مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (4) العدد(7) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (4) No. (7) 2020

دراسة مقارنة نقدية عملية لاستخدام العتاد المعياري والعتاد التقليدي وأثر ذلك على التعليم الأكاديمي

د. لؤي صالح*
د. حسن البستاني**
علي محمود علي***

(تاريخ الإيداع 10/ 6/ 2020. قُبِل للنشر في 5 /10/ 2020)

□ ملخّص □

ظهرت – في العقد الأخير– تقانة العتاد الإلكتروني المعياري (Electronic Modules) والتي تضم اللوحات التطويرية القابلة للبرمجة مثل الأردوينو (Arduino) والبيغل (Begal) والراسبيري (Raspberry) والأغطية (Shields) التي تُركب كملحقات على الأردوينو، وانتشرت هذه التقانة بشكل كبير في الأوساط الصناعية والأكاديمية في الجامعات بين طلاب الهندسة فأصبح اعتماد الطلاب الكبير على الموديولات الإلكترونية الجاهزة لإنجاز مشاريعهم وأبحاثهم وابتعادهم شيئاً فشيئاً عن التصميم الإلكتروني بالمستوى العميق.

سعى البحث إلى تسليط الضوء على سلبيات تقانة العتاد المعياري المحتملة على السوية الفنية لخريجي هندسة الاتصالات والإلكترونيات وهندسة التصميم الإلكتروني وذلك من خلال مقارنة عملية بين مشروعين لإنذار حريق، اعتمدنا في دارة المشروع الأول على التصميم الالكتروني التقليدي بمستواه الأدنى والأساسي (العتاد التقليدي) واعتمدنا في دارة المشروع الثاني على استخدام لوحة الأردوينو (العتاد المعياري).

كلمات مفتاحية: العتاد التقليدي – العتاد المعياري – الأردوينو – التصميم الإلكتروني – دارة إنذار الحريق.

* مدرِّس في الجامعة الافتراضية السورية وفي المعهد العالي للعلوم والتكنولوجيا؛ مدرِّس سابق في مدارس وجامعة مدينة نانت في فرنسا.
** مدرِّس في جامعة طرطوس، كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
*** قائم بالأعمال - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - قسم هندسة الاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (4) العدد(7) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (4) No. (7) 2020

A practical critical comparison study of the use of electronic hardware modules and traditional hardware, and the impact of these on academic education

Dr. Louay Saleh [*]
Dr. Hassan Al - Bostany [**]
Ali Mahmoud Ali [***]

(Received 10/6/2020. Accepted 5/ 10/2020)

□ ABSTRACT □

In the last decade, electronic hardware modules technology has emerged that includes programmable development boards such as Arduino, Begal, Raspberry, and Shields that are installed as attachments on Arduino, and this technology has spread large in the academic and industrial fields in universities among engineering students, so the great dependence of students on ready-to-use electronic modules to complete their projects and research as a result they leave deep-level electronic design.

The research tries to shed light on the possible disadvantages of electronic hardware modules on the technical level of graduates of communications and electronics engineering and electronic design engineering, this will be through a practical comparison between two fire alarm projects, in the first project department we relied on the traditional electronic design at the lowest and basic level (traditional hardware), and we adopted in the circuit of the second project on the use of the Arduino board (electronic hardware modules).

Keywords: traditional equipment - electronic hardware modules - arduino - electronic design - fire alarm circuit.

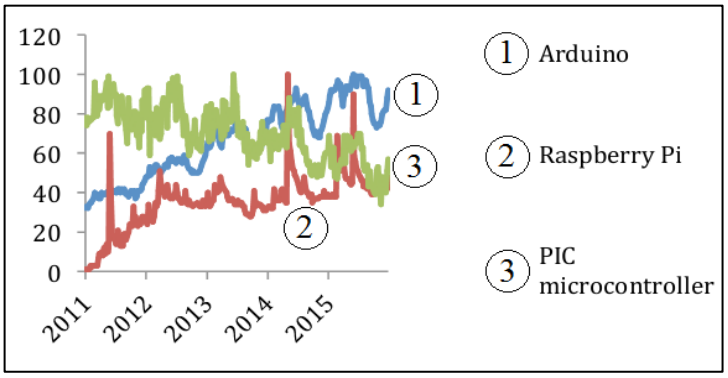
[*] Instructor at the Syrian Virtual University and the Higher Institute of Science and Technology; former teacher at schools and university in Nantes, France.
[**] Instructor at Tartous University, Faculty of Information and Communications Technology Engineering.
[***] Academic Assistant - Faculty of Information and Communications Technology Engineering - Communications Engineering Department - Tartous University - Syria

1- مقدمة:

في ظل ثقافة العتاد المعياري باتت مهمة الطالب المهندس هي تشكيل المشروع من مجموعة موديولات جاهزة، كأن يقوم بوصل بطاقة أردوينو مع موديول حساس حرارة وموديول بلوتوث ثم يكتب كود برمجي لقياس درجة الحرارة وإرسالها بالبلوتوث إلى الحاسب وغالباً يكون الكود متاحاً على الإنترنت، وهنا أصبح بناء المشروع سريعاً وسهلاً وخسر الطالب في هذه الحالة خبرة التصميم على مستوى الموديول نفسه، فمثلاً مشروع تحكم بالحرارة يتضمن حساس حرارة ودارات تضخيم وتكييف وترشيح غير سهلة البناء وتتطلب الكثير من المعرفة الهندسية النظرية، ولكن بوجود الموديول الجاهز واعتماده لا حاجة للطالب بتوسيع دراسته بتفاصيل الهندسة الدقيقة حيث يكفي أن يقوم بتوصيل الموديويلات ويترك الهندسة الدقيقة للشركات التي صنعت الموديول، وبالتالي سيتجاوز الطالب مرحلة تصميم الدارة الإلكترونية التي تتطلب عمليات طويلة وتكرارية من بناء المخطط الكهربائي ورسم الدارة المطبوعة وتجميع العناصر والاختبار والتعديل والتصحيح، وتؤثر بالمقابل على مستواه الفني كمهندس في المستقبل وبرغم اتفاق جميع الآراء حول القيمة المضافة الكبيرة التي تقدمها تقانة العتاد المعياري للأوساط الصناعية والتطويرية البحثية إلا أن هنالك بعض الآراء تحذر من الانتشار الكبير لها في الوسط الطلابي من ناحية أنها تَحرُم الطالب المهندس من اكتساب الخبرة على مستوى التصميم الإلكتروني الأساسي.

