



المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم
إدارة التربية

وضع مؤشرات قياس أداء إقليمية للمنطقة العربية ومستهدفات في مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي

د. ملاذ المراكشي

جامعي مختص في الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيات المعلومات، تونس

أكتوبر 2021

الفهرس

1. الإطار المرجعي ل طرح الموضوع
2. أهمية الذكاء الاصطناعي ومجالاته التطبيقية
3. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي
 - 3.1. منظومات قيس مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي
 - 3.2. مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي على المستوى العالمي
 - 3.3. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي على المستوى العربي
4. الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي
 - 4.1. تطور منظومات التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي
 - 4.2. الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي في منظور المنظمات الأممية والدولية
 - 4.3. التجارب العالمية في آليات توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي
 - 4.4. واقع توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي على المستوى العربي
 - 4.5. مؤشرات قياس توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي على المستوى العربي

الأشكال

- الشكل عدد 1 **بخصوص** تطور اجمالي الاستثمارات الخاصة في الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات بين سنتي 2019 و2020
- الشكل عدد 2 درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات لسنة 2020
- الشكل عدد 3 درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات والوظائف لسنة 2020
- الشكل عدد 4 مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي المعلنة بالسياسات
- الشكل عدد 5 ترتيب الدول العربية حسب مؤشر Government AI Readiness Index 20
- الشكل عدد 6 ترتيب الدول العربية حسب مؤشر Global AI Index 2020
- الشكل عدد 7 حول عناصر السياسات المعلنة للذكاء الاصطناعي بمرصد الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الاقتصاد لسنة 2020
- الشكل عدد 8 حول المجالات التي تضم مشاريع ذكاء اصطناعي أقرتها الدول المعنية
- الشكل عدد 9 توزيع وقت المدرس قبل وبعد استعمال التكنولوجيا
- الشكل عدد 10 عدد المنشورات العلمية في الذكاء الاصطناعي حسب الدول
- الشكل عدد 11 تطور اتجاهات المواضيع البحثية الفرعية للذكاء الاصطناعي بمرور الوقت
- الشكل عدد 12 النماذج المعتمدة في منظومات التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي
- الشكل عدد 13 هيكلية المتدخلين في سوق التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي
- الشكل عدد 14 تطور عدد المنشورات العلمية في الذكاء الاصطناعي حسب البلد عبر السنوات
- الشكل عدد 15 تطور عدد البراءات المنشورة في الذكاء الاصطناعي حسب البلد عبر السنوات

1. الإطار المرجعي لطرح الموضوع

لقد كانت الرقمنة أحد المحركات الرئيسية للابتكار في الممارسات التعليمية في الفصل الدراسي في العقد الماضي. في حين أن معظم الابتكارات كانت متصلة بزيادة استخدام أجهزة الحاسوب والإنترنت في الفصول الدراسية، فإن الموجة القادمة سوف تستند إلى الذكاء الاصطناعي وعلى مجموعة أخرى من التكنولوجيات.

الذكاء الاصطناعي هو مصطلح يستخدم عادة لوصف الآلات التي تؤدي الوظائف والإدراك الشبيهة بالإنسان (مثل التعلم والفهم والاستدلال والتفاعل). و من المتوقع أن تكون للذكاء الاصطناعي تداعيات اقتصادية بعيدة المدى ، كما أن لديه القدرة على إحداث ثورة في الإنتاج، للتأثير على سلوك الجهات الفاعلة في الاقتصاديات وتحويل الاقتصاديات والمجتمعات.

وعيا بهذه التحديات والرهانات، تدارس المؤتمر السابع عشر للوزراء المسؤولين عن التعليم العالي والبحث في الوطن العربي (القاهرة 2019) وثيقتين رئيسيتين:

- طرحت الوثيقة الأولى موضوع "الذكاء الاصطناعي والتعليم: التحديات والرهانات والسياسات" [1]، أكدت على أهمية تقانات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في تحسين عملية التعلم، وشخصنته، وجودة إدارة التعليم ومردوديته، وتمكين الدول العربية من تبادل تجاربها في توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي والبحث العلمي،
- عالجت الوثيقة الثانية « سياسات البحث العلمي وأخلاقيات الذكاء الاصطناعي في إطار الثورة الصناعية الرابعة» [2]، مؤكدة على ضرورة رسم سياسات واضحة في مجال البحث العلمي والأخلاقيات الخاصة بالذكاء الاصطناعي للاستفادة من هذه التقنية في تطوير الثورة الصناعية الرابعة، واستشراف سبل توطين الذكاء الاصطناعي والاستفادة من ايجابياته في تطوير منظومتي التعليم العالي والبحث العلمي في الدول العربية.

وتحقيقا لذلك جاءت توصية بخصوص إنجاز الوثيقة الحالية حول "وضع مؤشرات قياس أداء إقليمية للمنطقة العربية ومستهدفات في مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي"، بهدف تدارس كيفية:

- توطين الذكاء الاصطناعي في البيئات التعليمية والبحثية،
- قياس ما تم إنجازه وما يتوقع تحقيقه في مجال الذكاء الاصطناعي في المناهج التعليمية والبحث العلمي من خلال وضع مؤشرات قياس أداء عربية،
- التأكيد على مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي استئناسا بالمؤشرات العالمية المعتمدة من المنظمات الدولية المتخصصة.

2. أهمية الذكاء الاصطناعي ومجالاته التطبيقية

تعلقت همة الانسان منذ قرون بتطوير آلات ومنظومات تتمتع بقدر من الذكاء في التعاطي مع بعض الاشكالات والوضيعات التي تعترض الإنسان في حياته اليومية [3]. وقد قام العديد من العلماء والفلاسفة في العصور القديمة بالعمل على تطوير مناهج علمية ومنطقية لغاية محاكاة الذكاء البشري وسبل إنتاج تفكير منطقي يمكّن من حل إشكالات تعتمد على علوم المنطق. ومع تطور أسس المعلوماتية تنامت اهتمامات العلماء بسبل تطوير منظومات سيبرانية بإمكانها حل ألغاز منطقية ومحاكات الذكاء البشري.

ومع حلول القرن الواحد والعشرون وبالتحديد العشرية الأولى منه، تطورت إمكانيات المعالجة الآلية للمعلومات مع تطور تقنيات المعطيات الضخمة الحجم Big Data والمعالجة بالمنظومات السحابية Cloud Computing مما مكن الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي من تطوير منظومات جديدة تعتمد بالأساس على شبكات الخلايا العصبية الاصطناعية وعلى خوارزميات تمكن هذه الشبكات من استخراج المعرفة بصفة آلية من الكمية الهائلة للمعطيات التي تم تخزينها والمتعلقة بحالات تمت معالجتها من قبل الإنسان في مواضيع معينة، وهو ما يعبر عنه بالتعلم الآلي Machine Learning .

تعددت تطبيقات الذكاء الاصطناعي بوتيرة متسارعة في جل المجالات بحيث لم يبق تقريبا مجال واحد من مجالات الحياة لم تتم فيه تجربة الذكاء الاصطناعي: في الصحة لتشخيص الأمراض أو استقراء إمكانية الإصابة بها، النقل من خلال تطوير السيارات المستقلة التي لا تستدعي القيادة من طرف إنسان، الروبوتات المتحدثة باللغة الطبيعية التي بإمكانها الفهم والتفاعل المباشر مع البشر، في المجال المصرفي والبورصة حيث أصبحت قرارات شراء وبيع الأسهم تأخذ من قبل منظومات للذكاء الاصطناعي، في المجال الأمني حيث تعتمد بعض المصالح الأمنية في بعض البلدان على مثل هذه المنظومات لاستقراء إمكانية حدوث جريمة أو عمل إرهابي من قبل بعض الأشخاص، وكذلك في مجال الأمن السيبراني، في مجال الزراعة والفلاحة باعتماد روبوتات ذكية بإمكانها مراقبة الحقول وأخذ القرار بخصوص عمليات الحرث أو توزيع الأسمدة أو حتى اقتلاع النباتات الطفيلية. كما توصلت بعض البلدان إلى تطوير أسلحة مستقلة بإمكانها القيام بعمليات حربية موجهة نحو أشخاص أو أهداف دون أي تدخل من قبل الإنسان.

كل الدراسات تتفق على أن الذكاء الاصطناعي سيكون من أبرز مقومات القدرة التنافسية العالمية على مدى العقود المقبلة، مما سيمنح المتبنيين الأوائل لهذه التكنولوجيا ميزة تفاضلية اقتصادية واستراتيجية كبيرة. وهذا ما حدا بالحكومات والمنظمات الإقليمية والمنظمات الحكومية الدولية التسابق لوضع سياسات تستهدف الذكاء الاصطناعي لتحقيق أقصى قدر من الوعود الناتجة عن هذه التكنولوجيا وفي نفس الوقت الاهتمام بما قد تتسبب فيه من تداعيات وتحولات اجتماعية وإشكاليات متعلقة بأخلاقيات إنتاجها واستعمالها.

استنادا إلى التقرير العالمي حول مؤشرات الذكاء الاصطناعي لسنة 2021 AI Index Report [4] يتضح أن أكثر من ثلاثين دولة قامت بنشر وثيقة حول استراتيجياتها الوطنية في المجال، منها على المستوى العربي المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة. كما عبرت أكثر من عشرين دولة أخرى على شروعها في اعتماد استراتيجية وطنية في المجال نذكر منها على المستوى العربي: الإمارات، السعودية، تونس، قطر، البحرين، مصر والمغرب. ويمكن اعتبار الصين أكثر البلدان انخراطا في هذا التمشي إلى جانب الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تفيد استراتيجية الصين إلى الاستثمار في هذه التكنولوجيا وتطويرها بما يسمح للصين بتصدر كل بلدان العالم مع حلول سنة 2030.

كما قامت العديد من المنظمات الدولية على غرار اليونسكو والمنظمة العالمية للصحة والاتحاد الدولي للاتصالات ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بمبادرات مختلفة في هذا الخصوص مثل تكوين فرق عمل على مستوى الخبراء لإنتاج تقارير ومبادرات لمزيد تأطير وتطوير الذكاء الاصطناعي حسب مجالات اختصاصها.

3. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي

3.1. حول قياس واقع تطور الذكاء الاصطناعي

لقد بات للذكاء الاصطناعي تأثير متزايد على عالمنا ومجتمعاتنا، مما يدعو إلى اعتماد إطار علمي وتطبيقي لتقييم مدى تقدم هذا المجال من الناحية التقنية ومدى تأثيره الاقتصادي والاجتماعي على المدى البعيد والمستقبل القريب. ومع تسارع التطورات العلمية والتكنولوجية والتطبيقية والأخلاقية والقانونية لهذا المجال بات من المعقد وضع حدود لهذا الموضوع، الذي استأثر خيال الكتاب والعلماء لأجيال، ومن الصعب كذلك تحديد موقعه ضمن المجالات العلمية والتقنية. كما أنه بالنظر لشعبيته، قد يتم في بعض الأحيان الإفراط في استخدام تسمية الذكاء الاصطناعي أو إساءة استخدامها، مما يجعل من الصعب على المحللين أن يقرروا بوضوح ما هو الذكاء الاصطناعي وما هو غير الذكاء الاصطناعي.

في 30 أكتوبر 2019، عقد مؤشر الذكاء الاصطناعي AI Index Report [4] ورشة عمل في معهد ستانفورد للذكاء الاصطناعي الموجه للإنسان (HAI) حضرها أكثر من 150 خبير متعدد التخصصات لمناقشة القضايا في قياس وتقييم الذكاء الاصطناعي. وتم في هذا الإطار تحديد 6 تحديات متعلقة بقياس التقدم وتأثير الذكاء الاصطناعي:

1. ما هو الذكاء الاصطناعي؟ كيف نحدد الذكاء الاصطناعي؟

هذا السؤال الذي يبدو بسيطاً يفرض آثاراً كبيرة على كيفية تقييم الإنتاجية في البحث والتطوير في المجال، والاستثمار العام والخاص، وتأثيره في سوق العمل، والعديد من المجالات. اعتماد تعريف مقبول على نطاق واسع من شأنه أن يسهل التعاون بين المنظمات التي تجمع البيانات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي عبر القطاعات والجغرافيا.

2. ما الذي يساهم في تطور الذكاء الاصطناعي؟

يتم قياس التقدم التقني في الذكاء الاصطناعي أساساً بمقارنة أداء مختلف الخوارزميات وفقاً لمقاييس مختلفة عبر مجموعة بيانات متاحة للجمهور وعبر تنظيم ورشات للتحدي challenges. ولكن لنا ان نتساءل ما الذي ينبغي أن يكون مقياس التقدم وكيف يمكننا استكشاف المقايضات بين هذا المقياس وبين الدقة؟

3. كيف نستخدم ونحسن البيانات البيبليومترية bibliometric لتحليل الذكاء الاصطناعي وتأثيره على العالم؟

لطالما كانت البيانات البليوميترية ضرورية لتقييم المساهمات النسبية من قبل الباحثين والمؤسسات الفردية، والبلدان إلى مجال علمي معين، فضلا عن رسم خرائط تعاونها. ويمكن استخدام هذه البيانات لتقييم مساهمات أولئك الذين يعملون في مجال الذكاء الاصطناعي من منظور الاختلاف النوعي والديموغرافي. كما تساعدنا هذه البيانات على رسم خريطة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والاستثمارات في مجال الأعمال، وفي تمويل البحوث العلمية، والتعليم.

وتبقى بعض التساؤلات مطروحة مثل:

- كيف يمكن للتعريفات الأكثر قبولا للذكاء الاصطناعي أن تؤثر على الممارسات البليوغرافية؟
- هل يمكننا استخدام بيانات وتحليلات القياسات البليوميترية لرسم خريطة لحلقة التطور بدأ من مرحلة الاختراع إلى مرحلة التطبيق الحقيقي لتقنيات الذكاء الاصطناعي؟
- هل بالإمكان تطوير طرق تالية تحليل أسماء المؤلفين الذين يساهمون في البحوث حول الذكاء الاصطناعي بشكل موثوق حسب الجغرافيا والجنس، وسمات أخرى؟

4. كيف يمكننا قياس الأثر الاقتصادي للذكاء الاصطناعي، وخاصة ديناميكيات سوق العمل ولكن أيضا التفاعل مع النمو الاقتصادي والرفاه؟

للذكاء الاصطناعي آثار متوزعة على مختلف مجالات الاقتصاد وهذه الآثار تحتاج إلى تقييم وتحليل بأكثر دقة. ومن ثم كان من اللازم الإجابة على جملة من التساؤلات مثل:

- كيف يؤثر نشر استعمالات الذكاء الاصطناعي على شغل العمال اليدويين في مهامهم الروتينية؟
- كيف يؤثر نشر استعمالات الذكاء الاصطناعي على شغل العمال في الوظائف الفكرية وذوي المهارات العالية؟
- كيف يمكن لنا أن نعرف المؤسسات الناشطة في نشر تقنيات الذكاء الاصطناعي في أعمالها ومصالحها الإدارية؟
- كيف نقيس سلسلة التوزيع البشرية والتقنية لأنظمة الذكاء الاصطناعي؟
- هل يمكننا إجراء بحوث أوسع على المستوى الاقتصادي ودراسات لأمثلة ميدانية لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لفهم أفضل للأنماط السببية والتفاعلات الخفية بين الذكاء الاصطناعي والنمو والرفاه؟

5. كيف يمكننا قياس الأثر المجتمعي للذكاء الاصطناعي، لا سيما على مستوى التنمية الاقتصادية المستدامة والمخاطر المحتملة للذكاء الاصطناعي على التنوع وحقوق الإنسان والأمن؟

الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على التصدي للتحديات المجتمعية التي تشمل الأهداف 17 للتنمية المستدامة للأمم المتحدة (بجملة من 196 مؤشر). الاستخدام الواسع النطاق للذكاء الاصطناعي في سبيل الخير والرفاه الاجتماعي، يجب أن يعالج ضرورة توفير إمكانية تفسير قرارات الذكاء

الاصطناعي وإشكالية إمكانية التحيز وحماية البيانات الشخصية وأمنها، وكذلك النظر في استخدام (وإساءة استخدام) الذكاء الاصطناعي من قبل مختلف الجهات الفاعلة.

