التفاعل بين التفكير المكاني واستراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" (GSCE) في تحصيل العلوم وتنمية مهارات التفكير التوليدي لطلاب الصف العاشر الأساسي

إعداد:د/ منير موسى صادق[١]

مقدمة:

يُعد التفكير أحد أهم أهداف تدريس العلوم والذي ينبغي على المدرسة أن تؤكد عليه باستمرار ضمن البرامج المقدمة لطلابها، حيث إننا نعيش الآن عصر التدفق المعرفي وسهولة الوصول الى المعارف العلمية والحصول عليها، وتبقي المشكلة الاساسية في كيفية استخدام هذه المعرفة وطرق توظيفها في تنمية قدرات ومهارات الطلاب وتفكيرهم ومن ثم تطور المجتمع والقدرة على حل مشكلاته بوعي واقتدار.

وعلية ينبغي أن تركز المدرسة في برامجها على تنمية التفكير ومهاراته المختلفة بشكل أكثر مما هو علية الآن، خاصة وأن التركيز الاكثر في تدريس العلوم لايزال يعتمد على تقديم المعارف العلمية باعتبارها هي الأساس في العملية التعليمية مع استخدام الطرق التقليدية في التدريس، وإن تطرق بعض المعلمين الى استخدام بعض الطرائق الحديثة يكون فقط من سبيل التنوع دون التركيز على أهميتها والهدف منها.

ومع تطور طرائق التدريس بشكل عام وتدريس العلوم بشكل خاص ظهرت العديد من الاستراتيجيات والطرائق التدريسية التي تعتمد على التفكير ومخاطبة قدرات الطلاب المتنوعة ومنها: الذكاءات المتعددة، والتفكير في التفكير (ماوراء المعرفة)، وخرائط التفكير، وعادات العقل وغيرها بالاضافة الى استراتيجيات التفكير البصري أو المرئي Visible Thinking وهي "أري، أفكر، اتعجب See, Think, Wonder"، و"فكر، زاوج، شارك Think, Pair, Share"، و"وصل، مدد، تحدي Connect, Extend, Challenge"، وأيضا استراتيجية "أنتج، أفرز، اربط، توسع Generate, Sort, Connect, Elaborate (GSCE)"، والتي يحاول الباحث استخدامها وتطبيقها في البحث الحالي. وذلك باعتبار أن التفكير البصري يعتمد بالدرجة الاولي على تلخيص المعارف والمعلومات وتنظيمها وترتيبها وتوضيح العلاقات بينها ووضعها في صورة مخططات بصرية وخرائط ذهنية وخرائط للمفاهيم مما يسهل على الطلاب استرجاع المعلومات من خلالها بسهولة وبمجرد النظر اليها.

وتعتمد استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع (GSCE) Generate, Sort, Connect, Elaborate" على تنمية مهارات التفكير لدي الطلاب من خلال

[١] **أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم- كلية التربية- جامعة السويس.**

تشجيعهم على انتاج وتوليد الأفكار، وفرزها، ثم ربطها ببعضها البعض، وتوسيعها وايجاد العلاقات بينها وبين الأفكار المرتبطة.

ومـــن مميـــزات هذه الاستراتيجية وفقا لريتشارت وآخرون (Ritchhart & Others, 2011) أنها تساعد على:

- فهم عميق للمحتوي.
- دافعية أكبر للتعلم.
- تنمية تفكير المتعلمين وقدرات التعلم.
- تنمية اتجاهات المتعلمين نحو التفكير والتعليم وزيادة وعيهم بالفرص المناسبة للتفكير.
- نقل ثقافة التفكير التي يتم تعلمها الى الحياه اليومية والمجتمعة بقناعة وحماس كمفكر ومتعلم في نفس الوقت.

إن التعليم من أجل تنمية التفكير له أثر كبير في العملية التعليمية، فهو يعمل على تحسين مستوى التحصيل عند المتعلمين، كما أنه يعطي المتعلمين شعوراً بضبط تفكيرهم، وبالتالي فإن ثقة المتعلمين بأنفسهم تزداد سواء داخل المدرسة أو في خارجها. (خليل الحويجي، محمد الخزاعلة، ٢٠١٢، ٣٥)

ويوضح جونسون Johnson, 2004 إن عمليات التفكير نشاطات أو تجهيزات عقلية معقدة تتم نتيجة اتحاد مهارات تفكير محددة وفق نوع ومستوى الاستثارة التي يتم استقبالها من خلال إحدى الحواس. فقد حدد مارزانو Marzano ثماني عمليات عقلية تستخدم فى أثناء اكتساب المعرفة واستخدامها، وهي (مفهوم التشكيل، مبدأ التشكيل، والإدراك) وتستخدم عند اكتساب المعرفة، (حل المشكلات، اتخاذ القرارات، الاستعلام، والتركيب) وتستخدم عند طلب المعرفة، (الحوار الشفوي) وتتكون هذه المهارة اثناء اكتساب المعرفة وطلبها. (محمد نوفل، ٢٠٠٨)

إن الهدف الأساسي من تعليم مهارات التفكير هو أن يصبح عادة لدى الطلاب يستخدمونه في حياتهم اليومية وحل مشكلاتهم الحياتية، لذا ينبغي أن يركز تدريس العلوم على تدريب الطلاب بالدرجة الأولي على تنمية مهارات التفكير كطريقة للتدريس وصولاً الى المعرفة العلمية بأنفسهم.

كما أن تعليم التفكير وتعلمة لا يحدثان في فراغ، بل إن عملية التعليم والتعلم على إطلاقها محكومة بعوامل عديدة تشكل في مجملها الإطار العام أو المناخ الذي تقع فيه. (خليل الحويجي، محمد الخزاعلة، ٢٠١٢، ٩١)

حيث يتمثل أسلوب تفكير الطالب في الطريقة التي يستقبل بها المعرفة، والمعلومات، والخبرة، وبالطريقة التي يرتب وينظم بها هذه المعلومات، وبالطريقة التي يسجل، ويرمز، ويدمج فيها هذه المعلومات ويحتفظ بها في مخزونة المعرفي، وبالتالي يسترجعها بالطريقة التي تمثل طريقته في التعبير عنها اما بوسيلة حسية

مادية، أو شبة صورية، أو بطريقة رمزية عن طريق الحرف والكلمة والرقم. (يوسف قطامي وآخرون، ٢٠٠٢، ٥٠٣)

ولما كان التفكير المكاني هو قدرة المتعلم على إدراك العلاقات المكانية بين الأشياء أو القدرة على التصور البصري للأشكال في المكان أو الفراغ، فإن الفرد الذي يتصف بالتفكير المكاني يتميز بالقدرة على الإحساس الجيد بالاتجاه والقدرة على الحركة والتعامل مع العالم المحيط به، كما يتميز بالحساسية للألوان والخطوط والأشكال والانماط والأماكن والعلاقات بين العناصر المتعددة، والقدرة على التصوير والتمثيل وتقديم الأفكار المكانية بشكل تصوري وبرؤية بصرية قائمة على المعرفة. (كوثر كوجك وآخرون، ٢٠٠٨)

ويعرف كراسكي (Kerski, 2013) التفكير المكاني بأنه قدرة الفرد على تحديد وتحليل وفهم الموقع، والحجم، وأنماط واتجاهات العلاقات الجغرافية والزمنية بين البيانات والظواهر والقضايا، كما يعرفه المركز الوطني للبحوث (National Research Council, 2006) بانه تفكير استدلالي يتضمن الموقع وحركة الاجسام أو الأشياء أو حركتنا أما العقلية أو الجسدية في الفراغ أو الفضاء، وهو ليس قدرة أو عملية فردية ولكن في الواقع يشير الى عدد كبير من المفاهيم والأدوات والعمليات.

ووفقا لجامعة جونز هوبكنز (Johns Hopkins University, 2014) تعتبر قدرة الفرد المكانية هي السعة أو القدرة العقلية على فهم وتذكر العلاقات المكانية بين الأشياء، وهذه القدرة تظهر لدى الفرد كنوع متفرد من الذكاء يميزها عن الذكاءات الأخرى، مثل القدرة اللفظية، القدرة الاستدلالية، ومهارات الذاكرة. والقدرة المكانية ليست سمة متجانسة وثابتة، لكنها تتكون من العديد من المهارات الفرعية التي ترتبط فيما بينها ويتم تطويرها خلال حياة الفرد.

وتشير دراسات جاردنر للذكاءات المتعددة أن عادات العقل ذات صلة وثيقة بالذكاء المتعدد تظل بينهما اختلافات دقيقة، لذا فإن مزج النظريتين معاً يخلق نموذجا قويا. وعلية فإن التفكير المكاني أو الذكاء المكاني Spatial Intelligence يُعد عادة عقلية تتمثل في قدرة المتعلم على التصور الفراغي البصري، وتنسيق الصور المكانية، وإدراك الصور ثلاثية الأبعاد إضافة إلى الإبداع الفني المستند إلى التخيل الخصب، ويتطلب هذا النوع من الذكاء توافر درجة من الحساسية للون والخط، والشكل والطبيعة والمجال والعلاقات التي توجد بين هذه العناصر. (محمد نوفل، ٢٠٠٨، ٩٩-١٠٠)

واشار داونز (Downs, 2006, 313) أنه وفقا للمركز الوطني للبحوث بالولايات المتحدة الأمريكية وفقا لمعايير عملهم "التعليم للتفكير المكاني" بان التفكير المكاني يستلزم المعرفة حول:

- **المفاهيم المكانية**- الطرق المختلفة لحساب المسافة، ونظام التنسيق، وطبيعة الفراغ/ الفضاء الثنائي والثلاثي الابعاد. كما يتضمن أيضا الموقع النسبي، ومفاهيم

الجوار، والمناطق والتقاطعات.

- **التمثيل المكاني**- العلاقات بين وجهات النظر: الخرائط المنظورة مقابل المتعامدة، وتأثير التوقعات، ومبادي تصميم الرسوم البيانية.
- **الاستدلال المكاني**- الطرق المختلفة للتفكير بأقصر المسافات، والقدرة على الاستقراء والاستيفاء، وتقدير انحدار تل من خطوط محيط الشكل للخريطة.

كما قدم المركز الوطني للبحوث أبرز خصائص الفرد الذي لدية مهارات التفكير المكاني وهي أنه:

- يمتلك عادة عقلية للتفكير المكاني، أنه يعرف أين، ومتي، وكيف ولماذا التفكير المكاني.
- يستطيع أن يمارس التفكير المكاني بطريقة غير تقليدية، بحيث يكون لديه معرفة عميقة وواسعة عن المفاهيم المكانية مثل (المسافة، الاتجاه، الحجم، الترتيب، التمثيل، وكذلك عرض الخرائط، والنماذج ثلاثية الابعاد، والاشكال البيانية).
- يستطيع تبني موقف نقدي حاسم للتفكير المكاني وتقييم جودة البيانات والمعلومات المكانية، كما يستطيع استخدام المعلومات المكانية للتنظيم والتعبير.

وعلية فإن التفكير المكاني يُحسن من قدرة المتعلم في تعلم العلوم وتنمية المهارات المختلفة لديه، وذلك باعتبار أن موضوعات مادة العلوم تتضمن العديد من المفاهيم التي تحتاج من المتعلم التخيل وادراك الفراغ أو الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد، بالإضافة الى مفاهيم المسافة والاتجاه والاشكال البيانية والنماذج الثلاثية وغيرها، وتعتمد في تعلمها على قدرته على استخدام ما لديه من مهارات التفكير المكاني في عملية تعلم هذه الموضوعات، والتي تعمل على بناء عادات عقلية لدية تتسم بالتفكير بطرق غير تقليدية.

وهناك العديد من الدارسات التي تناولت التفكير المكاني وعلاقته بتدريس مادة العلوم ومنها دراسة بلاك (Black, 2005) والتي هدفت الى دراسة العلاقة بين التفكير المكاني وفهم مفاهيم علوم الارض، وتوصلت الى أن هناك فرص مناسبة لتحسن تعلم مفاهيم علوم الارض وفهمها من خلال التركيز على قدرات التفكير المكاني أو العلاقات والجوانب المكانية للمفاهيم. ودراسة كوجفنيكوف وآخرون (Kozhevnikov & Others, 2007) التي هدفت الى ايجاد العلاقة بين التفكير المكاني والقدرة على المسائل الفيزيائية، واشارات النتائج إلي أن هناك علاقة هامة بين القدرة على التفكير البصري المكاني وحل المسائل أو المشكلات المتعلقة بالحركة المجردة، وظهر ذلك من خلال تفوق الطلاب ذوي التفكير المكاني المرتفع عن زملاءهم ذوي التفكير المكاني المنخفض في حل المسائل الفيزيائية ذات المتغيرات المتعددة.

وفي البيئة العمانية أجريت دراسة (إسماعيل البطاشي، ٢٠٠٩) بهدف تعرف

التفكير المكاني وعلاقته بالقدرة على حل المسائل الفيزيائية لدي طلبة الكلية الجوية بسلطنة عمان، وتوصلت الدراسة الى تفوق الطلاب ذوي التفكير المكاني المرتفع عن زملاءهم ذوى التفكير المكاني المنخفض في القدرة على حل المسائل الفيزيائية، والمسائل الاستنباطية، ومسائل السرعة، ومسائل الرسوم البيانية.

إن تدريب الطلاب على مهارات التفكير المكاني وتكاملها مع استراتيجيات تدريس مادة العلوم ينبغي أن يكون أحد أهم أهداف المؤسسات التعليمية، نظراً لأن ذلك يساعد على تنمية العديد من المهارات لديهم مثل التنظيم والترتيب والتركيب والتخيل والاتجاه والمسافة والحركة والفراغ/ الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد والخرائط والرسوم البيانية وغيرها من المهارات التي يحتاج الطلاب الى التدريب عليها خاصة في موضوعات العلوم التي تتضمن المفاهيم الفيزيائية، ويقع العبء في ذلك على المدرسة وبرامجها التي تقدمها للطلاب في التدريس بشكل عام وتدريس العلوم بشكل خاص.

الشعور بالمشكلة:

بالرغم من التطور الهائل في طرق واستراتيجيات تدريس العلوم وخاصة القائمة على تنمية مهارات التفكير منها، إلا أن غالبية المعلمين لا يزالوا يستخدمون الطرق التقليدية في تدريس مادة العلوم، وهو ما لا يتناسب مع هذا التطور في طرق التدريس بشكل عام وتدريس العلوم بشكل خاص، ويساعدهم في ذلك تنظيم المحتوى الدراسي والكتب المدرسية ونظام التقويم المستخدم والذي يركز بدرجة كبيرة على قدرة الطالب على حفظ أكبر قدر ممكن من المعلومات والمعارف المتضمنة في المحتوي الدراسي.

إن استخدام استراتيجيات التدريس القائمة على تنمية مهارات التفكير وعلاقتها بمهارات التفكير المكاني يمكن أن تساعد في توجيه المعلمين والطلاب إلى كيفية استخدام المعلومات والمعارف وتوظيفها والاستفادة منها في تطوير تدريس العلوم. وذلك من خلال تدريب الطلاب على العديد من المهارات المتضمنة بها.

ومن خلال خبرة الباحث وعمله كمشرف عام لمادة العلوم بوزارة التربية والتعليم بسلطنة عمان وقيامه بالعديد من الزيارات الميدانية بكافة المحافظات التعليمية وعلى مستوى السلطنة، وعمل العديد من اللقاءات مع المعلمين والمعلمين الأوائل وكذلك مع المشرفين والمشرفين الأوائل، لاحظ أن العديد من معلمي العلوم يعتمدون على الطرق التقليدية والتي تنحصر في غالبيتها على الحوار والمناقشة، والسؤال والجواب في تدريس مادة العلوم مع قلة توجيه المشرفين والمشرفين الأوائل لاستخدام الطرائق والاستراتيجيات الحديثة في تدريس العلوم، مما يجعل هناك صعوبة في تدريس العلوم بشكل عام وتدريس موضوعات الفيزياء المتضمنة بها بشكل خاص، وذلك لأنها لا تقدم بالشكل المطلوب مع ضعف التركيز على المهارات المتضمنة بها.

ونظراً لان كتاب العلوم بالصف العاشر الأساسي (الأول الثانوي) هو كتاب

للعلوم العامة يتضمن بداخله وحدات منفصلة للكيمياء والفيزياء والأحياء، والتي تتضمن العديد من المفاهيم العلمية المجردة والقوانين والاشكال البيانية وموضوعات مثل المسافة والازاحة والسرعة المتجهة والتصادمات المرنة وغير المرنة وغيرها من الموضوعات الدقيقة التي تحتاج الى طرق تدريس خاصة تهدف إلى تنمية مهارات التفكير والدمج بينها وبين مهارات التفكير المكاني مما يمثل هذا الجزء من المحتوى صعوبة لدى الطلاب في استيعابه. وذلك يتضح من خلال النتائج النهائية للتحصيل الدراسي لطلاب الصف العاشر على مستوى جميع المحافظات خاصة وأن الامتحان موحد لجميع الطلاب على مستوى الوزارة وليس المحافظة.

ومن هنا نبعت فكرة البحث الحالي والذي يهدف إلى تدريب طلاب الصف العاشر الأساسي (الأول الثانوي) على استخدام طريقة تدريس تعتمد على تنمية مهارات التفكير، وهي استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع Generate, Sort, Connect, Elaborate (GSCE)"، ومعرفة مدى فعاليتها في تدريس العلوم في التحصيل الدراسي ومهارات التفكير التوليدي وعلاقتها بمهارات التفكير المكاني، وذلك من خلال دراستهم لوحدة "الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة" المقررة عليهم خاصة أنه لم يسبق إجراء مثل هذا البحث على حد علم الباحث.

