الفصل الثاني

ما العائد الذي يحاول تحقيقه التعليم الهندسي؟
WHAT OUTCOME IS ENGINEERING EDUCATION TRYING TO ACHIEVE?

فريد مايلاردت
Fred Maillardet

مقدمة
Introduction

يعتبر العام ١٩٩٧ هاما للتعليم العالي الهندسي في المملكة المتحدة. حيث تم نشر تقرير الهيئة القومية للاستعلام الخاص بالتعليم العالي، وهو تقرير جريء ومتفرد. كما تم إنشاء وكالة السلامة والجودة Quality Assurance Agency (QAA)، وكذلك تم نشر الوثائق القياسية لإدارة المجلس الهندسي Engineering Council's Policy Document Standards، ومدخل التسجيل (SARTOR 3) الطبعة الثالثة.

بينما لفت هذا التقرير الجريء الانتباه إلى الحاجة للتوضيح بدقة تامة لما يتم عرضه وتقديمه من قبل جهة التعليم، وكما أرست وكالة السلامة والجودة الآلية التي توضح الطريقة التي تتم فيها المراقبة، فإن مدخل التسجيل (SARTOR 3) وضع القاعدة للأساس التعليمي المناسب لتسجيل المهندسين. وهذا يوضح الاستخدام للحد الأدنى من المدخلات القياسية للمقررات الهندسية، المحددة والمعرفة بدلالة الدرجات

التي يتم إحرازها في "المستوى – أ" A-level، كرد جزئي على الانتقادات الموجهة من قبل بعض الموظفين بأن نظام التعليم العاليEducation (HE) Higher لا ينتج بصورة كافية مهندسين خريجين يتمتعون بالمهارة والصفات المطلوبة.

تعريف الهندسة

A definition of engineering

كان الراحل، الملك جورج، يطلق على الهندسة " الكرسي ذو الأرجل الثلاث"، حيث إن الرياضيات والعلوم والتقنية تعتبر بمثابة ثلاث أرجل أساسية ترتكز عليها الهندسة. ويعني بالتقنية، المدى الكلي للقدرات الخلاقة التي تميز المهندس عن العالم، ليتخيل، وليصمم، وليصنع، وحقيقة يجعل الثمرة أملا محققا. ومن الأمور الخطيرة، الملازمة للميل الحالي، في تصنيف التعليم إلى تعليم أكاديمي 'academic' وتعليم مهني 'vocational'، أنها تغفل عن الوظيفة الأساسية للمهندس ليسهل عليه العمل في الاتجاهين، حيث يعمل كوسيط بين أولئك الذين يعملون فقط في إحدى الرؤيتين الأكاديمية أو المهنية. وإنه من المهم أن نؤكد ثانية، أن الهندسة تتعدى كونها مجرد فهم واضح لمبادئ العلوم مع تسهيلات مناسبة في الرياضيات، والاتصالات الحيوية ولغة النمذجة.

المدخلات القياسية والجودة

Input standards and quality

قاد منهج مدخل التسجيل (SARTAT 3)، بسرعة تامة all-too-quickly لاستخدام مدخلات قياسية باعتبارها مريحة يسهل قياسها لتقييم الجودة النوعية لدورة أو مقرر course. وتدعي قوى السوق، بأن "أفضل" 'best' الدورات تكون قادرة على جذب التلاميذ "الأكثر قدرة"، الذين يكونون قادرين بدورهم على أن يكونوا "أفضل الخريجين" المؤهلين. وهذا ليس بالمكان المناسب لاستكشاف قلة فهم للنظام التعليمي

الحالي، في المملكة المتحدة الذي أظهره هذا المنهج، والألعاب التي بدأ بها بعض مرشدي القبول الأكاديميين، ولكن يكفي أن نقول، للمهندسين على الأقل، أن استخدام قاعدة مدخل واحدة لتحديد جودة المخرجات، من خلال أي عملية تعتبر غير صحيحة ومعيبة. فمن غير المناسب، لا سيما في مجال الهندسة - حيث العديد من المواضيع التي يجب إتقانها والمهارات اللازمة التي يجب تطويرها، ببساطة ليست متوفرة على نطاق واسع في المستوى -أ- (A-level) في الدراسة الثانوية. ويتفق معظم المهندسين على أن المستوى -أ- في الدراسة الثانوية، هو مكان التجميع والتطوير للعلوم الأساسية ولبنات البناء الرياضية.

