الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم والبحث العلمي

المركز الجامعي - مغنية -

معهد الآداب واللغات

قسم اللغة العربية وآدابها

المجلس العلمي للمعهد
المركز الجامعي مغنية
معهد الآداب و اللغات

السّند البيداغوجيّ لمحاضرات مقياس

اللّسانيات الحاسوبيّة

مقدّم لطلبة السّنة الثّالثة ليسانس

تخصّص: لسانيات تطبيقيّة

إعداد: الدّكتورة وهيبة وهيب

السّنة الجامعيّة: 2021-2022م/1442-1443هـ

الجمهوريّة الجزائريّة الدّيمقراطية الشّعبية

وزارة التّعليم والبحث العلميّ

المركز الجامعيّ. مغنية.

معهد الآداب واللّغات

قسم اللّغة العربيّة وآدابها

السّند البيداغوجيّ لمحاضرات مقياس

اللّسانيات الحاسوبيّة

مقدّم لطلبة السّنة الثّالثة ليسانس

تخصّص: لسانيات تطبيقيّة

إعداد: الدّكتورة وهيبة وهيب

السّنة الجامعيّة: 2021-2022م/1442-1443هـ

مقدّمة

بسم الله الرّحمن الرّحيم

الحمد لله ربّ العالمين حمداً طيّباً مباركاً، كما ينبغي لجلال وجهه، وعظيم سلطانه، والصّلاة والسّلام على سيّدنا محمّد وعلى آله وصحبه الميامين، ومن سار على هديه إلى يوم الدّين، أمّا بعد:

فالعلم شريان تاجيّ من شرايين الحضارة الإنسانيّة، ونبضه مؤشّر دالّ على حيويّة الحضارة، وأيّ علم من العلوم البشريّة طبيعيّة كانت أم إنسانيّة لا بدّ أن يكون له أبعاد ثلاثة لا يحيد عنها، ولا يُتصوّر أن نجد علماً مستقلّا بذاته خلواً منها؛ وهي حدّ العلم ومادّته وغايته.

وفي ضوء هذا الإطار التّنظيميّ فإنّ علم اللّسانيّات يجري عليه ما يجري على سائر العلوم، لا بدّ أن يقوم على هذه الأبعاد ولا يتجاوزها؛ فهو في حدّه يمثّل الدّراسة العلميّة للّغات البشريّة، ممّا يعني امتثاله للمقاييس العلميّة من ملاحظة الظّاهرة اللّغويّة وبناء النّظريّات اللّسانيّة القائمة على التّجريب والضّبط والموضوعيّة. وهو في مادّته يتناول اللّغات عامّة من خلال الألسنة الخاصّة بكلّ قوم من الأقوام، أمّا غايته فهي تتبّع ديناميّة اللغة بغية تطويرها؛ وهذا ما يقود اللّسانيّات إلى منعطفات علميّة متشعّبة لرصد الحدث اللّسانيّ في أبعاده المختلفة والمتّصلة؛ فاللّغة ذات بعدين فيزيائيّ ونفسيّ لها علاقة بنفسيّة متكلّميها، ولها علاقة بالمجتمع الذي ينظّمها، ولها صلة ببيولوجيّة الدّماغ الذي ينتجها، ولها صلة بالحساب والمنطق كونها نظام من الرّموز الرّياضيّة.

هذا التّواشج الحتميّ بين اللّغة والنّفس والمجتمع والدّماغ والحساب لفت أنظار اللّسانيين المحدثين إلى منهج حداثيّ يتكامل فيه استخدام العقل والعلم والتّقنية على أساس الدّراسة البينيّة؛ بغية الإلمام بالظّاهرة اللّسانيّة في جوانبها النّفسيّة والاجتماعيّة والبيولوجيّة والرّياضيّة وما إلى ذلك ممّا له صلة باللّغة. لاسيّما بعد ما راج في عصرنا من ثورة المعلوماتيّة والعولمة التي فرضت على العالِم اللّسانيّ متغيّرات جديدة تفضي إلى الاهتمام بوحدة المعرفة والتّكامل وهدم الأسوار بين تخصّص وآخر.

والحاسوب- بلا شكّ- هو إحدى قمم الانفجار الباهر لالتقاء العلوم والتّقنيّات؛ حيث تنصبّ فيه روافد علميّة متعدّدة من قبيل الرّياضيّات والمنطق، وهندسة النّظم، ونظريّات المعلومات والاتّصال، وما إلى ذلك.

ولقد تزاوج الحاسوب مع غالبيّة العلوم ليسرّع من حركة تطوّرها وشحذ رؤيتها النّظريّة وتعزيز مناهجها العلميّة، ووسائلها العمليّة، وفتح آفاق جديدة للبحث العلميّ الدّقيق من خلال تعامله مع تلك العلوم.

ولم تكن اللّغة الطّبيعيّة بمعزل عن هذا الاتّصال، الذي أرفدها بأساليب علميّة دقيقة في سبيل تطوير مناهج دراسة الظّاهرة اللغويّة دراسة موضوعية وعلميّة، وأدّى هذا التّداخل بين الحاسوب واللغة إلى انبثاق تخصّص جديد عرف بعلم اللّغة الحاسوبيّ.

أهداف التعليم: الهدف من هذه المادة أن يتمكن الطالب من معرفة كيفية تحليل اللغة الطبيعية، والوقوف على أهم نتائج اللسانيات الحاسوبية في التعرف على المنطوق والمكتوب والتحليل الصرفي والمحلل الدلالي والترجمة الآلية ونحوها.

المعارف المسبقة المطلوبة: إلمام بتقنيات الحاسوب والبرمجيات الحاسوبية.

