الذكاء الإصطناعي
ومستقبل التنبؤات الجوية

د. لمياء سالم يوسف محمد
أخصائي أرصاد جوية بمركز
القاهرة الاقليمي للتدريب

مقدمة

تشترك جميع الكائنات الحية في وجود منظومات عصبية تمكنها من التعامل والتفاعل مع البيئة المحيطة بها كما تساعدها في التحكم في العمليات الحيوية اللازمة لاستمرار الحياة. وتختلف المنظومات العصبية من كائن الى اخر حيث تكون بسيطة التركيب وطبيعية العمل في الكائنات الأولية ذات التركيب الخلوي البسيط ومعقدة التركيب وطبيعية العمل في الكائنات الاكثر علوا مثل الانسان. وتعتبر المنظومة العصبية للانسان اعقد المنظومات العصبية على الاطلاق والتي يتركز معظمها في المخ البشري الذي يتميز بطبيعة عمل ادت الى تفوق الانسان على سائر المخلوقات الأخرى في قدرات التفهم والتعرف على الإشكال والرموز والتعلم والتحدث والتذكر والادراك والسيطرة الدقيقة على الجهاز الحركي وما الى ذلك من العديد من الصفات والقدرات التي لا يستطيع أي كائن آخر غير الانسان الوصول اليها.

ويعرف الذكاء البشري (HUMAN INTELLIGENCE) بأنه المقدرة والمهارة على وضع وايجاد الحلول للمشكلات باستخدام الرموز وطرق البحث المختلفة للمشكلات والقدرة على استخدام الخبرة المكتسبة في اشتقاق معلومات ومعارف جديدة تؤدي الى وضع الحلول لمشاكل ما في مجال معين.

ونظرا لأهمية الذكاء البشري فان الانسان كان ولا يزال دائم البحث عن طبيعة هذا الذكاء وكيف يمكن قياسه ومحاكاة أساليبه في شكل برامج باستخدام الحواسيب. ولقد اقتصرت دراسة الذكاء البشري لفترة طويلة على علماء النفس ، ولكن التقدم السريع في جميع فروع العلوم في النصف الأخير من هذا القرن قد ادى الى مساهمة وتلاحم علوم كثيرة مثل (الفسيولوجي ، البيولوجي ، الرياضيات والفيزياء، الحاسبات و الفلسفة واللغويات) في دراسة ومحاكاة نظم الذكاء الانساني وتطويرها، فلقد راود الباحثين الأمل

في انتقال اساليب الذكاء الفطري والخبرة المكتسبة للانسان الى نظم البرمجة للحاسبات لكي يمكن الاستفادة بها في الكثير من مجالات الحياة المختلفة والتي تتطلب قدرا من الذكاء والخبرة اللازمة لمسايرة التطور في التطبيقات الصناعية والزراعية والتجارية . وبذلك ادى استخدام الحاسبات في مجال التعرف على الاشكال والرموز والنماذج المختلفة إلى ظهور نظم الذكاء الاصطناعي والتي تميزت بانتقال جزء من اساليب الذكاء الانساني الى نظم البرمجة للحاسبات والتي ساهمت بدورها في بناء نظم الخبرة التي اشتملت بعضا من الخبرة المكتسبة للانسان. وقد حاول الكثيرون من الكتاب وصناع الأفلام ومطوري الألعاب على حد سواء إيجاد تفسير منطقي وعلمي لمفهوم الذكاء الاصطناعي وتخيله، فعلى سبيل المثال في عام ١٨٧٢ تحدث صموئيل بتلر في روايته الشهيره إريوهون عن الآلات والدور الكبير الذي ستلعبه في تطوير البشرية ونقل العالم الى التطور والإزدهار، وبهذا الفكر كان الذكاء الاصطناعى حاضراً فقط في الخيال العلمي، فتارةً ما يسلط الضوء على فوائد الذكاء الاصطناعي للبشرية وجوانبه الإنسانية المشرقة، وتارةً أخرى يسلط الضوء على الجوانب السلبية المتوقعة منه، ويتم تصويره على أنه العدو الشرس للبشرية الذي يعتزم إنتزاع حضارة البشر والسيطرة عليها(١)

في عام ٢٠١٨ ، أصبح الذكاء الاصطناعي حقيقة لا خيال ، ولم يعد يحتل مكاناً في عالم الثقافة الشعبية فقط، فقد كانت سنة ٢٠١٨ بمثابة النقلة الكبرى للذكاء الاصطناعي، فقد نمت هذه التكنولوجيا بشكل كبير على أرض الواقع حتى أصبحت أداة رئيسية تدخل في صلب جميع المجالات .لقد خرج الذكاء الاصطناعي من المختبرات البحثية ومن صفحات روايات الخيال العلمي، ليصبح جزءاً لا يتجزأ من حياتنا اليومية ، إبتداءً من مساعدتنا في التنقل داخل المدن وتجنب زحمة المرور، وصولاً إلى استخدام مساعدين افتراضيين لمساعدتنا في أداء المهام المختلفة، واليوم أصبح إستخدامنا للذكاء الاصطناعي أسلوبا لممارسة معظم أنشطتنا اليومية، فمثلا عندما ترغب في سماع الموسيقي علي منصة spotify فإن الذكاء الاصطناعي الخاص بالتطبيق يتيح لك الموسيقي التي ستعجبك بناءا علي التحليل الذي أجراه عليك خلال سماعك للموسيقي التي أعجبتك بالفعل وسمعتها من قبل ويقترح عليك موسيقي مع الأخذ في الإعتبار كلا من الوقت الذي ستسمع فيه والمكان أيضا، وإذا دخلت لليوتيوب ستجد الذكاء الإصطناعي يقترح عليك الفيديوهات التي قد تعجبك بناءا علي عدد كبير من الفيديوهات التي شاهدتها من قبل وهناك العديد من الأمثلة التي تسري بهذا الشكل(١).

يشغل الذكاء الاصطناعي الان أكثر من ٨٥ مليون وظيفة بشرية، وبحلول عام ٢٠٣٠ ستصل القيمة التسويقية للذكاء الاصطناعي إلي ما يقارب ١٣ تريليون دولارا(٢) ومجمل القول فإن التأثير الذي يحدثه الذكاء الاصطناعي يفوق وبكثير التأثير الذي أحدثه المحرك البخاري أثناء الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر.

في البدايه وقبل أن نتعمق في الحديث عن الذكاء الاصطناعي علينا أولا أن نقوم بتعريفه وهو ببساطه شديده عباره عن كل نظام أو جهاز يحاكي الذكاء البشري وهدفه أداء مهام معينه تحاكي وتشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكيه كالقدره علي التفكير أو التعلم من التجارب السابقه أو غيرها من العمليات الاخري التي تتطلب عمليات ذهنيه كما يهدف الذكاء الاصطناعي إلي الوصول إلي أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف علي النحو الذي يتصرف به البشر من حيث التعلم والفهم وأبسط مثال علي هذا هو منصة اليوتيوب.