عوامل أخرى
Other factors

بالإضافة إلى التركيز المتتالي على المدخلات القياسية، هناك عدد من العوامل الأخرى التي تؤدي إلى وجود العديد من التساؤلات حول توضيح الاحتياجات للمخرجات القياسية بصورة أكبر، ومن بينها ما يلي:

- القلق، بين جهات التوظيف بتدني المستويات والمقاييس، بالرغم من أن العديد من المتعلمين تعليما عاليا يعتقدون بأنها إطالة "لذيول" 'tail' المؤهلات، بدلا من النقص الكلي في القياسيات، والتي كانت في أولوية الاهتمامات.

- نوع المشاركة من قبل جهات التوظيف، التي يمكن أن يشاركوا بها مبكرا في التخرج.

- الاعتراف بوجود نقص في الشكل العام، أو في اللغة في منطوق المخرجات القياسية.

- القلق المتنامي حول التدريب على التقييم والاختصاص، يفرض التحميل المتزايد للطلاب وللطاقم المتزايد حجمه، زيادة في التقييمات كنتيجة لانتشار البناء المعياري.

- زيادة القلق من زيادة التفتيت في مهنة الهندسة، كما يتضح من تنامي مدى تفسير سياسات المجلس الهندسي من قبل الجهات والهيئات الاحترافية والمهنية الأساسية.

مشروع المخرجات القياسية لمجلس الأساتذة المهندسين
The EPC output standards project

ناقش مجلس الأساتذة (البروفسورات) المهندسين EPC، كما ورد في التقرير السنوي لعام ١٩٩٧، مطولا كلا من المدخلات والمخرجات القياسية، وعبر عن قلقه في التأكيد الزائد على المدخلات القياسية، مع التأكيد والتشديد على أن الحرفية يجب أن تكون مركزة على مقياس المخرجات القياسية. وبني بالفعل دعم مجلس الأساتذة المهندسين لمدخل التسجيل (SARTAT 3)، على فهم واضح بأن مخرجات قياسية مناسبة يجب أن تكون مفعلة وقيد العمل في ذات الوقت الذي تكون فيه القاعدة الجديدة قد أخذت طريقها للتطبيق حتى مستوى التخرج — مثلا خلال خمس سنوات. ويلجأ مجلس الأساتذة المهندسين لمعالجة الاحتياجات إلى إقامة مجموعة عمل للمخرجات القياسية في وقت لاحق من العام. حيث تضم مجموعة العمل هذه ممثلين لجميع فروع الهندسة الرئيسة (الكيميائية والمدنية والكهربائية والالكترونية والصناعات التحويلية والميكانيكية)، ويتم استشارتها على نطاق واسع فيما يخص التعليم العالي وما بعده.

ظهرت أهمية اكتساب دعم من أصحاب المصلحة الرئيسيين والاعتراف بذلك، من خلال تشكيل مجموعة استشارية تضم ممثلين عن المجلس الهندسي Engineering Council (EC)، وعن فيدرالية اتحاد أرباب العمل الهندسي Engineering Employers Federation (EEF)، وهيئة التجارة البحرية والهندسة Engineering and Marine Trades Association (EMTA)، وقسم التعليم والتوظيف Department for Education and Employment (DfEE)، وقسم التجارة والصناعة Department of Trade and Industry (DTI)، ووكالة ضمان الجودة QAA. وتعقد هذه المجموعة الاستشارية اجتماعات

دورية منتظمة خلال السنوات الثلاث القادمة، وتزود مجموعة العمل بردود ارتجاعية قيمة كنموذج لمخرجات قياسية متطورة.

