استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي وأثرها علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية

د / غادة شومان الشحات ابراهيم*

الملخص:

يهدف هذا البحث الي التعرف على أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، وبلغت مجموعة البحث (٤٣) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، واتبع البحث المنهج شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة ، واقتصرت أدوات التجريب علي استبيان لتحديد المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والتي يمكن تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، وكتاب التلميذ ، وأوراق العمل ، ودليل المعلم لتدريس التوبولوجي باستخدام اليدويات. واشتملت أدوات القياس على اختبار التفكير البصري ومقياس الاتجاه نحو الرياضيات، وتوصلت نتائج البحث الي وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري لصالح التطبيق البعدي. كما يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو الرياضيات لصالح التطبيق البعدي . وان استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي له أثر كبير علي تنمية كل من التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .

الكلمات المفتاحية : اليدويات - التوبولوجي – التفكير البصري – الاتجاه نحو الرياضيات

المقدمة :

يتميز القرن الحادي والعشرون بالتطور السريع والتقدم العلمي والتكنولوجي المتزايد في كافة مجالات المعرفة ، حيث تزايد الاهتمام بتنمية مهارات التفكير من خلال جعل المناهج الدراسية أكثر إثارة للتفكير .

وتعد الرياضيات مجالاً خصباً لتدريب التلاميذ على استخدام أنماط التفكير المختلفة وخاصة مهارات التفكير البصري ، حيث يرتبط التفكير البصري في الرياضيات بقدرة التلميذ على قراءة وتفسير الرموز والمثيرات التي يتلقاها عن طريق عينيه والإفادة منها في فهم واكتساب المعلومات والتفاعل معها لإحداث تغيرات مرغوبة في تعلمه، وكذلك التعامل مع المواد الحسية وتمييزها بصرياً بحيث تكون له القدرة على إدراك العلاقات وتفسير المعلومات وتحليلها.

فالتفكير البصري يعتبر من النشاطات والمهارات العقلية التي تساعد التلميذ في الحصول على المعلومات وتمثيلها وتفسيرها وإدراكها وحفظها، ثم التعبير عنها وعن أفكاره الخاصة بصرياً ولفظياً، أي

*مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات - كلية البنات - جامعة عين شمس
البريد الالكتروني: gh_shouman@hotmail.com

أن التفكير البصري يحدث بشكل تام عندما تندمج الرؤية والتخيل والرسم في تفاعل نشط لتوضيح العلاقة فيما بينها. (عزو عفانة، ٢٠٠١، ٤١).

وبالتالي يمكن تعريف التفكير البصري كأحد أنماط التفكير بأنه قدرة عقلية مرتبطة بصورة مباشرة بالجوانب الحسية البصرية، حيث يحدث هذا النوع من التفكير عندما يكون هناك تنسيق متبادل بين ما يراه التلميذ من أشكال ورسومات وعلاقات وما يحدث من ربط ونتاجات عقلية معتمدة على الرؤية والرسم المعروض.

والتدريب على ممارسة التفكير البصري يثير دافعية التلاميذ ويشجعهم على توظيف ما تعلموه بطريقة فعالة (أسامة محمود وأخرون ، ٢٠١٥ ، ٢٢)، كما أنه ينمي القدرة على التخيل، والعمل العقلي، واستخدام الصور الذهنية بكفاءة. (وليم عبيد، ٢٠٠٤، ٢٨٠).

وتسهم ممارسة مهارات التفكير البصري بشكل فعال في تذكر واسترجاع التلاميذ ما تم تعلمه، حيث إنها تحسن من تفاعل التلاميذ، كما يفتح الطريق لممارسة الأنواع المختلفة من التفكير مثل التفكير الابتكاري والتفكير الناقد . (مديحة حسن، ٢٠٠٤، ٣٥)

وأكدت العديد من الدراسات علي ضرورة تنمية التفكير البصري لدي التلاميذ ومن هذه الدراسات دراسة (ريم خالد صديق ، ٢٠١٨) (حسن بن عبد الله إسحاق ، ٢٠١٨) (إبراهيم محمد عشوش ، ٢٠١٥) (Surya , E et al , 2013) وذلك من خلال الأنشطة وطرق التدريس الحديثة .

فعلي المعلم عند تصميم الأنشطة واختيار الأشكال أو المجسمات البصرية أن تتصف ببساطة الشكل البصري وتمركزها حول مفهوم واحد أو فكرة واحدة. مع الاهتمام بالأحجام والألوان. (محمد عبد العزيز ، ٢٠١٤ ، ٢٥٦) ، فاستخدام المجسمات مع الاهتمام بطريقة عرضها أمام التلاميذ يساعدهم علي تكوين إدراكات سليمة ، كما تساعد التلاميذ علي إدراك التفاصيل بها وما يطرأ عليها من تغيير . (طه محمد مطر ، ٢٠١٨، ١٧٨-١٨٠)

ويشير بياجيه Piaget الى أهمية استخدام المجسمات والأشياء الملموسة في تدريس مادة الرياضيات في مرحلة التعليم الابتدائي ، حيث إن تلاميذ هذه المرحلة يقعون في مرحلة العمليات المادية ، والتي يعتمد فيها التفكير المنطقي للتلاميذ على المعالجة المادية للأشياء والتفاعل معها، وذكر دينز Dienes أن التلاميذ بحاجة إلى تمثيلات متعددة للمفهوم للتفاعل معها بطريقة حسية لتكوين الخبرات الرياضية وذلك لتعزيز عملية التعلم. (Packenham, P. M et al , 2013 , 26)

ولهذا جاءت الدعوات بضرورة الاهتمام باستخدام مواد تعليمية لتكون الجسر الواصل بين المحسوس والمجرد في تعلم الرياضيات ، فمن خلال اليدويات يمكن تقديم للتلاميذ معظم ما يحتاجونه من خبرات بطريقة مباشرة ومحسوسة وباستخدام أساليب تعليمية تعتمد على التعلم النشط والتفاعل الايجابي للتلاميذ .

حيث يعتمد تعليم الرياضيات باليدويات على مفهوم التعلم بالممارسة ، فالتلميذ يبني فهمه من خلال الأنشطة والخبرات الحسية ، فالتطبيق هو الأساس والذي من خلاله يكون التلميذ أكثر تقبلاً للأفكار والمفاهيم الجديدة.(عباس ناجي المشهداني ، ٢٠١٢، ١٧٩)

وتقوم اليدويات على ممارسة التلميذ للتطبيقات الرياضية بكلتا يديه بهدف تبسيط وتقريب المفاهيم الرياضية. وقد بدأ هذا التوجه في الولايات المتحدة الأمريكية وقام بنقله مجموعة من الأساتذة المتخصصين في تعليم الرياضيات إلى الدول العربية ، وسمي مشروع إبداع، وهذا المشروع يحوي مجموعة متنوعة من اليدويات ، ويقوم على استخدام التلميذ لهذه الأدوات والعمل عليها وممارستها بيديه مع وجود نفس الأداة مع المعلم لتوجيه التلاميذ والشرح عليها. (فريال عبده أبو ستة ، ٢٠١٤ ، ٤٢٧)

وتشير العديد من الدراسات التربوية الي فاعلية استخدام اليدويات في تدريس العديد من فروع الرياضيات بشكل عام والهندسة بشكل خاص كما في دراسة كل من(Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015) و (Kontaş , H , 2016) و (Hidayah, I et al , 2018) ، كما توصلت الدراسات الي أن استخدام اليدويات لتقديم المفاهيم الرياضية للتلاميذ في المرحلة الابتدائية له أثر كبير علي تحصيلهم في الرياضيات كما في دراسة (Packenham, P. M et al , 2013) (عبد العالي بن عوض الله الخديدي ، ٢٠١٤) (فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧)

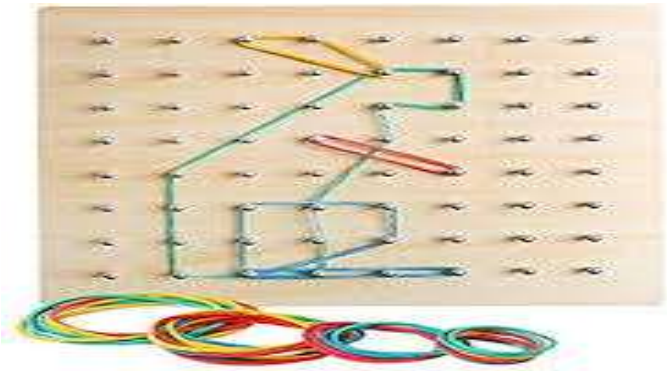
حيث يساعد استخدام التلاميذ لليدويات علي الانتقال من التجارب الملموسة إلى المنطق التجريدي ، وتساعدهم علي اكتساب فهم عميق للمفاهيم الرياضية مع الاحتفاظ بتعلم للرياضيات علي المدى الطويل ، وتقلل الجهد، واختصار الوقت على التلميذ والمعلم ، وإشباع حاجة حب الاستطلاع لديهم ، كما توفر عنصر إيجابية التلاميذ في العملية التعليمية، وذلك بإشراكهم في إنتاجها واستخدامها ومتابعتها ،وتقضي على الملل والتسرب الذهني للتلاميذ. (نورة بنت عبد الله ، ٢٠١٥، ٢١٦) (فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧ ، ١٨١ - ١٨٢) , (Day, L & Hurrell, D. 2017 , 39) (Ndlovu1, Z. A. & Chiromo, L , 2019 , 4)

ولقد نادي التربويين الي ضرورة إدخال موضوعات رياضية جديدة غير تقليدية تدفع التلاميذ الي استخدام الأدوات المتوفرة في البيئة المحيطة لاكتشاف المفاهيم الرياضية المختلفة من خلال أنشطة غير تقليدية ممتعة للعقل (نظلة خضر ، ٢٠٠٤ ، ٢٤١ - ٢٤٢) مما يساعد التلاميذ على إدراك الطبيعة الإبداعية للرياضيات ، وابراز جمال الرياضيات وعلي تحسين اتجاهات التلاميذ نحو مادة الرياضيات .

ويعد التوبولوجي أحد الموضوعات الحديثة في علم الرياضيات والذي ظهر في القرن التاسع عشر وتبلور من الناحية الهندسية في القرن العشرين ، وبرغم أن جذوره تمتد في الهندسة والتحليل الرياضي قبل هذا التاريخ إلا أنه بنموه استقل عنهما وأصبح أكثر فروع الرياضيات نموا، حتى أصبح من الصعب القول في هذه الفترة من الزمن أن هناك فرعا من فروع الرياضيات يعتبر مستقلا عن استخدام المفاهيم التوبولوجية . (سامح أحمد وحفنى إسماعيل ،٢٠٠٠ ، ١٧)

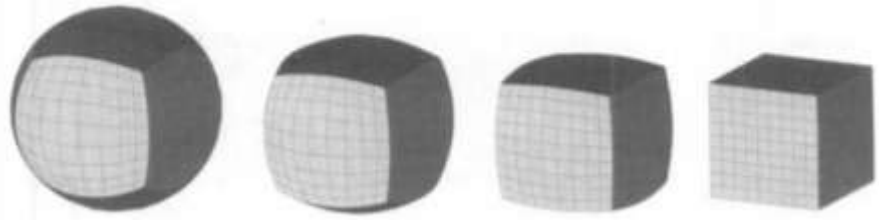
ويعتبر التوبولوجي الهندسي أحد فروع التوبولوجي الذي يهتم بدراسة خصائص الأشكال الهندسية التي تظل ثابتة بالشد أو اللي أو التحوير دون قص الأجزاء المختلفة أو تمزيقها أو لصقها معا ، ولذلك يطلق علي اسم " هندسة الشرائح المطاطية " Rubber Sheet Geometry " (Burger ,E.B & Starbird . M , 2010 , 360) ، حيث تهتم بدراسة خصائص الأشكال الهندسية التي تتكون من مواد لينة قابلة للشد والمط أو الانكماش بدون قطع مثل الخيوط المطاطية والطمي و الطين الصلصال .

ولتوضيح طبيعة التوبولوجي يمكن استخدام الشرائط المطاطية المغلقة rubber band واللوحة الهندسية geoboard لتكوين العديد من الأشكال الأخرى فقط باستخدام عملية الشد وبدون قطع الشريط المطاطي شكل (١) . (Smith , K. J. , 2012 , 413)



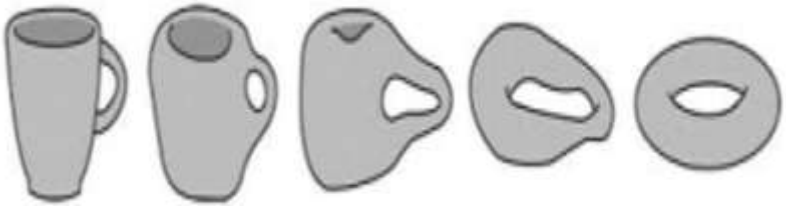
شكل (١) : تأثير عملية الشد في تحوير الشرائط المطاطية المغلقة الى أشكال أخرى

وكذلك يهتم التوبولوجي بتصنيف السطوح وفق الخصائص الوصفية الأولية لها التي تجعلها متكافئة ، و يقصد بالتكافؤ التوبولوجي إمكانية تحوير شكل إلي شكل آخر من خلال عمليات المطّ والتقليص والثني دون قطع أو تمزق ، فالمكعب والكرة متكافئين توبولوجيا شكل (٢) . (Adams, C. C , 2004 , 6)



شكل (٢) : تحوير مكعب مصنوع من الطين الصلصال الي كرة

كما يمكن التعرف علي السطوح المتكافئة بناء علي عدد الفجوات (holes) التي تحتويها، ففي التوبولوجي تتمّ معاملة الأشكال التي تمتلك نفس عدد الفجوات، بأنها متكافئة ولا يوجد بينها أيّ اختلاف (Smith , K. J. , 2012 , 414) ، ومن أشهر المقولات من باب الدعابة في التوبولوجي " أن متخصص التوبولوجي لا يستطيع التمييز بين كوب القهوة ذو اليد الواحدة وقطعة الكعك الدائرية" "A topologist is a person who cannot tell a coffee cup from a doughnut" وذلك لأنه يمكن تحوير قطعة من الكعك الدائرية الي كوب قهوة بيد واحدة والعكس صحيح شكل (٣) (رفعت محمد المليجي وأخرون ، ٢٠١٤ ، ٤٢٣)



شكل (٣) : تحوير قطعة من الكعك الدائرية الي كوب قهوة بيد واحدة

كما يهتم التوبولوجي الهندسي أيضا بدراسة عمليات التحوير التي تحدث في العقد الرياضية والتي يمكن تكوينها بسهولة من خلال استخدام خيط سميك أو حبل - انظر الشكل (٤)- وتعرف العقدة الرياضية بأنها منحنى مغلق لا يتقاطع مع نفسه في الفراغ ثلاثي البعد ولا يمكن حله للحصول على حلقة بسيطة. (Adams, C. C , 2004 , 2)

شكل (٤) : تكوين العقدة الرياضية من حبل

وقد ساهم التوبولوجي في دراسة التغيّرات التي تحدث للمادة عند الانتقال من حالة إلى أخرى (محمود اسامة ، ٢٠١٨ ، ٤) ، كما ساعدت مرونة التوبولوجي في تغيير شكل العمارة من شكلها الاستاتيكي الي الديناميكى النشط (مها السيد رمضان ، ٢٠١٨ ، ١٠-١٣) ، كما أن له العديد من التطبيقات في البيولوجي من خلال تفسير ونمذجة الالتفافات التي تحدث في الحمض النووي في الخلية (Werthem . M & Millett , K , 2005 , 8) ،وساعد على وضع نموذج للحالات الكيميائية المختلفة للمادة Adams) (C.C , 2001, 4 ,

ويساعد تقديم مفاهيم التوبولوجي الهندسية للتلاميذ في المرحلة الابتدائية وخاصة من الصف الرابع إلى السادس علي إدخال بعض الأفكار الرياضية الغنية لهم والتي يساعد في بناء الأساس الفكري للتلاميذ من خلال التجارب العملية التي تثري أفكارهم، وتجعلهم يعبرون بشكل مختلف عن ما يحيط بهم باستخدام لغة الرياضيات ، كما أن الطبيعة البصرية للسطوح التوبولوجية تساعد علي فهم التلاميذ لخصائصها بطريقة بديهية يسهل تقديمها لهم في المرحلة الابتدائية .(Sugarman , C 2014 , 1-2)

فتشير Ghica, D الي أن من خلال تدريس العقد الرياضية لتلاميذ المرحلة الابتدائية بمدرسة Water Mill Primary School in Birmingham خلال نادي الرياضيات ، اظهر التلاميذ استغرابهم من أنه يمكن استخدام الحبال في الرياضيات لتكوين العقد الرياضية ، كما اظهروا سعادتهم وحبهم للعب بالعقد الرياضية واستنتاج الأشكال التي تكون عليها العقد بعد التحوير ، وادرك التلاميذ أن الرياضيات ليست فقط حول الأرقام ولكن حول اكتشاف الأنماط بشكل عام. (Ghica, D , 2019, 28)

و أكدت Collins , J أن تقديم الأنشطة التوبولوجية للتلاميذ يساعد علي إبراز جمال الرياضيات وأن الرياضيات ليس علم قديم تم التوصل الي كل قوانينه ونظرياته ، وأن الرياضيات لا تكون فقط حول الأرقام والمعادلات و لكنها يمكن أن تكون مفيدة في العديد من العلوم الأخرى ، وأن هناك العديد من الموضوعات الرياضية التي يمكن اكتشافها من خلال استخدام بعض الأدوات البسيطة . Collins , J , (2009 , 9)

فاستخدام الأنشطة الموجهة والمعتمدة علي اليدويات في تدريس مفاهيم التوبولوجي الهندسي تؤدى الى الوصول للأهداف المنشودة ولا تكون اليدويات المستخدمة فيها مكلفة فهي لا تتعدى حبل أو خيط سميك وورقة وقلم أو استخدام الأشرطة المطاطية او الطين الصلصال .

وبذلك فإن استخدام الأنشطة الموجهة بعناية وطرق التدريس المناسبة في تدريس مفاهيم التوبولوجي قد يساعد على تنمية مهارات التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .

الإحساس بمشكلة البحث : نبع الإحساس بمشكلة البحث من خلال ما يلي:-

لاحظت الباحثة من خلال إشرافها علي طالبات التربية العملية للفرقة الثالثة والرابعة لشعبة تعليم أساسي رياضيات الأداء التدريسي لثلاثة من معلمي الرياضيات للصفين الرابع والخامس من المرحلة الابتدائية ، ومدى استجابة تلاميذهم أثناء الشرح - وبلغ عدد التلاميذ (١٢٥) تلميذ وتلميذة - وتوصلت الباحثة الي :

- قلة اهتمام معلمي الرياضيات بتقديم أنشطة تدريسية لتدريب التلاميذ علي مهارات التفكير البصري وأنهم يستخدمون الطريقة التقليدية في التدريس لشرح النظريات والتعميمات الخاصة بالأشكال الهندسية مع التركيز علي تحفيظ التلاميذ لخصائصها ، وتدريبهم علي طريقة إيجاد العلاقات بين خصائص الأشكال الهندسية بناء علي التدريب الروتيني لحل المسائل المختلفة بهدف النجاح في الاختبار النهائي ،وكذلك قلة اهتمام معلمي الرياضيات بتقديم الجانب التطبيقي أو الجمالي الأشكال الهندسية التي يدرسها التلاميذ .
- كما أظهر التلاميذ اتجاهات سلبية نحو تعلم الرياضيات بشكل عام والهندسة بشكل خاص ، حيث اظهر (٨٨ %) من التلاميذ عدم الاستمتاع بدراسة الموضوعات الرياضية التي تقدم لهم في حصص الرياضيات ، واظهر (٨٠ %) من التلاميذ الفرحة الغامرة عند الانتهاء من حصة الرياضيات.

وبإجراء مقابلة شخصية مع مجموعة من تلاميذ الصفين الرابع والخامس الابتدائي بلغ عددهم ٤٠ تلميذ وتلميذة (٢٥ تلميذة و ١٥ تلميذ) للتعرف علي مدي اهتمامهم بتعلم الرياضيات وما هي أهم التطبيقات الرياضية والجمالية للمفاهيم التي درسوها في حصص الرياضيات : أجاب (٩٠ %) من التلاميذ أن دراسة الرياضيات مملة ، وأن (٨٥ %) من التلاميذ يدرسون الرياضيات لأنها مقررة عليهم ضمن المقررات الدراسية ، في حين يري (٩٠ %) من التلاميذ أن الهدف من دراسة الرياضيات هو حفظ النظريات الرياضية للنجاح في الامتحان النهائي، وأن (٨٥ %) من التلاميذ أكدوا أنهم لا يمارسون أنشطة توضح الناحية التطبيقية أو الجمالية للمفاهيم والقوانين الرياضية في حصة الرياضيات .

وهذا يتفق مع ما أكدت عليه الدراسات التربوية مثل دراسة (محمد عبد المنعم عبد العزيز، ٢٠١٤) و دراسة (ريم خالد صديق ، ٢٠١٨) **من أن هناك قصور في مهارات التفكير البصري لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية** ، بينما أشارت كل من دراسة (عبد الكريم موسى ، ٢٠١٥) ودراسة (إيمان عبد الله ، ٢٠١٩) الى **أن تعليم الرياضيات بشكل عام والهندسة بشكل خاص يقدم بدون الاهتمام بإبراز النواحي الجمالية والتطبيقية للرياضيات أو استخدام الوسائل والأدوات التي تربط بين الرياضيات والبيئة المحيطة بالتلميذ.**

ويشير وليم عبيد (١٩٩٨ ، ٣) الى **ضرورة أن تتجاوب الرياضيات المدرسية مع معطيات ومتطلبات التطور** فتخلع عنها ردائها القديم المعتمد علي القواعد والقوانين والتي تسبب عزوف معظم التلاميذ عن دراستها لأنهم لا يرون غاية من الرموز والصياغات المجردة والجامدة التي ترهقهم في منطوقها ولا يشعرون بفائدتها .

كما أكدت التوجهات المعاصرة في إعداد مناهج الرياضيات علي ضرورة تطوير مقررات الرياضيات الحالية عن طريق التوسع في دراسة الموضوعات الرياضية الحديثة التي تحتاجها التقنيات التكنولوجية المعاصرة والتي منها التوبولوجي (حامد قاسم عبد الصمد ، ٢٠١٨ ، ٢٧٥) ، حيث يعتبر التوبولوجي الهندسي المختص بدراسة المنحنيات والسطوح من الموضوعات التي يمكن إدخالها ضمن المقررات الرياضية في جميع المراحل الدراسية. (نظلة خضر ، ٢٠٠٤ ، ٢١) (Sugarman , C 2014 , 1-2)

فتشير دراسات بياجيه على أن المفاهيم الأولى التي تتكون عند الطفل عن الفراغ هي مفاهيم توبولوجية وليست إقليدية ، فالأطفال يدركون المفاهيم والعلاقات التوبولوجية مثل القرب والجوار ، الإنفصال ، الإحاطة ، الترتيب ، الإستمرارية قبل أن يتكون لديهم الوعي بالمفاهيم والعلاقات الإقليدية حيث يأتي مفهوم مثل ثبات الطول وثبات المساحة في مراحل متأخرة من نمو الطفل بعد سن السابعة تقريبا ثم يأتي بعد ذلك دراسة المفاهيم الإقليدية ، لذا فإن البدء بتدريس الهندسة التوبولوجية والتوصل من خلالها إلى الهندسة الإقليدية يعتبر طريقة جيدة لتقديم الهندسة للأطفال . (إبراهيم عساف واخرون ، ٢٠٠١ ، ٧٩)

وتوصلت الدراسات التربوية الي انه يمكن استخدام الأنشطة الموجه في تقديم المفاهيم التوبولوجية للطفل كما في دراسة (صومان أحمد إبراهيم ، ٢٠١٦) التي قدمت برنامج قائم على الأنشطة المتكاملة لإكساب المفاهيم التوبولوجية لطفل ما قبل المدرسة ، بينما دراسة (رحمـــــة الله محمد وآخرون ، ٢٠١٨) قدمت برنامج أنشطة مترابطة لتكوين المفاهيم التوبولوجية كمدخل لتنمية بعض مهارات الحس المكاني لدى طفل الروضة .