فعند الحديث عن الذكاء الاصطناعي يحدث خلط في المفاهيم كالفرق بين تعلم الالة والذكاء الاصطناعي أو تعلم الالة والتعلم العميق ولكي نعرف الفرق بينهم علينا ان نقوم بتقسيم كلمتي الذكاء الاصطناعي إلي كلمتين كلمة الذكاء وكلمة الاصطناعي فسنجد أن كلمة الاصطناعي تعني أنه من صنع الإنسان ولم يكن موجودا من قبل بشكل طبيعي أما كلمة الذكاء فتعني القدرة علي الفهم والتفكير وبتعريف شامل فإن الذكاء الاصطناعي هو الدراسه التي تبحث في تدريب الحواسيب لتستطيع القيام ببعض المهام التي تحتاج قدرة علي التفكير والفهم والتحليل. فمجال الذكاء الاصطناعي هو مجال كبير وواسع وبداخله مجالات أخري كثيرة ومن بينها تعلم الألة الذي يحتوي هو الأخر علي مجالات بداخله إذن فتعلم الألة هو مجال ضمن مجالات الذكاء الاصطناعي أو فرع من فروعه.

أما عن علم الألة فهو علم يهتم بإضافة الذكاء للألة حيث يمكنها العمل وإتخاذ القرارات وفقا لعمليات تعلم مسبقة وذلك بما يعرف بالتحليلات التنبؤية. اما التعلم

العميق فهو احد فروع تعلم الالة او احد الطرق التي تستخدم في تعلم الالة. . ولكي يتسني للعقل الألي أن يتعلم يحتاج إلي عنصرين هما البيانات والخوارزميات.

فالبيانات تسمي البيانات التدريبيه أو التعليمية ،أما الخوارزميات فهي الوسيلة أو الاداة التي يتعلم بها العقل الألي وبصورة أدق فإن الخوارزميات هي عبارة عن مجموعة من الإجراءات أو الخطوات التي قد يبرمجها مبرمج ما أو مطور للوصول إلي مهمة معينة أو للحصول علي نتيجه محددة وأحد هذه الخوارزميات الشهيرة المستخدمه في مجال الذكاء الاصطناعي هي خوارزمية الكشف أو التعرف علي الوجوه. والأن يمكن تقسيم الخوارزميات إلي ثلاثة أقسام من ناحية التعلم:

١- خوارزمية التعلم المراقب (التعلم بالاشراف) أي أنك تعلم الألة وفقا لبيانات مسبقة علمتها إياها من قبل مثل أنك تعلم طفلا صغيرا شكل التفاحة ثم تسأله عنها مجددا أي أنك تشرف علي تعليمه.

٢- خوارزمية التعلم الغير مراقب (التعلم بدون إشراف) أي بدون بيانات مسبقة ووفقا لأوجه التشابه والإختلاف للبيانات الممنوحة ولتبسيط المثال كأن تمنح مقررات اللغة الإنجليزية لحاسوب ما وتزوده بكل المعلومات دون أن تشرحها له ويدعه يحللها ويمسك بأوجه التشابه بين الحروف حتي يتقن اللغة الإنجليزية لوحده بدون أي مراقبة ولا تدخل بشري.

٣- خوارزمية التعلم المعزز: هو قدرة العقل الألي أن يتعلم من خلال التصرفات التي يقوم بها في البيئة المنوط به أن يعيش بداخلها وهو من أمتع أنواع التعلم حيث يتم إستخدامه في ألعاب الكمبيوتر والروبوتات ولا يعتمد علي وجود بيانات، فمثلا إذا كان هناك روبوتا ونريد أن نعلمه كيف يخرج من باب المنزل فيتم صياغة دالة تسمي بالدالة الجزائية (reward function) بحيث أنه إذا تقدم خطوة في إتجاه الباب يتم منحه نقطة بمعني نعطيه مكافأة (reward) أما لو تقدم في إتجاه غير إتجاه الباب ننقص منه نقطة وبناءا عليه رياضيا عند إنقاصه نقطة يدرك أنه يتحرك في طريق سلبي غير المطلوب منه أن يتحرك في إتجاهه فيقوم بتعديل مساره وهذه الطريقة أيضا تسمي التعلم بالعصا والجزرة.

هذه هي الانواع الثلاثة لخوارزميات الذكاء الإصطناعي، أما عن الأسباب الحقيقية وراء هذه الضجة التي يحدثها الذكاء الإصطناعي هذه الأيام فهما سببين:

١- حجم البيانات التي توافرت لدينا هذه الأيام.

٢- القدرة الحاسوبية علي معالجة هذا الكم الهائل من البيانات في وقت قصير.

وقد يقول قائل إن الخوارزميات هي سبب ثورة الذكاء الإصطناعي فعلي سبيل المثال فإن شركة جوجل تمكنت من تطوير خوارزميات بشكل متقدم جدا وهذا هو أحد الأسباب ونقول في هذه الحالة لا فلماذا لا، لأن الفكرة ليست الخوارزميات فقط لأن أشهر خوارزميات الذكاء الإصطناعي وتحديدا خوارزميات الشبكات العصبية متواجده منذ أربيعينيات القرن الماضي فأول عصب صناعي يحاكي العصب الطبيعي المتواجد في دماغ الإنسان تمت صناعته عام ١٩٥٨ فالفكرة ليست لها علاقة بالخوارزميات الفكرة كلها منحصرة في الكم الهائل من البيانات فحوالي ٩٠٪ من البيانات المتواجده حاليا تم توليدها في الأربعة أعوام الماضية فقط، فعلينا أن نتخيل كم البيانات التي لدينا ونوعها فالبيانات ليست فقط الأرقام المتواجدة في الجداول والإحصائيات هذه فقط مجرد شكل من أشكالها فالبيانات لها عدة أشكال فمنها علي سبيل المثال المنشورات والصور والفيديوهات التي يتم نشرها في مختلف المواقع الألكترونيه ومنصات التواصل الإجتماعي كالفيسبوك وتويتر وإنستجرام واليوتيوب وغيرها العديد والعديد من التطبيقات الذكيه علي الهواتف الذكية والحواسيب، وتقريبا كل هذه البيانات يتم إستخدامها بالفعل عن طريق خوارزميات الذكاء الإصطناعي الأن ، وبحلول عام ٢٠٢٥ سيصل عدد البيانات علي الكرة الأرضية إلي ما يقارب ٤٦٣ إكسابايت (٤٨٥٤٩٠٦٨٨ تيرابايت) (١ إكسابايت =١٠٠٠٠٠٠ تيرابايت). أما حجم البيانات التي نمتلكها الان هي حوالي ٤٤ زيتابايت (٤٤٠٠٠٠٠٠٠٠ تيرابايت) (١ زيتابايت = ١٠٠٠٠٠٠٠ تيرابايت = ١٠٢٤ إكسابايت) بحسب ما تم ذكره في الاصدار الخامس من تقرير بيانات لا تنام(٢)

وحيث أن علم تحليل البيانات هو علم إستخلاص أنماط من البيانات ومن خلالها يمكن للالة أن تتعلم لأن الالة لا يمكن أن تتعلم إلا من خلال البيانات، فهو ليس فرع من فروع تعلم الالة ولا فرع من فروع الذكاء الاصطناعي بل هو علم يتقاطع مع تقنية الذكاء الاصطناعي من خلال تقنية تعلم الالة(machine learning) ولهذا هو من أهم العلوم المتواجدة الان ويوجد نقص شديد في المتخصصين في هذا العلم علي مستوي العالم.