المخرجات
The outcomes

قام مجلس الأساتذة المهندسين EPC بعمل مسح على أعضائه والطلب منهم، تصنيف وترتيب الصفات والمهارات والقدرات التي يثمنونها ويعلقون عليها أهمية أكبر بالنسبة لمهندسي المستقبل. وتمت دراسة الأعمال السابقة للمجلس الوطني للمنح الأكاديمية Council for National Academic Awards (CNAA) ومجلس الاعتماد للهندسة والتكنولوجيا Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) ومجلس التعليم العالي للجودة Higher Education Quality Council (HEQC)، وطورت قائمة مركبة من الصفات الأساسية والقدرات اللازمة لتحديد توقعات معقولة لخريج الهندسة المتقدم. وكان الهدف الأساسي الوصول إلى نتيجة يلزم أن تكون عامة وتنطبق على جميع التخصصات الهندسية. واستخلص، بالنظر إلى الطابع المهني للهندسة، بأن التوقعات من خريجي كليات الهندسة تكون أفضل من حيث الاختصاص، بناء على ما يمكن أن يعملوه لا على ما يعلموه، وهذه هي حقيقة بيان "القدرة على" 'ability to'.

قادت هذه الاعتبارات، أخيرا، إلى قرار مبني على متطلبات عملية التصميم الهندسي بالترافق مع المفاتيح المهارية المصاحبة.

وتم التعبير عن بيانات القائمة الخاصة "بالقدرة على" بدلالة العناصر السبعة الأولية التالية:

١ – القدرة على ممارسة مهارات التدريب ذات الصلة في استكمال المهام الهندسية;

٢ – القدرة على تحويل النظم الموجودة إلى نماذج مفاهيمية conceptual، أي مبنية على المفاهيم;

٣ – القدرة على تحويل النماذج المفاهيمية إلى نماذج يمكن تحديدها;

٤- القدرة على استخدام النماذج التي يمكن تحديدها للحصول على مواصفات نظام بدلالة قيم عوامل معيارية;

٥- القدرة على اختيار أفضل المواصفات المثلى وإيجاد وعمل نماذج طبيعية;

٦- القدرة على تطبيق النتائج من النماذج الطبيعية لإيجاد نظم حقيقية منشودة;

٧- القدرة على المراجعة الناقدة البناءة للنظم الحقيقية المنشودة والأداء الشخصي.

يمكن أن تتحلل النقاط الست الأخيرة، من النقاط السابقة، إلى ٢٥ عنصرا، مكونة توصيفا مفصلا للخطوات المطلوبة عادة لاستكمال الأنشطة الأولية، والتي توضح كيف يمكن للمهندس أن يحل المشاكل الهندسية الحقيقية. وتمت جدولة هذه العناصر الثانوية بالتفصيل في الملحق.

ويقود الإصرار في الإبقاء على عمومية البيانات ما أمكن إلى تحديات في الصياغة، حيث إن كل تخصص هندسي يفسر هذه الإجراءات بدلالة التعبيرات التي ألفوها واعتادوا عليها. وتجنبت، مجموعة عمل مجلس الأساتذة المهندسين، بعض الكلمات، التي تعتبر غامضة وتحتمل مدى واسعا من التفسيرات، مثل "معتادة" 'familiarity' و"فهم" 'understanding'. واستخدمت، بدلا من ذلك تعبيرات دقيقة، لكنها بلغة أقل تقليدية بدلالة ما يمكن أن يكون الطلاب قادرين على فعله، بالترافق مع معان عامة مثل النماذج التي يمكن تحديدها 'determinable models'.

توقعت مجموعة عمل مجلس الأساتذة المهندسين، أن تطبق بيانات تعبير "القدرة على" على الأفراد منفردين بدلا من أن تطبق على التوقعات الناتجة عن ادعاءات المقرر course. وكان من المتوقع أن يوضح الطلاب جميع القدرات على لوحات علامات فارقة تتضمن مؤشرات قياسية محددة، كي يمنحوا في المقابل درجات في الهندسة. ويتحقق التميز والتفريق بين الدرجات (المصممة للمهندسين المحترفين Chartered Engineers والمهندسين المدرجين Incorporated Engineers أو المهندسين الحاصلين على بكالوريوس B.Eng والحاصلين على ماجستير M.Eng)، باستخدام مواصفات محددة

المؤشرات. وتوضع، أيضا، المواصفات الخاصة بمؤشرات إضافية في البداية تمكن من تحقيق مستويات أعلى، بقصد تحقق أغراض تصنيف خاصة بأوسمة الشرف honours.

