Al-Ruhaili, Amjad, Al-Ahmadi, Sawsan, Al-Raddadi, Samar. (2022) . The Extent to which the Diagrams were Included in Biology, Chemistry, and Physics Secondary School Textbooks in Saudi Arabia , *Journal of Educational Science 9* (2) , 21 - 54

The Extent to which the Diagrams were Included in Biology, Chemistry, and Physics Secondary School Textbooks in Saudi Arabia

Amjad Mohammed Al-Ruhaili
Master of science Curriculum and Instruction
Amjad.alruhaili@hotmail.com

Sawsan Nasser Al-Ahmadi
Master of science Curriculum and Instruction
s.n.alahmadi90@gmail.com

Samar Sulaiman Al-Raddadi
Master of science Curriculum and Instruction
s.alrdaddi@hotmail.com

Abstract:

The present study aimed to determine the degree of diagrams inclusion in secondary school biology, Chemistry and Physics Textbooks in Saudi Arabia. Based on Hegarty, Carpenter and Just (1996) diagrammatic typology. The descriptive analytical approach was used to achieve the study goal. The sample of the study consisted of all biology, Chemistry and Physics Textbooks (11) in the primary stage for the year (2019). The results showed that the distribution of the diagrams type as follows: Iconic diagrams (67.65), (38.55), (34.42). Schematic diagrams (25.18), (49.02), (34.42), Charts and graphs (7.16), (9,44), (54.63), augmented reality, (0), (2.97), (2.61). In the light of the results, the study presented a set of recommendations and future studies.

Keywords: Diagrams, Science Textbooks, Secondary Schools.

الرحيلي، أمجاد، الأحمدي، سوسن، الردادي، سمر. (٢٠٢٢) . مدى توافر أبعاد المنظمة المتعلمة لدى القيادات الأكاديمية بجامعة الملك خالد من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس .*مجلة العلوم التربوية* ، ٩ (١) ، ٢١ - ٥٤

مدى تضمين الرسوم التوضيحية في محتوى كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

أ .أمجاد محمد الرحيلي[١]

أ .سوسن ناصر الأحمدي[٢]

أ .سمر سليمان الردادي[٣]

المستخلص:

هدف البحث الحالي إلى تحديد درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية ، وذلك باعتماد تصنيف Hegarty, Carpenter and Just (١٩٩٦) ، ولتحقيق هدف البحث تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي ، وتكون مجتمع البحث من جميع كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء لصفوف المرحلة الثانوية وعددها (١١) كتابًا طبعة عام (٢٠١٩) ، وأظهرت نتائج البحث توزيع نسب الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء على الترتيب كالتالي: الرسوم التصويرية (٦٧,٦٥) ، (٣٨,٥٥) ، (٣٤,٤٢) ، الرسوم التخطيطية (٢٥,١٨) ، (٤٩,٠٢) ، (٥٤,٦٣) ، المخططات والرسوم البيانية (٧,١٦) ، (٩,٤٤) ، (٨,٣٢) ، الواقع المعزز (٠) ، (٢,٩٧) ، (٢,٦١) ، وفي ضوء النتائج قدمت الدراسة مجموعة من التوصيات والمقترحات المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: الرسوم التوضيحية ، كتب العلوم ، المرحلة الثانوية.

(1) أستاذُ المَناهجِ وطَرائق تَدريس العلوم المشارك – جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل – كلية التربية – قسم المناهج وطرق التدريس egtolba@iau.edu.sa

(2) أستاذُ المَناهجِ وطَرائق تَدريس العلوم المشارك – جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل – كلية التربية – قسم المناهج وطرق التدريس egtolba@iau.edu.sa

(3) أستاذُ المَناهجِ وطَرائق تَدريس العلوم المشارك – جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل – كلية التربية – قسم المناهج وطرق التدريس egtolba@iau.edu.sa

المقدمة:

أصبحت الرسوم التوضيحية عنصرًا فعالًا في حياتنا اليومية، فوسائل الإعلام المرئية والمطبوعة ووسائل التواصل الاجتماعية تستعين بالرسوم التوضيحية لنقل الأخبار ودعم الأفكار، كما تخصص الكتب الدراسية مساحات للرسوم التوضيحية إلى جانب النصوص المكتوبة، مما يعزز مكانة الثقافة البصرية كإحدى مهارات القرن الحادي والعشرين.

وبحسب الجمعية الدولية للثقافة البصرية International Visual Literacy Association (IVLA) يعتبر الطالب مثقفًا بصريًّا عندما يتقن مجموعة من المهارات: الملاحظة، التفسير، التقييم، الانتفاع والإنتاج، ويوظف هذه المهارات في فهم وتحليل ما يقابله من رسوم توضيحية في بيئته المحيطة (IVLA, 2020).

وباعتبار الكتاب الدراسي من أكثر عناصر المنهج قربًا للطالب فإنه يتحمل جزءًا من عملية إنشاء طالب مثقف بصريًا، فالرسوم التوضيحية تتواجد في مختلف المواد الدراسية بشكل عام، وفي مواد العلوم بشكل خاص نظرًا لطبيعة المادة العلمية التي تحتاج إلى استخدام الرسوم التوضيحية بكثافة في جميع فروع العلوم ولكافة الصفوف والمستويات الدراسية؛ وذلك من أجل المقارنة بين الأفكار العلمية المعقدة والمجردة، ويتم ذلك من خلال تقديم المعلومات بأشكال مختلفة عبر النصوص المكتوبة والرموز والجداول والرسوم التوضيحية التي تدعمها مثل الصور والخرائط وخرائط المفاهيم والرسوم البيانية (Finson and Pederson, 2011; Danielsson and Selander, 2016).

وقد دعت معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science Standards (NGSS) إلى تدريس العلوم باستخدام الرسوم التوضيحية، وذلك من خلال تضمين الرسوم التوضيحية في أربع من أصل ثمان ممارسات علمية وهندسية وهي: تطوير النماذج واستخدامها، تحليل البيانات وتفسيرها، استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي، استخراج المعلومات وتقييمها ومشاركتها (NGSS, 2013).

ويمكن تحقيق الممارسات آنفة الذكر من خلال توظيف الرسوم التوضيحية الموجودة في كتب العلوم الدراسية، سواء كان ذلك من قبل أسلوب تدريس المعلم أو التعلم الذاتي للطالب، فقد أثبتت الدراسات دعم الرسوم التوضيحية لعمليتي تعليم وتعلم العلوم، فالرسوم التوضيحية تساهم في استيعاب الطالب للمفاهيم العلمية عندما تكون متكاملة مع النص المرافق وتعمل على تكرار بعض أجزاء النص بشكل غير نصي، كما أن تنوع الرسوم التوضيحية المتمحورة حول ذات الموضوع

يعزز فرص استيعاب الطلاب من عدة أشكال، فالطلاب يدركون قيمة الرسوم التوضيحية المصاحبة للنصوص العلمية وفضلها في استيعاب المحتوى (El-Masri, and Vlaardingerbroek, 2010; Lin, Holmqvist, Miyoshi and Ashida, 2017; Mayer, 1989; Olson and Mokhtari, 2010)

ومن أبرز النظريات التي اهتمت بتفسير كيفية مساهمة الرسوم التوضيحية في التعليم نظرية الترميز الثنائي التي اقترحت تواجد شكلين من المعطيات، الشكل اللفظي الذي يضم الكلمات والأرقام والرموز والشكل غير اللفظي الذي يضم الرسوم التوضيحية، وأثناء معالجة هذين الشكلين يتفوق استدعاء المعلومات المرتبطة بالرسوم التوضيحية على استدعاء المعلومات المرتبطة بالنصوص؛ وذلك لأن الذاكرة بعيدة المدى تعالج الرسوم التوضيحية على أنها وحدة متكاملة من خلال توازي عمليات معالجة المعلومات، بينما تعالج النصوص بشكل مجزئ إلى وحدات متعددة من خلال تعاقب عمليات معالجة المعلومات (Paivio and Csapo, 1973).

والنظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة التي تقترح انخراط الطالب في ثلاث عمليات معرفية: الانتقاء، التنظيم، التكامل، وخلال تتابع هذه العمليات يتم تكوين قاعدتين ونموذجين للمعلومات اللفظية والبصرية كل على حدا، ثم يتم توظيف النموذجين اللفظي والبصري من أجل إنشاء الوصلات وتكوين الارتباط بين مجموعة من الأجزاء أو سلسلة من الأحداث (Harp and Mayer, 1997).

ولذلك شكلت المادة البصرية في كتب العلوم مجالًا خصبًا للدراسات التي اهتمت بالرسوم التوضيحية، حيث يتبع تحليل كتب العلوم أحد ثلاثة أنماط: الهيكل العام، المادة اللفظية، والمادة البصرية (Devetak and Vogrinc, 2013).

ونشأت عدة تصنيفات للرسوم التوضيحية في الكتب الدراسية وفق أسس مختلفة، ويعد تصنيف (Hegarty, Carpenter and Just, 1996) من أشهر التصنيفات التي تهتم بنوع الرسوم التوضيحية في النصوص العلمية، حيث يتضمن التصنيف ثلاثة أنواع للرسوم التوضيحية وهي: الرسوم التصويرية، الرسوم التخطيطية، المخططات والرسوم البيانية، ويضاف إلى ذلك رسوم الواقع المعزز التي أضافتها بعض الدراسات الحديثة للتصنيف.

وخلال العقدين الماضي والحالي أظهرت مراجعة دراسات تحليل كتب العلوم بفروعه أن هذا النوع من الدراسات يتواجد بشكل أكبر في أوروبا والولايات المتحدة الأميركية ويقل في بقية مناطق العالم، واعتمدت الكثير من الدراسات نمط تحليل المادة البصرية في كتب العلوم، حيث اهتمت

بأنواع الرسوم التوضيحية الموجودة ، وطرق عرض وترتيب الرسوم التوضيحية ، وخصائص الرسوم التوضيحية ، وتصنيف الرسوم التوضيحية ، بالإضافة إلى مدى مساهمة الرسوم التوضيحية في إيجابية الطالب أثناء تعلم المحتوى والنظريات التي تفسر التعلم من خلال الرسوم التوضيحية (Brumberger , 2019; Vojíř and Rusek , 2019).

ونظر لقلة تواجد دراسات عربية حول تحليل المادة البصرية في كتب العلوم فهناك حاجة لمثل هذا النوع من الدراسات ، من أجل التمهيد لتطبيقات النظريات المهتمة بالتعلم من خلال الرسوم التوضيحية ، وللعمل على تفعيل الثقافة البصرية في صفوف العلوم.