مشكلة البحث:

مما سبق يتضح أهمية استخدام استراتيجيات تدريس العلوم الحديثة وخاصة استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع Generate, Sort, Connect, Elaborate (GSCE)"، ودورها في تدريب الطلاب علي استخدام وتوظيف مهارات التفكير المختلفة من خلال تدريس العلوم بعيداً عن طرق التدريس التقليدية، وعليه يحاول هذا البحث الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

"ما العلاقة بين التفكير المكاني واستراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تدريس العلوم في التحصيل ومهارات التفكير التوليدي لطلاب الصف العاشر الأساسي"؟

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الآتية:

١. ما أثر استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تحصيل طلاب الصف العاشر الأساسي من خلال دراستهم "وحدة الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" وفقا لمستوى التفكير المكاني؟

٢. ما أثر استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تنمية التفكير التوليدي ومهاراته المختلفة لطلاب الصف العاشر الأساسي وفقا لمستوى التفكير المكاني؟

٣. ما مدى التفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على التحصيل الدراسي ومستوياته المختلفة لطلاب الصف العاشر الأساسي؟

٤. ما الفروق بين مستويات التفكير المكاني في التحصيل الدراسي لطلاب الصف

العاشر الأساسي بعد دراستهم "وحدة الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة"؟

٥. ما مدى التفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على مهارات التفكير التوليدي لطلاب الصف العاشر الأساسي؟

٦. ما الفروق بين مستويات التفكير المكاني في التفكير التوليدى لطلاب الصف العاشر الأساسي بعد دراستهم "وحدة الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة"؟

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار التحصيلي البعدي ومستوياته المختلفة لصالح المجموعة التجريبية وفقاً لمستوى التفكير المكاني.

٢. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التوليدي البعدي ومهاراته المختلفة لصالح المجموعة التجريبية وفقاً لمستوى التفكير المكاني.

٣. يوجد تفاعل ذو دلالة إحصائية بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على الاختبار التحصيلي البعدي لطلاب المجموعة التجريبية.

٤. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي البعدي بين مستويات التفكير المكاني لصالح مستويات التفكير المكاني العليا.

٥. يوجد تفاعل ذو دلالة إحصائية بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط ، توسع" والتفكير المكاني على اختبار التفكير التوليدي البعدي لطلاب المجموعة التجريبية.

٦. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في اختبار التفكير التوليدي البعدي بين مستويات التفكير المكاني لصالح مستويات التفكير المكاني العليا.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

١. قياس فاعلية استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" في تنمية مهارات التفكير التوليدي والتحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى طلاب الصف العاشر الأساسي (الأول الثانوي).

٢. دراسة التفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" والتفكير المكاني والتحصيل الدراسي لدى طلاب الصف العاشر الأساسي.

٣. دراسة التفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" والتفكير المكاني ومهارات التفكير التوليدي الدراسي لدى طلاب الصف العاشر الأساسي.

أهمية البحث:

يمكن أن تسهم أهمية هذا البحث في:

١. توظيف استراتيجيات التدريس الحديثة والقائمة على التفكير في تدريس مادة العلوم لاهميتها في تنمية مهارات التفكير المختلفة.

٢. تحفيز معلمي العلوم على استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تدريس مادة العلوم، مما يحسن من ادائهم التدريسي في غرفة الدراسة.

٣. تدريب الطلاب على ممارسة مهارات التفكير وبناء خرائط المفاهيم، مما يسهم في تطوير تفكيرهم وتنمية القدرات العليا في التفكير لديهم.

٤. تقديم اختبار تحصيل في مادة العلوم لطلاب الصف العاشر الأساسي، وهذا يمكن أن يفيد معملي العلوم في إعداد اختبارات مماثلة لتقويم تعلم الطلاب في الصفوف المختلفة.

٥. تقديم اختبار للتفكير التوليدي لطلاب الصف العاشر الأساسي، وهذا يمكن أن يفيد معملي العلوم في إعداد اختبارات تساعدهم في قياس قدرات الطلاب على التعلم.

٦. تزويد مخططي المناهج الدراسية بكيفية تضمين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في مقررات العلوم، مما يسهم في إعداد مناهج دراسية قائمة على تنمية مهارات التفكير وبناء خرائط المفاهيم.

حدود البحث:

اقتصرهذا البحث على:

١. تدريس وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" والتي تتضمن فصلين هما "الطاقة الحرارية والشغل"، و"الطاقة والحركة"، والمقررة في كتاب العلوم للصف العاشر الأساسي في العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤ في ضوء استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع".

٢. عينة من طلاب الصف العاشر الأساسي بمديرية التربية والتعليم بمحافظة مسقط- بسلطنة عُمان.

٣. قياس وتحديد مستوى التفكير المكاني (منخفض، متوسط، مرتفع) لطلاب الصف العاشر الأساسي عينة البحث.

٤. قياس تحصيل طلاب الصف العاشر الأساسي عينة البحث في وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة" في المستويات (التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل).

٥. قياس مهارات التفكير التوليدي (وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطلاقة في التفكير، المرونة في التفكير). لطلاب الصف العاشر الأساسي عينة البحث.

أدوات البحث:

استخدم الباحث في هذا البحث الأدوات الآتية:

١. اختبار تحصيلي لقياس التحصيل الدراسي لدى طلاب الصف العاشر من التعليم الأساسي في وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة". إعداد الباحث.

٢. اختبار مهارات التفكير التوليدي. إعداد الباحث.

٣. اختبار التفكير المكاني. إعداد مركز خدمات الاختبارات التربوية، نيوجرسي، الولايات المتحدة الأمريكية. ترجمة: (عدنان العابد، ١٩٩٤)

منهج البحث:

اعتمد هذا البحث على:

١. **المنهج الوصفي التحليلي:** وذلك فيما يتعلق بالدراسة النظرية لموضوع الاستراتيجية التدريسية المستخدمة، تعريفها، أهميتها في تدريس مادة العلوم، وكيفية إعداد وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة" في ضوء استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع".

٢. **المنهج التجريبي التربوي:** وذلك فيما يتعلق بتجربة البحث وإجراءاته وضبط متغيراته، حيث اعتمد البحث على التصميم التجريبي التالي:

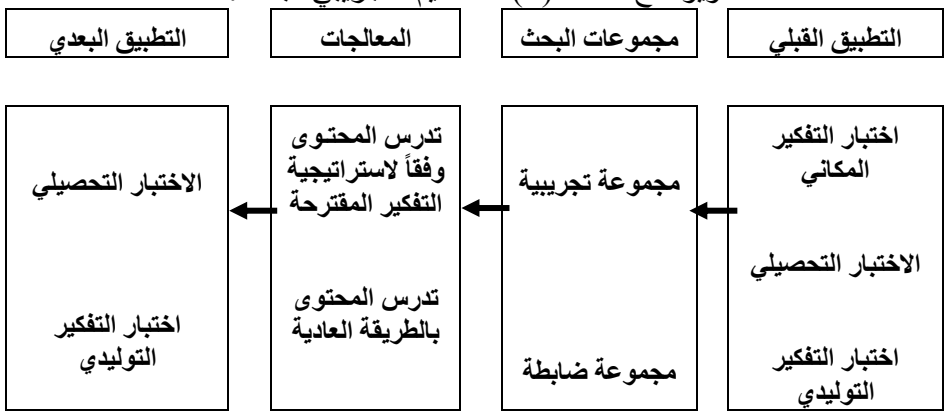
أ- **المجموعة التجريبية**: هي مجموعة الطلاب الذين يدرسون محتوى وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة"" وفقاً لاستراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع".

ب- **المجموعة الضابطة**: هي مجموعة الطلاب الذين يدرسون نفس المحتوى وفقاً للطريقة المعتادة والسائدة في المدارس.

ويشتمل التصميم التجريبي على المتغيرات التالية:

- **المتغيرات المستقلة:** المعالجات التدريسية، التفكير المكاني.
- **المتغيرات التابعة:** التحصيل الدراسي، التفكير التوليدي.

ويوضح الشكل (١) التصميم التجريبي للبحث:



شكل (١) التصميم التجريبي للدراسة

٣. المنهج الإحصائي: حيث استخدم في هذا البحث حساب المتوسطات، والانحرافات المعيارية، واختبار "ت"، وتحليل التباين الثنائي، وذلك باستخدام حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية (البرنامج الإحصائي SPSS، الاصدار ٢٠).

خطة البحث:

١. الاطلاع على الكتابات والدراسات السابقة في مجال استراتيجيات التفكير المختلفة، وذلك لتعرف مفهومها، أهميتها، كيفية تصميمها وطرق تعلمها.

٢. اختيار محتوى وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب الصف العاشر الأساسي (الأول الثانوي).

٣. إعداد دليل للمعلم لتدريس وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" باستخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" لتنمية التحصيل ومهارات التفكير التوليدي بشكل عام لدى الطلاب عينة البحث.

٤. إعداد أدوات البحث وتشمل:

- اختبار تحصيلي.
- اختبار التفكير التوليدي.
- اختبار التفكير المكاني. إعداد مركز خدمات الاختبارات التربوية، نيوجرسي، الولايات المتحدة الأمريكية. ترجمة: عدنان العابد ١٩٩٤.

وضبطها على عينة استطلاعية وتحديد مدى الصدق والثبات لكل منهما.

٥. اختيار عينة البحث وتقسيمها إلى مجموعتين إحداهما تمثل المجموعة التجريبية التي تدرس وفقاً وفقاً لاستراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع"، والأخرى ضابطة وتدرس وفقاً للطريقة المعتادة.

٦. تطبيق اختبار التفكير المكاني لتحديد مستوى طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة قبلياً.

٧. تطبيق أدوات البحث على العينة المختارة قبلياً.

٨. تدريس الوحدة للمجموعتين التجريبية والضابطة.

٩. تطبيق أدوات البحث على العينة المختارة بعدياً.

١٠. إجراء التحليل الإحصائي للبيانات وتفسير النتائج في ضوء ما وضع للبحث من فروض.

١١. تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج التي يسفر عنها البحث.

مصطلحات البحث:

١. التفاعل: Interaction

يعرفه الباحث بانه عبارة عن التأثير المتبادل بين المتغيرات المستقلة (طريقة التدريس- التفكير المكاني)، والمتغيرات التابعة (التحصيل- التفكير التوليدي) في هذا البحث.

٢. استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع": Generate, Sort, Connect, Elaborate

يعرفها الباحث بانها خطة تدريسية منظمة تعتمد على خطوات اجرائية محددة يتم تنفيذها داخل الغرفة الصفية، يتمكن المتعلمين خلالها من أنتاج الافكار والمعارف وتنمية المهارات، ومن ثم تلخيصها وتصنيفها، والقيام بالربط وتوضيح العلاقات بينها ووضعها في صورة مخططات يسهل على الطلاب استرجاع المعلومات من خلالها بمجرد النظر اليها.

وتعتمد استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع (GSCE) Generate, Sort, Connect, Elaborate" على تنمية مهارات التفكير لدي الطلاب من خلال تشجيعهم من قبل المعلم على انتاج وتوليد الافكار، وفرزها، ثم ربطها ببعضها البعض، وتوسيعها من خلال ايجاد العلاقات بينها وبين الافكار المرتبطة بها. كما تهدف الى تسليط الضوء على خطوات التفكير التي ينبغي ان يستخدمها المتعلمين في تنظيم المعلومات وترتيبها وايجاد العلاقات بينها وعرضها في خريطة مفاهيم فعالة توضح مهارات التفكير لديهم.

٣. التفكير المكاني: Spatial Thinking

يعرف كراسكي (Kerski, 2013) التفكير المكاني: بانه قدرة الفرد على تحديد وتحليل وفهم الموقع، والحجم، وأنماط واتجاهات العلاقات الجغرافية والزمنية بين البيانات والظواهر والقضايا.

كما يعرفه المركز الوطني للبحوث (National Research Council, 2006) بانه تفكير استدلالي يتضمن الموقع وحركة الاجسام أو الأشياء أو حركتنا أما العقلية أو الجسدية في الفراغ أو الفضاء، وهو ليس قدرة أو عملية فردية ولكن في الواقع يشير إلى عدد كبير من المفاهيم والأدوات والعمليات.

٤. التحصيل: Achievement

هو مقدار استيعاب الطلاب للمعلومات والمعارف التي تم اكتسابها من خلال تعلم وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة"، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار التحصيلي المعد لذلك.

٥. التفكير التوليدي: Generative Thinking

يعرفه أنتوسيل (Entwistle, 2000) بأنه قدرة الطلاب على توليد إجابات عندما لا يكون لديهم حلول جاهزة للمشكلة التي تواجههم وخاصة عندما تكون المشكلة غير مألوفة لديهم ولا ترتبط بما تعلموة من حقائق ومعارف سابقة. ويري البعض بأنه يتضمن بعد التوليد والذى تحدث فيه التمثلات المعرفية التى تهيئ للاكتشاف الابتكاري، وبعد الاكتشاف الذى يسعى المتعلم خلاله الى تفسير التراكيب المهيئة للابتكار ويمكن أن تكون أساساً لتوليد الأفكار وتعديلها خلال الاكتشاف للابتكاري (فتحي الزيات، ٢٠٠١)

ويعرفه الباحث بانه قدرة الطلاب على ممارسة مهارات التفكير المنظم والتمكن من استخدام مهارات التفكير المختلفة ومنها مهارات الإكتشاف والتنبؤ والتفسير والإتقان والتوسع والابتكار وتوليد الافكار والاستفادة منها في حل المشكلات التى تواجههم في حياتهم العلمية والعملية.

الإطار النظري

تناول الإطار النظري ما يلي:

أولاً: تعريف التفكير:

يُعد التفكير هو أحد أبرز أهداف تدريس العلوم وأهمها، وذلك لما له من دور في تنمية قدرات المتعلمين وتطوير تفكيرهم باستمرار، فمادة العلوم تعتبر مجالاً خصباً لتنمية مهارات عمليات العلم

ومهارات التفكير المختلفة لما تتضمنه من أنشطة وتجارب واستكشافات تخاطب قدراتهم العقلية وتنمي العديد من المهارات لديهم.

ويعرف التفكير بأنه عملية عقلية يقوم خلالها المتعلم بمعالجات عقلية للمدخلات الحسية والمعلومات المسترجعة لتكوين الافكار أو استدلالها أو الحكم عليها، وبالتالي فهي تتضمن الإدراك والخبرة السابقة للمتعلم والمعالجة الواعية والاحتضان والحدة وعن طريقها تكتسب الخبرة معني. في حين أن مهارات التفكير تعد عمليات ذهنية محددة يمارسها المتعلم ويستخدمها عن قصد في معالجة المعلومات

ومنها مهارات تحديد المشكلة، وإيجاد الافتراضات، والملاحظة، والقياس، والاستنتاج، والتصنيف، والتنبؤ، والتفسير، واستخدام العلاقات، واستخدام الارقام، والمقارنة والاتصال، والطلاقة، والمرونة، وأوجه التشابه والاختلاف، والحساسية للمشكلات، وحل المشكلات، والقدرة على اتخاذ القرار.(فتحي جروان، ١٩٩، ٣٥)، (نايفة قطامي، ٢٠٠٤، ٢٤).

كما يعرف التفكير بأنه أي نشاط عقلي يقوم به الفرد سواء كان حل المشكلة أو اتخاذ قرار أو محاولة فهم لموضوع معين وهو الشيء الذي يحدث في أثناء حل المشكلة وهو الذي يجعل للحياة معني. وبالتالي هو عملية واعية يقوم بها الفرد عن وعي وادراك ولكنها لا تستثني اللاوعي أى أن عملية التفكير يمكن أن تتم في اللاوعي أحياناً. ورغم أنالتفكير عملية فردية لكنها لا تتم بمعزل عن البيئة المحيطة. أي أن عملية التفكير تتأثر بالسباق الاجتماعي والثقافي الذي تتم فيه. (إبراهيم الحارثى، ٢٠٠٣، ١٢)، وهو ما يؤكد دور المدرسة والمعلم في تنمية التفكير ومهاراته المختلفة لدى الطلاب عند حدوث عملية التدريس المخطط لها بشكل جيد.

خصائص التفكير:

هناك العديد من خصائص التفكير التي ينبغي مراعاتها عند تعليم وتدريب الطلاب على مهارات التفكير وذلك من خلال تقديم الانشطة الملائمة والتي تختلف عن الانشطة الصفية بما يلي: (نادية سرور، ٢٠٠٥، ١٩)

- انشطة مفتوحة وحرة تهدف لحث المتعلمين على البحث عن عدة اجابات ملائمة ومقبولة.
- تتطلب استخدام الوظائف العقلية وخاصة القدرات العليا منها.
- تحث الطلبة على توليد الأفكار وليس استرجاع المعلومات والتذكر.
- تهيئ نشاطات التفكير فرصاً للكشف عن طاقاتهم والتعبير عن خبراتهم الذاتية، كما توفر فرصاً للمعلم لمراعاة الفروق الفردية.
- تفتح نشاطات التفكير افاقاً واسعة للبحث والاستكشافات والربط بين خبرات التعليم السابقة واللاحقة.

وفي هذا الصدد يوضح كل من هيلين وأرثر (Helen & Arthur, 2004) أنه ينبغي أن يكون للمعلمين دور واضح في خلق بيئة صفية تحقق أهداف تنمية التفكير ومهاراته المختلفة، وبالتالي مراعاة ما يلي:

- بناء وتطوير علاقات الثقة مع المتعلمين.
- تقييم المتعلمين باستمرار سواء التقييم المستمر أو التقييم النهائي.
- ايجاد بيئة صفية تتسم بالجدية والصرامة مع العلاقات الحميمية والتي من خلالها تتحقق احتياجات المتعلمين.

