**ملخص**

 هندسة الميكاترونكس هي دمج متكامل لمجالَي الميكانيك والإلكترونيك. ولإشراك لبنان في ثورة الأجهزة الآلية، يجب وضع خطة لتشجيع الابتكار. وبما أنّ التغيير يبدأ من الداخل، على كل وزارة أوشركة أو جامعة أو مؤسسة أن تنتهج سياسة الإبتكار في أعمالها.

إعداد المهندسة هانيا الزعتري

دائرة الترخيص والمراقبة – مصلحة الجنوب

وزارة الصناعة



الميكاترونكس

الفرص المُتاحة في لبنان

**المحتويات**

[**المقدمة** 1](#_Toc509228471)

[**تعريف الميكاترونكس** 1](#_Toc509228472)

[**الميكاترونكس في المؤسسات الأكاديمية اللبنانية** 3](#_Toc509228473)

[**تأثيرها على الأعمال والإقتصاد** 4](#_Toc509228474)

[**تطبيقات وأمثلة** 5](#_Toc509228475)

[**الفرص المتاحة في لبنان** 6](#_Toc509228476)

[**الحلول المقترحة** 8](#_Toc509228477)

[**الخاتمة** 9](#_Toc509228478)

[**المراجع** 10](#_Toc509228479)

[**الملحق** 12](#_Toc509228480)

**جدول الرسومات البيانيّة**

الرسم 1 : رسم أويلر البياني للميكاترونكس الذي وضعه كيفن كريغ (كريغ، بدون تاريخ)

الرسم 2 : مختلف الأوجه الفيزيائيّة والهندسيّة المرتبطة بالميكاترونكس (كريغ، بدون تاريخ)

الرسم 3 : صلة الوصل ما بين الميكاترونكس والابتكار (كريغ، بدون تاريخ)

#

# **المقدمة**

في أيامنا هذه، مع غزو الإلكترونيات وإنترنت الأشياء، يستخدم المهندسون الميكاترونكس في مجالات شتّى. فالمنتجات الطبيّة الإحيائيّة هي خير مثال على استخدام الميكاترونكس الناجح للمحافظة على صحّة الإنسان. ويتوسّع نطاق تطبيق هذا النظام يوماً بعد يوم مع تزايد الإبتكارات، حيث أصبحت تكنولوجيا النانو حقلاً أساسيّاً للتطورات الجديدة لا سيّما في مجالَي الطب والدفاع. وكان المهندس تيتسورو موري أوّل من استخدم مصطلح "ميكاترونكس" منذ أربعين سنة، ليصف نظام مراقبة إلكترونيّ أنشأه في مصنع ميكانيكيّ تملكه شركة يسكاوا إلكتريك (براون، 2011).

# **تعريف الميكاترونكس**

يعرّف معجم الهندسة الميكانيكيّة الميكاترونكس على أنها تكامل بين الهندسات الميكانيكية، والكهربائيّة، والإلكترونيّة وهندسة البرمجيّات (أتكينز & إسكودير، 2013).

أما د. دايفم (2013) فيحدّد الميكاترونكس بأنّها "عبارة منحوتة من كلمتي الميكانيك والإلكترونيك"، ويصفها بالتصميم المتكامل المؤلّف من تركيبة متداخلة الإختصصات هي الهندسة الميكانيكية والإلكترونية وهندسة الحاسوب. واليوم، تطوّرت هندسة الميكاترونكس لتصبح حقلاً هندسيًا معاصرًا يتطلّب معرفة وخبرة في أكثر من مجال. وبعدما سمحت الميكاترونكس ببروز عالم الروبوتات، غزت الروبوتات بدورها صناعة السيارات، والحركة والتحكّم الذكي، والنمذجة، والتصميم، والمشغّلات وأجهزة الإستشعار، والصناعة، والتحكّم بالاهتزازات والضوضاء، والإلكترونيات البصريّة والأجهزة الدقيقة من ضمنها تكنولوجيا النانو (أوبايا، 2016).

