



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي "لتيتم محمد" - سكيكدة -  
قسم التكنولوجيا

تخصص: هندسة كهربائية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

بعنوان:

انجاز ودراسة الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد باستعمال الأردوينو أونو

من اعداد:

• حمداوي عاشور

• بعيش أيمن

تحت اشراف الاستاذ:

• الدكتور تيفوتي عصام.

لجنة المناقشة:

م.ع.أ. ت. ت. سكيكدة.

رئيسا - أستاذ محاضر-ب

❖ الدكتور رحاب عبد الرزاق

م.ع.أ. ت. ت. سكيكدة.

مشرفا - أستاذ محاضر-أ

❖ الدكتور تيفوتي عصام

م.ع.أ. ت. ت. سكيكدة.

ممتحنا - أستاذ مساعد-أ

❖ الدكتور مريان ابراهيم

السنة الجامعية 2024/2023

## شكر وعرفان

الحمد لله كثيرا حتى يبلغ الحمد منتهاه والصلاة والسلام على أشرف مخلوق اناره الله بنوره واصطفاه.

وانطلاقا من باب من لم يشكر الناس لم يشكر الله. لقوله صلى الله عليه وسلم: "لا يشكر الله من لا يشكر الناس" واقتداء بهذا الحديث النبوي أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ المشرف الدكتور عصام تيفوتي الذي أثارنا بعلمه لإنجاز بحثنا. دون أن ننسى أساتذة التربص الميداني "قلي صورية" و"حمدوش فاطمة الزهراء" اللتين مهدتا لنا الطريق بجملة من النصائح والارشادات فكان للنجاح قيمة ومعنى. وتعلمنا أيضا كيف يكون التفاني والإخلاص في العمل.

كما أتقدم بجزيل الشكر والعطاء الى كل يد رافقتنا في هذا العمل سواء من قريب او من بعيد والشكر موصول كذلك الى اوليائنا الذين سهروا على تقديم لنا كل الظروف الملائمة لإنجاز هذا العمل. والى أساتذة قسم التكنولوجيا خاصة وأساتذة المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي -سكيكدة-عامة. وفي النهاية نسأل الله عزوجل ان يوفقنا الى مبتغانا لتحمل المسؤولية على أكل وجهه.

## الاهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى. الحمد لله الذي وفقنا الى تامين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه التي تعد ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى.

اهدي عملي ونجاحي الى من انارت دربي، والى من كانت بعيدة عن الجسد وقريبة الى القلب، الى من رفع قيمتها وعظم شأنها وجعلها مدرسة نعلو بها، الى من سهرت الليالي فداء لنا حتى جعلتني رجلا... الى امي الغالية والعزيزة "فاطمة" ادام الله عمرها وحفظها من كل سوء يا ذنه تعالى.

الى المعلم الأول والملمجأ في حياة كل منا، الى العمود الفقري للأسرة الذي حمل على عاتقه مسؤوليتي حتى جعلني رجلا... الى أبي العزيز "عبد القادر" أدامه الله وحفظه من كل سوء يا ذنه تعالى.

الى التي وجهتني وأنارت دربي، الى من مدت يد العون من قريب ومن بعيد، الى أخواتي .

الى براعم العائلة... "جابر"، "بلقيس".

الى رفقاء دربي والى كل من تشاركنا الطريق، الى كل من عرفتهم في مشواري الدراسي والى أصدقائي الذين كانوا بمثابة الداعم النفسي، والذين كانوا أخواي قبل أصدقائي. "أيمن"، "عبد العزيز"، "مصطفى"، "العيد"، "رشيد".

وأقدم بجزيل الشكر الى كل من سخره الله تعالى لينيرنا بعلمه عامة والى أساتذة قسم التكنولوجيا خاصة.

وصلت رحلتي الجامعية إلى نهايتها بعد تعب ومشقة وها أنا ذا أختم بحث تخرجي بكل همّة ونشاط. وأمتن لكل من كان له فضل في مسيرتي، وساعدني ولو باليسر.

مرت قاطرة البحث بكثير من العوائق، ومع ذلك حاولت أن أخطأها بثبات بفضل من الله.

إلى أخوتي وأصدقائي، فقد كانوا بمثابة العضد والسند في سبيل استكمال البحث ولا ينبغي أن أنسى أساتذتي ممن كان لهم الدور الأكبر في مسانديتي.

أهدي لكم بحث تخرجي داعياً المولى عز وجل أن يطيل في أعماركم ويرزقكم بالخير.

إلى أمي الحبيبة، رمز العطاء والسخاء، وقلبي الدافئ الذي لا ينضب من الحنان والرعاية. لك أجمل الكلمات وأعذبها، ولقلبك العظيم الذي لطلما سكن بين ثماياه الحب والتضحية، هذه المذكرة تحمل في طياتها عبارة بسيطة تعجز عن وصف مدى امتناني وتقديري لك. أنتِ نوري وسندي، وبفضلك ودعمك اللامحدود، استطعت الوصول إلى هذه النقطة في حياتي العلمية. لكِ أمي، لن تكون كلماتي كافية لتعبر عن مدى حبي وامتناني، ولكنها عبارة عن جزء بسيط من الود والاعتراف بكل ما قدمته لي. أحبك من أعماق قلبي وأشرك من كل قلبي.

إلى خالد الذكر الذي وفاته المنية وكان خير مثال لرب الأسرة، والذي لم يتهاون يوم في توفير سبيل الخير والسعادة لي .. أبي الموقر.

ولا ينبغي أن أنسى أساتذتي ممن كان لهم الدور الأكبر في مسانديتي عامة وأساتذة قسم التكنولوجيا خاصة.

# الفهرس

I	الفهرس
II	فهرس الأشكال
III	فهرس الجداول
1	مقدمة عامة

## I الفصل الأول: عموميات حول أجهزة المسح.

3	1.I مقدمة
3	2.I مفهوم أجهزة المسح
3	3.I أنواع أجهزة المسح
3	1.3.I أجهزة المسح ثنائي الأبعاد
4	1.1.3.I الماسح الضوئي المسطح
4	1.1.1.3.I مبدأ العمل
6	2.1.3.I الماسحات الضوئية الدفعية
6	3.1.3.I الماسحات الضوئية الشرائحية
6	4.1.3.I الماسحات الضوئية الحشدية
6	5.1.3.I الأدوات متعددة الوظائف
7	1.5.1.3.I مبدأ العمل
8	2.3.I أجهزة المسح ثلاثي الأبعاد
8	1.2.3.I أنواع أجهزة المسح ثلاثي الأبعاد
8	1.1.2.3.I الماسح الليزري المحمول
9	2.1.2.3.I أجهزة المسح ثلاثية الأبعاد قريبة المدى
9	3.1.2.3.I أجهزة المسح ثلاثية الأبعاد بعيدة ومتوسطة المدى

- 10.....الماسح الضوئي الأرضي الثابت 4.1.2.3.I
- 11.....الماسح الليزري الجوي 5.1.2.3.I
- 13.....الماسح التصويري 6.1.2.3.I
- 14.....الماسحات الضوئية المعتمدة على الذراع 7.1.2.3.I
- 15.....أجهزة X Rays 3.3.I
- 16.....مبدأ عمل جهاز الأشعة السينية 1.3.3.I
- 16.....أنواع الأجهزة السينية 2.3.3.I
- 16.....الكشف الفلوري أو التنظير التألقي 1.2.3.3.I
- 17.....أجهزة الأشعة السينية المحمولة 2.2.3.3.I
- 21.....أجهزة الأشعة السينية C-Arm 4.3.I
- 22.....أنواع أجهزة الأشعة السينية C-Arm 1.4.3.I
- 22.....أنظمة C-Arm كاملة الحجم 1.1.4.3.I
- 22.....أنظمة C-Arm المدبجة 2.1.4.3.I
- 22.....أنظمة C-Arm صغيرة 3.1.4.3.I
- 23.....أجهزة التصوير الشعاعي الرقمي (DR) 5.3.I
- 24.....مبدأ العمل 1.5.3.I
- 25.....أنواع التصوير الشعاعي الرقمي 2.5.3.I
- 25.....أجهزة الكشف المسطحة الغير مباشرة 1.2.5.3.I
- 25.....كاشفات اللوحة المسطحة المباشرة 2.2.5.3.I
- 26.....التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني (PET) 6.3.I
- 27.....مبدأ العمل 1.6.3.I
- 29.....أنواع أجهزة التصوير المقطعي البوزيتروني (PET) 2.6.3.I
- 29.....التصوير المقطعي البوزيتروني للقلب 1.2.6.3.I
- 30.....التصوير المقطعي البوزيتروني F-18FDG 2.2.6.3.I
- 31.....الماسح الضوئي المقطعي CT 7.3.I

32.....	1.7.3.I مبدأ العمل
33.....	8.3.I الماسح الضوئي IRM
33.....	1.8.3.I مبدأ العمل
34.....	9.3.I الماسح الضوئي باستعمال الموجات فوق الصوتية ultrason
34.....	1.9.3.I مبدأ العمل
36.....	4.I الخاتمة
II الفصل الثاني: الأردوينو.	
38.....	1.II مقدمة
38.....	2.II نبذة تاريخية
39.....	3.II تعريف الأردوينو
40.....	4.II مكونات الأردوينو
40.....	1.4.II المتحكم AVR Atmega328 الرئيسي
41.....	2.4.II المتحكم Atmega16U2 الثانوي
41.....	3.4.II منظم الجهد 5V، ومنظم الجهد 3.3V
42.....	4.4.II مجموعة من الثنائيات الضوئية
43.....	5.4.II منفذ USB
43.....	6.4.II منفذ الطاقة
44.....	7.4.II منافذ الاستطاعة
45.....	8.4.II منافذ دخل تشابيهية
46.....	9.4.II منافذ المدخل والمخرج الرقمية
46.....	10.4.II منفذ برمجة ICSP (In-Circuit Serial Programming)
47.....	11.4.II دائرة متكاملة LM358
47.....	5.II أنواع الأردوينو
48.....	1.5.II أردوينو أونو
48.....	1.1.5.II خصائص الأردوينو أونو

49.....	Arduino Due	2.5.II
50.....	Arduino Due	1.2.5.II
51.....	Arduino Leonardo	3.5.II
52.....	Arduino Leonardo	1.3.5.II
53.....	Arduino Nano	4.5.II
53.....	Arduino Nano	1.4.5.II
54.....	Arduino micro	5.5.II
55.....	Arduino micro	1.5.2.II
56.....	Arduino Mini	6.5.II
57.....	Arduino Mini	1.6.5.II
57.....	Arduino Pro Mini	7.5.II
58.....	Arduino Pro Mini	1.7.5.II
59.....	Atmega Mega2560	8.5.II
60.....	Arduino Mega 2560	1.8.5.II
61.....	Arduino Mega ADK	9.5.II
61.....	Arduino Mega ADK	1.9.5.II
62.....	Arduino Lilypad	10.5.II
63.....	Lilypad	1.10.5.II
64.....	Arduino YUN	11.5.II
65.....	Arduino YUN	1.11.5.II
65.....	استعمالات الأردوينو	6.II
65.....	برمجة الأردوينو	7.II
66.....	Arduino IDE	1.7.II
66.....	Arduino IDE	2.7.II
67.....	شريط أدوات القوائم	1.2.7.II

67	File القائمة 1.1.2.7.II
69	Edit القائمة 2.1.2.7.II
69	Sketch القائمة 3.1.2.7.II
70	Tools القائمة 4.1.2.7.II
71	أدوات شريط الوظائف الشائعة 5.1.2.7.II
72	Text Editor محرر النص 2.2.7.II
73	message area منطقة الرسالة 3.2.7.II
73	text console لوحة مراقبة النص 4.2.7.II
73	طرق برمجة الأردوينو 3.7.II
	III الفصل الثالث: العمل التطبيقي للمشروع.
77	1.III مقدمة
77	2.III المخطط الصندوقي
79	3.III العناصر الالكترونية المستعملة
79	1.3.III التغذية
79	2.3.III الأردوينو أونو
79	3.3.III الدارة المندجة IC 4988
80	1.3.3.III مكوناتها
81	4.3.III المحرك خطوة خطوة
82	1.4.3.III مبدأ عمل المحرك خطوة خطوة
82	2.4.3.III مكونات المحرك خطوة خطوة
84	5.3.III وحدة بطاقة SD
85	1.5.3.III منافذ البطاقة
86	6.3.III حساس الاشعة تحت الحمراء IR
86	1.6.3.III مبدأ العمل
87	4.III برنامج المحاكاة Proteus

88	.....Proteus محاكاة المشروع ببرنامج	1.4.III
898	..... Fritzing برنامج	5.III
89	..... Fritzing محاكاة المشروع ببرنامج	1.5.III
90	..... Meshlab برنامج	6.III
90	..... Meshlab المحاكاة ببرنامج	1.6.III
93	.....انتهاء	7.III
94	..... خاتمة عامة	8.III
95	.....المراجع	9.III
101	..... الملخص	10.III

## فهرس الأشكال

### I الفصل الأول: عموميات حول أجهزة المسح.

- 4..... الشكل (1.I): أجهزة المسح ثنائية الإبعاد.....
- 5..... الشكل (2.I): مبدأ عمل الماسح الضوئي المسطح.....
- 8..... الشكل (3.I): الماسحة الضوئية الدفعية.....
- 9..... الشكل (4.I): مبدأ عمل الماسح ثلاثي الأبعاد المحمول.....
- 10..... الشكل (5.I): الماسح الليزري المحمول.....
- 11..... الشكل (6.I): الماسح الارضي الثابت في وضع المسح الألي.....
- 11..... الشكل (7.I): الماسح الارضي الثابت.....
- 12..... الشكل (8.I): الماسح الجوي للتضاريس.....
- 13..... الشكل (9.I): الماسح التصويري للتنقيب عن المعادن.....
- 14..... الشكل (10.I): ماسح ضوئيا معتمد على الذراع.....
- 15..... الشكل (11.I): جهاز الأشعة السينية.....
- 17..... الشكل (12.I): جهاز الكشف الفلوري.....
- 19..... الشكل (13.I): تشخيص الأمراض بجهاز الأشعة المحمول.....
- 20..... الشكل (14.I): جهاز phoenix3000.....
- 21..... الشكل (15.I): جهاز الأشعة السينية النقل.....
- 23..... الشكل (16.I): أجهزة C-Arm.....
- 24..... الشكل (17.I): جهاز التصوير الشعاعي الرقمي.....
- 25..... الشكل (18.I): مبدأ عمل جهاز التصوير الشعاعي الرقمي.....
- 26..... الشكل (19.I): أجهزة الكشف المسطحة المباشرة.....

- 27.....الشكل (20.I): جهاز PET
- 28.....الشكل (21.I): فحص PET للدماغ
- 30.....الشكل (22.I): فحص PET للقلب
- 31.....الشكل (23.I): التصوير المقطعي البوزيتروني F-18FDG
- 32.....الشكل (24.I): جهاز مسح مقطعي CT
- 34.....الشكل (25.I): جهاز IRM
- 35.....الشكل (26.I): الماسح البيطري باستعمال Ultrason

## II الفصل الثاني: الأردوينو.

- 39.....الشكل (1.II): أول صنع للأردوينو
- 39.....الشكل (2.II): بطاقة الأردوينو Arduino
- 40.....الشكل (3.II): المتحكم الرئيسي Atmega328
- 41.....الشكل (4.II): المتحكم Atmega16U2
- الشكل (5.II): المنظم 1117ST50T3G محاط بالمرجع الأحمر، المنظم LP2985-33BVR محاط بالمرجع الأخضر
- 42.....الشكل (6.II): الثنائي الضوئي ON محاط باللون الأخضر، الثنائي الضوئي L محاط بالمرجع الأحمر، الثنائيان TX،RX محاطان بالمرجع الأصفر
- 42.....الشكل (7.II): منفذ USB
- 43.....الشكل (8.II): مأخذ مركزي 2.1مم
- 44.....الشكل (9.II): منافذ الاستطاعة، VIN، GND، GND، 3.3v، 5v، IOREF، RESET، منفذ غير مستخدم بالترتيب من اليسار الى اليمين
- 45.....الشكل (10.II): المداخل التشابيهة الستة في لوحة الأردوينو
- 45.....الشكل (11.II): منافذ الدخل والخرج الرقية
- 46.....

- الشكل (12.II): منفذ برمجة Atmega328 محاط بالمرجع الأحمر، منفذ برمجة ATmega1602 محاط  
بالمربع الأصفر.....47
- الشكل (13.II): الدارة المتكاملة LM358.....47
- الشكل (14.II): بطاقة الأردوينو أونو Arduino Uno.....48
- الشكل (15.II): لوحة Arduino Due.....50
- الشكل (16.II): لوحة الأردوينو ليوناردو.....52
- الشكل (17.II): لوحة الأردوينو نانو.....53
- الشكل (18.II): لوحة الأردوينو ميكرو.....55
- الشكل (19.II): لوحة Arduino Mini.....56
- الشكل (20.II): لوحة Arduino Pro Mini.....58
- الشكل (21.II): لوحة Arduino Mega 2560.....59
- الشكل (22.II): لوحة Arduino Mega ADK.....61
- الشكل (23.II): لوحة Arduino Lilypad.....63
- الشكل (24.II): لوحة Arduino YUN.....64
- الشكل (25.II): Arduino IDE.....67
- الشكل (26.II): القائمة File.....68
- الشكل (27.II): القائمة Sketch.....70
- الشكل (28.II): القائمة Tools.....71
- الشكل (29.II): قائمة أدوات شريط الوظائف الشائعة.....72
- الشكل (30.II): قائمة محرر النص.....72
- الشكل (31.II): منطقة الرسالة.....73
- الشكل (32.II): لوحة مراقبة النص.....73

الشكل (33.II): إظهار اسم اللوحة والمنفذ التسلسلي.....73

الشكل (34.II): قائمة المجموعة الاولى.....74

الشكل (35.II): قائمة المجموعة الثانية.....74

### III الفصل الثالث: العمل التطبيقي للمشروع.

الشكل (1.III): المخطط الصندوقي للمشروع.....78

الشكل (2.III): مختلف أطراف الدارة المندجة IC 4988.....79

الشكل (3.III): بعض أنواع المحركات خطوة خطوة.....81

الشكل (4.III): مقطع عرضي للمحرك خطوة خطوة.....82

الشكل (5.III): المحرك خطوة خطوة ذو المغناطيس الدائم.....83

الشكل (6.III): محرك ثنائي واحادي القطب وطريقة توصيل ملفاته.....84

الشكل (7.III): وحدة بطاقة SD.....85

الشكل (8.III): حساس IR.....87

الشكل (9.III): محاكاة المشروع ببرنامج Proteus.....88

الشكل (10.III): محاكاة المشروع ببرنامج Fritzing.....89

الشكل (11.III): المصفوفة المتحصل عليها أثناء عملية المسح.....92

الشكل (12.III): خطوات رسم الجسم ثلاثي الأبعاد.....92

الشكل (13.III): صورة أولى للمشروع ملتقطة بواسطة الهاتف.....93

الشكل (14.III): صورة ثانية للمشروع ملتقطة بواسطة الهاتف.....93

## فهرس الجدول

### II الفصل الثاني: الأردوينو.

- الجدول (1.II): التالي يوضح أهم الخواص للمتكم AVR Atmega328 ..... 40
- الجدول (2.II): مزايا وخواص لوحة الأردوينو أونو ..... 48
- الجدول (3.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Due ..... 50
- الجدول (4.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Leonardo ..... 52
- الجدول (5.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Nano ..... 53
- الجدول (6.II): مزايا وخواص لوحة Arduino micro ..... 55
- الجدول (7.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Mini ..... 57
- الجدول (8.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Pro Mini ..... 58
- الجدول (9.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Mega2560 ..... 60
- الجدول (10.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Mega ADK ..... 61
- الجدول (11.II): مقارنة بين مختلف لوحات Lilypad ..... 63
- الجدول (12.II): مواصفات Arduino YUN ..... 65

### III الفصل الثالث: العمل التطبيقي للمشروع.

- الجدول (1.III): مختلف المستويات المنطقية ..... 80
- الجدول (2.III): ربط منافذ بطاقة SD بجهاز Arduino ..... 85

### مقدمة عامة

تعتبر أجهزة المسح من أكثر التقنيات الرائجة في العالم وهذا راجع الى استخداماتها المتنوعة في مختلف المجالات من بينها المجال الصناعي، الجانب العسكري، الجانب الطبي. والتي تمتاز بالدقة والكفاءة في تحرير النتائج وبأقل الأخطاء الممكنة، ففي المجال الطبي كإجراء العمليات الجراحية الحرجة ومن جانب اخر في المجال العسكري المتمثل في رصد الحركة كالردار.

ومع تطور أجهزة المسح عبر مختلف الأزمنة وخاصة في القرن 20 الذي شهد تطور في مجال الالكترونيات من بينها الدارات المندمجة، والترنستورات، الدارات الكهربائية المطبوعة الى غاية وقتنا الحالي من خلال تطوير لوحات اردوينو سهلة الاستخدام وبأداء عالي. حيث أصبحت حديثة الاستخدام من طرف الهواة والمبتدئين لإنجاز مشاريع مختلفة وتطبيقها واقعيًا. ورغبة منا في البحث عن تفاصيل أكثر حول أجهزة المسح، تطرقنا الى دراسة أحد هذه الأجهزة والتي كانت بعنوان أجهزة المسح ثلاثي الابعاد باستعمال الأردوينو أونو. وبفضل الله أولاً تم الانتهاء منه في ثلاثة فصول مبينة كالآتي:

**الفصل الأول:** قنا بدراسة شاملة لأجهزة المسح ابتداء من تعريفها، أنواعها، مبدأ عملها، واستخداماتها.

**الفصل الثاني:** دراسة شاملة للوحة الأردوينو ابتداء من اول ظهور لها مرورا بتعريفها، مكوناتها، أنواعها، خصائصها، استعمالاتها وأخيرا طرق برمجتها.

**الفصل الثالث:** يهتم بالجانب التطبيقي في إنجاز المشروع، حيث قنا بدراسة مختلف مراحل المشروع تطبيقيا ابتداء من محاكاة التركيب الى البرمجة وأخيرا تجسيد العمل التطبيقي.

# الفصل الأول

## عموميات حول أجهزة المسح



## 1.I مقدمة

إن التقدم التكنولوجي ساهم في إيجاد تقنيات أساسية لمساعدة الكائن الحي، وبصفة عامة الإنسان من بينها أجهزة المسح. التي توفر قراءات دقيقة للجسم في مختلف المجالات، من بينها أجهزة المسح الطبي، أجهزة المسح الفموي، وغيرها من أجهزة المسح الأخرى. لكونها تفرق ما بين الاختلافات البشرية. فكان في البداية أجهزة خاصة بإدخال كلمة المرور ولكن مع مرور الوقت أصبحت قابلة للنسيان، فتم إيجاد بدائل من بينها أجهزة المسح ثلاثي الأبعاد التي تعمل بصورة أدق. فمثلا تعمل على مسح الوجه وإيجاد الاختلافات الصغيرة. وبهذا تكون صعبة الاختراق والتزوير. أما أجهزة المسح الطبية فساعدت الكائن الحي بصفة عامة في تشخيص الأمراض للحالات الحرجة عن طريق الأشعة مثل: X-Ray ، IRM، CT،PET وبناءا عليها تم إيجاد علاج لحالات داخلية مثل: القلب، المفاصل. في حين البعض منهم تم إيجاد علاج مؤقت مثل: السرطان.

## 2.I مفهوم أجهزة المسح

هو جهاز إلكتروني يمكنه التقاط الصور من العناصر المادية، وتحليلها وإعادة إنتاجها إلى صورة رقمية باستخدام تقنيات التعرف الضوئي على الأحرف، ويمكن تخزين هذه النسخ الرقمية من الصور أو عرضها، أو تعديلها باستخدام التطبيقات والبرامج المختلفة على جهاز الحاسوب، وغالباً ما يتم توصيل الماسح الضوئي بالحاسوب من خلال وصلة (USB) ، وقد ظهر أول ماسح ضوئي قريب من الشكل الذي يتم استخدامه اليوم في العام 1957م، على يد راسل كيرش، وكانت أول صورة تم مسحها ضوئياً صورة لابن كيرش، وكانت بالأبيض والأسود بقياس 5×5 سم ، وبدقة 176 بكسل [1].

## 3.I أنواع أجهزة المسح

## 1.3.I أجهزة المسح ثنائي الأبعاد

هي أجهزة مسح ضوئي قادرة على قراءة وفك رموز الباركود ثنائية الأبعاد والرموز الشريطية أحادية البعد. تستخدم هذه الأجهزة تقنية CCD والتصوير المتقدمة لالتقاط البيانات المشفرة وفك تشفيرها بدقة، حتى عندما تكون الرموز تالفة أو مشوهة أو محجوبة بأي شكل من الأشكال.