- توضيح الطرق التي من خلالها يمتلك المتعلمون المعايير المتفق عليها.
- لديهم رؤية واضحة للأهداف بعيدة المدي للتعليم والتدريس مثل: زيادة استقلالية الطلاب، العاطفة والكفاءة للفهم.

في حين أن دور المدرسة في تعليم التفكير ينبغي أن يتمثل في توفير البيئة التعليمية الملائمة لإثارة التفكير وذلك كما يلي: (جودت سعادة، ٢٠٠٣، ٦٩)، (منيرة الرشيد، ٢٠٠٥)

- الإيمان لدى المعلمين وجميع العاملين في المدرسة أو من يشرفون عليها إداريًا وتربويًا بأهمية دور المدرسة في تعليم وتنمية التفكير.
- تركيز المنهج المدرسي على عملية التفكير كي يكون محوراً مهما من محاور العملية التعليمية التعلمية.
- ضرورة ممارسة الطلاب لعلميات التفكير بحرية تامة في مناخ تربوي سليم يسوده الأمن والأمان بالنسبة لعلاقة المعلم والطالب والإدارة المدرسية.
- توفير المناخ الصفي المناسب مثل المقاعد الصحية والتنوع في طرق التدريس والتقنية والوسائل التعليمية والتقنية الحديثة والأنشطة والمراجع المتعددة التي تستوعب الفروق الفردية بين الطلاب، مما يساعد على توفير البيئة التعليمية الصفية التي تشجع على التفكير والإبداع.
- تشجيع الجدل والنقاش الصفي والدفاع عن وجهات النظر لتعليم الطلاب مهارات التفكير خلال المواد الدراسية.
- الاهتمام بإتقان الطالب للمادة العلمية بغض النظر عن المنافسة وتنمية روح التعاون بينهم.
- توجيه الأسئلة ذات المستويات العليا في التفكير وإتاحة فترة زمنية أطول لسماع الإجابة.
- تشجيع استخدام استراتيجيات التفكير في التفكير والتخطيط لها وتنظيمها أو ما يعرف بما وراء المعرفة.
- تقليل محتوى المادة الدراسية والبعد عن التفاصيل المملة وبث روح الاستمتاع وإثراء الكتاب المدرسي بأنشطة واقعية.
- توفير المناخ التعليمي الملائم للتفكير والإبداع في المدرسة وتشجيع البحث والتعلم المستمر وتوفير الإمكانيات المادية اللازمة لذلك.

تعريف التفكير المكاني:

يوضح هيجارتي (Hegarty,2011)،(Hegarty, 2014) أن التفكير المكاني يعتبر محور العديد من دراسة المجالات والمهن العلمية، ومنها على سبيل المثال مادة الفيزياء ممثلاً في حركة الأجسام في الفضاء، ومادة الكيمياء وفهم العلاقة بين

التركيب الجزيئي والتفاعل الكيميائي، وفي مادة الجيولوجيا توضيح السبب في العمليات الفيزيائية التى تتشكل من خلالها الجبال والوديان. وعليه فقد طور العلماء مجموعة متنوعة من التصورات والتمثيلات المكانية مثل الاشكال والرسوم البيانية والنماذج والخرائط لتمثيل الكائنات والبيانات الأكثر تجريداً في مجالاتهم.

وعلية يعتبر التفكير المكاني أو القدرة المكانية من الأمور التي لا غني عنها في دراسة العلوم بشكل عام والفيزياء بشكل خاص نظراً لاحتوائها على العديد من الجداول والاشكال البيانية والظواهر الطبيعية التي تحتاج من المتعلم الاعتماد بشكل كبير على التخيل والفراغ والتمثيل البياني وعمليات التفكير والقدرة على الاستيعاب وفهم المادة بشكل جيد.

وبالرغم من أهمية التفكير المكاني في التخصصات العلمية وتعزيز التفكير المكاني في النظام التعليمي، فقد قدم المجلس القومي للبحث (National Research Council, 2006) تقريراً على أن الذكاء المكاني ليس المقصود به فقط هو الفهم ولكن فقط ما يقصد به الفهم Undersupported،ولكن يقصد به التقدير Underappreciated،أومقومة بأقل من قيمتها Undervalued، وبالتالي فإن تحت التعليمات Underinstructed. وعلية دعا الى ضرورة الالتزام الوطني لتنمية التفكير المكاني في جميع المناهج الدراسية، وذلك لان عدم التركيز على التفكير المكاني يجعل الطلاب ليس فقط أقل قدرة على الإنجاز في مجال العلوم، بل أيضا قد يعيق من تحديد وتغذية مواهب أكثر مكانية لدينا.

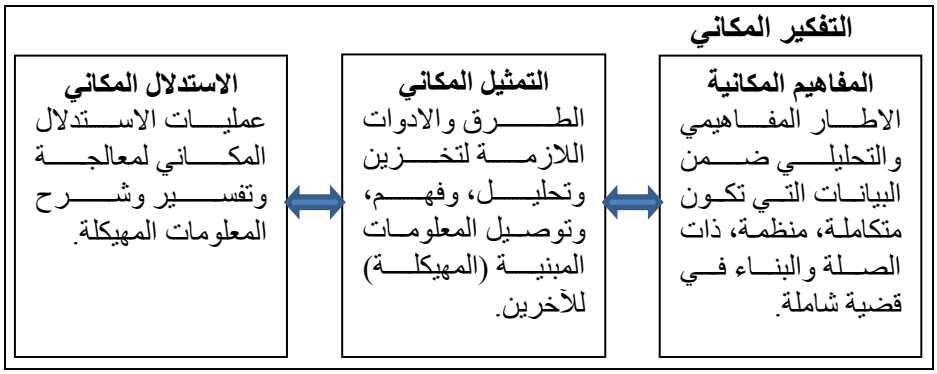
ومن الدراسات التي اهتمت بدراسة التفكير المكاني والقدرة المكانية ومنها دراسة واي وآخرون (Wai & Others, 2009) التي توصلت إلى أن ٧٠% من الطلاب الذين كانوا ضمن عينة مشروع "الموهبة في القدرة المكانية" لم يكونوا الأعلى في الرياضيات أو القدرة اللفظية مما يشير الى انها لم تكن على النحو المحدد "الموهوبين"، على الرغم من أنها أظهرت إمكانية هائلة في تحصيل مادة العلوم.

ووفقا لمجلس البحث القومي فإن التفكير المكاني كما أشار اليه داونز (Downs, 2006)، وكراسكي (Kerski, 2008) يستلزم وعي وامتلاك المتعلم بما يلي:

- المفاهيم المكانية (الفضاء: Space): وتتمثل في الطرق المختلفة لحساب المسافة، نظام منسق واضح، وطبيعة الفراغات ثنائية وثلاثية الابعاد. وتتضمن أيضا المواقع النسبية ومفاهيم خطوط الطول والعرض والتقاطعات والمناطق المختلفة.
- التمثيل المكاني (التمثيل: Representation): ويتمثل في العلاقات بين وجهات النظر: التعامد مقابل منظور الخرائط، تأثير التقديرات، مبادئ التصميم التخطيطي وخرائط الرسم الجغرافي كالصور والنقاط والخطوط والاضلاع.
- التفكير المكاني (الاستدلال: Reasoning): ويتمثل في استخدام الطرق المختلفة للتفكير حول المسافات الاقصر (المسارات الدائرية العظمي مقابل مسارات

الخطوط المستقيمة)، القدرة على الاستنباط والاستدلال، إبراز العلاقة على الرسم البياني في المستقبل، وتقدير منحدر التل من مناسيب خطوط الخرائط، واختيار الالتفاف وغيرها.

وقدم مايكل وهوف (Michel & Hof, 2013) تلخيصاً لمفهوم التفكير المكاني يمكن توضيحه في الشكل التالي:



شكل (٢)

وفي هذا الصدد قدم مجلس البحث القومي من خلال معيار العمل "التعليم للتفكير المكاني" خصائص الشخص الذي لديه مهارات التفكير المكاني وفقا لداونز (Downs, 2006) كما يلي:

- لدية عادة عقلية للتفكير المكاني، يعرف أين، متي، كيف، ولماذا التفكير بطريقة مكانية.
- يمارس التفكير المكاني بطريقة رسمية أي لدية معرفة مكانية عميقة وواسعة عن المفاهيم المكانية مثل (المسافة، واتجاه القياس، وترتيب وتمثيل الخرائط والنماذج ثلاثية الابعاد والرسوم البيانية).
- يتبني موقف نقدي للتفكير المكاني ويقيم نوعية البيانات المكانية، ويمكنه استخدام البيانات المكانية للبناء والتوضيح.

كما يعرف كراسكي (Kerski, 2008) التفكير المكاني بأنه القدرة لدراسة الخصائص وعمليات الاتصال بالطبيعية والتأثير الإنساني بمرور الوقت وفي المقياس الملائم. وفي الحقيقة هذه جغرافية واقعية: بحيث يكون الفرد قادر على التفكير النقدي حول الأرض، نشاطات الأفراد والتفاعل بينهم. أن التفكير المكاني هو أكثر من معرفة الأشياء وأين يكون موقع الاشياء، أنه يسأل أسئلة جغرافية منها لماذا هناك، كيف، ولماذا اذا.

ويعرف باندرز ولي (Bednarz & lee, 2011) التفكير المكاني بأنه ليس قدرة فردية ولكن عبارة عن مجموعة من المهارات المختلفة، حيث إن مكونات

التفكير المكاني هو الخرائط البصرية وتصنيف نماذج الخريطة (نقطة، خط، مساحة)، واستخدام العمليات المنطقية وخرائط الملاحة والارتباط المكاني، والتزود بالمهارات الجغرافية والأدوات الضرورية والتقنيات اللازمة للتفكير المكاني.

ووفقا جيرشمال وجيرشمال (Gershmehl & Gershmehl, 2007) أنه عند تقديم تعريف التفكير المكاني بطريقة واضحة ينبغي أن نسأل الاسئلة التالية: هل هناك قدرة مكانية واحدة أم هناك أكثر من قدرة مكانية لدي الفرد؟ وإذا كان هناك أكثر من قدرة مكانية، كيف ترتبط كل قدرة بالأخرى؟ هنا يمكن أن نتحدث عن كيف تقدم المعلومة المكانية وتعالج بطريقة مستقلة مع القدرات الأخرى لدي الفرد.

التفكير البصري المكاني: Spatial Visualization

يوضح لوهمان (Lohman, 1996, 98) التفكير البصري المكاني بأنه نوع خاص من التفكير المكاني يتضمن استخدام الخيال في "التوليد، والاحتفاظ، والاسترجاع، وتحويل الصور البصرية المنظمة بشكل جيد. ومن ابرز مهارات التفكير البصري المكاني ما يلي:

- مهام الفك والتركيب. Composition and Decomposition Tasks
- التخيل: حل المشكلة عقلياً بالنظر. Imagine This: Problem Solving with the "Mind's Eye"
- تمارين الدوران والطي والشبكات. Nets and Folding Exercises

كما يشير واكس (Wachs, 1990), (Wachs, 2014, 518) إلى أن التفكير البصري المكاني يتخلص في عنصرين اساسيين هما:

١. المزاوجة / التماثل: Matching وتتمثل في:

- التوافق: Coincident (اعادة بناء نموذج معين مع بعض الاجزاء لكل كتلة لتكوين كتل اخري مؤثرة).
- الفصل: Separated (مزاوجة العناصر أو الأجزاء المنفصلة).
- الفضاء السلبي: Negative space (يضع العناصر في الفضاء غير ممتلئ عن قصد.
- التذكر: Recalling (إعادة البناء لتقديم نموذج في جزء بعيد من الغرفة).

٢. التغيير/ ابدال الوضع: Transposition (التنسيق مع محاور الجسم)

- أفقي: Horizontal (اتجاه وبعد).
- عمودي: Vertical (يمين ويسار).
- مستعرض: Transverse (التناوب/ التبادل).
- التحليل: Analysis (تحديد كيف تم نقل تصميم معين).

- المواقع: Positions (بناء من وجهات نظر مختلفة، اذا كان شمال، جنوب، شمال شرق، وهكذا..)

وتشير نظرية الذكاءات المتعددة في هذا الصدد للعلاقة بين التفكير المكاني والذكاء المكاني البصري Visual-spatial Intelligence يتكون من القدرة على فهم العالم المادي المرئي والقدرة على إعادة تصور الخبرة المرئية في الذهن وفقا لفيشير Fisher, 1990. إن رؤية الأشياء تساعد على فهمها، ويري أصحاب هذا الرأي أن أهم العمليات التفكيرية تأتي من فهم العالم الخارجي. فرؤية الأشياء وتخيلها في الحيز أو الفضاء عبارة عن مصدر التفكير الأول، ويشكل التفكير في المرئيات مفتاحا لحل المشكلات. هذا بالإضافة إلى أن استخدام الذكاء المرئي يساعد المتعلمين في الرؤيا الشاملة للخيالات المتناقضة، فالمعرفة المادية المرئية والحالة هذه أداة مساعدة في التفكير لديهم جميعاً. (إبراهيم الحارثي، ٢٠٠٣)

التفكير المكاني وتدريس العلوم:

أشار واكس (Wachs, 2014) أن للتفكير المكاني أهمية واضحة في التدريس بشكل عام وتدريس العلوم بشكل خاص، فالتفكير البصري المكاني يتضمن:

- القدرة على الأداء في الاختبارات وخاصة الاختبارات الاكاديمية واختبارات الذكاء.
- التفكير الرياضي وخاصة في الهندسة والهندسة الفراغية والفيزياء.
- رؤية وفهم التركيب الجزيئي في الكيمياء العضوية.
- باختصار التفكير المكاني هو الذكاء البصري.

ونظراً لان مادة العلوم تحتوي على العديد من الموضوعات في الفيزياء والكيمياء تتضمن العديد من التجارب التي تعتمد على مهارات التفكير المكاني لدي الطلاب، لذا فتتمثل أهمية التفكير المكاني وفقا لجامعة جونز هوبكنز (Johns Hopkins University, 2014) فيما يلي:

- يساعد في حل العديد من المهام والمشكلات في الحياة اليومية، مثال استخدام الخرائط على جهاز الملاحة GPS لإرشادك للوصول الى مدينة لم تكن معروفة بالنسبة لك، كذلك معرفة الطرق الاسرع، والطرق الاقصر للوصول.
- توجيه نفسك في بيئتك مثال عندما تتعلم طريقك للذهاب لمدرسة جديدة بالنسبة لك ومعرفة ما بحولها. وكل هذا يُعد من الانشطة التي تتضمن القدرة المكانية.
- يساعد أيضا في تنمية قدرتك على التقدير بمجرد النظر مثال: اذا اردت وضع شيء معين في صندوق ولفة، فهل تكون متأكداً بان هذا الصندوق كبير بشكل كافئ لوضع هذا الشيء بداخلة.
- أيضا من الأمثلة الحياتية لاستخدام وتطبيق التفكير المكاني هو استخدام صور المرايا مثال: عند القيام بتسريح شعرك وأنت تنظر في المرآة في نفس الوقت.

- أن القدرة المكانية مهمة للطلاب للنجاح في مجالات الدراسة خاصة الرياضيات، والعلوم الفيزيائية، والهندسة، والتنبؤ الاقتصادي، وعلوم الارصاد الجوية، والهندسة المعمارية، وجميعها تحتاج الى استخدام المهارات المكانية. مثال: الفلكي يجب أن يتصور كيفية تركيب النظام الشمسي وحركات الاجرام والاجسام السماوية به. كذلك المهندس ينبغي أن يتصور الاجزاء التي تتكون منها آلة ميكانيكية وعلاقة الاجزاء ببعضها في هذه الاله. أيضا اخصائي الأشعة يجب أن يكون قادر على ترجمة الصور الطبية التي يتم أخذها بالأشعة السينية.
- تساعد القدرة المكانية الطلاب على فهم الصيغ الكيميائية كنموذج مجرد من الجزيئات. إن المهارات المكانية مهمة في تنمية قدرتهم على استعادة المعلومات من أكثر النماذج العقلية المفصلة للجزئيات.
- تساعد القدرات المكانية في تدريس العلوم الطلاب في بناء النماذج العقلية من الوصف الشفهي في محتوي الكتب الدراسية. ففي بعض المجالات تكون الكتب المدرسية ومواد التدريس مصممة ومطورة بشكل خاص لاستخدام المهارات المكانية كمفتاح لإتقان الموضوع أو الدرس.
- القدرة البصرية المكانية تصبح مهمة جداً مع التطوير الحادث الآن وانتشار التقنيات الحديثة مثل التصوير، والرسومات بواسطة الحاسب، تصور البيانات البصرية والخارقة.
- نادراً ما تعمل المهارات المكانية بمفردها اثناء تعلم العلوم ولكن مع القدرات الأخرى مثل التفكير المنطقي، استرجاع كفاءة الذاكرة، المهارات الشفوية.
- بشكل عام إن التفكير المكاني والقدرات المكانية مهمة جداً في تعليم العلوم والرياضيات ولا يمكن الاستغناء عنها.

وتأكيداً لذلك اشارت العديد من الدراسات الى ان هناك علاقة ارتباط قوية بين التفكير المكاني والتحصيل الدراسي والاداء لدي الطلاب ومن هذه الدراسات دراسة هيجارتي وآخرون (Hegarty & Others, 2007) والتي اشارت إلى أن الطلاب الذين لديهم صعوبات في القدرات المكانية مثل التقسيم، الترجمة، الاشكال البصرية كان لديهم صعوبات في دروس علم التشريح العملية. كما اشارت دراسة كوجفنيكوف وآخرون (Kozhevnikov & Others, 2007) الى أن هناك علاقة مهمة بين القدرة البصرية المكانية وحل المشكلات الفيزيائية مع النماذج المكانية المتعددة. ودراسة هيجارتي (Hegarty, 2011)، (Hegarty, 2014) والتي توصلت الى أن هناك علاقة بين التفكير المكاني والفهم في العلوم، كما أن استخدام التمثيلات المكانية تعمل على تعزيز الفهم العلمي. كما أشارت الى أن هناك علاقة بين القدرة المكانية والأداء في التخصصات العلمية.