تاريخ الذكاء الاصطناعي

ظهرت الروبوتات الذكية والكائنات الاصطناعية لأول مرة في الأساطير اليونانية القديمة. وقد كان تطوير أرسطو للقياس واستخدامه التفكير الاستنتاجي لحظة أساسية في سعي البشرية لفهم ذكائها .في حين أن الجذور طويلة وعميقة ، فإن تاريخ الذكاء الاصطناعي يمتد لأقل من قرن .وفيما يلي نظرة سريعة على بعض أهم الأحداث في مجال الذكاء الاصطناعي:

في عام ١٩٤٣نشر وارين ماكولوغ ووالتر بيتس ورقة علمية بعنوان «حساب منطقي للأفكار الجوهرية في النشاط العصبي». اقترحت الورقة أول نموذج رياضي لبناء شبكة عصبية .أما بداية الظهور الحقيقي لهذا المجال يرجع إلى أوائل الخمسينات من القرن العشرين حيث أن مجموعة من العلماء اتخذوا نهج جديد لانتاج الات ذكية بناء على الاكتشافات الحديثة في علم الأعصاب واستخدام نظريات رياضية جديدة للمعلومات والاعتماد على اختراع أجهزه مبنية على أساس جوهر المنطق الرياضي.

أول حدث تم تسجيله في مجال الذكاء الاصطناعي هو نشر بحث بعنوان «Computing Machinery and Intelligence» للعالم الرياضي البريطاني Alan Turing حيث اخترع اختبار اذا اجتازه الجهاز، يصنف بأنه «ذكي». وهذا الاختبار عباره عن أسئلة تسأل من قبل شخص يعرف بالحكم (judge) وتوجه لشخص آخر ولجهاز حاسب آلي في آن واحد، بحيث اذا لم يتمكن الحكم من التمييز بين الشخص والجهاز، فإن الجهاز يجتاز اختبار الذكاء او اختبار المنطق ويصنف بأنه جهاز ذكي (٣)

وفي عام ١٩٥٦م أقيم مؤتمر عن الذكاء الاصطناعي في جامعة Dartmouth الأمريكية حيث عرضت برامج وأجهزة حاسوبية مذهلة أدهشت الحضور حيث أنها تثبت نظريات منطقية وتتحدث باللغة الانجليزية. ومن بعد ذلك قامت وزارة الدفاع الأمريكية في منتصف الستينات بتمويل بحوث في مجال الذكاء الاصطناعي تفاؤلا بالمستقبل الباهر لهذا المجال. وفي عام ١٩٧٤م تعرض علماء بحوث الذكاء الاصطناعي لانتقادات من الحكومة حيث أنهم لم يستطيعوا اجتياز مشاكل واجهتهم أثناء محاولة تنميتهم لهذا المجال الجديد. واثر ذلك تم قطع التمويل عن هؤلاء الباحثين.

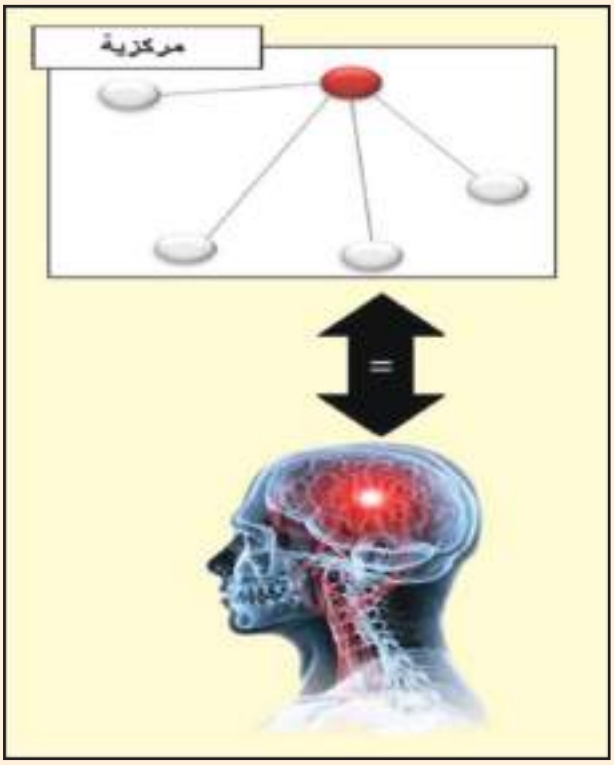
وفي أوائل الثمانينات انتعش هذا المجال مرة أخرى نظرا لنجاح نظم الخبرة وهو برنامج أو جهاز يحاكي ذكاء الانسان الخبير (Expert) حيث يقوم بتشخيص مشكلات ويتوقع أحداث مقبلة ويقدم الخدمات للزبائن والعملاء عن طريق الوصول الى استنتاجات واقتراحات. وفي التسعينات وأوائل القرن الحادي والعشرون فإن مجال الذكاء الاصطناعي حقق نجاحا عظيما حيث تم استخدامه في مجالات متعددة مثل اللوجستية واستخراج البيانات (data mining) والتشخيصات الطبية وغيره. ومما لاشك فيه أن من أهم الأسباب التي أدت إلى التطور الناجح في مجالات متعددة من الذكاء الاصطناعي وتحوله من الناحية البحثية والأكاديمية إلى التطبيق العملي والتصنيع هو ذلك التطور الكبير والمتلاحق في مجال تصنيع المكونات المادية للحاسبات الآلية.

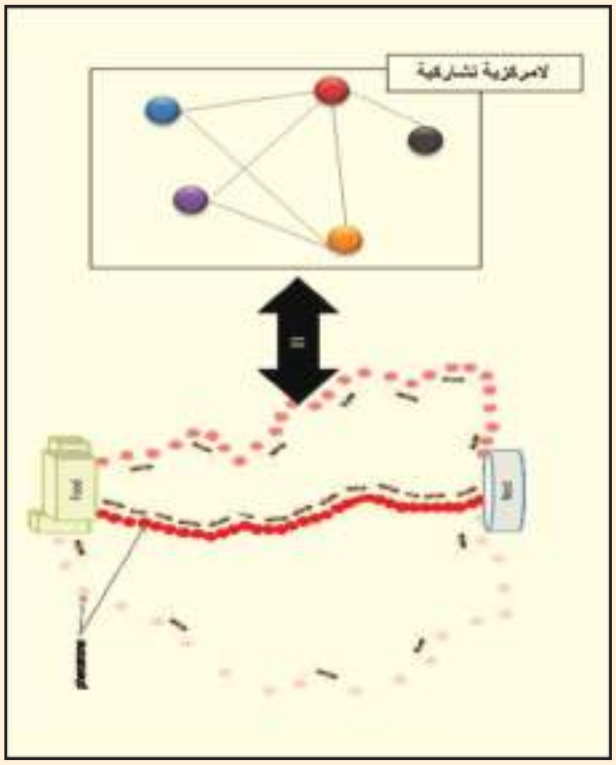
تصميم الذكاء الاصطناعي

هناك نوعين في طريقة تصميم الذكاء الاصطناعي

شكل مركزي: مستوحى من أعصاب الدماغ البشري (neuromimetism) وفي هذا النوع من التصميم تكمن مهمة الخوارزمية في العثور على الحل الأمثل. إلا أنه في غالب الأحيان يلتزم الأمر على الخوارزمية النظر في جميع الإجراءات لأن عدد الحلول الممكنة يزداد بشكل أسي وفقا لعدد العناصر وهذا ما يزيد من تعقيد عملية التعلم الذاتي بشكل كبير. المثال المعروف عن هذا الشكل من الذكاء الآلي هو الشبكات العصبية الاصطناعية وعلى رأسها شبكات التعلم العميق الذي عانى لسنوات طويلة من اشكالية محدودية القدرات الحسابية للآلة بسبب عدم توافق التطور الالكتروني للآلة في تصميم أجهزة قوية الحساب والتخزين. الا ان الانفجار المشهود حاليا للبيانات الضخمة والتسارع في تصنيع مساحات هائلة من مراكز التخزين المعلوماتي (Data Centers) سمحت بعودة قوية لهذه التقنية مؤخرا.

