار الثقافة البصرية نتيجة الاختلاف فى مستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) ومن ثم يتم قبول الفرض.

الفرض التاسع: لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية للبحث في القياس البعدي لاختبار الثقافة البصرية يرجع لتأثير التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق).

للتحقق من صحة هذا الفرض تم استقراء جدول (٢٠) السطر الثالث يتضح أن قيمة (ف)المحسوبة لأثر التفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات (سطحي/ عميق) لاختبار الثقافة البصرية البعدي قد بلغت (٠,٣٤) أى أنها غير دال ومن ثم يتم قبول الفرض.

تفسير نتائج البحث

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للفروض فاعلية الرسومات المعلوماتية بنمطيها الثابت والمتحرك في اكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، ووجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى ≤ (٠,٠٥) بين المجموعات الأربعة نتيجة للتفاعل بين نمط الرسومات المعلوماتية (ثابت/ متحرك) ومستوى التمثيل المعرفي للمعلومات في اكساب مهارات الطباعة المجسمة لدى طلاب تكنولوجيا التعليم وجاء ترتيب المجموعات كالآتي: (متحرك عميق) ثم (متحرك سطحي) ثم (ثابت عميق) ثم (ثابت سطحي) ويمكن تفسير ذلك وإرجاعة إلى عدة عوامل منها:

- تركيز الرسومات المعلوماتية بنمطيها على الجانب المعرفي والآدائي لمهارات الطباعة المجسمة من المدخل البصري والمؤثرات الحركية المناسبة أدى إلى اتقان الطلاب لهذه المهارات والمفاهيم المرتبطة بها.
- قدرة الرسومات المعلوماتية على تركيز المعلومات من خلال التجزئة Chunking إلى أجزاء صغيرة مركزة أي تجميع المعلومات بناء على الخصائص المشتركة بينها فتقل المساحة التى تشغلها المعلومات من الذاكرة العاملة مما يقلل من العبء المعرفي الزائد بتلك المعلومات وبالآتي تحسين عملية الفهم وهذا ما أكدته دراسة (حسن فاروق، ٢٠١٦).
- قدرة الرسومات المعلوماتية على تحسين فهم المعلومات وذلك من خلال إبراز المفاهيم التي لم تكن مرئية من قبل، وإظهار العلاقات التى تنقل المعنى بحيث يتم تفسيرها بشكل صحيح وتذكرها بدقة، ويتفق فى ذلك مع دراسة (عادل عبد الرحمن، ٢٠١٦) التى أكدت على أن الترتيب الجيد للمعلومات يساعد على الفهم والتذكر.
- مراعاة مبادئ **نظرية العبء المعرفي** حيث ينتج التعلم الكفء من خلال تقليل العبء الدخيل وتعزيز العبء وثيق الصلة وادارة العبء الجوهري، وهذا ما قامت به الرسومات المعلوماتية من خلال امداد المتعلمين بالمعلومات الضرورية الازمة فقط لانجاز مهمات

تعلمهم كما ساعدت التمثيلات الرسومية المستخدمة فى الرسومات المعلوماتية على تحليل الرسالة وتذكرها مما أدى إلى اكسابهم مهارات الطباعة المجسمة وتنمية الثقافة البصرية لديهم.

- تضمن الرسومات المعلوماتية على صور ورموز ونصوص وألوان ساعدت المتعلمين عن الكشف عنها فى خبراتهم السابقة ليتم توظيف ما لديهم فى ذاكرتهم من بصريات وأشكال مختلفة مع ما عرض عليهم سهل نقل المعلومات الجديدة فى الرسومات المعلوماتية إلى ذاكراتهم وسهول إستراجاعها أيضًا.
- تحسين فهم المعلومة: فالعرض البصري حفز الذاكرة العاملة على الاستدعاء للمعلومات المماثلة للمقدمة وتعديل البنية المعرفية لدى المتعلم مما يساهم فى تنمية تحصيله المعرفي وزيادة فهمة للموضوعات المعروضة.
- ساعدت الرسومات المعلوماتيه في حفض العبء المعرفي الدخيل للطلاب، وبالآتي كان لدى الطلاب ذو التمثل العرفي العميق للمعلومات القدرة على تحليل المعلومات وتذكرها وتفسيرها، إضافة إلى أن **مراعاة مبادئ التنظيم الإدراكي** فى تصميم الرسومات المعلوماتيه مكن الطلاب من معرفة أي عنصر من التصميم يرتبط بالآخر ورؤية العلاقات التي تنقل المعنى وتفسيرها بشكل صحيح وتذكرها بدقه وبالآتي تقليل العبء المعرفي لأنها حولت عبء التجهيز عن الذاكرة العاملة، مما أدى إلى ارتفاع التحصيل المعرفي والأداء المهاري للطلاب.
- أيضًا قامت الرسومات المعلوماتيه بزيادة تذكر واسترجاع المعلومات، مما أدى إلى ارتفاع الأداء المهاري، والتحصيل المعرفي للطلاب في مهارات الطباعة المجسمة، حيث وفقًا **لنظرية تأثير أفضلية الصورة:** لدى الصور ميزة عن النصوص من خلال الترميز فى الذاكرة طويلة المدى عبر كلًا من القنوات البصرية واللفظية، بينما ترمز الكلمات لفظيًا بكود واحد فقط ترمز الرسومات بكودين فى الذاكرة مما يزيد من فرصة استرجاعها وتتفق فى ذلك مع دراسة كلًا من (حسن فاروق، ٢٠١٦) حيث تعزز الرسومات المعلوماتية قدرة الفرد على تذكر الخبرات السابقة ودراسة (أسماء السيد، ٢٠١٧) حيث أن تمثيل المفاهيم والمعلومات فى صورة أشكال بصرية يقلل عبء تخزين هذه المعلومات فى الذاكرة قصيرة المدى حيث تطبع فى الذاكرة بشكل أسرع ولمدة أطول.
- إضافة إلى مراعاة مبادئ **نظرية الجشطالت** المتمثلة في الكل يحدد الجزء، والتكوين

