نظرية فان هيل في التفكير الهندسي

رفاء الرمحي

تقوم نظرية فان هيل (Van Hiele) في التفكير الهندسي التي تمّ تطويرها من قبل باحثين هولنديين هما ديانا فان هيل غيلدوف (Diana Van Hiele Geldof) وزوجها بيير ماري فان هيل (Pierre Marie Van Hiele) على فكرة مفادها إنّ التعلم عملية ليست متصلة (discontinuos)، بل هناك قفزات في منحنى التعلم، ما يعني وجود مستويات تفكير منفصلة ومختلفة. ومن هنا رأى الباحثان ضرورة وجود مستويات مختلفة الخصائص في التفكير الهندسي.

سأتناول في هذه المقالة الجوانب الثلاثة الأساسية للنظرية، وهي وجود المستويات، وخصائصها، وكيفية الانتقال من مستوى إلى المستوى الذي يليه، أما الجزء الأخير للمقالة، فسأركز فيه على أهمية معرفة النظرية لتطوير تعليم وتعلم الموضوعات الهندسية.

لقد طور كل من ديانا وبيير نظريتهما في رسالتي دكتوراه منفصلتين أواخر العام 1957 في هولندا، وقد توفيت ديانا بعد أن أنهت رسالتها الدكتوراه التي تناولت موضوع تعليم الهندسة. وكان زوجها بيير الذي كان موضوع دراسته «دور الحدس في تعليم الهندسة» هو الشخص القادر على توضيح تلك النظرية وشرحها (Usiskin ،1982؛ Usiskin ،1988، Fuys، et al).

وفي العام 1958-1959، نشر بيير ثلاث أوراق بحثية عن النظرية، إحداها بالهولندية، وترجمت فيما بعد إلى الفرنسية، واثنتين بالإنجليزية (Usiskin,1982). وكانت إحدى الأوراق البحثية بعنوان «الهندسة وتفكير الطفل» (The thought of the child & geometry)، وشرح فيها خمسة مستويات لتطور التفكير الهندسي عند الأطفال (Wirzup, 1976).

وتوجد للنظرية ثلاثة جوانب (aspect) أساسية، هي (Usiskin, 1982; Fuys, et al, 1988): وجود المستويات، خصائص المستويات، الانتقال من مستوى إلى المستوى الذي يليه.

1. وجود مستويات التفكير الهندسي

ترى نظرية فان هيل أنّ التعلم هو عملية ليست متصلة (discontinuos)، إذ توجد قفزات في منحنى التعلم، وهذا يعني وجود مستويات تفكير منفصلة ومختلفة (Fuys, et al, 1988).

وقد استخدمت الأدبيات بنيتين رقميتين مختلفتين لتحديد تلك المستويات، الأولى ترقّم المستويات من 0-4 ،وهو نظام يماثل النظام الأوروبي لعد الطوابق في بناية ما بادئاً بالطابق الأرضي، ثم الأول وبعده الثاني . . . وهكذا. ونظام آخر يرقم المستويات من 1-5 (Senk, 1989). وسأستخدم في هذه المقالة الترقيم من 0-4، وذلك اعتماداً على الترقيم الذي وضعه فان هيل.

أمّا مستويات فان هيل (كما ورد في: Usiskin, 1982)، فهي:

المستوى (0): التعرّف على الشكل (recognition) أو البصري (visualization): وفيه يحكم الطالب على الشكل الهندسي من مظهره العام، ويميزه ككل، ولا يعرف شيئاً عن الخصائص. فمثلاً الشكل مستطيل لأنه يشبه الباب، الشكل مربع لأنه يشبه الشباك. ولا يستطيع الطالب في هذا المستوى الربط بين الخصائص، كما أنه لا يعرف العلاقات بينها، وبالنسبة له فإنّ المربع يختلف عن المستطيل.

