الفصل الثالث

إجـــراءات البحـــث

٣ . ١ . الإعـداد لإجـراء التجـربة

٣ . ١ . ١ . اختيار الوحدات الدراسية وإعدادها باستراتيجيات خرائط المفاهيم

٣ . ١ . ١ . ١ . اختيار المحتوى العلمي

٣ . ١ . ١ . ٢ . تحليـل المحتـوى .

٣ . ١ . ١ . ٣ . بناء خرائط المفاهيم التي يتضمنها المحتوى

٣ . ١ . ١ . ٤ . إعداد دليل المعلم

٣ . ١ . ١ . ٥ . كراسة الأنشطة والتدريبات الخاصة بالتلميذ

٣ . ١ . ٢ . إعـداد أدوات البحـــث

٣ . ١ . ٢ . ١ . إعداد اختبار المعلومات السابقة لوحدتي الدراسة

٣ . ١ . ٢ . ٢ . إعداد اختبار التفكير الرياضي

٣ . ١ . ٢ . ٣ . إعادة ضبط اختبار السعة العقلية

٣ . ١ . ٣ . اختيـار عينـة البحـــث

٣ . ١ . ٤ . التصميـــم التجـــريبي

٣ . ١ . ٥ . متغيرات البحث وضبطها

٣ . ١ . ٥ . ١ . متغيرات البحث

٣ . ١ . ٥ . ٢ . ضبط متغيرات البحث

٣ . ٢ . إجـــراء التجـــربة

٣ . ٢ . ١ . التطبيـــــق القبلي لأدوات البحـــث

٣ . ٢ . ١ . ١ . التطبيق القبلي لإختبار التفكير الرياضي

٣ . ٢ . ١ . ٢ . التطبيق القبلي لإختبار السعة العقلية

٣ . ٢ . ٢ . التدريـــس لمجمـــوعتي البحـــث

٣ . ٢ . ٣ . التطبيـق البعدى لاختبـار التفكير الرياضي

٣ . ٣ . المعوقات التي واجهت تطبيق البحث وكيفية التغلب عليها

obeikandi.com

الفصل الثالث

إجـــراءات البحـــث

تضمن هذا الفصل عرضاً للإجراءات التي اتبعت في هذا البحث، بهدف التعرف على فعالية استخدام خرائط المفاهيم على تنمية التفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، وتحقيقاً لهذا الهدف تم اتباع الخطوات والإجراءات التالية:

٣٠١ الإعداد لإجراء التجربة

٣.١.١. اختيار الوحدات الدراسية وإعدادها باستراتيجيات خرائط المفاهيم

لاختيار الوحدات الدراسية وإعدادها باستراتيجيات خرائط المفاهيم، تم اتباع الخطوات التالية:

٣. ١. ١. ١. اختيار المحتوى المناسب كهدف البحث

٣. ١. ١. ٢. تحليل المحتوى لمعرفة ما يتضمنه من مفاهيم

٣. ١. ١. ٣. بناء خرائط المفاهيم التي يتضمنها المحتوى

٣. ١. ١. ٤. إعـــداد دليـــل المعلـــم

٣. ١. ١. ٥. كراسة الأنشطة والتدريبات الخاصة بالتلميذ

وفيمـــا يـلي عـرض تفصـيلي لكـل خطـوة:

٣. ١. ١. ١. اختيار المحتوى المناسب كهدف البحث

تم اختيار وحدة المساحات من مقرر الهندسة بالصف الثاني الإعدادي، ووحدة المقادير الجبرية من مقرر الجبر بالصف الثاني الإعدادي، وقد تم اختيار هذا المحتوى بناء على العوامل التالية:-

١. ما يتضمنه المحتوى من مفاهيم أساسية ومهمة، كقاعدة أساسية لما سوف يأتي فيما بعد من مبادئ ومفاهيم لمقررات الرياضيات في المراحل الدراسية التالية، فإذا تعلم التلاميذ هذه المفاهيم بأسلوب قائم على المعنى كما ينبغي، سوف تُختزن في البنية المعرفية مدة أطول لحين الحاجة إليها.

٢. ما أثبتته دراسة (Toumasis, 1995) في مجال خرائط المفاهيم بأهمية الاهتمام بالمفاهيم الرياضية المجردة، لأنها تمثل صعوبة لدى التلاميذ وتحتاج إلى أساليب معينة لتدريسها بأسلوب قائم على المعنى.

٣. ١. ١. ٢. تحليل المحتوى لمعرفة ما يتضمنه من مفاهيم

تم تحليل وحدتي المساحات والمقادير الجبرية بالصف الثاني الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني) إلى مفاهيم وتعميمات ومهارات ومسائل رياضية، و في تحليل المحتوى تم اتباع الخطوات التالية:-

٣. ١. ١. ٢. ١. تحديد أهداف التحليل

٣. ١. ١. ٢. ٢. القيام بعملية التحليل

٣. ١. ١. ٢. ٣. تحديد صدق التحليل

٣. ١. ١. ٢. ٤. تحديد ثبات التحليل

وفيما يلي عرض تفصيلي لكل خطوة:

٣. ١. ١. ٢. ١. تحديد أهداف التحليل

هدف تحليل المحتوى في هذا البحث إلى تحقيق عدة أهداف منها:

١. تحديد العناصر الأساسية للمحتوى (مفاهيم – تعميمات – مهارات – مسائل رياضية) المتضمنة في وحدتي المساحات والمقادير الجبرية بالصف الثاني الإعدادي.

٢. الاستفادة من تحليل المحتوى في إعداد دليل المعلم باستخدام خرائط المفاهيم.

٣. الاستفادة من تحليل المحتوى في إعداد أدوات البحث.

وقبل القيام بتحليل المحتوى، تم وضع تصنيفاً له، فقد تم تصنيف المحتوى إلى (مفاهيم – تعميمات – مهارات – مسائل رياضية)، كما في(عثمان نايف السواعي، ٢٠٠٤، ١٩٢- ٢٠١)، (فريد كامل أبو زينه، ٢٠٠٣، ٤٥- ٤٦)، وتم وضع تعريفات إجرائية لكل من أقسام التصنيف، حتى تكون واضحة أثناء القيام بعملية التحليل، وكذلك أمام السادة المحكمين، كما يلي:

١. <u>المفهوم</u>

وعرفه (وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ٩٥) بأنه" تكوين عقلي، ينشأ عن تجريد خاصية (أو أكثر) من مواقف متعددة يتوفر في كل منها هذه الخاصية، حيث تُعزل هذه الخاصية عما يحيط بها في أي من المواقف المعينة، وتُعطى اسماً يُعبر عنه بلفظة أو رمز".

أما(فريد أبو زينه، ٢٠٠٣، ٢٠١) فأشار إلي أنه " بناء عقلي، أو تجريد ذهني، أو أنه الصورة الذهنية التي تتكون لدى الفرد نتيجة تعميم صفات وخصائص استنتجت من أشياء متشابهة هي أمثلة ذلك المفهوم".

وقدم (عثمان السواعى، ٢٠٠٤، ١٩٤) تعريفاً للمفهوم بأنه" فكرة مجردة، أو صورة ذهنية، يكونها الفرد، ويحكم من خلالها على انتماء أو عدم انتماء العناصر لذلك المفهوم".

وتم تعريفه إجرائياً في هذا البحث بأنه: صفة مجردة، تدل على أفكار رياضية تنشأ من الخصائص المشتركة بين مجموعة من الأشياء أو المواقف هي أمثلة ذلك المفهوم.

٢. التعميمات الرياضية

عرفها (مجدي عزيز إبراهيم، ١٩٩٧ب، ٧٢) بأنها " علاقة تربط بين مفهومين أو مجموعة من المفاهيم، والتعميم يمكن أن يكون في صورة: المبدأ الرياضي، أو القاعدة الرياضية، أو القانون الرياضي، أو الفرض الرياضي، أو النظرية الرياضية، أو العلاقات الرياضية، أو العمليات الرياضية ".

أما (فريد أبو زينة، ٢٠٠٣، ٢٣٣) فعرفها على" أنها عبارة خبرية تحدد علاقة بين مفهومين أو أكثر من المفاهيم الرياضية".

وأشار (عثمان نايف السواعى، ٢٠٠٤، ١٩٦) إلي أن التعميمات الرياضية هي" عبارات أو جمل إخبارية تحدد العلاقة بين مفهومين رياضيين أو أكثر، وتعمم هذه العلاقة إما بالبرهنة أو الاستقراء أو التسليم بصحتها كما في البديهيات والمسلمات".

وتم تعريفها إجرائياً في هذا البحث بأنها: عبارة أو جملة رياضية خبرية توضح العلاقة بين عدة مفاهيم.

٣. المهارات الرياضية

عرفها (عثمان نايف السواعى، ٢٠٠٤، ١٩٧) بأنها " قدرة الشخص على القيام بالعمل بدقة، وقد يتطلب هذا العمل اتباع خوارزمية معينة وقد لا يتطلب ذلك".

أما (عبد المجيد عبد العزيز، ١٩٩٨، ٣٩٥) فأشار إلي المهارة الرياضية بأنها" القدرة على إثبات قانون أو قاعدة، أو رسم شكل هندسي أو بياني، أو حل تمرين أو مشكلة على مستوى عال من الإتقان عن طريق الفهم، وبأقل مجهود، وفى أقل وقت ممكن".

