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

فكتور فريمان Viktor Freiman

بهارات سريرامان Bharath Sriraman

ملخص

نقـدم فـي هذا البحث وجهات النظـر والمناحي الراهنة في الإبـداع، مع التركيز على ارتباطها بالرياضـيات. ونناقش وجهات النظـر التربوية والاجتماعية في الإبداع بوجه عام، وفي الإبداع في الرياضيات بوجه خاص. وفي الوقت الذي أصبحت فيه اللامبالاة المؤسسية والمجتمعيـة المتعلقة بحاجـات النابغين في الرياضيات ظاهرة معروفـة، أظهرت دراسات حديثـة وجود اهتمام قليل بتطوير الإبداع ورعايته لـدى النابغين في الرياضيات. وسنناقش الحاجـة إلى مثـل هذه الرعاية من وجهة نظـر كلٍّ من علماء الرياضيـات والنفس والتربية. وسنختـم نقاشنا بتوصيـات لنوع البيئة التعلميـة التعليمية الضرورية للطـلاب النابغين في الرياضيات لتحفيز إبداعهم ورعايته، وإفادة الطلاب الآخرين ضمن هذا النسق.

مقدمة

تعـدُّ بنى الموهبـة والإبداع في الرياضيات مترابطة فيما بينهـا، حيث إن الإبداع يعني ضمنـاً الموهبة (Sriraman, 2005). وعلى الرغم من ذلك، فإن دراسة الإبداع لدى علماء الرياضيـات أو الطـلاب، تعـدُّ بالغة الصعوبـة بسبب إخفـاق غالبيـة الأدوات التقليدية في الكشف عن السمات المعرفيـة الإضافية كالمعتقدات، والجمال، والحدس، والقيم الفكرية،

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

عرض موجز للكتابات

تصنيف ستيرنبيرج 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 نحوٍ كامل وجهات نظر الاختلافات عبر الثقافية، بخصوص ما يكوّن الإبداع في الرياضيات. تؤدي الجوانب الثقافية والاجتماعية دوراً مهمّاً 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 بصفتها مصدر حسد (Masse & Gagne,

2002). وفـي الحقيقة أن التاريخ يزخـر بكثير من الأمثلة لأفراد مبدعين وصفوا بأنهم غير طبيعيين «منحرفون أو متمـردون» (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 تطبيـق مصطلح «الإنصاف» (Equity) الذي يساء استخدامه، أو الاحتكام إلى خطط المنهاج وأهداف التحصيل المدرسي. ومثال ذلك، أن إقرار قانون «عدم إهمـال أي طفل» (No Child Left Behind) في الولايـات المتحدة الأمريكية تحت ذريعة الإنصاف والمساواة، دفع بالحوار حول ما يجب فعله بخصوص الطلاب النابغين والمبدعين فـي غرفة الصـف، إلى الصـدارة. وفي هذا السيـاق، كتب مارشـاك (Marshak, 2003) يقـول: في الآونة الأخيرة، تعدُّ دعوة قانـون «عدم إهمال أي طفل إلى المساءلة، استناداً إلى الاختبارات الموحدة للمهارات التقليدية المتمثلة في القراءة والكتابة والحساب التي يقدّرها المجتمع الصناعي، خطوة كبيرة إلى الوراء تعود بنا إلى أربعينيات القرن الماضي. واستناداً إلـى 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 المشـكلات والتفكيـر الإبداعي التي تعدُّ ضرورية للنجاح فـي الوضع الاجتماعي العالمي في القـرن الحادي والعشرين. وعلى مستـوى التعليم العالي، فقد كان هناك انتقاد للعدد الكبير مـن القيود التي يفرضها الأكاديميون على المساقات 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 يرعاها 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 فـي الرياضيـات بوجه خاص. حيث ذكـر ديزمـان ووتـرز (Diezmann And Waters, 2000) في معرض تحليلهما للوضع الراهن، أنه على الرغم من جميع الخطابات عن الحاجة إلـى وطـن يتمتع أهله بالذكاء، وتـزداد فيه قيمة دور الأفراد المبدعيـن، فإن الوضع لا يبدو أفضـل ممـا كان عليه قبـل مئة عام، عندما ذكـر أن الوطن يبدو «جنة للقـدرات المتوسطة

ومقبــرة للعبقريــة». وفي الحقيقة أن الباحثيــن يشير أن إلى تقرير البرلمــان الأسترالي عن تعليــم الأطفــال النابغين الذي يعترف أن التركيــز على المعايير الدنيا قــد يترتب عليه آثار مدمرة في تلبية الحاجات الخاصة بالنابغين المتأثرين أصلاً بـ «تدني التحصيل، والإحباط، والضغــط النفسي، والآراء السلبية، والمعتقــدات الخاطئة». ويُعدُّ هذا الوضع مؤلماً لا سيما فــي حالــة الرياضيات، حيث يتأثــر الأطفال النابغون بــالآراء السلبية للآخريــن فيما يتعلق بالرياضيــات بطرائــق عدة. وعمومــاً فإن هذا الاتجــاه يصنف الأطفــال النابغين بصفتهم «مجموعة موسومة» (Marked Group) أو مجموعة غير طبيعية «منحرفة» (Deviant).