تكون مزودة بتقنية المسح متعدد الاتجاهات، والتي تتيح لها قراءة الرموز الشريطية من أي اتجاه. تأتي الماسحات الضوئية ثنائية الأبعاد أيضا بأنظمة بصرية وإضاءة متقدمة تؤدي إلى نطاق قراءة ممتد، مما يسمح بفك تشفير سريع ودقيق حتى للرموز الشريطية الأكثر تعقيدا [2].



الشكل (1.1): أجهزة المسح ثنائية الإبعاد.

### 1.1.3.I الماسح الضوئي المسطح

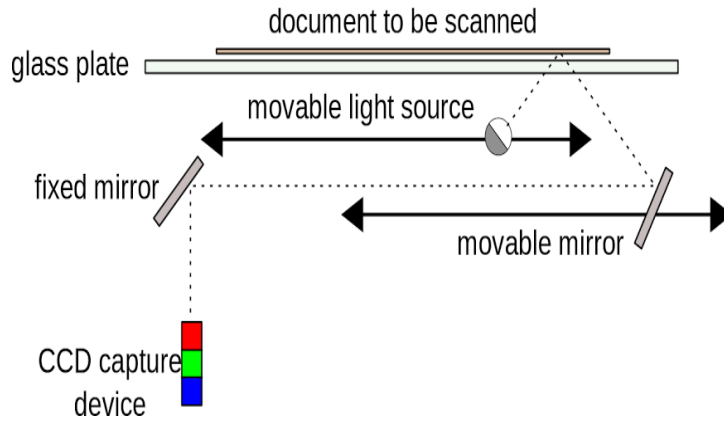
هو نوع من الماسحات الضوئية مشابه لآلة تصوير المستندات التقليدية، يتكون هذا الأخير من شاشة زجاجية توضع عليها الورقة أو الصورة المراد التقاطها، حيث يمر رأس الماسح الضوئي أسفل هذه الشاشة لتصوير المستند الموجود فوقها. تعتبر من أشهر أنواع الماسحات الضوئية لأنها ببساطة تمكن مستخدميها من إجراء المسح الضوئي لأحجام مختلفة من المستندات والصور [3].

#### 1.1.1.3.I مبدأ العمل

فيما يلي الخطوات التي تحدث في الماسح الضوئي المسطح [4].

- ❖ ضع المستند على اللوحة الزجاجية للماسح الضوئي وأغلق الغطاء، يوفر الغلاف خلفية موحدة يمكن لبرنامج الماسح الضوئي استخدامها كنقطة مرجعية لتحديد حجم المستند.

- ❖ يضيء المصباح للوثيقة.
- ❖ تشكل الآلية بأكملها (المرايا، العدسة، المرشح، مجموعة CCD) رأس المسح.
- ❖ يتحرك رأس المسح ببطء عبر المستند بواسطة حزام متصل بمحرك خطوة خطوة.
- ❖ يتم توصيل رأس المسح الضوئي بشريط التثبيت للتأكد من عدم وجود تمايل أو انحراف في التمرير.
- ❖ تنعكس صورة المستند بواسطة مرآة مائلة إلى مرآة أخرى، في بعض الماسحات الضوئية، توجد مرآتان فقط بينما يستخدم البعض الآخر أسلوب الثلاث مرايا، تخفي كل مرآة قليلاً لتركيز الصورة التي تعكسها على سطح أصغر.
- ❖ المرآة الأخيرة تعكس الصورة على العدسة، تقوم العدسة بتركيز الصورة من خلال مرشح على مصفوفة CCD.



الشكل (2.1): مبدأ عمل الماسح الضوئي المسطح.

## 2.1.3.I الماسحات الضوئية الدفعية

هذا النوع يقوم بسحب الورقة أو الصورة المسوحة ضوئيا لكي تمر شيئا فشيئا أمام رأس الماسح الضوئي الذي يقوم بدوره بالتقاط الصورة المطلوبة بخلاف النوع الأول الذي يتم فيه تثبيت المستند. وغالبا ما يقوم هذا النوع بمسح ورقة تلوى الأخرى يدويا، ومع ذلك فإن بعضها يقوم بإرفاق دفاع ألي لمسح كميات كبيرة من المستندات. وعلى الرغم من عدم دقة هذا النوع في التقاط الصور ومسح المستندات ضوئيا مقارنة بسابقه نظرا لصعوبة التحكم في حركة الورقة المسوحة ضوئيا، إلا أنه يوفر مساحة كبيرة من المكتب الموضوع عليه [3].

تشمل مزايا جهاز المسح الضوئي المسطح سرعات مسح ضوئي عالية، مسح ضوئي لاسلكي، دعم شبكة اختياري، إدارة بسيطة للملفات [5].

## 3.1.3.I الماسحات الضوئية الشرائحية

تحتاج الصور الشرائحية الى تمرير الضوء من خلال الصورة الملتقطة بدلا من مجرد عكس الظل الناتج عن تسليط الضوء عليها، فصغر حجم الشرائح يحتاج لدقة مسح ضوئي عالية للغاية وبمعنى آخر يحتاج للمزيد من العدسات التي ترى الصورة الملتقطة، إلا أن مثل هذه الماسحات الضوئية باهظة التكلفة مقارنة بالنوعين السابقين، وعلى ذلك فإنها غير مستحسنة إلا لمن يحتاج حقيقة لتصوير كمية كبيرة من الصور الشرائحية بشكل دقيق [3].

## 4.1.3.I الماسحات الضوئية الحشدية

يستخدم هذا النوع من الماسحات الضوئية في تحميل الصور الى الحواسيب الالكترونية. ولكن لكون أسعارها مرتفعة فإننا لا نجدها إلا في المؤسسات الضخمة لفصل الألوان، حيث تقوم بوضع الأوراق المطلوب مسحها ضوئيا على مكبس زجاجي يتم تدويره بسرعة عالية حول حساس مركزي بهدف التقاط الصور [3].

## 5.1.3.I الأدوات متعددة الوظائف

هي الآلات التي تجمع ما بين أكثر من وظيفة في آلة واحدة. من خلال استعمال الشاشة الزجاجية والرأس الضوئي للقيام بوظيفة الماسح الضوئي، بالإضافة الى تصوير المستندات وتصوير الفاكسات. رغم قلة ثمن هذه الآلات لكونها

تستعمل في المشروعات المكتبية، إلا أنها تستعمل في المشروعات المنزلية التي لا تحتاج لكل هذه الكمية من مختلف الوظائف [3].

### 1.5.1.3.I مبدأ العمل

الخطوات الآتية تكون تقريبا مشابهة للنوع الأول [6].

- ❖ يتم تمرير الورقة المراد مسحها أمام الجهاز يدويا.
- ❖ يقوم مصدر الضوء بتسليط ضوء أبيض على الوثيقة.
- ❖ تقوم المرايا بعكس الصورة المنعكسة من الوثيقة من مرآة لأخرى.
- ❖ تنقل المرآة الأخيرة الصورة إلى العدسة.
- ❖ تقوم العدسة بدورها بتسليط الصورة على مجموعة من الفلاتر.
- ❖ تنتقل الصورة إلى CCD وتقوم بإصدار إشارة كهربائية تعبيرا عن الضوء الساقط عليها.
- ❖ تنتقل الشحنة الكهربائية الناتجة من CCD إلى ADC الذي يقوم بتحويل الإشارة الكهربائية المستقبلية إلى مجموعة من الأرقام العشرية.
- ❖ يتم تحريك مجموعة المسح كلها (المصدر الضوئي، العدسات، المرايا، CCD) حتى تمر على الوثيقة بأكملها.



الشكل (3.1): الماسحة الضوئية الدفعية.

### 2.3.1 أجهزة المسح ثلاثي الأبعاد

هو تحليل الموجودات أو النماذج بجمع البيانات عن طريق شكلها ومظهرها الخارجي مثل اللون. بهدف إنشاء مجسمات رقمية ثلاثية الأبعاد لاستعمالها في مختلف التطبيقات. من خلال استعمال ضوء الليزر دون تماس مع الجسم. هذا الأخير ينتج عنه غمامة نقطية وبالتالي الحصول على نموذج ثلاثي الأبعاد [7].

### 1.2.3.1 أنواع أجهزة المسح ثلاثي الأبعاد

#### 1.1.2.3.1 الماسح الليزري المحمول

يستعمل عند إرفاق ماسح ليزري الى مركبة متحركة لجمع البيانات على طول مسارها. وتقتزن هذه الماسحات الضوئية تقريبا بشكل دائم مع أنواع أخرى من المعدات، بما في ذلك أجهزة استقبال النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية GNSS ووحدات إدارة المعلومات الجغرافية GIS. مثال عن ذلك هو عندما نحتاج في مشروعنا الى مسح الشوارع، خطوط الكهرباء، الحصول على ارتفاع الجسور الدقيق، وحدود الأشجار. بدلا من جمع كل من هذه القياسات بشكل فردي عبر القياسات الحقلية يمكننا إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد من الغمامات النقطية الناتجة لكل هذه الأجسام [8].

### 2.1.2.3.I أجهزة المسح ثلاثية الأبعاد قريبة المدى

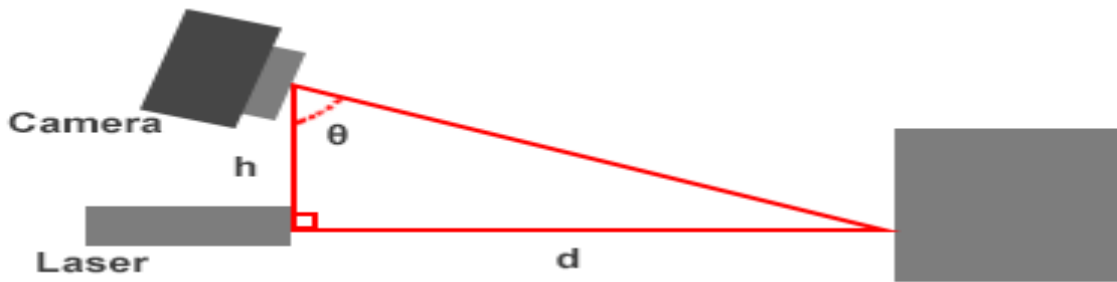
تستخدم هذه الأجهزة في مسافة عمل ما بين 1cm الى 7cm لتسجيل أشكال الأجسام بتفاصيل في غاية الدقة. في غالب الأحيان ما يتعلق فيها مسافة التسجيل بدقة النتيجة. من بين لاستعمالات الشائعة نذكر منها تسجيل شكل وسطح النقوش والتابوت. ميزتها الأساسية الوصول الى تفاصيل خفية في سطح الجسم مما يجعلها أكثر دقة [9].

### 3.1.2.3.I أجهزة المسح ثلاثية الأبعاد بعيدة ومتوسطة المدى

تستخدم لتسجيل محيط الشكل والسطح في الأجسام الكبيرة للحصول على مقاسات دقيقة. وكذلك في مجال الطيران وتحديد المسافات من خلال شعاع الليزر ناحية الهدف، ويستطيع الطيارين من خلالها معرفة لمسافة بين الطائرة وسطح الأرض ومسافة الرحلة في الذهاب والعودة من خلال سرعة الضوء. وعادة ما تستخدم هذه الأجهزة الى جانب أجهزة أخرى ثلاثية الأبعاد بعيدة المدى لتخرج لنا أدق نتائج من الأرصاد الجوية العالمية وتفاصيل السطح [9].

#### ❖ مبدأ العمل

تعمل الماسحات الضوئية بالليزر من خلال تسليط شعاع ليزر أو أشعة ليزر متعددة على جسم ما والتقاط انعكاسه باستخدام أجهزة استشعار موجودة على مسافة ثابتة من الماسحات الضوئية.



$h$  = distance between camera and laser (known)

$\theta$  = angle between laser and scanner (known)

$d$  = distance between scanner and object (unknown)

$$d = h * \tan(\theta)$$

الشكل (4.1): مبدأ عمل الماسح ثلاثي الأبعاد المحمول.

30 FPS SCANNING SPEED  
0.1MM ACCURACY



شكل (5.1): الماسح الليزري المحمول.

#### 4.1.2.3.I الماسح الضوئي الأرضي الثابت

هو الأكثر شيوعاً كطريقة المسح، على سبيل المثال في الطبوغرافيا التقليدية، والرصد، وتوثيق التراث الثقافي والطب الشرعي. يمكن أن تتطابق الغمامات الثلاثية الأبعاد المكتسبة من هذه الأنواع من الماسحات الضوئية مع الصور الرقمية المأخوذة من المنطقة المسوحة ضوئياً من موقع الماسح الضوئي نخلق نماذج واقعية ثلاثية الأبعاد في وقت قصير نسبياً، وتعطى كل نقطة مادية في الغمامة النقطية لون بكسل من الصورة التي اتخذت. تقع في نفس زاوية شعاع الليزر التي خلقت هذه النقطة [8]. مجالات استعماله الأكثر شيوعاً من بينها المباني، الطرق. يسمح وضع المسح الثابت باستخدام القرص الدوار الآلي الإضافي انخاض بالحزمة الصناعية لإنشاء عمليات فحص تلقائية يتم تجميعها معاً في الوقت الفعلي من خلال برنامج EXScan. ومن الأفضل أن يتم مسحه ضوئياً في وضع المسح الثابت الآلي. وهذا يتضمن الفحص الأكثر دقة مع تقليل مساحة الأخطاء وتبسيط سير العمل [13].



شكل (7.1): الماسح الارضي الثابت.



شكل (6.1) الماسح الارضي الثابت في وضع المسح الألي.

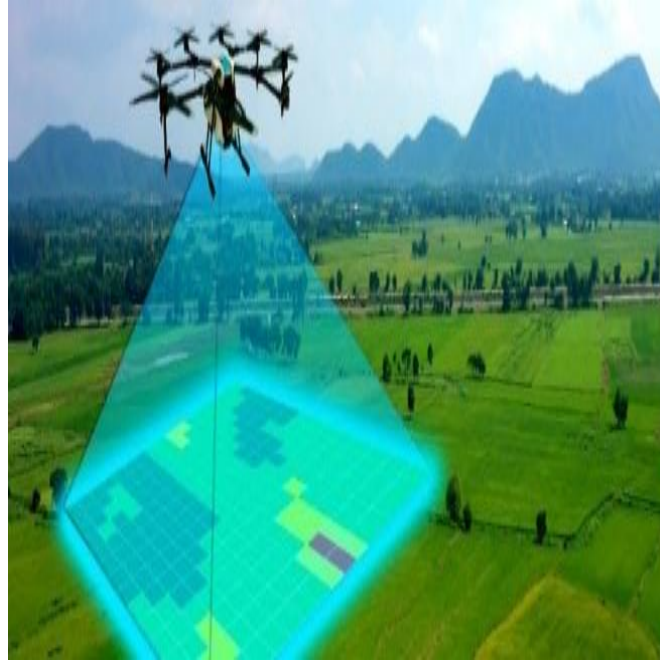
### ❖ مبدأ العمل

- يتم في الخطوات الاساسية التالية [12].
- اختيار الكائن المطلوب مسحه ضوئيا.
- القيام بعملية المسح.
- فحص صور الكائن مع إمكانية تقليل حجمه أو تحريره باستخدام برنامج تصميم ثلاثي الأبعاد.
- نقل وتخصيص ما تم مسحه الى برنامج النمذجة ثلاثي الأبعاد بالحاسوب.
- التصدير الى طابعة ثلاثية الأبعاد للقيام بطباعته، أو الحفظ بالحاسوب أو السحابة لحين الحاجة.

### 5.1.2.3.I الماسح الليزري الجوي

يخلق نموذج سحابة نقطية ثلاثية الأبعاد من المناظر الطبيعية. هذه الطريقة هي حاليا الطريقة الأكثر تفصيلا ودقة لخلق نماذج الارتفاع الرقمية، مقارنة بمنافستها المسح التصويري. إحدى المزايا الرئيسة مقارنة مع المسح التصويري هي القدرة على تصفية الانعكاسات من الغطاء النباتي من نموذج سحابة النقط لإنشاء نموذج سطح رقمي يمثل الأسطح الأرضية

مثل الأنهار والمسارات ومواقع التراث الثقافي وغيرها [8].



الشكل (8.1): الماسح الجوي للتضاريس.

### ❖ مبدأ العمل

من خلال الخطوات المبينة أدناه [36].

❖ إصدار نبضة ليزر على السطح.

❖ التقاط الليزر المنعكس مرة أخرى إلى مصدر نبض الماسح باستخدام أجهزة الاستشعار.

❖ قياس الوقت الذي سافر فيه الليزر من خلال علاقة المسافة  $d = (c \cdot t) / 2$ .

❖ تعاد هذه العملية مليون مرة من خلال أدوات الماسح، وبالتالي إنتاج خريطة معقدة للمنطقة المسوحة

والمعروفة بالسحابة النقطية ثلاثية الأبعاد.

$d$ : المسافة المحسوبة من السطح إلى جهاز الاستشعار

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$c$ : سرعة الضوء.

$t$ : الوقت المنقضي من الماسح إلى السطح المراد مسحه.

## 6.1.2.3.I الماسح التصويري

والمقصود به هو استخدام التصوير الفوتوغرافي في عمل الخرائط والمسح لمعرفة مقاسات ومسافات المشروع. يستخدم في التسجيل السريع للاماكن الضعيفة والاماكن التي يتعذر الوصول إليها، فهو يعيد بناء كائن من ثنائي الأبعاد الى ثلاثي الأبعاد. يستخدم لمسح الأجسام الكبيرة مثل المباني والملاعب [10]. نظام التصوير هو الطريقة المثالية لتسجيل الأسطح الشفافة. نظرا الى طبيعة التقاط الصور واللون والشكل يمكن استخراجها كبيانات رقمية.

يستخدم أيضا في الكشف عن الذهب والمعادن الثمينة ويعد من أدق أجهزة كشف الآثار، حيث يقوم الجهاز بالتقاط الصور الكهرومغناطيسية للأهداف تحت الأرض وتقوم شاشة الجهاز بتحليلها عن طريق برامج متخصصة في تحليل الإشارات الملتقطة تحت الأرض وتحديد نوع الهدف المكتشف وعمقه بكل دقة. يتميز أيضا بصغر الحجم وخفة الوزن مما يسهل رحلة البحث عن الهدف [14].



الشكل (9.1): الماسح التصويري للتنقيب عن المعادن.

❖ مبدأ العمل

نقوم بالتقاط العديد من الصور لجسم ما من وجهات نظر مختلفة. وبعد ذلك يقوم برنامج متخصص بتحليل كل هذه الصور، والبحث عن النقاط المميزة للأشياء وتحديد مكان عبور هذه النقاط في كل صورة. من خلال هذا التحليل يتم إنشاء سحابة نقطية، والتي بدورها يمكن تحويلها لاحقا الى شبكة مع الكائن المسوح ضوئيا.

7.1.2.3.I المساحات الضوئية المعتمدة على الذراع

يتم استخدامها غالبا في التصنيع ويمكن أن يكون دقيقا للغاية عند قياس الأجزاء الصغيرة. ومع ذلك فإنه يتطلب الاتصال بالكائن الذي يتم مسحه ضوئيا. وبالتالي قد يؤدي مسح الكائن الى تعديله أو إتلافه، هذه الحقيقة مهمة للغاية عند مسح الأشياء الحساسة أو القيمة مثل القطع الأثرية التاريخية. يمكن لأسرع ذراع أن تعمل على مئات من هرتز. في حين يمكن لنظام بصري مثل الماسح الضوئي أن يعمل حتى الى 500KHZ [11].

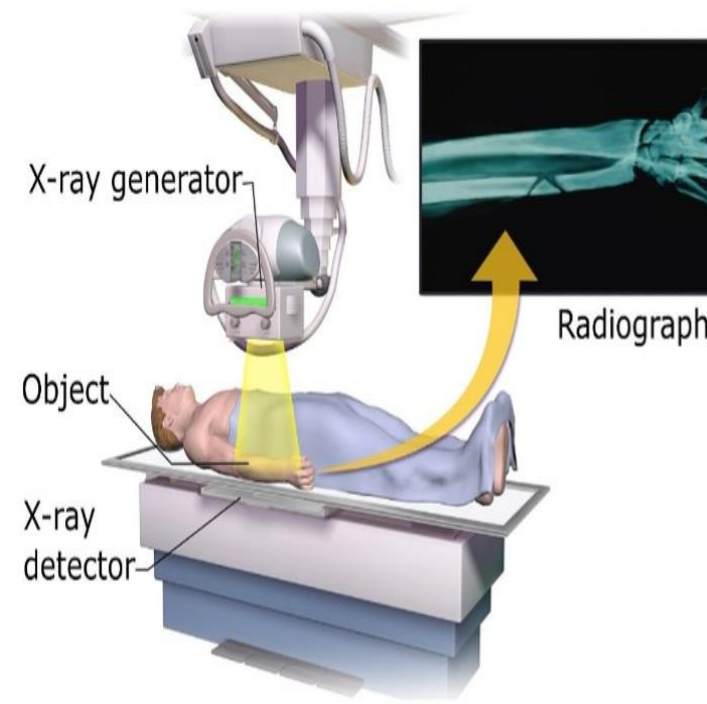


الشكل (10.I): ماسح ضوئيا معتمد على الذراع.

## 3.3.I أجهزة X Rays

تنتمي الأشعة السينية الى عائلة من الإشعاعات تسمى الموجات الكهرومغناطيسية. تمتلك طول موجة تتراوح بين (0.01 - 10) نانومتر، فهي أقصر من طول موجة الطيف المرئي ولكنها في المقابل تملك توتر عالي وهذا ما يضعها في المنطقة بين الأشعة فوق بنفسجية وأشعة غاما[15]. تستخدم الأشعة السينية في المجال الطبي لقدرتها على تصوير الجسم من الداخل، خاصة العظام دون الحاجة لإجراء أي شقوق. تصدر الأشعة السينية صورة ثنائية البعد، تتنوع ألوانها بين الدرجات المختلفة من اللون الأسود والأبيض.

يرجع ذلك التنوع لاختلاف قوة امتصاص أجزاء الجسم المختلفة للأشعة السينية فوجد العظام تمتص الأشعة بنسبة أكبر من غيرها نتيجة وجود الكالسيوم، فتظهر بيضاء في الصورة، أما الأنسجة الرخوة والدهون فهي تمتص كميات أقل من الأشعة فيميل لونها الى اللون الوردي. يشيع استخدام الأشعة السينية في تشخيص كسور العظام، واكتشاف الإصابة بالالتهاب الرئوي[16].



الشكل (11.I): جهاز الأشعة السينية.

### 1.3.3.I مبدأ عمل جهاز الأشعة السينية

يعمل جهاز الأشعة السينية على 4 خطوات [16].

- يصدر الجهاز حزمة من الأشعة السينية التي تستطيع المرور عبر الجسم دون أن يراها المريض أو يشعر بها.
- يوجد كاشف على الجانب الآخر ليلتقط الأشعة بعد مرورها ويحولها الى صورة.
- تظهر الأجزاء الكثيفة مثل العظام بلون ابيض واضح، بينما تظهر الأجزاء الرخوة التي تستطيع الأشعة السينية المرور خلالها بسهولة أكبر مثل القلب والرئتين كمنطق يميل لونها الى الرمادي أو الأسود.
- الأعضاء بكل ما فيها تظهر بظلال مختلفة من اللون الأبيض والرمادي. لان العظام والأجسام المعدنية الصلبة يمر بها إشعاع أقل، مما يجعلها تبدو بيضاء على الصورة الإشعاعية [17].
- الجلد والعضلات والدم والسوائل الأخرى والدهون ستكون رمادية لأنها تسمح بأكبر قيمة من الإشعاع بالمرور [17].

- المناطق التي لا يوجد فيها ما يوقف شعاع الإشعاع مثل كسر أو تفتت، فستكون سوداء [17].

### 2.3.3.I أنواع الأجهزة السينية

#### 1.2.3.3.I الكشف الفلوري أو التنظير التآلي

هو نوع من التصوير الطبي اللاجراحي يتميز بعرض صورة أشعة سينية مستمرة للجسم على شاشة خاصة بشكل يشبه فيلم الأشعة السينية الى حد كبير. يتم تمرير الأشعة السينية عبر الجسم بحيث يمكن رؤية حركة أي جزء من الجسم بالتفصيل عبر شاشة خاصة، ويمكن اعتبار أداة التنظير التآلي أداة تصوير تمكن الأطباء من النظر الى العديد من أنظمة وأجهزة الجسم بما في ذلك الهيكل العظمي، الجهاز الهضمي، القلب، الأوعية الدموية والجهاز التنفسي والتناسلي [18]. يستعمل الكشف الفلوري جرعات مخففة من الأشعة السينية، ونتيجة لذلك تقل مخاطر الآثار الجانبية السلبية [19].