مشكلة البحث:

يعتمد سير العملية التعليمية على الكتب الدراسية في الكثير من منظومات التعليم ، وينطبق هذا حاليًا على منظومة التعليم العام في المملكة العربية السعودية ، مما يسند للكتاب الدراسي دوره خلال الصف.

وفي المرحلة الثانوية تزداد أهمية الدور الحيوي للكتب الدراسية ضمن بقية عناصر العملية التعليمية ، لأنها تهيئ الطالب للانتقال إلى مرحلة التعليم العالي ، وقد أشارت الدراسات إلى أن الطلاب الجامعيين في تخصصات العلوم يتعاملون باستمرار مع العديد من الرسوم التوضيحية ، سواء كان ذلك في المقررات الجامعية التي ازدادت فيها نسبة الرسوم التوضيحية المدرجة عبر الزمن ، أو في المجلات العلمية التي يقرأها الطلبة الجامعيين في مجال تخصصهم ، بالإضافة إلى المهمات التي ينتجون فيها الرسوم التوضيحية من أجل التأكيد على استيعاب المعلومات وتنمية مهارات الثقافة البصرية ، كما أن نسبة الرسوم التوضيحية التي تندرج تحت نوعي الرسوم التخطيطية والرسوم البيانية تزداد مع تقدم المرحلة الدراسية من التعليم العام حتى التعليم العالي ، وذلك على حساب انخفاض نسبة الرسوم التصويرية ، ويشير ذلك إلى ارتفاع المهارات المطلوبة لقراءة الرسوم التوضيحية كلما تقدم الطالب في المرحلة الدراسية (Ortegren , Serra and England , 2014; Rybarczyk , 2011; Souza and Porto , 2012; Wiley , Sarmento , Griffin & Hinze , 2017).

وهو ما يحتم أهمية ألفة طلبة المرحلة الثانوية بالرسوم التوضيحية في تخصصات العلوم (الأحياء ، الكيمياء ، الفيزياء) ، والتعرف على خصائص أنواع الرسوم التوضيحية من أجل إتقان مهارات قراءتها في المرحلة الثانوية ، والتمكن من التعلم باستخدام الرسوم التوضيحية بسلاسة في

المرحلة الجامعية ، ولتحقيق ذلك يجب أن تحتوي الكتب الدراسية على قدر كاف من الرسوم التوضيحية المتوافقة مع المستوى العقلي لطلبة المرحلة الثانوية.

حيث إن حقل البحث في مجال التعلم من خلال ما يراه الطالب قد استحوذ على اهتمام مختصي علم النفس المعرفي ، وقد عالجت دراساتهم حالات ذات شروط محددة مما حد من استخدام أدواتهم البحثية على مستوى الأنشطة اليومية في الصفوف الدراسية ، وترتب على ذلك تقدم ضئيل في البحث الموجه لتنمية القدرات ما وراء البصرية للطلاب(Gilbert , 2010) ، ولذلك هناك حاجة لبحوث تتناول موقع الرسوم التوضيحية من العملية التعليمية ، وتحدد أنواع الرسوم التوضيحية المتواجدة في الكتب الدراسية ، خاصة وأن استراتيجيات التدريس تعتمد بشكل كبير على طبيعة محتوى كتب العلوم الدراسية.

أسئلة البحث:

سعى البحث الحالي للإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية؟
٢. ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية؟
٣. ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

١. تحديد درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية.
٢. تحديد درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية
٣. تحديد درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الفيزياء بالمرحلة الثانوية.

أهمية البحث:

يمكن أن تساهم نتائج البحث في:

- إفادة مصممي كتب العلوم للمرحلة الثانوية بقائمة للرسوم التوضيحية في تخصصات (الأحياء ، الكيمياء ، الفيزياء) من حيث العدد والنوع حسب تصنيف (Hegarty et al. , 1996).

- توجيه أنظار معلمي العلوم للمرحلة الثانوية إلى خصائص الرسوم التوضيحية الموجودة في كتب (الأحياء ، الكيمياء ، الفيزياء) من أجل التدريس باستخدام الرسوم التوضيحية.
- توجيه أنظار القائمين على برامج إعداد معلم العلوم لإدراج مقررات تهتم بتعلم مهارات قراءة الرسوم التوضيحية وتعليمها في العلوم.
- تقديم رصد على درجة عالية من الموثوقية لواقع وجود الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.
- إلقاء الضوء على مجال البحث في تحليل المحتوى البصري بكتب العلوم ، خاصة مع ندرة البحث في هذا المجال على مستوى البحوث العربية.

حدود البحث:

اقتصرت حدود البحث على:

- تحليل جميع كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء لجميع صفوف المرحلة الثانوية (الأول ، الثاني ، الثالث) طبعة (٢٠١٩) في المملكة العربية السعودية.
- الرسوم التوضيحية وفق تصنيف (Hegarty et al. , 1996) بالإضافة إلى الرسوم التوضيحية المرتبطة بالواقع المعزز.

مصطلحات البحث:

الرسوم التوضيحية Diagrams:

هي أشكال يتم فيها تمثيل العلاقات أو المعلومات في شكل بياني أو تصويري (Clapham and Nicholson , 2009).

وتعرفها الباحثات إجرائيًا بأنها:

جميع الرسوم التوضيحية (الرسوم التصويرية ، الرسوم التخطيطية ، المخططات والرسوم البيانية ، الواقع المعزز) الموجودة في جميع كتب الأحياء والفيزياء والكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية ، وفيما يلي تعريف أنواع الرسوم التوضيحية حسب تصنيف (Hegarty et al. , 1996).

- الرسوم التصويرية: هي أشكال تصور الأشياء المحسوسة كما هي في الواقع ، فالعلاقات المكانية المرتبطة بشيء ما في الواقع (الموقع والاتجاه والحجم) تتوافق بشكل عام مع العلاقات المكانية الموجودة في الرسم التصويري للشيء ، وتتواجد الرسوم التصويرية على هيئة الصور أو الرسوم.
- الرسوم التخطيطية: وهي أشكال تصف مفاهيم مجردة وتستخدم رموز متفق على مدلولاتها مثل استخدام الخطوط للدلالة على الضوء ، وتعمل الرسوم التخطيطية على توضيح المكونات والعمليات ، كما تتواجد الرسوم التخطيطية على هيئة الأشكال التنظيمية مثل أشكال فين ومخططات التدفق.
- المخططات والرسوم البيانية: وهي أشكال تمثل الحقائق بشكل كمي وتستخدم الأرقام ، ومن أمثلتها المخططات الدائرية الرقمية ، الرسوم البيانية بالخطوط والرسوم البيانية بالأعمدة.
- وتضيف الباحثات رسوم الواقع المعزز أسوةً بالدراسات السابقة التي تبنت تصنيف (Hegarty et al. , 1996) وأضافت إليه الواقع المعزز.

رسوم الواقع المعزز: هي أشكال تفاعلية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد تظهر من خلال تفعيل تقنية الواقع المعزز (Azuma , 1997).

تناول كتب العلوم بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية للرسوم التوضيحية:

مفهوم الرسوم التوضيحية:

تعد الرسوم التوضيحية من المصطلحات التي تعددت دلالاتها ، ويرجع ذلك إلى اختلاف منظور الباحثين لها وكيفية تناولها في الأبحاث التربوية وعلى مستوى التخصصات المختلفة مثل العلوم والرياضيات والدراسات الاجتماعية ، وترى الباحثات أن مفهوم (عسقول ، ٢٠٠٢) «أشكال يدوية منجزة ببعدين لتقريب مفاهيم المادة أو جزء منها» ، يعد من أقرب المفاهيم للبحث الحالي ، على أن تعاد صياغته ليناسب جميع أنواع الرسوم التوضيحية وذلك لوجود الواقع المعزز ضمن الرسوم التوضيحية كرسوم توضيحية متحركة ، وبذلك تصبح صياغة مفهوم الرسوم التوضيحية كما يلي:

الأشكال الثابتة أو المتحركة في بعدين أو ثلاثة ، والتي تعمل على تقريب مفاهيم المادة أو جزء منها.

تصنيف الرسوم التوضيحية:

يواجه الباحثون في مجال الرسوم التوضيحية صعوبة في اختيار تصنيف يعتمدونه في دراساتهم ، وذلك بسبب وجود عدة تصنيفات تختلف في مجموعاتها ومستوياتها وطرق تضمينها للأشكال المختلفة من الرسوم التوضيحية ، بالإضافة إلى التداخل الناشئ بين بعض التصنيفات في الأشكال أو المسميات ، حيث لا يوجد حتى الآن تصنيف مقبول وموحد على مستوى العالم (Ainsworth , 2006; Wu and Puntambekar , 2012).

فقد طالت الرسوم التوضيحية عدة تصنيفات مختلفة من أجل محاولة بناء إطار يضم مختلف أشكالها ، حيث تم تصنيفها بناء على وظيفتها (Levin , Anglin and Carney , 1987) ، دورها التعليمي (Winn , 1987) ، نوع المعلومات الذي تعرضه وكيفية عرض هذه المعلومات (Hegarty et al. , 1996) ، وقد اعتبر (Slough and McTigue , 2013) التصنيفات الثلاثة السابقة ضمن أنظمة التصنيف المعقدة التي تعمل على الإحاطة بعدد كبير من أشكال الرسوم التوضيحية ، كما تم تصنيف الرسوم التوضيحية حسب مدى التجريد في الشيء المقصود بالرسم وحسب وظيفة الرسم التوضيحي (Jo , Jho and Yoon , 2015) ، وبحسب مصدر الرسم التوضيحي فقد تم تصنيف الرسوم التوضيحية المتواجدة في الكتب المدرسية المطبوعة (الورقية) والكتب الالكترونية والكتب الالكترونية- التفاعلية (Chen , 2017).

واختارت الباحثات تصنيف (Hegarty et al. , 1996) لتحليل كتب الأحياء-الكيمياء-الفيزياء للمرحلة الثانوية؛ لكونه يتعلق بالرسوم التوضيحية الأكثر شيوعًا في النصوص العلمية على وجه الخصوص ، كما أنه يتبع النمط البصري ولا يدخل النمط الرمزي (المعادلات والقوانين) في التصنيف ، بالإضافة إلى أنه قد تمت العديد من الدراسات التي تبنت تصنيف (Hegarty et al. , 1996) سواء بتنظيمه الأصلي أو بالإضافة إليه أو دمج التصنيف مع أدوات تحليل الرسوم التوضيحية.