المستوى (1): التحليلي (analysis) أو الوصفي (descriptive): يحلّل الطالب الشكل الهندسي بدلالة مكوناته والعلاقة بين هذه المكونات. كما يعتمد صفات مميزة لكل فئة من الأشكال بشكل تجريبي (الطي، القياس، الشبكات)، ويستخدم الخصائص في حل المسائل. فمثلاً؛ يفكر في المربع على أنّ له أربعة أضلاع وأربع زوايا قائمة. ويقارن بين الأشكال بالاعتماد على الخصائص وليس بالاعتماد على الشكل العام، فمثلاً يقارن بين المربع والمثلث بالاعتماد على عدد الأضلاع، ولكن لا يستطيع الطالب في هذا المستوى الربط بين الخصائص، فمثلاً لا يستنتج أن المربع هو متوازي أضلاع.

المستوى (2): الترتيبي (ordering) أو العلائقي (relationship) أو الاستنتاج غير الشكلي (informal deduction): يرتّب الطالب الأشكال والعلاقات بشكل منطقي، كما يستخدم استنتاجاً بسيطاً، ولكنه لا يفهم البرهان. باستطاعة الطالب تصنيف الأشكال بشكل

هرمي بتحليل خصائصها والقيام بمناقشات غير شكلية. مثال ذلك أنّ المربع هو معيّن، لأنه معين غير أنّ له خصائص إضافية، وفي هذا المستوى يدرك الطالب أهمية التعريف ويبني روابط بين الأشكال من خلال التعريفات.

المستوى (3): الاستنتاج الشكلي (formal deduction): يفهم الطالب أهمية الاستنتاج، ويبني نظريات في نظام مسلمات، ويقوم بالتمييز بين العناصر غير المعرفة والتعريفات والمسلمات، والبرهان، ويذكر السبب بشكل شكلي وبعبارات منطقية بالاعتماد على المسلمات والنظريات، ويعطي الطالب إثباتاً شكلياً، ولكن دون المقارنة بين الأنظمة المسلمية، فمثلاً يكون باستطاعته برهنة تكافؤ مجموعتين من الخصائص التي تحدد تعريف متوازي الأضلاع.

المستوى (4): التجريد (rigor) أو فوق الرياضي (amathematical) أو المسلماتي (axiomatic): يفهم الطالب ضرورة التجريد الصارم، وباستطاعته أن يجري استنتاجاً مجرداً بحيث يمكن فهم الهندسة اللاإقليدية. وفي هذا المستوى، يذكر الطالب السبب حول نظام رياضي بشكل شكلي أكثر من الخصائص التي يعرفها من قبل، ويكون باستطاعته تحليل الاستنتاجات من المسلمات والتعريفات، كما يكون بإمكانه التعلم عن طريق استحداث مسلمات جديدة بالاعتماد على النظام الهندسي.

2. خصائص المستويات (Usiskin, 1982)

الخاصية الأولى: التتابع الثابت (fixed sequence) أو الهرمية (hierarchical): وهي ضرورة أن يمر الطالب في المستوى السابق قبل أن يصل إلى المستوى التالي.

الخاصية الثانية: التجاور (adjacency): كل ما يكون ضمنياً (intrinsic) في مستوى التفكير السابق يصبح صريحاً (extrinsic) في مستوى التفكير التالي.

الخاصية الثالثة: التمييز (distinct): لكل مستوى تفكير رموزه الخاصة ولغته وعلاقاته التي تربط بين تلك الرموز.

الخاصية الرابعة: الفصل (separation): وتعني أنه لن يتمكن شخصان في مستويي تفكير مختلفين من فهم بعضهما البعض. فإذا كان الطالب في مستوى التفكير الثاني والمعلم يشرح في المستوى الثالث، فلن يتمكن الطالب من فهم ما يقوله معلمه (Fuys, et al, 1988).

ذكر الزوجان فان هيل خاصية خامسة، وهي **الاكتساب (attainment)**: وتعني أنه يمكن لعملية التعلم نقل الطالب من مستوى تفكير إلى آخر.