استراتيجيات التدريس القائمة على التفكير:

هناك العديد من استراتيجيات التدريس القائمة على التفكير ونشاط المتعلم، والتي تهدف الى تنمية العديد من المهارات العقلية والتي تُعد أساسية في تنمية مهارات التفكير العليا والقدرة على حل المشكلات واتخاذ القرارات. ومن هذه الاستراتيجيات والاساليب والتصميمات التدريسية وفقا لريتشارت وبيركنز (Ritchhart & Perkins, 2008) ما يلي:

١. استراتيجية "وصل، مدد، تحدي": Connect-Extend-Challenge

وهي تساعد الطلاب في عمل الاتصال وذلك عن طريق الاجابة عن الاسئلة التالية:

- كيف قدمت وارتبطت هذه المعلومات والافكار بمعرفتك ودراستك.
- ما هي الافكار الجديدة والممتدة أو التي تدفع تفكيرك في اتجاهات جديدة.
- ما التشويش أو التحديات التي لاتزال لديك؟ ما الاسئلة، الاستغراب، أو الالغاز التي لديك؟

٢. استراتيجية "أنظر، فكر، تعجب": See-Think-Wonder

هذا الأسلوب يساعد على تشجيع الفضول لدي الطلاب ووضع مرحلة للفحص والاستقصاء، حيث يطلب المعلم من طلابه ملاحظات عن جسيم، أو صورة، أو حدث، وذلك عن طريق الاجابة عن الاسئلة التالية:

- ماذا تشاهد؟
- ماذا عن تفكيرك حول ذلك؟
- ما الذي يجعلك تتساءل أو تتعجب؟

٣. استراتيجية "نقاط التوجيه": Compass Points

الهدف منها مساعدة الطلاب على استكشاف جوانب متنوعة لفكرة أو اقتراح قبل اتخاذ موقف نحوه. أسال الطلاب هذه الاسئلة وسجل استجاباتهم مثل اتجاهات التوجيه لتزويدهم بارتكاز بصري:

- اثارة: Exited ما الذي يثيرك نحو هذه الفكرة أو المقترح؟
- قلق: Worrisome ما الذي تجده يقلقك نحو هذه الفكرة أو المقترح؟
- الحاجة للمعرفة: Need to Know ما الذي تحتاج اليه أيضا لتكتشف أو تتعرف على هذه الفكرة أو المقترح؟
- موقف، خطوات أو اقتراحات لتحريك للأمام:

Stance, Steps, or Suggestions for Moving Forward

ما موقفك الحالي حول الفكرة أو المقترح؟ ما الخطوات التي ينبغي أن تتخذها لتزيد فهمك للقضية أو المقترح؟

٤. استراتيجية "أشرح، أوصف، طبق": Explore- Describe- Apply

في هذه الاستراتيجية يكون نهج التعلم القائم على حل المشكلات وقد استخدمت في التعليم عن بعد، ويمكن استخدامها في العديد من المراحل التعليمية الجامعية قبل وبعد التخرج كما اوضح أوليفر وهارينغتون (Oliver & Herrington, 2002)، وقد تم استخدام هذا التصميم للأسباب التالية

- تصميم التعليم يقدم عن بعد معتمداً على مدخل التعلم القائم على المشكلات ومبادي المنهج الصوتية، ويهدف هذا التصميم الى دعم المتعلمين في بناء معرفتهم بأنفسهم.
- يستخدم هذا التصميم المهام الواقعية، والثابتة، والفردية والمرتبطة بفلسفة النظرية البنائية الاجتماعية والتي تشغل المتعلمين وتنمي المهارات الاجتماعية لديهم، ومثل هذا التصميم يمكن أن يطبق في العديد من المقررات المختلفة.
- تصميم التعلم في هذه الاستراتيجية لا يتطلب تكنولوجيا مكلفة أو معقدة لاستخدامها، ولكن يمكن يستخدم في ظل النظام التعليمي المتبع.

٥. استراتيجية "لاحظ، مثل، حدد": Observe, Represent, Refine

يستخدم هذا التصميم في تسهيل فهم المتعلمين للظواهر الفيزيائية التي لا يمكن رؤيتها، كما يساعد المتعلمين على تصحيح المفاهيم الخاطئة لديهم، وهو يعتمد بوضوح على العديد من المهارات وفقا لتاسكر وآخرون (Tasker & Others, 2002) وهي:

- الملاحظة والتوثيق. Observing and documenting
- الوصف والرسم. Describing and drawing
- المناقشة. Discussing
- النظر/الرؤية. Viewing
- التأمل والمناقشة. Reflecting and discussing
- الارتباط. Relating
- التكيف. Adapting

٦. استراتيجية "راجع، وصل، أسأل، قرر، أكتب تقرير، تأمل: حل المشكلات المنظمة":

Review, Access, Question, Decide, Report, Reflect: Structured problem solving

أشار لوبري دي بروين وآخرون (Lobry de Bruyn & Others, 2002)

أنه في هذا التصميم يعطي الطلاب مهام منظمة لحل مشكلات أو مواقف محددة مقدمة لهم خلال فترة اربعة اسابيع، وهذة المواقف تم ضبطها مع المنهج خلال الفترة نفسها، حيث يتم تقديم الدعم للطلاب في شكل المناقشات الصفية المنظمة.

المقيمون لهذا التصميم توصلوا إلى أنه نموذج فعال للتعليم القائم على المشكلة والذي يمكن تطبيقه في مقررات دراسية مختلفة. وهناك ميزة معينة في هذا التصميم وهي عملية مرور المتعلم بعناية خلال عمليات حل المشكلات والخطوات المستخدمة في هذة الاستراتيجية. وعلى هذا النحو تم اعادة تطوير وتصميم التعلم في شكل هذا الدليل العام.

٧. استراتيجية "راجع، فسر، أبني، برر: تصميم تعلم يركز على الموقف المشكل":

Review, Interpret, Construct, Justify: A situated problem learning design focused

أشار انجوس وآخرون (Angus & Others, 2002) أن هذا التصميم يستند على الاساس المنطقي لتزويد المتعلمين بالمعرفة العلمية وحل المشكلات على سلسلة أصغر، ومهام واقعية تعاونية، كل المفاهيم والمهارات الملموسة ضرورية لتطوير ونمو الاستجابة للمهمة الاصلية النهائية، في القيام بذلك، يربط المتعلمون العمليات التالية: المراجعة، التفسير، البناء، التبرير.

هذا التصميم التعليمي يمكن أن يطبق في موضوعات وبرامج الدراسات العليا ومناهج البحث، ويكون مناسب للتطبيق في العديد من موضوعات قبل وبعد التخرج بالجامعة. كما أن هذا التصميم لا يتطلب البنية التحية للتكنولوجيا المعقدة أو باهظة الثمن لاستخدامه، ولكن يمكن استخدامه وتنفيذه في ظل النظام التعليمي القائم.

٨. استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع": Generate, Sort, Connect, Elaborate

وهي الاستراتيجية التي سوف يستخدمها الباحث في هذا البحث ، والتي تعتمد على الدمج بين مهارات التفكير المتمثلة في خطوات الاستراتيجية وخرائط المفاهيم، وذلك وفقا لما أشار الية كل من دواير (Dwyer, 2014)، مينيرو (Mainero, 2014)، ثيميس (Themes, 2015)، وكوين (Quinn, 2015).

وخرائط المفاهيم وضعت من قبل جوزيف نوفاك (Novak, 2008) والقائمة على النظرية المعرفية لاوزوبل Ausubel (نظرية الاستيعاب)، والتي تعتمد على أهمية المعرفة السابقة من أجل اكتساب التعلم العميق للمفاهيم الجديدة. وينبغي أن يتم ذلك من خلال معرفة ما لدي المتعلم من مفاهيم مسبقة وعلاقتها بالمفاهيم الجديدة المراد تعلمها، وبالتالي فإن التعلم العميق ذو المعني يمكن يمكن أن يحدث بسهولة.

تعريف خرائط المفاهيم:

هي نوع من المنظمات التخطيطية والرسوم البيانية القائمة على التعلم البصري

والتي تستخدم لمساعدة الطلاب في تنظيم المفاهيم وتمثيل المعرفة في موضوع ما، وهي تبدأ بالفكرة الرئيسية أو المفهوم الرئيسي والذي يتفرع الى المفاهيم العمومية ثم المفاهيم الأقل عمومية ثم المفاهيم الفرعية والأمثلة المدعمة لها وذلك بشكل هرمي ترتبط فيما بينها بخطوط تكتب عليها كلمات ربط توضح العلاقة بينهما.

أهمية بناء خرائط المفاهيم:

تعتمد أهمية بناء خرائط المفاهيم على أن العنصر الأساسي لبناء خرائط المفاهيم هو الافتراض أو الاقتراح، الذي يتكون من اثنين أو أكثر من المفاهيم التي ترتبط ارتباط المسمى. هذة الافتراضات تتشعب إلى تشكيل هيكل أكبر يقدم الصورة الكاملة وفقا لنوفاك (Novak, 2008) وشروك (Schrock, 2011) وذلك:

- لفهم النظريات والمفاهيم ذات الصلة بالموضوع.
- إدارة المفاهيم إلى مفاهيم فرعية لكل مجموعة وفئة.
- لفهم العلاقة بين كل مفهوم، كيف ترتبط ببعضها البعض.
- تركيب المعلومات والأفكار والمفاهيم، ورؤية الصورة كاملة.
- تشجيع الإبداع (وبخاصة العصف الذهني) وتطوير الاستراتيجيات ومهارات التفكير العليا.
- تزويد المعلمين بالتغذية الراجعة عن المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب وتطوير فهمهم مع مرور الوقت.

مميزات خرائط المفاهيم:

- تساعد الطلاب على التفكير وتوليد الأفكار الجديدة.
- تشجع الطلاب على اكتشاف المفاهيم العلمية الجديدة وكيفية الربط بينها.
- تساعد الطلاب على دمج المفاهيم الجديدة بالمفاهيم القديمة.
- تمكن الطلاب من اكتساب وتعزيز المعرفة لأى موضوع وتقييم المعلومات.
- تشجع خرائط المفاهيم التعلم التعاوني والعمل في فريق عند تصميم الخرائط المعرفية.
- تتيح خرائط المفاهيم التعلم العميق لدى الطلاب.
- "صورة تحكي ألف كلمة". أي أن التمثيلات والأشكال والمخططات البيانية عادة ما تكون أسهل للفهم والاحتفاظ بها.
- يمكن استخدامها في الفصول الدراسية ذات الكثافة الطلابية المرتفعة بشكل فردي أو جماعي وذلك من خلال إعطاء الطلاب خرائط المفاهيم مملوءة جزئيا، أو بعض المفاهيم المطلوب اكمالها على الخرائط.

- تُعد مثل المرآة تعكس بالضبط استخدام وتزويد الطلاب الإحساس بالعالم الحقيقي.
- تستخدم خرائط المفاهيم في التقييم النشط للتعلم. نوفاك (Novak, 2008)، وتشان (Chan, 2009)، وشروك (Schrock, 2011)

العلاقة بين "استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" وخرائط المفاهيم:

لقد تم اختيار هذة الاستراتيجية من قبل الباحث مجالا للبحث الحالي نظراً لأنها تجمع بين استراتيجيات التدريس القائمة على التفكير واستراتيجيات خرائط المفاهيم، وذلك لان هذه الاستراتيجية تعتمد على تدريب الطلاب على كيفية ممارسة واستخدام مهارات التفكير والتي تساعد الطلاب على إنشاء خرائط للمفاهيم أو الموضوعات التي تتم دراستها وبدورها تنشط المعرفة في الموضوع المراد دراستة ومن ثم التمكن من ربط المفاهيم والأفكار بعضها البعض في شكل خريطة منظمة توضح العلاقة بين المفاهيم وبعضها. وبالتالي فهي تساعد الطلاب على تنظيم المعلومات بطريقة معينة، على سبيل المثال ترتيب المفاهيم من المفاهيم الأكثر أهمية الى الأقل أهمية أو من العموميات الى الخصوصيات أو من الكليات الى الجزئيات وهكذا. وعلية فإن مهارات التفكير تنمو من خلال بناء خرائط المفاهيم توليد الافكار وتنظيمها وترتيبها والتوسع فيها وهو لب الاستراتيجية المستخدمة، وبالتالي يتضح الدمج بين استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" وخرائط المفاهيم، وذلك على اساس أن خطوات الاستراتيجية تساعد الطلاب في تكوين خرائط المفاهيم، وأن خريطة المفاهيم تتضمن في بناءها خطوات الاستراتيجية المشار اليها، وهذا ما يميزها عن الاستراتيجيات التى تم عرضها سابقاً.

بالإضافة إلى ذلك اعتماد الاستراتيجية وخرائط المفاهيم على التفكير البصري أي التعلم من خلال البصر وهو ما يشار إليه بان "صورة تحكي الف كلمة وذلك ما أكدة بيكلر (Beckler, 2012)، والموقع الإلكتروني للتفكير البصري (Visiblethinking, 2014).

الخطوات الاجرائية لاستراتيجية"أنتج، أفرز، وصل، توسع": Generate, Sort, Connect, Elaborate

وتتم عن طريق اختيار موضوع، أو مفهوم، أو قضية ما والمراد دراستها وتتبع الخطوات التالية: وايس (Wise, 2002) ، وريتشارت وآخرون (Ritchhart & Others, 2011) ، والموقع الإلكتروني للتفكير البصري (Visiblethinking, 2014)، وكوين (Quinn 2015) ، وثيميس (Themes, 2015) .

- **الانتاج / التوليد: Generate**

يشجع المعلم الطلاب على توليد وإنشاء قائمة من الكلمات أو الافكار أو القضايا أو المكونات، أو الأجزاء والمرتبطة بموضوع أو قضية أو مشكلة ما من خلال ما يتبادر إلى الذهن عند التفكير فيه، وذلك عندما يقوم المعلم بعرضها عليهم أو اثارتهم من خلال تقديم الاسئلة المحيرة أو التي تتطلب منهم التفكير. ويقوم الطلاب

بتسجيل ما توصلوا الية في أوراق بحيث تكتب كل فكرة في كارت أو ورقة منفصلة.

فاذا كانت القضية أو الموضوع الأساسي هو الحياة الصحية ففي هذه الخطوة تكون العملية سهلة وبسيطة حيث يقوم الطالب بكتابة قائمة من الافكار أو العبارات أو الكلمات المرتبطة بالحياة الصحية. وعلية يقول الطلاب الطعام الصحي مثلا هو الموز، واشجار النخيل، ويقول طالب آخر ليس لدي أفكار، وفجاه ومع مناقشتهم تتولد أفكار جديدة مع توجيه المعلم، وهكذا تتولد وتنتج الأفكار.

- **الفرز/ التصنيف: Sort**

في هذه الخطوة يشجع المعلم الطلاب للقيام بعمل فرز للأفكار الخاصة بهم والتي تم انتاجها وتوليدها في الخطوة الأولي وفقا لمدى أهميتها، عن طريق وضع الافكار الملاءمة والأكثر أهمية في المركز أو المنتصف، والأقل أهمية وارتباطا تكون بعيداً عن المركز أو خارجاً، ويمكن اختيار الترتيب أو القائمة أو أي عدد من الطرق للمعلومات البصرية، وهذا هو لب التفكير البصري، وبالتالي من السهل أن يتكيف مع مواقف جديدة، ويغير ويعدل ويصبح أفضل. وهذا يقود الى أن ما يتم من مناقشات تكون قوية بين الطلاب عن التفصيلات، ووفقا للمثال السابق وهو الحياة الصحية تكون المناقشات حول الأسئلة التالية: إيهما أكثر أهمية الرجيم (الدايت) أم ممارسة الرياضة؟ هل كلاهما مثل الأخر؟ الأسئلة الأكبر تكون بدون إجابه، ولكن العديد من امكانيات التعليم، والعديد من الحوارات والتفكير.

- **التوصيل: Connect**

يشجع المعلم الطلاب للقيام بعمل ربط واتصال بين الأفكار المختلفة التي توصل اليها، والتي تم تسجيلها سابقاً على الكروت أو الاوراق وتم ترتيبها حسب أهميتها ووضعها في المركز أو بعيداً، وذلك عن طريق رسم الخطوط التي تربط بين الأفكار التي بينها شيء مشترك، ثم يقوم بشرح وكتابة جملة قصيرة لكيفية ربط وتوصيل الأفكار.

ففي هذه الخطوة يصل الطلاب الى تصور تلك الصعوبات برؤية التشابه أو الاختلاف بين الاجزاء أو الافكار. وهذا يذكرنا بواحد من العناصر المستدامة من الجزء للكل. ولفهم كيف أن هذه الاجزاء تؤدي الى الكل وتكون مرتبطة بالمركز أو الفكرة الأساسية وهي مدخل للتعلم البصري المنظم. إن هذه العلاقات بين الافكار تأخذ فكرة أهمية وجود خريطة المفهوم في هذه الخطوة وعمل المزيد من العمل الجماعي والتعاوني.