محتوى المادة:

السداسي السادس **وحدة التعليم : أساسية**	**مادة النص :اللسانيات الحاسوبية**	**المعامل:02**	**الرصيد:04**
محاضرات		**تطبيقات**	
1	الإطار العام لمنظومة الحاسوب وعلاقته باللّغة	التّعرّف على عتاد الحاسوب ونظم تشغيله	
2	اللسانيّات الحاسوبيّة: المصطلح	المصطلحات العربيّة ومقابلاتها الأجنبيّة	

	والمفهوم	تحليل الفروق
3	نشأة اللسانيّات الحاسوبيّة عند الغرب والعرب	محطّات تاريخيّة في علاقة اللغة بالحاسوب
4	مجالات اللّسانيّات الحاسوبيّة (ما يمكن أن تفعله الحواسيب)، وأهدافها	استخدامات الحاسوب في مجال اللغة عرض نماذج
5	الحاسوب والعمل الإحصائي	استخدام برنامج حاسوبي **spss**
6	التحليل الحاسوبي والمستويات اللغوية	مستويات اللغة في المعالجة الآليّة للغة
7	التحليل الحاسوبي للمستوى الفونولوجي	نماذج من التعرّف الآلي على الصّوت
8	التحليل الحاسوبي للمستوى الصّرفي والنّحوي	برمجيّات التحليل الصرفي والنّحوي
9	التّحليل الحاسوبي للمستوى الدّلالي	صعوبات المستوى الدّلالي في المعالجة الآليّة
10	صناعة المعجم والحاسوب	المعجم الإلكتروني
11	اللسانيّات الحاسوبيّة والترجمة الآليّة	برمجيّات الترجمة الآليّة
12	اللغة الطّبيعيّة والذّكاء الاصطناعي- المفاهيم، والأنواع، والمجالات	خصائص الذّكاء الاصطناعي
13	اللغة الطبيعية والذكاء الاصطناعي- المعالجة الآليّة للغة الطبيعيّة.	برمجيات معالجة اللغة الطبيعية آليا باستخدام أساليب الذّكاء الاصطناعي
14	الحاسوب في تعلم اللغات وتعليمها	تطوير مهارات اللغة باستخدام الحاسوب

طريقة التقييم: متواصل وامتحان.

يجري تقييم المحاضرات عن طريق امتحان في نهاية السداسي، بينما يكون تقييم الأعمال الموجهة متواصلا طوال السداسي.

المراجع: (كتب،ومطبوعات ، مواقع انترنت، إلخ).

المحاضرة الأولى: الإطار العام لمنظومة الحاسوب وعلاقته باللّغة

تمهيد:

يشكّل الحاسوب ضرورة حتميّة في جميع مناحي الحياة العمليّة والعلميّة والتّعليميّة، حيث أدّى ظهوره إلى تحوّل هائل مهّد للتقدّم التّكنولوجي والمعرفيّ في العالم، ولم يعد استخدامه منحصراً على إجراء العمليات الحسابيّة فحسب، بل أصبح استخدامه ضرورة ملّحة في علوم عديدة كالرّياضيات والفيزياء والطّب واللّغويات، لإنتاج مخرجات تحاكي العقل البشريّ.

1. الإطار العام لمنظومة الحاسوب:

يُعرّف الحاسوب على أنّه عبارة عن جهاز إلكتروني مصمّم لاستقبال المجاميع الكبيرة من البيانات بشكل آليّ وتخزينها ومعالجتها، ومن ثمّ إمكانية تحويلها إلى نتائج ومعلومات يمكن استخدامها حسب الحاجة، وذلك بموجب أوامر وتعليمات دقيقة خاصّة يُطلق عليها اسم "برامج التّشغيل".[1]

والبرمجيّات هي عبارة عن مجموعة من الأوامر والتّعليمات المعدّة من قبل الإنسان، والتي توجّه المكوّنات المادّية للحاسوب لفرض أداء مهمّة ما، أو للعمل بطريقة معيّنة وفق تعليمات دقيقة خطوة بخطوة للحصول على نتائج مطلوبة بشكل معيّن.

1-1 استخدامات الحاسوب:

من الصّعب حصر مجالات استخدام الحاسوب، ولكن نذكر أهّمها، والمتمثلّة فيما يلي:[2]

- التّعليم من خلال التّدريب، والتّدريس، والمحاكاة وما إلى ذلك.
- التّصميم الهندسيّ.
- تخزين الوثائق والأرشفة.

---

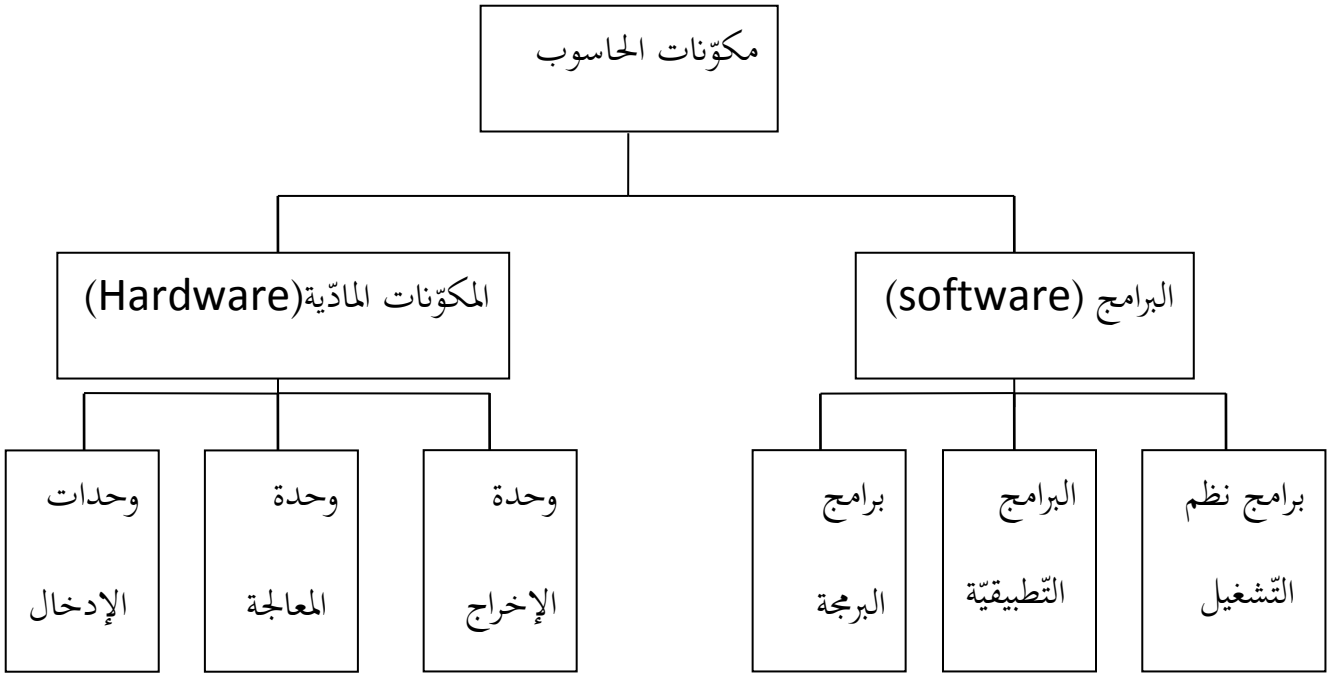
[1]- ينظر: نظم المعلومات المحاسبيّة وتكنولوجيا المعلومات، سليمان مصطفى الدلاهمة، الورّاق للنّشر والتّوزيع، ط1، عمّان، الأردن، 2005م، ص:85.