3. الانتقال بين المستويات

اعتقد فان هيل أنّه يمكن تسريع التطوير الذهني المعرفي في الهندسة من خلال التعليم (Usiskin, 1982)، وليس من خلال النضج أو العمر (Senk, 1989; Fuys, et al. ;1988). وطبقاً لفان هيل، فإن الانتقال من مستوى تفكير إلى آخر يتم من خلال خمس مراحل، وهي (Usiskin, 1982; Hiele, 1999):

- المعلومات: يجب أن يبدأ التدريس بمواد تقدم للطفل وتقوده لاكتشاف بنى معينة.
- التوجيه المباشر (directed orientation): وهي أن تقدم المهام للطلبة بطريقة تجعل البنى المتعلمة مألوفة لديهم.
- الوضوح (explicitation): يقدم المعلم المصطلحات الهندسية ويشجع الطلبة على استخدامها في كتاباتهم ومناقشاتهم في حصص الهندسة.
- التوجيه الحر (Free orientation): يقدم المعلم مهمات يمكن إتمامها بطرق مختلفة، ويكتسب الطلبة خبرات في حل متطلبات بمفردهم بالاعتماد على ما درسوه سابقاً.
- التكامل (Integration): يعطى الطلبة فرصاً لتجميع ما درسوه سابقاً، كأن يصمموا أنشطتهم بأنفسهم.

يقتصر دور المعلم في المرحلة الأخيرة على التخطيط للمهام، وتوجيه انتباه الطلبة للخصائص الهندسية للأشكال، واستخدام مصطلحات هندسية، وتشجيع الطلبة على استخدامها، وتشجيع حل المشكلات

من فعاليات مسرح الحرية في جنين.

التي تحتاج إلى تفكير تحليلي حول الأشكال الهندسية، مع أهمية استخدام مواد ملموسة مثل أحاجي الفسيفساء (Mosaic Puzzle) التي تساعد على بناء خلفية بصرية وتفكير تحليلي عند الأطفال. رأى فان هيل ضرورة أن يتذكر المعلم دائماً أن "الهندسة تبدأ باللعب" (Hiele, 1999: 316).

تقييم وخلاصة

تعتبر نظرية فان هيل في التفكير الهندسي من النظريات المهمة التي تلقى اهتمام التربويين في العالم؛ وذلك لأنّ فهمها ومعرفتها يساعد في تدريس الهندسة للطلبة في المراحل المختلفة. وللنظرية تبعات تربوية كثيرة، فهي تبيّن للمعلمين ضرورة مرور طلبتهم خلال مستويات تفكير دنيا، وصولاً إلى مستويات التفكير العليا، غير أنّ ذلك قد يستغرق بعض الوقت، كما أن على معلمي الرياضيات معرفة أن التعليم أساسي للتقدم خلال المستويات، وأنه بإمكان الطلبة الفهم والتوسع في نظام مسلمات (axiomatic system) فقط عندما يصلون إلى مستويات التفكير العليا في الهرمية، وقد يفسر ذلك ما أظهرته دراسات عديدة (Usiskin, 1982; Senk, 1989) وهو أن كتابة برهان هندسي أمر صعب وغير مرغوب فيه بين الطلبة، ذلك لأن مثل هؤلاء الطلبة قد لا يكونون قد وصلوا إلى مستوى الاستنتاج الشكلي، فقد ظهر في دراسة سنك (Senk, 1989) أنّ الطلبة الذين كانت خلفيتهم الهندسية ضعيفة في المستويين البصري والتحليلي ودخلوا المرحلة الثانوية، كانت فرصتهم في تعلم الهندسة في وقت لاحق من السنة قليلة، ولم يكونوا قادرين إلا على حفظ البراهين.