6. كيف يمكننا قياس أخطار وتهديدات نظم الذكاء الاصطناعي تحت الاستغلال؟

تشير المعلومات حول الاستعمالات الحالية لبعض أنظمة الذكاء الاصطناعي أن هذه الأنظمة ليست خالية من الأخطار والتهديدات على المجتمع والفرد. وهذا يدفع إلى العديد من التساؤلات منها:

- كيف يمكننا تقييم التهديدات - الحالية والمحتملة - للنظم المعتمدة على الذكاء الاصطناعي؟
- كيف يمكن تحليل آثار الذكاء الاصطناعي واستخدام هذه البيانات لتساعدنا على التدخل حيث يكون لها عواقب مجتمعية وخيمة؟
- ما هو الدور الذي يلعبه الباحثون في المساعدة على تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي لتعزيز الخير والرفاه الاجتماعي؟
- كيف يمكننا تطوير أنظمة حوكمة تمكن الذكاء الاصطناعي من المساعدة في دعم الاستقلالية البشرية؟

في هذا الإطار تم تسجيل بعض المبادرات لإيجاد منهجية علمية للقيام بمثل هذا التقييم، من أهمها:

- في عام 2017، نشرت مؤسسة أكسفورد انسايت Oxford Insights أول تقرير لها بخصوص مؤشر جاهزية الحكومات في الذكاء الاصطناعي Government AI Readiness Index [5] وهي أول مبادرة من النوع والوحيدة التي تغطي كل بلدان العالم تقريبا وتستند إلى بيانات متداولة لدى المنظمات والمؤسسات الدولية ومعتمدة في مؤشرات أخرى متصلة بالمجالات التي لها تأثير على اعتماد الذكاء الاصطناعي في مختلف البلدان. يعتمد هذا المؤشر على 3 أعمدة من المؤشرات تحتوي كل منها على مجموعة من المؤشرات الفرعية:

- **عمود الحكومة:** يتكون هذا العمود من 4 مؤشرات وهي:
 - الرؤية: وجود استراتيجية للذكاء الاصطناعي أم لا
 - الحوكمة والأخلاقيات: يتكون هذا المؤشر من 4 مؤشرات فرعية حول الإطار القانوني المتعلق بحماية البيانات، الأمن السيبراني، الإطار المنظم للأخلاقيات، الإطار القانوني حول قدرة التكيف مع النماذج الجديدة للأعمال في المجال الرقمي،
 - القدرة الرقمية: يتكون هذا المؤشر من 3 مؤشرات فرعية وهي شراءات الحكومة من التكنولوجيات المتطورة، استخدامات تكنولوجيات المعلومات والاتصال وكفاءة الحكومة، الخدمات على الخط،
 - التكيف: يتكون هذا المؤشر من مؤشرين فرعيين حول فعالية الحوكمة، وقدرة الحكومة على الاستجابة للمتغيرات،

- **عمود قطاع التكنولوجيا:** يتكون هذا العمود من 3 مؤشرات وهي:

- حجم القطاع: يتكون من 5 مؤشرات فرعية وهي: عدد المؤسسات التكنولوجية الناجحة Unicorns، القيمة المالية للمؤسسات التكنولوجية الوطنية، قيمة الخدمات التجارية لتكنولوجيات المعلومات والاتصال للفرد الواحد، قيمة تجارة السلع في تكنولوجيات المعلومات والاتصال للفرد الواحد، قيمة الإنفاق في البرمجيات،
- القدرة على الابتكار: يتكون من 4 مؤشرات فرعية وهي: ثقافة ريادة العمال، سهولة ممارسة الأعمال، الإنفاق على البحث والتطوير، استثمارات الشركات في التكنولوجيات الناشئة،
- الموارد البشرية: يتكون من 4 مؤشرات فرعية وهي: عدد المتخرجين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، جودة التعليم العالي في الهندسة والتكنولوجيات المتطورة، المهارات الرقمية، التشغيل من أصحاب المعارف Knowledge-intensive employment

● عمود البيانات والبنية التحتية: يتكون من 3 مؤشرات فرعية وهي:

- البنية التحتية: يتكون من 4 مؤشرات فرعية وهي: البنية التحتية للاتصالات، بنية الاتصالات 5G، عرض النطاق الترددي للإنترنت، توفر أحدث التكنولوجيات،
- توفر البيانات: يتكون من 4 مؤشرات فرعية وهي: البيانات الحكومية المفتوحة، القدرة الإحصائية، اشتراكات الهاتف المحمول الخليوي، نسبة السكان البالغين من مستخدمي الإنترنت،
- درجة تمثيل البيانات Data Representativeness: يتكون من مؤشرين فرعيين وهما: الفجوة بين الجنسين في استخدام الإنترنت، الفجوة الاجتماعية والاقتصادية في استخدام الإنترنت.

- في عام 2018، بدأت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية العمل بهدف تحديد وقياس التطورات في الذكاء الاصطناعي بالاستناد إلى بيانات عن المنشورات العلمية (باستخدام قاعدة بيانات Elsevier Scopus) وبرمجيات المصادر المفتوحة (OSS) وعلى إبداعات براءات الاختراع،
- في جويلية 2018، نشر المعهد الصيني لسياسات العلوم والتكنولوجيا في جامعة تسينغهاوا (CISTP) تقريرا حول نمو الذكاء الاصطناعي في الصين لعام 2018، تم فيه تحليل التطور في الذكاء الاصطناعي باستخدام المقالات العلمية وبراءات الاختراع و"7 Talents" في الذكاء الاصطناعي [6]،
- في ديسمبر 2018، أصدرت جامعة ستانفورد "التقرير السنوي لمؤشر الذكاء الاصطناعي لعام 2018" AI Index Report. إضافة إلى مؤشرات أخرى. قدم التقرير تدابير تستند إلى بيانات المنشورات العلمية، باستخدام Scopus، خدمات الأرشيف المفتوحة (ArXiv)، فضلا عن أوراق المؤتمرات لجمعية (AAAI)، وبيانات التسجيل في دورات تدريبية حول الذكاء

الاصطناعي والتعلم الآلي (ML)، وبيانات حول المشاركة في مؤتمر الذكاء الاصطناعي، وبيانات براءات الاختراع.

• وفي أوائل عام 2019، أنتجت المنظمة العالمية للملكية الفكرية (WIPO) تقريراً حول الاتجاهات التكنولوجية مخصص للذكاء الاصطناعي [7]. وقدم التقرير النتائج الرئيسية والاتجاهات الأخيرة في مجال الابتكار في الذكاء الاصطناعي، باستخدام بيانات البراءات ومصادر معلومات أخرى، مثل المنشورات العلمية وسجلات التقاضي، وأنشطة شراء الشركات. قسم التقرير الذكاء الاصطناعي إلى ثلاثة أبعاد رئيسية هي: التقنيات والتطبيقات الوظيفية وحقوق التطبيق.

• في ديسمبر 2019، تقدمت مؤسسة خاصة Turtoise Media بمشروع حول قياس الذكاء الاصطناعي Global AI Index [8] مساهمة منها في تطوير آليات متابعة تطورات الذكاء الاصطناعي في العالم وتقييم وقياس وترتيب الدول حسب قدرتها في مجال الذكاء الاصطناعي على وجه التحديد، من حيث الاستثمار والابتكار والتنفيذ. وقد اعتمد القياس على مجموعة بيانات تتضمن معلومات تخص 143 مؤشراً. ويعد مؤشر الذكاء الاصطناعي العالمي رسماً لخرائط شاملة لمشهد الذكاء الاصطناعي. هذا وتم توزيع مختلف المؤشرات المعتمدة إلى 7 مجموعات موزعة على النحو التالي:

• الاستثمار: بالاعتماد على:

- مؤشر الاستراتيجية الوطنية المتبعة في المجال من خلال تقييم عمق الالتزام من الحكومة الوطنية بالذكاء الاصطناعي، وتحقيقها لالتزاماتها في الاستثمار والإنفاق وإنجاز الاستراتيجيات الوطنية (16 مؤشر)،
- مؤشر حول عالم الأعمال بالتركيز على مستوى نشاط الشركات الناشئة، ومبادرات الاستثمار والأعمال القائمة على الذكاء الاصطناعي (16 مؤشر)،

• الابتكار: يعتمد أساساً على:

- واقع البحث العلمي في المجال من خلال البحوث المتخصصة المنجزة والباحثين المعنيين، وتحديد كمية المنشورات والاستشهادات في المجالات الأكاديمية الموثوقة (17 مؤشر)،
- درجة تطوير هذه التكنولوجيا من خلال المنصات الأساسية والخوارزميات التي تعتمد عليها مشاريع الذكاء الاصطناعي المبتكرة (21 مؤشر)،

• التنفيذ: قياس قدرة البلد على تنفيذ وإنجاز برامجه من خلال:

- تقييم الموارد البشرية المتوفرة من ذوي المهارات القادرة على توفير حلول الذكاء الاصطناعي (49 مؤشر)،
- مدى تطور البنية التحتية بالاعتماد على موثوقية وحجم البنية التحتية للنفاد، من كهرباء وإنترنت، وقدرات الحوسبة الفائقة (10 مؤشرات)،
- تقييم المحيط العملي بالبلد من خلال الإطار التنظيمي المعني بالمجال، والرأي العام المحيط بالذكاء الاصطناعي (14 مؤشر).

وحيث أن تطوير مؤشرات تطور الذكاء الاصطناعي على مختلف المستويات يستدعي تحديد المجال الذي تغطيه هذه المصطلحات، قام في مايو 2019 مجلس منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي OECD، باعتماد مبادئ بشأن الذكاء الاصطناعي اقترحها فريق خبراء الذكاء الاصطناعي للمنظمة (AIGO). وتم الاتفاق على المفهوم التالي لمصطلح الذكاء الاصطناعي: نظم الذكاء الاصطناعي هي "نظم قائمة على الآلة بإمكانها، بالنظر لمجموعة معينة من الأهداف البشرية المحددة، وضع تنبؤات أو توصيات أو قرارات تؤثر على بيئات حقيقية أو افتراضية. نظم الذكاء الاصطناعي هي مصممة للعمل بمستويات متفاوتة من الاستقلالية" (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2019).

كما طورت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي OECD مرصد السياسات في الذكاء الاصطناعي [9] تطبيقاً للتوصية بشأن "مبادئ الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي" وهو معيار حكومي دولي بشأن الذكاء الاصطناعي - الذي اعتمده بلدان المنظمة في مايو 2019 والتزمت به مجموعة من الاقتصادات الشريكة لم تضم العديد من البلدان العربية عدا المملكة العربية السعودية.

واعتمد هذا المرصد على تحليل المبادرات المضمنة بالسياسات المنبثقة عن الحكومات وبوبتها حسب المجالات التالية:

• الحوكمة:

سجل هذا الباب 351 مبادرة مبنية إلى 3 عناصر متعلقة أساساً بالاستراتيجيات الوطنية والأجندات والخطط، الهياكل المعنية بالمتابعة والتقييم، الاستشارات الوطنية لدى الأطراف المعنية والخبراء

• الدعم المالي:

يحتوي هذا الباب على 213 مبادرة تم تسجيلها في 8 عناصر تعنى بمشاريع منح موجهة للبحث العلمي العمومي، منح للشركات لدعم البحث والتطوير والابتكار، منح موجهة لمراكز التميز، برامج شراء لتطبيقات الذكاء الاصطناعي والبحث العلمي والابتكار، منح وقروض للدراسات العليا ومهمات دراسية، تمويل رأس المال، دعم تمويلي غير مباشر، برامج تطوير المهارات والتعليم في مجال الذكاء الاصطناعي

• عوامل التمكين في الذكاء الاصطناعي والحوافز الأخرى:

تضمن هذا الباب 261 مبادرة مبنية حسب 6 عناصر وهي: حملات توعية عامة حول الذكاء الاصطناعي، النفاذ للبيانات وتقاسمها، الحوسبة الموجهة للذكاء الاصطناعي والبنية التحتية للبحث العلمي، التواصل والتعاون، منصات نقل وتبادل المعرفة وخدمات استشارية موجهة للمؤسسات، تنظيم تحديات في العلوم والابتكار وجوائز تحفيزية

● التوجيه والتنظيم:

تم تسجيل 209 مبادرة في هذا الباب تتمحور حسب 4 عناصر تخص اللوائح التنظيمية الناشئة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، والرقابة والمتابعة التنظيمية والمشورة بخصوص الأخلاقيات، وتنظيم وتحفيز تنقل اليد العاملة، والمعايير والاعتمادات من أجل الانخراط في تطوير التكنولوجيا

3.2. مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي على المستوى العالمي:

تساهم التطورات في مجال الذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل الاقتصادات، مع وعود بتوليد مكاسب في الإنتاجية وتحسين الكفاءة وخفض التكاليف. وبالتالي تساهم هذه التطورات في تحسين حياة الإنسان وتساعده على التنبؤ بشكل أفضل واتخاذ قرارات أكثر استنارة. غير أن هذه التكنولوجيات لا تزال في مراحلها الأولى، ولا يزال هناك العديد من الوعود لم تتحقق بعد في طريق التصدي للتحديات العالمية وتعزيز الابتكار والنمو.

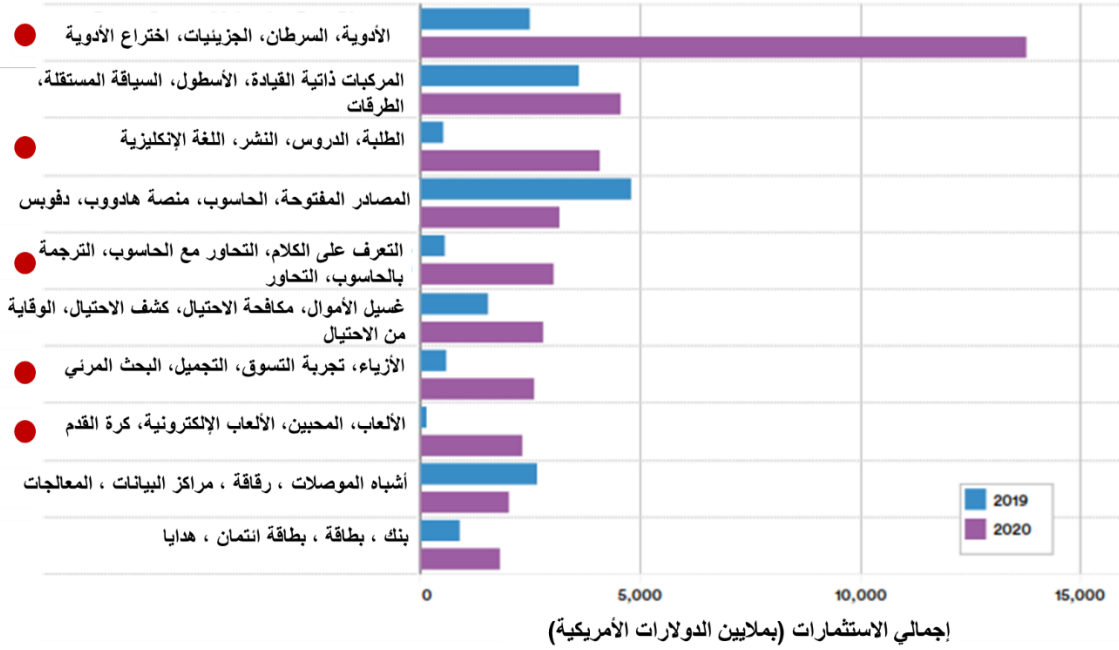
يبقى مدى تحقيق الوعود مختلف بين الشركات والمجالات الصناعية ورهن الاستثمارات التي يمكن إنجازها في مجالات تكميلية مثل البيانات، والمهارات، ورقمنة سير العمل، والقدرة على تكيف العمليات التنظيمية.