وبرغم بداية تدريس المفاهيم التوبولوجية في مرحلة ما قبل المدرسة إلا أن تدريس المفاهيم والعلاقات الأساسية للتوبولوجي الهندسي قد توقفت في التعليم العام عند الصف الأول والثاني الابتدائي من خلال فكرة مبسطة عن : المنحنى المغلق والمنحني المفتوح وداخل و خارج المنحني المغلق ، وعلاقات (قريب - بعيد) ، (أمام - خلف) ، (فوق - تحت). وكلها مفاهيم وعلاقات تذوب وتختفي في المفاهيم والعلاقات الإقليدية دون أن يكتسب التلميذ مرونة علم التوبولوجي .(إبراهيم عساف وآخرون ، ٢٠٠١ ، ٧٢ - ٧٣) (Sugarman , C 2014 , 1-2)

ويهدف تقديم المفاهيم التوبولوجية في التعليم الابتدائي الى تحفيز وتطوير العمليات المعرفية للتلاميذ نحو الملاحظات التي تؤدي إلى لحظات الدهشة والتعجب ، وجعل التلاميذ يقومون بالافتراضات والحدس والتجريب واختبار الفروض التي وضعوها للتأكد من صحتها والتي تكون قريبة من الواقع الحقيقي . (Atanasova , T et al , 2011 , 1019)

وأشارت العديد من الدراسات والأدبيات التربوية الي أهمية تقديم مفاهيم التوبولوجي في مراجل التعليم قبل الجامعي مثل دراسة (سامح ريحان و إسماعيل حفني ، ٢٠٠٠) (Yanagimoto, T et al, 2007) (Masuda,N ,2008) (رفعت محمد المليجي وأخرون ، ٢٠١٤) Freitas, E. & McCarthy, MJ. , 2014) (هبة محمد محمود عبد العال ، ٢٠١٩) (يحيي زكريا صاوي ، ٢٠١٨) (Yanagimoto, T et al , 2010)

فمن خلال تقديم مفاهيم التوبولوجي الهندسي يمكن تحقيق العديد من أهداف تدريس الرياضيات ، فمن خلال دراسته :, (Prakash , S , 2005) (Buck , G , 2003, 2) (Atanasova , T et al , 2011 , 1015 -1021 2) (MegaMath , 2002 , 2))

- يدرك التلاميذ أن الرياضيات علم ليس استاتيكيا اكتمل منذ ٣٠٠٠ عام .
- تساعد في تعلم الأنماط فمن خلال المعلومات التي يجمعها التلاميذ عن خصائص السطوح التوبولوجية يصبح لدى التلاميذ كم هائل من المعلومات التي تحتاج الى تنظيم وإيجاد العلاقة بينها ، حيث يبدأ التلميذ في البحث عن طريقة يتم بها تنظيم هذا الكم الهائل من المعلومات مكونين أنماطا معبرة عنها .
- تنمى لدى التلاميذ القدرة على الاكتشاف والتوصل الى المفاهيم الرياضية المختلفة بأنفسهم فمن خلال تقديم العديد من الأنشطة الهادفة ، وباستخدام التلاميذ للعديد من الأدوات البسيطة مثل الحبل والورقة والقلم يستطيعوا التوصل بأنفسهم الى الحقائق والمفاهيم الخاصة بها .
- تساعد على تنمية قدرة التلاميذ على التنبؤ والحدس ، فالتلاميذ يمكنهم التنبؤ بالأشكال التي سوف تكون عليها السطوح التوبولوجية بعد إجراء عمليات التحوير .
- تساعد على تنمية اتجاه ايجابي نحو دراسة الموضوعات الجديدة في الرياضيات ، فمن الممتع تعلم بعض المفاهيم المرتبطة بأحد الموضوعات الرياضية والتي لها العديد من التطبيقات في فروع العلم المختلفة من خلال استخدام أدوات بسيطة متوفرة في البيئة مثل خيط أو حبل او الطين الصلصال .

وتري الباحثة أن **من خلال تدريس المفاهيم التوبولوجية للتلاميذ يمكن تنمية بعض مهارات التفكير البصري مثل التعرف على الشكل ووصفه وتحليله وربط العلاقات في الشكل** ، والتي تتسق مع بعض العلامات المرجعية لوثيقة المستويات المعيارية لمحتوى مادة الرياضيات التي من أهمها (الهيئة القومية لضمان الجودة والإعتماد،٢٠٠٩ ، ١٦٠-١٧٣):

- ♣ تعرف وادراك علاقات مكانية للأشكال في الفضاء .
- ♣ استخدام أشكالاً هندسية وأنماطا في تصميم شكل فني.
- ♣ تكوين صورا ذهنية للأشكال الهندسية .
- ♣ يربط بين الخواص المشتركة لأشكال هندسية في ثلاثة أبعاد وبعدين وبعد واحد .
- ♣ تجزئة الشكل الهندسي لأشكال هندسية بسيطة.
- ♣ تحليل شكلا هندسيا مركبا إلى مكوناته وإعادة تركيبه في بني جديدة.
- ♣ استخدام الأشكال الهندسية في المستوى كوحدة تحليل للشكل الهندسي.
- ♣ تحليل لوحات فنية في ضوء خواص وعلاقات هندسية .

ومن خلال تحليل الموضوعات التي يتم تدريسها ضمن مقررات الرياضيات في مراحل التعليم قبل الجامعي بمصر ، وجدت الباحثة أنه لا يوجد ذكر لمصطلح " التوبولوجي" آو " هندسة الشرائح المطاطية " ضمن الموضوعات الهندسية التي تدرس في المراحل الابتدائية أو الإعدادية أو الثانوية.

وبذلك قد لا يسمع التلاميذ عن التوبولوجي إلا عندما يبدأون دراستهم المتخصصة في الجامعة فيدرسوه بشكل مجرد ويشعرون بصعوبته ولا يكتسبون مرونة علم التوبولوجي ولا يدركون التطبيقات الواسعة والمتعددة لمفاهيمه .

لذلك كانت هذه الدراسة محاولة لتقديم بعض المفاهيم والعلاقات للتوبولوجي الهندسي التي يمكن دمجها داخل البنية الرياضية لمقرر الرياضيات لتلاميذ المرحلة الإبتدائية ، والتي يمكن من خلالها تنمية بعض مهارات التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لديهم.

مشكلة البحث : تأسيسا على ما سبق تتمثل مشكلة البحث في : -

تدني مهارات التفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية واتجاهاتهم السلبية نحو الرياضيات ، وقد يساعد تقديم مفاهيم وعلاقات التوبولوجي الهندسي من خلال استخدام بعض اليدويات من البيئة المحيطة للتلاميذ مثل الحبال والخيوط المطاطية والطين الصلصال على تنمية كل من التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لديهم.

لذا يمكن تحديد مشكلة البحث في السؤال الرئيس التالي :-

ما أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية ؟

ويتفرع منه الأسئلة الفرعية التالية :-

١. ما المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والتي يمكن تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية ؟
٢. ما أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية التفكير البصري لتلاميذ المرحلة الابتدائية ؟
٣. ما أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية اتجاه تلاميذ المرحلة الابتدائية نحو الرياضيات ؟

أدوات البحث : اعتمد البحث على الأدوات التالية من إعداد الباحثة:-

أولا : أدوات التجريب:-

١- استبيان لتحديد المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والتي يمكن تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية .
٢- كتاب التلميذ .
٣- أوراق عمل التلاميذ .
٤- دليل المعلم لتدريس التوبولوجي باستخدام اليدويات.

ثانيا : أدوات القياس:-

١. اختبار التفكير البصري.
٢. مقياس الاتجاه نحو الرياضيات.

منهج البحث :

اتبعت الباحثة المنهج شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة وذلك للتحقق من أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

فروض البحث : حاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية :

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري ككل وعند كل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي .
٢. حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية التفكير البصري لدى مجموعة البحث كبير.
٣. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو الرياضيات ككل وعند كل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي .
٤. حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية الاتجاه نحو الرياضيات لدى مجموعة البحث كبير.

حدود البحث : **اقتصر البحث الحالي علي** :-

١. مجموعة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بإحدى المدارس بمحافظة القاهرة.
٢. بعض المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي الهندسي ونظرياته كتصنيف السطوح ونظرية العقدة والمناسبة لتلاميذ المرحلة الابتدائية .
٣. تنمية بعض مهارات التفكير البصري (التعرف على الشكل ووصفه - تحليل الشكل - ربط العلاقات في الشكل) .

مجموعة البحث :

تكونت مجموعة البحث من (٤٣) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدرسة حسين فهمي.الابتدائية بإدارة الزيتون التعليمية.

أهمية البحث : **قد يسهم البحث الحالي في** :

١. **تلاميذ المرحلة الابتدائية :** من خلال إثراء الثقافة والمعرفة الرياضية المقدمة لهم عن طريق تقديم التوبولوجي الهندسي كأحد فروع الرياضيات الحديثة المرتبطة بواقعهم.
٢. **المعلمين من خلال** : تقديم دليل معلم لتوضيح كيفية تدريس مفاهيم وتعميمات التوبولوجي الهندسي لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، وتقديم أدوات مناسبة للتعرف علي قدرة التلاميذ علي التفكير البصري ، ومقياس للتعرف علي اتجاه التلاميذ نحو تعلم الرياضيات .

٣. **توجيه نظر القائمين علي تطوير مناهج الرياضيات** الي احد فروع الرياضيات الحديثة (التوبولوجي الهندسي) والتي يمكن تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية من خلال مجموعة من الأنشطة وباستخدام مجموعة من الأدوات المتوفرة في بيئة التلاميذ للتحقق من مفاهيمها وتعميماتها ضمن مقرر الهندسة المقدم لهم .

٤. **الباحثين من خلال** : فتح أفاق جديدة لإعداد دراسات مماثلة لتدريس التوبولوجي الهندسي في مراحل التعليم المختلفة .

إجراءات البحث : **للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه اتبعت الباحثة الإجراءات التالية**:

١. الاطلاع علي الأدبيات التربوية والبحوث والدراسات السابقة والمتعلقة باليدويات والتوبولوجي والتفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات ، وذلك للاستفادة منها في جميع مراحل البحث .

٢. إعداد وتطبيق استبيان للمتخصصين في الرياضيات للتعرف على أهم المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والتي يمكن تقديمها للتلاميذ بالمرحلة الابتدائية للتوصل منها الى قائمة بأهم هذه العناصر.

٣. إعداد أدوات البحث (كتاب التلميذ - أوراق عمل التلاميذ - دليل المعلم - اختبار التفكير البصري - مقياس الاتجاه نحو الرياضيات) ، ثم عرضهم على مجموعة من المحكمين المتخصصين في الرياضيات وتعليم الرياضيات للتأكد من صدقها وثباتها وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء أرائهم وتوجيهاتهم للتوصل الي الصورة النهائية لكل منها .

٤. اختيار مجموعة البحث .

٥. تطبيق أدوات القياس قبليا على مجموعة البحث .

٦. تدريس مفاهيم التوبولوجي الهندسي باستخدام اليدويات لمجموعة البحث .

٧. تطبيق أدوات القياس بعديا على مجموعة البحث .

٨. تفريغ البيانات وإجراء المعالجة الإحصائية .

٩. عرض نتائج الدراسة الميدانية وتحليلها وتفسيرها ومناقشتها .

١٠. تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج .

مصطلحات البحث :-

اليدويات **Manipulatives**

تعرف اليدويات بأنها مواد تستخدم لتعلم الخصائص أو المفاهيم أو العمليات الرياضية المجردة (Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015 , 175)

وتعرف اليدويات إجرائيا بأنها هي مواد تستخدم بهدف تبسيط وتقريب المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي الهندسي لتلاميذ الصف الخامس بالمرحلة الابتدائية .

التوبولوجي Topology

وتعرف الأكاديمية البريطانية Britannica Academic (3 , 2016) التوبولوجي الهندسي بأنه أحد فروع علم الهندسة الحديثة والذي يهتم بالخصائص الهندسية للأشكال التي لا تتغير تحت تأثير التشوه المستمر من انكماش و تمدد ولي بدون انقطاع .

ويعرف إجرائيا في هذا البحث بأنه أحد فروع علم الهندسة الحديثة والذي يهتم بدراسة الخصائص الهندسية للأشكال والسطوح التي تظل ثابتة بالشد أو اللي أو التحوير دون قص أو تمزيق أو لصق والتي يمكن تقديمها لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي باستخدام يدويات من البيئة المحيطة .

التفكير البصري Visual Thinking

تعرفه إيمان طافش (٢٠١١ ، ٤٣) بأنه قدرة عقلية تستخدم الصور والأشكال والجداول البيانية وتفسيرها وتحولهما من لغة الرؤية واللغة المرسومة إلى لغة لفظية أو منطوقة أو مكتوبة واستخلاص النتائج والمعاني والتبرير للمعلومات منه من أجل التواصل مع الآخرين.

يعرف التفكير البصري إجرائيا في هذا البحث بأنه قدرة عقلية تستخدم المجسمات اليدوية المحسوسة للأشكال والأسطح التوبولوجية آو الصور ، وتحويلها من لغة الرؤية إلى لغة لفظية أو مكتوبة من أجل تواصل التلميذ في الصف الخامس الابتدائي مع زملائه حول وصف الشكل أو السطح التوبولوجي والتعرف عليه وتحليله وربطه للعلاقات **المتضمنة به ، ويستدل عليها بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التفكير البصري المعد لذلك .**

الاتجاه نحو الرياضيات Attitude Towards Math

يعرف حسن شحاتة و زينب النجار (٢٠٠٣ ، ١٦) الاتجاه بأنه الاستجابة التي يبديها الفرد إزاء شيء معين إما بالقبول أو بالرفض نتيجة مروره بخبرة معينة .

ويعرف الاتجاه نحو الرياضيات إجرائيا بأنه الإستجابة التي يبديها تلميذ الصف الخامس الابتدائي نحو الرياضيات وسواء كان ذلك بالقبول أو الرفض أو الحياد ، ويستدل على ذلك من خلال الدرجة التي يحصل عليها في مقياس الإتجاه نحو الرياضيات و تدل الدرجة المرتفعة في هذا المقياس على اتجاه ايجابي بينما تعبر الدرجة المنخفضة على اتجاه سلبي نحوها .

الإطار النظري

المحور الأول : اليدويات Manipulatives

بالرغم من أن للرياضيات دوراً جوهرياً في التقدم والتنمية في حياتنا المعاصرة ، إلا أن اعتمادها علي الرموز جعلها تتسم بالجفاف لذلك يشعر عدد غير قليل من التلاميذ بصعوبة دراستها. ولهذا جاءت الدعوات بضرورة الاهتمام باستخدام مواد تعليمية لتكون الجسر الواصل بين المحسوس والمجرد في تعلم الرياضيات ، فمن خلال اليدويات يمكن أن يقدم للتلاميذ معظم ما يحتاجونه من خبرات مباشرة ومحسوسة في الرياضيات تُعين على فهم الرموز المجردة التي تمثل عائقاً في تعلمها.

حيث يعرف عباس ناجي المشهداني (٢٠١٢، ١٧٩) اليدويات بأنها مجسمات يتدرب عليها التلميذ لكي يكتسب المعنى مقترن بالجانب التطبيقي للمادة المتعلمة ، ويري كل من Satsangi , R &. Bouck, E. C أن اليدويات هي مواد تستخدم لتعلم الخصائص أو المفاهيم أو العمليات الرياضية المجردة . (Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015 , 175)

في حين تعرف نورة بنت عبد الله الفهد (٢٠١٥ ، ٢١٥) اليدويات بأنها مجموعة من الوسائل التعليمية تستخدم لشرح الرياضيات، وتقوم على ممارسة التلميذ للتطبيقات الرياضية بكلتا يديه بهدف تبسيط وتقريب واستيعاب المفاهيم الرياضية .

وتعرف اليدويات إجرائيا بأنها مواد تستخدم بهدف تبسيط وتقريب المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي الهندسي لتلاميذ الصف الخامس بالمرحلة الابتدائية .

وتختلف اليدويات عن الوسائل التعليمية فالوسيلة التعليمية تصمم لتقديم فكرة رياضية واحدة وينتهي دورها بعد ذلك ، كما أنها تكون في يد المعلم ويقتصر دور التلميذ على مشاهدتها بينما اليدوية تجسد العديد من المفاهيم الرياضية التي يكتسبها التلميذ بنفسه من خلال الممارسة. (عباس ناجي المشهداني ، ٢٠١٢، ١٧٩)

ويعتمد تعليم الرياضيات باليدويات على مفهوم **التعلم بالممارسة** حيث أن التلميذ يبني فهمه من خلال الأنشطة والخبرات الحسية فالتطبيق هو الأساس والذي من خلاله يكون التلميذ أكثر تقبلاً للأفكار والمفاهيم الجديدة.(عباس ناجي المشهداني ، ٢٠١٢، ١٧٩)

وهذا يتفق مع ما دعت اليه النظريات التربوية في تعلم الرياضيات ، فيشير بياجيه Piaget الي أن التلاميذ في حاجة الي استخدام اليدويات المادية لدعم تعلمهم الأفكار الرياضية المجردة. واقترح برونر Bruner ثلاث مراحل تشرح استيعاب التلاميذ للمفاهيم وتعد المرحلة الأولى مرحلة نشطة يتفاعل فيها التلاميذ مع الأشياء (اليدويات الرياضية) ، قبل المراحل الرمزية. واقترح دينز Dienes أن التلاميذ بحاجة إلى تجسيدات متعددة للمفهوم (مثل استخدام مكعبات دينس) للتفاعل معها بطريقة حسية لتكوين الخبرات الرياضية وذلك لتعزيز عملية التعلم. (Packenham, P. M et al , 2013 , 26)

ويمكن استخدام اليدويات في تدريس مجموعه واسعة من المفاهيم الرياضية المتضمنة في الموضوعات الرياضية بما في ذلك الحساب والقيمه المكانية وحل المسائل اللفظية... الخ . (Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015 , 175)

كما أن استخدامها في التدريس يساعد علي تحقيق العديد من معايير NCTM الخمسة: حل المشكلات ، والتواصل ، والاستدلال ،الترابط ، والتقدير. (Boggan , M et al, 2010 ,3)

ومن شروط اختيار اليدويات حتى تكون مفيدة التلاميذ عند تدريس موضوعات الرياضيات أن تكون اليدويات الرياضية مناسب لهم وقد تم اختيارها لتحقيق أهداف وغايات محددة ، يجب أن تكون اليدويات المقدمة بسيطة ومقربة في بيئة التلاميذ مما يساعدهم على التفكير في المفاهيم الرياضية واستيعابهم(Boggan, M et al, 2010 ,3-4) ، مع مراعاة أن يكون استخدام اليدويات بشكل متكرر أثناء تدريس مقرر الرياضيات - مع إعادة صياغة المحتوى ليناسب استخدام اليدويات - وبالتزامن مع استخدام الوسائل التعليمية الأخرى ، بما في ذلك الصور والرسوم البيانية ،الكتب المدرسية والأفلام

والمواد المماثلة، كما يجب استخدام اليدويات بالاقتران مع الأساليب الاستكشافية والاستقرائية مع التشجيع على تسجيل النتائج باستخدام الرموز. (Durmuş ,S & Karakirik , E , 2006 , 120)

ولكي يكون استخدام اليدويات فعالا أثناء تدريس الرياضيات يجب علي المعلم أن يفهم التلاميذ المفهوم الرياضي الذي يتم تدريسه مع تحديد تعليمات واضحة لهم لكيفية استخدام اليدويات (Boggan , M et al, 2010 ,3-4) ، مع استخدام أنواع مختلفة من اليدويات مما يوفر العديد من التمثيلات للمفهوم الواحد ، كما يجب علي المعلم إتاحة الوقت المناسب لاكتشاف التلاميذ اليدويات والتفرقة بينهم والتفاعل معها مع توجيههم لاستخدام اليدويات بما يخدم أهداف الدرس سواء كان ذلك أثناء خطوات عرض الدرس أو من خلال استخدامها كمعاون للتلاميذ لحل بعض المشكلات الحياتية والمرتبطة بمحتوي الدرس. (Rycroft , E , 2019 , 1 - 3) ، وعلي المعلم التنويع بين استخدام اليدويات سواء كان ذلك بشكل فردي او جماعي .(Packenham, P. M et al, 2013 , 36)

ويتيح استخدام اليدويات مع عرض مشكلات مفتوحة النهاية علي مساعدة التلاميذ على التفكير في عالمهم بطرق بديلة ومساعدتهم علي فهم أن هناك طرقاً متعددة لحل المسائل والتوصل الى حلول متعددة مما يساعد علي خفض القلق نحو الرياضيات الى حد كبير(Boggan , M et al, 2010 , 4) ، كما يمكن استخدام اليدويات مع المشكلات مفتوحة النهاية كاداه لتقييم التلاميذ وذلك من خلال متابعة أداءهم للتعرف علي مدي إتقانهم للمفاهيم التي تعلموها وعلي طرق تفكيرهم واستراتيجيات حل المشكلة التي اختاروها للتوصل للحل.(Johnson, P, E. et al , 2012 , 202)

ومن خلال الاطلاع علي العديد من الأدبيات والدراسات السابقة التي اهتمت بالتدريس باستخدام اليدويات يمكن ذكر بعض فوائد استخدامها في تدريس الرياضيات والتي منها أن استخدامها يساعد التلاميذ علي : (نورة بنت عبد الله بن محمد الفهد ، ٢٠١٥، ٢١٦) (عباس ناجي المشهداني ، ٢٠١٢، ١٨٠) (فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧ ، ١٨١ - ١٨٢) (Ndlovu1, Z. A. & Chiromo, L , 2019 , 4) (Paliwal , V , 2018 , 5-6) (Day, L & Hurrell, D. 2017 , 39) (Larbi,E & Mavis, O, 2016 ,55)

*الانتقال من التجارب الملموسة إلى المنطق التجريدي .

* الربط بين الأفكار ودمج معارفهم بحيث تكتسب فهم عميق للمفاهيم الرياضية .

* فهم الرياضيات بشكل أفضل .

* زيادة التحصيل في الرياضيات .

*الاحتفاظ بتعلم الرياضيات علي المدى الطويل .

* نقل المعرفة، وتوضيح الجوانب المبهمة، وتعميق عملية الإدراك .

* تحسين البيئة في الفصول الدراسية للرياضيات وخفض القلق نحو مادة الرياضيات .

*توفر عنصر إيجابية التلاميذ في العملية التعليمية، وذلك بإشراكهم في إنتاجها واستخدامها ومتابعتها .

*تقضي على الملل والتسرب الذهني للتلاميذ؛ مما يساعد على تسلل الأفكار.

*تقلل الجهد، واختصار الوقت على التلميذ والمعلم .

*تغيير اتجاهات التلاميذ السلبية نحو الرياضيات .

*إشباع حاجة حب الاستطلاع لدى التلاميذ .

*تنمية قدرات التلاميذ الإبداعية.

وتشير العديد من الدراسات التربوية الي فاعلية استخدام اليدويات في تدريس العديد من فروع الرياضيات مثل الهندسة كما في دراسة كل من (Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015) و (Kontaş , H , 2016) و (Hidayah, I et al , 2018) ، **الحساب** كما في دراسة (Mattoon, C et al , 2015) و(فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧) و (Horan, E & Carr , M , 2018) و(Ndlovu1, Z. A. & Chiromo, L , 2019)، **الاحتمالات** كما في دراسة (Paliwal , V , 2018) و**الجبر** كما في دراسة (Larbi , E & Mavis, O , 2016)

كما يمكن استخدام اليدويات لتقديم المفاهيم الرياضية لكافة المراحل التعليمية سواء في مرحلة ما قبل المدرسة كما في دراسة (Horan, E & Carr , M , 2018) (Mattoon, C et al , 2015) **، أو في المرحلة الابتدائية** كما في دراسة (Packenham, P. M et al , 2013) (عبد العالي بن عوض الله الخديدي ، ٢٠١٤) (فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧) ، **أو في المرحلة الاعدادية** كما في دراسة (Golafshani , N , 2013) ، **أو في المرحلة الثانوية** كما في دراسة (Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015) (Kontaş , H , 2016) (Larbi , E & Mavis, O , 2016) **وكذلك لطلاب الجامعة** كما في دراسة (Paliwal , V , 2018)

وتقسم اليدويات المستخدمة في تدريس الرياضيات الى نوعين أساسيين هما اليدويات المادية واليدويات الافتراضية .

