

هل يحتاج تعليم الموهوبين في الرياضيات إلى فلسفة عمل في الإبداع؟

فكتور فريمان Viktor Freiman

بهاراث سريرامان Bharath Sriraman



ملخص

نقدم في هذا البحث وجهات النظر والمناحي الراهنة في الإبداع، مع التركيز على ارتباطها بالرياضيات. وناقش وجهات النظر التربوية والاجتماعية في الإبداع بوجه عام، وفي الإبداع في الرياضيات بوجه خاص. وفي الوقت الذي أصبحت فيه اللامبالاة المؤسسية والمجتمعية المتعلقة بحاجات النابغين في الرياضيات ظاهرة معروفة، أظهرت دراسات حديثة وجود اهتمام قليل بتطوير الإبداع ورعايته لدى النابغين في الرياضيات. وسنناقش الحاجة إلى مثل هذه الرعاية من وجهة نظر كل من علماء الرياضيات والنفس والتربية. وسنختم نقاشنا بتوصيات لنوع البيئة التعليمية الضرورية للطلاب النابغين في الرياضيات لتحفيز إبداعهم ورعايته، وإفادة الطلاب الآخرين ضمن هذا النسق.

مقدمة

تعدُّ بنى الموهبة والإبداع في الرياضيات مترابطة فيما بينها، حيث إن الإبداع يعني ضمناً الموهبة (Sriraman, 2005). وعلى الرغم من ذلك، فإن دراسة الإبداع لدى علماء الرياضيات أو الطلاب، تعدُّ بالغة الصعوبة بسبب إخفاق غالبية الأدوات التقليدية في الكشف عن السمات المعرفية الإضافية كالمعتقدات، والجمال، والحدس، والقيم الفكرية،

والمعايير الموضوعية الذاتية، والعفوية، ومعايير المثابرة، والمصادفة، التي تسهم كثيراً في المساعي الإبداعية وتؤدي إلى أعمال ونتائج مذهلة (Shavinina & Ferrari, 2004).

عرض موجز للكتابات

تصنيف ستيرنبرج لمناحي دراسة الإبداع

يذكر كتاب الإبداع (The Handbook of Creativity (Sternberg, 2000)، الذي يحتوي على مراجعة شاملة للبحوث كافة المتوافرة في حقل الإبداع، بأنه يمكن تصنيف معظم المناحي المستخدمة في دراسة الإبداع ضمن ست فئات، هي: الروحية (Mystical)، والواقعية (Pragmatic)، والنفسية الدينامية (Sychodynamic)، والقياس النفسي (Psychometric)، والمعرفية (Cognitive)، الاجتماعية-الشخصية (Social-Personality). وقد استعرضنا كل منحى من هذه المناحي في الفصل الأول من هذه الدراسة المتخصصة، إضافة إلى مجموع وجهات النظر المتعلقة بالإبداع، (انظر الفصل الأول) (Sriraman, 2008).

وجهة نظر في الإبداع عبّر عنها المجتمع ومؤسساته الاجتماعية

لم تأخذ الدراسات الملخصة في الفصل الأول في الحسبان على نحو كامل وجهات نظر الاختلافات عبر الثقافية، بخصوص ما يكوّن الإبداع في الرياضيات. تؤدي الجوانب الثقافية والاجتماعية دوراً مهماً فيما يعدّه المجتمع بوجه عام، ونظام المدرسة بوجه خاص، إبداعاً، وكيف يتعاملون معه، إذ تشير دراسات كثيرة (Crammond, 1994; Davis, 1997; Smith, 1966; Torrance, 1981) إلى أن السمات السلوكية للأفراد المبدعين غالباً ما تسير عكس السلوك المقبول في الأوضاع المدرسية المؤسسية. مثلاً، عادة ما يترتب على السمات السلوكية السلبية، مثل اللامبالاة بقوانين الصف، وإظهار الضجر والسخرية، أو النشاط المفرط، إجراءات تأديبية بدلاً من التدخلات الوجدانية الملائمة. أما الطلاب النابغون الذين يذعنون للمعايير، فإنهم غالباً ما يعمدون إلى إخفاء قدراتهم الذهنية لأسباب اجتماعية، ويصنفون موهبتهم الأكاديمية بصفقتها مصدر حسد (Masse & Gagne).

(2002). وفي الحقيقة أن التاريخ يزخر بكثير من الأمثلة لأفراد مبدعين وصفوا بأنهم غير طبيعيين «منحرفون أو متمردون» (Deviants) باستخدام مصطلحات هذه الأيام. وغالباً ما يُبرّر كبت الإبداع في مستويات الروضة-الصف 12 على نحوٍ جماعي حرصاً على مصلحة الأكثرية من الطلاب، أو تطبيق مصطلح «الإنصاف» (Equity) الذي يساء استخدامه، أو الاحتكام إلى خطط المنهاج وأهداف التحصيل المدرسي. ومثال ذلك، أن إقرار قانون «عدم إهمال أي طفل» (No Child Left Behind) في الولايات المتحدة الأمريكية تحت ذريعة الإنصاف والمساواة، دفع بالحوار حول ما يجب فعله بخصوص الطلاب النابغين والمبدعين في غرفة الصف، إلى الصدارة. وفي هذا السياق، كتب مارشاك (Marshak, 2003) يقول: في الآونة الأخيرة، تعدد دعوة قانون «عدم إهمال أي طفل إلى المساءلة، استناداً إلى الاختبارات الموحدة للمهارات التقليدية المتمثلة في القراءة والكتابة والحساب التي يقدرها المجتمع الصناعي، خطوة كبيرة إلى الوراء تعود بنا إلى أربعينيات القرن الماضي. واستناداً إلى التقارير الأخيرة التي نشرتها دائرة العمل في الولايات المتحدة، أردف مارشاك قائلاً، إضافة إلى مهارات القراءة والكتابة والحساب التقليدية، فهناك كثير من المهارات مثل، حل المشكلات والتفكير الإبداعي التي تعد ضرورية للنجاح في الوضع الاجتماعي العالمي في القرن الحادي والعشرين. وعلى مستوى التعليم العالي، فقد كان هناك انتقاد للعدد الكبير من القيود التي يفرضها الأكاديميون على المسابقات الدراسية (Crème, 2003, P. 273). وخلاصة القول، أن نسبة كبيرة من الأدب التربوي والدراسات تشير إلى أن الإبداع يُعدُّ سلعة إضافية لا تحظى بالتشجيع عادة، وإنما يرهاها بعض المعلمين. وعلى الرغم من ذلك، فقد تكون وجهة النظر هذه مرتبطة بالثقافة والمكان.

ولا يقتصر هذا الوضع على الولايات المتحدة وحدها، بل تعانيه دول كثيرة أخرى. وقد أفاد باحثون أستراليون عن وضع مشابه في التربية والتعليم بوجه عام، وفي تعليم الموهوبين في الرياضيات بوجه خاص. حيث ذكر ديزمان ووترز (Diezmann And Waters, 2000) في معرض تحليلهما للوضع الراهن، أنه على الرغم من جميع الخطابات عن الحاجة إلى وطن يتمتع أهله بالذكاء، وتزداد فيه قيمة دور الأفراد المبدعين، فإن الوضع لا يبدو أفضل مما كان عليه قبل مئة عام، عندما ذكر أن الوطن يبدو «جنة للقدرات المتوسطة

ومقبرة للعبقريّة». وفي الحقيقة أن الباحثين يشيرأن إلى تقرير البرلمان الأسترالي عن تعليم الأطفال النابغين الذي يعترف أن التركيز على المعايير الدنيا قد يترتب عليه آثار مدمرة في تلبية الحاجات الخاصة بالنابغين المتأثرين أصلاً بـ «تدني التحصيل، والإحباط، والضغط النفسي، والآراء السلبية، والمعتقدات الخاطئة». ويُعدُّ هذا الوضع مؤلماً لا سيما في حالة الرياضيات، حيث يتأثر الأطفال النابغون بالآراء السلبية للآخرين فيما يتعلق بالرياضيات بطرائق عدة. وعموماً فإن هذا الاتجاه يصنف الأطفال النابغين بصفتهم «مجموعة موسومة» (Marked Group) أو مجموعة غير طبيعية «منحرفة» (Deviant).