وتم تعريفها إجرائياً في هذا البحث بأنها: القدرة علي أداء العمل علي مستوي عال من الإتقان وعن طريق الفهم وبأقل جهد وفي أقل وقت ممكن.

٤. المسائل الرياضية

وتنقسم إلى:

أ. مسائل رياضية مباشرة (تطبيقات مباشرة)

وعرفها (عبد المجيد عبد العزيز، ١٩٩٨، ٣٩٥) بأنها " موقف رياضي يتعرض له الفرد، وما لدى الفرد من معلومات تمكنه من الوصول إلى الحل بصورة مباشرة".

أما (فريد أبو زينه، ٢٠٠٣، ٢٨٨) فعرفها بأنها "موقف يهدف إلى إكساب المتعلم مهارة في إجراء العمليات الحسابية، أو التدريب على استخدام القوانين والمفاهيم".

وتم تعريفها إجرائياً في هذا البحث بأنها: موقف يتطلب من التلميذ تقليد مثال ما، تم عرضه في سياق شرح الموضوع، أو في سياق شرح الموضوعات السابقة في الكتاب، ويقع في إطارها التمارين بقصد التدريب على القيام بإجراء معين بهدف الإتقان.

ب. مسائل رياضية غير مباشرة (تطبيقات غير مباشرة)

وعرفها (عبد المجيد عبد العزيز، ١٩٩٨، ٣٩٥) بأنها "موقف رياضي، يتعرض له الطالب، وليس لديه خوارزمية محددة للوصول إلى الحل، بل يتطلب منه التفكير في كيفية الوصول إلى الحل، مستخدماً لذلك ما اكتسبه من معلومات ومهارات سابقة".

وعرفها (فريد أبو زينه، ٢٠٠٣، ٢٨٨) بأنها" موقف جديد يواجه المتعلم، وليس له حل جاهز، فيحتاج من المتعلم أن يفكر فيه ويحلله، ومن ثم يستخدم ما تعلمه سابقاً ليتمكن من حله".

وعرفها (عثمان نايف السواعى، ٢٠٠٤، ١٩٧) بأنها "مواقف جديدة يواجهها المتعلم، وليس لديه طرق جاهزة لحلها، بل يتطلب حلها التفكير واستخدام المعارف والعلاقات والمهارات السابقة".

وتم تعريفها إجرائياً في هذا البحث بأنها: مواقف جديدة يواجهها المتعلم، وليس لديه إجراء جاهز لحلها، ويقوم الشخص بالتفكير والقيام بعدة محاولات لإيجاد الحل، مستخدماً لذلك ما اكتسبه من معلومات ومهارات سابقة.

٣. ١. ١. ٢. ٣. القيام بعملية التحليل

لكي تكون عملية تحليل المحتوى محددة ودقيقة، فقد تم اتخاذ عدة اعتبارات عند إجراء عملية التحليل منها:

١. أن يكون تحليل المحتوى من واقع الكتب المدرسية المقررة على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.
٢. تم تحليل محتوى وحدتي المساحات والمقادير الجبرية المقررة على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي إلى مفاهيم وتعميمات ومهارات ومسائل رياضية، حيث تم تصنيف المحتوى إلى هذه الجوانب.

٣. ١. ١. ٢. ٣. تحديد صدق التحليل

تُطلق كلمة الصدق في مجال التقويم والقياس لتعنى قدرة الاختبار على أن يقيس ما وضع لقياسه. وفى مجال تحليل المحتوى يُقصد بصدق التحليل أن يكون التحليل صالحاً لترجمة الظاهرة بأمانة(يوسف قطامى، ١٩٨٩، ٤٩).

ولكي يتم التحقق من صدق التحليل، تم عرض الوحدات الدراسية المحللة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، وبعد عرض قائمة تحليل المحتوى على السادة المحكمين، تم استخلاص بعض الملاحظات التي ذكرها المحكمون منها:-

١. أكد المحكمون أنه تم الالتزام بالتعاريف التي تم وضعها للمفهوم والتعميم والمهارة والمسائل الرياضية طوال فترة التحليل.
٢. أكد المحكمون على سلامة التحليل والدقة في صياغة كل مفهوم وكل تعميم وكل مهارة وكل المسائل الرياضية.

وأظهرت النتائج السابقة دليلاً على صدق التحليل في ضوء التعريفات التي تم التحليل في ضوئها.

٣. ١. ١. ٣. ٤. تحديد ثبات التحليل

يُقصد بثبات التحليل أنه إذا استخدم باحثان أو أكثر نفس أساليب التحليل لنفس المحتوى، فإنه يتم الحصول بالضرورة على نفس النتائج. و تم حساب ثبات التحليل بتكرار عملية التحليل مرتين يفصل بينهما فترة زمنية (شهر تقريباً)، ثم حساب نسبة الاتفاق بين مرتي التحليل باستخدام معادلة "هولستي Holsti" التالية: (محمد المفتي، ١٩٨٧، ١٢٧ – ١٢٨)

$$\text{(درجة الثبات) } C.R = \frac{2M}{N_1 + N_2}$$

حيث M عدد الفئات المتفق عليها في مرتي التحليل، $N_1 + N_2$ هي مجموع عدد فئات التحليل التي تم تحليلها في المرتين، و نتيجة هذا الثبات يوضحها جدول(٤).

جدول (٤)
يوضح عدد فئات تحليل محتوى وحدتي المساحات والمقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي

الموضوع	التحليل للمرة الأولى	التحليل للمرة الثانية	الفئات المتفق عليها	الثبات لكل موضوع	الثبات الكلي
جبر	٢٥٧	٢٥٢	٢٥٢	٠,٩٩	٠,٩٦
هندسة	١٣٩	١٢١	١٢١	٠,٩٣	

وعلى ذلك فإن تحليل محتوى وحدتي المساحات والمقادير الجبرية (الفصل الدراسي الثاني) للصف الثاني الإعدادي يعد ثابتاً، لأنه أعلى من (٠,٩). وبناءاً على ما سبق جاءت الصورة النهائية لتحليل محتوى وحدتي المساحات والمقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي كما هي موضحة بملحق (٨).

٣. ١. ١. ٣. بناء خرائط المفاهيم التي يتضمنها المحتوى

بعد تحليل محتوى وحدتي المساحات والمقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي، وتحديد المفاهيم المتضمنة فيه تم القيام بالآتي:

١. ترتيب المفاهيم الخاصة بكل وحدة ترتيباً هرمياً في شكل خريطة، وذلك بوضع المفاهيم العامة في قمة الخريطة تليها المفاهيم الأقل عمومية، ووضع المفاهيم التي لها نفس الدرجة من العمومية أو الخصوصية على نفس الخط الأفقي، مع توضيح العلاقات الرياضية بين المفاهيم وبعضها بخطوط معنوية، وقد أفادت خريطة المفاهيم فيما يلي:

أ. تحديد الهيكل الجوهري ككل، وتوضيح مسار التعليم المنطقي لهذه المفاهيم في محتوى كل وحدة.
ب. تحديد هيكل كل درس، وإبراز المفاهيم الأساسية به، والاهتمام بها عند تدريسه.
ج. الاهتمام بالعلاقات الرياضية بين المفاهيم وبعضها.

وبناءاً على ذلك تم تغيير ترتيب بعض المفاهيم عن ما هو موجود في الكتاب المدرسي عند التدريس، بحيث يساير الترتيب الهرمي والمسار المنطقي لكل وحدة، مع بقاء المحتوى دون إضافة أو تغيير كما هو في الكتاب المدرسي.

٢. بناء خريطة مفاهيم مستقلة لكل موضوع يتم تدريسه في حصة أو حصتين.

٣. عرض خرائط المفاهيم التي تم بنائها لكل من الوحدتين على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، لمعرفة مدى شمولية خرائط المفاهيم للمفاهيم التي يتضمنها كل موضوع، ومدى الصحة العلمية الترابطية لهذه المفاهيم في محتوى كل وحدة. وبناءاً على آراء السادة المحكمين تم عمل بعض التعديلات، حتى تم التوصل إلى الصورة النهائية لخرائط المفاهيم لموضوعات الدروس التي يشتمل عليها دليل المعلم.

٣. ١. ١. ٤. إعداد دليل المعلم

تم إعداد دليل المعلم لكل من وحدتي المساحات والمقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي، وفقاً للخطوات الآتية:

١. تحديد الأهداف العامة للوحدتين والأهداف السلوكية لكل درس.

٢. تحديد الأدوات والوسائل التعليمية لكل درس.

٣. تحديد خطوات السير في الدرس:

<u>وفيها يقوم المعلم بإجراء الخطوات التالية:-</u>

أ. يحدد المعلم مع تلاميذه المفهوم الرئيسي الذي يمثل عنوان الخريطة.

ب. يحدد المعلم خلفية التلاميذ المعرفية، بإثارة تفكير التلاميذ بالأسئلة التي تساعد على تحديد ما هو موجود في البنية المعرفية، من مفاهيم تحتية للمفهوم الرئيسي.

ج. يبدأ المعلم من الخلفية المعرفية من خلال الأنشطة التعليمية ليتوصل بالتلاميذ إلى تعلم المفاهيم الجديدة، وأن يشترك معهم في إعداد قائمة مرتبة من المفاهيم الأكثر شمولاً إلى الأقل شمولاً تحت المفهوم الرئيسي للخريطة.