تعتبر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تكنولوجيا ناشئة ذات أغراض عامة تنطبق على جل المجالات وتساهم في خفض تكلفة التنبؤ وتحقيق اتخاذ قرارات بصفة أفضل وأسرع. وتناغما مع هذا المعطى تسارعت الاستثمارات الخاصة في الشركات الناشئة في الذكاء الاصطناعي منذ عام 2016، حيث تضاعفت من عام 2016 إلى عام 2017 لتصل إلى 16 مليار دولار أمريكي [10]. وقد جذبت الشركات الناشئة في الذكاء الاصطناعي 12% من استثمارات القطاع الخاص في جميع أنحاء العالم في النصف الأول من عام 2018، بزيادة كبيرة مقارنة بعام 2011 حيث كانت تمثل 3% فقط. ومن المتوقع أن يواصل الاستثمار في تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي اتجاهه التصاعدي مع نضوج هذه التكنولوجيات.

وتفيد المعطيات الواردة بالتقرير السنوي لمؤشر الذكاء الاصطناعي لسنة 2021، أن الاستثمارات الخاصة في مجال الذكاء الاصطناعي لسنة 2020 تطورت أكثر من 3 اضعاف في 5 قطاعات (مبينة بنقطة حمراء) مقارنة بسنة 2019. ويبين الشكل عدد 1 كيفية هذه التطورات:

إجمالي الاستثمار الخاص في الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات 2019/2020

Source: CapiQ, Crunchbase, and NetBase Quid, 2020 | Chart: 2021 AI Index Report

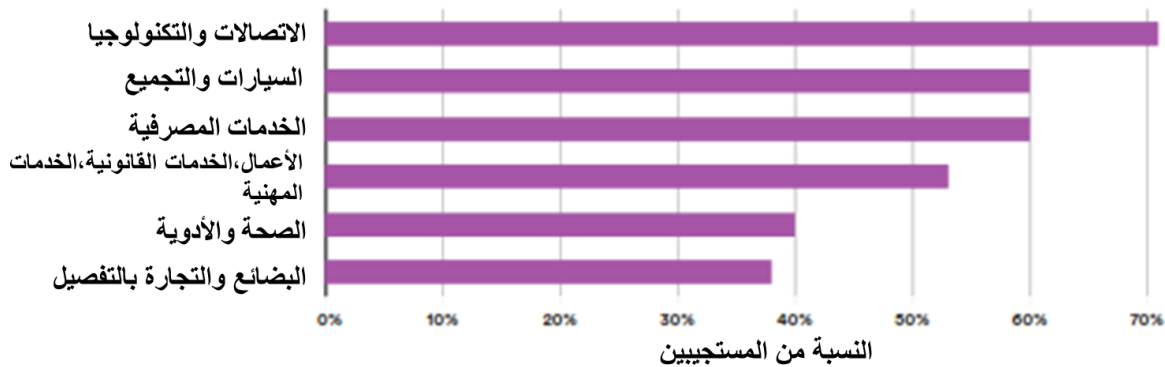


الشكل عدد 1: تطور إجمالي الاستثمارات الخاصة في الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات بين سنتي 2019 و2020

كما يفيد نفس التقرير أن درجة الاعتماد على الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الاقتصادية متفاوت بحسب القطاعات، غير أن التوجهات التي تم تسجيلها سنة 2019 لم تتغير سنة 2020 حيث استأثرت قطاعات الاتصالات والتكنولوجيات، السيارات والتجميع، الخدمات المصرفية، بأكثر نسبة اعتماد واستيطان لهذه التكنولوجيات فاقت 50% (انظر الشكل عدد 2).

درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات لسنة 2020

Source: McKinsey & Company, 2020 | Chart: 2021 AI Index Report



الشكل عدد 2: درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات لسنة 2020

أما بخصوص اعتماد الذكاء الاصطناعي داخل المؤسسات حسب القطاعات، تفيد المعطيات أن هناك تفاوت ملحوظ داخل نفس المؤسسة بحسب المجال الوظيفي المعني. وتستأثر وظيفتنا تطوير المنتج أو

الخدمة وخدمة العمليات بالحيز الأكبر في درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي في كل القطاعات، في حين يتفاوت ذلك داخل القطاعات باعتبار خصوصياتها وطبيعة الوظيفة المعنية (انظر الشكل عدد 3).

درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات والوظائف لسنة 2020

Source: McKinsey & Company, 2020 | Chart: 2021 AI Index Report

الوظيفة / القطاع	إدارة الإمدادات	الاستراتيجية والمالية	خدمة العملاء	الاخطار	تطوير المنتج أو الخدمات	البيع والتسويق	الصناعات المعلمية	الموارد البشرية
كل القطاعات	9%	7%	21%	10%	21%	15%	12%	8%
السيارات والتجميع	18%	8%	16%	2%	21%	10%	29%	13%
الأعمال، الخدمات القانونية، الخدمات المهنية	9%	10%	20%	13%	21%	16%	9%	13%
البضائع والتجارة بالتفصيل	10%	2%	10%	3%	14%	20%	19%	1%
الخدمات المصرفية	2%	7%	34%	32%	15%	21%	5%	5%
الصحة والأدوية	6%	2%	11%	4%	15%	16%	12%	3%
الاتصالات والتكنولوجيا	12%	9%	39%	14%	37%	26%	11%	14%

النسبة من المستجيبين

الشكل عدد 3: درجة اعتماد الذكاء الاصطناعي حسب القطاعات والوظائف لسنة 2020

استنادا إلى مرصد الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الاقتصاد OECD [9]، فإن المجالات التي تم تخصيصها بسياسات معلنة لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي بها هي كما يبينه الشكل عدد 4 أين العدد يمثل عدد السياسات المعلنة عالميا في المجال.

الفلحة	9	التشغيل	28	الحكومة العمومية	37
المنافسة	28	المحيط	9	العلوم والتكنولوجيا	60
حوكمة الشركات	24	المال والتأمين	6	الرعاية الاجتماعية	50
التنمية	16	الصحة	27	الجباية	2
الاقتصاد الرقمي	56	الصناعة والمبادرة	47	التجارة	17
الاقتصاد	17	الابتكار	48	النقل	14
التعليم	51	الاستثمار	33		

الشكل عدد 4: مجالات تطبيقات الذكاء الاصطناعي المعلنة بالسياسات

ويستنتج من الشكل عدد 4 أن أهم المجالات التي استقطبت اهتمام البلدان في سياساتها تجاه تطبيقات الذكاء الاصطناعي هي بالترتيب التنازلي: العلوم والتكنولوجيا، الاقتصاد الرقمي، التعليم، الرعاية الاجتماعية، الابتكار، الصناعة والمبادرة.

ومن بين المجالات التي لم يسجل المرصد سياسات معلنة بخصوصها، مجال الثقافة والفنون [11] بالرغم من أن هذه الأنشطة معنية تماما بالتطورات الحاصلة في الذكاء الاصطناعي سواء كان ذلك بخصوص ما توفره هذه التكنولوجيات من مساندة للمبدع بما يعبر عنه بالتعزيز عبر الذكاء الاصطناعي « augmented artist »، وفي بعض الأحيان طاقة إبداعية في الموسيقى مثلا أو الرسم أو الكتابة أو الترجمة، وما يتبع ذلك من إشكاليات بخصوص حقوق التأليف والحقوق المجاورة.

كما قام الاتحاد العالمي للاتصالات بإدراج الذكاء الاصطناعي ضمن مجالات اهتمامه وبالخصوص من خلال مبادرته « AI for Good » [12] ، التي تلتئم سنويا في شكل منبر محايد للحوار الدولي يهدف إلى بناء فهم مشترك لقدرات تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي الناشئة. وتتمثل أهداف هذا المنبر في: تحديد التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي، دعم الحلول التي لها تأثير عالمي، تسريع وتيرة التقدم نحو تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة 17.

بالاعتماد على تقرير Deloitte لسنة 2021 [13] بخصوص أهم التوجهات المستقبلية المنتظرة بخصوص الذكاء الاصطناعي يستشرف بروز 3 تطورات من شأنها أن تطبع الخيارات على مستوى المؤسسات:

- **التحول إلى منطق صناعة الذكاء الاصطناعي Industrialized AI:**
مع نضوج الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، لا بد من جرعة قوية من الهندسة والانضباط العمليتي حتى تتمكن المؤسسات الأخذ بكل مزايا هذه التكنولوجيات على درب التحول في منهج الأعمال ومزيد تطوير قدراتها التنافسية
- **ثورة جهاز البيانات: تغذية الجهاز Machine Data revolution Feeding the Machine :**
عدد متزايد من المؤسسات الرائدة في مجال الذكاء الاصطناعي أدركت أن نماذج البيانات القديمة والبنية التحتية — كلها مصممة لدعم صنع القرار من قبل البشر، وليس من قبل الآلات، وهو ما يمكن أن يكون عائقا أمام نجاح التعلم الآلي. تنتج هذه المؤسسات إلى اعتماد تكنولوجيات جديدة بما في ذلك نماذج متطورة لالتقاط البيانات وتحليلها لإيجاد تواصل مع البيانات العشوائية، وجيل جديد من مخازن البيانات السحابية لدعم النمذجة المعقدة والمرور إلى عصر جديد، حيث الآلات لن تساعد الإنسان في أخذ القرار فقط، ولكن اتخاذ قرارات في الوقت الحقيقي وعلى نطاق واسع وهو ما لا يقدر عليه البشر.

- **صفر ثقة:** لا تثق أبدا، تحقق دائما **Zero Trust Never trust, always verify** : لم يعد هناك محيط محدد، يكون داخله كل مستخدم، عمل، جهاز، وشبكة موثوق به بطبيعته. في بنية الثقة صفر، كل طلب للنفاد يجب التحقق من صحته استنادا إلى جميع البيانات المتاحة بما في ذلك هوية المستخدم والجهاز والموقع والمتغيرات الأخرى التي توفر سياق لكل طلب اتصال بما يسمح بقرارات أكثر دقة وقائمة على المخاطر.

كما تفيد نفس الاستطلاعات أن من مخلفات تفشي وباء فيروس الكوفيد على المؤسسات التي تعتمد بصفة متطورة على نماذج الذكاء الاصطناعي، تدني مستوى أداء منظوماتها لعدم تأقلمها مع الواقع الجديد الذي أنتجته الجائحة.

بالرجوع إلى التقرير السنوي لمؤشر الذكاء الاصطناعي لعام 2021 AI Index Report [4]، نلاحظ أن أهم التطورات التكنولوجية التي تم تسجيلها في مجال الذكاء الاصطناعي تخص:

- **التوليد لكل شيء Generative everything:** أصبح بإمكان أنظمة الذكاء الاصطناعي الآن إنشاء نص وصوت وصور على مستوى عال بما فيه الكفاية إلى درجة أن الإنسان باتت لديه صعوبة في إيجاد الفرق بين النواتج الاصطناعية وغير الاصطناعية. هذا المعطى الجديد سيدفع الباحثين للاستثمار في تقنيات للكشف عن النماذج المولدة؛ وتشير بيانات تحدي الكشف عن DeepFake إلى مدى جودة تمكن الحواسيب من التمييز بين المخرجات المختلفة.

- **الارتقاء إلى تصنيع الرؤية بالحاسوب The industrialization of computer vision :**

شهدت تطبيقات الرؤية بالحاسوب تقدما هائلا في العقد الماضي، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى استخدام تقنيات التعلم الآلي (التعلم العميق على وجه التحديد). وفي الوقت نفسه، تستثمر الشركات كميات كبيرة بشكل متزايد من الموارد الحاسوبية لتدريب أنظمة الرؤية بالحاسوب بمعدل أسرع من أي وقت مضى.

- **معالجة اللغة الطبيعية (NLP) تتفوق على مقاييس التقييم الخاصة بها:** أنتج التقدم السريع في البرمجة اللغوية عن طريق الذكاء الاصطناعي أنظمة ذات قدرات لغوية محسنة بشكل ملحوظ بدأ لها تأثير اقتصادي ذي مغزى في العالم. وقد بات التقدم المحرز في هذا النوع من التطبيقات سريعا لدرجة أن التقدم التقني قد بدأ يتجاوز المعايير المعتمدة لاختبارها.

- **التعلم الآلي يغير الواقع في مجالي الرعاية الصحية والبيولوجيا:** تغير المشهد بصفة كلية في مجال الرعاية الصحية والصناعات البيولوجية بشكل كبير جراء اعتماد التعلم الآلي. استخدم العلماء نماذج التعلم الآلي لتعلم تمثيل الجزيئات الكيميائية لمزيد من الفعالية في تخطيط التركيب الكيميائي.

3.3. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي على المستوى العربي:

يفيد تقرير مكتب PWC [14] بخصوص تطورات الذكاء الاصطناعي بمنطقة الشرق الأوسط أن هذا الأخير قد يمثل 320 مليار أمريكي في اقتصاد المنطقة بحلول سنة 2030 أي ما يعادل 11% من الناتج المحلي الإجمالي. ومن المرجح أن يكون أكبر المنتفعين من الذكاء الاصطناعي على مستوى البلدان العربية: الإمارات العربية المتحدة (مساهمة تصل إلى 96 مليار دولار أي 13.6% من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2030) والمملكة العربية السعودية (135.2 مليار دولار أي 12.4% من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2030) وجمهورية مصر العربية (42.7 مليار دولار أي ما يعادل 7.7% من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2030) والمجموعة المتكونة من سلطنة عمان والكويت وقطر والبحرين (45.9 مليار دولار أي ما يعادل 8.2% من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2030).

ويفيد مؤشر جاهزية الحكومات في الذكاء الاصطناعي Government AI Readiness Index لسنة 2020 الذي يشمل أكثر عدد من البلدان أن أول البلدان العربية ترتيباً ضمن المجموعة الدولية هي دولة الإمارات العربية المتحدة حيث احتلت المرتبة 16 عالمياً، تليها دولة قطر في المرتبة 37 دولياً، ثم المملكة العربية السعودية في المرتبة 38. ويبين الشكل عدد 5 الترتيب الدولي والعربي لـ 19 دولة عربية التي شملها المؤشر باعتبار المؤشر الإجمالي و10 مؤشرات فرعية التي تضمنها المقياس:

البلد	المؤشر الإجمالي		الحكومة										قطاع ت.م.اتصال				البيانات والبنية				
	دولياً	عربياً	الزوية		حوكمة		رقمية		التكيف		الجموع		الابتكار		الموارد البشرية		البيانات		التتميل		
	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	عدد	رتبة	
الإمارات	16	1	100	1	63,31	2	88,25	1	78,58	1	30,99	1	63,7	1	60,95	1	88,86	1	78,01	1	81,44
قطر	37	2	0	4	62,73	3	80,79	2	68,32	2	18,03	2	53,61	2	41,74	2	83,8	2	74,49	2	80,46
السعودية	38	3	0	4	63,35	1	72,68	3	67,92	3	23,46	4	52,31	3	57,91	2	80,77	4	69,78	4	68,83
البحرين	43	4	0	4	55,26	6	72,37	4	61,96	4	27,84	2	50,18	4	33,36	14	82,27	3	74,35	3	82,53
عمان	48	5	0	4	62,38	4	64,03	6	61,65	5	14,53	11	44,26	6	45,54	4	73,58	6	69,48	6	80,46
الكويت	54	6	0	4	51,12	7	65,09	5	48,92	7	26,93	3	39,51	8	35,55	13	76,34	5	71,35	4	81,94
مصر	56	7	100	1	56,5	5	48,61	7	48,5	8	17,08	9	39,14	9	50,53	3	37,39	12	57,49	10	48,9
تونس	69	8	50	3	47,5	8	39,58	10	42,44	11	20,95	5	38,83	10	42,5	8	44,11	9	61,55	7	56,88
الأردن	79	9	0	4	39,35	11	46,56	11	54,81	9	15,74	6	45,86	5	47,7	5	45,06	8	62,44	8	53,49
المغرب	99	10	0	4	46,31	9	47,07	8	48,04	9	17,56	7	41,07	7	23,79	19	45,53	7	62,15	9	31,64
لبنان	101	11	0	4	37,85	12	27,86	12	32,59	17	32,59	8	37,93	12	41,82	9	36,22	13	56,72	11	59,55
العراق	116	12	0	4	28,85	16	36,82	11	32,48	14	9,03	13	31,25	15	38,76	11	39,61	10	52,39	12	60,23
الجزائر	118	13	0	4	40,03	10	31,3	10	44,69	14	3,67	18	33,09	13	35,95	12	37,92	11	51,66	13	51,89
جيبوتي	134	14	0	4	24,12	17	33,45	13	40,33	12	13,12	12	37,96	11	43,43	7	33,92	14	31,41	16	45,8
موريتانيا	149	15	0	4	32,77	14	28,17	14	26,33	16	6,49	15	28,81	17	43,99	6	32,27	15	42,19	14	45,55
القمور	153	16	0	4	34,34	13	28,95	13	28,09	15	8,87	16	31,58	14	27,08	17	30,47	16	26,16	19	55,62
السودان	158	17	0	4	16,31	18	35,03	12	28,29	15	2,66	19	30,96	16	31,25	15	28,43	17	40,96	15	43,19
سوريا	171	18	0	4	9,6	19	25,26	18	19,24	18	4,63	18	19,79	16	27,64	16	24,34	18	27,6	18	29,39
اليمن	172	19	0	4	29,15	15	29,15	18	13,54	19	3,92	17	17,24	19	27,64	18	29,22	19	28,71	17	29,39

الشكل عدد 5: ترتيب الدول العربية حسب مؤشر Government AI Readiness Index 2020

ويتضح من هذا الترتيب أن المؤشر لم يأخذ بعين الاعتبار وجود استراتيجية معلنه بالنسبة لأربع دول عربية وهي: قطر، السعودية، البحرين والمغرب. كما يبين الترتيب أن العشر بلدان عربية الأولى في الترتيب الإجمالي هي تقريبا تلك المتواجدة ضمن العشر الأوائل على مستوى المؤشرات الفرعية.

