مقدمة المترجم

تعد الهندسة الإقليدية من أقدم فروع الرياضيات وأغزرها أفكاراً ومفاهيم، وتتسم بالمرونة والتنوع حتى تجاوزت الطرائق المختلفة لبرهنة حقيقة واحدة، مثل نظرية فيثاغورس ثلاثمائة طريقة مختلفة. كما تستخدم الهندسة الإقليدية معظم الفروع الأخرى للرياضيات كالمنطق والجبر وحساب المثلث وغيرها.

ورغم أهمية وقدم هذا الفرع من الرياضيات إلا أن كثيراً من الدول تقتصر في دراسته على المرحلة الثانوية، ولا تعطي أي مقرر في جامعاتها في الهندسة الإقليدية المتقدمة، ولم تكن المملكة العربية السعودية بمعزل عن هذا التوجه، فلا تكاد تجد مقرراً جامعيًّا يعنى بهذا الفن؛ وكنتيجة لذلك فقد أصبحت الكتب العربية في الهندسة الإقليدية شحيحة جداً، وظلت نظريات ومفاهيم جميلة حبيسة الكتب الأجنبية كنظرية شيفا، ونظرية ميكول، ونظرية ستيوارت، وخط سيمسون، ودائرة النقاط التسع ونحوها. وقد عزز من أهمية هذا الموضوع كونه حقلاً من حقول أربعة معتمدة في مادة الأولمبياد الدولي للرياضيات، والذي تكون أسئلته – عادة – غاية في الصعوبة.

لقد وقع الاختيار على كتاب " الهندسة الإقليدية المتقدمة لمؤلفه " ألفرد بو سمنتير" للترجمة إلى العربية لعدة عوامل، منها سلاسة الكتاب وأسلوبه الجميل،

ومنها شموله للموضوعات المتقدمة وعرضه إياها بطريقة متدرجة، كما أن الكتاب أساساً تم تأليفه لمعلمي وطلاب المرحلة الثانوية، فهو ينطلق من أساسيات وخلفية تلك المرحلة ويعطي مزيداً من التفاصيل والنتائج. هذا بالإضافة إلى كونه يعتمد آليات بناء وإنشاء الأشكال الهندسية مستخدماً المسلمات والنتائج السابقة. ومما يتميز به هذا الكتاب ربطه هندسة إقليدس بفروع الرياضيات الأخرى، كما فعل المؤلف في الفصل الحادي عشر.

لقد قمت بتصحيح بعض الأخطاء المطبعية والحسابية مثل منطوق وبرهان نظرية 11-12. وأشير هنا إلى أن الكتاب الأصل تم رسم كافة أشكاله باستخدام برنامج Geomete's Sketchpad لتكون أشكالاً تفاعلية تتم دراستها بالاستعانة بـ CD مرفق بالنسخة الإنجليزية، وهو ما لا يتوافر في هذه الترجمة العربية. ولذا، فكل ما ورد ذكر الـ CD في ثنايا هذه الترجمة فيقصد به الكتاب الأصل دون هذه الترجمة.

وأود أن أقدم شكري العميق لسعادة الأستاذ / **طارق سلامة صابر** الذي راجع مسودة هذه الترجمة وساعد كثيرا في تلافي الأخطاء والسقطات حتى جاءت الترجمة بصورة مقبولة. كما أتقدم بالشكر لسعادة الأستاذ / **صفوت الطناني** الذي راجع المسودة النهائية لهذه الترجمة.

أعتقد أن هذا الكتاب مناسب لبناء قاعدة صلبة في الهندسة الإقليدية تهيئ القارئ لمواجهة مسائل غير تقليدية في الهندسة الإقليدية، كما تهيئه لقراءة مزيد من المفاهيم المتقدمة في هذا المضمار.

المترجم

مقدمة المؤلف

إلى القرن التاسع عشر، كان يُعتقد أن النتائج المهمة حول هندسة المثلث والدائرة قد تم اكتشافها بواسطة إقليدس والسابقين له. وفي القرن التاسع عشر، ظهرت نتائج غزيرة عممت النتائج السابقة وأضافت لها عدة علاقات مهمة تم اكتشافها، أضفت الحياة من جديد على الهندسة الإقليدية. هذا الكتاب يقدم خطوطاً عريضة للجديد في هذا المجال بطريقة مشوقة. باختصار، هذا الكتاب صُمِّم ليعطي نظرة شمولية للهندسة الإقليدية من أجل بناء وتعزيز خلفية معلم المرحلة الثانوية.