وصلت الآراء السلبية للمجتمع تجاه النابغين إلى أقصى حدودها بالتسمية الساخرة لهؤلاء الأطفال بـ آينشتاين الصغير (Little Einstein) أو المهووسين (Nerds). وبانتشار مثل هذا الجو العام المناهض للتفكير، الذي يبدو غير محبب للطلاب النابغين في الرياضيات، فإن الأطفال يصبحون في حاجة ماسة إلى المرونة والدعم الخاص. واستناداً إلى هذه الخلفية للوضع القائم في النظم المدرسية، التي تبدو متوافقة مع الشعور العام، يتساءل المرء عما يمكن فعله للأطفال النابغين لمساعدتهم كي يصبحوا أكثر إبداعاً. وسنعرض في الجزء الآتي ثلاث وجهات نظر خاصة من النواحي: النفسية والرياضية والتربوية.

الحاجة إلى رعاية الإبداع لدى الموهوبين في الرياضيات ودعمه

وجهات نظر علماء النفس للقدرات الرياضية ذات الصلة بالإبداع

قال كروتسكي في معرض دراسته الطولية حول القدرة الرياضية أن النشاط الرياضي الناجح يتطلب مزيجاً خاصاً من السمات الشخصية. وأضاف أن امتلاك القدرات الرياضية العالية لا يتيح بالضرورة للأفراد النابغين الوصول إلى أعلى قمة في الرياضيات. وقد استندت نتائجها إلى دراسة أجراها على مجموعة من الطلاب الموهوبين جداً من أعمار متفاوتة، وسير ذاتية لعلماء رياضيات مشهورين، ودراسات بحثية، إضافة إلى استبانة وزعت بين معلمين ممارسين وعلماء رياضيات مختصين. وتعالج الدراسة المقدمة من كارب (Karp) عمل كروتسكي من وجهة نظر معاصرة ذات صلة بإعداد المعلمين.

أولاً، يشير كروتسكي في البداية إلى عمل مياسيشيف (Myasishev) الذي قال إنه لا يمكن للمرء أن يصبح عالم رياضيات مبدعاً ما لم يستمتع بالعمل الرياضي، إذ إن متعة الرياضيات تدفع المرء نحو البحث، وتحرك فيه عادات العمل الجاد الدؤوب. ثانياً، تؤدي شخصية المعلم دوراً مهماً. وأحياناً، قد لا يظهر الطالب ذو المقدرة العالية جداً أي اهتمام يُذكر بالموضوع، أو النتائج العالية. أما إذا أفلح المعلم في اكتشاف موهبته الخفية، وعزّز الاهتمام لديه، فعندئذٍ يصبح هذا الطالب ناجحاً جداً كما ظهر في السير الذاتية لكل من لوباتشيفسكييا وأستروغرادسكي ولوزين (Lobatchevskii; Ostrogradskii; Luzin) وآخرين.

ويتعلق العامل الآخر الذي اكتشفه كروتسكي بالطبيعة الانفعالية للنشاط الرياضي، حيث يرى أن جميع الطلاب النابغين في دراستهم قد أظهروا مستويات عالية جداً من الانفعالات عندما أفلحوا في التوصل إلى حل لمسألة صعبة، أو توصلوا إلى اكتشاف رياضي. وأكد أيضاً أهمية القيم الجمالية للعمل الرياضي. وبعد أن اقتبس من ريفيش (Revesh) قوله: «يبتكر عالم الرياضيات لأن جمال التركيب العقلي يجلب له الفرح»، أشار كروتسكي إلى أن الحل الجيد يجعل الطلاب سعداء، تماماً كما لو أنهم يمارسون لعبة شطرنج رائعة، فيغمروهم الفرح، وتشع أعينهم نوراً، ويفركون أيديهم، ويدعون بعضهم بعضاً إلى المشاركة في الحلول الرائعة.

وعدّ كروتسكي العمل الجاد سمة أخرى مهمة للإبداع في الرياضيات. وقد أشار في اقتباسه من لافرنجيف (Lavrentijiv) إلى أن الشرط الأساسي للإبداع في الرياضيات يتمثل في القدرة على العمل الجاد الدؤوب على امتداد مدة طويلة من الوقت. وقدّر أن هذه المدة غالباً ما تستغرق شهوراً وسنوات وربما عقوداً حتى يتوصل عالم الرياضيات إلى مبتغاه في حل المسألة الرياضية، محاولاً إيجاد الحل الأفضل من بين ألف حل آخر. وقد لوحظت هذه السمات أيضاً لدى الطلاب النابغين ضمن مجموعة كروتسكي التجريبية.

وذكر كروتسكي ثلاثة عوامل أخرى لإتمام قائمة السمات الشخصية لعلماء الرياضيات النابغين والمبدعين: (1) يتعين على عالم الرياضيات حتى يكون مبدعاً، أن يكون مبتكراً

وأن يمتلك الشجاعة ليس في ابتكار شيء جديد فحسب، بل في تحطيم المعرفة القديمة الراسخة. (2) في الوقت ذاته، يجب أن يكون عالم الرياضيات ناقداً لعمله، وينبغي له أن يكون حذراً بخصوص الطلاب النابغين من حيث عدم المبالغة في تقدير عملهم وجهودهم، و(3) عدم التركيز على الرياضيات وحدها، بل لا بد من تطوير شخصية كاملة أكثر انسجاماً كي يكون مبدعاً.

وجهة نظر علماء الرياضيات في دور الإبداع في الاكتشافات الرياضية

أجرى ميلر (Miller, 1997) تحليلاً لمفهوم الحدس الحسّي (Sensible Intuition) الذي طرحه بوانكاريه (Poincaré)، بصفته عملية تحركها القدرة نحو إدراك الحجة بمجملها بلمحة خاطفة تسنح باختيار مزيج ملائم من الحقائق الرياضية وتجميعها. يحدث هذا باستخدام قوانين اللاوعي (Unconscious) في الجماليات والحدس، متجاوزة المنطق البحت، للتوصل إلى معقولية خطوات البرهان الرياضي دون الوصول إلى الصور المرئية. يساعد «الحس الجمالي الخاص»، من منظور بوانكاريه، علماء الرياضيات على استخلاص مجموعات قليلة «جميلة» و«متناغمة» تجعل الحدس أحد مكونات الإبداع. وبالنظر إلى مكوّن الإبداع هذا، يعتمد علماء الرياضيات إلى تناول ابتكاراتهم ببناء شبكة من الأفكار، ويربطون بين عناصر من مجالات واسعة منفصلة، حيث تقود هذه العملية اللاشعورية الخفية الدقيقة، التي يجب أن «يُشعر بها بدلاً من صياغتها»، إلى مزيج غير متوقع من الحقائق الرياضية والابتكارات العلمية.

ولكن، ما الشروط التي يجب أخذها في الحسبان لمساعدة الطلاب النابغين على أن يصبحوا أكثر إبداعاً؟ يستطيع المرء في البداية التعلم من تأملات علماء الرياضيات المشهورين من خلال مشاركتهم لحظة الاكتشاف. وقد حلّ جنيدنكو (Gnedenko, 1991) حالات مختلفة كان يقوم فيها باكتشافات خاصة به: أحدها، عندما فرض على نفسه مهمة جديدة ذات صلة بمتسلسلة تايلور (Taylor Series) وتوصل إلى الحل بطرائق مختلفة. ومثال آخر ذو صلة بعمل عالم الرياضيات الروسي نيكولاي لوسين (Nikolai Lusin) المتعلق بالمتسلسلات المثلثاتية (Trigonometric Series). كان جنيدنكو يقرأ مقالاً

كتبه عالم رياضيات آخر، وتمكن من التوصل إلى حل أغضه المؤلف. أما المثال الثالث، فهو متصل بخبرته التعليمية من الحلقات الدراسية التي كان يعقدها عالم الرياضيات الإنجليزي نيجيل هينشن (Nigel James Hitchin)، لمناقشة موضوعات خاصة ذات صلة باهتماماته البحثية، عندما نجح هينشن باجتذاب طلابه بمسائل جديدة مفتوحة. وأدرج جنيدنكو قائمة تشتمل على شروط عدة لتقوية الإبداع في الرياضيات لدى الطلاب. وهذه الشروط هي: (أ) إيجاد جو بحثي خاص بصفته مصدراً من مصادر التأمل الفكري، (ب) أن تكون جزءاً من فريق يتناول حل مسألة معقدة وجديدة فعلاً، (ج) وجود معلمين يتحلون بالصبر والتوجيه الودي، مع قليل من الإيماءات والنصائح دون إعطاء الطلاب الحلول. وأخيراً، يُعدُّ الدافع الداخلي على درجة عالية من الأهمية، حيث يساعد على تحريك القوى الداخلية، والنشاط العقلي الجاد على امتداد مدة طويلة من الوقت (القدرة على الانتباه والتركيز). وإن رؤية العمل الجاد وهو يتكرر كثيراً، على الرغم من الإخفاق في بعض الأحيان في الحصول على النتائج، تُعدُّ شرطاً ضرورياً للعمل الرياضي الإبداعي. وقد أشار جنيدنكو إلى أن حل المسألة قد يأتي كلمح البصر، بحيث يبدو كأنه نتاج رؤية داخلية بسيطة لم تتطلب بذل جهود مضمّنية.