د. تحديد أول مستوى من المفاهيم التحتية مع اختيار الوصلات والكلمات الرابطة المناسبة.

هـ. يكمل المعلم مع التلاميذ باقي المستويات التحتية، والاستمرار في إضافة ما هو جديد من مفاهيم تحتية في خريطة المفاهيم، حتى يصلوا في نهاية الدرس إلى الخريطة المناسبة للموضوع هدف الدرس، مع وجود الأمثلة والحقائق المرتبطة بالمفاهيم الفوقية في نهاية الخريطة.

و. يطلب المعلم من التلاميذ إعادة بناء خريطة أخري للدرس كواجب منزلي.

٤. صياغة أسئلة التقويم لكل درس:

تم وضع أسئلة التقويم لكل درس بحيث تكون أسئلة شاملة لأهداف الدرس، ولا تستغرق من المتعلم في حلها وقتاً طويلاً، فهي إما في صورة أسئلة موضوعية أو أسئلة ذات إجابات قصيرة.

وبناءاً على الخطوات السابقة، تم بناء دليل المعلم القائم على خرائط المفاهيم لوحدتي المساحات والمقادير الجبرية، وقد اشتمل على:

١. مقدمة توضح محتويات الدليل وأهميته للمعلم.
٢. فكرة عامة عن خرائط المفاهيم.
٣. خطوات بناء خرائط المفاهيم.
٤. توجيهات عامة للمعلم.
٥. الأهداف العامة لكل وحدة.
٦. التوزيع الزمني للموضوعات في كل وحدة.
٧. الدروس التي تشتمل عليها كل وحدة، وقد اشتمل كل درس على:
   أ. أهداف الدرس.
   ب. الأدوات والوسائل التعليمية المستخدمة.
   ج. خطوات السير في الدرس.
   د. التقويم.
   هـ. الواجب المنزلي.

٣. ١. ١. ٥. كراسة الأنشطة والتدريبات الخاصة بالتلميذ

تم إعداد كراسة الأنشطة والتدريبات الخاصة بالتلميذ لوحدتي المساحات والمقادير الجبرية بالصف الثاني الإعدادي، وهي عبارة عن مجموعة أنشطة وتدريبات تستخدم في توقيتات معينة أثناء سير الدرس، بهدف إشراك التلميذ، وتنشيطه، ومعرفة مدى فهمه واستيعابه تحت توجيه المعلم وإشرافه، وقد تمت الإشارة بدليل المعلم إلى توقيتات استخدام تلك الأنشطة والتدريبات، وفق خطة السير في الدرس.

وبعد إعداد وحدتي المساحات والمقادير الجبرية في صورة (دليل المعلم) تضمن الإشارة إلى كيفية توظيف استراتيجيات خرائط المفاهيم في تدريس الوحدتين، إلى جانب كراسة الأنشطة والتدريبات الخاصة بالتلميذ، تم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات لإبداء الرأي والتعديلات والإضافات إن وجدت، وفي ضوء ذلك أصبحت الوحدات جاهزة للتنفيذ في صورتها النهائية(دليل المعلم بملحق ١٥، كراسة الأنشطة بملحق ١٦).

٣. ١. ٢. إعـداد أدوات البحـث

٣. ١. ٢. ١. إعداد اختبار المعلومات السابقة لوحدتي المساحات والمقادير الجبرية

تم إعداد اختبار تحصيلي في مادة الرياضيات، في المعلومات التي درسها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في الصفوف السابقة، والتي ترتبط بوحدتي المساحات والمقادير الجبرية، وقد مر هذا الاختبار بمجموعة من الخطوات أهمها:

٣. ١. ٢. ١. ١. تحديد أهداف اختبار المعلومات السابقة

هدف هذا الاختبار التعرف على مدى توافر المعلومات اللازمة لدراسة وحدتي المساحات والمقادير الجبرية في البنية المعرفية لمجموعتي البحث، للتأكد من تكافؤهما قبل تعرضهما للتجربة.

٣. ١. ٢. ١. ٢. تحديد جوانب التعلم المعرفية التي تمثل المعلومات السابقة

تم فحص وحدتي المساحات والمقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي، ومن ذلك تم تحديد بعض المفاهيم والتعميمات والمهارات التي درسها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في الصفوف السابقة، وكذلك في الوحدات التي تسبق وحدتي المساحات والمقادير الجبرية والتي رؤى أنها تمثل معلومات سابقة (متطلبات قبلية) لدراسة وحدتي المساحات والمقادير الجبرية، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، لتحديد مدى شمولية هذه المعلومات السابقة، وقد أشارت النتائج إلى شموليتها، ومن ثم تم التوصل إلى الصورة النهائية لجوانب التعلم المعرفية التي تمثل المعلومات السابقة بملحق(٩).

٣. ١. ٢. ١. ٣. صياغة مفردات اختبار المعلومات السابقة

بعد تحديد جوانب التعلم المعرفية التي تمثل معلومات سابقة لدراسة وحدتي المساحات والمقادير الجبرية، تم اختيار(١٢ سؤالاً في الجبر، ١١ سؤلاً في الهندسة)من نوع الاختيار من متعدد، و(٧ أسئلة في الجبر، ٧ أسئلة في الهندسة) من الأسئلة ذات الإجابات القصيرة، ومراجعة بنود الاختبار لغوياً، وعرضها على مجموعة من المحكمين في مجال تعليم الرياضيات، ومرفق معها جوانب التعلم المعرفية التي تمثل المعلومات السابقة، للتأكد من مناسبة مفردات الاختبار لمستوى التلاميذ، وشموليتها لجوانب التعلم المعرفية التي تمثل المعلومات السابقة، وقد أجريت بعض التعديلات في صياغة المفردات، والتي أشار إليها المحكمون، وأصبح الاختبار في صورته النهائية بملحق(١٠).

٣. ١. ٢. ١. ٤. صياغة تعليمات اختبار المعلومات السابقة

تمت صياغة تعليمات الاختبار، وروعي فيها الوضوح والإيجاز، وأن تؤدي إلى فهم الهدف من الاختبار، وأنواع الأسئلة، وكيفية الإجابة عنها، وزمن الاختبار.

٣. ١. ٢. ١. ٥. نظام تقدير الدرجات لاختبار المعلومات السابقة

تم إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار، كما هو موضح بملحق(١١) تضمن: رقم السؤال، والإجابة الصحيحة، والدرجة الخاصة لكل سؤال، وطبقاً لهذا المفتاح يتم تصحيح الاختبار، حيث:

١. يتم وضع درجة " واحدة " في حالة إجابة التلميذ الصحيحة، ودرجة " صفر" إذا كانت إجابته خاطئة وذلك لكل سؤال من أسئلة الاختيار من متعدد.

٢. وضع عدد من الدرجات يتناسب مع عدد الخطوات التي يقوم بها التلميذ للوصول إلى الحل الصحيح لكل سؤال من الأسئلة ذات الإجابات القصيرة .

٣. ١. ٢. ١. ٦. إجراء التطبيق الاستطلاعي لاختبار المعلومات السابقة

تم تجريب الصورة النهائية للاختبار على عينة عشوائية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي عددهم (٤٠) تلميذاً وتلميذة، وكان الهدف من هذه التجربة هو تحديد زمن الاختبار، وثباته، وصدقه، كما يلي:

٣. ١. ٢. ١. ٦. ١. تحديد زمن اختبار المعلومات السابقة

لحساب زمن الاختبار تم إيجاد متوسط الزمن الذي استغرقه التلاميذ في الإجابة عن أسئلة الاختبار. والجدول (٥) يوضح زمن الاختبار لكل من الجبر والهندسة كالتالي:

جدول (٥)
يوضح زمن اختبار المعلومات
السابقة في كل من الجبر والهندسة

الاختبار	زمن الاختبار
الجبر	٤٥
الهندسة	٦٠

٣. ١. ٢. ١. ٦. ٢. تحديد ثبات اختبار المعلومات السابقة

يُقصد بالثبات Reliability الموثوقية، ولفظ الثبات أساساً يشير إلى" نفس الشيء بالنسبة للقياس، بمعنى الحصول على نفس النتائج عند تطبيق الأداة أكثر من مرة على الأفراد أنفسهم" (بشير صالح الرشيدي، ٢٠٠٠، ١٦٤).

ولحساب ثبات الاختبار تم استخدام طريقتي: إعادة التطبيق، ومعامل ألفا لكرونباخ، كما يلي:

١) إعادة التطبيق

ولحساب ثبات الاختبار تم استخدام المعادلة: (صلاح أحمد مراد، ٢٠٠٠، ١٤٨)

$$\text{معامل ارتباط "بيرسون" ر} = \frac{\text{ن مجـ س ص} - (\text{مجـ س})(\text{مجـ ص})}{\sqrt{[(\text{ن مجـ س}^2 - (\text{مجـ س})^2][\text{ن مجـ ص}^2 - (\text{مجـ ص})^2]}}$$

حيث س درجات التطبيق الأول، ص درجات التطبيق الثاني.

حيث تم تطبيق الاختبار مرتين على العينة الاستطلاعية بفاصل زمني ٢٠ يوماً بين مرتي التطبيق، ثم بحساب معامل الارتباط بين الدرجات في المرتين، فيكون هذا المعامل هو معامل الثبات.