#### ❖ مبدأ العمل

يكون الكشف الفلوري من خلال المراحل التالية:

- يشرب المريض سائلا يحتوي على إحدى مركبات الباريوم (الباريوم يمتص الأشعة السينية بقوة، ولذلك تظهر الأعضاء الهضمية بوضوح أكثر في الصورة).
- تركيب أنبوبة الأشعة السينية تحت الطاولة.
- يعلق جهاز يسمى مكثف الصورة فوق المريض فتشكل الأشعة السينية المارة عبر جسد المريض صورة غير مرئية على مكثف الصورة.
- يحول مكثف الصورة الأشعة السينية الى صورة مرئية تسجلها آلة تصوير تلفازية، فيرى الطبيب هذه الصورة على شاشة التلفاز.



الشكل (12.1): جهاز الكشف الفلوري.

### 2.2.3.3.1 أجهزة الأشعة السينية المحمولة

عبارة عن وحدة أشعة سينية أصغر من الوحدة الثابتة ويمكن نقلها، فهو يسمح لمصورى الأشعة والأطباء البيطريين وأخصائي طب الأسنان بالتقاط صور الأشعة السينية للمرضى دون الحاجة الى استدعائهم الى غرفة خاصة. غالبا

ما يتم استخدام أجهزة الأشعة السينية المحمولة من قبل المتخصصين الذين لديهم ممارسات متنقلة أو في المرافق الطبية المزدهمة حيث تمثل المساحة مشكلة أو هناك نقص واضح في الوصول الى المعدات. ومن مميزاته:

- ❖ سرعة أفضل حيث تعمل هذه الأجهزة على التخلص من فترات الانتظار الطويلة وأوقات المعالجة.
- ❖ تشغيل أكثر أمانا حيث يعد التعرض للإشعاع مصدر قلق صحي حقيقي مع معدات التصوير الطبي التقليدية. ومع ذلك، فإن الدرع المثبت على الجزء الأمامي من جهاز الأشعة السينية المحمول يساعد على حماية كل من المريض والمستخدم من الإشعاع المتناثر.
- ❖ تحسين جودة رعاية المرضى حيث أن هذا الأخير ليس له الوقت الكافي للانتظار حتى يتم تطوير الفيلم من جهاز أشعة سينية عادي. في حين آلة الأشعة السينية المحمولة الطبية توفر نتائج دقيقة وسريعة عبر ألواح وأشرطة الفوسفور، ويمكن بعد ذلك تعزيزها باستخدام محطة العمل المرفقة.
- ❖ فعال من حيث التكلفة مقارنة بالأجهزة السينية الطبية الأخرى [20].

### ❖ مبدأ العمل

يأتبع الخطوات التالية [21].

- ❖ تتلقى وحدة المعالجة المركزية التعليمات من لوحة التشغيل.
- ❖ تنفذ الإجراءات المقابلة وفقا لإجراءات جهاز الأشعة السينية المحمول.
- ❖ تشغيل البرنامج مع تحديد قيم إعدادات kv و ma.
- ❖ في نفس الوقت بدء تشغيل نظام التحكم kv لتوليد نبضات الزناد بتردد 33khz (يتم عرض نبض الزناد مع قيمة الإعداد وإشارة التغذية المرتدة).
- ❖ تشغيل نظام العاكس، وإجراء عكس الطاقة.
- ❖ مرور تيار العاكس من خلال الحزمة الأولية لحزمة الجهد العالي تحت اقتران محول الجهد العالي.
- ❖ توليد الجهد العالي على الجانب الثانوي من حزمة الجهد العالي ويتم شحن مكثف الجهد العالي

- ❖ توليد جهد أنبوب التيار المباشر شعاع الأشعة السينية المقابل لإجراء التشخيص الإشعاعي على المريض.
- ❖ عرض ميزات الأشعة السينية الذي ينتجه أنبوب الأشعة الخاص بجهاز الأشعة المحمول على شاشة الاستقبال المكثفة لشريط التصوير الفوتوغرافي أو نظام الصور الذي تستقبله الكاميرا، حتى يتمكن الطبيب أخيرا من الحصول على الصورة التشخيصية المطلوبة.



شكل (13.1): تشخيص الأمراض بجهاز الأشعة المحمول.

### ❖ أنواع أجهزة الأشعة السينية الطبية المحمولة

#### ❖ جهاز الأشعة السينية المحمول لجراحة اليد

يعد جهاز Phoenix 3000 الطريقة المعاصرة لالتقاط الصور اليدوية. لكونه نظام أشعة سينية متكامل وصغير الحجم وموثوق به، يعد فعالا من حيث التكلفة ويمنح الجراحين مساحة أكبر في غرفة العمليات ويحسن الاستفادة من القدرات بسبب أوقات التدخل الأقصر. يتميز بذراع دعم لاستيعاب مصدر الأشعة السينية ومستقبلة الصورة المدمجة في سطح الطاولة. مما يجعل العملية برمتها خالية من المتاعب لكل من المريض والجراح. أما الميزة الثانية زيادة الحماية من

الإشعاع بفضل الفلتر النحاسي المدمج. فهو قادر على تقليل جرعة الجلد بنسبة تصل الى 30% [22].  
تساعد الأشعة السينية في العثور على الألم والتورم والتشوه. كما يمكن أن تظهر العظام المخلووعة. بعد تثبيت العظم المكسور يمكن أن تظهر الأشعة السينية ما أن كانت العظام قد شفيت بالكامل وبشكل صحيح أم لا. تساعد أيضا على دراسة عمر العظام [23].

### ❖ مبدأ العمل

من خلال الخطوات المبينة أدناه [22].

- ❖ يرسل جهاز الأشعة السينية شعاعا من الإشعاع عبر اليد.
- ❖ يتم تسجيل الصورة على فيلم أشعة سينية خاص أو جهاز كومبيوتر.
- ❖ تظهر هذه الصورة الأجهزة الرخوة وعظام الرسغ والعظام الموجودة بين عظام الرسغ والأصابع.
- ❖ سيقوم فني الأشعة السينية بالتقاط صور لليد (من الخلف مع توجيه راحة اليد للأسفل ومن الجانب).
- ❖ ثبوت اليدين لمدة 2 الى 3 ثواني أثناء التقاط كل صورة بالأشعة السينية حتى تكون الصورة واضحة.



شكل (14.1): جهاز phoenix3000.

## ❖ أجهزة الأشعة السينية المتنقلة

هي أجهزة تستعمل لتصوير أقسام العناية المشددة بالأشعة السينية، وكذلك المرضى الذين يتعذر عليهم نقلهم لقسم الأشعة نتيجة مرضهم الشديد أو بسبب عملية جراحية أو بسبب تقدمهم في العمر [37].



شكل (15.1): جهاز الأشعة السينية النقال.

## 4.3.I أجهزة الأشعة السينية C-Arm

هو جهاز تصوير طبي متقدم يعتمد على تقنية الأشعة السينية. وهي تستخدم في المقام الأول لقدرات التنظير الفلوري ولديها القدرة على التصوير الشعاعي أيضا. سمي بهذا الاسم نظرا لذراعه على شكل حرف C. تستخدم هذه الأجهزة أثناء جراحات العظام والجهاز الهضمي وغيرها من العمليات الجراحية المعقدة وإجراءات الطوارئ، بما في ذلك الدعامات أو وضع الإبر. تتيح تقنية التنظير الفلوري توفير صورة الأشعة السينية عالية الدقة في الوقت الفعلي حتى يتمكن الجراحون من إجراء إجراءات أكثر دقة مع نتائج أفضل للمريض. وميزتها الأساسية أنها أنظمة متحركة وبالتالي توفر قدرا كبيرا من المرونة للجراح لالتقاط صور الجسم بالكامل من زوايا مختلفة حسب الحاجة [24].

### 1.4.3.I أنواع أجهزة الأشعة السينية C-Arm

الأنواع المختلفة من أذرع تجعل بعض الأنظمة تؤثر على جودة التصوير وإمكانية التنقل والتطبيقات [25].

#### 1.1.4.3.I أنظمة C-Arm كاملة الحجم

تعتبر مناسبة بشكل خاص للعمليات الجراحية المعقدة وجراحة العظام وأمراض القلب. تتميز لهذه الآلات بقدرتها على توفير دقة صورة متميزة الى جانب القدرة على التكيف للذراع الدوار والذي يوفر رؤية شاملة بزوايا 360 درجة. تم تصميمها لقدرتها على التصوير السريع ثلاثي الأبعاد وهي الميزة التي تميزها عن الأنظمة المدججة أو المتنقلة. حجمها كبير مما يتطلب مساحة أكبر لغرفة العمليات.

#### 2.1.4.3.I أنظمة C-Arm المدججة

تعمل على موازنة قوة التصوير وقابلية النقل. تلي هذه الأنظمة مجموعة متنوعة من الممارسات، مثل علاج الأقدام والرعاية البيطرية. قد تكون باهظة الثمن ولكن الحاجة الى التصوير العالي أمرا بالغ الأهمية. تتفوق هذه الأنظمة على سابقتها في قدرتها على الحركة المحسنة.

#### 3.1.4.3.I أنظمة C-Arm صغيرة

تركز بشكل خاص على تصوير الأطراف مثل اليدين والمفاصل. الحجم الصغير يجعلها خيارا ممتازا ومثاليا للممارسات مثل العناية بتقويم العمود الفقري، علاج الأرجل والطب الرياضي. تتمتع بميزة سهولة الحمل، خفيفة الوزن وتتطلب حد أدنى من سهولة التشغيل.

يمكن عيها الوحيد والمحتمل في قدرتها على التصوير المركز. فهي ليست شاملة في نطاق التصوير الخاص بها مثل الأنظمة الأكبر.

#### ❖ مبدأ العمل

مرورا بالمراحل المبينة أدناه

❖ يتكون الذراع من مولد (مصدر الأشعة السينية) ومكثف الصورة أو لوحة مسطحة وكاشف.

- ❖ يسمح عنصر التوصيل بالحركة أفقيا وعموديا وحول محاور الدوران، بحيث يمكن إنتاج صور الأشعة السينية للمريض تقريبا من أي زاوية.
- ❖ يصدر المولد أشعة سينية تخترق جسم المريض.
- ❖ يقوم الكاشف أو مكثف الصورة بتحويل الأشعة السينية الى صور مرئية.
- ❖ عرضها على شاشة.
- ❖ يمكن للطبيب التعرف والتحقق من التفاصيل التشريحية للصورة مثل الأوعية الدموية والعظام في أي وقت.

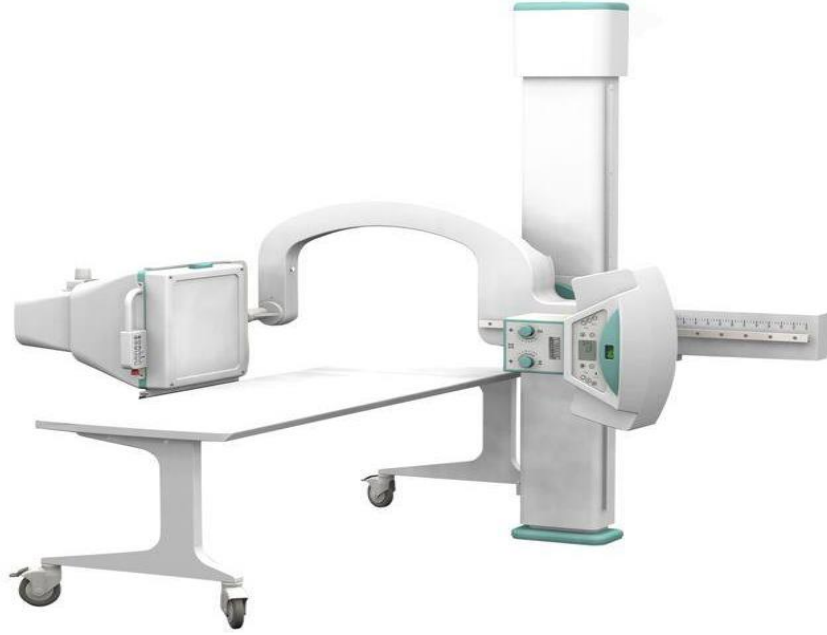


شكل (16.1): أجهزة C-Arm.

### 5.3.1 أجهزة التصوير الشعاعي الرقمي (DR)

تستخدم هذه التقنية لوحات حساسة للأشعة السينية لالتقاط البيانات أثناء الفحص، والتي يتم نقلها على الفور الى جهاز كومبيوتر دون استخدام شريط وسيط. يتم تحويل إشعاع الأشعة السينية الساقط الى شحنة كهربائية مكافئة ثم

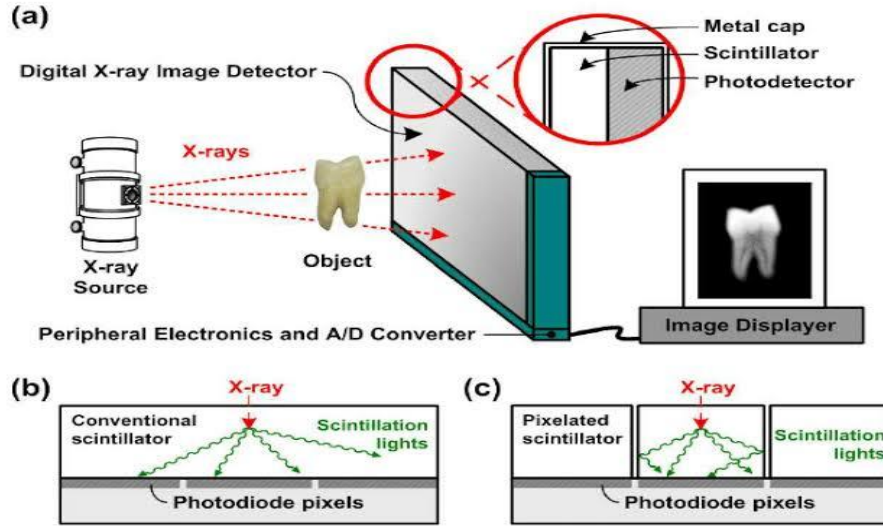
الى صورة رقمية من خلال مستشعر الكاشف [27]. من مميزاته المعاينة الفورية للصورة [28].



شكل (17.1): جهاز التصوير الشعاعي الرقمي.

### 1.5.3.I مبدأ العمل

تعمل أجهزة الكشف المسطحة على طريقتين مختلفتين، التحويل المباشر والتحويل الغير مباشر. تحتوي كاشفات اللوحة المسطحة ذات التحويل الغير المباشر على طبقة وامضة تحول فوتونات الأشعة السينية الى فوتونات الضوء المرئي، وتستخدم مصفوفة الصمام الثنائي الضوئي من السيلكون غير المتبلور لتحويل فوتونات الضوء لاحقا الى شحنة كهربائية. وتناسب هذه الشحنة مع عدد وطاقة فوتونات الأشعة السينية المتفاعلة مع بكسل الكاشف. أما في عملية التحويل المباشر، فعندما تؤثر فوتونات الأشعة السينية على الموصل الضوئي، مثل السيلينيوم الغير متبلور، يتم تحويلها مباشرة الى إشارات الكترونية يتم تضخيمها ورقنتها. نظرا لعدم وجود وميض، فان الانتشار الجانبي لفوتونات الضوء غائب هنا، مما يضمن الحصول على صورة أكثر وضوحا. وهذا ما يميزه عن البناء الغير مباشر [27].



شكل (18.1): مبدأ عمل جهاز التصوير الشعاعي الرقمي.

### 2.5.3.I أنواع التصوير الشعاعي الرقمي

#### 1.2.5.3.I أجهزة الكشف المسطحة الغير مباشرة

سميت بهذا الاسم لأنها تنتج الضوء بخطوة وسطية في تكوين الصور. ولتحويل هذه الطاقة الى ضوء مرئي يتم وضع الشاشة المكثفة على لوحة تحتوي على مجموعة من الثنائيات الضوئية الصغيرة. كما هو الحال بالنسبة للفسفور القابل للتحفيز الضوئي الموجود في لوحة CR، حيث تقوم الثنائيات الضوئية بتحويل الضوء المنبعث من الشاشة المكثفة الى إشارة الكترونية يتم قراءتها بعد ذلك بواسطة مصفوفة ترانزستور ذات غشاء رقيق وتحويلها الى ملف الكتروني. للحصول على دقة إمكانية جيدة، يكون حجم كل عنصر كاشف صغير جداً. فان الالكترونييات اللازمة لتسجيل الإشارة من كل ثنائي ضوئي أو بكسل وتحديد موقعها المكان. يساهم هذا في التكلفة المرتفعة نسبياً لكاشفات للوحة المسطحة الغير مباشرة قادرة على تحقيق عمق يبلغ 14 بت [29].

#### 2.2.5.3.I كاشفات اللوحة المسطحة المباشرة

في هذا النوع لا يوجد وسيط للضوء. تضرب الأشعة القادمة موصلًا ضوئيًا، يتكون عادة من السيلينيوم الغير

متبلور والذي يتمتع بكفاءة عالية في امتصاص الأشعة السينية. يتم جمع الالكترونات المحررة في طبقة السيلينيوم بواسطة شعاع الأشعة السينية القادم لتكوين شحنة. يتم بعد ذلك قراءة هذه الشحنة مباشرة بواسطة مصفوفة ترانزستور الأغشية الرقيقة وتم معالجتها بواسطة الكترونيات القراءة وتحويلها الى ملف مكتبي. كما الحال مع أجهزة الكشف المسطحة الغير مباشرة. الفرق ما بين هذين النوعين من الأجهزة هو الخطوة الوسطية لإنتاج الضوء من الشاشة المكثفة في الأنظمة الغير مباشرة [29].



شكل (19.1): أجهزة الكشف المسطحة المباشرة.

### 6.3.1 التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني (PET)

هو مزيج من الطب النووي والتحليل الكيميائي الحيوي. يستخدم غالبا لمعالجة المرضى الذين يعانون من أمراض الدماغ، القلب، والسرطان. ويساعد أيضا على تصور التغيرات البيوكيميائية التي تحدث في الجسم مثل عملية التمثيل الغذائي. يختلف هذا الأخير عن فحوصات الطب النووي في أن التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني يكتشف عملية التمثيل الغذائي داخل الجسم في حين فحوصات الطب النووي تكتشف كمية المادة المشعة المجمعة في أنسجة الجسم في مكان معين لفحص وظيفة الأنسجة [30].

تستخدم فحوصات التصوير المقطعي البوزيتروني متبعا إشعاعيا لإظهار كيفية عمل العضو في الوقت الفعلي. يمكنه أيضا اكتشاف التغيرات الخلوية في الأعضاء والأنسجة في وقت أبكر من التصوير المقطعي والتصوير بالرنين المغناطيسي. تنتج فحوصات التصوير المقطعي البوزيتروني صورا ثلاثية الأبعاد، مما تسمح بتشخيص أكثر دقة [31].



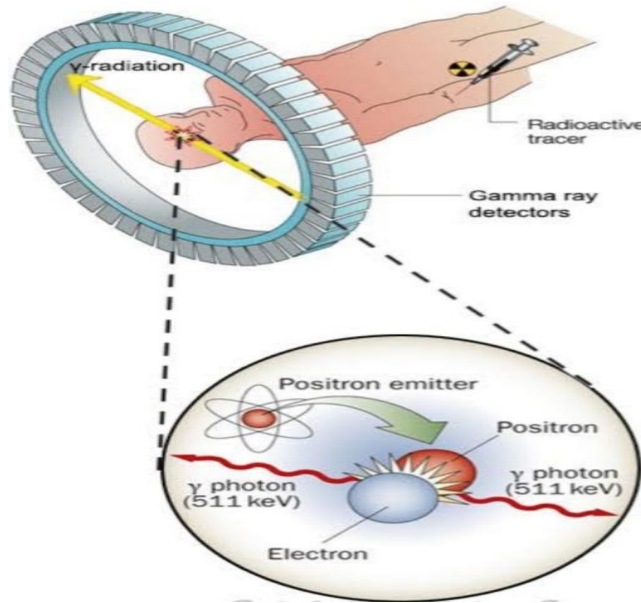
الشكل (20.1): جهاز PET.

### 1.6.3.I مبدأ العمل

يعمل جهاز التصوير المقطعي بالإشعاع البوزيتروني من خلال المراحل المبينة أسفله [31].

- ❖ باستخدام جهاز مسح دائري للكشف عن الفوتونات المنبعثة من النويدات المشعة في العضو أو الأنسجة التي يتم فحصها.
- ❖ يتم تصنيع النويدات في فحوصات التصوير المقطعي عن طريق ربط ذرة مشعة بمواد كيميائية يستخدمها العضو أو النسيج بشكل طبيعي أثناء عملية التمثيل الغذائي. مثلا في فحوصات التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني للدماغ، يتم تطبيق ذرة مشعة على الجلوكوز (سكر الدم) لتكوين نويدات مشعة تسمى فلوروديوسكي جلوكوز.

- ❖ يتم حقن النويدات المشعة في الوريد من خلال خط وريدي.
- ❖ يتحرك ماسح PET وفق عملية بطيئة فوق الجسم الذي يتم فحصه، هذه العملية الأخيرة تجعل البوزيترونات تنبعث من انهيار النويدات المشعة.
- ❖ بعد ذلك يتم إنشاء أشعة جاما والتي تدعى فوتونات الإبادة عند اصطدام البوزيترونات بالإلكترونات بالقرب من حدث الاضمحلال.
- ❖ يقوم الماسح الضوئي بالكشف عن فوتونات الفناء والتي تصل الى مسافة 180 درجة عن بعضها البعض.
- ❖ وهنا يأتي دور الكمبيوتر الذي يقوم بتحليل أشعة جاما ويستخدم المعلومات لإنشاء أو رسم خريطة صورة العضو أو الأنسجة قيد الدراسة.
- ❖ كمية سطوع النويدات المشعة تؤثر على مدى سطوع الأنسجة في الصورة. وبالتالي معرفة مستوى وظيفة العضو أو الأنسجة.



شكل (21.1): فحص PET للدماغ.

## 2.6.3.I أنواع أجهزة التصوير المقطعي البوزيتروني (PET)

## 1.2.6.3.I التصوير المقطعي البوزيتروني للقلب

يتضمن التصوير الجزيئي للقلب متتبع إشعاعي. والذي ينتشر داخل القلب. يكتشف الإشارة المشعة منه وينتج صورة ثلاثية الأبعاد، يساعد PET للقلب في تحديد كمية تدفق الدم، وما إذا كانت الخلايا الموجودة في القلب وظيفية وصحية [32]. ولذلك يستخدم التصوير المقطعي المحوسب أحادي الفوتون لتقييم كمية الدم التي تصل الى أجزاء مختلفة من عضلة القلب، وكذلك لكيفية استخدام مواد أخرى. فمثلا من خلال حقن الغلوكوز ومراقبة المناطق التي تستخدم أكثر من المعتاد أي باختصار فوق الحد المسموح به. وبالتالي يتمكن الأطباء والأخصائيون من تحديد أجزاء عضلة القلب التي لا تحتوي على إمدادات كافية للدم. من ميزته إنتاج صور أكثر وضوحا ودقة [33].

## ❖ مبدأ العمل

من خلال المبينة أدناه [34].

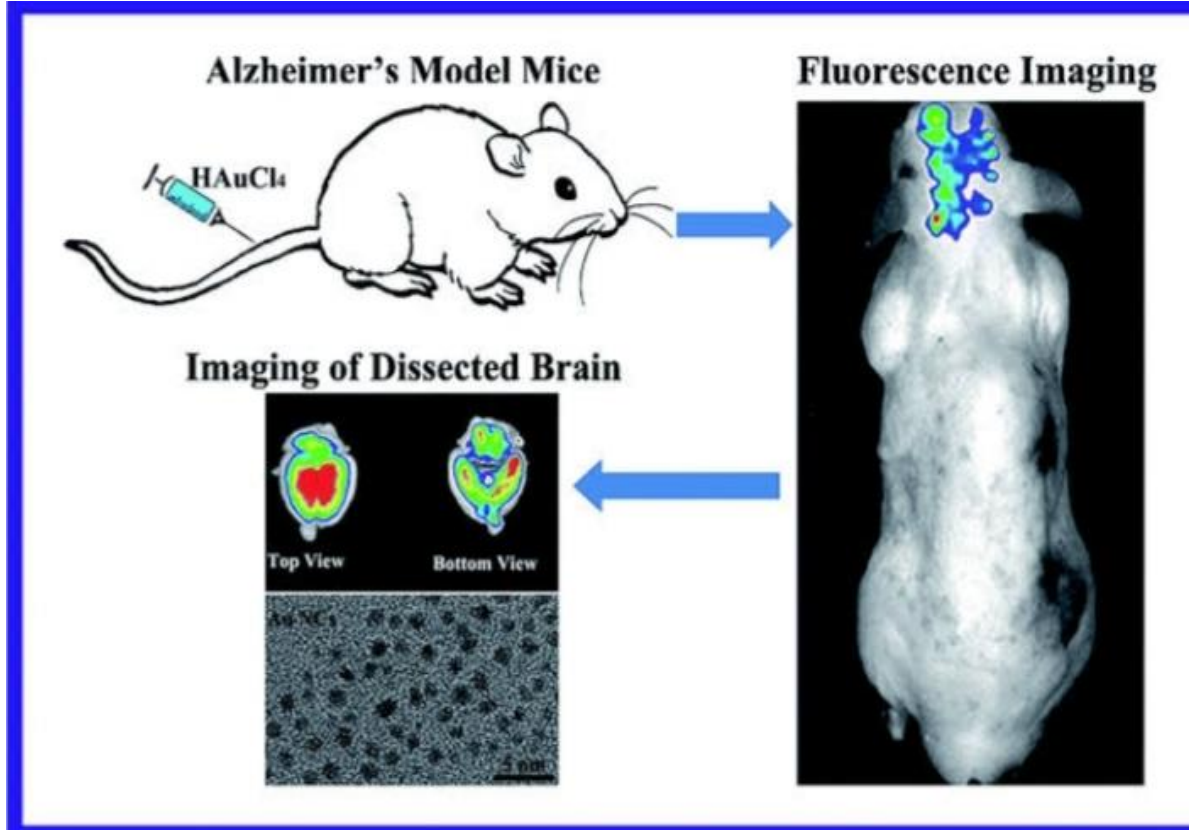
- ❖ إجراء هذا الفحص من خلال حقن مادة مشعة وظيفتها إصدار كمية قليلة من أشعة غاما. حيث يعتمد قياس جريان الدم الى القلب على حقن مواد تقوم بالتركز في عضلة القلب.
- ❖ عدم استيعاب العضلة المصابة بالاحتشاء بالمادة المشعة، في حين تقوم عضلة القلب باستيعاب المادة المشعة.
- ❖ فحص كمية قليلة من كريات الدم الحمراء للمريض بواسطة المادة المشعة لقياس مدى فعالية أداء القلب.