وتعرف اليدويات المادية physical / concrete manipulatives بأنها أشياء أو أجسام تم تصميمها، بحيث تمكن التلميذ من فهم بعض المفاهيم الرياضية، وذلك من خلال معالجتها أو التعامل معها يدويا . (أحمد سالم السميري ، ٢٠٠٩ ، ٣)

ومن اليدويات المادية التي يمكن استخدامها في تدريس الرياضيات : قطع دينز (مكعبات الأساس عشرة)، شرائح الكسور ، دومينو حقائق الجمع ، .دومينو الأعداد ، دومينو حقاق الطرح ، المكعبات المتداخلة ، القطع الهندسية ، الميزان الحسابي ، اللوحة الهندسية ، قطع النماذج ، قطع كوزينير ، اللوحة الدائرية ، القطع الجبرية ، مقياس الحجم (وحدات مكعبة مختلفة) ، المتر الخشبي والمتر الشريطي.، مقياس المساحة (أشكال هندسية مختلفة) ، مقياس السعة ساعات مختلفة الشكل ، موازين مختلفة ، أدوات هندسية مثل مسطرة و فرجار و منقلة ومثلث) ، نماذج هندسية ، شبكات تربيعية ، مجسمات مختلفة ، شفافيات ، أعواد خشبية وبلاستيكية مختلف الألوان والأطوال ، أدوات رسم ، أدوات تربيط من خيوط ودبابيس ومطاطات . (عبد العالي بن عوض الله الخديدي ، ٢٠١٤، ٥١-٥٢) (عباس ناجي المشهداني ، ٢٠١٢، ١٨٠ - ١٨١)

وتتميز بشكل عام بأنها منخفضة التكلفة، ولا يتطلب استخدامها توفر مصدر للطاقة الكهربية ، ويمكن للتلاميذ استخدامها بسهولة ويسر .(Satsangi , R &. Bouck, E. C , 2015 , 175) ، كما أنها أكثر قربا للعالم الحقيقي ، وتضيف تجربة اللمس واللعب بها بعدا للتعلم ، يسمح بالمحاولة والخطأ ، ويتيح تنوعها أن يكون التلميذ أكثر ابداعيا في اختيار القطع وأكثر تحكما بها ، ويساعد استخدامها علي توضيح المفاهيم الخاطئة وتكوين روابط صحيحة بين المفاهيم الرياضية والتمثيلات البصرية. (Hunt, A. W et al , 2011 , 4)

وتشير نتائج العديد من الدراسات الي فاعلية استخدام اليدويات المادية في تنمية التحصيل لدي التلاميذ مثل دراسة (Carbonneau, K. J et al. , 2013) (Larbi , E & Mavis, O , 2016) و (Kontaş , H , 2016) و (فرحان عارف المشاقبة ، ٢٠١٧) و (Paliwal , V , 2018) و(Hidayah, I et al , 2018)

بينما اليدويات الافتراضية virtual manipulative ترتبط عادةً بتقنيات الكمبيوتر وتعتمد بشكل كبير على البرامج و/أو الإنترنت (Bouck, E. C. & Flanagan, S. M., 2010) ، ويعرفها Moyer, P. S et al بأنها تمثيل مرئي تفاعلي ديناميكي يستند إلى الويب ليوفر فرصًا لبناء المعرفة الرياضية (Moyer, P. S et al, 2002 , 372-373) ، كما أنها تعرف بأنها نسخ افتراضية من اليدويات المادية التي تستخدم عادة في تعليم الرياضيات والتي يمكن تحميلها من خلال شبكة الإنترنت. (Li, Q & Ma, X , 2010 , 217) ، **مثل** المكعبات والقضبان والأشكال الهندسية والفراغية وغير ذلك، وهي متوفرة دون أي تكلفة على الإنترنت، مع أنشطة منظمة واقتراحات للمساعدة في تنفيذها داخل غرف المصادر أو الفصول الدراسية . (Johnson, P, E. et al , 2012 , 202)

ومن مميزات اليدويات الافتراضية هو قدرتها علي الربط بين الصورة الديناميكية والرموز المجردة (Li, Q & Ma, X , 2010 , 217) ، كما أنها تسمح للتلاميذ بالاستخدام الكفء للتمثيلات المتعددة مع تحريك التمثيلات البصرية لليدويات المادية علي شاشة الكومبيوتر مما يعطى التلميذ الفرصة لتكوين المعاني وإدراك اختلاف النتائج المترتب علي اختلاف تحركاته وتفاعله ، كما أن استخدام اليدويات الافتراضية في التدريس يساعد علي انخراط التلاميذ في التعلم والاكتشاف وبناء المبادئ والعلاقات الرياضية. (Moyer, P. S et al , 2002 , 372-373)

كما اهتمت العديد من الدراسات بإجراء المقارنة بين استخدام كل من اليدويات المادية والافتراضية في تدريس الرياضيات مثل دراسة (Mattoon, C et al , 2015) التي هدفت الي المقارنة بين أثر استخدام كل من اليدويات المادية والافتراضية علي تنمية المهارات الحاسبية لدى الأطفال بمرحلة ما قبل المدرسة وأظهرت نتائج الدراسة تحسن الأطفال في كل من المجموعتين في المهارات الحسابية وأنه ليس هناك فرق ذو دلالة إحصائية بين درجة تمكن الأطفال في كل من المجموعتين للمهارات الحسابية وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت اليه دراسة (Packenham, P. M et al , 2013)

بينما اهتمت بعض الدراسات في التعرف علي اعتقاد معلمي الرياضيات نحو استخدام كل من اليدويات المادية والافتراضية في تدريس الرياضيات فدراسة (Hunt, A. W. et al ,2011) هدفت الي التعرف علي رأي الطلاب المعلمين في تدريس الرياضيات بكل من اليدويات المادية والافتراضية لتلاميذ الصف الثامن وتوصلت نتائج الدراسة الي ان (٧٦٪) منهم اشار الي ان استخدام اليدويات المادية

في التدريس أسهل من استخدام اليدويات الافتراضية و ذكر (٨٢٪) منهم أن استخدام اليدويات المادية كانت أكثر فائدة للتلاميذ في استيعاب المفاهيم من استخدام اليدويات الافتراضية ، في حين دراسة (Akkan , Y , 2012) التى هدفت الي التعرف علي اعتقاد كل من معلي الرياضيات في الخدمة والطلاب معلمي الرياضيات نحو استخدام كل من اليدويات المادية والافتراضية في تدريس الرياضيات للتلاميذ وتوصلت الدراسة أنهم يعتقدون بأهمية استخدامها كل منهما في تدريس الرياضيات ، بينما دراسة (Golafshani , N , 2013) اختبرت أثر برنامج تدريبي لمعلمي الرياضيات الصف التاسع علي معتقداتهم حول استخدام اليدويات في تدريس الرياضيات ، وتأثير ذلك على تعلم التلاميذ . وأوضحت النتائج أن المعلمين بعد التدريب أبدوا رغبة أكبر في استخدام اليدويات في تدريس الرياضيات وكان استخدام اليدويات له التأثير المباشر على تعلم التلاميذ ،وعلى تهيئة بيئة سهلت تعلمهم من خلال أساليب مختلفة للمشاركة. في حين دراسة (Ndlovu1, Z. A. & Chiromo, L , 2019)هدفت الي استخدام اليدويات المادية في تدريب الطلاب المعلمين على استخدامها في تدريس العمليات علي الأعداد وتعزيز كفاءاتهم ومهارات تفكيرهم .

وتشير نتائج دراسة (عبد العالي بن عوض الله الخديدي ، ٢٠١٤) أن من أهم مكونات معمل الرياضيات من وجهة نظر معلمي الرياضيات في مدارس المرحلة الابتدائية جاءت مرتبة كالأتي : يدويات خاصة بتدريس الرياضيات، مقاييس حسابية مختلفة، أدوات ومواد تعليمية، متطلبات تتعلق بتنظيم المعمل، أجهزة تعليمية ، وكذلك توصلت دراسة (نورة بنت عبد الله بن محمد الفهد ، ٢٠١٥) الي أهمية توفر معينات تدريس رياضيات للصف الأول متوسط في ضوء متطلبات كتب الرياضيات المطور بالمملكة العربية السعودية، وتأتي اليدويات المادية بالمرتبة الأولى وبنسبة مئوية (٩٧,٢%) تليها مستحدثات التقنية التعليمية بالمرتبة الثانية وبنسبة مئوية (٩٥,٢%)

ويتفق البحث الحالي مع الدراسات والبحوث السابقة في أهمية استخدام اليدويات في تقديم المفاهيم والتعميمات الرياضية وخاصة في المرحلة الابتدائية لما لها من قدرة علي نقل المعرفة وتوضيح الجوانب المبهمة، وتعميق عملية الإدراك وتساعدهم علي اكتساب فهم أعمق للمفاهيم الرياضية ، كما أنها تسهم في زيادة إيجابية التلاميذ في العملية التعليمية مما يساعد علي تغيير اتجاهات التلاميذ السلبية نحو الرياضيات، إشباع حاجة حب الاستطلاع لديهم . **واستفاد البحث الحالى** من الدراسات والبحوث السابقة في صياغة الأنشطة المعتمدة علي اليدويات في أدوات التجريب.

ويختلف البحث الحالي عن الدراسات والبحوث السابقة في استخدام اليدويات لتنمية التفكير البصري لدي تلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية وكذلك في طبيعة اليدويات المستخدمة لتقديم مفاهيم التوبولوجي الهندسي للتلاميذ .

المحور الثاني : التوبولوجي Topology

يعد التوبولوجي أحد الموضوعات الحديثة في علم الرياضيات والذي ظهر في القرن التاسع عشر وتبلور من الناحية الهندسية في القرن العشرين ، وكانت بدايات التوبولوجي في البحث عن أجوبة لمسألة جسور كونيغسبرغ konigsberg السبعة إحدى المسائل الرياضية الشهيرة والتي تم حلها على يد ليونهارد أويلر عام ١٧٣٦.

وتنص مسألة الجسور السبعة لكونجسبرج konigsberg- التي تربط بين جزيرتين في نهر بريفيل ومدينة كونجسبرج التي تقع في بروسيا بسبعة جسور - بالشكل (٥) - علي إيجاد مسار بحيث يتم العبور علي كل جسر من الجسور السبعة مرة واحدة فقط .(Barnett , J , H , 2005 , 2)

ولكي يتوصل اويلر الي الحل أزال اويلر جميع العناصر عدا الجسور وقطع الأراضي الواصلة بينهم ومثل كل قطعة أرض بنقطة رياضية سماها رأسا بينما مثل الجسر الذي يربط بين قطعتين من الأرض (رأسين) بالحافة - شكل (٥)، ومن خلال دراسة اويلر لهذه المشكلة اتضح له أن هذه المسألة بدون حل ووضح اويلر أنه ليس من المهم مكان وجود الجسور ولكن. المهم هو عدد الجسور حيث يجب أن يكون عدد مرات دخول كل قطعة أرض (الرأس) تساوي عدد مرات الخروج منها ، وبالتالي يجب أن يكون عدد الحواف المتصلة بكل رأس هو عدد زوجي . (Swinyward , C, 2002 , 3)

شكل (٥) : تمثيل مشكلة الجسور السبعة باستخدام الرؤوس والحواف

والملاحظ علي الشكل التخطيطي الذي رسمه اويلر أنه لم يهتم بالأطوال أو شكل الجسر ولكن أهتم فقط بمكان الجسر وارتباطه بالأرض، فمهما تغيرت الأطوال أو الأشكال التي يمكن صناعتها عن طريق الخطوط (الجسور) لن يتغير الناتج . وبالتالي فإنّ "جوهر الأجسام لا يتغير عندما تكبر أو تصغر".

لذلك اعتبرت مسألة جسور كونيغسبرغ Konigsberg هي بداية دراسة علم التوبولوجي الذي لا يهتم بالقياسات المترية .

وتنقسم كلمة التوبولوجي إلى مقطعين المقطع الأول (Topo) التي تعود إلى أصل يوناني إلى (Topos) والتي تعني "مكان"(Place)، والمقطع الثاني هو (logy) والتي تعود الأصل يوناني (Logos) وتعني "دراسة" (Study) ، أو بمعنى أبسط هو "علم دراسة المكان". (Wikipedia ,2020,1)

فالتوبولوجي هو هندسة حديثة تهتم بدراسة جميع التراكيب والمكونات للفضاءات المختلفة (محمود أسامة ، ٢٠١٨ ، ١)، كما يعرف التوبولوجي بأنه هو علم يهتم بدراسة الخواص التي لا تتغير تحت تاثير القوى المرنة والتي تسمى الخواص التوبولوجية .(أحمد عبد المنصف علام ، ٢٠٠٢ ، ٢)

وتم استخدام مصطلح التوبولوجي للمرة الأولى في ألمانيا عام ١٨٤٧ من قبل العالم الرياضي الألماني يوهان بينيدكت ليستينغ Johann Benedict Listing ، وخلال الفترة الممتدة بين أواخر القرن التاسع عشر وأواسط القرن العشرين تم وضع العديد من الكتب التي أسست للتوبولوجي لتكون فرعا رياضيا مستقلا.

ويتفرع التوبولوجي لفروع كثيرة أهمها : التوبولوجي النقطي point-set Topology وهو الفرع الذي يهتمّ بالتوبولوجي العامة من ناحية خصائص الفضاء ، التوبولوجي الجبري Algebraic Topology وهو الفرع الذي يهتمّ بشكل عام في دراسة درجات الترابط من خلال التراكيب الجبرية مثل دراسة (Homology) ، التوبولوجي الهندسية Geometric Topology وهو الفرع الذي يهتمّ بدراسة Manifolds أو السطوح . (محمود أسامة ، ٢٠١٨ ، ٢)

وتعرف الأكاديمية البريطانية Britannica Academic (3 , 2016) التوبولوجي الهندسي بأنه أحد فروع علم الهندسة الحديثة والذي يهتم بالخصائص الهندسية للأشكال التي لا تتغير تحت تأثير التشوه المستمر من انكماش و تمدد ولي بدون انقطاع .

يعرف التوبولوجي الهندسي أيضا بأنه "الهندسةٌ على السطوحِ المطاطية " حيث يبحث في خصائص الأشكال الهندسية التي لا تتغير عندما تطبق عليها التحويلات المستمرة والتي تسمح بالمطّ والتقليص والثني، لكن دون قص الأجزاء المختلفة أو تمزيقها أو لصقها معا. وتتجلى السمة المميزة للتحويلات المستمرة في أن النقاط القريبة إحداها من الأخرى ، (continuous transformations functions) قبل إخضاعها لهذه التحويلات، تظل كما هي بعد انتقالها إلى مواضعها الجديدة نتيجة تطبيق تلك التحويلات. (معرفة ، ٢٠١٩ ، ٢- ٣)

فالأشكال في الهندسة الإقليدية تعتمد على القياس العددي (الكمي للأبعاد والزوايا والمساحات وهذه الأشكال ثابتة تماما ولا تعاني أي تغير في قياساتها إذا ما أزيحت عن مواضعها ، أما الأشكال التوبولوجية فلا تتأثر بتغير الموضع ولذا فهي لا تعتبر ثابتة بل قابلة للتحور في الشكل مع احتفاظها بخواصها التوبولوجية في حالة تحورها الي شكلها الجديد ، تلك الخصائص المستقلة عن الموضع والشكل والحجم والتي لا تتغير عندما ينحني الشكل أو يمتد بدون تمزق وبالتالي فإن " التوبولوجي هو الهندسة المتحررة من القياسات " . (سامح أحمد وحنفي اسماعيل ، ٢٠٠٠ ، ٢٥)

فتخيل أن هناك رباط مطاطي مقفل ،ومن خلال المط والشد تحور شكل الرباط المطاطي المقفل ليأخذ كل من شكل المثلث أو مربع أو دائرة ، وبالتالي فطبقًا للتوبولوجي فإن المثلث والمربع والدائرة لا يوجد بينهما أي اختلاف ، أي أنهم متكافئون - شكل (٦) . وهذا عكس الهندسة الاقليدية التي تهتم بدراسة الخصائص المترية للأشكال الهندسية وكذلك تهتم بوصف الأشكال الهندسية باعتبار كل شكل هندسي - مثل المثلث و المربع والدائرة - له خصائص معينة تميزه عن غيره من الأشكال الأخرى . (Burger ,E.B & Starbird . M , 2010 , 360)

شكل (٦) : تكافؤ المثلث والمربع والدائرة مع الرباط المطاطي المقفل في التوبولوجي

فالاستقامة مثلاً ليست خاصة توبولوجية ، لأن الخط المستقيم يمكن ثنيه ليصبح متعرجاً. وكذلك الشكل المثلثي ليس خاصة توبولوجية أيضًا، لأنه يمكن إخضاع المثلث لمط وثنيٍ مستمرين ليتحول إلى دائرة الشكل (٦)، والكروية ليست خاصية توبولوجية، لأنه يمكن تحوير الكرة بعد إخضاعها للتحويلات

السابقة إلى مكعب أو متوازي مستطيلات ، وبهذا المعنى فإن أطوال القطع المستقيمة، ومقادير الزوايا والمساحات هي جميعًا مفاهيم يمكن تغييرها بالتحوير المستمر، ومن ثم فهي خاصيات غير توبولوجية. (معرفة ، ٢٠١٩ ، ٤- ٥)

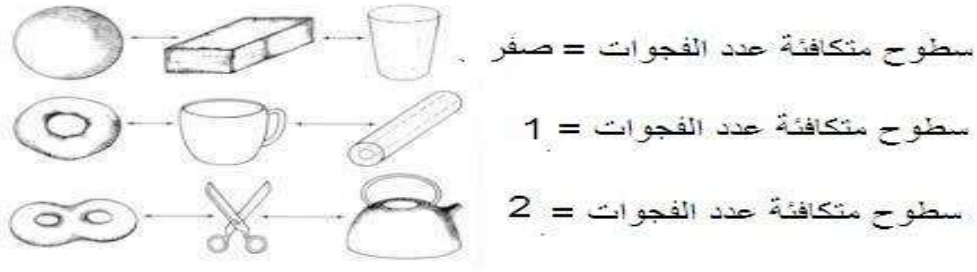
فالتكافؤ التوبولوجي - الذي يقصد به إمكانية تحوير شكل إلي شكل آخر مع عمليات المطّ والتقليص والثني دون قطع أو تمزق- يحافظ علي الخصائص الوصفية الأولية للأشكال التوبولوجيه والتي منها أن يكون الشكل عبارة عن أحد المنحنيات التالية :(سامح أحمد وحنفي اسماعيل ، ٢٠٠٠ ، ٢٧)

- منحني مغلق بسيط : هو المنحني الذي يقسم المستوى إلى منطقة داخلية ومنطقة خارجية وخط حدودي وليس له نهايات حرة (ترتبط بدايته بنهايته) ولا يعبر نفسه.
- المنحني المغلق غير البسيط : هو المنحني الذي يعبر نفسه ويقسم المستوى إلى عدة مناطق تكون لها خطوط حدودية ليست لها نهايات جرة .
- المنحني المفتوح : هو المنحني الذي تنفصل بدايته عن نهايته

فالأشكال المغلقة والغير مغلقة ليست متكافئة توبولوجيا فالخاصيتان مغلق وغير مغلق من الخواص التوبولوجية التي لا تتغير مع عمليات المط والضغط انظر شكل (٧) .

شكل (٧) : المنحني المفتوح لا يتكافأ مع المحني المغلق البسيط ولا يتكافأ مع المنحني المغلق غير البسيط

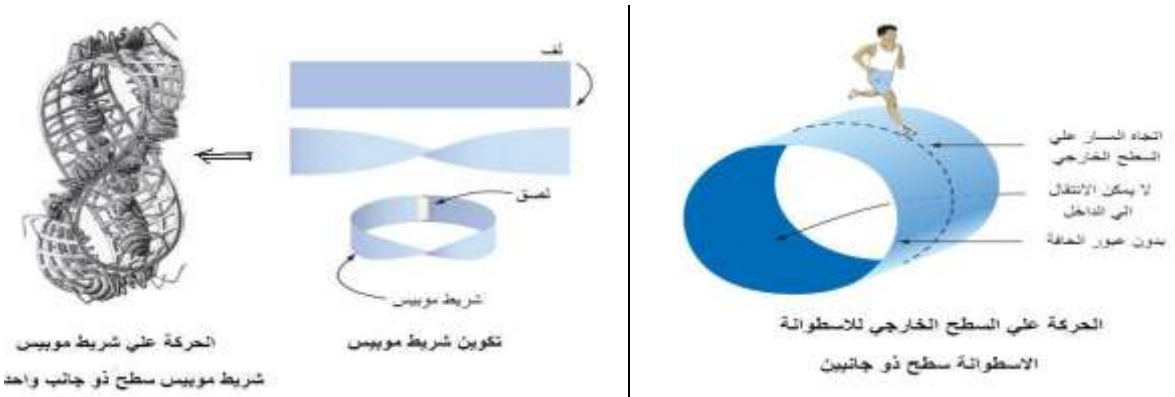
وتعتبر عدد الفجوات (holes) أحد الخصائص التوبولوجية المهمة والتي من خلالها يمكن تصنيف السطوح علي أساسها ، ففي التوبولوجي تتمّ معاملة السطوح التي تمتلك نفس عدد الفجوات، بأنها متكافئة ولا يوجد بينها أيّ اختلاف شكل (٨) (Calabi , E & Yau , S. T , 2011 , 1):



شكل (٨) : تصنيف السطوح المتكافئة وفق عدد الفجوات

وتعتبر عدد الجوانب للسطح خاصية من الخواص المهمة في التوبولوجي الهندسي والتي من خلالها يمكن تصنيف السطوح .

فسطح الاسطوانة من الأسطح ثنائية الجانب .two-sided ، بينما شريط موبيس الذي يمكن صناعته ببساطة عن طريق قص ورقة على هيئة شريط ثم لفه نصف لفة بزاوية (١٨٠ °)، ثم لصق نهايتي الشريط معًا ليصبح لدينا شريط واحد له سطح وحيد الجانب one-sided شكل (٩) ، والفرق بين سطح الاسطوانة وشريط موبيس ، هو أن حشرة ما موجودة على شريط موبيس تستطيع بلوغ أي نقطة منه دون أن تتجاوز حدود الشريط، في حين أن تحرك أي جسم موجودة على الأسطوانة لا يمكنها الانتقال من جانب إلى جانب آخر منه دون تجاوز حدودها. وبالتالي فإن عدد الجوانب خاصية توبولوجية، فإن شريط موبيس والأسطوانة ليسا متكافئين توبولوجياً . (Burger ,E.B & Starbird . M , 2010 , 378 - 379)



شكل (٩) الاسطوانة سطح ذو جانبين بينما شريط موبيس سطح ذو جانب واحد

يتميز شريط موبيس بأن له وجه واحد وبالتالي يستخدم كأحزمة للنقل، حيث تدوم أطول بمرتين من الأحزمة التقليدية ذلك أن كل جانب من سطح الحزام يتلقى نفس القدر من الإجهاد ، ولذلك استخدم أيضا في صناعة أشرطة التسجيل ذات الحلقة المستمرة (لمضاعفة فترة التشغيل) وفي أشرطة الآلة الكاتبة ومن ثم في أشرطة الطابعات (لإطالة عمر رأس الطابعة) ، كما يستخدم في أحزمة الأمان للسيارات لتدوم لفترة أطول . كما يمكنك مشاهدة شريط موبيس في كل مكان كرمز لإعادة التدوير. (Wikipedia , 2020 , 4-5)

شكل (١٠) : استخدام شريط موبيس كأحزمة للنقل وكرمز لإعادة التدوير

وتتضح فاعلية التوبولوجي الهندسي في العمارة البنائية الحديثة والتصميم الداخلي فقد غيرت مفهوم الفراغ الداخلي من مجرد حيز كارتيزى استاتيكي إلى حيز توبولوجي ديناميكي نشط ، من خلال استخدامها كاداه للتشكيل المرن للأسطح حيث تذوب العناصر الرأسية والأفقية في تشكيل انسيابي مرن ، ويعد تصميم مركز الآداب والفنون المقترح لمدينة تايتشونغ التايوانية مثال علي ذلك حيث اعتمد التصميم

على شرائط موبيس التى تلتف في المكان ما بين 2D و 3D شكل (١١) . (مها السيد رمضان ، ٢٠١٨ ، ١٠-١٣)

شكل (١١) : تصميم مركز الأداب والفنون المقترح لمدينة تايتشونغ التايوانية

وتعد نظرية العقدة أحد فروع التوبولوجي الهندسي والتي ظهرت في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي عندما حاول العديد من علماء الفيزياء والكيمياء وضع تصورا لنموذج الذرة .