شكل لامركزي: مستوحى من الطبيعة والبيولوجيا (bio inspired intelligence) ومنها الكائنات الحية البسيطة مثل النمل حيث تستطيع هذه الكائنات البسيطة جدا ودون أدمغة معقدة وبطريقة تشاركية أن تنجز أعمالا جد معقدة مثل عمليات البحث والتنقيب وصناعة جسور لجلب الغذاء. يؤمن باحثو هذا التيار العلمي بان الذكاء يظهر كنتيجة لتفاعلات الجزئيات متشاركة وليس بطريقة حسابية معقدة مثل ما هو الحال في الشكل المركزي للذكاء. ان هذه الانظمة





قائمة على كيانات أولية البنية لديها القدرة على متابعة واحد أو أكثر من الأهداف الفردية أو المشتركة. المثال المعروف عن هذا الشكل هو الانظمة المتعددة الوحدات (Multi Agent Systems) المبنية على تقليد الذكاء الاجتماعي لمجتمعات النمل في التأقلم السريع والتلقائي وكذا القابلية الفائقة على التنظيم الذاتي دون حكم مركزي. ويأتي الذكاء كحاصل للتشارك والتفاعل بين هذه الكيانات وبين بيئتها(٤)

فروع الذكاء الاصطناعي

يمكن أن ينقسم الذكاء الاصطناعي طبقًا للوظائف الذي يستخدم فيها إلى عدة فروع أهمها الآتي:

أولا: الآلات التفاعلية وهي عبارة عن الآلات التي لا تحتوي على ذاكرة سابقة، وإنما ترتكز مهامه على الحاضر، حيث لا يستطيع استخدام المعلومات السابقة لإجراء أي مهمة مستقبلًا، ومن أمثلتها برنامج الشطرنج «IBM» الذي تم ابتكاره في التسعينات.

ثانيًا: الآلات ذات الذاكرة المحدودة وهي عبارة عن الآلات التي يتم برمجتها على أساس استخدام بعض المعلومات السابقة لإجراء بعض المهام مستقبليًا، والتي تمنكها من صنع القرار المناسب، ومن أهم أمثلتها السيارة ذاتية القيادة، التي تحتاج لبعض المعلومات السابقة الخاصة بخريطة الطرق لاستخدامها في القيادة، ومثل أيضًا Chatbot Siri من شركة آبل.

ثالثًا: الآلات التي تعتمد على نظرية العقل وهي الآلات التي تستطيع فهم مشاعر الأشخاص وعواطفهم وأفكارهم ومعتقداتهم، وتوقعاتهم من أجل التفاعل معهم اجتماعيًا وفقًا لهذه المشاعر، والآن تجري التجارب الكثيرة للوصول لأفضل نسخة من آلات الذكاء الاصطناعي التي تكون أقرب ما يكون من الإنسان بمشاعره وأفكاره وتوقعاته، ومازال العمل عليها حتى الآن.

رابعًا: الآلات التي تتميز بالوعي الذاتي وهي عبارة عن الآلات أو الروبوتات ذات الوعي الخاص بها، حيث تتميز بذكاء فائق ووعي ذاتي بها، وأيضًا يتم العمل عليه، وستكون طفرة كبيرة في مجال الذكاء الاصطناعي، لتمكنه من الوصول ليتعايش مثل الإنسان الطبيعي بذاته دون تقليد لحياة إنسان آخر.

هناك أيضا تطوير الشبكات العصبية والحساب العصبي (artificial neural networks neural computing) والتي تطورت وأصبحت قادرة على محاكاة التعلم والتعرف في الإنسان . ويمكن القول إن الحساب العصبي والشبكات العصبية هي محاولة تقليد الأسلوب

الذي يتبعه المخ الإنساني في العمل ، وعلى ذلك فان الشبكات العصبية لا تعتبر من احد فروع الذكاء الاصطناعي وذلك لعدم اعتمادها على الأساسيات لهذا العلم ، كما أنها لا تحمل الخواص العامة وبذلك جرى تصنيفها على أنها مكملة للذكاء الاصطناعي وخصوصا في مجالات اكتساب المعرفة والاستدلال والتعلم الآلي. ومن الناحية التطبيقية والاستخدام فان كثير من تطبيقات الشبكات العصبية لا تدخل في نطاق هذا العلم والبعض الأخر يندرج تحته(٤)

تطبيقات الذكاء الاصطناعي

١- اللغات الطبيعية (NATURAL LANGUAGE): في هذا المجال ازدهرت فروع اللغويات الحسابية وعلم الفسيولوجي والتعرف والتفهم وتخليق الأصوات والترجمة الالية والفلسفة والفهم المعنوي والدلالي للغة ويتم ذلك باستخدام القواميس الديناميكية ومن اهم التطبيقات الانظمة الأمنية والمجال الشبه طبي للمعاقين وذوي الاحتياجات الخاصة ومن أبرز النماذج لهذا التطبيق هو Google assistant (٥)

٢- الرؤية بالحاسب (COMPUTER VISION): والتي ساهمت في تطور تقنيات التعرف على البصمات وتطوير الوسائل والتقنيات الالكترونية التي تحاكي نظم الرؤية الطبيعية في الإنسان و تطوير الصناعات المدنية والحربية وكذلك تطورعلم الفسيولوجي.

٣- علم الروبوتات (الأنسنة) (ROBOTICS): والتي دفعت فروع الهندسة الميكانيكية والروبوتات الصناعية والتحكم والالكترونيات وعلم (السيبرنتيكا) الى اغوار تطبيقية بعيدة المدى الاقتصادي والعلمي.

٤- الألعاب والمباريات (GAME PLAYING): ولقد ساهمت الألعاب في تقدم الذكاء الاصطناعي وذلك بإدخال ذكاء المستخدم إلى البرامج كما ساهمت كذلك في تطور علوم الحاسبات والمباريات الإدارية.

٥- إثبات النظريات (THEORM PROVING): والتي ساهمت في تطور علم الرياضيات وعلم المنطق وبعض جوانب علم الفلسفة.

٦- نظرية الحساب والبرمجة الإلية (THEORY OF COMPUTATION AND AUTOMATIC PROGRAMMING): والتي ساهمت في تطور علوم الرياضيات وعلوم الحاسب.