وصلــت الآراء السلبية للمجتمع تجاه النابغين إلى أقصــى حدودها بالتسمية الساخرة لهــؤلاء الأطفــال ب آينشتايــن الصغيــر (Little Einstein) أو المهووسيــن (Nerds). وبانتشار مثل هذا الجو العام المناهض للتفكير، الذي يبدو غير محبب للطلاب النابغين في الرياضيــات، فإن الأطفال يصبحون في حاجة ماسة إلى المرونة والدعم الخاص. واستناداً إلــى هذه الخلفيــة للوضع القائم في النظم المدرسية، التي تبــدو متوافقة مع الشعور العام، يتســاءل المــرء عما يمكن فعله للأطفــال النابغيــن لمساعدتهم كي يصبحوا أكثــر إبداعاً. وسنعرضــ فــي الجــزء الآتي ثلاث وجهات نظــر خاصة مــن النواحي: النفسيــة والرياضية والتربوية.

الحاجة إلى رعاية الإبداع لدى الموهوبين في الرياضيات ودعمه

وجهات نظر علماء النفس للقدرات الرياضية ذات الصلة بالإبداع

قال كروتتسكي في معرض دراسته الطولية حول القدرة الرياضية أن النشاط الرياضي الناجح يتطلب مزيجاً خاصّاً من السمات الشخصية. وأضاف أن امتلاك القدرات الرياضية العالية لا يتيح بالضرورة للأفراد النابغين الوصول إلى أعلى قمة في الرياضيات. وقد استندت نتائجــه إلى دراسة أجراها علــى مجموعة من الطلاب الموهوبين جدّاً مــن أعمار متفاوتة، وسيــر ذاتيــة لعلماء رياضيات مشهوريــن، ودراسات بحثية، إضافة إلــى استبانة وزعت بين معلمين ممارسين وعلماء رياضيات مختصين. وتعالج الدراسة المقدمة من كارب (Karp) عمل كروتتسكي من وجهة نظر معاصرة ذات صلة بإعداد المعلمين.

أولاً، يشير كروتتسكي 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 مهمّاً. وأحياناً، قد لا يظهر الطالب ذو المقدرة العالية جدّاً أي اهتمام يُذكر بالموضوع، أو النتائج العالية. أما إذا أفلح المعلم في اكتشاف موهبته الخفية، وعزّز الاهتمام لديه، فعندئذٍ يصبح هذا الطالب ناجحاً جدّاً كما ظهر في السير الذاتية لكل من لوباتشيفسكيا وأوستروغرادسكي ولوزين (Lobatchevskii; Ostrogradskii; Luzin) وآخرين.

ويتعلق العامل الآخر الذي اكتشفه كروتتسكي بالطبيعة الانفعالية للنشاط الرياضي، حيث يرى أن جميع الطلاب النابغين في دراستهم قد أظهروا مستويات عالية جدّاً 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 كروتتسكي إلى أن الحل الجيد يجعل الطلاب سعداء، تماماً كما لو أنهم يمارسون لعبة شطرنج رائعة، فيغمرهم الفرح، وتشع أعينهم نوراً، ويفركون أيديهم، ويدعون بعضهم بعضاً إلى المشاركة في الحلول الرائعة.

وعدّ كروتتسكي العمل الجاد سمة أخرى مهمة للإبداع في الرياضيات. وقد أشار في اقتباسه من لافرنتجيف (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 كروتتسكي التجريبية.

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

وأن يمتلـك الشجاعـة ليس في ابتـكار شيء جديد فحسب، بل في تحطيـم المعرفة القديمة الراسخـة. (2) فـي الوقت ذاته، يجب أن يكون عالم الرياضيـات 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 شخصة 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) الـذي طرحـه بوانكريـه (Poincaré)، بصفته عملية تحركهـا القدرة نحـو إدراك الحجة بمجملها بلمحة خاطفة تسنح باختيار مزيج ملائم من الحقائق الرياضية وتجميعها. يحدث هـذا باستخدام قوانيـن اللاوعـي (Unconscious) فـي الجماليات والحدس، متجاوزة المنطـق البحت، للتوصل إلـى معقولية خطوات البرهان الرياضـي دون الوصول إلى الصور المرئيـة. يساعـد «الحس الجمالي الخاص»، من منظور بوانكريه، علمـاء الرياضيات على استخلاص مجموعـات قليلـة «جميلة» و «متناغمـة» تجعل الحدس أحد مكونـات الإبداع. وبالنظـر إلى مكوّن الإبـداع هذا، يعمد علماء الرياضيات إلى تنـاول ابتكاراتهم ببناء شبكة مـن الأفـكار، ويربطون بين عناصـر من مجالات واسعـة منفصلة، حيث تقـود هذه العملية اللاشعوريـة الخفيـة الدقيقة، التي يجـب أن «يُشعر بها بدلاً من صياغتهـا»، إلى مزيج غير متوقع من الحقائق الرياضية والابتكارات العلمية.