صوّر الدكتور كيفن كريغ، من معهد ريسيلنير للتقنيات المتعدّدة Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) رسم أويلر البياني (الرسم 1) يُظهِر فيه تكامل مختلف الأوجه الهندسية وتنوّع ميادين تطبيقها في مجالات

السيارات، والفضاء، والطب، والتصوير الشعاعيّ الجافّ، وأنظمة الدفاع، والمواد الإستهلاكية، والصناعة، ومعالجة المواد (كريغ، بدون تاريخ).



الرسم 1: رسم أويلر البياني للميكاترونكس الذي وضعه كيفن كريغ (كريغ، بدون تاريخ).

ووضع الدكتور كريغ أيضًا التصوير التالي يبيّن فيه مختلف الأوجه الفيزيائيّة والهندسية للميكاترونكس وهي الميكانيكيّة، والكهربائيّة، والهوائيّة، والهيدروليكيّة، والكيميائيّة، والحراريّة، والبصريّة، والصوتيّة والبرمجيّة (كريغ، بدون تاريخ).



الرسم2: مختلف الأوجه الفيزيائيّة والهندسية للميكاترونكس (كريغ، بدون تاريخ)

وبما أنّ الميكاترونكس تشمل مجالات مختلفة وتُستَخدَم في نطاقات واسعة، أصبحت مجالًا فرعيًا من الهندسة، وقد أُضيفت كتخصّص مستقلّ في الجامعات في العالم ومؤخّراً في جامعات لبنان.

# **الميكاترونكس في المؤسّسات الأكاديميّة اللبنانيّة**

أصبح مجال هندسة الميكاترونكس تخصصًا منفصلًا، بعد أن كان تخصصًا فرعيّاً من الهندسة الميكانيكيّة لسنوات عديدة سابقة. ويتوفر هذا الاختصاص اليوم في عددٍ من الجامعات اللبنانيّة منها جامعة البلمند والجامعة اللبنانيّة، والجامعة الأمريكيّة اللبنانيّة (LAU) ومعهد المتن الجامعي للتكنولوجيا (MUC). أما الجامعة الأمريكيّة في بيروت (AUB) وجامعة بيروت العربية (BAU) فلا تزالان تدرّسان الميكاترونكس كمادّة من مواد الهندسة الميكانيكيّة.

يمكن للطّلاب المتخرّجين بشهادة ميكاترونكس أن يعملوا في مجالات مختلفة منها التنقيب عن النفط، والأتمتة والتصنيع والروبوتات والأنظمة الكهروميكانيكيّة الجزئيّة والأنظمة الطبيّة البيولوجيّة وغيرها. وما بين العامين 2012 و 2017، تخرّج في لبنان حوالي 81 مهندساً ميكانيكيّاً بشهادة ميكاترونكس تسجّلوا في نقابة المهندسين.

#

# **تأثيرها على الأعمال والإقتصاد**

شهادة الميكاترونكس هي شهادة متعدّدة الأوجه تسهّل تطوّر مختلف المجالات الأخرى. ومع زيادة استخدام التكنولوجيا، والتغيّرات السريعة التي تحدث في الأسواق، ثمّة حاجة كبيرة إلى الميكاترونكس في أيامنا هذه. فالميكاترونكس مهمّة بشكل خاص لتعزيز التنافسيّة في الشركات من خلال الابتكار والتواصل والتعاون والتكامل (كريغ، بدون تاريخ).



الرسم 3: الصلة بين الميكاترونكس والابتكار (كريغ، بدون تاريخ)

الابتكار هو "عملية ترجمة فكرة أو اختراع وتحويلها إلى سلعة أو خدمة ذات قيمة جديدة يدفع الزبون ثمناً لقاء الحصول عليها" (شركة ويب فايننس، بدون تاريخ). وبالتالي فإنّ الصّلة بين الميكاترونكس والابتكار مهمّة

جداً لتعزيز ريادة الأعمال وتطوير الاقتصادات، خاصّة وأنّ معظم البلدان اليوم تشجّع الابتكار وريادة الأعمال وتسعى إلى تطوير الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم التي تلعب دوراً هامّاً من حيث مساهمتها في إجمالي الناتج المحلي، وتخفيض نسبة البطالة وتحريك العجلة الاقتصاديّة (شوكلا، 2017).