وقد أشارت (Novick , 2006) إلى عدة نقاط حول أنواع الرسوم التوضيحية الواردة في تصنيف (Hegarty et al. , 1996) بشكله الأساسي وهي كما يلي:

تهتم الرسوم التصويرية كالصور والرسوم بالخطوط بتصوير الشيء كما يبدو في الواقع مثل (الصور التي توضح الخصائص العامة للحيوانات كالهياكل الخارجية والداخلية) ، (الصور التي توضح الأشكال المختلفة لمعدن النحاس) ، (الصور التي تبين الأنواع المختلفة من المكثفات) ، كما تصور الرسوم التصويرية العلاقات المكانية بشكل يطابق ترتيبها ومواضعها بالنسبة لبعضها في

الواقع مثل: (الرسوم التي توضح الترتيب الذي ترتبط فيه النيوكليوتيدات خلال سلسلتي الحمض النووي على هيئة التوازي المتعاكس) ، (الرسوم التي تعرض المتشكلات الفراغية سيس وترانس) ، (الصور المتتابعة التي تُظهر مواقع العدّاء في فترات زمنية متساوية) ، بالإضافة لمساهمة الرسوم التصويرية في استيعاب الطلاب للتراكيب والأجزاء الداخلية للأشياء التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، مثل: (الرسوم التي تعرض التركيب الداخلي للشرايين والأوردة والشعيرات الدموية) ، (الصور المجهرية التي توضح شكل الذرة) ، (الرسوم التي تبين الأنظمة البصرية المستخدمة في آلات التصوير والمجاهر).

بينما تركز الرسوم التخطيطية على المفاهيم المجردة وآليات العمل ، وتستخدم رموز محددة المعاني مثل استخدام الأسهم للتعبير عن الضوء ، واستخدام إشارات الجمع والطرح للدلالة على الجسيمات الموجبة والسالبة ، ومن الأمثلة على الرسوم التخطيطية: (الرسم التخطيطي للغشاء البلازمي لتوضيح مفهوم النفاذية الاختيارية) ، (الرسم التخطيطي لسقوط الضوء على سطح الفلز لتوضيح مفهوم التأثير الكهروضوئي) ، (الرسم التخطيط الذي يوضح القوى المؤثرة في جسم ما) ، بالإضافة إلى أن بعض الرسوم التخطيطية تعتبر رسوم تنظيمية تعرض الظواهر أو الأجزاء بشكل خطي أو غير خطي ، مثل (دورة تكاثر الفيروس ، الجدول الدوري ، دورة عمل المحرك الحراري).

وتختص المخططات والرسوم البيانية بالتعامل مع البيانات الرقمية والحسابات الرياضية ، وتتواجد المخططات والرسوم البيانية على هيئة توضح أنماط العلاقات بين المتغيرات من خلال التمثيل البياني بالأعمدة أو الخطوط مثل (الرسم الذي يوضح نسبة استنزاف الشعاب المرجانية في مواقع مختلفة حول العالم) ، (الرسم الذي يوضح حالة المادة تحت الظروف المختلفة من درجة الحرارة والضغط) ، (الرسم الذي يوضح أطياف الانبعاث لجسم متوهج) ، كما تتواجد المخططات والرسوم البيانية على هيئة توضح النسب والأحجام لمجموعة من الأنواع في نظام معين من خلال التمثيل البياني بالقطاعات الدائرية (مثل الرسم الذي يوضح النسبة المئوية لأنواع المفصليات) ، (الرسم الذي يوضح عدد مولات المذاب والمذيب بالنسبة إلى عدد المولات الكلي في المحلول) ، (الرسم الذي يوضح القياس بالراديان لمعظم الزوايا الشهيرة).

وتضيف الباحثات إلى تصنيف (Hegarty et al. ,1996) رسوم الواقع المعزز أسوةً بالدراسات السابقة ، فالواقع المعزز هو إحدى التقنيات المنحدرة من تقنية الواقع الافتراضي ، وفيما ينغمس

الطالب بشكل كلي أثناء استخدام تقنية الواقع الافتراضي فإنه ينغمس بشكل جزئي عند استخدام تقنية الواقع المعزز ، بحيث لا يرى الطالب العالم الحقيقي عند تفعيل تقنية الواقع الافتراضي ، وعلى النقيض يظل الطالب متصلًا بالعالم الحقيقي عند تفعيل تقنية الواقع المعزز خاصةً وأن تقنية الواقع المعزز تضيف إلى العالم الحقيقي وتنشأ لتعزيز بعض مكوناته ، ولذلك يمكن تعريف الواقع المعزز على أنه حالة وسط بين العالم الحقيقي والعالم الافتراضي(Azuma , 1997).

فرسوم الواقع المعزز تعطي الطالب الفرصة لملاحظة السبب والنتيجة وتجربة البدائل خلال آلية معينة مثل (الرسم الذي يوضح استخدام الموائع في الآلات) ، (الرسم الذي يظهر دائرة كهربائية تربط بين المقاومة والتيار والجهد) ، (الرسم الذي يوضح القوى ثنائية القطبية) ، كما توفر رسوم الواقع المعزز مجال رؤية يتجاوز البعدين الظاهرين على صفحات الكتاب مثل (رسوم المتشكلات الضوئية) ، (الرسم الذي يوضح قانون جاي لوساك).

جميع الأمثلة التي ذكرتها الباحثات أعلاه هي من كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء طبعة (٢٠١٩) للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

وتحتاج الرسوم التوضيحية لمهارات قراءة متباينة المستويات من أجل تحقيق وظائفها ، وتتراوح هذه المهارات من التعرف وتحديد المعلومات الأساسية في الرسم التوضيحي إلى مهارات التقييم وإطلاق الأحكام والتعميمات ، وهي مهارات تمكن الطالب من الاستيعاب العميق للرسوم التوضيحية مما ينعكس إيجابًا على استيعاب النص المرافق للرسم التوضيحي ، ولذا تعتبر قراءة الرسوم التوضيحية مهارة جوهرية لطلاب التخصصات العلمية ، ولتنمية هذه المهارة يجب على المعلمين اختيار الأنواع المناسبة من الرسوم التوضيحية وفق أهداف الدرس ، وتعريف الطلاب بمكونات الرسم التوضيحي وأجزائه وخاصةً الرسوم التخطيطية والمخططات والرسوم البيانية التي تحتوي على العديد من الأجزاء التي تحتاج للتعريف ، ولضمان ذلك فلابد من إدراج مقررات تدريس الرسوم التوضيحية للمعلمين قبل الخدمة (Azmi, Rahmat and Amprasto, 2020; Kottmeyer, Van Meter and Cameron, 2020; Norman, 2011; Roberts, Norman and Cocco, 2015; Tanis Ozcelik and McDonald 2013)

وتأسيسًا على ما سبق فإن العمليات العقلية المرتبطة بقراءة الرسوم التوضيحية قد ترتبط بنوع الرسم التوضيحي ذاته ، فالرسوم التصويرية هي الأعلى واقعية في تصنيف (Hegarty et al., 1996) وتحتاج أدنى مستوى من المهارات للاستفادة منها ولذلك غالبًا ما

تكون الرسوم التصويرية هي النوع المهيمن في كتب المرحلة الابتدائية ، بينما يقل مستوى الواقعية في الرسوم التخطيطية ، مما يرفع مستوى المهارات المطلوبة لقراءتها ، وعند المخططات والرسوم البيانية يصل أعلى مستوى لمهارات قراءة الرسوم التوضيحية حيث يبلغ التجريد ذروته عند التعبير بالأرقام والخطوط.

وفي ظل المفاهيم الشائعة للرسوم التوضيحية كأدوات يستقي منها الطالب المعرفة بشكل مباشر فإن مشاركة الطالب في عملية التعلم قد لا تتجاوز المستويات الدنيا من العمليات العقلية ، خاصةً إذا لم يكن المعلم متمكنًا من تدريس مهارات قراءة الرسوم التوضيحية ، ولتجاوز هذه المعضلة نادى (Evagorou , Erduran and Mäntylä , 2015) إلى نقلة نوعية في مجال التعلم من خلال الرسوم التوضيحية ، حيث يجب الانتقال من اعتبار الرسوم التوضيحية أدوات لتلقي المعرفة إلى توظيف الرسوم التوضيحية من قبل الطلاب في إنتاج المعرفة من خلال الانخراط في المناظرات والنقاش العلمي والبراهين ، ويمكن تحقيق ذلك عند تصميم منهج العلوم بطريقة تدعو الطلاب للتفاعل مع الرسوم التوضيحية وإنتاج رسوم توضيحية تصور الأفكار العلمية.

الدراسات السابقة حول الرسوم التوضيحية في كتب العلوم:

تبنى (Liu and Treagust , 2013) تصنيف (Hegarty et al. , 1996) لتحليل (٩) كتب مدرسية وكتابي نشاط في المرحلة الثانوية في دولة أستراليا ، وتضمن ذلك (٤) كتب علوم للصفوف الدنيا و(٣) كتب أحياء وكتابين للنشاط للصفوف العليا ، وأظهرت النتائج نسب تواجد الرسوم التوضيحية كالتالي: الرسوم التصويرية (٦٩,٦٣٪) ، الرسوم التخطيطية (٢٤,١٤٪) ، المخططات والرسوم البيانية (٦,٢٤٪).

طور (Jo et al. , 2015) تصنيف للرسوم التوضيحية لتحليل الرسوم التوضيحية المرتبطة بالكهرومغناطيسية في (٩) كتب مدرسية في دولة كوريا ، وذلك بواقع كتابي علوم في المرحلة الابتدائية ، وثلاثة كتب علوم في المرحلة المتوسطة ، وأربعة كتب فيزياء في المرحلة الثانوية ، وأظهرت النتائج توزيع أنواع الرسوم التوضيحية -دون أخذ نسب التداخل بين التصنيفات بالاعتبار- خلال المراحل الابتدائية والمتوسطة والثانوية على الترتيب كما يلي: الرسوم الماكروسكوبية (٩٨,٨٪) ، (٧٥,٤٪) ، (٦٤,١٪) ، الرسوم الميكروسكوبية (٠٪) ، (٨,٥٪) ، (١٠,٤٪) ، الرسوم باستخدام الرموز(١,٣٪) ، (٧,١٪) ، (٢٤,٦٪).