شكل (22.1): فحص PET للقلب.

### 2.2.6.3.I التصوير المقطعي البوزيتروني F-18FDG

هو جهاز تتبع إشعاعي ينبعث من البوزيترون يستخدم مع التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني لمراقبة وتشخيص الحالات المختلفة. حيث أن بعض الأمراض لا تظهر إلا في مراحل متقدمة ولذلك بفضل عمليات المسح التصويري المقطعي البوزيتروني تمكنا من إكمال الطرائق الهيكلية. ومن بين استخداماته نذكر منها علم الأعصاب حيث الهدف منه تحديد مختلف مناطق الغلوكوز الغير الطبيعي المرتبط بنوبات الصرع، ويساعد أيضا على تشخيص الحالات العصبية مثل مرض الزهايمر. أيضا علم الأورام من خلال علاج السرطانات مثل سرطان الرئة والأورام الليفية [35].



الشكل (I,23): التصوير المقطعي البوزيتروني F-18FDG.

### I.7.3 الماسح الضوئي المقطعي CT

نمط خاص من أجهزة التصوير أو المسح بالأشعة السينية التي يتم فيها إرسال عدة إشعاعات وبشكل تلقائي من عدة زوايا. يتم الكشف عن الأشعة السينية بعد عبور الإشعاعات لجسم الإنسان وحساب قوتها حيث تتميز الإشعاعات التي تعبر الأنسجة ذات السماكة القليلة كالرئتين بقوتها مقارنة بتلك التي تعبر الأنسجة ذات السماكة العالية كالعظام. يستخدم الحاسوب هذه المعلومات لاستنباط الكثافة النسبية للأنسجة المفحوصة حيث أن كل مجموعة من القياسات يعرضها الماسح تُعد مقطعاً عرضياً خلال الجسم. يعمل الحاسوب على معالجة النتائج وعرضها على شكل صورة ثنائية الأبعاد تظهر على الشاشة. تُستخدم هذه التقنية للحصول على التفاصيل بشكل أفضل من الأشعة السينية العادية حيث يُمكن أن يُعاد بناء الصور ذات الأبعاد الثنائية لتظهر بأبعاد ثلاثية في حال استخدام أجهزة التصوير الطبقي المتطورة كما تستخدم لعرض صوراً

واقعية وخاصة أثناء العمليات الجراحية [38].

### 1.7.3.I مبدأ العمل

يعتمد مبدأ التصوير المقطعي على امتصاص الإشعاع من قبل أجزاء الجسم المختلفة حسب تركيبها. في الأشعة السينية البسيطة، يمر الإشعاع عبر المريض ثم يتم قياسه بواسطة مستشعر رقمي مسطح والذي يوفر صورة ثنائية الأبعاد لداخل الجسم. في حالة التصوير المقطعي المحوسب، يتم استبدال هذا المستشعر بعدة صفوف من أجهزة الكشف الموجودة أمام أنبوب الأشعة السينية، والتي ستقوم بقياس الإشعاع الذي يمر عبر المريض، بينما يدور زوج كاشف الأنبوب. وفي كل دورة، ستقوم أجهزة الكشف بتسجيل آلاف المعلومات. ومن هذه المعلومات الرقمية، سيقوم الكمبيوتر بإعادة بناء صورة عرضية (أي في شرائح) للعضو الذي تم فحصه وبنفس المعلومات [39].



شكل (24.1): جهاز مسح مقطعي CT.

## 8.3.I الماسح الضوئي IRM

هو تقنية إشعاعية تستخدم قوى مغناطيسية وموجات لاسلكية لإنتاج صور مفصلة وواضحة من الأعضاء والأنسجة داخل الجسم.

يمكن استخدامه لإنتاج صور لجميع الأجهزة الجسم تقريبا بما في ذلك العظام، المفاصل، القلب، الأوعية الدموية. تستخدم النتائج لتأكيد التشخيص تحديدا ورصد العلاج. نظراً لكونه لا يستخدم الأشعة السينية أو أي من إشعاعات أخرى، ومن جهة أخرى فهو اختبار التصوير المفضل عندما يحتاج الأشخاص إلى تصوير متكرر للتشخيص أو مراقبة العلاج، وخاصةً للدماغ [41].

## 1.8.3.I مبدأ العمل

من خلال الخطوات التالية [18].

- ❖ يعمل من خلال خاصية للذرات تسمى Spin، بهدف معرفة الفروقات بين أنسجة الجسم المختلفة مثل العضلات والدهون.
- ❖ البروتونات جد حساسة للحقل المغناطيسي وهي تشبه مغناط صغيرة، وذلك لوجودها في مركز كل ذرة هيدروجين.
- ❖ في حالة وجود الجسم ضمن نطاق جهاز الرنين المغناطيسي وضمن الماسح المغناطيسي الفعّال، تصطف البروتونات وفق اتجاه واحد بفعل الحقل المغناطيسي المطبق.
- ❖ يتم بعث دفعات قصيرة من الموجات الراديوية من قبل الملف (the coil) إلى مناطق مختلفة من الجسم، مما يؤدي إلى إخراج البروتونات من المواءمة.
- ❖ تعيد البروتونات انتظامها مجدداً، من خلال وقف موجات الراديو، مما يؤدي الى إرسال إشارات راديوية صادرة منها، وبالتالي يتم التقاطها من قبل أجهزة استقبال خاصة.



الشكل (25.1): جهاز IRM.

### 9.3.1 الماسح الضوئي باستعمال الموجات فوق الصوتية Ultrason

هو جهاز طبي يوفر صوراً لمعظم الأنسجة الرخوة باستخدام الموجات فوق الصوتية. فإنه يساعدنا للحصول على صور تشخيصية من الأصداء التي يتم الحصول عليها عن طريق انبعاث الموجات فوق الصوتية. يقوم محول الطاقة بإنتاج هاته الموجات، بالإضافة إلى توليد موجات فوق صوتية قادرة أيضاً على اكتشاف الأصداء المنعكسة عن طريق الموجات فوق الصوتية وخلق صور ثنائية الأبعاد للأنسجة والأعضاء.

تعد الموجات فوق صوتية غير مسموعة للإنسان لكون الموجات الصوتية ذات تردد عالي (أكثر من 20 كيلو هرتز) فالبعض منها ينشرها على شكل صدى في حين البعض منها يعكسها مباشرة و ذلك قبل أن تصل إلى محول الطاقة [70].

### 1.9.3.1 مبدأ العمل

من خلال المراجل الميئة أدناه [72].

- ❖ إرسال مجموعة من الموجات فوق صوتية ذات التردد العالي (أعلى من تردد السمع البشري) إلى العضو المراد تشخيصه من خلال حساس خاص.
- ❖ اختراق الأمواج فوق الصوتية لمكونات الجسم المختلفة مثل السوائل الموجودة بين طبقات الجلد.
- ❖ انعكاس جزء من الأشعة فوق الصوتية الى المستشعر في حين تخترق باقي الأمواج طبقات عميقة ثم ترتد الى المستشعر.
- ❖ التقاط المستشعر الأمواج فوق الصوتية ثم إرسالها الى الجهاز الخاص به.
- ❖ بحساب المسافة بين المستشعر وطبقة الجلد أو العضو الذي انعكست عنه الأمواج وذلك من خلال سرعتها في جسم الإنسان.
- ❖ نتضح العلاقة بين المسافة وشدة الإشارة المنعكسة من جسم الإنسان على جهاز الأمواج فوق الصوتية لتكون توزيع ثنائي الأبعاد الذي بدورها تعطينا الصورة على شاشة الجهاز.



الشكل (26.1): الماسح الضوئي باستعمال Ultrason .

4.I الخاتمة

قنا في هذا الفصل بدراسة أجهزة المسح الضوئي وأنواعها دراسة نظرية مع إرفاق كل نوع بمبدأ عمل خاص به ويتجلى ذلك في الواقع من خلال مختلف المجالات الطبية، والتي كانت داعم للإنسان من خلال تقليص المدة.

# الفصل الثاني

## الأردوينو



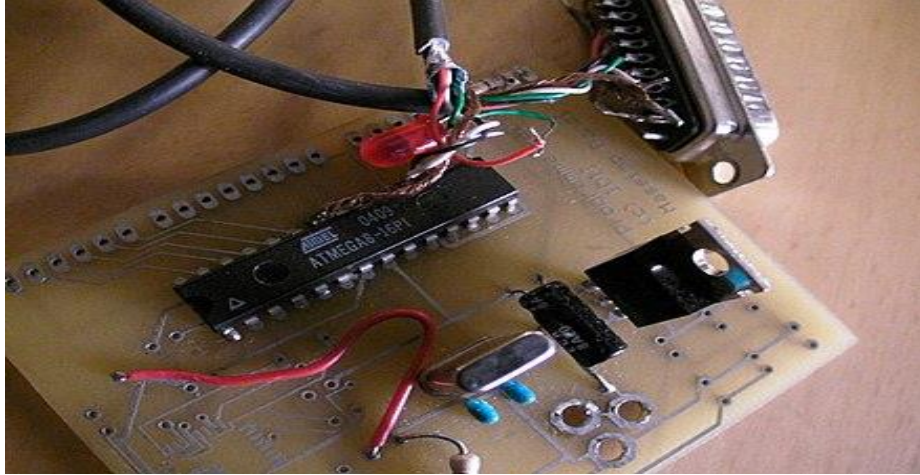
## 1.II مقدمة

في هذا الفصل قننا بالتطرق لاحد اهم العناصر في هذا المشروع وهو الأردوينو. حيث قننا بدراسة شاملة انطلاقا من تاريخ نشأته والتعريف بأشهر انواعه الى كيفية برمجته خاصة الأردوينو أونو.

## 2.II نبذة تاريخية

كانت بداية القصة في سنة 2005 في مدينة ايفريا الايطالية Ivrea الايطالية [43]. حيث كانت الفكرة تعليم طلاب الجامعة والمعاهد التقنية بما يعرف Micro-Controller. لذلك اجتمع فريق من مهندسي الالكترونيات لإيجاد أسلوب غير مكلف وسهل لنشر هذا النوع من العلوم.

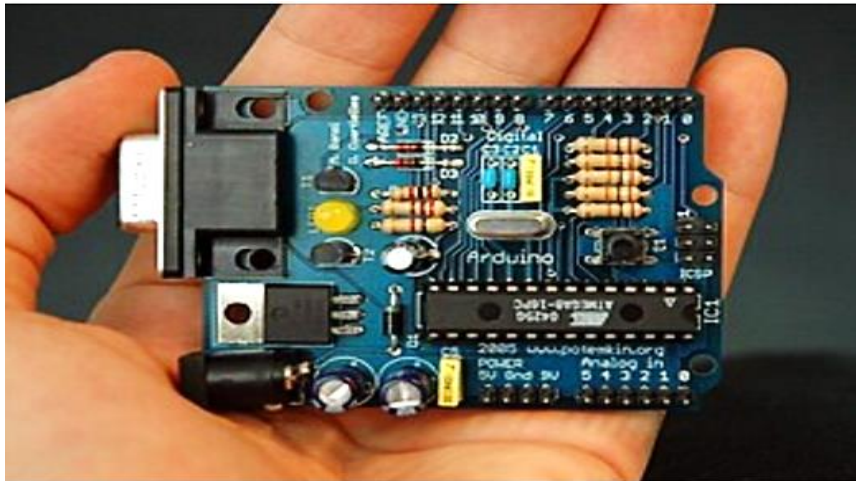
قام كل من ماسيمو بانزي Massimo Banzi بالتعاون مع دايفيد كوارتييليس David Cuartielles وجاينلوكا مارتينو Gianluca Martino بإطلاق مشروع اردوينو ايفريا، وتمت تسميته بهذا الاسم نسبة الى أشهر شخصية تاريخية في المدينة. كان الهدف منه تطوير برمجية للمتحككات الدقيقة وتكون مجانية في نفس الوقت. تم إطلاق أول لوحة للأردوينو في أواخر عام 2005 حيث تم الاعتماد على شريحة Atmega 168 من العائلة المشهورة AVR، بعد إطلاقها قام مؤسسي المشروع بنشر كل ما يتعلق بالأردوينو. وسرعان ما تم ذلك حتى توالى عليه الكثير من التطويرات الهندسية وإصدار العديد من اللوحات الأحدث، حيث كان القاسم المشترك بينهما اعتمادها على شرائح المتحككات الدقيقة من عائلة AVR. في عام 2011 تم إنتاج أكثر من 300000 لوحة اردوينو [44].



شكل (1.II): أول صنع للأردوينو.

### 3.II تعريف الأردوينو

عبارة عن منصة إلكترونية مفتوحة المصدر، تعتمد على أجهزة وبرامج سهلة الاستخدام. لوحات الأردوينو قادرة على قراءة المدخلات مثل: الضوء على أجهزة الاستشعار وتحويلها إلى مخرج مثل: تشغيل محرك. ويتم ذلك عن طريق إرسال مجموعة من التعليمات إلى وحدة التحكم الدقيقة الموجودة على اللوحة. وللقيام بذلك نستخدم لغة برمجة Arduino المعتمدة على Wiring، وكذلك برنامج Arduino IDE المبني على المعالجة [45].



شكل (2.II): بطاقة الأردوينو Arduino.

## 4.II مكونات الأردوينو

هناك العديد من لوحات الأردوينو ولكن من أهمها لوحة الأردوينو أونو والتي سنتطرق الى تركيبها الداخلي قطعة

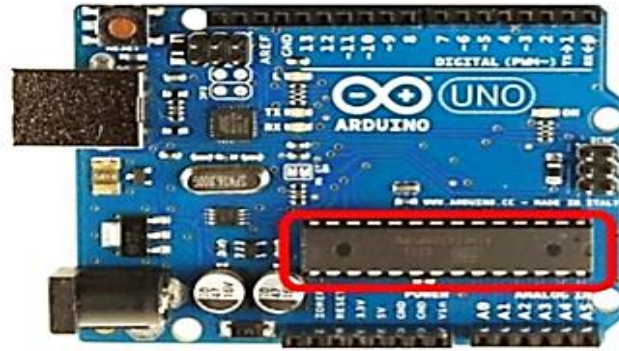
بقطعة.

### 1.4.II المتحكم AVR Atmega328 الرئيسي

يعد عنصر أساسي في لوحة الأردوينو. فن خلاله نستطيع تحديد المزايا والخواص الالكترونية. يتركز دوره على برمجة

اللوحة وبالتالي برمجة المتحكم. فعند تطبيق التغذية الكهربائية يقوم هذا المتحكم بتنفيذ البرنامج المخزن لكي تعمل اللوحة وفق

البرنامج المطلوب [46].



الشكل (3.II): المتحكم الرئيسي Atmega328.

الجدول (1.II) التالي يوضح أهم الخواص للمتحكم AVR Atmega328:

الخاصية	القيمة
نوع المعالج	8-bits AVR
تردد العمل الأعظمي	20 MHZ
الأداء	تنفيذ مليون تعليمة في الثانية عند تردد 1MHZ
سعة ذاكرة البرنامج	32 KB
سعة ذاكرة SRAM	2 KB

1 KB	سعة ذاكرة EEPROM
28 pin	عدد الأرجل
مبدل تماثلي رقمي بدقة 10bit، عدد قنواته 6 وحدة الاتصال التسلسلي USART وحدة الاتصال التسلسلي I2C وحدة الاتصال التسلسلي SPI مقاطعات داخلية وخارجية	الملحقات الداخلية

## II.4.2 المتحكم Atmega16U2 الثنائي

هو المسؤول عن تبادل البيانات مع الحاسوب عبر منفذ USB. يتصل هذا الأخير مع خط إعادة إقلاع المتحكم الرئيسي Atmega328 ففي حالة برجة المتحكم الرئيسي لابد من إعادة تشغيله. المتحكم Atmega16U2 يكون متصل مع كريستالة ترددها 16MHZ تقع أسفله [46].



الشكل (II.4): المتحكم Atmega16U2.

## II.4.3 3.3V ومنظم الجهد 5V، ومنظم الجهد 3.3V

تعمل لوحة الأردوينو بجهد 5V لذلك نحتاج الى منظم. عند توصيلها بمصدر خارجي. منظم الجهد المستخدم على

العموم 1117ST50T3G، حيث تيار المخرج الأعظمي يزيد عن 1A. اللوحة أيضا توفر جهد مقداره 3.3V حيث منظم الجهد المستخدم LP2985-33BVR، أما بالنسبة لتيار المخرج فيصل الى 150mA [46].



الشكل (5.ii): المنظم 1117ST50T3G محاط بالمرجع الأحمر، المنظم LP2985-33BVR محاط بالمرجع الأخضر.

#### 4.4.ii مجموعة من الثنائيات الضوئية

يحتوي على أربع ثنائيات ضوئية من بينها [46].

- ❖ **ثنائي ضوئي ON:** دلالة على أن اللوحة متصلة بجهد كهربائي 5V.
- ❖ **ثنائي ضوئي L:** يكون متصل مع المخرج الرقمي 13، يضيء عند تطبيق 5V أي 1 منطقي.
- ❖ **ثنائيان ضوئيان TX.RX:** يضيء عند انتقال البيانات ما بين المتحكم Atmega16U2 ومنفذ USB الى الحاسوب.



الشكل (6.ii): الثنائي الضوئي ON محاط باللون الأخضر، الثنائي الضوئي L محاط بالمرجع الأحمر، الثنائيان TX،RX محاطان

بالمرجع الأصفر.

## 5.4.II منفذ USB

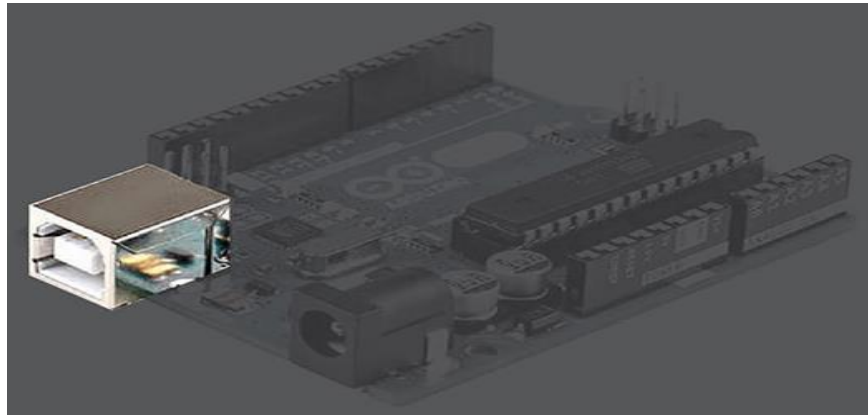
له عدة استخدامات من بينها [47].

❖ يرجمجة اللوحة عن طريق الحاسوب.

❖ تبادل المعلومات والبيانات بين ATmega328 ومنفذ USB للحاسوب.

❖ عند توصيل هذا المنفذ USB بالحاسب تتم تغذية اللوحة ب 5V.

بجانب هذا المنفذ يوجد FUSE لحماية منفذ USB للحاسوب من التيار الزائد والقصر، ويكون القطع ألياً.



الشكل (7.II): منفذ USB.

## 6.4.II منفذ الطاقة

تأمين تشغيل اللوحة من خلال محول AC-DC. وذلك عن طريق توصيل مأخذ مركزي موجب مقاس 2.1 مم

بمنفذ الطاقة الخاص باللوحة. حيث تعمل بجهد 5V ويمكنها تحمل جهد أقصى يصل الى 20V، في هذه الحالة هناك منظم

جهد بهدف حماية اللوحة من الاحتراق [47].



الشكل (8.II): مأخذ مركزي 2.1 مم.

## 7.4.II منافذ الاستطاعة

**VIN**: مدخل الجهد للوحة الأردوينو في حالة استخدام مصدر طاقة خارجي. أو توفير وتأمين الطاقة من خلال مدخل المحول [48].

**منفذ 5V**: جهد منتظم يستخدم لتأمين الطاقة للعناصر المستخدمة على الدائرة وأيضا لتوفير الطاقة للقطع الالكترونية التي سنضيفها [48].

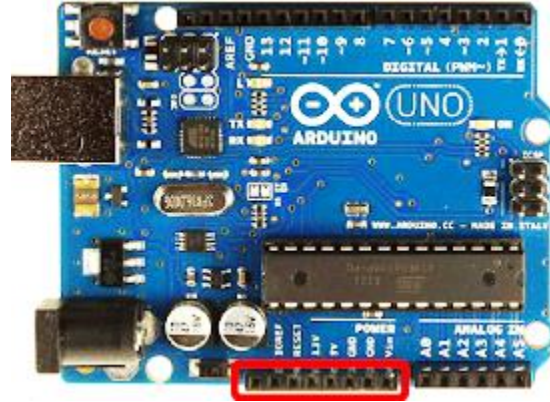
**منفذ 3.3V**: مصدر جهد مؤمن من قبل منظم الجهد الداخلي للوحة حيث أن أقصى تيار يتحمله 50 ميلي أمبير يوجد في الجهة اليسرى 3 منافذ من بينها [49].

**منفذ RESET**: هو منفذ إعادة تشغيل لوحة الأردوينو بتطبيق إشارة منخفضة (0). طريقة عمله مشابهة لزر إعادة التشغيل.

**منفذ IOREF**: دوره توفير الجهد المرجعي للتحكم الصغير وأيضا تمكين محول الجهد للعمل مع جهود 5V أو 3V.

**منفذان GND**: دوره الاتصال بدوائر أخرى، كما يعمل ارضي للأردوينو.

**منفذ غير مستخدم حاليا**: يمكن استخدامه في المستقبل للتطوير.



الشكل (9.II): منافذ الاستطاعة، RESET, IOREF, 3.3v, 5v, GND, GND, VIN، منفذ غير مستخدم. بالترتيب من اليسار الى اليمين.

### 8.4.II منافذ دخل تشابيهية

تعتبر منافذ للإشارات التشابيهية، حيث يتم تحويلها الى إشارات رقمية عن طريق محول ADC في متحكم ATmega328 له دقة تبلغ 10 بت. هذه المداخل معرفة A0,A1,A2,A3,A4,A5 [49].



الشكل (10.II): المداخل التشابيهية الستة في لوحة الأردوينو.

## 9.4.II منافذ المدخل والمخرج الرقمية

يمكن توصيل دارات وعناصر الكترونية مثل: المحرك، شاشة، لوحة المفاتيح، الثنائيات الضوئية، أما بالنسبة للمنافذ فنجد أن [46].

المنافذ 3،5،6،9،10،11: دورها توليد إشارة تعديل عرض النبضة PWM حيث هذا الأخير هي إشارات مربعة دورية.

المنفذ 1 يستعمل للإرسال في حين المنفذ 0 يستعمل في الاستقبال. حيث يتصلان في أن واحد مع منافذ متوافقة للتحكم Atmega16U2 عن طريق USB.

المنفذان 2،3: قاطعات خارجية.

المنفذان SDA،SCL : دورهما الاتصال بالبروتوكول 12C.



الشكل (11.II): منافذ الدخل والمخرج الرقمية.

## 10.4.II منفذ برمجة (ICSP (In-Circuit Serial Programming))

دوره برمجة المتحكمات Atmega328 و Atmega1602، تتم بواسطة مبرمجة خارجية أو لوحة اردوينو

أخرى [49].

