مجلة الحكمة للدراسات الأدبية و اللغوية
Eissn :2600-6421 Issn : 2353-0464
المجلد 9/العـــدد: 03 (2020)، ص 82- 116

استثمار الذكاء الاصطناعي في تعلم وتعليم العربية لغة ثانية: الآفاق والإمكانات

د. هشام بن صالح القاضي[1]
[1]جامعة الملك سعود

تاريخ الاستلام: 2021/11/25 تاريخ القبول: 2021/11/26 تاريخ النشر:2021/12/01

ملخص

تحاول هذه الدراسة استقصاء أطر الاستثمار لهذا النوع الجديد من التقنيات التي دخلت مناحي الحياة كافة ومنها تعليم اللغات الثانية أو الأجنبية، وتلقي الضوء على أبرز الإمكانات التي يمكن لمعلم اللغة الثانية استخدامها في الفصل اللغوي أو الاستفادة منها خارجه في أوقات التعلم الذاتي لدى المتعلمين. وتركز هذه الدراسة الاستقصائية على الدائرة التي تجمع بين هذا الحقل التقني المتقدم – الذكاء الاصطناعي – وبين تعليم العربية لغة ثانية بحيث تتيح لمعلم العربية لغة ثانية الوصول إلى أهم وأنفع تقنيات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي. وقد استقصت الدراسة عدداً كبيراً من التقنيات التي يمكن استثمارها مثل التعرف على الكلام والكتابة المطبوعة وخط اليد، وقراءة النصوص وغيرها، وعدّدت ستة وعشرين تطبيقاً عملياً مما يمكن عمله في الفصل اللغوي أو التعلم الذاتي، وخَلَصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج والآفاق الممكنة أهمها: تخصيص نمط التعلم لكل متعلم على حدة، وإعداد المناهج التعليمية بناء على تحليل حاجات المتعلم أو المتعلمين، وتوليد المحتوى التعليمي بواسطة التكيف والتنبؤ الذكي، وجمع بيانات المتعلمين الضخمة ودراستها. ويأمل الباحث أن يقوم من هم على سُدّة صناعة البرامج اللغوية في معاهد تعليم العربية بإدراج مختارات منها بحسب الحاجة والإمكانات ضمن المقررات التعليمية الرسمية، وتدريب المعلمين عليها خاصة في ظل الوضع الجديد المتكئ على التقنية في أعقاب جائحة كورونا العالمية وما بعدها.

استثمار الذكاء الاصطناعي في تعلم وتعليم العربية لغة ثانية: الآفاق والإمكانات

مقدمة

لقد مر العالم بأربع ثورات تقنية كان لها التأثير الضخم على حيوات الناس ومعايشهم وأعمالهم، وكان أولها الثورة الصناعية الأولى في القرن الثامن عشر وهي التي جاءت بالقاطرة البخارية المزودة بالفحم الحجري، ثم لبث الناس حتى ظهور النفط والكهرباء في الثورة الصناعية الثانية في القرن التاسع عشر، وفي القرن العشرين ظهرت الثورة التقنية التي جاءت بالحاسوب، فقلب الموازين التقليدية في التعاملات الإدارية والمالية والتعليمية وغيرها، ثم جاءت الثورة الرقمية في القرن الحادي والعشرين، ثورةِ الإنترنت والمعلومات والبيانات الضخمة والحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء... ولم تعد الأمور كما كانت من قبل.

في خضم هذه التغيرات كان تعليم اللغة الثانية يمر بمراحل مختلفة أيضاً ابتدأت بالتعليم التقليدي فيما قبل الثورة التقنية، ثم اشترك التقليدي والتقني بعد دخولها في الخمسينيات الميلادية، وتجلى ذلك الاشتراك في تعليم اللغة بواسطة المعامل اللغوية التي كان العديد من المعاهد والجامعات تباهي بها وبإمكاناتها تزامناً مع تطبيق الطريقة السمعية الشفوية التي أخذت زخماً كبيراً مع هذا التطور. ولم تلبث الحال حتى تغيرت مجدداً في فترة قصيرة مع دخول عصر الحاسوب الشخصي ثم الوسائط المتعددة في السبعينيات والثمانينيات على هذا التوالي، معلنةً ظهور مصطلح جديد لهذا التيار يسمى CALL أو تعلّم اللغة بمساعدة الحاسوب. ودخلنا عصر الإنترنت مع بزوغ الألفية الجديدة فانطلقت محاولات مختلفة لاستثمار هذه الثورة الرقمية الكبرى في التواصل، كان أبرزها تعليم اللغة بواسطة الشبكات الاجتماعية مثل فيسبوك ويوتيوب وتويتر وغيرها. ولم يطل المقام حتى تطورت الهواتف العادية في بدايات العقد الثاني لتصبح هواتف ذكية وتتضمن مجموعة من التطبيقات التي أصبح الناس يستخدمونها حيثما ذهبوا، وهنا تطوّر مصطلح تعلم اللغة بمساعدة الحاسوب إلى تعلم اللغة

بمساعدة الجوال MALL. وكان من ذلك تطبيقات انتشرت كثيراً مثل دولينجو وبوسو وروزيتا ستون وغيرها مما وصفها الباحث وقارن بينها في تعليم العربية لغة ثانية في دراسة سابقة[1]. ونحن نشهد الآن اندماج تقنيات الذكاء الاصطناعي في عدد من تلك التطبيقات الذكية لنجد أنفسنا أمام المصطلح الذي تطور إلى AIALL أي تعلم اللغة بواسطة الذكاء الاصطناعي.

في هذه الورقة العلمية، نتعرف في عُجالة إلى ماهية الذكاء الاصطناعي، وكيفية تعامله مع اللغة البشرية، لندلف من ذلك إلى إنجازاته وفوائده، وإمكانات استخدامه في تعلم وتعليم العربية لغة ثانية بشيء من الاستقصاء والتأنّي والتفصيل، ليكون دليلاً قريباً للمعلمين والمشرفين على التعليم خاصةً، وللعاملين عامةً في ميدان تعليم وتعلّم العربية لغة ثانية.

1. اللغة والذكاء الاصطناعي

عندما نطلق مصطلح الذكاء الاصطناعي (AI) فإننا نعني بذلك تلك الأنظمة الحاسوبية التي تحاكي أو تحاول محاكاة الذكاء البشري في أداء المهمات والأعمال، وتتعلم من الأخطاء وردود الفعل كما نفعل نحن البشر، بالإضافة إلى التعلم تلقائياً من المعلومات التي تجمعها. ونحن نشاهد أمثلتها الكثيرة كل يوم أثناء تسوقنا أو مشاهدتنا أو تصفحنا المحتوى الإلكتروني، فتجد سوق أمازون مثلاً يعرض عليك عدداً من البضائع التي لم تبحثْ عنها بذاتها، لكن أسلوب تنقلك ضمن البضائع المعروضة، والبضائع التي اشتريتها سابقاً، والأشخاص الذين تعرفهم أو أرسلوا إليك رابط الشراء، ... وغير ذلك من المعلومات يشير إلى احتمالية رغبتك بشراء تلك البضائع المقترحة. وكذلك هي المشاهدة في يوتيوب والتصفح في المواقع والشبكات الاجتماعية. وبالجملة فالذكاء الاصطناعي "هو اسم يُطلق على أي نظام كمبيوتر يتم تدريبه على محاكاة السلوك البشري الذكي"

[1] القاضي، هشام بن صالح. (2019)، "اكتساب العربية لغة ثانية بواسطة تطبيقات الجوال دراسة تقييمية لتخطيط أفضل"، مجلة التخطيط والسياسة اللغوية، العدد 8، المجلد 4، ص 38 – 86.

(معهد أكسفورد للإنترنت Oxford Internet Institute بالتعاون مع جوجل Google، 2021).

إن مفهوم الذكاء الاصطناعي إذن يتعلق بعدد من المعايير التي تتشابه مع الذكاء الطبيعيّ البشريّ كالتعرّف على أوجه الشبه والاختلاف بين الأشكال والمواقف، والتكيّف مع المستجدات والمتغيّرات، وتحسّن الأداء من خلال التجربة والخطأ بسبب القدرة على تحليل البيانات والتعلم التلقائي. وهكذا فإن الذكاء الاصطناعي مرتبط بالمفهوم وتطبيقاته مهما اختلفت أكثر من ارتباطه بشكل معين كارتباطه بالروبوت أو بوظيفة معينة مثل صرف الأدوية. ومن المهم الإشارة في هذا الإطار إلى أن المختصين (كما عند عطية، 2019أ، ص28) يقسّمون مشابهةَ الذكاء البشري أو مشابهة الآلة للبشر إلى ما هو من قبيل التفكير الذهني، وما هو من قبيل التنفيذ العملي. فالأول مصنّفٌ في حقل الذكاء الاصطناعي ويندرج منه تحليل الضوء والصوت والنصوص والتعلم التلقائي وتطوير القدرات اللغوية الذاتية... وهو المقصود في هذه الدراسة، بينما يُصنّف القسم الثاني في "الروبوتيات" أو الآلات العاملة.

ويتضمن هذا الحقل من الحوسبة الفائقة فيما يخص اللغة والتواصل التعرفَ على الإيماءات والوجوه والكائنات والكتابة اليدوية والتعرف على الكلام. وتواجهنا تطبيقاته المتقدمة الآن في مجالات مختلفة، بما في ذلك السيارات ذاتية القيادة التي "ترى" وتميز المشاة من علامات الطريق، والتحليلات التنبؤية كالجدول الزمني واقتراحات الصداقة في شبكة فيسبوك. وأكثر ما يهمنا هنا في الواقع، هو التعلم الآلي أو تعلم الآلة. إذ يستخدم المحلّلون مجموعات بيانات ضخمة Big Data لتدريب أجهزة الكمبيوتر على صنع نماذج تتنبأ بنتائج بعض الأحداث المستقبلية.