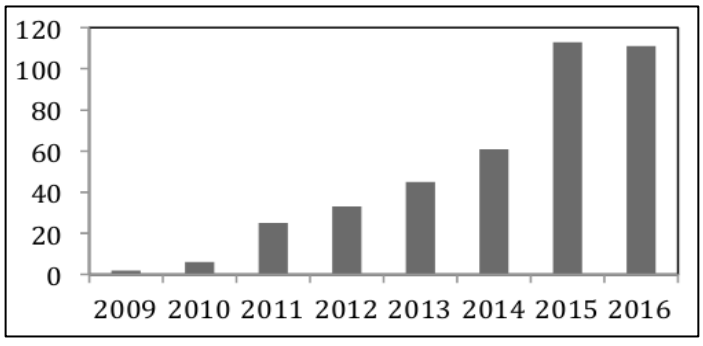
يبيّن استعراض المراجع البحثية التي تتناول تبني العتاد المعياري في تدريس مناهج النظم المضمنة إلى بعض التحديات، فمثلاً جاء في دراسة بعنوان (تدريس الأنظمة المضمنة: مناهج التدريس – استعداد الطلاب – وتحديات التصميم) [1] تركيزاً على أهمية تدريس النظم المضمنة بطريقة تجسر الهوة بين المهارات الأكاديمية المحصلة والمهارات التي تحتاجها الصناعة، ويشير البحث إلى أن لوحات العتاد المعياري التجارية ونظم تشغيلها باتت تتحكم في منهاج النظم المضمنة، في الوقت الذي يتطلب فيه الوسط الصناعي تزويد الطلاب بأساسيات الزمن الحقيقي وإدارة الطاقة والإلكترونيات المضمنة؛ وفي دراسة بعنوان (الأردوينو لتعليم الأنظمة المدمجة – هل المهندسون ومدرسو الهندسة يفقدون القارب؟) [2] قام بها بيتر جاميسون من جامعة ميامي، ينظر الباحث إلى الأردوينو كمنصة تعليم لمناهج الأنظمة المدمجة (النظم المضمنة) ويطرح السؤال فيما إذا كانت هذه المنصة مناسبة؛ توصلت المقالة إلى أن للأردوينو العديد من الفوائد التي تساعد الطلاب على بناء الأجهزة التي لم يكونوا على الأرجح قادرين على إنجازها من دونه مع منصات التحكم الأخرى، ويرجع ذلك أساساً إلى اتساع مجتمع الأردوينو على الشبكة لكن استخدام الأردوينو يجنّب الطلاب مواجهة بعض التحديات منخفضة المستوى لبرمجيات النظم المدمجة وعتادها بالإضافة إلى ذلك ظهرت مشكلة كيفية تقييم المشاريع الطلابية المرتبطة بمجتمع مفتوح المصدر، حيث أن وجود تصاميم مفتوحة المصدر مع إمكانية إعادة استخدامها يجعل من الصعب تحديد ما الذي أنجزه الطالب بنفسه ولحل هذه المسألة فرض المدرسون على الطلاب الإشارة صراحةً إلى جميع المصادر الخارجية المستخدمة، وأشارت الدراسة أيضاً إلى أن دمج الأردوينو في العملية التدريسية أدى إلى افتقاد الطلاب لعنصرين هامين في تعليم النظم المدمجة: الأول هو تغطية مفاهيم الزمن الحقيقي (ولمواجهة ذلك تم تعزيز مناهج الروبوتات)، والثاني هو التكاملية العتادية / البرمجية (/ Hardware Software) التي انخفضت بوجود الأردوينو (ولمواجهة ذلك تم إضافة هذا المفهوم كمنهاج مستقل).

وفي دراسة عربية بعنوان (استعراض تعليم الأنظمة المدمجة في عصر الأردوينو – الدروس المستفادة والتوجهات المستقبلية) [3] تم استعراض التحديات التي تواجه تعليم الأنظمة المضمنة في عصر الأردوينو وتحليل مختلف منهجيات التدريب المتبعة في ذلك، وتم إجراء دراسة بحثية في كيفية تحديث التدريس الأكاديمي لتزويد الطلاب بمهارات التصميم وتلبية احتياجات الصناعة بشكل أفضل فتطور التكنولوجيا في عصرنا أسرع من دورة التعليم الهندسي الذي لم يعد يوفر للصناعة ما تحتاجه من كفاءات بالسرعة المناسبة، وأظهرت الدراسة أن افتقار الطلاب إلى الحافز يرجع إلى أسلوب التدريس وأنهم يهتمون أكثر بالتعلم عند اتباعهم للمشاريع اليدوية والتطبيقات العملية؛ وأشار الباحث إلى أن أحد الحلول يكمن في أن يبدأ التعليم الهندسي مبكراً في المدارس الأساسية والثانوية وكمقياس لشعبية الأردوينو وضحت الدراسة من خلال الشكل (1) النتائج التي استخلصتها من (Google Trends) عند البحث عن ثلاث كلمات رئيسية وهي: الأردوينو والراسبيري والمتحكم الصغري (PIC) حيث لوحظ زيادة مستمرة في عدد عمليات البحث عن الأردوينو والراسبيري في حين ينخفض عدد عمليات البحث عن المعالج الصغري (PIC) تدريجياً.



الشكل (1) – عمليات البحث ضمن غوغل خلال خمس سنوات

مع ازدياد شعبية نظام الأردوينو بين الأكاديميين ازداد عدد المنشورات التي تتضمن منصة أردوينو بشكل كبير حيث يوضح الشكل (2) عدد منشورات أردوينو ذات الصلة في مؤتمرات التعليم الهندسي مثل (FIE) و(IEEE Teaching) والجمعية الأمريكية للتعليم الهندسي وهذه المنشورات عن طريق استخدام الأردوينو في التعليم بالمدارس الابتدائية الثانوية والجامعات.



الشكل (2) – عدد المنشورات ذات الصلة بالأردوينو سنوياً

2- أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من ضرورة الحفاظ على السوية التعليمية في الكليات الهندسية بل تطويرها ورفعها، وهذا يتطلب التدقيق في كل جديد على المنهاج وفي كل محذوف والتحقق من أن ذلك كله يدفع بالعملية التعليمية إلى الأمام ولا يترتب عليه نتائج سلبية في المستقبل.

3- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة أثر تقانة العتاد المعياري في الوسط الأكاديمي على المستوى الفني في مجال الإلكترونيات من خلال إجراء مقارنة عملية بين مشروعين لإنذار حريق، إحداهما بواسطة العتاد التقليدي والآخر بواسطة العتاد المعياري وبحيث تغطي المقارنة الجوانب الإيجابية والسلبية لاستخدام العتاد المعياري، وتحليل درجة استفادة الطالب من المشاريع التي ينجزها بنفسه مقارنةً بتلك التي يقوم بتشكيلها، وكيفية الاستفادة من هذه التقانة الجديدة في رفع السوية الإلكترونية للمهندس.

4- منهجية البحث:

اعتمدنا الطريقة النقدية التحليلية بالمقارنة بين خبرة الطلاب المعتمدين في مشاريعهم الإلكترونية على اللوحات الجاهزة مع خبرة الطلاب المعتمدين على لوحاتهم المنجزة من قبلهم وقدرتهم على فهم واستيعاب عمل الدارات الإلكترونية، وذلك من خلال مقارنة الفائدة العلمية والعملية عبر تنفيذ مشروع دارة إنذار حريق بطريقتين (دارتين مستقلتين الغرض نفسه):

آ- باستخدام عناصر إلكترونية (العتاد التقليدي) من دون الاعتماد على لوحات الأردوينو.