والجدول(٦) يوضح قيم معاملات ثبات اختبارات المعلومات السابقة المرتبطة بوحدتي البحث.

جدول (٦)
يوضح قيم معاملات ثبات اختبارات المعلومات السابقة لوحدتي البحث بإعادة التطبيق

م	الاختبـــــار	معامل الثبات
١-	اختبار المعلومات السابقة في الجبر	٠,٨٨
٢-	اختبار المعلومات السابقة في الهندسة	٠,٧٨
٣-	اختبار المعلومات السابقـــة ككل	٠,٨٨

و يتضح من الجدول(٦) أن قيم معاملات الثبات دالة عند مستوى ٠,٠١، وعلى ذلك فإن معامل ثبات اختبار المعلومات السابقة معامل ثبات مناسب يمكن الوثوق فيه.

٢) معامل ألفا لكرونباخ

تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كرونباخ لتعيين معامل ألفا وهي: (صلاح الدين محمود علام، ٢٠٠٢، ١٦٥)

$$\text{معامل ألفا}(\alpha) = \frac{ن}{ن-١}\left[\ ١ - \frac{\text{مجـ ع}_{ف}^{٢}}{ع^{٢}}\ \right]$$

حيث ($ع^{٢}$) ترمز إلي تباين المجموع الكلي للاختبار في التطبيق للمرة الثانية.
(مجـ $ع_{ف}^{٢}$) ترمز إلي مجموع تباينات مفردات الاختبار في التطبيق للمرة الثانية.
(ن) ترمز إلي العـــدد الكلي لمفـــردات الاختبار في التطبيق للمرة الثانية.

ويوضح جدول(٧) قيم معاملات ألفا لاختبار المعلومات السابقة واختباراته الفرعية.

جدول (٧)
يوضح قيم معاملات ثبات اختبارات المعلومات السابقة لوحدتي البحث باستخدام ألفا

م	الاختبـــــار	معامل الثبات (ألفا)
١-	اختبار المعلومات السابقة في الجبر.	٠,٧٩
٢-	اختبار المعلومات السابقة في الهندسة.	٠,٧٤
٣-	اختبار المعلومات السابقـــة ككل.	٠,٨٨

ويتضح من الجدول(٧) أن قيم معاملات الثبات دالة عند مستوى ٠,٠١، وعلى ذلك فإن معامل ثبات اختبار المعلومات السابقة معامل ثبات مناسب يمكن الوثوق فيه.

٣. ١. ٢. ١. ٦. ٣. تحديد صدق اختبار المعلومات السابقة

"يُقصد بالصدق Validity هو أن يقيس الاختبار أو المقياس ما أعد لقياسه، بمعنى أنه إذا كان قد تم إعداده لقياس ظاهرة معينة أو مجال معين، فإن الصدق هو أن يكون الاختبار أو المقياس يقيس هذه الظاهرة أو هذا المجال" (بشير صالح الرشيدي، ٢٠٠٠، ١٦٧).

وللتحقق من صدق الاختبار تم استخدام طريقتي: صدق المحتوى، وصدق التكوين الفرضي، كما يلي:

١) صدق المحتوى

يقصد به " مدي تمثيل الاختبار للميدان أو المجال الذي يقيسه" (سعد عبد الرحمن، ١٩٩٨، ١٨٥) أي يقصد به مدى تمثيل مفردات الاختبار لجوانب التعلم المعرفية السابقة، المرتبطة بوحدتي المساحات والمقادير الجبرية، والتي سبق للتلاميذ دراستها في الصفوف السابقة.

وللتحقق من ذلك تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين، ومرفق معه جوانب التعلم المعرفية التي تمثل المعلومات السابقة، للتأكد من صلاحية الاختبار، ومفرداته ومدى مناسبتها لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ومدى سلامة لغة المفردات وصحتها، ووضوح تعليمات الاختبار، وشمولية مفردات الاختبار، وقد أجريت بعض التعديلات التي أشار إليها المحكمون، وأصبح الاختبار في صورته النهائية كما هو موضح بملحق(١٠)، وبهذا تم التحقق من صدق المحتوى للاختبار.

٢) صدق التكوين الفرضي (المقارنات الطرفية)

يعتمد صدق التكوين الفرضي على مقارنة متوسط درجات الطلاب (الأرباعي الأعلى) بمتوسط درجات الطلاب (الأرباعي الأدنى)، واختبار الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين بواسطة اختبار (ت)(فؤاد البهي السيد، ١٩٧٩، ٥٦٠)، والجدول(٨) يوضح قيمة (ت) للمجموعتين الأعلى والأدنى في اختبار المعلومات السابقة.

جدول (٨)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين الأعلى والأدنى
في كل من اختبار المعلومات السابقة واختباراته الفرعية

الاختبار / البيانات / المجموعة		العدد ن	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة " ت "	الدلالة الإحصائية
المعلومات السابقة لوحدة المقادير الجبرية	المجموعة الأعلى	١٣	٢٢,٠٨	٢,٨٤	١٣,١٢	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١٢	٨,٥٨	٢,٢٣		
المعلومات السابقة لوحدة المساحات	المجموعة الأعلى	١٢	٣١,٢٥	٣,٥٢	١٠,٩٥	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١١	١٥,٢٧	٣,٤٧		
المعلومات السابقة ككل	المجموعة الأعلى	١١	٥٤,٠٩	٥,٩٦	١٢,٣٣	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١٤	٢٥,٥٧	٥,٥٧		

يتضح من الجدول (٨)، وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين الأعلى والأدنى في كل من اختبار المعلومات السابقة ككل واختباراته الفرعية، مما يدل على أن الاختبار يميز بين التلاميذ ذات المستويات الأعلى في تحصيل المعلومات السابقة والمستويات الأدنى في تحصيل المعلومات السابقة، وهذا يدل على أن الاختبار صادق في قياسه للمعلومات السابقة المرتبطة بوحدتي المساحات والمقادير الجبرية.

وبعد أن تم التحقق من صدق الاختبار، وحساب الزمن المناسب للاختبار، أخذ الاختبار شكله النهائي كما هو موضح بالملحق(١٠)، وأصبح الاختبار صالحاً للتطبيق على مجموعتي البحث.

٣. ١. ٢. ٢. إعداد اختبار التفكير الرياضي

في ضوء ما تجمع من معلومات وشروط لبناء المقاييس والاختبارات، من خلال الدراسات السابقة التي تمت في مجال قياس القدرة على التفكير بصفة عامة، والتفكير الرياضي بصفة خاصة، فإنه تم اتباع الخطوات التالية:-

٣. ١. ٢. ٢. ١. تحديد الهدف من اختبار التفكير الرياضي

هدف الاختبار إلى قياس التفكير الرياضي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، في ضوء مكونات التفكير الرياضي التي تم اختيارها(حل المشكلات الجبرية- مستويات فان هيل للتفكير الهندسي).

٣. ١. ٢. ٢. ٢. تحديد مكونات اختبار التفكير الرياضي

تم تحديد مكونات اختبار التفكير الرياضي كما يلي:

١. حل المشكلات الجبرية والتي تضمنت نوعين من المشكلات:

أ. مشكلات الجبر المدرسية (غير روتينية).

ب. مشكلات الجبر العامة (الحياتية).

٢. مستويات التفكير الهندسي الأربعة الأولى التي حددها فان هيل، وهى:

أ. التصور	Visualization
ب. التحليل	Analysis
ج. الاستدلال غير الشكلي	Informal Deduction
د. الاستدلال الشكلي	Formal Deduction

والذي تم تقسيمه إلى:

- الاستدلال	Deduction
- البرهان الهندسي	Geometric Proof

٣. ١. ٢. ٢. ٣. مصادر المعلومات عن مفردات اختبار التفكير الرياضي

تم الإطلاع على مجموعة من المقاييس والاختبارات والدراسات التي تتعلق بالتفكير الرياضي، وكذلك التي تتعلق ببعض مكونات التفكير الرياضي، ومن بينها:-

١. بطارية اختبارات استراتيجيات التفكير الرياضي من إعداد (ممدوح محمد سليمان وأبو العزايم عبد المنعم مصطفى، ١٩٨٧).

٢. اختبار التفكير الرياضي من إعداد (غالب محمود الطويل، ١٩٩١).

٣. اختبار التفكير الرياضي من إعداد(صلاح عبد الحفيظ محمد، ١٩٩٢).

٤. اختبار التفكير الرياضي من إعداد (عبد المجيد عبد العزيز عبد المجيد، ١٩٩٨).

٥. اختبار التفكير الرياضي من إعداد (خليفة سعيد خليفة عيد، ١٩٩٨).

٦. اختبار التفكير الرياضي من إعداد (خالد جمال الدين أبو الحسن الليثي، ١٩٩٩).

٧. اختبار التفكير الرياضي من إعداد (إبراهيم عبد الكريم إبراهيم المشهراوي، ١٩٩٩).

٨. اختبار التفكير الهندسي من إعداد فان هيل ترجمة(مكة عبد المنعم محمد البنا، ١٩٩٤).

٩. اختبار التفكير الهندسي من إعداد (إبراهيم محمد رشوان عشوش، ١٩٩٦).

