مجلة جامعة الملك سعود، م ١٤، العلوم الهندسية (٢)، ص ص ١٩-٤٨، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

تكامل الهندســـة المساحية مع العلوم الأخرى: أهميته وواقعه

د. ظافر بن علي القرنـــي

أستاذ مشارك، القسم المدني، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود،
ص.ب. ٨٠٠، الرياض ١١٤٢١، المملكة العربية السعودية
dalgarni@ksu.edu.sa

(قدّم للنشر في ٢٠٠١/٠٢/١٢م، وقبل للنشر في ٢٠٠١/٠٥/٢٠م)

ملخص البحث. على الرغم من أهمية الدور الذي تقوم به الهندسة المساحية في معظم الأعمال الهندسية وغير الهندسية في عالم اليوم، فإنها تعد مجهولة لكثير من النّاس، ذلك لأن ما يُعرف عنها ينحصر في جزء يسير منها لا يمثلها بأي حالٍ من الأحوال. إن هذا الجهل بالهندسة المساحية مشكلة تتبعها مشكلات أكثر خطورة، وأعمق تأثيرًا. من هذه المشكلات التابعة، الغفلة عن تكامل العلوم وترافدها، وعن ضرورة الدخول إليها من باب التكامل الذي لا ينبغي له أن يوصد. لذا نحاول- في هذه الورقة- أن نبرهن على واقع التكامل بين الهندسة المساحية والعلوم الأخرى وأهميته وكونه ضرورة تقنية لا مناص منها في عصرنا الحاضر. بهذا نكون قد أشركنا المعني بالأمر فيما نتصوره بحسب خلفيته العلمية، ونكون برهنّا على عدم صحة رأي من يرى قصور تقنيات الهندسة المساحية، أو حصرها في تقنية القياس بأجهزةٍ قديمة بالية، وعدم اعتبارها مهنة هندسية ذات أهمية بالغة. تطرق البحث لمعنى التكامل وشموليته، ومستوياته، وسبله وما أفضت إليه نظريًا وبحثيًا، ثمّ عرج على أهميته للتقنية، كل ذلك من منظور مساحي. ووجدنا بالبحث الدؤوب الدقيق في واحدة من أوسع أوعية المعلومات انتشارًا أن الهندسة المساحية تتكامل مع العلوم والمعارف كافة، وإن عدد الأبحاث ذات الصبغة التكاملية ارتفعت بشكل ملحوظ في السنتين الأخيرتين عنها فيما سبق من سنوات الدراسة الست (١٩٩٥-٢٠٠٠م). وعلى هذا، فإن تكامل الهندسة المساحية مع العلوم الأخرى كافة يعد مطلبًا ملحًا في عصرنا هذا وإنه لا يمكن لنا

إغفال هذا التكامل إذا ما أردنا إنتاج تقنية مبدعة، ذلك لأن التقنية الفاعلة لا تتأتى إلا من خلال تكامل العلوم وتضافرها. فجديرٌ بنا أن لا نقلل من شأن أي فرع من فروع العلوم والمعارف، وأن نسلك منهج التكامل بينها، إذا ما رغبنا في بناء تقنية مبدعةٍ راسخة الجذور شامخة الصّرح.

المقدمة

يلمح المطّلع على عالم اليوم السعي الحثيث نحو التكامل في كثيرٍ من شؤونه وبرامجه. ونعني بالتكامل -في أمثل حال- النهج الذي يؤول بصاحبه إلى الكمال. وهذا حالٌ متعذرٌ في حق البشر بلوغه، لا في العلم ولا في العمل مهما بُذل في سبيله، ذلك لأن علم الإنسان ناقص بطبعه. ولو قلنا: إن التكامل المعني هو قيام كلٍ بدوره الذي يتقنه ولا يكون العمل تامًا إلا به، لكان هذا التعريف أدنى إلى المعقول. ولو قلنا، أيضًا: إن التكامل هو التدرج في إنجاز عمل ما باسترفاد ما يسنده ويمده بعناصر القوة والثبات ليبلغ ما أمكن من درجات التمام والكمال، لم نكن مخطئين. والعلاقة بين العلوم هي علاقة تكامل وتعاضد وترافد، لا علاقة تمانع وتنافر وتضاد. ولا تغرَّنَّ أحدًا التخصصات المستحدثة اليوم في فروعٍ معينةٍ من العلم، مهما دقت وبدت قائمة بذاتها، فالعلوم أو المعارف ينبثق بعضها من بعض انبثاقًا يعزز ضرورة تكاملها وترافدها. وبتكامل العلوم يكون "تمام" العلم. وكم يود الإنسان أن يلمَّ بأطراف العلوم والمعارف قاطبة، لكنه لعجزه لا يأتي - بعد جهد جهيد ومثابرة دائمة - إلا على جزء يسير منها. ويمكننا القول، إنه إنما تنشأ التخصصات لرغبة المرء في الإلمام التام بعلمٍ ما عرف بعضه. فإذا ما تعمّق فيه وجد نفسه عاجزًا عن أن يلمّ به دونما روافد من غيره. فإذا ما بحث عن الروافد تشعبت به السبل، وضاق وقته في أن يحيط بها علما، فعاد إلى التخصص مرغمًا. والعالم المدرك بين أن يتخصص أو يتوسع في العلم في مد وجزر لا يكاد ينفك منهما أبدًا. وهذه القضية شائكة ومعقدة، فالتخصص المفْرط يشوبه الجهل بأدنى المعارف الأخرى إليه، والتوسع الزائد يشوبه الاندهاش وربما الارتباك والتوقف لإمكانية عدم الإلمام.

ولم يغفل الباحثون عن التكامل وإن كان لدى الدول المتقدمة تقنيًا أظهر وأعمق وأمكن، فالمتتبع لنهجه في العلم لا تعوزه الأدلّة والشواهد على نموّه واطراده (انظر مثلا

[١ ، ٢]). **فعشوي** [٢ ؛ ص ٧٢] يقول: ينبغي أن يكون هدفنا في التعليم هو التركيز "*على بلورة منهجية علمية تمكن من تحقيق تكامل العلوم ... .. إن العلم بطبيعته غير متحيز، وإنما توظيف العلم وتوجيهه من طرف البشر هو الذي يؤدي إلى التحيّز، أي أن التحيّز صفة بشرية وليست صفة للعلم*". ويقول تيرنر (Turner) [٣ ؛ ص ٣٠] ، منبهًا إلى حاجة حقله إلى التكامل مع الحقول الأخرى الرافدة له: "*من الواضح للعيان أن الفهم الأكثر تمامًا لأنظمة الأرض الجيولوجية يحتاج إلى تكامل أفضل للمعلومات، وإلى نظرة أعمق، وتوجّه يستقي معلوماته من تخصصات متعددة*". ومن الأمثلة الكثيرة على نهج التكامل ما هو قائم بين العلوم الاجتماعية الحديثة والعلوم الطبيعية، حيث تسعى الأولى إلى اقتباس منهج الثانية الكمي التجريبي. فعلم النفس مثلاً، يقوم على عدة علوم ويستفيد منها ويتكامل معها[٢] ومن هذه العلوم: علم الاجتماع، وعلم الأحياء (البيولوجيا)، وعلم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيا)، وعلم الأعصاب، والفيزياء، والإحصاء وغيرها. إن من ثمار منهج التكامل "تخريج أجيال من العلماء والباحثين الذين يمكنهم الوقوف على قدمين بدلاً من قدم واحدة، أعني التمكن من أحد الاختصاصات دون جهل أو إهمال أو قصور أو عجز في الميادين الأخرى ذات الصلة -خاصة - بميدان التخصص" [٢ ؛ ص ٧٧]. وللاستزادة في موضوع تكامل العلوم المختلفة يمكن العودة إلى [٤ ، ٥]، على سبيل المثال.

فإذا ما أتينا إلى العلوم ذات الصلة بالخريطة، أو فلنقل ذات الصلة بالتقنية المساحية، أو ذات المعلومات المتعلقة بسطح الأرض وما عليه من أشياء (land-related information)، وجدنا صورة التكامل جلية، ووجدنا الأبحاث تترى لدى الدول المتقدمة تقنيًا في هذا المجال الرحب. يقول سوميا وترندر (Sowmya, and Trinder, 2000) [٦ ؛ ص ٣٤]: "*لقد جعل التكامل المعلومات أكثر جاهزية، وأقل تكلفةً، وأكثر دقةً*"، ويضيفان: "*التقت جهود الباحثين من المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد والرؤية الحاسوبية* (computer vision) *والذكاء الصناعي* (artificial intelligence) *ومهاراتهم المتميزة من أجل الحصول على المعلومات بطريقة آلية*". **ويقول هازلتون** (Hazelton, 2000) [٧ ؛ ص ٦٥] عند حديثه عن تطوير البرامج المساحية **في جامعة ولاية أوهايو**، حيث **أضيفت** مقررات تهدف إلى تأهيل **الطلاب على القيام بالعمل الجماعي التكاملي في بيئات**

متباينة، وتطوير مهارات التفكير لديهم، ما يلي: *"إن مثل هذا التوجّه يبدو منسجمًا مع الاحتياجات الحديثة، حيث قلّت الحاجة إلى ذوي المهارات التقنية القديمة، بينما أصبحت ملحّةً إلى من يعمل في مجموعات متعددة التخصصات والبيئات"*. ويقول هازلتون أيضا [٧؛ ص ٧٠] مشيدًا بهذا التّوجّه الشامل وتأثيره الإيجابي على المتلقين كافة: *"أصبح تطلّع الطلبة والخريجين وأهل الصناعة أكثر إيجابية، وقدّر الطلبة الجهد الذي يبذل من أجل تعليم ذي صبغة شمولية أفضل مما مضى"*. فالتكامل في الدول المتقدمة تقنيًا، لا يقتصر على العلوم داخل المؤسسة التعليمية فقط، بل يتجاوزه إلى التكامل مع المؤسسات والهيئات الحكومية وغير الحكومية. يقول تيرنر ونيتو (Turner and Neto, 2000) [٨؛ ص ٤٤]، من بحثهما: *"إن أهمية التواصل بين هذه الجهات التعليمية وهذه المؤسسات مسألة حساسة لنجاح برامج الجامعة، ولنجاح خريجيها في معترك الحياة ... إن تطوّر مناهج التعليم وتكاملها مع التقنية الجديدة المنسجمة مع ما يحتاجه الواقع المعاش مبنيّ على المعلومات التي تغذيها بها هذه المؤسسات"*. ويقول دربي (Derby, 2000) [٩؛ ص٥٥] ما نصه: *"إن مسؤولية المعلمين والباحثين هي الإبقاء على علاقة تواصل مستمرة مع التطوّرات التقنية، وتزويد الطلبة بها ليتمكنوا من نقلها إلى الحياة الصناعية مستقبلاً"*. ولا تكاد الأبحاث تنتهي في هذا الشأن ويمكن لمن أراد الاستزادة العودة إلى [١٠، ١١] وما ماثلهما من مراجع.