قدّم جنيدنكو أمثلة على مثل هذا التبصر أو اللمحات الخاطفة التي حدثت في مسيرة حياته في مواقف مختلفة ليست ذات صلة بأي نشاط رياضي، في أثناء التدريس أو التسوق أو السفر أو حتى في أثناء الليل. ومن تلك الأمثلة، الاكتشاف المدهش الآتي: بعد مضي ثلاثة أيام من البحث غير المجدي عن حلٍّ لمسألة ما، أخبر هينشن معلمه بشكوكه بخصوص صحة التخمين. وعندما عاد إلى البيت، كان منهكاً فاقداً لشهية الطعام أو الحديث مع الناس، حيث استحوذت المسألة على تفكيره كله. وبينما كان يفكر في المسألة، غط في نوم عميق، وعندما استيقظ من نومه، كان البرهان حاضراً في عقله وبدأ بكتابتها. وفي معرض تحليله لسبب هذه المفاجأة، قال: على الرغم من أنه كان نائماً، فإن دماغه واصل العمل على مستوى اللاشعور. ولكن هذا العمل يحتاج إلى عملية إعداد مسبقة، وإن كانت تبدو غير مجدية.

وقد رأى جنيدنكو في هذا الاكتشاف المفاجئ تطابقاً بين الإبداع في الرياضيات والشعر: حيث يحاول علماء الرياضيات والشعراء أن يلحقوا «بطائر مخلوق» غير مرئي يصعب الوصول إليه، وغالباً ما يصلان إليه فجأة، ولكن بعد أن يسبق ذلك تفكير وبحث طويلان في معظم الأحيان. ويذكر أخيراً، أنه يجب ربط العمل الرياضي الإبداعي باكتشاف شيء يتصف بالجدّة. واقتبس قول الشاعر الروسي فلاديمير ماياكوفسكي (Vladimir Mayakovskii) الذي قال: «إن الشخص الذي اكتشف أول مرة أن اثنين زائد اثنين يساوي أربعة من خلال وضع عودي ثقاب إلى جانب عودي ثقاب آخرين، هو عالم رياضيات عظيم».

وجهة نظر علماء التربية في تطوير الإبداع لدى الطلاب الموهوبين

يعتقد جنيدنكو أن الموهبة الرياضية ليست بالأمر النادر لدى البشر كما يعتقد بعض الناس. لكن هذه السمة الشخصية للإبداع يمكن أن تظهر بطرق مختلفة لدى الأشخاص المختلفين. فقد يكون اهتمام أحد الأشخاص بالتعميم، وإجراء المزيد من الفحص المعمق للنتائج التي توصل إليها، فيما يظهر شخص آخر القدرة على التوصل إلى أشياء جديدة للدراسة، ويبحث عن طرائق جديدة بهدف اكتشاف خصائصها المجهولة، في حين يمكن أن يركز نوع ثالث من البشر على التطور المنطقي للنظريات، مظهراً معرفة ودراية غير عادية بالمغالطات والعيوب المنطقية. وقد تجذب فئة رابعة من النابغين للروابط الخفية بين فروع الرياضيات التي تبدو غير مترابطة. وفي الوقت الذي تدرس فيه الفئة الخامسة العمليات التاريخية المتصلة بنمو المعرفة الرياضية، تركز الفئة السادسة على دراسة الجوانب الفلسفية للرياضيات. أما الفئة السابعة فتتجه للبحث عن حلول عبقرية للمسائل العملية كما تبحث عن تطبيقات جديدة للرياضيات. وأخيراً، قد يكون أحد الأشخاص مبدعاً جداً في ترويج العلوم ونشرها، وفي التعليم.

وهكذا، نرى أن جنيدنكو يربط النبوغ مباشرة بالإبداع، وهو يقر بأن كل شخص يمتلك درجة معينة من الإبداع، لكن النظم التربوية والخلفيات (المدرسة، الأسرة إلخ) قد تقف عائقاً أمام الأشخاص النابغين، ولا سيما إذا كان النظام المحيط يرفض الحداثة، ويحبط جهود النظر إلى جوانب جديدة للمسألة، أو تجاوز الحقائق المعروفة. ويمكن لمنحى

التعليم أيضاً أن يقود إلى بعض العوائق أمام تعزيز النبوغ الرياضي إذا ما أغفل المعلم منح مزيد من الانتباه للطلاب النابغين الذين قد يفقدون اهتمامهم في المضي قدماً نحو تعلم الرياضيات.

يقدم تاريخ الرياضيات في الاتحاد السوفييتي مثلاً مدهشاً على التعايش بين منحيين مختلفين في تعليم الرياضيات، أحدهما يُعدُّ جزءاً لا يتجزأ من وضع نظام التعليم العام المطبق بحسب المخطط المستند إلى المفاهيم الأوروبية في أواخر القرن التاسع عشر، في حين يركز الآخر تركيزاً رئيساً على الأطفال النابغين، وهو المنحى الذي ازدهر منذ مطلع الخمسينيات من القرن الماضي. وقد أخذ المنحى الأخير صورة شبكة من الأنشطة المعقدة تشتمل، مثلاً لا الحصر، على نوادي الرياضيات للأطفال المتقدمين (Russian Kruzhki)، ثم «الدوائر» أو «الحلقات» التي تتبع عادة المدارس والجامعات، لكن بعضها يجري في البيوت، ومسابقات (أولمبياد) الرياضيات الجماعية (Mat-Boi)، التي تعني حرفياً الاقتتال الرياضي)، والمناهج الإضافية الصيفية أو الشتوية للأطفال النابغين، ونشر المجلات حول الفيزياء والرياضيات للأطفال، ومن أشهرها مجلة (Freiman & Volkov, 2004). ومما تجدر الإشارة إليه أن جميع تلك الأنشطة كانت مجاناً للمشاركين كافة، وكانت مبنية فقط على حماس معلمي الرياضيات أو أساتذة الجامعات.

أدت هذه العملية إلى إيجاد نظام لتكوين ما يسمى ب النخبة الرياضية (Mathematical Elite) في الاتحاد السوفييتي السابق، ركز أولاً وقبل كل شيء على الأطفال النابغين، وكان على تباين حاد مع مدارس «المساواة» (Egalitarian) الحكومية النظامية التي تستهدف الطلاب العاديين. ومن ثم تهمل حاجات جميع الطلاب فوق المستوى العادي. لم يكن مثل هذا الوضع جديداً في نظام التربية والتعليم في الاتحاد السوفييتي سابقاً، بل كان متجذراً في نظام المدارس النظامية في روسيا القيصرية التي لم تكن تولي اهتماماً كبيراً بالأطفال الموهوبين. وتمكّن عدد قليل جداً من الأطفال النابغين فقط، من أمثال الشاب أندريه كولموجوروف (Andrey Nikolaevich Kolmogorov)، من الإفادة من البيئة التعليمية اللاصفية الفريدة التي سمحت لهم بالاستمتاع بجمال المكتشفات الرياضية، حيث التحق

بمدرسة خاصة نظمتها جدته في البيت لمجموعة صغيرة من الطلاب من أعمار مختلفة، استخدم فيها المعلم أحدث الابتكارات التربوية. وقد اعترف كولموجوروف (1988) أنه كان سعيداً وهو في عمر 5 أو 6 سنوات باكتشافه انتظام مجموع الأعداد الفردية: $1 = 1^2$, $1 + 3 = 2^2$, $1 + 3 + 5 = 3^2$ إلخ. وقد نُشر تقرير كولموجوروف المتعلق بـ «بالاكتشاف الرياضي» هذا في مجلة المدرسة.