وتختلف العقدة بمفهومها الواسع والمتعارف عليه بين عامة الناس والتي تستخدم في ربط القوارب عند مرسى السفن على رصيف الميناء وأعمال الديكور وحياكة الملابس وتزينها وتصنيع المجوهرات والأثاث.

حيث تعرف العقدة الرياضية بأنها منحنى مغلق لا يتقاطع مع نفسه في الفراغ ثلاثي البعد ولا يمكن حله للحصول على حلقة بسيطة الشكل (١٢) . (Adams, C. C , 2004 , 2)

شكل (١٢) العقدة الرياضية في الفراغ ثلاثي البعد و إسقاطها فى الفراغ ثنائي البعد

ففي عام ١٨٦٧ م ، اقترح اللورد كلفن نظريته Vortex Atom لمحاولة فهم الصفات الأساسية للعناصر الكيمائية ، وتصور كلفن أن الذرات المختلفة هي في الواقع عقد مختلفة مرتبطة في الأثير Ether – شكل (١٣) - الذي كان يعتقد أنه يتخلل كل الفضاء. (Adams , C.C, 2004, 10)

شكل (١٣) : تصور العلماء عن تمثيل لبعض العناصر الكيمائية على شكل عقد داخل الأثير

وظل العديد من علماء الفيزياء والكيمياء والرياضيات يدرسون العقد للتوصل الى طرق للتفرقة بينها لتحديد العقد المتكافئة والمختلفة، ثم تكوين جداول تضم العقد المختلفة ، معتقدين أنهم بذلك يكونون جدولا للعناصر الكيميائية .

وفي عام ١٨٨٧ ، أظهرت تجربة ميكلسون ومورلي Michelson – Morley ، أنه لا وجود لمثل هذا الأثير ، لذلك فقد توقف كل من الفيزيائيين والكيميائيين عن دراسة نظرية العقدة . (Adams, C.C, 2001, 4)

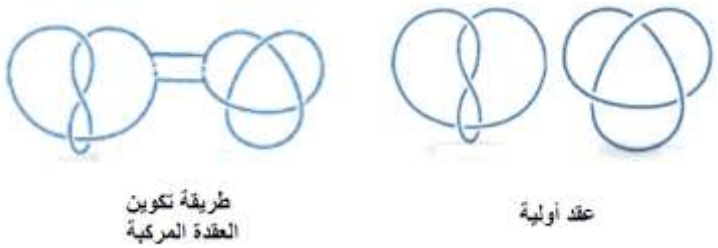
ولكن بالنسبة لعلماء الرياضيات فقد أدركوا مدى الجمال والمتعة من دراسة العقد الرياضية واستمروا في محاولة تصنيف ووضع الطرق الرياضية المختلفة للتفرقة بين العقد الرياضية بعضها عن بعض .

فباستخدام مجموعة من الحبال يمكن تكوين العديد من العقد الرياضية المختلفة في عدد نقاط العبور (التقاطع في التمثيل الاسقاطي للعقدة الرياضية في المستوى ثنائي البعد) ومن خلال عملية المط والانثناء يمكن تحوير شكل الحبل المكون للعقدة للتوصل الي العديد من العقد المتكافئة ، فيوضح شكل (١٤ أ) الأشكال الناتجة من تحوير العقدة الرياضية ذات الأربع نقاط عبور(وذلك من خلال استخدام ثلاثة أنواع من الحركات وضعها ريدمستر Reidemeister moves والتي تحافظ على تكافؤ العقدة الرياضية شكل (١٤ ب). (Santi , G. D. , 2002 , 2 - 4)

(أ) (ب)

شكل (١٤) : (أ) Reidemeister moves ، (ب) تحوير العقدة الرياضية

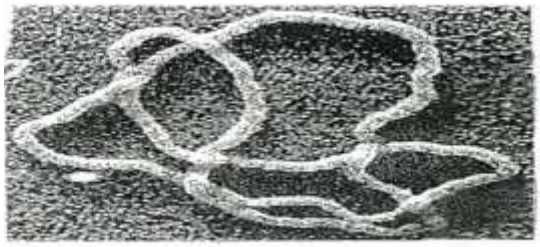
كما اهتم الرياضيين بتصنيف العقد الرياضية في جدول بناء علي نقاط العبور لكل عقدة ويشتمل الجدول علي العقد الأولية فقط ،أما العقد الرياضية الناتجة من تجميع عقدتين رياضيتين معا فتسمي بالعقد المركبة شكل (١٥) وهي غير متضمنة في جدول العقد. (Adams, C.C, 2001, 8)



شكل (١٥) : تكوين العقدة المركبة من تجميع عقدتين أوليتين

وفى العقد الثامن من القرن العشرين اهتم كل من علماء البيولوجي والكيميائيين من جديد بنظرية العقدة نتيجة التطور التكنولوجي .

فقد اكتشف علماء البيولوجي أن الحمض النووي(DNA) والذي يلعب دورا رئيسيا في عملية تكاثر الخلايا يأخذ العديد من الأشكال الهندسية المعقدة والوضعيات المختلفة وفي حالة حركة مستمرة داخل الخلية وتبدأ عملية تكاثر الخلية بانقسام الحمض النووي الى نسختين متطابقتين تماما تبقى الأولى في الخلية الأم وتذهب الثانية الى الخلية الوليدة. ولا ينقسم الحمض إلا إذا كان في حالته الطبيعية ، لذلك فإن أي تغير توبولوجي يحدث في الحمض النووي مثل الالتفاف أو ظهور عقد فيه – انظر الشكل (١٦)- سيعيق تكاثر الخلية وقد يؤدي الى موتها .(Werthem . M & Millett , K , 2005 , 8)



شكل (١٦) : صورة لـ(DNA) معقود باستخدام المجهر الإلكتروني

لذلك يقوم علماء البيولوجي والرياضيون بتتبع التغيرات التي تطرأ على توبولوجي الحمض النووي DNA عند تعرضه للفيروسات أو الى عمل بعض الأنزيمات الموجودة داخل الخلية لصياغة نموذج رياضي لعمل هذه الأنزيمات مما يساعد على التنبؤ بكل الأشكال التي يمكن أن تحدث والتنبؤ بنوعية العقد التي يمكن أن تظهر في الحمض النووي . (نافع الشبيلى ،٢٠١٠ ، ١٢)

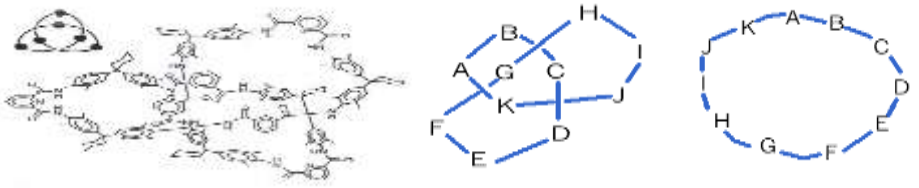
كما أن دراسة نظرية العقدة ساعد العلماء في التوصل الى فكرة العلاج الكيميائي الذي يستخدم في معالجة مرضى السرطان .

فعندما تنشأ عقدة في الحمض النووي فإن الخلية تصير مهددة بالموت لأنها غير قابلة للانقسام. ولذلك فإن أنزيم التوبوايزميرايز Topoisomerase مهم جدا لضمان حياة الخلية. وإذا كانت الخلية سرطانية فإنه من الواجب القضاء عليها كي لا تنتشر الخلايا السرطانية وتهدد حياة الإنسان. ولذلك فللقضاء على الخلايا السرطانية ، طور العلماء العديد من الأدوية التي تعمل على القضاء على أنزيم التوبوايزميرايز في الخلية السرطانية. فعندما يغيب هذا الأنزيم فإن العقد تكثر في DNA بفعل عدة عوامل مما يؤدي الى عدم قدرة الحمض النووي على الانقسام وينتهي الأمر بموت الخلية السرطانية والى شفاء المريض. (نافع الشبيلى ، ٢٠١٠ ، ١٣) (Prakash , S , 2005 , 2)

ووجد الكيمائيون أن هناك اختلافا كبيرا في خواص الجزيء وهذا الاختلاف يتوقف على شكل الجزيء وتتابع الذرات المكونة له إذا كانت تأخذ شكل دائري أو معقود .

فالجزيء الدوري cyclic molecule وهو الجزيء الذي تكون ذراته مع بعضها شكل سلسلة أول ذرة فيها مرتبطة مع أخر ذرة وبذلك يأخذ شكل الحلقة أو الدائرة - انظر شكل (١٧ أ)– فى حين أن الجزيء المعقود knotted molecule وهو جزيء يتكون من نفس الذرات المكونة للجزيء الدائري ولكن ذراته تكون عقدة قبل ارتباط أول ذرة فيه مع أخر ذرة - انظر الشكل (١٧ ب). فجزيء البنزين

هو أحد أهم الأمثلة على ذلك فجزيء البنزين الدائري يكون سائل oil أما جزيء البنزين المعقود فيصبح مثل الهلام gel وعند اختلاف شكل العقدة يختلف خواص الجزيء الكيميائي .Adams) , C.C , 2001, 4)

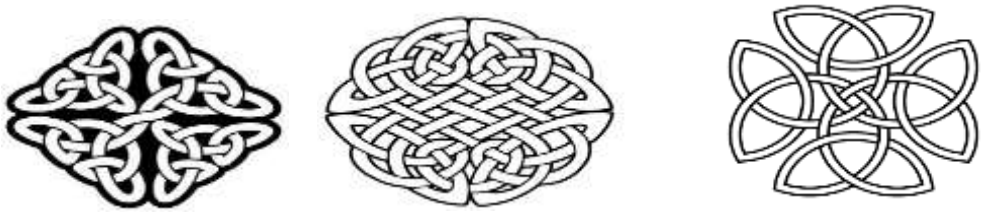


(جـ) (ب) (أ)

الشكل (١٧) (أ) جزيء دوري و(ب) جزيء معقود باستخدام نفس الذرات
(جـ) أبسط جزيء كيميائي معقود

كما أن دراسة نظرية العقدة أدت الى إثراء الرياضيات المنفصلة واكتشاف العديد من كثيرات الحدود المهمة التي كان لها دورا كبيرا في تطوير العديد من العلوم مثل علم الفيزياء ونظرية الكم مما أدى الى أن حاز مكتشفها على جائزة Fields medal فى الرياضيات وهى تعادل جائزة نوبل في العلوم . (Witten, E, 2011 4)

ولنظرية العقدة العديد من التطبيقات الفنية والتي استخدم فيها الفانين العقد الرياضية لتكوين العديد من التصميمات الجمالية شكل (١٨) لتزيين الكتب والمفروشات والملابس ... الخ . Buchatskaya) ,Y, 2015 ,1)

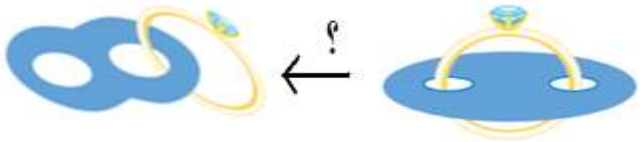


شكل (١٨) : استخدام العقد الرياضية في الفنون

ويمكن تقديم العديد من المفاهيم التوبولوجية من خلال الأنشطة العملية ، فلتوضيح مفهوم التحوير والتكافؤ التوبولوجي للتلاميذ يمكن الاستعانة بالمرأة المكبرة حيث يلاحظ التلميذ ان الوجه ازداد استطالة وتغيرت أبعاده بنسب مختلفة وكذلك تصبح صورة العينين مختلفة ولكن يظل عدد العيون اثنين لا أكثر ، فلا نجد جزء من الصورة ليس له أصل في الوجه والعكس بالعكس ، لذلك يقال أن الصورة قي المرأة قد حورت الوجه وأن عملية تحوير شكل الوجه في المرأة حافظت على نقاط الوجه مهما كبرت كما حافظت علي النقاط المجاورة والاتصال والحدود والداخل والخارج ، وبالمثل اذا كان هناك شئ مرسوم علي بالون فإن الرسم يتحور عند نفخ البالون حيث يكبر الرسم أو ينبعج ويكون الشكل الناتج بعد النفخ هو الشكل المكافئ للشكل الأصلي . (نظلة خضر ، ٢٠٠٤ ، ٢٤٦ – ٢٤٧)

كما يمكن تقديم العديد من الألغاز للتلاميذ مما يثير حماستهم وشغفهم لتعلم الرياضيات والتي تعتمد علي كل من مفهوم التحوير وعدد الفجوات في السطح التوبولوجي .

فعلي سبيل المثال اذا كان هناك خاتم ومتعلق بسطح من المطاط يحتوي علي فجوتين وكان الخاتم متعلق بكلتا الفجوتين كما بالشكل (١٩) فكيف يمكنك إخراج الخاتم ليكون متعلق بإحدي الفجوتين فقط باستخدام التحوير فقط وبدون إحداث أي قطع. (Burger ,E.B & Starbird . M , 2010 , 362)



شكل (١٩) : لغز الخاتم والجسم المطاطي ذو الفجوتين

وتشير Atanasova , T وزملائها الي ضرورة تضمين المفاهيم والمشكلات التوبولوجية ضمن كتب الرياضيات والأنشطة التعليمية ابتداءا من المرحلة الابتدائية . وذلك ليتعلم التلاميذ كيفية تطبيق المعرفة المكتسبة عند مواجهة مواقف غير قياسية ، والتي تعد واحدة من المتطلبات العامة المعاصرة للتعليم ، عن طريق خلق مواقف تحفيزية لتوجيه التلاميذ إلى ممارسة المنطق الاستنتاجي وتمكينهم من استخدام التفكير الإبداعي لحل المشكلات التوبولوجية . (Atanasova , T et al , 2011 , 1021)

واتجه العديد من التربويين الي تقديم العديد من السطوح التوبولوجية من خلال الأنشطة الاكتشافية فقدمت Lawrence, S مجموعة من الأنشطة الاكتشافية للطلاب في المرحلة الثانوية بهدف مساعدتهم علي التعرف علي خصائص شريط موبيس والتفرقة بينه وبين الاسطوانة القائمة (Lawrence, S, 2005 , 1 - 2) . وكذلك قدم معرض Mindbender Mansion مجموعة من الأنشطة لتعريف الزائرين بالأشكال الهندسية ومبادئ التوبولوجي الهندسي. (Mindbender Mansion , 2008 ,32)

بينما اهتم متحف اكرون للفنون Akron Art Museum بتقديم أنشطة اكتشافية للتلاميذ من الصف السادس الي الصف الثامن قائمة علي دراسة أعمل الفنان ايشر **Escher** ، ومن خلال دراسة عمل ايشر الذي يتضمن علي شريط موبيس وحركة النمل الأحمر علي سطحه يتعرف التلاميذ علي خصائص شريط موبيس . (Akron Art Museum , 2011 , 20 - 23)

وقدم Rodríguez , J. L في اسبانيا مشروع تعليمي بعنوان " هيا نلعب لتصنيف الأسطح! Let's play to classify surfaces! " يهدف لتقديم مفاهيم التوبولوجي الهندسي للمدارس الثانوية والابتدائية من خلال تقديم العديد من ورش العمل للتعريف بالسطوح التوبولوجية وخصائصها والتميز بين الأسطح الموجهة والأسطح غير الموجهة ، مع توضيح العديد من المفاهيم التوبولوجية مثل التثليث ، والحافة ، والفجوة في السطح التوبولوجي. وكذلك الاهتمام بالعمل اليدوي والبصري. وتحفيز التفكير الاستقرائي والاستنتاجي.وإظهار الإمكانات الجمالية والفنية والابداعيه للأسطح التوبولوجية كوسيلة لربط الفن والرياضيات. (Rodríguez , J. L , 2016 , 750)

وتوضح كل من Smith , C. E. & Paré, J. N. أنه يمكن استخدام الطمي والفخار في إعداد العديد من السطوح التوبولوجية لدراسة خصائصها مثل زجاجة كلاين ، وان استخدام الأنشطة العملية في اكتشاف خصائص السطوح التوبولوجية تجعل التلاميذ مستمتعين وأكثر ايجابية من خلال تعلمهم من خلال الخبرة . (Smith , C. E. & Paré, J. N. , 2016 , 208-214)

ويمكن استخدام العديد من طرق التدريس والاستراتيجيات والمداخل التدريسية لتقديم مفاهيم التوبولوجي في مراحل التعليم المختلفة ففي دراسة (Yanagimoto, T et al, 2007) تم استخدام العديد من الألعاب والألغاز واليدويات لتقديم بعض مفاهيم نظرية العقدة لتلاميذ الصف الرابع والصف الخامس من طلاب المرحلة الإبتدائية في المدارس اليابانية . بينما دراسة (رافد بحر أحمد المعيوف واخرون ، ٢٠١٤) هدفت الي التعرف على أثر استخدام استراتيجية الجودة الشاملة في فهم المفاهيم التوبولوجية لطلبة كلية التربية .

كما يمكن استخدمت أسلوب الاكتشاف الموجه في تقديم نظرية العقدة كما في دراسة (Yanagimoto, T et al , 2010) التي هدفت الى تقديم نظرية العقدة للصف الثالث من طلاب المرحلة الثانوية و دراسة (Fomin , S et al, 2009) التي هدفت الى تنمية مهارات التواصل الرياضي والتدريس الإبداعي وتعميق فهم معلمي الرياضيات والطلاب معلمي الرياضيات لبعض موضوعات الرياضيات وذلك من خلال تدريس الهندسة الديناميكية ونظرية العقدة ونمذجة الرياضيات ونظرية الأعداد باستخدام الاكتشاف والمشكلات المفتوحة.

بينما استخدمت دراسة (Mattman , T & Portnoy , N , 2003) التعلم القائم على شبكة الإنترنت Internet-based instruction للتعرف علي مدي إلمام الطلاب معلمي الرياضيات و معلمي الرياضيات للمرحلة الثانوية فى الخدمة للمفاهيم الأساسية لنظرية العقدة وأثر ذلك على معرفتهم الرياضية واعتقادهم حول الرياضيات وتنمية بعض عادات العقل ، وتوصلت الدراسة الى فاعلية كل من الطريقتين في إثراء المعرفة الرياضية لدى عينة الدراسة وتكوين اتجاه ايجابي نحو الرياضيات وتنمية بعض عادات العقل لديهم . في حين توصلت دراسة (Comar, T.D , 2006) الى أن استخدام العديد من برامج الكومبيوتر كان لها أثر كبير في مساعدة الطلاب على ملاحظة بعض الظواهر الخاصة بنظرية العقدة .

في حين تشير دراسة (هبة محمد محمود عبد العال ، ٢٠١٩) الي أن استخدام برنامج أنشطة رياضية في التوبولوجي قائم علي المدخل البصري له فاعلية في تنمية التخيل والدافعية لتعلم الرياضيات لتلاميذ المرحلة الإعدادية .

وبمكن تقديم مفاهيم التوبولوجي الهندسي في مراحل التعليم قبل الجامعي ،فمن الدراسات التي اهتمت بتقديم التوبولوجي في المرحلة الابتدائية دراسة (سامح ريحان واسماعيل حفني ، ٢٠٠٠) و دراسة (Sugarman , C , 2014) ودراسة (Yanagimoto, T et al, 2007) . **ومن الدراسات التي اهتمت بتقديم التوبولوجي في المرحلة الاعدادية** (Masuda,N ,2008) و دراسة (رفعت محمد المليجي وأخرون ، ٢٠١٤) و دراسة (Freitas, E. & McCarthy, M. J. , 2014) و دراسة (هبة محمد محمود عبد العال ، ٢٠١٩) . **ومن الدراسات التي اهتمت بتقديم التوبولوجي في المرحلة الثانوية** دراسة (Yanagimoto, T et al , 2010) و (يحيي زكريا صاوي ، ٢٠١٨)

ويتفق البحث الحالي مع البحوث والدراسات السابقة علي إمكانية تقديم مفاهيم وتعميمات التوبولوجي الهندسي لجميع المراحل التعليمية ، كما أن تقديم مفاهيم ونظريات التوبولوجي للتلاميذ له أهمية ليس فقط على الجانب المعرفي ولكن أيضا على الجانب المهاري والوجداني ، **وبرغم ذلك فيوجد قلة في** عدد الدراسات الأجنبية والعربية التي قدمت التوبولوجي الهندسي لمراحل التعليم قبل الجامعي بشكل عام وللمرحلة الابتدائية بشكل خاص .

واستفاد البحث الحالى من الدراسات والبحوث السابقة في التعرف على العديد من استراتيجيات وطرق التدريس التى يمكن استخدامها في تقديم مفاهيم وتعميمات التوبولوجي الهندسي للتلاميذ ، وكذلك في تحديد أهم المفاهيم والتعميمات التي يمكن أن تقدم للتلاميذ في مراحل التعليم قبل الجامعي .

وتختلف الدراسة الحالية عن الدراسات والبحوث السابقة في أنها تقدم العديد من المفاهيم والتعميمات الخاصة بكل من نظرية تصنيف السطوح ونظرية العقدة كمثال للتوبولوجي الهندسي لتلاميذ المرحلة الابتدائية من خلال أنشطة عملية تعتمد علي اليدويات المستمدة من بيئتهم والتي قد تساعد في تنمية كل من مهارات التفكير البصري وتحسين اتجاههم نحو الرياضيات .

المحور الثالث : التفكير البصري Visual Thinking:

تكتسب الكثير من المعرفة البشرية بتوظيف حاسة البصر من خلال الرؤية وتحليل الأشكال المختلفة والصور والرسومات على تنوعها ، واكتساب الخبرات من خلال الرموز والصور والرسومات والأشكال الهندسية والمخططات البيانية التوضيحية والخرائط والمجسمات وغيرها من وسائل تعتمد على التصوير البشري، تعكس نمط من أنماط تفكير الإنسان عند تعامله مع أي من هذه المثيرات البصرية .

فالتفكير عن طريق الصور أو التفكير البصري ويعرف بأنه نمط من أنماط التفكير الذي ينشأ نتيجة استثارة العقل بمثيرات بصرية، ويترتب على ذلك إدراك علاقة أو أكثر تساعد على حل مشكلة ما، أو الاقتراب من الحل (مديحة حسن، ٢٠٠٤، ٢٨). وتري ناهل سعيد (٢٠٠٩،٤٠) التفكير البصري بأنه عبارة عن نشاط ومهارة عقلية تساعد الإنسان في الحصول على المعلومات و تمثيلها و تفسيرها وإدراكها ثم التعبير عنها وعن أفكاره الخاصة بها بصريا و لفظيا من أجل التواصل مع الآخرين

ويشير Zhukovskiy ,V& Pivovarov ,D. الى أن التفكير البصري هو نوع من التفكير غير اللفظي، والوظيفة الرئيسية منه الوصول للمعاني المختلفة التي تتضمنها الصور البصرية (Zhukovskiy ,V& Pivovarov ,D., 2008,150) . أي أن التفكير البصري هو عبارة عن ظاهرة التفكير من خلال المعالجة البصرية، في حين يكون البديل الآخر هو التفكير من خلال المعالجة اللغوية أو اللفظية .(رمضان بدوي، ٢٠٠٨: ١٢٨)

بينما تعرفه إيمان طافش (٢٠١١ ، ٤٣) بأنه قدرة عقلية تستخدم الصور والأشكال والجداول البيانية وتفسيرها وتحولهما من لغة الرؤية واللغة المرسومة إلى لغة لفظية أو منطوقة أو مكتوبة واستخلاص النتائج والمعاني والتبرير للمعلومات منه من أجل التواصل مع الآخرين ، وترى جيهان محمود (٢٠١١، ١٢) بأنه عملية استدلال عقلي تهدف إلى التوصل لعلاقات جديدة أو مفهوم جديد من خلال البصريات. ويعرفه (Salem, Z & Abud, A (2017 , 543 بأنه هو التصور والتمييز ، والتفسير البصري للأشكال والأشياء ، وتنظيم الصور الذهنية بطرق مختلفة تختلف باختلاف العملية ، ومن هذه العمليات الحذف ، والإضافة ، والانعكاس والدوران والثني ، والقطع ، وذلك للعثور علي علاقات بينهم وترجمتها إلى مواقف ورموز حرفيه من أجل التوصل إلى استنتاج .