- **التوسع: Elaborate**

يشجع المعلم الطلاب للقيام بعمل توسيع أي من الافكار التي سبق لهم تسجيلها أو كتابتها، وأبعد من ذلك أن يتمكن الطلاب من إضافة الأفكار الجديدة عن طريق التوسع أو التمديد أو الاضافة الى الافكار الأولية. وهنا ينبغي على الطلاب الاستمرار في توليد، وفرز، وربط وتوصيل، وتوسيع الأفكار الجديدة التي توصلوا اليها حتى

يشعر بان لديهم تمثيل جيد لفهمهم.

ويتم تنفيذ التوسيع بين الأفكار عن طريق اختيار فكرتين أو كلمتين أو جزئيين يعتقد أنهما أكثر أهمية، ويتم عمل عصف ذهني حولهما والوصول الى التفاصيل والتوسع فيهما بل وايجاد العلاقة بين هذه الافكار والأفكار المرتبط بهما ثم تسجيل كل ما يتوصلوا إليه.

إجراءات البحث

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه، اتبع الباحث الإجراءات التالية:

أولاً: اختيار الوحدة:

تم اختيار وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب الصف العاشر الأساسي من قبل وزارة التربية والتعليم بسلطنة عمان في مادة العلوم في العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤ مجالاً لهذا البحث وذلك للأسباب التالية:

١. يُعد الصف العاشر هو نهاية الحلقة الثانية من التعليم الأساسي والتي تشمل الصفوف (٥ - ١٠) وفقاً للسلم التعليمي قبل الجامعي في سلطنة عمان، ويدرس خلالها الطلاب مادة العلوم العامة والذي تتضمن وحدات للفيزياء والكيمياء والأحياء، وبعدها الصفوف (١١- ١٢) والتي تمثل حلقة ما بعد التعليم الأساسي (المرحلة الثانوية) والتي تتضمن مقررات منفصلة للفيزياء والكيمياء والأحياء.

٢. تتضمن الوحدة المختارة العديد من الموضوعات والمفاهيم الفيزيائية الأساسية والضرورية للطلاب قبل الدخول لمرحلة التعليم ما بعد الأساسي (المرحلة الثانوية)، والتي تمثل أحد أركان البناء المعرفي للعلم، والتي ينبغي على الطلاب دراستها.

٣. تضم العديد من الموضوعات ذات الأهمية والضرورية في حياتنا اليومية، مثل موضوع الطاقة، الشغل، الكميات الأساسية، الكميات المشتقة، المسافة، الازاحة، السرعة، التسارع (العجلة)، كمية التحرك، التصادم، القوة، طاقة الوضع، طاقة الحركة، السعة الحرارية النوعية، الحرارة النوعية، درجة الحرارة، التدريج السيليزى، تدريج الكلفن، آلة الاحتراق الداخلي، السقوط الحر، الكفاءة.

٤. تتضمن العديد من الأنشطة والتجارب المخبرية التي يمكن أن تمثل حافز لتعلم الطلاب، مما تزيد من دافعيتهم للتعلم وتنظيم المعلومات وتنمي لديهم القدرة على التفكير.

٥. تشتمل على العديد من الموضوعات التي تثير تساؤلات عديدة لدى الطلاب مما يشجعهم على استخدام مهارات التفكير التوليدي.

٦. تتضمن العديد من الموضوعات المرتبطة بحياة وبيئة الطلاب، مما يساعدهم على

التعلم، وبالتالي يصبح التعلم ذو معنى وأكثر بقاءً للأثر لديهم.

٧. تتضمن الوحدة العديد من المفاهيم والتي يمكن تنظيمها وتقديمها للطلاب من خلال التعلم البصري وعمل المخططات وبناء الخرائط المفاهيمية، مما تنمي لديهم القدرة على التفكير وإعداد خرائط مماثلة.

٨. زمن تدريس الوحدة كبير "٥٥" حصة دراسية مما يتيح الفرصة أمام الطلاب للتدريب على استخدام التعلم البصري وإعداد الخرائط وانتاج الافكار وفرزها وتوصيلها والتوسع فيها وفقاً لأهميتها، وكذلك التمكن من حل المسائل في.

ثانياً: إعداد دليل المعلم:

حتى يتسنى تدريس الوحدة المختارة وفقاً لاستراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع" قام الباحث بإعداد دليل للمعلم للاسترشاد به في عملية التدريس، ويتضمن الدليل مقدمة عامة، نبذة عن الاستراتيجية وأهميتها كأحد طرائق التدريس المعتمدة على التفكير وتوليد وإنتاج الأفكار وأهميتها، الأهداف العامة للوحدة، خطوات التدريس وفقاً للاستراتيجية، توجيهات عامة للمعلم بشأن تدريس موضوعات الوحدة، التوزيع الزمني لموضوع الوحدة، الأدوات والوسائل التعليمية المستخدمة، خطة السير في كل درس والتي تضمنت الأهداف الإجرائية الخاصة بكل درس وكيفية السير في الدرس وفقاً للاستراتيجية المستخدمة، وذلك لمساعدة الطلاب على تنمية قدرتهم على مهارات التفكير. وتم عرض الدليل على مجموعة من المهتمين بالتربية العلمية وطرق تدريس العلوم(*) للتأكد من صلاحيته. وقد أبدى المحكمون بعض الملاحظات والتي وضعت في الاعتبار وبذلك أصبح الدليل صالحاً للاستخدام(**).

ثالثاً: إعداد أدوات البحث:

١. الاختبار التحصيلي:

أ. الهدف من الاختبار:

قياس مدى تحصيل طلاب الصف العاشر الأساسي "عينة البحث" للمحتوى العلمي لوحدة وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة"، وذلك عند المستويات المعرفية "التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل".

ب. صياغة مفردات الاختبار:

تمت صياغة مفردات الاختبار على نمط الاختيار من متعدد "أربعة اختيارات" وروعي توزيع مفردات الاختبار بحيث تغطي موضوعات الوحدة. ولبيان كيفية الإجابة عن الاختبار تم إعداد صفحة للتعليمات تضمنت البيانات الشخصية الخاصة بالطلاب "عينة البحث"، كما تضمنت أيضاً تعليمات الاختبار التي توضح

(*) ملحق (١) أسماء السادة محكمي البحث.

(**) ملحق (٢) دليل المعلم المعد وفقاً لاستراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع".

لهم كيفية الإجابة عن بنود الاختبار من خلال مثال يوضح طريقة الإجابة.

جـ . صدق الاختبار:

اعتمد في تحديد صدق الاختبار على الصدق المنطقي، كما اعتمد أيضاً على الصدق الظاهري، فقد تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في التربية العلمية وطرق تدريس العلوم ومجموعة من موجهي العلوم لإبداء الرأي في مدى سلامة الاختبار وصحته من حيث الصياغة والمضمون العلمي، ومدى ارتباط العبارات بموضوع الوحدة، وبالمستوى الذي وضعت لقياسه، ومدى مناسبة عدد الأسئلة الكلي وملائمة التعليمات، وفي ضوء ذلك تم إعادة صياغة بعض العبارات لزيادة الوضوح واستبدال بعض البدائل بأخرى.

د. التجريب الاستطلاعي للاختبار:

طبق الاختبار في صورته الأولية على أحد فصول الصف العاشر الأساسي (٣٥) طالب بمدرسة الوطية للتعليم الأساسي، بمحافظة مسقط، بسلطنة عُمان في بداية العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤ من غير (عينة البحث) وذلك لتحديد:

١. **حساب ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر-ريتشارد سون الصيغة (٢١) (على ماهر، ٢٠٠٠، ٥٥) وكان ٠.٧٤، وهذا يشير إلى أن الاختبار له درجة عالية من الثبات.

٢. **زمن الاختبار:** تم حساب الزمن المناسب لانتهاء جميع الطلاب من الإجابة على جميع مفردات الاختبار التحصيلي ووجد أنه حوالي (٤٥) دقيقة.

هـ . الصورة النهائية للاختبار:

بلغ عدد عبارات الاختبار بعد إجراء التعديلات السابقة عليه (٤٠) عبارة وقد أعطى لكل عبارة يجيب عنها الطالب إجابة صحيحة درجة واحدة، وصفر إذا كانت الإجابة خاطئة، وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار التحصيلي (٤٠ درجة) والدرجة الصغرى صفراً[*]. وجدول (١) يوضح توزيع مفردات الاختبار التحصيلي على موضوعات الوحدة في المستويات المعرفية الأربعة.

[*] **ملحق (٤) الاختبار التحصيلي في صورته النهائية.**

جدول (١)

مواصفات الاختبار التحصيلي

المستويات المعرفية / الموضوعات	تذكر	فهم	تطبيق	تحليل	عدد الأسئلة	الأوزان النسبية
تطور الإلة البخارية- التوربينات البخارية	-	١٣، ١٧،	٣١	-	٣	٧.٥%
النظريات العلمية للحرارة- الطاقة والشغل- درجة الحرارة- مصدر الطاقة	١، ٢	٥، ٦، ١٠، ١٥، ١٦، ٣٠، ٣٧	٣، ٤، ٧، ٩، ١٤، ١٨	١١، ١٢، ٣٢	١٨	٤٥%
الكميات الفيزيائية- المسافة والازاحة- السرعة- التسارع	٢٢	٢١،٢٤، ٢٦، ٣٥، ٤٠	٢٣، ٢٥، ٢٧	٢٠، ٢٩، ٣٤، ٣٦	١٣	٣٢.٥%
طاقة الحركة- طاقة الوضع	٨، ٣٨، ٣٩	١٩	٢٨، ٣٣	-	٦	١٥%
المجموع	٦	١٥	١٢	٧	٤٠	
النسبة	١٥ %	٣٧.٥%	٣٠%	١٧.٥%		١٠٠%

٢. اختبار مهارات التفكير التوليدي:

أ. الهدف من الاختبار:

معرفة فعالية استخدام استراتيجية: أنتج، أفرز، وصل، توسع" لدى طلاب الصف العاشر الأساسي عينة البحث في مادة العلوم، وذلك من خلال إجابة الطلاب عن مفرداته التي تشمل مهارات (وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطلاقة في التفكير، المرونة في التفكير).

ب. صياغة مفردات الاختبار:

قام الباحث بالاطلاع على مجموعة من الاختبارات الخاصة بقياس القدرة على التفكير التوليدي، كما اطلع على عدد من الأدبيات لمعرفة المتطلبات التي يجب أن تتوافر في الأسئلة أو المواقف التي تطرح على الطلاب في مثل هذه الاختبارات. واستخدم الباحث نمط الاسئلة الموضوعية والمقالية في كتابة مفردات الاختبار، وقد روعي عند صياغة المفردات ما يلي:

- مناسبة الأسئلة لتعريف الابتكار.
- شمولية الأسئلة حيث تضمن مواقف حياتية واسئلة غير مرتبطة بالمحتوى وبعضها مرتبط بالمحتوى.
- مناسبة الأسئلة لمستوى النمو العقلي للطلاب.
- وضوح الأسئلة، والمطلوب من السؤال بالضبط، وذلك بوضع التعليمات التي توضح
كيفية استخدام الاختبار وتحديد المطلوب من كل مفردة من مفرداته على حدة.
- أن تكون مفرداته من نمط الاسئلة الموضوعية (الاختيار من متعدد)، وأسئلة المقال

التي تتميز بالنهايات المفتوحة وبذلك يمكن استخلاص عناصر التفكير التوليدي (أحمد إبراهيم، ١٩٩٥، ١٤٥).

جـ . صدق الاختبار:

قام الباحث بعرض الاختبار على مجموعة محكمي البحث لإبداء الرأي حول مدى ملائمة الاختبار لمستوى طلاب الصف العاشر الأساسي، ومدى مناسبة مفرداته لمهارات التفكير التوليدي (وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطلاقة في التفكير، المرونة في التفكير)، ومدى ملائمة صياغة المفردات لخصائص الأسئلة مفتوحة النهاية ومدى شمولية المفردات لمحتوى وحدة "الطاقة والشغل، والطاقة والحركة"، وتم تعديل مفردات الاختبار في ضوء هذه الآراء.

د. التجريب الاستطلاعي للاختبار:

طبق الاختبار على عينة من طلاب الصف العاشر الأساسي من غير (عينة البحث)، وذلك بهدف تحديد:

١. **ثبات الاختبار:** قام الباحث بحساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر-ريتشاردسون (٢١)، وقد وجد أن ثبات الاختبار هو (٠.٧٨).

٢. **زمن الاختبار:** وجد أن الزمن المناسب للإجابة عن مفردات الاختبار (٤٠) دقيقة.

هـ . طريقة تصحيح الاختبار:

قام الباحث بتصحيح كل مهارة من مهارات التفكير التوليدي المكونة للاختبار كما يلي:

١. **مهارة وضع الفرضيات:** كل سؤال يقوم الطالب بالإجابة علية إجابة صحيحة يحسب درجة، ولما كان عدد الأسئلة في هذه المهارة ستة أسئلة، لذا فإن الدرجة الكلية على هذه المهارة (٦) درجات.

٢. **مهارة التنبؤ:** كل سؤال يقوم الطالب بالإجابة علية إجابة صحيحة يحسب درجة، ولما كان عدد الاسئلة في هذه المهارة ستة أسئلة، لذا فإن الدرجة الكلية علة هذه المهارة (٦) درجات.

٣. **مهارة النقد:** كل سؤال يقوم الطالب بالإجابة علية إجابة صحيحة يحسب درجة، ولما كان عدد الاسئلة في هذه المهارة ستة أسئلة، لذا فإن الدرجة الكلية على هذه المهارة (٦) درجات.

٤. **مهارة الطلاقة في التفكير:** كل نقطة يقوم الطالب بتكملتها تحسب نصف درجة، ولما كان كل سؤال من أسئلة الطلاقة يحتوى على ست إجابات، لذا فإن درجة كل سؤال تعادل ثلاث درجات وتصبح الدرجة الكلية لأسئلة الطلاقة (١٨) درجة حيث أنها تشتمل على أربعة أسئلة.

٥. **مهارة المرونة في التفكير**: كل نقطة يقوم الطالب بتكميلها تحسب نصف درجة، ولما كان كل سؤال من أسئلة المرونة يحتوى على ست إجابات، لذا فإن درجة كل سؤال تعادل ثلاث درجات وتصبح الدرجة الكلية لأسئلة المرونة (١٨) درجة حيث أنها تشتمل على أربعة أسئلة.

و. الصورة النهائية للاختبار:

بلغ عدد مفردات الاختبار في صورته النهائية(*) (٣٠) سؤالاً، وهذه الأسئلة تقيس قدرات التفكير التوليدي "وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطلاقة في التفكير، المرونة في التفكير". والجدول (٢) يوضح مواصفات اختبار التفكير التوليدي مع بيان عدد الأسئلة في كل مهارة، وزمن الإجابة التقريبي ودرجة كل سؤال.

جدول (٢)

مواصفات اختبار التفكير التوليدي

المهارة	رقم السؤال	عدد الأسئلة	زمن الإجابة بالدقائق	الزمن الكلي	درجة السؤال	الدرجة الكلية
وضع الفرضيات	١ – ٦	٦	٢	١٢	١	٦
التنبؤ	١ – ٦	٦	٢	١٢	١	٦
النقد	١ – ٦	٦	٢	١٢	١	٦
الطلاقة في التفكير	١ – ٦	٦	٢	١٢	٣	١٨
المرونة في التفكير	١ – ٦	٦	٢	١٢	٣	١٨
المجموع	٣٠	**٣٠ سؤال**		**٦٠ دقيقة**		**٥٤ درجة**

٣. اختبار التفكير المكاني:

أعد هذا الاختبار من قبل مركز خدمات الاختبارات التربوية Educational Testing Service (ETS)، برينستون، نيوجيرسي، الولايات المتحدة الامريكية. ويعرف اختبار التفكير المكاني باختبار التوجيه المكاني "Spatial Orientation" أو اختبار دوران البطاقات (Card Rotation Test). وهو أحد اختبارات مجموعات أدوات قياس التفكير المكاني. وقد قام (عدنان العابد، ١٩٩٤) بترجمة هذا الاختبار إلى اللغة العربية واستخدامه بعد الحصول على تصريح بذلك، وتم استخدام هذا الاختبار نتيجة التداخل بين التصور المكاني والتوجيه المكاني وصعوبة تحديد أوجه الاختلاف بينهما بشكل قاطع (عدنان العابد، ١٩٩٥)، ويتضمن هذا الاختبار قسمين كل منهما يشمل (١٠) فقرات وذلك بهدف سهولة إيجاد قيم ثابتة بالتجزئة

(*) **ملحق (٥) اختبار التفكير الابتكاري في صورته النهائية .**

النصفية عند حساب ثبات الاختبار لمن شاء من الباحثين. وكل فقرة من الفقرات العشرين عبارة عن رسم لشكل غير منتظم، وأمامه ثمانية رسومات لنفس الشكل ولكنها بدورانات مختلفة. ويطلب من الطلاب أن يبينوا فيما اذا كان كل رسم أو شكل من الثمانية أشكال يمثل أو لا يمثل دورانا للشكل الأصلي. ويعتبر هذا الاختبار مناسب لقياس التفكير المكاني للطلاب من الصف الثامن وحتى نهاية المرحلة الجامعية الأولي. وتم حساب ثبات الاختبار في البيئة العربية وذلك من خلال تطبيقه على عينة من طلاب الصف العاشر الأساسي بالمملكة الاردنية الهاشمية، والذى بلغ (٠.٨٤).

كما تم استخدام اختبار التفكير المكاني في البيئة العمانية من قبل (حذيفة القاسمي، ٢٠٠٤) والذي قامت بحساب ثباتة من خلال تطبيقه على عينة من طلاب الصفوف "الثاني والثالث الإعدادي والأول الثانوي" بسلطنة عمان، حيث بلغ معامل الثبات للاختبار (٠.٨٧)، وكذلك تم استخدام الاختبار من قبل (أسماعيل البطاشي، ٢٠٠٩) والذي قام بحساب ثبات الاختبار من خلال تطبيقه على عينة من طلاب الكلية الجوية بسلطنة عمان، وقد بلغ معامل الثبات (٠.٩٢).