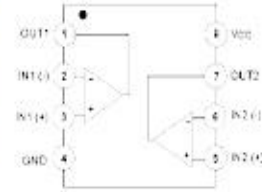


الشكل (12.ii): منفذ برجة Atmega328 محاط بالمربع الأحمر، منفذ برجة ATmega1602 محاط بالمربع الأصفر.

## 11.4.ii دائرة متكاملة LM358

عبارة عن مكبري عمليات. يستخدم الأول كقارن للجهد لاختيار تغذية اللوحة من منفذ USB أو من منفذ Vin،

في حين الآخر يستعمل كعازل ما بين المخرج 13 والثنائي الضوئي L [46].



شكل (13.ii): الدائرة المتكاملة LM358.

## 5.ii أنواع الأردوينو

هناك العديد من الأنواع المستخدمة في المشاريع، حيث كل نوع ينفرد عن النوع الآخر بخصائص مميزة. وهذا ما

نحتاجه لتحديد نوع الأردوينو المستعمل في المشروع من بينها:

## 1.5.II أردوينو أونو

هو الأكثر شيوعا واستخداما في بناء المشاريع وذلك راجع الى سهولة استخدامه. يستعمل في برمجة متحكم من شركة أمثل. تتكون هذه الدارة من منافذ لتوصيل المكونات Atmega328 الالكترونية الى المتحكم مباشرة (مدخل / مخرج) من النوع الرقمي عن طريق المنفذ 14 [50].



الشكل (14.II): بطاقة الأردوينو أونو ARDUINO UNO.

## 1.1.5.II خصائص الأردوينو أونو

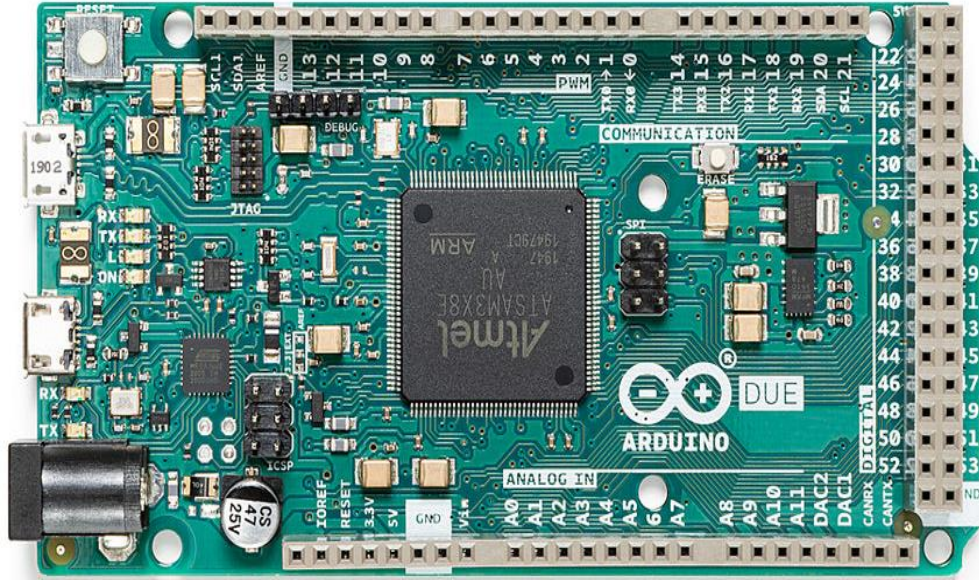
جدول (2.II): مزايا وخواص لوحة الأردوينو أونو.

Atmega328	المتحكم
5 (V)	جهد التشغيل
12-7 (V)	جهد المدخل (موصى به)
20-6 (V)	جهد المدخل (الأقصى)
6	منافذ المدخل التناظرية
6	منافذ الخرج

14	منافذ الدخول والخروج الرقمية
20 mA	قيمة التيار المستمر للداخل والمخرج
16 MHZ	سرعة المعالج
2 Kbits	ذاكرة الوصول العشوائية الثابتة
32 Kbits	ذاكرة الفلاش
50 mA	قيمة التيار للمنفذ 3.3 فولت
1Kbits	ذاكرة القراءة فقط
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
المنفذ 13	التنائي الضوئي L
SPI،I2C،UART	بروتوكولات الاتصالات التسلسلية التي تدعمها
منفذ USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
53.4 mm	العرض
68.6 mm	الطول
25 g	الوزن
ايطاليا	الصنع

## 2.5.II لوحة الأردوينو Arduino Due

عبارة عن وحدة تحكم دقيقة، تعتمد على المعالج SAM38E ARM Cortex-M3. تعتبر أول لوحة اردوينو تعتمد على متحكم ARM أساسي ذو 32 بت مع سرعة معالج 84 MHZ. الجهد الأقصى الذي تتحمله هذه اللوحة 3.3 V المطبق على منفذ الإدخال أو الإخراج والمتوافقة مع منفذي الأردوينو 1 و 0 [51]. أيضا يتوفر على منفذين micro USB أحدهما للبرمجة والاتصال بالحاسوب، في حين الأخر يستعمل للاتصال مع الأجهزة المحيطة ويمكن استخدامه أيضا للبرمجة [46].



الشكل (II.15): لوحة Arduino Due.

## II.2.5.1 خصائص لوحة الأردوينو Arduino Due

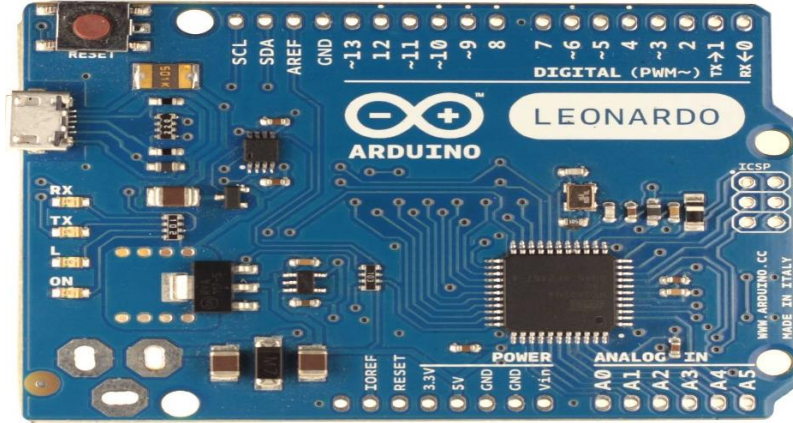
جدول (II.3): مزايا وخواص لوحة Arduino Due.

AT91SAM3X8E	المتحكم
3.3 V	جهد التشغيل
7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
6-16 V	جهد المدخل (الأقصى)
12	منافذ المدخل التناظرية
2	منافذ الخرج
54	منافذ الدخول والخرج الرقمية
130 mA	قيمة التيار المستمر للمداخل والمخارج
84 MHZ	سرعة المعالج
96 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
512 Kbits	ذاكرة الفلاش

800 mA	قيمة التيار للمنفذ 3.3 فولت
800 mA	قيمة التيار للمنفذ 5 فولت
12 bit	دقة تمييز المبدل DAC
12 bit	دقة تمييز المبدل ADC
المنفذ 13	الثنائي الضوئي L
UART :4 SPI :1 12C :2 USB HOST :1	بروتوكولات الاتصالات التسلسلية التي تدعمها
عبر منفذ USB	طرق البرمجة
53.3 mm	العرض
101.52 mm	الطول
36 g	الوزن

### 3.5.II لوحة الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo

عبارة عن لوحة تستخدم المتحكم الرئيسي Atmega32u4 ويستطيع الاتصال عبر وصلة USB، وهذا ما يجعله ليس بحاجة الى متحكم ثانوي. مما يسمح للأردوينو ليوناردو الاتصال بالحاسوب عبر الفأرة ولوحة المفاتيح، ويستطيع الاتصال أيضا عبر المنفذ الاقتراضي. يتكون هذا الأخير من 20 منفذا رقمية بالإضافة الى هزاز كريستال 16MHZ [ 52 ].



الشكل (II.16): لوحة الأردوينو ليوناردو.

### II.3.5 خصائص لوحة الأردوينو ليوناردو

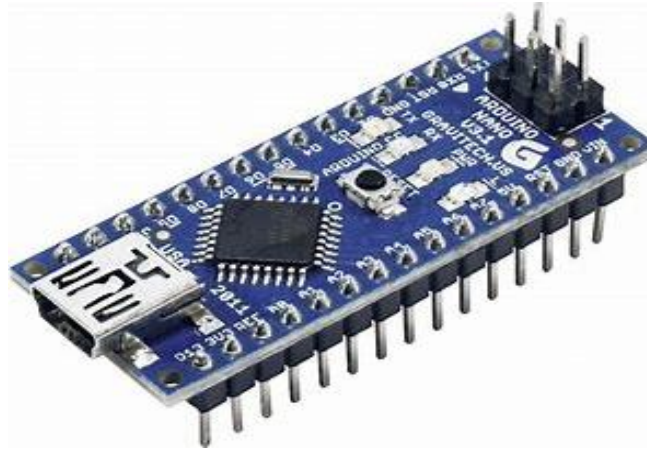
جدول (II.4): مزايا وخواص لوحة Arduino Leonardo.

Atmega32u4	المتحكم
5 V	جهد التشغيل
7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
6-20 V	جهد المدخل (الأقصى)
12	منافذ المدخل التناظرية
7	منافذ الخرج
20	منافذ الدخول والخرج الرقمية
40 mA	قيمة التيار المستمر للداخل والمخرج
16 MHZ	سرعة المعالج
2.5 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
512 Kbits	ذاكرة الفلاش
20 mA	قيمة التيار الأعظمي للمنفذ الرقمي
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة

المنفذ 13	الثنائي الضوئي L
SPI،12C،UART	برتوكولات الاتصال التسلسلية
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
53.4 mm	العرض
68.6 mm	الطول
20 g	الوزن

## 4.5.II لوحة الأردوينو نانو Arduino Nano

عبارة عن لوحة صغيرة كاملة، يوجد بها متحكم لديه نفس وظائف اردوينو أونو مع اختلاف عدد المداخل والمخارج والحجم. لكنه لا يحتوي على موصل طاقة تيار مستمر. هذا الأخير يعمل بوصلة USB صغيرة الحجم [53].



الشكل (II.17): لوحة الأردوينو نانو.

## 1.4.5.II خصائص لوحة الأردوينو نانو

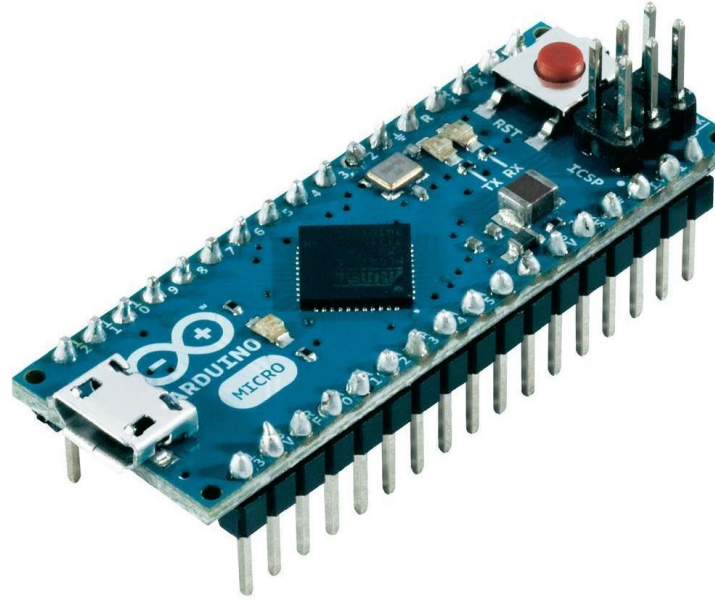
جدول (II.5): مزايا وخواص لوحة Arduino Nano.

Atmega328	المتحكم
5 V	جهد التشغيل

7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
6-20 V	جهد المدخل (الأقصى)
8	منافذ المدخل التناظرية
6	منافذ الخرج
22	منافذ الدخول الخرج الرقمية
40 mA	قيمة التيار المستمر للمداخل والمخارج
16 MHZ	سرعة المعالج
2 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
32 Kbits	ذاكرة الفلاش
20 mA	قيمة التيار الأعظمي للمنفذ الرقمي
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
المنفذ 13	الثنائي الضوئي L
SPI، I2C، UART	برتوكولات الاتصال التسلسلية
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
45 mm	العرض
18 mm	الطول
7 g	الوزن

## 5.5.II لوحة الأردوينو ميكرو Arduino micro

يعد أصغر لوح في عائلة الأردوينو، مما يسهل دمج مع الأدوات لجعلها قادرة على التواصل مع المستخدم. هذا الإصدار يعتمد على المتحكم Atmega32u4، كما يتميز بمدخل تسلسلي مدمج مما يجعله قابل للتوصيل على أساس انه لوحة مفاتيح أو فأرة حاسوب [54]. تشبه هذه اللوحة لوحة Arduino Leonardo لكونها لا تحتاج الى معالج ثانوي [55].



الشكل (18.11): لوحة الأردوينو ميكرو.

## 1.5.2.11 خصائص لوحة الأردوينو Arduino micro

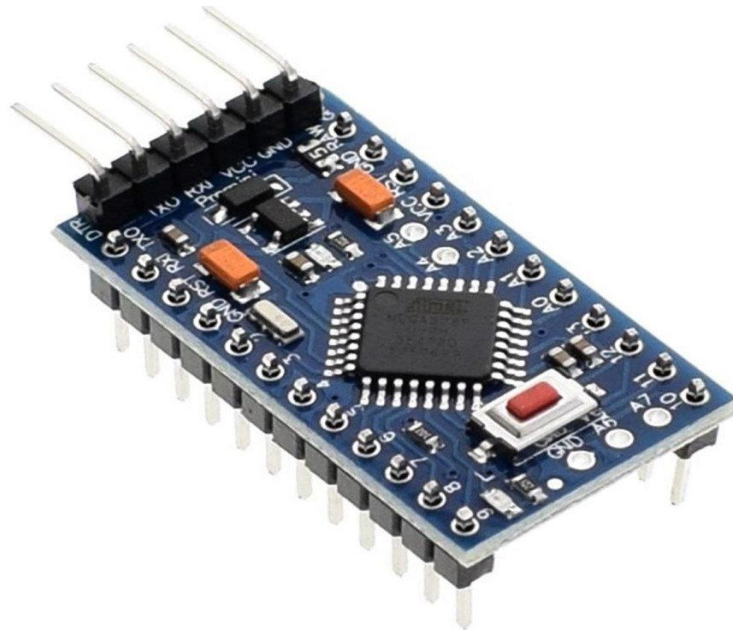
جدول (6.11): مزايا وخواص لوحة Arduino micro.

Atmega32u4	المتحكم
5 V	جهد التشغيل
7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
50 mA	التيار المستمر للنفذ 3.3v
12	منافذ المدخل التناظرية
7	منافذ الخرج
20	منافذ الدخول الخرج الرقمية
20 mA	قيمة التيار المستمر للمداخل والمخارج
16 MHZ	سرعة المعالج
2.5 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
32 Kbits	ذاكرة الفلاش
20 mA	قيمة التيار الأعظمي للنفذ الرقمي

عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
المنفذ 13	الثنائي الضوئي L
SPI، I2C، UART	برتوكولات الاتصال التسلسلية
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
18 mm	العرض
48 mm	الطول
13 g	الوزن

## 6.5.II لوحة الأردوينو Arduino Mini

هو لوح صغير مبني على أساس Atmega168 ولكن تم تزويده بالمتحكم Atmega328 في الوقت الحالي. فهو نسخة مصغرة من محتويات Arduino Nano، ولكنه لا يحتوي على مدخل USB المدمج. النسخة الحديثة الحالية Arduino Mini 05 تعتمد على متحكم جديد ATmega238P، وهذا من خلال وضع جميع القطع على الوجه العلوي للوحة [56].



الشكل (19.II): لوحة Arduino Mini.

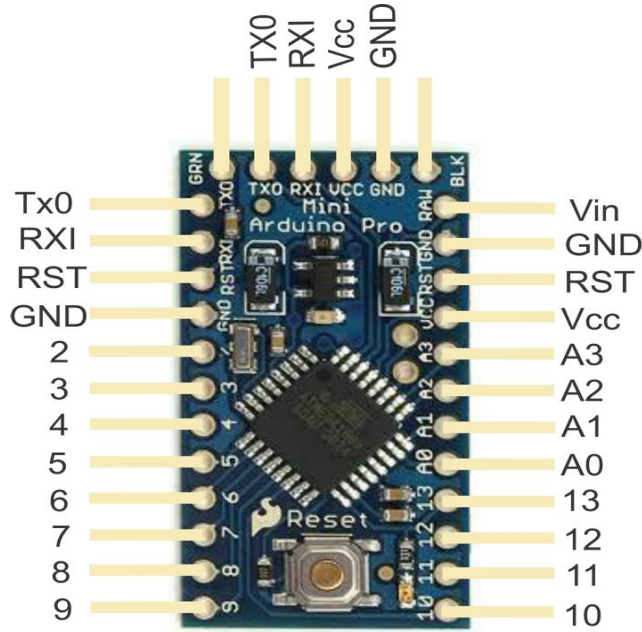
## 1.6.5.II خصائص لوحة Arduino Mini

الجدول (7.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Mini.

Atmega328	المتحكم
5 V	جهد التشغيل
7-9 V	جهد المدخل (موصى به)
8	منافذ المدخل التناظرية
6	منافذ الخرج
14	منافذ الدخول والخرج الرقمية
40 mA	قيمة التيار المستمر للداخل والمخرج
16 MHZ	سرعة المعالج
2 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
32 Kbits	ذاكرة الفلاش
20 mA	قيمة التيار الأعظمي للمنفذ الرقمي
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
18 mm	العرض
30 mm	الطول
7 g	الوزن

## 7.5.II لوحة Arduino Pro Mini

تم تطوير هذه اللوحة صغيرة الحجم للتطبيقات والتركيبات وإنشاء المشروعات كإعدادات دائمة. فهي لوحة تحكم دقيقة تعتمد على المتحكم Atmega328P، تم تصميمها بهدف التثبيت الشبه الدائم في المعارض أو الأشياء. وهذا ما يسمح باستخدام مختلف أنواع الموصلات. هناك نوعين من Pro Mini أحدهما يعمل على جهد 3.3V و 8MHZ في حين الأخر يعمل على جهد 5V و 16 MHZ [57].



الشكل (20.II): لوحة Arduino Pro Mini.

### 1.7.5.II خصائص لوحة Arduino Pro Mini

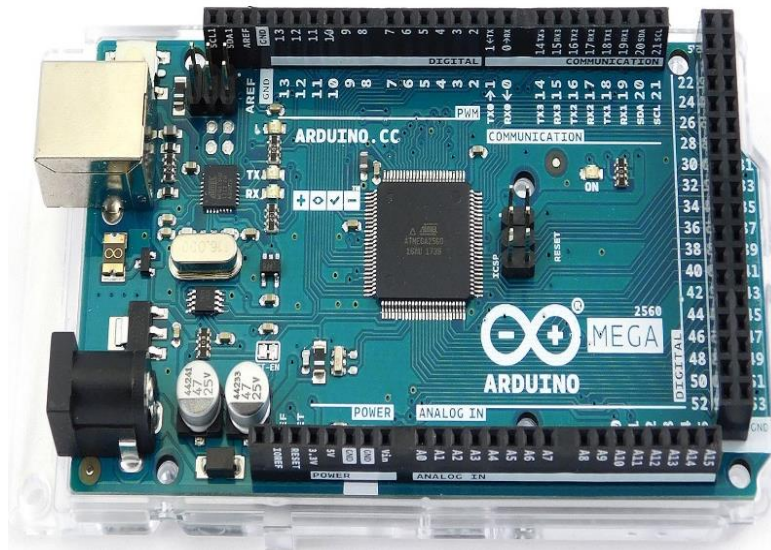
الجدول (8.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Pro Mini.

Atmega328P	المتحكم
3.3 V أو 5 V	جهد التشغيل
3.3-12 V	جهد المدخل (موصى به) بالنسبة 3.3V
5-12 V	جهد المدخل (موصى به) بالنسبة 5V
6	منافذ المدخل التناظرية
6	عدد منافذ PWM
14	منافذ الدخول/الخروج الرقمية
8 MHZ	سرعة المعالج بالنسبة 3.3V
16 MHZ	سرعة المعالج بالنسبة 5V
2 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
32 Kbits	ذاكرة الفلاش

20 mA	قيمة التيار الأعظمي للمنفذ الرقمي
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
UART: 1 SPI: 1 I2C: 1	بروتوكولات الاتصال التسلسلية
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
17.7 mm	العرض
33 mm	الطول

## 8.5.II لوحة Atmega Mega2560

عبارة عن لوحة تحتوي على المتحكم الرئيسي Atmega2560. تتكون من 54 منفذ إدخال وإخراج رقمي من بينها 15 منفذ يمكن استخدامها PWM. تتكون أيضا من 16 منفذا تناظريا، 4 منافذ تسلسلية للأجهزة ومذبذب كريستال 16 MHZ. أي بصفة عامة يحتوي على كل ما يلزم لدعم وحدة التحكم الدقيقة. لتشغيله يجب توصيله بالحاسوب عن طريق وصلة USB [58].



الشكل (21.II): لوحة Arduino Mega 2560

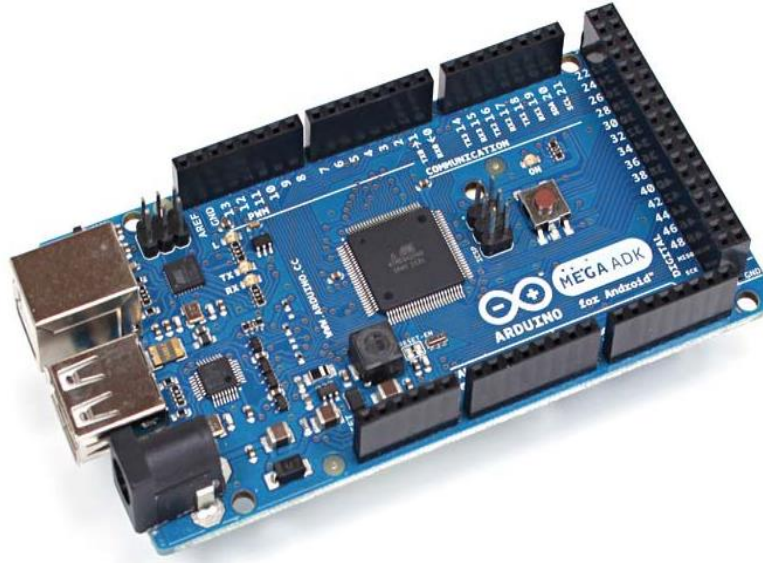
## 1.8.5.II خصائص Arduino Mega 2560

الجدول (9.II): مزايا وخواص لوحة Arduino Mega2560 .

Atmega2560	المتحكم
5 V	جهد التشغيل
7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
6-20 V	جهد المدخل الأقصى
16	منافذ المدخل التناظرية
15	عدد منافذ PWM
54	منافذ الدخول/ الخرج الرقمية
لا يوجد	منافذ المخرج التناظرية
16 MHZ	سرعة المعالج
8 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
256 Kbits	ذاكرة الفلاش
4 Kbits	سعة ذاكرة EEPROM
20 mA	قيمة التيار للنفذ مدخل /مخرج
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
UART: 4 SPI: 1 I2C: 1	بروتوكولات الاتصال التسلسلية
13 المنفذ	الثنائي الضوئي L
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
53.3 mm	العرض
101.52 mm	الطول
37 g	الوزن

## 9.5.II لوحة Arduino Mega ADK

لوحة تحكم دقيقة تعتمد على المتحكم الرئيسي ATmega2560. يحتوي على منفذ USB للاتصال بالهواتف التي تعمل بنظام Android استنادا الى IC وMAX3421. يتكون أيضا من 54 منفذ مدخل / مخرج رقمي من بينها 15 يمكن استخدامها كمخرج PWM [59].



الشكل (II.22): لوحة Arduino Mega ADK.

## 1.9.5.II خصائص Arduino Mega ADK

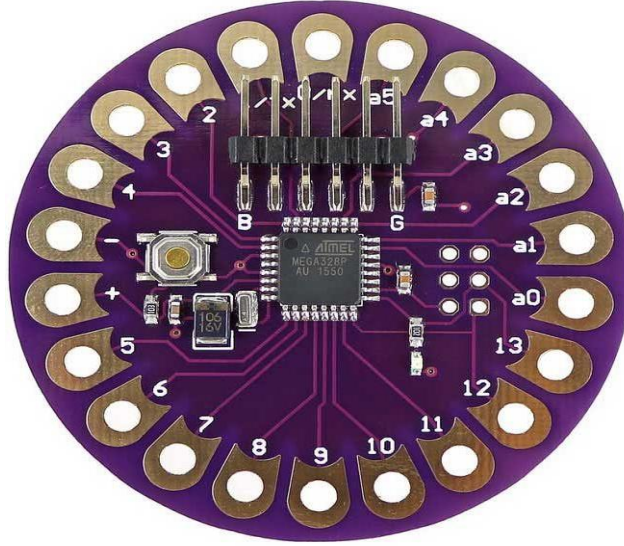
الجدول (II.10): مزايا وخصائص لوحة Arduino Mega ADK.