تبنى (Liu and Khine , 2016) تصنيف (Hegarty et al. , 1996) مع إضافة الواقع المعزز كأحد أنواع الرسوم التوضيحية ، وتم تحليل (٢٠) كتاب علوم لخمسة صفوف في المرحلة الابتدائية في دولة البحرين بواقع كتابي علوم وكتابي نشاط لكل سنة دراسية ، وأظهرت النتائج نسب أنواع الرسوم التوضيحية في كتب العلوم كالتالي: الرسوم التصويرية (٨٥٪) ، الرسوم التخطيطية (٣٪) ، المخططات والرسوم البيانية (١١٪) ، الواقع المعزز (١٪) ، كما أظهرت النتائج نسب أنواع الرسوم التوضيحية في كتب النشاط كالتالي: الرسوم التصويرية (٨١٪) ، الرسوم التخطيطية (٧,٥٪) ، المخططات والرسوم البيانية (٥,٥٪) ، الواقع المعزز (٦٪).

اعتمد (Qasim and Pandey , 2017) تصنيف (Hegarty et al. , 1996) لتحليل كتب العلوم في المرحلة الابتدائية في دولة الهند ، وتم تحليل (٩) كتب من الصف السابع بواقع (٣) كتب لكل من (الفيزياء ، الكيمياء ، والأحياء) ، وأظهرت النتائج تدرج أنواع الرسوم التوضيحية كالتالي: الرسوم التخطيطية (٤٨,٩٦٪) ، الرسوم التصويرية (٣٤,٦٧٪) ، المخططات والرسوم البيانية (١٦,٣٦٪) ، وعلى مستوى المواد الدراسية: الأحياء (٣٣,٦٩٪) ، (٥٦,٤١٪) ، (٩,٨٩٪) ، الكيمياء (٢٥,٩٢٪) ، (٤١,٧٩٪) ، (٣٢,٢٧٪) ، والفيزياء (٤٠,٩٠٪) ، (٤٦,٧٥) ، (١٢,٣٣٪).

تبنى (Khine and Liu , 2017) تصنيف (Hegarty et al. , 1996) مع إضافة نوع رابع للرسوم التوضيحية وهو الواقع المعزز ، وهدف البحث لتحليل كتب العلوم للمرحلة الابتدائية في دولة الإمارات العربية المتحدة ، وتم تحليل (١٠) كتب علوم للصف الأول وحتى الخامس بواقع كتاب علوم وكتاب نشاط لكل صف دراسي ، وشمل التحليل (١٨٩٠) شكل وأظهرت النتائج توزيع أنواع الرسوم التوضيحية في كتب العلوم كالتالي: الرسوم التصويرية (٨٨,٩٪) ، الرسوم التخطيطية (٩,٥٪) ، المخططات والرسوم البيانية (١,٢٪) ، الواقع المعزز (٠,٤٪) ، كما أظهرت النتائج توزيع أنواع الرسوم التوضيحية في كتب النشاط كالتالي: الرسوم التصويرية (٦٨,٥٪) ، الرسوم التخطيطية (٢٣,٩٪) ، المخططات والرسوم البيانية (٧,٦٪) ، الواقع المعزز (٠).

أعد (Chen , 2017) قائمة بالرسوم التوضيحية لتحليل (٣) كتب أحياء للمرحلة الثانوية في الولايات المتحدة الأمريكية ، وتواجدت الكتب على هيئات مختلفة: كتاب ورقي ، كتاب الكتروني ، وكتاب الكتروني-تفاعلي ، وأظهرت النتائج توزيع الرسوم التوضيحية على الترتيب لهيئات الكتب كالتالي: الصور الواقعية (٣٦٪) ، (٢٩٪) ، (٣٠٪) ، الرسوم (١٪) ، (١١٪) ، (١٤٪) ، الخرائط (٢٢٪) ، (٤٢٪) ، (٣٢٪) ، الرسوم البيانية والجداول (٨٪) ، (٦٪) ، (٦٪) ، الأشكال التفاعلية (٣٣٪) ، (١٣٪) ، (١٩٪).

تبنت (الأحمدي ، الردادي والرحيلي ، ٢٠٢٠) تصنيف (Hegarty et al. , 1996) من أجل تحليل كتب العلوم للمرحلة الابتدائية في المملكة العربية السعودية ، وتم تحليل (١٢) كتابًا طبعة عام (٢٠١٩) لجميع الصفوف وللفصليين الدراسيين الأول والثاني ، وأظهرت نتائج البحث نسبة الرسوم التوضيحية في المرحلة الابتدائية كالتالي: الرسوم التصويرية (٨٩٪) ، الرسوم التخطيطية (١٠,٤٪) ، المخططات والرسوم البيانية (٠,٤٧٪).

يتضح من العرض السابق:

يظهر تنوع جغرافي كبير في الدراسات السابقة ، فتصنيف (Hegarty et al. , 1996) قد انبثق في الولايات المتحدة الأمريكية (M. Hegarty, Personal Communication, January, 26, 2020) ، وتم تبنيه لتحليل كتب تابعة لأنظمة التعليم في أستراليا والبحرين والهند والإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية.

ويظهر اتجاه عام لنتائج الدراسات السابقة حيث تتفوق كمية الرسوم التوضيحية ذات الطابع التصويري كالصور والرسوم المهتمة بتصوير الأشياء وتوضيح معالمها ، باستثناء دراسة (Qasim and Pandey, 2017) التي احتلت فيها الرسوم التخطيطية النسبة الأعلى في التحليل.

ويتفق البحث الحالي مع الدراسات السابقة في هدف البحث العام لتحديد مدى توزيع أنواع الرسوم التوضيحية ، وفي منهج البحث (المنهج الوصفي) باستخدام أسلوب تحليل المحتوى ، وفي استخدام أداة تحليل محتوى كتب العلوم في ضوء تناولها للرسوم التوضيحية ، كما يتفق البحث الحالي مع دراسات (Liu and Khine, 2016)، (Liu and Treagust, 2013)، (Khine and Liu, 2017)، (Qasim and Pandey, 2017)، (الأحمدي وآخرون ، ٢٠٢٠) في تبني تصنيف (Hegarty et al. , 1996).

ويتفق البحث الحالي مع الدراسات السابقة في تحليل الكتب الورقية (المطبوعة) ، باستثناء دراسة (Chen, 2017) التي تم فيها تحليل الكتب الورقية ، الكتب الالكترونية ، والكتب الالكترونية-التفاعلية.

ويختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في استهدافه لجميع كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء التي يتم تدريسها في صفوف المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

منهج البحث وإجراءاته:

منهج البحث:

تم استخدام أسلوب تحليل المحتوى كأحد أنواع المنهج الوصفي التحليلي.

مجتمع البحث وعينته:

تكون مجتمع البحث وعينته من جميع كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية طبعة (٢٠١٩) وعددها (١١) كتابًا ، ويوضح جدول(١) وصف الكتب.

جدول (١)

كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

م	اسم الكتاب	عدد الصفحات الكلي للكتاب	عدد الصفحات المخللة	عدد الصفحات المستبعدة	عدد الفصول
١	أحياء ١	٣٠٢	٢٦٠	٤٢	٩
٢	أحياء٢	٢٦٢	٢٤٤	١٨	٩
٣	أحياء ٣	٢٩٤	٢٧٩	١٥	٩
٤	كيمياء١	٢١١	١٨٨	٢٣	٥
٥	كيمياء٢	٢٧٣	٢٣٦	٣٧	٦
٦	كيمياء٣	٢١٣	١٩٤	١٩	٥
٧	كيمياء٤	٢٤٥	٢٢٤	٢١	٦
٨	فيزياء ١	٢٤٠	٢٠٤	٣٦	٧
٩	فيزياء٢	٢١٩	١٦٦	٥٣	٨
١٠	فيزياء٣	٢٩٤	٢٤٤	٥٠	٨
١١	فيزياء٤	٢٦٩	٢١٩	٥٠	٧
المجموع		٢٨٢٢	٢٤٥٨	٣٦٤	٧٩
نسبة ١٠٪ للثبات		٢٨٢,٢	٢٤٥,٨	–	٧,٩

أداة البحث:

تبنت الباحثات تصنيف (Hegarty et al., 1996) لتحليل محتوى كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء ، وهو تصنيف يتضمن الرسوم التصويرية ، الرسوم التخطيطية ، المخططات والرسوم البيانية ، وتمت إضافة الرسوم التوضيحية المرتبطة بالواقع المعزز أسوةً بالدراسات السابقة.

فئة التحليل ووحدة التحليل:

حددت الباحثات فئة التحليل بالرسوم التوضيحية المعنية في تصنيف(Hegarty et al. , 1996) وهي (الرسوم التصويرية ، الرسوم التخطيطية ، المخططات والرسوم البيانية) بالإضافة إلى الرسوم التوضيحية المرتبطة بالواقع المعزز ، ويشمل ذلك الأشكال المحاطة بإطار أو المعروضة بدون إطار ، وتم تحديد الصفحة كوحدة للتحليل.

قواعد عملية التحليل:

تم تحديد مجموعة من القواعد لتحليل كتب العلوم وهي كما يلي:

- تم تحليل المحتوى العلمي لكتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية.
- شمل التحليل الأشكال الواردة في الدروس والأسئلة في نهاية كل درس والأسئلة في نهاية كل وحدة.
- استثنى التحليل صفحة الغلاف وقائمة المحتويات ومقدمة الكتاب.
- استثنى التحليل مرجعيات الطالب ، تعليمات السلامة ، المصادر التعليمية للطالب ، دليل الرياضيات ، الجداول ، والمصطلحات.

صدق عملية التحليل:

تم تبني تصنيف (Hegarty et al. , 1996) في عدة دراسات سابقة ، من خلال تحليل الكتب وتتبع الأشكال الموجودة وتفريغها في جداول للإحصاء ، مما أدى لتحقيق صدق التحليل أثناء اعتماد هذا النموذج ، والتوصل لنتائج تثبت أن جميع الأشكال المعتمدة في التصنيف تواجدت في كتب العلوم التي تم تحليلها في الدراسات السابقة.

ثبات عملية التحليل:

بعد الاتفاق على قواعد التحليل تم اختيار عينة من (٨) فصول بشكل عشوائي من كتب الكيمياء والأحياء والفيزياء وهو يشكل ما نسبته (١٠٪) من مجموع الفصول لجميع الكتب والتي يبلغ عددها (٧٩) فصل ، وحللت الباحثات بشكل مستقل الرسوم التوضيحية في الكتب ، حيث تم استخدام الثبات عبر الأفراد ، والثبات عبر الزمن ، وتم التوصل الى نسب الاتفاق باستخدام معادلة هولستي الآتية.

$$\text{نسبة الاتفاق} = \frac{\text{عدد الإجابات المتفق عليها} \times ٢}{\text{عدد الإجابات المتفق عليها + عدد الإجابات المختلف عليها}} \times ١٠٠$$

ويعرض جدول (٢) نسب الاتفاق بين تحليل الباحثات:

جدول (٢)

نسب الاتفاق بين تحليل الباحثات

المحلل	رسوم تصويرية	رسوم تخطيطية	مخططات ورسوم بيانية	الواقع المعزز	نسبة الثبات العامة
الباحث الأول مع الباحث الثاني	٪٩٩	٪٩٦	٪٩٦	٪١٠٠	٪٩٧
الباحث الأول مع الباحث الثالث	٪١٠٠	٪٩٣	٪٨٩	٪١٠٠	٪٩٨
الباحث الثاني مع الباحث الثالث	٪٩٩	٪٩٧	٪٨٥	٪١٠٠	٪٩٨
الباحث الثالث عبر الزمن	٪١٠٠	٪٩٧	٪٨٧	٪١٠٠	٪٩٩

وتعتبر نسب الثبات العامة (٪٩٧-٪٩٩) مرتفعة وصالحة لأغراض البحث العلمي.