لقد انتقلنا إلى عصر الثورة الرابعة، إلى عصر الثورة الرقمية والبيانات الضخمة، ولقد مرَّ الذَّكاء الاصطناعي خلال العقود السابقة بأطوار رئيسة ثلاثة

هي طور النَّشأة، وطَور التَّجريب، وطَور النَّهضة الذي نحن فيه الآن (السعيد، 2019أ). وينبغي على تعليم اللغة أن يواكب هذا التطور التقني الكبير مستثمراً ما يقدمه هذا الميدان من إمكانات فائقة تثري عملية التعليم كما تفيد عملية التعلم.

1.1 كيف يتعامل الذكاء الاصطناعي مع اللغة البشرية؟

إن الفارق الأساسيّ بين برمجيات الحواسيب المعتادة وبين التطبيقات المبنية على مفهوم الذكاء الاصطناعي هي أن الأولى غير قادرة على "الخروج" من المسارات المتوقعة التي برمجها المبرمجون، فيما تستطيع الأخيرة التعامل مع المشكلات في ضوء الخبرات التي تتكوّن لديها والبيانات التي تحصّلها (Dodigovic، 2005). ومن هنا فإنها بعد "تعلّمها" المعطيات الأساسية قادرة على "المبادرة" في تحليل المشكلة وتفكيكها وإعادة بنائها. وعلى سبيل المثال، تتعامل برمجيات الحاسوب (مثل وورد) مع خطأ لغوي في الجملة مثلاً، باقتراح التصحيحات التي سبق إدخالها في النظام، وهكذا تظل تكرر التصحيح ذاته للمشكلة المشابهة ولا يمكنها اقتراح غيرها إلا إذا أدخل المستخدم بيانات جديدة؛ بينما يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي اقتراح التصحيحات المضمّنة سابقاً في النظام، بالإضافة إلى اقتراح أنماط جديدة أخرى تستقيها وتقيس عليها وتتعلمها من البيانات الضخمة المتوافرة لديها لإصلاح النوع ذاته من الأخطاء في الجملة. ليس هذا فحسب، بل يمكنها إدراك وتعديل التصحيحات الخاطئة التي يقترحها المبرمج في البيانات الأساسية التي أدخلت إلى النظام.

يبحث السؤال في العنوان أعلاه في التقاطع بين فرع اللسانيات الحاسوبية [2]وبين علوم الحاسوب وأنظمة المعلومات في معالجة اللغات الطبيعية

[2] اللسانيات الحاسوبية (Computational Linguistics): فرع علمي حديث يجمع بين علوم اللغة وعلوم الحاسوب وفيه تستخدم الحواسيب في معالجة اللغات الطبيعية، من تحليل النصوص والأصوات والكلام لنماذج وتطبيقات تستخدم في البحث وتحويل النص إلى كلام منطوق، أو تحويل الكلام إلى نص مكتوب، أو في الترجمة الآلية اعتماداً على خوارزميات محددة، أو دراسة المدونات اللغوية وتحليل

وتحليلها. وتعتمد معظم برامج الذكاء الاصطناعي حالياً على تقنيات أساسية في تعرّف اللغة المكتوبة والمنطوقة. ويقتضي مجال المعالجة الحاسوبية للغات الطبيعية "توجيه الآلة إلى فهم اللغة الطبيعية عبرَ مُستوياتها المتعددة، ومُعالَجة وَحداتها في هذه المستويات تحليلاً وتوليدًا، وخلق بيئة تفاعليّة قادرة على تحقيق التواصل بين الإنسان والآلة" (السعيد، 2019أ). وبهذا فإن الحاسوب يحلل الجملة النحوية في اللغات الطبيعية ويحاول فهمها – منفصلة أو في سياقها بحسب نوع البرنامج – من خلال تحليل التركيب البنيوي للغة النص ككل أو بتقسيمها إلى أنماطها اللغوية التي تعلمها.

وقد كان أحد أشهر البرامج في تاريخ الذكاء الاصطناعي برنامج شردلو Shrdlu[3] الذي وضعه تيري وينوجراد بين عامي 1968 و1970 في معهد ماساتشوستس للتقنية MIT، والذي يعمل على محاكاة إنسان آلي قادر على التحدث بلغة طبيعية مع شخص ما، والإجابة عن أسئلته حول مجموعة مختلفة من الأشياء التي يمكنه تحريكها أو ملاحظتها، ويتبيّن لمن يطّلع على الحوار[4] باللغة الإنجليزية بين الإنسان الآلي والإنسان الطبيعي أن الآلة قادرة على تحديد الاسم والعبارة الاسمية والضمائر التي تعود إليها والفعل والعبارة الفعلية، وهي قادرة بعد ذلك على فهم الجُمل ودلالاتها واستخدامها استخداماً صحيحاً في حوار طبيعي.

الخطاب، أو في التتبع البصري والإيماءات وحركة الشفاه وتحيلها وغير ذلك مما تساعد فيه الحواسيب علم اللسانيات على فهم خصائص الأنظمة اللغوية وبنيتها واستعمالاتها.

[3] شردلو هو برنامج حاسوبي مبكر لفهم اللغة الطبيعية طوره أستاذ علوم الحاسوب في جامعة ستانفورد الأميركية تيري آلن وينوجراد بين عامي 1968 و1970 في معهد ماساتشوستس للتقنية. وكان لنجاحه الكبير في فهم اللغة الطبيعية واستنتاج ما يقصده المستخدم أثر بالغ في مجال الذكاء الاصطناعي أدى إلى المبالغة حينها في التوقعات للأبحاث في اللغة الطبيعية والذكاء الاصطناعي لكن هذه التوقعات سرعان ما اصطدمت بعدد من الحواجز والتحديات.

[4] يمكن مشاهدة البرنامج أثناء عمله في التواصل مع المستخدم باللغة الإنجليزية قبل ما يزيد عن 50 عاماً على هذا الرابط https://www.youtube.com/watch?v=bo4RvYJYOzI كما يمكن قراءة نموذج مكتوب للحوار في بونيه (1993، ص43).

إن معالجة اللغات الطبيعية NLP ليس وليد اللحظة، بل إن المعالجة الآلية للغة العربية تحديداً قد لقي اهتماما متزايدا منذ منتصف الثمانينيّات الميلادية التي شهدت مؤتمرات مختلفة حول الموضوع في الكويت والمغرب وتونس والقاهرة ودمشق (بونيه، 1993، ص8)، كما تزايد اهتمام شركات عالمية مثل مايكروسوفت وآي بي إم وجوجل وأبل وأمازون وغيرها بمعالجة وفهم النصوص والأصوات العربية. وقد تحقق من ذلك الاهتمام الكبير في تلك الحقبة (عطية، 2019أ، ص 63) اكتشاف الأنماط، والتصنيف الآلي، والربط بين العلاقات والتعلم الحاسوبي. وذلك التاريخ الحافل هو ما قاد في النهاية إلى قفزة تقنية في الذكاء الاصطناعي نعايشها الآن شملت مجالات لغوية مختلفة مثل التعرّف على النصوص المكتوبة طباعياً ويدويّاً، والتعرف على اللغة المنطوقة صوتياً، والإملاء صوتياً على الآلة للكتابة، وقراءة النص المكتوب صوتياً، وضبط الكلام بالشكل مكتوباً ومنطوقاً، والتحليل النحوي، والتحليل المعجمي، والتحليل الدلالي للسياقات وغير ذلك الكثير.

وبالرغم من هذا التقدم فإن ظهور العديد من التحديات والعقبات التي لم تستطع تطبيقات الذكاء الاصطناعي بصفتها خوارزميات رياضية تجاوزها في مجال اللغة من حيث هي ظاهرة طبيعية لم يكن مفاجئاً، ومن تلك التحديات الوقوع في الإلباس اللغوي، وإدماج الواقع المعرفي المعقّد، ومشكلة تصوّر الخيال والمجاز، ومشكلة الوعي بالذات وغيرها (السابق، ص 74-75).

2.1 نماذج لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال اللغوي

لقد مر تعليم اللغة والبحث فيها، كما أشرت أعلاه، بالعديد من التقنيات التي كان أبرزها في التاريخ المذياع (الراديو) وشريط الكاسيت وشريط الفيديو، ومعامل اللغة في المعاهد اللغوية، وأقراص CD وDVD، والسبورة الذكية في الفصول اللغوية، وصولاً إلى مواقع الإنترنت وبوابات التعليم، وقنوات يوتيوب والشبكات الاجتماعية، والتطبيقات على الهواتف الذكية.

غير أن تطبيقات الذكاء الآلي قد نقلت ذلك إلى مستوى مختلف تماماً، ساهم في تطور التعلم والبحث اللغوي خلال السنوات القليلة الماضية خاصة مما هو من قبيل تعلم الآلة باستخدام البيانات الضخمة، ومن ذلك:

1.2.1 تقنية التعرف على الكلام المنطوق

الكلام هو أكثر وجوه اللغة الطبيعية استخداماً، وتعتمد الحواسيب التقليدية عموماً على تقطيع الكلام إلى أجزاء مستخدمة ثلاثة عناصر تقنية هي معالجة اللغة الطبيعية، والتعرف على الصوت، والتركيب الصوتي (Dodigovic، 2005، ص 63). وكانت الحواسيب فيما سبق تعتمد على التغذية الأساسية لفهم الكلام المنطوق عبر ما يعرف بالأوامر الصوتية التي تجعل الحاسوب يقوم بعمل شيء ما بناء على هذه الأوامر، فإذا كان الأمر جديداً أي لم يسبق للمبرمج تغذيته للتعرف عليه، فإن الحاسوب يردّ بما يشبه العبارة "لم أستطع فهم ما تقول! هل تقصد كذا؟"

وبرغم وجود تعقيد شديد في تضاعيف فهم الآلة للكلام المنطوق وإنتاجه ينتج من تعقيد المستويات الصوتية والصرفية والتركيبية والتنغيمية والدلالية والتداولية... غير أن الفارق الذي يصنعه الذكاء الاصطناعي هو تحقيق حوار طبيعي "تقريباً" بفهم أعمق لبنية الصوت في اللغة الطبيعية. هذا التقدم جاء من خلال معالجة الكلام بالانتقال من الاعتماد على تحليل مجموعة من الأطر الصوتية الثابتة إلى الاعتماد على التحليل الصوتي باستخدام المقاطع والوحدات الصوتية الصغرى (أبوعبسة، 2019)، مضافاً إلى ذلك التنغيم، وكمية ضخمة جداً من البيانات التي ينطق بها الناس خاصة أولئك المتحدثون الأجانب للغة ولكناتهم المختلفة في نطق تلك الأصوات المفردة والجمل الكاملة.