والحدث المهم في قصة كولموجوروف، يتعلق بدراسته الإضافية في مدرسة ثانوية وفق النظام الأوروبي أعدتها له جمعية المثقفين دعاة التغيير (الرايكاالين)، حيث منحت المدرسة المختلطة (للذكور والإناث) الطلاب فرصة الدراسة بحسب اهتمامهم ومستوياتهم، (كان بوسع كولموجوروف مثلاً، دراسة فصل في الرياضيات بمستوى صف أعلى). وفي الوقت نفسه، شعر الطلاب بالمسؤولية تجاه الدراسة بجهد أكثر من أجل الحصول على أفضل النتائج في الامتحانات العامة التي تنظمها الدولة. ومن غير المستغرب إذاً، أن تكون مثل هذه المدرسة مختلفة عن مدارس الدولة النظامية، وبذلك، فقد كانت معرضة للتهديد المستمر من المسؤولين لإغلاقها.

وبعد ثورة عام 1917 أغلقت حكومة الاتحاد السوفييتي الجديدة جميع المدارس الخاصة، وأسست نظاماً مدرسياً جديداً كاملاً ذا مناهج جديدة. كان هدف هذا النظام تقديم تعليم أساسي للسكان جميعاً، وفي الوقت ذاته، جعل التعليم أكثر ميلاً إلى الممارسة الموجهة. ونتيجة لتطبيق هذه الأفكار، فقد برنامج الرياضيات جُلّ محتواه النظري، حيث درس الطلاب وصفات رياضية تنطبق على أوضاع عملية محددة، وغالباً ما حدث ذلك دون أخذ الأسس النظرية المتصلة بها في الحسبان. وعموماً بقي الأمر غامضاً بخصوص الطلاب النابغين في تلك السنين، ومع ذلك أشارت المصادر إلى أن المعرفة ضحلة لدى الذين تخرجوا في المدارس المعتمدة، وفقاً لمثل هذه المناحي «الابتكارية»، كتلك المسماة بمنظمة مشروع الكتائب (Vogeli, 1968 With Reference To) (Brigade-Project). (Braids, 1954, P. 38).

وقد أعلنت الحكومة أن هذه الطرائق غير صائبة، بصفة ذلك ردّ فعل على هذا الوضع القائم، وأمرت بإجراء التعديلات الضرورية في المنهاج المدرسي في أوائل الثلاثينيات من القرن الماضي. وهكذا، فقد روجعت كتب الرياضيات المقررة قبل الثورة وأُعيدت صياغتها، ووضع لها معايير رسمية (Vogeli, 1968).

واستناداً إلى تحليلنا، نستطيع القول إن نظام التعليم السوفيتي، من خلال الإبقاء على منحى المساواة في التعليم، بدأ في مرحلة ما (أي في بداية ثلاثينيات القرن الماضي) بإنفاق مزيد من المال وبذل المزيد من الجهود لتحديد الأفراد الواعدين، وتقديم الفرص الضرورية لهم لتطوير مواهبهم (Blazer, 1989).

ومع مكافحة المسؤولين لتلبية حاجات الاقتصاد المتنامي، والحفاظ على جعل الباب مفتوحاً أمام جميع الناس للالتحاق بالمدارس، فقد طرح علماء رياضيات وعلماء آخرون مشهورون، كثيراً من المبادرات. ومن الأمثلة البارزة على هذه المبادرات مسابقة الرياضيات الأولى لطلاب المدارس التي نُظمت في أكبر المدن السوفيتية: لينينغراد وتبليسي وموسكو في العامين 1935-1934. وساعدت هذه المسابقة على إرساء تقاليد ذهبت إلى أبعد من الأهداف الرسمية المعلنة (مثل التعليم عالي الجودة). و عوضاً عن ذلك، وكما يروي المشاركون، فقد أصبحت هذه المبادرات مهرجانات حقيقية للرياضيات، للأجيال جميعاً، وأطفال المدارس، وطلاب الجامعات، ومعلمي المدارس، والأساتذة الشباب في المدارس الثانوية، وكذلك العلماء البارزين.

لم تقتصر مسائل المسابقة على التطبيق المحدد للمعرفة المدرسية، بل تطلبت المقدرة على إيجاد طرائق أصيلة للتفكير، والقدرة على الاستنتاج المنطقي في المواقف غير المعيارية. وعادة ما كان يتبع هذه المسابقة، أو الأولمبياد، كما كانت تسمى، محاضرة لتحليل الأخطاء النمطية، ولقاءات فردية للمشاركين مع أعضاء لجنة التحكيم. ولم يكن الأولمبياد الوسيلة الوحيدة فقط للعمل مع الشباب الموهوبين على نحو غير رسمي، بل كان أيضاً وسيلة لتحفيز طلاب المدارس على تعلّم الرياضيات بطريقة أكثر منهجية عن طريق

المشاركة في الدوائر الرياضية وحضور المحاضرات العامة التي يقدمها علماء رياضيات متميزون، إضافة إلى الدراسة الذاتية لكتب الرياضيات.

وإذا ما نظرنا إلى هذه الظاهرة ضمن السياق الاجتماعي، فيمكن أن نعدّها مهمة شخصية لعلماء الرياضيات للإسهام في تطوير المجتمع؛ بهدف تشجيع الرياضيات وتبسيطها وتعميمها، والتأكيد على قيمة العمل الرياضي الإبداعي، والبحث عن الموهوبين الشباب وتقديم الدعم لهم وإعطائهم أفضل ما لديهم من معرفة. وقد أسست تجمعات للرياضيات خارج إطار النظام التربوي العادي، وتمثل الهدف الصريح الواضح لها في الحفاظ على المستوى العالي للرياضيات، وتعزيز جاذبية النشاط الرياضي بين السكان، إضافة إلى دعم كل فرد يتمتع بموهبة في الرياضيات.

يؤكد ديزمان وويترز (Diezmann And Watters 2000) وفقاً لفلسفتها الإثرائية، على الحاجة إلى إيجاد فرص للطلاب النابغين ليصبحوا أفراداً مبدعين. ومن وجهة نظرهما، فإنك تحتاج، كي تصبح مبدعاً، إلى الاستقلال الفكري والخبرة، إضافة إلى ثقافة تدعم الفكر غير التقليدي. وقد أجرى المؤلفان دراسة تتعلق ببرنامج علوم مدرسي إضافي خاص؛ بهدف تحقيق أقصى قدر ممكن من النمو الإبداعي لدى الطلاب النابغين، والبناء على تطور الاستقلال والخبرات المستندة إلى المجال في السياق الاجتماعي المتصل بالفهم والدعم. وقد مكّن الاستقلال الأفراد من التعامل مع الجودة وتوليد نتائج إبداعية في أنماط التقدم التطورية والثورية.

ويؤكد المؤلفان بحسب ترتيب الأفكار ذاته، على أهمية التفكير الجيد المستند إلى سياق حل المسألة الذي يتطلب إما تطبيقاً دقيقاً للاستدلال وقبولاً تاماً للمعلومات، جنباً إلى جنب مع إهمال الأدلة المناقضة، أو الذي يطور العملية غير التسلسلية بحلقات من التفسير والحدس واختبار الأفكار التي تعدّ سمات للمسائل غير المنظمة. وأخيراً، يعتمد تطور الإبداع على السياق الاجتماعي، حيث يحصل الأفراد المبدعون على تقدير قدراتهم والاهتمام بها من الأسرة والمعلمين. وإضافة إلى ذلك، أكد الباحثان على ضرورة إيجاد بيئة التعلم التعاونية والتفاعلية الاجتماعية بصفاتها سياقاً اجتماعياً ضرورياً.

نحو نظام مدرسي أكثر شمولاً

إضافة الإبداع إلى مخزون المعلمين التعليمي الخاص بالأطفال النابغين

باستطاعتنا أن نرى أنه قد جرى حتى الآن إيجاد الفرص للأفراد المبدعين والنابغين في كثير من نظم التربية والتعليم خارج النظم العادية أو أبعد منها. وسوف نحلل في هذا الجزء كثيراً من الخيارات داخل غرفة الصف التي ينبغي للمعلمين استخدامها في تعزيز تطور الإبداع وتغذيته بطرق أكثر شمولية.

يؤكد كلاين (Cline 1999) على الحاجة إلى الإفادة من البحوث عن المبدعين، والعمليات الإبداعية، والسياقات التي تعزز السلوك الإبداعي ونقلها إلى ممارسات داخل غرفة الصف، لتزويد الطلاب بفرص لإظهار قدراتهم الإبداعية وتطويرها. وبحسب وجهة نظر ياسترييوف (Yastrebov, 2005)، فإن المعلمين لم يأخذوا الطبيعة الاستقرائية للرياضيات في الحسبان، ويرى أن هناك حاجة إلى تطوير الفهم الجيد لطبيعة الرياضيات الثنائية (Dualistic Nature) عند المتعلمين الصغار. إن الأفراد هم من يبتكرون كل حقيقة رياضية، ولكن وجود الرياضيات أمر مستحيل خارج المؤسسة الاجتماعية المسماة بالمجتمع العلمي الذي يوافق على كل اختراع رياضي، ويتعين أيضاً تداول الحقيقة الرياضية المكتشفة حديثاً في أوساط المجتمع لتفحصها تفحصاً ناقداً من خبراء في المجال المعني.