والتكامل السائد في عالم اليوم تكامل تحفزه التقنية وتستمد قوتها منه في الوقت نفسه. فهي تولده، في الوقت الذي تعتمد عليه في شموخها وتطورها [١٢]. والتقنية المعنية هنا هي التقنية المبنية في معظمها على المعلومة الرقمية (digital information) التي هي "روح" تقنية هذه العصر. إنها تقنية جبّارة نراها ماثلة أمامنا في سرعة تبادل المعلومات المتعلقة بسطح الأرض وما عليه من أشياء، وسرعة صناعة الآلة التي تخدمها بمختلف أشكالها. لم يكن لهذه التقنية أن تكون لولا انتباه أولئك القوم إلى معنى التكامل وتحقيقه في حياتهم العلمية والعملية [١٣]. ولا شك أن للهندسة المساحية أو الجيوماتيكية (geomatics engineering) دورها البارز في صناعة هذه التقنية من خلال تكاملها مع غيرها من العلوم الهندسية وغير الهندسية المعروفة في عالم اليوم. وتسمى جيوماتيكية لأن مسمى "المساحة" أخذ في الاختفاء بعد تبني كثير من جامعات العالم للاسم الجديد، إذ لا خلاف بين المعنيين

بهذا التخصص على قصور اسم المساحة، وعلى ما يعتوره من خلفيات ثقافية ناقصة، بل مشوّهة في بعض الأحيان [٧، ١٤]. وجاء هذا الاسم الجديد، على ما يبدو، منحوتًا من ثلاثة أسماء في اللغة الإنجليزية، هي: الأرض (Geo)، والرياضيات (Math)، والمعلومات (Informatics)، وهي الأركان المهمة التي عليها تبنى هذه المعرفة. إن ما نحاول عمله هنا، هو البحث في مسألة التكامل بين الهندسة المساحية والعلوم الأخرى، والبرهان على وجود هذا التكامل وتصاعده، وحاجة الحقول العلمية كافة إلى الهندسة المساحية وحاجتها إليها. من أجل ذلك، سنتطرق، في هذا البحث، لمستويات التكامل من منظور مساحي، وننظر في كل مستوى إلى شيء من تكامل الهندسة المساحية مع علومه ومعارفه، ونبيّن الدليل عليه. ثمّ نعرّج على سبل التكامل النظرية والبحثية ونتلمّس عمليًا ما أفضت إليه هذه السبل اليوم، فنناقش، بعد ذلك، أهمية هذا التكامل ودوره في التقنية.

مستويات تكامل الهندسة المساحية مع العلوم الأخرى

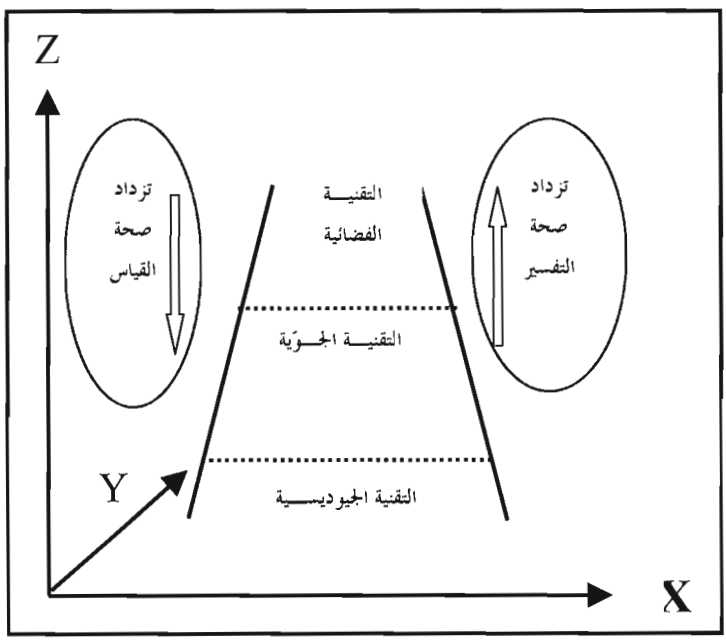
المستوى الأول

ونعني به المستوى الذي تتكامل فيه فروع الهندسة المساحية مع بعضها. والظاهر لنا أنه لا يقتصر تكامل فروع هذا الحقل من المعرفة على وجود قنوات مفتوحة بينها يتمّ من خلالها التعاون وتبادل المعارف، ولا على الالتقاء في مشترك واحد تتفق على أهميته، وإنما يتعدى ذلك إلى كونها متسلسلة بعضها يعتمد على بعض. ومعنى هذا التسلسل أنه متى ما حصل خلل في أي منها اختلت كلها، حتى ولو لم تظهر أعراض هذا الإخلال للناظر مباشرة. ولنتعرّف أولاً على حقل الهندسة المساحية من خلال ما ورد في تعريف المعهد الكندي (Internet, 2000) [١٥؛ ص ١]، الذي يقول إنه: "*حقل من النشاطات يكامل - بطرق نظامية- كل الوسائل المستخدمة في الحصول على البيانات المكانية اللازمة وتنظيمها بصفتها عمليات علمية وإدارية وقانونية وتقنية داخلة أو منضوية في عملية إنتاج المعلومات المكانية وإدارتها*". ويضيف تعريف آخر مشابه لما سبق -من المرجع نفسه، وفي الصفحة نفسها- أن: "*لهذا التخصص تطبيقات في كل الحقول التي تعتمد على المعلومات المكانية،*

بما في ذلك الدراسات البيئية والتخطيط والهندسة والملاحة والجيولوجيا والجيوفيزيا وعلم المحيطات، وتطوير الأراضي وملكيتها، والسياحة. إنها لذلك أساس ضروري لكل تخصصات علوم الأرض المختلفة". ويهتم هذا المجال من المعرفة - فيما يهتم به - **بتوفير** المعلومات الكمية عالية الدقة (highly accurate quantitative information) والمعلومات الوصفية (qualitative information) التي غالبًا ما تعرض على هيئة خرائط (maps) تعد أداةً ضرورية لإنجاز العديد من المشاريع والخدمات المدنية والعسكرية. ويحوي هذا التخصص عددًا من الفروع، منها المساحة الجيوديسية (Geodesy)، والمساحة الأرضية (Land Surveying)، والمساحة الجوية أو التصويرية (Photogrammetry)، والاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، وأنظمة المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems, GIS). ولكل تخصص من هذه التخصصات فروعه وتشعباته التي يعرفها ذووه.

ولو ضربنا صفحًا عن التشعبات الدقيقة، ونظرنا إلى الفروع الأساسية السابقة، لوجدناها في عمومها طبقات بعضها فوق بعض. فالجيوديسيا تسبق الفروع كافة في تحديد شكل الأرض، وتمثيله هندسيًا، فتنشئ بذلك مرجعية جيوديسية (هيكلاً جيودسيًا موحدًا) (unified geodetic reference datum) تعاد إليه أو تسقط عليه القياسات والحسابات المختلفة المستنتجة من الفروع الأخرى [١٦، ١٧]. وهي توظف من أجل ذلك تقنيات عدة من مثل نظام تعيين المواقع العالمي (global positioning system, GPS)، والجيوديسيا الفلكية، والجيوديسيا الفضائية. وتدخل المساحة الأرضية، هنا، ضمن المساحة الجيوديسية، وإن اختلفت التطبيقات. ثمّ تتلوها المساحة التصويرية، سواء كانت تصويرًا من قرب أو من بعد، بحسب المقياس المراد، والإنجاز المطلوب، فتكثّف من القياسات داخل الهيكل الجيوديسي. وتأتي التقنية الفضائية (space technology) بمختلف أشكالها لتزيد من شمولية التغطية وسرعة الإنجاز، وعلى هذا تتكوّن نواة ما يسمّى بأنظمة المعلومات الجغرافية [١٧-١٩]. ويمكن توضيح شيء من هذا المفهوم بالشكل (١)، حيث تزداد صحة تفسير أو معرفة ماهية الأشياء المصورة (Interpretation)، مع تقدم التقنية الفضائية، وتبقى السبل الجيوديسية أدق في القياسات الهندسية (geometrical measurements). والأمثلة التكاملية على هذا البناء السابق كثيرة متعددة نكتفي بواحد منها. يقول ولش (Welch, 1995) **ورفقاه**

[٢٠؛ ص ١٣٧٥] في دراستهم التطبيقية، ما نصه: "*لقد أمكننا تطوير قاعدة المعلومات والخرائط بواسطة تكامل نظام تحديد المواقع العالمي، والاستشعار عن بعد، وتفسير الصور الجوية، وتوظيف الطائرة العمودية في عملية التأكد الحقلي*". وفي هذا ما يشير إلى توظيف أربعة حقول من حقول الهندسة المساحية هي: الجيوديسيا ممثلةً في استخدام الـ GPS، والمساحة التصويرية، والاستشعار عن بعد، ثمّ المساحة الأرضية للتحقق من صحة المعلومات المستنتجة. ولا يضير المساحة الأرضية توظيف الطائرة العمودية لتسريع عملية التحقق من المعلومات. ويأتي تكامل هذه التقنيات المستخدمة تبعًا لدقتها كما أشرنا في النموذج السابق. إذن التخصصات المساحية لا تقوم، في الحياة العملية، إلا ببعضها وإن بدت مستقلّة في مؤلفاتها الكثيرة وطرق تدريسها.



شكل (١). تصور تكاملي لأهم حقول الهندسة المساحية المعروفة.