٧- البحث الهرمى (HEURISTIC SEARCH): والتي تشتمل على ألية البحث وأنواعه المختلفة وكذلك تطور النظم الخبيرة .

٨- المكونات المادية للحاسوب (COMPUTER HARDWARE): والتي ساهمت في تطور المكونات المادية الالكترونية وتطور علوم الحاسبات بشكل عام.

٩- لغات البرمجة والنظم (SYSTEMS & PROGRAMMING LANGUGEAE): والتي اثرت علي علوم الحاسوب بلغات وغلافات تساعد على التخليق لنظم مستحدثة.

١٠- هندسة المعارف (النظم الخبيرة) (KNOWLEDGE ENGINEERING EXPERT SYSTEM): توصف بتقليد المنطق البشري علي أساس المنطق والمستندات واثرت علي علوم كثيرة مثل الكيمياء والطب وعلوم الادارة وبحوث العمليات والهندسة المدنية وصناعة البترول ونظم المعلومات وادت الى تغيير في النواحي الاقتصادية وذلك بتوفير مبالغ كثيرة.

١١- وضع الحلول للمشكلات (PROBLEM SOLVING): والتي ساهمت في تطور علم النفس والمنطق والرياضيات.

١٢- تمثيل المعارف (KNOWLEDGE REPRESENTATION): تركز علي البيئة والأنطولوجيا والمعرفة علي أساس النمذجة و ادت الى تطور علم الفلسفة وعلوم الحاسب ونظرية النظم وأستخدمت أيضا في تطبيقات الطب الحيوي والبحث الوثائقي وعلوم المكتبات.

١٣- النمذجة المعرفية للإدراك (COGNITIVE MODELLING): والتي اثرت في كثير من العلوم منها الفلسفة وعلم النفس والمهارات الانسانية والعلوم العصبية والفسيولوجية والموسيقى.

وماذا عن الذكاء الاصطناعي وإرتباطه بتطور وتقدم علم التنبؤات الجوية

إن إستخدام تقنية الذكاء الإصطناعي للتنبؤ بالطقس ليس بالامر الجديد ولكن إستخدامه بشكل أكبر ومختلف هذا هو الامر الجديد فعلماء التنبؤ بالطقس والمناخ في منظمات مثل مركز الارصاد الجوية الوطنية الامريكية(NCAR) والادارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) قاموا باستخدام قوة الحوسبة والذكاء الاصطناعي لتحسين التنبؤات وتقديم معلومات أكثر دقة وبعيدة المدي عن الطقس والمناخ والمحيطات والطقس الفضائي.

وبناءا عليه فإن دقة التنبؤات الجوية و التحذيرات من سوء الأحوال الجوية يعتمدان بشكل

أساسي علي الخوارزميات الذكية وأجهزة الحاسب العملاقة، فقد تم الإعتماد علي الذكاء الاصطناعي لما يقرب من عشرون عاما في مجال التنبؤ بالطقس والذي يتضمن إدارة كميات هائلة من البيانات وتحليلها وتصورها وذلك عندما تم إنشاء نظام الإرسال الأمامي الديناميكي المتكامل (DICAST) لأخذ بيانات الارصاد الجوية لإنتاج تنبؤات ألية دقيقة، كان الذكاء الاصطناعي جزءا منه وقد تم إستخدام هذا النظام من قبل أفضل شركات خدمات الطقس التجارية.

أما الان فهناك طفرة في إستخدام تقنية الذكاء الإصطناعي في التنبؤ بالطقس وذلك بسبب التقدم الكبير في تقنية التعلم الالي مدفوعا بتوفر كميات هائلة من البيانات وقوة وحدات معالجات الرسومات ، فقد كانت مراكز التنبؤ بالطقس من بين أوائل مستخدمي الحواسيب فائقة السرعة (HPC) وجمعهم بين النمذجة المادية علي أجهزة الحواسيب العملاقة وبين الذكاء الاصطناعي والاساليب القائمة علي البيانات وتحليلها للتمكين من وضع تنبؤات أفضل وأكثر دقة وبمدي أكبر وهذا يعني أن التكنولوجيا تتضافر لتقديم تنبؤات مناخية أفضل علي مدي المائة عام القادمة بالاضافة الي المزيد من توقعات الطقس المحددة التي تقدم المزيد من التحذيرات للناس للإحتماء من أحداث مثل الاعاصير وهذه التركيبة القوية من التكنولوجيا التنبؤية التي يجري إختبارها بالفعل يمكن أن تعمل في السنوات الثلاث الي الخمس القادمة.

وعلي سبيل المثال فقد قامت مجموعة من العلماء في مركز الارصاد الجوية الامريكية (NCAR) بالاشتراك مع فريق من الباحثين من جامعة أوكلاهوما باستخدام الذكاء الاصطناعي وتحديدا تقنية التعلم الالي لتقدير إحتمالية تساقط البرد في منطقة معينة قبلها بيوم واحد حيث قاموا بكتابة الكود الأولي لتدريب نماذج التعلم الالي والتي تمكنت من العثور علي أجزاء مختلفة من المعلومات في مجموعات البيانات الضخمة والتي عند تجميعها معا تقوم بالاشارة الي ان عاصفة البرد علي وشك التكون ويمكن لهذا النظام أيضا التنبؤ بما إذا كانت العاصفة ستنتج بردا صغيرا أم كبيرا وقد تم تشغيل هذا النظام وإختباره بإستخدام بيانات من (NOAA) وذلك عن طريق إبتكار شبكة عصبية وجعلها جزء من نموذج الطقس الذي يحلل العوامل الجوية المسببة للعواصف مثل درجات الحرارة علي إرتفاعات مختلفة والرطوبة وإتجاه الرياح وسرعتها ليقوم النموذج بعد ذلك بالتعرف علي الانماط التي تشير إلي أن العاصفة يمكن أن تنتج البرد وتحديد سرعة سقوطه والتي قد تصل إلي ١٢٠ ميلا في الساعة حيث يتسبب البرد في حدوث أضرارا سنوية تقدر بالمليارات. ولجعل هذا النوع من الأنظمة التنبؤية يعمل يتم جمع وتنظيم وتحليل كميات كبيرة من بيانات الطقس والتي يتم الحصول عليها من أجهزة إستشعار الطقس المتواجدة علي الاقمار الصناعية و علي الارض وفي المحيطات وهذا بالفعل يتطلب إستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي والشبكات العصبية وايضا التعلم العميق وذلك لقدرتهم الفائقة في التعرف علي الأنماط التي من المحتمل أن تؤدي إلي حدوث أعاصير مدمرة وعواصف شديدة ويعمل هذا النوع من التعرف علي الانماط مع مجموعات بيانات الطقس والمناخ ولذلك فإن الذكاء الإصطناعي علي إستعداد لمساعدة العنصر البشري في عمليات المحاكاة والتحليلات الأكثر دقة فعلي سبيل المثال بدلا من التنبؤ بدرجة الحرارة وكمية السحب لمدينة ما فسوف يتم التنبؤ بالمناخ المحلي للأحياء التي سيكون لها غطاء سحابي ورطوبة أعلي وأيها سيكون أكثر إشراقا وجفافا.