تم تنفيذ دراسة إرشادية لتطبيق هذه الأطر، من خلال تسعة أقسام هندسية بالمملكة المتحدة تضم معظم التخصصات، وتعتبر النتائج مشجعة وتوضح أنه من الممكن التعبير عن علامات فارقة مماثلة للمقاييس لمختلف التخصصات باستخدام إطار عام. وتم استشارة مجموعات تركيز الموظِفين، وبرغم كونهم وجدوا أن اللغة "صعبة"، إلا أنهم تقبلوها كونها توفر وسيلة فعالة للتواصل بين أبلغ الممارسين العارفين. ويمكن رؤية ما تحقق على أنه حد فاصل، وليس بالضبط بدلالة إيجاد إطار عام لجميع التخصصات، لكن بدلالة وصف الهندسة كأسلوب أو طريقة تفكير. وتم تناول ومدارسة التعارض بين التطبيق والدراسة للهندسة الحقيقية.

رؤى أصحاب المصلحة
The stakeholders' views

أصدر مجلس الأساتذة المهندسين تقريرا مؤقتا لعام ٢٠٠٢، كورقة: بعنوان "المخرجات القياسية للمهندسين الخريجين وفق مجلس الأساتذة المهندسين"، وتم تلقيها عموما بصورة حسنة. وأقر مجلس الأساتذة المهندسين بأن هذا المنهج يحتاج إلى مراجعة من قبل جميع أصحاب المصلحة كي يكون مقبولا بصورة واسعة. وتم إنشاء خمس مجموعات عمل، حيث قدمت تقاريرها ونتائجها لمؤتمر مجلس الأساتذة المهندسين عام ٢٠٠٢.

الموظِفون Employers

ورأت مجموعة العمل الخاصة بالموظِفين، أنه بالانتقال من "النخبة" 'elite' "للجمهور" 'mass' في التعليم العالي، فإن المعيار الخاص بقدرات الطلاب لم يعد كافيا. ورحبوا بالاستخدام الواضح لمصطلح عبارة قدرات 'ability to'، ورأوا أن

المقياس يمكن أن يكون وسيلة لتطور تعاون واضح بين الموظِفين والأكاديميين. وأكدوا على رؤية الموظِفين المبكرة، بأنهم وجدوا اللغة صعبة وتحتاج إلى الدقة. واقترحوا عرضا مبسطا للزملاء غير الفنيين. وكان اتحاد أرباب العمل الهندسي EEF، على وجه الخصوص، حريصا على مواصلة تطوير هذه المبادرة برعاية بعض دراسات التقييم.

قضايا التقييم Assessment issues

أدركت مجموعة العمل، أنه بدون تقييم مناسب فإن المخرجات القياسية تصبح بلا معنى. وأدركت أيضا، أن التقييم وسيلة للتعليم للعديد من الطلاب، وأنه يمثل جانبا حاسما في تصميم المقرر ككل. وعلى أية حال، فإن حمل أو ثقل التقييم المركز الذي يقع على الطلاب والطاقم القائم عليه، يجب معالجته: حيث تمت المناداة بإصلاح جذري في إجراءات التقييم، خاصة فيما يتعلق في تجنب التقييم المتعدد أو المتكرر لنفس القدرات (أو القدرات المشابهة). أقيمت العديد من ورش العمل، المرتبطة بشبكة دعم التعليم والتدريس للهندسة Learning and Teaching Support Network (LTSN) for Engineering أثناء عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٣، لتساعد المسؤولين عن المقررات في وضع المخرجات القياسية المنتظرة من مقرراتهم الحالية أو المستقبلية، وكذلك مناقشة التقييم. كما نشرت العديد من الأوراق البحثية التي تركز على التقييم، منها على سبيل المثال ورقة بيتر نايت Peter Knight's ٢٠٠١ في التطبيقات على تبني المخرجات القياسية.