ونحن نشاهد هذا التقدم جليّاً في إنتاج الكلام بناء على المدخلات الصوتية وإجراء حوار يشبه الحوارات الطبيعية في تطبيقات المساعدات الذكية

على الأجهزة والهواتف الذكية مثل مساعد جوجل، وسيري من أبل، وأليكسا من أمازون، وبكسبي من سامسونج.

2.2.1 التعرف على النصوص وقراءتها جهراً بتعبيراتها

يتعامل الحاسوب مع أصغر وحدة في أنظمة الكتابة في اللغات وهي الحرفيم أو الجرافيم grapheme وهي ما يقابل أصغر وحدة في الأنظمة الصوتية للغات المسماة الصوتيم أو الفونيم phoneme. والحرفيم يعبر عن كل مَحْرَف أو رمز كتابي سواء كان مستقلاً بذاته مثل الحروف كالحروف العربية واللاتينية والمحارف كالأشكال الكتابية في اللغة الصينية، والأرقام بأنواعها، وعلامات الترقيم، أو كان ملحقاً بمحرف آخر مثل علامات التشكيل (الحركات) أو غيرها من العلامات المستخدمة في الكتابة. ويعالج الحاسوب هذه الوحدات على اختلاف أشكالها عبر مناهج ومستويات مختلفة من تعلم الآلة، ومن تطبيقات ذلك التعرفُ الضوئي على الحروف المطبوعة OCR Typewritten والتعرف الضوئي على الحروف المخطوطة Handwriting OCR وقراءة الكتب بتحويل النص المكتوب إلى منطوق TTS (السعيد، 2019ب، ص 101-102).

وبالرغم من أن هذه العملية أقل تعقيداً من عملية فهم المنطوق وإجراء الحوار الطبيعي المذكورة في النقطة السابقة، إذ إن المهمة هنا محصورة بنص مكتوب مقارنة بالحوار الذي يكون عادة مفتوح النهاية ولا يمكن التنبؤ كثيراً بانعطافاته وتحوّلاته؛ بالرغم من ذلك إلا أن الذكاء الاصطناعي أضاف إلى هذه الخاصية لمسة شديدة التأثير تمثلت في تقمّص شخصيات بعينها بأصواتها وتعبيراتها الخاصة مثل إطلاق أول مذيع أخبار آلي بتقنية الذكاء الاصطناعي في الصين، الذي يقلد شخصية المذيع الحقيقي تشيو هاو بصوته وبطريقة إلقائه (Kuo، 2018)، ورغم أن الإطلاق الأولي شابه بعض الهنات مثل وضوح نبرة الصوت الآلي إلا أن التطويرات اللاحقة قد حسّنت كثيراً هذه التقنية بشكل مدهش (NewChinaTV، 2019).

3.2.1 التحليل العاطفي للأسلوب اللغوي

يؤثر السياق ويحكم كيفية استقبال الرسالة اللغوية، فقد يكون التركيب المعزول عن سياقه مختلفاً عن التركيب ضمن سياقه الذي جاء فيه. ومن هنا كان لتحليل المشاعر والتعرُّف على الآراء أهمية كبرى في تحليل النصوص في شكلها الكلي لا الجزئي، وعلى المستوى الدِّلاليّ (ماكرو) مما هو فوق المستوى التركيبي (مايكرو). هذا النوع من المعالجة الحاسوبية للنصوص اللغوية المكتوبة يُسمّى أسماءً متعددة مثل التحليل الأسلوبي وتحليل الآراء والتنقيب عن الآراء Opinion Mining، "ويهدفُ إلى الكشف عن المشاعر أو الآراء الَّتي تُعبّر عن وجهات نظر الأفراد والجماعات تلميحًا أو تصريحًا في مجموعةٍ من النُّصُوص" (السعيد، 2019ب، ص 122). وتتقاطع هنا فروع مختلفة من اللسانيات التطبيقية كاللسانيات النفسية واللسانيات الاجتماعية واللسانيات الحاسوبية، وتفيد هذه التقنية في البحث الجنائيّ واللسانيات الجنائية، للاستدلال على قرائن تفيد في التحقيقات الجنائية، كما يستخدمها التَّسويق كثيراً لمعرفة آراء المستخدمين وميولهم حول منتج ما، أو مراجعاتهم للمنتجات التي اشتروها من المتاجر الإلكترونية، وبالطبع تفيد خوارزميات هذه التقنية في استطلاع الآراء عموماً أكثر مما تفيد نماذج الاستبانات والتصويت التي قد لا تعكس الواقع كما تعكسه تلك الآراء المبثوثة في شبكات التواصل الاجتماعيّ.

ومن الخدمات التي تقدم التحليل اللغوي للكشف عن أطياف المشاعر من الفرح والخوف والحزن والغضب والثقة والتردد وغيرها، خدمةُ تحليل النغمة Tone Analyzer التي تقدمها آي بي إم IBM ويمكنها تحليل المشاعر في النصوص في المحتوى المتوافر من مصادر متنوعة مثل تغريدات تويتر، ومراجعات المنتجات، ورسائل البريد الإلكتروني، والنصوص الخاصة بالشخص الذي يطلب الخدمة. وتُقدّم الخدمة مجاناً باللغتين الإنجليزية والفرنسية ويمكن تجربتها مباشرة من هذا الرابط https://tone-analyzer-demo.ng.bluemix.net

(IBM، 2020). وبطبيعة الحال، هناك الكثير من الشركات التي تعتمد على هذه التقنية لتقديم خدمات مدفوعة للمؤسسات والأفراد في المجالات التي ذكرناها أعلاه خاصة في مجال التسويق وقياس آراء المستخدمين للمنتجات.

وبالرغم من مجيء الأبحاث والخدمات في تحليل الآراء العربية متأخرة عن الركب نوعاً ما، إلا أن وسائل التواصل الاجتماعي قد قدمت حافزاً كبيراً لاستدراك ما فات عبر مواءمة المقاربات المستخدمة لتحليل الآراء في اللغة الإنجليزية ولغات أخرى أول الأمر، ثم باتباع منهجيات من قبيل التمييز بين الحقائق والآراء، وتصنيف المشاعر بناء على اتجاه الكلام عموماً والجُمل والفقرات والمفردات تحديداً إما باتجاه إيجابي أو سلبي، بالإضافة إلى مصدر الرأي ووجهته (أبوجبارة، 2019). وثمة تجربة متميزة نوعاً ما في هذا الإطار قدمها إبراهيم أبو فرحة والدكتور وليد مجدي باسم "مَزاجَك" من إنتاج بحثي في جامعة أدنبرة بالمملكة المتحدة (أبوفرحة ومجدي، 2019).

2. إمكانات استثمار الذكاء الاصطناعي في تعلم وتعليم اللغة العربية

ذكرت من قبل أن التقنية بأشكالها من قبل وصول الحاسوب ووصولا للأجهزة الذكية وتطبيقاتها قد تحولت في معظمها إلى أدوات مساعدة وأحياناً أساسية إن في التعلم الذاتي أو في التعليم الصفي للغة. ومع الانتقال إلى هذا العصر الرقمي الذي شكّل فيه الاتصال السريع وتداول البيانات الضخمة عصبه الرئيس، جاء استدعاء تطبيقات الذكاء الاصطناعي ملحّاً في ظل إمكانات الحوسبة الضخمة والشبكات السريعة لتطوير الأساليب والتقنيات المستخدمة في تعليم اللغات. وبما أن الاهتمام متركز في هذه الورقة على ما يخص تعليم العربية وتعلمها لغةً ثانية، فإني أذكر أمثلة تفصيلية لتطبيقات هي في متناول اليد لدى سائر المستخدمين متعلمين ومعلمين متى ما توافر الحد الأدنى من الأهلية التقنية للمعلم والمتعلم، ومن البنية التحتية للبلد.

1.2 تحليل ومعالجة النص المطبوع: الممكنات التعليمية

سبقت الإشارة في القسم 2.2.1 أعلاه إلى طريقة الحاسوب في معالجة النصوص والتعرف على الحروف والكلمات وما يضيفه الذكاء الاصطناعي في هذا المجال. ويمكن أن نتقصّى هنا بعض الممكنات التعليمية للغة العربية لغة ثانية في هذا الإطار، فنلخصها فيما يلي:

- البحث النصي واسترجاع المعلومات:

رغم أن هذه التقنية قديمة نسبياً إلا أن توافر البيانات الضخمة والتحليل العميق للنصوص وتعلم الآلة كلها عوامل تضافرت لتطوير آلية البحث واسترجاع المعلومات التي تضاعفت كميتها وما زالت تتزايد لأسباب مختلفة. ويجب التفريق هنا بين خاصيتي البحث search والتحرّي find (مجدي وإمام، 2019 ص 17)، إذ تتعلق الأخيرة بعملية أساسية يتحرّى فيها الحاسوب ما تبحث عنه بمطابقة الكلمة بطريقة متسلسلة وقد تكون بطيئة، بينما تستخدم خاصية البحث تقنيات أكثر توسعاً وتقدماً وسرعة ومنها البحث الموضوعي والدلالي والبحث النوعي في النصوص والأصوات والصور والمشاهد...الخ. ويمكن الإفادة من هذا في كتابة موضوع بالعربية أو تقديم عرض أو وصف لموضوع ما إذ تساعد هذه التقنيات في الحصول على المعلومات اللازمة بشكل سريع.

