ندوة واقع التعليم الهندسي في الوطن العربي
إتحاد المهندسين العرب
أبو ظبي
١٦- ١٧ /٩/ ٢٠٠٣

تطوير الابتكار لطالب الهندسة من خلال مشاريع السنة المنتهية

أ.د. محمد زكي خضر
قسم الهندسة الكهربائية
الجامعة الأردنية عمان – الأردن
البريد الإلكتروني khedher@ju.deu.jo

الملخص

إن تطوير الإبتكار في التعليم الهندسي أمر بالغ الأهمية لتهيئة المهندس أثناء عمله المستقبلي بسبب السرعة الهائلة للتقدم العلمي في مختلف جوانب الحياة. والمشاريع هي أحد الوسائل في تطوير الإبتكار.
تستعرض الورقة خبرة المؤلف في مجال تنمية الإبتكار لدى الطلبة باستخدام نوعين من المشاريع التي أشرف عليها ضمن المرحلة الجامعية الأولية في التعليم الهندسي بقسم الهندسة الكهربائية في الجامعة الأردنية لأكثر من عشر سنوات.
النوع الأول من المشاريع هي مشاريع السنة المنتهية حيث سيتم التطرق إلى الهدف من هذه المشاريع والتي يمكن تقسيمها إلى مشاريع تتضمن تركيب عتاد hardware مختبري وأخرى تتضمن برمجيات حاسوبية software . وقد برزت جوانب إبتكارية عديدة في كلا النوعين . ورغم أن الخبرة التي إكتسبها الطلبة في هذه المشاريع تتضمن نشاطات غير إبتكارية ، منها تعلم أساليب البحث في المصادر الإعتيادية كالكتب والدوريات العلمية ، إضافة إلى مصادر من شبكة الإنترنيت ، كما تضمنت تعلم أساليب كتابة التقارير والعمل كفريق (عند تعدد الطلبة العاملين على مشروع واحد أو مشاريع مترابطة) ، فسيتم التركيز على الجانب الإبتكاري بشكل معمق ، حيث سيتم التطرق إلى أمثلة منتقاة من عدد من مشاريع الطلبة ومن هذه النشاطات : إختيار البدائل عند مواجهة الطلبة صعوبات في الحصول على قطع كهربائية أو إلكترونية معينة ، والتطوير على أبحاث منشورة وتقديم مساهمات ذات قيمة علمية عليها ، وكتابة برامج حاسوبية ذات تطبيقات عملية.
النوع الثاني من المشاريع هي مشاريع ضمن المقررات الدراسية للمواد المختلفة . وهذه المشاريع شأنها شان مشاريع السنة المنتهية يمكن أن يقوم بها الطالب لوحده أو ضمن مجموعة من الطلبة.
ستستعرض الورقة أسلوب طرح هذه المشاريع واختيار الطلبة لها وعلاقة مواضيع المشاريع بمفردات المقرر الدراسي الذي تقع ضمنه وأسلوب متابعة الطلبة ومناقشة نتائجهم وتقييم هذه المشاريع.
معظم هذه المشاريع كانت بشكل كتابة تقرير عن موضوع محدد أو كتابة برنامج حاسوبي ذي هدف محدد.
تستعرض الورقة فوائد هذه المشاريع والتركيز بشكل خاص على أهميتها في تنمية قدرات الإبتكار لدى الطالب. كما تستعرض الورقة المتطلبات الرئيسة لإنجاح مثل هذه المشاريع والصعوبات التي يواجهها الطلبة والأستاذ في هذا المجال مع تقديم مقترحات لتذليل مثل هذه الصعوبات وتقديم توصيات لتطوير مثل هذه المشاريع لتحقق أهدافها بشكل أكثر فاعلية.