الجيد ييسر التعلم وييسر حدوث عملية الاستبصار، وبناءًا على هذا تم إنتاج الرسومات المعلوماتية المتضمنة لمهارات الطباعة المجسمة، مما ساعد على كونها أفضل في اكساب مهارات الطباعة المجسمة والثقافة البصرية للطلاب، ويتفق ذلك مع دراسة (أسماء سيد، ٢٠١٨) التي أكدت على فاعلية توظيف الرسومات المعلوماتية في عملية التعلم.

- التكوين البصري والوضوح للرسومات المعلوماتيه جعلها ذات جاذبية بصرية يسرت وسهلت الفهم وتقوية الرؤية تجاه المعلومات المعروضة للطلاب مما ساهم فى فهم الرسومات المعلوماتيه واستيعابها وتذكرها بشكل أفضل ومن ثم اكساب مهارات الطباعة المجسمة للطلاب.
- **التشفير البصري** (ترميز المعلومات على شكل صور) يسهم في سرعة الاسترجاع للمعلومات وتذكرها، وتنمية مهارات قراءة البصريات والتواصل البصري للطلاب ويتم ذلك من خلال الادراك البصري للرسومات المعلوماتية المعروضة وتحديد حدودها وخواصها وفهمها ومن ثم تنمية الثقافة البصرية للطلاب.
- تتفق نتيجة البحث الحالي مع ما أكدته الجمعية الدولية للثقافة البصرية وهو أن القدرة على ترجمة اللغة اللفظية إلى أشكال بصرية هى إحدى مهارت الثقافة البصرية التى ينبغى أن تتوافر لدى الطلاب، بل أن توافر هذه المهارة يعد شيئًا أساسيًا لتعلم المتعلم وتفاعله مع كل مايحيط به.
- اتفقت أيضًا مع دراسة (سهام الجريوي، ٢٠١٤) التي أكدت على فاعلية الرسومات المعلوماتية في تنمية الثقافة البصرية للمتعلمين، وأيضًا ما أكده (على عبد المنعم،٢٠٠٠) على أن عملية تكوين المفاهيم تتطلب القدرة على التمثيل الذهني والتعامل مع الأشكال البصرية، ومن ثم زيادة الثقافة البصرية.
- يُرجع الباحثان هذه النتيجة أيضًا إلى شعور الطلاب أن تعلمهم أصبح ذات معنى من خلال إدركهم وتحليليهم وتركيبهم للمفاهيم ذات العلاقة والنظر إليها بنظرة كلية وشمولية وتفسير المعرفة الجديدة من خلال المعرفة القبلية التى توجد فى بنيتهم المعرفية إضافة إلى مساعدتهم على بناء نماذج عقلية بصورة تبرز مدى تحمل مسؤلية تعلمهم مما حسن من نسبة تحصيلهم للمفاهيم موضوع الدرسة. وفق مستوى تمثيلهم المعرفي للمعلومات قد ساعدتهم على تحديد العلاقات بين المفاهيم وفهم

طبيعة هذه العلاقات وربطها ببعضها عند بناء وتصميم شبكات المفاهيم الصورية والرمزية فى ذاكرتهم.

- ترجع هذه النتيجة إلى أن بناء ارتباطات بين كلًا من التمثيلات اللفظية والبصرية يجعل التعلم ذو معنى، ويتفق ذلك مع دراسات كلًا من(KayT Hongkiat,2014؛ Barboza.C A, 2013؛ Siting Dai, 2014؛ Krauss. J, 2012) التي أكدت على قدرة المتعلم في بناء العلاقات للوصول إلى التعلم ذو المعنى من خلال الرسومات المعلوماتية.
- هذا ما أكده (أكرم فتحي، ٢٠١٦) من أن كفاءة التمثيل المعرفي تختلف باختلاف درجة مألوفية الوحدة المعرفية، وتكرار استخدامها أو توظيفها فى صيغ أو سياقات ذات معنى وعدم كفاءة التمثيل المعرفي يترتب عليه أن تظل معظم الوحدات المعرفية والمفاهيم المكتسبة مفتقرة إلى الاستيعاب أو التسكين.
- تعمل الرسومات المعلوماتية على معالجة مهارات الطباعة المجسمة بالترميز البصري، والمعلومات التي يتم تجهيزها ومعالجتها بالترميز والفهم ذو المعنى والتنظيم هي فقط التي يتم الاحتفاظ بها لفترات طويلة، وهي التي تصبح جزءًا من نسيج البنية المعرفية، وذلك لأنها أصبحت قائمة ومخزنة في الذاكرة كمحتوى معرفي للمتعلم، وهذا أحد أسباب ارتفاع الجانب المعرفي والآدائي للطلاب في مهارات الطباعة المجسمة.
- أيضًا تتفق نتائج البحث مع دراسة (محمد إبرهيم، ٢٠٠٨) والتى أظهرت النتائج فيها وجود فروق ذات دلالة بين درجات مجموعة الطلبة ذوي مدخل التعلم السطحي، ودرجات مجموعة الطلبة ذوي مدخل التعلم العميق في التمثيل المعرفي للمعلومات لصالح ذوى المدخل العميق، كما أظهرت أنه يمكن التنبؤ بكفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات من خلال معلومية درجات الطلبة في مدخل التعلم.
- استخدام الرسومات المعلوماتية عمومًا بغض النظر عن نمطها ساعد على إقامة حوار بصرى أتاح فرصة لتقديم لغة مشتركة بين طلاب المجموعات التجريبية ، وعلى التفاعل الإيجابي فيما بينهم، كما أعطى لهم فرصة فى ربط المفاهيم مع بعضها فى بنائهم المعرفي مما ساعدهم على تنمية الثقافة البصرية لديهم بغض النظر عن مستوى تمثليهم المعرفي للمعلومات.
- تفوق الطلاب ذو التمثيل المعرفي العميق للمعلومات على أقرانهم ذوي التمثيل المعرفي