١٠. اختبار التفكير الهندسي من إعداد (جمال محمد كامل عبد الله، ١٩٩٩).

١١. اختبار التفكير الهندسي من إعداد (صلاح عبد الحفيظ محمد، ١٩٩٩).

١٢. اختبار حل المشكلات الرياضية من إعداد (مصطفى حسيب محمد أبو زيد، ١٩٩١).

١٣. اختبار حل المشكلات الرياضية من إعداد (مصطفى محمد مصطفى عبد القوى، ١٩٩٣).

٣. ١. ٣. ٤. صياغة مفردات اختبار التفكير الرياضي

حيث إن هذا الاختبار ينقسم إلى اختبارين رئيسيين هما: اختبار حل المشكلات الجبرية، واختبار التفكير الهندسي. فقد تمت صياغة مفردات كل اختبار على حدة.

٣. ١. ٣. ٤. ١. صياغة مفردات اختبار حل المشكلات الجبرية

في ضوء ما سبق من تحليل المحتوى، وتحليل تمارين الكتاب المدرسي وبعض الكتب الخارجية، تم اختيار (١٠) مشكلات غير روتينية (غير مباشرة)، وقد روعي في اختيار تلك المشكلات ما يلي:

١. لا يتطلب حلها معلومات أو قوانين لم يسبق للتلميذ دراستها، ولكن يتطلب حلها مفاهيم وتعميمات ومهارات متضمنة في وحدة المقادير الجبرية للصف الثاني الإعدادي.

٢. أفكار حل المسائل غير مباشرة وتتطلب تفكيراً عميقاً من جانب التلميذ.

٣. أن يراعي كل موقف من المواقف المختارة شروط المشكلة.

كما تم جمع(٦) مشكلات عامة روعي في كل منها توافر شروط المشكلة التي تم تحديدها في الفصل الثاني، وقد تم الاستعانة في ذلك ببعض المراجع والدراسات المتخصصة في مجال حل المشكلات، والتي تم عرضها في الإطار النظري(الفصل الثاني).

وبالتالي أصبح اختبار حل المشكلات الجبرية مكون من (١٦) مشكلة تنقسم إلى قسمين: (١٠) مشكلات مدرسية، (٦) مشكلات عامة.

٣. ١. ٣. ٤. ٢. صياغة مفردات اختبار التفكير الهندسي

تم صياغة (٥٥) مفردة من نوع الاختيار من متعدد، والتكملة، والأسئلة ذات الإجابات القصيرة بحيث تشمل جميع السلوكيات اللازمة لتحقيق كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي، حيث تم توزيعها على خمسة اختبارات فرعية هي:-

١. اختبار التصور ويتكون من (١٢) مفردة.

٢. اختبار التحليل ويتكون من (١٠) مفردات.

٣. اختبار الاستدلال غير الشكلي ويتكون من (١٣) مفردة.

٤. اختبار الاستدلال ويتكون من (١٣) مفردة.

٥. اختبار البرهان الهندسي ويتكون من (٧) مفردات.

٣. ١. ٢. ٢. ٥. صياغة تعليمات اختبار التفكير الرياضي

تم إعداد تعليمات عامة لاختبار التفكير الرياضي، وقد روعي فيها الوضوح والإيجاز، وأن تؤدي إلى فهم الهدف من الاختبار وكيفية الإجابة عن أسئلة الاختبار، كما تم إعداد تعليمات الاختبارات الفرعية في بداية كل اختبار على حدة، وتضمنت:

١. البيانات الخاصة بكل تلميذ:- الاسم، الفصل، تاريخ الميلاد، النوع.

٢. ضرورة قراءة كل سؤال جيداً ثم الإجابة عنه في ضوء المطلوب.

٣. ضرورة الإجابة عن جميع الأسئلة مع عدم ترك أسئلة بدون إجابة.

٤. ضرورة عدم تضييع وقتاً طويلاً في إجابة سؤال واحد.

٥. تحديد الزمن المخصص لكل اختبار على حدة.

٣. ١. ٢. ٢. ٦. الصورة الأولية لاختبار التفكير الرياضي

تكوّن الاختبار في صورته الأولية من اختبارين رئيسيين هما:

٣. ١. ٢. ٢. ٦. ١. اختبار حل المشكلات الجبرية

تكوّن في صورته الأولية من (١٦) مفردة تنقسم إلى نوعين من المشكلات: (١٠) مشكلات مدرسية، (٦) مشكلات عامة.

٣. ١. ٢. ٢. ٦. ٢. اختبار التفكير الهندسي

تكوّن في صورته الأولية من (٥٥) مفردة موزعة على خمسة اختبارات فرعية كما يلي:

١. اختبار التصور (١٢) مفردة.
٢. اختبار التحليل (١٠) مفردات.
٣. اختبار الاستدلال غير الشكلي (١٣) مفردة.
٤. اختبار الاستدلال (١٣) مفردة.
٥. اختبار البرهان الهندسي (٧) مفردات.

وبعد كتابة مفردات الاختبارات، ووضع تعليماتها، تم عرض اختبار التفكير الرياضي باختباراته الفرعية على مجموعة من المحكمين من أساتذة تعليم الرياضيات، بغية إبداء الرأي حول النقاط التالية:-

١. دقة الصياغة اللغوية والرياضية.
٢. سهولة وصعوبة مفردات الاختبار.
٣. وضوح صياغة مفردات الاختبار ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٤. دقة كل فقرة لقياس ما وضعت من أجل قياسه من مكونات التفكير الرياضي.
٥. إبداء اقتراحات لتعديل أو إبقاء بعض الأسئلة التي تقيس الجانب المعد لقياسه أو التي لا تتناسب مع قدرات التلاميذ.

٣. ١. ٢. ٢. ٧. الصورة النهائية لاختبار التفكير الرياضي

بعد مراعاة مقترحات المحكمين ظهر الاختبار في صورته النهائية تمهيداً لإجراء التجربة الاستطلاعية. فأصبحت الصورة النهائية لاختبار التفكير الرياضي عبارة عن اختبارين رئيسيين هما:

٣. ١. ٢. ٢. ٧. ١. اختبار حل المشكلات الجبرية

تكوّن في صورته النهائية من (١٠) مفردات موزعة على نوعين من المشكلات، كما يوضحها جدول(٩).

جدول (٩)
يوضح عدد مفردات اختبار حل المشكلات
الجبرية بمكوناته الفرعية وأرقام المفردات التي تقيس كل مكون

المكون	أرقام المفردات التي تقيس المكون	العدد الكلي
حل مشكلات الجبر المدرسية	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦	٦
حل مشكلات الجبر العامة	٧، ٨، ٩، ١٠	٤
المجموع		١٠

٣. ١. ٢. ٢. ٧. ٢. اختبار التفكير الهندسي

تكوّن في صورته النهائية من (٤٩) مفردة موزعة على خمسة اختبارات فرعية، كما يوضحها جدول (١٠).

جدول (١٠)
يوضح عدد مفردات اختبار التفكير الهندسي
واختباراته الفرعية وتوزيع بنود الاختبار على هذه الاختبارات الفرعية

م	الاختبار	عدد المفردات
١	التصور	١٢
٢	التحليل	١١
٣	الاستدلال غير الشكلي.	١١
٤	الاستدلال	١٠
٥	البرهان الهندسي	٥
٦	التفكير الهندسي ككل	٤٩

٣. ١. ٢. ٢. ٨. نظام تقدير الدرجات لاختبار التفكير الرياضي

تم إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار كما هو موضح بالملحق(١٣)، والذي تضمن: رقم السؤال، والإجابة الصحيحة، والدرجة الخاصة بكل سؤال، وطبقاً لهذا المفتاح يتم تصحيح الاختبار، حيث:

١. يُعطي التلميذ على أسئلة الاختيار من متعدد، وأسئلة إكمال الفراغات الناقصة درجة واحدة عن الإجابة الصحيحة، و صفر عن الإجابة الخاطئة.

٢.وضع عدد من الدرجات يتناسب مع عدد الخطوات التي يقوم بها التلميذ للوصول إلى الحل الصحيح لكل سؤال من الأسئلة ذات الإجابات القصيرة.

٣. ١. ٢. ٢. ٩. إجراء التطبيق الاستطلاعي لاختبار التفكير الرياضي

تم تجريب الصورة النهائية للاختبار على عينة عشوائية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي عددهم (٤٠) تلميذاً وتلميذة، وكان الهدف من هذه التجربة هو تحديد زمن الاختبار، وثباته، وصدقه، كما يلي:

٣. ١. ٢. ٢. ٩. ١. تحديد زمن اختبار التفكير الرياضي

لحساب زمن الاختبار تم إيجاد متوسط الزمن الذي استغرقه التلاميذ في الإجابة عن أسئلة الاختبار. والجدول (١١) يوضح زمن الإجابة عن اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية.