خلال القرون الثلاثة الماضية، تم كتابة الكثير من الكتب المنهجية لإظهار "عناصر" إقليدس للمشهد المدرسي. أكثر تلك الكتب إشراقاً كتاب "عناصر إقليدس" (Elements of Euclid) الذي ظهر أولاً عام ١٧٥٦م لمؤلفه روبرت سيمسون Robert Simson وكتاب أدرين لجندر Adrien Legendre ((عناصر الهندسة)) الذي طبع بالفرنسية عام ١٧٩٤م وتمت مراجعته وترجمته إلى الإنجليزية عام ١٨٢٨م بواسطة الأستاذ الجامعي تشارلز ديفيز Charles Davies. كتاب ديفيز (لجندر) المترجم أصبح يستخدم بشكل واسع ككتاب مقرر في الولايات المتحدة الأمريكية خلال القرن التاسع عشر، ولعل له الأثر الأكبر في صياغة كتب الهندسة المدرسية اليوم.

هندسة لجندر لم تذكر النظريات بصيغة عامة، إنما استعانت بالأشكال لتوضيح النظريات المختلفة. هذا التحول من هندسة إقليدس تم تصحيحه بواسطة ديفيز، حيث أعطى نظريات عامة متنوعة بشروحات مدعمة بأشكال. هذا الكتاب يستخدم تلك الآليات بالتناوب حسب مقتضى الحال.

دراستنا للهندسة – الهندسة الإقليدية المتقدمة – تبدأ من حيث انتهى مستوى منهج المرحلة الثانوية. ولكن لا يحاول هذا الكتاب استقصاء الدراسة لجميع مفاهيم تلك الموضوعات المتقدمة، وهو أمر مستحيل في كتاب صغير بهذا الحجم، وبدلاً من ذلك سنركز اهتمامنا على موضوعات تهم من أتقن موضوعات المرحلة الثانوية ولديه رغبة في الاستزادة، وحتماً سيلامس الجمال الكامن في دراسة الهندسة الإقليدية المتقدمة.

إحدى المزايا الفريدة لهذا الكتاب تضمين أشكال هندسية تفاعلية موجودة في قرص صلب CD-ROM تستخدم برنامج Geometer's Sketchpad.

غالباً، تُقدم الهندسة بطريقة ثابتة ولا يُعرض فيها المفهوم كما ينبغي. والقارئ مدعو إلى الاطلاع على الأشكال عبر القرص الصلب المرفق وتحريك الأشكال بطرق مختلفة وملاحظة مايحدث.

لفهم وتدريس أي موضوع هنا بطريقة جيدة، يجب الإلمام بأكثر مما يعطى في التدريس. المادة المقدمة هنا تم اختبارها وتقويمها عبر خمس وعشرين سنة من الاستخدام بواسطة عدد هائل من معلمي المرحلة الثانوية في جامعة سيتي في نيويورك استقبلت خلالها عدة اقتراحات قيّمة ظهر أثرها بين دفتي هذا الكتاب.

الدعم الفني لهذا الكتاب قامت به كوكبة من المختصين أشكرهم بعمق، وقد أعدوا برنامج Geometer's Sketchpad الذي رسم الأشكال، الثابت منها والتفاعلي

بطريقة خلابة. وأقدم شكراً خاصاً لـ Jan Siwanowic . كما أشكر David Linker الذي قرأ وراجع مسوّدة الكتاب كاملة. وفي إطار تطوير دليل المعلم، أشكر مجموعة من الطلاب الموهوبين الذين كانت لهم حلول غير تقليدية لبعض مسائل الكتاب تم إدراجها في دليل المعلم، ومن هؤلاء الطلاب Kamaldeep Gandhi ، Seth Kleinerman ، Leo Nguyen ، Oana Pascu ، Peter Ruse ، Jan Siwanowic.

الطباعة الأولية للكتاب تمت بشكل رائع بواسطة Sandra Finken. وبشكل عام، فإني أشكر مئات الطلاب (وهم معلمون ميدانيون) الذين استخدموا جزءاً من هذا الكتاب خلال الأعوام القليلة المنصرمة وأثروا مادته بملاحظاتهم وتعليقاتهم. هذه الملاحظات جعلتني يقظاً لما أكتب طوال الوقت.

ألفرد بوسمنتير

obeikandl.com

مدخل

هذا الكتاب يعالج موضوعات هندسية أعلى في مستواها من الموضوعات المدرجة تحت مواد الصفوف العليا في التعليم العام، ولكن هذه المعالجة تتم باستخدام طرق ونظريات أولية. لهذا السبب؛ فقد يكون هذا الكتاب سهل الفهم بالنسبة لطلاب الصفوف العليا المتميزين في هذا المجال. مع العلم أن المستهدف من هذا الكتاب بالدرجة الأولى هم معلمو الرياضيات للصفوف العليا.