[2]- ينظر: مهارات في الحاسوب، مجدي عبد الله الوحّدي، مقرّر خاص بطلبة كليّة التّربية، www.facebook.com/22majdy، اطلع عليه بتاريخ: 20 أوت 2021م.

- الاتّصالات والشّبكات وتبادل المعلومات.
- الإحصاء.
- الكتابة والتّحرير.
- استخدامه في ميادين الصّناعة والطّب والمجال العسكريّ.

1-2 مكوّنات الحاسوب:

يتكوّن الحاسوب من جانبين مهمّين، الأوّل يتعلّق بالجانب الماديّ للحاسوب، والآخر من البرامج، مثلما هو مُشار إليه في هذا المخطّط المبسّط.



ويُلاحظ من خلال المخطّط أنّ الحاسوب يتألّف من عنصرين مهمّين هما: عنصر العتاد وعنصر البرمجيّات.

أ- عنصر العتاد:

يتضمّن من ملحقات إدخال (فأرة، لوحة المفاتيح، مشغّلات الأقراص، الميكروفون، الكاميرا، القلم الضّوئي...)، ومن ملحقات إخراج (شاشة العرض، الطّابعة، سماعات الصّوت،

ومشغلات الأقراص)، أمّا العنصر الثّالث من عتاد الحاسوب، فيتمثّل في وحدة المعالجة الّتي تتألّف من وحدة المعالجة المركزيّة، والذّاكرة الرّئيسيّة والذّاكرة الثّانويّة، وتشكّل وحدة المعالجة المركزيّة أهّم مكوّن في الحاسوب يمكن تشبيهها بعقل الحاسوب، لكونها مركز عمله يتمّ فيها تحليل البيانات والمعلومات وتنفيذ العمليات، «حيث تقوم بجميع العمليات الحسابيّة والمنطقيّة التي يتطلّبها تنفيذ البرامج وعمل الآليات المختلفة».[1]

ب- **البرمجيّات**:وهي تُقسّم إلى ثلاثة أقسام رئيسة تتمثّل في:

* **نظم التّشغيل**: وهي برامج أنشئت خصّيصاً لتنظيم سير المكوّنات الآلية للحاسوب، فهي تقوم بتفسير الأوامر الآتيّة من المستخدم وتحويلها إلى إشارات تشغّل بها المعدّات، وهذا يعني أنّها مسؤولة عن التحكّم في كلّ المهام الّتي يقوم بها الحاسوب الآليّ، وتقوم بدور الوسيط بين الجهاز والمستخدم، وهي عديدة، مثل: نظام تشغيل Dos، نظام Windows.
* **البرامج التّطبيقيّة**: وهي برامج يستعملها الإنسان لإنجاز عمل معيّن بواسطة الحاسوب، ومن أكثرها استعمالا: Excel، Word، Power Point، وما إلى ذلك من البرامج الّتي تعدّ من أجل تطبيق معيّن.
* **لغات البرمجة**: هي لغات اصطناعيّة تستخدم رموزاً واصطلاحات يمكن أن يتعامل معها المستخدم (المبرمج)، وتفهمها الآلة، وتتراوح ما بين لغات برمجة دنيا، ولغة التّجميع الّتي تتعامل مع التّفاصيل الدّاخلية لعتاد الحاسوب وبرمجياته الأساسيّة ولغات البرمجة العليا الّتي تستخدم صيغ وإيعازات تقترب من اللّغات الطّبيعية وتحتاج إلى مترجم أو مفسّر لتحويل إيعازاتها إلى لغة الآلة حتّى تستطيع الآلة تنفيذها.[2]

---

[1]- اللّغة العربيّة والحاسوب، دراسة بحثيّة، نبيل علي، تعريب للنّشر، د.ط، 1988، ص:91.

[2]- ينظر: نفسه، ص:94.

وهناك عدّة لغات عليا متوفّرة، تختلف في درجات قوّتها وضعفها في أنواع معيّنة من التّطبيق، وكذا في درجة تعلّمها، ومن أشهرها:[1]

- **لغة البيسك (Basic):** لغة برمجة سهلة الاستخدام وشائعة الانتشار، تستعمل عادة في مواضيع معيّنة مثل تعليم اللّغة بواسطة الحاسوب.
- **لغة الباسكال (Pascal):** لغة برمجة متطوّرة سهلة الفهم والاستعمال، لتعليم أسس البرمجة، تستخدم على نطاق واسع في المعارف العلميّة، والتّطبيقات الإنسانيّة.
- **لغة الفورتران (Fortaran):** لغة معالجة عالية المستوى، تستعمل خاصّة في التّطبيقات الرّياضيّة والعلميّة.
- **لغة سنوبل (Snobol):** لغة برمجة لمعالجة تجميع الرّموز ولها نسخة متطوّرة **سبيتول (Spitol)** تمتلك آليات قوّية للغاية وسهلة الاستخدام للبناء، والبحث عن أنماط من الأحرف كتلك المستخدمة في عزل أنماط معيّنة من الكلمات والجمل.
- **لغة أيكون (Icon):** طوّرت مؤخّراً، أصلحت من بعض القصور الموجودة في لغة سنوبل.
- **لغة لسب (Lisp):** لغة برمجة لمعالجة السّلاسل والقوائم.
- **لغة برولوغ (Prologo):** تمكّن المبرمج من صياغة حاجاته بطريقة مشابهة للغاية للتّمثيلات التّطبيقيّة، وهي الأكثر استخداماً من بين لغات الذّكاء الاصطناعيّ.

