أثراستخدام التطبيق الرياضى ديسموس (Desmos)
فى تدريس الدوال وتنمية التفكير الجبرى
لدى طلاب المرحلة الثانوية

The effect of using Desmos mathematical application in teaching functions and the development of algebraic thinking among secondary school students.

إعداد/

دكتورة / رهان ابراهيم ابراهيم السرى

معلم خبير رياضيات

بمدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا

rehanelserry@gmail.com

مسلخص البحث:

هدف البحث الى اثراستخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تدريس الدوال وتنمية التفكير الجبرى لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتكونت عينة البحث من (٤٦) طالبة تم تقسيمهم الى مجموعتين مجموعة تجريبية عددها (٢٤) طالبة درسوا وحدة الجبر الاعداد الحقيقية باستخدام التطبيق الرياضى Desmos ومجموعة اخرى ضابطة عددها (22) طالباة درسوا وحدة الجبر بالطريقة المعتادة، وتم تطبيق اختبار مهارات التفكير الجبري قبليا وبعديا على المجموعتين، واظهرت النتائج أثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos في تنمية تلك المهارات، وفي ضوء ما اسفرت عنه نتائج البحث تم تقديم مجموعة من التوصيات كان من ابرزها الاهتمام باستخدام التطبيق الرياضى Desmos في منهج الرياضيات للمرحلة الاعدادية وموضوعات رياضيات اخرى بفرع الجبر.

الكلمات الدالة: التطبيق الرياضى Desmos - التفكير الجبري- طلاب المرحلة الثانوية

Abstract:

The research aimed to investigate the impact of using the mathematical application Desmos in teaching functions and developing algebraic thinking among secondary school in developing it among second-grade secondary school pupils. The research sample consisted of (46) pupils divided into two groups. An experimental group (24) pupils studied the algebra units (real function) using the mathematical application Desmos, and a control group (22) pupils studied the unit of algebra in the usual method. The results showed that mathematical application Desmos is effective in developing these skills. Considering these results, the research presented a set of recommendations, the most prominent of which was the interest in presenting some topics mathematical application Desmos in the mathematics curriculum for the preparatory school and other mathematics topics in the algebra branch

Key words mathematical application Desmos - Algebraic Thinking.

مقدمة :

للرياضيات دور كبير فى تنشئة الأجيال المتلاحقة من خلال ما تحوية من مفاهيم وعلاقات ومهارات رياضية ، حيث تعمل على تنمية أنواع التفكير الرياضى، والقدرة على مواجهة المشكلات الحياتية المختلفة وكذلك تسهيل دراسة المواد الدراسية الأخرى لأن الرياضيات تمثل أم العلوم

تمثل الرياضيات ركيزة أساسية فى التقدم والتطور المعرفى والتكنولوجى ، فالرياضيات تسهم فى فهم الحياة اليومية العادية ، وتنظيم وترتيب الأفكار وتنمى قدرة الفرد على مهارات التفكير العليا، فهى ليست علم تجريدى فقط كما ينظر اليها، ولكنها طريقة منظمة لتنمية كافة أنماط التفكير المختلفة ، ومجال خصب لتنمية كافة العمليات العقلية والتذكر والاسترجاع. (طاهر سالم & نهى محمد،٢٠٢٠)

ويعد الجبر أكثر فروع الرياضيات صعوبة ، وذلك بسبب طبيعته التجريدية المتمثلة فى استخدام الترميز كعملية رياضية لصياغة المواقف الحياتية المختلفة وذلك فى صورة معادلات أو متباينات أو دوال وغيرها من البنى، والتراكيب الجبرية المختلفة ،والتى تمثل فى مجملها حجر الزاوية فى بناء المعرفة الرياضية (رضا مسعد ،٢٠٢١، ١٠)

أكد اكرامى مرسال (٢٠١٦، ١) أن الجبر يعد أكثر فروع الرياضيات صعوبة، وذلك بسبب طبيعته التجريدية المتمثلة فى استخدام الترميز كعملية رياضية لصياغة المواقف الحياتية المختلفة وذلك فى صورة معادلات أو متباينات أو دوال وغيرها من البنى، والتراكيب الجبرية المختلفة ، والتى تمثل فى مجملها حجر الزاوية فى بناء المعرفة الرياضية.

كما أوضح أسيلر وآخرون (Iseler, et.al,2014) أهمية تدريس الجبر فى مراحل مبكرة ، وضرورة التركيز على تنمية مهارات التفكير الجبرى ، وتنمية المهارات الخوارزمية ، وحل المسائل الجبرية ، خاصة المسائل اللفظية التى تدعم التلاميذ فى عمليات الترجمة والتمثيل الرياضى.

وتكمن أهمية تدريس الجبر فى نقطتين رئيستين : الأولى فى بناء لغة الرياضيات ، ويوضح ليمب (Lempp, 2008) أن الجبر بمثابة التطور من مفهوم الأعداد والعمليات عليها ومايرتبط بها من رموز رياضية الى استخدام الحروف كرموز رياضية تبدأ من الحروف كقيم مجهولة ثم الحروف كمتغيرات والحروف كثوابت ثم يلى ذلك المقادير الجبرية ، ثم تتطور دراسة الجبر للربط بين الرموز العددية والحروف لدراسة مفهوم المعادلات والمتباينات ، والعلاقات التى تتطور لدراسة مفهوم الدوال ، ويركز الجانب الثانى فى دراسة الجبر على توظيف مفردات الجانب الأول فى بناء مهارات التفكير الرياضى على وجه العموم ،والتفكير الجبرى كأحد أنماطه فى مجال الجبر.

وفيما يرتبط بمهارات حل المسألة الجبرية والمهارات المرتبطة بها ، يشير كل من جيفر ودمينقو (Javier & Domingo, 2012, 613) الى أن تدريس الجبر قائم فى الأصل على تنمية خطوات حل المسألة الجبرية ، وان خطوات حل المسألة الجبرية تمثل مجموعة الأنشطة العقلية واليدوية التى يقوم بها التلميذ بهدف تعلم مفاهيم وبناء استدلالات جبرية ، وتترابط مع التفكير الجبرى خلال عمليات التمثيلات الرياضية بمستوياتها المتعددة ، وتتنوع مهارات حل المسألة الجبرية ، ومن أهم الخطوات التى يجب اتقانها من قبل التلميذ ما يلى:

١- استيعاب المسألة الجبرية Algebraic Problem Understanding

٢- حل المسألة الجبرية Algebraic Problem Solving

٣- بناء الاستدلال الجبرى Developing Algebraic Reasoning

ويعتبر تنمية التفكير لدى المتعلمين من أهم أهداف تدريس الرياضيات وتعليم التلميذ التفكير باستخدام اساليب واستراتيجيات مختلفة تتناسب مع المادة العلمية التى يدرسها الطالب حتى يتمكن المتعلمين من مواجهة المشكلات الحياتية المختلفة، وفي سياق ذلك، يؤكد المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (National Council of Teachers of Mathematics- NCTM على أهمية التكنولوجيا في تعليم مادة الرياضيات وتعلمها، وذلك باستخدامها فى اختيار استراتيجيات التدريس المناسبة لتعلم الرياضيات وإتاحة الفرصة لهم في الفهم وحل المشكلات الرياضية باستخدام التكنولوجيا ومن البرمجيات والبرامج التكنولوجية المستخدمة تدريس الرياضيات برنامج الراسم وجيوجيبرا والحاسبة البيانية ، وجوجل ارث ، وغيرها .

ويُعد التطبيق الرياضى ديسموس (Desmos) أحد التطبيقات التي تعنى برسم الدوال، وقد صُمم التطبيق بطريقة تسمح للمستخدم مشاركة الآخرين بالأعمال التي يقوم بها، كما يمكّن المستخدم من المشاركة في المنتديات والمواقع الإلكترونية، فضلا عن إمكانية تثبيته على الهواتف الذكية؛ مما ييسر استخدامه ويجعله في المتناول وعليه فإن هذه الدراسة تبين أثر استخدام التطبيق الرياضى ديسموس (Desmos) في تدريس الدوال وتنمية التفكير الجبرى لدى تلاميذ المرحلة الثانوية.

ونتيجة لذلك أجريت بعض الدراسات للتعرف على فاعلية استخدام نماذج واستراتيجيات لتدريس الرياضيات فى تنمية التفكير الجيرى ومن هذه الدراسات : دراسة أيمن حسن (٢٠١٥) التى أظهرت فاعلية استراتيجية فورشتين فى تنمية مهارات التفكير الجبرى والميل نحو الجبر لدى التلاميذ ذوى صعوبات تعلم الرياضيات بالصف الأول الاعدادى، ودراسة ناصر عبيدة (٢٠١٦) والتى أظهرت فاعلية التمثيلات على تنمية مهارات التفكير الجبرى والمهارات الخورزمية وحل المسائل الجبرية لدى تلاميذ الصف الثانى الاعدادى ، ودراسة ميمونة راشد التى أظهرت فاعلية برنامج

Algebrator فى تدريس وحدة الدوال والمعادلات على التحصيل والتفكير الجبرى لدى طالبات الصف الثامن الأساسى، ودراسة أميرة منصور (٢٠١٧) التى أظهرت فاعلية التعلم السابر فى تدريس الرياضيات على التحصيل وتنمية التفكير الجبرى لدى تلاميذ الصف الثانى الاعدادى، ودراسة محمود البشلاوى(٢٠٢١) التى أظهرت فاعلية برنامج اثرائى قائم على المنظق الرياضى لتنمية مهارات التفكير الجبرى والاثبات الرياضى لدى طلاب الصف الثانى الاعدادى، ودراسة محمد أمين (٢٠٢١) التى أظهرت فاعلية استخدام التعلم السريع لتدريس الرياضيات فى التحصيل وتنمية التفكير الجبرى والدافعية للانجاز لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادى ومن الدراسات التى استخدمت برنامج Desmos دراسة دعاء زهير (٢٠١٧)التى أظهرت فاعلية استخدام برنامج Desmos على التخصيل الدراسى لطلبة الصف العاشر الأساسى فى الرياضيات ومفهوم الذات الرياضى لديهم فى محافظة طولكرم، ودراسة حميدة بنت أحمد(٢٠١٧) التى أظهرت فاعلية استخدام برنامج Desmos فى اكساب مفاهيم الدوال لدى طلبة الصف العاشرالأساسى ودافعيتهم نحو تعلم الرياضيات.

الاحساس بالمشكلة:

أشارت بعص نتائج الدراسات السابقة إلى تدنى مستوى التفكير الجبرى لدى التلاميذ كما فى دراسة اكرامى مرسال(٢٠١٦) أوضحت تدنى مستوى الطلاب فى مهارات التفكير الجبرى منها تدنى مستويات الطلاب فى ترجمة المسائل اللفظية باستخدام الرموز والمتغيرات الرياضية ، وضعف قدرتهم فى التعرف على الأنماط ووصفها واستنتاج العلاقات والتعميمات الرياضية منها ، بالاضافة الى الخلط بين العديد من المفاهيم الجبرية.

وأكدت دراسة عادل ريان (٢٠١٦) أن تدنى مستويات التحصيل فى الجبر لدى الطلاب يرجع الى استراتيجيات التدريس التقليدية ، جيث أن تلك الاستراتيجيات لا تتفق مع طبيعة البينة الهرمية للمعرفة الجبرية، وأن تدريس الجبر يجب أن يقوم على دعم الطلاب بالفرص الكافية للتأمل والبحث والاستقصاء، هذه العمليات تعززالطالب فى تعريف المفاهيم الجبرية واستيعابها واستنتاج العلاقات وهذه العمليات تمثل هدفا رئيسا لتنمية التحصيل والتفكير فى مجال الجبر.