- التلخيص الآلي

يفيد التلخيص الآلي فوق استرجاع المعلومات تكثيفَها وتركيزَها وتخليصَها من المعلومات الثانوية، وحصرها على المتواتر ذكره في البيانات الضخمة، فيحصل المعلم والمتعلم على معلومات ثرية مكثفة جاهزة للاستخدام عن موضوع محدد في الصف اللغوي أو في المهمات اللغوية، دون بذل عناء كبير في البحث والتلخيص مما هو من استراتيجيات التعلم عموماً لا التعلم اللغوي خاصة. كذلك يمكن الاستفادة من هذه الخدمة في عرض الملخصات على الأجهزة المحمولة بشاشتها

الصغيرة التي لا يلائمها عرض الموضوع كاملاً، ويراعى في التلخيص كل من نسبة ضغط النص ونسبة الاحتفاظ بالمعلومة (فهمي، 2019).

- التشكيل الآلي

إن قراءة النصوص للمتعلم المبتدئ دون تشكيل يمثل مشكلة تعليمية أحياناً، لأن التشكيل عادة يستخدم لإزالة الالتباس فقط ولا يستخدم التشكيل التام إلا في نصوص محددة كالقرآن الكريم أو الكتب الموجهة للأطفال مثلاً بغرض ضمان قراءتها على الوجه الصحيح. وبهذه الخدمة يتمكن المعلّم من استخدام التشكيل الآلي في النصوص الحقيقية الخالية من التشكيل وعرضها لطلابه في المراحل الأولية من تعلم العربية لغة ثانية دون جهد يذكر. ومع التقدم الكبير في مجال التشكيل الآلي "لكن ما زالت نتائج الطرق التقليدية تزاحم نتائج الطرق الحديثة، لأن الطرق الحديثة في حاجة إلى كميات ضخمة من البيانات المشكولة يدويًّا. وهذا ليس سهلا بالنسبة للنصوص المعاصرة. يتضح الفرق حين تُشَكَّل نصوص تراثية، إذ تعطي الشبكات العصبية نتائج أفضل بكثير" (رشوان، 2019، ص 115).

- تعليم الإملاء والكتابة:

بما أن نظام الكتابة العربية نظام أبجدي صوامتي (القاضي، 2017) يعتمد على تمثيل الصوامت وتجاهل معظم الصوائت، بالإضافة إلى طبيعة النظام الصوتي في العربية، فإن ورود الخطأ في الإملاء لأسباب صوتية لدى متعلمي العربية هو أكثر أنواع الأخطاء شيوعاً حسب الدراسات (Alkadi، 2015). وقد درجت أبحاث تعليم اللغة بمساعدة الحاسوب CALL على الاهتمام بما يسمى تحليل الأخطاء وتحديدها وتصحيحها (انظر مثلاً تشَبل Chapelle، 2001؛ Oxford، 1995؛ Bailin، 1995)، غير أن الذكاء الاصطناعي يضيف إلى ذلك المساعدةَ في – أو اختبار القدرة على – ما يلي:

1) الطلاقة الكتابية باحتساب عدد الكلمات الغريبة/الفريدة
2) الصحة الإملائية

3) مدى التعقيد اللغوي باحتساب نوع وطول الكلمات والجمل

4) استخدام علامات الترقيم

5)التطور الفكري باحتساب عدد الفقرات المستخدمة ومتوسط طولها.

ومن الممكنات السهلة في هذا الشأن استخدام تقنية التعرف الضوئي OCR المدعومة بالذكاء الاصطناعي بحيث تعرض كتابات المتعلمين على الحاسوب بعد مسحها بهذه التقنية، لتظهر النتائج مدى الصحة الإملائية ورسم الحروف مثلاً (عبدالغني، 2019، ص 192). ويمكن أيضاً الاستفادة من المدققات الآلية العربية وأشهرها مدقق مايكروسوفت ومدقق صخر على هذا الرابط https://tadqeek.alsharekh.org (صخر، 2020).

- تعليم وإثراء المفردات:

تشكل القواميس والمعاجم التقليدية والإلكترونية جزء لا يتجزأ من مسيرة تعلم اللغات الأجنبية ومنها تعلم اللغة العربية، إذ يرجع إليها المتعلم كلما أراد معرفة المعنى إما بالترجمة إلى لغته الأم أو بمعرفة معانيها ومرادفاتها وأضدادها واستعمالاتها في العربية. غير أن الذكاء الاصطناعي يضيف إلى تلك المعاجم قوة هائلة باستخدام الشائع المعاصر واستبعاد المهمل بين أهل اللغة ذاتهم، فيكتسب الطالب قدرة كبيرة في تعلم المفردات والتعبيرات الشائعة وإثرائها بالأساليب الواقعية والنصوص الحقيقية (Campbell، 2019). وذلك ممكن باستخدام كل من المدونات اللغوية الكبرى وتحليلها بالذكاء الاصطناعي الذي "يبنيَ مُعْجَماً حديثًا لِتَتَبُّعِ الألفاظ والأساليب الأكثر استعمالا في اللغة العربية، وكيفية استخدام هذه الألفاظِ والأساليبِ في سياقاتِها المُختلفة، فالحاسوب يحدد جِذْرَ الكلمة آليا ووسائلَ اشتقاقِها والمواطنَ المُخْتَلفة التي تُسْتَخْدَمُ فيها الكلمة" (عبدالغني، 2019، ص 187). ومن أفضل القواميس مما يذكر هنا "قاموس الشائع في العربية: المفردات الأساسية للمتعلمين" (بكولتر وباركنسون Buckwalter and Parkinson، 2011) الذي اعتمد على مدونة تشتمل على

أكثر من 30 مليون كلمة ليخلص إلى 5000 كلمة شائعة يمكن للمتعلمين تعلمها واستخدامها.

2.2 تحليل الكتابة اليدوية: التعرف والتصحيح والاقتراح

بات من الضروري في تعليم اللغة الثانية عموماً الاهتمامُ بالكتابة اليدوية إلى جانب الكتابة الآلية على الحواسيب. قبل عقود قليلة كانت العبارة السابقة معكوسة، أي أن مخططي التعليم كانوا يؤكدون ضرورة الاهتمام بالكتابة على الحواسيب واستخدام التقنية إلى جانب تعليم الكتابة اليدوية، لكن التغوّل التقني على أدوات الكتابة أصبح شكلاً من أشكال الحضارة الحالية خاصة مع قدوم الهواتف الذكية. ومن الجميل أن كثيراً من أدوات التقنية أصبحت تتعرف على الكتابة اليدوية سواء من خلال الصور أو من خلال الكتابة المباشرة على اللوح أو الشاشة. غير أن المتغيرات - مثل شكل الخط وحجمه وانحرافاته ورسم الحروف ...الخ - في المخطوطات اليدوية أكثر منها في الكتابة المطبوعة؛ ولذا فإن نسبة الخطأ في أنظمة التعرف على الكتابة العربية اليدوية أكبرُ بطبيعة الحال من نسبة الخطأ في التعرف على الكتابة العربية المطبوعة (عطية، 2019ب، ص50). ويمكن أن نسرد هنا نوعين من التقنيات التي تساعد في تعليم العربية لغة ثانية:

1. التعرف اللاحق على الكتابة المخطوطة باليد

تتمكن تقنيات الذكاء الاصطناعي المرفقة بالتصوير في المساعدات الذكية على سبيل المثال من التعرف على الخط المكتوب يدوياً وتحويله إلى نص مطبوع يمكن نسخه ولصقه في برنامج آخر (وورد مثلاً). تتعرف هذه التقنيات على أنماط الكتابة اليدوية في الصفحة الممسوحة ضوئيًّا، ثم تَستخرج من خلال مقارنات معقدة أقربَ التخمينات لما تعنيه هذه الكتابة باليد، وتحوّله إلى نص مقروء أو مسموع. وتكون المهمة أصعب بطبيعة الحال في حالة الكتابة العربية التي تعتمد الحروف المتصلة والانحناءات المختلفة بخطوط متباينة دائماً. إلا أن هذا ليس

على إطلاقه دائماً، فالعربية تعتمد نظاماً إملائياً صارماً مطرداً في الحروف المتصلة والمنفصلة، وأشكال الحروف عند وصلها بما قبلها وما بعدها.

ويمكن الاستفادة تعليمياً من النص المطبوع الناتج بقراءته أو بالاستماع إليه منطوقاً - كما تقدمها خدمة مساعد جوجل مثلاً - ومقارنته وتصحيحه بما يعرفه المتعلم من الكتابة العربية حسب مستواه. ويمكنه المقارنة أيضاً بين خطه وخطوط الطلاب الآخرين في درجة التعرف بحيث تكون النسبة الأعلى في التعرف الصحيح دليلاً على جودة الخط واتباع نظام الكتابة العربية في رسم الحروف بطريقة صحيحة. وقد يكون هذا مدخلاً للتعليم بالتلعيب ليضفي على قاعة التعلم مزيجاً رائقاً من التعلم والتنافس والمرح.

2. التعرف الآني على الخط أثناء الكتابة اليدوية

على نحو مختلف قليلاً عن السابق، تتابع هذه التقنية حركة اليد للكتابة بالقلم أو بالأصبع على الشاشة لأي جهاز يدعم هذه الخاصية أو اللوح الإلكتروني المخصص للكتابة، في محاولة للتعرف المباشر على الحروف والأرقام والرموز التي يرسمها الكاتب وتحويلها إلى نص إلكتروني مقروء. وتأتي هذه التقنية في توازٍ مع الانتشار السريع للحواسيب ذات الشاشات المزودة بخاصية اللمس والتعرف على المخطوط مثل مايكروسوفت سيرفس، واللوحيات من شركات هواوي وأبل وسامسونج وغيرها، والهواتف الذكية المزودة بالقلم مثل سامسونج جالكسي نوت. وقد يظن البعض أن التعرف الآني هذا أصعب من التعرف اللاحق، إلا أن التعرف الآني في الحقيقة أسهل بسبب عوامل تتضافر لتسهيل العملية كالخبرة المتراكمة لخط الكاتب ذاته، وطريقته في ترتيب رسم الحروف وأجزائها، وسرعة خطه ونوعه، ومدى ضغط القلم على اللوح أو الشاشة، مما قد لا يتوافر في التعرف اللاحق على الكتابة في الورق (العريان وأحمد، 2019).