جدول (١١)
زمن تطبيق اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية

الاختبار	الزمن بالدقائق
التصور	٢٥
التحليل	٢٥
الاستدلال غير الشكلي	١٨
الاستدلال	١٢
البرهان الهندسي	٤٥
التفكير الهندسي ككل	١٢٥
حل المشكلات الجبرية	٩٠
التفكير الرياضي ككل	٢١٥

٣. ١. ٢. ٢. ٩. ٢. تحديد ثبات اختبار التفكير الرياضي

لحساب ثبات الاختبار تم استخدام طريقتي: إعادة التطبيق، ومعامل ألفا لكرونباخ، كما يلي:

١) إعادة التطبيق

ولحساب ثبات الاختبار تم تطبيق الاختبار مرتين على العينة الاستطلاعية بفاصل زمني ١٨ يوماً بين مرتي التطبيق، ثم بحساب معامل الارتباط بين الدرجات في المرتين فيكون هذا المعامل هو معامل الثبات. والجدول (١٢) يوضح معاملات الثبات لاختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية.

جدول (١٢)
معاملات ثبات اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية بإعادة التطبيق

الاختبار	معامل الثبات
التصور	٠,٧٨
التحليل	٠,٨١
الاستدلال غير الشكلي	٠,٧٤
الاستدلال	٠,٨٠
البرهان الهندسي	٠,٧٠
التفكير الهندسي ككل	٠,٨٧
حل المشكلات الجبرية	٠,٨١
التفكير الرياضي ككل	٠,٨٥

يتضح من القيم الواردة بجدول(١٢) أن قيم معاملات الثبات دالة عند مستوى ٠,٠٠١، وعلى ذلك فإن معامل ثبات اختبار التفكير الرياضي معامل ثبات مناسب يمكن الوثوق فيه.

٢) معامل ألفا لكرونباخ

تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كرونباخ لتعيين معامل ألفا، ويوضح جدول(١٣) قيم معاملات ألفا لاختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية.

جدول (١٣)

معاملات ثبات اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية بمعامل ألفا

الاختبار	معامل الثبات
التصـــــــور	٠,٥٣
التحليـــــــل	٠,٥٤
الاستدلال غير الشكلي	٠,٥٣
الاســـــــتدلال	٠,٥٧
البرهـــــان الهندسي	٠,٧١
التفكير الهندسي ككـل	٠,٧٩
حل المشكلات الجبرية	٠,٧١
التفكير الرياضي ككل	٠,٨١

يتضح من القيم الواردة بجدول(١٣) أن قيمة معامل ثبات اختبار التفكير الرياضي ككل هي(٠,٨١)، وهي قيمة مقبولة للثبات علي الرغم من انخفاض معاملات ثبات الاختبارات الفرعية من الأول وحتى الرابع، والذي قد يرجع إلي قلة عدد الأسئلة المخصصة لكل اختبار فرعي من هذه الاختبارات.

٣. ١. ٢. ٢. ٩. ٣. تحديد صدق اختبار التفكير الرياضي

للتحقق من صدق الاختبار تم استخدام بعضاً من الأساليب التي تستخدم لهذا الغرض وهي: صدق المحتوى، وصدق التكوين الفرضي، وصدق الاتساق الداخلي، وفيما يلي شرح لكل منها:

١) صدق المحتوى

للتأكد من صدق المحتوى تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين من المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، بهدف إبداء الرأي حول السلامة العلمية لمضمونه، ومدى ملاءمته لمستوى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وما إذا كان يحقق الهدف الذي وضع من أجله أم لا، وقد أسفر العرض على المحكمين عن تعديل بعض البنود، واتفاق السادة المحكمين على صلاحية الاختبار للتطبيق على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وبهذا تم التحقق من صدق المحتوى.

٢) صدق التكوين الفرضي

يعتمد صدق التكوين الفرضي على مقارنة متوسط درجات الطلاب (الأرباعي الأعلى) بمتوسط درجات الطلاب (الأرباعي الأدنى)، واختبار الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين بواسطة اختبار (ت)، و الجدول(١٤) يوضح قيمة (ت) للمجموعتين الأعلى والأدنى في كل من اختبار التفكير الرياضي ككل واختباراته الفرعية.

جدول (١٤)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين الأعلى والأدنى
في كل من اختبار التفكير الرياضي ككل واختباراته الفرعية

الاختبار	المجموعة / البيانات	العدد (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	قيمة(ت)	الدلالة الإحصائية
حل المشكلات الجبرية	المجموعة الأعلى	١٤	٣٠,٣٦	١,٨	١٣,١٨	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١٠	٢٠	٢		
التفكير الهندسي	المجموعة الأعلى	١١	٦٢,٧٣	٢,٥	٢٢,٠٢	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١١	٤٠,٢٧	٢,٢٤		
التفكير الرياضي ككل	المجموعة الأعلى	١١	٩١,٥٥	٣,٩٨	١٧,٩٧	دالة عند مستوى ٠,٠٥
	المجموعة الأدنى	١٨	٦٦,٣٣	٣,٤٦		

يتضح من الجدول (١٤) وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين الأعلى والأدنى في كل من اختبار التفكير الرياضي ككل واختباراته الفرعية، مما يدل على أن الاختبار يميز بين التلاميذ ذات المستويات الأعلى في القدرة على التفكير الرياضي والمستويات الأدنى في القدرة على التفكير الرياضي، وهذا يدل على أن الاختبار صادق في قياسه لقدرة التفكير الرياضي.

٣) صدق الاتساق الداخلي

تم حساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار التفكير الرياضي، وذلك بحساب معاملات الارتباط بين كل اختبار فرعي واختبار التفكير الرياضي ككل، وجدول (١٥) يبين هذه المعاملات.

جدول (١٥)
معاملات ارتباط الاختبارات الفرعية باختبار التفكير الرياضي ككل

الاختبار	معامل الارتباط	مستوي الدلالة
التصور	٠,٧٣	دالة عند مستوي ٠,٠١
التحليل	٠,٨٤	دالة عند مستوي ٠,٠١
الاستدلال غير الشكلي	٠,٣٨	دالة عند مستوي ٠,٠١
الاستدلال	٠,٣٠	دالة عند مستوي ٠,٠٥
البرهان الهندسي	٠,٦٨	دالة عند مستوي ٠,٠١
التفكير الهندسي ككل	٠,٩٣	دالة عند مستوي ٠,٠١
حل المشكلات الجبرية	٠,٦٣	دالة عند مستوي ٠,٠١

يتضح من القيم الواردة بالجدول (١٥) أن جميع معاملات ارتباط الاختبارات الفرعية بالاختبار ككل دالة إحصائياً، مما يدل علي أن الاختبار علي درجة عالية من الاتساق الداخلي.

وبعد أن تم التحقق من صدق الاختبار، وثباته، وحساب الزمن المناسب للاختبار أخذ الاختبار شكله النهائي كما هو موضح بالملحق(١٢)، وأصبح الاختبار صالحاً للتطبيق على مجموعتي البحث.

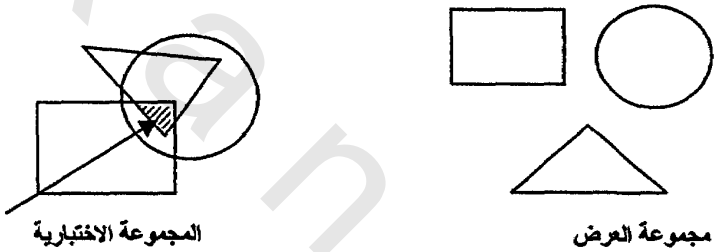
٣. ٢. ١. ٢. إعادة ضبط اختبار السعة العقلية

Figural Intersection Test

قد تم تصميم هذا الاختبار بهدف قياس السعة العقلية حيث بناه البروفيسور "جان بسكاليون "على أساس نظريته في العوامل البنائية (نظرية بسكاليون في العوامل البنائية)، والتي تفترض أن لكل تلميذ ذاكرة عاملة أو سعة عقلية تزداد مع العمر (إسعاد البنا وحمدي البنا، ١٩٩٠أ، ١).

إن السعة العقلية تقاس بأكبر عدد من المخططات العقلية التي يستطيع المتعلم التعامل معها أو معالجتها في وقت واحد أثناء أداء المهمة (Pascual-Leone, 1970, 321).

ويتكون هذا الاختبار من (٣٦) فقرة، وكل فقرة من فقرات الاختبار مكونة من مجموعتين من الأشكال الهندسية البسيطة: الأولى في الجهة اليمنى وتسمى مجموعة العرض، والأخرى في الجهة اليسرى وتسمى المجموعة الاختبارية، وتحتوى مجموعة العرض على عدد من الأشكال المختلفة المنفصلة، في حين تحتوى المجموعة الاختبارية على الأشكال نفسها، ولكنها مرتبة بشكل متداخل بحيث يوجد بينها منطقة تقاطع لكل هذه الأشكال، والمطلوب من الطالب تظليل هذه المنطقة المشتركة وذلك كما في المثال التالي:



شكل (١٤)
مثال من اختبار الأشكال المتقاطعة

ويتراوح عدد الأشكال الموجودة في مجموعة العرض من ٢: ٨ أشكال، ومع زيادة عدد الأشكال في كل فقرة من فقرات الاختبار تزداد صعوبة إيجاد المنطقة المشتركة، بحيث تتطلب الفقرة المكونة من (٨) أشكال من المفحوص سعة عقلية (٧) وذلك لإتمامها بنجاح، والفقرة المكونة من (٣) أشكال تتطلب من المفحوص سعة عقلية (٢) وذلك لإتمامها بنجاح، وهكذا يمكن حساب السعة العقلية للمفحوص.