وتظهر خاصية التكامل في الهندسة المساحية جلية للعيان لتضافر كل روافدها من أجل إنتاج خريطة صحيحة دقيقة. كانت هذه الخريطة - أول ما كانت - ورقية يمكن من خلالها استنتاج المسافات الأفقية والرأسية، ومن ثمّ الاتجاهات والمساحات والأحجام، عن طريق الإحداثيات وخطوط الكنتور، وما يلزم ذلك من عمليات حسابية. ثمَّ تطوّرت فأصبحت رقمية ثلاثية الأبعاد، ترى مجسمةً على شاشة الحاسب الآلي (Computerized 3-D Map)، فسهلت بذلك عملية الحساب من الخريطة. ثمَّ تطوّرت أكثر، فأصبحت جزءًا من أنظمة المعلومات الجغرافية، فزادت تطبيقاتها وأهميتها أكثر من ذي قبل. ثمَّ هي اليوم جزء من شبكة المعلومات العالمية (internet) التي تتزايد من خلالها المعلومة المرئية التي تعد الخريطة من أحسن القنوات عرضًا لها.

ولأهمية أنظمة المعلومات الجغرافية وكونها هي الأكثر استخدامًا من قبل الأفراد والمؤسسات، في عصرنا الحاضر، يحسن بنا توضيح بعض جوانبها، ودور الهندسة المساحية فيها من خلال بعض أقوال أهل هذه التقنية. يقول جبسون (Gibson, 1999) [٢١ ؛ ص٧١]: "*إن خريطة ما تُعطى شكلًا مختلفًا باختلاف مهنة المعنيين به. فهو قد يعني، للمهندس المساحي وصانعي الخرائط، جمع المعلومات وبناء النظام نفسه. ويعني، للجغرافي والمخطط، التحليل المكاني باستخدام الـ GIS، ويعني لصاحب الحاسب، مثلاً، شبكة حاسب تخدم الخرائط والمعلومات المقدمة للمستخدم.*" ويضيف الباحث: "*وفي بداية الأمر عندما كان التركيز منصبًا على المشاريع الصغيرة، كان يقوم شخص واحد بكل هذه المهام مجتمعة، أما اليوم، فإن مجرّد وجود حجم مشروع الـ GIS الكبير يحتم وجود مسؤوليات مشتركة.*" فلكل تقنية نصيب، ونظرًا لأهمية دور الهندسة المساحية البارز في تكوين الـ GIS وتطويره، فقد شرع عدد من الولايات في أمريكا في استصدار نظام يوجب اشتراك المساحين في بناء أنظمة المعلومات الجغرافية وتطبيقها. يقول **قرينفلد** (Greenfld, 2000) [٢٢ ؛ ص١١] ما ترجمته: "*تضغط الجمعية الوطنية للمساحة في أمريكا - لتنفيذ قانون أو أمر شرعي يحتم اشتراك أهل المساحة في بناء الـ GIS وصيانته*". وطبقًا لنص ذلك القانون - الذي بدأ تطبيقه فعلاً في بعض الولايات، وستحذو حذوها الولايات الأخرى على حد قول الباحث- فإنه استُصدر: "*لحماية النّاس (أو الأمة) من سوء استخدام جاهل أو*

متجاهل لمعلومات الـ GIS". ويقول دربي (Derby, 2000) [٩ ؛ ص ٥٦] وهو ليس الوحيد في هذا الرأي، بل لم أجد له مخالفًا فيما قرأته: "*تعد البيانات أو المعلومات المساحية هي الأساس لنظم معلومات جغرافية أو أرضية ناجحة التطبيقات*". ولو عدنا إلى بدايات هذه التقنية، لوجدنا أن أنظمة المعلومات الجغرافية، ما كانت إلا تلبيةً لحاجة المزج بين تخصصات عدة كالاستشعار عن بعد والمساحة وصناعة الخرائط كما يقول برا (Burrough, 1987) [١٨ ؛ ص ٤]. فالـ GIS تقنية يلتقي في رحابها عدد من التخصصات المساحية، إلى جانب التخصصات الأخرى، وتتوالى فيها الأبحاث بشكل سريع من جهات عدّة. فلا غرابة إذن إذا قلنا إن تقنية الـ GIS هي ما يجمع شتات التقنيات المتفرقة في الهندسة المساحية، وهي من الأدلة البارزة على تكامل تقنيات هذا الفرع من العلوم الهندسية وترافدها وتعاضدها في سبيل جعل عملياتها الحسابية أكثر دقة وأسرع إنجازًا وأقل تكلفةً. ولمزيدٍ من معرفة إسهام الهندسة المساحية في الـGIS، يراجع مثلاً [٢٣، ٢٤]. وسنتوسع قليلاً في الحديث عن تقنية الـ GIS عندما نتحدث عن أهمية التكامل للتقنية بعد قليل.

المستوى الثاني

إذا نظرنا- من منظور أعلا قليلاً- إلى تكامل الهندسة المساحية مع الحقول الهندسية الأخرى القريبة منها، وجدنا من الوشائج والعلائق المتكاملة ما لا يمكن حصره. ولقد تنبّه عدد من الجامعات لهذه العلاقة التكاملية [انظر ١٠، مثلاً]، فسعى في استثمارها بتطبيقها في الحياة العملية. وسنبيّن بإيجاز شديد، فيما يلي من قول، جوانب من هذا التكامل. فبين الهندسة المساحية وفروع الهندسة المدنية كهندسة التربة، والإنشاءات، والتشييد، والنقل، والمياه، والبيئة، قنوات مفتوحة متّصلة. فكل هذه التخصصات بحاجة في جانب من جوانبها إلى منجزات الهندسة المساحية، من بداية إجراء الدراسات الأولية، وتخطيط المشروع المزمع إنشائه، إلى توقيعه بكل مرافقه، إلى تشييده، ثمّ صيانته بعد ذلك، انظر مثلاً، [١٩، ٢٥]. فالهندسة المساحية تأتي إلى أرض المشروع المراد إنجازه قبل الهندسة المدنية، ثمّ تظل في الموقع أو تعود إليه بين فترة وأخرى لأغراض الصيانة اللازمة.

وعلى هذا، فالهندسة المساحية تستمد أهمية وجودها من وجود مشاريع الهندسة المدنية المختلفة.

وعن التكامل بين الهندسة المساحية والهندسة الكهربائية فهو أظهر من أن يشار إليه، ولكنه كغيره يظل رهين التطوّر التقني، فما أظهرته لنا التقنية نراه وهو القليل، وما لم تظهر لا نراه وهو الكثير. فلا شك أن لتطور التقنيات الرقمية في الهندسة الكهربائية، على سبيل المثال، دورًا مهمًا في تطوير تقنية معالجة الصور وكيفية تبادلها وإرسالها وضغطها وتخزينها وتحليلها وغير ذلك من عمليات. وما يعرف بتقنية "معالجة الإشارة" (signal processing) في الهندسة الكهربائية تلزم تقنيات مساحية مهمة كنظام تعيين المواقع العالمي، وتؤثر في قدرته على تحديد الأهداف الجغرافية المطلوبة. ولولا تطوّر بعض التقنيات في الهندسة الكهربائية لما عرفت المساحة التصويرية الرقمية التي هي فرع من أهم الفروع المساحية التي لا يستغنى عنها. وتقوم التقنيات المساحية بدورها في خدمة الهندسة الكهربائية في جانب القياسات الدقيقة التي تلزم الشركات الكهربائية. وتؤدي الخريطة دورها في هذه الخدمة. وتعد تقنية GIS اليوم من أهم التقنيات المساحية المساهمة في تحسين أداء شركات الكهرباء وتطوير خدماتها، انظر مثلاً [٢٣، ٢٦، ٢٧].

وتظل حاجة الهندسة المساحية في تقنياتها للهندسة الميكانيكية والصناعية كحاجتها إلى الهندسة الكهربائية. ولا يمكن إغفال دور الهندسة المساحية في هذين الحقلين، سواء، عندما يراد إنجاز منجز عملاق دقيق الأبعاد كما في صناعة الطائرات والسفن وغيرها حيث تأتي أهمية القياسات الدقيقة المنضبطة [٢٨]، أو عند إنشاء مشاريع صناعية ضخمة في شتى مجالات الصناعة، انظر مثلاً [٢٧، ٢٩]. وفي هندسة النفط تجد الحاجة قائمة إلى الهندسة المساحية بدءًا بالمساهمة في استكشاف المواقع القمينة بالنفط، وانتهاءً بإنتاجه وتصديره، أما تراها توفر الخرائط والنماذج ثلاثية الأبعاد التي تسهم في الرفع من مستوى تقنية الصناعات البترولية [٢٧، ٢٩، ٣٠]. ولا يقل شأن التقنية المساحية أهمية في الهندسة الكيميائية عنه في بقية التخصصات وإن حجبت التقنية المتاحة عن أعيننا بعضًا من هذا الشأن، فإلى جانب دورها في إنشاء المشاريع الكيميائية الضخمة [٢٧، ٢٩]، يمكن أن توظف التقنيات المساحية في دراسة التلوث الكيميائي، وفي فهم خواص المواد الكيميائية من بعد، فتسهم مساهمة

فعّالة في فهم الصور والأشياء التي تحتوي عليها، فتكون النتائج أسرع إنجازًا، و أكثر دقة، وأصح محتوى.

ونظرًا لطبيعة تخصص الهندسة المساحية المعتمد على القياس الدقيق بتقنيات عدة، ونظم متينة، وخرائط صحيحة دقيقة [١٢، ٣١، ٣٢]، نجد أن المتخصص فيه بحاجة إلى فهم بعض خصائص الأشياء التي يقيسها ويمثلها على الورق أو الحاسب. وهذه الأشياء تكون من إنجاز تخصصات أخرى في بيئات أخرى متباينة. فالمنشآت الهندسية، مثلاً، التي تختصر في خرائط مساحية يشترك فيها عدد من التقنيات الهندسية المختلفة، بل إن بعض أجهزة الهندسة المساحية وتقنياتها تعتمد على أجهزة وتقنيات تمّ إنجازها في تخصصات أخرى [٨، ٣٣]. فوجود هذه التخصصات مهم لوجود الهندسة المساحية، ولا غنى لها عنها البتة. ومن هنا تبرز أهمية التكامل مع هذه التخصصات لنفي الجهل بها. وتضيف الهندسة المساحية بدورها إلى كل هذه التخصصات بُعدًا آخرَ ورافدًا جديدًا من روافد المعلومات ألا وهو الصور المصححة (orthoimages)، والخرائط الدقيقة التي لا يتأتى إنتاجها إلا من خلال التقنيات المساحية. وإذا لم تكن هذه الإضافات مستخدمة الآن في كثيرٍ من التخصصات القائمة، فسيأتي دورها في القريب العاجل كما تشير بوادر التقنية الحديثة في المجالات العلمية كافة. إن من كانت الخريطة أو ستكون مهمة له في صورة من صورها لن يستغني عن الهندسة المساحية ويلزمه فهم شيء ولو يسير عنها حتى يتسنى له توظيف تلك الخريطة (التقنية) كما ينبغي. ومن لزمته الخريطة لزمه تبعًا لذلك الشكل الثلاثي الأبعاد لما ينظر إليه، ومن لزمه ذلك لزمه نظام الـ GIS لتحليله تحليلاً مستوعبًا. وكل هذه التقنيات تقوم أساسًا على علم الهندسة المساحية.