كما أن نظرية التفكير الهندسي تلفت انتباه معلمي الرياضيات إلى ما يعرف بالحاجز اللغوي بين المعلم والطالب الذي -كما ذكر فان هيل- أنه ينتج عندما يستخدم المعلم لغة أعلى من مستوى تفكير الطلبة (Fuys, et al., 1988; NCTM, 1988; Usiskin, 1982)، وقد يفسر ذلك صعوبات الطلبة في تعلم الهندسة، فكما أشارت الدراسات إلى أن ضعف الطلبة العام في البرهان ناجم عن ضعف قدرات المعلمين في الهندسة (Back- Nanwald, 1997) في (شويخ، 2005). لذا، فإن على معلم الهندسة أن يشعر أنه يستوعب المادة التي يقوم بتدريسها استيعاباً تاماً، وهذا الشعور لن يتأتّى ما لم يكن المعلم على دراية تامة بموضوعاتها، بحيث يكون باستطاعته أن يعرض أي موضوع من موضوعاتها بطرق مختلفة، وأن يوضح ما يوجد بينها من ترابط وتداخل. وكما ظهر أنّ التفكير الهندسي يعتمد بشكل مباشر على الخلفية الرياضية لمعلم الرياضيات التي يكون قد تلقاها وهو طالب في المدرسة، فإذا كانت هذه الخلفية ضعيفة، فإن ذلك سيؤدي بالضرورة إلى ضعف في تدريسه الهندسة لطلابه، كما أنّ لمعتقدات المعلمين وتوجهاتهم أثراً كبيراً، حيث يرى الكثير منهم أن الهندسة هي من المواضيع الأقل أهمية (Backe-Nanwald, 1997) في (شويخ، 2005). فعلى الصعيد الفلسطيني، وجد أن نظرة المعلمين للهندسة ليست بالأمر المشجع (شويخ، 2005)، وقد يشكل ذلك أحد أسباب الصعوبات أمام الطلبة والمعلمين في تعلمها وتعليمها، لذا يقع على عاتق المعلمين تطوير فهمهم للموضوعات الهندسية ليستطيعوا إيصال المفاهيم الهندسية لطلبتهم بشكل صحيح لأن «فاقد الشيء لا يعطيه»!

وقد أظهرت دراسة بورجر وشوجنسي (Burger &Shaughnessy, 1986) أهمية المستويات (0) و(1) و(2) في وصف عملية الاستدلال لدى الطلبة، وقد يكون النقص في التمارين والأنشطة التي يدرسها الطالب في مستويات التفكير الهندسي والتي تؤهل للانتقال من مستوى إلى آخر أحد أسباب التأرجح بين المستويات، فقد يكتسب الطالب مستوى معيناً، ولكنه يفقده بعد فترة ليعود للمستوى الأدنى. لذا، لا بدّ من تطوير نشاطات كافية تساعد الطلبة على الانتقال خلال المستويات، كما يجب مساعدة طلبة المرحلة الأساسية على اكتشاف خصائص الأشكال الهندسية بشكل غير شكلي، وتطوير قدراتهم البصرية.

وأخيراً أرى ضرورة تعريف المعلمين بمستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وبالمراحل الضرورية لحدوث الانتقال من مستوى تفكير إلى آخر، ما يساعد المعلمين على ترتيب أفكارهم وتقييم مستوى فان هيل الذي وصل إليه طلبتهم سابقاً، والبناء عليه قبل البدء بشرح أيّ موضوع هندسي جديد.

رفاء الرمحي
محاضرة في جامعة بيرزيت

المراجع

- شويخ، جهاد (2005). **أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين** - رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بيرزيت، بيرزيت، فلسطين.
- Burger, W. F. & Shaughnessy, J.M. (1986). Characterizing the Van Hiele levels of development in geometry. *Journal for Research in Mathematics Education, 17*(1), 31-48.
- Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph Series,* No. 3, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM.(1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education,* Monograph No, 3.
- Senk, S.L. (1989). Van Hiele levels and achievement in writing geometry proofs. *Journal for Research in Mathematics Education, 20* (3), 309-321.

- Usiskin, Z . (1982). Van Hiele Levels and achievement in Secondary School geometry *(Final report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project)*. Chicago: University of Chicago, Department of Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 220 288).
- Van Hiele , P. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics, 5*(6), 310-316.
- Wirzup, I. (1976). Breakthroughs in the psychology of learning and teaching geometry, in: J. Martin (Ed). *Space and geometry: papers from a research workshop* (pp. 75-97). Columbus, Ohio: ERICK/SMEAC.

من فعاليات مدرسة غزة للموسيقى .