السطحي للمعلومات في الاختبار التحصيلي وبطاقة الملاحظة لأنه وفق **نظرية معالجة المعلومات ونظرية التحكم العقلي** كلما كان مستوى معالجة المعلومات وتمثيلها عند الفرد عميق كلما كان نسبة استيعابها وتذكرها كبيرة، فالمعالجة السطحية للمفاهيم نتج عنها تآكل أسرع فى الذاكرة مما يؤثر فى القدرة على تنمية المفاهيم لذوى لتمثيل المعرفي السطحي بدرجة أقل.

- يتفق ذلك مع دراسة (على صكر، ٢٠٠٩) والذى توصل إلى أن التمثيل المعرفي يرتبط بنظام معالجة المعلومات وبتأثر مستوى المعالجة بحيث تنتج المعالجة السطحية الهشة بنية معرفية فيها المعلومات تبقى طافية غير مسكنة مما يجعلها تفقد وتنسى مما يؤدي إلى ضعف كفاءة التمثيل المعرفي، أما مستوى المعالجة الأعمق للمعلومات بمعنى توظيف طاقة أكبر وجهد أكثر لترميز وتنظيم المعلومات (الرسومات المعلوماتية) فيؤدي لاحقًا إلى كفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات.

التوصيات:

بناءً على النتائج التي توصل إليها البحث الحالي يوصي الباحثين بالأتي:

- إعداد برامج لتدريب المعلمين علي تصميم وإنتاج الرسومات المعلوماتية لإدراجها في المقررات الدراسية بمختلف مراحل التعليم.
- التأكيد علي استخدام البيئات الإلكترونية التي تقدم مناهج وزارة التربية والتعليم لتقنية الرسومات المعلوماتية بنمطيها في تقديم المحتوى التعليمي للطلاب.
- تدريب طلاب تكنولوجيا التعليم علي مهارات تصميم وإنتاج الرسومات التعليمية ضمن المقررات الدراسية.
- إعداد برامج لتدريب المعلمين والطلاب علي مهارات الطباعة المجسمة بمختلف مراحل التعليم.
- تدريب المعلمين علي تطبيق مقاييس لتصنيف الطلاب وفق مستوى التمثيل المعرفي لهم والعمل رفع قدراتهم.
- تدريب المعلمين وتوعيتهم بأهمية الثقافة البصرية ودورها في إثراء العملية التعليمية.

البحوث المقترحة:

- قياس أثر الرسومات المعلوماتية بنمطيها علي عينة من الطلاب ذوي التحصيل الدراسي

المنخفض والمرتفع واتجاه الطلاب نحوه.

- دراسة أثر مستوى الذكاء لدى المتعلم وقدرته علي ابتكار رسومات معلوماتية تتميز بالإبداع.
- دراسة أثر تنمية مهارات الطلاب في مهارات الطباعة المجسمة في قدرتهم علي تصميم وإنتاج نماذج مجسمة في المقررات الدراسية المختلفة مثل الفيزياء مثلًا.

المراجع والمصادر:

أولًا . المراجع العربية:

- أحمد البهي السيد (٢٠٠٣): نمذجة العلاقات بين أساليب التفكير وكفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات بين طلبة الجامعة، المجلة المصرية للدراسات النفسية، القاهرة: الجمعية المصرية للدراسات النفسية، ع ٣٩.
- أحمد علي أبوزايدة (٢٠١٣): فاعلية كتاب تفاعلي محوسب في تنمية مهارات التفكير البصري في التكنولوجيا لدى طلاب الصف الخامس الأساسي بغزة، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.
- أحمد كامل الحصري، هالة محمد طليمات (٢٠٠١): قدرة الطلاب المعلمين علي ترجمة بعض المفاهيم العلمية اللفظية إلى أشكال بصرية وعلاقة ذلك بقدرتهم على التصور البصري وتحصيلهم الدراسي، مجلة تكنولوجيا التعليم سلسلة دراسات وبحوث محكمة، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، مج ١١، ع ٤.
- أرثر. ل. كوستا، بين كاليك (٢٠٠٠): استكشاف وتقصي عادات العقل، ترجمة حاتم عبد الغني، مراجعة صلاح داود، فوزي جمال، الدمام، دار الكتاب التربوي للنشر والتوزيع.
- ازدهار يوسف محمد الحجيلان (٢٠١٦): التعليم بالإنفوجرافيك، مجلة المعرفة، متاح على: //http : html.149-news/com.elm3refa
- أسماء سيد محمد (٢٠١٨): الرسومات المعلوماتية وعلاقتها بكفاءة التعلم والسرعة الإدراكية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم وفق نمط تعلمهم، رسالة ماجستير، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا.
- إسماعيل عمر حسونة (٢٠١٤): الإنفوجرافيك في التعليم، ندوة علمية بعنوان مستحثات التكنولوجيا في عصر المعلوماتية، جامعة الأقصى، كلية التربية، فلسطين.