١- مقدمة

وضعت سرعة التقدم العلمي الهائلة التي تزداد يومًا بعد يوم على كاهل التعليم الأساسي والتعليم الجامعي عبئًا ثقيلاً في تهيئة جيل من الخريجين الذين بإمكانهم مواءمة الحياة المستقبلية التي سيتعرضون لتقنياتها والتفاعل معها بشكل إيجابي وبناء. وتقع على الطالب الجامعي في كليات الهندسة مهمات أكثر صعوبة من غيرها كونه من أكثر الشرائح في المجتمع تعرضًا للتعامل مع التقنيات الحديثة. وقد أوجدت هذه التقنيات ظروفًا جديدة تستوجب على المهندس أن يستمر بالتعلم بعد تخرجه بل وطيلة حياته العلمية أكثر من أي وقت مضى.

لقد أدرك العرب والمسلمون عبر العصور أهمية العلم في تطوير قابليات طالب العلم. يقول الماوردي المتوفي عام ٤٥٠ هـ : من تعلم القرآن عظمت قيمته ، ومن تعلم الفقه نبل مقداره ، ومن كتب الحديث قويت حجته ، ومن تعلم الحساب جزل رأيه ومن تعلم الفقه رقّ طبعه، ومن لم يصن نفسه لم ينفعه علمه(١) .

كما أدركوا أهمية استمرار التعلم طيلة العمر فقد نقل عن محمد بن الحسن تلميذ أبي حنيفة قوله : صناعتنا هذه من المهد إلى اللحد ، وبمثل ذلك أشار الإمام أحمد بن حنبل بقوله : مع المحابر من المهد إلى اللحد (٢).

إن الطابع التلقيني الذي تتسم به معظم مناهج التربية والتعليم الأساسي في مختلف الأقطار العربية والسلوك الذي يصاحبه من الغالبية العظمى من المعلمين يكاد يمنع أي سلوك إبداعي لدى الطالب. وعلى هذا فهو يدخل الجامعة في غالب الأحيان بسلوك دراسي سيئ. فهو إن كان حريصًا على دراسته فهو يميل إلى الحفظ ، ويعتمد في غالب الأحيان على الكتاب المقرر أو المحاضرات التي يلقيها الأستاذ فقط.

والطابع التلقيني الذي يسود الأمة اليوم نتيجة عصور التخلف منذ غلق باب الإجتهاد في الفقه الإسلامي قد أنتج مجتمعًا يسوده الجمود وقتل روح الإبداع لدى الصفوة من علماء الأمة وقادتها. ولابد من كسر هذا الطوق من الجمود بتكوين قادة في كل مجالات الحياة ممن يستطيعون كسر هذا الجمود والتقدم بحلول رائدة لمختلف مشاكل الأمة ومنها التخلف التقني(٣و٤).

أما الأستاذ الجامعي والذي يكون في أحيان كثيرة قد تخرج من جامعات أجنبية تعتمد أسلوب تشجيع الابتكار فهو يعود إلى بلده مفعمًا بالرغبة في تقديم الجديد والتغيير والعطاء. لكنه بعد فترة من الزمن يصطدم بكثير من المعوقات فهو يحاول تغيير سلوك ونمط تفكير طلابه بمحاولة منفردة غالبًا. ويغادر الطالب الذي بذل معه ذلك الجهد إلى سنة أخرى ويأتي طلبة آخرون جدد فيحاول الأستاذ محاولته السابقة من جديد مع جيل آخر وبدون شعور تفتر عزيمة الأستاذ بمضي الوقت ويتحول إلى معلم تقليدي يعتمد أسلوب التلقين.

إن استمرار الأستاذ الجامعي بالبحث العلمي والإشراف على طلبة الدراسات العليا يهيئ للأستاذ الجامعي الفرصة للانفتاح على زوايا عديدة من التقدم العلمي في حقول اهتماماته. لذلك فإن إدخال مواضيع بحثية مصغرة ضمن المواضيع التي يقوم بتدريسها هي فرصة له لكي يستمر في تحسين مستوى محاضراته وفي الوقت نفسه حفزا لروح الإبتكار والتطوير لدى الطلبة في مختلف المواضيع الدراسية(٥و٦).