ب- باستخدام الأردوينو (العتاد المعياري).

5- المقارنة العملية بين المشاريع التقليدية والمشاريع المعيارية:

دارة إنذار الحريق (Smoke Fire Alarm Circuit – Fire Alarm) هي جهاز إنذار بسيط يعمل عند حدوث حريق في مكان ما عن طريق زيادة درجة الحرارة فيه، وسنقوم بذكر المتطلبات الكاملة لتنفيذ الدارة بالطريقتين مع شرح مبدأ عملها بهدف المقارنة بين استفادة الطالب العملية والعلمية من تنفيذه للمشروع بكل طريقة.

5-1- دارة كاشف حريق باستخدام العتاد الإلكتروني التقليدي:

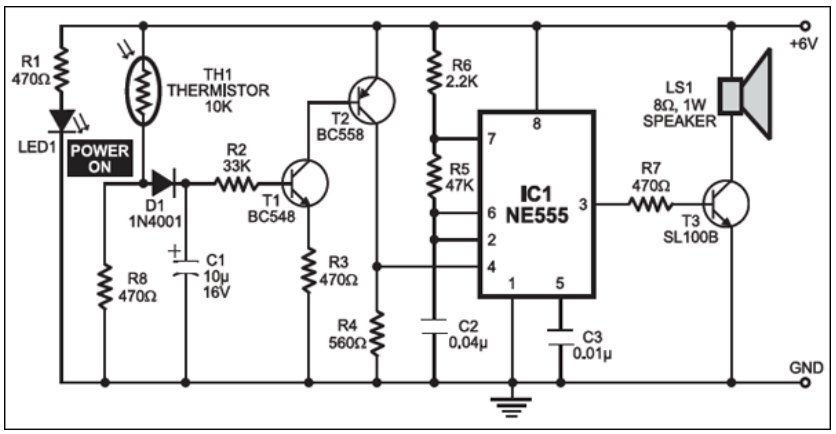
5-1-1- متطلبات الدارة:

سنجري في هذا القسم مشروعاً لدارة إنذار الحريق باستخدام العتاد التقليدي [4] وهي دارة إنذار الحريق باستخدام الثرمستور (Fire Alarm Using Thermistor)، يبيّن الجدول (1) مكونات الدارة المنجزة بواسطة العتاد التقليدي.

الجدول (1) – مكونات دارة إنذار الحريق بواسطة العتاد التقليدي

IC: NE555, **T1**: BC548, **T2**: BC558, **T3**: SL100B / BC548B, **LED**: Red, **D1**: 1N4001, **Thermistor**, **Speaker**: 8Ω – 1w, **C1**: 10uf 16v, **C2**: 0.04uf, **C3**: 0.01uf, **R7** = **R1** = **R8** = **R3** = 470Ω, **R2** = 33kΩ, **R4** = 560 Ω, **R5** = 47kΩ, **R6** = 2.2kΩ.

يبين الشكل (3) المخطط الإلكتروني لدارة إنذار الحريق التي سنقوم بإنجازها والتي تتضمن عناصراً متوفرة بسهولة ويمكن بناؤها على أية دارة مطبوعة بشكل عام، وتعتمد دارة الإنذار هذه على عنصر الثرمستور (TH1) كحساس للحرارة حيث تُصدر صوتاً عبر مكبر الصوت (Speaker) عند زيادة درجة الحرارة عن مستوٍ محدد.

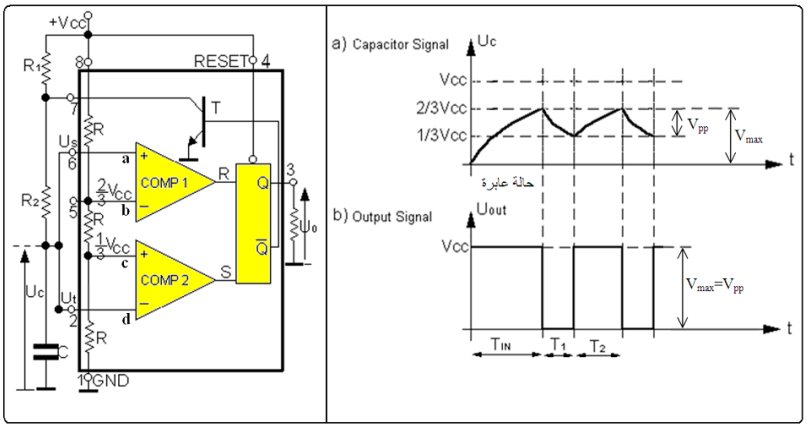


الشكل (3) – المخطط الإلكتروني لدارة إنذار حريق "عتاد تقليدي"

5-1-2- شرح آلية عمل دارة إنذار الحريق في العتاد التقليدي:

تعمل الدارة على جهد منظم بين (6 – 12 V) حيث يفيد الضوء (LED) في الإشارة لوجود تغذية الدارة كما تحوي الدارة حساس ثرمستور (TH1) مقاومته حوالي (10 KΩ) في درجة الحرارة العادية، وتزداد المقاومة عند انخفاض درجة الحرارة في حين تنخفض إلى رتبة الأوم كلما ازدادت درجة الحرارة المحيطة بالحساس عن (100°C) فعندما يصبح الثرمستور ساخناً يوفر مساراً منخفض المقاومة عن طريق الديود (D1)، وتشحن المكثفة (C1) إلى الجهد الموجب لتزيد من وقت التنبيه ويصل الجهد الموجب عن طريق المقاومة (R2) إلى قاعدة الترانزستور (T1) فيكون في حالة عمل، وكلما زادت قيمة المكثف (C1) زاد الجهد الأمامي المطبق على قاعدة الترانزستور (T1) ويؤدي بدورة لعمل الترانزستور (T2) فيعمل العداد (555) بمجرد عمل الترانزستورين (T1, T2)، حيث تمَّ توصيل العداد (NE555) وهو الدارة المتكاملة (IC1) ليعمل كهزاز عديم استقرار (Astable Multivibrator Oscillating) ينتج عنه نبضات غير مستقرة تصل إلى الترانزستور (T3) الذي يقود مكبر الصوت (LS1) لتوليد صوت الانذار، ويعتمد تردد العداد على قيمتي المقاومتين (R5, R6) والمكثف (C2) في حين تستخدم المقاومة (R4) بحيث تصل الطرف (4) للمؤقت إلى الأرضي عند غياب الجهد الموجب القادم عبر الثرمستور نتيجة انخفاض درجة حرارته عند زوال الخطر فتصبح مقامته عالية أي

حوالي (10 KΩ)، فيصبح عندها خرج العداد معدوماً ويصبح الترانزستور (T3) في حالة قطع ليتوقف السبيكر عن إصدار الصوت، يبين الشكل (4) البنية الداخلية للعداد (555) وتوصيلاته الخارجية المطلوبة لعمله كدارة عديم استقرار كما يوضح الشكل إشارات الاهتزاز في حالة عديم الاستقرار.



