المحتويات المعرفية في برامج التكوين الأولي لأساتذة الرياضيات

محمود شنتي [1]، محمد الطاهر طالبي [1]، المصطفى أورهاي [2]
[1] مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
[2] المدرسة العليا للأساتذة، مراكش-المغرب (GREDIM)
mahmoud.chenti@g.ens-kouba.dz

1. مقدمة

في سياق مجموعة المقالات المتعلقة بالتكوين الأولي لأساتذة الرياضيات، التي نُشرت في أعداد سابقة بمجلة "بشائر العلوم"، نضع بين أيديكم تتمةً في الموضوع ذاته، وهي دراسة بعنوان: المحتويات المعرفية في برامج التكوين الأولي لأساتذة الرياضيات.

نُقدّم في هذا العمل دراسةً تتناول جوانب التكوين والمحتويات المعرفية لبرنامج التكوين الأولي لأساتذة الرياضيات، وقد اعتمدنا فيها على دراسة [10] أجرتها الرابطة الدولية لتقييم التحصيل التعليمي (IEA)، حول التكوين الأولي لمعلّمي الرياضيات في 17 دولة. وتهدف هذه الدراسة إلى توفير بيانات عن المعرفة التي يكتسبها معلمو المدارس الابتدائية والإعدادية والثانوية، ودراسة أوجه الاختلاف في طبيعة وبرامج تكوين معلّمي الرياضيات داخل البلدان وفيما بينها [10]. ركزنا هنا بالخصوص على جانبين من المحتوى المعرفي:

- المحتوى المعرفي التّخصصي،
- المحتوى التربوي-التعليمي للرياضيات.

2. جوانب التكوين والمحتوى المعرفي

إن البحث في التكوين الأولي للمعلّمين واسع ومتشعّب، حيث تساهم في بناء جوانبه عدة متغيرات، منها المعتقدات الأولية للمعلّمين المحتملين وهويتهم ومدى فعالية طرق تكوينهم ومحتوى برامج التكوين، وغيرها [8]. تختلف جودة المعلّمين المتخرجين بحسب جودة المحتوى وكيفية تنظيم الممارسات التعليمية ومدى الحرص على تمكين جميع المتكونين من الإلمام الجيد بالمواد التي سيُكلَّفون بتدريسها [1]. لم يعد المعلّم متخصصًا في مجال معرفي معين، بل بات من الضروري أن يمتلك معرفة تربوية كافية، وأن يكون قادرًا على المشاركة في التدريس التأملي وتعديل مناهجه التعليمية بما يتلاءم مع الحاجيات الفردية للتلاميذ، وغيرها. من الواضح، إذن، أن التكوين الأولي للمعلمين ينبغي أن يشمل، بالإضافة إلى الجانب التّخصصي، جانب التعليمية والجوانب التربوية وممارسة التدريس تحت الإشراف، وغيرها [5].

1.2. معرفة المعلّم

هناك اختلاف في الأدبيات بين المعرفة التي يمتلكها المعلّم فعليًا والمعرفة التي ينبغي أن يمتلكها. يجب إدراج فهمنا لماهية المعرفة اللّازمة لتدريس مفهوم رياضياتي معين ضمن المعرفة التي يمتلكها المعلّمون الذين يقومون بتدريس هذا المفهوم [2]. وبالتالي يجعلنا هذا الفهم نميز بين المعرفة المقدّمة إلى الطلاب في كليات التخصص بالجامعات، وتلك المقدّمة للطلاب المعلّمين في مؤسسات تكوين المعلّمين [8]. تتعدد الآراء حول طبيعة المعرفة المطلوبة لتدريس الرياضيات، وما الذي ينبغي أن تتضمنه، وكيفية تقديمها بأفضل الطرق، وفي أي سياقات يمكن تحقيق أفضل تعلّم ممكن. وغالبًا ما تُناقش معرفة المعلّم على أنها تتكون من ثلاثة جوانب [8]:

- معرفة التّخصص المتعلقة بالمفاهيم الرياضياتية، واستخدام التقنيات والاستدلال والبرهان وما إلى ذلك. هي المعرفة الجوهرية للحقائق والإجراءات والمفاهيم وما إلى ذلك.
- المعرفة التربوية المتعلقة بالمبادئ العامة للتعليم، مثل نظريات التعلّم والجوانب الاجتماعية والنفسية والأخلاقية للتعليم ووظائفه وإدارة الصف وتقييمه.
- معرفة المحتوى التربوي - التعليمي المتعلقة بشروط وأساليب وفن تدريس وتعلّم الرياضيات و"توضيح العلاقة وكذلك التمييز بين معرفة موضوع ما لذاته والقدرة على تمكين الآخرين من معرفته".