الهيئات المهنية المدنية Professional bodies

قامت مجموعة العمل بدور قيم في إقامة منتدى للنقاش بين الهيئات الهندسية الرئيسة، والتي كانت منخرطة جميعها في عملية دراسة كيفية وضع الإجراءات لما هو مطلوب اعتماده في المقررات الهندسية بصورة أكثر وضوحا. وبدأت العديد من الهيئات في تطوير إطار عملها مستخدمة النموذج القياسي للمخرجات الذي أعده مجلس الأساتذة المهندسين.

نقابة المهندسين Incorporated Engineer

دعم مدخل التسجيل (SARTAT 3) الاحتياجات للأخذ بعناية للعلاقة بين المهندسين المحترفين.C. Eng، والمهندسين المدرجين .I. Eng . ومنحت مجموعة العمل فرصة محددة الزمن، للهيئات الرئيسة لتوضيح مساحة هذا التحدي. وخلصت مجموعة العمل، إلى أنه ليس هناك سبب معروف لعدم استخدام المهندسين المدرجين إطار المخرجات القياسية، كما هو الحال مع المهندسين المحترفين. وساعد التناول والمنهج السابق، علاوة على ذلك، في تحديد الفرق المتوجب توفره بوضوح بين المقررات لكل من المهندسين المدرجين والمهندسين المحترفين، حيث يجب أن يكون التركيز أشد على وضع مختلف بيانات" القدرة على"، لكل من القدرة الابتدائية والثانوية، طبقا لنوع المقرر المعروض.

التوافق مع البيان المرجعي لوكالة السلامة والجودة

Compatibility with QAA benchmark statement

نشرت وكالة السلامة والجودة QAA بيان مقياسها للهندسة، قبل تقرير مجلس الأساتذة المهندسين بقليل. وأضحت مجموعة العمل أمام مهمة حرجة تستوجب منها المقارنة بين البيانين، وفي حال ظهور اختلاف أساسي بينها، فإن التعليم العالي الهندسي سيواجه معضلة اختيار أيهما يستخدم. ويقود التلاؤم المتبادل المعقد للمخرجات (في كلا الاتجاهين) إلى الخلاصة، بأنه على الرغم من أن طريقة التناول مختلفة إلا أنها متوافقة كليا، والفارق الأساسي يكمن في جعل عملية التصميم الهندسي العمود الفقري في أصل إطار العمل من قبل مجلس الأساتذة المهندسين.

وكانت الخلاصة الكلية التي يمكن استنتاجها من جميع مراجعات مجموعات العمل هي، بأنه قد تم تحقيق متطلبات جميع أصحاب المصلحة عموما بدون تجاهل لوجهات نظرهم المختلفة ومن ثم احتياجاتهم.

الخلاصات: ما الذي تحقق
Conclusions: what has been achieved

كان دافع مجلس الأساتذة المهندسين في توضيح المخرجات القياسية، هو وضع إطار عمل لبيانات "القدرة على" للمهندسين، والتي تمكن مصممي المقررات من أن يطوروا برامج دراسية ذات منهج تناول مبني على مفهوم تقييم "مقررات كلية" ' whole course'، بدلا من النظام المجزأ المبني على وحدات دراسية. وهذا الأخير يتسبب بصورة ثابتة، في تقييم متعدد لبعض المتطلبات وإغفال كامل للأخرى. وتمكن أيضا مصممو المقررات من توضيح التمييز بين مختلف أنواع المهندسين، مثل المهندسين المحترفين والمهندسين المدرجين. وحقق المشروع أيضا احتياجات الموظفين، في قدرتهم على التنبؤ للقدرات المرغوبة في الخريجين، مما يمكن من تصميم إجراءات التوظيف بصورة أكثر فاعلية، وتطوير برامج وخطط تدريب للخريجين من قبل الشركات على أسس متينة. وهذا يمكن الهيئات المهنية من صياغة متطلبات الاعتماد بصورة أكثر وضوحا، باستخدام لغة عامة للتركيز على المخرجات القياسية، والتمييز بموضوعية أكبر بين المتخرجين من مختلف الجامعات.