هذا واعتماداً على تقرير Tartoise Global AI Index لسنة 2020 الذي يعتبر من أولى المؤشرات المرجعية للدول على مستوى الاستثمار والابتكار وتطبيق الذكاء الاصطناعي ويضم 62 دولة التي

وضعت استراتيجية وسياسات بخصوص تطوير الذكاء الاصطناعي الذي خص بالدرس 7 من الدول العربية التي نشرت سياسات في المجال، فإن الشكل عدد 6 يقدم الترتيب الدولي والعربي للسبعة دول عربية التي شملها المؤشر باعتبار المؤشر الإجمالي و 7 مؤشرات فرعية.

البلد	المؤشر الإجمالي		المؤشر الفرعي حول الاستثمار		المؤشر الفرعي حول الابتكار		المؤشر الفرعي حول التنفيذ										
	عربيا	دوليا	الاستراتيجية		عالم الأعمال		البحث العلمي		التكنولوجيا								
			عربيا	دوليا	عربيا	دوليا	عربيا	دوليا	المحيط العملياتي	البنية التحتية	الموارد البشرية						
السعودية	20	1	2	2	5	58	14	1	2	24	2	47	2	25	3	2	1
الإمارات	33	2	1	1	26	26	47	1	1	14	3	50	1	23	46	1	3
قطر	45	3	3	34	62	62	57	5	62	27	7	62	5	60	26	3	2
البحرين	52	4	4	43	2	55	53	4	53	39	5	57	5	60	49	4	5
تونس	55	5	5	49	4	57	59	7	59	54	1	45	5	60	51	6	6
المغرب	56	6	7	57	6	60	51	3	51	52	4	56	4	59	48	5	4
مصر	60	7	6	54	3	56	56	5	56	60	7	60	3	47	60	7	7

الشكل عدد 6: ترتيب الدول العربية حسب مؤشر Global AI Index 2020

استنادا إلى مرصد الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الاقتصاد OECD [9] بخصوص السياسات المعلنة للذكاء الاصطناعي وإلى بعض المعطيات المستقاة من مواقع الواب الرسمية للبلدان العربية التي لم تدرج بهذا المرصد (قطر، تونس، البحرين)، يلخص الشكل عدد 7 جملة من المبادرات الحكومية مبنية حسب المجالات التي اعتمدها المرصد لتقويم هذه السياسات.

العنصر / الدولة	السعودية	الإمارات	قطر	البحرين	تونس	المغرب	مصر
الحكومة	2	2	2				3
	1	1				1	2
	2	1					6
الدعم المالي					1	1	
		1			1		
		1					1
					1		
					1		
عوامل التمكين في الذكاء الاصطناعي والحوافز الأخرى	1	1	1	1	1	1	1
	2						1
	1		1				1
		4				1	4
التوجيه والتنظيم				1	1		
			1				1
			1				1

الشكل عدد 7: عناصر السياسات المعلنة للذكاء الاصطناعي بمرصد الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الاقتصاد لسنة 2020

كذلك يفيد مرصد الذكاء الاصطناعي لمنظمة التعاون والتنمية في الاقتصاد OECD [9] انه سجل اختلافا من بلد إلى آخر بخصوص درجة اهتمام الدول العربية بالمجالات العشرين التي تم تخصيصها بسياسات معلنة لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على المستوى العالمي (انظر الشكل عدد 8).

كما يبين الشكل المذكور أن مجالي الصحة والتعليم هما المجالان الوحيدان اللذان استأثرا بمشاريع من قبل كل البلدان المذكورة، يليهما مجال الحوكمة، ثم العلوم والتكنولوجيا، ثم الاقتصاد الرقمي والفلاحة والابتكار. كما يمكن الملاحظة أنه لم تسجل أي مبادرة من أي بلد عربي بخصوص تطوير استعمالات الذكاء الاصطناعي في مجال الجباية والحال أنه يمثل من المجالات التي لها قابلية وجاهزية كبرى لمثل هذه التطبيقات.

المجال / الدولة	السعودية	الإمارات	قطر	البحرين	تونس	المغرب	مصر
الحكومة العمومية	X	X	X	X			X
التشغيل	X		X				
الفلاحة				X	X	X	X
العلوم والتكنولوجيا	X	X	X		X		X
المحيط		X				X	X
المنافسة	X			X			
الرعاية الاجتماعية	X						
المال والتأمين				X	X	X	X
حوكمة الشركات	X						
الجباية							
الصحة	X	X	X	X	X	X	X
التنمية	X						
التجارة				X		X	
الصناعة والمبادرة			X		X	X	X
الاقتصاد الرقمي	X		X		X	X	X
النقل		X		X		X	
الابتكار	X		X	X			X
الاقتصاد							X
الاستثمار	X		X		X		
التعليم	X	X	X	X	X	X	X

الشكل عدد 8: المجالات التي تضم مشاريع ذكاء اصطناعي أقرتها الدول المعنية

4. الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي

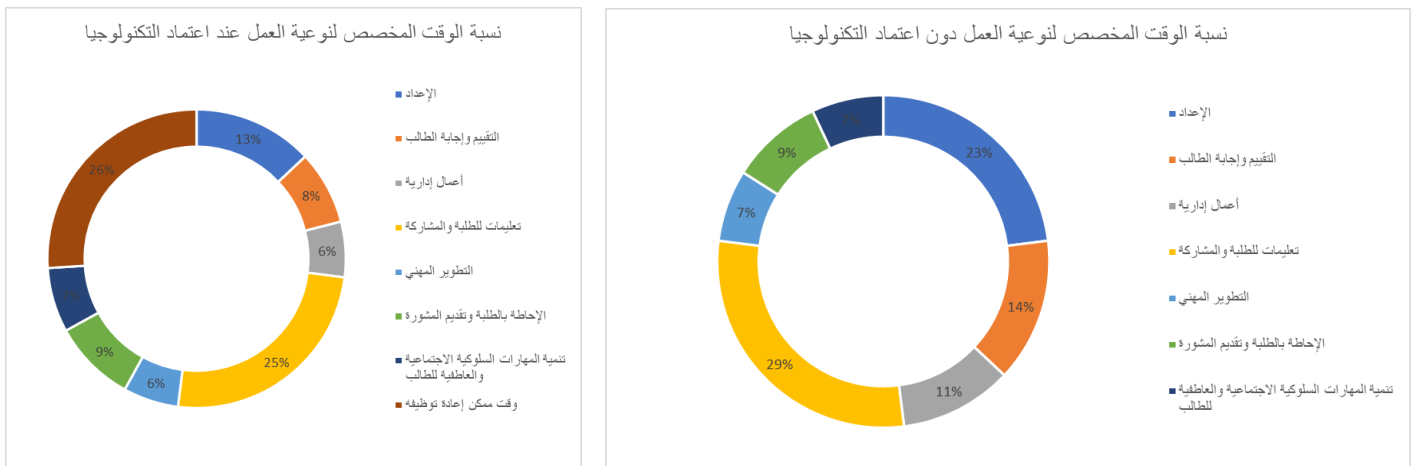
تفيد الاستطلاعات بخصوص تطور استعمالات الذكاء الاصطناعي بأن الجيل القادم من الإنسانية سيعيش حتما في مجتمع يتواجد فيه الإنسان إلى جانب منظومات للذكاء الاصطناعي في العديد من المجالات، بما يستدعي إعادة تصور لمناهج التكوين والتعليم لإعداد هذا الجيل على مستوى الكفاءات التي يتطلبها مثل هذا التعايش، وعلى مستوى المهارات والقدرات التي تأهله للعمل والإضافة في مهن جديدة لا يمكن استقراءها منذ الآن.

ولعل تسارع بعض المبادرات على المستوى العالمي بخصوص منظومة التكوين الجامعي في مجال الذكاء الاصطناعي خير دليل على القناعة التي تحو العديد من الفاعلين بضرورة التحرك السريع في هذا المجال نذكر منها قرار جامعة MIT بالولايات المتحدة التي تعتبر من أولى الجامعات عالميا في الذكاء الاصطناعي، بالاستثمار بما قيمته واحد مليار دولار أمريكي لإحداث مسار تكوين جامعي متكامل متخصص في الذكاء الاصطناعي. كما قررت فرنسا منذ أشهر أحداث أربعة معاهد للتكوين والبحث الجامعي مختصة في الذكاء الاصطناعي. أما الصين فقد أقرت تدريس المبادئ الأولى للذكاء الاصطناعي ضمن برامج التعليم بالمعاهد الثانوية. كما قامت بعض الشركات الكبرى في المجال التكنولوجي مثل غوغل وميكروسوفت بإنشاء مسارات تكوين في الذكاء الاصطناعي خاصة بها لتوفير العدد الكافي من المختصين في هذا المجال وتمكينها من إنجاز برامجها في الآجال.

وبناء على ذلك، وقبل أن يفترض واضعو السياسات أنه يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحل المشاكل التعليمية، فالمطلوب أبعد من ذلك بكثير، وهو البحث والتقييم للتمييز بين الواقع والمبالغة. من المرجح أن يكون الذكاء الاصطناعي قادرا على لعب دور مفيد، ولكن في الوقت الحاضر نحن ببساطة لا نمتلك ما يكفي من معلومات لمعرفة مدى فائدة هذا التوجه.

كما أفاد مرصد منظمة التعاون والتنمية في المجال الاقتصادي OECD [9] أنه توجد في العالم أكثر من 600 سياسة ومبادرة تتعلق بالذكاء الاصطناعي تخص ما يفوق 60 دولة، والاتحاد الأوروبي، جُلها يتعرض بصفة مباشرة أو غير مباشرة إلى مجال التعليم. ومع ذلك، فباستثناء الهدف الرابع من أهداف التنمية المستدامة SDG4، فإن القليل من المبادرات ركزت على التعلم حول الذكاء الاصطناعي في سياقات K12، وكيف يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي في التعليم (أي "التعلم مع الذكاء الاصطناعي")، أو إعداد المواطنين للعيش في عالم يتأثر بشكل متزايد بالذكاء الاصطناعي (أي "التعلم" للتعاون بين الإنسان والذكاء الاصطناعي).

إضافة إلى الجانب النوعي للتعليم الذي يمكن أن تساهم تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي في تطويره، فإن استعمال هذه التكنولوجيات يمكن أن يساهم في إعادة توظيف الزمن المهني للمدرس وتوجيهه أكثر لصالح الإحاطة بالطلبة بنسبة 20 إلى 30 بالمائة حسب دراسة قام بها مكتب ماكينساي McKinsey [15] (انظر الشكل عدد 9).



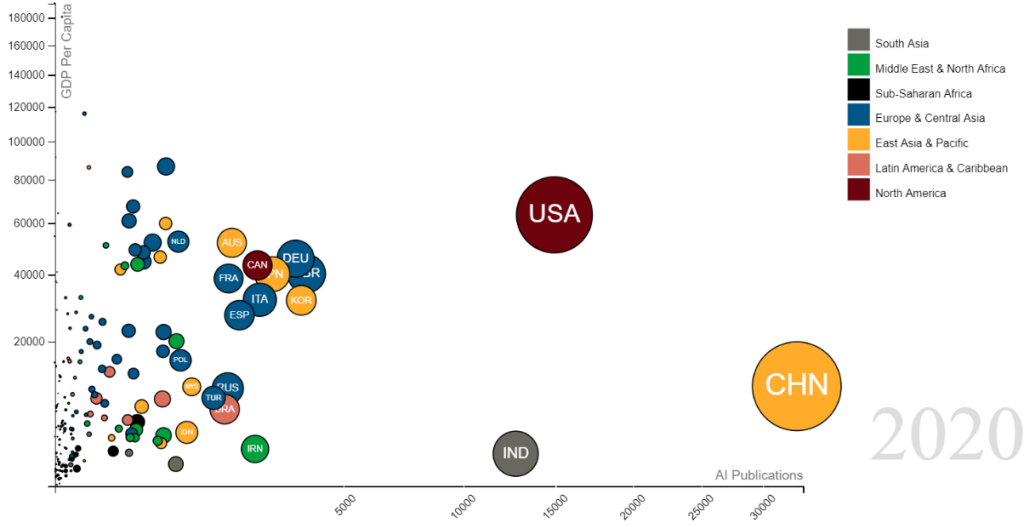
الشكل عدد 9: توزيع وقت المدرس قبل وبعد استعمال التكنولوجيا

لقد تنوعت السياسات الإقليمية ومتعددة الأقطار التي تعالج "الذكاء الاصطناعي والتطورات التعليمية"، وبالرغم من تنوعها يبقى هنالك قاسم مشترك بينها يمكن من تصنيفها حسب المنهج المتبع من ضمن المناهج الثلاث التالية [16]:

- **سياسة مستقلة:** تعنى بمجال الذكاء الاصطناعي والتعليم على غرار تلك المعتمدة من قبل الاتحاد الأوروبي سنة 2018، أو الولايات المتحدة الأمريكية سنة 2016، أو كوريا الجنوبية سنة 2016، أو الصين سنة 2017، أو دولة الإمارات العربية المتحدة سنة 2017، ومالطا سنة 2019.
- **سياسة مدمجة:** في إطار سياسة شاملة تعنى بالتعليم أو بتكنولوجيات المعلومات والاتصال مثل الأرجنتين سنة 2017، وماليزيا سنة 2016،
- **سياسة قطاعية:** تأخذ بعين الاعتبار جانب معين له علاقة بمجال الذكاء الاصطناعي والتعليم مثل مبادرة الاتحاد الأوروبي لسنة 2016 بخصوص اللائحة العامة حول حماية البيانات، أو الإطار الأوروبي للكفاءة الرقمية لسنة 2017، أو مبادرة سنغافورة لسنة 2017 بخصوص تطوير التفكير الحسابي كقدرة وطنية لدى الناشئة، أو مبادرة استونيا لسنة 2012 المتعلقة بإدراج البرمجة والروبوتات في المناهج الدراسية الوطنية بالتعليم قبل المدرسي والابتدائي والمهني 'ProgeTiger' Programme

أما على مستوى البحث العلمي وفي مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي في التعليم، تفيد المعطيات المتوفرة على مستوى مرصد منظمة التعاون والتنمية في المجال الاقتصادي أن أكثر المنشورات العلمية في المجال هي بالترتيب للولايات المتحدة الأمريكية، بلدان الاتحاد الأوروبي، المملكة المتحدة، استراليا، الصين، اندونيسيا، البرازيل، افريقيا الجنوبية، كندا، وماليزيا. أما بخصوص براءات الاختراع المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم فالولايات المتحدة الأمريكية تبقى الأكثر ديناميكية وصاحبة أكبر عدد براءات.