إن تطوير الإبتكار في التعليم الهندسي أمر بالغ الأهمية لتهيئة المهندس أثناء عمله المستقبلي بسبب السرعة الهائلة للتقدم العلمي في مختلف جوانب الحياة. والمشاريع هي أحد الوسائل في تطوير الإبتكار.

تستعرض الورقة خبرة المؤلف في مجال تنمية الإبتكار لدى الطلبة باستخدام نوعين من المشاريع التي أشرف عليها ضمن المرحلة الجامعية الأولية في التعليم الهندسي بقسم الهندسة الكهربائية في الجامعة الأردنية لأكثر من عشر سنوات(٧و٨).

٢- تطوير الإبداع والابتكار لدى طالب الهندسة

تستهوي مهنة الهندسة اليوم الطلبة من ذوي القابليات المميزة والمعدلات العالية في الدراسة الثانوية ولذلك فإن الإقبال على الدراسة الهندسية يمر من خلال تنافس شديد. وعلى هذا فإن طلبة الهندسة بشكل عام هم ممن يهوى دراسته بشكل كبير وممن يعطي لدراسته وقتًا وجهدًا لا بأس به بشكل عام. ولا شك أن الرغبة في حقل الدراسة هي أحد الركائز الأساسية في التفوق والنجاح. فمن يجبر على دراسة لا يهواها لا يجد الدافع الكافي للإبداع.

إن إحدى العقبات التي يواجهها الطالب الجامعي اليوم هي عدم تنظيم وقته وعدم الإستفادة من قابلياته بشكل كفوء. فالكثير من الوقت يهدر دون استغلال . ومن جهة أخرى فإن لمهارات الضرورية لرفع كفاءته الدراسية لا تجد العناية الكافية ولا الإهتمام. والطالب المتفوق فعلاً هو الذي يتمتع بذكاء جيد ويحسن استغلال وقته ويعرف قابلياته فيستغلها بشكل كفوء.

إن من واجب الأستاذ الجامعي مساعدة الطالب على رفع كفاءته وتنمية قابلياته أثناء دراسته. إلا أن ازدياد أعداد الطلبة الذين يأخذون مقررًا معينًا يبعد المسافة بين الطالب والأستاذ ويجعل ساعات الإتصال الفعلية قليلة ولا تكاد تكفي لمعرفة الأستاذ بنقاط الضعف لدى كل طالب على حدة ومن ثم تقديم النصح له على انفراد. لكن الخبرة الطويلة قد تعطي الأستاذ الإمكانية لمعرفة أكثر نقاط الضعف المشتركة بين الطلاب ومن ثم تقديم النصح العام الذي يشمل غالبية الطلبة.

هناك للأسف مشكلة تتعلق بالتقويم والعلامات. فالطالب عندنا بشكل عام يحاول أن يحصل على أعلى علامة بأقل جهد ممكن . وهذه المشكلة تجعل الهدف من الدراسة لمقرر معين غامضة . ومع هذا فإن موضوع العلامات يمكن أن يكون وسيلة لحفز الطالب على المزيد من العطاء. فالعلامات العالية تعطي للطالب شعورًا بالإطمئنان الشديد والتراخي ، والعلامات الواطئة جدًا تعطي شعورًا بالإحباط والخمول. لذلك فقد وجد المؤلف نتيجة خبرته الطويلة إن التوازن في العلامات مع الميل قليلاً إلى جانب العلامات الواطئة مبدئيًا يعطي حافزًا قويًا للطالب لتحسين أدائه. وفي نهاية الفصل وقبل الإمتحان النهائي يجب إعطاء أمل للطلبة الضعاف بشكل خاص. كل هذا يمكن أن يعاد النظر فيه بعد انتهاء الإمتحان النهائي بحيث يكون التقويم العام عادلاً ومتوازنًا. وهكذا فإن النظرة الخاطئة للعلامات يمكن استخدامها كوسيلة لرفع سوية الطلبة وحفزهم للمزيد من التعلم وبذل الجهد