ومن المحتمل أن تتوفر هذه الأنواع من التنبؤات من خلال إقتران الذكاء الاصطناعي والذي يعمل علي وحدات معالجة الرسومات بحل المعادلات التفاضلية الجزئية التقليدية (PDE) والتي تعمل علي وحدات المعالجة المركزية مع أجهزة الحاسب العملاقة والمتقدمة.

أما في مختبرات أبحاث نظام الأرض التابعة ل (NOAA) يقول Jebbstewartرئيس فرع المعلوماتيه والتصور وقائد فريق جهود الحوسبة السحابية والتعلم الالي بأنه لم يتمكنوا من التعامل مع بعض تطبيقات التعلم الالي بدون المعالجة التي يقوم بها الحاسب عالي الأداء (HPC) لأن بعض الشبكات العصبية التي يقومون بتطويرها لكل من العمق وحجم البيانات تحتاج إلي معالجة متوازية وقابلة للتطوير بدرجة كبيرة لجعلها تعمل وقد يستغرق تشغيلها علي عقدة واحدة عدة ساعات إن لم يكن أياما لمعالجة عدة تيرابايت من هذا النوع من البيانات ولكن مع ال HPC يمكن تقليلها إلي دقائق وهذا يدل علي أهمية إتحاد تقنية الذكاء الاصطناعي مع الحاسبات عالية الأداء (HPC).

ويؤكد قائد فريق خدمات البيانات والتحليلات في المركز الوطني الامريكي للحوسبة العلمية

لأبحاث الطاقة(NERSC) أنه تم الإعتماد علي المحاكاة القائمة علي الرياضيات التطبيقية لمدة تزيد عن الاربعين عاما وأنه لن يتم إستبدال العمل بنظرية حل المعادلات التفاضلية الجزئية التقليدية (PDE) بالذكاء الاصطناعي بين عشية وضحاها حتي يتم التحقق من مدي فاعلية الذكاء الاصطناعي حيث أن الامر قد يستغرق عقودا للوصول بالذكاء الاصطناعي إلي إمكانياته الكاملة المرجوة والمتوقعة منه. فمجتمع الطقس يتحرك ببطء نوعا ما ولكن يتوقع أن يكون التحسن التنبؤي بنسبة ١٠٪ من حيث الدقة وهذا لايبدو كثيرا ولكن حتي التحسن البسيط قد يحدث فرقا كبيرا.

وقد تم نشر العديد من الابحاث العلمية التي تتناول إستخدام الذكاء الاصطناعي كوسيلة لتطوير تنبؤات الطقس والمناخ وإدخال مفهوم جديد من شأنه أن يقوم بعمل تغييرات جذرية في مستقبل التنبؤات الجوية والمناخ، ونذكر بعض من هذه الأبحاث حيث تم نشر ورقه بحثية في صيف عام ٢٠٢٠ في إحدي الدوريات العلمية وهي (journal of advances in modeling systems) علي شكل تعاون بين مجموعة من الباحثين من جامعة واشنطن ومايكروسوفت ريسيرش (Microsoft research) بعنوان تحسين التنبؤ بالطقس العالمي القائم علي البيانات بإستخدام الشبكات العصبية الملتوية العميقة علي كرة مكعبة وذلك لتوضح كيف يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل أنماط الطقس السابقة للتنبؤ بالأحداث المستقبلية بشكل أكثر كفاءة وربما أكثر دقة حيث أن نموذج الطقس العالمي المطور حديثا يعتمد في تنبؤاته علي بيانات الطقس للأربعين عاما الماضية بدلا من الحسابات الفيزيائية التفصيلية ونموذج الذكاء الاصطناعي البسيط القائم علي البيانات يمكن أن يقوم بعمل محاكاة للطقس لعام واحد حول العالم بسرعة أكبر وتقريبا مثل نماذج الطقس التقليدية من خلال إتخاذ خطوات متكررة مماثلة من تنبؤ إلي أخر حيث أن التعلم الالي يقوم بنسخة مطورة من التعرف علي الأنماط فيري نمطا نموذجيا ويتعرف علي كيفية تطوره عادة ويقدر مايجب فعله بناءا علي الأمثلة من البيانات التي شهدها في الأربعين عاما الماضية.

وعلي الرغم من أن النموذج الجديد أقل دقة من أفضل نماذج التنبؤ التقليدية المتواجدة الان إلا أن نموذج الذكاء الاصطناعي الحالي يستخدم قدرة حوسبة أقل بحوالي ٧٠٠٠ مرة لإنشاء تنبؤات لنفس عدد النقاط علي الكرة الأرضية بمعني أن العمل الحسابي الأقل يعني نتائج أسرع وسيسمح هذا التسريع لمراكز التنبؤات بتشغيل العديد من النماذج بسرعة مع ظروف بدء مختلفة قليلا وهي تقنية تسمي بالتنبؤ الجماعي والتي تتيح لتنبؤات الطقس تغطية نطاق النتائج المتوقعة والمحتملة لحدوث حالة جوية حيث أن خوارزمية الذكاء الاصطناعي قادرة علي التوصل إلي علاقات بين المتغيرات المختلفة التي لاتستطيع المعادلات الفيزيائية القيام بها وبذلك يمكن إستخدام عدد أقل بكثير من المتغيرات وبالتالي إنشاء نموذج أسرع بكثير. ومن أجل دمج تقنية الذكاء الاصطناعي الناجحة مع التنبؤ بالطقس رسم الباحثون ستة وجوه لمكعب علي كوكب الأرض ثم قاموا بتسوية الوجوه الستة للمكعب كما هو الحال في نموذج ورقي معماري وتعامل الباحثون مع الوجوه القطبية بشكل مختلف بسبب دورها الفريد في الطقس كطريقة لتحسين دقة التنبؤ ثم إختبر الباحثون نموذجهم من خلال توقع الارتفاع العالمي لضغط الجو ٥٠٠ هيكتو باسكال وهو متغير قياسي في التنبؤ بالطقس كل ١٢ ساعة لمدة عام كامل. وتم التعامل مع weather Bench كإختبار معياري لتنبؤات الطقس التي تعتمد علي البيانات والذي تم تطويره للتنبؤات لمدة ثلاثة أيام ويعد هذا النموذج الجديد أحد أفضل النماذج أداءا وسيحتاج النموذج المعتمد علي البيانات إلي مزيد من التفاصيل قبل أن يبدأ في التنافس مع التوقعات التشغيلية الحالية والفكرة بشكل عام تبشر بالخير كنهج بديل لتوليد تنبؤات الطقس خاصة مع زيادة عدد التوقعات السابقة ورصدات الطقس (٦).