2. <u>العلاقة بين الحاسوب واللّغة:</u>

بالرّغم من أنّ جذور الحاسوب تعود إلى فكرة "المحرّك التّحليلي"، الذّي تصوّره **تشارلز باباج (Charles Babbage)** في **ثلاثنيّات** القرن **التّاسع عشر**، إلاّ أنّ أوّل آلة حاسبة إلكترونيّة

[1]- ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوفرس بتلر، ضمن الموسوعة اللّغوية، المجلّد الثّاني، ص:885.

لم تر النّور إلاّ عام **1946م** بالولايات المتحدّة الأمريكيّة نتيجة الحاجة لإجراء كبير من الحسابات الرّياضية وبسرعة فائقة بما يتصّل بأنظمة الأسلحة في الحرب العالميّة الثّانية.[1]

ومنذ ظهور الحاسوب اِستطاع أن يبسط منطقه في شتى مناحي الحياة، لما تميّز به من دقة وسرعة فائقة وقدرة عالية على الإنجاز، واللّغة إحدى هذه المجالات توطّدت علاقتها بالحاسوب؛ إذ كان من الطّبيعي، بل من الحتميّ، أن تلتقي اللّغة والحاسوب؛ بما أنّ اللّغة تجسيد لما هو جوهريّ في الإنسان، فهي تمثيل لنشاطه الذّهني بكلّ تجلّياته، في الوقت الذّي يتّجه فيه الحاسوب نحو محاكاة بعض قدرات الإنسان الذّهنية، متخذاً من الاعتبارات الإنسانيّة محوراً رئيساً لتصميم نظمه ومجالات تطبيقاته، ولقد تدرّج هذا الالتقاء إلى أن بلغ درجة عاليّة من التّفاعل العلميّ والتّقني بصورة لا مثيل لها، وذلك مرّده إلى عوامل عديدة لخصّها **نبيل علي** في النّقاط التّالية:[2]

- التطوّر الهائل في علوم اللّسانيات، وخضوع جوانب عديدة منها للمعالجة الرّياضية والمنطقيّة والإحصائيّة.
- التقدّم الكبير الذّي أحرزته تقنيات الحواسيب في مجالات العتاد والبرمجيّات والتّطبيقات، وما صاحب ذلك من تزايد الحاجة إلى لغات برمجة تتصّف بالقوّة والمرونة ومراعاة خصائص اللّغات البشريّة في تصميم لغات البرمجة.
- ظاهرة انفجار المعلومات، ممّا أدّى إلى ضرورة استحداث وسائل آليّة ذات كفاءة لتنظيم هذا الفيض المتزايد من المعلومات، وكفاءة تخزينها واسترجاعها وتوظيفها.
- التقدّم في علم الإحصاء الرّياضي، ونفوذ أساليبه إلى مجالات التّحليل اللّغوي.
- انتشار الحواسيب الشّخصية وما استتبعه ذلك من ضرورة تيسير العلاقة بين الحاسوب ومستخدميه.
- دخول تطبيقات الحاسوب مجالات العلوم الإنسانيّة، لتضيف عاملا بالغ القوّة على علاقة اللّغة بالحاسوب، كون اللّغة الرّكيزة الأساسيّة للإنسانيّات.

---

[1]- ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريسوفرس بتلر، ص:880.

[2]- ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب، نبيل علي، ص: 114-115.

وكلّ هذه الأسباب مجتمعة وغيرها أدّت إلى توطيد الصّلة بين اللّغة والحاسوب، فلقد دانت اللّغة للمعالجة الآليّة من خلال التّحليل الرّياضي والإحصائيّ، وتهيّأ الحاسوب للّغة بسرعته وضخامة ذاكرته وأساليب الذّكاء الاصطناعيّ، ولكي نعي طبيعة ما يجمع بينهما من أوجه الوفاق، والتّي يمكن إجمالها في النّقاط التّالية:

- محوريّة العامل الإنسانيّ في مجاليهما.
- الدّور المجتمعي لكلّ منهما؛ فاللّغة هي صلب المجتمع الإنسانيّ، والحاسوب هو العمود الفقري لمجتمع المعلومات القادم.
- الخاصّية الاتّصالية؛ إذ تعدّ الوظيفة الاتّصالية من أهّم أهداف النّشاط الإنسانيّ، في الوقت الذّي تعدّ فيه نظم الاتّصالات شقّاً أساسيّاً لنظم الحواسيب.
- التّعامل الرّمزي؛ فكلاهما يعتمد أساسا على أبجديّة من الرّموز الأوّلية المتفّق عليها.
- تغلغل المفهوم الثّنائي في كلّ من اللّغة والحاسوب، فثنائيات (الصّفر والواحد، والدّخل والخرج)، تمثّل أهّم أساسيات الحاسوب على الإطلاق، في حين تطغى الفكرة الثّنائية على كثير من الظّواهر اللّغوية في جميع المستويات (اللّغة والكلام، الأصل والفرع، المبنى والمعنى، المتكلّم والمستمع...).[1]

[1]- ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب، نبيل علي، ص:119.

المحاضرة الثّانية: اللّسانيات الحاسوبيّة: المصطلح والمفاهيم

تمهيد:

إنّ ما يتّصف به الحاسوب من قدرةٍ فائقة على تمثيل الحقائق والأفكار، جعله يبسط منطقه في مختلف الميادين والمجالات؛ واللّغة من المجالات الإنسانيّة لم تكن بمنأى عن استخدام الحاسوب؛ إذ يتّفق الدّارسون اللّغويّون اليوم على أن استخدام الآلة في الدّراسات اللّغويّة قد بات ضرورةً من ضرورات البحث اللّغويّ.

فقد أصبح لزاماً على العربيّة في عصر التّكنولوجيا والعولمة أن تواجه التّحدّيات التي فرضت عليها حتّى تواكب الرّكب الحضاري، وهذا ما دفع الباحثين والدّارسين على مختلف اختصاصاتهم إلى ضرورة الإسراع في الإفادة من الحاسوب، وتوظيفه لخدمة العربيّة، حتّى يكون قادراً على فهمها فهماً صحيحاً والتّعامل معها بمنهجيةٍ علميةٍ دقيقةٍ سواء أكان ذلك في التعليم أو الإحصاء اللّغوي أو التّخزين أو الاسترجاع أو تمثيل البيانات اللّغويّة، أو ترجمتها أو تعليمها أو غير ذلك، ممّا يمكن الاستفادة منه بفضل استخدام هذه التّقنيّة.[1] ولقد أوجد الباحثون والدّارسون لهذه العلاقة التّي تجمع بين اللّغة والحاسوب مصطلحاً أطلقوا عليه **"حوسبة اللّغة"**.