إن معظم المقررات الدراسية في المرحلة الجامعية الأولية تحوي مقدارًا من المعلومات الأساسية التي لا بد من تغطيتها في المحاضرات. إلا أن مقدار العمق الذي يبقى في ذهن الطالب بالنسبة لمقرر معين يعتمد على جملة عوامل منها:

(أ) قابلية الأستاذ على جذب انتباه الطالب وإيصال المعلومة له بشكل مبسط وواضح ومدى إمكانية الأستاذ لحفز الطالب على أن يهوى المادة الدراسية ومن ثم يبدع فيها.

(ب)مدى محاولة الطالب متابعة المادة أولاً بأول وقيامه بحلول مسائل كافية بنفسه.

(جـ) طبيعة المادة الدراسية ومدى علاقتها باهتمامات الطالب وتصوره عن مستقبل استفادته منها.

(د) نظام التقويم المتبع ومدى قابلية الأستاذ على استعماله لحفز الطالب على بذل المزيد من الجهد أثناء دراسته.

(هـ) التوازن بين المتطلبات التي يفرضها الأساتذة عمومًا ومدى التنسيق بينهم في اتباع أساليب متناسقة وغير متعارضة في تدريسهم.

(و) الأنظمة الجامعية بصورة عامة ومدى استجابتها للتطور العلمي وبعدها عن الجمود.

وعلى هذا فإن تطوير الإبداع لدى طالب الهندسة يعتمد على الطالب أولاً وعلى الأستاذ ثانيًا وعلى المحيط الجامعي ثالثًا ، بما فيه من أنظمة وتعليمات ومناهج وتوفير لخدمات مكتبية وحاسوبية ومختبرية وخدمات أخرى.
إن أحد المستجدات التي توفرت خلال العقد المنصرم هو الشبكة المعلوماتية العالمية (الإنترنيت) فقد وفرّت للطالب وللأستاذ إمكانية المقارنة والإطلاع على الجامعات الأخرى وعلى مصادر المعلومات بشكل كبير. وهذا قد أعطى ميزة كبيرة للمقارنة وتحسين سوية التدريس وأوجد مجالاً واسعًا للتطوير وتنمية القابليات الفردية والجماعية على حد سواء.

٣- مشاريع السنة المنتهية

تقع مادة المشروع الهندسي في الجامعة الأردنية ضمن مادتين فصليتين ويحق للطالب التسجيل في الأولى منهما بعد أن يصل في عدد الساعات التي اجتازها
إلى السنة المنتهية من دراسته. وبعد انتهائه من المشروع بفصليه يقدم تقريره النهائي الذي تجري مناقشته من قبل لجنة من أعضاء هيئة التدريس في القسم بضمنهم المشرف. ويمكن للطالب أن يسجل على المشروع لوحده أو ضمن مجموعة ويجري تحديد المشروع بالتحاور بين الطالب وأعضاء هيئة التدريس أو أن يتم ذلك من خلال رئاسة القسم في حالة عدم وصول الطالب إلى اتفاق مع أحد أعضاء هيئة التدريس. لذلك فإنه بصورة عامة يكون هناك رضى للطالب عن المشروع الذي يقوم به.