هناك بحث أخر تم نشره في سبتمبر ٢٠٢٠ في مجلة جامعة الملك سعود لعلوم الحاسب والمعلومات بعنوان(نماذج محددة للتنبؤ بالطقس تعتمد على تنبؤات ذكية: مسح(وكان الهدف الرئيسي من هذه الورقة هو تقديم مراجعة شاملة لنماذج التنبؤ بالطقس والتقنيات والمنهجيات المختلفة المستخدمة حاليًا من قبل مختلف الباحثين للتنبؤ بالطقس وذلك من خلال مراجعة ١٤ بحث بداية من عام ٢٠١١ حتي عام ٢٠٢٠ وتم عرض النقاط البارزة الرئيسية للورقة وهي كالاتي:

(١) مراجعة شاملة لنماذج التنبؤ بالطقس المختلفة

(٢) تحليل المعاملات الفائقة الأساسية المستخدمة في نماذج

التنبؤ

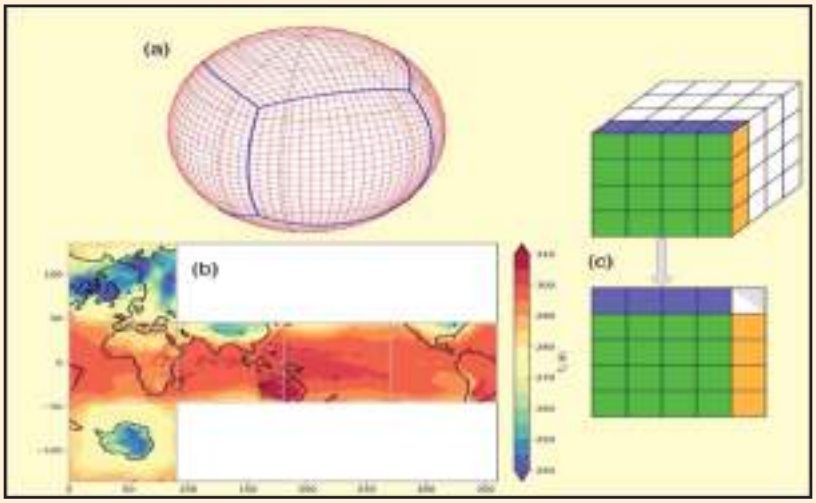
(٣) تصنيف دقيق لنماذج التنبؤ بالطقس المختلفة

(٤) استكشاف فاعلية النماذج المختلفة باستخدام مؤشرات الخطأ الإحصائية

(٥)إستخدام هذه الورقة البحثية بمثابة دليل للمبتدئين الذين لديهم شغف بالبحث عن التنبؤ بالطقس واكتساب المعرفة حول التقنيات المختلفة ومجموعات البيانات المفتوحة المتاحة.

(٦) تتناول هذه المراجعة اتجاهات البحث المستقبلية المحتملة في هذا المجال.

وقد خلص البحث إلي أن مع تقدم تقنيات البيانات الضخمة وتقنيات التعلم العميق ، يمكن التنبؤ بالطقس والتنبؤ بالمناخ بشكل فعال ودقيق حيث ناقش المسح المقترح الأعمال البحثية الحديثة المتعلقة بالتنبؤ بالطقس ، إلى جانب تحليل مفصل للنتائج. وأيضا تم تصنيف نماذج التنبؤ بالطقس بشكل أساسي بناءً على المنهجية المستخدمة وعوامل الطقس التي يجب التنبؤ بها.أما القيد الرئيسي الذي تم تحديده في تقييم الأنظمة الحالية هو عدم وجود تقييم لاستقرار نماذج التنبؤ بالطقس فجميع النماذج الحالية تقيم دقة التنبؤ فقط. وقد تم تحليل النتائج المطالب بها من قبل الباحثين لتقييم أداء التقنيات المختلفة حيث تم إنشاء نماذج ANN القائمة على الشبكات العصبية والتي يتم الإشراف عليها والتنبؤ بها وSVM وهي خوارزمية تعلم آلي خاضعة للإشراف يمكنها حل مهام التصنيف والانحدار ليكونا تقنيات تعلم ألي أكثر موثوقية للتنبؤ بالطقس



وأيضا تقدم الشبكات العصبية ذات البنى العميقة والنماذج الهجينة نتائج واعدة في مجال التنبؤ بالطقس. ووفر المسح أيضا أحدث النماذج للتنبؤ بالطقس وتحدياته ومجموعات البيانات المفتوحة المتاحة واتجاهات البحث المستقبلية. وستساعد هذه المراجعة المفصلة الباحثين الذين يعتزمون استكشاف مجال التنبؤ بالطقس كدليل مرجعي (٧).

هناك بحث أخر تم نشره في عام ٢٠١٣ في مجلة (applied energy) بعنوان نماذج التنبؤ بسرعة الرياح باستخدام الموجات ، الحزمة الموجية ، السلاسل الزمنية والشبكات العصبية الاصطناعية ويعد التنبؤ بسرعة الرياح أمرًا مهمًا لأمن تكامل طاقة الرياح وبناءا عليه تم اقتراح ثلاثة نماذج هجينة وهم

Wavelet Packet-ARIMA

Wavelet Packet-BFGS

Wavelet و BFGS

BFGS للتنبؤ بسرعة الرياح حيث تمت مقارنة النماذج المعروضة مع بعض طرق التنبؤ الكلاسيكية الأخرى لسرعة الرياح بما في ذلك Neuro-Fuzzy وANFIS (أنظمة الاستدلال العصبي الضبابي التكيفية) و Wavelet Packet-RBF (وظيفة الأساس الشعاعي) و PM (النموذج المستمر).وقد أظهرت نتائج ثلاث حالات تجريبية أن النماذج الهجينة الثلاثة المقترحة لها أداء مُرض في تنبؤات سرعة الرياح أما نموذج Wavelet Packet-ANN هو الأفضل بينها (٨)

أيضا تم نشر بحث في عام ٢٠١٧ في المؤتمر الدولي حول البيانات الضخمة بعنوان نهج قائم على التعلم العميق للتنبؤ بهطول الأمطار باستخدام عوامل بيئية متعددة حيث أنه يمكن للتنبؤ الدقيق بهطول الأمطار أن يعكس بشكل أفضل الاتجاه المتغير للمناخ ويوفر أيضًا معلومات بيئية فعالة في الوقت المناسب لاتخاذ القرارات المتعلقه بأمن وسلامة جميع الكائنات الحية والمنشآت، وكذلك التنبؤ بحدوث الفيضانات أو حالات الجفاف. وفي عصر البيانات الضخمة تقترح هذه الورقة نهجًا جديدًا للتنبؤ بهطول الأمطار على أساس شبكات المعتقدات العميقة والتي تسمى DBNPF ومن خلال محاكاة بنية

الاتصال العصبي للدماغ البشري ووظيفة نواة غاوس لتحويل البيانات وشبكة الانتشار الخلفي لضبط الشبكة بالكامل وتحديد ميزات البيانات الموجودة في المساحة الأصلية في مساحة الميزة الجديدة مع ميزة دلالية من خلال تخفيض الأبعاد، فلا يمكن للنهج المقترح فقط تعلم التمثيل الهرمي للبيانات الخام باستخدام طريقة عامة، والتنقيب الكامل عن المعلومات المخفية في البيانات الأصلية، ولكن أيضًا تقديم وصف أكثر دقة للقاعدة الكامنة وراء النوع المختلف من السلاسل الزمنية للبيانات الضخمة. وتم استخدام سبعة أنواع من العوامل البيئية، والتي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بهطول الأمطار، كمتجه للمدخلات، وتم استخدام هطول الأمطار خلال الـ ٢٤ ساعة التالية كمتجه للمخرجات. وتم إجراء مجموعة من التجارب المخصصة مع البيانات من إحدي المناطق للتحقق من جدوى النموذج وإمكانية استخدامه. وتم أيضا مقارنة النهج القائم على التعلم العميق مع مناهج التعلم الآلي التقليدية الأخرى وأظهرت النتائج التجريبية أن النهج المقترح يمكن أن يحسن دقة التنبؤ بهطول الأمطار (٩)