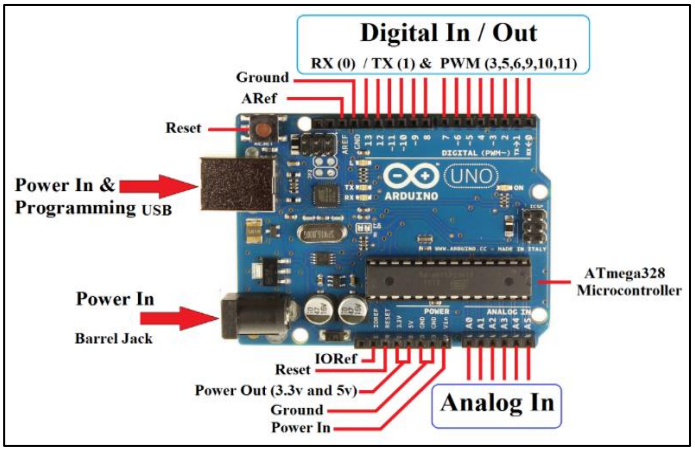
الشكل (4) – البنية الداخلية للمؤقت (555) مع إشارات عديم الاستقرار

5-2- دارة كاشف حريق باستخدام العتاد الإلكتروني المعياري (الأردوينو):

الأردوينو لوحة إلكترونية (Platform) قابلة للبرمجة يتم وصلها مع أجزاء أخرى مثل الحساسات والمصابيح والمحركات وغيرها ويتم برمجة لوحة الأردوينو من خلال وصلها مع الحاسب للقيام بمهام مختلفة، ولوحة الأردوينو من تصميم مجموعة من المهندسين الذين كانوا يعملون في معهد التصميم التفاعلي في مدينة إيفيرا (Ivrea) الإيطالية عام (2005) وكان هدفهم تصميم لوحة إلكترونية متعددة المهام لتعليم طلاب الجامعات والمعاهد التقنية علوم المتحكمات الدقيقة بأسلوب سهل وغير مكلف، فقام الفريق حينها بإطلاق مشروع أردوين إيفرا (Arduin of Ivrea) نسبة إلى "أردوين" الذي كان اسماً لبار في مدينة إيفيرا الإيطالية والعائد لاسم شخصية تاريخية شهيرة في المدينة، وتم تصميم العديد من لوحات الأردوينو.

5-2-1- متطلبات الدارة:

سنجري في هذا القسم مشروعاً لدارة إنذار الحريق عن طريق العتاد المعياري [5] باستخدام لوحة الأردوينو من النوع أردوينو أونو (Arduino Uno) المبينة في الشكل (5).



الشكل (5) – لوحة الأردوينو أونو

تحتوي لوحة الأردوينو أونو على متحكم صغري (ATmega 328) ونلاحظ على اللوحة (13) طرفاً رقمياً (Digital) منها (6) أطراف تمتاز بتعديل عرض النبضة (PWM) ويمكن استخدام هذه الأطراف الستة للخرج التماثلي، وعند استخدام أحد هذه الأطراف الثلاثة عشر تجب الإشارة ضمن برمجة الأردوينو إلى تحديد ماهية هذا الاستخدام إذا كان دخلاً أم خرجاً عن طريق التعليمة (PinMod) ونستخدم التعليمتين (DigitalRead, AnalogRead) للطلب من الأردوينو أن يقرأ القيمة على أحد أطرافه والتعليمتين (DigitalWrite, AnalogWrite) لإخراج القيمة، ونلخص ذلك في الجدول (2).

الجدول (2) – تعليمات برمجة الأردوينو المتعلقة بأطراف الدخل والخرج

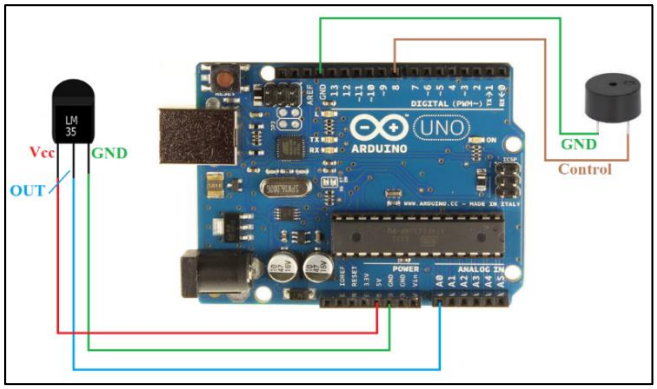
PinMod (x, OUTPUT); PinMod (x, INPUT);	تحديد نمط الطرف (x) كخرج. تحديد نمط الطرف (x) كدخل؛ حيث (x) هو رقم بين (13–1).
DigitalWrite (x, HIGH); DigitalWrite (x, LOW);	إخراج (1) منطقي على الطرف (x). إخراج (0) منطقي على الطرف (x).
DigitalRead (x);	إدخال الحالة الرقمية من الطرف (x) وتكون إما (0) أو (1).
AnalogWrite (x, 255);	إخراج جهد تماثلي على الطرف (x) قيمته (5 V).
AnalogRead (A_y)	إدخال الحالة التماثلية من الطرف (A_y)، وتكون القيمة المدخلة بين (1023–0)؛ حيث (y) هو رقم بين (5–0).

وضعنا في الجدول (3) مكونات الدارة المنجزة بواسطة العتاد المعياري.

الجدول (3) – مكونات دارة إنذار الحريق بواسطة العتاد المعياري

Arduino Uno – Piezo Buzzer – LM35 – breadboard.

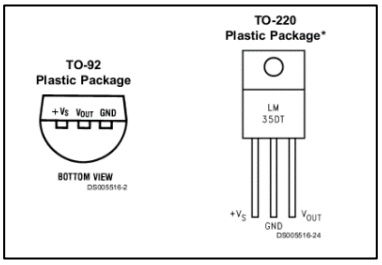
في الشكل (6) يتضح المخطط الإلكتروني لدارة إنذار الحريق التي سنقوم بإنجازها بواسطة العتاد المعياري حيث سنصل (Piezo Buzzer) أو (Piezo Speaker) مع لوحة (Arduino UNO) بالإضافة إلى حساس (LM35) كما هو واضح في الشكل، ثم نربط اللوحة مع الحاسب عن طريق وصلة (USB) لنقوم برفع البرنامج إليها من برنامج الأردوينو كما سنرى لاحقاً.



الشكل (6) – المخطط الإلكتروني لدارة إنذار الحريق "عتاد معياري"

5-2-2- شرح آلية عمل الدارة إنذار الحريق في العتاد المعياري:

يعمل الترانزستور (LM35) كحساس دقيق لدرجة الحرارة، وكما نلاحظ من مخطط الحساس في الشكل (7) فيتم وصل طرفه الخاص بالتغذية إلى الجهد (5 V) وطرفه الوسطي إلى الأرضي ووصل خرجه إلى الطرف (A0) للأردوينو، فعند ارتفاع درجة حرارة الحساس يعطي جهداً إلى الطرف (A0) فنبرمج لوحة الأردوينو بحيث عندما يستقبل جهداً عن طريق الطرف (A_0) يقوم بتطبيق الجهد عبر الطرف (8) على الجرس فيصدر صوتاً.