- أشـــرف أحمد عبد اللطيف مرســـي(٢٠١٧): أثر التفاعل بين نمطي عرض وتوقيت الإنفوجرافيك في بيئة التعلم الإلكتروني على التحصـــيل والاتجاه نحو بيئة التعلم لدى طلاب المرحلة الثانوية، مجلة العلوم التربوية، ع ٢، ج ٢.
- أكرم فتحي مصـطفي علي (٢٠١٦): كفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات ونمط التفاعل في بيئات التعلم المنتشر، Cybrarians Journal، ع ٤١، مارس.
- أمل حســـان الســـيد حســـين (٢٠١٦): أثر اختلاف أنماط التصـــميم المعلوماتي (الإنفوجرافيك) على التحصيل وبقاء أثر التعلم لدى التلاميذ ذوى صعوبات تعلم الجغرافيا بالمرحلة الإعدادية واتجاههم نحو المادة، رسـالة ماجسـتير، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس.
- أنور محمد الشـرقاوي (٢٠١٠): التعلم – نظريات وتطبيقات، مكتبة الأنجلو المصـرية، القاهرة.
- ايـام وهـاب رزاق البيرمـاني (٢٠١٥): نمـاذج التمثيـل العقلـى للمعلومـات وعلاقتهـا باسـتراتيجيات الـتعلم والاسـتذكار، مجلـة جامعـة بابـل ، كليـة التربيـة للعلـوم الإنسانية، مج٢٣،ع٤.
- جيهان محمد الجمل (٢٠١٦): أقمشـة ملابس السـيدات المطبوعة ثلاثية الأبعاد، مجلة التصاميم الدولية، مصر، مج ٦، ع ٣.
- حسان رشيد عبد العزيز (٢٠٠٦): الطباعة ثلاثية الأبعاد: العبور السريع للمنتج، مجلة البحوث والدراسات في الآداب والعلوم والتربية، كلية المعلمين جده، ع ٥.
- حســـن ربحي مهدي (٢٠٠٦): فاعلية اســـتخدام برامج تعليمية علي التفكير البصـــري والتحصيل في تكنولوجيا المعلومات لدى طلاب الصف الحادي عشر، رسالة ماجستير، الجامعة السلامية بغزة، فلسطين.
- حسين محمد عبد الباسط (٢٠١٥): المرتكزات الأساسية لتفعيل الإنفوجرافيك في عمليتي التعليم والتعلم، مجلة التعليم الإلكتروني، ع ١٥، يناير.
- خالد الســـعود (٢٠٠٩): تكنولوجيا ووســـائل التعليم وفاعليتها، مكتبة المجتمع العربي، عمان، الأردن.
- رافـع النـصير الزغـول، عمـاد عبـد الـرحيم الزغـول (٢٠٠٣) :علـم الـنفس المعرفي، الأردن، دار الشروق للنشر والتوزيع.

- ربحي عليان؛ محمد الدبس (٢٠٠٣): وسائل الاتصال وتكنولوجيا التعليم، دار صفاء، عمان، الأردن.
- روبرت سولو (٢٠٠٠): علم النفس المعرفي، ترجمة محمد نجيب الصبوة، مصطفى محمد كامل، محمد الحسانين، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
- زيد الهويدي (٢٠٠٤): الإبداع، ماهيته، اكتشافه، تنميته، ط١، دار الكتاب الجامعي، الإمارات العربية المتحدة.
- سهام سلمان الجريوي (٢٠١٤): فعالية برنامج تدريبي مقترح في تنمية مهارات تصميم الخرائط الذهنية الإلكترونية من خلال تقنية الإنفوجرافيك ومهارات الثقافة البصرية لدى المعلمات قبل الخدمة، مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، السعودية، مج ٤، ع ٤٥.
- سهيلة أبو مصطفي (٢٠١٠): العلاقة بين القدرة المكانية والتحصيل في الرياضيات لدى طلبة الصف السادس الأساسي بمدارس وكالة الغوث، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.
- السيد عبد المولى السيد أبو خطوة (٢٠١٠): مبادىء تصميم المقرارت الإلكترونية المشتقة من نظريات التعلم وتطبيقاتها التعليمية، دراسة مقدمة إلى مؤتمر "دور التعلم الإلكتروني في تعزيز مجتمعات المعرفة" المنعقد، مركز زين للتعلم الإلكتروني، جامعة البحرين.
- شاكر عبد الحميد (٢٠٠٥): عصر الصورة: الايجابيات والسلبيات، سلسة عالم المعرفة، الكويت: مطابع السياسة، ع ٣١١.
- شيماء محمد أبو عصبة (٢٠١٥): أثر استخدام إستراتيجية الإنفوجرافيك علي تحصيل طالبات الصف الخامس الأساسي واتجاهاتهن نحو العلوم ودافعيتهن نحو تعلمها، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح، نابلس فلسطين.
- طارق صبحي جمعة أبو سعد (٢٠١٥): الطباعة ثلاثية الأبعاد وإمكاناتها في التشكيل الخزفي، المؤتمر العلمي الثاني بعنوان: الدراسات النوعية ومتطلبات المجتمع وسوق العمل، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس، القاهرة، مج ١.
- طالب ناصر القيسي، أماني عبد الخالق (٢٠١٢): التمثيل المعرفي وعلاقته بأساليب التعلم والتفكير لدى طلبة المرحلة الإعدادية، مجلة كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، مج

٢٣، ع ٤.