ومن خلال التعريفات السابقة يتضح أن:

- التفكير البصري هو نمط من أنماط التفكير الذي يثير العقل بتوظيف مثيرات بصرية لإدراك العلاقات الكلية والجزئية في الموقف التعليمي .
- التفكير البصري منظومة عمليات تترجم قدرة التلميذ على قراءة الشكل البصري وتحويل اللغة البصرية التي يمثلها هذا الشكل إلى لغة لفظية مكتوبة أو منطوقة .
- التفكير البصري يهدف إلى التوصل إلى علاقات ومفاهيم جديدة من خلال البصريات.
- التفكير البصري نشاط ومهارة عقلية مرتبطة بحاسة البصر.
- التفكير البصري يربط ما نراه بالبنية العقلية والخبرات السابقة .
- عملية استدلال عقلي تهدف إلى التوصل إلى علاقات جديدة من خلال البصريات.

ويعرف التفكير البصري إجرائيا في هذا البحث بأنه : قدرة عقلية تستخدم المجسمات اليدوية المحسوسة للأشكال والأسطح التوبولوجية آو الصور ،وتحويلها من لغة الرؤية إلى لغة لفظية أو مكتوبة من أجل تواصل التلميذ في الصف الخامس الابتدائي مع زملائه حول وصف الشكل أو السطح التوبولوجي والتعرف عليه وتحليله وربطه للعلاقات **المتضمنة به ، ويستدل عليها بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التفكير البصري المعد لذلك .**

وللتفكير البصري مجموعة من الخصائص العكسية مثل : البصري مقابل اللفظي، والتصور البصري من الذاكرة في مقابل الإدراك الآني، والإدراك البصري الحسي مقابل المجرد وهكذا . (محمد عطية خميس ، ٢٠٠٣ ، ٥٢)

فالتفكير البصري يرتبط بصورة مباشرة بالجوانب الحسية البصرية ، حيث يحدث هذا التفكير عندما يكون هناك تناسق متبادل بين ما يراه التلميذ من أشكال ورسومات وعلاقات وما يحدث من ربط نتاجات عقلية معتمدة على الرؤيا والرسم المعروض . ويشير حسن ربحي مهدي (٢٠٠٦، ٢٤) إلي **أن طرق التفكير البصري لا تخرج عن :**

*التفكير الذي يعتمد علي الأجسام من حولنا.

* التفكير بالتخيل الذي يتم أثناء قراءة الرموز والأرقام.

*التفكير بالكتابة أو الرسم سواء المنظم أو الرسم التخطيطي.

فعندما **يتداخل التفكير بالرؤية والتفكير بالتخيل والتفكير بالرسم يتكون التفكير البصري .** فالرؤية هي الإدراك البصري للأجسام ثنائية وثلاثية الأبعاد وارتباط هذه التصورات بالتجارب الماضية للمشاهد . ويتضمن التخيل إدراك أدوار مختلفة للأجسام المعطية وأن يكون مدركا للحقائق البديلة . فالاستعمال البصري لأي نوع يمكن أن يزودنا بمعنى ملموس للكلمات ويمكننا من رؤية العلاقات والاتصالات بين الأفكار . (حسن ربحي مهدي ، ٢٠٠٦ ، ٢٤ -٢٥)

وهناك علاقة وتفاعل نشط بين الرؤية والتخيل والرسم يمكن توضيحها فيما يلي: (عزو عفانة ،٢٠٠١، ٤١)

*فعندما تتطابق الرؤية مع الرسم: فإنها تساعد على تيسير وتسهيل عملية الرسم، بينما يؤدي الرسم دورا في تقوية عملية الرؤية وتنشيطها.

*عندما يتطابق الرسم مع التخيل: فإن الرسم يثير التخيل ويعبر عنه فيوفر قوة دافعة للرسم ومادة له.

*عندما يتطابق التخيل مع الرؤية فإن التخيل يوجه الرؤية وينقيها بينما توفر الرؤية المادة الأولية للتخيل.

فالذين يفكرون بصريا يوظفون الرؤية والتخيل والرسم بطريقة نشطة وينتقلون في أثناء تفكيرهم إلى التخيل والتصور والإدراك البصري ، فهم ينظرون إلى المسألة الرياضية من زوايا مختلفة ، وربما يوفقون في اختيار القرينة المباشرة التي تبصرهم بالحل مباشرة و بعد أن يتوافر لديهم فهم مبصر للمسألة الرياضية من زوايا مختلفة يتخيلون حلولا بديلة ، ثم يحاولون التعبير عن ذلك برسوم أو رموز بصرية لمقارنتها وتقويمها فيما بعد.

ففهم الرياضيات يرتبط ارتباطا وثيقا بالقدرة علي استخدام كل من التفكير البصري والتحليلي ؛ ولكي يتمكن التلاميذ من بناء فهم ثري للمفاهيم الرياضية ، يجب أن يتم استخدام كل من التفكير البصري والتحليلي بشكل متكامل .(Huang, C. H , 2013 , 112)

ولكي يتمكن التلميذ من تمثيل رأيه باستخدام الأشكال البصرية فهو يستخدم العديد من أدوات التفكير البصري مثل : (**ماهر محمد زنقور** ، ٢٠١٣ ، ٦١) (محمد شوقي شلتوت،٢٠١٦ ،٢٧) (ناهل أحمد شعث ،٢٠٠٩، ٣٧) (أحمد علي أبو زايدة ، ٢٠١٣ ،٦١)

- **الصور :** الطريق الأكثر دقة في التواصل ، مثل الصور الفوتوغرافية.
- **الرموز :** تمثل بالكلمات فقط ، وهي الأكثر شيوعاً واستعمالاً في التواصل رغم أنها أكثر تجريداً مثل إشارات المرور.
- **الرسوم التخطيطية :** تستخدم لتصوير الأفكار وتشمل علي رسومات متعلقة بالصورة ورسوم متعلقة بالمفهوم ورسوم اعتباطية : مثل الكاريكاتير والكروكي والمخططات الانسيابية .
- **الأشكال الهندسية** : حيث تتجمع الخطوط المستقيمة أو المنحنية مع بعضها البعض لتكون الشكل الهندسي ، ويخضع بناء الشكل لعمليات من التفكير الذهني والبصري لتنظيم مفرداته من خطوط ومساحات وفراغات بشكل يصنع نسقا مرئيا ذا معنى يمكن للدماغ ترجمته والتعرف على مدلولاته.
- **المجسمات ثلاثية الأبعاد** : وتعتبر من أكثر الأدوات البصرية انتشارا، فأغلب ما يحيط بالإنسان يراه مجسما وهو ذو معنى ويحمل دلالة عنده .

ويساعد استخدام الأدوات البصرية في حل المسائل الرياضية علي تنمية القدرة علي رؤية العلاقات الداخلية المكانية للشكل المعروض، والكشف عن العلاقات النسبية ضمن الشكل، وتنمية مهارات الاستدلال لدى التلاميذ. (حسن ربحي مهدي ، ٢٠٠٦ ، ٢٤)

ويشير (Sholihah1 , U (2019, 1 الى أن هناك علاقة بين مستوي التفكير البصري لدى التلاميذ وقدرتهم علي حل المشكلات الرياضية ، فالتلاميذ ذو التفكير البصري المنخفض لا يستطيعوا تمثيل المشكلة الرياضية هندسيا بالرغم من قدرتهم علي تمثيلها جبريا بشكل غير مكتمل . بينما التلاميذ ذو التفكير البصري المتوسط قادرين علي استخلاص العديد من المعلومات من الرسم التخطيطي بالرغم من عدم قدرتهم علي الرسم أو استخدام الشكل التخطيطي في حل المشكلة المعروضة ، بينما التلاميذ ذو التفكير البصري المرتفع قادرين علي فهم الجبر والهندسة كلغة بديله كما يستطيعوا حل المشكلة بشكل صحيح تماما .

فهناك عده مؤشرات علي قدرة التلاميذ علي التفكير البصري أثناء حل المشكلات الرياضية : (ا) فهم الجبر والهندسة كلغات بديلة ، (ب) استخراج معلومات محدده عن الرسوم التخطيطية ، (ج) تمثيل وتفسير مشكله (أو مفهوم) بيانيا ، (د) رسم واستخدام الرسوم التخطيطية كوسيلة مساعده في حل المشاكل ، (هـ) فهم التحولات الرياضية بصريا. (Huang, C. H , 2013 , 113)

وتنوعت مهارات التفكير البصري المتضمنة في الأدبيات والأبحاث التربوية والتي يمكن تنميتها أثناء تدريس فروع الرياضيات المختلفة ، وفيما يلي عرض لبعض هذه التصنيفات .

حيث حددت مديحة حسن (٢٠٠٤ ، ٢٨) ثلاثة مهارات للتفكير البصري هي إدراك النمط في الشكل البصري. ، وإدراك التماثل في الشكل البصري ، وإدراك الاختلاف في الشكل البصري . **بينما تصنف جيهان حمود (٢٠١١، ٢٧- ٢٨) مهارات التفكير البصري إلى خمسة مهارات رئيسية** هي: (١) الذاكرة البصرية : وتعني قدرة التلميذ على الاحتفاظ بالصورة المرئية ثم تذكرها واسترجاعها فيما بعد. (٢) النمط البصري: ويعني قدرة التلميذ على إدراك النمط البصري، وإكماله بصرياً. (٣)الاستدلال البصري: ويعني قدرة التلميذ على الاستدلال من خلال مجموعة من الأشكال البصرية. (٤)الدوران العقلي ويعني قدرة التلميذ على إدراك ما يحدث من تغير أو تحول في الصورة لجسم ما أثناء دورانه. (٥) تحليل الشكل وربط العلاقات بالشكل: ويعني قدرة التلميذ على تحليل الشكل ورؤية العلاقات فيه، وتحديد خصائص تلك العلاقات وتصنيفها.

ويشير محمد حمادة (٢٠٠٩، ٣٧) الى مهارات التفكير البصري في (ستة) مهارات رئيسية هي: التوصيف، التفسير، إدراك العلاقات، التمثيل، الاستنتاج ، التبرير، **في حين حددها لوريس إميل** (٢٠١٠، ١٧٢) بأنها مهارات قراءة الأشكال البصرية في التوصيف، التحليل، الربط والتركيب، التفسير واستخلاص المعاني.

بينما أوضحت شمسة محمد النعماني **(٢٠٠٩، ٢١-٢٢)** و شيخة عبد الله السليطني **(٢٠١٠ ، ١٣-١٤)** أن مهارات التفكير البصري هي:

١. **مهارة التعرف على الشكل ووصفه:** وتعني القدرة على تحديد أبعاد الشكل المعروض وطبيعته، حيث يمكن للتلميذ تحديد قاعدة الشكل الأسطواني مثلا وارتفاعه، وأنه عبارة عن مجسم، أي أن الشكل ثلاثي الأبعاد.

٢. **مهارة تحليل الشكل:** وتعني القدرة على رؤية العلاقات في الشكل وتحديد خصائص تلك العلاقات، وتصنيفها، فعند رؤية التلميذ لشكل أسطواني ورقي مفكوك يستطيع تحديد أجزاء الأسطوانة وأبعادها، واستنتاج مساحتها.

٣. **مهارة ربط العلاقات في الشكل:** وتعني القدرة على الربط بين العلاقات في الشكل، وإيجاد التوافق والاختلاف فيما بينها، فيمكن للتلميذ إدراك الفرق بين الأسطوانة ومساحتها، وإدراك العلاقة بين حجم الأسطوانة وحجم المخروط المشترك معها في القاعدة والارتفاع.

٤. **مهارة إدراك الغموض وتفسيره:** وتعني القدرة على توضيح الفجوات والمغالطات في العلاقات والتقريب بينها.

٥. **مهارة استخلاص المعاني:** وتعني القدرة على استنتاج معاني جديدة، والتوصل إلى مفاهيم ومبادئ علمية من خلال الشكل المعروض، مروراً بالمهارات السابقة.

وأشارت العديد من الأدبيات والدراسات التربوية الي **ضرورة الاهتمام بتدريب التلاميذ علي استخدام التفكير البصري في العملية التعليمية بشكل عام وأثناء تدريس الرياضيات بشكل خاص حيث يساعد التفكير البصري علي** : (ولاء محفوظ الأغا ، ٢٠١٥، ٢٠-١٩) ، (يحيى سعيد جبر ، ٢٠١٠،٧٩) (ريم خالد عبد الله صديق ، ٢٠١٨ ، ٣٢٥) (Surya , E et al , 2013 , 114) **(** Aldalalah , O et al **,** 2019 , 172 – 17 3)

*تنمية القدرة على فهم الرسائل البصرية المحيطة والمتنوعة.

*مساعدة التلاميذ على فهم وتنظيم وتركيب المعلومات في فروع الرياضيات المختلفة ، ومساعدتهم على تنمية القدرة على الابتكار، وإنتاج الأفكار الجديدة .

*جذب التلاميذ نحو موضوعات الدراسة التي تتضمن أشكالا بصرية بجانب النصوص اللفظية .

*يحسن من نوعية التعلم، ويسرع من التفاعل بين التلاميذ؛ مما يجعل تعلمهم يتسم بالحيوية والنشاط .

*مساعدة التلاميذ على فهم الرسالة التعليمية، وبخاصة البصرية منها، مما يسهل إدراكها وحفظها في الذاكرة لمدة طويلة

*مساعدة التلاميذ في رسم ملخصات بنائية لتنظيم المادة العلمية بطريقة سهلة وشيقة.

*يفتح الطريق للتلاميذ للممارسة أنواع مختلفة من التفكير؛ كالتفكير الناقد، والتفكير الابتكاري .

*مساعدة التلاميذ على إجراء المقارنات البصرية، ومن ثم الوصول للاستنتاجات بسهولة .

*ربط الأفكار والمعلومات بصور وأشكال ورموز بصرية ؛ مما يسهل استيعابها وفهمها .

*يساعد التلاميذ علي فهم المفاهيم المجردة والعمليات المرتبطة بها. *تنمية قدرة التلاميذ على التصور البصري، والقدرة المكانية .

ويوضح (Sholihah1 , U et al (2019, 2 أن **هناك العديد من العوامل التي تؤثر علي التفكير البصري للتلميذ** - فليس كل التلاميذ قادرين علي تكوين والتعامل مع الصور الذهنية بنفس الطريقة - حيث يتأثر بالعوامل الفردية من قدرات عقلية وإدراكية، وكذلك المهام ، أو التجارب السابقة لكل تلميذ .

ولتنمية التفكير البصري لدي التلاميذ يجب على المعلم أن: (طه محمد أحمد طه مطر ، ٢٠١٨، ١٧٨-١٨٠)

- يستخدم المجسمات لتكوين إدراكات سليمة.
- التأكد من وضوح المجسم أمام التلاميذ، حيث أن الأشياء التي نراها بوضوح تمكننا من معرفة التفاصيل وإدراك ما يمكن أن يطرأ من تغيير بها.
- تقليل فترة المشاهدة للمجسم، حيث يقل تصور التلميذ كلما زاد زمن المتابعة.
- عدم إعطاء معلومات بصرية متعارضة.
- تدريب التلاميذ على الانتقال من مستوى التفكير الحسي نحو المجردات وبالتدرج .

ويجب علي المعلم أن يراعي عند تصميم الأنشطة واختيار الأشكال البصرية أن تتصف : (محمد عبد المنعم عبد العزيز ، ٢٠١٤ ، ٢٥٦)

*ببساطة الشكل البصري وتمركزه حول مفهوم واحد أو فكرة واحدة.

*يكون الشكل له دلالة ومعنى لدى التلميذ.

*ترابط عناصر الشكل أو الصورة أو المخطط وتجانسه.

*ترتيب عناصر الشكل البصري بطريقة سهلة ومقبولة.

*سهولة قراءة المثير البصري. *التركيز باستخدام الأحجام والألوان.

*سهولة التعبير عن الشكل البصري.

وبالتالي فإن الاهتمام بالأنشطة البصرية واستخدام المجسمات في التدريس يساعد علي تنمية مهارات التفكير البصري لدي التلاميذ وهذا يتفق مع ما أشارت اليه دراسة (Walker, C. M et al, 2011) بأن التدريب في الفنون البصرية قد يحسن التفكير البصري عن طريق تنمية المهارات المعرفية المستفادة من التصور.

وهناك العديد من الاستراتيجيات التدريسية التي يمكن استخدامها أثناء تدريس الرياضيات المدرسية والتي تساعد علي تنمية مهارات التفكير البصري لدي التلاميذ مثل استراتيجيتي الخرائط المفاهيمية وخرائط العقل كما في دراسة (محمد أحمد الخطيب ٢٠١٤) ، واستراتيجية رحلات المعرفية عبر الويب WebQuest كما في دراسة (نورة بنت شبيب أبوجلبه ، ٢٠١٧) ، واستراتيجية الخرائط الذهنية الإلكترونية كما في دراسة (أيمن مصطفى مصطفى ، ٢٠١٨) ، واستخدام إستراتيجية تدريسية في ضوء نظرية التعلم المستند إلى جانبي الدماغ كما في دراسة (ميرفت محمد أدم ورباب محمد شتات ، ٢٠١٨) ، بينما تشير دراسة (Surya , E et al , 2013) الى أن استخدام المدخل المعتمد علي

السياق له الأثر في زيادة قدرة التلاميذ علي استخدام بعض مهارات التفكير البصري مثل رسم الأشكال وقراءة الأشكال التخطيطية والضرورية لحل المسائل الرياضية .

وهناك العديد من الدراسات التربوية التي أكدت علي أهمية استخدام البرمجيات الرياضية وتكنولوجيا التعليم لتنمية التفكير البصري مثل دراسة (إبراهيم محمد عشوش ، ٢٠١٥) التي استخدمت برنامج Cabri-Geometry II Plus ، بينما دراسة (حسن بن عبد الله إسحاق ، ٢٠١٨) استخدامت برنامج الجيوجبرا (GeoGebra) ، في حين أن دراسة (ريم خالد صديق ، ٢٠١٨) أكدت أن استخدام الإنفوجرافيك له أثر في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات التفكير البصري لدى تلميذات الصف السادس ، وتشير دراسة (Aldalalah , O et al , 2019) الي أن استخدام تقنية الواقع المعزز كان له اثر قي تنمية التفكير البصري لدي التلاميذ .

في حين اهتمت بعض الدراسات بإعداد برامج تدريسية أو تدريبية بهدف تنمية مهارات التفكير البصري لدي التلاميذ ومن هذه الدراسات دراسة (احمد علي خطاب ، ٢٠١٣) التي توصلت الى فاعلية برنامج تدريبي مقترح قائم على الخرائط الذهنية الإلكترونية في تنمية التفكير البصري لد ى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات ، بينما دراسة (محمد عبد المنعم عبد العزيز ، ٢٠١٤) توصلت الى فاعلية برنامج إثرائي مقترح باستخدام الكمبيوتر لتنمية التفكير البصري في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، في حين دراسة (ايمان طافش ، ٢٠١١) توصلت الى أن استخدام برنامج مقترح في مهارات التواصل الرياضي على له أثر تنمية مهارات التفكير البصري في الهندسة لدى طالبات الصف الثامن الأساسي، بينما دراسة (جيهان محمود حمود ،٢٠١١) استخدمت برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب بعض المفاهيم ومهارات نظرية الفوضى وتنمية التفكير البصري لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات

يتفق البحث الحالي مع الدراسات والبحوث السابقة في أهمية تنمية مهارات التفكير البصري أثناء تدريس الرياضيات من خلال استخدام طرق تدريس غير تقليدية تهتم بالأنشطة البصرية التي تساعد التلاميذ علي قراءة الأشكال البصرية والتعبير عن خصائصها من خلال لغة منطوقة أو مكتوبة توضح أبعاد الأشكال البصرية المعروضة وتحديد طبيعتها ورؤية العلاقات فيها وتصنيفها مع القدرة على الربط بين العلاقات فيها وإيجاد التوافق والاختلاف فيما بينها .

واستفاد البحث الحالى من الدراسات والبحوث السابقة في التعرف على العديد من استراتيجيات وطرق التدريس التي يمكن استخدامها في تنمية مهارات التفكير البصري لدى التلاميذ ، وكذلك في تحديد مهارات التفكير البصري الذي تبناها البحث الحالي وهي التعرف على الشكل ووصفه و تحليل الشكل وربط العلاقات في الشكل .

بينما يختلف البحث الحالي مع البحوث والدراسات السابقة من خلال اهتمامه بتدريب التلاميذ علي مهارات التفكير البصري من خلال تقديم العديد من الأنشطة المعتمدة علي استخدام اليدويات لتقريب مفاهيم التوبولوجي لتلاميذ المرحلة الابتدائية .

المحور الرابع :الاتجاه نحو الرياضيات Attitude Towards Math:

تعرف سونيا هانم قزامل (٢٠١٣ ، ٣٣) الاتجاه بأنه حالة من الاستعداد العقلي تولد تـأثيرا ديناميا على استجابة الفرد تساعده على اتخاذ القرارات المناسبة سواء أكانت بالرفض أو الإيجاب فيما يتعرض له من مواقف ومشكلات . كما يعرف بأنه شعور الفرد العام الثابت نسبيا الذي يحدد استجاباته نحو موضوع معين أو قضية معينة من حيث القبول أو الرفض ، التأييد أو المعارضة ، المحاباة أو المجافاة. (نور منار،٢٠٢٠ ، ١)

ويعرف عبد الملك المالكي (٢٠١٠ ، ٦٠) الاتجاه نحو الرياضيات بأنه الاستجابة التي تتكون من خلال مرور التلميذ بتجارب وخيرات تجعله يستجيب بالقبول أو الرفض إزاء الأفكار التي تتعلق بالرياضيات، من حيث درجة صعوبتها وأهميتها بالنسبة له وللمجتمع . بينما يعرفه ماهر الهطل (٢٠١٠ ، ٢٦) بأنه محصلة استجابات التلاميذ نحو تعلم الرياضيات التي تعد مؤشرا للقبول أو الرفض أو الحياد.

ويعرف الاتجاه نحو الرياضيات إجرائيا بأنه الاستجابة التي يبديها تلميذ الصف الخامس الابتدائي نحو الرياضيات وسواء كان ذلك بالقبول أو الرفض أو الحياد ، ويستدل على ذلك من خلال الدرجة التي يحصل عليها في مقياس الاتجاه نحو الرياضيات وتدل الدرجة المرتفعة في هذا المقياس على اتجاه ايجابي بينما تعبر الدرجة المنخفضة على اتجاه سلبي نحوها .

ويتألف الاتجاه من ثلاث مكونات رئيسية هي : (عماد عبد الرحمن الزغلول ،٢٠١٢،٣١٤- ٣١٥)

* المكون المعرفي : ويتمثل في خبرات وأفكار ومعتقدات الفرد حول الشيء أو الموضوع .

* والمكون الانفعالي : ويعكس حقيقة شعور الفرد حيال الموضوع .

* والمكون السلوكي : ويتمثل في ردة فعل الفرد السلوكية حيال ذلك الموضوع ، وتتمثل القدرة التي يكتسبها الفرد من تعلم الاتجاه في الاختيار أو عدم الاختيار للسلوك .

وتتصف الاتجاهات ببعض الخصائص المهمة والتي منها : (مجدي عزيز ابراهيم ، ٢٠٠٩ ،٢١- ٢٢) (نور منار، ٢٠٢٠ ، ٣-٤)

- الاتجاه علاقة بين الفرد وموضوع ما قد يكون هذا الموضوع شخصيا أو فكرة أو شئ ما .
- الاتجاه استعداد للاستجابة وليس هو الاستجابة نفسها .
- الاتجاهات تكوينات فرضية يستدل عليها من السلوك الظاهري للفرد، فالتلميذ الذي يملك اتجاهات إيجابية نحو مادة دراسية معينة يصرف المزيد من الجهد والوقت لدراستها .
- الاتجاه قابل للاكتساب والتعلم ومرتبط بالإدراك .
- الاتجاهات المتعلمة يكتسبها الفرد عبر عملية التنشئة وقد يتم تعلم بعض الاتجاهات على نحو لاشعوري أو غير قصدي .
- تتباين الاتجاهات في ثباتها وتغييرها كما أنها تتعدد وتختلف حسب المثيرات التي ترتبط بها .
- الاتجاهات تعتبر نتائج للخبرة السابقة وترتبط بالسلوك الحاضر ويشير إلى السلوك في المستقبل.
- الاتجاه تغلب عليه الذاتية أكثر من الموضوعية من حيث محتواه .
- الاتجاهات قابلة للقياس بأساليب وأدوات مختلفة ويمكن ملاحظتها .