والمؤشّر الآخر لأهمية الابتكار وريادة الأعمال في عالمنا اليوم هو عدد المنح والمبادرات التي تقَدّم للمبتكرين حول العالم. لا يحظى الإبتكار بكل هذا الإهتمام بسبب العائد الإقتصادي الذي تحصّله الابتكارات وحسب إنما لما تحمله من انعكاسات إيجابيّة على صورة الشركات والدول. فالابتكار يُقاس ويُصَنَّف بموجب مؤشّر حيوي وهو مؤشر الابتكار العالمي الذي يستند إليه صانعي السياسات لإنشاء وتطوير البيئة الملائمة للشركات الابتكارية، وبالتالي تعزيز النمو على المدى البعيد وزيادة الإنتاجية وخلق فرص عمل جديدة (مؤشّر الابتكار العالمي، 2017).

#

# **تطبيقات وأمثلة**

مع الأهميّة المتزايدة التي تحظى بها المنتجات الذكيّة وإنترنت الأشياء وكثرة استخدامها، يفتح السوق مجالًا واسعًا للابتكار. شركة ناشيونال إنسترومنتس العربية (NI Arabia) على سبيل المثال وهي أحد فروع شركة ناشيونال إنسترومنتس كوربورايشن(National Instruments Corporation) تعمل في العالم العربي لتوفير الأنظمة الملائمة التي تساعد على تسريع عجلة الابتكار والإنتاجية والاكتشافات. وتفيد ناشيونال إنسترومنتس ألاينس بارتنرز (National Instruments Alliance Partners) أنّ في لبنان ستة شركات مسجّلة فقط وهي تعمل في الأتمتة والتحكّم والرؤية. ترتبط صناعاتها بصناعة السيارات والتعليم والآلات والميكاترونكس (ناشيونال إنسترومنتس، بدون تاريخ) والشركات اللبنانية المسجّلة لدى ناشيونال إنسترومنتس ألاينس بارتنرز هي نايري- تيك( Nairi-Tech) ، إي2(E2) ، غرين باور جينيرايشن( Green Power Generation) ، أيديايشن سيستمز (Ideation Systems) ، ميكاترونكو((mekatronico، وإيل ((yle ومعظمها شركات شقيقة لشركات دوليّة. ومن بين أصحاب الأعمال اللبنانيين الذين يستخدمون الميكاترونكس نذكر على سبيل المثال: "المهندس الصغير" في التعليم ((The Little Engineer، و"دوم كونترولز" (Dom controls) في أتمتة البيوت وقاشيدا (Kashida) في الطباعة الثلاثية الأبعاد وليتل بيتس( LittleBits) وشيربا.(Cherpa)

#

# **الفرص المتاحة في لبنان**

صُنّف لبنان بدرجة "ج" في لائحة تصنيف المخاطر الخاصّة بالدول، وهذا يعني أن بيئة الأعمال فيه تشكّل تحديًا. وهذا يعود إلى الوضعين السياسي والاقتصادي غير المستقرّين فيه (غلوبال إيدج، 2017). إضافةً إلى أنّ مستوى الإنفاق على البحث والتطوير متدنٍّ والبنى التحتية العامة ليست متطوّرة بشكل كافٍ، ونسبة الاستيراد مرتفعة جدًا ولا سيما في المنتجات العالية التقنيّة (مؤشر الإبتكار العالمي، 2017). وبالتالي، يفضّل الكثير من أصحاب المشاريع اللبنانيين أن ينفّذوا أفكارهم في الخارج فيحقّقون النجاحات في مختلف بلدان العالم. ولتحفيز أصحاب المشاريع اللبنانيين على البقاء في لبنان يجب وضع سياسة حكومية تقدّر أهميّة الابتكار، بدءًا من المستوى الجامعي، من شأنها أن تشجّع هؤلاء المبتكرين وتدعمهم لإنشاء شركاتهم.