الأساليب الإحصائية:

تم استخدام التكرارات والنسب المئوية للإجابة على أسئلة البحث ، كما تم استخدام معادلة هولستي لحساب ثبات عملية التحليل.

عرض نتائج البحث ومناقشتها:

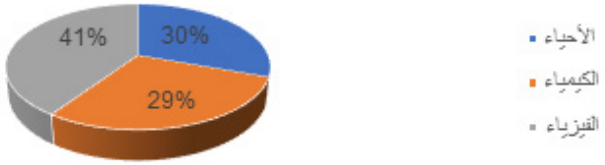
إجابة السؤال الرئيس:

ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء بالمرحلة الثانوية؟

جدول (٣)

العدد الإجمالي للرسوم التوضيحية

م	المادة	ت	٪
١	الأحياء	٨١٠	٣٠,٥
٢	الكيمياء	٧٧٣	٢٩
٣	الفيزياء	١٠٦٩	٤٠,٥
المجموع		٢٦٥٢	١٠٠



المخطط (١) الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء

يتضح من الجدول (٣) والمخطط (١) اختلاف عدد الرسوم التوضيحية من تخصص لآخر ، ويمكن ملاحظة تقارب عدد الرسوم التوضيحية ونسب وجودها في كتب الأحياء والكيمياء ، بينما يزداد عدد الرسوم التوضيحية ونسبة وجودها في كتب الفيزياء بما يفوق (٢٥٠) رسمًا توضيحي وبنسبة تقفز عشرة أرقام عن إحصائيات كتب الأحياء والكيمياء ، ويمكن عزو ذلك لاحتواء مادة الفيزياء على قدر كبير من المفاهيم المجردة والأفكار المعقدة وآليات العمل التي تتجاوز النصوص إلى تمثيلها بالرسوم التوضيحية ، مقارنة بمادتي الأحياء والكيمياء اللتين تعتبران أقل في نسبة التجريد.

ويتفق ذلك مع دراسة (Liu and Treagust, 2013) التي أشارت إلى تأثير المحتوى العلمي وطبيعة الموضوعات على نسب توزيع الرسوم التوضيحية في الكتب الدراسية ، حيث تمت ملاحظة اختلاف عدد الرسوم التوضيحية وأنواعها بين كتب الصفوف الدنيا للمرحلة الثانوية وكتب الصفوف العليا للمرحلة الثانوية؛ وذلك لأن كتب الصفوف الدنيا هي كتب العلوم التي تضم موضوعات الأحياء والكيمياء والفيزياء وهي الأقرب لصفوف المرحلة المتوسطة ، بينما كانت كتب الصفوف العليا هي كتب الأحياء للمرحلة الثانوية.

كما يتوافق ترتيب المواد تنازليًا في عدد الرسوم التوضيحية مع دراسة (Qasim and Pandey, 2017) حيث كانت مادة الفيزياء هي الأعلى في عدد الرسوم التوضيحية يليها الأحياء ثم الكيمياء.

إجابة السؤال الأول: ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية؟

جدول (٤)

الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء

الكتاب	الرسوم التصويرية	الرسوم التخطيطية	المخططات والرسوم البيانية	الواقع المعزز	المجموع
أحياء ١	٢٢٤	٤٥	١٣	٠	٢٨٢
أحياء ٢	١٧٨	٥٧	٢٣	٠	٢٥٨
أحياء ٣	١٤٦	١٠٢	٢٢	٠	٢٧٠
المجموع	٥٤٨	٢٠٤	٥٨	٠	٨١٠
٪	٦٧,٦٥	٢٥,١٨	٧,١٦	٠	

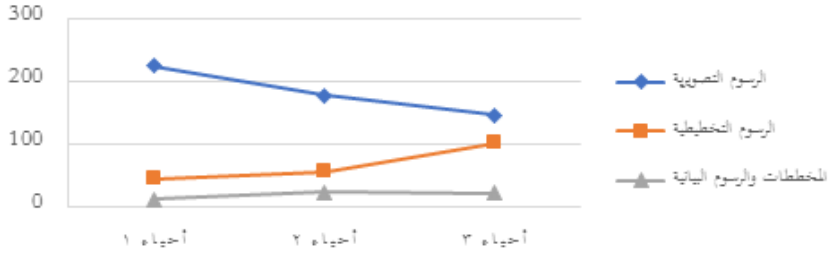
يتضح من الجدول (٤) أن الرسوم التصويرية احتلت المرتبة الأولى في كتب الأحياء ، بينما احتلت الرسوم التخطيطية والمخططات والرسوم البيانية المرتبتين الثانية والثالثة على التوالي ، كما لم يظهر أي رسم توضيحي (للواقع المعزز) في كتب الأحياء ، أما على مستوى الصفوف الدراسية فقد ظهر نمط تنازلي للرسوم التصويرية من الصف الأول وحتى الثالث ، وعلى النقيض ظهر نمط تصاعدي للرسوم التخطيطية من الصف الأول وحتى الثالث ، بينما لم يظهر نمط خاص بالمخططات والرسوم البيانية التي تواجدت في الصف الأول بأقل عدد ، يوضح المخطط (٢-أ) أنماط الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Liu and Treagust, 2013) ، ودراسة (Jo and Jho and Yoon, 2015) ودراسة (Liu and Khine, 2016) ، ودراسة (Khine and Liu, 2017) ، ودراسة (Chen, 2017) ، ودراسة (الأحمدي وآخرون ، ٢٠٢٠) في احتلال الرسوم ذات الطابع التصويري لنسب عالية مقارنة ببقية أنواع الرسوم التوضيحية في كتب العلوم المحللة ، حيث تجاوزت نسب الرسوم التصويرية (٥٠٪) في الدراسات الآنفة الذكر ماعدا دراسة (Chen, 2017) التي بلغت فيها نسبة الصور الواقعية (٣٦٪) ومع ذلك كانت هي النسبة الأعلى مقارنةً مع بقية أنواع الرسوم التوضيحية ، بينما تختلف هذه النتيجة مع دراسة (Qasim and Pandey, 2017) التي احتلت فيها الرسوم التصويرية المرتبة الثانية.

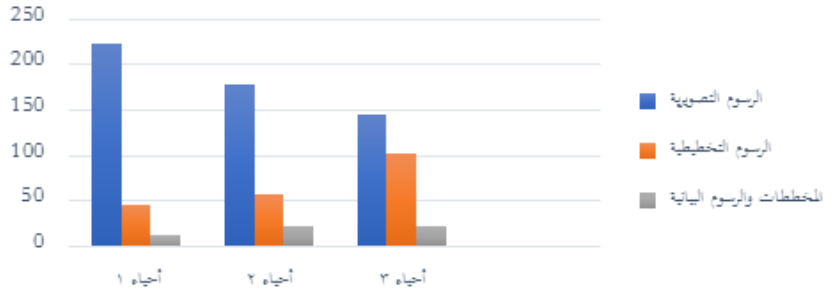
كما يتفق ترتيب الرسوم التوضيحية مع دراسة (Liu and Treagust, 2013) ودراسة (Khine and Liu, 2017) حيث تفوق عدد الرسوم التصويرية في كتب الأحياء وكتب العلوم ثم

الرسوم التخطيطية ويليها المخططات والرسوم البيانية ، بينما تختلف مع دراسة (Qasim and Pandey , 2017) التي تفوق فيها عدد الرسوم التخطيطية في كتب الأحياء ثم الرسوم التصويرية ويليها المخططات والرسوم البيانية.

(أ)



(ب)



المخطط (٢) أ ، ب الرسوم التوضيحية في كتب الأحياء

ويمكن تفسير النمط التنازلي للرسوم التصويرية في المخطط (٢-أ) عبر الصفوف الدراسية من خلال موضوعات الكتاب في كل صف ، فكتاب أحياء (١) يتناول مجموعة متنوعة من الكائنات الحية (البكتيريا والفيروسات ، الطلائعيات ، الفطريات ، الحيوانات ، الديدان والرخويات ، المفصليات ، شوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية) ، ولذلك يزداد إدراج الصور والرسوم الخاصة بالكائنات الحية من حيث مظهرها الخارجي أو تركيبها الداخلي أو شرح أجزائها المختلفة ، وهو ما يحتم ارتفاع عدد الرسوم التصويرية في كتاب أحياء (١) كما يظهر من المخطط (٢-ب) ، بينما في كتاب أحياء (٢) قلت نسبة الموضوعات التي تتناول الكائنات الحية (الأسماك والبرمائيات ، الزواحف والطيور ، الثدييات) مما أدى إلى تناقص عدد الرسوم التصويرية ، وينطبق الأمر ذاته على كتاب أحياء (٣)

والذي اقتصرت فيه الموضوعات الأكثر استعراضًا للرسوم التصويرية على النباتات وتركيبها ووظائف أجزائها وهو ما أدى إلى تواجد أقل عدد من الرسوم التصويرية في كتاب أحياء (٣).

كما يمكن تفسير النمط التصاعدي للرسوم التخطيطية في المخطط (٢-أ) عبر الصفوف الدراسية من خلال موضوعات الكتاب في كل صف ، فقد انصب التركيز في كتاب أحياء (١) على دراسة قدر كبير من الكائنات الحية ، وهي وقائع في مجملها عند استعراض هيئاتها وتراكيبها ، ولذلك كان عدد الرسوم التخطيطية منخفضًا على حساب عدد الرسوم التصويرية المرتفع ، أما في كتاب أحياء (٢) تمت مناقشة موضوعات تنطوي على مفاهيم وآليات عمل (الجهاز الهيكلي والعضلي ، الجهاز العصبي ، أجهزة الدوران والتنفس والإخراج ، جهازا الهضم والغدد الصم ، التكاثر والنمو في الإنسان ، جهاز المناعة) ، وتعتبر الرسوم التخطيطية من أفضل أنواع الرسوم التوضيحية التي تعمل على تبسيط المفاهيم وآليات العمل ، ولذلك ارتفع عدد الرسوم التخطيطية في كتاب أحياء (٢) ، وتواجد أكبر عدد من الرسوم التخطيطية في كتاب أحياء (٣) كما يظهر في المخطط (٢-ب) لأن موضوعاته تناولت أفكار معقدة ومفاهيم وآليات عمل (الطاقة الخلوية ، التكاثر الخلوي ، التكاثر الجنسي والوراثة ، الوراثة المعقدة والوراثة البشرية ، الوراثة الجزيئية).

وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Liu and Treagust , 2013) ودراسة , (Liu and Khine 2016) التي أشارت إلى تناقص عدد الرسوم التصويرية وتزايد عدد الرسوم التخطيطية مع تقدم الطالب في الصفوف الدراسية.

وتعتبر نسبة المخططات والرسوم البيانية منخفضة جدًا ، ويتفق ذلك مع دراسة (,Chen 2017) التي أشارت إلى قلة عدد الرسوم التوضيحية الأكثر تجريدًا مثل الجداول والرسوم البيانية في كتب الأحياء للمرحلة الثانوية.

وقد يرجع عدم وجود نمط خاص بالمخططات والرسوم البيانية (المخطط ٢-أ) إلى استقلالية هذا النوع من الرسوم التوضيحية ، فالمخططات والرسوم البيانية لا ترتبط بشكل دائم بالأفكار المدرجة في الدروس ، وإنما يتم إضافة المخططات والرسوم البيانية كلما أمكن توظيفها في أجزاء الدروس أو التقييم لمعالجة معلومات رقمية أو تمثيلها ، وتواجدت أغلب المخططات والرسوم البيانية في أسئلة التقييم واختبارات الفصل في كتب الأحياء في البحث الحالي ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Liu and Treagust , 2013) التي أشارت إلى تواجد المخططات والرسوم البيانية

بشكل أكبر في كتب النشاط بهدف التقييم ودراسة (Khine and Liu , 2017) التي بلغت نسبة المخططات والرسوم البيانية (١٦,٧٪) في كتب النشاط لمادة العلوم بالمرحلة الابتدائية ، كما أشارت دراسة (Qasim and Pandey , 2017) إلى أن تناقص عدد المخططات والرسوم البيانية يكون على حساب ارتفاع عدد الرسوم التخطيطية التي تعتبر الأفضل لشرح المفاهيم العلمية في الأحياء.

ويرجع خلو كتب الأحياء من الرسوم التوضيحية للواقع المعزز إلى حداثة هذه الخدمة المساهمة في تعزيز الممارسات التقنية في عملية التعليم والتعلم ، حيث كانت من أبرز الخدمات المتوفرة أثناء تدشين موقع عين «بوابة التعليم الوطنية[1]» في مطلع العام الدراسي (١٤٣٦-١٤٣٧هـ) ، وتدعم في خطوتها الأولى كتب العلوم للمرحلة المتوسطة ، وكتب الكيمياء والفيزياء —ماعدا كيمياء (١) ، وفيزياء(١) - للمرحلة الثانوية.

إجابة السؤال الثاني: ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية؟

جدول (٥)

الرسوم التوضيحية في كتب الكيمياء

الكتاب	الرسوم التصويرية	الرسوم التخطيطية	المخططات والرسوم البيانية	الواقع المعزز	المجموع
كيمياء ١	٨٨	٥٨	١٥	٠	١٦١
كيمياء ٢	٥٧	١٤٣	٩	١٠	٢١٩
كيمياء ٣	٦٢	٨٠	٢٣	٩	١٧٤
كيمياء ٤	٩١	٩٨	٢٦	٤	٢١٩
المجموع	٢٩٨	٣٧٩	٧٣	٢٣	٧٧٣
٪	٣٨,٥٥	٤٩,٠٢	٩,٤٤	٢,٩٧	

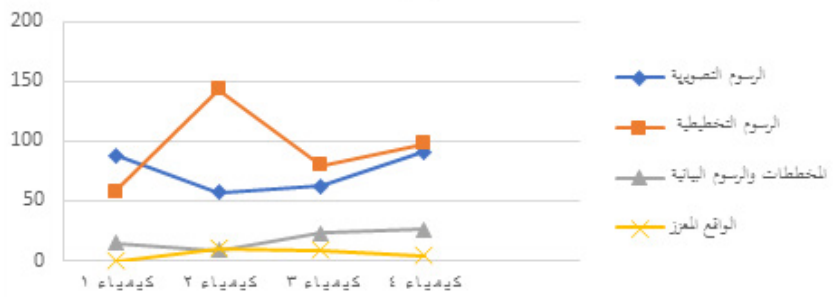
يتضح من الجدول (٥) أن الرسوم التخطيطية احتلت المرتبة الأولى ، بينما احتلت الرسوم التصويرية والمخططات والرسوم البيانية المرتبتين الثانية والثالثة على التوالي ، وحل الواقع المعزز في المرتبة الأخيرة ، أما على مستوى الصفوف الدراسية فلم تظهر أنماط بمدى تزايد أو تناقص

(١) بوابة التعليم الوطنية: هي بوابة مجانية تتيح خدمات إلكترونية تعليمية ذات جودة عالية للطلاب، والمعلمين، وأولياء الأمور، والمشرفين، والقادة التربويين؛ لتسهيل التواصل وتبادل المعرفة ولتحسين عملية التعليم والتعلم.

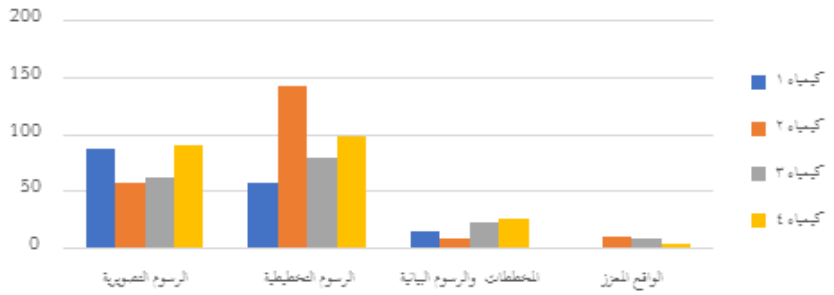
أعداد الرسوم التوضيحية من صف لآخر كما يتضح في المخطط (٣-أ) ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Qasim and Pandey , 2017) التي احتلت فيها الرسوم التخطيطية المرتبة الأولى بنسبة (٤٨,٩٦٪) والتي ارتفعت فيها النسبة نتيجة الكتب التخصصية للكيمياء والفيزياء والأحياء ، بينما تختلف هذه النتيجة مع بقية الدراسات السابقة التي لم تتجاوز نسب الرسوم التخطيطية فيها حاجز (٢٥٪).

بينما يختلف ترتيب الرسوم التوضيحية بشكل جزئي مع دراسة(Qasim and Pandey , 2017) التي تفوق فيها عدد الرسوم التخطيطية في كتب الكيمياء ثم المخططات والرسوم البيانية ويليها الرسوم التصويري.

(أ)



(ب)



المخطط (٣) أ ، ب الرسوم التوضيحية في كتب الكيمياء

يتضح من المخطط (٣-ب) ارتفاع عدد الرسوم التصويرية في كتاب كيمياء (٤) مقارنةً ببقية كتب الكيمياء ، ولك لأن كيمياء (٤) يتناول مجموعة من الموضوعات (الغازات ، المخاليط والمحاليل ، الأحماض والقواعد ، تفاعلات الأكسدة والاختزال ، الكيمياء الكهربائية ، المركبات العضوية الحيوية) التي تنتشر

تطبيقاتها في الحياة الواقعية ولذلك يمكن تمثيلها عن طريق الرسوم التصويرية ، بينما تناولت بقية كتب الكيمياء موضوعات (التفاعلات الكيميائية ، المول ، تركيب الذرة ، الطاقة ، الجدول الدوري ، الروابط التساهمية الحسابات الكيميائية ، الهيدروكربونات ، الاتزان الكيميائي ، سرعة التفاعلات الكيميائية) ، وهي موضوعات يصعب تمثيل جميع أفكارها عن طريق الرسوم التصويرية وعادًة ما يتم تمثيلها بالرسوم التخطيطية كأحد أنواع الرسوم التوضيحية وفق تصنيف (Hegarty et al. , 1996) ، كما يتم تمثيل الموضوعات الآنفة الذكر بالأحرف أو الأرقام أو المعادلات وهي تمثيلات رمزية لا تدخل في تصنيف (Hegarty et al. , 1996) ، ولذلك يزداد عدد الرسوم التصويرية في كتاب كيمياء (٤) مقارنًة ببقية كتب الكيمياء.

كما يظهر في المخطط (٣-ب) ارتفاع عدد الرسوم التخطيطية في كتاب كيمياء (٢) ، وقد يرجع ذلك إلى احتوائه على عدد من المفاهيم العلمية التي يمكن تبسيطها من خلال الرسوم التخطيطية مثل مفاهيم (الإشعاع الكهرومغناطيسي ، التأثير الكهروضوئي ، الطول الموجي ، تدرج الخواص ، التقطير التجزيئي ، المتشكلات الفراغية ، الدوران الضوئي) وهو ما أدى إلى ارتفاع عدد الرسوم التخطيطية في كتاب كيمياء (٢).

وتهتم الرسوم التخطيطية بشكل خاص بشرح المفاهيم المجردة ، وتوضيح سبب حدوث الظاهرة العلمية وطريقة عملها وما يترتب على ذلك من نتائج ، ولذلك فإن تواجد الرسوم التخطيطية في تخصصات العلوم مهم ولكن قراءتها تحتاج متطلبات وقواعد خاصة لتفسيرها ، مثل المعرفة بالاتجاهات والمسافات ودلالات الرموز؛ وهو ما يفسر سبب زيادة كمية الرسوم التخطيطية كلما تقدم الطالب في الصفوف الدراسية (Khine and Liu , 2017; Liu and Khine , 2016; Qasim and Pandey , 2017).