يمكن أن تكون بعض من الفوائد الثابتة الكثيرة، على أية حال، أقل تحققا بصورة ملموسة. لذا، فقد بدأ مجلس الأساتذة المهندسين بوضوح مناقشة المخرجات القياسية، والتي تم تبنيها من قبل الآخرون، بما فيهم وكالة السلامة والجودة QAA والمجلس الهندسي EC. ويجب أن تقود الاتصالات الجيدة وعلاقات العمل بين كل الفرقاء ذوي العلاقة، إلى تحسين التعاون والإبقاء على الفوائد المصاحبة في المستقبل. وهذا ليس حقيقيا في الهيئات الخارجية فقط، ولكن أيضا له معنى ووقع كبير على التخصصات الفرعية في الهندسة، حيث ازدادت التشعبات والتفتت في هذه المهنة في السنوات القريبة، مما يستدعي وجود إطار عمل عام ولغة مشتركة في صياغة مخرجات قياسية تساعد على رسم رؤية موحدة لمختلف المجموعات المعنية.

ربما يكون ما يتحقق بعمق على المدى البعيد هو وضع منطوق للهندسة كطريقة للتفكير as a way of thinking، وطريقة خلاقة لكافة التحديات الهندسية، تتشارك فيها جميع التخصصات الفرعية. ويمكن لهذا الإدراك أن ينتج فوائد مرغوب فيها عبر استقطاب أطفال مدارس قادرين، ممن كانوا عازفين عن الانخراط في الدراسة فيما يرونه علما مملا 'boring'. ويجب على الإبداعية في صلب الهندسة أن تشع إلى العالم أجمع من خلال تواجد وما تمثله هذه المهنة بصورة أكبر.

ملحق

Appendix

بيانات "القدرة على" العامة The generic 'ability to' statements

١- القدرة على ممارسة المهارات الأساسية، في استكمال المهمات المتعلقة بالهندسة في مستوى متضمن في العلامات الفارقة المصاحبة في العبارات الآتية.

تشتمل المهارات الأساسية للمهندسين على الاتصالات، وتقنية المعلومات IT، وتطبيق الأرقام، والعمل مع الآخرين، وحل المشكلات، وتحسين التعلم الذاتي والأداء.

٢- القدرة على تحويل النظم الحالية إلى نماذج مبنية على المفاهيم (أي مفاهيمية conceptual).

وهذا يعني القدرة على:

أ) استخراج وتوضيح الاحتياجات الحقيقية للعميل.

ب) تحديد وتصنيف ووصف المنظومات الهندسية.

ج) تحديد المنظومات المستهدفة الحقيقية بدلالة الدوال الموضوعية، ومواصفات الأداء، والمحددات (القيود) الأخرى (أي تحديد المشكلة).

د) الأخذ في الحسبان تقييم المخاطر، والوقع أو التأثير على البيئة والمجتمع في تحديد القيود (بما في ذلك الأخذ، بالأمور القانونية، والصحية، والسلامة).

هـ) اختيار ومراجعة وتجربة المنظومات الهندسية الموجودة للحصول على قاعدة بيانات للمعرفة والفهم بأن ذلك سيساهم في عملية الإيجاد (الإبداع) لمنظومات مستهدفة حقيقية محددة.

و) حل المشاكل الناجمة عن عدم الكمال والإتقان وعن البيانات غير الكاملة.

ز) اشتقاق نماذج مفاهيمية للمنظومات المستهدفة الحقيقية، ومعرفة العوامل الأساسية.

٣- القدرة على تحويل النماذج المفاهيمية إلى نماذج يمكن تحديدها.

وهذا يعني القدرة على:

أ) إنشاء نماذج يمكن تحديدها، عبر مدى من التعقيدات لتناسب مدى النماذج المفاهيمية.

ب) استخدم المهارات الرياضية والحسابية لتطوير نماذج يمكن تحديدها.

ج) اشتقاق معادلات مناسبة وتحديد الظروف الحدودية المناسبة.

د) استخدم أدوات وبرامج حاسب قياسية صناعية، ووضع خطة لإعداد نماذج يمكن تحديدها.

هـ) وضح قيمة النماذج التي يمكن تحديدها للتعقيدات المختلفة وحدود تطبيقها.