يمكن للتحليل الرباعي[[1]](#footnote-1) لبيئة الأعمال في لبنان أن يساعد لاتخاذ القرارات المتعلّقة بهذا النوع من السياسات. ويتيح احتمال اكتشاف الغاز في لبنان (غلوبال إيدج، 2017) والتنقيب عن النفط والغاز فيه (الغاز والنفط في لبنان، 2018) فرصة مهمّة لشركات النفط والغاز. ويمكن لهذه التطوّرات أيضًا أن تخدم الشركات الابتكارية المكمّلة التي تعمل على حلول ومنتجات جديدة تساعد على التعقب والتنقيب والاستثمار الذكي للنفط والغاز.

وتكمن فرص أخرى للإبتكار في حقل التعليم، بما أن لبنان معروف بنظامه التعليمي العريق المتين، ولكن مرّة جديدة، لا شيء يقيّد فرص تنفيذ الإبتكارات فالطريقة الوحيدة التي يمكن أن يلجأ إليها أصحاب المشاريع اللبنانيين للنجاح في لبنان وتخفيف المخاطر هو تأمين سوق خارجي وعدم الاعتماد على السوق المحلّي بالكامل. وقد تشكّل أكبر "تحديات المهندسين" مصدر الإلهام الأمثل لأصحاب المشاريع لإنشاء شركاتهم الخاصّة وبدء العمل في لبنان.

وبحسب الأكاديمية الوطنية للهندسة، التحدّيات الأربعة عشرة التي يواجهها مهندسو القرن الحادي والعشرين هي (الأكاديمية الوطنية للهندسة، بدون تاريخ):

1. جعل الطاقة الشمسية في متناول الجميع
2. توفير الطاقة الاندماجية
3. تطوير أساليب عزل الكربون
4. إدارة دورة النيتروجين
5. تأمين الوصول إلى مياه نظيفة
6. ترميم وتحسين البنى التحتية المدنيّة
7. تعزيز المعلوماتية في مجال الصحّة
8. هندسة أدوية أفضل
9. هندسة الدماغ بشكل عكسي
10. منع الإرهاب النووي
11. تحقيق أمن العالم الإلكتروني
12. تعزيز الواقع الافتراضي
13. تطوير التعلم الشخصي
14. هندسة الأدوات للاكتشافات العلمية

بالإضافة إلى النظر في التحديات التي يواجهها لبنان والفرص المتاحة فيه، على شركات ريادة الأعمال أن تعمل على اختيار مبادرات تتّسم بفعاليّة التكلفة. فإنّ تخفيض عدد الموظفين يؤدّي إلى تدنّي الكلفة في حين يساهم التركيز على الأسواق الخارجية، بالإضافة إلى السوق المحلي، إلى الحدّ من المخاطر. كذلك، على الشركات الناشئة أن تعتمد على المعرفة والمهارات والخبرة والتسويق والأنظمة الإيكولوجيّة الناشئة. بالفعل، تضطلع وزارة الصناعة بدور محوري وتساهم في ازدهار الابتكارات في مجال الميكاترونكس من خلال نشاطاتها وبرامجها. ومن بين البرامج والنشاطات التي تقوم بها وزارة الصناعة في هذا الصدد:

1. إطلاق مفهوم الابتكار الجديد (2035) "ابتُكر في لبنان"، إضافة إلى تضمين هذا المفهوم في الرؤية التي وضعتها ونشرتها بعنوان "لبنان الصناعة 2025، الرؤية العامة للقطاع الصناعي اللبناني" (وزارة الصناعة، 2015).
2. العمل عن كثب مع معهد البحوث الصناعية وإدراج الابتكار في استراتيجيتها.
3. رعاية نشاطات ناشيونال إنسترومنتس والمشاركة فيها.
4. متابعة برنامج إنجازات البحوث الصناعية اللبنانيّة (LIRA)
5. إجراء دراسات وأبحاث مرفقة بورشات عمل ومؤتمرات
6. توقيع اتفاقية مع وزارة التربية والتعليم العالي وجمعية الصناعيين اللبنانيين من أجل تصميم برامج تعليميّة بحسب الحاجات الصناعية.
7. عقد عدد من ورشات العمل في الجامعات من أجل تشجيع الطلاب المتخرجين (إجازة، ماستر، دكتوراه) ليصبحوا روّاد أعمال منتجين.