Atmega2560	المتحكم
5 V	جهد التشغيل
7-12 V	جهد المدخل (موصى به)
6-20 V	جهد المدخل الأقصى
16	منافذ المدخل التناظرية
15	عدد منافذ PWM

54	منافذ الدخول/ الخرج الرقمية
لا يوجد	منافذ المخرج التناظرية
16 MHZ	سرعة المعالج
8 Kbits	سعة ذاكرة SRAM
4 Kbits	سعة ذاكرة EEPROM
256 Kbits	ذاكرة الفلاش
40 mA	قيمة التيار للمنفذ مدخل /مخرج
عن طريق USB أو مبرمجة خارجية ICSP	طرق البرمجة
UART: 4 SPI: 1 I2C: 1 USB Host: 1	بروتوكولات الاتصال التسلسلية
المنفذ 13	الثنائي الضوئي L
10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
53.3 mm	العرض
101.52 mm	الطول
36 g	الوزن

## 10.5.II لوحة أردوينو ليلي باد Arduino Lilypad

هي أداة إلكترونية فعالة عند ربطها بالحساسات والمشغلات الميكانيكية مثل المحركات، لكونها تعمل على جهود منخفضة نسبياً. أيضاً تتمكن من التفاعل مع التفاصيل بشكل أكبر لكون هذه النسخة تستخدم مع التكنولوجيا ذات القابلية للارتداء، ويمكن تثبيتها بشكل سهل على الأقمشة والمنسوجات [60].



الشكل (23.ii) : Arduino LilyPad

### 1.10.5.ii خصائص لوحات LilyPad

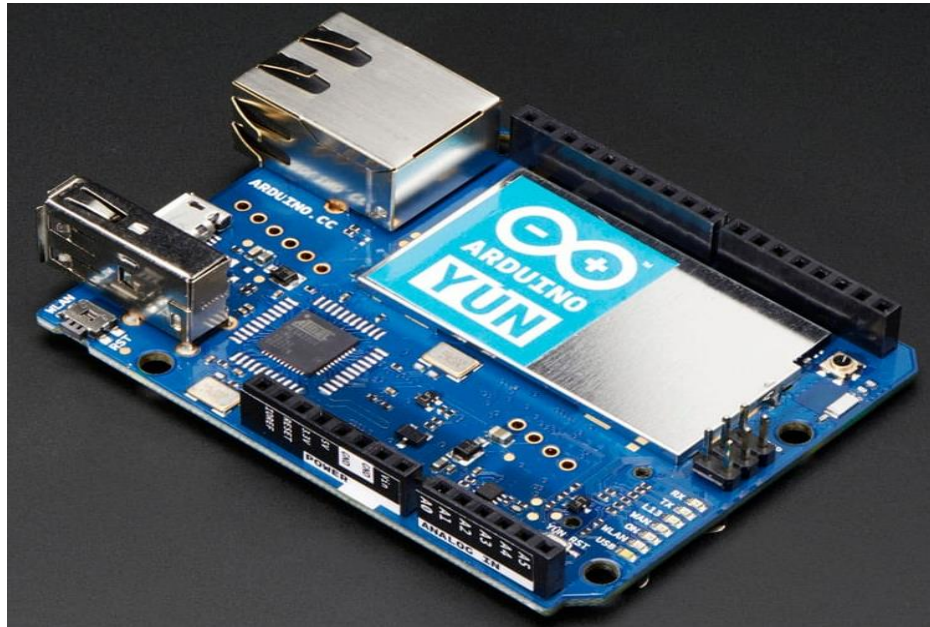
الجدول (11.ii): مقارنة بين مختلف لوحات LilyPad.

LilyPad simple	LilyPad USB	LilyPad main	
Atmega328	Atmega 32u4	أوAtmega168 Atmega328	المتحكم
32 KB	32 KB	16 KB	سعة الذاكرة
2 KB	2.5 KB	1 KB	سعة SRAM
1 KB	1 KB	512 KB	سعة EEPROM
8 MHZ	8 MHZ	8 MHZ	سرعة المعالج
2.7-5.5 V	3.3 V	2.7-5.5 V	جهد التشغيل
9	9	14	عدد منافذ المدخل أو المخرج الرقمية
20 mA	20 mA	20 mA	التيار الأعظمي للمنفذ الرقمي

5	4	6	عدد منافذ PWM
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	منافذ المخرج التناظري
4	4	6	منافذ المدخل التناظرية
10 bit	10 bit	10 bit	دقة تمييز المبدل ADC
منفذ USB أو مبرمجة	منفذ USB أو مبرمجة	منفذ USB أو مبرمجة	طرق البرمجة
خارجية ICSP	خارجية ICSP	خارجية ICSP	
50 mm	50 mm	50 mm	القطر

## 11.5.II أردوينو يون Arduino YUN

عبارة عن وحدة تحكم دقيقة تعتمد على المتحكم Atmega32u4 و Atheros AR9331. يدعم معالج Atheros توزيع Linux. اللوحة مدعومة Wifi و Ethernet و مدج و 20 منفذ رقمي. من مميزات قدرتها على التواصل مع توزيع Linux الموجودة على اللوحة، أيضا القدرة على كتابة نصوص Python و Shell. أردوينو يون مشابه للأردوينو ليوناردو باستثناء انه يحتوي على Linux (يتكون من معالج USB مدج، مما يلغي الحاجة الى معالج ثانوي) [61].



الشكل (24.II): لوحة Arduino YUN.

## 1.11.5.II خصائص Arduino YUN

الجدول (12.II): مواصفات Arduino YUN.

Atmega32u4	المتحكم
5V	جهد التشغيل
5V	جهد المدخل (موصى به)
7	عدد منافذ PWM
12	منافذ المدخل / المخرج التناظرية
32 KB	ذاكرة الفلاش
2.5 KB	سعة SRAM
1 KB	سعة EEPROM
16 MHZ	سرعة المعالج
40 mA	التيار المستمر للمنفذ مدخل / مخرج

## 6.II استعمالات الأردوينو

مجالات استخدام الأردوينو تختلف على حسب طريقة البرمجة الخاصة بها، حيث تتكون هذه اللوحة الإلكترونية في الأساس من بعض الدوائر المفتوحة التي يجب التحكم فيها بشكل دقيق.

- مشاريع الروبوتات.
- تعتبر فئة ممتازة لقدرته على إعطاء الأوامر الأساسية لجعل الروبوتات في وضعية مهيئة، مع الحفاظ على قيمة المعلومة المعطاة.
- يستعمل في تصميم مقياس الحرارة والرطوبة وغيرها وكذلك في صنع الأجهزة الطبية كجهاز تخطيط الدماغ ومقياس منسوب التنفس.
- يقوم الأردوينو بترجمة المعلومات الواردة إليه إلى أفعال على حسب التصميم مثل برمجة الطابعات ثلاثية الأبعاد.
- القمر الصناعي أردوسات arduusat الذي يعتمد بشكل كبير على ألواح تحكم الأردوينو.

➤ من ميزات الأردوينو انه يدعم الوايرلس والبلوتوث وعدة وحدات تحكم مما سهل في صنع طائرات الدرون بشتى تصاميمها.

## 7. II برجة الأردوينو

هو برنامج يوفر Arduino IDE (بيئة تطوير متكاملة). يتيح الأردوينو لبرجة وتحميل التعليمات البرمجية الى لوحة للمستخدمين باستخدام لغة C/C++، ويتم تحويل هذه التعليمات الى لغة آلة يمكن لوحدة المعالجة المركزية فهمها. يطلق على البرنامج المكتوب باستخدام Arduino IDE اسم "sketch"، وهو يتضمن وحدات البرجة الأساسية loop و setup. ويمكن أيضا استخدام python ولكن باستخدام بيئة تطوير متكاملة مختلفة [62].

### 1.7. II خطوات تحميل Arduino IDE

من خلال المراحل التالية [62].

- ❖ قم بزيارة موقع arduino.cc لتحميل أحدث إصدار من Arduino IDE المتوافق مع نظام التشغيل الذي تستخدمه على جهاز الكمبيوتر.
- ❖ انقر على خيار المثبت.
- ❖ قم بحفظ ملف exe على محرك الأقراص الخالص بك.
- ❖ قم بفتح هذا الملف وأنقر على الزر الموافق لقبول اتفاقية الترخيص.
- ❖ حدد المكونات التي تريد تثبيتها وأنقر على التالي.
- ❖ حدد المجلد الذي ترغب في تثبيت البرنامج فيه ثم انقر على تثبيت.
- ❖ انتظر حتى يكتمل تثبيت البرنامج، ثم انقر على إغلاق.
- ❖ الآن يمكنك كتابة ونقل التعليمات البرمجية الى لوحة الأردوينو الخاصة.

### 2.7. II مكونات Arduino IDE

من الأجزاء التالية

❖ شريط أدوات القوائم.

❖ محرر النص.

❖ شريط أدوات الوظائف العامة.

❖ منطقة الرسالة.

❖ لوحة مراقبة النص.



الشكل (25.II): Arduino IDE

## 1.2.7.II شريط أدوات القوائم

تتكون من 5 عناصر نذكر منها: File-Edit-Sketch-Tools-Help بحيث كل واحدة منهما تحتوي على وظائف

معينة.

## 1.1.2.7.II القائمة File

تتكون من [63].

New: إنشاء نموذج جديد.

Open : فتح ملف.

Open Recent : قائمة الملفات البرمجية.

Sketch : فتح الملفات البرمجية.

Example : تقديم أمثلة.

Close: اغلاق الصفحة.

Save : حفظ الملف بنفس الاسم.

Save as : حفظ الملف باسم آخر.

Page setup : إعداد الصفحة للطباعة.

Print : طباعة الملف.

Preferences : ضبط إعدادات لغة الواجهة.

Quit: إغلاق جميع النوافذ لبيئة التطوير.

File	Edit	Sketch	Tools	Help
New			Ctrl+N	
Open...			Ctrl+O	
Open Recent				>
Sketchbook				>
Examples				>
Close			Ctrl+W	
Save			Ctrl+S	
Save As...			Ctrl+Shift+S	
Page Setup			Ctrl+Shift+P	
Print			Ctrl+P	
Preferences			Ctrl+Comma	
Quit			Ctrl+Q	

الشكل (II.26): القائمة File.

## II.2.1.2.7. Edit القائمة

تتضمن الوظائف الخاصة بالنسخ والقص، اللصق، البحث، التراجع [63].

## II.3.1.2.7. Sketch القائمة

تتكون من [63].

**Verify/Compile** : يتم فحص النص البرمجي لاكتشاف الأخطاء، مع توفير معلومات حول استهلاك ذاكرة البرنامج و ذاكرة RAM.

**Upload** : يتم تحويل الملف البرمجي الى ترميز آلة، ثم يتم تحميل الملف لثنائي الى اللوحة عبر منفذ الذي تم تكوينه بشكل صحيح من COM قبل التحميل، يتم اختيار اللوحة والمنفذ من القائمة Tools.

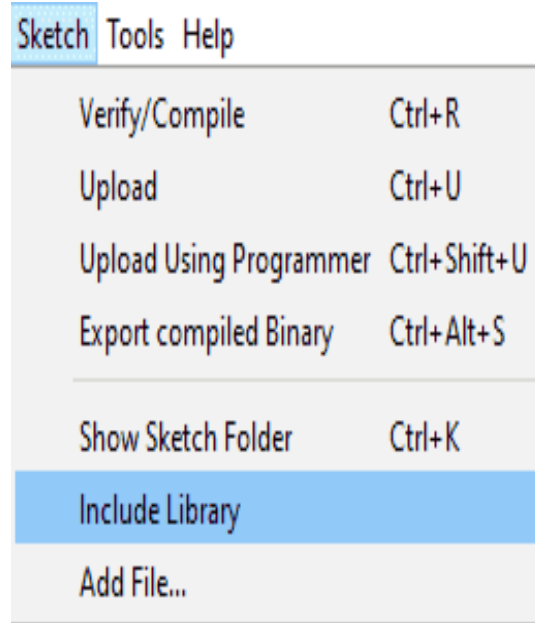
**Upload Using Programmer** : يستخدم هذا الأمر لنقل الملف البرمجي الى اللوحة باستخدام مبرمجة خارجية، حيث يتم كتابة حمل الإقلاع باستخدام كامل bootloader من خلال سعة ذاكرة البرنامج.

**Export Compiled Binary**: يتم تخزين ملف hex (ملف ترميز لغة الآلة مكتوب بصيغة hexadecimal لاستخدامه في برنامج محاكاة، أو تحميله للوحة عن طريق أدوات أخرى).

**Show Sketch Folder** : يتم فتح مجلد الشيفرة البرمجية الحالي.

**Include Library** : يتم اضافة مكتبات الى شيفرة البرمجية في بداية الشيفرة الحالية باستخدام التعبير #include.

**Add file** : يتم اضافة ملف برمجي ونسخه الى مكان الشيفرة البرمجية الحالية.



الشكل (II.27): القائمة Sketch.

## II.4.1.2.7 Tools القائمة

تتكون من [63].

**Auto Format**: يجعل الشيفرة البرمجية تظهر بشكل أنيق.

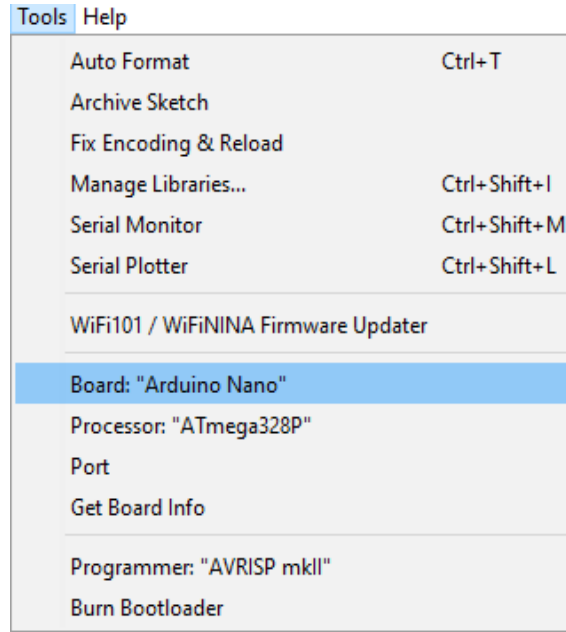
**Archive Sketch**: فتح نافذة المراقبة التسلسلية.

**Board**: تحديد اللوحة التي يتم العمل بها.

**Port**: تحتوي هذه القائمة على كل المنافذ التسلسلية المعروفة على الحاسب. من خلالها يتم اختيار المنفذ الذي يتصل مع الأردوينو.

**Programmer**: تسمح لاختيار المبرجة عندما يتم برجة اللوحة من دون استخدام الوصلة USB-serial، إلا في حالة تحميل محمل الإقلاع الى الميكروكوتترولر bootloader.

**Burn Bootloader**: نقل محمل الإقلاع الى الميكروكوتترولر.



الشكل (II.28): القائمة Tools.

## II.7.2.7.1.5 أدوات شريط الوظائف الشائعة

**Verify** : فحص النص البرمجي من الأخطاء.

**Upload** : يتم تحويل الملف البرمجي الى ترميز الآلة، ثم يتم تحويل الملف الثنائي الى اللوحة عبر المنفذ الذي تم تكوينه.

**New** : إنشاء نموذج جديد من المحرر.

**Open** : فتح ملف محفوظ.


**Save** : حفظ الملف البرمجي.

**Serial Monitor** : فتح نافذة المراقبة التسلسلية.



### 3.2.7.II منطقة الرسالة message area

يمكن دورها في الحفظ. عرض الأخطاء كما هو موضح في الشكل أدناه [63].



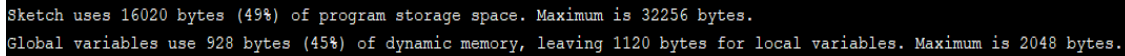
Done Saving.

الشكل (31.II): منطقة الرسالة.

### 4.2.7.II لوحة مراقبة النص text console

تقدم معلومات شاملة حول نتائج الشيفرة البرمجية، بما في ذلك نسبة استخدام الذاكرة، أماكن التخزين، جميع رسائل

الأخطاء [63].



Sketch uses 16020 bytes (49%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 928 bytes (45%) of dynamic memory, leaving 1120 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

الشكل (32.II): لوحة مراقبة النص.

توفر الزاوية اليمنى السفلية من واجهة اللوحة معلومات حول اللوحة والمنفذ التسلسلي اللذين تم إعدادهما، كما في

الصورة [63].



Arduino/Genuino Uno on COM3

الشكل (33.II): إظهار اسم اللوحة والمنفذ التسلسلي.

### 3.7.II طرق برمجة الأردوينو

تعرف البرمجة على أنها كتابة سلسلة من الأوامر لينفذها الكمبيوتر. توجد عدة لغات للبرمجة من بينها Python، Java،

Objective-c، HTML [64].

لبدء برمجة وتشغيل الأردوينو يجب أولاً تثبيت بيئة IDE وتوصيل اللوحة بالحاسب عبر كابل البرمجة، ثم إتباع

الخطوات التالية:

**اختيار اللوحة:** اذهب الى شريط القوائم واختر Tools، ثم اللوحة Board حيث تظهر قائمة تحتوي على جميع اللوحات.

**اختيار المنفذ التسلسلي:** من Tools، اختر المنفذ التسلسلي لتحديد المنفذ الذي تم وصل اللوحة إليه.

**البرمجة:** استخدم لغة برمجة الأردوينو البسيطة، حيث تنقسم الأكواد الى مجموعتين. تحديد مهامها بين قوسين تسبقها سلسلة من

الأوامر لتعريف المكتبات والأقطاب المستعملة.

**المجموعة الأولى:** تقوم بإعداد لوحة الأردوينو للعمل، تعرف نوع الأقطاب المستخدمة وتحدد معدل النقل التسلسلي، مثلاً:

```
void setup ( )
{
pinMode (pin-number, OUTPUT);
// set the 'pin-number' as
output
pinMode (pin-number, INPUT); //
set the 'pin-number' as output
}
```

الشكل (34.II): قائمة المجموعة الأولى.

**المجموعة الثانية:** تتولى قراءة حالة أقطاب الإدخال وتصدر أوامر لأقطاب الإخراج بناء على تعليمات البرمجة والحلقات

الدرجة فيها.

```
Void loop ( )
{
digitalWrite (pin-number, HIGH);
// turns ON the component
connected to 'pin-number'
delay (1000); // wait for 1 sec
digitalWrite (pin-number, LOW);
// turns OFF the component
connected to 'pin-number'
delay (1000); //wait for 1sec
}
```

الشكل (35.II): قائمة المجموعة الثانية.

**التحميل:** بعد إنشاء البرنامج وتعيين نوع اللوحة والمنفذ التسلسلي في Arduino IDE يجب التأكد من خلو البرنامج من أي أخطاء برمجية عبر الضغط على زر التحقق المتاح في أسفل شريط القوائم. حيث يظهر علامة تشير الى سلامة البرنامج. عند إكمال التحقق، يمكن الانتقال الى المرحلة التالية بالضغط على زر الرفع الذي بجوار زر التحقق، ثنائى مصابيح RX و TX على اللوحة مما يدل على نجاح العملية [64].

## 8.II اختاتمة

تطرقنا في هذا الفصل الى عنصر مهم انطلاقا من تعريف الأردوينو الى غاية كيفية برمجته. وهذا بهدف مساعدتنا في الفصل القادم للعمل التطبيقي للمشروع بواسطته.

# الفصل الثالث: العمل التطبيقي للمشروع

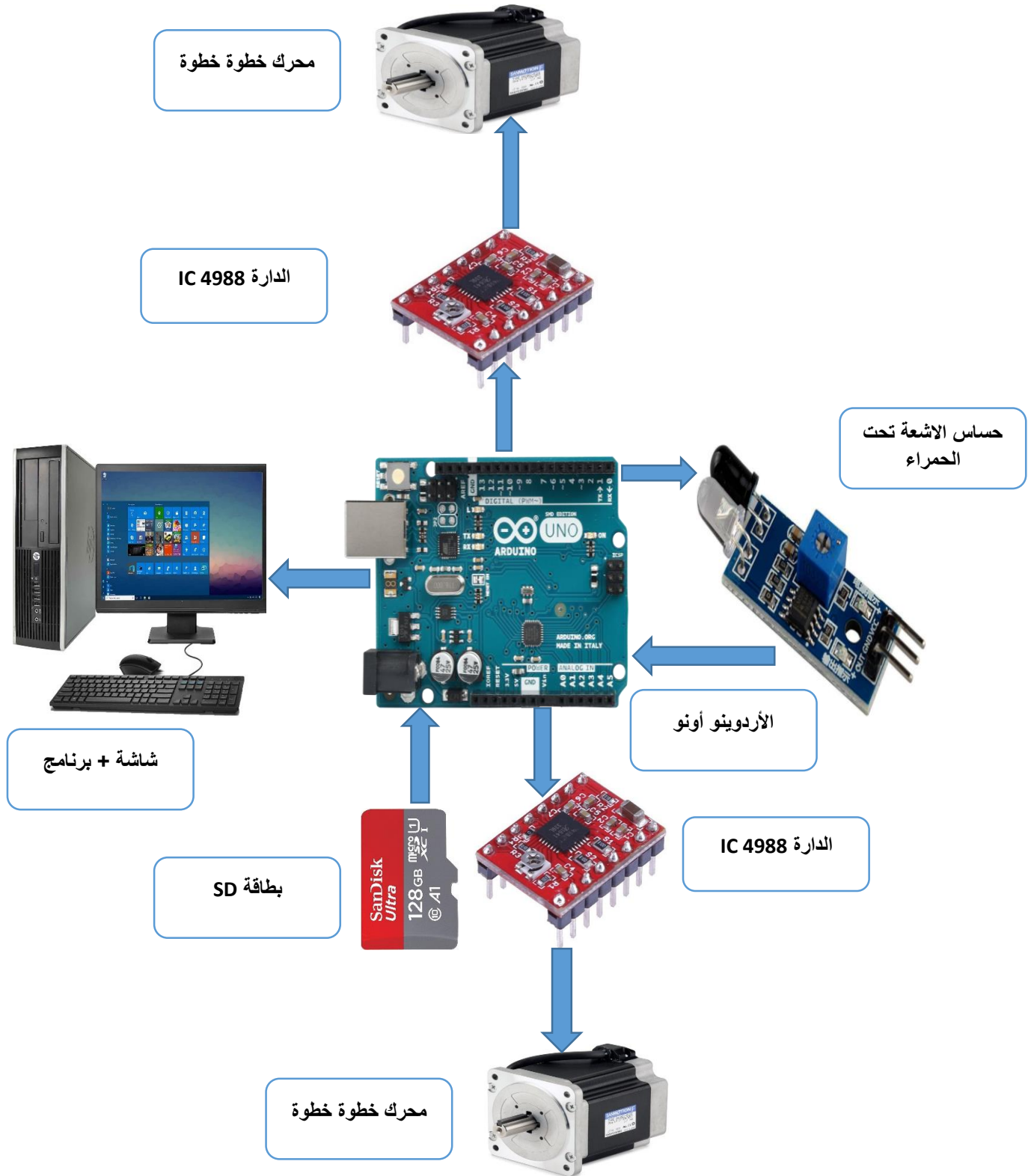


**1.III مقدمة**

بعد دراسة الفصول النظرية المشار إليها في الفصول السابقة خاصة الأردوينو وطرق برمجته، لتتمكن من الفهم الدقيق لتسهيل المشروع. في هذا الفصل سوف ندرس العناصر الالكترونية وكيفية ربطها والاستعمال الصحيح لها، وذلك انطلاقاً من البرمجة ثم المحاكاة ثم انجاز العمل التطبيقي للمشروع.

**2.III المخطط الصندوقي**

هو طريقة لإبراز العلاقة بين المداخل والمخارج على شكل طوابق. يمثل كل عنصر منها طابق معين. يتم تجسيدها بهذا الشكل بهدف إدراك العناصر اللازمة لتجسيد المشروع عملياً. فتم تجسيده بالشكل التالي:



الشكل (1.III): المخطط الصندوقي للمشروع.

### 3.III العناصر الالكترونية المستعملة

#### 1.3.III التغذية

تتراوح ما بين 7 فولت الى 12 فولت.