أ. الهدف من الاختبار:

قياس قدرات التفكير المكاني لدي الصف العاشر الأساسي "عينة البحث" ومن ثم تصنيفهم حسب قدرة كل منهم الى ثلاث مستويات (مرتفع، متوسط، منخفض).

ب. التجريب الاستطلاعي للاختبار:

للتأكد من ثبات الاختبار وصلاحية استخدامه في البيئة العمانية، قام الباحث بحساب بالتجريب الاستطلاعي للاختبار، وذلك من خلال تطبيقه على عينة من طلاب الصف العاشر الأساسي بمحافظة مسقط بسلطنة عمان (غير عينة البحث) وذلك لتحديد:

١. **ثبات الاختبار**: تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر- ريتشاردسون (٢١) ووجد أن معامل الثبات (٠.٨٦)، وهذا يشير إلي أن اختبار التفكير المكاني له درجة عالية من الثبات في البيئة العمانية.

٢. **تحديد زمن الاختيار:** وجد أن الزمن المناسب للإجابة عن مفردات الاختبار "٥٠" دقيقة.

جـ. طريقة تصحيح الاختبار:

لما كان هذا الاختبار يتضمن ٢٠ سؤال (شكل) وكل سؤال أو شكل له ٨ إجابات (أشكال)، وكل إجابة صحيحة تأخذ درجة واحدة، وكل إجابة خاطئة تأخذ (- ١)، وكل إجابة متروكة تأخذ (صفر) وذلك لكل شكل. وبما أن لكل سؤال ٨ أشكال فإن لكل سؤال لة (٨) درجات، وعلية تكون الدرجة الكلية للاختبار تتراوح بين (-١٦٠، ١٦٠) درجة.

سادساً: التصميم التجريبي وإجراءات التجربة:

اتبعت البحث الحالي المنهج التجريبي التربوي وكانت الخطوات كالتالي:

١. متغيرات البحث:

أ. المتغيرات المستقلة:

المتغير المستقل الأول في هذا البحث هو **التفكير المكاني**: وذلك لتحديد مستويات التفكير المكاني لدي الطلاب عينة البحث (المجوعتين التجريبية والضابطة) وتصنيفهم في ضوء الدرجات التي حصلوا عليها في هذا الاختبار حسب المستوى (مرتفع، متوسط، منخفض). والمتغير المستقل الثاني هو **طريقة التدريس**: حيث درست المجموعة التجريبية باستخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع"، أما المجموعة الضابطة فقد درست موضوعات نفس الوحدة بالطريقة المعتادة.

ب. المتغيرات التابعة:

المتغيرات التابعة في هذا البحث هي الجانب المعرفي لدى الطلاب في مادة العلوم كما يقيسه الاختبار التحصيلي، وتنمية مهارات التفكير التوليدي كما يقيسها الاختبار المعد لذلك.

٢. اختيار العينة:

تم اختيار عينة البحث من طلاب الصف العاشر الأساسي وتكونت من فصل من مدرسة سلطان بن أحمد للتعليم الأساسي تمثل المجموعة التجريبية، وفصل من مدرسة محمد بن شيخان للتعليم الأساسي تمثل المجموعة الضابطة والتابعتين لمديرية التربية والتعليم بمحافظة مسقط بسلطنة عمان في العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤م. والجدول (٣) يبين مواصفات عينة البحث.

جدول (٣)

مواصفات عينة البحث

المجموعة	عدد أفراد العينة	التفكير المكاني			طريقة التدريس
		مرتفع ١٢٠- ١٦٠	متوسط ٨١- ١٢٠	منخفض ٠- ٨٠	
التجريبية	٣٥	٩	١٦	١٠	استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع"
الضابطة	٣٦	٩	١٧	١٠	الطريقة التقليدية
الكلي	٧١	١٨	٣٤	٢٠	

٣. التطبيق القبلي لأدوات البحث:

تم تطبيق أدوات البحث "الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات التفكير التوليدي" على كل من المجموعتين التجريبية والضابطة في الفصل الدراسي الأول

في الأسبوع الأول من شهر فبراير الموافق ١٠- ١٣/ ٢/ ٢٠١٣، وذلك للحصول على المعلومات القبلية التي تساعد في العمليات الإحصائية الخاصة بنتائج البحث، ولبيان مدى تكافؤ مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) في كل من "اختبار التحصيل الدراسي، واختبار مهارات التفكير التوليدي"، وذلك قبل إجراء المعالجة التجريبية. والجدولين (٤)، (٥) يبينا نتائج التطبيق القبلي.

جدول (٤)

المتوسط والانحراف المعياري وقيمة "ت" لنتائج الاختبار التحصيلي للمجموعتين التجريبية والضابطة قبلياً

الاختبار	مستوى التفكير	مستوى التحصيل	المجموعة التجريبية		المجموعة الضابطة		قيمة (ت)	الدلالة
			م١	ع١	م٢	ع٢		
الاختبار التحصيلي	تفكير مكاني مرتفع	تذكر	١,٧٨	٠,٨٣	١,٨٩	٠,٩٣	٠,٢٧	غير دالة
		فهم	٢,٣٣	١,٠٠	٢,١١	١,٠٥	٠,٤٦	
		تطبيق	١,٥٦	٠,٧٣	١,٤٤	٠,٧٣	٠,٣٢	
		تحليل	١,٥٥	٠,٥٣	١,٦٧	٠,٧١	٠,٣٨	
		كلي	٧,٢٢	١,٦٤	٧,١١	٢,٣٧	٠,١٧	
	تفكير مكاني متوسط	تذكر	١,٦٩	٠,٧٩	١,٨٩	٠,٧٨	٠,٧١	غير دالة
		فهم	٢,١٩	٠,٨٣	٢,١٨	٠,٨٨	٠,٠٣٧	
		تطبيق	١,٩٤	٠,٦٨	٢,١١	٠,٤٩	٠,٨٨	
		تحليل	١,٥٠	٠,٥٢	١,٦٥	٠,٤٩	٠,٨٤	
		كلي	٧,٣١	١,٨٢	٧,٨٢	١,٨١	٠,٨١	
	تفكير مكاني منخفض	تذكر	١,٨٠	٠,٩٢	١,٧٠	٠,٨٢	٠,٢٦	غير دالة
		فهم	٢,٧٩	٠,٧٩	٢,٥٠	٠,٩٧	٠,٧٦	
		تطبيق	٢,٣٠	٠,٤٨	٢,٢٠	٠,٦٣	٠,٤٠	
		تحليل	١,٥٠	٠,٥٣	١,٧٠	٠,٦٧	٠,٧٤	
		كلي	٨,٤٠	١,٣٥	٨,١٠	١,٣٧	٠,٤٩	
	الاختبار الكلي	تذكر	١,٧٤	٠,٨٢	١,٨٣	٠,٨١	٠,٤٧	غير دالة
		فهم	٢,٤٠	٠,٨٨	٢,٢٥	٠,٩٤	٠,٦٩	
		تطبيق	١,٩٤	٠,٦٨	١,٩٧	٠,٦٥	٠,١٩	
		تحليل	١,٥١	٠,٥١	١,٦٧	٠,٥٩	١,١٧	
		كلي	٧,٦٣	١,٦٦	٧,٧٨	١,٨٨	٠,٣٥	

ويتضح من جدول (٤):

أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات كل من المجموعة التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التوليدي القبلي. وهذا يدل على أن هناك تكافؤاً بين المجموعتين.

جدول (٥)

المتوسط والانحراف المعياري وقيمة "ت" لنتائج اختبار التفكير التوليدى للمجموعتين التجريبية والضابطة قبلياً

الاختبار	مستوى التفكير	المهارة	المجموعة التجريبية		المجموعة الضابطة		قيمة (ت)	الدلالة
			م١	ع١	م٢	ع٢		
التفكير التوليدى	تفكير مكاني مرتفع	وضع الفرضيات	٢,٦٧	٠,٧١	٢,٨٩	٠,٧٨	٠.٦٣	غير دالـة
		التنبؤ	٣,٣٣	١,٠٠	٣,٠٠	٠,٧١	٠,٨٢	
		النقد	٢.٨٩	٠,٧٨	٢,٧٨	٠,٨٣	٠,٢٩	
		الطاقة في التفكير	٦,٢٢	١,٠٩	٦,٠٠	١.٠٠	٠,٤٥	
		المرونة في التفكير	٥.٦٧	٠,٧٠	٥,٨٩	٠,٧٨	٠,٦٣	
		كلي	٢٠,٧٨	١,٩٢	٢٠,٥٦	٢.٦٩	٠,٢٠	
	تفكير مكاني متوسط	وضع الفرضيات	٢,٨٧	٠,٨٨	٢,٧١	٠,٩٢	٠,٥٤	غير دالـة
		التنبؤ	٢,٨١	٠,٨٣	٢,٧٦	٠,٩١	٠,١٦	
		النقد	٢,٦٣	٠,٦٢	٢,٧٦	٠,٤٤	٠,٧٥	
		الطاقة في التفكير	٦,٠٠	١.٠٩	٥,٧٦	٠,٨٣	٠,٦٩	
		المرونة في التفكير	٥,٦٩	٠,٧٠	٥,٨٨	٠,٧٨	٠,٧٥	
		كلي	٢٠,١٣	٢,٣٩	١٩,٨٨	٢,٥٢	٠,٢٨	
	تفكير مكاني منخفض	وضع الفرضيات	٢,٢٠	٠,٨٩	٢,٣٠	٠,٦٧	٠,٣١	غير دالـة
		التنبؤ	٢,٥٠	٠,٥٣	٢,٤٠	٠,٨٤	٠,٣٢	
		النقد	٢,٢٠	٠,٤٢	٢,١٠	٠,٥٧	٠,٤٥	
		الطاقة في التفكير	٤,٩٠	٠,٧٤	٥,٠٠	٠,٦٧	٠,٣٢	
		المرونة في التفكير	٥,٠٠	٠,٨٢	٥,١٠	٠,٨٨	٠,٢٦	
		كلي	١٦,٨٠	١,٧٥	١٦,٩٠	١,٧٣	٠,١٣	
	الاختبار الكلي	وضع الفرضيات	٢,٦٣	٠,٨٤	٢,٦٤	٠,٨٣	٠,٠٥	غير دالـة
		التنبؤ	٢,٨٦	٠,٨٥	٢,٧٢	٢,٧٢	٠,٦٧	
		النقد	٢,٥٧	٠,٦٥	٢,٥٨	٠,٦٥	٠,٠٧	
		الطاقة في التفكير	٥,٧٤	١,١٢	٥,٦١	٠,٩٠	٠,٥٥	
		المرونة في التفكير	٥,٤٩	٠,٧٨	٥,٦٧	٠,٨٦	٠,٩٣	
		كلي	١٩,٣٤	٢,٦٣	١٩,٢٢	٢,٧٥	٠,١٩	

ويتضح من جدول (٥):

أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات كل من المجموعة التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التوليدي القبلي. وهذا يدل على أن هناك تكافؤاً بين المجموعتين.

٤. تدريس الوحدة:

قبل إجراء التجربة، التقى الباحث بمعلم العلوم لفصل المجموعة التجريبية الذي تم اختياره (١٠ سنوات خبرة في مجال التدريس) بغرض تعريفه بالهدف من البحث وأهميتة والفلسفة القائم عليها وخطوات التدريس باستخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، وصل، توسع"، ودور كل من المعلم والمتعلم أثناء عملية التَّعلم، وكيفية قيام الطلاب بالتدريب عليها ومن ثم تنمية مهارات التفكير لديهم، كما تم تزويد المعلم بدليل للاسترشاد به أثناء التدريس.

أما بالنسبة للمجموعة الضابطة فقد قام معلم العلوم (١٠ سنوات خبرة في مجال التدريس) بالتدريس لها بالطريقة المعتادة بالمدارس "التقليدية"، التي تعتمد على الشرح والتلخيص والمناقشة مع استخدام العروض العملية من جانب المعلم، وقد استغرق تدريس وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، الطاقة والحركة" وتطبيق أدوات البحث المرتبطة بها (٥٥) حصة دراسية أي لمدة (٨) أسابيع وبواقع (٤٥) دقيقة للحصة الواحدة وبمعدل (٧) حصص أسبوعياً، وذلك ابتداء من يوم السبت ١٥/ ٢/ ٢٠١٤م حتى يوم الخميس الموافق ١٠/ ٤/ ٢٠١٤م.

٥. التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من تدريس وحدة "الطاقة والشغل، والطاقة والحركة" لكل من المجموعة التجريبية والضابطة، أعيد تطبيق أدوات البحث "الاختبار التحصيلي، واختبار التفكير التوليدي".

سابعاً: الأسلوب الإحصائي المستخدم:

تم حساب وتحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS الاصدار (٢٠) وذلك لإيجاد:

- المتوسطات والانحرافات المعيارية واختبار "ت" للمقارنة القبلية والبعدية للاختبارات.
- تحليل التباين الثنائي Two Way ANOVA لمعرفة مدى التفاعل بين مستوى التفكير المكاني والاستراتيجية المستخدمة على كل من التحصيل الدراسي، والتفكير التوليدي.
- اختبار شيفيه Scheffe للمقارنات البعدية بين متوسطات مستويات التفكير المكاني.

ثامناً: عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

فيما يلي عرض لأهم النتائج التي تم التوصل إليها للإجابة عن أسئلة البحث وللتحقق من صحة فروضة.

أولاً: نتائج الفرض الأول:

وينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار التحصيلي البعدي ومستوياته المختلفة لصالح المجموعة التجريبية وفقاً لمستوى التفكير المكاني".

ولاختبار صحة هذا الفرض، تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" لدرجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة على الاختبار التحصيلي البعدي ومستوياته المختلفة (التذكر- الفهم- التطبيق- التحليل)، وذلك في كل مستوى من مستويات التفكير المكاني (مرتفع- متوسط- منخفض). والجدول (٦) يوضح هذه النتائج:

جدول (٦)

المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" لدرجات الاختبار التحصيلي البعدي الكلي ومستوياته المختلفة للمجموعتين التجريبية والضابطة وفقاً لمستوى التفكير المكاني

المجموعة / مستوى التفكير المكاني		المجموعة التجريبية ن١ = ٣٥		المجموعة الضابطة ن٢ = ٣٦		قيمة "ت"	الدلالة
		م١	ع١	م٢	ع٢		
مرتفع	تذكر	٥,٧١	٠,٧١	٢,٦٧	١,٢٢	٥,٦٦	دالة عند ٠.٠٥
	فهم	١٣,٨٩	١,٠٥	٨,٤٤	٢,١٩	٦,٧٣	
	تطبيق	١١,٥٦	١,٠١	٧,١١	١,٣٦	٧,٨٤	
	تحليل	٦.٥٦	٠,٧٢	٤,٠٠	٠,٧١	٧,٥٦	
	كلي	٣٧,٣٣	٢,٤٥	٢٢,١١	٤,١٩	٩,٣٩	
متوسط	تذكر	٤,٣٨	٠,٨١	٢,٣٥	١,١٧	٥,٧٥	دالة عند ٠.٠٥
	فهم	١١,٣١	٢,٠٢	٧,٠٦	١,٨٢	٦,٣٦	
	تطبيق	١٠,٣٨	١,٢٠	٦,٤١	١,١٨	٩,٥٧	
	تحليل	٥,٦٣	٠,٧٢	٤,٠٠	٠,٩٤	٥,٥٧	
	كلي	٣١,٦٣	٣,٥٩	١٩,٨٢	٣,٨٩	٩,٠٣	
منخفض	تذكر	٤,٣٠	٠,٩٥	٢,١٠	١,١٩	٤,٥٥	دالة عند ٠.٠٥
	فهم	٧,٩٠	٢,٠٧	٤,٠٠	١,٤٩	٤,٨٢	
	تطبيق	٨,٤٠	١,٠٧	٣,٩٠	١,٧٣	٦,٩٩	
	تحليل	٤,٤٠	١,٢٦	٢,٣٠	٠.٩٤	٤,٢٠	
	كلي	٢٥,٠٠	٣,٧٧	١٢,٣٠	٣,٨٣	٧,٤٧	
الاختبار الكلي	تذكر	٤,٦٠	٠,٩١	٢,٣٦	١,١٧	٨,٩٥	دالة عند ٠.٠٥
	فهم	١١,٠٠	٢,٨٧	٦,٥٦	٢,٤٧	٦,٩٩	
	تطبيق	١٠,١١	١,٦٢	٥,٨٩	١,٨٦	١٠.١٨	
	تحليل	٥,٥١	١,١٩	٣,٥٢	١,١٦	٧,١١	
	كلي	٣١,٢٠	٥,٦٨	١٨,٣١	٥,٤٧	٩,٧٥	

ويتضح من جدول (٦):

أنه توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطات درجات كل من المجموعة التجريبية الذين درسوا باستخدام "استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع Generate, Sort, Connect, Elaborate" والمجموعة الضابطة الذين درسوا "بالطريقة التقليدية في الاختبار التحصيلي البعدي الكلى ومستوياته المختلفة (التذكر- الفهم- التطبيق- التحليل)، وذلك في كل مستوى من مستويات التفكير المكاني (مرتفع- متوسط- منخفض) لصالح المجموعة التجريبية.