وفي جانب متصل، يشير جويرا، جيمينيز، وسيرفات (Guerra; Gimenez; Servat, 2005) إلى أن الألفة (Familiarity)، والتباعد (Divergence)، وإعادة الابتكار (Reinvention) تعدُّ مكونات ضرورية لمعرفة المعلمين بأساليب التدريس. وبعبارة أكثر دقة، تعني الألفة اقتراح مهام إبداعية محتملة من خلال تحديد المقترحات غير التقليدية، والتنوع في النماذج والمعاني في السياقات المختلفة، والانفتاح على أنواع متعددة من الإجابات والنتائج المفاجئة المدهشة. يعزز التباعد الحوار المفتوح والأسئلة المتشعبة في السياقات والمواقف المختلفة، فيما تتيح إستراتيجيه إعادة الابتكار اختيار التسلسل التعليمي المناسب لتطوير الابتكارات من السياقات، والتفكير في مهام خيالية وحقيقية ومبتكرة، وإعادة اكتشاف المعرفة الرياضية المُتعلِّمة سابقاً بطريقة جديدة.

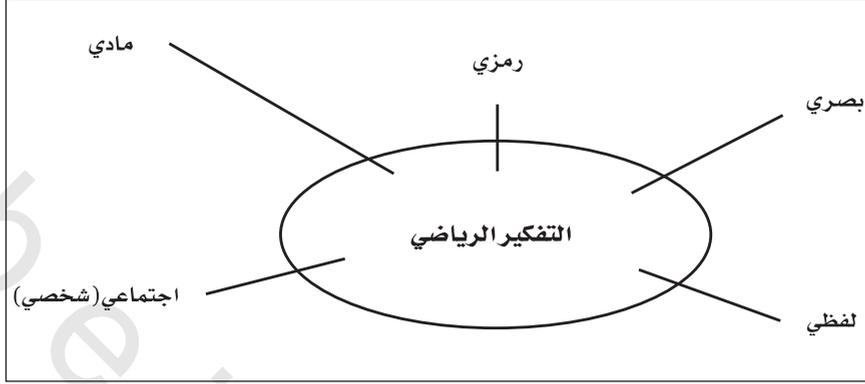
ويُعدُّ مثل هذا الدور للمعلمين بصفتهم مشجعين للعمل الرياضي الإبداعي مهماً في تطوير الطلاب النابغين. ومن وجهة نظر كارب (Karp, 2007) يجب إيلاء الاهتمام بتربية معلمي المستقبل، بحيث تُعزِّز معرفتهم العلمية بأمتثلة على الوسائل والطرق التي يستخدمها الطلاب النابغون في الرياضيات في بناء معرفتهم، واستخدامها في أنشطتهم الإبداعية الأخرى.

يشير كثير من المؤلفين إلى ضرورة إيجاد بيئة صافية رياضية تتسم بالتحدي، وتلائم الطلاب جميعاً حتى النابغين منهم.

الإبداع والتفكير بصفتهما مكونين لرعاية بيئة التعليم - التعلم للأطفال الموهوبين

أشار كلاين (Cline, 1999) إلى وجوب تطوير أربع قدرات تفكير مرتبطة بالإبداع، هي: الطلاقة، والمرونة، والأصالة، والإفاضة التي تعدُّ عناصر أساسية في تعريف جيلفورد (Guilford, 1967) للتفكير التباعدي، حيث إن توليد المعلومات من معلومات متوافرة مع التركيز على تنوع النتائج وجودتها من المصدر نفسه، يشتمل أيضاً على التحويل. سنربط في الفقرات الآتية هذا التعريف، بوجهات نظر علماء التربية في الرياضيات بخصوص التفكير الرياضي.

يشير كثير من المؤلفين إلى القدرة على إدراك الأنماط والنظر إلى العلاقات بصفتهما عنصراً رئيساً في التفكير الرياضي. وفي هذا السياق يرى فيشر (Fisher, 1990) أن الرياضيات ما هي إلا شبكة أفكار مركبة على نحو كبير. وعليه، فإن التفكير بطريقة رياضية يتطلب تكوين روابط في هذه الشبكة، وبذلك يصبح دور المعلم مساعدة الأطفال على معرفة البنية الموجودة في الرياضيات، وليس مجرد تعلُّم القوانين والحقائق بمعزل عنها. ويقول إننا بتشجيعنا الأطفال على التفكير رياضياً نحتاج إلى الانتظام في الجوانب جميعها ذات الصلة بذكائهم. وعموماً، هناك طرائق مختلفة لمعالجة الرياضيات وفقاً للمخطط الآتي (شكل 1:5).



شكل 1:5 طرق مختلفة للتفكير الرياضي

وبناءً على هذا النموذج، نرى أنه يمكن نمذجة المسائل الرياضية أو تمثيلها بطرائق متعددة على النحو الآتي:

- **لفظياً (Verbally):** عن طريق الحديث الداخلي والتحدث عن الأشياء من خلال استخدام الذكاء اللفوي، ووضع إجراءات التخطيط والمعالجة بالكلمات، بحيث تعطي الفرد معنى للأشياء.
- **اجتماعياً (Interpersonally):** التعلم من خلال التعاون عن طريق ملاحظة الآخرين، والعمل الجماعي لتحقيق الهدف المشترك، وتبادل الأفكار والمقارنة بينها، وتوجيه الأسئلة ومناقشة المسائل.
- **مادياً (Physically):** استخدام الأشياء المادية في أداء المهام الرياضية، والعمل باستخدام أدوات ومعدات رياضية عملية، ونمذجة المسألة أو العملية والمشاركة في الخبرات، واستخدام المهارات الجسدية-الحركية، والتطبيق العملي في الأ.
- **بصرياً (Visual):** تمثيل العمليات صورياً، بإعداد رسوم أو أشكال تصور الأنماط والأشكال بعين العقل (Mind's Eye)، والتفكير بالمفهوم المكاني، والتواصل البياني، والتصميم الهندسي، واستخدام الصور الذهنية.

• رمزياً (Symbolically): استخدام الكلمات المكتوبة والرموز المجردة في تفسير المسائل الرياضية وتسجيلها واستخدامها باتباع نظم تسجيل متنوعة، ونقل الرموز الرياضية إلى لغة منطقية دقيقة.

وبحسب وجهة نظر بارودي (Baroody, 1987)، فإن التعلم الحقيقي يشتمل أيضاً على القدرة على التغيير في أنماط التفكير. وفي الواقع، يمكن أن ينتج التبصر وجهات نظر جديدة وأكثر قوة، ومن ثم تغيير تفكير الطفل تجاه شيء ما. وعلى نحو أكثر تحديداً، فإن تغيير وضع الروابط يمكن أن يؤدي إلى طريقة تنظيم المعرفة. فالطفل الذي يجهل روابط الطرح الأساسية يعمد إلى استخدام الأصابع في حساب الفروق. مثلاً، عندما يواجه الطفل السلسلة الآتية من الطرح: $10-5=$ ، $8-4=$ ، $6-3=$ ، $4-2=$ ، $2-1=$ ، فإنه يحسب إجابة كل سؤال بشقّ الأنفس. وفجأة قد يتكون لديه رؤية عن فكرة الحل: مجموعة الأعداد هذه عبارة عن مقلوب إضافة العدد إلى نفسه ($1+1=2$ ، $2+2=4$ ، $3+3=6$ ، $4+4=8$ ، $5+5=10$). وبذلك ينتج الطفل علاقة جديدة بين مجموعات الطرح وحقائق الجمع المألوفة، تسمح له بالنظر إلى الطرح من زاوية أخرى. وإذا ما أعطي الطفل مسألة، مثل: $5-3=$ ، فإنه يفكر في نفسه قائلاً: «ثلاثة زائد كم يساوي خمسة؟ نعم، اثنان». فمنظوره الجديد يمكنه من حل مسائل الطرح بفاعلية دون مشقة في الحساب. وعلى هذا، فإن التطور الرياضي يتطلب تغييرات نوعية في التفكير، وتغييرات من حيث كمية المعلومات المخزنة. وعلى أي حال، فإن التغيير في أنماط التفكير يُعدُّ أمراً أساسياً في تطوير الفهم (Baroody, 1987, P. 11).