ولكـن، ما الشروط التـي يجب أخذها فـي الحسبان لمساعدة الطـلاب النابغين على أن يصبحـوا أكثر إبداعـاً؟ يستطيع المرء في البداية التعلم من تأمـلات علماء الرياضيات المشهورين من خلال مشاركتهم لحظة الاكتشاف. وقد حلّل جنيدنكو (Gnedenko,1991) حـالات مختلفة كان يقوم فيها باكتشافـات خاصة به: أحدها، عندما فرض على نفسه مهمة جديـدة ذات صلة بمتسلسلة تايلـور (Taylor Series) وتوصل إلى الحـل بطرائق مختلفة. ومثـال آخـر ذو صلة بعمل عالـم الرياضيات الروسـي نيكولاي لوسيـن (Nikolai Lusin) المتعلـق بالمتسلسـلات المثلثاتيـة (Trigonometric Series). كان جنيدنكـو يقرأ مقالاً

كتبــه عالم رياضيات آخــر، وتمكن من التوصل إلى حــل أغفله المؤلف. أمــا المثال الثالث، فهــو متصــل بخبرتــه التعلمية من الحلقــات الدراسية التــي كان يعقدها عالــم الرياضيات الإنجليــزي نيغيل هينشن (Nigel James Hitchin)، لمناقشة موضوعات خاصة ذات صلة باهتماماتــه البحثيــة، عندما نجح هينشن باجتذاب طلابه بمسائــل جديدة مفتوحة. وأدرج جنيدنكــو قائمة تشتمل على شروط عدة لتقوية الإبداع فــي الرياضيات لدى الطلاب. وهذه الشــروط هي: (أ) إيجاد جو بحثي خاص بصفته مصدراً من مصادر التأمل الفكري، (ب) أن تكــون جزءاً من فريق يتناول حل مسألة معقدة وجديدة فعلاً، (ج) وجود معلمين يتحلّون بالصبــر والتوجيه الــودّي، مع قليل من الإيمــاءات والنصائح دون إعطــاء الطلاب الحلول. وأخيــراً، يُعــدُّ الدافع الداخلي على درجة عالية من الأهمية، حيث يساعد على تحريك القوى الداخليــة، والنشــاط العقلي الجاد علــى امتداد مدة طويلة من الوقت (القــدرة على الانتباه والتركيز). وإن رؤية العمل الجاد وهو يتكرر كثيراً، على الرغم من الإخفاق في بعض الأحيان في الحصول على النتائج، تعدُّ شرطاً ضروريّاً للعمل الرياضي الإبداعي. وقد أشار جنيدنكو إلــى أن حــل المسألة قد يأتي كلمــح البصر، بحيث يبــدو كأنه نتاج رؤيــة داخلية بسيطة لم تتطلب بذل جهود مضنية.

قدّم جنيدنكو أمثلة على مثل هذا التبصر أو اللمحات الخاطفة التي حدثت في مسيرة حياتــه في مواقف مختلفة ليســت 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 أيــام مــن البحث غير المجدي عن حــلٍّ لمسألةٍ ما، أخبر هينشن معلمــه بشكوكه بخصوص صحــة التخميــن. وعندما عاد إلــى البيت، كان منهكاً فاقــداً لشهية الطعــام أو الحديث مع الناس، حيث استحوذت المسألة على تفكيره كله. وبينما كان يفكر في المسألة، غط في نوم عميــق، وعندما استيقظ من نومــه، كان البرهان حاضراً في عقله وبدأ بكتابته. وفي معرض تحليلــه لسبــب هذه المفاجأة، قال: علــى الرغم من أنه كان نائماً، فــإن دماغه واصل العمل على مستوى اللاشعور. ولكن هذا العمل يحتاج إلى عملية إعداد مسبقة، وإن كانت تبدو غير مجدية.

وقـد رأى جنيدنكـو في هـذا الاكتشاف المفاجئ تطابقـاً بين الإبداع فـي الرياضيات والشعـر: حيـث يحاول علمـاء الرياضيـات والشعراء أن يلحقـوا «بطائر محلـق» غير مرئي يصعـب الوصـول إليه، وغالباً ما يصـلان إليه فجأة، ولكن بعـد أن يسبق ذلك تفكير وبحث طويلان في معظم الأحيان. ويذكر أخيراً، أنه يجب ربط العمل الرياضي الإبداعي باكتشاف شـيء يتصف بالجـدة. واقتبس قول الشاعـر الروسي فلاديميـر 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 جنيدنكـو أن الموهبة الرياضية ليست بالأمر النادر لدى البشر كما يعتقد بعض النـاسـ. لكن هذه السمـة الشخصية للإبداع يمكن أن تظهر بطـرق مختلفة لدى الأشخاص المختلفين. فقد يكون اهتمام أحد الأشخاص بالتعميم، وإجراء المزيد من الفحص المعمق للنتائـج التـي تُوصّل إليها، فيما يظهر شخصـ آخر القدرة على التوصل إلـى أشياء جديدة للدراسـة، ويبحث عن طرائق جديدة بهـدف اكتشاف خصائصها المجهولة، في حين يمكن أن يركـز نوع ثالـث من البشر على التطـور المنطقي للنظريات، مظهـراً معرفة ودراية غير عاديـة بالمغالطات والعيوب المنطقية. وقد تنجـذب فئة رابعة من النابغين للروابط الخفية بيـن فـروع الرياضيات التي تبدو غير مترابطة. وفي الوقت الـذي تدرس فيه الفئة الخامسة العمليـات التاريخيـة المتصلة بنمـو المعرفة الرياضيـة، تركز الفئة السادسـة على دراسة الجوانـب الفلسفية للرياضيات. أما الفئة السابعة فتتجـه للبحث عن حلول عبقرية للمسائل العملية كما تبحث عن تطبيقات جديدة للرياضيات. وأخيراً، قد يكون أحد الأشخاص مبدعاً جدّاً في ترويج العلوم ونشرها، وفي التعليم.

وهكـذا، نـرى أن جنيدنكـو يربط النبـوغ مباشرة بالإبـداع، وهو يقر بـأن كل شخص يمتلـك درجة معيّنة من الإبداع، لكن النظم التربوية والخلفيات (المدرسة، الأسرة إلخ) قد تقـف عائقاً أمام الأشخاص النابغيـن، ولا سيما إذا كان النظـام 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 مزيـد من الانتباه للطلاب النابغين الذين قد يفقـدون اهتمامهم في المضي قدماً نحو تعلم الرياضيات.