أما بخصوص البحث العلمي في الذكاء الاصطناعي، يفيد مرصد منظمة التعاون والتنمية في المجال الاقتصادي أن الصين أصبحت البلد الأول عالميا في عدد المنشورات العلمية، تليها الولايات المتحدة الأمريكية ثم الهند. أما على مستوى بلدان الاتحاد الأوروبي فإن الريادة فهي لألمانيا والمملكة المتحدة. كما تعتبر إيران والسعودية ومصر أكثر البلدان التي لديها منشورات في الذكاء الاصطناعي في منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا (انظر الشكل عدد 10).

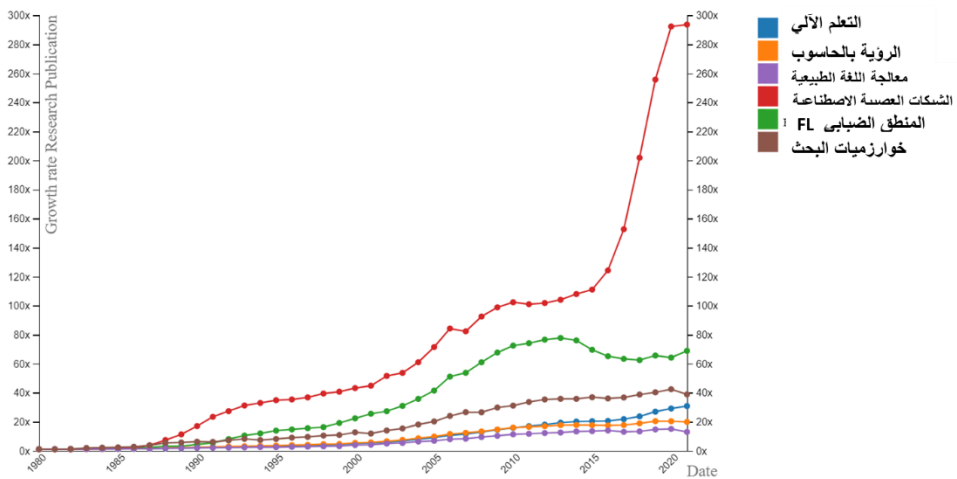


Source: OECD.AI (2021), visualisations powered by JSI using data from Elsevier (Scopus), accessed on 23/9/2021, www.oecd.ai

الشكل عدد 10: حول عدد المنشورات العلمية في الذكاء اصطناعي حسب الدول

كما يفيد نفس المرصد أن أهم المواضيع التي استأثرت باهتمام الباحثين في الذكاء الاصطناعي عبر العالم هي كما يبينه الشكل عدد 11: الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks، المنطق الضبابي Fuzzy Logic و معالجة اللغة الطبيعية Natural Language Processing. ويأتي مجال التعلم الآلي في المرتبة الرابعة.

اتجاهات المواضيع البحثية الفرعية للذكاء الاصطناعي بمرور الوقت



Source: OECD.AI (2021), visualisations powered by JSI using data from MAG, version of 07/06/2021, accessed on 23/9/2021, www.oecd.ai

الشكل عدد 11: تطور اتجاهات المواضيع البحثية الفرعية للذكاء الاصطناعي بمرور الوقت

تبقى انعكاسات الذكاء الاصطناعي على منظومة التعليم والبحث متعددة الأبعاد. وهي تعتمد أساسا إلى الإضافات الممكنة أو المستوجبة بحكم هذه التطورات في:

- منظومة التعليم: من خلال تطوير المناهج التعليمية وتقويمها، تأهيل وتطوير وتقويم إطار التدريس، المنظومات التكنولوجية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي التي يتم توظيفها في مختلف مراحل التعليم: التعلم، وتقييم المكتسبات التعليمية، والإحاطة بالمعلمين، إدارة الموارد والتحكم فيها، تقويم المنظومة،
- منظومة البحث العلمي: من خلال تواجد مؤسسات تعنى بالبحث العلمي في المجال، وآليات تمويل البحث العلمي كما وكيفا، كفاءات علمية لتأطير البحث العلمي، قيمة وعدد المنشورات العلمية في المجال، قيمة وعدد براءات الاختراع في المجال، إدارة وتقويم السياسات في مجال البحث العلمي.

4.1. تطور منظومات التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي

استأثر تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم (AIED) [17] باهتمام العديد من البحوث الأكاديمية منذ أكثر من 30 عاما. وتعلقت هذه البحوث بأساليب التعلم سواء بالفصول الدراسية التقليدية أو في أماكن العمل، من أجل دعم التعليم الرسمي والتعلم مدى الحياة. ومن خصائص هذه التطبيقات انها تجمع مجال الذكاء الاصطناعي الذي هو في حد ذاته متعدد التخصصات، ومجال علوم التعلم (التعليم، علم النفس، علم الأعصاب واللغويات وعلم الاجتماع والأنثروبولوجيا) من ناحية أخرى بهدف تعزيز وتطوير بيئات التعلم التكيفية adaptive وأدوات AIED أخرى مرنة flexible وشاملة inclusive وشخصية personalized وجذابة engaging، وفعالة effective.

وتعتمد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم على مكونين أساسيين: المعرفة حول العالم، والخوارزميات لمعالجة بذكاء تلك المعرفة. هذه المعرفة حول العالم يقع تمثيلها فيما يسمى "النماذج". تحتوي منظومات AIED على ثلاثة نماذج رئيسية (انظر الشكل عدد 12): النموذج البيداغوجي، النموذج للمجال المعرفي، النموذج للمتعلم.



النماذج المعتمدة في منظومات التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي

الشكل عدد 12 [17]

وفقا لتقرير Global Market Insights [18] يقدر مجال صناعة التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي بقيمة مليار دولار أمريكي في عام 2020. وقد أدى تفشي فيروس COVID-19 مؤخرا إلى زيادة الطلب على منصات التعلم عبر الإنترنت في جميع أنحاء العالم. وقد مكن الطلب المتزايد على منصات التعلم عبر الإنترنت الشركات من تطوير حلول تعليمية مبتكرة قائمة على الذكاء الاصطناعي. وقد أثر COVID-19 بشكل إيجابي على تطور الذكاء الاصطناعي في سوق التعليم بسبب التطور المتزايد لمنصات التعلم الإلكتروني التفاعلية.

وينتظر أن يتوسع هذا السوق بمعدل سنوي مركب يزيد عن 40٪ حتى عام 2027. ويعتبر التقرير المذكور أنفاً أن أهم محركات هذا النمو هي:

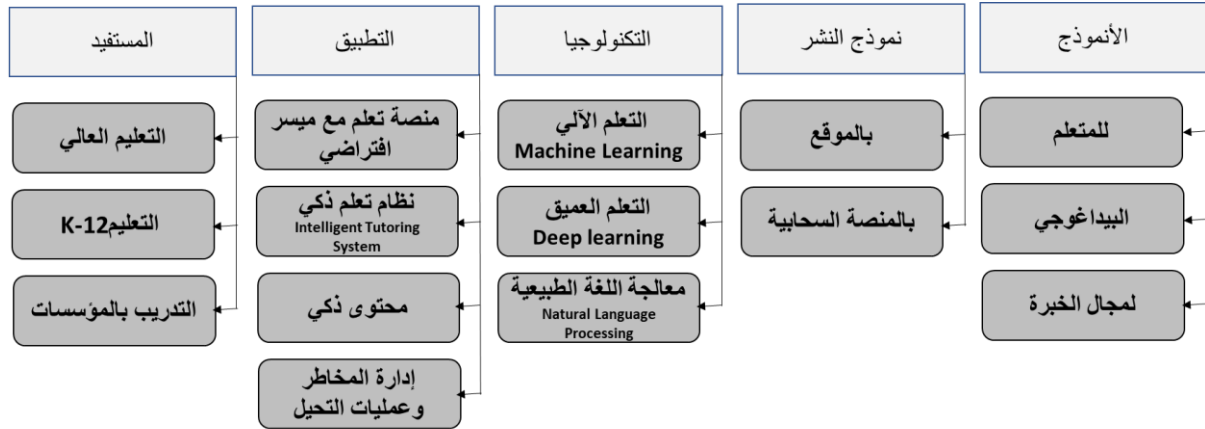
- التطور في الاستثمار في الرأس المال الاستثماري في الذكاء الاصطناعي و التكنولوجيا الموجهة للتعليم EdTech ،
- التنامي الكبير للبيانات الرقمية،
- الإدماج المتزايد لنظم التدريب الذكية ITS في عملية التعلم،
- التطور الكمي والنوعي للشراكة مع مقدمي المحتوى التعليمي،
- تزايد الاعتماد على الخدمات القائمة على البنية التحتية السحابية cloud-based services.

كما يفيد نفس التقرير أن أهم العوائق التي قد تحول دون تحقيق هذا النمو المنتظر هي:

- الإشكاليات المتعلقة بتحقيق سلامة وأمن البيانات،
- محدودية أنظمة التدريب الذكية،
- الافتقار للعدد الكافي من أصحاب المهارات المهنية في المجال،

ومع تطور التكنولوجيات والنماذج المدمجة في أنظمة التعليم المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، يسجل تطور في هيكله المنظومة الاقتصادية المعنية بالمجال، تتعدد فيها الاختصاصات ونوعية

المتدخلين والمستفيدين (انظر الشكل عدد 13) بحيث يختص البعض دون الآخر في بعض التخصصات من ضمن الخمس المذكورة وضمنها في بعض المكونات حسب السوق المستهدفة.



هيكل المتدخلين في سوق التعليم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي

الشكل عدد 13 [18] المصدر Global Market Insights

يرتبط تطور تطبيقات AIED ارتباطا وثيقا بالتطورات المستقبلية للذكاء الاصطناعي. فالاستهلاك المتزايد لتقنيات الذكاء الاصطناعي يجلب معه زيادة هائلة في عدد الأشخاص الذين يهتمون بتطوير الذكاء الاصطناعي. واعتبارا إلى أن وتيرة الابتكار والتنمية في العالم هي حاليا في أسرع معدل لها من أي وقت مضى إضافة إلى الشعبية الحالية لمجال الذكاء الاصطناعي، فإنه من المنتظر أن يكون الابتكار في AIED هو محور الاهتمام لعدد متزايد من الهياكل والمنظمات والمؤسسات والشركات سواء كانت حكومية أو غير حكومية، دولية أو وطنية.

4.2. الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي في منظور المنظمات الأممية والدولية

عبرت منظمة اليونسكو التزامها بدعم الدول الأعضاء لتسخير إمكانات تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحقيق "أجندة التعليم 2030 [19] واعتبرت الدمج المنهجي للذكاء الاصطناعي في التعليم إحدى أهم السبل لتعزيز القدرة على مواجهة بعض أكبر التحديات في التعليم اليوم، وابتكار ممارسات التعليم والتعلم، بهدف تعزيز القدرات البشرية وحماية حقوق الإنسان من أجل التعاون الفعال بين الإنسان والآلة في الحياة والتعلم والعمل.

وتعول اليونسكو على تفعيل دور الذكاء الاصطناعي في معالجة أوجه عدم المساواة الحالية فيما يتعلق بالحصول على المعرفة والبحث وضمان عدم قيام الذكاء الاصطناعي بتوسيع الفجوات التكنولوجية داخل البلدان وفيما بينها، معتبرة الوعد بـ "الذكاء الاصطناعي للجميع" أداة لتمكين الجميع من الاستفادة من الثورة التكنولوجية الجارية والوصول إلى ثمارها، لا سيما من حيث الابتكار والمعرفة.

وقد قدم اجتماع بكين بخصوص "الذكاء الاصطناعي والتعليم" الذي انتظم بمبادرة من اليونسكو سنة 2019 [16]، أول وثيقة بها إرشادات وتوصيات حول أفضل السبل التي يمكن أن تستجيب بها الدول

الأعضاء للفرص والتحديات التي يطرحها الذكاء الاصطناعي لتسريع التقدم نحو تحقيق الهدف 4 من أهداف التنمية المستدامة. وأكد اجتماع بكين مجدداً على النهج الإنساني في نشر تقنيات الذكاء الاصطناعي في التعليم لزيادة الذكاء البشري وحماية حقوق الإنسان وتعزيز التنمية المستدامة من خلال التعاون الفعال بين الإنسان والآلة في الحياة والتعلم والعمل.

وحددت الوثيقة الآليات المتبعة بشأن الذكاء الاصطناعي في التعليم إلى خمس مجالات:

1. الذكاء الاصطناعي لإدارة التعليم وتقديمه؛
2. الذكاء الاصطناعي لتمكين التدريس والمعلمين؛
3. الذكاء الاصطناعي لتقييم التعلم والتعليم؛
4. تنمية القيم والمهارات اللازمة للحياة والعمل في عصر الذكاء الاصطناعي؛
5. الذكاء الاصطناعي لتقديم فرص التعلم مدى الحياة للجميع.

كما قدم اجتماع بكين توصيات تتوافق مع أربع قضايا متداخلة:

1. تشجيع الاستخدام المنصف والشامل للذكاء الاصطناعي في التعليم؛
2. المساواة بين الجنسين والذكاء الاصطناعي المنصف للمساواة بين الجنسين؛
3. ضمان الاستخدام الأخلاقي والشفاف والقابل للتدقيق في البيانات والبرمجيات التعليمية؛
4. الرصد والتقييم والبحث.

هذا واستناداً إلى تقرير اليونسكو بخصوص الذكاء الاصطناعي والتعليم: إرشادات لوضعي السياسات [20] فإن الكثير مما هو موجود الآن من التجارب في هذا المجال باسم "القائم على الأدلة evidence-based" هو في الغالب يتعلق بكيفية عمل الذكاء الاصطناعي في التعليم من الناحية التقنية، دون السؤال والإجابة بشكل شامل على مسألة ما إذا كانت هناك حاجة للذكاء الاصطناعي في التعليم على الإطلاق [21].

في حين يبدو أن هناك القليل من الشك في أن الذكاء الاصطناعي سيكون له تأثير كبير على تقديم وإدارة الفرص التعليمية، والمحتوى والنتائج، مازلنا غير متأكدين من مدى وقدرة الحلول المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، على تحسين تلك النتائج، وما إذا كان يمكنها مساعدة العلماء والباحثين على فهم أفضل لكيفية حدوث التعلم.

4.3. التجارب العالمية في آليات توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي

ينتظر أن يسجل الذكاء الاصطناعي في سوق التعليم بأمريكا الشمالية معدل نمو سنوي مركب بنسبة 40% حتى عام 2027 [18]، نتيجة لتوفر أموال حكومية ضخمة ووجود عمالقة التكنولوجيا بما في ذلك مايكروسوفت وغوغل و آي بي إم.

مثلت حصة الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم في كندا أكثر من 70% من إيرادات السوق في عام 2020 بسبب التركيز المتزايد على الإدماج لنظام التدريس الذكي (ITS) في عملية التعلم [18]. ويهدف هذا النوع من النظم إلى تمكين التعلم بطريقة فعالة، مما حفز الطلب عليها في السوق. وقد

ساعد التكامل المتزايد لعملية التعلم في ITS في تحسين أساليب تعلم الطلبة، وتقديم دروس مشخصة personalized، وتعليم عالي الجودة.

أما في المملكة المتحدة [18] فمن المتوقع أن يتوسع استعمال تقانات التعلم العميق Deep Learning وهي إحدى التكنولوجيات الواعدة في مجال الذكاء الاصطناعي بحوالي 40% من استعمالات الذكاء الاصطناعي في سوق التعليم إلى حدود عام 2027 حيث يقدم منهجية تعلم تعاونية بين الأساتذة والطلبة وبيئة أوسع مع مهارات قوية في المجال الاجتماعي والعمل ضمن فريق. وتساعد هذه التكنولوجيا في حماية مهنة التدريس ضد التآلية وخصوصا منها المهام الهامة، مثل تطوير المهارات الناعمة لدى الطلبة، وتنقيف التلاميذ، ومساعدتهم على الازدهار كأشخاص، وهي ليست بالمهارات التي يمكن ترسيخها بواسطة روبوت أو خوارزمية.