وأشارت دراسة رافورد (Radford,2012) الى صعوبة تنمية التفكير الجبرى فى المرحلة المتوسطة ترجع الى القصور فى تنمية المفاهيم الجبرية البسيطة فى مراحل مبكرة تزامنا مع دراسة العمليات الحسابية، مما يشير الى أهمية الانتقال التدريجى من الكميات المحددة فى الحساب الى الكميات غير المحددة فى مجال الجبر ، وهذا يتطلب استراتيجيات تدريس تعالج هذه الفجوة بين المرحلتين.

وترجع الاحساس أيضا بالمشكلة الى تدنى مستوى مصر فى المسابقات الدولية وحصولها على مراكز متاخرة فى المسابقات الدولية ك TIMSS وأولمبياد الرياضيات العالمى.

كما فى دراسة نيت وجيوفرى (Nyet, Geofrey, & Bih, 2016) بينت أن نتائج الدراسات الدولية فى العلوم والرياضيات TIMSS نسبة كبيرة من الطلاب يواجهون صعوبة فى الأسئلة المرتبطة بمهارات التفكير الجبرى ،وهذا يرجع الى ضعف مهاراتهم فى استيعاب المفاهيم والنماذج للتعبير عن العلاقات والدوال واكدت الدراسة على دراسة الأنماط بصورة حسية قبل الانتقال للصورة الرمزية واستخدام التمثيل الرياضى للعلاقات والمعادلات بدقة.

مشكلة البحث.

تمثلت مشكلة البحث فى ضعف مهارات التفكير الجبرى لدى تلاميذ المرحلة الثانوية ويمكن صياغة السؤال الرئيسللبحث كما يلى:" ما مهارات التفكير الجبرى وكيفية تنميتها لدى تلاميذ الصف التانى الثانوى" وللاجابة عن السؤال الرئيس من خلال الاجابة على التساؤلات الفرعية التالية:

١- ما مهارات التفكير الجبرى التى يجب توافرها لدى تلاميذ الصف الثانى الثانوى؟
٢- ما أثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى تلاميذ الصف الثانى الثانوى.

مصطلحات البحث:

التفكير الجبرى: Thinking Algebraic

يعرفه ويل (Will,2010,655) بأنه احد أنماط التفكير أو الاستدلال الرياضى يرتبط بعمليات عقلية يقوم بها التلميذ لإستيعاب ووصف الأنماط والعلاقات الرياضية ، واستنتاج علاقات رياضية جديدة حول الأعداد والعمليات والأشكال الهندسية ويرتبط التفكير الجبرى بتنمية مجموعة من المهارات لدى التلاميذ منها: الاستدلال حول الأنماط الرياضية فى (الرسوم البيانية، والأشكال الهندسية، والأعداد والعمليات الحسابية) ، واستنتاج التعميمات الرياضية وتوظيفها، وتنمية الأداء العقلى فيما يرتبط بالعمليات على المقادير الجبرية، واستخدام التمثيلات الرياضية فى وصف العلاقات الرياضية.

كما يعرفه ناصر عبيدة (٢٠١٦، ١٣٠) بأنه أحد أنماط التفكير المرتبطة بمجال الجبر من بين مجالات الرياضيات المدرسية ، ويتضمن مجموعة الأنشطة والعمليات العقلية التى يقوم بها التلميذ عند معالجة موضوعات الجبر والمتمثلة فى الأنماط، والعلاقات ، والدوال، ويرتبط بتنمية مهارات التفكير الجبرى مجموعة من المهارات تتباين وفق

المستوى الدراسى منها: استيعاب الأنماط الرياضية، واستخدام الرموز الجبرية ، واستخدام التمثيلات الرياضية، ووصف العلاقات الرياضية.

كما عرفه محمود البشلاوى(٢٠٢١، ١٣) على أنه أحد أنماط التفكير المرتبطة بمادة الجبر، ويتضمن مجموعة من العمليات العقلية ، يقوم بها التلميذ عند معالجة مشكلة رياضية، وذلك من خلال استعمال الرموز لتحليل أوضاع حسابية مختلفة ، وتمثيلها بواسطة الجداول أو الرسوم البيانية أو المعادلات ، وتفسيرها بإيجاد الحل بالنسبة للمجاهيل وفق استدلال منطقى سليم.

كما تعرفة الباحثة اجرائيا فى البحث الحالى بأنه أحد انماط التفكير يرتبط بمادة الجبر وبعمليات عقلية يقوم بها التلميذ لاستيعاب ووصف الدوال الجبرية وسلوكها واستنتاج علاقات رياضية جديدة حول تمثيلات الدوال الجبرية واستنتاج التعميمات الرياضية وتوظيفها فى حل المسائل الجبرية.

التطبيق الرياضى Desmos :

تعرفه دعاء زهير(٢٠١٧) على انه عبارة عن برنامج الكترونى تعليمى رياضى ، مصمم على مواقع الانترنت ، وهو مختص فى مواضيع الاقترانات والرسوم البيانية المختلفة ، ورسم البيانات المجدولة وحساب المعادلات ، واستكشاف التحولات الهندسية وغير ذلك . ويعمل من خلال الإتصال بشبكة الانترنت(on line) على الحاسوب ، أو كتطبيق على الأجهزة التى تعمل باللمس، وما يجعل البرنامج مميزا هو امكانية عمل حساب شخصى لأى مستخدم واسترجاع العمل والبناء علية ، واجراء التعديلات الملائمة حسب الموقف الراهن.

كما تعرفه حميدة بنت أحمد(٢٠١٧) على انه برنامج تفاعلى يمكن الطلاب من استكشاف مفاهيم الدوال، ويتيح لهم رسمها بصورة دقيقة ومعرفة خواصها.

كما تعرفه الباحثة على انه عبارة عن برنامج الكترونى تعليمى رياضى ، يعمل من خلال الحاسوب عندما يتصل بالانترنت أو تطبيق موبايل (off line) وهو مختص برسم الدوال الجبرية المختلفة وحساب المعادلات وعمل ازاحة للدوال وشرح سلوك هذه الدوال .

أهداف البحث:

١- تحديد مهارات التفكير الجبرى التى يمكن تنميتها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى.
٢- تفسير أسباب ضعف مستوى طلاب الصف الثانى الثانوى فى مهارات التفكير الجبرى.
٣- قياس اثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لطلاب الصف الثانى الثانوى.

أهمية البحث:

قد تظهر أهمية هذا البحث بالنسبة لكل من :

١- مخططى مناهج الرياضيات : تصميم أنشطة رياضية باستخدام التطبيق الرياضى Desmos يمكن توظيفها فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لطلاب المرحلة الثانوية

٢- معلمى الرياضيات:كيفية استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تدريس الجبر بصفة عامة وتدريس الدوال الجبرية بصفة خاصة ، وتوظيفها فى تنمية مهارات التفكير الجبرى وتنمية حل المسائل الجبرية مع تعرف كيفية قياسها لدى الطلاب وذلك من خلال أدوات البحث الحالى

٣- للتلاميذ: استخدام الأنشطة والتدريبات المتقدمة فى تنمية وقياس مهارات التفكير الجبرى .

حدود البحث:

١- الحدود البشرية: طلاب الصف الثانى الثانوى بمدرسة اللوزى الثانوية للبنات التابعة لادارة دمياط التعليمية

٢- الحدود المكانية: مدرسة اللوزى الثانوية للبنات التابعة لادارة دمياط التعليمية

٣- الحدود الزمانية: الفصل الدراسى الأول للعام الدراسى ٢٠٢٢-٢٠٢٣م.

٤- الحدود الموضوعية :تم اختيار وحدة الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات فى مقرر مادة الجبر للفصل الدراسى الأول للصف الثانى الثانوى

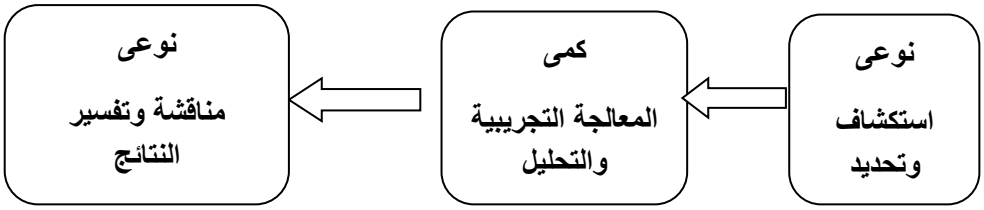
منهج البحث:

استخدم البحث الحالى المنهج المختلط الذى يدمج بين البيانات النوعية والكمية وذلك من خلال تصميم البحث الاستكشافى المتتالى (نوعى- كمى- نوعى) وفيما يلى مراحل المنهج المختلط كما أوردها كريسويل واخرون (Creswell,j.et.al,2011)

١- الدراسة النوعية الاستكشافية: وتمت فى بداية البحث من أجل توفير الأدلة والشواهد الكافية على وجود المشكلة فعليا فى الميدان، واعتمدت على أدوات جمع البيانات المتمثلة فى تحليل أداء عينة استكشافية من تلاميذ الصف الثانى الثانوى.

٢- الدراسة الكمية التجريبية: وتمت من خلال تطبيق المنهج التجريبى القائم على التصميم شبة التجريبى(القبلى- البعدى) ، للمعالجة التجريبية على مجموعتين تجريبة وضابطة من التلاميذ وتم استخدام أدوات جمع البيانات المتمثلة فى اختبار مهارات التفكير الجبرى.

٣- الدراسة النوعية التالية: وتمت فى نهاية البحث لشرح وتفسير النتائج الكمية التى توصل اليها الباحث من خلال تحليل اجابات التلاميذ بشكل فردى على الاختبار، ويوضح الشكل التالى المنهج المختلط المستخدم فى البحث الحالى



شكل (١) منهج البحث المختلط فى البحث

متغيرات البحث:

١- المتغير المستقل: وله مستويان هما استخدام التطبيق الرياضى Desmos للمجموعة التجريبية والتدريس بالطريقة المعتادة للمجموعة الضابطة.

٢- المتغير التابع: وهو مهارات التفكير الجبرى وتقاس باختبار مهارات التفيكر الجبرى

فروض البحث:

تم اشتقاق الفروض من الاطار النظرى والدراسات السابقة كما يلى:

١- يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات طلاب مجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى لصالح درجات التلاميذ فى التطبيق البعدى.

اجراءات البحث:-

للاجابة على التساؤل الأول الذى ينص على : " ما مهارات التفكير الجبرى التى يجب توافرها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى ؟" تم اتباع الاجراءات التالية:

١- اجراء دراسة مسحية لكل الأدبيات والدراسات والبحوث السابقة التى تناولت التفكير الجبرى من الفترة ٢٠٠٥-٢٠٢٢م

٢- تحليل مقرر الجبر للصف الثانى الثانوى لتحديد مهارات التفكير الجبرى المتضمنه به

٣- تحديد قائمة أولية لمهارات التفكير الجبرى المطلوب توافرها لدى طلاب الصف الثالثى الثانوى
٤- عرض القائمة على (١٠) من المحكمين والخبراء فى مناهج وطرق تدريس الرياضيات
٥- اجراء التعديلات بناء على آراء المحكمين
٦- وضع قائمة مهارات التفكير الجبرى المطلوبة فى صورتها النهائية.