1- تحديد مصطلح اللّسانيّات الحاسوبية ومفهومها:

اللّسانيّات الحاسوبيّة هي ترجمة عن المصطلح الإنجليزي computational linguistic ، وترجمة عن المصطلح الفرنسيّ linguistique informatique بمعنى اللسانيّات المعلوماتيّة،

ولقد تعدّدت المصطلحات الدّالة على اللسانيات الحاسوبية؛ نظرا لتعدّد التّرجمات من جهة، وتنوّع تخصّصات المهتمّين بهذا الفرع واختلاف مشاربهم العلميّة وتوجّهاتهم المعرفيّة، ومن بين هذه المصطلحات: هندسة اللسانيّات، وتكنولوجيا اللّغة، واللسانيّات الرّتابيّة، ومعالجة اللّغة آليّا.

[1] ينظر: دراسات في اللّسانيات، ثمار التّجربة، هادي نهر، عالم الكتب الحديث للنّشر والتّوزيع، ط1، 1432هـ/2011م، ص.57.

فمن استخدامات مصطلح الهندسة اللّسانيّة ما ذهب إليه أحد الباحثين في تعريفه لهذا العلم بقوله: " هو علم يلتقي فيه الجانب النظري اللساني بكلّ خلفيّاته المعرفيّة والمنهجيّة، والجانب التّقنيّ المعلوماتي بكلّ تطوّراته ليصوغ ما اصطلح عليه بالهندسة اللسانيّة أو تكنولوجيا اللسان".[1]

أمّا مصطلح اللسانيات الرتابيّة فقد أشار إليه العالم اللغويّ الجزائريّ عبد الرّحمن الحاج صالح في كتابه بحوث ودراسات في اللسانيات العربيّة:" إنّ الدّراسات والبحوث العلميّة في اللسانيّات الرتابيّة (الحاسوبية) ازدهرت في الوطن العربي في هذه الآونة، وتكاثر إلى حدّ ما الباحثون في هذا الميدان الذي تتلاقى فيه علوم الحاسوب (أو المعلوماتية) وعلوم اللسان، وهو ميدان علميّ وتطبيقيّ واسع جدّا كما هو معروف؛ إذ يشمل التطبيقات الكثيرة كالترجمة الآليّة، والإصلاح الآلي للأخطاء المطبعيّة وتعليم اللغات بالحاسوب والعمل الوثائقي الآلي، وتطبيق الآلات بالتركيب الاصطناعي للأصوات اللغوية وغير ذلك"[2]. فينفتح هذا التعريف على جوانب مهمة تحدّد خصائص فرع اللسانيات الحاسوبية المتمثّلة في: الممارسة التطبيقيّة، والعلميّة، وبينيّة العلوم.

فاللّسانيّات الحاسوبيّة علم بينيّ، ينتسب نصفه إلى اللّسانيّات وموضوعها اللّغة، ونصفه الآخر حاسوبيّ، وموضوعه ترجمة اللّغة إلى رموز رياضيّة يفهمها الحاسوب؛ أي تهيئة اللّغة الطبيعيّة لتكون لغة تخاطب وتحاور مع الحاسوب، ممّا يفضي إلى أن يؤدّي الحاسوب كثيرا من الأنشطة اللغويّة التي ينجزها الإنسان، مع إقامة الفرق في الوقت والكلفة.[3]

وقد يجعل بعض الباحثين مصطلح اللسانيات الحاسوبيّة مرادفا للمعالجة الآليّة للّغة الطّبيعيّة natural language processing؛ ذلك أنّ أبرز مهمّة للسانيات الحاسوبيّة هو إنشاء

---

[1] اللسانيات الحاسوبيّة واللغة العربيّة، عز الدين غازي، مجلة الحوار المتمدّن، شبكة الألوكة، m.ahewar.org، 2006/08/11م.

[2] بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، عبد الرحمن الحاج صالح، دار موفم للنشر، الجزائر، 2012م، ج1، ص230.

[3] ينظر: اللّسانيات الحاسوبية العربيّة (المفهوم، التّطبيقات، الجدوى)، وليد العناتي، مجلّة الزّرقاء للبحوث والدّراسات، المجلّد السّابع، العدد 2، 2005م، ص 62.

برامج حاسوبيّة تعالج الكلمات والنّصوص في اللغة الطبيعيّة. كما قد يشار إلى هذا العلم بمصطلح تقنيات اللغة الطبيعيّة human language technologies.

وبالرّغم من تعدّد هذه المصطلحات فإنّ المصطلح الغالب والمهيمن في الدراسات والأبحاث عند غالبيّة البحثين هو مصطلح اللسانيات الحاسوبيّة، وتبقى كلّ المصطلحات في نهاية المطاف ذات بعد واحد تدور في الفلك ذاته توجّه من خلاله أنظمة الحاسوب إلى فهم لغة الإنسان ومحاكاة الذّكاء البشريّ.

ولقد عرّفت اللسانيات الحاسوبيّة في أوّل مؤتمر دولي أقيم من أجلها عام 1965م بأنّها: علم جديد تتقاطع فيه اللسانيات مع جهاز صوريّ تفرزه العلوم المنطقيّة الرياضيّة ويخضع للقيود التي تفرضها الآلات المعدّة للمعالجة الآليّة للمعلومة، ويؤدّي البحث في هذا المجال إلى إنشاء نموذج خوارزمي"[1].

2- مبادئ اللسانيّات الحاسوبيّة ومكوّناتها:

تتألّف مبادئ هذا العلم من الفروع التّالية:

- اللّسانيّات العامّة (بجميع مستوياتها التّحليليّة الصوتيّة والصّرفيّة والنّحويّة والدّلاليّة)
- علم الحاسبات الإلكتروني
- علم الذّكاء الاصطناعي
- علم المنطق
- علم الرّياضيّات.[2]

والهدف من اللّسانيات الحاسوبية يتمحور في صياغة نموذج خوارزمي؛ أي خطاطة للغة قابلة لأن تُشغّل في الحاسوب، ولهذا فإنّ المتخصّص في اللّسانيّات الحاسوبيّة لغويّ في الدّرجة

[1] اللسانيات الحاسوبية-مطارحات نظرية- دنيا باقل، مجلّة الدراسات الأكاديميّة، المركز الجامعي آفلو، المجلّد الثاني، العدد الثاني، جوان 2020م، ص2.