ويمكن تصوّر علاقة الحقول الهندسية ببعضها وتكاملها وتواشجها من خلال دور كل واحد منها في منشأة ضخمة يراد إنجازها. أليست هذه المنشأة بحاجة إلى تكامل هذه التقنيات (التخصصات) لإتمامها. إن ترابط هذه التقنيات وتكاملها في هذه المنشأة ينمّ عن ترابط علومها وتكامل فنونها في قاعة الدّرس، أو هكذا ينبغي لها أن تتكامل، لا أن ينظر إلى كل واحد منها بمعزلٍ عمّا حوله. وما لم تُظهر هذه الصفة أمام المتعلّم- كل في تخصصه-

خرج بمعارف ركيكة مهلهلة لا تقوم على أساس صلب متين، وعجز أن ينخرط في مسيرة التقنية التي تنتظره.

المستوى الثالث

إذا نظرنا - من مستوى أعلى قليلاً - إلى قنوات التكامل بين الهندسة المساحية وبقية العلوم والمعارف الأخرى تبيّن لنا شيء من نمط ترافدها وتضافرها. فللهندسة المساحية نوافذ مشرّعة على الرياضيات وعلوم الحاسب، والعمارة والتخطيط، والعلوم الجغرافية، والجيولوجية، والتاريخية، والآثارية، والزراعية، والفلكية، والطبية، واللغوية، وفي حالات الكوارث والعلوم العسكرية وغيرها. ولا يحجب مثل هذه العلاقة إلا ضعف قدرة الإنسان في الإلمام بمعارف كثيرة في آن واحد، وضعف التقنية المتاحة التي نسترشد بها في معرفة سبل التواصل بين التخصصات والمعارف المختلفة، كما أشرنا من قبل. وليست علاقة الهندسة المساحية بهذه العلوم علاقة ذات اتجاه واحد، بل هي تعد رافدًا لبعضها وتسترفد البعض الآخر. وقد ترفد التخصص الواحد منها وتسترفده في الوقت نفسه. ولا غرابة في ذلك، فالعلوم والمعارف متكاملة مترافدة متناسقة بعضها ينبثق من بعض، على الرغم من ظهورها متباعدة بحكم الغوص الشديد في التخصص الواحد دون ربطه بما حوله من أصول وفروع وروافد تعلم بالبحث والتقصي. نعم إن التكامل في العلوم إنما يتوافق وينسجم مع طبيعة انبثاق العلوم بعضها من بعض، ولكن كثرة التعمق في التخصص مع إهمال نزعة التكامل، جعلتنا نتصور قيام كل تخصص بمفرده، وإمكانية انعزاله عن غيره. ولئن كانت العلوم متولدٌ بعضها من بعض، فإنها تتقوى وتتسع بالبحث فتنقلب العلاقة التوليدية إلى علاقة تكاملية لا مندوحة عنها. وفيما يلي أمثلة موجزة للتدليل فقط على هذه العلاقة.

فالرياضيات أساسٌ صلبٌ من أسس الهندسة المساحية ولا حاجة لنا بإيضاح ذلك. وعلوم الحاسب الآلي تعد رافدًا مهمًا من روافد الهندسة المساحية، ذلك لأنها - إلى جانب اعتمادها على برمجيات حاسوبية - تسترفد كثيرًا من التقنيات التي تعين على تنفيذ

العمليات المساحية آليًّا (automatic) دون تدخل من الإنسان، أو بأقل ما يمكن من التدخل. ومن أمثلة هذه التقنيات: الذكاء الصناعي، والشبكات العصبية (neural networks) وغير ذلك من تقنيات استنباط المعلومة (inference mechanism) فيما يعرف بالرؤية الحاسوبية [٦]. كما أن أنظمة المعلومات التي توظفها الهندسة المساحية وتسهم في بنائها بما يخدم أغراضها تعتمد في إنشائها أصلاً على علوم الحاسب. وتسهم الهندسة المساحية بدورها في تطوير تقنيات مهمة جدًا استفاد منها متخصصو الحاسب الآلي كما أشار إلى ذلك غير باحث منهم **ميخائيل** (Mikhail, 1999) [٣٣؛ ص ص ٧٤٠-٧٤١] حيث يقول: "*كمثال على ذلك، فإن طريقة ثبوت الصورة (image invariance) تقنية أنجزت في المساحة التصويرية ولكنها طورت واستخدمت في تقنية فهم الصورة (image understanding) وفي تقنية الرؤية الحاسوبية*". ويشير الباحث إلى تقنية مشتركة بين تخصصين، فيقول: إن "*التقنية التي وجدت في تقنية الرؤية الحاسوبية وفي المساحة التصويرية هي تقنية تمييز الهدف* (object recognition)". ومما ييسّر تمييز الهدف بناء شكل ثلاثي الأبعاد له من الصوّر يمثله ويقرّب معرفته. ولمزيد من المعلومات عن ترافد الهندسة المساحية والرؤية الحاسوبية يمكن العودة إلى [٦، ٣٢].

أما في العمارة والتخطيط فأهمية المساحة لهذين الفرعين من المعرفة كأهميتها للهندسة المدنية. ومما يلفت النظر أن كلية العمارة والتخطيط في إحدى الجامعات العربية حاولت الاستغناء عن مقرر المساحة الذي اعتادت تدريسه لطلبتها [٣٤]، ولما شعرت، بعد عقد من الزمن، بحاجة خريجيها الماسة إلى المساحة، أعادته كما كان إلى برنامجها. وبين الجغرافيا والهندسة المساحية وشائج قوية تعززها الخريطة بمختلف أشكالها، وأنظمة المعلومات الجغرافية وما يتبعهما من عمليات مهمة لكلا التخصصين [١٢]. وتعد الجيولوجيا كالجغرافيا في استرفادها معطيات الهندسة المساحية في دراسة سطح الأرض وما تحته مستعينة بتقنيات عدة منها الخريطة والصورة وأجهزة القياس المختلفة [٣٥]. ويمكن لأهل التاريخ، والآثار توظيف هذه التقنيات فيما يخدم أغراضهم في دراسة الماضي، بما يخدم الراهن ويساعد على فهمه [٣٦]. وفي الزراعة بعض التطبيقات العملية التي تسترفد تقنيات تحليل الصور وقراءة الخرائط، ورصد المعلومات الحقلية [٣٧].

ويعد الفلك من العلوم التي تسترفد الهندسة المساحية، ويرفدها في الوقت نفسه وبين التخصصين من الوشائج القديمة والحديثة ما لا يمكن حصره. فعلى سبيل المثال، تجد من المعارف التي يتعلمها الطالب في الهندسة المساحية ما يسمى بالجيوديسيا الفلكية التي امتد تأثيرها الآن إلى تقنية الأقمار الصناعية التي تجوب الفضاء ليل نهار. وفي الطب نجد أن تقنية التصوير السيني (X-Ray) ما هي إلا جزء من المساحة التصويرية. ولا تختلف تقنية تفسير الصور الجوية والفضائية عن تلك التي في الطب عدا في اختلاف الهدف المصوّر، والاستنتاج تبعًا لذلك. وتتزايد أهمية الصور الرقمية في الأساليب العلاجية الحديثة، وفي البحث عن مكامن الأمراض المختلفة في الطبيعة [٣٨، ٣٩]. ويعد الطب من أكثر القطاعات حاجة إلى أنظمة معلومات جغرافية تتكامل مع الأنظمة التي طوّرها ذووه للتعامل مع تشخيص الأمراض آليًّا.

أما دور اللغة في الهندسة المساحية فعظيم، فالمعلومات التي تتعامل معها هذه التقنية لا تخلو من أن تكون كمية رقمية (numerical)، أو غير رقمية وصفية (descriptive)، والأخيرة مهمة جدًا في تفسير الصور، وفي إعطاء معنى للأشياء التي تحتويها الخريطة والصورة ذلك لأنها تتكون في معظمها من كلمات (words) أو أسماء (names) تعرف بها الأشياء المراد معرفتها. وبدون الإلمام باللغة وخصائصها يظل هذا التخصص معطلاً في جانبٍ مهمٍ من جوانبه، بل أن عملية بناء البرمجيات الضخمة لا تتم دون تسمية الأشياء بأسمائها التي تميزها دون غيرها. وفي نظري أن من يملك اللغة الثرية الدقيقة في الوصف سيملك زمام التقنيات المساحية في المستقبل [٤٠]. ويطول الحديث عن دور الهندسة المساحية في حالات الكوارث والحوادث الطبيعية وغير الطبيعية من حيث توفير الجهود والطاقات والأوقات وتيسير سبل معالجة كثيرٍ من هذه النوازل المفاجئة [٤١].

أما في العلوم العسكرية، فدور الهندسة المساحية لا يكاد يضاهى. لقد بلغ تطوّر التقنية العسكرية بفضل تقنيات هذا العلم مبلغًا عجيبًا جدًا، فلم يعد الغرض من هذه التقنيات هو توظيفها في تحديد مواقع الأهداف، وتقدير المسافات، والاتجاهات وما شابه ذلك من أعمال، بل تجاوزه إلى نقل مباشر لسطح الأرض بمعالمه وتفاصيله، وعرضه أمام المعني به في لحظات وجيزة. وتجاوزه أيضًا إلى محاولة تحديد ماهية الشيء أتوماتيكيًا إذا

عُرف بعضه [٤٢ ، ٤٣]. ولهذه الجهود فضلها في كسب الحروب لمن أتقنها. وتعد الولايات المتحدة الأمريكية من أفضل الدول في تطوير هذه التقنيات وتوظيفها إن لم تكن أفضلها على الإطلاق. إلى جانب هذا، فإن للتقنيات المساحية دورًا بارزًا في توطيد دعائم الأمن في البلدان نفسها وبين بعضها البعض من خلال دقتها في رفع المعلومات من الأرض إلى الخرائط، وتوقيعها من الخرائط على الأرض. وقد يكون من حسن حظ الولايات المتحدة الأمريكية أن أول رئيس لها كان مسّاحًا يعرف معنى المسافات والحدود والإحداثيات [٤٤]. ولعل لذلك تأثيره فيما تنعم به هذه الدولة من أمن في حدودها الخارجية، والداخلية بين ولاياتها الكثيرة، وفي أراضيها بين سكانها.