يقدم تاريخ الرياضيات في الاتحاد السوفييتي مثالاً مدهشاً على التعايش بين منحيين مختلفيـن فـي تعليم الرياضيات، أحدهمـا يُعدُّ جزءاً لا يتجزأ من وضع نظـام التعليم العام المطبـق بحسب المخطط المستنـد إلى المفاهيم الأوروبية في أواخـر القرن التاسع عشر، فـي حين يركـز الآخر تركيزاً رئيساً علـى الأطفال النابغين، وهو المنحـى الذي ازدهر منذ مطلـع الخمسينيات من القرن الماضي. وقد أخذ المنحـى الأخير صورة شبكة من الأنشطة المعقـدة تشتمل، مثلاً لا الحصر، على نـوادي الرياضيات للأطفال المتقدمين (Russian Kruzhki) ،(кружки) ثم «الدوائـر» أو «الحلقات» التي تتبع عادة المدارس والجامعات، لكن بعضها يجري فـي البيوت، ومسابقات (أولمبياد) الرياضيـات الجماعية (Mat–Boi, التـي تعني حرفيّاً الاقتتـال الرياضي)، والمناهـج الإضافية الصيفيـة أو الشتوية للأطفال النابغيـن، ونشـر المجـلات حـول الفيزيـاء والرياضيـات للأطفـال، ومن أشهرهـا 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.

أدّت هذه العملية إلى إيجاد نظام لتكوين ما يسمى ب النخبة الرياضية (Mathematical Elite) فـي الاتحاد السوفييتـي السابق، ركز أولاً وقبل كل شيء على الأطفال النابغين، وكان علـى تباين حاد مع مدارس «المسـاواة» (Egalitarian) الحكومية النظامية التي تستهدف الطـلاب العاديين، ومن ثم تهمل حاجات جميع الطـلاب فوق المستوى العادي. لم يكن مثل هـذا الوضع جديداً في نظام التربيـة والتعليم في الاتحاد السوفييتي سابقاً، بل كان متجذراً في نظام المدارس النظامية في روسيا القيصرية التي لم تكن تولي اهتماماً كبيراً بالأطفال الموهوبيـن. وتمكّـن عدد قليل جدّاً مـن الأطفال النابغيـن فقط، من أمثـال الشاب أندريه كولموجـوروف (Andrey Nikolaevich Kolmogrov)، مـن الإفادة مـن البيئة التعليمية اللاصفيـة الفريدة التي سمحت لهم بالاستمتاع بجمـال المكتشفات الرياضية، حيث التحق

بمدرســة خاصــة نظمتها جدته في البيت لمجموعة صغيرة مــن الطلاب من أعمار مختلفة، استخــدم فيهــا المعلم أحــدث الابتــكارات التربويــة. وقد اعتــرف كولموجــروف (1988) أنــه كان سعيــداً وهــو في عمــر 5 أو 6 سنــوات باكتشافه انتظــام مجموع الأعــداد الفردية: $1 = 1^2, 1 + 3 = 2^2, 1 + 3 + 5 = 3^2$ إلــخ. وقــد نُشــر تقريــر كولموجــروف المتعلــق ب «بالاكتشاف الرياضي» هذا في مجلة المدرسة.

والحــدث المهم في قصة كولموجــوروف، يتعلق بدراسته الإضافية فــي مدرسة ثانوية وفق النظام الأوروبي أعدتها له جمعية المثقفين دعاة التغيير (الراديكاليين)، حيث منحت المدرسة المختلطة (للذكور والإناث) الطلاب فرصة الدراسة بحسب اهتماماتهم ومستوياتهم، (كان بوســع كولموجــوروف مثلاً، دراســة فصل في الرياضيات بمستــوى صف أعلى). وفي الوقت نفسه، شعر الطلاب بالمسؤولية تجاه الدراسة بجدٍّ أكثر من أجل الحصول على أفضل النتائــج فــي الامتحانات العامة التي تنظمها الدولة. ومن غيــر المستغرب إذاً، أن تكون مثل هــذه المدرسة مختلفة عــن مدارس الدولة النظاميــة، وبذلك، فقد كانــت معرّضة للتهديد المستمر من المسؤولين لإغلاقها.

وبعــد ثورة عــام 1917، أغلقت حكومــة الاتحاد السوفييتــي الجديدة جميــع المدارس الخاصــة، وأسست نظامــاً مدرسيّاً جديداً كاملاً ذا مناهج جديــدة. كان هدف هذا النظام تقديــم تعليم أساسي للسكان جميعاً، وفي الوقت ذاته، جعل التعليم أكثر ميلاً إلى الممارسة الموجهــة. ونتيجة لتطبيق هذه الأفكار، فقد برنامــج الرياضيات جلّ محتواه النظري، حيث درس الطــلاب وصفات رياضيــة تنطبق على أوضــاع عملية محددة، وغالبــاً ما حدث ذلك دون أخــذ الأسس النظرية المتصلة بها فــي الحسبان. وعموماً بقي الأمر غامضاً بخصوص الطــلاب النابغيــن في تلك السنين، ومع ذلك أشارت المصادر إلــى أن المعرفة ضحلة لدى الذيــن تخرجوا في المدارس المعتمدة، وفقاً لمثل هذه المناحي «الابتكارية»، كتلك المسماة بمنظمــة مشــروع الكتائــب (Brigade-Project) (Vogeli, 1968 With Reference To Braids, 1954, P. 38).