وتحتوي بعض هذه الأجهزة على برمجيات ذكية تقترح أحياناً مجموعة من الخيارات للتأكد من أن الكتابة الآلية المحوّلة من الإدخال اليدوي صحيحة

حسب ما يريد المستخدم. ويقدم الذكاء الاصطناعي هنا "آلياتِ تدقيقٍ إملائي لتوجيه عملية التعرف أو لتصويب ما جرى التعرفُ عليه من كتابة عربية مسترسلة بحروف متصلة، كما أنها تتضمن أدواتٍ "لِلتَّكيُّف" مع خط المستخدم، وتتعاضدُ كلُّ أو بعضُ هذه الأدوات للارتقاء بأداء التعرف على هذا النوع من الكتابة إلى مستوًى يُرْضي المستخدم" (عطية، 2019ب، ص38).

ومما يمكن استثماره هنا في إطار تعليم العربية لغة ثانية:

- رسم الحروف يدوياً:

إن من أهم ما يتعلمه الطلاب في اللغات عموماً وفي العربية على وجه الخصوص، ربط الصوت بالحرف، ورسم الحروف منفصلة قبل استخدامها في تركيب الكلمات. تأخذ هذه العملية التعليمية وقتاً طويلاً لكن من النادر أن تُعطى حقّها من الوقت في غالب المؤسسات والمناهج التعليمية وتترك عملية إتقان ذلك للطلاب وجهودهم الذاتية. وهنا يأتي دور التقنية المساعد في إتقان رسم الحرف لئلا يشابه حروفاً أجنبية موجودة في لغته كما وجد القاضي (Alkadi، 2015) أو يعتمد رسماً خاطئاً يظنه صحيحاً دون أن ينبهه أحد لذلك حتى يصل إلى المستويات العليا ولات ساعة تصحيح (السابق).

التدرب على الاتجاهات الكتابيّة:

جدير بالذكر أن معظم متعلمي العربية يأتون من خلفيات لغوية تعتمد نظاماً كتابياً مختلف الاتجاه كاليابانية والصينية أو معاكساً كاللغات اللاتينية (الفرنسية، والألمانية، والإنجليزية...)، ويكون من الصعب عليهم - ما لم يتدربوا مليّا على ذلك - كتابة الحرف باتباع الاتجاه الصحيح الذي يسهل عليهم ربطه بما قبله وما بعده، مثل أن يكتب المتعلم حرف الطاء ابتداء من طرفه في اليسار ليشكل دائرة باتجاه اليمين ثم يضع عصا الطاء فوقها، وهي ملحوظة شائعة لدى المتعلمين حتى بعد تخرجهم من الدورات اللغوية التي التحقوا بها (القاضي، 2015).

- كتابة الكلمات بحروف متصلة:

من المعروف أن الحروف تتغير عند وصلها حسبما قبلها وما بعدها، وكثيراً ما يقع المتعلمون في هذه المشكلة لأسباب كثيرة منها ما يتعلق بنظام كتابته في لغته الأولى ومنها ما يتعلق بالمِران في كتابة اللغة العربية. وسيكون من الجيد حقاً لو استطاع المتعلم استخدام هذه التقنية للتغلب على أخطائه في هذا المجال.

- النقط:

بسبب اعتماد كثير من المعلمين والمتعلمين على الكتابة الإلكترونية حالياً فقد استشرت مشكلة إغفال وضع النقط على الحروف في كتابة الطلاب اليدوية، لأن متعلم العربية يختار الحرف مباشرة من لوح الحروف أو المفاتيح اعتماداً على شكله وموقعه في اللوحة. وتزداد المشكلة خاصة مع استكثار نظام الكتابة العربية للتفريق بين أشكال الحروف بالنقاط، وهنا يمكن للمتعلم التدرب باستمرار على وضع النقط يدوياً لأن الجهاز لن يتعرف على حرف التاء ما لم يضع له المتعلم نقطتين ولا الثاء ما لم يرقمه بثلاث نقاط وهكذا.

- تحسين الخط:

وفي هذا يشترك العرب وغير العرب، وغني عن التفصيل ما وقع للعرب أنفسهم فضلاً عن غيرهم في هذا المجال من سوء في الخطوط لأسباب منهجية وتعليمية وتقنية ليس هذا مجال حصرها. لكن التقنية هنا تأتي لتنقذ ما يمكن إنقاذه بحيث تتعرف على الخط المكتوب بطريقة مقروءة صحيحة أو باعتماد برامج تحسين الخطوط اليدوية وهي كذلك موجودة ومعينة.

3.2 الترجمة الآلية في الفصل اللغوي – المعاجم الإلكترونية

منذ وقت طويل نسبياً والتقنية تسعى في دعم الترجمة ومدّها بالآليات المساعدة إما بالترجمة الآلية machine translation التي تنقل الكلام من لغة إلى أخرى مثل خدمة ترجمة جوجل Google Translate، أو بإصدار المعاجم

المحوسبة التي تختص بالمصطلحات أو المعاجم ثنائية اللغة أو القواميس أحادية اللغة المبنية على الدلالة اللغوية، أو بالذواكر المساعدة للترجمة التي تساعد المترجمين في النقل من اللغة المصدر إلى اللغة الهدف. وتعتمد الترجمة الآلية في الطريقة المتقدمة بطبيعة الحال على تعلم الآلة والتعلم العميق الذي يعد نشاطاً من أنشطة الذكاء الاصطناعي، ويمكن تقييم الترجمة الآلية في المستوى الدلالي في اللغة العربية حالياً بدرجة مقبولة (عطية، 2019أ، ص97).

ومن الإمكانات التي يمكن استثمارها هنا في إطار تعليم العربية لغة ثانية:

- الترجمة الفورية الآلية:

وذلك باستخدام التطبيقات الذكية في الترجمة للنصوص المكتوبة أو للكلام المنطوق، ويمكن استثمار هذه التطبيقات في بيئة تعلم اللغة العربية بغرض الترجمة من لغة المتعلم الأم إلى اللغة العربية والعكس، إذا كان ذلك من مستهدفات الفصل اللغوي. وتحضر هنا عدد من التطبيقات المتميزة مثل ترجمة جوجل الذي يدعم عدداً كبيراً من اللغات ويعتمد على التعلم الآلي في الترجمة، ومنها أيضاً تطبيق ريفيرسو Reverso الذي يستخدم ويقترح الشائع من كلام المترجمين من وإلى اللغة المستهدفة.

- القواميس والمعاجم الآلية:

تكون هذه القواميس على شكل أجهزة مستقلة يمكن استخدامها داخل الفصل اللغوي بحيث يحصل الطالب على الكلمة في لغته لتساعده على فهم الكلمة العربية واستخدامها في سياقها الصحيح، غير أن هذه الأجهزة لا تعتمد على الذكاء الاصطناعي. وتكون هذه القواميس أيضاً في شكل مواقع أو تطبيقات على الأجهزة الذكية، وتعتمد بعضها على المدونات اللغوية والسياقات في اللغة المستهدفة، كما يمكن كذلك أن تكون أحادية اللغة فتقدم المصطلح أو الكلمة العربية ومرادفاتها، أو ثنائية اللغة فتقدم الكلمة العربية في مقابل كلمة أجنبية. ومن أمثلة الإمكانات التي يمكن استثمارها في هذا المجال معجم المعاني

(https://www.almaany.com) الذي يحوي قاموساً عربياً أحادي اللغة وقواميس ثنائية تربو على عشر لغات، كما يقدم معجماً سياقياً مفيداً في التعرف على التعبيرات الاصطلاحية الشائعة في الاستخدامات اليومية في اللغة العربية. ومنها أيضاً المعجم المعاصر الذي قدمته شركة الشارخ (صخر، 2019). وإن من المفيد هنا التفريق بين ما هو موجه من هذه القواميس إلى المستخدم العربي وما هو موجه لمتعلم اللغة العربية من غير أبنائها مثل قاموس الشائع في اللغة العربية الذي يقدم مفردات أساسية لمتعلم العربية من تأليف بكولتر وباركنسون (2011)، فقد جمع هذا القاموس الإلكتروني/ الورقي أكثر من 5000 كلمة من الكلمات المعاصرة المبنية على استخدام مدونات تشتمل على أكثر من 30 مليون كلمة ليخلص إلى هذه الكلمات الشائعة المعاصرة.

4.2 تقمص دور المعلم:

يساهم الذكاء الاصطناعي في هذا الباب بالذات مساهمة فعالة جداً، إذ إن الذكاء الاصطناعي يدور - كما مر بنا في المقدمة - على محاكاة الذكاء والسلوك البشري، فمع أن الحاسوب قد بقي زمناً منخرطاً في عملية التعليم والتعلم ومساعدة المعلم، إلا أن طبقة الذكاء الاصطناعي تزيد على ذلك نمذجة سلوك المعلم (انظر مثلاً Bailin، 2013؛ و McClain، 2016) أو الحلول مكانه أحياناً عبر عدد من الأدوات منها:

منها أن الحاسوب يحلّل كميات كبيرة جداً من بيانات المتعلمين ويربطها بعوامل مختلفة مثل احتياجات التعلم عامة، وأغراض تعلم اللغة العربية خاصة، والسن، والجهاز الذي يتعلم منه، والموقع الجغرافي الذي يقطنه... وغيرها من البيانات التي يربطها عبر مجموعة من الخوارزميات المعقدة، والنماذج الإحصائية للوصول في النهاية إلى نتائج مفيدة في فهم الاختلافات بين المتعلمين وتوجهاتهم نحو التعلم.