أما في ألمانيا، فقد شكل التعليم العالي حوالي 50% من حصة الذكاء الاصطناعي في سوق التعليم في عام 2020، بسبب الطلب المتزايد على القوى العاملة المتخصصة في نشر الذكاء الاصطناعي في مختلف المعاهد والصناعات [18]. كما تطورت حاجيات معاهد التعليم العالي في استعمالات الذكاء الاصطناعي لمساعدتها في تطوير نوعية الإحاطة بالطلبة في مجال تقديم توصيات في اختيار دروس الدورة والمساعدة الإدارية وخيارات المسار الوظيفي.

أما في الصين، فمن المتوقع أن يحصل قطاع منصات التعلم والميسرين الافتراضيين على أقصى إيرادات تزيد عن 800 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2027 مدفوعا بالطلب المتزايد على الفصول الدراسية الافتراضية لدى الشركات. ويعتبر اللجوء إلى الفصول الدراسية الافتراضية حلا مثاليا لتزايد الحاجة إلى تدريب فعال للسكان المشتتين جغرافيا بتكلفة معقولة [18]. فهي تساعد المؤسسات على تقديم تجارب تعليمية قيمة للعملة والحرفاء مع تجنب تكاليف السفر والسكن.

هذا وأطلقت الصين في عام 2017 [22] خطة تطوير الجيل الجديد للذكاء الاصطناعي، وهي خطة تعنى أساسا بالتعليم الذكي. تعنى الخطة بكيفية استخدام الذكاء الاصطناعي في:

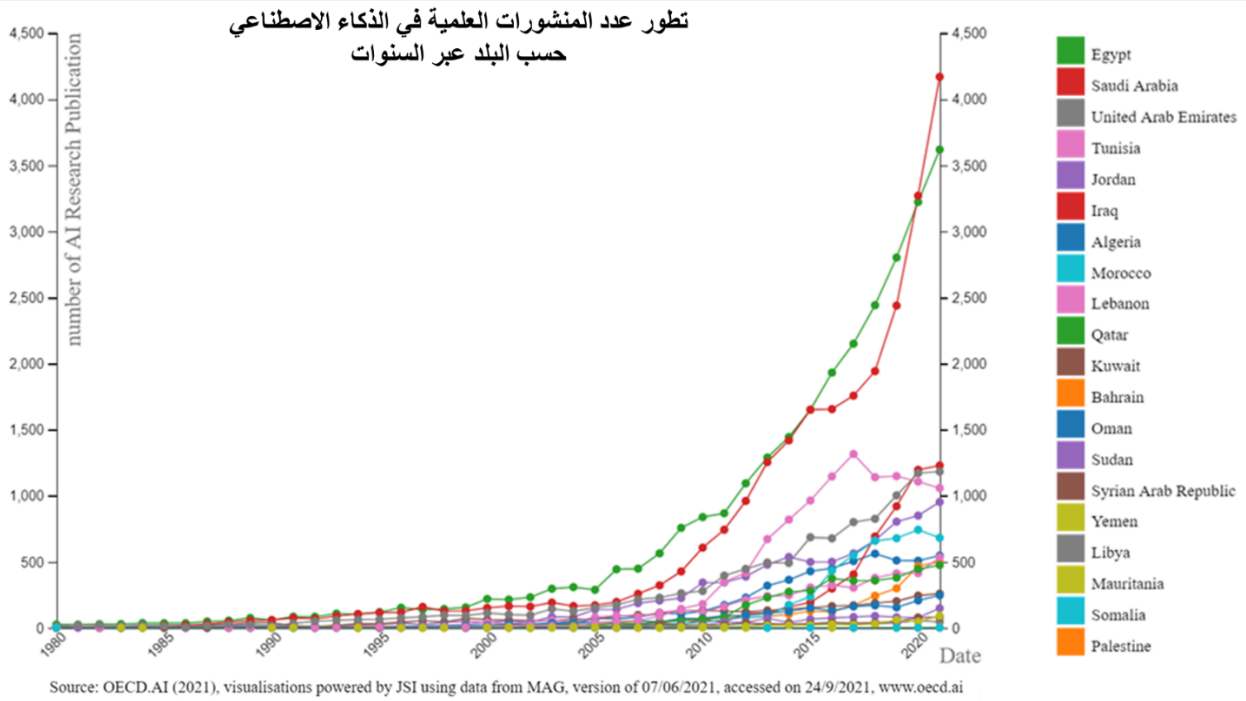
- (1) تطوير نظام تعليمي جديد ينطوي على إصلاح الممارسات التعليمية وتوفير التعليم التفاعلي،
- (2) إنشاء مركب جامعي ذكي وتعزيز استعمالات الذكاء الاصطناعي في التدريس والإدارة واستغلال الموارد،
- (3) وضع منهج تعليمي شامل ثلاثي الأبعاد ومنصة تعليمية عبر الإنترنت ذكية مبنية على البيانات الضخمة،
- (4) تطوير مساعدين افتراضيين يعتمدون على الذكاء الاصطناعي وإنشاء نظام شامل للتحليل التعليمي،
- (5) تهيئة بيئة تعليمية مركزها المتعلم، وتوفير تعليم مخصص لكل متعلم،

4.4. واقع توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي على المستوى العربي

بالرجوع إلى التقارير المتوفرة بخصوص توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي، نلاحظ أن مجال البحث العلمي تم تناوله من طرف العديد من المراسد وتتوفر فيه جملة من البيانات والمؤشرات التي تمكن من الحصول على صورة بخصوص تموقع البلدان بصفة عامة والبلدان العربية خاصة في هذا المجال وبالتحديد فيما يتعلق بالذكاء الاصطناعي.

أما بخصوص واقع الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم دوليا وعربيا فقد لاحظنا شح البيانات والمؤشرات ما عدى تلك الموجهة للمناهج والمسالك في التعليم الجامعي.

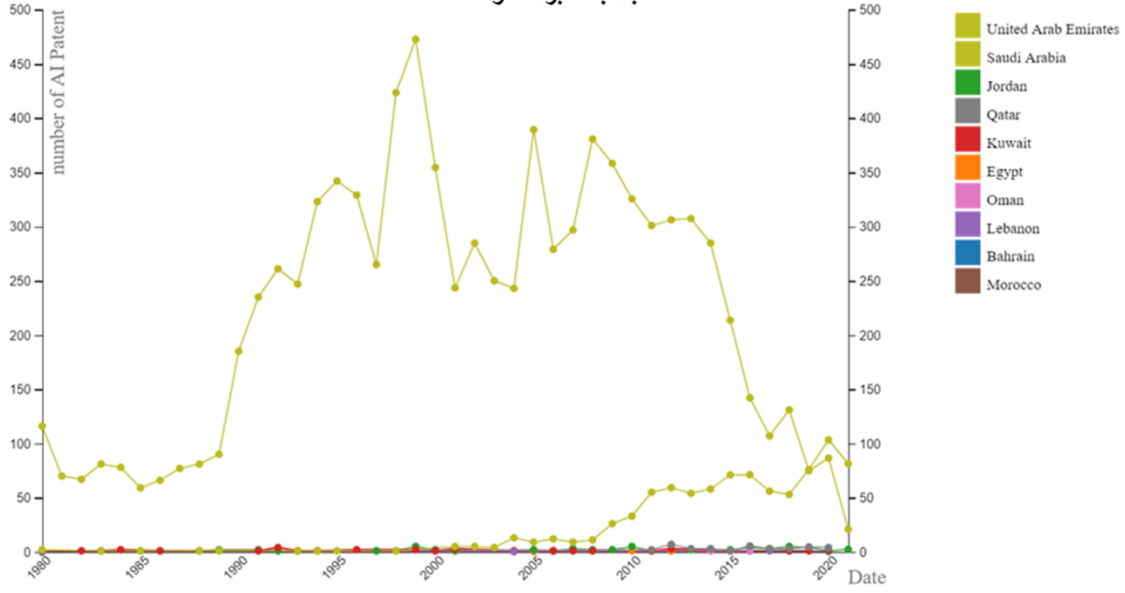
اعتمادا على بيانات مرصد منظمة التعاون والتنمية في المجال الاقتصادي [9]، يفيد الشكل عدد 14، أن الدول المتصدرة للترتيب العربي بخصوص عدد المنشورات العلمية في الذكاء الاصطناعي هي السعودية، ثم مصر.



الشكل عدد 14: تطور عدد المنشورات العلمية في الذكاء الاصطناعي حسب البلد عبر السنوات

أما فيما يخص البراءات المنشورة في مجال الذكاء الاصطناعي، يفيد الشكل عدد 15 المستخرج من بيانات نفس المرصد، أن الإمارات العربية المتحدة تنتصدر البلدان العربية في عدد البراءات عبر السنوات وتليها المملكة العربية السعودية.

تطور عدد البراءات المنشورة في الذكاء الاصطناعي
حسب البلد عبر السنوات



Source: OECD.AI (2021), visualisations powered by JSI using data from MAG, version of 07/06/2021, accessed on 24/9/2021, www.oecd.ai

الشكل عدد 15: تطور عدد البراءات المنشورة في الذكاء الاصطناعي حسب البلد عبر السنوات

وحتى نتمكن من مزيد الإحاطة بما يتوفر لدى البلدان العربية من برامج ومشاريع بخصوص توطيق الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي، نقدم فيما يلي قراءة لاستراتيجيات وخطط الذكاء الاصطناعي التي أقرتها وأعلنتها دول عربية (وعددها 7 دول) في جانبها المتعلق بالتعليم والبحث العلمي وتطوير الموارد البشرية.

4.4.1 الإمارات العربية المتحدة [23]:

في عام 2017، أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة "استراتيجية الإمارات العربية المتحدة للذكاء الاصطناعي 2031". تغطي هذه الخطة تطوير وتطبيق الذكاء الاصطناعي تسعة قطاعات رئيسية، منها قطاع التعليم الذي يؤكد على إمكانات الذكاء الاصطناعي في تقليل التكاليف وتعزيز منظومة التعلم سواء كان ذلك بالنسبة للطلبة في مستوى ما قبل الجامعة k-12 أو في التعليم الجامعي. كما قامت الإمارات بتأسيس "جامعة محمد بن زايد للذكاء الاصطناعي"، أول جامعة للدراسات العليا المتخصصة ببحوث الذكاء الاصطناعي على مستوى العالم. كم توفر العديد من الجامعات الإماراتية مسالك تكوين من مستوى بكالوريوس وماجستير في المعلوماتية والذكاء الاصطناعي بصفة خاصة، إضافة إلى مسالك دكتوراه في مختلف الاختصاصات المتصلة بالذكاء الاصطناعي. كما قامت الإمارات بعدة مبادرات لمزيد دعم التدريب والتكوين في مجال الذكاء الاصطناعي منها:

- تنظيم دورات تكوينية في مجال الذكاء الاصطناعي للموظفين الحكوميين،
- تنظيم مخيمات الصيف والربيع للذكاء الاصطناعي موجه لطلاب المدارس الثانوية،
- وضع برنامج تدريب في الذكاء الاصطناعي لسد الفجوة في المهارات المطلوبة في قطاع التكنولوجيا ودعم الشباب لتمكينهم من مواجهة التحديات المستقبلية في قطاع التكنولوجيا سريع التغير في إطار شراكة مع مؤسسة تكنولوجية خاصة،

4.4.2 المملكة العربية السعودية [24]:

أطلقت السعودية في 2019، الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي "نسدي"، التي تطمح من خلالها إلى لعب دورٍ محوريٍّ في رسم مستقبل البيانات والذكاء الاصطناعي على مستوى المملكة والعالم، سعياً للإسهام في تمكين البرامج والقطاعات الحكومية والخاصة في مختلف المجالات بما يحقق رؤية المملكة 2030. وقد حددت 5 قطاعات ذات أولوية وهي: الحكومة، الصحة، التعليم، الطاقة، والنقل والمواصلات. ومن الأهداف المعلنة والمتصلة بقطاعات التعليم والبحث العلمي:

- العمل على أن تصبح المملكة مورداً مستداماً للكفاءات المحلية والقوى العاملة في مجال البيانات والذكاء الاصطناعي،
- تطور المملكة لتصبح منصة عالمية لأنشطة البحث والابتكار ذات الأولوية في مواضيع البيانات والذكاء الاصطناعي، من خلال زيادة عدد أوراق البحث والابتكار عالية الجودة لتحديد أكثر المبادرات الواعدة والمساهمة في تقدم هذا القطاع على مستوى العالم،

وحددت السعودية الأهداف الكمية التالية:

- تدريب نحو 40% من إجمالي القوى العاملة على المهارات الأساسية لمحو أمية البيانات والذكاء الاصطناعي،
- توفير نحو 15 ألف متخصص في مجال البيانات والذكاء الاصطناعي من القوى العاملة،
- توفير نحو 5 آلاف خبير في مجال البيانات والذكاء الاصطناعي.

4.4.3 جمهورية مصر العربية [25]:

في نوفمبر 2019، أعلنت مصر عن استراتيجية وطنية للذكاء الاصطناعي تعتمد على 4 محاور وهي: الحكومة، التنمية، الموارد البشرية، الأنشطة الدولية. وقد ركز محور التنمية على 7 قطاعات ذات أولوية وهي: الفلاحة والتصريف في المياه والمحيط، الصحة، التخطيط الاقتصادي والتنمية، الصناعة والتصريف الذكي في البنية، معالجة اللغة العربية، المالية والمصارف، التعليم والبحث العلمي كما خصت الاستراتيجية محور الموارد البشرية بـ 3 توجهات كبرى وهي: تطوير درجة الوعي العام بأهمية الذكاء الاصطناعي وإمكانياته، دعم التعليم والتدريب الرسمي في المجال، تعزيز البحث العلمي في الذكاء الاصطناعي. وبدأت العديد من الجامعات المصرية في تعميم تعليم الذكاء الاصطناعي بالمسالك الجامعية التكنولوجية وفي إحداث مسارات تعليمية جامعية عليا في الذكاء الاصطناعي.

كما أقرت الاستراتيجية:

- تنظيم معسكرات تدريب لتعليم لغات برمجة معلوماتية جديدة واستخدامها في المشاريع الصغيرة موجهة إلى عالم الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات،
- مسابقات في الذكاء الاصطناعي: يتنافس فيها الشباب في استخدام الذكاء الاصطناعي في حل بعض المشكلات النابعة من الحياة الحقيقية في مصر،

- برمجة تدريب داخلي في القطاعين العام والخاص لتقييم إمكانات استخدام الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات والمساعدة في إنجازها،
- تقديم أموال صغيرة للطلاب الذين يستهدفون حل المشاكل الصغيرة المطلوبة في مصر باستخدام الذكاء الاصطناعي.

وفي هذا الإطار حددت الحكومة المصرية بعض المؤشرات لتقييم التقدم في هذه المشاريع وهي:

- عدد الطلاب الذين أظهروا موهبة كبيرة في استخدام الذكاء الاصطناعي بطرق مبتكرة،
- النسبة المئوية للطلاب الذين ينتهي بهم الأمر إلى استخدام الذكاء الاصطناعي في جانب واحد على الأقل من عملهم،
- بلوغ نسبة مدرس واحد في الذكاء الاصطناعي لكل 25 طالبا،
- عدد الابتكارات التي ولدها خريجو المدارس الفنية الذين تم تدريبهم على استخدام الذكاء الاصطناعي في وظائفهم،

أقرت الاستراتيجية كذلك جملة من التوجهات بخصوص التعليم الثانوي من خلال إدراج تدريس الذكاء الاصطناعي ضمن مناهج السنوات التحضيرية والسنة الأولى من التعليم الثانوي، باعتماد طريقة ممتعة وتفاعلية. ويمكن أن تغطي هذه الدروس المواضيع التالية: الحواسيب الذكية، التداخيات الاجتماعية للذكاء الاصطناعي، كيفية عمل الذكاء الاصطناعي، الذكاء الاصطناعي المتطور.