وبحسب وجهة نظر شراج (Schrag, 1988)، فإن النشاط الذهني يُعدُّ تفكيراً هادفاً إذا كان موجهاً نحو مسألة، أو مهمة حددها الفرد لنفسه. وعلى أي حال، فإن من المتفق عليه أن هذا الأمر يعد معيارياً، وقد قصد بهذا التصور أن يتضمن حالات يمكننا فيها، على نحو مفاجئ، رؤية حل دون وعي أو «صراع» مع المسألة. ولكن حتى في مثل هذه الحالات، لا تبدو الفكرة حلاً ما لم تُجرب فيما يتعلق ببعض الصعاب التي أثارت قلقنا. وهكذا يُستثار التفكير في المواقف التي لا يكون فيها المرء متيقناً تماماً كيف سيمضي قدماً إلى الأمام. وقد أطلق «شراج» على هذا الوضع اسم «المشكلات أو المسائل» (Problems).

استناداً إلى أعمال بوليا وشوينفيلد، أشار إيرنست (Ernst, 1998) إلى نوعين من التفكير اللذين قد يؤثران في سلوك حل المسائل، وهما: **المعرفي (Cognitive)**، وما وراء **المعرفي (Meta-Cognitive)**. تتضمن الأنشطة المعرفية استخدام الحقائق، والمهارات، والمفاهيم، وأشكال المعرفة الرياضية كافة وتطبيقها. وتشتمل أيضاً على تطبيق إستراتيجيات عامة ومحددة للموضوعات الرياضية، وتنفيذ خطط لحل المشكلات. في حين تشتمل أنشطة ما وراء المعرفة على التخطيط ومراقبة التقدم، واتخاذ القرارات وتدقيق العمل واختيار الإستراتيجيات وما إلى ذلك. يدور مفهوم ما وراء المعرفة «الفوق معرفية» (**Above Cognition**)، حول إدارة التفكير. وقد وصف سيربينسكا، نينادوزي، وأوكتاك (Sierpinska, Ninadozie, And Octac, 2002) التفكير الرياضي أنه ذلك التوازن الجيد بين التفكير النظري والعملي. وفي معرض دراستهم للعلاقة بين التفكير النظري والتحصيل العالي في الجبر الخطي، افترض سيربينسكا وزميلاه أن التفكير النظري لا يُعدُّ استمراراً للأفكار العملية، بل قلباً لها (ص. 11). فقد صوروا التفكير العملي على أنه عقبة معرفية (Epistemological Obstacle) لا يمكن تفاديها. وعلى أي حال، فقد ادعوا أن تعليم المفاهيم الرياضية المجردة التي تركز كثيراً على الخبرات المحسوسة المستندة إلى ما يسمى بالمناحي الهندسية (Geometric) أو العددية (Numerical) قد تترك الطلاب بتمثيلات ليست ذات صلة من وجهة نظر المفاهيم، وتقودهم إلى التناقضات (المرجع السابق، ص. 19).

بعد أن عرّف المؤلفون التفكير النظري، أنه تأملي، نظامي (فرضي مستند إلى البرهان)، تحليلي (حساس لمقاصد ما وراء اللغة Meta-Linguistic Sensitive)، دعوا إلى ضرورة التفكير النظري في فهم الجبر الخطي على النحو الآتي:

- يجب أن يكون المتعلمون للجبر الخطي من طلاب الجامعات ميالين إلى النظرية بدرجة أكبر من مخترعي النظرية أنفسهم.
- يجب البحث عن معاني المفاهيم من حيث علاقتها بغيرها من المفاهيم.
- يجب أن يشارك المتعلم في إثبات النشاط، وأن يستخدم مناحي منتظمة في تحقيق المعنى والدقة.

• على المتعلم أن يتقبل أن أسئلته الوجودية (Ontological Questions) ستبقى دون إجابة.

- يجب أن يشارك المتعلم في التفكير الافتراضي (Hypothetical Thinking).
- يجب أن يصبح المتعلم «متعدد اللغات» الرياضية (المرجع السابق، ص 33-35).

وإذا ما عمّمنا هذه الأفكار على مستوى المرحلة الابتدائية، فسنرى أن التوجهات هذه الأيام (ناقشنا ذلك في الأجزاء السابقة) لا تشجع تعليم التفكير النظري (Theoretical Thinker) على الرغم من أن ممارساتنا تظهر أن الطلاب النابغين في الرياضيات، حتى في سن مبكرة، يحملون وجهات نظر معرفية عن الرياضيات قريبة من التفكير النظري.

ونحن عندما نفكر في تفسير جوانب التفكير هذه من حيث النبوغ، ربما نفترض أن الطفل المتفوق رياضياً ذا التحصيل العالي، قد يظهر قدرة متوازنة على التفكير رياضياً (نظرياً وعملياً). فيما يكون الطفل ذو القدرة الرياضية من غير ذوي التحصيل العالي ميالاً إلى أن يكون نظرياً على نحو أكبر. والسؤال الذي يُسأل هو: هل يمكن أن يكون الطفل ذو القدرة الرياضية عملياً فقط؟ وما النقطة التي يمكننا عندها تحديد الطفل بصفته مفكراً نظرياً؟

ويبرز سؤال آخر هو: ما نوع المواقف الصفية التي تعزز تطور التفكير الرياضي لدى الأطفال الصغار؟

ومن أجل تعزيز تطور التفكير الرياضي، فقد أكد بارودي على استخدام منحى حل المشكلات الذي يركز على عمليات الاستقصاء الرياضي: حل المسائل والتعليل والتعميم. وهذا المنحى يوجهه المعلم لكن الطالب يؤدي فيه دوراً فاعلاً.

أجريت إيرنست تحليلاً مقارنةً لمناحي تعليم مختلفة ذات صلة بالتفكير الرياضي. وقد أظهر التحليل أن التحول التعليمي للعملية الرياضية، «التي تتطور من خلال تطبيق الحقائق والمهارات والمفاهيم إلى حصيلة محدودة من إستراتيجيات حل المسائل، وفي ذلك استنباط النموذج وتعميمه إلى إستراتيجيات كاملة لحل المسائل، وأخيراً إضافة عمليات

افتراض المسألة (Problem-Posing Processes) أيضاً» (ص. 132)، يحدث عندما يصبح التعليم في غرفة الصف أكثر انفتاحاً وتحدياً.

وقد حدد فيشبين (Fischbein, 1990) مهمة المعلم بـ «إيجاد بيئة تتطلب مواقف وآراء ومفاهيم وحلولاً رياضية»، حيث يرى أن الأطفال عندما يواجهون مهمة صعبة قد لا يستطيعون التوصل إلى حل عضوي، إذ قد ينتظمون في عملية بنائية تربط بين كثير من الشروط. ثم عليهم عندئذٍ إيجاد طريقة لحل المسألة على نحوٍ منظم. وهو يرى أن هذا الجانب في التوصل إلى طريقة، يُعدّ عملية حسابية تُتخذ على نحوٍ واسعٍ أساساً لتطوير التعليل الرياضي. ويضيف متسائلاً: هل يتعين على المعلم الانتظار إلى أن يتوصل الأطفال إلى الحل بأنفسهم دون مساعدة؟ ويعلق على ذلك قائلاً:

لا يتطور الاستدلال الرسمي عفويًا بصفته طريقة رئيسة للتفكير. وهذه النتيجة لا تعني أن يقدم المعلم الحل، بل يتعين عليه توجيه جهود الطلاب نحو الحل عن طريق طرح أسئلة مناسبة. ويبني الطلاب الإجابات بصفتها ردة فعل على بيئة معينة. وينبغي أن تُبرمج هذه البيئة بصفتها بيئة إشكالية (Problematic One)، لإلهام الطلاب في مساعدهم إلى حل المسائل. (Fischbein, 1990, P. 8).

تتوافق هذه الموجهات النظرية مع ملاحظات درسكول (Driscoll, 1999)، من خلال:

- النمذجة المتناغمة للتفكير الجبري.
- إعطاء مؤشرات زمنية للطلاب تعينهم على نقل تفكيرهم أو توسيعه، أو تعينهم على الانتباه لما هو مهم.
- جعل طرح الأسئلة المتنوعة عادة تهدف إلى مساعدة الطلاب على تنظيم تفكيرهم، والاستجابة إلى علامات الجبر.