- الاتجاهات قابلة لأن تكون سلبية أو إيجابية أو بين هذين الطرفين .
- الاتجاهات قابلة للتغيير والتطوير تحت ظروف معينة .

وتكمن أهمية تكوين الاتجاهات في أن: (هشام الخولي ، ٢٠٠٢ ، ٢٢٣)

*الاتجاهات تحدد طريق السلوك وتفسره.

*الاتجاهات تنظم العمليات الدافعية والانفعالية والإدراكية والمعرفية حول بعض النواحي الموجودة في المجال الذي يعيش فيه التلميذ.

* الاتجاهات تنعكس في سلوك التلميذ وأقواله وأفعاله وتفاعله مع الآخرين .

*الاتجاهات تتبلور وتوضح صورة العلاقة بين التلميذ وبين عالمه الاجتماعي.

فاتجاهات التلاميذ الايجابية نحو الرياضيات تساعد على تعلم الرياضيات بينما الاتجاهات السلبية نحوها تكبت عملية التعلم وتؤثر مستقبلا في اختيار المسالك المعيشية لهم. (وليم عبيد ، ٢٠٠٤ ، ٧٨)

ولان الاتجاهات مكتسبة وليست موروثة، **فمن أهم العوامل التى تساعد في تكوين الاتجاهات لدى التلاميذ**: (مجدي عزيز ابراهيم ،٢١،٢٠٠٩-٢٢)

- الممارسة : فالاتجاهات تتكون عن طريق الممارسة في مواقف مختلفة ، ويحب أن لا تقتصر الممارسة على التكرار الرتيب للعمل وإنما يقصد بها التكرار المعزز والموجه لغرض معين، وبالتالي ستؤدى حتما إلى تكوين ما نريده من اتجاهات.
- الخبرات: الخبرات التي تثير انفعالات قوية تؤثر في اتجاه التلميذ ؛ فإذا كانت خبرات سارة فإنها يؤدي إلى تكوين اتجاه موجب والعكس بالعكس.
- التأثير الشخصي : يلعب التأثير الشخصي دورا كبيرا في تكوين الإتجاهات فيعتبر المعلم من الشخصيات الهامة التي تؤثر في اتجاهات تلاميذه، فالتلميذ باستمرار ينظر إلى المعلم على أنه شخص كبير مر بخبرات عديدة جعلته أكثر إلماما بحقائق الأمور. وهذه النظرة تجعل التلاميذ أكثر استعدادا لتقبل آراء واتجاهات معلمهم، في كثير من الأمور خاصة إذا كانت علاقاتهم به مبنية على حسن التفاهم والتقدير.

ويقسم عماد عبد الرحمن الزغلول (٢٠١٢ ، ٣١٤- ٣١٥) **الشروط الخاصة بتعلم الاتجاهات الى شروط داخلية وأخري خارجية** :

- **فالشروط الداخلية هي** : تعلم قبلي سابق أو خبرات تتعلق بالموضوع. و ذكر نماذج سابقة تمارس مثل هذه الاتجاه. ووصول التلميذ إلى مستوى معين من النضج يمكنه من إدراك الخبرات .
- **بينما الشروط الخارجية هي** : توضيح الاتجاه والمفاهيم المرتبطة به بصورة موضوعية. استخدام النماذج وإجراءات التعزيز البديل . وأن يظهر المعلم هذا الاتجاه أمام تلاميذه. وتشجيع وتعزيز التلاميذ على تبني الاتجاه.

فعلي معلم الرياضيات تغيير اتجاهات تلاميذه السلبية نحوها بأن يوضح للتلاميذ قيمة وأهمية الرياضيات بطرق تلهمهم وتأسر خيالهم من خلال توضيح للطلابً طرقا تبين كيف يستفيدون من الرياضيات، وأنها قابلة للتطبيق في مجالات اهتمامهم . و يكون التلاميذ اتجاهاتهم الايجابية نحو الرياضيات عندما يستخدمونها في مواد و مجالات أخرى فيشعرون بقيمتها وأهميتها. (جودي ويلس ، ٢٠١٤ ، ٣٤)

فمن التوصيفات التي ينبغي التركيز عليها وتشجيع استخدامها في مقررات الرياضيات بهدف تكوين اتجاه ايجابي نحو الرياضيات : تثمين قوة الرياضيات وتعزيز ثقة التلاميذ في قدرتهم على التعامل مع الرياضيات مع الاهتمام بالأنشطة الرياضية التي تجلب السعادة والمتعة للتلاميذ والارتياح الناجم عن الإحساس بالإنجاز. (وليم عبيد ، ٢٠٠٤ ، ٧٩)

فالمشاعر والمعرفة يكونان معا المنظومة التي تؤثر علي معتقدات ووجدانيات التلاميذ تجاه الرياضيات ، فالتلاميذ يشعرون بالملل إذا كانت المهام المطلوبة منهم بسيطة جدا وقريبة من العمل الروتيني ، وأنهم يشعرون بالقلق إذا كانت المهام المطلوبة منهم صعبة جدا ، أما إذا كانت المهمة أو النشاط في مستوي التلاميذ ويحتوي علي قدر من التحدي فإن التلاميذ يستمتعون بهذا النشاط ويشعرون بالانجاز عند تغلبهم علي التحديات الكامنة به .(وليم عبيد ، ٢٠١١ ، ٩٠ - ٩٢)

حيث توصلت الدراسات التربوية الي أن **تقديم الأنشطة الاثرائية للتلاميذ له أثر ايجابي علي تنمية اتجاهاتهم نحو الرياضيات** مثل دراسة (عبد الرحيم عائد ، ٢٠١١) ودراسة (إيمان خليفة المعمرية ، ٢٠١١) ، وأشارت دراسة (أسامة عبد العظيم واخرون ، ٢٠١٦) الي أهمية تقديم التطبيقات الرياضية لإظهار دور الرياضيات في حل المشكلات الحياتية مما له الأثر في تنمية الاتجاه نحوها لذلك قدمت الدراسة مقرر مطور في الجبر قائم على التطبيقات الرياضية معد لهذا الهدف.

وتشير العديد من الدراسات التربوية الي أهمية الابتعاد عن الطريقة التقليدية في تدريس الرياضيات والمتمركزة حول المعلم وضرورة استخدام طرق واستراتيجيات تدريسية متمركزة حول التلميذ أثناء حصة الرياضيات بهدف تنمية الاتجاه الايجابي نحو الرياضيات .

حيث أشارت دراسة (أحمد بن محمد الخروصي ومحمد بن سعيد الغافري ، ٢٠١٥) الي أن استخدام التعلم النشط له أثر ايجابي في تنمية الاتجاه نحو الرياضيات ، **واهتمت العديد من الدراسات العربية والأجنبية الي اختبار أثر استخدام الاستراتيجيات الحديثة في تنمية الاتجاه نحو الرياضيات** مثل تدريس الرياضيات باستخدام الألعاب التعليمية كما في دراسة (عبد الوهاب بن حسن الحاذق ، ٢٠١٢) ودراسة (White, K & McCoy, L. P. , 2019) . و استراتيجيات التفكير المتشعب كما في دراسة (أسماء سامي عبد الله ، ٢٠١٨) ، واستراتيجية دورة التعلم السباعية كما في دراسة (خليل زهدى وأحمد حسن ، ٢٠١٤) ، أو استخدام النماذج التدريسية مثل استخدام أنموذج قائم على الذكاءات المتعددة كما في دراسة (علي بن منصور الجعفري ، ٢٠١٨)

وقدمت بعض الدراسات موضوعات جديدة في الرياضيات للتلاميذ بهدف تنمية اتجاههم نحو الرياضيات مثل دراسة (بسمة مصطفى أحمد بارود واخرون ، ٢٠١٧) قدمت برنامج مقترح في الهندسة الكسورية فى ضوء التعلم القائم على المخ ، بينما دراسة (سامية حسين محمد جودة ، ٢٠١٩) قدمت وحدة مقترحة في الرياضيات الحيوية قائمة على نموذج 4MAT ، في حين دراسة (إيمان عبد

الله مهدي ، ٢٠١٩) اختبرت فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات العصرية المتجددة "المنطق الفازي" باستخدام نماذج ما بعد البنائية في تنمية التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

واستفاد البحث الحالى من الدراسات والبحوث السابقة في تحديد أبعاد مقياس الاتجاه نحو الرياضيات الذي تبناها البحث الحالي وهي الاستمتاع بالمادة وأهمية المادة وطبيعة المادة.

وتختلف الدراسة الحالية عن الدراسات والبحوث السابقة في أنها تعتمد علي أنشطة متنوعة - في أحد فروع الرياضيات الحديثة وهو التوبولوجي الهندسي - معتمدة علي استخدام اليدويات لكي تساعد تلاميذ المرحلة الابتدائية في اكتشاف مفاهيم وتعميمات التوبولوجي الهندسي بأنفسهم والذي قد يكون له الأثر في تنمية اتجاه التلاميذ نحو الرياضيات .

الإطار التجريبي للبحث

أولا : إعداد أدوات التجريب:

١- استبيان لتحديد المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والتي يمكن تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك وفق الخطوات التالية :

- **تحديد الهدف من الاستبيان** : هدف الاستبيان الى تحديد المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والمناسبة لتلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية.

- **تصميم الاستبيان** : تم تصميم الاستبيان بحيث احتوى علي قائمة بأهم المفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي والمقترح تقديمها لتلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك بعد الاطلاع على خصائص وميول تلاميذ المرحلة الابتدائية وأهداف تعليم الرياضيات لهذه المرحلة والاطلاع علي العديد من الأدبيات التربوية التي اهتمت بتقديم المفاهيم الخاصة بالتوبولوجي مثل (سامح أحمد ريحان و اسماعيل محمد حفني ، ٢٠٠٠) (Narli , S , 2010) (Atanasova , T et al , 2011) (Sugarman , C , 2014) (رفعت محمد المليجي وأخرون ، ٢٠١٤) (يحيي زكريا صاوي ، ٢٠١٨) (Smith , C. E. & Paré, J. N. , 2016) (Ferron , N , 2017) والكتب الرياضية مثل (Burger , E.B & Starbird . M , 2010) (Smith , K. J. , 2012) (Adams, C.C, 2004 a) (Adams, C.C, 2004 b) (Adams, C.C , 2001)، وصمم الاستبيان بحيث يذكر الأساتذة رأيهم حول درجة مناسبة كل من المفاهيم والتعميمات لتلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك من خلال وضع علامة (√) تحت الخانة التي تدل على رأيهم سواء (مناسب – غير مناسب) ، كما تضمن الاستبيان مقدمة تناولت هدف البحث وهدف الاستبيان .

- **صدق الاستبيان** : تم عرض الاستبيان علي مجموعة من المحكمين لإبداء الرأي (ملحق ١) ومناسبته للهدف التي وضع من أجله ومدى دقة صياغة بنوده وقد أبدى السادة المحكمون بعض التعديلات والتي اشتملت علي حذف لعدد (٣) مفاهيم وعدد(٢) من التعميمات لعدم مناسبتهم لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، والتي أخذتها الباحثة في الاعتبار عند إعداد الصورة النهائية للاستبيان (ملحق ٢).

- **تطبيق الاستبيان** : طبق الاستبيان على عدد (٨) من أعضاء هيئة التدريس المتخصصين في الرياضيات بعد عقد مقابلات شخصية معهم تم خلالها توضيح هدف الاستبيان.

❖ **رصد نتائج الاستبيان** : من خلال حساب عدد التكرارات والنسبة المئوية لاستجابات أعضاء هيئة التدريس المتخصصين في الرياضيات تم التوصل الى أن نسبة (٨٨ %) من المتخصصين الذي عرض عليهم الاستبيان يروا أن بنود الاستبيان سواء كانت من المفاهيم والتعميمات يمكن تقديمها الى تلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية ، كما أنها مناسبة لهم .

٢ - **إعداد كتاب التلميذ**: في ضوء نتائج الاستبيان لأهم المفاهيم والتعميمات في التوبولوجي الهندسي والمناسبة لتلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية ، تم تحديد الموضوعات التي اشتمل عليها كتاب التلميذ قي سبعة موضوعات أساسية وهي مقدمة لهندسة الشرائح المطاطية - التكافؤ في هندسة الشرائح المطاطية - شريط موبيس - الأسطح ذات الفجوات - العقدة الرياضية - تجميع العقد الرياضية - الرابطة الرياضية ، تم تحديد الأهداف التعليمية وصياغتها سلوكيا ، واختيار الأنشطة التعليمية المناسبة، وتحديد أساليب التقويم . ثم عرض كتاب التلميذ على مجموعة من المتخصصين في مجال الرياضيات وتدريسها (ملحق ١) للتأكد من صدق المحتوى العلمي ومناسبته لتلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية ، وبعد إجراء التعديلات اللازمة ، طبق الكتاب علي مجموعة استطلاعية من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدرسة سراي القبة الرسمية - من غير المجموعة الأصلية - بلغ عددهم (٢٠ تلميذ وتلميذة) ؛ وذلك للتأكد من مناسبة كتاب التلميذ المعد لتقديم موضوعات التوبولوجي الهندسي لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي ،وتم إجراء بعض التعديلات في ضوء أراء طالبات التجربة الاستطلاعية ، وبذلك أصبح الكتاب في صورته النهائية **(ملحق ٣)** .

٣ - **إعداد أوراق العمل : تمت صياغة أوراق العمل** بحيث تحتوى كل ورقة عمل على اسم الموضوع التابعة له ورقة العمل ورقم ورقة العمل والخطوات التي يجب أن يتبعها التلميذ في استخدام اليدويات في الأنشطة الموجودة في كل ورقة عمل ، **ثم عرضت أوراق العمل** على مجموعة من المتخصصين في مجال الرياضيات وتدريسها للتأكد من **صدق المحتوى العلمي** ومناسبته لتلاميذ الصف الخامس من المرحلة الابتدائية (ملحق ١) ، **وبعد إجراء التعديلات اللازمة** التي تمثلت في إعادة صياغة بعض الأنشطة المتضمنة في أوراق العمل لتكون مناسبة للتلاميذ في المرحلة الابتدائية ، طبقت أوراق العمل علي نفس المجموعة الاستطلاعية السابقة ؛ وذلك للتأكد من مناسبة أوراق العمل لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، وتم إجراء بعض التعديلات في ضوء مناقشة الباحثة مع تلاميذ التجربة الاستطلاعية والتي تمثلت قي تغيير بعض الصور لعدم وضوحها واختيار صور ورسوم توضيحية ابسط وتغيير ترتيب أوراق العمل الخاصة بموضوع " شريط موبيس " ليكون اكتشاف التعميمات الخاصة بهذا الموضوع أكثر تنظيما للتلاميذ وزيادة عدد الأنشطة الخاصة بموضوع الأسطح ذات الفجوات وربطها بواقع التلميذ ، وبذلك أصبحت أوراق عمل التلاميذ في صورتها النهائية **(ملحق٤)**.

٤- **إعداد دليل المعلم** : **واشتمل الدليل** علي مقدمة تتضمن نبذة عن اليدويات والتوبولوجي الهندسي والتفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات ، والتوزيع الزمني لتدريس موضوعات التوبولوجي الهندسي كما هو موضح في جدول (١)، وخطة لتدريس كل موضوع تتضمن : عنوان الموضوع ، الأهداف التعليمية في صورة إجرائية ، والوسائل التعليمية ، واليدويات ، وعدد أوراق العمل الخاصة بهذا الموضوع، والتمهيد وإجراءات السير في شرح كل موضوع والتقويم والمراجع. وقد **تم ضبط الدليل بعرضه** على مجموعة من المتخصصين في الرياضيات وطرق تدريسها (ملحق ١) ،وبعد إجراء التعديلات اللازمة - والتي تمثلت في توحيد الصور والرسومات بين دليل المعلم وأوراق العمل

، وكذلك تظليل التعميمات وتوضيحها داخل خطوات شرح كل موضوع - **أصبح الدليل في صورته النهائية . (ملحق ٥)**

جدول (١) التوزيع الزمني لتدريس موضوعات التوبولوجي الهندسي

م	الموضوع	عدد الحصص
١	مقدمة لهندسة الشرائح المطاطية	٢
٢	التكافؤ في هندسة الشرائح المطاطية	٣
٣	شريط موبيس	٣
٤	الأسطح ذات الفجوات	٤
٥	العقدة الرياضية	٤
٦	تجميع العقد الرياضية	٣
٧	الرابطة الرياضية	٣
	المجموع	**٢٢**

ثانياً :إعداد أدوات القياس:

١ - إعداد اختبار التفكير البصري :

- **الهدف من الاختبار :** هو قياس قدرة تلاميذ الصف الخامس علي التفكير البصري من حيث التعرف علي الأشكال الهندسية الجديدة - الخاصة بالتوبولوجي الهندسي - التي تم دراستها وتحليلها وتصنيفها وربط العلاقات في الشكل من خلال إدراك نواحي التشابه والاختلاف بينها .

- **محاور الاختبار :** يقيس اختبار التفكير البصري كل من مهارة التعرف على الشكل ووصفه - مهارة تحليل الشكل - مهارة ربط العلاقات في الشكل .

- **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة (٢٠) مفردات من نوع الاختيار من المتعدد ليختار التلميذ الاجابة الصحيحة من بين أربع بدائل (أ ، ب ، جـ ، د) ، وخصصت درجة واحدة لكل مفردة ؛ فأصبحت الدرجة العظمي للاختبار(٢٠) درجة.

- **صدق الاختبار:** تم عرض الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من المتخصصين (ملحق ١) بهدف التأكد من وضوح المفردات ، وصحتها العلمية ، ومناسبتها لهدف الاختبار. وتم إجراء التعديلات التي اقترحها السادة المتخصصين - والتي تمثلت في تعديل لبعض الصور المعروضة في الاختبار وتكبيرها لتصبح أكثر وضوحا للتلاميذ - فأصبح الاختبار صادقا .

- **التجربة الاستطلاعية للاختبار:** طبق الاختبار في صورته الأولية على نفس المجموعة الاستطلاعية السابقة ، وذلك بغرض **حساب زمن الاختبار** من خلال حساب متوسط الأزمنة التي استغرقتها تلاميذ التجربة الاستطلاعية في الإجابة على مفردات الاختبار تبين أن الزمن المناسب للإجابة عن مفردات الاختبار هو (٦٠) دقيقة . وتم **حساب ثبات الاختبار** فكان باستخدام معادلة سبيرمان براون للتجزئة النصفية، وقد وجد إن معامل الثبات (٠,٨٩) مما يشير إلى انه يتمتع بدرجة ثبات عالية ؛ وبذلك أصبح اختبار التفكير البصري صالحا للتطبيق .

❖ **الصورة النهائية للاختبار** : بلغ عدد مفردات الاختبار في صورته النهائية (٢٠) مفردات – **(ملحق ٦)** - وخصصت درجة لكل مفردة ، وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار (٢٠) درجة والصغرى صفراً ، ويوضح جدول (٢) مواصفات اختبار التفكير البصري .

جدول (٢) مواصفات اختبار التفكير البصري

الموضوع	أبعاد التفكير البصري		
	التعرف علي الشكل	تحليل الشكل	ربط العلاقات في الشكل
مقدمة لهندسة الشرائح المطاطية	-----	-----	١٨
التكافؤ في هندسة الشرائح المطاطية	١	-----	٨
شريط موبيس	١٧	١٣	٧
الأسطح ذات الفجوات	٢	٥	-----
العقدة الرياضية	٣	١١ ، ١٦	١٢
تجميع العقد الرياضية	-----	١٥	٩ ، ١٤
الرابطة الرياضية	٤ ، ١٠	٦ ، ١٩	٢٠
المجموع	٦	٧	٧

٢ - مقياس الاتجاه نحو تعلم الرياضيات :-

❖ **الهدف من المقياس :** يهدف المقياس الى تحديد مدى اتجاه التلاميذ الصف الخامس الابتدائي نحو الرياضيات.

❖ **تحديد أبعاد المقياس :** تم تحديد أبعاد المقياس في الأبعاد الثلاثة الأساسية المتمثلة في الاستمتاع بالمادة وأهمية المادة وطبيعة المادة .

❖ **صياغة مفردات المقياس:** صيغت مفردات المقياس في عدد من العبارات بحيث تعبر كل عبارة عن فكرة واحدة ، وأن يحتوي المقياس على عبارات سالبة وأخري موجبة، وقد درجت الإجابة عن عبارات المقياس تدريجا ثلاثيا (أوافق– غير متأكد – لا أوافق)، كما روعي أن تصاغ تعليمات المقياس بصورة واضحة.

❖ **صدق المقياس :** تم عرض المقياس في صورته الأولية على نفس مجموعة المحكمين السابقة (ملحق ١) ، وذلك للحكم على مدى تمثيل العبارات للأبعاد المكونة له، وقد أبدي المحكمون بعض التعديلات - والتي تمثلت في إعادة صياغة عبارتين من عبارات المقياس - وقد راعت الباحثة ذلك عند إعداد الصورة النهائية .

❖ **التجربة الاستطلاعية للمقياس:** طبق المقياس في صورته الأولية على نفس المجموعة الاستطلاعية السابقة ، وذلك بغرض **حساب كل من زمن المقياس :** من خلال حساب متوسط الأزمنة التي استغرقتها تلاميذ التجربة الاستطلاعية في الإجابة على عبارات المقياس وتبين أن الزمن المناسب للإجابة عن عبارات المقياس هو (٤٥) دقيقة. **وحساب ثبات المقياس:** تم حساب ثبات المقياس باستخدام معادلة

سبيرمان براون للتجزئة النصفية ووجد أن معامل الثبات (٠,٩٤) مما يدل علي أنه يتمتع بدرجه عالية من الثبات .

❖ **الصورة النهائية للمقياس** : بلغ عدد عبارات المقياس في صورته النهائية (٤٠) عبارة - **ملحق (٧)** ، وقد أعطيت العبارة الموجبة (أوافق ثلاث درجات – غير متأكد درجتين ، لا أوافق درجة واحدة) ، وقد اتبع العكس في حالة العبارة السالبة، وبذلك تكون الدرجة العظمي للمقياس(١٢٠) درجة والدرجة الصغرى (٤٠) درجة ويوضح جدول (٣) مواصفات مقياس الاتجاه نحو الرياضيات.

جدول (٣) مواصفات مقياس الاتجاه نحو الرياضيات

البعد	العبارات الموجبة	العبارات السالبة	المجموع
الاستمتاع بالمادة	٣ ، ٦ ، ٧ ، ١٥ ، ١٦ ، ٢٥ ، ٣٢ ، ٣٩	١ ، ١٨ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٦ ، ٣٠	١٤
أهمية المادة	٢ ، ٨ ، ٢٤ ، ٣٤، ٣٦ ، ٣٧ ، ٣٨	١٠ ، ١١ ، ٢٧ ، ٢٩ ، ٣٣	١٢
طبيعة المادة	٩ ، ١٣ ، ٢١ ، ٢٨ ، ٣١	٤ ، ٥ ، ١٢ ، ١٤ ، ١٧ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٣٥ ، ٤٠	١٤
المجموع	٢٠	٢٠	٤٠

ثالثا : التصميم التجريبي وإجراءات التجربة:

❖ **منهج البحث :** استخدم البحث المنهج شبه التجريبي القائم على المجموعة الواحدة وذلك بهدف التعرف علي أثر استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي علي تنمية التفكير البصري واتجاه تلاميذ الصف الخامس الابتدائي نحو الرياضيات .

❖ **مجموعة البحث:** تم اختيار مجموعة البحث من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدرسة حسين فهمي.الابتدائية بإدارة الزيتون التعليمية ، وبلغ عدد تلاميذ مجموعة البحث (٤٣) تلميذ وتلميذة .

❖ **التطبيق القبلي لأدوات القياس :** تم تطبيق أدوات القياس المتمثلة في (اختبار التفكير البصري ومقياس الاتجاه نحو الرياضيات) في الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠١٩ على مجموعة البحث .