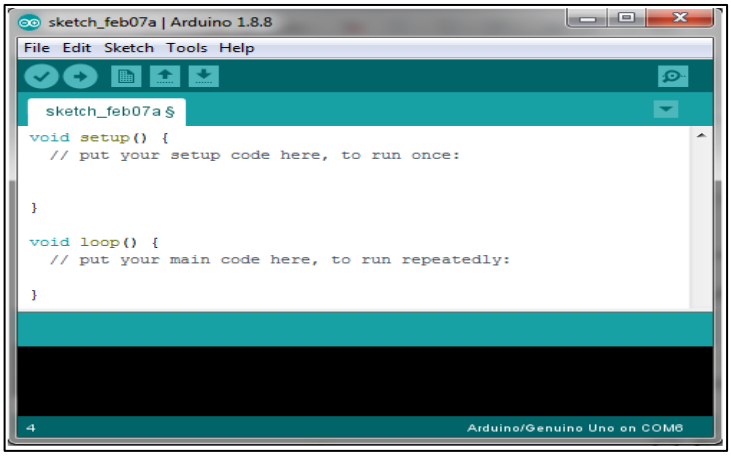


الشكل (7) – الحساس (LM35) مع توضيح أطرافه

يتضح من شرح آلية عمل الدارة وفق العتاد التقليدي والمعياري أن الطالب في العتاد التقليدي يتعامل مع عدد أكبر من العناصر الإلكترونية ويتعلم الهدف من استخدام كل عنصر ودوره في عمل الدارة فيزداد خبرة إلكترونية من كل مشروع ينجزه بهذه الطريقة، في حين يتم اختصار العديد من العناصر الإلكترونية ضمن العتاد المعياري حيث أصبحت هذه العناصر مدمجة ضمن لوحة الأردوينو فيتعامل معها بلغة برمجية بعيدة عن الدخول في تفاصيل عمل العناصر الإلكترونية الجزئية والصغيرة.

5-2-3- برمجة لوحة الأردوينو أونو:

– لوحات الأردوينو قابلة للعمل في مجالات كثيرة وتعتبر لغة البرمجة وسيلة التواصل بيننا وبينها فمن أجل أن تقوم الدارة بالإنذار عند درجة حرارة معينة تحتاج لوحة الأردوينو لعملية برمجة حيث توجد برامج خاصة ببرمجة لوحات الأردوينو مثل (*Arduino-1.8.8-Windows*) فنقوم بتنصيبه على الحاسب وبعد تشغيله تظهر الواجهة المبينة في الشكل (8).



الشكل (8) – واجهة برنامج الأردوينو

– من أجل كتابة كود برمجة لوحة الأردوينو نحتاج مجموعة من الأفكار نلخصها بالخطوات التالية:

1– لا داعي لتحديد الطرف (A_0) للأردوينو كدخل تماثلي لأن ذلك محدد في بنية اللوحة التصميمية ولكن يجب أن نحدّد أن الطرف الثامنة (8) للأردوينو كخرج بكتابة التعليمة التالية:

```
pinMode(8, OUTPUT);
```

2– نعرِّف متغيراً صحيحاً اسمه (val) ونسند إليه القيمة المقروءة من قبل الأردوينو عبر الطرف التماثلي (A_0) أي (0) فيتم فيه تخزين قيمة جهد خرج الحساس (LM35):

```
int val=analogRead(0)
```

3– نقوم بمجموعة من العمليات الحسابية من أجل الحصول على العلاقات الرياضية اللازمة لكتابة برنامج التحكم بلوحة الأردوينو الداخلة ضمن مشروع إنذار الحريق:

يعطي حساس الحرارة (LM35) جهداً قدره (10 mV) لكل تغير بدرجات الحرارة مقداره (1° C) وهذا من ضمن الخصائص التصميمية للحساس، ونعبر عن ذلك رياضياً بالعلاقة:

$$10\,mV \Leftrightarrow 1^\circ C \quad \Longrightarrow \quad 1V \Leftrightarrow 100^\circ C \qquad (1)$$

– تقوم المحولات التماثلية الرقمية (ADC) بتحويل القيم التماثلية إلى قيم رقمية فعندما نغذيها بجهد (5) فولت تترجمها إلى القيمة المنطقية (1)، وعندما لا يتم تغذيتها بالجهد أي بالقيمة (0) فولت تترجمها المحولات إلى القيمة المنطقية (0)، وللمحول الرقمي التماثلي على لوحة الأردوينو سعة (10) بت فيمكن لهذه البتات استخلاص (1024) قيمة تماثلية لأن (2^0=1024)، بفرض أن (val) هي القيمة التماثلية التي يعطيها الحساس (LM35) فعند تطبيقها على الطرف (A0) للأردوينو يقوم بتحويلها إلى قيمة رقمية (val_{dig}) فتكون القيمة الرقمية المقابلة رياضياً:

$$val_{dig} = val\ \frac{5}{1024} \qquad (2)$$

– نعرِّف متغيراً اسمه (T) ونسند إليه درجة الحرارة المقاسة وذلك حسب الجهد الذي يعطيه الحساس، بالاستفادة من العلاقات (1) و(2) يكون:

$$T = \left(val_{dig} \times 100\right)^{\circ} C = \left(val\ \frac{5}{1024} \times 100\right)^{\circ} C = \left(val\ \frac{5}{10.24}\right)^{\circ} C \qquad (3)$$

– فبالاستفادة من العلاقة (3) تصبح التعليمة المناسبة التي يجب أن نكتبها في البرنامج والتي تحسب قيمة درجة الحرارة (T):

```
long T = (double) val * (5/10.24)
```

4– نضع شرطاً باستخدام التعليمة (if) لكي يبدأ الجرس بالرنين عند درجة حرارة مثل (50° C).

```
if(data>50)
```

5– يتم قياس درجة الحرارة في دارتنا من قبل الحساس (LM35) فعندما يتحقق شرط أن تكون درجة الحرارة أكبر من (50) نعطي الأمر للوحة الأردوينو بتطبيق جهد على الجرس فيصدر صوتاً وبعدها الانتظار لمدة ثانيتين ثم يتم اختبار شرط درجة الحرارة وهكذا، ويتم ذلك بكتابة الأمر التالي:

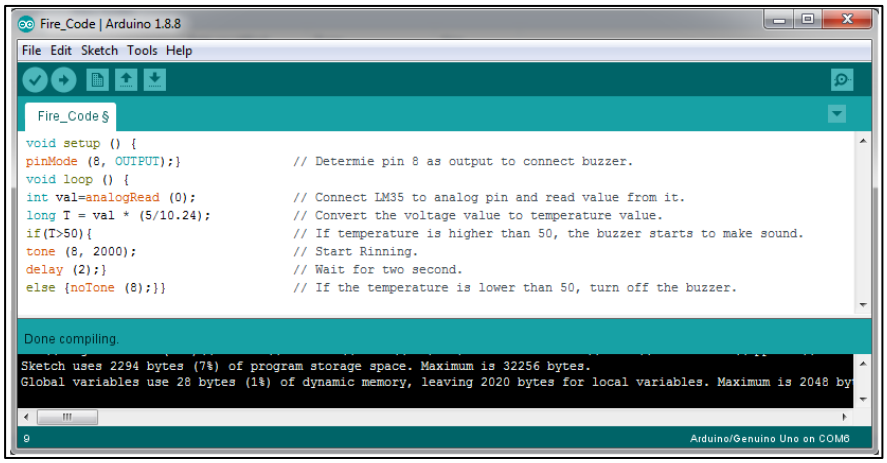
```
tone (8, toneVal);
delay(2);
```

6– عند عدم تحقق شرط درجة الحرارة العالية نعطي الأمر بإطفاء الجرس:

```
noTone(8);
```

– يصبح الكود البرمجي كما هو مبين في الشكل (9).

بعد أن قمنا بتجهيز دارة انذار الحريق كما هو واضح في الشكل (6) نوصلها باستخدام كبل (USB) مع الحاسوب الذي قمنا بتنصيب برنامج الأردوينو عليه ونشغل برنامج الأردوينو ثم نكتب الكود البرمجي في نافذته الشكل (9)، وبعد ذلك نضغط الأيقونة (Verify) ضمن واجهة البرنامج من أجل التأكد من صحة الكتابة البرمجية ثم نقوم بتحميل الكود من الحاسوب إلى لوحة الأردوينو عن طريق الوصلة (USB) وذلك بضغط الأيقونة (Upload) ضمن نافذة البرنامج، فتصبح الدارة جاهزة للتنبيه عند تعرضها لدرجة حرارة (50).



الشكل (9) – الكود البرمجي المستخدم لعمل الأردوينو

5-3- دراسة المقارنة بين المشروعين:

بعد تنفيذ دارتي إنذار الحريق بالطريقتين المختلفتين سنقوم بعملية مقارنة شاملة للخطوات التي أجريناها في كلا المشروعين للوقوف على حقيقة عمل الطلاب عند قيامهم بمشاريع إلكترونية بواسطة العتاد التقليدي أو المعياري وما هي الخطوات المفقودة عند استخدام إحداهما دون الآخر، سنحتاج مجموعة من النقاط لرسم منحني المقارنة بين المشروعين لذا سنضع مجموعة من الجداول التي تفيد في رسم المنحني.

5-3-1- مكونات المشروعين:

يبين الجدول (4) العناصر المستخدمة ضمن دارة إنذار الحريق بواسطة العتاد التقليدي مع تفاصيل الأسعار[1] لكل عنصر وعدد العناصر المطلوبة.

الجدول (4) – مكونات مشروع دارة إنذار حريق حسب العتاد التقليدي

م	العنصر / الأداة	النوع	السعر الإفرادي	العدد	السعر الإجمالي
1	مؤقت	NE555	75	1	75
2	قاعدة 555	عادي	10	1	10
3	ترانزستور	BC548	20	2	40
4	ترانزستور	BC558	20	1	20
5	ديود	1A-1000V	10	1	10
6	مكثف كيميائي	10 uF – 50V	10	1	10
7	مكثف بوليستر	39 nF – 100 V	20	1	20
8	مكثف بوليستر	10 nF – 100 V	10	1	10
9	مقاومات	1/4 W	20	1	20
10	مقاومة حرارية	Thermisistor	200	1	200
11	حمض كلور الحديدي	FeCl2	500	1	500
12	ليد أحمر	LED – HM – 5mm	10	2	20
13	زمور 12 فولت قطر 12 مم		100	1	100
14	فيبر نحاسي	5 x 7 cm2	300	1	300
15	قلم عازل	صيني	700	1	700
16	كاوي	CJ – 600 4W	1600	1	1600
17	قصدير	50G-H-1m-60%	100	1	100
	المجموع			19	3735

[1] الأسعار الموجودة بتاريخ شهر (تشرين الأول) عام /2019/.

نلاحظ من الجدول (4) أن عدد العناصر والأدوات هو (19) بكلفة مادية بلغت (3735) ليرة سورية حيث نكون بذلك حصلنا على بارمتري عدد الأدوات والكلفة من أجل مشروع العتاد التقليدي، ومن أجل الحصول على هذين البارامترين لمشروع العتاد المعياري نضع الجدول (5) الذي يحوي العناصر المستخدمة في دارة إنذار الحريق بواسطة العتاد المعياري مع تفاصيل الأسعار لكل عنصر وعددهم.

الجدول (5) – مكونات مشروع دارة إنذار حريق حسب العتاد المعياري

م	العنصر / الأداة	السعر الإفرادي	العدد	السعر الإجمالي
1	لوحة أردوينو أونو R3-ARD001	3500	1	3500
2	LM35DZ TO-92	700	1	700
3	زمور 12 فولت قطر 12 مم	100	1	100
4	لوحة تجارب SD-12	1600	1	1600
5	أسلاك توصيل	20	6	120
المجموع			10	6020

نلاحظ من الجدول (5) أن عدد العناصر والأدوات هو (10) بكلفة مادية بلغت (6020) ليرة سورية.

5-3-2- خطوات العمل للمشروعين:

يبين الجدول (6) خطوات العمل المتبعة لإنجاز مشروع إنذار حريق بواسطة العتاد التقليدي، واعتمدنا درجات مسجلة لكل مرحلة متبعة مثل الخبرة المكتسبة والجهد المبذول والخطأ المرتكب مع سبب الخطأ وحساب الزمن لكل مرحلة بالأيام فمثلاً كان زمن البحث عن مشروع مناسب محسوباً حسب ما استغرقناه للحصول على دارة مشروع مناسبة من حيث قدرتنا على تنفيذها من جانب الإمكانيات المتاحة وتوافر عناصر الدارة في السوق المحلية كما سجلنا الخبرة كدرجة مكتسبة لكل خطوة باعتبار أن كل خطوة يقوم فيها الطالب تكسبه خبرة مضافة، وبالمقابل يبذل جهداً مضافاً لكل من هذه الخطوات وكذلك الأمر بالنسبة للخطأ باعتبار أن الطالب يتعرض لخطأ في كل خطوة من خطوات المشروع وننظر إلى هذه الأخطاء كإيجابيات لأنه يتعلم منها كونها تكسبه الخبرة، وعلّلنا سبب الخطأ المحتمل لكل خطوة.