للاجابة على التساؤل الثانى الذى ينص على: " ما أثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى ؟" تم اتباع الاجراءات التالية:

تم اعداد **المواد التعليمية:**

١- دليل المعلم ، ويحتوى شرح طريقة تدريس وحدة الجبر (الدوال ورسم المنحنيات)باستخدام التطبيق الرياضى Desmos
٢- كتاب التلميذ، ويحتوى على الأنشطة والتدريبات لوحدة الجبر(الدوال ورسم المنحنيات) باستخدام التطبيق الرياضى Desmos

أولا: اعداد دليل للمعلم:

تم اجراء الخطوات التالية لاعداد دليل المعلم:

اشتمل دليل المعلم على مقدمة الدليل على أهداف دليل المعلم ، واسس اعداد دليل المعلم ، وأبعاد مهارات التفكير الجبرى ، وتمثيل الدوال ومؤشراتها، والخطة الزمنية لتدريس الوحدة، والأهداف العامة للوحدة، والمواد والوسائل ، وضبط وتحكيم الوحدة باستخدام التطبيق الرياضى Desmos والأنشطة التعليمية بالوحدة ، واساليب التهيئة، واستراتيجيات التعليم والتعلم،وأساليب وأدوات تصميم وحدة الجبرباستخدام التطبيق الرياضى Desmos وادوات التقويم ويوضح للمعلم فى هذا الجزء خطوات السير فى دروس وحدة الجبر (الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) ويتضمن كل درس النقاط الأتية:

١- نظرة عامة على الدرس وما سيتعلمه التلاميذ
٢- أهداف التعلم للدرس
٣- المفردات الأساسية للدرس
٤- التهيئة
٥- المواد ومصادر التعلم المستخدمة
٦- الاستراتيجيات المستخدمة فى التدريس

استخدمت الباحثة استراتيجيات متعددة فى تدريس وحدة الجبر(الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات) مثل التعلم التعاوينى واستراتيجية العصف الذهنى ، والتعلم بالاكتشاف ، وحل المشكلات، وفكر -زاوج- شارك .

٧- مهارات التفكير وتمثيل الدوال المستهدف تنميتها فى الدرس
٨- محتوى الدرس(الأنشطة المنهجية والأنشطة الاثرائية) الخاصة بالدرس
٩- تقويم الدرس

واعتمدت الباحثة على ٣ خطوات رئيسية في عرض أنشطة كل درس من دروس وجدة الجبر (الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) بعد الاطلاع على دليل معلم الرياضيات الذي اصدرته وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية، والمتاح على منصة بنك المعرفة المصري(ديسكفري) وهذه الخطوات هي:

جدول (١) خطوات عرض أنشطة دروس الوحدة
فى دليل المعلم

النشاط	وصف النشاط	مدة النشاط
اربط	خلال هذ النشاط يكون الطلاب روابط بين ما تعلموه مسبقا وما سيتعلمونه فى جزئية "تعلم" ويناقشون المفاهيم الرياضية . وقد يتعرف التلاميذ مسائل رياضية ممتعة من العلم الواقعى تحفزهم لتعلم مهارة أو مفهوم جديد	١٠-١٥ دقيقة
تعلم	خلال هذا النشاط يتعلم الطلاب ويطبقون مهارات التفكير الجبرى ومفاهيم الرياضيات المختلفة . يشارك التلاميذ فى الاستكشاف والتجريب وحل المسائل والمناقشة لاستيعاب وتطبيق المهارات والمفاهيم الجديدة والربط بما تعلموه سابقا ، يتعلم التفكير والحل مثل عالم الرياضيات والمثابرة فى تطوير الفهم التأسيسى للمهارات والمفاهيم الصعبة باستخدام التطبيق الرياضى Desmos	٣٠-٤٠ دقيقة
تأمل	خلال هذا النشاط يطور الطلاب قدرتهم على التعبير عن أفكار الرياضيات بالتحدث عما اكتشفوه فى الدرس ، وذلك باستخدام مفردات الرياضيات ، وطرح الأسئلة لفهم أنشطة التعلم ، وتوضيح المفاهيم الخطا ، وتعلم رؤية الأشياء من منظور التلاميذ	٥-١٠ دقيقة

بعد الانتهاء من اعداد دليل المعلم لتدريس وحدة الجبر(الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات) تم ضبط الدليل عن طريق عرضة على مجموعة من السادة المحكمين من أساتذة مناهج وطرق تدريس الرياضيات بلغ عددهم (١٠) محكما للاسترشاد بآرائهم حول الدليل وقد أثنى معظم السادة المحكمين بالجهد المبذول فى الدليل خاصة من حيث توافقه مع دليل المعلم (ديسكفرى) الذى أقرته وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية

ثانيا :إعداد دليل الطالب:

تم اعداد دليل الطالب فى وحدة الجبر(الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات) المقررة على طلاب الصف الثانى الثانوى بالفصل الدراسى الأول عام ٢٠٢٢-٢٠٢٣ ، حيث تم إعادة صياغة وحدة الجبر باضافة الأنشطة الاثرائية للوحدة المعتمدة على استخدام التطبيق الرياضى Desmos داخل كل درس وتضمن دليل الطالب عدد(١٢) درس ، موضوع الدرس ، نواتج التعلم المستهدفة، والمصطلحات الأساسية، التطبيق الرياضىdesmos بكل درس وعرض الدرس ويتضمن (التمهيد للدرس – أمثله-

وتدريبات وأنشطة الدرس- التقويم النهائى للدرس- الواجب المنزلى- روابط المواقع الالكترونية – الرسومات البيانية باستخدام برنامج Desmos) وبعد الانتهاء من اعداد الصورة الأولية لدليل الطالب فى وحدة الجبر(الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) تم عرضها على مجموعة من المحكمين وعددهم (١٠) من السادة المحكمين فى مجال المناهج وطرق التدريس

ثالثا :اعداد اختبار مهارات التفكير الجبرى:

تم اعداد اختبار التفكير الجبرى واشتمل على الخطوات التالية:

أ- **هدف الاختبار** : أن يكون الطالب قادرا على أداء مهارات التفكير الجبرى من خلال تنفيذ مؤشرات قياس كل منهما فى منهج وحدة الجبر (الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات)

ب- **مهارات التفكير الجبرى:** حددت أبعاد اختبار مهارات التفكير الجبرى فى ضوء مهارات التفكير الجبرى وفى ضوء قائمة مؤشرات قياس الأداء لكل مهارة، التى سبق تحديدها من قبل الباحثة وتكون اختبار التفكير الجبرى من ستة مهارات ، وهى:

جدول (٢) اختبار مهارات التفكير الجبرى

مهارات التفكير الجبرى	عدد المؤشرات	الوزن النسبى
التعرف على الأنماط الرياضية	٦	%٢٠,٧
تمثيل العلاقات الجبرية	٥	%١٧,٢
بناء التعميمات الجبري	٤	%١٣,٨
تحليل طرق تغير الأشياء	٤	%١٣,٨
استخدام الرموزالجبرية بكفاءة	٧	%٢٤,١
تطبيق الجبر فى حل المشكلات	٣	%١٠,٣
المجموع	٢٩	%١٠٠

جدول مواصفات الاختبار:

اعد جدول مواصفات اختبار مهارات التفكير الجبرى بعد حساب الوزن النسبى للموضوعات ، ودرجة الأهمية لمهارات التفكير الجبرى ، تم حساب عدد الأسئلة على كل درس من دروس الوحدة باستخدام المعادلة التالية : عدد الأسئلة = الوزن النسبى لأهمية الموضوع x الوزن النسبى للبعد x العدد الكلى لأسئلة الاختبار . وتم تجميع بيانات جدول المواصفات لاختبار مهارات التفكير الجبرى:

ويتضح أن اجمالى عدد أسئلة اختبار مهارات التفكير الجبرى(٢٩) سؤال ، موزعة على دروس الوحدة طبقا لدرجة الأهمية لكل موضوع ، والوزن النسبى لكل مهارة من مهارات التفكير الجبرى ويلاحظ أن أكبر عدد أسئلة كانت للدروس (٢-١)،(٥-١) بـ ٦. أسئلة لكل درس بينما كان عدد أسئلة باقى الدروس ٣سؤال لكل درس ، ويتضح أيضا أن عدد أسئلة كل مهارة رئيسية يتناسب مع عدد مؤشرات أدائها

تحديد نوع أسئلة الاختبار:

حددت أسئلة اختبار مهارات التفكير الجبرى من النوع الاختيار من متعدد نظرا لمزاياة المتعددة ، فهو من الأسئلة الموضوعية التى يمكن الثقة بنتائجها لأنها تقرر درجة التلميذ بموضوعية كاملة دون تدخل من ذاتية المصحح لذلك هى أكثر صدقا وثباتا ، ويمكن تحليل نتائجها بسهولة بالاضافة إلى أنها تدفع التلميذ الى التفكير الدقيق قبل اختيار الاجابة.

تحديد طريقة تصحيح الاختبار:

حددت طريقة التصحيح باعطاء درجة واحدة لكل اجابة صحيحة ، والدرجة العظمى لاختبار مهارات التفكير الجبرى هى (٢٩) درجة

صدق الاختبار:

عرضت الباحثة اختبار مهارات التفكير الجبرى فى صورته الأولية على عدد (١٠) من السادة المحكمين فى مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات ، بهدف التأكد من صدق الاختبار كأداة لقياس مهارات التفكير الجبرى فى وحدة الجبر(الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) بالصف الثانى الثانوى وذلك لابداء الرأى حول مفردات الاختبار من حيث دقة صياغة السؤال ومدى صحة بدائل السؤال ومناسبة السؤال لمؤشر المهارة المحدد.

الصدق الداخلى للاختبار:

تم حساب معامل ارتباط اختبار مهارات التفكير الجبرى باستخدام (بيرسون) ، باستخدام حزمة البرامج الاحصائية (SPSS- 25) وقد وجد أن معاملات الارتباط لمهارات التفكير كما بالجدول التالى:

جدول (٣) حساب ثبات اختبار مهارات التفكير الجبرى

المهارة	الأنماط الرياضية	تمثيل العلاقات الجبرية	بناء التعميمات الجبرية	تحليل طرق تغير الأشياء	استخدام الرموز الجبرية	تطبيق الجبر فى حل المشكلات
عدد الأسئلة	٦	٥	٤	٤	٧	٣
معامل الارتباط	٠,٧٨٦	٠,٥٣٩	٠,٥١٦	٠,٦٧٢	٠,٦٢٧	٠,٦٠٦

يتضح من الجدول السابق أن قيم معاملات الارتباط موجبة بين كل عبارة من مهارات اختبار التفكير الجبرى وبين الدرجة الكلية للاختبار

حساب ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات اختبار مهارات التفكير الجبرى باستخدام طريقة (ألفا كرونباخ) ، باستخدام حزمة البرامج الاحصائية (SPSS- 25) وقد وجد أن معاملات الثبات لمهارات التفكير كما بالجدول التالى:

جدول (٤) حساب ثبات اختبار مهارات التفكير الجبرى

المهارة	الأنماط الرياضية	تمثيل العلاقات الجبرية	بناء التعميمات الجبرية	تحليل طرق تغير الأشياء	استخدام الرموز الجبرية	تطبيق الجبر فى حل المشكلات	الدرجة الكلية للاختبار
عدد الأسئلة	٦	٥	٤	٤	٧	٣	٢٩
معامل الثبات	٠,٥٣١	٠,٧٥٠	٠,٦٥٨	٠,٦٥٩	٠,٨٨٣	٠,٦٤٨	٠,٨٤٧

ويتضح من الجدول السابق ان معاملات ثبات اختبار مهارات التفكير الجبرى والاختبار ككل مرتفعة مما يدل على ثبات الاختبار وصالحيته للتطبيق.

حساب معاملات السهولة والصعوبة:

يمثل معامل صعوبة المفردة نسبة عدد الاجابات الخاطئة الى مجموع عدد الاجابات الصائبة ، والخاطئة لكل مفردة ، وتم حساب معامل السهولة من المعادلة التالية:

معامل السهولة= ا- (معامل الصعوبة) واتضح أن معاملات السهولة والصعوبة لمفردات الاختيار تقع فى الفترة[0.66,0.30] ، وبذلك تصبح جميع مفردات اختبار التفكير الجبرى مناسبة من حيث السهولة والصعوبة.