❖ **تطبيق تجربة البحث :** بدأ التطبيق الفعلي لتدريس موضوعات التوبولوجي الهندسي للتلاميذ في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠١٩ ، واستمر التطبيق لمدة (٧ أسابيع) ، وقد راعت الباحثة:

- جذب انتباه وفضول التلاميذ: حيث وضحت الباحثة للتلاميذ أنها ستقدم نوع جديد من الهندسات الحديثة وسوف يتم استخدام العديد من الأنشطة التي سوف تساعدهم لاكتشاف المفاهيم بأنفسهم ، ثم تم تقسيم التلاميذ في مجموعات عمل .
- في بداية التجربة اهتمت الباحثة بتوضيح الفرق بين التوبولوجي والهندسة الاقليدية التي اعتاد التلاميذ علي دراستها وذلك من خلال مجموعة متنوعة من الأنشطة واليدويات لمجسمات هندسية درسها التلاميذ مصنوعة من نوعيات من البلاستك الصلب الذي لا يقبل اللي أو الانثناء وطلب من التلاميذ ذكر أسماء المجسمات المعروضة ، ووصف كل مجسم من حيث عدد الأضلاع وإمكانية

تغير الشكل بالضغط باليد علي جوانب المجسم أو إمكانية جعل السطح الداخلي للاسطوانة هو السطح الخارجي ، ومن خلالها توصل التلاميذ الي أن هندسة اقليدس هي هندسة تهتم بدراسة خصائص الأشكال والمجسمات الهندسية الصلبة فقط ، ولكن ليس كل الأجسام من حولنا تتكون من مواد صلبة مثل الملابس و البالونات و الأكياس البلاستيكية والأقمشة المطاطية التي تقبل الثني واللي وكذلك العجين وغيرها من المواد وبالتالي فهناك هندسة أخري تدرس الأشكال التي ترسم علي هذه الأسطح والتي تسمى بهندسة الشرائح المطاطية والتي تهتم بدراسة الخصائص التي لا تتغير تحت تأثير الشد واللي والانثناء المستمر .

- ولاحظت الباحثة أثناء تطبيق تجربة البحث :

(١) وجد التلاميذ صعوبة في نطق كلمة " توبولوجي " لغرابتها عن اللغة العربية لذلك ركزت الباحثة علي تسميتها بـــ " هندسة الشرائح المطاطية " وكان هذا المسمي مناسب بالنسبة للتلاميذ كما أنه يعبر عن مرونة الأسطح التوبولوجية .

(٢) أبدي التلاميذ حماسهم للتعرف علي "هندسة الشرائح المطاطية " واندماجهم في الأنشطة العملية التي تقدم لهم والقائمة على استخدام اليدويات .

(٣) التنافس بين مجموعات عمل التلاميذ ومجموعات عمل التلميذات لاكتشاف المفاهيم والتعميمات المختلفة للتوبولوجي الهندسي .

❖ **التطبيق البعدي لأدوات القياس:** تم تطبيق أدوات القياس بعدياً والمتمثلة في (اختبار التفكير البصري ومقياس الاتجاه نحو الرياضيات)على مجموعة البحث.

❖ **التصحيح وتحليل البيانات إحصائيا. :** وفيما يلي عرض ذلك .

رابعا :عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها :

بعد تطبيق أدوات القياس (قبليا وبعديا) وتصحيحهما ، استخدمت الباحثة برنامج SPSS -الإصدار (١٨) - لحساب كل من المتوسط والوسيط والانحراف المعياري لدرجات مجموعة البحث في كل من التطبيقين لكل أداة ، وفيما يلي عرض لأهم النتائج التي تم التوصل إليها للإجابة عن أسئلة الدراسة والتحقق من صحة فروضها .

١- للتحقق من صحة الفروض الإحصائية الخاصة بتطبيق اختبار التفكير البصري:

تم حساب قيمة " ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري ككل وعند كل بعد من أبعاده الثلاثة (التعرف علي الشكل - تحليل الشكل - ربط العلاقات في الشكل) ، ولقياس حجم تأثير المعالجة التجريبية في تنمية أبعاد التفكير البصري كل على حدى وكذلك بالنسبة للاختبار ككل تم حساب حجم التأثير (η^2) لكل منهم ، ويوضح الجدول (٤) نتائج تحليل البيانات .

جدول (٤) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) ودلالتها الإحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لتطبيق اختبار التفكير البصري وقيمة (η^2)

البعد	التطبيق	ن	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	اختبار (ت) للمجموعات المرتبطة				حجم التأثير (η^2)
					درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة		
التعرف علي الشكل	القبلى	٤٣	٠،٨٣٧	٠،٧٩٩	٤٢	٢٥,٢٠٤	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٣٨
	البعدى		٤،٩٣٠	٠،٧٢١					
تحليل الشكل	القبلى	٤٣	٠،٤٤٢	٠،٥٤٨	٤٢	٣٤,٣٥٢	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٦٦
	البعدى		٥،٧٢١	٠،٩٠٨					
ربط العلاقات في الشكل	القبلى	٤٣	٠،١٦٣	٠,٣٧٤	٤٢	٣٧,٣٣٥	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٧١
	البعدى		٥،٦٢٨	٠,٩٠٠					
الاختبار ككل	القبلى	٤٣	١,٤٤٢	١,٠٣١	٤٢	٥٥,٣٣٢	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٨٦
	البعدى		١٦,٢٧٩	١,٤٦٩					

يتضح من جدول (٤) أن :

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في اختبار التفكير البصري للتطبيقين القبلي والبعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١) في كل بعد من أبعاده الثلاثة (التعرف علي الشكل - تحليل الشكل -ربط العلاقات في الشكل)علي حدى وفي الاختبار ككل، وبالتالي يثبت **صحة الفرض الذى ينص على أنه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق (القبلى- البعدي) في اختبار التفكير البصري ككل لصالح التطبيق البعدي "** .

- وأن حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية أبعاد التفكير البصري لدى مجموعة البحث يتراوح بين (٠,٩٣٨ - ٠,٩٧١) وهو تأثير كبير جدا ، وأن حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية التفكير البصري ككل لدى مجموعة البحث هو (٠,٩٨٦) وهذا تأثير كبير جدا . **وبذلك يثبت صحة الفرض الذي ينص على أن " حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية التفكير البصري لدى مجموعة البحث كبير" .**

٢- للتحقق من صحة الفروض الإحصائية الخاصة بتطبيق مقياس الاتجاه نحو الرياضيات:

تم حساب قيمة " ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو الرياضيات ككل وعند كل بعد من أبعاده الثلاثة (الاستمتاع بالمادة - أهمية المادة - طبيعة المادة) ، ولقياس حجم تأثير المعالجة التجريبية في تنمية أبعاد الاتجاه نحو الرياضيات كل على حدى وكذلك بالنسبة للمقياس ككل ، وتم حساب حجم التأثير (η^2) لكل منهم ، ويوضح الجدول (٥) نتائج تحليل البيانات .

جدول (٥) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) ودلالتها الإحصائية بين متوسطي مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس الاتجاه نحو الرياضيات وقيمة (η^2)

الأداة	التطبيق	ن	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	اختبار (ت) للمجموعات المرتبطة				حجم التأثير (η^2)
					درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة		
الاستمتاع بالمادة	القبلى	٤٣	١٨,٩٥٤	٢,٧٦٨	٤٢	٢٠,٥٥٦	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٠٩
	البعدى		٣٤,١٨٦	٤,٢٤٤					
أهمية المادة	القبلى	٤٣	١٥,٣٤٩	٢,٣٤٩	٤٢	٢٣,٠٤١	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٢٧
	البعدى		٢٨,٣٧٢	٢,٥٥٤					
طبيعة المادة	القبلى	٤٣	١٧,٢٠٩	٢,٠٣٠	٤٢	٣٩,٤٩٣	٠,٠	يوجد دلالة	٠،٩٧٤
	البعدى		٣٦,٢٠٩	٣,٠٥٢					
المقياس ككل	القبلى	٤٣	٥١,٥١٢	٤,٠٣٨	٤٢	٣٩,٠٣٩	٠,٠	يوجد دلالة	٠,٩٧٣
	البعدى		٩٨,٧٦٧	٧,٢٢٧					

يتضح من جدول (٥) أن :

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في مقياس الاتجاه نحو الرياضيات للتطبيقين القبلي والبعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١) في كل بعد من أبعاده الثلاثة (الاستمتاع بالمادة - أهمية المادة - طبيعة المادة) علي حدى وفي المقياس ككل ، وبالتالي يثبت صحة الفرض الذى ينص على أنه **"يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو الرياضيات ككل وعند كل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي ."**.

- وأن حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية أبعاد الاتجاه نحو الرياضيات لدى مجموعة البحث يتراوح بين (٠,٩٠٩ - ٠,٩٧٤) وهو تأثير كبير جدا، وأن حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية الاتجاه نحو الرياضيات ككل لدى مجموعة البحث هو (٠,٩٧٣) وهذا تأثير كبير جدا . وبذلك يثبت صحة الفرض الذي ينص على أن **" حجم تأثير استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي لتنمية الاتجاه نحو الرياضيات لدى مجموعة البحث كبير".**

تفسير ومناقشة النتائج:

يتضح من خلال تحليل النتائج السابقة بالجداول (٤) ، (٥) أن استخدام اليدويات في تدريس التوبولوجي له أثر كبير على تنمية كل من التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى مجموعة البحث، وقد يرجع ذلك الي أن :

- موضوع التوبولوجي يعد من الموضوعات الجديدة التي لم يدرسها التلاميذ من قبل ولا تعتمد علي الأرقام أو الحسابات التي اعتاد عليها تلاميذ المرحلة الابتدائية مما أدى الي إثارة انتباه التلاميذ وفضولهم للتعرف علي هذا النوع الجديد من الهندسة والتفكير في الأشكال المختلفة التي يمكن

تكوينها من خلال عملية التحوير لليدويات المعدة من الأوراق أو الحبال المطاطية او الطين الصلصال مما كان له الأثر في تنمية كل من التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات وهذا يتفق مع دراسة كل من (Atanasova , T et al , 2011) (Mindbender Mansion , 2008) (Sugarman , C , 2014)

- عند صياغة أوراق الأنشطة للتلاميذ روعي بساطة تصميمها وان تحتوي كل ورقة عمل علي مفهوم واحد او تعميم واحد . وأن تكون الأشكال البصرية المتضمنة بها لها دلالة ومعنى لدى التلميذ ، مع الاهتمام بترتيب عناصر الأشكال البصرية بطريقة سهلة ومقبولة، وتنوع الأنشطة المتضمنة في أوراق العمل بين أنشطة تحتاج وصف النموذج المادي الذي بين أيدي التلاميذ ، وأنشطة تحتاج الي التعرف علي خصائص مجموعة من الأشكال المرسومة علي الكروت وتصنيفها، وأنشطة تطلب من التلاميذ استخدام اليدويات لتكوين الشكل المرسوم ، وأنشطة تحتاج الي تحديد العلاقة بين بعض الأشكال المرسومة أو النماذج المادية المختلفة الألوان والأحجام التي بين أيدي التلاميذ وما يوجد حولهم من أشياء مما أدي الي تدريب التلاميذ علي مهارات التفكير البصري وهذا يتفق مع ما توصلت اليه كل من دراسة (Kontaş , H , 2016) (Walker, C. M et al, 2011) (محمد عبد المنعم عبد العزيز ، ٢٠١٤) (Mattoon, C et al , 2015) Horan, E & Carr , M , 2018)
- استخدام العديد من الأنشطة التدريسية التي تمثل تحديا مناسبا للتلاميذ في المرحلة الابتدائية حيث صيغت الأنشطة لتبدأ بما هو معلوم لديهم والاعتماد علي خبراتهم لتكون الخطوة الأولي التي تساعدهم على التوصل للمفاهيم والتعميمات الخاصة بالتوبولوجي بأنفسهم بناء على التوجيهات التي تقدم إليهم من الباحثة، مع إتاحة الفرصة للتلاميذ بممارسة المفهوم بأنفسهم من خلال استخدام اليدويات ، وكذلك الاهتمام بإبراز التطبيقات المختلفة لما درسه التلاميذ وحثهم علي ذكر العديد من الأمثلة لها من البيئة المحيطة مما كان له الأثر علي تنمية الاتجاه نحو الرياضيات عند مجموعة البحث ، وهذا يتفق مع ما توصلت له كل من دراسة (أسامة عبد العظيم واخرون ، ٢٠١٦) (Yanagimoto, T et al , 2010) (Yanagimoto, T et al, 2007) Freitas, E. & (McCarthy, M.J. , 2014)

توصيات البحث : في ضوء نتائج البحث يمكن التوصية بما يلي :

- تطوير منهج الهندسة لمراحل التعليم قبل الجامعي ، وذلك من خلال تضمين مفاهيم التوبولوجي الهندسي وتطبيقاته في كل المراحل التعليمية الأساسية والثانوية ، وبما يتفق مع خلفيتهم الرياضية .
- تدريب الطلاب المعلمين علي تصميم واستخدام اليدويات في تدريس الرياضيات بشكل عام وللمرحلة الابتدائية بشكل خاص.
- العمل علي إنشاء مواقع عربية علي شبكة الانترنت عن الرياضيات تتناول الموضوعات الرياضية الجديدة – مثل موضوعات التوبولوجي الهندسي - مع توفير الأنشطة الاكتشافية المختلفة سواء للتلاميذ لمحاولة اكتشاف هذه المفاهيم أو الأنشطة التي يمكن للمعلمين استخدامها لإثراء المعرفة الرياضية للتلاميذ.

- تدريب المعلمين أثناء الخدمة أو قبل الخدمة علي كيفية صياغة الأنشطة التعليمية التي تساعد علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .

أبحاث مقترحة : امتدادا لهذا البحث يمكن اقتراح بعض البحوث المستقبلية ومنها :

- دراسة فاعلية برنامج في التوبولوجي الهندسي في تنمية كل من التخيل وحب الإستطلاع لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .
- دراسة أثر تدريس موضوعات في التوبولوجي لتنمية التفكير الرياضي والانخراط في التعلم .
- تطوير مقررات الهندسة في التعليم قبل الجامعي في ضوء الاتجاهات الحديثة وأثره علي تنمية التفكير البصري والاتجاه نحو الرياضيات .

المراجع

إبراهيم عساف واخرون (٢٠٠١) : عمر اكتساب أطفال ما قبل المدرسة للمفاهيم الأساسية في التوبولوجي ، **مؤتمر الرياضيات المدرسية : معايير ومستويات** ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات بالاشتراك مع كلية التربية جامعة ٦ أكتوبر ، القاهرة ، ٢١ – ٢٢ فبراير ، ص ص ٧٣ – ١٠٦ .

إبراهيم محمد رشوان عشوش (٢٠١٥) : فاعلية تدريس الهندسة باستخدام برنامج(Cabri- Geometry II Plus) في تنمية التفكير البصري والتحصيل لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (١٨) ، ع (٤) ، أبريل ، ص ص ٤٩ – ٩١.

أحمد بن محمد بن مبارك الخروصي ومحمد بن سعيد بن حمد الغافري (٢٠١٥) : أثر استخدام التعلم النشط في تنمية التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الثامن الأساسي ، رسالة ماجستير، جامعة السلطان قابوس، مسقط، ، عمان .

أحمد سالم السميري (٢٠٠٩) : تعليم الرياضيات باليدويات.. ضرورة أم تسلية وترف ، مجلة المعرفة ، ع(١٦٩) ، **URL: http://www.almarefh .net/index. php? CUV= 356 & Model=M** (متاح في ١٢ / ٨/ ٢٠١٩)

أحمد عبد المنصف علام (٢٠٠٢) : **أسس التوبولوجيا العام** ، ط (٢) ، دار الزمان ، المدينة المنورة.

أحمد علي أبو زايدة (٢٠١٣) : فاعلية كتاب تفاعلي محوسب في تنمية مهارات التفكير البصري في التكنولوجيا لدى طلاب الصف الخامس الأساسي بغزة. رسالة ماجستير . الجامعة الاسلامية بغزة.

احمد علي إبراهيم علي خطاب (٢٠١٣) : فاعلية برنامج تدريبي مقترح قائم على الخرائط الذهنية الإلكترونية في تنمية الترابطات الرياضية والتفكير البصري لد ى الطلاب المعلمين شعبة

الرياضيات ، **دراسات في المناهج وطرق التدريس** ، ع (١٩٥) ، يونية ، ص ص ٥٦ – ١٠٤.

أسامة عبد العظيم واخرون (٢٠١٦): تطوير لمقرر الجبر قائم على التطبيقات الرياضية لتنمية التفكير الرياضى والقدرة على التعامل مع المشكلات الحياتية والاتجاه نحو الدراسة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية. **مجلة تربويات الرياضيات**، مج (١٩) ، ع (٢) ، ص ص ٢٤٦ - ٢٥٤ .

أسامة محمود الحنَّان واخرون (٢٠١٥) : برنامج إثرائي قائم على التدريس التأملي في الرياضيات لتنمية التحصيل وبعض عادات العقل ومهارات التفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، **أعمال مؤتمر شباب الباحثين** ، كلية التربية ، جامعة أسيوط ، ص ص ٢١- ٥١ .

أسماء سامي عبد الله (٢٠١٨) : فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية الحياتية والاتجاه نحو المادة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، **المؤتمر العلمي السنوي السادس عشر، تطوير تعليم وتعلم الرياضيات لتحقيق ثقافة الجودة** ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ص ص ٥٦١ - ٥٦٩ .

ايمان طافش (٢٠١١) : أثر برنامج مقترح في مهارات التواصل الرياضي على تنمية التفكير العلمي ومهارات التفكير البصري في الهندسة لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بغزة. رسالة ماجستير ، كلية التربية، جامعة الأزهر بغزة .

إيمان خليفة المعمرية (٢٠١١) : فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية في تنمية مهارات التفكير الاستدلالي والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ الصف الرابع من التعليم الأساسي ، رسالة ماجستير، جامعة مؤتة، الكرك ، الأردن .

إيمان عبد الله محمد مهدي (٢٠١٩) : فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات العصرية المتجددة "المنطق الفازى Logic Fuzzy " باستخدام نماذج ما بعد البنائية فى تنمية التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢٢) ، ع (٣)، يناير ، ص ص ١٦٧ – ٢٢٦ .

أيمن مصطفى مصطفى (٢٠١٨) : فاعلية تدريس الرياضيات باستخدام الخرائط الذهنية الإلكترونية فى تنمية مهارات التفكير البصرى والتواصل الرياضى لدى طلاب الصف الأول المتوسط ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢١) ، ع (٩) ، يوليو ، ص ص١٢٣ – ١٩١ .

بثينة بنت محمد بن محمود بدر (٢٠١٧) : أثر استخدام الخرائط الذهنية في تنمية مهارات الترابطات الرياضية ومهارات التفكير البصري في الرياضيات ، **مجلة العلوم التربوية والنفسية** ، مج (١٠) ، ع (٣) ، مارس ، ص ص ٨٠٥ - ٨٤٩ .

بسمة مصطفى أحمد بارود واخرون (٢٠١٧) : برنامج مقترح في ضوء التعلم القائم على المخ لتنمية مهارات ما وراء المعرفة والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلبة المرحلة الثانوية بغزة، **مستقبل التربية العربية** ، مج (٢٤) ، ع (١٠٦)، ص ص ٥١٠ - ٥٢٤ .

جودي ويلس (٢٠١٤) : تعلم حب الرياضيات استراتيجيات تدريس لتغيير اتجاهات الطلاب وتحقيق النتائج ، ترجمة : سهام جمال ، العبيكان للنشر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

جيهان محمود حمود (٢٠١١): فاعلية برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب بعض المفاهيم ومهارات نظرية الفوضى وتنمية التفكير البصري والناقد لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات، رسالة دكتوراة ، كلية التربية بالإسماعيلية، جامعة قناة السويس.

حامد قاسم عبد الصمد (٢٠١٨) : الاتجاهات العالمية الحديثة لتطوير مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية : دراسة نظرية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢١) ، ع (٦) ، أبريل ، ص ص ٢٧٠ – ٣٠٥ .

حسن بن عبد الله إسحاق (٢٠١٨) : فاعلية استخدام برنامج الجيوجبرا (GeoGebra) في تنمية مهارات التفكير البصري والتحصيل في الرياضيات لدى طلاب الصف الأول المتوسط ، **دراسات تربويه ونفسية** ، ع (٩٩) ، أبريل ، ص ص ٢٦٧ – ٣١٥ .

حسن ربحي مهدي (٢٠٠٦): فاعلية استخدام برمجيات على التفكير البصري والتحصيل في تكنولوجيا المعلومات لدى طالبات الصف الحادي عشر، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، الجامعة الإسلامية ، غزة.

حسن شحاتة و زينب النجار (٢٠٠٣) : **معجم المصطلحات التربوية والنفسية** ، الدار المصرية اللبنانية ، القاهرة .

خليل زهدى و أحمد حسن(٢٠١٤) : أثر استخدام استراتيجيتي دورة التعلم الرباعية ودورة التعلم السباعية في حل المسألة الرياضية والاتجاهات نحو الرياضيات لدى طلاب الصف العاشر الأساسي ، رسالة دكتوراه ، جامعة العلوم الإسلامية العالمية ،عمان .

رافد بحر أحمد المعيوف واخرون (٢٠١٤) : أثر استراتيجية الجودة الشاملة في فهم المفاهيم التبولوجية لطلبة كلية التربية المطبقين ، **مجلة القادسية في الآداب والعلوم التربوية** ، مج (١٤) ،ع (٣٤) ، ص ص١٧٣ – ٢١١ .

رحمه الله محمد نور الدين واخرون (٢٠١٨) : دليل معلمة الروضة لتكوين بعض المفاهيم التبولوجية لدى طفل الروضة ، **مجلة البحث العلمي في التربية** ، ع (١٩) ، ج (٥) ، ص ص١٨٣ - ٢٠٩ .

رفعت محمد المليجي وأخرون (٢٠١٤) : فاعلية وحدة مقترحة في هندسة التوبولوجي والفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، **مجلة كلية التربية بأسيوط** ، مج (٣٠) ، ع (١) ، يناير ، ص ص ٤٠٩ – ٤٦٢ .

رمضان مسعد بدوي (٢٠٠٨): **تضمين التفكير الرياضي في برامج الرياضيات المدرسية** ، دار الفكر ، عمان .

ريم خالد عبد الله صديق (٢٠١٨) : أثر استخدام الإنفوجرافيك في تدريس الرياضيات على التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير البصري لدى تلميذات الصف السادس بمكة المكرمة ، **مجلة البحث العلمي في التربية** ، ع (١٩) ، ج(٨) ، ص ص ٣٠٧ – ٣٦٨ .

سامح أحمد ريحان و اسماعيل محمد حفني (٢٠٠٠) : تدريس المفاهيم والعلاقات الأساسية للتوبولوجي الهندسي في التعليم العام ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٣) ، أكتوبر ، ص ص ١٥ – ٤٠.

سامية حسين محمد جودة (٢٠١٩) : وحدة مقترحة في الرياضيات الحيوية قائمة على نموذج 4MAT مكارثي لتصويب بعض التصورات الخطأ للمفاهيم الرياضية وتنمية الاتجاه نحو الرياضيات لدى طالبات قسم التمريض، **مجلة تربويات الرياضيات**، مج (٢٢) ، ع (١١) ، ص ص ١٨٤ – ٢٣١ .

سونيا هانم قزامل (٢٠١٣) : **المعجم العصري في التربية** ، عالم الكتب للنشر والتوزيع ، القاهرة.

شمسة محمد راشد النعماني (٢٠٠٩): فاعلية استخدام برنامج الراسم الهندسي (Geometric Sketchpad) في تنمية التفكير البصري والتحصيل لدى طالبات الصف التاسع الأساسي، رسالة ماجستير ، كلية التربية بجامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

شيخة عبد الله السليطني (٢٠١٠): فعالية التدريس باستخدام الآلة الحاسبة البيانية في اكتساب خواص الدوال وتنمية التفكير البصري لدى طالبات الصف الحادي عشر، رسالة ماجستير ، كلية التربية بجامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

صومان أحمد إبراهيم (٢٠١٦) : فاعلية برنامج قائم على الأنشطة المتكاملة في إكساب المفاهيم التوبولوجية لطفل ما قبل المدرسة ، **مجلة الجامع في الدراسات النفسية والعلوم التربوية** ، مج (٢) ، ع(٧) ، ص ص ٩٢-١٣٠ .

طه محمد أحمد طه مطر (٢٠١٨) : علاقة التفكير البصرى بمجال ومراحل تطور تكنولوجيا التعليم (دراسة تحليلية) ، **دراسات تربوية** ، كلية التربية ، جامعة افريقيا العالمية ، ع (٧) ، ص ص ١٦٣ - ٢٠٢ .