سيطور المعلمون عادات العقل (Habits of Mind) الخاصة بالتفكير الجبري لدى

الأطفال على النحو الآتي:

- القابلية للانعكاس (Reversibility) بصفقتها القدرة على استخدام عملية ما في الوصول إلى الهدف، وفهم عملية الحل فهماً كافياً بطريقة عكسية بدءاً من الجواب إلى نقطة البداية.
- بناء القوانين بصفقتها قدرة على فهم الأنماط وتنظيم البيانات.
- الاستخلاص من المجموع بصفته قدرة على التفكير حول العمليات الحسابية بالتغاضي عن الأعداد المستخدمة (Driscoll, 1999, P. 3).

ملاحظات ختامية

استناداً إلى الاعتبارات النظرية السالفة الذكر، ننتقل الآن إلى أسئلة أكثر عملية، مثل: ما الأنشطة الرياضية المساعدة على تعزيز بروز التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة الابتدائية الموهوبين في الرياضيات، التي تتيح لهم التقدم في صف ذي قدرات مختلطة؟ تشير كثير من الدراسات إلى المهام الزاخرة بالرياضيات بصفقتها محركاً لمثل هذا التعزيز. ذكر بيرسيني ونوث (Peressini And Knuth, 2000) أن المهام الغنية بالرياضيات هي التي تنطبق عليها المعايير الآتية:

- تشجع مدى واسعاً من مناحي إستراتيجيات الحلول.
- تعالج مفاهيم رياضية مهمة.
- تتطلب من الطلاب تبرير تفسيراتهم.
- تكون مفتوحة النهاية.

يتطلب استخدام مثل هذه المهام إعادة التفكير في دور كل من المعلم والطالب. ويؤكد بيرتون (Burton, 1984) أن دور المعلم قد تحوّل من ملقّن للمعلومات إلى مُحاورٍ ومزوّد للمصادر.

يتحدى المعلم الطلاب لتبرير براهينهم أو إثبات بطلانها، والتأمل بما عملوه. ويُعدُّ أسلوب تدخل المعلم ذا أهمية بالغة أيضاً، إذ يجب التأكيد على الاستفسار بدلاً من إعطاء التعليمات. تشير مناقشة سريرامان (Sriraman, 2004) بخصوص الإبداع في الرياضيات إلى أن كثيراً من سمات الإبداع في الرياضيات، التي وصفها علماء الرياضيات على أنها

جوانب قيمة من جوانب مهنتهم مثل؛ حرية الاختيار، ومتابعة المسائل في المحافل العلمية، وحرية الحركة المطلوبة في أثناء العمل، ومعرفة الفروق بين التعلم والإبداع والإغراء الجمالي للرياضيات والدافع الوجداني/ المحرك لحل المسألة بتطبيقات واقعية هائلة، قد يصعب محاكاتها داخل غرفة الصف التقليدية. ومع ذلك، فهناك مبادئ أساسية يطبقها المعلمون في غرفة الصف. وقد برزت من الدراسة التحليلية والتجميعية للدراسات التي قام بها سريرمان، خمسة مبادئ شاملة تعزز الإبداع في الرياضيات، هي: (أ) مبدأ الجشالت، (ب) المبدأ الجمالي، (ج) مبدأ السوق الحرة، (د) المبدأ العلمي، (هـ) مبدأ الشك.

أما ما يخص الطلاب، فإننا نؤكد أنه إلى جانب تعزيز الاهتمام والدافعية والنجاح في حل المسائل، لا بد من الإشارة إلى الجوانب الآتية:

- اختيار التمثيلات التي تعزز القدرة على نمذجة المسألة واستخدامها.
- حسم المسألة بدلاً من تقديم الحل؛ وهذا يساعد على تطوير وجهة نظر نحو بناء شبكة من الأسئلة الجديدة والحلول الجدية، وفوق كل هذا، أسئلة تبرز من المسألة الأساسية تتبع التطور الحلزوني بدلاً من التطور الخطي (المسألة - الحل).
- التعميم والنشر باستخدام أدوات اتصال مختلفة.

تظهر دراستنا لمنحى الحالات الصعبة داخل الغرف الصفية للرياضيات الشاملة (Freiman, 2006)، أن الطلاب الناغبين يمكن أن يذهبوا في مثل هذه المواقف إلى ما هو أبعد منها، ويطرحوا أسئلة جديدة، ويبتكروا استقصاءات خاصة بهم، ويصبحوا أكثر إبداعاً في أعمالهم الرياضية، وفي الوقت ذاته، تتحول مثل هذه البيئة الصفية إلى بيئة إثرائية للطلاب جميعاً، وتساعدهم على التحول إلى متعلمين أكثر إبداعاً.

يؤكد كثير من الباحثين في تعليم الرياضيات على أهمية البيئة التعليمية المحددة في رعاية التفكير الإبداعي لدى المتعلمين الصغار. وقد ركز ميسنر (Meissner, 2005) في دراسته على ثلاثة جوانب:

- المكوّنات الفردية والاجتماعية، كالتحفيز، والفضول، والثقة بالنفس، والمرونة، والمشاركة، والفكاهة، والخيال، والسعادة، وتقبل الإنسان لذاته وللآخرين، والرضا، والنجاح.
- نقاشات معمقة، إضافة إلى مسائل صعبة عفوية جذابة، وشائقة، ومهمة، تتسم بالإثارة.
- يجب أن يكون الطلاب قادرين على تعريف أنفسهم بالمشكلة وحلولها الممكنة، وتطوير قدرات مهمة لاستكشاف مسألة ما وبنائها، واختراع أساليبهم الخاصة أو تعديل المناحي الموجودة، وأن يستمعوا ويناقدوا، ويحددوا الأهداف، ويتعاونوا فيما بينهم بصفتهم فريقاً واحداً.

ومما لا شك فيه أن أخذ هذه الجوانب في الحسبان سيساعد الأطفال على أن يصبحوا فاعلين، وأن يكتشفوا ويجربوا، ويستمتعوا، ويخمنوا ويختبروا، ويضحكوا من أخطائهم التي يرتكبونها. وتبرز الدراسة الأخيرة رقم 16 للهيئة العالمية لتدريس الرياضيات (The International Commission on Mathematical Instruction Icmi) حول تحديّ الرياضيات (Challenging Athematics)، التي أجازها تيلور وباربيو (Taylor And Barbeau)، الحاجة إلى مزيد من البحث حول تزويد الطلاب بخبرات حل مسائل رياضية غنية وصعبة بهدف تطوير إبداعهم ورعايته.

قائمة المراجع

- Baroody, A. (1987). *Children's Mathematical Thinking: A Developmental Framework For Preschool, Primary And Special Education Teachers*. Columbia: Teachers College, Columbia University.
- Baroody, A. (1993). *Problem Solving, Reasoning, And Communication, K-8: Helping Children Think Mathematically*. Macmillan Publishing Company.
- Birkhoff, G. (1969). *Mathematics And Psychology*. Siam Review, 11, 429-469.
- Blazer, H. D. (1989). *Soviet Science On The Edge Of Reform*, Boulder: Westview Press.

- Bradis, V. M. (1954). *Methodology Of Teaching Mathematics In The Secondary School* , Utchpedgiz, In Russian.
- Burton, L. (1984). *Thinking Things Through*. Oxford: Basil Blackwell Limited .
- Cline (1999). *Giftedness Has Many Faces: Multiple Talents And Abilities In The Classroom*. The Foundation Of Concepts In Education, Inc., 193 Pp.
- Cramond, B. (1994). *Attention–Deficit Hyperactivity Disorder And Creativity–What Is The Connection?* Journal Of Creative Behavior, 28, 193–210.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). *Society, Culture, And Person: A Systems View Of Creativity*. In R. J. Sternberg (Ed.), *The Nature Of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives* (Pp. 325–339). Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (2000). *Implications Of A Systems Perspective For The Study Of Creativity* . In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook Of Creativity* (Pp. 313–338). Cambridge University Press.
- Davis, G. A. (1997). *Identifying Creative Students And Measuring Creativity* . In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook Of Gifted Education* (Pp. 269–281). Boston: Allyn Bacon.
- Davis, P. J., & Hersh, R. (1981). *The Mathematical Experience* . New York: Houghton Mifflin.
- Diezmann, C., & Watters, J. (2000). *An Enrichment Philosophy And Strategy For Empowerment Young Gifted Children To Become Autonomous Learners* . Gifted And Talented International 15(1), 6–18.
- Diezmann, C., & Watters, J. (2002). *Summing Up The Education Of Mathematically Gifted Students* . Proceedings Of The 25Th Annual Conference Of The Mathematics Education Research Group Of Australasia, Pp. 219–226.
- Driscoll, M. (1999) *Fostering Algebraic Thinking: A Guide For Teachers, Grades 6–10*. Portsmouth, Nh: Heinemann.
- Ernst, P. (1998). *Recent Development In Mathematical Thinking* . In R. Burden, & M. Williams (Eds.), *Thinking Through The Curriculum* (Pp. 113–134). London , New York: Routledge.
- Fischbein, E. (1990). *Introduction* . In: P. Nesher, & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics And Cognition: A Research Synthesis By The International Group For The Psychology Of Mathematics Education*. Cambridge: University Press.