2.2. جوانب التكوين

فيما يتعلق بالمحتويات المعرفية، تُظهر برامج التكوين الأولي للمعلّمين أوجه تشابه تتضمن ثلاثة جوانب أساسية [4]:

- **المعرفة التخصصية**: من الضروري أن يمتلك المعلّمون المحتَملون معرفة صلبة بالموضوع التخصصي.
- **المعرفة التربوية-التعليمية**: يجب أن يكون المعلّمون المتدربون مستعدين كفاية من حيث التعليمية وعلم التربية من طرق التدريس ونظريات التعلّم، بالإضافة إلى التكوين في الإدارة الصفية والتدريس الجماعي.
- **الممارسة**: تُعدّ المشاركة في المدارس والدروس الحقيقية جزءًا مهمًا جدًا من عملية تدريب المعلمين الأولية. إن الاتصال ببيئات التعليم والتعلم منذ بداية التدريب يعني خبرة ملموسة في فصول حقيقية، بما في ذلك تعلّم كيفية التعامل مع القضايا الحقيقية الكامنة في التدريس وإدارة الصف. تتضمّن الخبرة العملية ملاحظة المدرسة والفصول الدراسية والتدريس المشترك تحت إشراف معلّم متمرس وخبرات التدريس الأولى.

2. 3. التكامل بين جوانب التكوين

تشير عدّة دراسات إلى أن التكامل بين جوانب التكوين الثلاثة يُعدّ أمرًا لازمًا وضروريًا، حيث يُظهر تحليل محتوى البرامج وجود فجوة واضحة بين هذه الجوانب، إلى جانب التجزئة الناتجة عن العدد الكبير من الدورات الدراسية المنفصلة. يتعلق هذا التكامل أيضًا بنوع النموذج المتبع، المتتالي أو المتزامن، إضافة إلى تعقيدات الممارسة المهنية في حد ذاتها، إلى جانب ظروف التنظيم وثقل البرامج وتعقيدات العملية التكوينية.

يُعدّ تحقيق التكامل بين جوانب التكوين الثلاثة أمرًا استراتيجيًا في تكوين المعلّمين الطلاب. يُفترض أن يقوم المسؤولون عن التكوين بتصميم أنشطة التدريب بطريقة تسمح بتكامل المكونات المختلفة [3]. وترى منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية ضرورة دمج جوانب التكوين الثلاثة لإعداد معلّمي المستقبل لحياتهم المهنية بطريقة متوازنة وفعّالة وأكثر كفاءة [5]. كما أظهرت دراسة متعلقة بتكوين المعلّمين وتطويرهم في مادة الرياضيات خلال عامي 2007 و2008، أن برامج التكوين في الدول التي سجّلت أعلى النتائج في المسابقات الدولية، هي تلك التي تضمن توازنًا أكبر بين مختلف جوانب التكوين [1].

4.2. المحتويات المعرفية

من أجل الوصول إلى فهم أعمق للمعرفة اللّازمة لتدريس الرياضيات، اعتمدنا على الدراسة [10] التي أجرتها الرابطة الدولية لتقييم التحصيل التعليمي (IEA) حول التكوين الأولي لمعلّمي الرياضيات في 17 دولة. تهدف هذه الدراسة إلى توفير بيانات عن المعرفة التي يكتسبها معلّمو المدارس الابتدائية والإعدادية والثانوية، ودراسة الاختلافات في طبيعة وبرامج تكوين معلمي الرياضيات داخل البلدان وفيما بينها [10]. سعينا من خلال هذه الدراسة إلى الحصول على معلومات

حول مستويات المحتوى المعرفي المقدم في برامج التكوين. وقد تم تصنيف هذا المحتوى المعرفي، بناءً على نتائج هذه الدراسة، إلى ثلاثة أنواع: المبتدئ والمتوسط والمتقدّم. ويعرض الجدول 1 مواصفات كل مستوى من هذه المستويات.