حساب معامل التمييز:

يعبر معامل التمييز عن درجة تمييز المفردة بين الطالب القوى والطالب الضعيف ، وتم حساب معاملات التمييز لمفردات اختبار مهارات التفكير الجبرى واتضح أن معاملات التمييز وقعت فى الفترة [0.25, 0.75]

وبذلك تصبح جميع مفردات اختبار مهارات التفكير الجبرى مناسبة من حيث التمييز

تحديد زمن الاختبار:

تم حساب الزمن لأداء اختبار التفكير الجبرى بعد تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية المكونة من (٤٠) طالب من طلاب الصف الثانى االثانوى وقد وجد أن الزمن المناسب للاجابة على الاختبار هو (٤٥) دقيقة وباضافة ٥ دقائق للتعليمات فأصبح الزمن النهائى للاختبار هو ٥٠ دقيقة.

رابعا : مرحلة التجريب لوحدة الجبر (الدوال الجبرية ورسم المنحنيات) باستخدام التطبيق الرياضىDesmos :

وتشمل:

اختيار عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث من طلاب الصف الثانى الثانوى بمدرسة اللوزى الثانوية للبنات بادارة دمياط التعليمية وتم اختيار فصلين عشوائيين من فصول المدرسة وتقسيمهم الى

مجموعتين الأولى تجريبية عددها (٢٤) طالبة تدرس البرنامج باستخدام تطبيق Desmos ، والثانية ضابطة عددها (٢٢) طالبة ، وتدرس بالطريقة المعتاذه مع مراعاة التكافؤ بين المجموعتين فى المستوى التحصيلى، وايضا من حيث الجنس ، والمستوى الاقتصادى والاجتماعى قبل بدء التجربة

التصميم شبة التجريبى للبحث:

جدول (٥) التصميم شبة التجريبى للبحث الحالى

المجموعة	الاختبار القبلى	المعالجة التجريبة	الاختبار البعدى
التجريبية	- اختبار التفكير الجبرى	تدريس وحدة الجبر (الدوال ورسم المنحنيات باستخدام التطبيق الرياضى Desmos	- اختبار التفكير الجبرى
الضابطة	- اختبار التفكير الجبرى	التدريس بالطريقة المعتادة	- اختبار التفكير الجبرى

التكافوء بين المجموعتين:

تم اختيار مجموعتى البحث بعد التأكد من أن أعمال الطلاب متقاربة وتم الحصول على العمر الزمنى لكل طالب من واقع السجلات الرسمية بمدرسة (اللوزى الثانوية للبنات) ، وتم استخدام اختبار مان ويتنى " (Mann- Whitney) اللابراميترى للمقارنة بين مجموعتين مستقلتين ، لحساب الدلالة الاحصائية للفرق بين متوسطى أعمار طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة ، بدلا من اختبار " ت" (t- test) لصغر حجم العينتين ، وذلك بعد تحويل الأعمار السنوية الى مقابلاتها الشهرية صلاح مراد (٢٠٠٠، ٢٧٣) ، ويبين الجدول التالى نتائج ذلك.

جدول (6) نتائج اختبار مان ويتنى "(Mann- Whitney)
دلالة الفرق بين متوسطى رتب أعمار تلاميذ مجموعة البحث

المتغير	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة U	قيمة W	قيمة Z	مستوى الدلالة
العمر بالشهور	التجريبية	٢٤	٢٥,١٩	٦٠٤,٥	٢٢٣,٥	٤٧٦,٥	-٠,٨٩	غير دالة
	الضابطة	٢٢	٢١,٦٦	٤٧٦,٥				

يتضح من الجدول السابق أن قيمة (z) الجدولية عند مستوى (٠,٠٥) أكبر من قيمة (Z) المحسوبة على أنها غير دالة احصائيا بين متوسطى أعمار تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة ، مما يشير الى تكافوء المجموعتين من حيث العمر الزمنى

التطبيق القبلى للأداة:

تم تطبيق أداة قياس مهارات التفكير قبليا على مجموعتى البحث (التجريبية ، الضابطة) يوم ٣-١٠-٢٠٢٢ م للتأكد من تكافؤ مجموعتى البحث (التجريبية- الضابطة) فى مهارات التفكير الجبرى ، وعند التطبيق تم مراعاة أن يتم قراءة تعليمات الاختبار على

التلاميذ وتوضيح كيفية الاجابة على الاختبار، وتم تصحيح الاختبار ورصد الدرجات ، وتم اعتبار الدرجات التى حصل عليها الطلاب مقياسا لمستوى تمكن الطلاب فى مهارات التفكير الجبرى وذلك تمهيدا للمعالجة الاحصائية لنتائج البحث .

التجريب على مجموعتى البحث:

تحديد فترة التجريب: تم تجريب وحدة الجبر (الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) باستخدام التطبيق الرياضىDesmos ، بحيث تكون فترة البرنامج مكونة من ٨ أسابيع بواقع حصتين أسبوعيا يتخللها مراجعة وامتحان الشهر وزمن الحصة الواحدة ٤٠ دقيقة قبل البدء فى التدريس المجموعة التجريبة ، قامت الباحثة باعداد دليل المعلم على النحو المذكور سابقا وطباعته، وقامت باعداد وتجهيز وطباعة كتاب التلميذ عدد (٢٤) نسخة والذى يمثل وحدة الجبر (الدوال الحقيقية) بعد اعادة صياغتها باستخدام تطبيق برنامج Desmos ، وتم توزيع النسخ على طلاب المجموعة التجريبة ، وتم تجهيز حجرة الدراسة وتقسيم التلاميذ فى مجموعات وسارت الباحثة فى التدريس وفقا لدليل المعلم، وبدأ التدريس للمجموعة التجريبية كما هو موضح بالخطة الزمنية التى سبق الاشارة اليها.

وتم تجهيز السبورة الذكية وتوصيلها بالانترنت وتحميل التطبيق الرياضى Desmos عليها وذلك لاستخدامها فى شرح موضوعات وحدة الجبر(الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات) وعرض بعض مواقع بنك المعرفة ديسكفرى لعرض تمارين مختلفة على وحدة الجبر.

وبالنسبة للمجموعة الضابطة قامت الباحثة بشرح وحدة الجبر(الدوال الحقيقة ورسم المنحنيات) كما هى بالكتاب المدرسى المقرر من وزارة التربية والتعليم المصرية دون تعديل وبالطريقة المعتادة فى المدارس وبدأ تدريس الوحدة فى نفس الوقت الذى بدأ فية التدريس للمجموعة التجريبية ، واعتمدت المعلمة على الأدوات المتاحة مثل السبورة الذكية والكتاب المدرسة من بنك المعرفة ، واستغرق نفس عدد الحصص التى استغرقته المجموعة التجريبة

التطبيق البعدى للأداة: بعد الانتهاء من التدريس لمجموعتى البحث (التجريبية- الضابطة) تم تطبيق أداة قياس البحث فى اختبار مهارات التفكير الجبرى بعديا على طلاب مجموعتى البحث يوم ٢٧-١١-٢٠٢٢ م ، وتم رصد النتائج ، وذلك بهدف التعرف على أثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى ومقارنة نتائج المجموعة التجريبية بنتائج المجموعة الضابطة.

تصحيح اختبار التفكير الجبرى.

رصد النتائج ومعالجتها احصائياً.

الاطار النظرى والدراسات السابقة للبحث:

تقوم الرياضيات المدرسية على تنظيم الخبرات التعليمية التاتجة من الرياضيات كعلم فى تنظيم بدعم بناء منهج فى التفكير لدى التلاميذ، يعتمد فى الأساس على مهارات التفكير المنطقى والذى يرتبط بمهارتين رئيسيتين: التجريدات Abstractions والتعميمات Generalizations وترتبط كل منها بمجموعة من المهارات بحسب مجالات الرياضيات والمتمثلة فى الأعداد والعمليات عليها، والهندسة والقياس ، والجبر ، والاحصاء، والاحتمال، والتى تتطور بتطور المرحلة العمرية للتلميذ من رياض الأطفال حتى نهاية المرحلة الثانوية (Nazan, Ali , 2011:2476-)

واشارت دراسة أورموند (Omond, 2012,14) الى أن تنمية مهارات التفكير الجبرى تعتمد على الانتقال من تدريس الحساب الى تدريس الجبر، فالطالب فى الحساب يقوم باجراء عمليات حسابية لايجاد نواتجها، فى حين أن الجبر يجب على الطالب بناء هذه العمليات بنفسه باستخدام الرموز والمتغيرات، لذا يجب عند انتقاء استراتيجيات تدريس الجبر ضرورة التركيز على مجموعة من المعايير أهمها: استخدام التمتيلات اللفطية / الرمزية ، واستخدام التمثيل البصرى، والربط بين اللغة اللفظية واللغة الرمزية، هذه المعايير تسهم فى بناء المعرفة الجبرية بصورة صحيحة لدى الطلاب.

ويوضح كل من ماجيرا وكيبوم وموير .(Magierra, Kiebboom,& Moyer 2013:94) أن التفكير الجبرى عادات ذهنية تبنى طرقا فى التفكير حول المحتوى الرياضى فى مجال الجبر خاصة فى المواقف الكمية والتى تجعل العلاقات بين المتغيرات واضحة ومحددة، وفى هذا السياق فان التفكير الجبرى يتخذ مسارين ، الأول : القدرة على التفكير فى الكميات غير المعروفة بطرائق معروفة ، والثانى : هو بناء معنى للرموز والعمليات باستخدام الخبرات الرياضية السابقة فى مجال الحساب، واكدت الدراسة امكانية تنمية التفكير الجبرى من خلال تصميم أنشطة التمثيلات الرياضية تعزز الطلاب فى التعرف على الأنماط وتحليلها، وتحليل العلاقات وتمثيلها، وبناء الحجج التفسيرات الرياضيات.

ويرتبط تدريس الجبر باستيعاب المعلم والطلاب لطبيعته الرمزية ، حيث ينتقل الطالب الى دراسة مستويات أعلى فى لغة الرياضيات، اكثر من رموز الأعداد والأشكال الهندسية، الى دراسة الرياضيات ككل والجبر كأحد مجالاتها باعتبارها لغة بصرية تتكون من مجموعة من الرموز ، يتم استخدامها فى تفسير العلاقات ، واستنتاج القوانين والنظريات والمسلمات ، وتنمية العديد من المهارات والعمليات داخل الاطار الرمزى (الرفاعى ،٢٠١٧، ٣٥٢).

وتعد تنمية مهارات التفكير الجبرى أحد أهداف تعلم الرياضيات بصفة عامة ، والهدف الرئيسى من تعلم الجبر على وجه الخصوص، ومقياسا رئيسيا لتمكن الطالب من المحتوى الرياضى، حيث ركزت وثائق معايير المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية (National Council of Teachers of Mathematics:NCTM) فى أعوام ١٩٨٩م،٢٠٠٠، على تنمية مهارات التفكير الجبرى بداية من المراحل المبكرة ، بداية من رياض الأطفال وحتى الصف الثامن فالأطفال الصغار يفهمون الأنماط ويمثلون العلاقات من خلال النمذجة أو يرسمون صور كما يحللون التغير، وهذا يمثل بداية الانتقال الى التفكير الجبرى ، ويقصد بمهارات التفكير الجبرى تمكن الطالب من استخدام النماذج والتمثيلات الرياضية فى استيعاب الحقائق واستنتاج الخصائص والعلاقات الرياضية ، واستخدام الأنماط والعلاقات فى تحليل المواقف ، وبناء تخمينات رياضية والتحقق منها، واستخدام أنماط مختلفة من اساليب التفكيروالبرهان، وتقدير قوة الرياضيات فى تنمية التفكير(الخطيب ،٢٠١٧، ٤١٠).