وبالإضافة إلى الجهود المتواصلة التي تبذلها وزارة الصناعة، على المصانع القديمة والجديدة أن تبثّ مفهوم الإبتكار بين فرق عملها، ومن خلال تطوير معدّاتها مما يتيح نشأة ورشات عمل جديدة بتكنولوجيات جديدة.

# **الحلول المقترحة**

 في تشرين الأول 2017، نظّم المجلس الوطني للبحوث العلميّة CNRS دورة تدريبية في مقرّه. وأعلن المركز أثناء الدورة التدريبية عن إنشائه مكتبًا وطنياً لنقل التكنولوجيا داخل المركز. وكان المشاركون في هذا التدريب من مختلف الجامعات والوزارات. وبعدما وجّه نصائح للجامعات بإنشاء مراكز للابتكار للتشجيع على اكتشاف أصحاب المشاريع وتعزيز الابتكارلدى الطّلاب تبيّن أنّ بعض الجامعات ومعاهد البحوث قد أنشأت مراكز الابتكار الخاصّة بها. فالجامعة الأمريكيّة في بيروت (AUB)، قد أنشأت مركزًا للبحوث والابتكار ضمن وحدة

نقل التكنولوجيا ومكتب المنح والعقود (الجامعة الأمريكيّة في بيروت، بدون تاريخ). كذلك، أنشأ معهد البحوث الصناعيّة مركز الابتكار والتكنولوجيا (CiT) في العام 2012.

قامت شركة ناشيونال إنسترومنتس بمراكزها المتعدّدة في لبنان، بمبادرة لتأليف فريق صغير ومتنوّع، يضمّ أساتذة وممثلين عن شركات الخدمات البيئيّة الناشئة وشركات الخدمات التكنولوجيّة وجِهات مستثمرة وبرامج تكنولوجيّة بالإضافة إلى ممثّلين عن وزارة الصناعة. ويتمثّل دور هذا الفريق في العمل على سدّ الفجوة بين المهارات وحاجات السوق من خلال تسهيل الوصول إلى التكنولوجيا. وقد يساعد هذا الفريق المقترَح المشترك بين المؤسسات على إيجاد الأسواق المناسبة للمواد الأوليّة والمنتجات شبه الجاهزة والتعاقد من الباطن وصولًا إلى المنتج النهائي نفسه، ويمكنه أيضًا دعم المبتكرين من الشباب وتعزيز ابتكاراتهم ومساعدتهم على تنفيذها.

في الواقع، على كل مؤسّسة أن تشكّل فريق ابتكار صغير يضمّ موظفين من مختلف الأقسام. و**لأنّ التغيير يبدأ من الداخل فمن الضروري أن تتبنّى وزارة الصناعة هذه المبادرة وتعمل على تشكيل أول فريق ابتكار خاص بها يتغيّر أعضاءه كل سنة.**

#

# **الخاتمة**

حلّ لبنان في المرتبة 81 في العالم بحسب مؤشر الابتكار العالمي لسنة 2017، والمرتبة 14 من بين 19 دولة في شمال أفريقيا وغرب آسيا (راجع الملحق). وبما أن مجال الميكاترونكس وإنترنت الأشياء والمنتجات الذكية تجتاح عالمنا، فمن الضروري أن يكثّف لبنان جهوده الوطنيّة لتشجيع الابتكار في مجال التكنولوجيا، وتطوير الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم ومشاريع الأعمال. ويجب توجيه السياسات العامّة نحو مساعدة أصحاب المشاريع على تطوير منتجات جديدة تسهّل الوصول إلى الأسواق الخارجية. وبالرغم من أنّ وضع السياسات والمشاريع هي خطوة أوليّة جيّدة، يبقى على الوزارة أن تسلّط الضوء على إنجازات فريق الابتكار النشِط الخاص بها، ليكون مثالاً يُحتذى به في الوزارات الأخرى. إضافةً إلى أنّ مبادرة ناشيونال إنسترومنتس هي أيضًا فكرة سديدة لإنشاء فريق عمل للإبتكار مشترك قادرعلى قيادة الإنجازات التكنولوجيّة في مجالَي الميكاترونكس والتكنولوجيا.