أما في عام ٢٠١٢ تم نشر بحث في مجلة Procedia Technology تحت عنوان نموذج التنبؤ بالطقس باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية وتدرس هذه الورقة البحثية إمكانية تطبيق نهج ANN من خلال تطوير نماذج تنبؤية غير خطية فعالة وموثوقة لتحليل الطقس، كما تقارن وتقيم أداء النماذج المطورة باستخدام وظائف النقل المختلفة والطبقات المخفية والخلايا العصبية للتنبؤ بدرجة الحرارة القصوى لمدة ٣٦٥ يومًا في السنة (١٠)

وفي عام ٢٠١٥ تم نشر بحث في مؤتمر العلوم والمعلومات بعنوان القدرة التنبؤية لبيانات الأرصاد الجوية: هل ستمطر غدًا؟ وتقدم هذه الورقة مجموعة من التجارب التي تتضمن استخدام تقنيات التعلم الآلي السائدة لبناء نماذج للتنبؤ بيوم واحد من الأسبوع بالنظر إلى بيانات الطقس لهذا اليوم المحدد ، مثل درجة الحرارة والرياح والأمطار وما إلى ذلك ، واختبار موثوقيتها عبر أربع مدن في أستراليا «بريسبان ، أديليد ، بيرث ، هوبارت». توفر النتائج مقارنة لدقة تقنيات التعلم الآلي هذه وموثوقيتها للتنبؤ باليوم الواحد من خلال تحليل بيانات الطقس. ثم تطبيق النماذج للتنبؤ بأحوال الطقس بناءً على البيانات المتاحة (١١)

أيضا في عام ٢٠١٥ تم نشر بحث في المؤتمر الدولي الثاني للإلكترونيات وأنظمة الاتصالات تحت عنوان نموذج نهج هجين للتنبؤ بالطقس باستخدام وكيل متعدد المهام وفي هذا البحث تم تعريف التنبؤ بالطقس واستخدامه في مجال المعرفة وهندسة البيانات في وقت واحد من أجل التنبؤ بالطقس لموقع معين. ومع توفر عدد كبير من النماذج العددية والخوارزمية التي تم تطويرها وإستخدامها للتنبؤ بالطقس فإن بعض النماذج والخوارزميات عادة لا تقدم تنبؤات دقيقة على الرغم من أن الشبكات العصبية الاصطناعية مثل التعلم غير الخاضع للإشراف والتعلم الخاضع للإشراف قد تم تطبيقها بشكل كبير للتنبؤ بالطقس ولكن في هذه الورقة عند النظر في الشبكات العصبية المتعددة تم تحقيق الحد من التكرار وأيضا تم إقتراح نموذجًا هجينًا جديدًا للتنبؤ بالطقس والذي يعتمد على مزيج من التعلم الخاضع للإشراف وغير الخاضع للإشراف. وتم أيضا معالجة مشكلة التكرار هنا حيث تم التغلب عليها من خلال الجمع بين هاتين الطريقتين للتعلم بمساعدة وكيل والنتائج المعروضة في نهاية الورقة قدمت تنبؤًا دقيقًا لأداء هذا النموذج الهجين مقارنة بالطرق المماثلة في الأبحاث الأخري (١٢)

أما في عام ٢٠٢٠ تم نشر ورقة بحثية في مجلة رابطة الطاقة العالمية تحت عنوان طريقة التنبؤ بتوليد طاقة الرياح شهريًا بناءً على نموذج المناخ والشبكة العصبية طويلة المدى للذاكرة وقدمت هذه الورقة طريقة تنبؤ شهرية لتوليد طاقة الرياح تستند إلى نموذج مناخي وشبكة LSTM العصبية حيث تم تطبيع توليد الطاقة النظرية من خلال القدرة المركبة للحصول على ساعات الاستخدام من كل شهر، وهذه البيانات مدخلات في نموذج الشبكة العصبية LSTM إلى جانب معلومات الأرصاد الجوية، وذلك لإنشاء نموذج رسم خرائط غير خطي بين عناصر الأرصاد الجوية وساعات الاستخدام الشهرية لطاقة الرياح، وبالنظر إلى بيانات الأرصاد الجوية المتوقعة في المستقبل والتخطيط الجديد للقدرات المركبة تم إستخراج النتائج الشهرية للتنبؤ بتوليد طاقة الرياح حيث أظهرت دراسة الحالة فعالية طريقة التنبؤ(١٣).

وخلاصة القول إذا كنا نريد اللحاق بقطار الذكاء الإصطناعي فعلينا أن نهتم أولا ببياناتنا فهي بمثابة تذكرة ركوب هذا القطار.

المراجع

1- https://news.microsoft.com/ar-xm/features/الذكا ء الاصطناعي لخدمة الإنسانية.

2- Data never sleeps 5.0. (https://www.domo.com/learn/infographic/data-never-sleeps-5).

3- A. M. Turing, Computing Machinery and Intelligence, Mind, New Series Oxford University Press on behalf of the Mind Association (1950),Vol. 59, No. 236, pp. 433-460.

٤- الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية للدكتور محمد علي الشرقاوي.

٥- الذكاء الإصطناعي بين الواقع والمأمول, دراسة تقنية وميدانية.

6- Jonathan A. Weyn, Dale R. Durran, Rich Caruana, Improving Data-Driven Global Weather Prediction Using Deep Convolutional Neural Networks on a Cubed Sphere, Journal of Advances in Modeling Earth Systems (2020), Vol.12, Issue 9.

7- Jaseena, K.U., Kovoor, B.C., Deterministic Weather Forecasting models based on Intelligent Predictors: A Survey, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences (2020), doi: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.09.009.

8- Liu, Hui; Tian, Hong-qi; Pan, Di-fu; Li, Yan-fei; Forecasting models for wind speed using wavelet, wavelet packet, time series and Artificial Neural Networks, Applied energy(2013), vol.107, pp. 191208-.

9- Pengcheng Zhang, L. Zhang, Jimin Wang, A Deep-Learning Based Precipitation Forecasting Approach Using Multiple Environmental Factors, Computer Science 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress).

10- KumarAbhishek, M.P.Singh, SaswataGhosh, Abhishek Anand, Weather Forecasting Model using Artificial Neural Network, Procedia Technology (2012), Vol. 4, pp. 311318-.

11- Ahmed, B., Predictive capacity of meteorological data: Will it rain tomorrow?, Science and Information Conference, SAI 2015; America Square Conference Centre1 America Square 17 CrosswallLondon; United Kingdom, Article number 7237145, Pages 199205-.

12- N. Arunachalam, G. Giles, V. Kaviyarasan, A hybrid approach model for weather forecasting using multi-task agent, 2nd International Conference on Electronics and Communication Systems (ICECS)(2015).

13- RuiYin, DengxuanLi, YifengWang, WeidongChen, Forecasting method of monthly wind power generation based on climate model and long short-term memory neural network, Global Energy Interconnection (2020),Vol. 3, Issue 6.