ونظرا لذلك قام انوموتو(Enomoto , 2014) بدراسة هدفت الى تقييم مستوى تلاميذ الصف التاسع بالمدارس اليابانية فى مهارات التفكير الجبرى ، وتكونت عينة الدراسة من (١٥٤) تلميذا وتلميذة، وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود تدنى فى مستوى التلاميذ فى بعض مهارات التفكير الجبرى خاصة فى موضوعات(المعادلة الخطية، والعلاقة ، والدالة الخطية) وتزداد مشكلات التلاميذ فى حل معادلة خطية فى مجهولين ، وتظهر المشكلات واضحة فى المسائل اللفظية وكيفية تحويلها من صيغة لفظية الى صيغة رمزية بكتابة معادلة أوعلاقة رياضية محددة ، والتمييز بين المجاهيل غير المعلومة، وتحويلها الى متغيرات جبرية يمكن تحديد قيمها بفترات على خط الأعداد، كما لوحظ صعوبة دراسة المعادلة الخطية من خلال مجموعة من الاحداثيات الكارتيزية المعطاه.

مفهوم التفكير الجبرى:

يوضح كل من عبد الفتاح شموط ،و على الزغبى، وغازى الواقة (٢٠١٨، ٤٦٥) أن الاهتمام بتنمية التفكير الجبرى بدأ أثناء صدور وثائق معايير تعليم الرياضيات فى عام ١٩٨٩م من قبل المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية، والذى ركز على تنميته منذ مراحل مبكرة ، ويعرف التفكير الجبرى بقدرة الطالب على استيعاب الأنماط والعلاقات والمعادلات ، وتمثيل وتحليل المواقف باستخدام الرموز والعلاقات الرياضية ، وبصفة عامة تركزت تعريفات التفكير الجبرى فى الدراسات بعد صدور الوثائق حول ثلاثة مهارات اساسية:

١- استخدام العلاقات والرموز الجبرية: وترتبط باستخدام الرموز فى التعبير عن المتغيرات والمقادير الجبرية والعلاقات ، وتمييز العلاقات والمعادلات والدوال

٢- استخدام الأنماط الرياضية ، وترتبط بوصف قاعدة النمط، او تكوين انماط أو استخدام الأنماط فى تفسير العلاقات ، وحل المسائل الرياضية.
٣- استخدام التمثيلات الرياضية ، وتشمل استخدام التمثيلات فى التعبير عن الانماط والعلاقات ، وتوصيفها، وترجمة المسائل الرياضية لحلها.

يعرف التفكير الجبرى على أنه : نوع من أنواع التفكير الرياضى ضمن اطار جبرى أو نشاط عقلى يقوم به كل من المعلم والطالب من خلال ممارسة ثلاثة أدوات للتفكير هى : مهارات حل المشكلة، مهارات التمثيل ، ومهارات التفكير (شحاتة،٢٠١٢ ، ٢٠١).

كما يعرف على أنه قدرة تلاميذ الصف الأول الاعدادى على استخدام مهارات :استخدام الرموز والعلاقات الجبرية، مهارات التمثيل المتعدد،مهارة الاستدلال، مهارات حل المعادلات الجبرية، مهارة حل المشكلات الجبرية فى تحليل المواقف والتراكيب الرياضية، ويستدل عليه من الدرجة التى يحصل عليه التلميذ فى اختبار التفكير الجبرى المعد لهذا الغرض.

واشار مانلى وجنسبيرج (Manly &Ginsburg, 2010, 5) أن التفكير الجبرى يشمل على مايلى:

١- البحث عن بينية والبحث عن الأنماط لفهم الموقف وادراك معانيها
٢- تعميم ما وراء المحدد(المخصص) باستخدام الرموز للكميات المتغيرة
٣- تمثيل العلاقات بطريقة منتظمة بجداول ورسوم بيانية ومعادلات
٤- الاستدلال المنطقى لمعالجة أو حل المشكلات

فى حين عرفه كل من جورج، وبوكر ، وويل (George Booker, Will, 2010,411) بكونه قدرات التلميذ فى اكتشاف وبناء علاقات رياضية كمدخل لتمثيل العلاقات الكمية غير المعروفة وتوظيف الخوارزميات المناسبة لاستنتاج علاقات كمية معروفة، ويرتبط التفكير الجبرى بمجموعة من المهارات أهمها: تمثيل المفاهيم الجبرية، ووصف وتمثيل واستنتاج العلاقات الرياضية، والمرونة فى العمليات الحسابية والاستدلال الجبرى.

مكونات التفكير الجبرى:

قد حدد ماجيرا وأخرون (Magiera et. Al, 2013,95) مكونات التفكير الجبرى بما يلى:

١- تنظيم المعلومات: وتعنى القدرة على ترتيب المعلومات بطريقة مفيدة من أجل اكتشاف الأنماط والعلاقات والقواعد.
٢- التنبؤ بالأنماط: وتعنى القدرة على اكتشاف وفهم الانتظامية فى موقف معطى.

٣- تحليل المعلومات: وتعنى القدرة على البحث عن أجزاء مكررة تكشف كيف يعمل النمط
٤- اجراء التمثيلات المختلفة : وتعنى التفكير فى تمثيلات مختلفة للمسألة والقيام بها بغرض كشف المعلومات المختلفة فيها.
٥- وصف قاعدة. وتعنى القدرة على وصف خطوات اجراء معين بشكل متكرر دون مدخلات محددة
٦- وصف التغير: ويقصد به القدرة على وصف التغير فى عملية أو علاقة.
٧- تبرير قاعدة : ويقصد به القدرة على تبرير كيف تعمل القاعدة مع أى عدد.

مهارات التفكير الجبرى:

اهتمت العديد من الدراسات بمهارات التفكير الجبرى الواجب توافرها فى تلميذ المراحل التعليمية المختلفة فقد أشار خالد المعلم وسعيد المنوفى (٢٠١٧، ١٤٩) الى ان مهارات التفكير الجبرى تشمل مايلى:

- ادراك الأنماط
- تمثيل العلاقات والدوال الجبرية
- فهم واستخدام المتغيرات والبنى الجبرية
- الاستدلال المنطقى لحل المشكلات الجبرية

كما قام ناصر عبيدة (٢٠١٦) بدراسة استهدفت تقصى أثر استخدام التمثيلات الرياضية على تنمية مهارات التفكير الجبرى والمهارات الخوارزمية وحل المسائل الجبرية لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية واشارت الدراسة الى امكانية تنمية مهارات التفكير الجبرى التى تم تحديدها كالتالى:

- استيعاب الأنماط الرياضية
- استخدام الرموز الجبرية
- استخدام التمثيلات الرياضية
- وصف العلاقات الرياضية

كما توصل محمد أمين (٢٠٢١) الى استخدام التعلم السريع لتدريس الرياضيات فى التحصيل وتنمية التفكير الجبرى والدافعية للانجاز لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادى واضحت الدراسة مهارات التفكير الجبرى وهى كالتالى:

- مهارة استخدام الرموز والعلاقات الجبرية
- مهارة التمثيل المتعدد
- مهارة الاستدلال
- مهارة حل المعادلات الجبرية
- مهارة حل المشكلات الجبرية

كما قام أيضا مانع الشهرى(٢٠٢٠) بدراسة فاعلية استراتيجية الاستقصاء التعاونى فى التحصيل وتنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب الصف الأول المتوسط وكانت مهارات التفكير الجبرى الثلاث كالتالى:

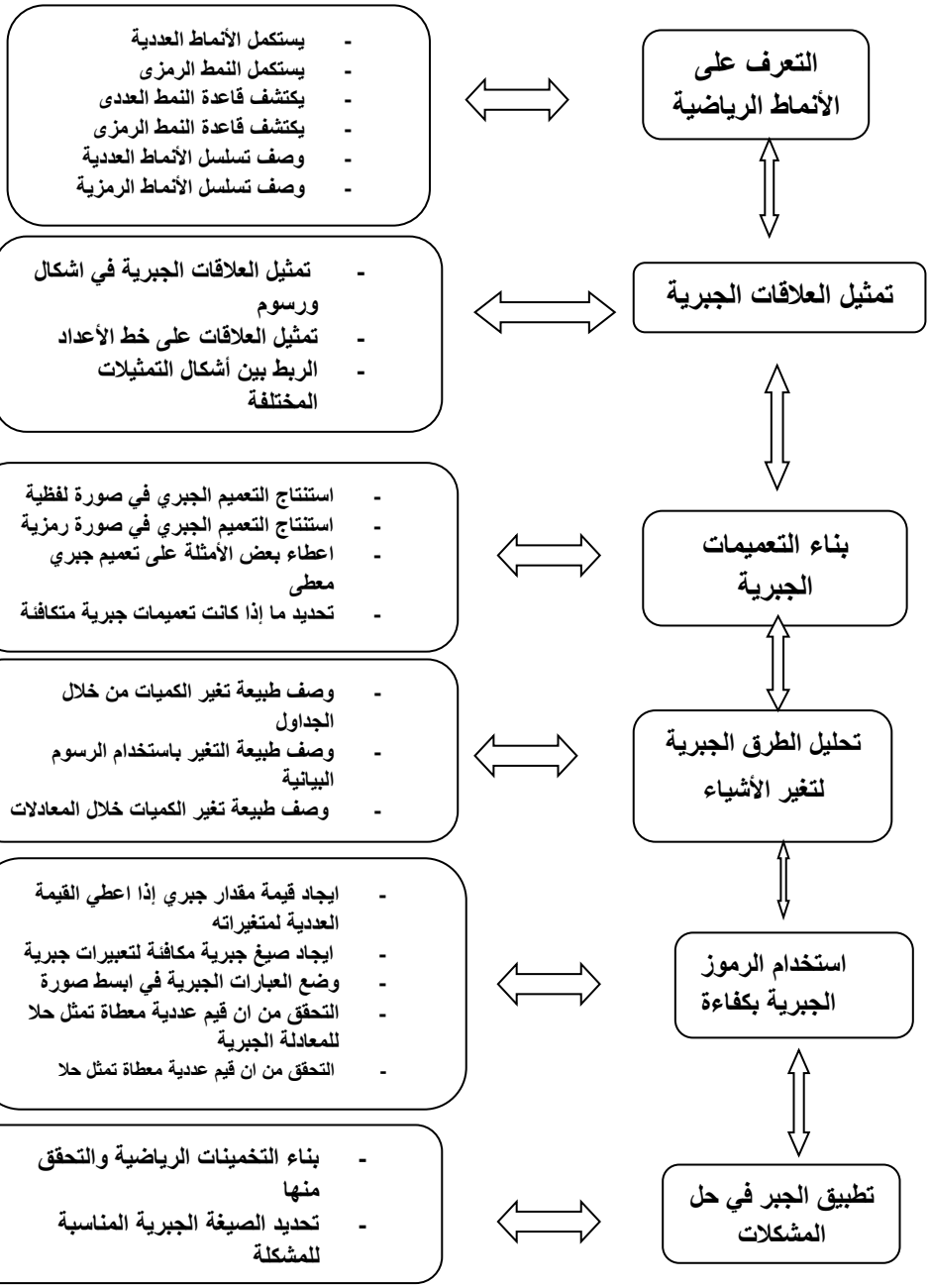
- استخدام الرموز الجبرية ، وذلك فى التعبير عن العلاقات والأنماط والمعادلات والدوال وترجمة المسائل الرياضية
- استخدام التمثيلات الرياضية، وذلك فى ترجمة عناصر المعرفة الرياضية فى مجال الجبر(المفاهيم الرئيسية والفرعية والمهارات العقلية والدالية والتعميمات الرياضية) بهدف تطوير عمليات استيعابها وتطبيقها.
- استخدام الأنماط الرياضية ، وتشمل وصف الأنماط المحددة واستنتاج قاعدتها، واكمال الأنماط وبناء أنماط رياضية جديدة.