وهذا يشير إلى تفوق طلاب المجموعة التجريبية الذين درسوا باستخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" على طلاب المجموعة الضابطة الذين درسوا بالطريقة المتبعة في المدارس، وذلك في كل مستوى من مستويات التحصيل، وفي كل مستوى من مستويات التفكير المكاني، وهذا يوضح دور وأهمية الاستراتيجية المستخدمة في تنمية التحصيل الدراسي ومستوياته المختلفة لدى طلاب المجموعة التجريبية وفقاً لاختلاف مستويات التفكير المكاني. وبالتالي يقبل الفرض الأول للبحث.

حجم التأثير:

للتعرف على حجم تأثير استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" كطريقة للتدريس في التحصيل الدراسي. يمكن حساب حجم التأثير عن طريق إيجاد قيمة مربع إيتا (η^2) وقيمة (d) المقابلة لها. والجدول (٧) يبين هذه النتائج:

جدول (٧)

قيمة (η^2) وقيمة (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	قيمة (η^2)	قيمة (d)	مقدار حجم التأثير
استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع"	التحصيل الدراسي	٠.٥٨	٢,٣٤	كبير

يتضح من الجدول (٧):

أن حجم تأثير استراتيجية المستخدمة في التحصيل الدراسى لعينة البحث كبير نظراً لأن قيمة (d) أعلى من (٠.٨). ويمكن تفسير نفس النتيجة على أساس أن٥٨% من التباين الكلي للمتغير التابع (التحصيل الدراسى) يرجع إلى تأثير المتغير المستقل (رشدي فام، ١٩٩٧، ٧٣).

ثانياً: نتائج الفرض الثاني:

وينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التوليدي البعدي ومهاراته المختلفة لصالح المجموعة التجريبية وفقاً لمستوى التفكير المكاني".

ولاختبار صحة هذا الفرض، تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير التوليدي البعدي ومهاراتة المختلفة (وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطاقة في التفكير، المرونة في التفكير)، وذلك في كل مستوى من مستويات التفكير المكاني (مرتفع- متوسط- منخفض). والجدول رقم (٨) يوضح هذه النتائج:

جدول (٨)

المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" لدرجات اختبار التفكير التوليدى البعدي الكلي ومهاراته المختلفة للمجموعتين التجريبية والضابطة وفقاً لمستوى التفكير المكاني

الاختبار	مستوى التفكير	المهارة	المجموعة التجريبية ن١= (٣٥)		المجموعة الضابطة ن٢= (٣٦)		قيمة (ت)	الدلالة
			م١	ع١	م٢	ع٢		
التفكير التوليدى	تفكير مكاني مرتفع	وضع الفرضيات	٥,١١	٠,٦٠	٣,٢٢	٠,٧٨	٧,٦٠	دالة عند ٠,٠٥
		التنبؤ	٤,٨٩	٠,٧٨	٣,١١	٠,٦٠	٥,٤١	
		النقد	٤,٧٨	٠,٦٧	٢,٨٩	٠,٧٨	٥,٥١	
		الطاقة في التفكير	١٥,٤٤	٠,٨٩	٨,١١	١,٩٠	١٠,٥٠	
		المرونة في التفكير	١٤,٨٩	١,٠٥	٧,٨٩	١,٧٦	١٠,٢٢	
		كلي	٤٥,١١	٢,٤٧	٢٥,٢٢	٤,٠٩	١٢,٤٩	
	تفكير مكاني متوسط	وضع الفرضيات	٤,٨١	٠,٩١	٣,١١	٠,٦٩	٦,٠٣	دالة عند ٠,٠٥
		التنبؤ	٤,٦٢	١,٠٢	٣,٠٦	٠,٨٢	٤,٨٥	
		النقد	٤,٦٣	١,٠٢	٢,٨٢	٠,٧٣	٥,٨٥	
		الطاقة في التفكير	١٢,٧٩	١,٥٨	٦,٢٩	١,٦٩	١١,٢٢	
		المرونة في التفكير	١٢,١٩	١,٣٣	٥,٩٤	١,٩٢	١٠,٨١	
		كلي	٣٨,٩٤	٢,٩٥	٢١,١٨	٤,٢٨	١٤,٣١	
	تفكير مكاني منخفض	وضع الفرضيات	٣,٩٠	٠,٧٤	٢,٦٠	٠,٥٢	٤,٥٧	دالة عند ٠,٠٥
		التنبؤ	٣,٨٩	٠,٧٣	٢,٤٠	٠,٨٥	٤,٢٣	
		النقد	٤,٠٠	٠,٨٢	٢,٣٩	٠,٩٧	٤,٠٠	
		الطاقة في التفكير	٩,١٠	٠,٩٩	٥,٥٠	٢,٠١	٥,٠٧	
		المرونة في التفكير	٩,٠٠	١,٤٩	٥,٣٠	٢,١١	٤,٥٣	
		كلي	٢٩,٩٠	٢,٩٩	١٨,٢٠	٤,٩٢	٦,٨٣	
	الاختبار الكلي	وضع الفرضيات	٤,٦٣	٠,٩١	٣,٠٠	٠,٦٣	٨,٧٨	دالة عند ٠,٠٥
		التنبؤ	٤,٤٩	٠,٩٥	٢,٨٩	٠,٨٢	٧,٥٨	
		النقد	٤,٤٨	٠,٩٢	٢,٧٢	٠,٨١	٨,٥٦	
		الطاقة في التفكير	١٢,٣٧	٢,٦٩	٦,٥٣	٢,٠٣	١٠,٣٤	
		المرونة في التفكير	١١,٩٧	٢,٥٥	٦,٢٥	٢,١٣	١٠,٢٧	
		كلي	٣٧,٩٤	٦,٣١	٢١,٣٦	٤,٩١	١٢,٣٧	

ويتضح من جدول (٨):

أنه توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطات درجات كل من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار التفكير التوليدى البعدي الكلى ومهاراته المختلفة (وضع الفرضيات، التنبؤ، النقد، الطاقة في التفكير، المرونة في التفكير)، وذلك في كل مستوى من مستويات التفكير المكاني (مرتفع- متوسط- منخفض) لصالح المجموعة التجريبية.

وهذا يشير إلى تفوق طلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة، وذلك في كل مهارة من مهارات التفكير التوليدى، وفي كل مستوى من مستويات التفكير المكاني، وهذا يوضح دور وأهمية "استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع Generate, Sort, Connect, Elaborate" في تنمية التفكير التوليدى ومهاراته المختلفة لدى طلاب المجموعة التجريبية وفقاً لاختلاف مستوي التفكير المكاني لهم. وبالتالي يقبل الفرض الثاني للبحث.

حجم التأثير:

للتعرف على حجم تأثير استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" كطريقة للتدريس في التفكير التوليدى. يمكن حساب حجم التأثير عن طريق إيجاد قيمة مربع إيتا (η^2) وقيمة (d) المقابلة لها. والجدول (٩) يبين هذه النتائج:

جدول (٩)

قيمة (η^2) وقيمة (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	قيمة (η^2)	قيمة (d)	مقدار حجم التأثير
استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع"	التفكير التوليدى	٠.٦٩	٢,٩٦	كبير

يتضح من الجدول (٩):

أن حجم تأثير استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في التفكير التوليدى لعينة البحث كبير نظراً لأن قيمة (d) أعلى من (٠.٨). ويمكن تفسير نفس النتيجة على أساس أن٦٩% من التباين الكلي للمتغير التابع (التفكير التوليدى) يرجع إلى تأثير المتغير المستقل.

ثالثاً: نتائج الفرض الثالث:

وينص على أنه "يوجد تفاعل ذو دلالة إحصائية بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على الاختبار التحصيلي البعدي لطلاب المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب تحليل التباين الثنائي Two Way ANOVA لكل من الطريقة المستخدمة وهي استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع"

والتفكير المكاني على اختبار التحصيل الدراسي البعدي للمجموعة التجريبية. والجدول رقم (١٠) يوضح هذه النتائج:

جدول (١٠)

تحليل التباين الثنائي لكل من استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط ، توسع" والتفكير المكاني على اختبار التحصيل الدراسي البعدي للمجموعة التجريبية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة "ف"	الدلالة
الاستراتيجية (أ)	٢٩٠٣.١٠٨	١	٢٩٠٣.١٠٨	*٢١٣.١٧٢	٠,٠٠٠
التفكير المكاني (ب)	١٢٢٠.٥٠٦	٢	٦١٠.٢٥٣	*٤٤.٨١٠	٠,٠٠٠
التفاعل (أ × ب)	٣٤.٤٠٥	٢	١٧.٢٠٣	١.٢٦٣	٠,٢٩٠

* دالة عند مستوي ٠,٠٥

يتضح من الجدول رقم (١٠) أنه:

- توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥) للمعالجة التدريسية استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" المستخدمة في هذا البحث على التحصيل الدراسي في وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب العاشر الأساسي (الصف الأول الثانوي).
- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) للتفكير المكاني في التحصيل الدراسي. أي أن هناك تأثير لمستويات التفكير المكاني المختلفة على التحصيل الدراسي.
- لا يوجد تفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني في التأثير على التحصيل الدراسي. وبالتالي يرفض الفرض الثالث ويقبل الفرض الصفري. وهذا لا يتفق مع ما توقعه الباحث وعبر عنه في هذا الفرض، وقد ترجع هذه النتيجة إلى أن استخدام إستراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" تناسب مستويات التفكير المكاني المختلفة للطلاب وليس مستوى معين من مستويات التفكير المكاني لما يتوفر بها من عناصر التشويق وإثارة القدرات العقلية المعرفية للطلاب خاصة وإنها تخاطب العديد من الحواس لديهم.

خامساً: نتائج الفرض الرابع:

وينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي البعدي بين مستويات التفكير المكاني لصالح مستويات التفكير المكاني العليا".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات والفروق بين المتوسطات ومستوى الدلالة باستخدام اختبار شيفيه (Scheffe) لدلالة الفروق بين مستويات

التفكير المكاني وبعضها في اختبار التحصيل الدراسي البعدي للمجموعة التجريبية، وذلك لتحديد أي من مستويات التفكير المكاني يقع في صالحها هذه الفروق. والجدول رقم (١١) يوضح هذه النتائج:

جدول (١١)

المتوسطات والفروق بينها والدلالة بين مستويات التفكير المكاني باستخدام اختبار شيفيه (Scheffe) في اختبار التحصيل البعدي للمجموعة التجريبية

مستويات التفكير المكاني	مرتفع	متوسط	مرتفع	منخفض	متوسط	منخفض
ن	٩	١٦	٩	١٠	١٦	١٠
المتوسط	٢٩,٧٢	٢٥.٥٥	٢٩,٧٢	١٨,٦٥	٢٥.٥٥	١٨,٦٥
الفروق بين المتوسطات	*٤.١٧		*١١.٠٧		*٦.٩٠	
مستوى الدلالة	٠,٠٠١		٠,٠٠٠		٠,٠٠٠	

* دالة عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من الجدول رقم (١١) أنه:

- توجد فروق دالة إحصائياً في التحصيل الدراسي بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المرتفع وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط لصالح طلاب المستوى المرتفع.
- توجد فروق دالة إحصائياً في التحصيل الدراسي بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المرتفع وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المنخفض لصالح طلاب مستوى التفكير المرتفع.
- توجد فروق دالة إحصائياً في التحصيل الدراسي بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المنخفض لصالح طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط.

وهذه النتائج تشير إلى أن هناك علاقة بين التحصيل الدراسي ومستويات التفكير المكاني. أي أن الطلاب ذوي مستويات التفكير المكاني الأعلى كانوا أكثر تفوقاً في التحصيل الدراسي من أقرانهم ذوي مستويات التفكير المكاني الدنيا. وبذلك يُقبل الفرض الرابع للبحث.

ثالثاً: نتائج الفرض الخامس:

وينص على أنه "يوجد تفاعل ذو دلالة إحصائية بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على اختبار التفكير التوليدي البعدي لطلاب المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب تحليل التباين الثنائي Two Way

ANOVA لكل من الطريقة المستخدمة وهي استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على اختبار التفكير التوليدى البعدي للمجموعة التجريبية. والجدول رقم (١٢) يوضح هذه النتائج:

جدول (١٢)

تحليل التباين الثنائي لكل من استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني على اختبار التفكير التوليدى البعدي للمجموعة التجريبية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة "ف"	الدلالة
الاستراتيجية المستخدمة (أ)	٤٤٨٠.٦٠٦	١	٤٤٨٠.٦٠٦	*٣٤٦.٥٦٨	٠,٠٠٠
التفكير المكاني (ب)	١١٨٠.٤٥٩	٢	٥٩٠.٢٢٩	*٤٥.٦٥٣	٠,٠٠٠
التفاعل (أ × ب)	١٧٩.٨٣٥	٢	٨٩.٩١٨	*٦.٩٥٥	٠,٠٠٢

* دالة عند مستوي ٠,٠٥

يتضح من الجدول رقم (١٢) أنه:

- توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥) للمعالجة التدريسية استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" المستخدمة في هذا البحث على التفكير التوليدى في وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب العاشر الأساسي (الصف الاول الثانوي).
- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) للتفكير المكاني في التفكير التوليدى. أي أن هناك تأثير لمستويات التفكير المكاني المختلفة على مهارات التفكير التوليدى.
- يوجد تفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتفكير المكاني في التأثير على التفكير التوليدى. وبالتالي يقبل الفرض الخامس للبحث.

خامساً: نتائج الفرض السادس:

وينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في اختبار التفكير التوليدي البعدي بين مستويات التفكير المكاني لصالح مستويات التفكير المكاني العليا".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات والفروق بين المتوسطات ومستوى الدلالة باستخدام اختبار شيفيه (Scheffe) لدلالة الفروق بين مستويات التفكير المكاني وبعضها في اختبار التفكير التوليدى البعدي للمجموعة التجريبية، وذلك لتحديد أي من مستويات التفكير المكاني يقع في صالحها هذه الفروق. والجدول رقم (١٣) يوضح هذه النتائج:

جدول (١٣)

المتوسطات والفروق بينها والدلالة بين مستويات التفكير المكاني باستخدام اختبار شيفيه (Scheffe) في اختبار التفكير التوليدى البعدي للمجموعة التجريبية

مستويات التفكير المكاني	مرتفع	متوسط	مرتفع	منخفض	متوسط	منخفض
ن	٩	١٦	٩	١٠	١٦	١٠
المتوسط	٣٥,١٧	٢٩,٧٩	٣٥,١٧	٢٤,٠٥	٢٩,٧٩	٢٤,٠٥
الفروق بين المتوسطات	*٥.٣٨		*١١.١٢		*٥.٧٤	
مستوي الدلاله	٠,٠٠٠		٠,٠٠٠		٠,٠٠٠	

* دالة عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من الجدول رقم (١٣) أنه:

- توجد فروق دالة إحصائياً في التفكير التوليدى بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المرتفع وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط لصالح طلاب المستوى المرتفع.
- توجد فروق دالة إحصائياً في التفكير التوليدى بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المرتفع وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المنخفض لصالح طلاب مستوى التفكير المرتفع.
- توجد فروق دالة إحصائياً في التفكير التوليدى بين متوسط درجات طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط وأقرانهم طلاب مستوى التفكير المكاني المنخفض لصالح طلاب مستوى التفكير المكاني المتوسط.

وهذه النتائج تشير إلى أن هناك علاقة بين التفكير التوليدى مستويات التفكير المكاني. أي أن الطلاب ذوي مستويات التفكير المكاني الأعلى كانوا أكثر تفوقاً في التفكير التوليدى من أقرانهم ذوي مستويات التفكير المكاني الدنيا. وبذلك يُقبل الفرض السادس للبحث.

مناقشة النتائج وتفسيرها

من العرض السابق لنتائج البحث يمكن التوصل إلى:

- أثبتت النتائج الخاصة بتطبيق الاختبار التحصيلي على كل من المجموعتين التجريبية والضابطة بعدياً إلى أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، ويدل ذلك على أن استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" من قبل المجموعة التجريبية أثناء دراسة وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب العاشر الأساسي (الاول الثانوي) قد ساعد على زيادة المعرفة العلمية ونمو التحصيل الدراسي من خلال إيجابية الطلاب في عملية

التعلم وتفاعلهم مع المعلم في دراستهم لتلك الوحدة، بالإضافة الى مشاركتهم الفاعلة في انتاج الأفكار العلمية وتصنيفها وعمل الاتصال بينها والتوسع فيها وربطها ببعضها البعض، علاوة على ذلك تنفيذ العديد من الأنشطة والتجارب العملية التي ساعدت في أن يكون تعلمهم ذي معني، وذلك بالرغم من الاختلاف في مستوى التفكير المكاني لهم، وتتفق نتيجة هذا البحث مع النتائج التي توصل اليها دراسة كل من: بلاك (Black, 2005)، كوجفنيكوف وآخرون (Kozhevnikov & Others, 2007)، هيجارتي وآخرون (Hegarty & Others, 2007)، كارسكي (Kerski, 2008)، (إسماعيل البطاشي، ٢٠٠٩)، كوشباة وهيجارتي (Kooshabeh & Hegarty, 2010) ، هارتجي (Hegarty, 2011)، كارسكي (Kerski, 2013)، هيجارتي (Hegarty, 2014) ، كوهين وهيجارتي (Cohen & Hegarty, 2014)، وقد أكدت جميع هذه الدراسات على فعالية استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تدريس العلوم بشكل عام والفيزياء بشكل خاص، حيث تمكن الاستراتيجية الطلاب من تذكر أكبر عدد من المفاهيم العلمية وإيجاد العلاقات بينها من خلال المخططات التي ينفذها الطلاب خلال خطوات الاستراتيجية من انتاج للافكار وتصنيفها وايجاد العلاقات بينها وربطها مع مفاهيم تم دراستها سابقاً أو سوف تدرس فيما بعد، ومن ثم إيجاد العلاقات بينها بسهولة وهنا يظهر ويبرز دور اللغة البصرية والتفكير المكاني لدي الطلاب في زيادة المعرفة العلمية والتحصيل الدراسي والتي أدت إلى تعلم ذو معنى لديهم.