الجدول 1. معرفة المحتوى الرياضياتي [10]

مستوى المحتوى المعرفي	التفصيل
مبتدئ	محتوى الرياضيات الذي يتم تدريسه عادةً في الصفوف التي يعدها المعلّم المستقبلي للتدريس.
متوسط	محتوى الرياضيات الذي يتم تدريسه عادةً في الصف الأول أو الثاني الذي يتعدى الصف الأعلى الذي يعده المعلم المستقبلي للتدريس فيها.
متقدّم	محتوى الرياضيات الذي يتم تدريسه عادةً بعد ثلاث سنوات أو أكثر من الصف الأعلى الذي يعده المعلم المستقبلي للتدريس فيها.

أ) المحتوى المعرفي التّخصصي

غالبًا ما يُطلب من الطلاب المعلّمين للمرحلة الثانوية أن يمتلكوا معرفة رياضياتية أوسع وأعمق من تلك التي تدّرس عادة في التعليم الثانوي. ومع ذلك، يرى يوسيسكين (Usiskin) [12] أن "رياضيات المعلّمين" ينبغي النظر إليها على أنها نوع خاص من الرياضيات. وتقدّم دراسة متعلقة بالمعرفة المهنية للمعلّمين والتفعيل المعرفي لتدريس الرياضيات وتطوير الكفاءة الرياضياتية والمحتوى المعرفي المتعلق بالرياضيات، تصورها على أنها "فهم رياضياتي عميق للرياضيات التي تدّرس في المدرسة"، أي "التعمق في الرياضيات الأولية".

في هذا الخصوص، فإن معلّمي الرياضيات الذين لديهم "فهم عميق" للرياضيات التي سيدرسّونها هم أقل عرضة لنقل مفاهيم خاطئة إلى التلاميذ، أو اتخاذ قرارات خاطئة عند التخطيط للدروس ومخططات العمل أو تنقصهم الدقة في تقييم التلاميذ [11]. من الضروري التمييز بين المحتوى المعرفي المُقدَّم للتلاميذ داخل المؤسسات التعليمية، والمقاربة البيداغوجية المعتمدة، وكذلك التوجّه العام للنظام التعليمي، إذ يمكن التمييز بين اتجاهين رئيسيين:

- الاتجاه الذي يركّز على التعمّق في الجانب النظري المجرّد للرياضيات، كما هو الحال في المدرسة الفرنسية والمدرسة الجزائرية وغيرهما.
- الاتجاه الذي يركّز على الجانب الوظيفي-التطبيقي للرياضيات مثل المدرسة الأنجلو-أمريكية.

يوضّح الجدول 2 المحتوى الرياضياتي الذي تم تكييفه في الدراسة [10] بناءً على دراسات سابقة. وقد تم تصنيف هذا المحتوى إلى أربعة مجالات فرعية:

- الأعداد والعمليات،
- الهندسة والقياس،
- الجبر والدوال،
- البيانات والاحتمال.

يمثّل هذا المحتوى، في مجمله، مواد مناسبة لتكوين معلّمي مرحلة التعليم المتوسط، وقد يُعدّ مناسبًا أيضًا بدرجة معينة لمعلّمي المرحلة الثانوية [10].

الجدول 2. المحتوى الرياضياتي: المجالات الفرعية [10]

المجالات الفرعية	المحتويات
الأعداد والعمليات	الأعداد الطبيعية، الكسور والأعداد العشرية، تمثيلات الأعداد، النماذج والعلاقات، النسب والتناسب والنسبة المئوية، الأعداد الناطقة، نظرية الأعداد.
الهندسة والقياس	هندسة أشكال، هندسة القياس، التموقع والحركة
الجبر والدوال	النماذج، العبارات الجبرية، المعادلات والدوال، المواضيع المتقدّمة مثل: النهايات والاستمرار والمصفوفات.
البيانات والاحتمال	تنظيم البيانات والتمثيل، قراءة وتفسير البيانات، الاحتمالات.