ويمكن إجمال الأهداف المتوخاة من مشاريع التخرج بما يأتي :
(أ) تدريب الطالب على القيام بدراسة معينة ذات طبيعة نظرية أوعملية أو كليهما معًا بإشراف عضو هيئة التدريس.
(ب) تدريب الطالب على البحث والإستقصاء وجمع البيانات والتعلم شبه المستقل وإجراء الحسابات والحكم على النتائج بتوجيه عضو هيئة التدريس.
(جـ) كتابة تقرير فني وضمن حدود معينة من التفصيل عما قام به والوصول إلى إستنتاجات نهائية ومقترحات(٧).
(د) تنمية قابليات الإتصال والعلاقات الإنسانية لدى الطالب والشعور بالبيئة والمجتمع والمحيط حوله والتصرف الأخلاقي وأساليب العمل المهني.
إن توجيه عضو هيئة التدريس للطالب أثناء قيامه بالعمل على مشروعه يجب أن يستند إلى غور الأستاذ في شخصية الطالب ومعرفة نقاط ضعفه ونقاط قوته فيقوّم نقاط الضعف ويزيد من قوة نقاط القوة ويوجه الطالب بالقدر اللازم. فالزيادة من التدخل قد تغطي على قابليات الطالب الذاتية إذا ما كان قوي الشخصية واثقًا من نفسه ، كما أن قلة التوجيه قد تضر بالطالب الضعيف بحيث لا يدري ماذا يفعل ويضيع الكثير من وقته دون فائدة. وعلى هذا فإن مناقشات عضو هيئة التدريس مع الطالب يجب أن لا تكون ذات اتجاه واحد ولا بنمط واحد لكل الطلبة بل يجب أن يستمع الأستاذ لطالبه ويناقش آراءه أولاً بأول ويجري عليها التعديل اللازم بخطوات منتظمة صغيرة دون نسيان للهدف النهائي.

إن ما يهمنا هنا هو أساليب تنمية الإبتكار من خلال هذه المشاريع. ويمكن أن نجمل هذه الوسائل بما يأتي:
(أ) استقصاء عضو هيئة التدريس لقابليات الطالب خلال الأسابيع الأولى من عمل الطالب ، هذا في حالة ما إذا لم يكن على معرفة دقيقة بتلك القابليات قبل بدء المشروع نتيجة تدريسه مواضيع سابقة.
(ب) إغراء الطالب بحل معضلات صغيرة ضمن المشروع بخطوات قصيرة وبمراقبة زمنية مستمرة لا تقل عن اللقاء مرة أو مرتين في الأسبوع.

(جـ) المناقشة مع الطالب ، وإذا ما صادف الطالب عقبة أثناء عمله ، استدراجه لحلها بنفسه دون تقديم الأفكار والعون له من أول مرة.
(د) الدخول مع الطالب في مناقشة عصف أفكار بطرح العديد من الأسئلة عليه سواء كانت في صلب الموضوع أو في جوانب ذات صلة به ، وإعطائه بعض الأفكار الأولية لكي تساعده على سلوك المنهج الصحيح للوصول إلى الحل.
(هـ) ضرب الأمثلة ذات العلاقة للطالب بكيفية حل معضلات مشابهة سواء من قبل طلبة سابقين أو باحثين آخرين أو أفكار من الأستاذ نفسه.
(و) تزويد الطالب بالمصادر ذات العلاقة أولاً بأول.
(ز) التشجيع والثناء عندما يتوصل الطالب إلى حل معضلة أو جزء منها بما يزيده حماسًا وإثارة.
(ح) إذا كان المشروع أو جزءًا منه يحوي طبيعة عملية أو مختبرية ، يقوم عضو هيئة التدريس بمصاحبة الطالب إلى المختبر ومناقشة النتائج أو العقبات أولاً بأول ، وإذا احتوى المشروع على برامج حاسوبية فينبغي متابعة خطوات العمل والدخول في مناقشات تفصيلية والتوجيه بما يكفل عدم إضاعة وقت طويل على نقاط ثانوية.
(ط) توجيه الطالب نحو البحث عن بدائل جديدة جوهريًا سواء في مجال العتاد أو قطع الغيار أو مجال الأساليب والبرامج .
(ي) في حالة كون العمل على المشروع يضم أكثر من طالب واحد ، محاولة تنمية التعاون والمناقشة العلمية بين أعضاء الفريق وتنمية روح العمل الجماعي بما يؤدي إلى خير الجميع. وفي هذه الحالة ينبغي المراقبة الدقيقة بعدم طغيان قابليات واحد من أفراد المجموعة على غيره . لكن وجود قائد للمجموعة أمر محبذ، دون أن يكون لهذه القيادة إعاقة لإبراز كل فرد في المجموعة قابلياته على الإبتكار المستقل. ويمكن أن يتم ذلك بتقسيم العمل إلى مكونات فرعية متكاملة بحيث يأخذ كل فرد جزءًا ،على أن لا يفقد الصلة المستمرة بالتعرف على ما يقوم غيره من أفراد المجموعة من أعمال.