إن استخدام لغة رياضية مألوفة في هذا الكتاب يعني أن القارئ لا يحتاج إلى معرفة مفاهيم ونظريات جديدة، وذلك لأن ما في الكتاب عبارة عن استخدامات جديدة لمفاهيم أولية، كما أن الكتاب أيضا يتضمن أفكاراً غنية ستساعد معلمي الصفوف العليا في تطوير برنامجهم التعليمي.

الفصل الأول من هذا الكتاب يتحدث عن أسس الهندسة المعروفة في مواد الصفوف العليا، وقد تضمن بعض التمارين من نمط مختلف والتي هي عبارة عن حقائق تصاغ بطريقة معينة لتُنتج نتائج خاطئة، والمقصود من هذه التمارين هو اكتشاف الأخطاء من خلالها، والذي يتطلب مهارات تفكير عليا.

الفصلان الثاني والثالث يدوران حول محور واحد يشمل موضوعات التقاء المستقيمات في نقطة مشتركة، ووجود النقاط على استقامة واحدة. وهي الموضوعات التي لم تلق مزيد عناية في مواد الصفوف العليا في التعليم العام. وقد برهنت بعض النظريات خلال هذين الفصلين (والتي من الصعوبة برهنتها خلال الحصص الدراسية) بطرق بسيطة. وقد تم استخدام الرسوم الهندسية كتأكيد لصحة هذه النظريات، كما أنها استخدمت أيضا لتعطي تصوراً مباشراً عن المفاهيم بحيث يستطيع القارئ من خلالها أن يفترض بعض الحالات ويعالجها. سنتمكن من تطوير بعض النظريات الرياضية من خلال استخدام معرفتنا بحالات التقاء المستقيمات في نقطة مشتركة وحالات وجود أكثر من نقطتين على استقامة واحدة، كما سيعرض في هذا الفصل.

سيكون التركيز على المثلثات خلال الفصلين الرابع والخامس. الفصل الرابع سيتناول الحديث عن بعض النقاط المثلثية الخاصة غير المألوفة. وفي الفصل الخامس سيكون التركيز على القطع المستقيمة داخل المثلث (والتي يشار لها غالبا بقطع شيفا)، ومن هذه القطع: منصفات الزوايا، والمتوسطات، كما أن هناك عددا من الحقائق المثلثية الجديدة عرضت خلال هذين الفصلين.

معلوم أن تناول الرباعيات الدائرية في الصفوف العليا يقتصر على الرباعيات الخاصة كالمربع والمعين والمستطيل ومتوازي الأضلاع وشبه المنحرف. سيكون الطرح في الفصل السادس من الكتاب مفترضا أن القارئ له معرفة بخصائص هذه الرباعيات. سيبدأ الفصل بمعالجة الرباعي المحدب بشكل عام وسينتهي بتناول الرباعيات الدائرية، وباستخدام نظرية بطليموس سنستنتج العديد من العلاقات الهندسية المفيدة.

في الصفوف العليا في التعليم العام، تتم دراسة الدائرتين الداخلية والخارجية للمثلث كجزء من مادة الهندسة المقررة. وكما هو معلوم أن الدائرة الداخلية تمس

الأضلاع الثلاثة، من المحتمل أن تفترض دائرة أخرى خارج المثلث تمس أحد أضلاعه بالإضافة إلى امتداد الضلعين الآخرين، وبالتالي يكون للمثلث ثلاث دوائر من هذا النمط. إن هذه الدوائر الثلاث بالإضافة إلى الدائرة الداخلية هي محور الدراسة في الفصل السابع، حيث سيتم خلاله اكتشاف عددٍ من العلاقات المفيدة التي تربط هذه الدوائر معا.

من الموضوعات المشهورة في الهندسة الإقليدية المتقدمة، والتي تتضمن عددا من الخصائص المدهشة دائرة النقاط التسع. في الفصل الثامن، سنتناول من محور آخر الحديث عن خصائص ارتفاعات المثلث بالإضافة إلى المثلث المتشكل منها، والذي سيسمح لنا بتطوير بعض الخصائص المتعلقة بدائرة النقاط التسع.