- عبد الباسط عبد الله الخاتم، أشرف عبد المنعم محمد (٢٠١٥): التقنيات الطباعية في التصوير، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، مج ١٦، ع ٥.
- عبد الرءوف محمد إسماعيل (٢٠١٦): استخدام الإنفوجرافيك "التفاعلي/الثابت" وأثره في تنمية التحصيل الدراسي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم واتجاهاتهم نحوه، مجلة تكنولوجيا التربية دراسات وبحوث، مصر، ع ٢٨.
- عبد الله بن إسحاق عطار (٢٠١١): أثر نمط عرض الصور التعليمية في البرمجيات التعليمية المحوسبة علي تحصيل طلاب الكلية الجامعية في جامعة أم القري، تكنولوجيا التعليم، سلسلة دراسات وبحوث محكمة، مصر، مج ٢١، ع ١.
- عبير إبراهيم زيدان محمد (٢٠٠٥): تدريس عادات العقل مدخل لتعليم الرياضيات مدى الحياة، المؤتمر العلمي الخامس: التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات.
- عدنان يوسف العتوم (٢٠١٢): علم النفس المعرفي النظرية والتطبيق، ط ٣، عمان، الأردن، دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- عصام على الطيب، ربيع عبده رشوان (٢٠٠٦):علم النفس المعرف: الذاكرة وتشفير المعلومات، القاهرة، عالم الكتب.
- علاء أحمد عبد الواحد الشامي (٢٠١٢): فاعلية التدريس بمهارات التفكير عالي الرتبة في تحصيل مادة علم الأحياء وكفاية التمثيل المعرفي وتنمية التفكير الناقد لدى طالبات الصف الرابع العلمي، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد، العراق.
- علي حسين خلف، علي حسين ماجد (٢٠١٥): فاعلية استخدام التفكير البصري في التفكير البصري في الزخرفة الإسلامية لتنمية مهارات طلبة التربية الفنية، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية، مج ٢٣، ع ٢.
- علي عبد الحكيم البلاوالي (٢٠١٥): الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing.
- علي محمد عبد المنعم (٢٠٠٠): الثقافة البصرية، القاهرة: دار البشري للطباعة والنشر.
- عمرو محمد درويش، أماني أحمد الدخني، (٢٠١٥). نمطا تقديم الإنفوجرافيك (الثابت/المتحرك) عبر الويب وأثرهما فى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى أطفال التوحد

واتجاهاتهم نحوه، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، مج٢٥، ع٢.

- فتحي مصطفي الزيات (٢٠٠١): علم النفس المعرفي. الجزء الثاني: دراسات وبحوث، سلسلة علم النفس المعرفي (٦)، القاهرة، دار النشر للجامعات.
- فتحي مصطفي الزيات (٢٠٠٦): الأسس المعرفية للتكوين العقلي المعرفي وتجهيز المعلومات، ط٢، دار النشر للجامعات، القاهرة، مصر.
- فرانسيس دواير، ديفيد مايك مور (٢٠١٥): الثقافة البصرية والتعلم البصري، ترجمة نبيل جاد عزمي، القاهرة: مكتبة بيروت.
- كمال الدين حسين؛ حنان صلاح الدين صالح ؛ منال عبد العال مبارز (٢٠١٦): فاعلية برنامج كمبيوتري مقترح لإكساب مهارات الثقافة البصرية لدى تلاميذ مرحلة التعليم الأساسي، مجلة تكنولوجيا التربية، دراسات وبحوث، مصر، ع ٢٦.
- لولوه الدهيم (٢٠١٦): أثر دمج الإنفوجرافيك في الرياضيات على تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط، مجلة تربويات الرياضيات، مج ١٩، ع ٧، الجزء الأول، يوليو.
- ماريان ميلاد منصور (٢٠١٥): أثر استخدام تقنية الإنفوجرافيك القائم على نموذج أبعاد التعلم لمارزانو على تنمية بعض مفاهيم الحوسبة السحابية وعادات العقل المنتج لدى طلاب كلية التربية، مجلة كلية التربية بأسيوط، مصر، مج ٣١، ع ٥.
- محمد الحسن وآخرون (٢٠١٥): الثقافة البصرية لدى عينة من الأفراد في مدينة اربد في ضوء بعض التغيرات، رسالة ماجستير،كلية الفنون الجميلة ، جامعة اليرموك، الأردن.
- محمد الطراونة (٢٠١٤): أثر استخدام إستراتيجية شكل البيت الدائري في تنمية التفكير البصري لدى طلاب الصف التاسع الأساسي في مبحث الفيزياء، دراسات العلوم التربوية، الجامعة الأردنية، عمان، مج ٤١، ع ٢.
- محمد المُغير (٢٠١٧): أطبعها ببساطة: تعلم كل شي عن الطباعة ثلاثية الأبعاد المكتبية.
- محمد شوقي شلتوت (٢٠١٤): فن الإنفوجرافيك بين التشويق والتحفيز على التعلم، مجلة التعليم الإلكتروني، جامعة المنصورة، ع ١٣، مارس.
- محمد شوقي شلتوت (٢٠١٥): الطابعات ثلاثية الأبعاد وتوظيفها في التعليم، مجلة التعليم الإلكتروني، جامعة المنصورة، ع ١٧.
- محمد شوقي شلتوت (٢٠١٦): ورشة عمل تصميم وإنتاج الإنفوجرافيك التعليمي، المملكة