مثال:

سنعطي هنا مثالاً واحدًا على مشروع قام به طالبان من طلبة السنة المنتهية وهو عبارة عن محاكاة لمنظومة تحكم لإحدى وحدات تكرير البترول في مصفاة البترول الأردنية. لقد وجد أن منظومة التحكم قديمة في هذه الوحدة ويجري التحكم في قسم كبير من أجزائها يدويًا. قام الطالبان بزيارات عديدة للمصفاة واطلعا على سير العمل فيها وقابلا عددًا من العاملين فيها، واطلعا على المخططات ذات العلاقة بالعملية الإنتاجية والتقارير اليومية والدورية الأخرى التي يجري إعدادها.
وفي الإتجاه الآخر قام الطالبان بالتدرب على برنامج Labview ثم بدءا بمحاكاة المنظومة على هذا البرنامج وقد تم ربط بعض المتحسسات مع البرنامج بواسطة دوائر مواءمة مناسبة. وقد تمكنا من إظهار الوحدة كاملة بكافة تفاصيل التحكم فيها على الحاسوب وتحويل خطوات التحكم إلى تحكم يجري بواسطة الحاسوب بدل التحكم نصف الآلي المستخدم في الوحدة. لقد تمكن الطلبة من خلال هذا المشروع من القيام بعمليات ابتكارية عديدة قسم منها يتعلق بالأجهزة والمعدات (العتاد) وقسم منها يتعلق بالبرمجيات. وقد أجري عرض لما قاما به على مهندسي المصفاة وأجريت مناقشات مستفيضة لدقائق المشروع وكان الجهد الإبتكاري في عملهما واضحًا في عدد كبير من النقاط.
هذا وقد جرت خلال السنوات الأخيرة بعض الخطوات لزيادة حفز الطلبة على الإبتكار في مشاريعهم، فقد عرضت نقابة المهندسين الأردنية وفرع IEE في الأردن وبعض الشركات جوائز عينية وتقديرية للمشاريع المتميزة على مستوى كليات الهندسة في الجامعات الأردنية أو أقسام الهندسة الكهربائية فيها. وقد فاز عدد من الطلبة الذين أشرف عليهم المؤلف ببعض هذه الجوائز وقد كان ذلك حافزًا لمن أتى بعدهم على بذل المزيد من الجهود في مشاريعهم.

٤-المشاريع ضمن المواد الدراسية

يمكن للأستاذ أن يكتفي في محاضراته بالتلقين التقليدي بإعطاء المحاضرات وأن يكون الطالب متلقيًا لمنهاج معد مسبقًا. ولكن هذا الأسلوب قد أصبح غير مناسب في زمن ازدادت فيه وتيرة التطور والتغيير في المعلومات والمناهج والتقنيات. لذلك فإن إدخال مشاريع صغيرة ضمن المواد الدراسية يزداد إلحاحًا يومًا بعد يوم.