إذن -كما هو الحال في المستوى السابق- كل ما يحتاج فيه إلى معلومات مقيسة بدقة عالية، على مقياس أصغر أو أكبر مما هو في الواقع، لزم صاحبه اللجوء إلى التقنية المساحية لتسهم في إنجازه. ولقد رأينا من خلال ما سبق أن تقنية تحليل الصور والخرائط، تكاد تكون قاسمًا مشتركًا لكثير من التخصصات الهندسية وغير الهندسية (انظر أيضًا، [٤٥ ، ٤٦]). وكلما زادت التقنية تقدمًا، زادت مساحة المشترك بين العلوم وضوحًا. وشاهدنا في ذلك، من زاوية مساحية، أنظمة المعلومات الجغرافية التي تأخذ بناصية كثير من المعارف اليوم وتوجهها إلى سبيل التكامل والترافد. وهي تتسارع في التطوّر لرغبة الإنسان في جعل الآلة تقوم بما كان يقوم به هو من أعمال كثيرة في شتى مناحي الحياة. ولتلبية هذه الرغبة كان لزامًا البحث عن رابط يربط المعارف والتقنيات الموجودة والبحث عن مصادر أخرى جديدة رافدة. وأنظمة المعلومات سواء كانت جغرافية أو غير جغرافية هي الحقل المشترك بين كثير من العلوم والمعارف. فالمطّلع يجد أن أنظمة المعلومات مطّردة في بعض العلوم، ويجد بوادرها في البعض الآخر، فهي التوجّه المنظور لكل علم، أو لكل جماعة علمية. ألست تجد أنظمة معلومات في الطب، والاقتصاد، والزراعة، وفي الإنشاءات، وغيرها (انظر مثلاً [٢١ ، ٢٣]). إن وجود مثل هذا التوجه هو ما يحتم التكامل بين فروع المعرفة المختلفة، لتكون النتائج التقنية المنبثقة عنها أكثر عمقًا ومتانةً. لذا فباب تكامل الهندسة المساحية مع التخصصات الأخرى مفتوح على مصراعيه. نشطت فيه قبلنا الدول المتقدمة تقنيًا، وما زال ينتظر من يلجه منا بقوة وحماس.

سبل التكامل بين الهندسة المساحية والعلوم الأخرى

التكامل التعليمي

يلمح المطّلع على برنامج التعليم الجامعي، في عالم اليوم، صبغة التكامل النظري من خلال مقرراته [٤٧]، ولا غرابة في ذلك فنحن إنما نعالج بمعارفنا وعلومنا مشكلاتٍ وهمومًا يجمعها مشترك واحد (بيئة واحدة)، فلا مناص من تقاربها وتقابلها، بل وتطابقها في بعض الأحيان. ألم تر إلى برنامج الهندسة المساحية في العديد من كليات الهندسة يحوي ما يداني أو يزيد على ٦٠٪ من ساعاته من خارجه (انظر مثلاً [٤٨-٥١]). وما كان هذا التكامل إلا لينطلق المتعلم من قاعدة عريضة تمكّنه من فهم العناصر المكوّنة للبيئة التي سيتعامل معها في المستقبل، حيث هو بحاجة إلى معرفة خواص الأرض والبيئات والمنشآت التي سيعمل فيها ومكوناتها الطبيعية، وخواص الأجهزة التقنية الكهربائية والميكانيكية التي سيستعملها، وغير ذلك كثير. ولا غرابة إذا لمحنا في برامج الدول المتقدمة سعة اتساع هذه القاعدة لتشمل الخلفيات الثقافية والإنسانية إلى جانب العلمية المختلفة غير أن الملفت للنظر أن هذه النسبة تكاد تكون ثابتة في برامج الهندسة المساحية في الولايات المتحدة الأمريكية على كثرتها وهي ٦٠٪ مقررات عامة مجموعها ٧٩ ساعة و ٤٠٪ مقررات موزعة على حقول المساحة بما مجموعه ٥٣ ساعة، فيكون مجموع ساعات البرنامج الواحد ١٣٢ ساعة فقط [٤٩-٥١]. يقابل هذا العدد في بعض جامعات الدول النامية بـ ١٧٥ ساعة (انظر [٤٨]). فالمتعلم هنا مثقل كاهله بكثرة المقررات التي ينسي بعضها بعضًا. وهي لكثرتها لابد أن تتداخل وتتباعد بدلاً من أن تتكامل وتتناسق، فالفائدة المرجوة منها قليلة. ويحصل التداخل أيضًا بين الهندسة المساحية والحقول الأخرى في كثيرٍ من الجوانب كما هو الحال في الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية إذ تدرّس في أكثر من قسم في الجامعة الواحدة ذلك لأن مثل هذه العلوم كانت تقنيات قبل أن تكون علومًا، ثمّ أصبحت بعد رسوخها علومًا وتقنيات متلازمة. ولو افترضنا أن لتدريسها متفرقة ما يبرره من الناحية التطبيقية، فإنه من الناحية التعليمية غير مبرر، فالأسس واحدة على كل حال، وإن اختلفت أغراض التطبيق من تخصص إلى آخر. فيمكننا التكامل في المشترك، والتفرّد فيما

سوى ذلك مما يخدم التخصصات المختلفة. وللتكامل التعليمي ما له من مميزات من حيث توفير الجهود وحفظ الأموال والأوقات وتيسير سبل التكامل البحثي الذي هو أسٌ من أسس النمو التقني.

التكامل البحثي

لا يغني التكامل التعليمي النظري عن التكامل البحثي، بل ينبغي لهما أن يكونا مرتبطين ببعضهما لا ينفكان أبدًا، ذلك لأنه لا يتأسس النهج التعليمي إلا على معطيات الأبحاث، ولا تطّرد الأبحاث بدون العملية التعليمية [٥٢، ٥٣]. إن هذا التلازم هو ما يجعل المؤسسات التعليمية في دول العالم المتقدم تقنيًا ذاتية الحركة، معتمدة على مصادرها التمويلية الخاصة. والأبحاث المولدة لهذه الحركة لا تكون إلا تكاملية في معظمها. ولكثرت خصائص الهندسة المساحية المميّزة لها -المذكور بعضها فيما سبق من قول والمبسوطة في مواضع أخرى، مثل [٥٤، ٥٥]- فإنها تتكامل بحثيًا مع حقول المعرفة الأخرى كافة. ولتأكيد هذا القول، قمنا بالبحث في واحدة من أوسع قواعد المعلومات انتشارًا (compendex) [٥٦] حاصرين فترة البحث بين عامي ١٩٩٥ و٢٠٠٠م، فوجدنا عددًا هائلاً من الأبحاث المنشورة التي تتكامل فيها الهندسة المساحية مع واحد أو أكثر من الحقول العلمية الأخرى كما يبين ذلك الجدول (١). ويوضح جدول (٢) العدد التفصيلي للأبحاث المنجزة في اثني عشر حقلاً مختارًا من حقول المعرفة المذكورة آنفًا. ويلاحظ أن البحث الواحد الوارد في جدول (١) يحوي عدداً من التخصصات الموضحة في جدول (٢)، لذا يزيد مجموع أبحاث كل سنة في جدول (٢) عنه في جدول (١). ونظرًا لكثرة تطبيقات الاستشعار عن بعد في حقول معرفية كثيرة كالجغرافيا والزراعة والجيولوجيا والبيئة، فقد استبعد من هذه الدراسة حتى لا يطغى بكثرة أبحاثه على ما سواه، ولكي يظهر للمطّلع دور التخصصات المساحية الأخرى في التكامل المقصود. ويمثل الشكل (٢) المعلومات الواردة في جدول (١)، وفيه يظهر النمط الذي يسير عليه التكامل بين الهندسة المساحية والعلوم الأخرى في سنوات الدراسة، والتصاعد المستمر في التكامل خصوصًا بعد عام

١٩٩٨م مع مراعاة اقتصار الدراسة على تسعة أشهر من عام ٢٠٠٠م. ويبيّن الشكلان (٣، ٤) الأرقام المفصلة في الجدول (٢)، فيظهر التصاعد المستمر في النهج التكاملي في كل فرع على حدة كما هو فيها مجتمعة. إذن نخرج من هذا إلى أن الهندسة المساحية تتكامل بحثيًا -كما هو الحال نظريًا- مع جميع الحقول المعرفية المعروفة في عالم اليوم، وأن أسلوب التكامل يكاد يصبح ديدن علماء العالم المتقدم في هذا المجال من المعرفة.

جدول (١). إجمالي عدد الأبحاث العلمية ذات الطابع التكاملي مع الهندسة المساحية.

سنة النَّشر	عدد الأبحاث المتكاملة مع الهندسة المساحية
١٩٩٥	٤٠
١٩٩٦	٦٤
١٩٩٧	٦٣
١٩٩٨	٦٠
١٩٩٩	٢٩٨
٢٠٠٠*	٢٣٧
	المجموع = ٧٦٢ بحثًا

*غطت الدراسة التسعة الأشهر الأولى من عام ٢٠٠٠م

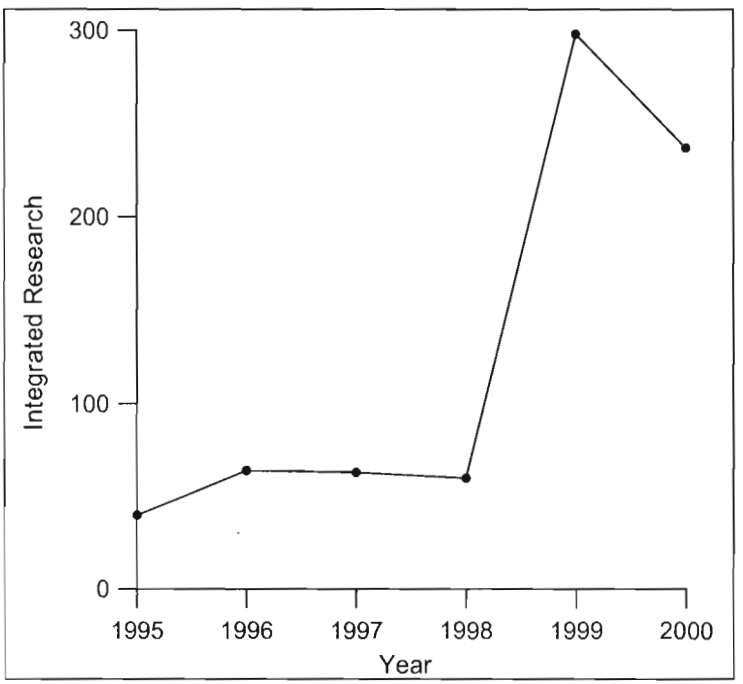
جدول (٢). عدد الأبحاث المنجزة في اثني عشر حقلا مُختارا من بين الحقول العلمية المختلفة .