ومنها أن خاصية تعلم الآلة والتعلم العميق كليهما يعملان بدقة من أجل فهم أعمقَ من جهة وأفضل نتائجاً من جهة أخرى للعملية التعليمية، ولخصائص كل متعلم. وقد نجحت هاتان العمليتان عموماً بسبب توافر البيانات الضخمة التي تتيح تداولَها وتخزينَها شبكةُ الإنترنت، بالإضافة إلى تطوّرِ كل من المعالجات الرسومية وخوارزميات الشبكات العصبية (القنيعير، ص52). وعليه، فقد تجلى هذا السلوك الصناعي الذكي في تقمص دور المعلم من وجوه متعددة ضمن العملية التعليمية ومن ذلك:

- التعقيب الفوري:

ولسنا نعني هنا التصحيح المعتاد التلقائي أو المقترح فكثير من التطبيقات والبرامج تعطي خاصية التصحيح التلقائي أو التعقيب بطلب التصحيح من المتعلم، بل نعني التعقيب الآني بناء على الطريقة التي ينتهجها المتعلم، إذ تستطيع الآلة عبر التعلم العميق اكتشاف ما إذا كان المتعلم يستفيد من التعقيب أو أنه يؤدي إلى توقفه أو انصرافه عن تعلم اللغة أو تعطيله، وبناء على هذا التحليل يتمكن الحاسوب من وضع التعقيب في الوقت المناسب داعماً عملية التعلم دون تأثير سلبي.

- التعرف على نمط التعلم:

يمكن للآلة أيضاً عبر تقنيات التعلم العميق تحليل أنماط التعلم لدى متعلم اللغة العربية. فإذا كان المتعلم يميل إلى النمط البصري جمعت له الآلة مجموعة أكبر من الصور والمشاهد، وإذا كان سمعياً جلبت له المقاطع السمعية والنصوص التي يرددها، وإذا كان يميل للنمط الحسي فتتركه يتعامل مع الاختيارات على الشاشة والأجسام في ما يحيط به أكثر الوقت. وذلك بحسب قوة وثراء المنهج بطبيعة الحال. وسنتحدث لاحقاً بتفصيل أكثر عن الممكنات من خاصية تحليل عملية التعلم.

- تحييد الخوف من الفشل:

إن إحدى أوضح مشكلات تعلم اللغة الثانية هو الخوف من الخطأ والتردد خاصة في مهارات اللغة الإنتاجية (التحدث والكتابة) وهو ما يواجهه جميع معلمي اللغة في فصول تعليم العربية لغة ثانية. ويأتي الحاسوب هنا بطبقة الذكاء الاصطناعي التي تستطيع تقمّص دور المعلم في التوجيه والتعقيب دون هذا الأثر السلبي الذي يخشاه المتعلم إما من ناحية ظهور الخيبة على وجه المعلم بسبب خطأ المتعلم أو من ناحية الفشل رغم تكرار المحاولة أو حتى من ناحية السخرية التي يُظهرها أو يكتمها زملاء المتعلم!

- تحليل الانتباه:

يمكن الآن للعديد من التطبيقات على مختلف الأجهزة استخدام تقنيات معينة لتحليل انتباه المتعلم والحرص على متابعة تعلمه واستمراره بالتركيز ذاته، ومن تلك التقنيات المستخدمة تقنية متابع العيون eye tracker التي يمكن للآلة استخدامها وتحليل مدى الانتباه أو التشتت الذي يعاني منه المتعلم ووضع الاقتراحات أو التصرفات المناسبة بناء على ذلك التحليل، وهو ما ينوب عن المعلم الذي يحرص داخل الفصل على حضور الطلاب ذهنياً وتواصلهم البصري بجانب وجودهم الفعلي في الفصل اللغوي. والأمثلة على ذلك كثيرة إذ إن معظم التطبيقات الحالية ترسل تنبيهات للمتعلم بضرورة ممارسة تعلم اللغة ويتابع بعضها ما يعمله المتعلم داخل التطبيق لمساعدته على التركيز (القاضي، 2019).

5.2 وضع الاختبارات والتدريبات اللغوية

لقد سهلت التقنية وضع الاختبارات والتدريبات اللغوية وغيرها بشكل عام، فهناك مواقع كثيرة تقدم خدمات الاختبارات والتدريبات الإلكترونية، وهناك خدمات النماذج الجاهزة مثل نماذج جوجل ونماذج مايكروسوفت المدمجة ضمن برامج المكتب، غير أن الذكاء الاصطناعي أضاف على تلك السهولة ذكاء أكثر

وسهولة أكبر. فقد صمّمتْ جامعة توبنجن الألمانية نظاماً باسم فيو (2016) VIEW يساعد على تعلم اللغة بدعم الذكاء الاصطناعي (ICALL)، حيث يتمكن المعلمون بواسطته من توفير عدد غير محدود من الأنشطة اللغوية المصممة للتدريب أو اختبار الوظائف النحوية لعدد من اللغات، غير أن العربية مع الأسف لم تدخل ضمن هذه اللغات حتى الآن. ويمكن استخدام النظام من أي جهاز في أي مكان متصل بالإنترنت. وتبدو الفكرة الذكية والعملية هنا في أن نظام فيو يستخلص الأنشطة تلقائيًا من النصوص الأصلية التي يختارها المعلم أو المتعلم من أي صفحة متوافرة على الإنترنت، فيقدم النظام مباشرة أربعة أنواع مختلفة من الأنشطة هي:

- نشاط التلوين الذي يسلط الضوء على الأشكال اللغوية المستهدفة في النص
- نشاط الاختيار بالنقر الذي يطلب من المستخدم القيام بالنقر على النماذج المستهدفة
- الاختيار من متعدد الذي يتضمن قائمة من المستهدفات والمشتتات
- تدريب ملء الفراغات وتحريرها.

يعمل النظام من خلال تحليل وتحسين المدخلات المرئية على الشبكة وهذا رابط الصفحة الخاصة به http://sifnos.sfs.uni-tuebingen.de/VIEW/index.jsp?content=activities . ومع أن النظام لا يشمل العربية حالياً إلا أنني اخترت وضعه هنا للإشارة إلى الإمكانية التي يقدمها النظام أولاً ولاحتمالية توافر دعم اللغة العربية لاحقاً.

6.2 التحدث والكتابة باللغة الطبيعية

مما تقدم به الذكاء الاصطناعي كثيراً في تعلم وتعليم اللغات محاكاة الكلام البشري بسبب تقدم آليات المحاكاة من جهة وتعلم الآلة من البيانات الضخمة المتوافرة لعدد كبير من اللغات - ومنها العربية بالطبع - من جهة أخرى،

وقد استطاعت الشركات الكبرى مثل جوجل ومايكروسوفت وآي بي إم وأمازون تحقيق تقدم كبير على مستوى اللغة العربية الفصيحة وعلى مستويات عدد من اللهجات العربية في مشرق الوطن العربي ومغربه. ومما يمكن استثماره هنا بهدف تعليم العربية لغةً ثانية ما يلي:

- المساعدات الشخصية:

مثل مساعد جوجل، وسيري أبل، ومساعد فيسبوك، وألكسا أمازون، وكورتانا مايكروسوفت، وبكسبي سامسونج ... الخ، إذ أصبحت هذه المساعدات الذكية تتفاعل صوتيا وكتابياً بشكل طبيعي إلى حد كبير مع المستخدم، فيمكن للمعلم توجيه المتعلم باستخدام اللغة العربية (وقد يمكن له اختيار لهجة ما إذا كان في زيارة بلد محدد مثلاً) والتواصل بممارسة اللغة شفوياً وكتابياً من خلال هذه المساعدات الذكية المتوافرة في أغلب الهواتف الذكية اليوم. ورغم أن الخدمة تقدم التواصل الكتابي إلا أن فائدتها الكبرى في الحقيقة تكمن في التواصل الشفوي الذي يسمح للمتعلم بإعادة الكلام أكثر من مرة حتى يفهم المساعد ما يريده المتعلم، ويمكن للمساعد الذكي التدرّب على لكنة المتعلم مرة بعد أخرى حتى يتقن فهمها، فيتجاوب معه بشكل أفضل. وستكون فرصة طريفة ونشاطاً تعليمياً رائعاً في الفصل اللغوي عندما يشير المعلم للمتعلمين أن يخرج كل منهم هاتفه الذكي ويضبط اللغة المستخدمة على اللغة العربية ويبدأ في التخاطب معه، كما يمكن لبعض المساعدات إضافة خدمة الترجمة أثناء المحادثة فإذا عجز المتعلم عن التحدث باللغة الثانية (العربية) يمكنه اللجوء إلى لغته الأم ليطلب منه المساعدة في الترجمة إلى العربية واستكمال الحوار، كما في مساعد جوجل مثلاً.

- روبوتات المحادثة Chatbots

روبوتات المحادثة هي باختصار تطبيقات تعتمد على الذكاء الاصطناعي فتحاكي البشر في طريقة محادثتهم باستخدام اللغة الطبيعية. ويمكن أن تكون هذه

التطبيقات ذات واجهات مختلفة مثل تطبيقات المراسلة أو بعض مواقع الويب التي تعرض المساعدة على المتصفح، أو تطبيقات مخصصة على الهواتف الذكية واللوحيات.

تعتمد الروبوتات على معالجة اللغة الطبيعية وتحليلها والتعلم المستمر من الأخطاء ومن المدخلات في البيانات الضخمة التي تتشاركها. إلا أن هذه التقنية ما تزال في بداياتها ضمن تعليم اللغة الأجنبية، وما تزال المحادثة بهذه الطريقة الآلية ضعيفة السلاسة والطلاقة، لأن استجابات الإنسان لا يمكن التنبؤ بها إلا بدرجة محددة على كل حال. ولذلك نجد أن الحوارات مع روبوتات المحادثة غير منتظمة ولا متجانسة وهي عرضة للخطأ بنسبة كبيرة، ولا يمكن – حتى الآن - أن تكون نموذجا يحتذى به لمتعلمي اللغة العربية.