- أثبتت النتائج الخاصة بتطبيق اختبار التفكير التوليدي على كل من المجموعتين التجريبية والضابطة بعدياً إلى أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، ويدل ذلك على أن استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" من قبل المجموعة التجريبية أثناء دراسة وحدة "الطاقة الحرارية والشغل، والطاقة والحركة" المقررة على طلاب العاشر الأساسي قد ساعد على تنمية وتنشيط عمليات ومهارات التفكير المختلفة وبخاصة مهارات التفكير التوليدي من خلال خطوات الاستراتيجية المستخدمة والتي تعتمد على التفكير البصري والخرائط البصرية وخرائط المفاهيم وممارسة مهارات التفكير المختلفة أثناء دراستهم للوحدة. وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي توصلت إليها العديد من الدراسات ومنها دراسة هيلين وأرثر (Helen & Arthur,2004)، بلاك (Black, 2005)، هيجارتي وآخرون (Hegarty & Others, 2007)، كوجفنيكوف وآخرون (Kozhevnikov & Others, 2007) كوهين وهيجارتي (Cohen & Hegarty, 2007)، كراسكى (Kerski, 2008)، (إسماعيل البطاشي، ٢٠٠٩)، كوشباة وهيجارتي (Kooshabeh & Hegarty, 2010)، هيجارتي (Hegarty, 2011)، كراسكى (Kerski, 2013)، هيجارتي (Hegarty, 2014)، كوهين وهيجارتي (Cohen & Hegarty, 2014)، والتي أكدت جميعها على أن هناك علاقة بين التفكير المكاني ومهارات التفكير والقدرة على حل المشكلات والمسائل الفيزيائية لدى الطلاب، كما أن الاستراتيجية المستخدمة ساعدت الطلاب على تنمية

مهارات التفكير المختلفة لديهم من خلال التدريب على حل المسائل وكيفية إيجاد العلاقات الفيزيائية والأشكال البيانية والتي أدت الى تنمية مهارات التفكير التوليدى لديهم.

- أثبتت النتائج الخاصة بالتفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" ومستويات التفكير المكاني على اختبار التحصيل البعدي بأنه لا يوجد تفاعل دال بينهما. أي أن استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" تعمل على تنمية التحصيل الدراسي لدي الطلاب بغض النظر عن مستوى التفكير المكاني لديهم. لما يتوفر في الاستراتيجية المستخدمة من عناصر التشويق وإثارة القدرات العقلية المعرفية للطلاب خاصة وإنها تخاطب العديد من الحواس لديهم، فهي تعتمد علي نشاط الطلاب وقدرتهم على انتاج الأفكار وتصنيفها وإيجاد العلاقات بينها والتوسع فيها وربطها مع ما سبق دراسته او ما سوف يتم دراستة.
- أثبتت النتائج الخاصة بتطبيق اختبار شيفيه للمقارنة بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في التحصيل بالنسبة لمستويات التفكير المكاني المختلفة تفوق الطلاب ذوي مستويات التفكير المكاني الأعلى في التحصيل الدراسي على أقرانهم ذوي مستويات التفكير المكاني المتوسط والمنخفض، وكذلك تفوق الطلاب ذوى التفكير المكاني المتوسط على زملائهم ذوي التفكير المكاني المنخفض. مما يعني أنه كلما زاد مستوى التفكير المكاني أدى ذلك إلى زيادة مساحة التفكير لدى الطلاب مما يزيد من قدرتهم على التعامل مع المعلومات والاحتفاظ بها في الذاكرة الطويلة المدى واستخدامها في مواقف مشابهة بسهولة.
- أثبتت النتائج الخاصة بالتفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" ومستويات التفكير المكاني على اختبار التفكير التوليدي البعدي بأنه يوجد تفاعل دال بينهما. أي أن استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" تعمل على تنمية مهارات التفكير التوليدي لدي الطلاب لما يتوفر فيها من التدريب على العديد من المهارات العملية ومهارات عمليات العلم والتي كان لها دور في إثارة القدرات العقلية للطلاب خلال الانشطة والتجارب والاستكشافات العملية.
- أثبتت النتائج الخاصة بتطبيق اختبار شيفيه للمقارنة بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في التفكير التوليدي بالنسبة لمستويات التفكير المكاني المختلفة تفوق الطلاب ذوي مستويات التفكير المكاني الأعلى في التحصيل الدراسي على أقرانهم ذوي مستويات التفكير المكاني المتوسط والمنخفض، وكذلك تفوق الطلاب ذوى التفكير المكاني المتوسط على زملائهم ذوي التفكير المكاني المنخفض. مما يعني أنه كلما زاد مستوى التفكير المكاني أدى ذلك إلى زيادة التفكير لدى الطلاب مما يزيد من قدرتهم على استخدام العديد من مهارات التفكير التوليدي من خلال التعامل مع المعلومات والاحتفاظ بها والقدرة على استخدامها في مواقف مشابهة بسهولة.

التوصيات والمقترحات

في ضوء ما توصلت إليه نتائج البحث، يمكن تقديم التوصيات والمقترحات التالية:

١. إعادة صياغة محتوى مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية بحيث يتضمن استراتيجيات تدريس العلوم ومنها استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" والتي تساعد الطلاب على انتاج الافكار والمعارف وتصنيفها وإيجاد العلاقات بينها بسهولة وذلك لأنها تعتمد على التفكير البصري والخرائط الذهنية والمنظمات التخطيطية بشكل عام.

٢. عمل دورات تدريبية للمعلمين والموجهين بالمرحلة الثانوية وبخاصة معلمي الفيزياء لاستخدام وتطبيق استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تخطيط وتنفيذ دروس الفيزياء وتشجيع الطلاب على تنمية قدراتهم العقلية المختلفة.

٣. تدريب المعلمين على تطبيق الاختبارات التي تقيس التفكير المكاني للطلاب وتحديد المستويات المختلفة لهم في بداية العام الدراسي ومن ثم يتسنى تحديد أنسب المعالجات التدريسية وطرق التدريس التي تتلاءم وهذه المستويات.

٤. تطوير برامج إعداد معلمي العلوم بكليات التربية بحيث تشتمل على مداخل واستراتيجيات حديثة في تدريس العلوم وبخاصة استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" وتدريبهم عليها وعلى كيفية تنفيذها في دروس التدريس المصغر وخلال برنامج التربية العملية في المدارس.

٥. إجراء مزيد من الدراسات حول استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تنمية التفكير الابتكاري والاتجاه نحو مادة العلوم لدى طلاب المرحلة الإعدادية.

٦. دراسة أثر استخدام استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تنمية مهارات ما وراء المعرفة والقدرة على اتخاذ القرار في مراحل التعليم المختلفة من خلال تدريس العلوم.

٧. دراسة فعالية استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تنمية مهارات التفكير الناقد والقدرة على حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال تدريس مادة الكيمياء.

٨. دراسة أثر استخدام برنامج مقترح لتدريب الطلاب المعلمين في كليات التربية على استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" في تنمية التفكير الابتكاري والمتشعب وقدرتهم على حل المشكلات.

٩. دراسة أثر التفاعل بين استراتيجية "أنتج، أفرز، أربط، توسع" ومستوى الذكاء في تنمية مهارات التفكير الاستدلالي والتفكير الناقد.

المراجع:

١. إبراهيم أحمد الحارثي (٢٠٠٣): **تعليم التفكير**، ط٣، عمان، الأردن، مكتبة الشقري.

٢. أحمد إبراهيم قنديل (١٩٩٥): **المناهج الحديثة**، المنصورة ، دار الوفاء.

٣. إسماعيل أحمد البطاشي (٢٠٠٩): التفكير المكاني وعلاقته بالقدرة على حل المسائل الفيزيائية لدى طلبة الكلية الفنية الجوية، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة السلطان قابوس.

٤. جودت سعادة (٢٠٠٣): **تدريس التفكير مع مئات الأمثلة التطبيقية**، الأردن، دار الشروق للنشر والتوزيع.

٥. حذيفة القاسمي (٢٠٠٤): القدرات المكانية لدى طلاب المرحلتين الإعدادية والثانوية وعلاقتها بمتغيري التحصيل الهندسي والجنس، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

٦. خليل الحويجي، محمد الخزاعلة (٢٠١٢): **مهارات التعلم والتفكير**، ط١، الدمام، المملكة العربية السعودية، دار الخوارزمي للنشر والتوزيع.

٧. رشدي فام منصور (١٩٩٧): حجم التأثير الوجه المكمل للدلالة الإحصائية، **المجلة المصرية للدراسات النفسية**، العدد السادس عشر، المجلد السابع، ٥٦- ٥٧.

٨. عدنان العابد (١٩٩٤): القدرة المكانية والتحصيل في الرياضيات لدى طلبة الصف العاشر من مرحلة التعليم الأساسي، **المجلة العربية للتربية**، العظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٤ (١)، ٢٠٥- ٢٢٥.

٩. عدنان العابد (١٩٩٥): القدرات المكانية لدى معلمى الرياضيات في مرحلتى التعليم الأساسي والثانوي، المجلة العربية للتربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٥ (١)، ١٨٢- ٢٠٥.

١٠. عدنان العابد (١٩٩٦): القدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ومتغيرات مرتبطة بها. مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ١٢، ٢- ٣٥.

١١. علي ماهر خطاب (٢٠٠٠): **التقويم والقياس النفسي والتربوي**، الطبعة الأولى، كلية التربية، جامعة حلوان.

١٢. فتحي الزيات (٢٠٠١): **علم النفس المعرفي دراسات وبحوث**، القاهرة، دار النشر للجامعات.

١٣. فتحي عبدالرحمن جروان (١٩٩٩)**: تعليم التفكير، مفاهيم وتطبيقات**، الأردن، دار الكتاب الجامعي.

١٤. كوثر كوجك وآخرون (٢٠٠٨): **تنويع التدريس في الفصل**: دليل المعلم

لتحسين طرق التعليم والتعلم في مدارس الوطن العربي، بيروت، مكتب اليونسكو الإقليمي.

١٥. محمد بكر نوفل (٢٠٠٨): **تطبيقات عملية في تنمية التفكير باستخدام عادات العقل**، عمان، الأردن، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

١٦. منيرة الرشيد (٢٠٠٤): أثر برنامج لتدريس التفكير من خلال منهج العلوم على التفكير الإبداعي والناقد والتحصيل لدى تلميذات الصف الخامس الابتدائي بمنطقة الرياض، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية للبنات بالقصيم، المملكة العربية السعودية.

١٧. نادية سرور (٢٠٠٥): **تعليم التفكير من خلال المنهج المدرسي**، الأردن، دار وائل للنشر.

١٨. نايفة قطامي (٢٠٠٤): **تعليم التفكير للمرحلة الأساسية**، الأردن، دار الفكر.

١٩. يوسف قطامي وآخرون (٢٠٠٢): **تصميم التدريس**، ط٢، عمان، الأردن، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

20. Angus, M. & others (2002): Review, Interpret, Construct, Justify: A situated problem focused learning design. Retrieved February 26. 2015, from Learning Designs Web Site: *www.Learning-designs.uow.edu.au/guides/info/-G3/index.htm*

21. Beckler, V. (2012): Visible thinking routines, Generate-Sort-Connect-Elaborate: Concept Maps.

    https://visiblethinkingroutines.blogspot.com. Available: 10/2014.

22. Bednarz, R. & Lee, J. (2011): The components of spatial thinking: empirical evidence, *Procedia Social and Behavioral Sciences 21, 103-107.*

23. Black, Alice, (2005): Spatial ability and earth science conceptual understanding, *Journal of Geoscience Education, 53 (4), 402- 414.*

24. Chan C. (2009) Assessment: Concept Map, Assessment Resources@HKU, University of Hong Kong. http://ar.cetl.hku.hk. Available: 12/2014.

25. Cohen C. & Hegarty M. (2014): Visualizing cross sections:

Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects**.** *Learning and Individual Differences. 33, 63-71.*

26. Cohen, C. & Hegarty, M. (2007): Individual differences in use of an external visualization while performing an internal visualization task. *Applied Cognitive Psychology, 21, 701-711.*
27. Downs, R.M. (2006): Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum, National Research Council, National Academy Press.
28. Dwyer, C. (2014): Visible Thinking- Generate-Sort-Connect-Elaborate: Concept Maps.

    Www.teachingparadox.com. Available: 12/2014.
29. Entwistle, N. (2000): Promoting deep learning through teaching and assessment: conceptual frameworks and educational contexts. Paper presented at TLRP Conference, Leicester, November.
30. Gershmehl, P. & Gershmehl, C. (2007): Spatial thinking by young children: Neurologic evidence for early development and "education", *Journal of Geography, 106 (5), 181-191.*
31. Hegarty M. (2011): The Role of Spatial Thinking in Undergraduate Science Education. Third Committee Meeting on Status, Contributions, and Future Directions of Discipline-Based Education Research. Available:

    http://www7.Nationalacademies.Org/bose/DBER_Hegarty\ _December_Paper. Pdf.
32. Hegarty M. (2014): Spatial thinking in undergraduate science education. *Spatial Cognition & Computation. 14:142-167.*
33. Hegarty M. (2014): Spatial thinking in undergraduate science education**.** *Spatial Cognition & Computation. 14:142-167.*
34. Hegarty, M. & others (2009): How spatial abilitiy enhances,

and is enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences, 19, 61- 70.*

35. Helen K. & Arthur E. (2004): **Thinking strategies for learners**, Public Education & Business Coalition, Denver, Colorado, USA.
36. Janelle D. & Others (2014) : Spatial Thinking Across the College Curriculum: A Report on a Specialist Meeting. **Spatial Cognition & Computation. 14:124-141**
37. Johns Hopkins University (2014): What is spatial ability? *Web.jhu.edu/ctyk/STBguide.pdf. October, 2014*
38. Kerski, J. (2008): Developing Spatial Thinking Skills in Education and Society,

    http://www.esri.com/news/arcwatch/0108/spatial-thinking.html.
39. Kerski, J. (2013): A Working definition of spatial thinking, GIS Education Community, *www.blogs.esri.com, 20/9/2014.*
40. Kooshabeh, P. & Hegarty, M. (2010): Inferring cross sections: When internal visualization are more important than properties of external visualization. *Humman Computer Interaction, 25, 119- 147.*
41. Kozhevnikov, M. & others (2007): Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science, 31, 549- 579.*
42. Lobry de Bruyn, L. & Others, (2002): Review, Access, Question, Decide, Report, Reflect: Structured Problem Solving. Retrieved February 26, from Learning Designs. *Learning designs.uow. edu.au /guides/info/-G2/index.htm.*
43. Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and G. In I. Dennis & P. Topsfield (Eds.), Human abilities: Their nature and assessment (pp. 97-116). Hillsdale, NJ: Erlbaum
44. Mainero, R. (2014): Visible Thinking Routines Matrix. https://prezi.com. Available: 12/2014.
45. Michel, E. & Hof, A. (2013): Promoting Spatial Thinking

and Learning with Mobile Field Trips and e Geo-Riddles, GI Forum 2013: Creating the GI Society (Eds. Jekel, T., Car, A., Strobl, J., Griesebner, G.), Wichmann Verlag Berlin, 378-387.

46. National Research Council (2006): **Learning to think spatially**: GIS as a support system in the K-12 curriculum. Washington, DC: National Academic Press.

47. Novak, J. & Cañas, J. (2008): The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Technical Report. Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola.*

48. Oliver, R. & Herrington, J (2002): Explore, Describe, Apply: A Problem focused learning design. Retrieved February 26, 2015, from *Learning Designs Web site: www. Learningdesigns.uow. au/guides /info/G4/index.htm.*

49. Quinn, A. (2015): Using Generate-Sort-Connect-Elaborate to create our class agreements. http://blogsyis.ac.jp. Available: 1/2015.

50. Ritchhart R. & Perkins, D. (2008): Making thinking Visible, Teaching students to think. *Educational Leadership, February, 65 (5), 57-61.*

51. Ritchhart, R., Church M. & Morrison, K. (2011): Making thinking visible: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners, Jossey Bass Wiley, John & Sons, Incorporated, USA.

52. Schrock, K. (2011): Concept mapping in the classroom. *www.schrockguide.net, avalible, 2014.*

53. Tasker, R. & Others (2002): Observe, Represent, Refine: Developing scientifically-acceptable mental models of non-visible physical phenomena, Retrieved February 26, 2015, from Learning Designs

www.learningdesigns.uow.edu.au/guides/info/-G5/index.htm.

54. Themes, R. (2015): Generate-Sort-Connect-Elaborate.

www.visiblyengaged teachers.org. Available: 1/2015.

55. Visiblethinking, (2014): Generate, Sort, Connect, Elaborate, A routine for organizing one's understanding of a topic through concept mapping. www.visiblethinkingpz.org, Available: 12/2014.
56. Wachs, H. (1990): Piaget's theory in special education. In B. Keogh (Ed.). *Advances in Special Education, Vol. II, 51-78.*
57. Wachs, H. (2014): Visual-Spatial thinking, ICDL Clinical Practice Guidelines, The interdisciplinary Council on Development and Learning, Inc. Maryland, USA.
58. Wai, J. & others (2009): Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology, 101(4), 817-835.*
59. Wise, D. (2002): "Visible thinking: Thinking routines" in Grotzer, T., Howick, L., Tishman, S. & Wise, D.: Art works for schools: A curriculum for teaching thinking in and tgrough the art: DeCordova Museum and Sculpture Park.