ورغم ارتفاع عدد المخططات والرسوم البيانية في كتاب كيمياء (٤) ، إلا أنها لا تزال منخفضة جدًا ، فالمخططات والرسوم البيانية تمتاز بإمكانية توظيفها على مستوى عدة مواضيع يتوافر فيها جانب كمي وبيانات رقمية أو أنماط قد تظهر خلال الرسم البياني ، وغالبًا ما تواجدت المخططات والرسوم البيانية في أسئلة التقييم في كتب الكيمياء ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Liu and Treagust , 2013) التي أشارت إلى تواجد المخططات والرسوم البيانية بشكل أكبر في كتب النشاط بهدف التقييم ودراسة (Khine and Liu , 2017) التي بلغت نسبة المخططات والرسوم البيانية (١٦,٧٪) في كتب النشاط لمادة العلوم بالمرحلة الابتدائية ، كما أشارت دراسة (Qasim and Pandey 2017) إلى أن تناقص عدد

المخططات والرسوم البيانية يكون على حساب ارتفاع عدد الرسوم التخطيطية التي تعتبر الأفضل لشرح المفاهيم العلمية في الكيمياء.

وشكلت رسوم الواقع المعزز نسبة منخفضة جدًا ويرجع ذلك لحداثة هذه التقنية ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Khine and Liu , 2017) في حلول رسوم الواقع المعزز في المرتبة الأخيرة في كتب العلوم ، بينما تختلف هذه النتيجة مع دراسة (Liu and Khine , 2016) حيث كان عدد رسوم الواقع المعزز أعلى من عدد المخططات والرسوم البيانية في كتب العلوم ، بينما كان عدد المخططات والرسوم البيانية أعلى من عدد رسوم الواقع المعزز في كتب النشاط ، وذلك لأن الأفضلية للمخططات والرسوم البيانية في عملية التقييم التي تؤكد عليها كتب النشاط.

إجابة السؤال الثالث: ما درجة تضمين الرسوم التوضيحية في كتب الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟

جدول (٦)

الرسوم التوضيحية في كتب الفيزياء

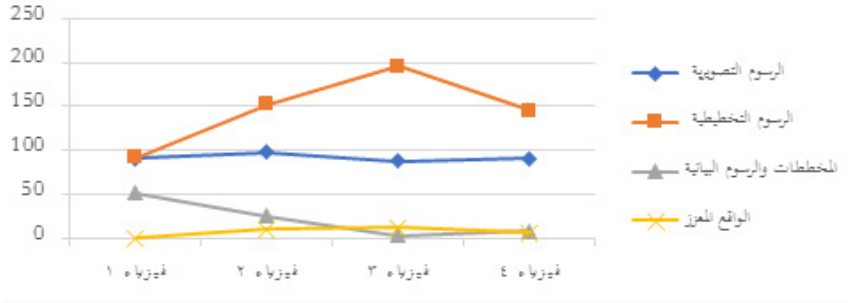
الكتاب	الرسوم التصويرية	الرسوم التخطيطية	المخططات والرسوم البيانية	الواقع المعزز	المجموع
فيزياء ١	٩١	٩٢	٥٢	٠	٢٣٥
فيزياء ٢	٩٨	١٥٢	٢٦	١٠	٢٨٦
فيزياء ٣	٨٨	١٩٥	٣	١٢	٢٩٨
فيزياء ٤	٩١	١٤٥	٨	٦	٢٥٠
المجموع	٣٦٨	٥٨٤	٨٩	٢٨	١٠٦٩
٪	٣٤,٤٢	٥٤,٦٣	٨,٣٢	٢,٦١	

يتضح من الجدول (٦) أن الرسوم التخطيطية احتلت المرتبة الأولى ، بينما احتلت الرسوم التصويرية والمخططات والرسوم البيانية المرتبتين الثانية والثالثة على التوالي ، وحل الواقع المعزز في المرتبة الأخيرة ، أما على مستوى الصفوف الدراسية فلم تظهر أنماط بمدى تزايد أو تناقص أعداد الرسوم التوضيحية من صف لآخر كما يظهر في المخطط (٤-أ) ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Qasim and Pandey , 2017) التي احتلت فيها الرسوم التخطيطية المرتبة الأولى بنسبة (٤٨,٩٦٪) والتي ارتفعت فيها النسبة نتيجة الكتب التخصصية للكيمياء والفيزياء ، بينما تختلف هذه النتيجة مع بقية الدراسات السابقة التي لم تتجاوز نسب الرسوم التخطيطية فيها حاجز (٢٥٪).

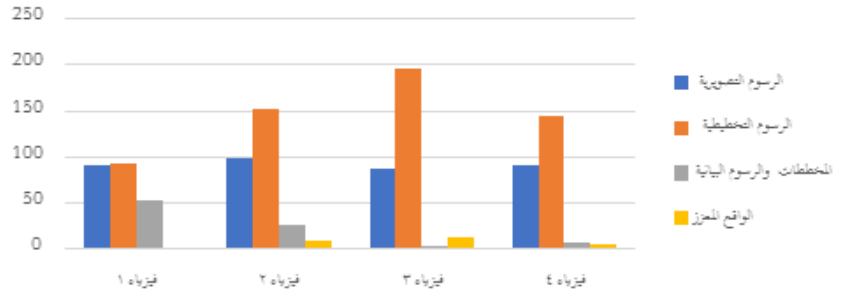
ويتفق ترتيب الرسوم التوضيحية مع دراسة (Qasim and Pandey , 2017) التي تفوق فيها عدد الرسوم التخطيطية في كتب الفيزياء ثم الرسوم التصويرية ويليها المخططات والرسوم البيانية.

كما يتضح وجود تقارب كبير في عدد الرسوم التصويرية لدى جميع كتب الفيزياء ، وهي إشارة إلى الاهتمام بنقل الواقع القريب من الطالب عبر الأشكال ذات الطابع التصويري مهما اختلفت الموضوعات الفيزيائية.

(أ)



(ب)



المخطط (٤) أ ، ب الرسوم التوضيحية في كتب الفيزياء

ويمكن عزو ارتفاع نسبة الرسوم التخطيطية في كتاب فيزياء (٣) في المخطط (٤-ب) إلى احتوائه على عدد كبير من المفاهيم العلمية المرتبطة بكل موضوع ، وتعتبر الرسوم التخطيطية من أفضل أنواع الرسوم التوضيحية لتبسيط المفاهيم المجردة وتوضيح كيفية حصول الظواهر المعقدة مثل: (الضوء ، الانعكاس والمرايا ، الانكسار والعدسات ، التداخل والحيود ، الكهرباء الساكنة ، المجالات الكهربائية ، الكهرباء التيارية ، دوائر التوالي والتوازي الكهربائية) ، وقد أشارت دراسة (Qasim and Pandey 2017) إلى أن الرسوم التخطيطية تعتبر الأفضل لشرح المفاهيم العلمية في الفيزياء.

وقد يرجع سبب ارتفاع نسبة المخططات والرسوم البيانية في كتاب فيزياء (١) إلى تواجد المخططات والرسوم البيانية في أجزاء الدروس وفي التقييم ، حيث تستعرض موضوعات كتاب فيزياء (١) العديد من المتغيرات التي تتأثر بعدة عوامل ولذلك يتم تمثيلها بالمخططات والرسوم البيانية ، وهو ما يمنح الطالب فرصة لملاحظة كيفية تأثر المتغيرات وتأثيرها من خلال الأنماط التي تظهر في المخططات والرسوم البيانية مثل موضوعات: (تمثيل الحركة ، الحركة المتسارعة ، القوى في بعد واحد ، القوى في بعدين ، الحركة في بعدين ، الجاذبية) ، وتختلف هذه النتيجة مع دراسة (Liu and Treagust , 2013) ودراسة (Khine and Liu , 2017) التي حصرت دور المخططات والرسوم البيانية في التقييم ، حيث امتد دور المخططات والرسوم البيانية في البحث الحالي ليشمل التدريس في كتاب فيزياء (١) بشكل خاص لطبيعة المحتوى العلمي.

ويختلف ذلك عن كتب الأحياء والكيمياء التي تواجدت أغلب المخططات والرسوم البيانية خلالها في أجزاء التقييم ، وتبرهن هذه النتيجة على أن الفيزياء تستعين بالمخططات والرسوم البيانية بشكل يفوق بقية أنواع الرسوم التوضيحية ، كما تشير هذه النتيجة إلى ارتفاع مستوى مهارات قراءة الرسوم التوضيحية المطلوبة من الطالب في مادة الفيزياء بشكل عام ، وفي موضوعات الفيزياء التي توظف المخططات والرسوم البيانية بشكل خاص.

وتختلف هذه النتيجة عن دراسة (Liu and Treagust , 2013) التي كانت فيها الرسوم التخطيطية (١٤,٢٤٪) ، المخططات والرسوم البيانية (٦,٢٤٪) وقد يرجع ذلك إلى أن الكتب المحللة كانت لمادة الأحياء التي تختلف في طبيعتها ومستوى تجريدها عن الفيزياء.

كما تختلف نتيجة البحث الحالي عن دراسة (Jo and Jho and Yoon , 2015) التي بلغت فيها نسبة الرسوم الميكروسكوبية (الأقرب للرسوم التخطيطية) (٤,١٠٪) ، الرسوم الرمزية (الأقرب للمخططات والرسوم البيانية) (٦,٢٤٪) وذلك عند تحليل أربعة كتب فيزياء للمرحلة الثانوية ، ويمكن تفسير انخفاض نسبة الرسوم الميكروسكوبية إلى كون التحليل اقتصر على تتبع موضوعات الكهرومغناطيسية في كتب الفيزياء ، بينما قد يرجع ارتفاع نسبة الرسوم الرمزية رغم عدم تحليل الكتب كاملة إلى تداخل بعض أنواع الرسوم التخطيطية معها ، وقد يعزى ذلك أيضًا إلى تخصيص موضوع الكهرومغناطيسية الذي يتم فيه استخدام الرموز لتمثيل العديد من الأفكار والظواهر مثل: استخدام إشارات (+) و(−) للتعبير عن الشحنات الموجبة والسالبة في الكهرباء ، كما تستخدم

المخططات والرسوم البيانية لتتبع العديد من المتغيرات المتعلقة بموضوع الكهرومغناطيسية مثل: العلاقة بين الحقل الكهربائي وحقل الجاذبية.

وتحتاج المخططات والرسوم البيانية متطلبات عالية لتفسيرها واستنتاج العلاقات بين المتغيرات وملاحظة الأنماط خلال النتائج ، فالمخططات والرسوم البيانية تنطوي على أفكار مجردة وبيانات رقمية تحتاج تمكن الطالب من الحسابات الرياضية والتعامل مع الأرقام وتعريف جميع المتغيرات والمحاور ، من أجل أن يصل الطالب للاستنتاجات ويقارن بين الكميات ويكتشف العلاقات فيوظف جميع المهارات السابقة في الموضوع العلمي قيد الدرس (Khine and Liu , 2017; Liu and Khine , 2016).