العربية السعودية كليات الشرق العربي للدراسات العليا.

- محمد عطية خميس (٢٠٠٣): تطور تكنولوجيا التعليم، دار قباء، القاهرة.
- محمد فلحي (٢٠١٤): النشر الإلكتروني: الطباعة والصحافة الإلكترونية والوسائط المتعددة، عمان، الأردن: دار المناهج للنشر والتوزيع.
- محمد كمال عفيفي (٢٠١٨). التفاعل بين نمطى تصميم الإنفوجرافيك " الثابت والمتحرك " ومنصتى التعلم الإلكترونى " البلاد بورد، الواتس آب " وأثره فى تنمية مهارات تصميم التعلم البصرى وإدراك عناصره، مجلة التربية للبحوث التربوية والنفسية والاجتماعية، كلية التربية، جامعة الأزهر، ع١٧٧، ج١.
- محمود الفرماوي (٢٠١٠): التعليم وتكنولوجيا التعليم والاتصال : موقع تكنولوجيا التعليم: تطوير وتعليم رؤية مستقبلية.
- محمود عبد الحفيظ الشاذلي (٢٠٠٣): أثر تعدد إستراتيجيات إعادة وصف التمثيلات المعرفية علي الأداء اللاحق في مهمات مدرسية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات التربوية، جامعة عمّان، الأردن.
- مروة السيد إبراهيم أبو الإسعاد (٢٠١٨): دراسة تحليلية لأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء، مجلة التصاميم الدولية، مصر، مج ٨، ع ١.
- مروة صلاح أنور العدوي (٢٠١٦): أثر استخدام إستراتيجية الويب كويست في تدريس وحدة الجغرافيا الطبيعية للعالم على تنمية بعض مهارات الثقافة البصرية لدى طلاب الصف الثالث الإعدادي، مجلة كلية التربية، الإسكندرية، مج ٢٦، ع ١.
- منال محمد علي (٢٠١٦): تصميم برمجية تفاعلية في ضوء معايير الجودة لتنمية الثقافة البصرية لدى تلميذات الصف الأول الإعدادي، مجلة كلية التربية، جامعة طنطا، مصر، ع ٦١، يناير.
- ناهل شعث (٢٠١٠): إثراء محتوي الهندسة الفراغية في منهاج الصف العاشر الأساسي بمهارات التفكير البصري، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.
- نايفه قطامي (٢٠٠١): تعليم التفكير للمرحلة الأساسية، عمان، دار الفكر للطباعة والنشر.
- نجلاء عبد الله إبراهيم (٢٠٠٩): أثر الاختلاف في نوع المعلومات والتخصص

الأكاديمي على مستوى كفاءة التمثيل المعرفي للمعلومات، مجلة كلية التربية، الإسماعيلية، مصر، ع ١٤.

- نصر محمود صبري عبد الفتاح (٢٠١٥): الثقافة البصرية لدى عينة من الأفراد في مدينة أربد في ضوء بعض المتغيرات، رسالة ماجستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة اليرموك، الأردن.
- نورا عادل خليفة (٢٠١٦): دعامات التعلم في البيئات الإلكترونية وعلاقتها بتنمية مهارات الثقافة البصرية والتفكير الناقد لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، رسالة ماجستير، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا.
- نهلة عبد المعطي الصادق (٢٠١١): فاعلية إستراتيجية مقترحة لتدريس الفيزياء قائمة على النمذجة والتعلم النشط في تنمية مهارات الاستقصاء العلمي والمهارات الاجتماعية والتحصيل لدى طلاب المرحلة الثانوية، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الزقازيق.
- النوري عبد السلام الدبب (٢٠١٧): الثقافة البصرية ودورها في تنمية المفاهيم الفنية لتلاميذ الحلقة الأولي من مرحلة التعليم الأساسي، مجلة الجامعي – النقابة العامة لأعضاء هيئة التدريس الجامعي، ليبيا، ع ٢٥.
- هيئة التحرير (٢٠١٣): الطباعة ثلاثية الأبعاد: ثورة تكنولوجية جديدة، مجلة فكر، السعودية: مركز العبيكان للأبحاث والنشر، ع ٥.
- هيئة التحرير (٢٠١٦): قصة الطباعة ونشر المعرفة، مجلة فكر، السعودية: مركز العبيكان للأبحاث والنشر، ع ١٧.
- وليم عبيد، عزو إسماعيل عفانة (٢٠٠٣): التفكير والمنهاج الدراسي، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، الكويت.
- ياسر محمد الصادق عبد العزيز (٢٠١٥): الثقافة البصرية وارتباطها بتعليم التصميم، مجلة التصاميم الدولية، مج ٥، ع ٤.