الجدول (6) – خطوات تنفيذ مشروع إنذار حريق بواسطة العتاد التقليدي

م	خطوات العمل	الزمن (يوم)	الخبرة (درجة)	الجهد المبذول (درجة)	الخطأ المرتكب (درجة)	سبب الخطأ
1	البحث عن مشروع مناسب	10	1	1	1	عدم توفر العناصر في السوق

2	فهم مبدأ عمل الدارة	1	1	1	0	لا يوجد خطأ لأن العملية ضرورية
3	شراء العناصر والأدوات	1	1	1	1	مكافأة العناصر بشكل غير مناسب
4	رسم الدارة المطبوعة	1	1	1	1	عدم التطابق مع المخطط الإلكتروني
5	التحميض	1	1	1	1	زيادة فترة التحميض أو عدم كفايتها
6	التثقيب	1	1	1	0	لا يوجد خطأ بسبب بساطة العملية
7	تثبيت العناصر ولحامها	1	1	1	1	مبتدأ في عملية اللحام
المجموع		16	7	7	5	---

نضع في الجدول (7) خطوات مشروع إنذار الحريق بواسطة العتاد المعياري وذلك بنفس الآلية المتبعة في الجدول (6) الخاص بالعتاد التقليدي وذلك بهدف المقارنة بين العتادين.

الجدول (7) – خطوات تنفيذ مشروع إنذار حريق بواسطة العتاد المعياري

م	خطوات العمل	الزمن (يوم)	الخبرة (درجة)	الجهد المبذول (درجة)	الخطأ المرتكب (درجة)	سبب الخطأ
1	البحث عن مشروع مناسب	5	1	1	0	لا يوجد خطأ لأن المشاريع ذات أفق واسع
2	فهم مبدأ عمل الدارة	1	1	1	1	مبدأ العمل غير ضروري، البرمجة هامة
3	تأمين العناصر والأدوات	1	1	1	0	لا يوجد خطأ العناصر متاحة
4	تثبيت العناصر ووصلها	1	1	1	0	لا يوجد خطأ بسبب بساطة العملية
5	وصل اللوحة وكتابة البرنامج	1	1	1	0	لا يوجد خطأ بسبب بساطة العملية
المجموع		9	5	5	1	---

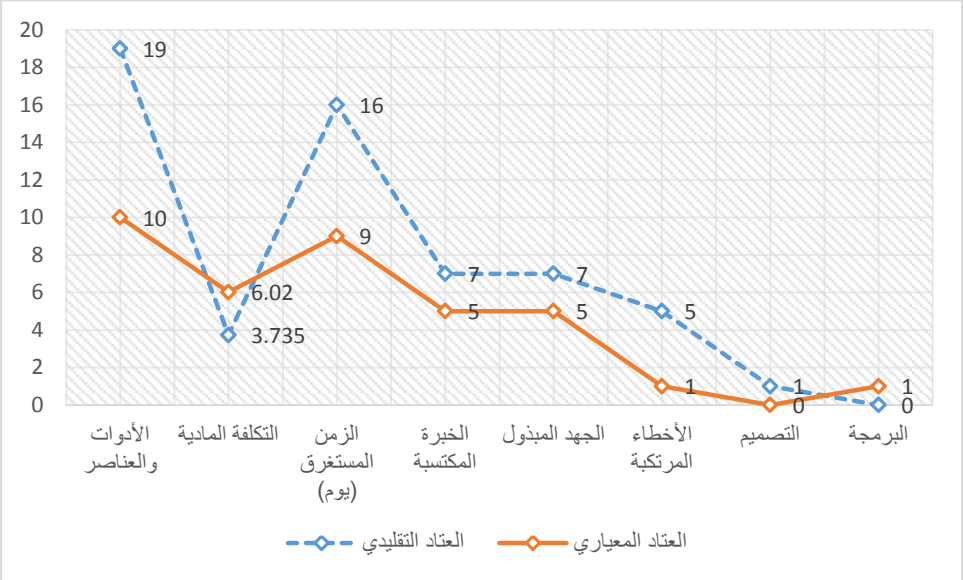
5-3-3- الخط البياني للمقارنة بين المشروعين:

نلخص الجداول السابقة (4) و(5) و(6) و(7) في الجدول (8) من أجل الحصول على البارامترات الثمانية الضرورية لرسم الخط البياني للمقارنة بين المشروعين، فوضعنا في عمود "المرجعية" رقم الجدول الذي اعتمدناه للحصول على البارامتر المكافئ له في نفس سطر الجدول حيث استفدنا من الجدول (4) والجدول (5) من أجل حساب عدد الأدوات والعناصر المستخدمة في العتادين بالإضافة إلى التكلفة المادية ولكن قمنا بعملية قسمة لكل من الكلفتين على العدد (1000) للحصول على مقياس رسم مناسب للمنحني بتصغير القيمتين (3735) و(6020) إلى (3.735) و(6.020) على الترتيب لكي تصبحان قريبتان من قيم البارامترات الأخرى واستفدنا من الجدول (6) والجدول (7) من أجل المقارنة بين الزمن والخبرة والجهد والأخطاء للعتادين، وفي جانب التصميم وضعنا الدرجة (1) منطقي من أجل تصميم العتاد التقليدي كإشارة لقيام الطالب بتصميم الدارة في العتاد التقليدي والدرجة (0) منطقي من أجل تصميم العتاد المعياري بسبب غياب معيار التصميم في العتاد المعياري؛ وهذا بعكس معيار البرمجة التي لا يمتاز بها العتاد التقليدي فوضعنا درجة (0) منطقي في حين تتواجد البرمجة في العتاد المعياري فوضعنا درجة (1) منطقي.

الجدول (8) – مقارنة تنفيذ مشروع إنذار حريق بواسطة العتادين التقليدي والمعياري

م	المقارنة	العتاد التقليدي	العتاد المعياري	المرجعية
1	عدد الأدوات والعناصر المتعامل معها	19	10	الجدول (4) والجدول (5)
2	التكلفة المادية / 1000	3.735	6.020	
3	الزمن المستغرق (يوم)	16	9	الجدول (6) والجدول (7)
4	الخبرة المكتسبة	7	5	
5	الجهد المبذول	7	5	
6	الأخطاء المرتكبة	5	1	
7	التصميم	1	0	---
8	البرمجة	0	1	---

– لتوضيح المقارنة المبينة في الجدول (8) نرسم الخط البياني الموافق له فنحصل على الشكل (10).



الشكل (10) – منحني المقارنة بين استخدام العتادين لإنجاز دارة إنذار حريق

6– الاستنتاجات والتوصيات:

6–1– الاستنتاجات:

نلاحظ من الخط البياني الذي يلخص دراسة مقارنة نقدية بين المشروعين ما يلي:

1– يتيح العتاد التقليدي للطالب التعامل مع عدد أكبر من العناصر والأدوات الإلكترونية والبالغ في مشروعنا (19) عنصراً مقابل (10) عناصر في العتاد المعياري.

2– يتصف العتاد التقليدي بانخفاض التكلفة المادية والتي بلغت في مشروعنا (3735) ليرة سورية مقابل (6020) ليرة سورية للعتاد المعياري.

3- يستغرق المشروع زمناً أكبر في العتاد التقليدي حيث استغرقنا في مشروعنا (16) يوماً في العتاد التقليدي مقابل (9) يوماً للعتاد المعياري، ومع زيادة الخبرة العملية فإن الفارق الزمني سيقل في كلا التقنيتين.