[2] ينظر: قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، طلاس للدّراسات والتّرجمة والنّشر،ط1988،1م، ص406.

الأولى يعي النّظام اللّغويّ ، ويتقن التّعامل مع المصادر اللغوية بطريقة تعين المبرمج على تمثيل اللّغة تمثيلا شكليّا دقيقا من شأنه تزويد الحاسوب بعدّة الذّكاء الاصطناعيّ وتعويضه عمّا يفتقر إليه من الحدس البشريّ.[1]

فغاية ما تسعى اللسانيّات الحاسوبيّة إليه هو وصف العمليّات الذّهنيّة التّلقائيّة التّي يقوم بها العقل البشريّ لدى استيعابه التّراكيب المختلفة أو الخطاب اللّغويّ الذي يحتمل عدّة خيارات صحيحة؛ فإذا كان العقل البشريّ يستعين بالقرائن السّياقيّة ليحدّد المطلوب من خلال استعراض الاحتمالات الممكنة وانتقاء المقصود، فإنّ تلك القرائن هي ما تجتهد اللّسانيّات الحاسوبيّة في ترجمتها إلى ألفاظ إجرائيّة يمكن توصيفها لمبرمج الحاسوب لغرض التّمثيل الحاسوبيّ.[2]

فالتّوصيف عمليّة تساعد الحاسوبيّ على وضع رموز ومعادلات رياضيّة ليودعها في الحاسوب، ومن ثمّ يكون الحاسوب قادرا على تمثيلها؛ فهو خطوة أوليّة على طريق تمثيل اللّغة حاسوبيّا.

وليس المطلوب من اللّسانيات الحاسوبية أن تنتج جهازا يمكنه الاستغناء التام عن البشر، والتّحدّث مثله، أو استخدام تقنية اللغة بكفاءة البشر نفسها، بل المطلوب أن تكون البرامج الحاسوبيّة مشابهة لطريقة عمل الإنسان، وتخفيف الصعوبات التي يواجهها في مجال بحوثه اللغويّة والعلميّة.[3]

والبحوث والدّراسات في ميدان المعالجة الآليّة للّغات الطّبيعيّة نوعان: نوعٌ يتعلّق بوضع برامج لمعالجة النّصوص من غير الاهتمام بتراكيبها اللّغويّة أو معانيها، وتستعمل هذه البرامج في وضع الفهارس والتّصنيف والتّرتيب والإحصاء وما إلى ذلك.

---

[1] ينظر: اللسانيات الحاسوبيّة العربيّة، الإطار والمنهج، وجدان محمّد صالح كنالي، المعهد الإسلاميّ للبحوث والتّدريب، ص9.

[2] ينظر: نفسه، ص7.

[3] ينظر: اللّسانيّات الحاسوبيّة العربيّة، عصام محمود،الهيئة المصريّة العامّة للكتاب، ط1،2018م، ص31.

ونوعٌ آخر يتعلّق بتعميم برامج ذكيّة تفهم النّصوص والجمل، وتجعل تفاعل الحاسوب مع اللّغة مماثلاً لتفاعل الإنسان معها، فتسهّل عمليّات الاتّصال بقواعد المعلومات، والاستفسار عن بعد بواسطة اللّغات الطّبيعيّة، ويمكن أيضاً تكليف الحاسوب بمهام معقّدة كالتّرجمة، وإصلاح الأخطاء اللّغويّة، والتّدريس.[1]

وتتألّف اللّسانيات الحاسوبيّة من مكوّنين، هما: المكوّن التّطبيقي، والمكوّن النّظريّ.

فالأوّل يهتمّ بالنّاتج العمليّ لنمذجة الاستعمال الإنساني للّغة، ويهدف إلى إنتاج برامج مزوّدة بكثير من المعارف اللّغويّة. والمكوّن الآخر هو المكوّن النّظريّ، الذي يتناول قضايا في اللّسانيّات النّظريّة، أبرزها إقامة نظريّات صوريّة للمعرفة اللّغويّة التي يحتاجها الإنسان لتوليد اللّغة وفهمها.[2]

وتتبنّى المقاربة الحاسوبيّة في دراسة موضوع معيّن ثلاثة مستويات من التّجريد: [3]

1- **مستوى الميكانيزم:** أي وصف المهام التي تقوم بها العناصر المادّيّة للدّماغ(أو الحاسوب).
2- **المستوى الخوارزمي:** أي وصف الخوارزمية التي تتحكّم في نشاط الجهاز، تتيح عدّة تشغيلات ممكنة وغير محدودة تقريبا.
3- **المستوى الحاسوبي:** أعلى مستوى للتجريد، يتعلّق بتحليل المشكل في إطار معالجة المعلومة (أي النّقل الرمزي للمعلومة)ن بمعنى يتم تحديد ما يمكن حسابه ولماذا، وكذا توفير نماذج رياضيّة لهذه المشاكل.

ويعتمد البحث في اللسانيات الحاسوبيّة على النّمذجة؛ التي هي مجموعة من الفرضيّات حول مستويات التمثيل، يفسّر بها الباحث مظهرا حاسوبيّا للغة ويطوّر فيها نماذج رياضيّة

[1] ينظر: دراسات في اللّسانيات، ثمار التّجربة، هادي نهر، ص 58.

[2] ينظر: اللّسانيات الحاسوبية العربيّة (المفهوم، التّطبيقات، الجدوى)، وليد العناتي، مجلّة الزّرقاء للبحوث والدّراسات، المجلّد السّابع، العدد 2، 2005م، ص63

[3] ينظر: اللّسانيات الحاسوبية : مشكل المصطلح والترجمة، رضا بابا أحمد، مخبر المعالجة الآليّة للغة العربيّة، جامعة تلمسان، ص19.

لتفاعل تلك المستويات، وتظهر جليّا في المستوى الثالث من مستويات التجريد في الدراسة الحاسوبيّة للغة.[1]

فالنّمذجة بعبارة بسيطة هي محاولة لحصر ثوابت اللغة في قواعد دقيقة وحصر المتغيّرات، وهي تقوم على خوارزميات تقود إلى البرمجة اللغويّة الحاسوبيّة.