ثانيًا . المراجع الإنجليزية:

- 3D printing basics free beginners guide Available on https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners.
- Abbas Azari, Sakineh Nikzad (2009): The evolution of rapid prototyping in dentistry: a review, Rapid Prototyping Journal, Vol 15 No 3.
- Alex Beaudoin, Robert Boulanger, Jessica DiPersio (2016): Multihued 3D Printer, A Major Qualifying Project Submitted to the faculty of Worcester polytechnic

institute, In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Bachelor of Science In Mechanical Engineering.

- Beegel, Justin MBA (2014): Infographic for Dummies, Wiley, Sons, Hoboken, 1 edition, Canada.
- Beegel، J. (2014). *Infographics For Dummies.* New Jersey: John Wiley & Sons، Inc.
- Bethany C. Gross and others (2014): Evaluation of 3D Printing and Its Potential Impact on Biotechnology and the Chemical Sciences, American Chemical Society, Michigan State University, United States.
- Borucu, A. (2015): Contribution of Infographics for teaching technique in fine arts high school during the graphic lesson. (Unpublished master thesis). Suleiman Demirel Universities, Guzel Sanatlar Enstitusu, Isparta.
- Cairo, A. (2013). The functional art: an introduction to information graphics and visualization.
- Cifci, Taner (2016): Effects of Infographics on student's achievement and attitude towards geography lessons. Journal of Education and Learning, Faculty of Education, Cumhuriyet University, Sivas, Turkey Vol. 5, No. 1.
- Clark, R. C., & Lyons, C. (2011). *Graphics for Learning: Proven Guidelines for Planning, Designing, and Evaluating Visuals in Training Materials*. Somerset: Wiley.
- Dai, Siting (2014): Why Should PR Professionals Embrace Infographics?, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master Of Arts Faculty of the use Graduate School, University Of Southern California.
- Danny Ashton (2013): The 8 types of Infographic. NeoMam Studios, Manchester. Available in https://neomam.com/blog/the-8-types-of Infographic.
- Davis, Mark & Quinn, David. (2013): Visualizing text: The new literacy of Infographics. Reading today December 2013/January 2014, 31(3).
- Dennis, N; Sachiko, K. (2008): Perception as evidence accumulation and Bayesian inference: Insights from masked priming. Journal of Experimental Psychology: General. Vol. 137 (3).
- Drakoulaki Aikaterini (2017): 3D printing as learning activity in Higher Education, A case study in a robotics' prototyping course, Master of Philosophy in Higher Education, Faculty of Educational Sciences, Universities I Oslo.
- Dur.B. (2014): Data visualization and Infographics in visual information. Journal of Arts and Humanities (JAH),Vol 3 (5).
- Fowler, K (2015): For the love of Infographics, Science Scope, 38 (7).
- Gareth Gaskell et al (2008): The nature of phoneme representation in spoken word recognition, Journal of Experimental Psychology: General. Vol. 137 (2).
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo- Hesham Gala

Hassan (2016): Designing Infographics to support teaching complex science subject: A comparison between static and animated Infographics, Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University.

- Horvath, Joan (2014). Mastering 3D Printing. Berkeley, Calif, Apress. Islamoglu, H.; Ay, O.; Iliac, U.; Mercimek, B.; Donmez, P.; Kuzu, A. & Odabasi, F (2015): Infographics: A new competency area for teacher candidates. Cypriot Journal of Educational Sciences, 10 (1).
- https://www.thingiverse.com/thing
- James Reid (2018): 4 benefits of 3D printing for schools, Available on https://www.theeducatoronline.com/au/technology/e-learning/4-benefits-of-3d-printing-for-schools/245670.
- Joanna Szulżyk-Cieplak1, Aneta Duda1, Bartłomiej Sidor (2014): 3D Printers – New Possibilities in Education, Science and Technology Research Journal Vol 8, No. 24.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, A. (2015): NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Jordan, C. and Jordan, C. Retrieved Jan 7, 2018 (2015). *How Designers Do It: 15 Easy Steps To Design an Infographic From Scratch – Learn*. [online] Learn. Available at: https://www.canva.com/learn/create-infographics/
- Joseph L. Polman, Engida H. Gebre (2015): Towards critical appraisal of Infographics as scientific inscriptions, Journal of Research in Science Teaching, Vol 52, Iss 6, August 2015.
- Kainat Waseem, Hasnain Alam Kazmi, Ovais Hussain Qureshi (2017): Innovation in Education - Inclusion of 3D - Printing Technology in Modern Education System of Pakistan: Case from Pakistani Educational Institutes, Journal of Education and Practice, Vol.8, No.1.
- Karvalics, László Z. (2013): From Scientific Literacy to Lifelong Research: A Social Innovation Approach. In: Kurbanoğlu, S., Grassian, E., Mizrachi, D., Catts, R., Špiranec, S. (eds.) ECIL 2013. CCIS, Vol. 397, Springer, Heidelberg.
- Kostakis Vasilis, Niaros Vasilis, Giotitsas Christos (2015): Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. Telematics and Informatics.
- Krum, Randy (2014): Cool Infographics: Effective Communication with Data Visualization and Design, john Wiley& sons, Inc, Indianapolis, Indiana.
- Lankow, J., Ritchie, J., Crooks, R., & Column, F. (2012). Infographics : the power of visual storytelling.
- Lankow, Jason. Ritchie, Josh & Crooks, Ross. (2012): Infographics: the power of visual storytelling, Hoboken, new jersey, Canada.
- Laura Mol. (2011): The Potential Role for Infographics in Science Communication, Master Thesis Communication specialization (9 ECTS), Vrije Universities