وقد أعلنت الحكومة أن هذه الطرائق غير صائبة، بصفة ذلك ردّ فعل على هذا الوضع القاتم، 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). وعوضاً 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 نحوٍ غير رسمي، بل كان أيضاً وسيلة لتحفيز طلاب المدارس على تعلّم الرياضيات بطريقة أكثر منهجية عن طريق

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

وإذا مـا نظرنا إلى هـذه الظاهرة ضمن السيـاق الاجتماعي، فيمكـن أن نعدّها مهمة شخصيـة لعلمـاء الرياضيـات للإسهـام في تطويـر المجتمع؛ بهـدف تشجيـع الرياضيات وتبسيطهـا وتعميمها، والتأكيد على قيمة العمـل الرياضي الإبداعي، والبحث عن الموهوبين الشبـاب وتقديم الدعـم لهم وإعطائهم أفضل مـا لديهم من معرفة. وقـد أُسست تجمعات للرياضيـات خـارج إطار النظـام التربوي العادي، وتمثـل الهدف الصريـح الواضح لها في الحفاظ علـى المستوى العالي للرياضيات، وتعزيز جاذبيـة النشاط الرياضي بين السكان، إضافة إلى دعم كل فرد يتمتع بموهبة في الرياضيات.

يؤكـد ديزمان وويترز (Diezmann And Watters 2000) وفقاً لفلسفتهما الإثرائية، علـى الحاجـة إلى إيجاد فرصـ للطـلاب النابغين ليصبحـوا أفراداً مبدعيـن. ومن وجهة نظرهما، فإنك تحتاج، كي تصبح مبدعاً، إلى الاستقلال الفكري والخبرة، إضافة إلى ثقافة تدعـم الفكر غير التقليدي. وقد أجرى المؤلفان دراسة تتعلق ببرنامج علوم مدرسي إضافي خاص؛ بهدف تحقيق أقصى قدر ممكن من النمـو الإبداعي لدى الطلاب النابغين، والبناء علـى تطـور الاستقلال والخبـرات المستنـدة إلى المجال فـي السياق الاجتماعـي المتصل بالفهـم والدعم. وقد مكّن الاستقلال الأفراد مـن التعامل مع الجدة وتوليد نتاجات إبداعية في أنماط التقدم التطورية والثورية.

ويؤكـد المؤلفان بحسب ترتيب الأفـكار ذاته، على أهمية التفكيـر الجيد المستند إلى سيـاق حل المسألة الذي يتطلب إمـا تطبيقاً دقيقاً للاستدلال وقبـولاً تامّاً للمعلومات، جنباً إلـى جنب مـع إهمال الأدلـة المناقضة، أو الذي يطـور العملية غيـر التسلسلية بحلقات من التفسيـر والحدس واختبار الأفـكار التي تعدُّ سمات للمسائل غير المنظمّـة. وأخيراً، يعتمد تطـور الإبداع على السياق الاجتماعي، حيث يحصـل الأفراد المبدعون على تقدير قدراتهم والاهتمـام بها من الأسرة والمعلميـن. وإضافة إلى ذلك، أكد الباحثـان على ضرورة إيجاد بيئة التعلم التعاونية والتفاعلية الاجتماعية بصفتها سياقاً اجتماعيّاً ضروريّاً.

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 فـي كثير مـن نظم التربية والتعليم خارج النظم العادية أو أبعـد منها. وسوف نحلل في هذا الجـزء كثيـراً من الخيارات داخل غرفة الصف التي ينبغـي للمعلمين استخدامها في تعزيز تطور الإبداع وتغذيته بطرق أكثر شمولية.

يؤكـد كلايـن (Cline 1999) علـى الحاجة إلى الإفـادة من البحوث عـن المبدعين، والعمليـات الإبداعية، والسياقات التي تعـزز السلوك الإبداعي ونقلهـا إلى ممارسات داخل غرفة الصف، لتزويـد الطلاب بفرص لإظهار قدراتهم الإبداعية وتطويرها. وبحسب وجهة نظـر ياستريبـوف (Yastrebov, 2005)، فـإن المعلميـن لم يأخذوا الطبيعـة الاستقرائية للرياضيـات في الحسبان، ويرى أن هناك حاجة إلى تطوير الفهم الجيد لطبيعة الرياضيات الثنائيـة (Dualistic Nature) عنـد المتعلميـن الصغار. إن الأفراد هم مـن يبتكرون كل حقيقـة رياضية، ولكن وجود الرياضيات أمـر مستحيل خارج المؤسسة الاجتماعية المسماة بالمجتمع العلمي الذي يوافق على كل اختراع رياضـي، ويتعيّن أيضاً تداول الحقيقة الرياضية المكتشفة حديثاً في أوساط المجتمع لتفحصها تفحصاً ناقداً من خبراء في المجال المعني.