كما ضمنت مصر في مبادرتها بخصوص بناء مصر الرقمية برامج لتطوير القدرات العلمية لخريجي الجامعات المصرية في مجالات الذكاء الاصطناعي وأقرت التوجهات التالية:

- زيادة تمويل البحوث في الذكاء الاصطناعي من خلال وكالات التمويل المحلية والدولية،
- تطوير مسار لتمويل البحوث التطبيقية التي تركز على حل بعض المشاكل أو المشاركة في بعض المشاريع الوطنية. يمكن أن تكون هذه المشاريع بالتعاون مع الوزارات أو شركات القطاع العام أو الخاص،
- إنشاء مراكز جديدة للبحوث في الذكاء الاصطناعي، بما يعزز مخرجات البحوث في الذكاء الاصطناعي. إنشاء مراكز تميز في البحث تمتد عبر العديد من الجامعات ويمكن أن تحفز التعاون بين الباحثين.
- توظيف الطلاب المصريين المرشحين في درجة الدكتوراه في الخارج للعودة والانضمام إلى كليات الجامعات المصرية، وإعطاء حوافز لتشجيعها،
- تشجيع بعض الباحثين المصريين المغتربين المشهورين في مجال الذكاء الاصطناعي، على الانضمام إلى مراكز البحوث في الذكاء الاصطناعي في مصر المحدثه، أو قبول مناصب كباحثين زائرين فيها،
- ربط الجامعات أو مراكز البحوث في مصر مع الكيانات الأجنبية المقابلة التي تجري بحثا بشأن السياسات والأنظمة المتصلة بالبيانات في الذكاء الاصطناعي.

4.4.4 دولة قطر [26]:

في أكتوبر 2019، أعلنت قطر عن استراتيجيتها لتسخير الذكاء الاصطناعي لتأمين مستقبل قطر الاقتصادي والاستراتيجي، وفق رؤية "قطر 2030" وذلك لبلوغ هدفين أساسيين هما:

- تنمية القدرة على إنتاج تطبيقات ذكاء اصطناعي عالمية الطراز في المجالات التي تحظى بالاهتمام على الصعيد الوطني مع توفير بيئة أعمال تتيح استخدام الذكاء الاصطناعي باعتباره محركاً للابتكار.
- تطوير الاعتماد الفعال على الذكاء الاصطناعي، مع وجود مواطنين متعلمين تعليماً سليماً في ظل قوانين سليمة، ومبادئ توجيهية أخلاقية.

تتمحور الاستراتيجية حول 6 محاور وهي: التنافس على المواهب في عصر انتشار الذكاء الاصطناعي، الوصول إلى البيانات، مشهد العمالة المتغير، فرص جديدة في مجال الأعمال والاقتصاد، مجالات التركيز فيما يتعلق باعتماد الذكاء الاصطناعي، الأخلاقيات والسياسات العامة.

وفي مجال تطوير المواهب والموارد البشرية فقد أقرت قطر التوجهات التالية ضمن المحور الأول:

- إعداد منهج تعلم أكاديمي وتجريبي قوي لاعتماد الذكاء الاصطناعي في المستويات الدراسية من رياض الأطفال إلى السنة الأخيرة من التعليم الثانوي لبناء القدرة المحلية على إدارة التفاعلات مع الذكاء الاصطناعي،
- إرساء أسس متينة للأساليب الحسابية والمنهج التعليمي للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المستقبل،
- تصميم شهادات ذات مسارات تدريبية متصلة حيث يستطيع الطالب التفاعل مع الباحثين والشركات لبناء تطبيقات ذكاء اصطناعي مناسبة لقطر،
- تشجيع بيئة نابضة بالحياة للأبحاث وريادة الأعمال من أجل تطبيقات ذكاء اصطناعي مبتكرة توافق المصلحة الوطنية لدولة قطر،
- اعتماد استراتيجيات لاجتذاب أفضل مواهب الذكاء الاصطناعي من جميع أنحاء العالم،
- تثقيف/تدريب المواطنين القطريين على إدارة حلول الذكاء الاصطناعي وبنائها والاستثمار فيها بغية إحداث تحسن مستمر في مستويات المعيشة والإنتاجية الاقتصادية في قطر،

كما ركزت الاستراتيجية على عدد من القطاعات التي اعتبرتها ذات أولوية لقطر وهي: معالجة اللغة العربية، الأمن القومي، الطب الدقيق، بيولوجيا الأنظمة، الأمن الغذائي، النفط والغاز، النقل، كأس العالم فيفا 2022.

4.4.5 المملكة المغربية [27]:

قامت وزارة التعليم بالشراكة مع وزارة الصناعة ووكالة التنمية الرقمية والمركز الوطني للبحث العلمي والتقني بالمغرب في 2019 بالإعلان عن خطة عمل "الخوارزمي" للنهوض والدعم لـ 45 مشروع بحث في الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته على امتداد 3 سنوات. تتمحور هذه المشاريع حول

16 محورا (الصحة الذي استأثر بـ 40% من المشاريع، الفلاحة، الطاقة، المالية والمصارف، الصناعة، المواصلات، النقل واللوجستيك، المدن الذكية، التعليم، ...).

أرست الجامعات المغربية أول مسلك جامعي مختص في الذكاء الاصطناعي في 2019 على مستوى جامعة محمد الخامس بالرباط (مدرسة المهندسين) وتلتها مبادرات أخرى لعل أبرزها مبادرة جامعة أروماد بفاس المتمثلة في إحداث مدرسة مهندسين في الذكاء الاصطناعي في إطار شراكة مع مدرسة بوليتكنيك الفرنسية. كما تم إحداث مركز دولي للبحث في الذكاء الاصطناعي في مارس 2021 « Ai Movement ».

هذا وتجدر الإشارة أن مجال التعليم الابتدائي والثانوي لم يستأثر بأي مبادرة لدعم التعليم والتعلم للذكاء الاصطناعي.

4.4.6 مملكة البحرين [28]:

أقرت مملكة البحرين في جويلية 2019 استراتيجية وطنية في الذكاء الاصطناعي بهدف التوقيع كإحدى أبرز المراكز الفاعلة في المجال بالمنطقة ومصدرا لمزيد دعم التنمية المستدامة.

وفي هذا الإطار، تم تسجيل العديد من الإنجازات في المجال من أبرزها:

- تنظيم مؤتمر افتراضي حول الذكاء الاصطناعي في قاعات المحاكم في إطار ما يسمى محاكم 4.0،
- تطوير تطبيقات للذكاء الاصطناعي واستخدامها في عدة مجالات مثل: المراقبة الآلية لأشجار النخيل في إطار برنامج الأمم المتحدة للأمن الغذائي، التحكم الذكي في حركة المرور،
- تنظيم هاكاتون « HackFest » دوري سنوي من طرف بولنتكنيك البحرين موجه لطلاب الجامعات والمدارس الثانوية لتشجيع الابتكار في الذكاء الاصطناعي،
- إنشاء هيئة وطنية بحثية في الذكاء الاصطناعي،
- انشاء مختبر للذكاء الاصطناعي والحوسبة المتقدمة في إطار شراكة مع مؤسسات من القطاع الخاص، لتوسيع الأبحاث في مجالات تطبيقية تخص الأمن السيبراني، اكتشاف عمليات الاحتيال، تحليل البيانات الضخمة، الطاقة المستدامة، فيزياء الجسيمات، التطبيقات الهندسية، مقاومة الاحتباس الحراري، التنبؤ بمستوى البحر.

4.4.7 الجمهورية التونسية [28]:

في أفريل 2018 قامت وزارة التعليم العالي والبحث العلمي بمبادرة تمثلت في إحداث فريق عمل يعنى بإعداد تصور لاستراتيجية وطنية في مجال الذكاء الاصطناعي بالتعاون مع الوكالة الوطنية للنهوض بالبحث العلمي. وبإشراف فريق العمل أشغاله بإحداث 10 فرق فرعية لتناول مختلف أبعاد الاستراتيجية. تبلورت على إثر ذلك مبادرة من طرف وزارة الصناعة في أفريل 2019 بخصوص استراتيجية الصناعة

4.0 انتجت خارطة طريق حرص قطاع الصناعة وقطاع تكنولوجيات الاتصال الالتزام بها في إطار مدمج مع الخطة الوطنية للرقمنة.

وفي هذا الإطار وبالرغم من الصعوبات التي مرت بها البلاد وعدم الاستقرار السياسي، تم إنجاز العديد من المبادرات منها:

- تنظيم منتدى الصناعة الذكية 2019 حول «الذكاء الاصطناعي وسيلة لدعم التنافسية الاقتصادية»،
- تنظيم دورات تدريبية حول الذكاء الاصطناعي لفائدة 500 موظف بالإدارات العمومية في إطار شراكة مع مؤسسة خاصة ناشئة تونسية مختصة في الذكاء الاصطناعي InstaDeep
- تنظيم أكبر هاكتون على المستوى الإفريقي ومنطقة الشرق الأوسط في الذكاء الاصطناعي « Ai-Hack Tunisia 2019 » ضم ما يقارب 1200 مشارك من 23 بلد و50 خبير في الذكاء الاصطناعي،
- الإعلان عن برنامج لتمويل في حدود 80 % من الكلفة وسقف بـ200 ألف دينار تونسي لمشاريع تشاركية مع مراكز البحث العلمي في مجال الذكاء الاصطناعي في إطار البرنامج الوطني للبحث والابتكار. من بين المجالات المعنية: الفلاحة، الصحة، التعليم،
- إحداث كرسي للذكاء الاصطناعي صلب المدرسة الوطنية للإدارة من أهم أهدافه رفع مستوى الوعي وإعداد الموظفين العموميين وصناع القرار في المستقبل، للتحديات والرهانات التي يطرحها الذكاء الاصطناعي،
- إحداث 5 مسالك جديدة للتعليم الجامعي في مستوى ماجستير تعنى بالتكوين في الذكاء الاصطناعي،
- إرساء إطار قانوني سنة 2018 لدعم وتأطير المؤسسات الناشئة « startup act » الذي مكن من تطوير المحيط الاقتصادي المتعلق بالمؤسسات الناشئة والمبتكرة وجعله الأكثر ديناميكية على المستوى الإفريقي،

ويستخلص من هذه القراءة للاستراتيجيات المعلنة للبلدان العربية بخصوص الذكاء الاصطناعي، أن:

- هناك تفاوت كبير في درجة الوعي والاهتمام بالآفاق والرهانات التي تطرحها تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على المستوى العربي، وخصوصا تلك المتعلقة بالتعليم والبحث العلمي، مما قد يستدعي بروز مبادرات على أعلى مستوى لمزيد الإحاطة بهذا الموضوع عربيا،
- أن المضي قدما في تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم يستدعي توفر متطلبات مسبقة منها بالأساس الأرضية والثقافة الرقمية لدى المتدخلين في هذا المجال،
- أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم وخصوصا منه مجال التعليم الابتدائي والثانوي، يستدعي الاهتمام عربيا بتطوير المعالجة الذكية للغة العربية بالاعتماد على تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي،

- أن تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي يعتمد أساساً على النمذجة التي بدورها تتطلب توفر بيانات بكمية ونوعية عالية. وهذا لا يمكن أن يكون إذا لم نؤسس لأرضية رقمية لإنتاج وتخزين ومعالجة البيانات على المستوى الوطني والإقليمي مع احترام الحقوق والحريات الشخصية والأخلاقيات المتعلقة بهذه الاستعمالات،
- أن هناك اهتمام متزايد في المنطقة العربية بالبحث العلمي الذي أصبح من العوامل التي تميز دولة عربية عن أخرى، ومصدر مهم لنجاح الاقتصاد وزيادة رفاهية الشعوب. ويتوقع أنه خلال 3 أو 5 سنوات، سنشهد تطبيقات حقيقية من دول عربية، خصوصاً منها تلك التي بادرت بوضع استراتيجية وخطط عمل واضحة في المجال، تقود زمام المبادرة في مجال الذكاء الاصطناعي وتحدث تأثيراً عربياً وإقليمياً ودولياً،
- أن من الرهانات المطروحة على البلدان العربية، مدى نجاحها في تطوير الموارد البشرية الكفأة في مجال الذكاء الاصطناعي بالعدد الكافي لسد الحاجيات الوطنية المتزايدة منها وفي نفس الوقت المحافظة عليها باعتبار ما تسجله السوق العالمية حالياً وعلى امتداد السنوات القادمة من نقص كبير من هذا النوع من الكفاءات،
- يسجل بروز بعض المؤسسات الناشئة المبتكرة في مجال الذكاء الاصطناعي في بعض البلدان العربية التي بدأت تتموقع كقاطرات وطنية وإقليمية وحتى دولية في مجالات اختصاصها.

4.5 مؤشرات قياس توطين الذكاء الاصطناعي في التعليم والبحث العلمي على المستوى

العربي

تطوير أو اعتماد مؤشر قياس يستدعي اعتماد منهجية يتم تقويمها دورياً حسب تطورات المجال والحاجيات. وتستند هذه المنهجية غالباً إلى عدد من المراحل يمكن تلخيصها فيما يلي:

- الخطوة 1: تحديد المفاهيم التي ستنتم تغطيتها بمشروع القياس. وهذا أمر من الأهمية بمكان عندما يتعلق بمجال حديث وفي تطور مستمر مثل مجال الذكاء الاصطناعي. وهو ما تم اقتراحه من خلال مبادرة قام بها في مايو 2019 مجلس منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي OECD، باعتماد مبادئ بشأن الذكاء الاصطناعي اقترحها فريق خبراء الذكاء الاصطناعي للمنظمة (AIGO)،
- الخطوة 2: الحصول على البيانات المتعلقة بالسمات الفردية عبر البلدان، والوقت، ومواءمتها، ودمجها.
- الخطوة 3: استخدام Min-Max Scalar لتطبيع كل مؤشر محدد لكل بلد بين 0-100.
- الخطوة 4: استخراج المتوسط الحسابي لكل مؤشر لبلد معين ولسنة معينة.
- الخطوة 5: بناء متوسط مرجح للركائز إن وجدت والمؤشرات الفردية.

ولعل أهم الخطوات العملية في وضع مثل هذه المؤشرات، هي تلك المتعلقة بتحديد البيانات حسب توفرها، وتحديد كيفية معالجة النقص الذي قد يطرأ في البعض منها بالنسبة لبعض البلدان عبر السنوات، وأخيراً كيفية دمجها حتى تكون لها فاعلية وتمثيلية.

وفي هذا الإطار ومثلما تم الطرق إليه سابقا، استأثر مجال البحث العلمي باهتمام العديد من المؤسسات والمنظمات الدولية مما مكن من بروز، عبر الزمن، مؤشرات ومناهج لتجميع البيانات بخصوصها وتدقيقها وتقويمها من سنة لأخرى حتى تبقى مواكبة للتطورات ولحاجيات أصحاب القرار لسن السياسات وتحقيق توافقها مع الحاجيات الوطنية وكذلك المقارنة بين مختلف الإنجازات إقليميا ودوليا.

وبالرغم من حداثة الاهتمام بمجال الذكاء الاصطناعي، فقد برزت مؤشرات بخصوص تطور البحث العلمي فيه بالاعتماد على بيانات متوفرة، مستخرجة أليا من قواعد بيانات مشهود لها. وقد تم التعرض إلى أهم المؤشرات التي استخدمت مثل هذه البيانات وهي أساسا:

- مؤشر المؤسسة الخاصة Turtoise Media حول قياس الذكاء الاصطناعي Global AI Index [8] يساهم في تطوير آليات متابعة تطورات الذكاء الاصطناعي في العالم من حيث الاستثمار والابتكار والتنفيذ. اعتمد المؤشر على مجموعة بيانات تتضمن معلومات تخص 143 مؤشر فرعي. يبقى هذا المؤشر من أدق المؤشرات بخصوص الذكاء الاصطناعي غير أن الطابع الخاص لهذا المؤشر يجعله من الصعب استغلاله على مستوى البلدان العربية خصوصا وأن العديد من المؤشرات الفرعية المعتمدة يتم استقاؤها بواسطة منظومات معلوماتية خصوصية تتعاطى بصفة آلية مع المحتوى على الواب وفي بعض قواعد البيانات المفتوحة.