وتتقارب نسب رسوم الواقع المعزز بين الفيزياء والكيمياء ، فنسبة رسوم الواقع المعزز منخفضة جدًّا في المادتين وذلك لحداثة تقنية الواقع المعزز في الكتب الدراسية.

خلاصة نتائج الدراسة وتوصياتها ومقترحاتها:

أظهرت النتائج:

توافر الرسوم التصويرية والرسوم التخطيطية في مقابل انخفاض نسبة المخططات والرسوم البيانية ورسوم الواقع المعزز ، وارتفاع نسبة الرسوم التصويرية على حساب بقية الأنواع قد يحدد مسار الرسوم التوضيحية كأدوات لتلقي المعرفة بشكل مباشر ودون مشاركة فعالة من الطالب مالم يتواجد معلم متمكن من التدريس باستخدام الرسوم التصويرية ، حيث يحد انتشار الرسوم التصويرية من الوصول للمفهوم المطروح من قبل (Evagorou et al. , 2015) لتحسين التعلم من خلال الرسوم التوضيحية.

كما أن النسبة المنخفضة في المخططات والرسوم البيانية تعتبر نتيجة مقبولة في كتب المرحلة الابتدائية وذلك بسبب الحاجة لإتقان العديد من المهارات العقلية المتقدمة ، ولكنها نتيجة غير مقبولة في كتب المرحلة الثانوية خاصةً إذا كان الطالب مقبل على دراسة جامعية ذات تخصص علمي ، فالتواجد الضئيل للمخططات والرسوم البيانية في المرحلة الثانوية قد يؤثر سلبًا على قراءة المخططات والرسوم البيانية في المرحلة الجامعية.

التوصيات:

- **إيلاء مصممي الكتب الدراسية المزيد من الاهتمام للرسوم التوضيحية من خلال:**
  ١. **الاهتمام بالمخططات والرسوم البيانية في كتب الأحياء والكيمياء والفيزياء.**
  ٢. **الاهتمام بالرسوم التخطيطية في كتب الأحياء.**
  ٣. **إضافة رسوم الواقع المعزز لكتب الأحياء وزيادة نسبة رسوم الواقع المعزز في كتب الكيمياء والفيزياء.**
  ٤. **مراجعة الرسوم التوضيحية باستمرار وإخضاعها للتقييم من أجل تحديثها عند تحديث المحتوى العلمي.**
- **تحديث برامج إعداد معلم العلوم من خلال:**
  ١. **إدراج مقررات الثقافة البصرية.**
  ٢. **إدراج مقررات مهارات قراءة الرسوم التوضيحية.**
  ٣. **إدراج مقررات استراتيجيات التدريس باستخدام الرسوم التوضيحية.**
- **تدريب معلمي العلوم أثناء الخدمة على التدريس باستخدام الرسوم التوضيحية.**

مقترحات بحثية:

- إجراء دراسة مشابهة للبحث الحالي مع اختيار أنظمة تصنيف مختلفة تحتوي أشكال بصرية لم يتعرض لها البحث الحالي.
- إجراء دراسة حول مدى وعي معلمي العلوم بأنواع الرسوم التوضيحية وخصائصها.
- تصور مقترح لنظام تصنيف للرسوم التوضيحية في التخصصات العلمية.

قائمة المصادر و المراجع

المراجع العربية:

الأحمدي، سوسن، الردادي، سمر، والرحيلي، أمجاد. (٢٠٢٠). تحليل محتوى كتب العلوم للمرحلة الابتدائية بالمملكة العربية السعودية في ضوء الرسوم التوضيحية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ٤ (٢٨) ،٩٧-١١٦. https://doi.org/10.26389/AJSRP.S050320 ،١٠

عسقول، محمد عبد الفتاح. (٢٠٠٢). تقويم الرسوم التوضيحية في كتاب العلوم للصف الأول من التعليم الأساسي. *مجلة الجامعة الإسلامية للبحوث الإنسانية-الجامعة الإسلامية بغزة*، ١٠ (٢) ، ٤٥-٧١.

المراجع العربية المترجمة: (Arabic references in English)

Al-Ahmadi, S. N., Al-Raddadi, S. S., & Al-Ruhaili, A. M. (2020). Content Analysis of Diagrams in Primary Science Textbooks in Saudi Arabia. (In Arabic). *Journal of Educational and Psychological Sciences, 4*(28), 97-116. https://doi.org/10.26389/AJSRP.S050320

Asgool, M. (2002). EVALUATION OF ILLUSTRATIONS IN THE 1ST GRADE SCIENCE BOOK - ELEMENTARY EDUCATION. (In Arabic). *Journal of the Islamic University for Humanitarian Research - The Islamic University of Gaza, 10*(2), 45-71.

المراجع الأجنبية: References

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), 183-198.

Azmi, L., Rahmat, A., & Amprasto. (2020). Visual reading strategies and its relation to plant morphology comprehension of senior high school students. Journal of Physics: *Conference Series, 1521,* 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1521/4/042036

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6*, 355-385.

Brumberger, E. (2019). Past, present, future: mapping the research in visual literacy. *Journal of Visual Literacy, 38* (3), 165-180.

Chen, X. (2017). A comparative study of visual representations in conventional, digitized, and interactive high school science textbooks. *Journal of Visual Literacy, 36* (2), 104-122. doi: 10.1080/1051144x.2017.1386388

Clapham, C., & Nicholson, J. (2009). *The Concise Oxford Dictionary of Mathematics* (4 ed.). Oxford University Press. DOI: 10.1093/acref/9780199235940.001.0001

Devetak, I., Vogrinc, J. (2013). The Criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. In: Khine M. (Eds.), *Critical Analysis of Science Textbooks* (PP. 3-15). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_1

El-Masri, Y., & Vlaardingerbroek, B. (2010). Science textbook readability in Lebanon: a comparison between anglophone and francophone learning milieux. *Mediterranean Journal of Educational Studies, 15*(1), 109-124.

Evagorou, M., Erduran, S., & Mantyla, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education, 2* (1), 1-13. doi: 10.1186/s40594-015-0024-x.

Finson, K., & Pederson, J. (2011). What are Visual Data and What Utility do they have in Science Education? . *Journal of Visual Literacy, 30* (1), 66-85.

Harp, S., & Mayer, R. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology, 89* (1), 92-102.

Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1996). Diagrams in the comprehension of scientific texts. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. B. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 2, pp. 641–668). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

International Visual Literacy Association (IVLA). (2020). Retrieved from https://ivla.org/about-us/visual-literacy-defined/

Jo, K., Jho, H., & Yoon, H. (2015). Analysis of Visual Representations Related to Electromagnetism in Primary and Secondary Science Textbooks. *New Physics: Sae Mulli, 65* (4), 343-357. doi: 10.3938/npsm.65.343

Khine, M.S., & Liu, Y. (2017). Descriptive Analysis of the Graphic Representations of Science Textbooks. *European Journal of STEM Education, 2* (3), 1-15.

Kottmeyer, A., & VanMeter, P., & Cameron, C. (2020). Diagram comprehension ability of college students in an introductory biology course. *Advances in Physiology Education, 44* (2), 169-180. doi: 10.1152/advan.00146.2018

Lin, Y., Holmqvist, K., Miyoshi, K., & Ashida, H. (2017). Effects of detailed illustrations on science learning: an eye-tracking study. *Instructional Science, 45* (5), 557-581.

Liu, Y. & Khine, M. (2016). Content Analysis of The Diagrammtic Representations of Primary Science Textbooks. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12* (8), 1937-1951.

Liu Y., & Treagust D.F. (2013). Content Analysis of Diagrams in Secondary School Science Textbooks. In: Khine M. (Eds.), *Critical Analysis of Science Textbooks* (PP.287-300). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_14

Mayer, R. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology, 81* (2), 240-246.

Norman, R. (2011). Reading the graphics: what is the relationship between graphical reading processes and student comprehension?. *Reading And Writing, 25* (3), 739-774. doi: 10.1007/s11145-011-9298-7

Novick, L.R. (2006). The Importance of Both Diagrammatic Conventions and Domain-Specific Knowledge for Diagram Literacy in Science: The Hierarchy as an Illustrative Case. In: Barker-Plummer D., Cox R., Swoboda N. (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference* (PP.1-11). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/11783183_1

NGSS. (2013). *Next generation science standards.* Washington, D.C.: The National Academies Press.

Olson, J.k, & Mokhtari, k. (2010). Making Science Real. *Educational Leadership, 67* (6), 56-62.

Ortegren, F., Serra, M., & England, B. (2014). Examining competing hypotheses for the effects of diagrams on recall for text. *Memory & Cognition, 43* (1), 70-84. doi: 10.3758/s13421-014-0429-7

Paivio, A., & Csapo, K. (1973). Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive Psychology, 5* (2), 176-206. Doi: 10.1016/0010-0285(73)90032-7.

Qasim, S. H., & Pandey, S. S. (2017). CONTENT ANALYSIS OF DIAGRAMMATIC REPRESENTATIONS IN UPPER PRIMARY SCIENCE TEXTBOOKS. *International Journal of Research - Granthaalayah, 5* (7), 474-479.

Roberts, K., Norman, R., & Cocco, J. (2015). Relationship Between Graphical Device Comprehension and Overall Text Comprehension for Third-Grade Children. *Reading Psychology, 36*(5), 389-420. doi: 10.1080/02702711.2013.865693

Rybarczyk, B. (2011). Visual Literacy in Biology: A Comparison of Visual Representations in Textbooks and Journal Articles. *Journal of College Science Teaching, 41*(1), 106-114.

Slough, S.W., & McTigue, E. (2013). Development of the Graphical Analysis Protocol (GAP) for Eliciting the Graphical Demands of Science Textbooks.

In: Khine M. (Eds.), *Critical Analysis of Science Textbooks* (PP.17-30). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_2

Souza, K., & Porto, P. (2012). Chemistry and Chemical Education Through Text and Image: Analysis of Twentieth Century Textbooks Used in Brazilian Context. Science & Education, 21(5), 705-727. doi: 10.1007/s11191-012-9442-z

Tanis Ozcelik, A., & McDonald, S. (2013). Preservice Science Teachers' Uses of Inscriptions in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education, 24* (7), 1103-1132. doi: 10.1007/s10972-013-9352-1

Vojir, K. & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education, 41* (11), 1496-1516.

Wiley, J., Sarmento, D., Griffin, T., & Hinze, S. (2017). Biology Textbook Graphics and Their Impact on Expectations of Understanding. *Discourse Processes, 54* (5-6), 463-478. doi: 10.1080/0163853x.2017.1319655.

Wu, H. & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical Affordances of Multiple External Representations in Scientific Processes. *Journal of Science Education and Technology, 21* (6), 754-767.