كما أشارت تحليلات مناهج الرياضيات في مرحلتي التعليم الابتدائي والثانوي، ضمن برامج إعداد المعلّمين في الدول المشاركة، إلى أن بعض البلدان أولَت اهتمامًا أقل لمجال الاحتمالات والإحصاء مقارنةً بالمجالات الفرعية الثلاثة الأخرى للمحتوى.

ب) المحتوى التربوي-التعليمي للرياضيات.

تدرس تعليمية الرياضيات الظواهر المرتبطة بعمليتَي تعليم هذه المادة وتعلّمها. إن العلاقة بين المحتوى المعرفي للتخصص ومحتوى التعليمية قد يوضّحها قول الباحثين كاهان (Kahan) وكوبر (Cooper) وبيثيا (Bethea) [6] "إن معرفة الرياضيات ضرورية، لكنها وحدها لا تكفي". لا بد إذن من المعرفة المتعلقة بالتعليمية حيث: "يتم بناء المحتوى المعرفي للتعليمية انطلاقًا من المحتوى المعرفي التخصصي". وبالتالي، ينبغي توضيح العلاقة بين المحتوى التّخصصي والمحتوى التعليمي أثناء بناء المحتوى المعرفي لبرامج التكوين، وذلك بما يضمن تغطية كافية من حيث العمق والاتساع والشمول في محتوى الرياضيات المدرسية، بما يؤهّل المعلّمين لتدريسها [11].

لا يوجد توافق في الآراء حول أفضل طريقة لتصنيف ووصف جوانب هذا البعد التعليمي (الديداكتيكي) المرتبط بتدريس الرياضيات [8]. ويُلاحظ وجود اختلافات بين المفهوم الفرانكفوني "تعليمية الرياضيات" والمفهوم الأنجلو/أمريكي "الرياضيات التربوية". استنادًا إلى ثلاث دراسات مرجعية، وهي: الدراسة الدولية MT21 [9] والدراسة الألمانية COACTIV [7] ومشروع تعلّم الرياضيات للتدريس (LMT) في الولايات المتحدة الأمريكية، قام فريق البحث TEDS-M [10] بتطوير المحتوى التربوي-التعليمي الخاص بمعلّمي مرحلة التعليم المتوسط، والذي قد يُعدّ مناسبًا كذلك للمرحلة الثانوية. وقد قُسّم هذا المحتوى إلى ثلاث مجالات فرعية، وهي:

- معرفة المناهج الرياضياتية،
- معرفة التخطيط لتدريس وتعليم الرياضيات،
- تشريع الرياضيات.

ويُعرض هذا التقسيم بشكل مفصل في الجدول 3.

الجدول 3: المحتوى التربوي-التعليمي للرياضيات [10]

المجالات الفرعية	المحتوى
معرفة المنهاج الرياضياتي	– وضع أهداف التّعلم المناسبة – معرفة مختلف أنماط التقييمات – اختيار المسارات الممكنة ورؤية الروابط داخل المنهاج – تحديد الأفكار الرئيسية في برامج التعلّم – معرفة منهاج الرياضيات
معرفة التخطيط لتدريس وتعليم الرياضيات	– تخطيط واختيار الأنشطة المناسبة – اختيار صيغ التقييم – التنبؤ باستجابات الطلاب النموذجية بما في ذلك المفاهيم الخاطئة – تخطيط الأساليب المناسبة لتمثيل الأفكار الرياضياتية – ربط الطرق التعليمية والتصاميم التعليمية – تحديد النهج المختلفة لحل المشاكل الرياضياتية – التخطيط للدروس الرياضياتية
تشريع الرياضيات	– تحليل وتقييم الحلول والحجج الرياضياتية للطلاب – تحليل محتوى أسئلة الطلاب – تشخيص استجابات الطلاب النموذجية بما في ذلك المفاهيم الخاطئة – شرح وتمثيل المفاهيم والإجراءات الرياضياتية – تعميم أسئلة مثمرة – الاستجابة للقضايا الرياضياتية غير المتوقعة. – توفير التغذية الراجعة المناسبة.