٤- القدرة على استخدام النماذج التي يمكن تحديدها للحصول على مواصفات المنظومة بدلالة قيم العوامل الأولية.

وهذا يعني القدرة على:

أ) استخدام المهارات الحسابية والرياضية للتعامل وحل النماذج التي يمكن تحديدها، واستخدام أوراق البيانات بطريقة مناسبة لاستكمال الحلول.

ب) استخدام برامج حاسب قياسية صناعية، لوضع خطة وأدوات لحل النماذج التي يمكن تحديدها.

ج) القيام بتحليل يوضح حساسية العوامل.

د) تقيم النتائج بصورة دقيقة، وإذا حدث عدم تحقق أو عدم اكتفاء، فإنه يتم تحسين قاعدة البيانات باستخدام مراجع اضافية لمنظومات موجودة و/ أو أداء لنماذج يمكن تحديدها.

٥- القدرة على اختيار أفضل المواصفات وابتكار وصنع نماذج فيزيائية.

هذا يعني القدرة على:

أ) استخدام دوال أهداف وقيود لتحديد أفضل المواصفات.

ب) التخطيط لدراسات النماذج الطبيعية التي تقوم على دراسة نماذج يمكن تحديدها، بهدف الحصول على بيانات حرجة (هامة).

ج) اختبار وجمع النتائج وتغذيتها عكسيا لنماذج يمكن تحديدها.

٦- القدرة على تطبيق النتائج من النماذج الطبيعية لابتكار وصنع منظومة الهدف الحقيقية.

هذا يعني القدرة على:

أ) كتابة مواصفات تفصيلية كافية، بمنظومة هدف حقيقية، تتضمن تقييم المخاطر وبيانات الوقع أو التأثير.

ب) اختيار طرق إنتاج والقيام بكتابة منطوقاتها وبياناتها.

ج) تنفيذ الإنتاج وتقديم منتجات ملائمة تفي بالغرض المطلوب بطريقة كافية وفي الوقت مناسب.

د) العمل ضمن إطار قانوني مناسب.

٧- القدرة على المراجعة النقدية الدقيقة لمنظومة هدف حقيقية وللأداء الشخصي

هذا يعني القدرة على:

أ) اختبار وتقييم منظومة حقيقية أثناء التشغيل لتتوافق مع المواصفات واحتياجات العميل.

ب) إصدار أحكام حاسمة حول البيئة والمجتمع والجوانب الأخلاقية والمهنية المرتبطة.

ج) تحديد الاحتياجات المهنية والفنية والتطور الشخصي، والاضطلاع بالتدريب المناسب والأبحاث المرتبطة.

قراءات أخرى مقترحة

Recommended further reading

ABET (2000) *Criteria for Accrediting Engineering. Programmes*, Accreditation Board for Engineering and Technology.

CNAA (1983) *Goals of Engineering Education*, Council for National Academic Awards.

Engineering Council (1997) *Standards and Routes to Registration*, SARTOR 3rd edition, EC.

EPC (2000) *The EPC Engineering Graduate Output Standard*, Interim Report of the EPC Output Standards Projects, Occasional Paper Number 10.

EPC (2002a) *An Employer Group Interpretation*, Report of the Employer's Working Group, Engineering Professors Council.

EPC (2002b) *Assessment of Complex Outcomes*, Report of the Assessment Working Group, EPC.

EPC (2002c) *Output Standards and Professional Body Accreditation*, Report of the Professional Bodies Working Group, EPC.

EPC (2002d) *Exemplar Benchmarks for I Eng*, Report of the I. Eng. Working Group, EPC.

HEQC, (1997) *Graduate Standards Programm: Final Report*, Higher Education Quality Council.

Knight, P.(2001) " Implications for the assessment of engineering degree students of the adoption of engineering output standards" SEFI Annual Conference.

NICHE (1997) *Higher Education in the learning society*, Report of the National Committee of Inquiry into HE, HMSO.

QAA (2000) *Subject Benchmark Statement for Engineering*, Quality Assurance Agency.

QAA/ EPC (2002) *The Compatibility between the QAA Subject Benchmark Statement for Engineering and the EPC Engineering Graduate Output Standard*, joint Working Group Report.