وفـي جانـب متصـل، يشيـر جويـرا، جيمينيـز، وسيرفـات (Guerra; Gimenez; Servat, 2005) إلـى أن الألفة (Familiarity)، والتباعد (Divergence)، وإعادة الابتكار (Reinvention) تعـدُّ مكونات ضرورية لمعرفة المعلميـن بأساليب التدريس. وبعبارة أكثر دقـة، تعني الألفة اقتراح مهام إبداعية محتملة من خلال تحديد المقترحات غير التقليدية، والتنـوع في النمـاذج والمعاني فـي السياقـات المختلفة، والانفتـاح على أنـواع متعددة من الإجابـات والنتائج المفاجئـة المدهشة. يعزز التباعـد الحوار المفتـوح والأسئلة المتشعبة فـي السياقـات والمواقف المختلفة، فيما تتيـح إستراتيجيه إعادة الابتـكار اختيار التسلسل التعليمـي المناسب لتطويـر الابتكارات من السياقـات، والتفكير في مهـام خيالية وحقيقية ومبتكرة، وإعادة اكتشاف المعرفة الرياضية المُتعلّمة سابقاً بطريقة جديدة.

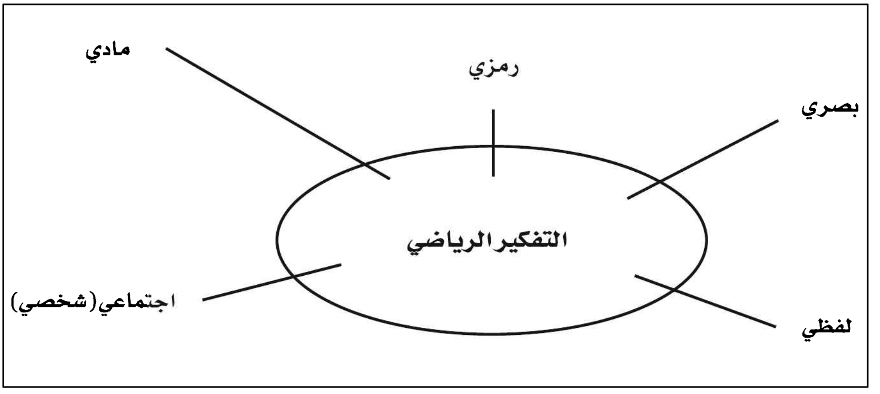
ويُعــدُّ مثل هــذا الدور للمعلمين بصفتهم مشجعين للعمــل الرياضي الإبداعي مهمّاً في تطوير الطلاب النابغين. ومن وجهة نظر كارب (Karp, 2007) يجب إيلاء الاهتمام بتربية معلمي المستقبل، بحيث تُعزّز معرفتهم العلمية بأمثلة على الوسائل والطرق التي يستخدمها الطــلاب النابغون في الرياضيات فــي بناء معرفتهم، واستخدامها فــي أنشطتهم الإبداعية الأخرى.

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

الإبداع والتفكير بصفتهما مكوّنين لرعاية بيئة التعليم - التعلم للأطفال الموهوبين

أشــار كلاين (Cline, 1999) إلى وجوب تطوير أربع قــدرات تفكير مرتبطة بالإبداع، هي: الطلاقــة، والمرونة، والأصالة، والإفاضة التي تعدُّ عناصر أساسية في تعريف جيلفورد (Guilford,1967) للتفكيــر التباعدي، حيث إن توليــد المعلومات من معلومات متوافرة مع التركيز على تنوع النتاجات وجودتها من المصدر نفسه، يشتمل أيضاً على التحويل. سنربط فــي الفقــرات الآتية هــذا التعريف، بوجهات نظر علمــاء التربية فــي الرياضيات بخصوص التفكير الرياضي.

يشير كثير من المؤلفين إلى القدرة على إدراك الأنماط والنظر إلى العلاقات بصفتها عنصــراً رئيســاً في التفكيــر الرياضي. وفي هذا السيــاق يرى فيشــر (Fisher, 1990) أن الرياضيات ما هي إلا شبكة أفكار مركبة على نحوٍ كبير. وعليه، فإن التفكير بطريقة رياضية يتطلب تكوين روابط في هذه الشبكة، وبذلك يصبح دور المعلم مساعدة الأطفال على معرفة البنيــة الموجودة في الرياضيات، وليس مجرد تعلُّــم القوانين والحقائق بمعزل عنها. ويقول إننــا بتشجيعنا الأطفال على التفكير رياضيّاً نحتاج إلــى الانتظام في الجوانب جميعها ذات الصلة بذكائهــم. وعموماً، هناك طرائق مختلفة لمعالجــة الرياضيات وفقاً للمخطط الآتي (شكل 1:5).



شكل 5: 1 طرق مختلفة للتفكير الرياضي

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

- **لفظيّـاً (Verbally)**: عن طريق الحديث الداخلي والتحدث عن الأشياء من خلال استخدام الـذكاء اللغوي، ووضع إجراءات التخطيـط والمعالجة بالكلمات، بحيث تعطي الفرد معنى للأشياء.
- **اجتماعيّـاً (Interpersonally)**: التعلـم مـن خلال التعاون عـن طريق ملاحظة الآخريـن، والعمل الجماعـي لتحقيق الهدف المشترك، وتبـادل الأفكار والمقارنة بينها، وتوجيه الأسئلة ومناقشة المسائل.
- **ماديّاً (Physically)**: استخدام الأشياء المادية في أداء المهام الرياضية، والعمل باستخدام أدوات ومعدات رياضية عمليـة، ونمذجة المسألة أو العملية والمشاركة في الخبرات، واستخدام المهارات الجسدية-الحركية، والتطبيق العملي في ا.
- **بصريّاً (Visual)**: تمثيل العمليات صوريّاً، بإعداد رسوم أو أشكال تصور الأنماط والأشـكال بعيـن العقـل (Mind's Eye)، والتفكير بالمفهـوم المكاني، والتواصل البياني، والتصميم الهندسي، واستخدام الصور الذهنية.