أهداف هذه المشاريع متواضعة عادة فهي لا تتعدى ترسيخ المادة العلمية ضمن مقرر معين وإطلاع الطالب على جوانب لم يكن بالإمكان التعرض لها ضمن المحاضرات العادية وتنمية قابليات البحث والإستقصاء لدى الطالب بالإعتماد على نفسه.

يمكن أن تعطى هذه المشاريع للطلبة بشكل إنفرادي أو ضمن مجموعات صغيرة ويمكن أن تكون بشكل تقرير عن موضوع صغير أو كتابة برنامج حاسوبي يقوم بمهمة معينة وقلما يكون بالإمكان أن تحوي مثل هذه المشاريع جزءًا مختبريًا أو عمليًا.

يمكن أن توزع هذه المشاريع على الطلبة بطريقتين: إما أن تعطى قائمة طويلة للطلبة يقوم كل طالب باختيار واحد منها ، أو أن تعطى للطالب خطوط عريضة بمواصفات المشروع الذي عليه اختياره مع إعطائه المصادر اللازمة لكي يحدد هو بنفسه المشروع الذي يرغب أن يكتب فيه. وفي كلا الحالتين ينبغي الدخول في مرحلة لاحقة في مناقشة مع الطالب لكي يتم تحديد مواصفات المشروع بدقة مناسبة.

يجري أثناء الفصل متابعة الطالب بشكل عام وتوجيهه إلى المراجع واتباع الأساليب المناسبة. وعند إنتهاء المشروع وقبل نهاية الفصل الدراسي يقوم الطالب بتقديم شرح كافٍ عما قام به وذلك أمام زملائه وتجري مناقشة ذلك والإطلاع على النتائج الحاسوبية إن وجدت.

مثال:

سنعطي هنا مثالاً عن مشاريع في مادة : إلكترونيات القوى والتي تعطى في مرحلة السنة الرابعة. أعطي الطلبة في بدء الفصل قائمة بمشاريع يمكن أن يختاروا منها أو أن يقترحوا هم مشاريع أخرى غيرها. وقد كانت المشاريع التي قام بها الطلبة كالآتي:

(أ) مشاريع عبارة عن شرح لمعدة أو موضوع ضمن حقل إلكترونيات القدرة من غير منهاج المادة . وقد وجد أن بعض من هذه المواضيع لكي يتم تناولها من الطلبة يحتاجوا بعض المعلومات التي تعطى أثناء الفصل مما أخّر من بدئهم في بعض هذه المشاريع . وقد وجد الطلبة في البحث من خلال الشبكة العالمية (الإنترنيت) مادة خصبة في هذا المجال. وقد روعي أن يقوم الطلبة بالبحث في عدد من المواقع وأن تكون الدراسة ذات طابع بحثي وليست عملية نسخ مباشر.

(ب) مشاريع باستخدام Matlab لمحاكاة وحل دوائر معقدة ضمن المنهاج المقرر، مع تقديم تقرير عنها.

(جـ) كتابة برنامج حاسوبي بإحدى لغات البرمجة لمحاكاة دوائر معقدة ضمن المنهاج المقرر أو خارجه.

وقد أجريت في نهاية الفصل عروض لهذه المشاريع ومناقشة لها وتشغيل بعضها على الحاسوب وملاحظة نتائجها بالمقارنة مع الدراسة النظرية.

لقد لوحظت العديد من اللمحات الإبتكارية في هذه المشاريع.

٥- مناقشة واستنتاجات ومقترحات

من خلال متابعة مشاريع الطلبة لأكثر من عشر سنوات في قسم الهندسة الكهربائية في الجامعة الأردنية ، أمكن ملاحظة ما يأتي:

(أ) إن لطالب الهندسة بعد وصوله إلى مرحلة السنة المنتهية إختزان للكثير من المعلومات وقابليات كبيرة قد نمت أثناء دراسته ، ينبغي لهذه القابليات أن تتفتق بعمل فردي أو جماعي بشكل إبداعي والمشاريع يمكن أن تكون واحدة منها.