موضوع التكامل	عدد الأبحاث المتكاملة مع الهندسة المساحية حسب التخصص					
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٧م	١٩٩٨م	١٩٩٩م	٢٠٠٠م*
الرؤية الحاسوبية	٩	٨	١٦	١٢	٨٦	٥٧
الهندسة المدنية	١١	٢٣	٢٣	١٤	٩٤	٦٠
الميكانيكا والصناعة	١٣	١٧	١٩	٢١	٨٥	٧٣
الهندسة الكهربائية	٣	١٠	٧	٨	٥٥	٣١
هندسة النفط	٥	٩	٦	٧	٤٥	٢٨
الهندسة البيئية	٤	٦	١٢	٨	٥٨	٣٤
الهندسة الكيميائية	٢	٧	٥	٥	٣٦	١٨

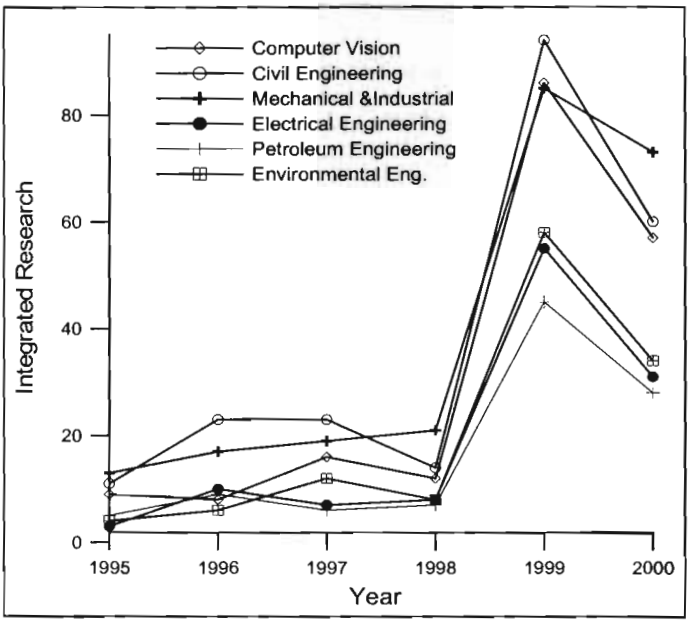
تابع جدول (٢).

موضوع التكامل	عدد الأبحاث المتكاملة مع الهندسة المساحية حسب التخصص					
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٧م	١٩٩٨م	١٩٩٩م	٢٠٠٠م*
المجال العسكري	٤	١٥	١٥	٦	٢٥	٢٠
الجيولوجيا	٢	٣	٨	٣	٦	٢١
الطب	٢	٩	٨	٢	٢٣	١٥
الزراعة	١	٦	٧	٦	١٥	١٤
الكوارث	١	٤	٦	٢	١٥	١٢
	٤٧	١١٧	١٣٢	٩٤	٥٤٣	٣٨٣

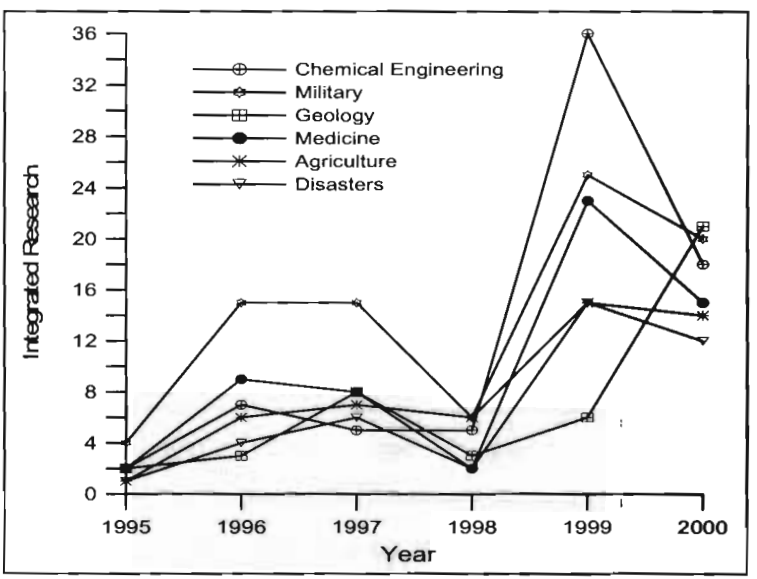
* غطت الدراسة التسعة الأشهر الأولى من عام ٢٠٠٠م، لذا فأرقام هذا العام تمثل ثلاثة أرباع ما أنجز فيه.



شكل (٢). نمط العلاقة بين عدد الأبحاث المتكاملة مع الهندسة المساحية وسنوات البحث.



شكل (٣). نمط العلاقة التكاملية بين الهندسة المساحية وستة حقول علمية مختارة.



شكل (٤). نمط العلاقة التكاملية بين الهندسة المساحية وستة حقول علمية أخرى.

التكامل والتقنية

من السمات المميزة لعصرنا الحاضر تقلّص الزمان، واتساع المكان، فالمدى الزمني المطلوب لإنجاز منجز ما أصبح قليلاً، بل أنه يبدو وكأنه ينكمش ويضيق، بينما يتسع المكان أمام أعيننا، فنرى من العالم ما لم نكن نراه من قبل. هذان أمران مشاهدان ملموسان. ولعل لتوسع المكان أثرًا على ضيق الزمن في تصورنا، فاتساع دائرة نظر الإنسان (المكان)، يقتضي تعدد مصادر المعلومات أمامه، وكثرة أنواعها، وأشكالها واختلاف نظم معالجتها، وتعدد سبل الاستفادة منها إلى غير ذلك من شؤونها وشجونها. فإذا ما أراد أن يقوم بهذه الوظائف أو بعضها، ضاق به الزمن، وشعر بانفلاته من بين أيديه. إذا اتفقنا على هذا، كان لزامًا علينا ضرورة إنجاز ما يمكن إنجازه في أوسع نطاق بأسرع ما يمكن. ومن هنا وجب التكامل لأنه يعجز التخصص الواحد عن أن يفي بمتطلبات التقنية من جانبه عجز الفرد منّا عن أن يلمّ بأطراف المعارف والعلوم المختلفة بمفرده. والدول المتقدمة تقنيًا لم تكتف بالتكامل الفردي، رغم وجوده وبروزه، بل إنها تسعى إلى ترسيخ أسس التكامل الجماعي علميًا وعمليًا.

ونقصد بالتكامل الفردي النزعة الفردية لدى المرء للإلمام بقدر كبير من العلوم والمعارف المتصلة والمتكاملة دون التكامل مع غيره. لقد تمكّنت هذه الدول من أن توجّه التكامل الفردي بما يذكي نشاط التكامل الجماعي ويعزز جذوره في مجتمعاتها. وهذا هو ما برهنّاه هنا، وهو المشاهد، في جامعاتها ومراكز أبحاثها ومؤتمراتها وندواتها العلمية (انظر للاستزادة [١٠، ٥١، ٥٧] مثلاً). فمركز صناعة الخرائط في أوهايو (center for mapping, CFM) مثلاً [٥٧] تلتقي فيه جهود أكثر من تسعة عشر قسمًا من أقسام الجامعة من أهدافها الوصول إلى تقنية معلوماتية عالية تتعدى خدماتها الولاية التي هي فيها. لقد أصبحت التقنية المساحية نواة للتكامل في كثير من جامعات العالم اليوم [٨، ٩، ٥٨].

ولهذا التكامل دوره في إنتاج التقنية في الدول المتقدمة، يقول **ميخائيل**، ١٩٩٩ [٣٣؛ ص ٧٤٦] مثلاً: "*يمكن تحقيق نجاح معتبر بمزج أنشطة المساحة التصويرية، ونظم*

معالجة الصورة متعددة الأطياف وتحليلها، وتقنية أنظمة المعلومات الجغرافية. لقد أصبح التكامل بين هذه التخصصات، في الحقيقة، هو الأساس الأولي لمركز أبحاث مؤسس بدعم من قبل مكتب البحث العسكري الأمريكي". لاحظ أمرين في هذا التوجه: الأول، تضافر تقنيات متعددة من حقول مختلفة من أجل إنجاز هدفٍ واحد يتمثلُ في تقنية ضخمة متطوّرة. والثاني، دعم القطاع العسكري الأمريكي لهذه البحوث المتكاملة من أجل الحصول على تقنية عالية الدقة تسهم في تحديد الأهداف على الأرض بسرعة فائقة. ويقدّم الباحث - في الصفحة نفسها - ما يشبه الدعوة للعلماء والمهندسين من الحقول العلمية الأخرى إلى المشاركة في حل المشكلات الجديدة في حقله المساحي الخاص بعد أن يسرت التقنية لهم الوصول إلى هذا التخصص الدقيق، فيقول: "*نظرًا للتطوّرات التقنية في المساحة التصويرية، ولسعة انتشار استخدام الصور الرقمية، فإن هناك مشاكل مختلفة ينبغي حلها، لذلك فإنه يمكن للعلماء والمهندسين من الحقول الأخرى المشاركة في أبحاث المساحة التصويرية أكثر مما مضى*". ويقول بورشاردت وآخرون معه (Borchardt, *et al.* 1996) [١٠؛ ص ٥٣]: "*لقد كامل قسم نظام المعلومات الجغرافية في مدينة أكلاهوما بين أنظمة المعلومات الجغرافية ونظام تعيين المواقع العالمي لينشئ أكثر من مئة برنامج هندسي تنفيذي (geometric construction tools)*" في تلك المدينة.