ويعد هذا الاختبار اختبار (ورقة وقلم – جمعي)، وهو من الاختبارات غير الموقوتة، وقد قام بترجمته للعربية وتقنينه على البيئة المصرية كل من(إسعاد البنا وحمدي البنا، ١٩٩٠أ) وحساب الثبات باستخدام التجزئة النصفية، ومعامل الثبات ألفا كرونباخ لثلاث مجموعات عمرية مختلفة، وكانت معاملات الثبات تتراوح بين ٠,٨٦ إلى ٠,٩١ باستخدام التجزئة النصفية وبين ٠,٨٤ إلى ٠,٩٣ باستخدام معامل الثبات ألفا كرونباخ، ويعد متوسط ثبات الاختبار حوالي ٠,٨٨ مما يعد مقبولاً.

كما قام كل من(إسعاد البنا وحمدي البنا، ١٩٩٠أ)بحساب صدق الاختبار بإثبات صدق التكوين من خلال حساب النسب المئوية لعدد الفقرات الصحيحة لكل مستوى اجتازه المفحوصون

في أعمار مختلفة. والجدول (١٦) يوضح النسب المئوية للفقرات في كل فئة صحيحة في أعمار مختلفة.

جدول (١٦)
النسب المئوية لفقرات اختبار
الأشكال المتقاطعة في كل فئة مرتبطة بالعمر الزمني

العمر الزمني بالسنة / المستوى Class	٣	٤	٥	٦	٧	٨
٧	٦٥	٢٠	٢٠	٥	-	-
٩	٨٣	٧٠	٣٥	١٨	-	-
١١	٩١	٧٣	٦٨	٢٩	٩	-
١٣	٩٥	٨٨	٧٣	٧٠	٣٢	٤
١٥	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٦	٧٢	٤٥

وفى هذا البحث فقد تم استخدام النسخة العربية(بملحق ١٤) بعد ضبطه، وذلك من خلال تطبيقه على عينة قوامها (٤٠) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وذلك لحساب ثبات الاختبار حيث يصبح معداً للاستخدام في هذا البحث كما يلي:

٣. ١. ٣. ١. تحديد صدق اختبار السعة العقلية

تم الاعتماد على حساب صدق الاختبار من خلال تقنينه على العينة المصرية بإثبات صدق التكوين كما بجدول (١٦).

٣. ١. ٣. ٢. تحديد ثبات اختبار السعة العقلية

تم حساب ثبات الاختبار باستخدام ألفا كرونباخ، فكان معامل ثبات الاختبار هو(٠,٧٧).

٣. ١. ٣. اختيار عينة البحث

تم اختيار عينة البحث من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بواقع فصلين من فصول مدرسة طلعت حرب الإعدادية المشتركة هما(١/٢، ٢/٢) لتكّون المجموعة التجريبية وعدد تلاميذها(٦٠) تلميذاً وتلميذة، وفصلين آخرين من مدرسة محمد فريد الإعدادية المشتركة هما(١/٢، ٢/٢) لتكّون المجموعة الضابطة وعدد تلاميذها (٦٠) تلميذاً وتلميذة، وذلك بعد استبعاد بعض التلاميذ عند تطبيق اختبار السعة العقلية، والجدول(١٧) يوضح ذلك.

جدول (١٧)
توزيع تلاميذ مجموعتي البحث على الاستراتيجيات المستخدمة

المجموعة	الاستراتيجية	العدد
التجريبية	خرائط المفاهيم	٦٠
الضابطة	المعتادة	٦٠
الكلي		١٢٠

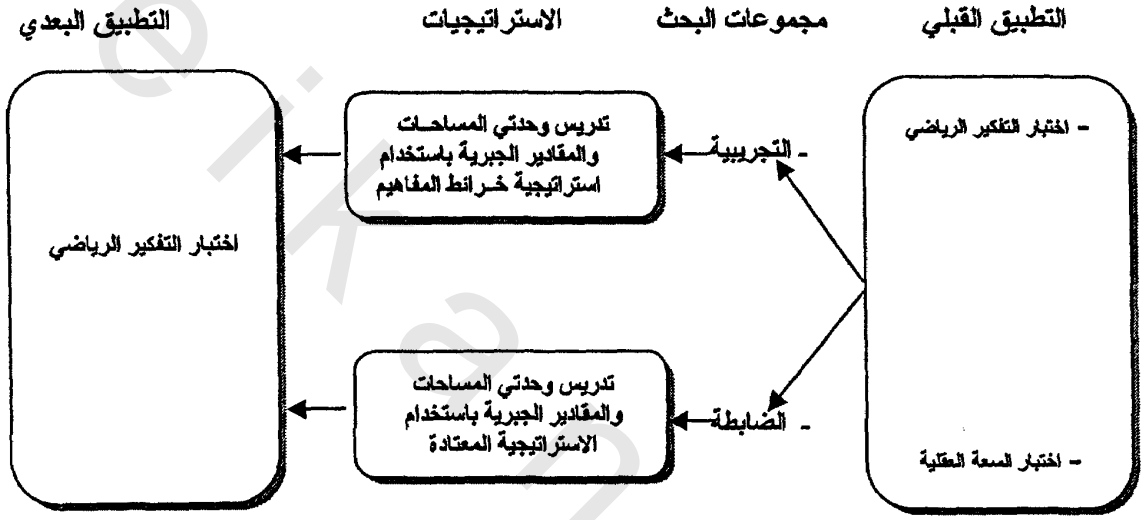
٣. ١. ٤. التصميم التجريبي

اعتمد هذا البحث على المنهج التجريبي، من خلال المجموعات التالية:

١. **المجموعة التجريبية:** وهي مجموعة التلاميذ التي درست وحدتي المساحات والمقادير الجبرية المقررة، على الصف الثاني الإعدادي وفقاً لاستراتيجية خرائط المفاهيم.

٢. **المجموعة الضابطة:** وهي مجموعة التلاميذ التي درست وحدتي المساحات والمقادير الجبرية المقررة، على الصف الثاني الإعدادي وفقاً للاستراتيجية المعتادة.

ويوضح شكل (١٥) التصميم التجريبي لخطوات البحث.



شكل (١٥)
التصميم التجريبي لخطوات البحث

٣. ١. ٥. متغيرات البحث وضبطها

٣. ١. ٥. ١. متغيرات البحث

تضمنت متغيرات البحث ثلاثة أنواع من المتغيرات وهى: المتغيرات المستقلة، والمتغيرات التابعة، والمتغيرات المصاحبة، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

٣. ١. ٥. ١. ١. المتغيرات المستقلة

المتغير المستقل الأول في هذا البحث هو استراتيجية التدريس، حيث درست المجموعة التجريبية باستخدام استراتيجية خرائط المفاهيم، أما المجموعة الضابطة درست باستخدام الاستراتيجية المعتادة، والمتغير المستقل الثاني هو السعة العقلية للتلاميذ، وتم تحديدها لتلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة باستخدام اختبار الأشكال المتقاطعة لجان باسكاليونى.

٣. ١. ٥. ١. ٣. المتغيرات التابعة

المتغيرات التابعة في هذا البحث هي مكونات التفكير الرياضي، كما يقيسها اختبار التفكير الرياضي.

٣. ١. ٥. ١. ٣. المتغيرات المصاحبة

وهى:

١. مستوى التحصيل الرياضي السابق.
٢. المعلومات السابقة المرتبطة بوحدتي البحث.

٣. ١. ٥. ٢. ضبط متغيرات البحث

تضمنت أهداف هذا البحث قياس فعالية استخدام خرائط المفاهيم على تنمية التفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم لذلك تم دراسة مدى تكافؤ كل من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة قبل بداية التجربة، وسارت عملية ضبط المتغيرات على النحو التالي:-

٣. ١. ٥. ٢. ١. التحصيل السابق في الرياضيات

للتحقق من تكافؤ المجموعتين من حيث التحصيل في مادة الرياضيات، تم استخدام درجات الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٠٤ – ٢٠٠٥ م، حيث تم حساب كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لدرجات تلاميذ مجموعتي البحث في الفصل الدراسي الأول، وذلك لحساب قيمة (ت) كما هو موضح بجدول (١٨).

جدول (١٨)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ
المجموعتين التجريبية والضابطة في التحصيل السابق في الرياضيات

المجموعة	عدد التلاميذ (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	اختبار (ت)		
				درجة الحرية	قيمة (ت)	الدلالة
التجريبية	٦٠	٤٥,٢٣	٧,٢٤	١١٨	٠,٣١٨	غير دالة عند ٠,٠٥
الضابطة	٦٠	٤٥,٦٧	٧,٦٩			

ويتضح من الجدول (١٨) تكافؤ مجموعتي البحث في التحصيل السابق في الرياضيات.

٣. ١. ٥. ٢. ٢. المعلومات السابقة

للتأكد من تكافؤ المجموعتين من حيث المعلومات السابقة لوحدتي المساحات والمقادير الجبرية، تم تطبيق اختبار المعلومات السابقة لوحدتي المساحات والمقادير الجبرية على تلاميذ المجموعتين، والجدول (١٩) يوضح نتائج ذلك.