#### 2.3.III الأردوينو أونو

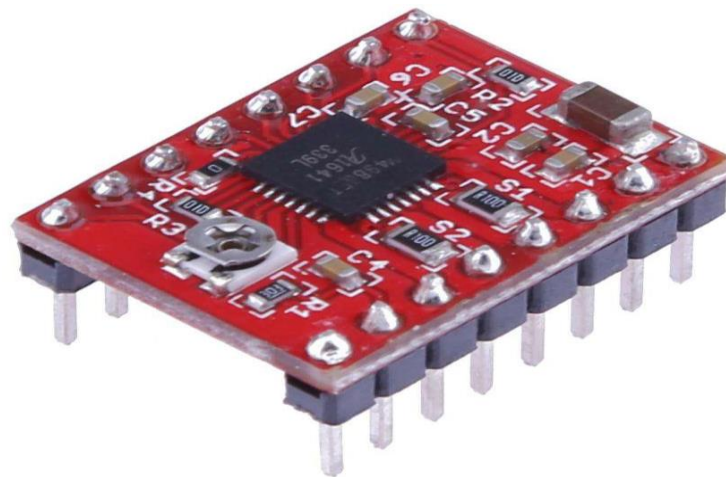
تم استخدام هذه البطاقة في المشروع لعدة أسباب من بينها:

- عدد المداخل والمخارج.
- سرعة التنفيذ.
- سعة البرنامج.
- قليل التكلفة.
- توفر ملحقاته.
- سهل التعامل والبرمجة.

#### 3.3.III الدارة المندجة IC 4988

يعد بمثابة برنامج تشغيل متدرج متعدد الاستخدامات للتحكم في محرك خطوة خطوة بطريقة دقيقة وفعالة للغاية بجهد

خرج تصل الى 35 فولت و2 امبير. هذه الدارة لها 16 منفذ يتصل بالمحرك خطوة خطوة والأردوينو[65].



الشكل (2.III): مختلف منافذ الدارة المندجة IC 4988 .

### III.3.3.1 مكوناتها

تحتوي على عدة منافذ [65].

**VDD**: منفذ الطاقة الخاص بالدارة، يقوم هذا الأخير بتشغيل الدارة المنطقية الداخلية من 3.3 فولت الى 5 فولت، ممثل بالمنفذ 10.

**GND**: ممثل بالمنافذ (9,15)، يمكننا من ربط المنفذ الأرضي للدارة بالمنفذ الأرضي للأردوينو.

**VMOT**: منفذ امداد الطاقة للمحرك، يمكن ان تتراوح ما بين 8 فولت الى 35 فولت. ممثل بالمنفذ 16.

**MS1, MS2, MS3**: تمثل مداخل محدد دقة ثلاثة خطوات. بتحديد المستويات المنطقية المناسبة لهذه الأطراف يمكننا ضبط المحرك على دقة واحدة من 5 خطوات.

الجدول (1.III): مختلف المستويات المنطقية.

MS1	MS2	MS3	عدد الخطوات
0	0	0	خطوة كاملة
1	0	0	خطوة 1/2
0	1	0	خطوة 1/4
1	1	0	خطوة 1/8
1	1	1	خطوة 1/16

**ملاحظة:**

يتم سحب مداخل التحديد الثلاثة ذات الخطوات الدقيقة الى مستوى منخفض بواسطة مقاومات داخلية قابلة

للسحب. في حالة تركها غير متصلة، فسيعمل المحرك في وضع الخطوة الكاملة.

**STEP**: يتحكم في الخطوات الدقيقة للمحرك. كل نبضة عالية تعمل على تشغيل المحرك وفق لعدد الخطوات الدقيقة التي تحددها

منافذ تحديد الخطوات الدقيقة. حيث كلما زاد تردد النبض زاد سرعة دوران المحرك.

**DIR**: يتحكم في اتجاه دوران المحرك. حيث يؤدي سحبه الى الأعلى الى تحويل المحرك في اتجاه عقارب الساعة، في حين سحبه

الى الأسفل الى عكس اتجاه عقارب الساعة.

**EN**: يتم تمكين برنامج التشغيل IC 4988 بشكل اقتراضي في حالة سحب المنفذ الى مستوى منخفض. يكمن دوره في تنفيذ نظام التوقف او إيقاف التشغيل في حالات الطوارئ.

**SLP**: منفذ ادخال منخفض نشط، في حالة وضعه في المستوى المنطقي 0 يؤدي الى التقليل من استهلاك الطاقة الى الحد الأدنى. يمكن استخدامه لتوفير الطاقة خاصة عندما لا يكون المحرك قيد الاستخدام.

**RST**: مداخل منخفضة نشطة. في حالة سحبه الى المستوى المنطقي المنخفض يتم تجاهل جميع مداخل STEP، يقوم أيضا بإعادة ضبط برنامج التشغيل عن طريق ضبط المترجم الداخلي.

**1B, 1A, 2A, 2B**: تقسيم قنوات الإخراج الخاصة بالمحرك الى جانب الدارة IC 4988. كل منفذ يقوم بتوفير ما يصل الى 2 امبير للمحرك.

### III.4.3 المحرك خطوة خطوة

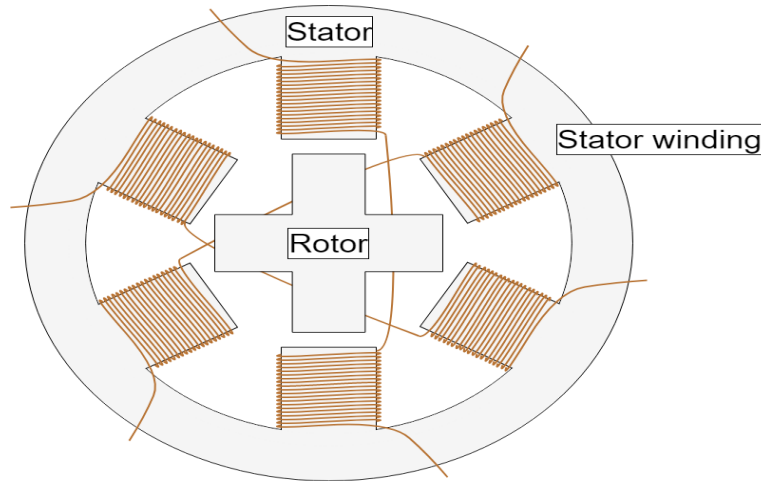
هو محرك كهربائي ميزته الأساسية ان ساقه تدور عن طريق أداء خطوات، أي عن طريق التحكم بمقدار معين وثابت من الدرجات. يتم الحصول على هذه الميزة عن طريق الهيكل الداخلي للمحرك، كما تسمح بمعرفة الموضع الزاوي الدقيق للساق ببساطة عن طريق حساب الخطوات التي تم تنفيذها دون الحاجة الى جهاز استشعار [66].



الشكل (III.3): بعض أنواع المحركات خطوة خطوة.

### III.1.4.3 مبدأ عمل المحرك خطوة خطوة

يحتوي على جزء ثابت وجزء متحرك كما الحال مع باقي المحركات الأخرى. حيث يوجد في الجزء الثابت اسنان بحيث يتم توصيل الاسنان عليها. بينما يكون الجزء الدوار اما مغناطيسي دائماً او قلب حديدي متغير الممانعة. فمن خلال تنشيط واحد أو أكثر من اطوار الجزء الثابت، يتم انشاء مجال مغناطيسي بواسطة التيار المتدفق من الملف ويتوافق الجزء الدوار مع هذا المجال. فمن خلال توفير مراحل مختلفة بالتسلسل يمكن تدوير الدوار بمقدار محدد للوصول الى الوضع المطلوب [66].



الشكل (III.4): مقطع عرضي للمحرك خطوة خطوة.

### III.2.4.3 مكونات المحرك خطوة خطوة

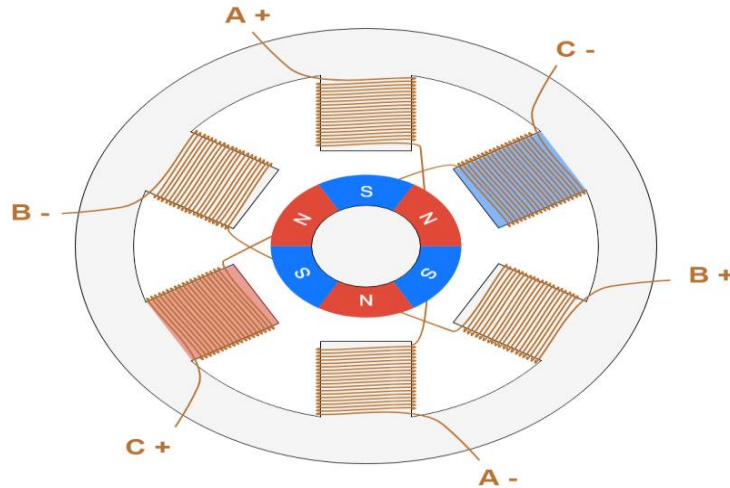
ليست كل المحركات خطوة خطوة لها نفس البنية الخارجية. حيث يؤثر هذا الأخير على أداء المحرك من حيث الدقة، عزم الدوران، السرعة وكل هذا راجع الى تفاصيل الصغيرة في التركيب. ويكون هذا الاختلاف موجود أيضاً في تركيب العضو الدوار والعضو الثابت [66].

#### 1. الدوار

هناك ثلاثة أنواع أساسية من الدورات من بينها:

### 1.1 الجزء الدوار ذو المغناطيس الدائم

الجزء الدوار عبارة عن مغناطيس دائم يتماشى مع المغناطيس الناتج عن دائرة الجزء الثابت. ومن مميزات له عزم دوران ثابت وجيد وهذا ما يدل على ان المحرك سيقاوم حتى ولو لم يكن بقوة كبيرة. ومن بين عيوبه كونه يتمتع بسرعة أقل ودقة أقل مقارنة بالأنواع الأخرى.



الشكل (5.III): المحرك خطوة خطوة ذو المغناطيس الدائم.

### 2.1 الدوار ذو الممانعة المتغيرة

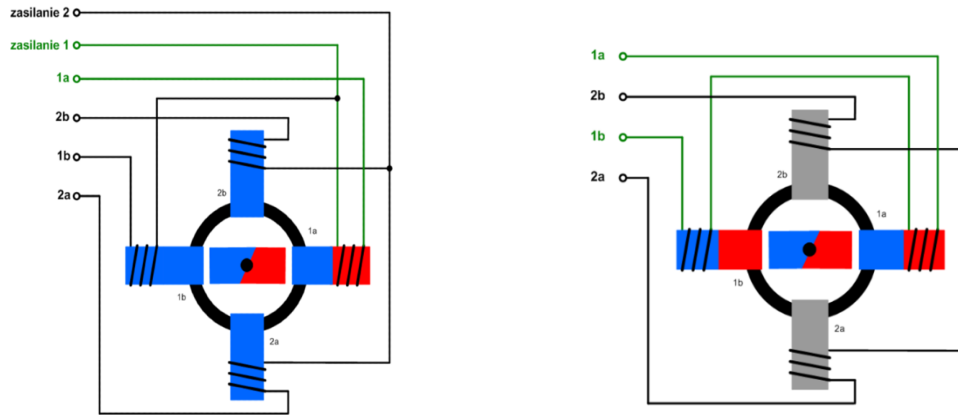
يتكون الدوار من قلب حديدي، وله شكل محدد يسمح له بالمحاذاة مع المجال المغناطيسي. مما يسمح بدوران الجزء المتحرك بحرية لعدم وجود عزم دوران اخر. تقع زاوية خطوة المحرك بشكل متوسط وبشكل عام من 5 الى 15 درجة. يستخدم هذا النوع في التطبيقات الغير صناعية التي لا تتطلب عزم دوران عالي [67].

### 3.1 المحرك خطوة خطوة المهجين

يعد من أكثر المحركات المستخدمة في الصناعة لكونه يتميز بدقة عالية من حيث عزم الدوران، والسرعة المطلوبة. يتكون الجزء الدوار من مغناطيس دائم لكن ليس مثبت بشكل قطري ولكنها ممغنطة محوريا. في غالب الأحيان يتكون الدوار من حلقتين ممغنطتين مختلفتين مثبتتين على عمود المحرك [68].

### 4.1 المحركات أحادية القطب وثنائية القطب

يمكن الفرق الأساسي في كون المحرك احادي القطب يعمل بقطبية تيار (جهد) واحدة، بينما المحرك ثنائي القطب يعمل بقطبيتين مما يعني ان اتجاه تدفق التيار في الملف يتغير. الفرق الاخر هو ان ملفات المحرك يجب ان تكون متصلة بطريقة تجعل من الممكن نقل الطاقة من نهاية ملف واحد الى بداية الملف الاخر. تسمح هذه الطريقة باستخدام تيار(جهد) ذو قطبية واحدة فقط. يمكن الاختلاف في بناء نوعي المحركات بطريقة مبسطة من خلال الشكلين التاليين [68].

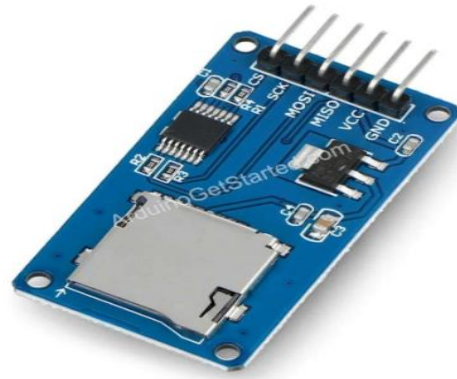


الشكل (6.III) : محرك ثنائي واحادي القطب وطريقة توصيل ملفاته.

### 5.3.III وحدة بطاقة SD

تعد هذه البطاقة مفيدة بشكل خاص للمشاريع التي تتطلب تسجيل البيانات. كما ان هناك العديد من النماذج المختلفة

ولكنها جميعا تعمل بنفس الطريقة وذلك باستخدام بروتوكول SPI [69].



الشكل (7.III) : وحدة بطاقة SD.

### III.3.1.5 منافذ البطاقة

يوضح الجدول التالي كيفية توصيل وحدة بطاقة SD بجهاز Arduino .

الجدول (2.III) : ربط منافذ بطاقة SD بجهاز Arduino [69].

الربط مع بطاقة أردوينو أونو	وحدة بطاقة SD
3.3V او 5V (حسب بطاقة الصانع)	VCC
4	CS
11	MOSI
13	CLK
12	MISO
GND	GND

1- MOSI : مخرج من وحدة بطاقة SD.

2- MISO : مدخل من وحدة بطاقة SD.

3- CLK : منفذ لقبول بيانات الساعة من الأردوينو لمزامنة نقل البيانات.

4- CS : منفذ تحكم يستخدم لتحديد واحد او مجموعة من الأجهزة التابعة على ناقل SPI.

GND-5 : المنفذ الأرضي.

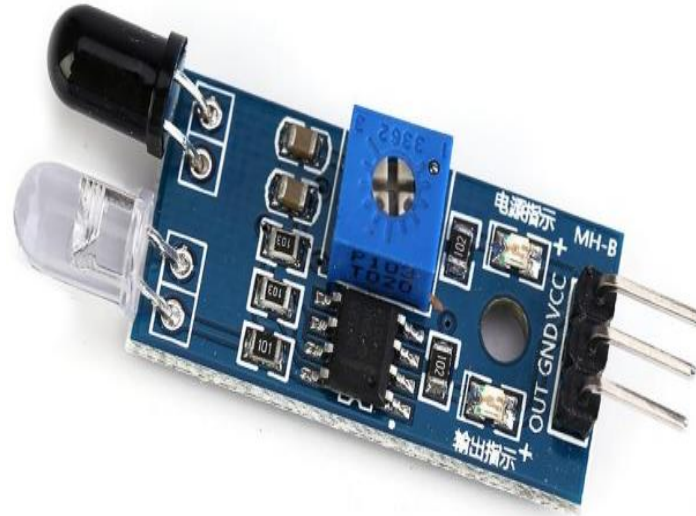
### III.6.3 حساس الأشعة تحت الحمراء IR

يستخدم هذا الحساس لاستشعار الأجسام القريبة باستشعار انعكاس الشعاع. حيث أنه يحتوي على مرسل ومستقبل للأشعة تحت الحمراء يستكشف اللون الفتح بدرجة أكبر من الأجسام الغامقة التي لا تعكس الضوء عادة. ويمكن استخدامه للفرقة بين اللون الأبيض والأسود. او اكتشاف جسم قريب إذا كان فاتح اللون [70].

- مسافة القياس: 2-30 مم.
- زاوية الكشف: قابلة للتغيير.
- جهد التشغيل: 3 الى 5 فولت.

### III.6.3.1 مبدأ العمل

هناك نوعان من أجهزة استشعار الأشعة تحت الحمراء، النشطة والسلبية. تنبعث أجهزة استشعار الأشعة تحت الحمراء النشطة من الأشعة تحت الحمراء وتكتشفها، تتكون مستشعرات الأشعة تحت الحمراء النشطة من جزأين، الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) وجهاز الاستقبال، عندما يقترب جسم ما من المستشعر، ينعكس ضوء الأشعة تحت الحمراء من (LED) عن الكائن ويكتشفه جهاز الاستقبال. تعمل مستشعرات الأشعة تحت الحمراء النشطة كمستشعرات تقارب، وتستخدم بشكل شائع في أنظمة اكتشاف العوائق (مثل الروبوتات). تعمل مستشعرات الأشعة تحت الحمراء النشطة مع تقنية الرادار أو السونار المستخدم في السفن والغواصات البحرية، وتقوم كلاهما بإصدار واستقبال الأشعة تحت الحمراء، يضرب هذا الإشعاع الأشياء القريبة ويرجع إلى مستقبل الجهاز، من خلال هذه التقنية، لا يستطيع المستشعر اكتشاف الحركة في بيئة ما فحسب، بل يمكنه أيضاً اكتشاف مدى بُعد الجسم عن الجهاز، هذا مفيد بشكل خاص في الروبوتات لاكتشاف القرب، وبناء على هذه التحركات يقوم الروبوت بالاستجابة المناسبة [71].



الشكل (8.III): حساس IR.

### 4.III برنامج المحاكاة Proteus

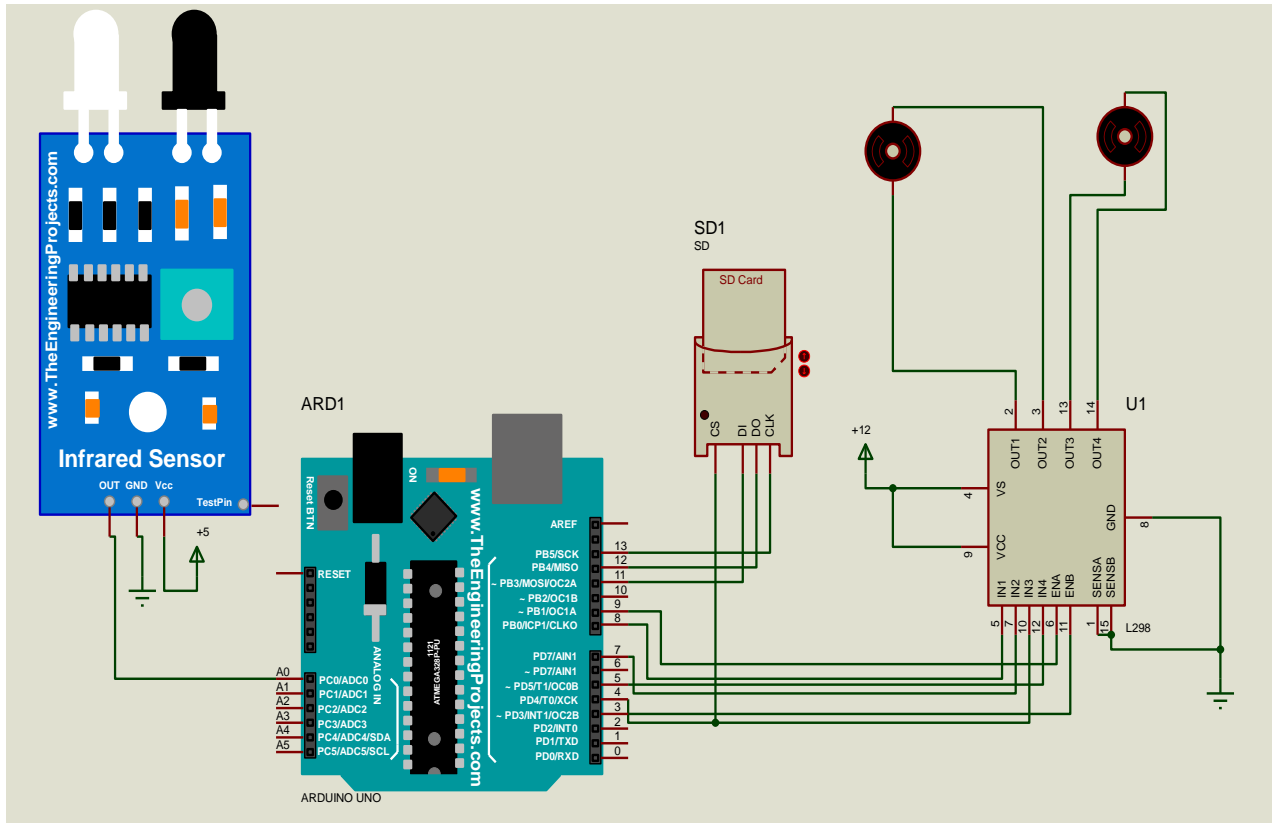
#### ❖ تعريف Proteus

هي برمجية تستخدم لتصميم ومحاكاة الدوائر الالكترونية. يتم استخدامها بشكل شائع من طرف المهندسين وذلك لاختيار تصميم الدوائر قبل تنفيذها فعليا. يتضمن وحدة التقاط تخطيطية، ووحدة محاكاة، ووحدة PCB (لوحة الدوائر المطبوعة) مما يجعلها أداة متعددة الاستخدامات للتصميم الالكتروني [72].

#### ❖ مميزات Proteus

- يتمتع بواجهة سهلة الاستخدام.
- يمنح انشاء أي دارة الكترونية مما يخفف التكلفة المادية على المشروع.
- إضافة مكتبة Arduino.
- حجم صغير وعملية تثبيته بسيطة [73].

### 1.4.III محاكاة المشروع ببرنامج Proteus



الشكل (9.III): محاكاة المشروع ببرنامج Proteus.

### 5.III برنامج Fritzing

#### ❖ تعريف

هو برنامج سهل وبسيط لمحاكاة تصميم معظم الدوائر الالكترونية بما في ذلك الأردوينو. كما يعرض القطع الالكترونية بشكل واقعي مما يجعله مثاليا للمبتدئين في مجال الالكترونيات. كما يمكن اعتباره أداة فعالة لتسهيل تطوير المشاريع والنماذج الأولية للمصممين [74].

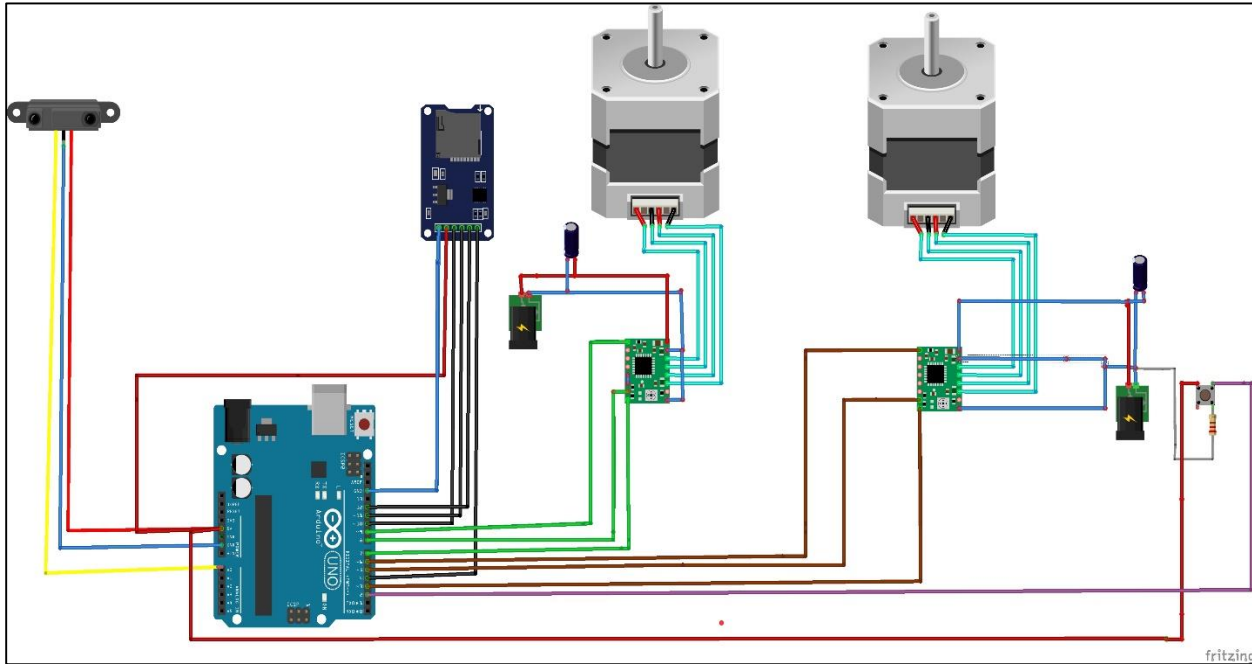
#### ❖ مميزات Fritzing

- حجم البرنامج صغير.
- إمكانية تجسيد المشروع بطريقة مطابقة للواقع.