فتقنية أنظمة المعلومات الجغرافية التي تجمع شتات فروع الهندسة المساحية وغيرها من الفروع في نسق واحد، تقنية لا مناص لكثير من المعنيين بها أفرادًا ومؤسسات -وهم كثر- من استخدامها، ولابد لهم فيها من الأخذ بمبدأ التكامل فيما بينهم حتى لا تكون جهودهم فيها ضرب من الوهم. إنها تقنية ضخمة معقدة لم تأت إلا بتضافر كبير، ولن توظّف وتشغّل إلا بمثله. وهذا ما هو ملموس ومشاهد في بيئتها التي أنجزت أول ما أنجزت فيها كما بيّنا ذلك من قبل. وهي التقنية الواعدة لكثير من فروع المعرفة في حقول شتى كما يرى ذلك عدد كبير من الباحثين، انظر مثلاً [٥٩]. ويقول تيرنر (Turner, 1999) [٣؛ ص ٣٠] إن هذه التقنية: "*تساعد في تكامل المعلومات ذات الصلة بالأرض، وتوفر أدوات استعراضها وتفسيرها*". لقد قادت هذه التقنية بعد الزخم الكبير من الأبحاث التي حظيت بها إلى ما يسمى بعلم GIScience [٣]. فبدلاً من التحدث عن الـ GIS، أصبحنا نتحدث

عن الـ GIScience، فالتقنية أدت إلى ترسيخ نوع من العلم الجديد الذي لا يقوم إلا على التكامل.

لقد عرفنا دور الهندسة المساحية في الـ GIS، ودورها في الإنترنت لا يقل عنه في الأهمية، ذلك لأن التقنيتين متماثلتين في الاعتماد على المعلومة الرقمية التي لا تسهم الهندسة المساحية في جلبها فحسب، بل تجلبها دقيقة صحيحة سهلة الفهم يسيرة الاستخدام، يقول بروكا (Brokaw, 1999) [٤٥؛ ص ٢٩٨]: "*تعني الهندسة المساحية بتكامل أنظمة المعلومات الجغرافية، وتقنية تحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية، والاستشعار عن بعد، وتقنية الاتصال (communication technology) .. إنه متى ما أصبحت المعلومات في متناول اليد، لزمها التنظيم والاتصال لجعلها مفيدة أو ذات معنى*". فشبكة الإنترنت الضخمة ما هي إلا توسيع هائل لفكرة أنظمة المعلومات السابق ذكرها، بحيث لا تقتصر على تخصص دون تخصص ولا علم دون علم، بل تطمح أن يكون فيها كل شيء عن كل شيء. فهل يمكن أن تُوظّف مثل هذه التقنية وتدار بجهدٍ فردي، أو بمؤسسة واحدة. إن هذا ما لا يقول به عاقل. فهي لم تصنع لذلك، وإذا ما حاول أحدٌ التعامل معها بهذا الأسلوب، وجدها مركبا عصيّا مزعجا لا خيار أمامه سوى تنكبه والبعد عنه. وفي ذلك مشقّة بالغة عليه، فهو لو رغب في اعتزال العالم من حوله، لن تُحقق له رغبته لأن لدى هذا العالم من التقنيات ما يستطيع بها تحريكه من بعد، والتّحكم في كثيرٍ من شؤونه شاء أم أبى. وقد يقول قائل لماذا لم تستشهد بالعولمة بدلاً من الإنترنت، إذ فكرة التكامل في العولمة أوضح وأظهر، فأقول- باختصار- إن العولمة هي فكرٌ له تقنية مصاحبة وما تقنيته اليوم إلا الإنترنت، فأي ما وجه استشهدنا به فهو صائب. إذن ما دمنا في عالمٍ وضع أسس تقنياته على منهج التكامل بين أفراده في شركاته ومؤسساته، وشرع في إدارة شؤونه من خلال هذه التقنيات الجبّارة، فلا بد لنا من هذا المنّهج لكي لا نكون فيه الطرف الأضعف الذي يبوء بالخسران في كل معترك.

الخاتمة

لقد أوردنا من الحقائق والشواهد النظرية والبحثية ما يؤكد تكامل الهندسة المساحية مع علوم ومعارف اليوم مهما بدا بعضها بعيدًا ونائيًا. وقد أظهر لنا البحث أن موجة التكامل هي الموجة المسيطرة في عالم البحث العلمي، وأنها موجةٌ متصاعدة متزايدة لا تعرف الخفوت. والتقنيَة التي يخوض فيها أهل هذا العلم، إنما نمت وظهرت بالتكامل بين معارف شتى، فالتكامل من هذا الوجه، ضرورة تقنية لا مناص منها. ونحن إذا ما بنينا علومنا ومعارفنا على مبدأ التكامل السليم، لا ننشئ تقنية فقط، بل نستطيع أن نحافظ على الأوقات، والقدرات، والخبرات ونمنع عنها الضياع والتّبعثر، وبوار الجهود، وتداخل المهام، وتشتيت العقول في عصر يتأثر أهله بمقدار الثانية الواحدة من العمل سلبا وإيجابا.

ولا بد في التكامل المنشود من التدرج والأخذ بالأولى فالأولى، فالعلوم تتقارب وتتباعد بحسب مفاهيم النّاس وتصورهم لها كما رأينا من خلال تتبعنا لحال الهندسة المساحية مع غيرها من العلوم الأخرى. كما أنه لابد في التكامل المرجو من أن يكون تعليمياً وبحثياً في آن واحد حتى لا يكون تكاملاً ناقصاً مشوّهاً. فكلا الجانبين، التعليمي والبحثي، معتمدان على بعضهما. فالعلوم والمعارف إنما تزدهر بالبحث وتتطوّر من خلاله، والبحث إنما تفتّح سبله وتبيّن معالمه وتستمر تغذيته بالتعليم. ومتى ما شرعنا في التكامل التعليمي والبحثي، أخذا في التلاحق والترافد، ودارت عجلة التعليم على خير ما يرام. ففي التكامل التعليمي ينبغي نفي التداخل بين المقررات، وعدم إثقال كاهل المتعلم بتكرار المعلومات، وأن يجعل التعليم في نسق مطّرد. أما في التكامل البحثي فينبغي تشجيعه لدينا كما هو لدى العالم المتقدم تقنيًا، وفتح قنواته ودعمه ماليًا ومعنويًا. ونحن هنا، بالتركيز على التكامل، لا نحارب التخصص ولا الجهود الفردية ولا نقلل من شأنها، فهي ضرورية له ولا يمكنه أن يقوم بدونها، لكنّا ندعو إلى التخصص الذي لا يغفل التكامل أو الذي ينحو منحى التكامل ويرمي إليه، فبهذا يتحقق الغرض. ونحن نعلم أن الإبداع قد يأتي فرديًا، بل هو كذلك في كثير من شؤون الحياة، غير أن الحفاظ عليه وتنميته وتطويره لا يكون إلا جماعيًا، وإلا ضاع واندثر.

وأخيرًا، فإنه لا مبرر لميل بعض المتخصصين والباحثين إلى نبذ التكامل، والإنكار على من يريد تلمس جذور حقله وفروعه وروافده وفهمها ليستعين بها على فهم تخصصه وإتقان عمله فيه، والاعتقاد إنما تقوم الأمم على الفردية أو على الإفراط في التخصص بطريقةٍ تناقض التكامل وتنابذه وتنابزه، ولا تجلب المنفعة إلا لنفر قليل جدًا إن فعلت. كما أنه لا مسوّغ للتهوين من شأن بعض التخصصات سرًّا وعلانية، في الوقت الذي نرى فيه الدول المتقدمة تقنيًا تسعى سعيًا حثيثًا نحو تكامل العلوم المختلفة من أجل تقنية أقل مؤنة، وأكثر دقة، وأسرع إنجازًا.

شكر وتقدير

أود أن أشكر المهندس/ سيد ذكر الرحمن الباحث في قواعد المعلومات لدى مركز البحوث في كلية الهندسة على ما قام به من جهد في توفير الأبحاث اللازمة لإتمام هذه الدراسة.

المراجع

[١] Bashore, W.M. "Data Integration Realizes the Promise of Multidisciplinary Efforts" *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference*, USA, 1 (2000), 37-40.

[٢] عشوي، مصطفى. "نحو تكامل العلوم الاجتماعية والعلوم الشرعية." *التجديد، مجلة علمية محكمة*، الجامعة الإسلامية العالمية بماليزيا، السنة الأولى، العدد الثاني، (يوليه ١٩٩٧)، ٥٥-٨١.

[٣] Turner, A.K. "Enable GIS Through GIScience." *GEOWorld*. 12, No. 7, (1999), 30-31.

[٤] Berry, F. and Carlson, P.A. "Asynchronous Learning Environment for Integrating Technical Communication into Engineering Courses." *Proceedings – Frontiers in Education Conference*, 3 (1999), 13a6-21.

[٥] Rullkoetter, P.; Whitman, R. and Delyser, R. "Multidisciplinary Engineering Design Experience at University of Denver." *Proceedings– Frontiers in Education Conference*, 2 (1999), 12a9-17.

[٦] Sowmya, A. and Trinder, J. "Modelling and Representation Issues in Automated Features Extraction from Aerial and Satellite Images" *ISPRS Jornal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 55, No. 1(2000), 34-47.

[٧] Hazelton, N. "Geomatics Engineering at the Ohio State University: Design, Implementation and Accredition." *Surveying and Land Information Systems*. 60, No. 1 (2000), 61-70.

[٨] Turner, H. and Neto, F.A. "Integration of Technology into a Surveying Engineering Curriculum." *Surveying and Land Information Systems*. 60, No. 1(2000), 37-46.

[٩] Derby, F. "Integration of Information Technology into the Surveying Course at Penn State University." *Surveying and Land Information Systems*. 60, No. 1 (2000), 55-60.

[١٠] Borchardt, B. and Tonias, C. "Oklahoma City Integrates Engineering." *Surveying and GIS. Public Works*. 127, No. 8 (1996), 53-54.

[١١] القرني، ظافر بن علي. "أوجه التشابه والاختلاف وآفاق التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد." قبلت للنشر في بحوث جغرافية: *سلسلة محكمة تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية*، المملكة العربية السعودية، الرياض، (١٤٢١هـ).

[١٢] Sprinsky, W.H. "Surveying Education in the Nineties – Something Old and Something New." *ASEE: Annual Conference Proceedings*, Washington, DC, USA, 1997.

[١٣] Pettit, C. and Pullar, D. "Integrated Planning Tool Based Upon Multiple Criteria Evaluation of Spatial Information." *Computers, Environment and Urban Systems*. 23, No. 5 (1999), 339-35.

[١٤] Hazelton, N. "Broadening Surveying into Geomatics: Are we Promoting Obesity, Fattening Calf for Slaughter, or Living off the Fat of Land?." *Surveying and Land Information systems*. 57, No. 3 (1997), 147-154.