جدول (١٩)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ
المجموعتين في كل من اختبار المعلومات السابقة واختباراته الفرعية

الاختبار	المجموعة / البيانات	العدد (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	قيمة (ت)	الدلالة الإحصائية
اختبار المعلومات السابقة لوحدة المساحات	التجريبية	٦٠	١٧,٦٨	٧,٤٣	٠,٣٠٤	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	١٧,٢٧	٧,٥٨		
اختبار المعلومات السابقة لوحدة المقادير الجبرية	التجريبية	٦٠	١٦,٥	٤,٧٦	٠,٠١٩	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	١٦,٤٨	٤,٨٣		
اختبار المعلومات السابقة ككل	التجريبية	٦٠	٣٤,١٨	١٢,١٦	٠,١٩٤	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	٣٣,٧٥	١٢,٢٦		

يتضح من الجدول (١٩) عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في كل من اختبار المعلومات السابقة ككل واختباراته الفرعية، مما يدل على تكافؤ مجموعتي البحث قبل إجراء التجربة.

٣٠٢٠ إجراء التجربة

٣.٢.١. التطبيق القبلي لأدوات البحث

٣.٢.١.١. التطبيق القبلي لإختبار التفكير الرياضي

تم التطبيق القبلي لاختبار التفكير الرياضي على كل من المجموعتين التجريبية والضابطة، خلال الأسبوع الأول من الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٠٤ـ ٢٠٠٥ م، ثم تصحيح الاختبار طبقاً للنموذج المعد، ثم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لدرجات تلاميذ كل مجموعة على حدة، وحساب قيمة (ت) بدلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لكل من اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية، والجدول (٢٠) يوضح نتائج التحليل.

جدول (٢٠)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ
المجموعتين في التطبيق القبلي لكل من اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية

الاختبار	المجموعة / البيانات	العدد (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية
حل المشكلات الجبرية	التجريبية	٦٠	٦,٢٣	٢,٧٣	٠,٠٣٣	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	٦,٢٥	٢,٨٤		
التفكير الهندسي	التجريبية	٦٠	٣٤,٧٣	١٠,٣٣	٠,٠١٨	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	٣٤,٧	١٠,٣٧		
التفكير الرياضي ككل	التجريبية	٦٠	٤٠,٩٧	١٠,٢٧	٠,٠٠٩	غير دالة عند مستوى ٠,٠٥
	الضابطة	٦٠	٤٠,٩٥	١٠,٥		

يتضح من الجدول (٢٠) عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لكل من اختبار التفكير الرياضي واختباراته الفرعية، مما يدل على تكافؤ مجموعتي البحث قبل إجراء التجربة.

٣. ٢. ١. ٢. التطبيق القبلي لإختبار السعة العقلية (الأشكال المتقاطعة FIT)

قبل إجراء التجربة (تدريس وحدتي المساحات والمقادير الجبرية من خلال استراتيجيتي خرائط المفاهيم والاستراتيجية المعتادة)، تم تطبيق اختبار الأشكال المتقاطعة على مجموعتي البحث بغرض تصنيف التلاميذ في مستويات السعة العقلية المختلفة، ووزعت مجموعتي البحث علي المستويات المختلفة للسعة العقلية، مع استبعاد التلاميذ ذوي السعة العقلية (٢، ٦، ٧)، وذلك لعدم كفاية الأفراد في كل مستوي من المجموعتين التجريبية والضابطة، وأخذ فقط التلاميذ ذوى السعة العقلية (٣، ٤، ٥) كما يوضحها جدول (٢١).

جدول (٢١)
توزيع تلاميذ مجموعتي البحث
على المستويات المختلفة للسعة العقلية

المجموعة	الاستراتيجية المستخدمة	مستويات السعة العقلية			الكلي
		٣	٤	٥	
التجريبية	خرائط المفاهيم	٢٢	٢٦	١٢	٦٠
الضابطة	المعتادة	١٧	٢٩	١٤	٦٠
الكلي					١٢٠

٣. ٢. ٢. التدريس لمجموعتي البحث

تم تدريس وحدتي المساحات والمقادير الجبرية من مقرر رياضيات الصف الثاني الإعدادي لمجموعتي البحث، حيث قامت الباحثة بالتدريس لتلاميذ المجموعة التجريبية طبقاً لدليل المعلم، الذي تم إعداده في ضوء استراتيجيات خرائط المفاهيم، هذا وقد استغرقت عملية التدريس لوحدة المقادير الجبرية لتلاميذ المجموعة التجريبية ٩ أسابيع (٥ فبراير ٢٠٠٥ م وحتى ٣ إبريل ٢٠٠٥ م) أي (٢٥ حصة)، وذلك بواقع ثلاث حصص أسبوعياً، كما استغرقت عملية التدريس لوحدة المساحات ٨ أسابيع (٥ فبراير ٢٠٠٥ م وحتى ١ إبريل ٢٠٠٥ م) أي(١٩ حصة)، وذلك بواقع حصتين أسبوعياً ماعدا الثلاثة أسابيع الأخيرة، فقد كانت تتم عملية التدريس لوحدة المساحات لتلاميذ المجموعة التجريبية بواقع ثلاث حصص أسبوعياً.

بينما أسندت الباحثة التدريس للمجموعة الضابطة التي درست وحدتي المساحات والمقادير الجبرية من مقرر رياضيات الصف الثاني الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني) طبقاً للاستراتيجية المعتادة، إلى معلم الفصل بمدرسة محمد فريد الإعدادية المشتركة، هذا وقد استغرقت عملية التدريس لوحدة المقادير الجبرية لتلاميذ المجموعة الضابطة ٩ أسابيع (٥ فبراير ٢٠٠٥ م وحتى ٣ إبريل ٢٠٠٥ م) أي (٢٥ حصة)، وذلك بواقع ثلاث حصص أسبوعياً، كما استغرقت عملية التدريس لوحدة المساحات لتلاميذ المجموعة الضابطة ٨ أسابيع (٥ فبراير ٢٠٠٥ م وحتى ١ إبريل ٢٠٠٥) أي (١٦ حصة)، وذلك بواقع حصتين أسبوعياً.

وقد تم القيام بعدة إجراءات تتمثل في:

١. الحصول على موافقة الجهات المعنية كما يوضحها ملحق(٢).

٢. الاتفاق مع معلم المجموعة الضابطة على نظام تطبيق البحث، والهدف منه، مع إلزامه بإنهاء التدريس في المدة التي حددتها الوزارة.

٣. تعريف تلاميذ المجموعة التجريبية بخطوات بناء خرائط المفاهيم، وتدريبهم على رسم خرائط المفاهيم لدروس مختلفة سبق دراستها في صفوف سابقة.

٤. تكليف كل تلميذ من تلاميذ المجموعة التجريبية ببناء خريطة مفاهيم للدرس بعد الانتهاء منه كواجب منزلي.

٥. في نهاية التدريس تم تحديد وقت واحد لمجموعتي البحث لتطبيق اختبار التفكير الرياضي بعدياً بعد الاتفاق مع معلم المجموعة الضابطة.

٣. ٢. ٣. التطبيق البعدي لاختبار التفكير الرياضي

بعد الانتهاء من تدريس وحدتي المساحات والمقادير الجبرية بالفصل الدراسي الثاني للصف الثاني الإعدادي لتلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة تم تطبيق اختبار التفكير الرياضي بعدياً، ثم تصحيح الاختبار طبقاً لنموذج التصحيح المعد لذلك، ورصدها في جداول خاصة، كما هو موضح بملحق(٥)، (٦).

٣٠٣ المعوقات التي واجهت تطبيق البحث وكيفية التغلب عليها

١. عند اختيار مجموعتي البحث تم اختيار فصلين من فصول الصف الثاني الإعدادي: أحداهما يمثل المجموعة التجريبية، والآخر يمثل المجموعة الضابطة، ولكن عند تطبيق اختبار الأشكال المتقاطعة لتصنيف التلاميذ وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، أتضح أن العينة غير كافية، لذلك تم اختيار فصلين كمجموعة تجريبية وفصلين كمجموعة الضابطة.

٢. الأنشطة الخاصة بوحدة المساحات التي تم إجرائها أثناء تطبيق استراتيجية خرائط المفاهيم، والتي تتطلب مشاركة التلاميذ لكي يتم من خلالها رسم خرائط المفاهيم استغرقت وقتاً طويلاً أثناء عملية التدريس، لذلك تم تدريس وحدة المساحات لتلاميذ المجموعة التجريبية بواقع ثلاث حصص أسبوعياً في الثلاثة أسابيع الأخيرة من تطبيق البحث.

٣. عند استخدام خرائط المفاهيم في تدريس بعض دروس الجبر مثل الدروس الخاصة بتحليل المقدار الثلاثي بحالاته الثلاث، لم يظهر التلاميذ مشاركة إيجابية وذلك لعدم وجود خلفية معرفية لديهم عن هذه الدروس، ولحل هذه الصعوبة تم عرض الخرائط الخاصة بهذه الدروس كمنظم متقدم بالاستعانة بجهاز العرض فوق الرأس في بداية الحصة، وفي نهاية الحصة طلب من التلاميذ رسم تلك الخرائط كواجب منزلي، ثم القيام بتقويم الواجب.

٤. نظراً لأن عينة البحث تتكون من أربعة فصول، لذلك عند تطبيق الاختبارات المستخدمة في البحث تم الاستعانة بإحدى مدرسات المدرسة للقيام بذلك.