ومع ذلك تتمتع بعض الروبوتات بأسلوب متقدم ونضج واضح وأخطاء قليلة مقارنة بغيرها خاصة تلك الموجودة في تطبيقات تعليم اللغات مثل روبوت المحادثة من دولينجو الذي يدعم اللغة العربية وقد أطلقته الشركة في 2016، وقدمت مجموعة من الشخصيات التي يمكن للمتعلم اختيارها مثل الطباخ والسائق وغيرها لتسهيل وتوجيه موضوعات المحادثة. وكذلك تطبيق موندلي Mondly وميمريز Memrise يتضمّنان دعم العربية في محادثة ذكيّة. ومنها أيضاً روبوتات تطبيقات المراسلة الشهيرة مثل روبوت المحادثة في واتساب وروبوت المحادثة في تيليجرام التي تتقمص شخصاً محدداً ويمكنها الرد كتابياً بسهولة على الموضوعات العامة، وتستخدمها بعض الشركات لإدارة التواصل مع الزبائن، فيمكن استثمارها كذلك في تعليم اللغة العربية.

عموماً توفر روبوتات المحادثة إجابات مخصصة على حسب الشخص وطبيعة الموضوع والطريقة في المخاطبة الخ. ويمكنها حتى تقييم أداء المتعلم، أو تقديم نصائح حول ما يحتاج إلى تحسينه في تعلم اللغة. وأفضل ميزات هذا النوع أنه

ينزع عن المتعلم قلق الفشل أو الخطأ الذي يصاحب عادة التحدث إلى شخص حقيقي، مما يعينه على الطلاقة مهما كانت الأخطاء.

7.2 تحليل وتخصيص عملية التعلم

إن من أهم الممكنات التعليمية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي عملية تحليل وتخصيص التعلم بسبب قدرة الآلة على تعلم أنماط وطرائق وخصائص التعلم الفريدة لدى كل متعلم. وتفتح هذه القدرة الباب لإمكانات واسعة يمكن لتعليم العربية استثمارها والاستفادة منها، ومن ذلك:

- تحليل نمط التعلم:

تستطيع التطبيقات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تحليل النمط الذي يتبعه المتعلم من حيث اهتمامه بالقراءة مثلاً أو الاستماع أو المشاهدة، بحيث تكشف له ما يحب أكثر مما لا يحب، كذلك يمكنها التعرف على الوقت المناسب له من خلال عاداته في أوقات التعلم ومدى ميله إلى نوع معين من الأنشطة اللغوية، وبهذا يمكنها إعادة ترتيب المحتويات التعليمية حسب رغبة المتعلم دون حتى أن يطلب هو ذلك أو يشعر به، بالإضافة إلى تذكيره بممارسة أنشطته اللغوية في أوقاته المناسبة. وتقوم بهذه العملية كثير من التطبيقات المتقدمة الحالية مثل دولينجو وبوسو وغيرها وتشتمل كثير منها على دعم اللغة العربية.

- تحليل سرعة التعلم:

من تحديات التعليم في الوقت الحالي أن عامل سرعة الإنجاز عامل حاسم جداً في استمرار أو انقطاع المتعلم عن الدورة أو البرنامج التعليمي اللغوي. في الجانب الآخر يحرص المتعلمون على أوقاتهم بشدة حتى لا تصرف فيما لا يحقق الهدف، وأصبحت الموازنة بين العوامل الثلاثة: سرعة التعلم، وكمية المحتوى التعليمي، والجودة في تحقيق أهداف التعلم مرتكزاً أساسياً لتعلم ناجح في هذا الوقت. يتجلى هنا مشروع كويزيك Kwiziq (2021) الذي يجعل تعلم اللغة أسرع وأكثر فاعلية من خلال مجموعة معقدة من الحسابات مدعومة بالذكاء

الاصطناعي تتضمن التدريبات الجزئية المنتظمة وأدوات مختلفة للتعلم ومختارات المحتوى، ويغطي المهارات الأربع، ويدعم التعليم الذاتي والتعليم في الفصل اللغوي كليهما. ورغم أنه لا يدعم العربية حالياً إلا أن موقعه على الإنترنت https://www.kwiziq.com/my-languages يشير إلى احتمالية دعمها قريباً.

- إحصاءات التعلم:

من المهم جداً للمعلم والمتعلم على السواء معرفة التقدم الذي يحرزه المتعلم في أي مهارة من المهارات اللغوية، مقابل عدد الساعات التي يقضيها المتعلم في الفصل اللغوي أو فيما يدعم التعلم التقليدي من وسائل تقنية. إذ تسهّل هذه الإحصاءات إضفاء نظرة فاحصة وشمولية لمسيرة المتعلم، وتساعد على المتابعة والدعم للمهارات التي قد تكون أضعف من غيرها لدى المتعلم. وفوق ذلك يمكن للمعلم استثمارها في التحفيز، كما يمكن للمتعلم الاستفادة منها بصفتها وثيقة تعليمية للغة العربية. ومن الأمثلة لهذا - والأمثلة كثيرة - تطبيق دولينجو وبوسو وموندلي وكذلك تطبيق ألف بي AlifBee (2020) وآرابي (2021). وفي الاختبارات اللغوية يمكن لتطبيق دولينجو مثلاً التحقق من هوية المتعلم أينما كان وإنشاء عناصر الاختبار، وتسجيلها وإدارة الاختبار في 45 دقيقة، وإصدار النتيجة لاختبار الكفاية اللغوية التي تقبل بها الآن أكثر من 300 جامعة أمريكية بما في ذلك مجموعة من الجامعات الرائدة في الولايات المتحدة.

- التخصيص بناء على المعطيات السابقة:

باستثمار الممكنات السابقة تستطيع التطبيقات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي توفير الوقت والجهد من خلال التركيز على ما لا يعرفه المتعلم واستثمار نمطه التعلمي وأوقاته المناسبة والمحتوى المحبّب إليه لإعادة تصميم المحتوى جزئياً بالشكل الذي يكفل جودة أفضل في وقت أقلّ. تزداد فرصة المتعلم هنا بسبب تجاوز إشكاليّة الفروق الفردية بين المتعلمين، وتفصيل منهجية التعليم على احتياج كل طالب على حدة، بدلاً من النمط الشائع في التعليم التقليدي الذي

ينطوي على "مقياس واحد للجميع" One-size fits all. يجمع مدرب اللغة الذكي كويزيك مثلاً بين الذكاء الاصطناعي والأساليب المثبتة علمياً لمضاعفة سرعة عملية تعلم اللغة بما يصل إلى عشر مرات (Kwiziq، 2021).

2. 8 المعايشة الواقعية

باستخدام الدمج بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتقنيات الواقع الافتراضي والمعزز، يمكن للطالب الممارسة شبه الحقيقية للغة ولو كان في بيته من خلال ما يُسمى بطريقة الغمر اللغوي Immersive language learning، حيث يوضع المتعلم في بيئة مشابهة للبيئة التي يتحدث الناس فيها تلك اللغة المستهدفة، ويمارس المتعلم اللغة من خلال المواقف اليومية في السفر والتنقل والسكن والتعلم والشراء... الخ وكل ذلك من خلال واقع افتراضي غير حقيقي (Haoarchive، 2019)، إما باستخدام النظارات أو باستخدام الشاشات الكبرى التي تملأ الغرفة، وتعمل الحساسات المثبتة في الجسم على نقل الاستجابات اللغوية وغير اللغوية للحاسوب الذكي ليتمكن من تحليلها والرد بطريقة مناسبة، وقد عمل عدد من الخبراء والباحثين على نماذج مختلفة لتعليم العربية بهذه الطريقة منهم باحثون في شركة سيمانور (2015).

3. الآفاق

جاءت هذه المجموعة من الممكنات في استثمار الذكاء الاصطناعي لتعليم العربية لغة ثانية نتيجة الأبحاث المتقدمة في تعلم الآلة والتعلم العميق والبيانات الضخمة من جهة والأبحاث في اللغويات الحاسوبية من جهة أخرى، مما سَبَرتْ أغوارَهُ المجلاتُ والمؤتمرات العلمية توصّلاً إلى أفضل نماذج التقنية في تعلّم وتعليم اللغة. وقد كان من أهم تلك النماذج نموذج التكرار المتفاوت، الذي يفترض في سياق تعليم اللغة أن أفضلَ ما يتعلّم الناس من خلال فترات الدراسة القصيرة الموزعة على أوقات مختلفة، بدلاً من التعلم المكثف المتواصل. وفي النهاية يمكننا

باختصار وإجمال أن نشير إلى أربعة إمكانات كبرى يمكن أن تشكّل فارقاً كبيراً لاستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعليم العربية لغة ثانية:

1- تخصيص نمط التعلم لكل متعلم على حدة بحيث تزيد من فرصه في التعلم الميسّر بسبب التغلب على مشكلة الفروق الفردية داخل الفصل اللغوي، وإعادة تهيئة المحتوى التعليمي بما يتناسب وحاجات المتعلمين وقدراتهم وتطلعاتهم وتوقعاتهم وأهدافهم. ويتشكّل الفارق الكبير هنا في تطوّر تعليم اللغة عموماً من خلال تقليل الوقت والتكلفة والحدّ من الإحباط الذي يصيب الطلاب أحياناً سواء في التعليم التقليدي أو عبر مواقع الشبكة أو في التطبيقات الذكية.

2- إعداد المناهج التعليمية من خلال معرفة المستوى المناسب للمواد التعليمية حسب تحليل التعلّم وباستخدام البيانات الضخمة، وبذلك يمكن صناعة محتوى تعليمي مناسب للمتعلمين بدقة، حسب الشريحة المستهدفة، وطبقاً للغة الأم والمستوى اللغوي والهدف التعليمي.

3- التكيف والتنبؤ من خلال حساب ومعالجة سلوك المتعلم، إذ تعطي الأنظمة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بيانات متكاملة عن نقاط القوة والضعف لدى المتعلّم، وتُولّد مجموعةً مخصصة بالكامل من مواد الدراسة في كل جلسة. ويتنبأ الحاسوب بما سيفعله المتعلم حيال نوع المواد المقدَّمةِ له وطريقة استجابته لها، فيعيد التنظيم والتكييف بما يتناسب مع التقدم والرغبة وهكذا. الأهم من ذلك، أن الخوارزمية تتعلم من السلوك الفردي والجماعي، مما يرفع قوتها ودقتها التنبؤية.