خلاصة:

يتطلّب العمل في اللسانيّات الحاسوبيّة التّمكّن من نوعين من المعرفة، أمّا الأولى فتتمثّل في الإلمام الدّقيق بجميع جزئيّات النّظام اللغوي،بناء على أحدث ما توصّلت إليه النّظريّات اللسانيّة، ويستوجب الآخر الإحاطة بالجانب الحاسوبي وكلّ ما له صلة بمعالجة اللغات الطبيعية لاسيّما في شقّها البرمجيّ المنطقيّ، ولا يمكن التّقدّم في مجال البحث في حوسبة اللغة إلّا بالجمع بين هذين النّوعين من المعرفة.

[1] ينظر: اللّسانيات الحاسوبية : مشكل المصطلح والترجمة، رضا بابا أحمد، مخبر المعالجة الآليّة للغة العربيّة، جامعة تلمسان، ص19.

المحاضرة الثّالثة: نشأة اللّسانيّات الحاسوبيّة عند الغرب والعرب

1. نشأة اللسانيّات الحاسوبيّة عند الغرب:

بدأت الإرهاصات الأولى لنشأة اللّسانيّات الحاسوبيّة عندما شعر أخصّائيّون في الحاسوبيّات بأهميّة التّزويج الفعليّ بين علوم الحاسوب وعلوم اللّسان، ومن بينهم الباحث الأمريكي "هايس"d.hays.و "إنجف" v.yngve .[1]

وكانت البداية الفعليّة في أمريكا على يد أستاذ علم الدّلالة ومنظّم النّمذجة اللّسانيّة الدّكتور "زار تشناك" « zarchnak، بحيث يرى أنّ البذور الأولى للسانيّات الحاسوبيّة بدأت في قسم اللّسانيات بجامعة جورج تاون عام 1954م، وكان ذلك في حقل التّرجمة الآليّة من اللّغات الأخرى إلى اللّغة الإنجليزيّة، وهذا يعني أنّ ولادة هذا التّخصّص كانت في بداية الخمسينيّات من القرن الماضي.حيث كانت الغاية القصوى من العلاج الآلي عند الغربيين في بدايته في الخمسينيات هي الترجمة الآلية، وعقدت لذلك المؤتمرات الكثيرة في lambridge في أكتوبر 1956، ثمّ في موسكو في ماي 1958، ثمّ في los angles في فبراير 1960م، وأوّل مختبر أخرج منهجا في الترجمة الآليّة هو مختبر جامعة جورج تاون استطاع أن يطبّقه بالفعل في 1961م، وكذلك في مركز البحوث التّابع لشركة ibm.[2]

وتعدّ أقدم محاولة لدراسة اللّغة بواسطة الحاسوب عند الأوروبيين عام 1961م، بجامعة قوتبرغ (gotborg) السّويديّة، إلّا أنّ هذه المحاولة ذات بعد محلّي لم تلق الرّواج والانتشار، لكنّ البداية الحقيقيّة لهذا الاتّجاه كانت بمركز التّحليل الآلي للّغة بمدينة قالارات (galarat) الإيطاليّة، الذي كان يشرف عليه "روبرتو بوزا" roberto busa، حيث وضع عام 1962م الدّعائم الأولى لاستخدام الحاسوب في دراسة اللّغة، وشهد بعد ذلك تزايد افتتاح المراكز الحاسوبيّة للّغة في كل من أوروبا والاتّحاد السّوفياتي، منها: المركز الحسابي لدراسة الأدب واللّغة في جامعة

[1] ينظر: بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، عبد الرحمن الحاج صالح، دار موفم للنشر،الجزائر، 2012م، ج1، ص233.

[2] ينظر: نفسه، ص233.

"كامبردج" عام1964م، والمركز المعجميّ بمجمع "دالا كروسكا" بإيطاليا عام 1964م، ومعهد الألسنيّة التّابع لمجمع العلوم بأكرانيا عام 1964م.[1]

2. نشأة اللسانيّات الحاسوبيّة عند العرب:

أمّا ظهور هذا الاتّجاه عند العرب؛ فلقد بدأت قصّة الاتّصال العلميّ بين الحاسوب والبحث اللّغويّ العربيّ عام 1971م، بفضل الزّيارة التي قام بها إبراهيم أنيس إلى جامعة الكويت؛ حيث التقى هناك بالدّكتور علي حلمي موسى أستاذ الفيزياء النّظريّة في جامعة الكويت، وعرض عليه فكرة الاستعانة بآلة الحاسوب في إحصاء الحروف الأصليّة لموادّ اللّغة العربيّة، بهدف الوقوف على نسج الكلمة العربيّة، فبدأ العمل والتّخطيط لها وتنفيذها في النّصف الأوّل من عام 1971م، وكان من نتائج هذا العمل صدور الدّراسة الإحصائيّة للجذور الثّلاثيّة وغير الثّلاثيّة لمعجم الصّحاح للجوهري، ومرّ هذا العمل بثلاث مراحل:

- إدخال الموادّ اللّغويّة في ذاكرة الحاسوب.
- وضع برنامج له بإحدى لغات الحاسوب.
- تنفيذ البرنامج، وعرض النّتائج في جداول إحصائيّة.[2]

ولقد لقي هذا العمل التّرحيب من قبل بعض الباحثين، رغم وجود فئة أخرى شكّكت في فائدة هذا العمل على الدّرس اللّغويّ، وتلى ذلك صدور دراسة ثانية لإحصاء جذور معجم لسان العرب لابن منظور(ت711هـ)، ودراسة ثالثة لإحصاء جذور معجم تاج العروس، وشارك في هذا العمل عبد الصّبور شاهين.[3]

ويلاحظ أنّ البداية كانت متواضعة جدّا تعتمد على التّحليل الإحصائي لمفردات اللّغة، ثمّ خطت بعد ذلك خطوات معتبرة بإعداد المعاجم الإلكترونيّة الأحاديّة اللّغة ومتعدّدة اللّغات، والاهتمام بمجال التّرجمة الآليّة.

---

[1] ينظر: توظيف اللّسانيات في خدمة الدّراسات اللّغويّة العربيّة،جهود ونتائج، عبد الرّحمن حسن العارف مجلّة مجمع اللغة العربيّة، الأردن، 2007م، العدد73، ص 49.

[2] ينظر: نفسه، ص50.