4- يمتاز طالب العتاد التقليدي بخبرته الإلكترونية الأكبر من طالب العتاد المعياري فكانت الخبرة المكتسبة في دارتنا التقليدية (7) درجة مقابل (5) درجة للدارة المعيارية.

5- يبذل الطالب جهداً أكبر في العتاد التقليدي مقارنة بالعتاد المعياري حيث كانت درجة الجهد في دارة العتاد التقليدي لدينا (7) درجة مقابل (5) درجة للعتاد المعياري.

6- يعاني الطالب في العتاد التقليدي من عدد أكبر من الأخطاء والمشاكل التي يمرّ بها أثناء تصميمة لدارته مقارنة بالعتاد المعياري، وكانت الأخطاء في مشروعنا (5) درجة خطأ في العتاد التقليدي مقابل (1) درجة خطأ في العتاد المعياري وكل خطأ يقع فيه الطالب يكسبه خبرة أكبر.

7- يقوم الطالب في العتاد التقليدي بتصميم ذاتي كامل لمشروعه في حين يغيب عنصر التصميم في العتاد المعياري وأشرنا إلى ذلك بوجود الدرجة المنطقية (1) منطقي للعتاد التقليدي مقابل عدم وجود هذا المعيار في العتاد المعياري أي (0) منطقي.

8- تكون حالة البرمجة معاكسة لحالة التصميم فالبرمجة غير موجودة في العتاد التقليدي أي (0) منطقي في حين تتواجد بفاعلية في العتاد المعياري أي (1) منطقي.

يتضح من دراسة المقارنة بين العتادين أن العتاد التقليدي يعطي مهندس التصميم الإلكتروني كفاءة في استخدام عناصر إلكترونية أكثر وجهداً أكبر ويرتكب أخطاء في التصميم أكثر وهذه الأخطاء تكسبه خبرة تصميمة أكبر في مشاريع لاحقة، وفي المقابل يكسب العتاد المعياري مهندس البرمجة سرعة وسهولة في إجراء المشاريع الإلكترونية ويبعده عن ارتكاب أخطاء تصميمية في العتاد على حساب السعر.

وبشكل عام يجعل العمل مع العتاد المعياري الطالب بعيداً عن المفاهيم الفيزيائية للنظام المصمم بينما يجبر العتاد التقليدي الطالب على الفهم الفيزيائي لمكونات النظام بشكل عام، وكما هو معلوم فإن الفهم الفيزيائي للأنظمة الإلكترونية مطلب أساسي للعقل الهندسي فأحد سلبيات العتاد المعياري الهدر في الموارد لأن كثير من التطبيقات لا تحتاج إلى لوحات الأردوينو وملحقاته بينما العتاد التقليدي يخصص الموارد على قدر التطبيق ولا يوجد أي هدر.

6-2- التوصيات ومواجهة السلبيات:

لن نكون في سورية بمعزل عن التماشي مع التقانة التي تخترق حدود العالم في كل الميادين ولكن ينبغي ألا يكون دورنا هو فقط المستهلكون والمستثمرون لما نستورده من تقانات، بل علينا الاهتمام بالمستوي الأكاديمي ضمن جامعتنا بزيادة كفاءة خريجينا من المهندسين في اختصاصات الاتصالات والإلكترونيات والتحكم والحاسوب، ونرى من خلال البحث الذي أجريناه على عينة هامة من جامعاتنا السورية أنه لا بد من النظر في النقاط الآتية:

1- يمكن توصيف العتاد المعياري أنه ينقص من خبرة مهندسي التصميم الإلكتروني ويزيد من الخبرة الإلكترونية لمهندسي البرمجة لذا من غير المفيد أن يحل العتاد المعياري مكان العتاد التقليدي بشكل كامل، ومن الضروري تخصيص مواد محددة منفصلة لتدريس التقانة الجديدة بالتوازي مع تعزيز العتاد التقليدي التصميمي المعتاد وزيادة الاهتمام بالهندسة العكسية بأن يقوم الطلاب بدراسة تفاصيل دارات إلكترونية منزلية أو

مستخدمة في مجالات عديدة ورسم مخططاتها ومحاولة فهم آلية عملها وتوصيف طريقة صناعتها وهي العملية المعاكسة لخطوات تصنيع الدارات الإلكترونية.

2- في الوضع الراهن لانتشار العتاد المعياري بهذه الطريقة الواسعة لدى طلاب الهندسة في الجامعات السورية يجب تشجيع أن يجري الطلاب مشاريع تخرج بواسطة المعيارين معاً لكي يكونوا على اطلاع ودراية بالفرق بينهما.

3- تشجيع الطلاب على إجراء المشاريع الإلكترونية ضمن المخابر دون التركيز الكبير والدقيق على تشغيل وعمل الدرات بعد الانتهاء من تصميمها فربما لا يعمل المشروع بعد جهد كبير من العمل والمتابعة، والتوجه نحو تعزيز مفهوم "التعلم من الأخطاء" لدى الطلاب عبر كشف الأعطال وتحليلها ومحاولة إصلاحها وخاصة في السنوات التي تُدرَّس فيها مواد الأسس في الكهرباء والإلكترونيات.

4- المراجعة الدورية لطلاب هندسات الإلكترونيات للمهندسين المشرفين أثناء قيامهم بتنفيذ مشاريع عملية خلال الدراسة وذلك للاطلاع على الخطوات الجديدة عدة مرات خلال الفصل، لأن التركيز على كفاءة عمل المشروع المنجز دون النظر في الطرق والخطوات التفصيلية التي اتبعها الطلاب سيدفعهم إلى جهات خارجية لتنفيذ مشاريعهم مقابل ربح مادي للحصول على مشروع برّاق.

5- يمتاز العتاد المعياري بالسهولة والبساطة والسرعة ويجب إدخاله في المرحلة ما قبل الجامعية.

6- نلمس من استخدام العتاد المعياري إنه يقلل من وقت الإبداع والتميز بينما في الجهة المقابلة نرى أن العتاد التقليدي والفهم العميق للأنظمة الإلكترونية على مستوى التفاصيل يزيد من فرصة الإبداع والتميز لتصميم مشاريع إلكترونية لدى الطالب والمهندس في المستقبل.

7- المراجع:

[1] IBRAHIM,I; Ali,R; Zulkefli,M; Elfadil,N. 2015, *Embedded Systems Pedagogical Issue: Teaching Approaches, Students Readiness, and Design Challenges.* http://www.sciencepublishinggroup.com

[2] JAMIESON, P. 2012, Arduino for Teaching Embedded Systems. Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat. http://www.citeseerx.ist.psu.edu.

[3] EL- ABD, M. 2017, *A Review of Embedded Systems Education in the Arduino Age - Lessons Learned and Future Directions.* http://www.online-journals.org.

[4] PHILLIPS, P. 2017, *Fire Alarm Using Thermistor*. http//www.electronicsforu.com.

[5] DFROBOT. 2017, *Arduino buzzer tutorial and how to use it with arduino board*. http//www.maxphi.com.