4- جمع البيانات ودراستها، إذ سيغدو البحث التقليدي في أخطاء المتعلمين الشائعة ضرباً من الماضي، لأن هذه البيانات الضخمة تتيح التأكد من صلاحية النتائج، فيمكن تعميمها وتجربتها على المتعلمين مباشرة، لمعرفة كيفية استجابة المتعلمين، مما يعطي الباحثين فرصة كبيرة لتتبع الشائع على مستوى أوسع بكثير

من دراسات الحالات المحدودة والجزئية، ويمكن للباحثين مناقشة أسباب هذه الأخطاء وآثارها.

لقد جعل الذكاء الاصطناعي من التعليم ميداناً أرحبَ وأكثرَ تشويقاً وجاذبية، إذ مكّننا من التعلم اللغوي بشكل أسرع وأكفأ بكثير مما مضى، ولمْ يبْنِ ذلك إلا على ما وفّرتْهُ التقنية وتراكم من الخبرات والمناهج والمحتوى التعليمي في تعلم وتعليم اللغة عبر العقدين الماضيَيْن. هذا لا يعني بالطبع أن المجال خالٍ من العقبات والتحديات التي تعاني منها كثير من تقنيات الذكاء الاصطناعي خاصة في معالجة اللغة العربية، لكننا لم نكن بصدد الإشارة إلى جوانب القصور والضعف بل إلى ما يمكن استثماره مما تتيحه تلك التطبيقات في هذا المجال في الوقت الحاضر أو القريب.

المراجع العربية

أبوفرحة، إبراهيم ، ومجدي، وليد. (2019). مزاجك: Mazajak: An Online Arabic Sentiment Analyser [محلل المشاعر العربية على الإنترنت]. (جامعة أدنبره) تاريخ الاسترداد 15 04، 2021، من http://mazajak.inf.ed.ac.uk:8000/

أبوعبسة، أحمد حمدي (2019). التعرف الآلي على الكلام العربي المنطوق وتطبيقاته في القرآن الكريم. تأليف يوسف سالم العريان، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في خدمة اللغة العربية (الصفحات 75 - 101). الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

آرابي. (2021). تصفح في 2021 من https://www.arabeelearning.com/

بونيه، آلان. (1993). الذكاء الاصطناعي: واقعه ومستقبله، ترجمة علي صبري فرغلي. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

ألف بي. (2020) .تصفح في 2021 من https://www.alifbee.com/

أبوجبارة، أمجد يوسف. (2019). تحليل الآراء العربية إلكترونياً. تأليف يوسف سالم العريان، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في خدمة اللغة العربية (الصفحات 103 - 140). الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

بوسو. (2021). تصفح في 2021 من https://www.busuu.com/en/how-to/vocabulary-trainer

سيمانور. (2015) . تصفح في 2021 من http://www.semanoor.com.sa

صخر. (2019)، المعجم المعاصر. تصفح في 2021 من https://lexicon.alsharekh.org

صخر. (2020). المدقق الآلي. تصفح في 2021 من https://tadqeek.alsharekh.org

العريان، يوسف، وأحمد، عرفان. (2019)، القراءة الآلية لكتابة اليد العربية، في كتاب "تطبيقات الذكاء الاصطناعي في خدمة اللغة العربية"، تحرير يوسف العريان، مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض.

العريان، يوسف. (2019،) تطبيقات الذكاء الاصطناعي في خدمة اللغة العربية، مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض.

عطية، محمد العربي أحمد. (2019أ) الذَّكاءُ الاصطناعيُّ ونَمذَجةُ اللُّغاتِ الطَّبيعية: الطموح، والواقع، والآفاق، في كتاب "العربيَّة والذَّكاء الاصطناعيّ"، تحرير د.المُعتزّ بالله السَّعيد، مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض.

عطية، محمد العربي أحمد. (2019ب)، مُعالجَة النَّصّ العربيّ المكتوب، في كتاب "التطبيقاتٌ أساسيَّة في: المُعالَجة الآليَّة للُّغة العربيَّة"، تحرير مُحسن رَشوان والمُعتزّ بالله السَّعيد، مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض.

فهمي، علي. (2019). التَّنقيب في النُّصُوص. تأليف محسن رشوان، و المعتز بالله السعيد، المُعالَجة الآليَّة للنُّصُوص العربيَّة. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

القاضي، هشام بن صالح. (2017). نظام الكتابة العربية: محددات الهوية والتصنيف. تحرير محمد سعيد الغامدي، نظام الكتابة العربية: النشوء والتطورات. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

القاضي، هشام بن صالح. (2019)، "اكتساب العربية لغة ثانية بواسطة تطبيقات الجوال دراسة تقييمية لتخطيط أفضل"، مجلة التخطيط والسياسة اللغوية، العدد 8، المجلد 4، ص 38 – 86.

القنيعير، فارس بن صالح. (2019)، التعلم العميق وتطبيقاته في معالجة اللغة، في كتاب "خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي"، تحرير عبدالله بن يحيى الفيفي، مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض.

رشوان، محسن. (2019). التَّشكيل الآليّ. تأليف محسن رشوان، و المعتز بالله السعيد، المُعالَجة الآليَّة للنُّصُوص العربيَّة. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

السَّعيد، المُعتزّ بالله. (2019أ). العربيَّة والذَّكاء الاصطناعيّ. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

السَّعيد، المُعتزّ بالله. (2019ب). المُعالَجة الآليَّة للُّغة العربيَّة المكتوبة: مقدمة في الذكاء الاصطناعي. تأليف المُعتزّ بالله السَّعيد، العربية والذكاء الاصطناعي (الصفحات 91-126). الرياض: مركز الملك عبدالله الدولي لخدمة اللغة العربية.

معهد أكسفورد للإنترنت Oxford Internet Institute بالتعاون مع جوجل Google. (2021). أساسيات الذكاء الاصطناعي. https://atozofai.withgoogle.com/intl/ar/ تاريخ الاسترداد 14 مارس، 2021

عبدالغني، نعيم محمد. (2019). الذَّكاء الاصطناعيّ وتعليم اللُّغة العربيَّة: نحو مِنَصَّةٍ تعليميَّةٍ مُتَكَامِلَة. تأليف المعتز بالله السعيد، العربيَّة والذَّكاء الاصطناعيّ. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

مجدي، وليد ، وإمام، أسامة. (2019). استِرجاع المعلُومات. تأليف محسن رشوان، و المعتز بالله السعيد، المُعالَجة الآليَّة للنُّصُوص العربيَّة. الرياض: مركز الملك عبدالله بن عبدالعزيز الدولي لخدمة اللغة العربية.

المراجع الأجنبية

Alkadi, H. (2015) ‘English Speakers’ Common Orthographic Errors in Arabic as L2 Writing System: An Analytical Case Study’. PhD thesis. Newcastle University: Newcastle upon Tyne, UK.

Bailin, A. (1995) AI and language learning: Theory and evaluation. In V.M. Holland, J.D. Kaplan and M.R. Sams (eds) Intelligent Language Tutors (pp. 327–44). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Bailin,A.(2013). Artificial Intelligence and Computer-Assisted Language Instruction: A Perspective. CALICO Journal, V 5, N

3. Retrieved 2021, from https://journals.equinoxpub.com/CALICO/article/viewFile/23556/19561

Buckwalter and Parkinson (2011) A Frequency Dictionary of Arabic: Core Vocabulary for Learners ["]. Routledge. https://www.routledge.com/A-Frequency-Dictionary-of-Arabic-Core-Vocabulary-for-Learners/Buckwalter-Parkinson/p/book/9780415444347

Campbell,K.(2019). Why Is AI A Good Thing for Language Teachers and Learners?. Oxford TEFL. Retrieved 2021, from https://www.oxfordtefl.com/blog/why-is-ai-a-good-thing-for-language-teachers-and-learners

Chapelle, C.A. (2001) Computer Applications in Second Language Acquisition. Cam- bridge: Cambridge University Press.

Haoarchive,K.(2019). A New Immersive Classroom Uses AI and VR To Teach Mandarin Chinese. MIT Technology Review. Retrieved 2021, from https://www.technologyreview.com/s/613963/ai-vr-education-immersive-classroom-chinese-ibm/

IBM .(2020) .Tone Analyzer من ،2021 04 04 تاريخ الاسترداد . https://tone-analyzer-demo.ng.bluemix.net/

Kuo, L. (2018). World's first AI news anchor unveiled in China. The Guardian. Retrieved 2021, from https://www.theguardian.com/world/2018/nov/09/worlds-first-ai-news-anchor-unveiled-in-china

Kwiziq.(2021). Retrieved 2021, from www.kwiziq.com

Dodigovic, M. (2005). Artificial Intelligence in Second Language Learning: Raising Error Awareness .Clevedon: MULTILINGUAL MATTERS LTD.

McClain, D. (2016). Artificially Intelligent Computer Assisted Language Learning System with AI Student Component. Semanticscholar. Retrieved2021, from

https://pdfs.semanticscholar.org/2f04/475614528362242787bc8ab7fcc04672045b.pdf

NewChinaTV .(2019 ،2 20). [قناة شينخوا تكشف النقاب عن أول مذيعة إخبارية للذكاء الاصطناعي في العالم] Xinhua unveils world's first female AI news anchor. تم الاسترداد من يوتيوب: https://www.youtube.com/watch?v=5iZuffHPDAw

Oxford, R.L. (1995) Linking theories of learning with Intelligent Computer-Assisted Language Learning (ICALL). In V.M. Holland, J.D. Kaplan and M.R. Sams (eds) Intelligent Language Tutors (pp. 359–70). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

VIEW (2016) Visual Input Enhancement of the Web, sifnos.sfs.uni-tuebingen.de/VIEW, accessed 24 August 2021.