- عرض العناصر على شكلها الواقعي.

- مدعم بمختلف اللغات.

### III.1.5 محاكاة المشروع ببرنامج Fritzing



الشكل (III.10): محاكاة المشروع ببرنامج Fritzing.

### ❖ شرح التركيب

تحتوي هذه الدارة في انجاز مشروعنا على 6 عناصر أساسية من بينها:

1. تغذية من 7 الى 12 فولط.
2. اردوينو أونو.
3. حساس الاشعة تحت الحمراء.
4. محركان خطوة خطوة.
5. دارة IC 4988 للتحكم في محرك خطوة خطوة.

6. بطاقة SD لتسجيل البيانات.

### ❖ مبدأ العمل

بعد تغذية التركيب يقوم الأردوينو بإعطاء الامر الى ملتقط الاشعة تحت الحمراء لإرسال سلسلة من الموجات، يتم التقاطها بواسطة الثنائي الضوئي لتحويلها الى بطاقة ذاكرة لتخزين المعطيات والحصول على شعاع ثنائي البعد يسمح برسم الجسم العاكس للأشعة تحت الحمراء، بعد ذلك يقوم المحرك خطوة خطوة بالدوران لتغيير موقع ملتقط الاشعة تحت الحمراء من اجل عملية المسح في جميع الاتجاهات للجسم من خلال حركة دورانية-انسحابية، وذلك من خلال تدوير الجسم باستعمال محرك خطوة خطوة اخر والذي يتم التحكم فيه بواسطة الدارة المندمجة IC 4988.

يتم استعمال بطاقة الذاكرة SD واستخراج المعطيات المسجلة فيها لاستعمالها في برنامج المحاكاة Meshlab لإعادة محاكاة ونمذجة الجسم على شكل ثلاثي الابعاد.

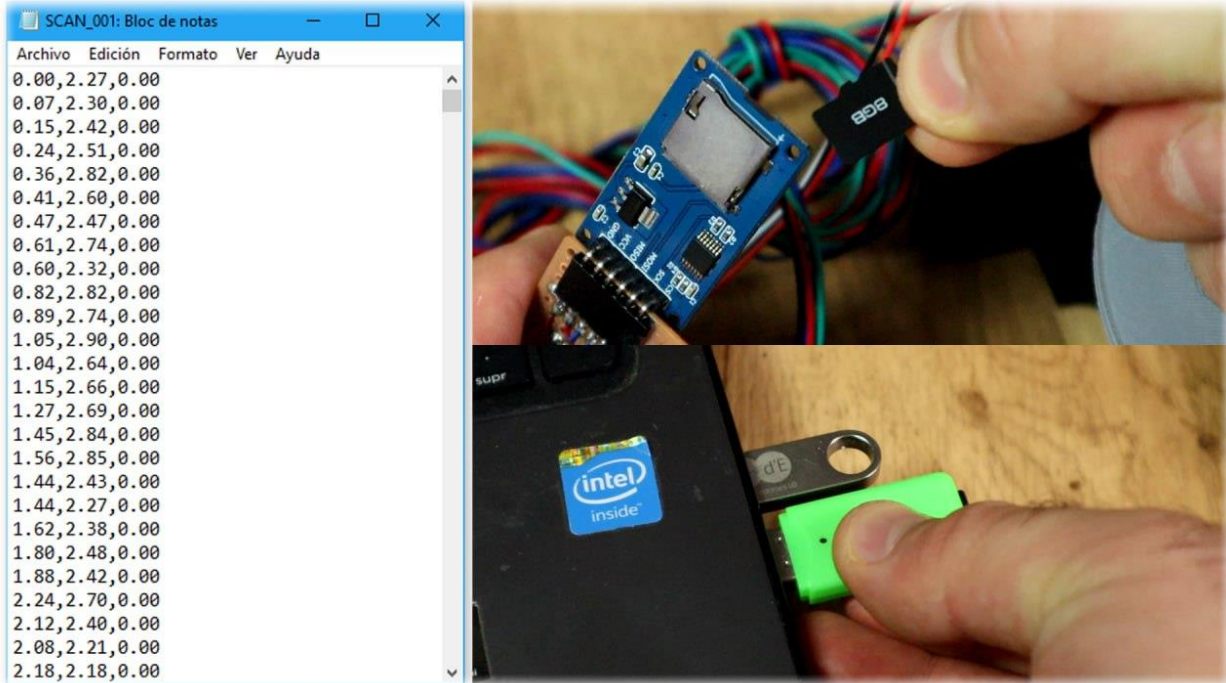
### III.6 برنامج Meshlab

#### ❖ تعريف

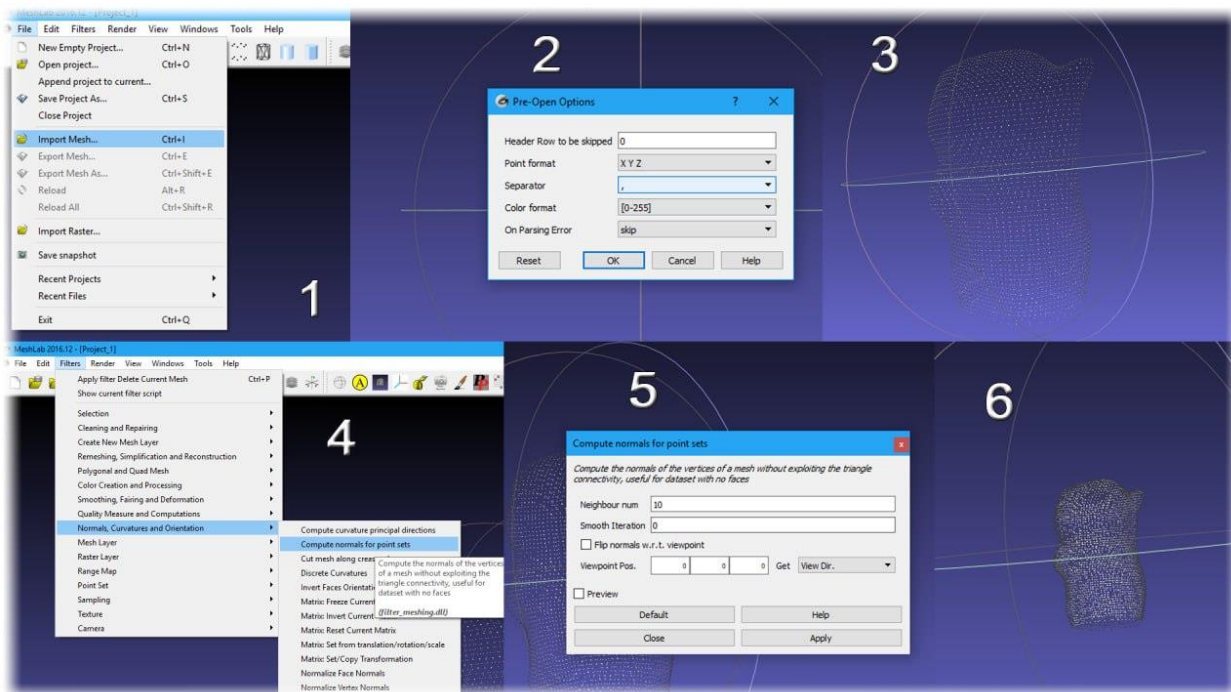
برنامج صمم لمعالجة النماذج ثلاثية الابعاد الغير منظمة التي تم الحصول عليها من الماسح ثلاثي الابعاد للحصول على دقة أكبر [75].

### III.6.1 المحاكاة ببرنامج Meshlab

بعد تسجيل البيانات على بطاقة SD تحصلنا على النتائج التالية:

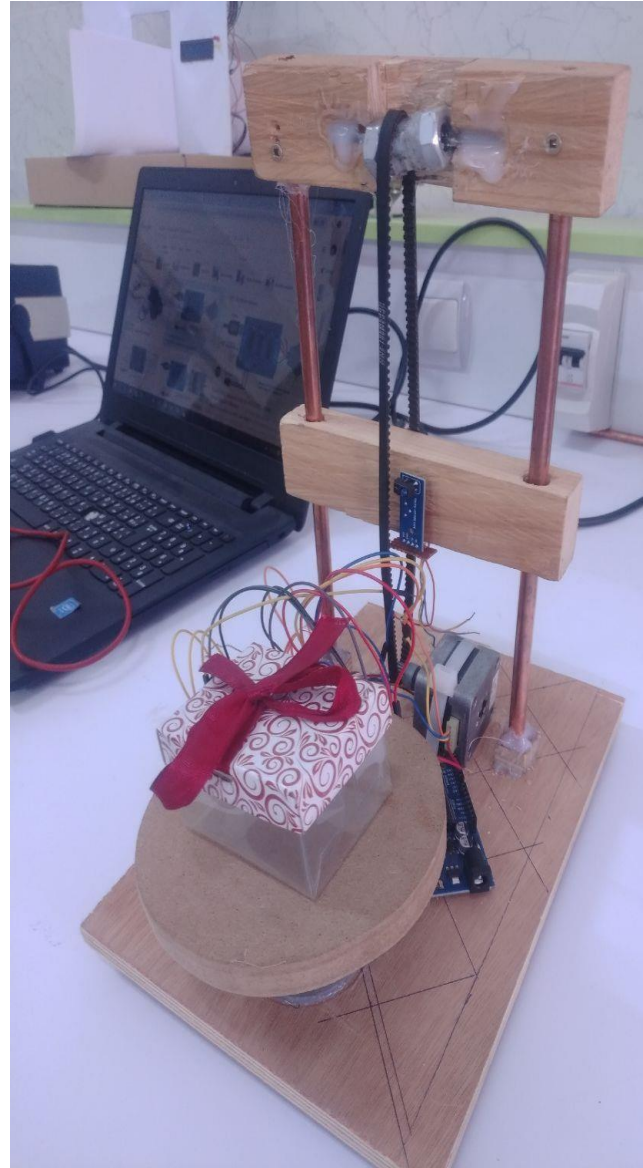
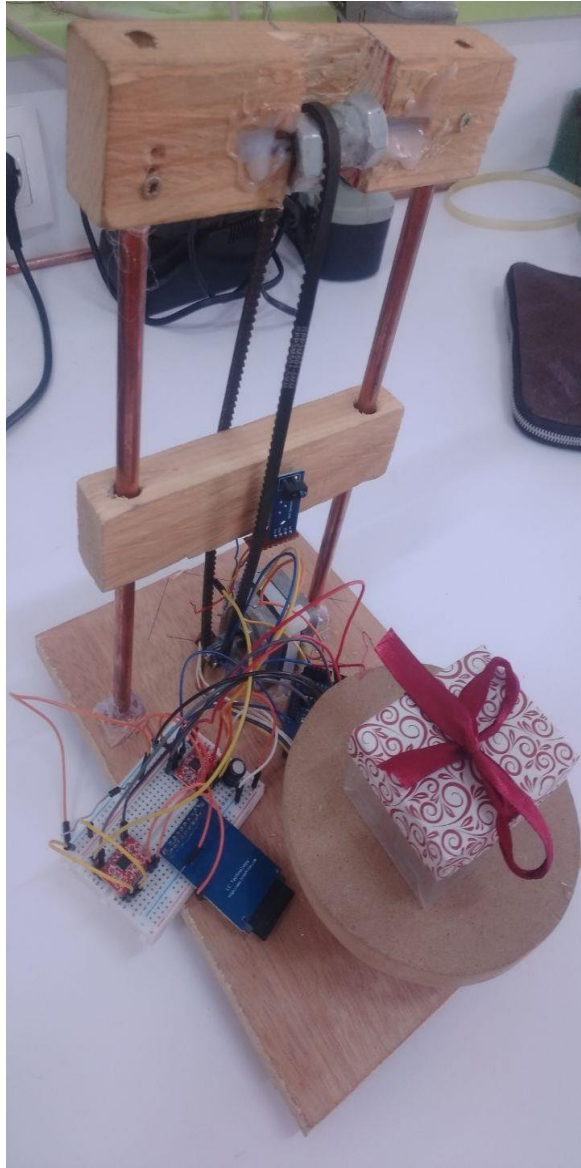


الشكل (11.III): المصفوفة المتحصل عليها أثناء عملية المسح



الشكل (12.III): خطوات رسم الجسم ثلاثي الأبعاد.

• صور حقيقية للمشروع:



الشكل (13.III): صورة أولى للمشروع ملتقطة بواسطة الهاتف      الشكل (14.III): صورة ثانية للمشروع ملتقطة بواسطة الهاتف

III.7 الخاتمة

يعتبر هذا الفصل المحطة الأخيرة لهذا المشروع، حيث قمنا بدراسة نظرية وربطها تطبيقيا. انطلاقا بالخطط الصندوقية الذي يبين الترابط بين مختلف العناصر ثم إعطاء نظرة شاملة حول هذه العناصر، وصولا الى مرحلة النمذجة والمحاكاة، وأخيرا تجسيد مشروعنا وتطبيقه على ارض الواقع.

خاتمة عامة

تلك المشاريع الصغيرة تكون بوابة لتحقيق مشاريع أكبر وذلك من خلال تطوير تلك المعارف وتطبيقها في الواقع. وعلى سبيل المثال هذا المشروع الذي أحدث ثورة بالغة الأهمية في مجال الالكترونيات. والتي ساعدت الانسان على تجسيد مختلف الاشكال ولا سيما المتضررة منها على تجسيدها واقعيا وبدقة أكبر مما يقرب الفكرة أكثر موضوع الدراسة. فكانت البداية بتقديم شامل لمختلف أجهزة المسح دراسة نظرية، مرورا بدراسة شاملة للأردوينو، وأخيرا دراسة تطبيقية للمشروع بكافة أجزائه وتطبيقه واقعيا.

والى هنا اترك هذا البحث مفتوحا لزملائنا القادمون لإكمال ما توصلنا اليه مع إعطاء معلومات ومعارف أكثر وذلك للوصول الى مشاريع مختلفة وأكثر تعقيدا.

لقد كان لنا شرف كبير ان تحصلنا على هذا المشروع وذلك لإيصال أكبر قدر من المفاهيم واعطائهم نظرة شاملة حول أجهزة المسح بصفة عامة. ونسأل الله عزوجل الذي وفقنا لإتمام هذا العمل ان ينال رضاكم وان ننتفع بما علنا ووهبنا من علم.

- [1] <https://mawdoo3.com/الماسح الضوئي/> يوم 01 نوفمبر 2023
- [2] <https://tritontre.com.au> يوم 01 نوفمبر 2023
- [3] <http://blindopedia.kenanaonline.com/posts/84233> يوم 01 نوفمبر 2023
- [4] <https://www.recordnation.com> يوم 01 نوفمبر 2023
- [5] [https://ar.canon-me-com/busines/insights/artic Les/types-of-scanner](https://ar.canon-me-com/busines/insights/artic%20Les/types-of-scanner) يوم 03 نوفمبر 2023
- [6] <https://www.makktaba.com/2010/12/Book-of-Scanners.html> يوم 03 نوفمبر 2023
- [7] [jawak.com](http://jawak.com) يوم 04 نوفمبر 2023
- [8] <https://thatgisyuy.wordpress.com/2017/10/22/laser-scanning/> يوم 04 نوفمبر 2023
- [9] Book 3d-scanning-systemes يوم 05 نوفمبر 2023
- [10] <https://www.pre-scient.com/knowledge-center/product-devlopment-by-reverse-Engineering/scanner-scanning.html> يوم 09 نوفمبر 2023
- [11] <http://ar.sdfortune.net/info/3d-scanner-62654913.html> يوم 09 نوفمبر 2023
- [12] <https://www.eanlibya.com> يوم 09 نوفمبر 2023
- [13] <https://www.shining3d.com/news/einscan-best-practices-selecting-a-scan-mode/> يوم 09 نوفمبر 2023

- [14] <https://www.gold-master.com/device-category/3d-imaging-gold-detectors/>  
يوم 09 نوفمبر 2023
- [18] <https://altibbi.com>  
يوم 11 نوفمبر 2023
- [19] الكشف الفلوري Fluoroscopy | مصادر الكيمياء (chemistrysources.com)  
يوم 11 نوفمبر 2023
- [20] <https://www.wolverson.uk.com/a-complete-guide-to-portable-medical-x-ray-machine/>  
يوم 13 نوفمبر 2023
- [21] <https://www.xraymobiledr.com/the-working-principle-of-the-portable-x-ray-machine.html>  
يوم 13 نوفمبر 2023
- [22] <https://www.wolverson.uk.com/products/phoenix-3000-ray-system-for-hand-surgery/>  
يوم 13 نوفمبر 2023
- [23] <https://kidshealth.org/en/parents/xray-hand.html>  
يوم 13 نوفمبر 2023
- [24] <http://perlove.com.cn/about/detail.asp?Id=294>  
يوم 14 نوفمبر 2023
- [25] [https://www.mavenimaging.com/blog/different-type-of-c-arm-Machine?hs\\_amp=true](https://www.mavenimaging.com/blog/different-type-of-c-arm-Machine?hs_amp=true)  
يوم 14 نوفمبر 2023
- [26] <https://e3arabi.com>  
يوم 14 نوفمبر 2023
- [27] <https://www.twi.global.com/technical-knowledge/faqs/digital-radiography>  
يوم 14 نوفمبر 2023
- [28] [https://en.m.wikipedia.org/wiki/digital\\_radiography](https://en.m.wikipedia.org/wiki/digital_radiography)  
يوم 14 نوفمبر 2023
- [29] <https://veteriankey.com/digital-radiographic-imaging>  
يوم 15 نوفمبر 2023
- [30] <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/positron-emission-tomography-pet>  
يوم 16 نوفمبر 2023

- [31] <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/10123-pet-scan>  
يوم 16 نوفمبر 2023
- [32] <https://stanfordhealthcare.org/medical-tests/c/cardiac-spect-pet.html>  
يوم 16 نوفمبر 2023
- [33] <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-cardiaques-et-vasculaires/diagnostic>  
يوم 17 نوفمبر 2023
- [35] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557653/>  
يوم 17 نوفمبر 2023
- [36] <https://www.yellowscan.com/knowledge/how-does-lider-work/>  
يوم 18 نوفمبر 2023
- [37] <https://arab-ency.com.sy/tech/details/556/2>  
يوم 20 نوفمبر 2023
- [38] <https://altibbi.com>  
يوم 10 نوفمبر 2023
- [39] <https://www.chuv.ch/fr/rad/rad-home/patients-et-familles/nos-examens/ct-scanner>  
يوم 10 نوفمبر 2023
- [40] <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/4876-magnetic-resonance-imaging-mri>  
يوم 19 نوفمبر 2023
- [41] <https://www.medscout.com/ar/treatments/cancer-care/mri-scan-magnetic-resonance-imaging>  
يوم 19 نوفمبر 2023
- [43] "The Making of Arduino " Kushner, David (2011-10-26)  
يوم 22 نوفمبر 2023
- [44] "How many Arduinos are "in the wild? "About 300,000"  
يوم 22 نوفمبر 2023
- [45] <https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/whats-arduino>

- يوم 22 نوفمبر 2023  
[46] Noor-Book.com الأردوينو من البداية حتى الاحتراف "مستوى المبتدئ" حسام الوفاي  
يوم 22 نوفمبر 2023
- [47] <https://www.hackereath.com/blog/developers/a-tour-of-the-arduino-uno-board/amp/>  
يوم 22 نوفمبر 2023
- [48] Noor-Book.com اردوينو ببساطة  
عبد الله على عبد الله "دليلك العملي لتعلم أساسيات الالكترونيات التفاعلية" يوم 22 نوفمبر 2023
- [49] <https://www.sytechtrend.online/2023/05/arduino-par>  
يوم 23 نوفمبر 2023
- [50] <https://www.instructables.com/ARDUINO-GENUINO-UNO->  
يوم 24 نوفمبر 2023
- [51] <https://store.arduino.cc/products/arduino-due>  
يوم 24 نوفمبر 2023
- [52] <https://electronics-go.com/arduino-leonardo>  
يوم 24 نوفمبر 2023
- [53] <https://geeksvally.com/product/Arduino-nano/>  
يوم 24 نوفمبر 2023
- [54] <https://electronics-go.com/arduino-micro/>  
يوم 25 نوفمبر 2023
- [55] <https://store.arduino.cc/products/arduino-micro>  
يوم 25 نوفمبر 2023
- [56] <https://electronics-go.com/arduino-mini-05/>  
يوم 25 نوفمبر 2023
- [57] <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-pro-mi>  
يوم 25 نوفمبر 2023
- [58] <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>  
يوم 25 نوفمبر 2023
- [59] <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-mega-adk-rev-3>  
يوم 26 نوفمبر 2023
- [60] <https://www.rftsite.com/2020/12/Arduino.html?m=1>

- [61] <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-mega-yun> يوم 26 نوفمبر 2023
- [62] <https://www.create-learn.us/blog/arduino-programming-for-kids/> يوم 26 نوفمبر 2023
- [63] <https://www.qariya.info/vb/showthread.php?t=246635> يوم 30 نوفمبر 2023
- [64] <https://www.arageek.com> يوم 19 جانفي 2024
- [65] Stepper Motor Control with A4988 Stepper Motor Driver and Arduino UNO (circuitdigest.com) يوم 19 جانفي 2024
- [66] Stepper Motors:Types, Uses and Working Principle | Article | MPS (monolithicpower.com) يوم 17 افريل 2024
- [67] <https://www.novantaims.com> يوم 22 افريل 2024
- [68] Moteur pas à pas – types et exemples d'applications des moteurs pas à pas | Composants électroniques. Distributeur et magasin en ligne Transfer Multisort Elektronik (tme.eu) يوم 22 افريل 2024
- [69] Guide to SD Card Module with Arduino | Random Nerd Tutorials يوم 25 افريل 2024
- [70] <https://jeem3.com/IPmKXy> يوم 28 افريل 2024
- [71] <https://e3arabi.com> يوم 30 افريل 2024
- [72] <https://www.quora.com> يوم 30 افريل 2024
- [73] Proteus ما هو برنامج (toiall.com) ومميزاته وكيفية تحميله يوم 04 ماي 2024
- [74] تحميل برنامج Fritzing مجاناً - فولتيات (voltiat.com) يوم 04 ماي 2024

يوم 09 ماي 2024

[75] Download Meshlab for Windows 11, 10, 7, 8/8.1 (64 bit/32 bit) (softradar.com)

يوم 09 ماي 2024.

تعد أجهزة المسح من أكثر الأجهزة المعاصرة في وقتنا الحالي من خلال إعادة هيكلة الجسم بمختلف مكوناته وبأدق تفاصيله. والهدف الرئيسي من مشروعنا هو تصميم أحد هذه الأجهزة وهو الماسح الضوئي ثلاثي الابعاد باستعمال الأردوينو أونو، حيث يقوم هذا الأخير بمسح وفق حركة دورانية-انسحابية للجسم وذلك من خلال الاعتماد على لوحة أردوينو ومحركين خطوة خطوة وبطقتين من IC 4988 بالإضافة الى جهاز الأشعة تحت الحمراء. وفي الأخير تم تصميم هذا الماسح بعد المرور بعملية البرمجة والمحاكاة ليتم تطبيقه في الواقع.

- الكلمات المفتاحية: أجهزة المسح، أردوينو، محرك، برمجة، محاكاة.

### Résumé:

Les appareils de balayage sont l'un des appareils les plus contemporains à l'heure actuelle en restructurant le corps avec ses différents composants et dans ses moindres détails. L'objectif principal de notre projet est de concevoir l'un de ces dispositifs, le scanner tridimensionnel utilisant l'Arduino Uno, où ce dernier scanne selon le mouvement rotationnel-pull-pull-out du corps en s'appuyant sur une carte Arduino, deux moteurs pas à pas, deux cartes IC 4988 en plus d'un dispositif infrarouge. Enfin, ce scanner a été conçu après être passé par le processus de programmation et de simulation pour être appliqué dans la réalité.

- Mots clé : Appareils de numérisation, Arduino, moteur, programmation, simulation.

### Abstract:

Scanning devices are one of the most contemporary devices in our time by restructuring the body with its various components and in its smallest details. The main objective of our project is to design one of these devices, the three-dimensional scanner using the Arduino Uno, where the

latter scans according to the rotational-pull-pullout movement of the body by relying on an Arduino board, two step-by-step motors, and two IC 4988 cards in addition to an infrared device. Finally, this scanner was designed after going through the programming and simulation process to be applied in reality.

- Keywords: scanning devices, Arduino, engine, programming, simulation.