- يشمل فرع المناهج الرياضياتية المعرفة النظرية الأولية التي ينبغي أن يمتلكها المعلّم للتدريس بفعالية. ويتضمن، من بين عناصر أخرى، المعرفة بالمناهج وطرق تعلّم التلاميذ وأهداف التدريس وأساليب التقييم وأنواعه، فضلًا عن الإلمام بالمفاهيم الرئيسية في الرياضيات المدرسية والعلاقات التي تربط بينها.
- يشمل فرع التخطيط المعرفة اللازمة لتخطيط عمليتي التعليم والتعلّم في الرياضيات، ويتضمن كذلك الأعمال التحضيرية الضرورية التي تسبق التدريس، مثل تقييم أنشطة تخطيط الدروس، واختيار أساليب التدريس وتخطيطها، والتنبؤ بتفاعلات التلاميذ المحتملة، ورصد المفاهيم الخاطئة التي قد تظهر أثناء التعلّم.
- يشمل فرع تشريع الرياضيات الأنشطة الأساسية التي يمكن أن تحدث في الفصل الدراسي أثناء سير الحصة. ولا يُنظر إلى المعلّمين من منظور هذا المجال كمقدّمي دروس فقط، بل كفاعلين تفاعليين داخل البيئة الصفّية.

وقد خلص تقييم TEDS-M لهذا الفرع إلى أهمية قياس قدرة المعلّم على تحليل التفاعل بينه وبين التلاميذ، من خلال التعامل مع أسئلتهم، وتطوير الحلول، وملاحظة الحجج والمفاهيم الخاطئة والاستجابة لها، إلى جانب تقديم التفسيرات والتعليقات المناسبة.

المراجع

[1] اليونسكو، التعليم والتعّلم تحقيق الجودة للجميع، التقرير العالمي لرصد التعليم للجميع 2013/4، منشورات اليونسكو، 2014.

[2] Ball, D.L., Hill, H.C., & Bass, H., Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide?, American Educator, 29(1), (2005), 14-17.

[3] Bednarz, N., & Perrin-Glorian, M.J., Formation à l'enseignement des mathématiques et développement de compétences professionnelles: articulation entre formation mathématique, didactique et pratique, Actes du 2ème colloque EMF (Espace Mathématique Francophone), 2003.

[4] Commission Européenne, La Profession enseignante en Europe: Pratiques, perceptions et politiques, Rapport Eurydice, 2015. http://www.eurydice.org

[5] Darmody, M., & Smyth, E., Entry to Programmes of Initial Teacher Education, A Report Funded by the Teaching Council of Ireland, Dublin: ESRI, 2016.

[6] Kahan, J.A., Cooper, D.A., & Bethea, K.A., The role of mathematics teachers' content knowledge in their teaching: A framework for research applied to a study of student teachers, Journal of Mathematics Teacher Education, 6, (2003), 223–252.

[7] Kunter, M. et al., Linking aspects of teacher competence to their instruction: Results from the COACTIV project. In M. Prenzel (eds.), Studies on the Educational Quality of Schools: The final report on the DFG Priority Programme, Münster, Waxmann, 2007.

[8] Liljedahl, et al., Components of mathematics teacher training. In Even, R., & Ball, D.L. (eds), The professional Education and Development of Teachers of Mathematics, New ICMI Study Series, vol 11. Springer, Boston, 2009.

[9] Schmidt, W.H. et al., Teacher education matters: A study of middle school mathematics teacher preparation in six countries, Teachers College Press, Columbia University, New York, 2011.

[10] Tatto, M.T, The Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries, Technical Report, ERIC, 2013.

[11] Tay, E.G., Lim, S.K., Ho, W.K., & Toh, T.L., Preparing mathematics teachers in Singapore: The issue of mathematics content knowledge. In Teacher Education in the 21st Century, Springer, Singapore, 2017.

[12] Usiskin, Z., Teachers' mathematics: A collection of content deserving to be a field, The Mathematics Educator, 6(1), (2001), 86–98.