[١٥] Internet. "Definitions of Geomatics." http://yin. interaccess.com/~maynard/ geomatic.htm, (2000).

[١٦] Antenucci, J.; Brown, K.; Croswell, P.; Kevany, M. and Archer, H. *Geographic Information Systems: A Guide to the Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

[١٧] Shedayed, A.; Eren, K.; Al-Haidey, Kh.; Al-Kadi, Ib; Nakiboglu, S. and Alshammari, A. *A Unified Geodetic Reference for Mapping and Land Information Systems*. King Abdulaziz City for Science and Technology; Project No. (AT-10-034), Riyadh: Saudi Arabia, 1412H.

[١٨] Burrough, P.A. *Priciples of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1987.

[١٩] Smith, B. and William, T. "Developing Complex Integrated Computer Applications and Systems." *Journal of Computing in Civil Engineering* 13, No. 4 (1999), 238-245.

[٢٠] Welch, R.; Remillard, M. and Doven, R.F. "GIS Database Development for South Florida's National Parks and Preserves." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 61, No. 11 (1995), 1371-1381.

[٢١] Gibson, D. "Conversion is out, Measurment is in – Are we Beginning the Surveying and Mapping Era of GIS?." *Surveying and Land Information Systems*. 59, No. 1 (1999), 69-72.

[٢٢] Greenfld, J. "Surveying and GIS – The Professional and Educational Challenges" *Surveying and Land Information Systems*. 60, No. 1 (2000), 7-12.

[٢٣] Waylett, John. "Enterprisewide Integration Sparks New Solutions for Telecommunication and Utility Companies." *GEOWorld*. 12, No. 8 (1999), 42-45.

[٢٤] Carter, James. "Perspective on sharing data in Geographic Information Systems" *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 58, No. 11 (1992), 1557-1560.

[٢٥] Kiss, A. "Testing of Structural Element Movements and Deformations, its Geodetic Measuring Instruments and Measuring Equipment" *Periodical Polytechnica, Civil Engineering*, 43, No. 1 (1999), 19-28.

[٢٦] More, M. S.; Monemi, S.; Wang, J.; Marble, J. and Jones, S. "Diagnostics and Integration in Electric Utilities." *Papers – Rural Electric Power Conference 2000. IEEE*, Piscataway, NY, USA (2000), C2-1 – C2-10.

[٢٧] Powers, R. J. "AcuMod – Simons Photogrammetry: Discover the New Way to Get As-Built Information." *Annual Meeting – Technical Section, Canadian Pulp & Paper Assoc*, Montreal, Que, Can. (1996), A313-A315.

[٢٨] Chiu, T.W.; Kalaugher, P.G. and Broers, C.A.M. "Application of Photogrammetry in the Study of the Efforts of Sailboard Fin Flexibility." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 209, No. 6 (1995), 373-381.

[٢٩] Chandler, J.; Littleworth, R. and Van, H. "3D Plants Derived by Analytical Photogrammetry and Their Use in the Preparation of Area Classification Drawings." *Process Safety and Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part B*. 73, No. 4 (1995), 290-298.

[٣٠] Stigant, J.P. "Impact of Geodesy and GPS on GIS Data Management in International Oil Field Operations." *Leading Edge (Tulsa, OK)*. 19, No. 2 (Feb. 2000), 168-171.

[٣١] Martin-Rabaud, A. "Intercomparison Des Methodes de Metrologie Tridimensionnelle Part Prpcedes Optiques (Intercomparison Between 3D Optical Methods for Metrologic Measurements)." *Bulletin – Societe Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection*. No. 150 (1998), 18-27.

[٣٢] Shen, T.; Huang, J. and Meng, C. "Multiple- Sensor Integration for Rapid and High-Precision Coordinate Metrology." *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM.*, (1999), 908-915.

[٣٣] Mikhail, E.M. "Is Photogrammetry Still Relevant?." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 65, No. 7 (1999), 740-751.

[٣٤] كلية العمارة والتخطيط . *دليل الدراسات الجامعية*. جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، ١٤٠٩.

[٣٥] Almer, A.; Banninger, C.; Fernandez-Turiel, J. and Llorens, J. "Automatic 3-D Information Extraction of Open-Cast Mining Infrastructure from Simulated IKONOS Data." *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 3868 (1999), 254-260.

[٣٦] Obaidat, M.T. and Al-Masaeid, H. "Video System to Monitor Archeological Sites Using Ground-based Photogrammetry." *Journal of Surveying Engineering*. 124, No. 1 (1998), 3-25.

[٣٧] Zhang, N.; Runquist, E.; Schrock, M. and Havlin, J. "Making GIS a Versatile Analytical Tool for Research in Precision Farming" *Computers and Electronics in Agriculture*, 22, No. 2 (1999), 221-231.

[٣٨] Kuzmak, P.M. and Dayhoff, R.E. "Use of Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) in the Integration of Imaging into the Electronic Patient Record at the Department of Veterans Affairs." *Journal of Digital Imaging* 13, No. 2 (2000), 133-137.

[٣٩] Fuchs, P.M. "Diagnosis in Track and Field Performance Past the 1988 Ben Johnson Doping Scandal." *Mathematical Methods in the Applied Sciences* 22, No. 15 (1999), 1351-1373.

[٤٠] Algarni, D. "Role and Importance of Natural Language in Geomatic Engineering." Proceedings of XVIII Surveying and Mapping Education Conference 2001: A Spatial Odyssey, USA, (2001), 55-65.

[٤١] Kandaris, P.M. and Euge, K.M. "Risk Assessment of Rockfall Hazard at Horse Mesa Dam: A Case History". *Geotechnical Special Publication, ASCE*, New York, USA. 2, No. 58 (1996), 1402-1416.

[٤٢] Klausmann, P.; Peinspipp-Byma, E.; Roller, W.; Saur, G. and Willersinn, D. "Assessment of Machine Assisted Target Detection" *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 3718 (1999), 430-437.

[٤٣] Peixoto, P.; Batista, J. and Araujo, H. "Integration of Information from Several Vision Systems for a Common Task of Surveillance." *Robotics and Autonomous Systems* 31, No. 1 (2000), 99-108.

[٤٤] Johnson, M. and Johnson, W. "Surveying Trip Report From Washington's Diary" *Proceedings of the National Symposium on Civil Engineering History 1996, ASCE*, New York, USA (1996), 1-12.

[٤٥] Brokaw, W.S. "Using Geomatics in the Acquisition and management of Field Data" *ASTM Special Technical Publication*, No. 1358 (1999), 298-306.

[٤٦] Novak, K. "Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 61, No. 5 (1995), 493-501.

[٤٧] Mareboyana, M.; Wakim, N.T. and Lawrence, W. T. "Implementing an End-to-End Integration of Earth System Science in Post-Secondary Education" *International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (IGARSS), Vol. 5 (1999), 2711-2713.

[٤٨] كلية الهندسة. *دليل الدراسات الجامعية*. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٤١٢هـ.

[٤٩] Burtch, R. "Surveying Education at Ferris State University." *Surveying and Land Information Systems* 57, No. 4 (1997), 215-219.

[٥٠] Jeffress, G. "Geographic Information Science at Texas A&M University-Corpus Christi." *Surveying and Land Information Systems*, 57, No. 4 (1997), 225-226.

[٥١] Wijayratne, I. D. "Blending the Old With the New: The Surveying Program at Michigan Technological University." *Surveying and Land Information Systems*. 57, No. 4 (1997), 227-230.

[٥٢] Xie, X. "Empirical Prospecting, Scientific Exploration and Information Exploration" *Journal of Geochemical Exploration*. 67, No. 1 (1999), 97-108.

[٥٣] Fink, F.K. "Integration of Engineering Practice into Curriculum – 25 Years of Experience with Problem Based Learning". *Proceedings – Frontiers in Education Conference*, 1 (1999), 11a2-7.

[٥٤] القرني، ظافر بن علي. "الإبداع والتميّز في إنشاء الهندسة المساحية في جامعة الملك سعود." *ندوة الإبداع والتميّز في مائة عام. وزارة الأشغال العامة والإسكان.* الرياض، المملكة العربية السعودية، (١٤١٩هـ)، ٥٥٥-٥٨٢.

[٥٥] Quam, L.H. and Aeller, A .J. "Coordinates Systems and Transformations for 3D Modeling: the Unifying Concept in the Radius Common Development Environment." *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, Bellingham, WA, USA, 2645 (1996), 73.

[٥٦] Database. Cmpendex (International CD Database), 2000.

[٥٧] Ohio State University. Center for Mapping (CFM). Internet, www.cfm.ohio-state.edu/info/facts.html , 2000.

[٥٨] Deak, O. and Homolya, A. "Development of Automatic Mapping Technology at the Department of Surveying." *Periodica Polytechnical, Civil Engineering*. 43, No. 1 (1999), 13-18.

[٥٩] Ramachandran, R.; Conover, H.; Helen, S.; Graves, S.; Keiser, K.; Pearson, C. and Rushing, J. "Next Generation Information System for Earth Science Data" *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 3750 (1999), 356-365.

Integration of Surveying Engineering and Other Sciences: Importance and State of the Art

Dafer Ali Algarni

Civil Engineering Department, College of Engineering
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia
dalgarni@ksu.edu.sa

(Received 12 February, 2001; accepted for Publication 20 May, 2001)

Abstract. Despite the role of Surveying Engineering (SE) in engineering and other sciences, it is still considered by many people as an unknown or unimportant discipline. The conceived portion of the SE technology by others is very limited to a small part of the whole versatile technology. This problem seems to stem from one more serious problem, that is the neglection of integration between sciences. Research seems to be the only means to prove that such evaluation or understanding of SE is quite unwarranted. Therefore, this research is trying to cast some light on the status of integration between SE and other disciplines, on its importance and its necessity in the present time. By doing so, we share our concerns with the reader based on his/her background and prove the importance and role of SE in all existing applications. Due concern is given to the concept, levels, and theoretical as well as practical approaches of integration from the SE perspective. The importance of such integration for technology is then presented. It could be concluded that SE is well-integrable with virtually all-existing disciplines and that the amount of such integration is increasing rapidly nowadays. In the last two years of the period of inspection (1995-2000), the number of integrated published research increased dramatically. Based on this, the integration of SE with all disciplines is deemed necessity if we are to produce powerful land-related information technology. It is observed that the technology of today is based mainly on integration. However, integration can not be successful while any other discipline is degraded.