التفكير الجبرى فى البحث الحالى:

بعد الاطلاع على الكتب والدراسات والبحوث التى تناولت مهارات التفكير الجبرى تبينت الباحثة أن مهارات التفكير الجبرى الواردة فى مبادىء ومعايير الرياضيات المدرسية NCTM (المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات ،٢٠٠٠) وهى كالتالى:

١- التعرف على الأنماط الرياضية.
٢- تمثيل العلاقات الجبرية.
٣- بناء التعميمات الجبرية.
٤- تحليل طرق تغير الأشياء.
٥- استخدام الرموز الجبرية بكفاءة.
٦- تطبيق الجبر فى حل المشكلات.

مهارات التفكير الجبرى ومؤشراتها الفرعية:



شكل(٢) مهارات التفكير الجبرى ومؤشراتها الفرعية فى البحث

تنمية التفكير الجبرى

قام إكرامي مرسال (٢٠١٦) بوضع استراتيجية تدريسية مقترحة في ضوء تصويب الأخطاء المفاهيمية ؛ بهدف تنمية مهارات التفكير الجبري لدى التلاميذ المتأخرين دراسيًا بالصف الثاني الاعدادي ، وطبقت الدراسة على عينتين تجريبية (٣٨) تلميذ وضابطة (٣٧) تلميذ لتحديد اثر المتغير المستقل (وحدة تدريسية) على المتغير التابع (التفكير الجبري)، و قد أشارت نتائج البحث إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي في اختبار التفكير الجبري لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

كما اظهرت دراسة ناصر عبيدة (٢٠١٦)التي أظهرت فاعلية التمثيلات الرياضية على تنمية مها ارت التفكير الجبري والمها ارت الخوارزمية وحل المسائل الجبرية لدى تلاميذ الصف الثانى الاعدادى، وطبقت الدراسة على عينتين تجريبية (١٣١) تلميذ وضابطة (١٢٧) تلميذ لتحديد اثر المتغير المستقل البرنامج المقترح باستخدام التمثيلات الرياضية على المتغير التابع (التفكير الجبري)، و قد أشارت نتائج البحث إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي في اختبار التفكير الجبري لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

واهتمت العديد من الدراسات بتنمية مهارات التفكير الجبري لدي التلاميذ باستخدام مداخل متعددة ؛ فقد استهدفت دراسة محمد أمين استخدام التعلم السريع لتدريس الرياضيات على التحصيل المعرفى وتنمية التفكير الجبرى والدافعية للانجاز لدى تلاميذ الصف الاول الاعدادى , وتكونت عينة البحث من (٩٠) تلميذة بالصف الأول الاعدادى موزعين على مجموعتين , أحداهما تجريبية قوامها (٤٥) تلميذة واستخدم معها التعلم السريع , والأخرى ضابطة قوامها (٤٥) تلميذة واستخدم معها الطريقة المعتادة مما ادى الى ووجود فرق ذى دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (٠,٠١) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية التى درست وحدة الأعداد والجبر باستخدام التعلم السريع ودرجات تلاميذ المجموعة الضابطة والتى درست وحدة الأعداد والجبر بالطريقة المعتادة فى التطبيق البعدى لمقياس الدافعية للإنجاز لصالح المجموعة التجريبية

كما قام مانع الشهرى (٢٠٢٠) بدراسة لبحث فاعلية استخدام استراتيجية الإستقصاء التعاوني لتدريس الجبر في تنمية التحصيل وتنمية مها ارت التفكير الجبري لدى طلاب الصف الأول متوسط. حيث تم إعداد دليل للمعلم لتدريس وحدة الجبر باستخدام استراتيجية الإستقصاء التعاوني .وتكونت عينة الدراسة من مجموعتين واستخدام الأنماط، واستخدام التمثيلات، تجريبية (٣٣) وضابطة (٢٩) ثم درست المجموعة

التجريبية وحدة الجبرباستراتيجية الاستقصاء التعاوني، ودرست المجموعة الضابطة الوحدة ذاتها بالاستراتيجيات المعتادة، وتم تطبيق الاختبارين على المجموعتين بعديا . وبينت نتائج الد ارسة وجود فروق ذات دالالة إحصائية عند مستوى(٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مها ارت التفكير الجبري بصفة عامة وفي كل مها ارته على حدة لصالح درجات طلاب المجموعة التجريبية،

ودراسة سامو (٢٠٠٩) Samo ,والتي استعرضت الرؤى المفاهيمية لطلاب المرحلة الثانوية نحو الجبر؛ وأُعطيت للطلاب مهام حول حس الرمز والتفكير الجبري ورؤاهم حول استخدام الحروف (استخدمت الرموز في الجبر كمجهول أو كتعميم أو كمتغير ....) والمعادلات والتعبيرات الجبرية، كما تضمنت المهام بعض المواقف التي تقيس فهم الحساب، وأشارت تلك الدراسة إلى وجود صعوبات ومفاهيم بديلة خاطئة لدى الطلاب في الجبر بسبب رؤاهم المفاهيمية غير الصحيحة تجاه بعض الموضوعات الجبرية، وأوصت بضرورة تدريس الجبر ورؤيته كلغة للتعبير عن العلاقات الرياضية المختلفة.

ويتميز التفكير الجبرى بكونه يقدم حجة رياضية من خلال لغة الرموز، فيجعلها أكثر صرامه ودقة ومنطقية وعمومية باستخدام المتغيرات الجبرية والعمليات عليها ويتجنب التفكير الجبرى الغموض فى تبرير الحجة الرياضية ، وهوبذلك يبرز أحد أهم سمات الرياضيات ، وهى الميل الى التجريد والتعميم, وأن عملية التحول من دراسة الحساب الى الجبر تبدأ من المرحلة الابتدائية بادخال مفاهيم جبرية بسيطة ، وتتجة تدريجيا الى المرحلة الاعدادية حيث يصبح الجبر والتفكير الجبرى هو المكون الرئيسى فى الرياضيات المدرسية (رضا عسر،٢٠٢١، ٢٧)

وحول استراتيجيات تدريس الجبر بغية تحسين مستوى التحصيل لطلاب الصف الثانى الثانوى وتنمية مهارات تمثيل الدوال والتفكير الجبرى استخدمت الباحثة التطبيق الرياضى Desmos لهذا الغرض حيث انه تطبيق رياضى يسهل استخدامه وامكانية تحملية على اللاب توب أو الموبايل ويتميز بسهولة الاستخدام ودقة النتائج

تطبيقات الحاسب الآلى فى التعليم:

يعد الحاسب الألى فى التعليم من الوسائل المهمة التى تساعد على تفعيل دور الطالب وزيادة تحصيلة لما يمتاز به من ميزات سهلت على المعلمين استخدامه فى العملية التعليمية كإحتوائة على برامج حاسب تنقل صورة تعليمية طبق الأصل عن الكتاب ، ويكون عرضها وتعلمها بطرق شيقة وأكثر متعة وسهولة مقارنة بالوسائل الاعتيادية ، ومن خلاله يتحقق التفاعل الايجابى بين الطلبة ، وتزيد ثقتهم بأنفسهم وتحفيزهم على الابداع وانتاج الأفضل . وتبرز خصائص الحاسب الآلى حسب اجابة الطالب . فبدلا

من اقتصار دوره على التلقى البحت ، أصبح بذلك مستنتجا للمعارف والمفاهيم والنظريات المختلفة (عفانة وآخرون ، ٢٠١١).

ومن الدراسات التى اهتمت باستخدام تطبيقات الحاسب الألى فى تدريس الرياضيات ، دراسة أحلام عنبوسى ، وجيه ضاهر ونمربياعة (٢٠١٢) حيث عرضوا امكانيات استخدام برنامج جيوجبرا فى صف الرياضيات ، وبشكل محدد قاموا بعرض خلفية نظرية عن برنامج جيوجيرا كأداة تربوية فى صف الرياضيات ، عارضين امكانيات البرنامج ، مبناه ، المصادر التكنولوجية التى تعتمد عليها ، بدايات هذا البرنامج وتاريخه واخيرا وصفوا فاعليات رياضية لمراحل مدرسية مختلفة يمكن للطالب من خلالها أن يكتشف علاقات رياضية مهمة وذلك عن طريق استخدام برنامج جيوجبرا.

كما اهتما الباحثان آدم ، وميلينبرج (Adam& Muilenburg , 2012) باسهام جيوجيبرا فى فهم الطلاب الرياضى وتعميق هذا الفهم ويصفان التكنولوجيا بأنها تدعم تعلم الطلاب بسبب امكانياتها البصرية وأداواتها التى تساعد الطلاب على اكتشاف العلاقات الرياضية ، ويضيف الباحثان أن برنامج جيوجبرا يمكن أن يكون أداه فى صفوف الرياضيات الثانوية كوسيلة لدعم تعلم الطلاب وتحسين تعلمهم

ومن الدراسات التى اهتمت باستخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تدريس الدوال ،دراسة دعاء زهير التى هدفت الى بيان أثر استخدام برنامج Desmos على التحصيل الدراسى فى الرياضيات، ومفهوم الذات الرياضى لدى طالبات الصف العاشر الأساسى فى محافظة طولكرم واوصت الباحثة الى عقد دورات تدريبية للمعلمين والطلاب على استخدام برنامج Desmos

وايضا اهتمت دراسة حميدة بنت أحمد (٢٠١٧) بفاعلية استخدام برنامج Desmos فى اكتساب مفاهيم الدوال لدى طلبة الصف العاشر ودافعيتهم نحو تعلم الرياضيات وتوصلت النتائج الى أهمية استخدام برنامج Desmos فى اكساب مفاهيم الدوال لديهم

شعار Desmos

التطبيق الرياضى Desmos

هو برنامج لرسم الدوال الرياضية (الدوال الخطية ،التربيعية، المثلثية ،اللوغاريتمية، دالة المطلق ، وبقية الدوال الرياضية الأخرى)، كما يمكن استخدامه لرسم القطوع المخروطية، يعمل على اجهزة الحاسوب والأجهزة الذكية من خلال الاتصال بالانترنت (on line) أوتحميلة على اجهزة التليفون المحمول واستخدامه بدون انترنت (off line) مما يهل استخدامه فى اى وقت .

وعلى الرغم من وجود العديد من برامج الرسم التي انتشرت مؤخراً بصورة كبيرة كالجيوجبرا GeoGebra)، والجراثماتيكا (Graphmatica) وراسم الاقترانات

وغيرها، إلا أنَّ التطبيق الرياضى ديسموس (Desmos) غير شائع الاستخدام، وحتى الدراسات البحثية لم تنصفه في العالم العربي مقارنة بالجيوجبرا مثلاً، رغم أنه يضاهي أضخم برامج الرسم، بل وربما يتغلب عليها أيضاً. ومن هنا انطلقت هذه الدراسة، التي جاءت لتسلّط الضوء على التطبيق الرياضى Desmos الذي لم يتناول من قبل كدراسة بحثية حسب اطلاع الباحثة علماً أنه يحظى بامتيازات خاصة تسهل العملية التعليمية. وسيتم التحدث لاحقاً عن الخصائص السلسة والبسيطة التي ينفرد بها دوناً عن غيره من التطبيقات الرياضية الأخرى، كما ويُعد التطبيق بمثابة تغذية راجعة للطلبة؛ إذ باستطاعة أي طالب استخدامه والتعلّم عليه بسهولة. وتتكون الواجهة الرئيسية فيه من خمسة أجزاء رئيسية (دعاء زهير ،ص٣١)

(١) الموقع الالكتروني (الرابط)، وهو : https://www.desmos.com/calculator

٢) شريط الأدوات : الذي يُمكن من خلال أدواته إنشاء حساب، وتسجيل الدخول لحساب أي مستخدم مُسجل سابقاً فيه، والوصول إلى رسوماته المخزنة مُسبقاً، واختيار اللغة المناسبة له وغيرها، وبملحق (٢) توضيح لكل أداة ودورها بالتفصيل

٣) نافذة الجبر: يتم فيها إدخال الرموز الرياضية كالنقاط أو الاقترانات أو المعادلات المختلفة.

٤) نافذة الرسم: يتم فيها التمثيل البياني لمدخلات نافذة الجبر .