Amsterdam

- Marcel, F. (2014). Infographics and data visualization tools to engage your language learners.
- Medhavi Kamran, Abhishek Saxena (2016): A Comprehensive Study on 3D Printing Technology, MIT International Journal of Mechanical Engineering, Vol. 6, No. 2.
- Meeusah, Natchaphak, & Uravis Tangkijviwat (2013): Effect of data set and hue an a content understanding of Infographic, Color Research Center, Faculty of Mass communication Technology, University of Thanyaburi, Thailand, 11-12 December.
- Miller, George A. (1983): Informavores", in Machlup, Fritz; Mansfield, Una, the Study of Information: Interdisciplinary Messages, Wiley Interscience.
- Mohiuddin, F. & Chhutani, F. (2013): The Art & Science of Infographics, STC India's 15th Annual Conference, the Zuri White Sands, Varca, Goa Niebaum, Kelly; Cunningham-Sabo, Leslie; Carroll, Jan; Bellows, Laura. (2015): Infographics: An Innovative Tool to Capture Consumers Attention. Journal of Extension, Vol. 53, No 6.
- Orr, Taylor; Flowers, Jim (2015): Learning through Plastic Filament Extrusion, Technology and Engineering Teacher, Vol.74, No 8, May-Jun.
- Patricia McGahern, Roanoke College, Dorothybelle Poli (2015). Enhancing Learning Using 3D Printing: An Alternative to Traditional Student Project Methods. The American Biology Teacher, 77 (5).
- Pit Ho Patrio Chiu and others (2015): A Pedagogical Model for Introducing 3D Printing Technology in a Freshman Level Course Based on a Classic Instructional Design Theory IEEE Frontiers in Education Conference, Vol. 2014 Institute of Electrical and Electronics Engineers, El Paso, USA.
- Robert John Anderson (2010): Cognitive psychology and its implications, 7th Ed, New York: Worth.
- Seyed Farid Shirazi And Others (2015): A review on powder-based additive manufacturing for tissue engineering: selective laser sintering and inkjet 3D printing, journal of Science and Technology of Advanced Materials, Vol 16, Iss 3.
- Simon Ford, Tim Minshall (2017): 3D printing in teaching and education: A review of where and how it is used, Additive manufacturing journal, University of Cambridge, UK.
- Smiciklas, Mark (2012): The Power of Infographics Using Pictures to Communicate and Connect with Your Audiences, First Printing, and Library of Congress United state of America.
- Smiciklas، M. (2012). *The Power of Infographics :Using Pictures to Communicate and Connect with Your Audiences.* Indiana: Que publishing.
- Texas Education Agency. (2015). Rubric for infographic or poster. Retrieved

March 10, 2018, from: https://www.txcte.org/sites/default/files/.../Rubric-for-Infographic-or-Poster.pdf

- Thomas, Lisa Carlucci (2012): Think Visual, Journal of Web Librarianship, Vol 6, No 4.
- Troutner, J, (2010): Info-graphics defined. Teacher Librarian, 38, 2, 44-47.
- V. E. Beal, C. H. Ahrens, P. A. Wendhausen (2004): The Use of Stereolithography Rapid Tools in the Manufacturing of Metal Powder Injection Molding Parts, Presented at Brazilian Manufacturing Congress, Uberlândia, MG. Brazil.
- Vaccarezza, M. and Papa, V., (2014). 3D printing: a valuable resource in human anatomy education. Anatomical Science International, Vol 90, No 1.
- Van Epps, A., Huston, D., Sherrill, J., Alvar, A., Bowen, A. (2015). How 3D Printers Support Teaching in Engineering, Technology and Beyond. Bulletin of the Association for Information Science and Technology, Vol 42, No 1.
- Vincent F. Scalfani, Josh Sahib (2013): A Model for Managing 3D Printing Services in Academic Libraries, Issues in Science and Technology Librarianship.
- W. J.T. Mitchell (2002): Showing seeing: a critique of visual culture, Journal Of visual culture, Vol. 1, Iss. 2.
- Walter Leite; Marilla Svinicki; and Yuying Shi (2009): Attempted Validation of the Scores of the VARK: Learning Styles Inventory With Multitrait–Multimethod Confirmatory Factor Analysis Models, Educational and Psychological Measurement, SAGE.
- Waralak Vongdoiwang Siricharoen (2013): Infographics: The New Communication Tools in Digital Age, the International Conference on E-Technologies and Business on the Web, Thailand.
- William Easley and others (2017): Fabricating Engagement: Benefits and Challenges of Using 3D Printing to Engage Underrepresented Students in STEM Learning, American Society for Engineering Education, University of Maryland, Baltimore County.
- Williams, Linda D. (2015): "Additive Manufacturing or 3d Scanning and Printing," in Manufacturing Engineering Handbook. New York: McGraw-Hill.
- Yıldırım, Serkan (2016): Infographics for Educational Purposes: Their Structure, Properties and Reader Approaches, TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, Vol. 15 Iss. 3.
- Yu-Hung Chien (2017): Developing a Pre-engineering Curriculum for 3D Printing Skills for High School Technology Education, EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, Taipei, Taiwan.