عباس ناجي المشهداني (٢٠١٢) : **طرائق ونماذج تعليمية في تدريس الرياضيات** ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

عبد الرحيم عائد جدعان الرويلي (٢٠١١) : أثر تدريس الرياضيات بالأنشطة الإثرائية في التحصيل والاتجاه نحو المادة لدى طلاب الصف الخامس الابتدائي في المملكة العربية السعودية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة اليرموك ، الأردن .

عبد العالي بن عوض الله الخديدي (٢٠١٤) : المكونات اللازمة لمعمل الرياضيات في مدارس المرحلة الابتدائية من وجهة نظر معلمي الرياضيات بمحافظة الطائف ، **المجلة التربوية الدولية المتخصصة** ، مج (٣) ،ع (٧) ، تموز ، ص ص ٤٢ – ٥٥ .

عبد الكريم موسى فرج الله (٢٠١٥) : فاعلية تدريس وحدة تعليمية مقترحة في هندسة الفراكتال على التحصيل المعرفي والاتجاه نحو تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الثامن الأساسي ، **مجلّة العلوم التّربويّة** ، ع (٢) ، ص ص ١١٥ -١٣٦ .

عبد الملك المالكي (٢٠١٠) : أثر استخدام التعلم التعاوني في تدريس الرياضيات علي تحصيل طلاب الصف الثاني المتوسط في الرياضيات واتجاهاتهم نحوها بمدينة جدة ، رسالة ماجستير ، جامعة أم القرى ، مكة المكرمة ، المملكة العربية السعودية .

عبد الوهاب بن حسن بن محمد الحاذق (٢٠١٢) : فعالية تدريس الرياضيات باستخدام الألعاب التعليمية في تنمية مهارات التواصل الرياضي التمثيلي والاتجاه نحو المادة لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي ، رسالة ماجستير ،كلية التربية ، جامعة الملك خالد ، المملكة العربية السعودية .

عزو عفانة (٢٠٠١) : أثر استخدام المدخل البصري في تنمية القدرة على حل المسائل الرياضية والاحتفاظ بها لدى طلبة الصف الثامن الأساسي بغزة ، **المؤتمر العلمي الثالث عشر، "مناهج التعليم والثورة المعرفية والتكنولوجية المعاصرة "**، جامعة عين شمس ،ج (٢) ،٢٤ - ٢٥ يوليو ، ص ص ٤ -٥١ .

علي بن منصور بن حزام الجعفري (٢٠١٨): أنموذج قائم على الذكاءات المتعددة لتدريس الرياضيات وأثره على مهارات التفكير الإحصائي والاتجاه نحو المادة لدى طلاب الخامس الابتدائي بمحافظة القنفذة ، **مجلة العلوم التربوية والنفسية** ، مج(٢) ، ع (٣٠) ، ص ص ١ – ٢٥

عماد عبد الرحمن الزغلول (٢٠١٢) : **مبادئ علم النفس التربوي** ، ط (٢) ، دار الكتاب الجامعي ، العين ، الإمارات .

فرحان عارف المشاقبة (٢٠١٧) : أثر استخدام قطع دينز في تدريس الرياضيات على تحصيل طلاب الصف الخامس الأساسي في الأردن ، **دراسات العلوم التربوية** ، مج (٤٤) ، ص ص ١٧٩ – ١٩٢.

فريال عبده عبده أبو سته (٢٠١٤) : اليدويات الإفتراضية ودورها في تعليم وتعلم الرياضيات ، **المؤتمر العلمي الثالث والعشرون: تطوير المناهج رؤى وتوجهات** ، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، مج (٢) ، ص ص ٤٢٧ – ٤٤٠ .

لوريس إميل عبد الملك (٢٠١٠): برنامج تعلم إلكتروني مدمج قائم على المدخل البصري والمكاني لتنمية التحصيل في العلوم ومهارات قراءة البصريات وتقدير الذات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية المعاقين سمعيًا، **دراسات في المناهج وطرق التدريس** ، ع(١٥٩) ، ج(٢) ، يونيو ، ص ص ١٥٠ - ٢٠٩.

ماهر أبو الهطل (٢٠١٠) : أثر استخدام برنامج محوسب في تدريس الرياضيات علي تنمية التفكير الرياضي والاتجاه نحو الرياضيات لدى طالبات للصف الثامن الأساسي ، رسالة ماجستير ، الجامعة الإسلامية ، عزة ، فلسطين .

ماهر محمد صالح زنقور (٢٠١٣) : أثر برمجية تفاعلية قائمة على المحاكاة الحاسوبية للأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد في تنمية مهارات التفكير البصري والتعلم المنظم ذاتيا لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة الباحة ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، ع (١٦) ،ج (١)، ص ص ٣٠ – ١٠٤.

مجدي عزيز ابراهيم (٢٠٠٩) : **معجم مصطلحات ومفاهيم التعليم والتعلم** ، عالم الكتب ، القاهرة .

محمد أحمد الخطيب (٢٠١٤) : أثر استخدام استراتيجي ما وراء المعرفة : "الخرائط المفاهيمية - خرائط العقل " في البنية المفاهيمية ومهارات التفكير البصري في الرياضيات لدى طلاب الصف الثانى المتوسط ، **مجلة العلوم التربوية** ، مج (٢٦) ، ع (١) ، فبراير ، ص ص ١٠٩ - ١٣٤ .

محمد شوقي شلتوت (٢٠١٦) : **الإنفوجرافيك من التخطيط إلى الإنتاج** ، شركة مطابع هلا ، الرياض ، السعودية.

محمد عبد المنعم عبد العزيز (٢٠١٤) : برنامج إثرائي مقترح باستخدام الكمبيوتر لتنمية التحصيل والتفكير البصرى في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، ع (٤٨) ، ج(٢) ، أبريل ، ص ص٢٤٤ – ٢٨٦ .

محمد عطية خميس (٢٠٠٣) : **تطور تكنولوجيا تعليم** ، دار قباء للطباعة ، القاهرة .

محمد محمود حمادة (٢٠٠٩): فاعلية شبكات التفكير البصري في تنمية مهارات التفكير البصري والقدرة على حل وطرح المشكلات اللفظية في الرياضيات والاتجاه نحو حلها لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، **دراسات في المناهج وطرق التدريس**، ع (١٤٦) ، ص ص ١٤ – ٦٤ .

محمود أسامة (٢٠١٨) : كيف بدأ التوبولوجي؟! ، من اويلر الى نوبل ، المحطة ، **URL: كيف بدأ التوبولوجي/https://elmahatta.com** (متاح في ١٢ / ٨/ ٢٠١٩)

مديحة حسن محمد (٢٠٠٤): **تنمية التفكير البصري في الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية الصم – العاديين**، عالم الكتب ، القاهرة .

معرفة (٢٠١٩) : طوبولوجيا ، **طوبولوجيا/URL : https://www.marefa.org** (متاح في ١٢ / ٨/ ٢٠١٩)

مها السيد محمد رمضان (٢٠١٨): الطوبولوجى كاتجاه للإبداع والابتكار في العملية التصميمية ، **مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية** ، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية ، ع (٩) ، يناير ، ص ص ٦٨٤ – ٦٩٩ .

ميرفت محمد أدم ورباب محمد شتات (٢٠١٨) : فعالية إستراتيجية مقترحة في ضوء نظرية التعلم المستند إلى جانبي الدماغ على التحصيل ومهارات التفكير البصري والكفاءة الذاتية المدركة لدى طالبات المرحلة الإعدادية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢١) ، ع (١) ، يناير ، ص ص ٢١٣ – ٢٨١ .

نافع الشبيلى (٢٠١٠) : يحدث داخل الخلية: الطوبولوجيا في مكافحة السرطان ، **URL : mathday.uaeu.ac.ae/projects/Dr_Nafaa.pp** (متاح فى ٢٠١٩/٨/١٥)

ناهل أحمد شعت (٢٠٠٩) : إثراء محتوى الهندسة الفراغية في منهاج الصف العاشر الأساسي بمهارات التفكير البصري، رسالة ماجستير ، غزة الجامعة الإسلامية، غزة.

نظلة حسن خضر (٢٠٠٤) : **معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية (هندسة الفريكتال وتنمية الإبتكار التدريسي لمعلم الرياضيات) حول التجديدات الرياضية والنشاطية والتدريسية لتطوير الرياضيات المدرسية** ، عالم الكتب للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة .

نور منار (٢٠٢٠) : الاتجاهات ، أكادمية علم النفس ، **URL : https :// acofps. com /vb/ 107687.html** (متاح في ٤ / ٨/ ٢٠١٩)

نورة بنت شبيب بن شايع أبوجلبه (٢٠١٧) : أثر استراتيجية رحلات المعرفية عبر الويب WebQuest في تنمية التفكير البصري في مقرر الرياضيات لدى طالبات المرحلة المتوسطة في مدينة الرياض ، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، مج (١) ، ع(٥) ، يونيو ، ص ٣٨ – ٥٦ .

نورة بنت عبد الله بن محمد الفهد (٢٠١٥) : واقع استخدام معينات تدريس الرياضيات في ضوء متطلبات كتب الرياضيات المطور للصف الأول المتوسط ، **مجلة تربويات الرياضيات**، مج (١٨) ، ع (٥) ، يوليو ، ص ص ٢٠٢ – ٢٦٦.

هبة محمد محمود عبد العال (٢٠١٩) : برنامج أنشطة رياضية قائمة علي المدخل البصري وفاعليته في تنمية التخيل والدافعية لتعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢٢) ، ع (٣) ، يناير ، ص ص ٦ – ٣٦ .

هشام الخولي (٢٠٠٢) : **الأساليب المعرفية وضوابطها في علم النفس** ، دار الكتاب الحديث

الهيئة القومية لضمان الجودة والإعتماد(٢٠٠٩) : **وثيقة المستويات المعيارية لمحتوى مادة الرياضيات للتعليم قبل الجامعي** ، مارس ٢٠٠٩ .

ولاء محفوظ الأغا، (٢٠١٧) : أثر استخدام المنظم الشكلي في تنمية التفكير البصري وحل المسألة الهندسية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة، رسالة ماجستير ، الجامعة الإسلامية، غزة.

وليم عبيد (١٩٨٩) : **برنامج الإبداع الفكري** ، الإدارة العامة للتدريب ، القاهرة .

وليم عبيد (٢٠٠٤) : **تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات معايير وثقافة التفكير** ، دار الميسرة للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

ـــــــ (٢٠١١) : **من يخاف الرياضيات ، كراسات الثقافة العلمية ، سلسلة غير دورية تعني بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية** ، المكتبة الأكاديمية ، القاهرة .

يحيي زكريا صاوي (٢٠١٨) : فاعلية برنامج قائم على أنشطة التوبولوجي وتطبيقاته في تنمية الحس الهندسي وحب الاستطلاع للتوسع في دراسته لدى تلاميذ المرحلة الثانوية ، **مجلة تربويات الرياضيات** ، مج (٢١) ، ع (٢) ، يناير ، ص ص ١٦١ - ٢٠٠ .

يحيى سعيد جبر (٢٠١٠) : أثر استراتيجية دورة التعلم فوق المعرفية على تنمية المفاهيم العلمية ومهارات التفكير البصري في العلوم لدى طلاب الصف العاشر الأساسي ، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة .

Adams, C.C (2001) : Why knot: knots, molecules and stick numbers , +plus magazine , Iss (15) , June , URL **: http://plus.maths.org/content /why-knot-knots-molecules - and-stick-numbers .** (available at 1/11/2019)

ـــــــــــ (2004) : **Why knot : An introduction to the mathematical theory of knots** , Key curriculum press , USA .

ـــــــــــ (2004) : **The Knot Book: An Elementary Introduction to the Mathematical Theory of Knots,** American mathematical society (AMS), USA.

Akkan , Y (2012) : virtual or physical: In-service and Pre-Service Teacher's Beliefs and Preferences on Manipulatives , **Turkish Online Journal of Distance Education-"TOJDE"** ,Vol. (13) ,No.(4) , October ,PP 167 – 192 .

Akron Art Museum (2011) : A finger exercises & brain gymnastics , The art of M.C. Escher in the classroom n Introduction to M.C. Escher: Impossible Realities Exhibition , February 12 – May 29, 2011 **URL: https://akronartmuseum.org/pdf/escher.pdf**. (available at 1/11/2019)

Aldalalah , O et al (2019) :Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of Mathematics and Visual Thinking Among Students , **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)** , Vol (14) , No (18) , pp 164 - 184

Atanasova , T et al (2011) : Topological concepts in early childhood and elementary school education , **VI international Balkan congress for education and science, the modern society and education** , pp 1015 -1021

Barnett, J. H (2005) : Early Writings on graph theory: Euler circuits and the konigsberg bridge problem, An historical project , URL: **http://www.math. umn.edu/~reiner/Classes/Konigsberg.pdf** (available at 9 / 8 / 2019)

Boggan , M et al (2010) : Using manipulatives to teach elementary mathematics **, Journal of Instructional Pedagogies** , Vol.(3) , Jun ,PP 1-6

Bouck, E. C. & Flanagan, S. M. (2010) : Virtual manipulatives: What they are and how teachers can use them , **Intervention in School and Clinic,** Vol.(45) , pp186

Britannica Academic (2016) : Geometry, Encyclopædia Britannica, 10 May. 2016 , **URL :08107yiqs.1103.y.https.academic.eb .com.mplbci .ekb. eg/levels/collegiate/article/geometry/126112#**. (available at 16/11/2019)

Buchatskaya ,Y (2015) : Celtic Knots Collection stock illustration , URL : **https://www.istockphoto.com/vector/celtic-knots-collection-gm 501386 754-81298795** (available at 16/11/2019)

Buck , G (2003) : Why Knots? , URL: **http://www.knots.org/exhibit /whyknots.html** (available at 1/11/2019)

Burger ,E.B & Starbird . M (2010) **: The Heart of Mathematics , An invitation to effective thinking** , 3ed Edition , John Wiley & Sons, Inc.

Calabi, E & Yau , S. T (2011): Calabi-Yau Manifold , Topology **, URL : http://universe-review.ca/R15-26-CalabiYau.htm** (available at 6/11/2019)

Carbonneau, K. J et al. (2013) : A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. **Journal of Educational Psychology**, vol.(105) , No.(2),pp 380-400.

Collins , J (2009) **:** knots and links , University of Edinburgh , URL : **https://www.ed.ac.uk/unpublished/alumni/services/profile/graduation/2010s/sciencefestivalalumni** (available at 1/11/2019)

Comar, T.D (2006) : Undergraduate student research in knot theory using multiple computational platforms, **Electronic proceedings of the eighteenth annual international conference on technology in collegiate mathematics**, Orlando, Florida, March 16-19.

Day, L & Hurrell, D.(2017) : Food for Thought: The role of manipulatives in the teaching of fractions , **Australian Primary Mathematics Classroom ,** Vol.(22) , No.(4) , pp 39-40.

Durmuş ,S & Karakirik , E (2006) : Virtual manipulatives in mathematics education: a theoretical framework**, the turkish online journal of Educational Technology (TOJET)** ,vol.(5), Iss (1), January, PP 117-123

Ferron , N (2017) : An Introduction to Topology for the High School Student , Master of Arts , College of Arts & Sciences , John Carroll University .

Fomin , S et al (2009) : Research experiences in mathematics for undergraduates and teachers , National science foundation , Award Abstract #0648764 **, URL: http://www.nsf.gov /awardsearch/showAward .do? Award Number=0648764** (available at 10/10/2019)

Freitas, E. & McCarthy, M. J. (2014) : (Dis)orientation and spatial sense: Topological thinking in the middle grades **, PNA**, Vol.(9) , No.(1), pp 41-51.

Ghica, D (2019) : A knot theory for eight-year-olds: Part 2 , Mathematics Teaching **, No.(265) ,** February ,pp 28 -29 .

Golafshani , N (2013) : Teachers' Beliefs and Teaching Mathematics with Manipulatives , **Canadian Journal of Education** , Vol. (36) , No.(3) , pp. 137-159.

Hidayah, I et al (2018) : Manipulatives and Question Series for Elementary School Mathematics Teaching on Solid Geometry, **International Journal of Instruction**, Vol. (11), No. (3), pp 649-662.

Horan, E & Carr , M (2018) : How Much Guidance Do Students Need? An Intervention Study on Kindergarten Mathematics with Manipulatives , **International Journal of Educational Psychology(IJEP)** , Vol. (7) , No.(3) , October , pp. 286-316.

Huang, C. H (2013) : Engineering students' visual thinking of the concept of definite integral, **Global Journal of Engineering Education** , Vol. (15) , No. (2) , pp 111 – 117 .

Hunt, A. W. et al (2011): Virtual vs. Concrete Manipulatives in Mathematics Teacher Education: Is One Type More Effective Than the Other؟ , **Current Issues in Middle Level Education**, Vol.(16) , No, (2) ,pp 1 - 6 1.

Johnson, P, E. et al (2012) : Virtual Manipulatives to Assess Understanding , **Teaching Children Mathematics** , Vol.(19) , No. (3) , October, pp. 202-206 .

Kontaş , H (2016) : The Effect of Manipulatives on Mathematics Achievement and Attitudes of Secondary School Students , **Journal of Education and Learning;** Vol.(5), No. (3); pp 10- 20.

Larbi,E & Mavis, O (2016):The Use of Manipulatives in Mathematics Education, **Journal of Education and Practice** ,Vol.(7) ,No.(36), PP 53- 61.

Lawrence, S (2005) : Möbius strip , maths is good for you , URL : **www.mathsisgoodforyou.com** (available at 8/10/2019)

Li, Q & Ma, X (2010) : A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics learning **, Educational Psychology Review,** Vol. (22), No.(3) , pp. 215-243.

Masuda,N (2008) : An approach to teaching knot theory in schools :the teaching in senior high school , **11th international congress of mathematical education (ICME 11)** , Monterrey **,** Maxico **,** july .

Mattman , T & Portnoy , N (2003) : Knot theory for preservice and practicing secondary mathematics teachers , AMS-MAA Meeting, **MAA Session on Projects Supported by the NSF Division of Undergraduate Education**, Baltimore, January .

Mattoon, C et al (2015) : Examining Computational Skills in Prekindergarteners: The Effects of Traditional and Digital Manipulatives in a Prekindergarten Classroom , **Early Childhood Research & Practice** , Vol. (17) , No.(1) , PP 1-9.

MegaMath(2002) : NCTM Standards and the Mathematics of Knots , URL: **http://www.ccs3.lanl.gov/mega-math/workbk /knot /knnctm .html** (available at 10/8/2019)

Mindbender Mansion (2008) : Mindbender Mansion , unlock the puzzle stuff guide, **URL : http://www.omsi.edu/sites/all/FTP/ files/smile/ mind bender staffguide.pdf** (available at 8/8/2019)

Moyer, P.S et al (2008) : Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity, **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, Vol. (8) , No.(3), pp 202-218.

Ndlovu1, Z. A. & Chiromo, L (2019) : Pre-service mathematics teachers' development process in using manipulatives in number operations, **South African Journal of Childhood Education** , pp 1-11.

Packenham, P. M et al (2013) : A Study Comparing Virtual Manipulatives with Other Instructional Treatments in Third and Fourth-Grade Classrooms , **The Journal of Education, technology in education** , Vol. (193) , No. (2) , pp. 25-39.

Paliwal , V (2018) : Do Manipulatives Foster Pre-service Teachers' Understanding of Probability? , **Current Issues in Middle Level Education,** Vol. (23), No.(1) , Fall , pp 1 -18.

Prakash , S (2005) :How Things Work: Mathematical Knots , Carnegie Mellon's Student Newspaper Science, Tartan , 17 October , URL: **http://thetartan.org/2005/10/17 /scitech/knots** (available at 4/8/2019)

Rodríguez , J. L (2016) : Let's play to classify surfaces! , **13th international congress of mathematical education** , **ICME 13**, p750.

Rycroft , E (2019) : Math Manipulatives Every Classroom Should Have **, URL: https://proudtobeprimary.com/math-manipulatives/** (available at 4/8/2019)

Salem, Z & Abud, A. (2017) : Identify the extent to which students of the intermediate stage acquire visual thinking skills , **Ork Journal**, Vol. (10) , No. (3) , pp 542 - 561.

Santi , G. D. (2002) : An Introduction to the Theory of Knots , URL: **http://docplayer.net/46277948-An-introduction-to-the-theory-of-knots html** (available at 4/8/2019)

Satsangi , R &. Bouck, E. C (2015) : Using Virtual Manipulative Instruction to Teach the Concepts of Area and Perimeter to Secondary Students With Learning Disabilities **, Learning Disability Quarterly**, Vol. (38) , No.(3) , August, pp. 174-186.

Sholihah1 , U et al (2019) : The ability of students' visual thinking in solving integral problems **, Journal of Physics: Conference Series**, Vol (1157) , Iss (3) , pp 1-7

Smith , K. J. (2012) : **The Nature of Mathematics** , 12ed Edition , Brooks/Cole, Cengage Learning

Smith , C. E. & Paré, J. N. (2016) : Exploring Klein Bottles through Pottery: A STEAM Investigation , **The Mathematics Teacher**, Vol. (110) , No. (3) , October, pp. 208-214.

Sugarman , C (2014) : Using Topology to Explore Mathematics Education Reform , HMC Senior Theses

Surya , E et al (2013) : Improving of Junior High School Visual Thinking Representation Ability in Mathematical Problem Solving by CTL , **IndoMS. J.M.E**, Vol.(4) , No. (1) , January, pp. 113-126

Swinyard, C (2002) : An Introductory Graph Theory , Curriculum , In partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science in Teaching Mathematics , Portland State University

Walker, C. M et al (2011) : Visual Thinking: Art Students Have an Advantage in Geometric Reasoning , **Creative Education** , Vol. (2) , No. (1) , pp 22-26

Werthem . M & Millett , K (2005) : Where the wild things are: an interview with Ken Millett , Cabinet Magazine , issue (20) , Winter , URL: **http://www.cabinetmagazine.org/issues /20/ wertheim.php** (available at 10/11/2019)

White, K & McCoy, L. P. (2019) : Effects of Game-Based Learning on Attitude and Achievement in Elementary Mathematics **, An Online Journal for Teacher Research** , V(21) , N (1) , Article 5 .

Wikipedia (2020) : Möbius strip , Url : **https://en.wikipedia.org/wiki/ M%C3%B6bius_strip** (available at 4/8/2019)

Wikipedia (2020): Topology , **URL : https://en.wikipedia.org/ wiki/ Topology** (available at 4/8/2019)

Witten, E (2011) : **Knots and quantum theory** , The Institute Letter , the institute for advanced study (IAS) , Springer .

Yanagimoto, T et al (2007): A study on teaching knot theory in schools , **4th east Asia regional conference on mathematics education (EARCOME4) , " meeting the challenges of developing a quality mathematics education culture "** , City Bayview Hotel, Penang, Malaysia, 18 - 22nd june .

_____ (2010): A study on making knot theory into a curriculum , **5th east Asia regional conference on mathematics education (EARCOME5) , " In Search Of Excellence In Mathematics Education"** , National Olympics Memorial Youth Center, Tokyo , 18-22 August

Zhukovskiy ,V & Pivovarov , D (2008). The Nature of Visual Thinking. **Journal of Siberian Federal University , Humanities & Social Sciences** , pp149-158.

Use manipulatives in teaching topology and the effect on developing visual thinking and attitude towards math for students in elementary stage

Dr. Ghada Shouman Elshahat Ibrahim

Lecturer of curricula and methods of teaching mathematics

Women's College Ain Shams University

Abstract :

This research aims to know the effect of using manipulatives in teaching topology for developing visual thinking and attitude towards math for students in elementary stage. The research adopts the one group experimental design. The research group consists of 43 students in fifth grade in elementary stage. The research tools are contained a questionnaire to determine concepts and relationships of topology that should be taught to students in the elementary stage, student's book in topology, student worksheets, teacher's guide for teaching topology by using manipulatives, visual thinking test and attitude towards math scale. The data analysis reveals that there is statistically significant difference between the mean score of the research group in the pre and post application of the visual thinking test and attitude towards math scale. Using manipulatives in teaching topology has a high effect on developing visual thinking and attitude towards math for students.

keywords : Manipulatives – Topology - Visual Thinking – Attitude Towards Math