(ب)لعضو هيئة التدريس دخل كبير في تنمية وتقويم وتوجيه هذه القابلية. والعناية بها جزء لا يتجزأ من واجباته.
(جـ) المشاريع الصغيرة ضمن المواد الدراسية ذات أهمية في بناء لبنات صغيرة من التحدي والإستجابة لدى الطالب وهي مفيدة في ترسيخ الكثير من المعلومات التي لا تتسع المناهج المقررة لها.
(د) من متابعة الكثيرين ممن أبدع في مشروعه في السنة المنتهية وجدت لديه الرغبة في إكمال دراسته العالية سواء داخل الأردن أو خارجه وأبدى تفوقًا في ذلك أيضًا.

ولقد لوحظت بعض من نقاط الضعف في مشاريع السنة المنتهية ، يمكن إجمالها فيما يأتي:
(أ) ميل الطلبة الشديد إلى المشاريع التي تحوي برامج حاسوبية وقلة الميل نحو المشاريع ذات الطبيعة المختبرية. ويعود ذلك إلى صعوبة الحصول على القطع في الأسواق المحلية وبيروقراطية عملية الحصول عليها من الخارج. هذا على الرغم من أن عددًا لا بأس به من الطلبة قد كان لديهم الصبر والأصرار على التغلب على مثل هذه التحديات وأوجدوا البدائل المناسبة لحل معضلاتهم.
(ب) إذا ما كان الطالب ضعيف القدرات ، فإن مجابهته بمعضلة لا تتناسب مع قدراته قد تنعكس على أدائه ونتائج عمله. لذلك ينبغي أن يتناسب حجم العمل المطلوب في المشروع مع قابليات الطالب والوقت المتاح.
(جـ) لوحظ أن بعض الطلبة يستهويهم العمل في مشروعهم نتيجة التحديات الفكرية والعملية التي يصادفونها ويستمروا بالعمل لفترة لا تسمح لهم بحسن تقديم التقرير النهائي بشكل مناسب نتيجة عدم التوقف قبل فترة مناسبة أو عدم توثيق عملهم بشكل مستمر أثناء سير العمل على المشروع. لذلك ينبغي مراقبة الطالب وخاصة في المراحل النهائية من عمله.

٦- المصادر

١-أدب الدنيا والدين للماوردي ص ٤٥-٤٦
٢- تعليم المتعلم للزرنوجي ص ١١١-١١٥
٣- Mohammed Zeki Khedher , Towards Development of Scientific and Technological Leaders in Muslim world, Values and Attitudes in Science and Technology Conference, International Islamic University , Kuala Lumpur, Malaysia, 4-6 Sept. 1996
٤- محمد زكي خضر ، إعداد الباحث العلمي بين الإبتكار والتقليد – الندوة الثالثة لإتحاد المهندسين العرب – جامعة العلوم التطبيقية – عمان الأردن ٢٤-١٩٩٤/٩/٢٦
٥- محمد زكي خضر ، تنمية العلوم والتكنولوجيا في العالم العربي – ندوة التكنولوجيا والتنمية – منظمة الموارد العلمية والتكنولوجية ، أوكسفورد – بريطانيا – ٢٠ تشرين الأول ١٩٩٤
٦- William Hewlett 1913-2002, Random Thought on Creativity-
http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/hewlett/creativity.htm
٧- محمد زكي خضر ، نحو تطوير مشاريع التخرج لمرحلة البكلوريوس – المؤتمر الأردني الثاني للهندسة الكهربائية – عمان ١٨- الأردن ١٩٩٦/١١/٢٠
٨- محمد زكي خضر، تجربة استعمال البريد الإلكتروني لتقديم وظائف الطلبة في الجامعة الأردنية – المؤتمر الثالث للهندسة الكهربائية – جامعة مؤتة – مؤتة – الأردن ١٨-١٩٩٩/٤/٢٠