(٥) الآلة الحاسبة : تقع في أسفل نافذة الجبر والرسم مباشرة، وهي متطورة جدا؛ إذ تحتوي على ثوابت ومتغيرات ورموز رياضية مختلفة، وتضم أكثر من ٥٠ اقتران، ويمكن الاستعانة بها لادخال الرموز الرياضية بنافذة الجبر ، عوضا عن لوحة مفاتيح الجهاز والشكل التالى يوضح شاشة برنامج Desmos

شكل (٣) يوضح شاشة التطبيق الرياضى Desmos

مميزات وأهداف التطبيق الرياضى Desmos:

١. رسم الدوال الخطية والتربيعية والمثلثية واللوغاريتمية ودالة الصحيح والمطلق وبقية الدوال الرياضية ورسم القطوع المخروطية بدقة وسرعة فائقة.
٢. تحديد منطقة الحل للمتباينات الخطية وكذلك لمتباينة واحدة أو أكثر لمتغير واحد أو متغيرين.
٣.إيجاد نقاط تقاطع منحنيين.
٤. إيجاد المساحة المحصورة تحت المنحنى
٥. يمكن من خلال البرنامج إدراج الرسومات البيانية في الاختبارات أو الدروس التي ينتجها المعلم أو المشاريع التي ينجزها الطالب.
٦. يسمح بحفظ أعمال المتعلم والمعلم في ملفات خاصة، ويستطيع الاحتفاظ بقدر كبير من المعادلات التى يحتاجها
٧. يمكن تثبيت البرنامج على الهواتف الذكية.
٨.يمكن استخدامة بدون انترنت عن طريق الهواتف المحمول
٩.يمكن استخدام لقطات شاشة بسهولة اوتخزينه ونقل الصور بسهوله

دور المتعلم في التطبيق الرياضى Desmos:

* يقوم المتعلم بتحميل البرنامج على جهازة من خلال اللينك او على التليفون المحمول من خلال تحميله من المتجر
* يكتب المتعلم المعادلات ويرسم ويتحقق من المعادلة من خلال الرسم ويتاكد من صحة الحل

يستطيع المتعلم ان يقارن عدة رسومات بعضها البعض

* يستطيع المتعلم ان يتعرف على انواع الدوال المختلفة جبريا وبيانيا بكل سهولة
*يمكن للمتعلم بعد إدراك العلاقات من عمل تعميمات رياضية يستنتجها من خلال الرسم.
* يدرج المتعلم الرسم بجوار المعادلة
* يستطيع تحميل الصورة فى ملف جديد مثلا كالورد
* يمكن ان يستخدم الوان مختلفة عند رسم دالتين حتى تظهر للاخرين ويدرك الفرق بينهم
* يمكن أن يشارك الرسم فى بعض المنتديات ومواقع التواصل الاجتماعى

نتائج البحث:

الاجابة عن التساؤل الأول للبحث:

نص التساؤل الأول للبحث على :" ما مهارات التفكير الجبرى التى يجب توافرها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى ؟" وتمت الاجابة عن هذا التساؤل من خلال اعداد قائمة بمهارات التفكير الجبرى التى يمكن تنميتها لدى تلاميذ الصف الثانى الثانوى ، وقد اشتملت القائمة النهائية لمهارات التفكير الجبرى على ستة مهارات رئيسية ، وتحت كل مهارة مجموعة من المهارات الفرعية حتى وصل عددها (٢٩) مهارة ، ويوضح الجدول التالى التكرارات والنسب المئوية لمهارات التفكير الجبرى

جدول (7) التكرارات والنسب المئوية لقائمة مهارات التفكير الجبرى ومؤشرات أدائها

مهارات التفكير الجبرى	عدد المؤشرات	الوزن النسبى
التعرف على الأنماط الرياضية	٦	%٢٠,٧
تمثيل العلاقات الجبرية	٥	%١٧,٢
بناء التعميمات الجبري	٤	%١٣,٨
تحليل طرق تغير الأشياء	٤	%١٣,٨
استخدام الرموزالجبرية بكفاءة	٧	%٢٤,١
تطبيق الجبر فى حل المشكلات	٣	%١٠,٣
المجموع	٢٩	%١٠٠

ويتضح من الجدول السابق والشكل السابق أن عدد مهارات التفكير الجبرى فى البحث الخالى هو ٦ مهارات رئيسية يتفرع منها ٢٩ مهارة فرعية ، وأن مهارة (استخدام الرموز الجبرية) تحتل النسبة الأكبر لمؤشرات الأداء (٢٤,١%) ، يليها مهارة التعرف

على الأنماط الرياضية بنسبة (٢٠,٧%) ، ثم مهارة تمثيل العلاقات الجبرية بنسبة (١٧,٢) ، ثم كل من مهارة بناء التعميمات الجبرية ومهارة تحليل طرق تغير الأشياء بنسبتين متساويتين (١٣,٨%) ، واخيرا مهارة تطبيق الجبر فى حل المشكلات الحياتية (١٠,٣%)

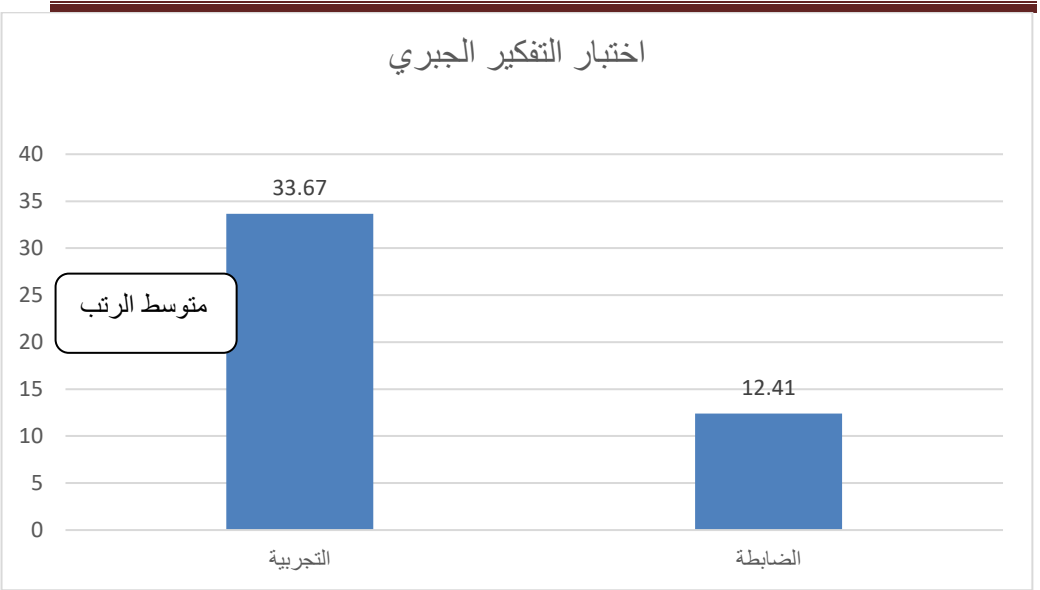
الاجابة عن التساؤل الثانى للبحث:

نص السوال الثانى للبحث على : ما أثر استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى ؟ ونص **الفرض الأول للبحث** على " يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب مجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى فى اختبار مهارات التفكير الجبرى لصالح االمجموعة التجريبية " ولاختبار صحة هذه الفرضية استخدم الباحث اختبار مان- ويتنى (Mann-Whitney Test) لمجموعتين مستقلتين بهدف قياس دلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى لمهارات التفكير الجبرى وجاءت النتائج كما فى الجدول التالى:

جدول (8) نتائج اختبار مان- ويتنى (Mann-Whitney Test) لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى

المتغير	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة U	قيمة W	قيمة Z	مستوى الدلالة
اختبار التفكير الجبرى (بعدى)	التجريبية	٢٤	٣٣,٦٧	٨٠٨	٢٠	٢٧٣	٥,٣٧٨-	دالة عند ٠,٠٥
	الضابطة	٢٢	١٢,٤١	٢٧٣				

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال احصائيا عند مستوى الدلالة (0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ مجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى لصالح المجموعة التجريبية : حيث كان متوسط رتب المجموعة التجريبية أكبر من متوسط رتب المجموعة الضابطة.



شكل (٤) نتائج اختبار مان- ويتنى (Mann-Whitney Test) لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى

اختبار الفرض الثانى للبحث:

نصت الفرضية الثانية للبحث على " يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ 0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى لصالح التطبيق البعدى " ولاختبار صحة هذه الفرضية استخدام الباحث اختبار ويلكوكسن (Wilcoxon) لدلالة الفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير الجبرى وتم حسابها باستخدام برنامج التحليل الاحصائى (Spss , 23) ، وجاءت النتائج كما فى الجدول التالى:

جدول (9) نتيجة اختبار ويلكوكسن (Wilcoxon)لدلالة فروق اختبار مهارات التفكير الجبرى القبلى والبعدى للمجموعة التجريبية

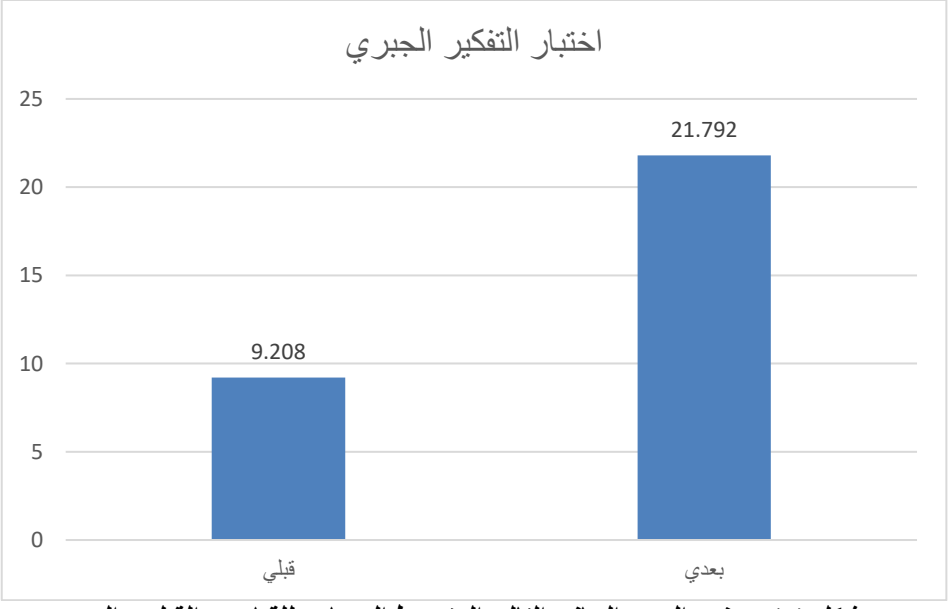
المتغير	نوع الرتب	عدد الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	قيمة Z المحسوبة	الدلالة الاحصائية
اختبار مهارات التفكير الجبرى	السالبة	٠	٠	٠	-٤,٢٩٦	دالة عند ٠,٠٥
	الموجبة	٢٤	٣٠٠	١٢,٥		
	المتساوية	٠	٠	٠		

السالبة: التفكير الجبرى (بعدى) < التفكير الجبرى (قبلى)

الموجبة: التفكير الجبرى (بعدى) > التفكير الجبرى (قبلى)

المتساوية: التفكير الجبرى (بعدى) = التفكير الجبرى (قبلى)

وتشير نتيجة الجدول السابق أن قيمة (Z) بلغت قيمة دالة على الفرق بين القياس القبلى والبعدى للمجموعة التجريبة فى اختبار مهارات التفكير الجبرى ويشير ذلك الى وجود فروق دالة احصائيا عندى مستوى الدلالة (٠,٠٥) بين متوسطى درجات المجموعة التجريبة فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير الجبرى وجاء هذا الفرق لصالح التطبيق البعدى ، ويوضح المخطط البيانى التالى الفروق الاحصائية بين القياسين القبلى والبعدى للمجموعة التجريبة فى اختبار مهارات التفكير الجبرى