- مؤشر الذكاء الاصطناعي AI Index Report [4] لجامعة ستانفورد الأمريكية الذي خص مجال البحث العلمي بباب كامل اعتمد فيه 14 مؤشر فردي (انظر الملحق عدد 1)

- مؤشر جاهزية الحكومات في الذكاء الاصطناعي Government AI Readiness Index [5] لأكسفورد إنسايت الذي خص باب البحث العلمي بـ (انظر الملحق عدد 2):

- 4 مؤشرات فردية في إطار المؤشر الفرعي لعمود قطاع التكنولوجيا المتعلق بالقدرة على الابتكار وهي: ثقافة قيادة العمال، سهولة ممارسة الأعمال، الإنفاق على البحث والتطوير، استثمارات الشركات في التكنولوجيات الناشئة،

- 4 مؤشرات فردية في إطار المؤشر الفرعي لعمود قطاع التكنولوجيا المتعلق بالموارد البشرية وهي: عدد المتخرجين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، جودة التعليم العالي في الهندسة والتكنولوجيات المتطورة، المهارات الرقمية، التشغيل من أصحاب المعارف Knowledge-intensive employment،

- مرصد منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي OECD بخصوص السياسات في مجال الذكاء الاصطناعي الذي اعتمد وثيقة توجيهية حول كيفية تشخيص وقياس التنمية في مجال الذكاء الاصطناعي [29]. وقد خص هذا المرصد مجال البحث العلمي بباب احتوى على مؤشرات بخصوص مختلف أنواع المنشورات العلمية حول الذكاء الاصطناعي بكل بلد عبر الزمن ومقارنة بالنتائج الداخلي الخام. كما خص كذلك النوع البشري بمؤشر حول نسبة

حضور المرأة في المنشورات العلمية حسب البلد. وتعرض كذلك المرصد إلى شبكة التعاون حول الذكاء الاصطناعي بين هياكل البحث داخل البلد الواحد وما بين البلدان،

وفي نفس الوقت لم يكن لمجال التعليم وخصوصا التعليم في المستوى الابتدائي والثانوي وكذلك التعليم مدى الحياة اهتمام كبير من قبل المؤسسات والمنظمات لتطوير مؤشرات وبيانات في علاقته بالذكاء الاصطناعي كمحتوى معرفي وكوسيلة لمزيد تطوير الأداء والفاعلية والنجاعة للمنظومة التعليمية.

ومن هذا المنطلق، يقترح التوجه إلى اعتماد المحاور التالية لبناء مؤشر بخصوص جانب التعليم والبحث العلمي للبلدان العربية يرتكز إلى 54 مؤشر فرعي:

(1) بخصوص التعليم الأكاديمي ومدى الحياة: (25 مؤشر فرعي)

1. محور المحتوى المعرفي لمسالك التعليم الابتدائي والثانوي المتعلق بالذكاء الاصطناعي:
 - نسبة الطلبة بالتعليم الابتدائي الذين يتحصلون على دروس في الذكاء الاصطناعي من جملة الطلبة بالتعليم الابتدائي
 - نسبة الطلبة بالتعليم الثانوي الذين يتحصلون على دروس في الذكاء الاصطناعي من جملة الطلبة بالتعليم الثانوي
 - نسبة الطلبة بالتعليم الابتدائي الذين يتحصلون على دروس في علوم الحاسوب والبرمجة من جملة الطلبة بالتعليم الابتدائي
 - نسبة الطلبة بالتعليم الثانوي الذين يتحصلون على دروس في علوم الحاسوب والبرمجة من جملة الطلبة بالتعليم الثانوي
 - نسبة الطلبة في التعليم الابتدائي والثانوي الذين يشاركون في ورشات ومسابقات في الذكاء الاصطناعي من جملة الطلبة
 - عدد الورشات والمسابقات في الذكاء الاصطناعي الموجهة للطلبة في التعليم الابتدائي والثانوي

2. محور المحتوى المعرفي لمسالك التعليم الجامعي المتعلق بالذكاء الاصطناعي:
 - نسبة الطلبة الذين يتحصلون على دروس في علوم الحاسوب والبرمجة من جملة الطلبة بالتعليم الجامعي
 - نسبة الطلبة الذين يتحصلون على دروس في الذكاء الاصطناعي من جملة الطلبة بالتعليم الجامعي
 - عدد الطلبة في مسالك التعليم الجامعي في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات
 - عدد مسالك التعليم الجامعي المختصة في الذكاء الاصطناعي
 - عدد الورشات والمسابقات في الذكاء الاصطناعي الموجهة للطلبة في التعليم الجامعي
 - عدد المدرسين الجامعيين المختصين في الذكاء الاصطناعي لكل 25 طالب

3. محور منظومة التعلم بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي:

- نسبة المؤسسات التعليمية الابتدائية والثانوية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للتعلم
- نسبة الطلبة بالتعليم الابتدائي والثانوي التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للتعلم
- نسبة المؤسسات التعليمية الابتدائية والثانوية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي لتقييم المكتسبات التعليمية
- نسبة المؤسسات التعليمية الابتدائية والثانوية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي لتقييم التعليم
- نسبة المؤسسات التعليمية الابتدائية والثانوية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للإحاطة بالطلبة وتوجيههم
- نسبة المؤسسات التعليمية الجامعية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للتعلم
- نسبة الطلبة بالتعليم الجامعي التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للتعلم
- نسبة المؤسسات التعليمية الجامعية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي لتقييم المكتسبات التعليمية
- نسبة المؤسسات التعليمية الجامعية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي لتقييم التعليم
- نسبة المؤسسات التعليمية الجامعية التي تعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للإحاطة بالطلبة وتوجيههم

4. محور منظومة التعلم مدى الحياة بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي:

- نسبة المنتفعين بتعليم يعتمد على منظومة ذكاء اصطناعي للتعلم من جملة المنتفعين بالتعلم مدى الحياة
- نسبة المواطنين الذين تتم الإحاطة بهم وتوجيههم إلى برنامج تعلم مدى الحياة بالاعتماد على منظومة ذكاء اصطناعي
- عدد برامج التعلم مدى الحياة التي يتم توفيرها عن طريق منظومة تعلم تعتمد الذكاء الاصطناعي

(2) بخصوص البحث العلمي: (16 مؤشرا فرعيا)

1. محور الإنتاج البحثي (12 مؤشرا تم اعتمادها من قبل مؤشر الذكاء الاصطناعي AI Index Report):

- عدد المنشورات العلمية في مؤتمرات للذكاء الاصطناعي
- عدد المنشورات العلمية في مؤتمرات للذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد
- عدد الاستشهادات للمنشورات العلمية في مؤتمرات للذكاء الاصطناعي

- عدد الاستشهادات للمنشورات العلمية في مؤتمرات للذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد
- عدد المنشورات العلمية في مجلات للذكاء الاصطناعي
- عدد المنشورات العلمية في مجلات للذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد
- عدد الاستشهادات للمنشورات العلمية في مجلات للذكاء الاصطناعي
- عدد الاستشهادات للمنشورات العلمية في مجلات للذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد
- عدد البراءات في الذكاء الاصطناعي
- عدد البراءات في الذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد
- عدد الاستشهادات بخصوص البراءات في الذكاء الاصطناعي
- عدد الاستشهادات بخصوص البراءات في الذكاء الاصطناعي للمواطن الواحد

2. المحور الاقتصادي للبحث العلمي:

- نسبة أطروحات الدكتوراه في مجال الذكاء الاصطناعي من جملة الأطروحات في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات
- نسبة الاستثمارات في البحث العلمي المختص في الذكاء الاصطناعي من جملة الاستثمارات الموجهة للبحث العلمي
- جملة الاستثمارات في البحث العلمي للمواطن الواحد
- نسبة الباحثين في الذكاء الاصطناعي من العدد الجملي للباحثين

(3) بخصوص البنية: (13 مؤشر فرعي)

1. محور البنية الرقمية:

- نسبة الربط بشبكة الكهرباء
- نسبة الربط بشبكة الانترنت
- معدل سعة التحميل بالانترنات
- توفر منصات للحوسبة السحابية

2. محور البنية البيانية:

- توفر بيانات حكومية مفتوحة
- القدرة الإحصائية
- توفر خدمات على الخط

3. محور البنية القانونية والعملياتية:

- مستوى الإطار المنظم لحماية المعطيات الشخصية
- مستوى الإطار المنظم لحقوق التأليف والبراءات
- مستوى الإطار المنظم للأمن السيبرني
- مستوى الإطار المنظم لأخلاقيات الذكاء الاصطناعي

- مستوى الإطار المشجع للمنشآت الناشئة والمبتكرة
- مستوى المهارات الرقمية Global Competitiveness Index

(4) بخصوص الحوكمة: (4 مؤشرات فرعية)

- وجود رؤية بخصوص الاعتماد على الذكاء الاصطناعي
- وجود هيكلية لقيادة خطة الذكاء الاصطناعي
- وجود رؤية بخصوص الرقمنة
- وجود رؤية بخصوص النهوض بالتربية والتعليم والبحث العلمي

المراجع

[1]	الذكاء الاصطناعي والتعليم: التحديات والرهانات أ. د. محمد مراياي المؤتمر السابع عشر للوزراء المسؤولين عن التعليم العالي والبحث العلمي في الوطن العربي القاهرة – جمهورية مصر العربية – 23 – 25 ديسمبر 2019
[2]	سياسات البحث العلمي وأخلاقيات الذكاء الاصطناعي في إطار الثورة الصناعية الرابعة أ.د. هيثم صفوت كامل حمزة المؤتمر السابع عشر للوزراء المسؤولين عن التعليم العالي والبحث العلمي في الوطن العربي القاهرة – جمهورية مصر العربية – 23 – 25 ديسمبر 2019
[3]	<u>(27)الذكاء الاصطناعي: ثورة شاملة تقطع مع الماضي LinkedIn </u> د.م. ملاذ المراكشي
[4]	https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2021 Daniel Zhang, Saurabh Mishra, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Deep Ganguli, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Juan Carlos Niebles, Michael Sellitto, Yoav Shoham, Jack Clark, and Raymond Perrault, “The AI Index 2021 Annual Report,” AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University, Stanford, CA, March 2021.
[5]	<u>Government AI Readiness Index 2020 — Oxford Insights</u>
[6]	<u>China AI Development Report 2018-清华大学中国科技政策研究中心</u> (tsinghua.edu.cn)
[7]	WIPO Technology Trends 2019 Artificial Intelligence <u>WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence</u>
[8]	The Global AI Index <u>The Global AI Index - Tortoise (tortoisemedia.com)</u>
[9]	OECD AI Observatory <u>About the OECD Artificial Intelligence Policy Observatory - OECD.AI - OECD.AI</u>
[10]	AI in Society – OECD <u>Artificial Intelligence in Society en OECD</u>
[11]	L’intelligence artificielle dans l’art et les industries culturelles et créatives <u>OIF Guide-IA-art VF.pdf (francophonie.org)</u>
[12]	AI for Good - ITU

AI for Good (itu.int)	
Tech Trends 2021 Deloitte Insights 2021 Tech Trends Lead with confidence	[13]
The potential impact of AI in the Middle East The potential impact of Artificial Intelligence in the Middle East - PwC Middle East	[14]
How artificial intelligence will impact K-12 teachers McKinsey – January 2020	[15]
توافق بيكين بشأن الذكاء الاصطناعي والتعليم اليونسكو 2019 https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303	[16]
Intelligence Unleashed An argument for AI in Education https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf	[17]
Global Market Insights AI in Education Market Size, Global Industry Forecast 2027 (gminsights.com)	[18]
Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development - UNESCO Bibliothèque Numérique https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994	[19]
AI and education Guidance for policymakers Published in 2021 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	[20]
Nemorin, S. 2021. Fair-AI. Project Update #6. Preliminary Findings. Available at: https://www.fair-ai.com/projectupdate-6 (Accessed 4 February 2021).	[21]
AI Policy - China - Future of Life Institute	[22]
استراتيجية الإمارات للذكاء الاصطناعي - البوابة الرسمية لحكومة الإمارات العربية المتحدة (u.ae)	[23]
الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي (ai.sa)	[24]
وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات (mcit.gov.eg)	[25]
استراتيجية قطر الوطنية في مجال الذكاء الاصطناعي وزارة المواصلات والاتصالات (motc.gov.qa)	[26]
الذكاء الاصطناعي والمدن الذكية (bahrain.bh)	[27]

<p>Maghreb Mapping de l'écosystème de l'intelligence artificielle – Décembre 2020 <u>Rapport UNESCO Mapping ecosystem AI final avril 2021.docx</u></p>	<p>[28]</p>
<p>Baruffaldi, S., et al. (2020), « Identifying and measuring developments in artificial intelligence : Making the impossible possible », <i>Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie</i>, n° 2020/05, Éditions OCDE, Paris, https://doi.org/10.1787/5f65ff7e-en. <u>OECD iLibrary Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible (oecd-ilibrary.org)</u></p>	<p>[29]</p>

الملاحق

الملحق عدد 1: مؤشرات حول البحث العلمي في مجال الذكاء الاصطناعي التي اعتمدها مؤشر
AI Index Report الذكاء الاصطناعي

RESEARCH AND DEVELOPMENT INDICATORS

ID	PILLAR	SUB-PILLAR	NAME	DEFINITION	SOURCE
1	Research and Development	Conference Publications	Number of AI conference papers*	Total count of published AI conference papers attributed to institutions in the given country.	Microsoft Academic Graph (MAG)
2	Research and Development	Conference Publications	Number of AI conference papers per capita	Total count of published AI conference papers attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
3	Research and Development	Conference Publications	Number of AI conference citations*	Total count of AI conference citations attributed to institutions in the given country.	Microsoft Academic Graph (MAG)
4	Research and Development	Conference Publications	Number of AI conference citations per capita	Total count of AI conference citations attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
5	Research and Development	Journal Publications	Number of AI journal papers*	Total count of published AI journal papers attributed to institutions in the given country.	Microsoft Academic Graph (MAG)
6	Research and Development	Journal Publications	Number of AI journal papers per capita	Total count of published AI journal papers attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
7	Research and Development	Journal Publications	Number of AI journal citations*	Total count of AI journal citations attributed to institutions in the given country.	Microsoft Academic Graph (MAG)
8	Research and Development	Journal Publications	Number of AI journal citations per capita	Total count of AI journal citations attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
9	Research and Development	Innovation > Patents	Number of AI patents*	Total count of published AI patents attributed to institutions in the given country.	Microsoft Academic Graph (MAG)
10	Research and Development	Innovation > Patents	Number of AI patents per capita	Total count of published AI patents attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
11	Research and Development	Innovation > Patents	Number of AI patent citations*	Total count of published AI patents citations attributed to institutions of originating patent filing.	Microsoft Academic Graph (MAG)
12	Research and Development	Innovation > Patents	Number of AI patent citations per capita	Total count of published AI patent citations attributed to institutions in the given country of originating patent filing, in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	Microsoft Academic Graph (MAG)
13	Research and Development	Journal Publications > Deep Learning	Number of deep learning papers*	Total count of arXiv papers on Deep Learning attributed to institutions in the given country.	arXiv, NESTA
14	Research and Development	Journal Publications > Deep Learning	Number of deep learning papers per capita	Total count of arXiv papers on Deep Learning attributed to institutions in the given country in per capita terms. The denominator is the population (in tens of millions) for a given year to obtain scaled values.	arXiv, NESTA

الملحق عدد 2: باب البحث العلمي في مؤشر جاهزية الحكومات في الذكاء الاصطناعي
Government AI Readiness Index

Technology Sector Pillar

Dimension	Description	Indicator	Source
Size	How large is the technology sector that will supply governments with AI technologies?	Number of technology unicorns	CB Insights
		Market value of public technology companies	Forbes Global 2000
		Value of trade in ICT services (per capita)	UNCTAD
		Value of trade in ICT goods (per capita)	UNCTAD
		Computer software spending	Global Innovation Index
Innovation Capacity	Does the technology sector have the right conditions to support innovation?	Entrepreneurial culture	Global Competitiveness Index
		Ease of doing business	World Bank
		R&D spending	UNESCO
		Company investment in emerging technologies	Networked Readiness Index
Human Capital	Are there the right skills in the population to support the technology sector?	Graduates in STEM	UNESCO
		Quality of engineering and technology higher education	QS Engineering & Technology rankings
		Digital skills	Global Competitiveness Index
		Knowledge-intensive employment	ILO