من المسائل الأكثر تحديا في الهندسة، المسائل المتعلقة بكيفية إنشاء مثلث محدد بمجرد معرفة ثلاثة أجزاء منه، كمعرفة أطوال المتوسطات، أو معرفة أطوال الارتفاعات، أو معرفة قياس زاويتين بالإضافة إلى الضلع المشترك بينهما. في الفصل التاسع، سيتم عرض عدد من المسائل المتعلقة بالإنشاءات والتي لا تتطلب معرفة نظرية أكثر مما هو موجود في مادة الهندسة للصفوف العليا. المسائل الإنشائية تعد من المسائل الأكثر تحديا في الهندسة الإقليدية، وهي أيضا تتضمن بعض المسائل التي تتحدى عباقرة الهندسة.

المسألة المعروفة بمسألة "أبولونيوس" كانت قد شغلت أجيالا من الرياضيين على مدار التاريخ. في الفصل العاشر، سيتم عرض عددٍ من التطبيقات المتعلقة بإنشاءات الدوائر، والتي تتطلب عددا من الحالات غير العشوائية، كأن تمر الدائرة بنقطة ثابتة، أو أن تمس مستقيما معلوما، أو أن تمس دائرة معينة. هذه الإنشاءات قد تبدو بسيطة في بعض الحالات، ولكنها في حالات أخرى تبدو أكثر تحديا، وهي – كما هو معلوم – محط تركيز الرياضيين في القرنين السابع عشر والثامن عشر.

الهدف من الفصل الأخير يكمن في إيضاح العلاقة بين الهندسة الإقليدية وبين فروع أخرى من الرياضيات. وهذا الفصل يتضمن أعداد فيبوناتشي والنسبة الذهبية ويلقي الضوء على تلك العلاقة. هذا الفصل – بكل تفاصيله – يمس طرفا من موضوع غني جداً في الرياضيات، وأما الجزء الأخير منه وهو جزء التمارين المكثفة فيُعدّ بداية طريق لاستنتاجات أكثر وأكثر.

obeikandl.com

نبذة عن المؤلف

ألفرد بوسمنتير، الأستاذ الجامعي في تعليم الرياضيات، عميد كلية التربية في كلية سيتي الجامعية في نيويورك. كما أنه مؤلف ومؤلف مشارك في العديد من كتب الرياضيات للمدرسين في الخدمة ومدرسي المستقبل ولطلاب المدارس الثانوية. تركز منشوراته على تدريس الرياضيات وحل المسائل وتطوير الموضوعات في الهندسة الإقليدية المتقدمة. هذا الكتاب ثمرة العديد من سنوات الخبرة في العمل مع مدرسي الصفوف العليا لإثراء تدريسهم الهندسي.

حصل الدكتور بوسمنتير على الدكتوراه في تعليم الرياضيات من جامعة فوردهام بعد ست سنوات من تدريس الصفوف العليا والتحق الدكتور بوسمنتير بهيئة التدريس في كلية سيتي، وبعد ذلك بوقت بدأ بتطوير المقررات لمعلمي الرياضيات في المدارس الثانوية. حاليا يشارك الدكتور في العمل مع مجموعة من مدرسي الرياضيات، سواء في الولايات المتحدة أو دوليا؛ ليساعدهم في فهم أفضل الأفكار المقدمة في هذا الكتاب بحيث يمكنهم دمج الأفكار بشكل مريح في برنامجهم التعليمي العادي. كما أنه زميل فخري لدى جامعة ساوث بانك في لندن في إنجلترا. ولقد كان أستاذاً جامعيا في جامعة فينّا، كما كان أستاذاً زائراً لمجموعة من الجامعات الأوربية منها جامعة فينّا التقنية وجامعة همبولت في برلين.

عرف الدكتور بوسمنتير بتدريسه المتميز، سواء في أوروبا أو الولايات المتحدة. لقد حصل على لقب معلم العام سنة ١٩٩٣ من قبل رابطة خريجي كلية سيتي. كما منح وسام الشرف الكبير عام ١٩٩٧ من مدينة فينّا (النمسا). كما حصل مؤخراً على لقب الأستاذ الجامعي للجامعات النمساوية ١٩٩٩.

بعد أكثر من اثنين وثلاثين عاماً على كلية (CCNY)، لا يزال الدكتور يتمتع بالحماس والطاقة المتزايدة لقسم الرياضيات وتعليم الرياضيات. وبشكل خاص، يمكن الشعور بمدى حبه للهندسة في صفحات هذا الكتاب. وبالنظر إلى بعض الموضوعات، فإنها كثيراً ما تهمل أو تدفع بعيداً عن الأضواء من أجل عدد أكبر من الموضوعات (الجذابة). كما يأمل في إعادة هذه المادة العريقة إلى الواجهة بمساعدة أحدث التقنيات.

openkandl.com