# **المراجع**

Atkins, T., & Escudier, M. (2013). mechatronics. In *A Dictionary of Mechanical Engineering.* Oxford University Press. Retrieved December 13, 2017, from http://www.oxfordreference.com.contentproxy.phoenix.edu/view/10.1093/acref/9780199587438.001.0001/acref-9780199587438-e-3813

AUB. (n.d.). *American University of Beirut*. Retrieved January 25, 2018, from Center of Research and Innovation (CRInn): http://website.aub.edu.lb/ogc/Pages/crinn.aspx

Brown, A. S. (2011, August). Mechatronics and the Role of Engineers. Retrieved January 15, 2018, from https://www.asme.org/engineering-topics/articles/mechatronics/mechatronics-and-the-role-of-engineers

Cornell University, INSEAD, WIPO. (2017). Global Innovation Index 2017. Retrieved January 25, 2018, from http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\_pub\_gii\_2017.pdf

Craig, D. K. (n.d.). Mechatronics and Innovation. Retrieved January 16, 2018, from http://www.multimechatronics.com/wp-content/uploads/2017/04/Mechatronics-and-Innovation-2017-KCC.pdf

Davim, J. P. (2013). *Mechatronics.* John Wiley & Sons, Incorporated. Retrieved December 13, 2017, from https://ebookcentral-proquest-com.contentproxy.phoenix.edu/lib/apollolib/detail.action?docID=1143605.

globalEDGE. (2017, January). *globalEDGE*. Retrieved January 24, 2018, from Lebanon: Risk Assessment: https://globaledge.msu.edu/countries/lebanon/risk

lebanongasandoil. (2018, January 03). *Lebanon Gas and Oil*. Retrieved January 24, 2018, from Latest News: http://www.lebanongasandoil.com/index.php/news-details/158

National Academy of Engineering. (n.d.). *NAE Grand Challenges for Engineers.* Retrieved January 24, 2018, from Challenges: http://www.engineeringchallenges.org/challenges.aspx

National Instruments. (n.d.). Alliance Partner Directory. Retrieved January 15, 2018, from http://partners.ni.com/directory/search?l=Lebanon

Obaia, M. (2016). *Mechatronics brief history and applications.* doi:10.13140/RG.2.1.1692.0720

Rensselaer Polytechnic Institute. (2007, July 22). Mechatronics. Retrieved 12 26, 2017, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Mecha.gif

Shukla, A. (2017, June 14). *paggu.* Retrieved January 16, 2018, from The Importance of Innovation in Entrepreneurship: http://www.paggu.com/entrepreneurship/the-importance-of-innovation-in-entrepreneurship/

*The Global Innovation Index.* (2017). Retrieved January 16, 2018, from ABOUT THE GLOBAL INNOVATION INDEX: https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#framework

The Global Innovation Index. (2017). Analysis. Retrieved January 27, 2018, from https://www.globalinnovationindex.org/analysis-economy

WebFinance Inc. (n.d.). *Business Dictionary.* Retrieved January 16, 2018, from innovation: http://www.businessdictionary.com/definition/innovation.html

# **الملحق**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **3.3** |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 25.5 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

الجدول 1: مقتطفات من تقرير مؤشر الابتكار العالمي للعام 2017 (جامعة كورنيل، المعهد الأوروبي لإدارة الأعمال، المنظمة العالمية للملكية الفكرية، 2017)

1. تحليل مواطن القوة والضعف والفرص المتاحة والأخطار المطروحةSWOT Analysis [↑](#footnote-ref-1)