- Fisher, R. (1990). *Teaching Children To Think*, Oxford: Basil Blackwell.
- Freiman, V. (2006). *Problems To Discover And To Boost Mathematical Talent In Early Grades: A Challenging Situations Approach*. The Montana Mathematics Enthusiast, 3(1), 51–75
- Freiman, V., & Volkov, A. (2004). *Early Mathematical Giftedness And Its Social Context: The Cases Of Imperial China And Soviet Russia*. Journal Of Korea Society Of Mathematical Education Series D: Research In Mathematical Education, 8(3), 157–173.
- Gallian, J. A. (1994). *Contemporary Abstract Algebra*. Lexington, Ma: D.C. Heath And Co.
- Gnedenko B. V. (1991) Introduction In Specialization: Mathematics (Введение в специализацию: математика), Nauka, 235 Pages. In Russian Gruber, H. E., & Wallace, D. B. (2000). The Case Study Method And Evolving Systems Approach For Understanding Unique Creative People At Work. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook Of Creativity* (Pp. 93–115). Cambridge University Press.
- Guerra, Gimenez, & Servat (2005). Detecting Traits Of Creativity Potential In Mathematical Tasks With Prospective Primary Teachers, Icmi – Earcome–3 (East Asia Regional Conference On Mathematics Education), Shanghai, China, August, 7–12, 2005, [Http://www.math.ecnu.edu.cn/earcome3/](http://www.math.ecnu.edu.cn/earcome3/)
- Hadamard, J.W. (1945). *Essay On The Psychology Of Invention In The Mathematical Field*. Princeton University Press .
- Karp, A. (2007). *Knowledge As A Manifestation Of Talent: Creating Opportunities For The Gifted*. Mediterranean Journal For Research In Mathematics Education, This Issue.
- Kolmogorov (1959). *On The Profession Of A Mathematician*. Moscow State University Press (In Russian).
- Krutetskii V. A. (1976). *The Psychology Of Mathematical Abilities In School Children*. Chicago: The University Of Chicago Press.
- Lester, F. K. (1985). *Methodological Considerations In Research On Mathematical Problem Solving*. In E. A. Silver (Ed). *Teaching And Learning Mathematical Problem Solving. Multiple Research Perspectives* (Pp. 41–70). Hillsdale, Nj: Erlbaum.

- Marshak, D. (2003). *No Child Left Behind : A Foolish Race Into The Past*. Phi Delta Kappan, 85(3) 229–231.
- Massé, L., & Gagné, F. (2002). *Gifts And Talents As Sources Of Envy In High School Settings* . Gifted Child Quarterly. 46(1), 15–29.
- Meissner, H. (2005) *Creativity And Mathematics Education* . Paper Presented At The 3Rd East Asia Regional Conference On Mathematics Education [Http://Www.Math.Ecnu. Edu.Cn/Earcome3/Sym1/Sym104.Pdf](http://www.math.ecnu.edu.cn/earcome3/sym1/sym104.pdf)
- Miller, A. (1997) *Cultures Of Creativity: Mathematics And Physics*. Diogenes, 45, 53–75
- Minsky, M. (1985). *The Society Of Mind* . New York: Simon & Schuster Inc. Peres–sini D., & Knuth, E. (2000). The Role Of Tasks In Developing Communities Of Mathematical Inquiry. *Teaching Children Mathematics*, 391–396.
- Poincaré, H. (1948). *Science And Method* . Dover: New York.
- Polya, G. (1954). *Mathematics And Plausible Reasoning : Induction And Analogy In Mathematics* (Vol. Ii). Princeton, Nj: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How To Solve It* . Princeton, Nj: Princeton University Press.
- Ridge, L., & Renzulli, J. (1981). *Teaching Mathematics To The Talented And Gifted* . In V. Glennon (Ed.) *The Mathematics Education Of Exceptional Children And Youth, An Interdisciplinary Approach* (Pp. 191–266). Nctm.
- Sheffield, L. (2003). *Extending The Challenge In Mathematics* . Tagt & Corwin Press, 150 Pp.
- Schoenfeld, A. H. (1979). *Explicit Heuristic Training As A Variable In Problem–Solving Performance* . *Journal For Research In Mathematics Education*, 10, 173–187.
- Schoenfeld, A. H.(1985A). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.
- Schrag, F. (1988). *Thinking In School And Society*. New York: Routledge.
- Shavinina, L.V., & Ferrari, M. (2004). *Beyond Knowledge : Extracognitive Aspects Of Developing High Ability*. Mahwah, Nj: Erlbaum.
- Sierpinska, A., Nnadozie, A., & Octaç, A.(2002). *A Study Of Relationships Between Theoretical Thinking And High Achievement In Linear Algebra* . Montreal: Concordia University.

- Smith, J. M. (1966). *Setting Conditions For Creative Teaching In The Elementary School*. Boston: Allyn And Bacon.
- Sriraman, B. (2004). *The Characteristics Of Mathematical Creativity*. The Mathematics Educator, 14(1), 19–34.
- Sriraman, B. (2005). *Are Mathematical Giftedness And Mathematical Creativity Synonyms? A Theoretical Analysis Of Constructs*. Journal Of Secondary Gifted Education, 17(1), 20–36.
- Sriraman, B. (2008). *The Characteristics Of Mathematical Creativity*. (This Issue).
- Sternberg, R. J. (2000). *Handbook Of Creativity*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). *Investing In Creativity*. American Psychologist, 51, 677–688.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T.I. (2000). *The Concept Of Creativity: Prospects And Paradigms*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook Of Creativity* (Pp. 93–115). Cambridge University Press.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance Tests Of Creative Thinking: Norms–Technical Manual*. Lexington, Ma: Ginn.
- Torrance, E. P. (1981). *Non–Test Ways Of Identifying The Creatively Gifted*. In J.C. Gowan, J. Khatena, & E.P. Torrance (Eds.), *Creativity: Its Educational Implications* (2Nd Ed.) (Pp. 165–170). Dubuque, Ia: Kendall/Hunt.
- Vogeli, B. (1968). *Soviet Secondary Schools For The Mathematically Talented*. Nctm.
- Weisberg, R.W. (1993). *Creativity: Beyond The Myth Of Genius*. New York: Freeman.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive Thinking*. New York: Harper.
- Yastrebov, A.V. (2005) *Dualisticheskiye Svoystva Matematiki I Ikh Otrazheniye B Prozesse Prepodavaniya*. Pedagogicheski Vestnik.

ملاحظات

1. تحدث عمليات مشابهة في فروع أخرى من فروع المعرفة لا سيما في الفيزياء، لكننا نركز في هذا البحث على تعليم الرياضيات.

2. كان لمجموعة من الأشخاص ذوي التعليم العالي جداً وجهات نظر تقدمية سريعة التغير، ومطالب عالية جداً فيما يتعلق بجودة التعليم المقدم إلى أطفالهم.
3. يشير فوجيلي (Vogeli) إلى أن مناهج العام 1921 أكدت قيمة الأنشطة الإبداعية في تعليم الرياضيات، والحاجة إلى توسيع آفاق الخلفية الرياضية لدى الطلاب، إضافة إلى الرغبة في ربط الرياضيات بالحياة (Vogeli, 1968, P. 4).
4. تذكر موسوعة علماء الرياضيات الشباب في موسكو. The Encyclopedia Of Mathematician, 1985, In Russian, P. 187 (Young)، عالمي الرياضيات الشهيرين ديلون (B. N. Delone) والكساندروف (P. S. Alexandrov) بصفتهما المبادرين والمنظمين لهذه المسابقات.