شكل (٥) يوضح الرسم البيانى التالى المتوسط الحسابى للقياسين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير الجبرى

تفسير نتائج البحث:

اتضح من نتائج البحث أن تدريس وحدة الجبر (الدوال الحقيقية ورسم المنحنيات) باستخدام التطبيق الرياضىDesmos خلال منهج الجبر للصف الثانى الثانوى ادى الى تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى الطلاب.. وذلك تم التحقق من صحة الفروض التربوية للبحث . ويمكن تفسير تلك النتائج من خلال أن دراسة الدوال الحقيقية باستخدام التطبيق الرياضىDesmos ساعد الطلاب على اكتشاف العلاقات الجبرية وتمثيل الدوال الجبرية وفهم طرق التغير للأشياء والمتغيرات الرياضية ويسهم من تنوع طرق التفكير للطلاب واستخدامها فى حل المشكلات الرياضية وتشجيعهم على استخدام الطرق الجبرية فى حل المشكلات كما فى دراسة كلا من رضا عصر(٢٠٢١) ، دراسة ناصر عبيدة (٢٠١٦) من واقع الحياة وكذلك استخدام التطبيق الرياضى Desmos

يسهم فى ترتيب أفكار الطلاب واستخدام الرموز وينمى مهارة التمثيل البيانى لديهم كما فى دراسة كلا من حميدة بنت أحمد (٢٠١٧) ، دعاء زهير (٢٠١٧)

توصيات البحث:

١- وضع معايير لانتقاء موضوعات خاصة باستخدام التطبيق الرياضى Desmos لكل مرحلة دراسية على أن تراعى طبيعة وخصائص النمو العقلى لطلاب كل مرحلة دراسية

٢- اعداد برامج تدريبية لمعلمى الرياضيات على استخدام قواعد التطبيق الرياضى Desmos أثناء تدريس موضوعات الجبر بالمرحلة الثانوية

٣- حث معلمى الرياضيات ونشر الوعى بينهم على أهمية الاشارة الى بعض التطبيقات التكنولوجية الحديثة أثناء تدريسهم لموضوعات الجبر للمرحلة الثانوية

٤- استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى موضوعات الرياضيات المناسبة فى المرحلة الاعدادية

مقترحات البحث :

١- استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تدريس الرياضيات لطلاب المرحلة الاعدادية

٢- فاعلية استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية التفكير الهندسى لدى طلاب المرحلة الثانوية

٣- استخدام التطبيق الرياضى Desmos فى تنمية التمثيلات الرياضية لطلاب المرحلة الاعدادية

٤- تقييم مستويات الاداء التدريسى لمعلمى الرياضيات فى ضوء متطلبات تنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب المرحلة الثانوية

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

- أحلام عنبوسى، وجيه ضاهر، ونمر بياعة (٢٠١٢).جيوجيبرا فى صف الرياضيات، ***دار المنظومة***، ع ١٦.
- أحمد محمد الرجائى الرفاعى(٢٠١٧). استخدام نموذج فراير ومارزانو فى تنمية مفردات الجبر والتحصيل والاتجاة لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية ،***دراسات عربية فى التربية وعلم النفس:رابطة التربويين العرب***،٨٩، ٣٥١-٣٩١.
- أميرة منصور أحمد قنديل (٢٠١٧) .فعالية استخدام نموذج التفكير السابر في تدريس الرياضيات علي التحصيل وتنمية التفكير الجبري لدي تلاميذ الصف الثاني الإعدادي،***رسالة ماجستير***،كلية التربية،جامعة المنيا.
- أيمن أحمد حسن (٢٠١٥) فاعلية استراتيجية فورشتين في تنمية مهارات التفكير الجبري والميل نحو الجبر لتلاميذ ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالصف الأول الإعدادي،***رسالة ماجستير***،كلية التربية،جامعة حلوان.
- اكرامى محمد مرسال(٢٠١٦). استراتيجية تدريسية مقترحة فى ضوء تصويب الأخطاء المفاهيمية لتنمية التفكير الجبرى لدى التلاميذ المتأخرين دراسيا بالصف الثانى الاعدادى ، ***مجلة دراسات فى المناهج وطرق التدريس***، كلية التربية جامعة عين شمس (٢١٧).
- حميدة بنت أحمد بن عبدللة(٢٠١٧) .فاعلية برنامج Desmos فى اكتساب مفاهيم الدوال لدى طلبة الصف العاشر الأساسى ودافعيتهم نحو تعلم الرياضيات ،***رسالة ماجستير***،كلية التربية، جامعة السلطان قابوس.
- رضا مسعد السعيد(٢٠٢١) . التفكير الجبرى: مهاراته وتنميته بمراحل التعليم العام ،***مجلة تربويات الرياضيات***،مجلد (٢٤)، عدد (٧) يوليو، الجزء الأول.
- شحاتة عبد الله أمين (٢٠١٢). فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الجبري وتعديل التصورات البديلة لبعض المفاهيم الجبرية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، ***مجلة كلية التربية ببنها***، جامعة بنها، ٩٣(٩١).
- طاهر سالم عبد الحميد& نهى محمد سليمان(٢٠٢٠). أنشطة اثرائية قائمة على نظرية العبء المعرفى لتنمية مهارات التفكير الجبرى وتحسين مستويات تجهيز المعلومات لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية، ***مجلة تربويات الرياضيات*** ، المجلد (٢٣) ، العدد(٨) ،أكتوبر ، الجزء الثانى.
- عادل عطية ريان(٢٠١٦). اثر استخدام استراتيجية الخرائط المفاهمية فى التحصيل الجبرى وتنمية مهارات التفكير الرياضى لدى طلبة الصف السابع الأساسى بمديرية تربية جنوب الخليل، ***مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية***، جامعة القدس المفتوحة ٣(١٦) ، ١٣-٤٦.
- عبد الفتاح نشأت شموط، على محمد، الزغبى ، غازي ضيف الله الرواقة (٢٠١٨). أثر استراتيجية تدريسية مبنية على نظرية دوبنسكي(APOS)على تنمية التفكير الرياضي الجبري المتعلق بالاقترانات ، ***مجلة الجامعة الاسلامية للدراسات التربوية والنفسية: الجامعة الاسلامية بغزة*** - شئون البحث العلمي والدراسات العليا، ٢٦(٢) ،٤٦٤-٤٨٦.

- محمد أحمد الخطيب (٢٠١٧). أثر برنامج نعليمى قائم على القوة الرياضية فى تنمية التفكير الجبرى وحل المشكلات الجبرية لدى طلاب الصف الثانى المتوسط فى المدينة المنورة،***مجلة العلوم التربوية والنفسية*** ، جامعة البحرين ، ١٨(٢)، ٤٠٧-٤٠٨.
- محمد يحى رياض أمين(٢٠٢١) فاعلية استخدام التعلم السريع لتدريس الرياضيات في التحصيل وتنمية التفكير الجبري والدافعية للإنجاز لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي، ***مجلة البحث فى التربية وعلم النفس***،المجلد ٣٦ العدد ١ الجزء١ يناير .
- محمود هاشم محمد البشلاوى(٢٠٢١) برنامج اثرائى قائم على المنطق الرياضى لتنمية مهارات التفكير الجبرى والاثبات الرياضى لدى طلاب الصف الثانى الاعدادى، ***رسالة ماجستير*** ، كلية التربية ، جامعة دمياط.
- ميمونة خلف راشد العبرية (٢٠١٦) .فاعلية استخدام برنامج Algebrator في تدريس وحدة الدوال والمعادلات علي التحصيل والتفكير الجبري لدى طالبات الصف الثامن الأساسي.***رسالة ماجستير***,كلية التربية ,جامعة سلطنة قابوس.
- مانع على محمد الشهرى(٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية الاستقصاء التعاونى فى التحصيل وتنمية مهارات التفكير الجبرى لدى طلاب الصف الأول المتوسط، ***مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والانسانية***، كانون الثانى، ٤٦(١) ،٢٨٠.
- ناصر السيد عبد الحميد عبيدة (٢٠١٦). فاعلية استخدام التمثيلات الرياضية متعددة المستويات فى تدريس الرياضيات على تنمية مهاارت التفكير الجبرى والمهارات الخوارزمية وحل المسائل الجبرية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية,***مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس***,رابطة التربويين العرب, العدد (٧٥) ،يوليو.

ثانيا : المراجع الأجنبية:

- Adam , C & Muilenburg, L (2012) . Incorporating Geogebra into Secondary Mathematics Instruction to Improve Student Understanding . In P. Resta(Ed), Proceedings of Society for Information Technology & ***Teacher Education International Conference 2012*** (pp . 3507-3510) Chesapeake , VA:AACE.
- Booker, George and Windsor ,Will. (2010). Developing algebraic thinking: using problem-solving to build from number and geometry in the primary school to the ideas that underpin algebra in high school and beyond. ***International Conference on Mathematics Education Research, Procedia Social and Behavioral Sciences*** 8,411–419
- Creswell, J.W. and Clark Plano, V.L. (2011) Designing and Conducting Mixed Methods Research., ***Sage Publications***, 2nd Edition, Los Angeles
- Enomoto, S. (2014) The characteristic of student's algebraic thinking: Focus on The Linear Equation with two unknowns and the linear function, ***Short oral communications***, 64. Gasco ,Javier and Villarroel, Domingo (2012). Algebraic problem solving and learning strategies in compulsory secondary education, Procedia - ***Social and Behavioral Sciences***, 46, 612 – 616.

- Gasco ,Javier and Villarroel, Domingo (2012). Algebraic problem solving and learning strategies in compulsory secondary education, Procedia - ***Social and Behavioral Sciences***, 46, 612 – 616.
- Isil, Isler and at al (2014). Comparison of Elementary and Middle Grades Students' ***Algebraic Reasoning*** , in Oesterle, S.
- Magiera, M., Kieboom, L., & Moyer, J. (2013). An exploratory study of pre-service middle school teachers' ***knowledge of algebraic thinking. Educational Studies in Mathematics***, 84(1), 93–113. https://doi.org/10.1007/s10649-013-9472-8
- Manly, M & Ginsburg, L (2010). Algebraic Thinking in Adult Education, ***National Institute for Literacy.***
- Nyet M., Geofrey, J., & Bih L. (2016). Students' Algebraic Thinking and Attitudes towards Algebra: The Effects of Game-Based Learning using Dragonbox 12 + App***. Electronic Journal of Mathematics & Technology***, 10(1), 1–17. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=119563164&site=ehostlive
- Ormond, C. (2012). Developing "algebraic thinking": two key ways to establish some early algebraic ideas in primary classrooms. ***Australian Primary Mathematics Classroom,*** 17(4), 13–21. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=84012448&site=ehost-live
- Radford, L. (2012). On the Development of Early Algebraic Thinking. PNA, 6(4), 117–133. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=78328033&site=ehost-live
- Samo,M.A. (2009).Students' Perceptions about the Symbols, Letters and Signs in Algebra and How Do These Affect Their Learning of Algebra: A Case Study in a Government Girls' Secondary School Karachi. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning** .URL:http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/samo.pdf.
- Sezen, Nazan and Bulbul ,Ali (2011). A scale on logical thinking abilities. ***Procedia Social and Behavioral Sciences,*** 15, 2476–2480
- Steven ,Lempp (2008): Algebraic reasoning for teaching Mathematics, ***the course Math 135***, University of WisconsinMadiso
- Windsor ,Will (2010). Algebraic thinking: a problem solving approach, in: Sparrow L., Kissane B., & Hurst C. (Eds.). Shaping the future of mathematics education: ***Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia***. Fremantle: MERGA, 665-672.