- **رمزيّـاً (Symbolically)**: استخـدام الكلمـات المكتوبـة والرمـوز المجـردة في تفسيـر المسائـل الرياضية وتسجيلهـا واستخدامها باتباع نظـم تسجيل متنوعة، ونقل الرموز الرياضية إلى لغة منطقية دقيقة.

وبحسـب وجهة نظر بـارودي (Baroody, 1987)، فإن التعلم الحقيقـي يشتمل أيضاً علـى القدرة على التغيير في أنماط التفكير. وفي الواقع، يمكن أن ينتج التبصر وجهات نظر جديـدة وأكثـر قوة، ومن ثم تغيير تفكير الطفل تجاه شيء ما. وعلـى نحوٍ أكثر تحديداً، فإن تغييـر وضع الروابط يمكن أن يؤدي إلـى طريقة تنظيم المعرفة. فالطفل الذي يجهل روابط الطرح الأساسية يعمد إلى استخدام الأصابع في حساب الفروق. مثلاً، عندما يواجه الطفل السلسلة الآتية من الطرح: ـ=5−10,ـ=4−8,ـ=3−6,ـ=2−4,ـ=1−2، فإنه يحسب إجابة كل سـؤال بشِقّ الأنفس. وفجأة قد يتكون لديه رؤية عن فكرة الحل: مجموعة الأعداد هذه عبارة عـن مقلوب إضافة العدد إلى نفسـه (1+1=2, 2+2=4, 3+3=6, 4+4=8, 5+5=10). وبذلـك ينتج الطفل علاقة جديدة بيـن مجموعات الطرح وحقائق الجمع المألوفة، تسمح له بالنظر إلى الطرح من زاوية أخرى. وإذا ما أعطي الطفل مسألة، مثل: ـ =3−5، فإنه يفكر فـي نفسـه قائلاً: «ثلاثة زائد كم يسـاوي خمسة؟ نعم، اثنان». فمنظـوره الجديد يمكّنه من حـل مسائل الطرح بفاعلية دون مشقة في الحساب. وعلى هذا، فإن التطور الرياضي يتطلب تغيـرات نوعية في التفكير، وتغيرات من حيث كمية المعلومات المخزنة. وعلى أي حال، فإن التغير في أنماط التفكير يُعدُّ أمراً أساسيّاً في تطوير الفهم (Baroody, 1987, P. 11).

وبحسب وجهة نظر شـراج (Schrag, 1988)، فإن النشاط الذهني يُعدُّ تفكيراً هادفاً إذا كان موجهـاً نحـو مسألـة، أو مهمة حددها الفرد لنفسه. وعلـى أي حال، فإن من المتفق عليه أن هذا الأمر يعد معياريّاً، وقد قصد بهذا التصور أن يتضمن حالات يمكننا فيها، على نحـوٍ مفاجـئ، رؤية حل دون وعي أو «صراع» مع المسألة. ولكن حتى في مثل هذه الحالات، لا تبـدو الفكـرة حلّاً ما لم تُجرّب فيما يتعلق ببعض الصعاب التـي أثارت قلقنا. وهكذا يُستثار التفكيـر فـي المواقف التي لا يكون فيها المرء متيقناً تمامـاً 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، ص19).

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.

- علـى المتعلم أن يتقبل أن أسئلتـه 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 35–33).

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

ونحـن عندمـا نفكر في تفسير جوانـب التفكير هذه من حيث النبـوغ، ربما نفترض أن الطفـل المتفوق رياضيّاً ذا التحصيـل العالي، قد يظهر قدرة متوازنة علـى التفكير رياضيّاً (نظريّاً وعمليّاً). فيما يكون الطفل ذو القدرة الرياضية من غير ذوي التحصيل العالي ميالاً إلـى أن يكـون نظريّاً على نحوٍ أكبر. والسـؤال الذي يُسأل هو: هل يمكـن أن يكون الطفل ذو القـدرة الرياضية عمليّاً فقط؟ وما النقطـة التي يمكننا عندها تحديد الطفل بصفته مفكراً نظريّاً؟

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

ومـن أجل تعزيز تطور التفكيـر الرياضي، فقد أكد بارودي علـى استخدام منحى حل المشـكلات الذي يركز على عمليات الاستقصاء الرياضـي: حل المسائل والتعليل والتعميم. وهذا المنحى يوجهه المعلم لكن الطالب يؤدي فيه دوراً فاعلاً.

أجرى إيرنست تحليلاً مقارناً لمناحي تعليم مختلفة ذات صلة بالتفكير الرياضي. وقد أظهـر التحليل أن التحول التعليمي للعملية الرياضية، «التي تتطور من خلال تطبيق الحقائق والمهـارات والمفاهيـم إلـى حصيلة محدودة مـن إستراتيجيـات حل المسائـل، وفي ذلك استنبـاط النمـوذج وتعميمه إلى إستراتيجيات كاملة لحل المسائـل، وأخيراً إضافة عمليات

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

وقد حدد فيشبين(Fischbein, 1990) مهمة المعلم ب «إيجاد بيئة تتطلب مواقف وآراء ومفاهيم وحلولاً رياضية»، حيث يرى أن الأطفال عندما يواجهون مهمة صعبة قد لا يستطيعون التوصل إلى حل عفوي، 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 واعٍ 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 عفويّاً 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 معيّنة. وينبغي أن تُبرمج هذه البيئة بصفتها بيئة إشكالية (Problematic One)، لإلهام الطلاب في مسعاهم 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:

- القابليــة للانعكاســ (Reversibility) بصفتهــا القدرة على استخــدام عملية ما فــي الوصول إلى الهدف، وفهــم عملية الحل فهماً كافياً بطريقــة عكسية بدءاً من الجواب إلى نقطة البداية.
- بناء القوانين بصفتها قدرة على فهم الأنماط وتنظيم البيانات.
- الاستخلاصــ من المجمــوع بصفته قدرة علــى التفكير حول العمليــات الحسابية بالتغاضي عن الأعداد المستخدمة (Driscoll, 1999, P. 3).

ملاحظات ختامية

استنــاداً إلى الاعتبــارات النظرية السالفة الذكــر، ننتقل الآن إلى أسئلــة أكثر عملية، مثل: ما الأنشطة الرياضية المساعدة على تعزيز بروز التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة الابتدائيــة الموهوبين في الرياضيات، التي تتيح لهــم التقدم في صف ذي قدرات مختلطة؟ تشير كثير من الدراسات إلى المهام الزاخرة بالرياضيات بصفتها محركاً لمثل هذا التعزيز. ذكــر بيرسيني ونــوث (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 بيرتــون (Burton, 1984) أن دور المعلــم قد تحوّل من ملقّــن للمعلومات إلى مُحاوِر ومزوّد للمصادر.

يتحــدى المعلم الطــلاب لتبرير براهينهم أو إثبات بطلانهــا، والتأمل بما عملوه. ويُعدُّ أسلــوب تدخل المعلم ذا أهمية بالغــة أيضاً، إذ يجب التأكيد على الاستفسار بدلاً من إعطاء التعليمات. تشير مناقشة سريرامان (Sriraman, 2004) بخصوص الإبداع في الرياضيات إلــى أن كثيــراً من سمات الإبداع فــي الرياضيات، التي وصفها علمــاء 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 الجشتالت، (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 النابغين 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:

- المكوّنـات الفردية والاجتماعية، كالتحفيز، والفضـول، والثقة بالنفس، والمرونة، والمشاركـة، والفكاهـة، والخيـال، والسعـادة، وتقبـل الإنسان لذاتـه وللآخرين، والرضا، والنجاح.
- نقاشـات معمقـة، إضافة إلى مسائل صعبة عفوية جذابـة، وشائقة، ومهمة، تتسم بالإثارة.
- يجـب أن يكون الطلاب قادريـن على تعريف أنفسهم بالمشكلـة وحلولها الممكنة، وتطويـر قدرات مهمة لاستكشـاف مسألة ما وبنائها، واختـراع أساليبهم الخاصة أو تعديل المناحي الموجودة، وأن يستمعوا ويناقشوا، 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 InstructionIcmi) حول تحدّي الرياضيات (Challenging Athematics)، التي أجراها 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 Frame– work For Preschool, Primary And Special Education Teachers. Columbia: Teachers College, Columbia University.

Baroody, A. (1993). *Problem Solving, Reasoning, And Communication, K–8* : Help– ing 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: Hough–ton 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 Mathemati–cally Gifted Students* . Proceedings Of The 25Th Annual Conference Of The Mathematics Education Research Group Of Australasia, Pp. 219–226.

Driscool, 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). Lon–don* , New York: Routledge.

Fischbein, E. (1990). *Introduction* . In: P. Nesher, & J. Kilpatrick (Eds.), Mathe–matics 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 Math– ematics 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 Ko– rea 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 специ-– альность: математика), Nauka, 235 Pages. In Russian Gruber, H. E., & Wallace, D. B. (2000). The Case Study Method And Evolving Sys– tems Approach For Understanding Unique Creative People At Work. In R. J. Sternberg (Ed.), Handbook Of Creativity (Pp. 93–115). Cambridge Univer– sity 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/

Hadamard, J.W. (1945). *Essay On The Psychology Of Invention In The Mathemati– cal Field. Princeton University Press* .

Karp, A. (2007). *Knowledge As A Manifestation Of Talent* : Creating Opportunities For The Gifted. Mediterranean Journal For Research In Mathematics Edu– cation, This Issue.

Kolmogorov (1959). *On The Profession Of A Mathematician* . Moscow State Uni– versity Press (In Russian).

Krutetskii V. A.(1976). *The Psychology Of Mathematical Abilities In School Chil– dren* . 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

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 Mathematiki I Ih Otragenije B Processe Prepodavanija* . Pedagogicheskii 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 لمجموعــة من الأشخاص ذوي التعليم العالي جدّاً وجهات نظر تقدمية سريعة التغير، ومطالب عالية جدّاً فيما يتعلق بجودة التعليم المقدم إلى أطفالهم.
3. يشير فوجيلي (Vogeli) إلى أن مناهج العام 1921 أكدت قيمة الأنشطة الإبداعية فــي تعليم الرياضيات، والحاجة إلى توسيــع آفاق الخلفية الرياضية لدى الطلاب، إضافة إلى الرغبة في ربط الرياضيات بالحياة (Vogeli, 1968, P. 4).
4. تذكــر موسوعة علمــاء الرياضيات الشباب في موسكــو،The Encyclopedia Of (Young) Mathematician, 1985, In Russian, P. 187، عالمــي الرياضيات الشهيريــن ديلــون (B. N. Delone) والكسانــدروف (P. S. Alexandrov) بصفتهما المبادرينِ والمنظِّمينِ لهذه المسابقات.