[3] ينظر: نفسه، ص5

وما يمكن ملاحظته على صعيد الدّراسات اللّسانيّة العربيّة الحاسوبيّة هو بروز بعض المحاولات الجادّة لتطويع تقنيات الحاسوب للّغة العربيّة ، لاسيّما أنّ العربيّة تتوافر على كثيرٍ من الخصائص التي تجعلها تتوافق مع متطلّبات الحوسبة من اعتماد معجمها على الجذور، وخاصية الاشتقاق الصّرفيّ، والمرونة النّحويّة (أي الحريّة النّسبيّة في ترتيب الكلمات داخل الجمل)، واطّراد القياس في كثير من الحالات الصّرفيّة والإعرابيّة والصّوتيّة؛ فهذه الصّفات وغيرها تجعل اللّغة العربيّة قابلة لأن تُمثّل حاسوبيّا، وما على العرب إلّا أن يقوموا بتطوير نظام عربيّ ينقل اللّغة العربيّة إلى عالم التّقنيّة والاتّصال.[1]

وإذا تفحّصنا الإنجازات العربيّة في مجال الحوسبة، ألفيناها تتوزّع-بحسب اهتمامات الباحثين وتخصّصاتهم- إلى جهود عديدة، تتمثّل في الدّراسات الحاسوبيّة التّطبيقيّة، والأبحاث النّظريّة من خلال عقد النّدوات والمؤتمرات العلميّة، والإصدارات العلميّة حول هذا الاتّجاه، بهدف تقريبه إلى الباحث والقارئ العربيّ.

ومن جملة الدّراسات التّطبيقيّة في هذا المجال، الدّراسة التي قدّمها محمّد مراياتي بالتّعاون مع زملائه العاملين في مركز الدّراسات والبحوث العلميّة في سورية، تلك الدّراسة التي تدور حول إحصائيّة الجذور العربيّة، فقد درس الجذور العربيّة المنتشرة في المعاجم والقواميس العربيّة القديمة دراسةً حديثةً معتمداً على الحسابات الإلكترونيّة التي تساعد كثيراً في ضبط العمليّة الإحصائيّة والسّرعة العلميّة فيها، وقد دفعه ذلك إلى إحصاء النّسب المئويّة للجذور الثّنائيّة والثّلاثيّة والرّباعيّة والخماسيّة في اللّغة العربيّة، كما أحصى الدّرجات المئويّة التي يمكن فيها للأصوات العربيّة أن تندمج مع بعضها بعضا، أو تنفصل عن بعضها بعضا، ثم القوانين الصّوتيّة التي تحكم هذا الدّمج والانفصال.[2]

[1] ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب، علي نبيل، مجلّة عالم الفكر، العدد3، 1987م، ص80.

[2]- ينظر: قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، ص416.

وتكمن أهمّية هذه الدّراسة في إمكانيّة استخدام نتائجها في التّرجمات الآليّة بين اللّغة العربيّة إلى اللّغة الأجنبيّة الأخرى أو بالعكس، ولاسيّما من حيث مقابلة المركّبات الصّوتيّة العربيّة مع المركّبات الصّوتيّة الأجنبيّة، ومن حيث التّحليل والتّركيب.[1]

ومن الدّارسين الذين كان لهم أثرٌ واضحٌ في مجال نقل علم اللّسانيّات الحاسوبيّ إلى اللّغة العربيّة نظريًّا وتطبيقيًّا هو العالم العربيّ أحمد الأخضر غزال، مدير معهد الدّراسات والأبحاث للتّعريب (المغرب)، فلقد حاول وضع نموذجٍ لسانيٍّ عربيٍّ يعمل على الحسابات الإلكترونيّة ذات النّظام الألف بائي اللّاتيني والعربيّ، وقد أسمى هذا النّموذج اللّسانيّ الآليّ:"العربيّة المعياريّة المشكولة- الشّفرة العربيّة" (عمم- شع)، وهو عبارةٌ عن مجموعةٍ من المحارف صُمّمت لتأليف النّصوص العربيّة وإرسالها حسب الأساليب والتّقنيات الموجودة في ميادين الطّباعة والرّقابة والإعلاميّات وإرسال المعطيات والمواصلات البُعديّة، ولقد هيّأت هذه الطّريقة شكل النّصوص شكلاً تامًّا، كما أنّها أدخلت العربيّة في ميادين لم تكن مفتوحةً أمامها قبل الآن، وذلك بتكييفها للكتابة العربيّة مع التّكنولوجيّة العصريّة لإرسال الإعلام، وأصبحت تمكّن مستعملي اللّغة العربيّة من استخدام الوسائل العصريّة للتّواصل اللّغويّ بلغتهم الوطنيّة، وذلك في ميادين المواصلات البُعديّة وتسيير المؤسّسات.[2]

ومن أحدث النّماذج في هذا المجال، ما قام به محمّد جوادي النّوري، الذي قدّم دراسة إحصائيّة لغويّة حاسوبيّة للّغة العربيّة، معتمدا في معطياته على المادّة اللّغويّة لجذور الأفعال الثّلاثيّة الواردة في المعجم الوسيط، وأخرج هذا العمل في ثلاثة كتب هي: لغويّات حاسوبيّة- دراسة صوتيّة صرفيّة في أبواب الفعل الثّلاثي في المعجم الوسيط باستخدام الحاسوب. ولغويّات حاسوبيّة- دراسة صوتيّة صرفيّة في جذور الأفعال الثلاثيّة. ولغويّات حاسوبيّة- دراسة صوتيّة صرفيّة في الأفعال الثّلاثيّة المزيدة.

ومن الجهود التي لا يمكن بأيّ حال تجاهلها في إطار الحديث عن إنجازات اللسانيات الحاسوبيّة عربيّا ما قدّمته شركة صخر للبرمجيّات بالقاهرة بقيادة عبد الرّحمن الشّارخ، والتي

[1]- ينظر: قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، ص 416.

[2]- ينظر: نفسه، ص 417-418.

استطاعت أن تحقّق خلال عقدين من الزّمن طفرة هائلة، من خلال ابتكاراتها في مجال التّرجمة الآليّة، والتّعرّف الضّوئيّ على الحروف، وتطوير جيل جديد من تقنيات المعالجة الآليّة للّغة العربيّة، وإنتاج حاسوب صخر يعمل بمحارف عربيّة أصيلة، وغيرها.[1]

ومن المشاريع العلميّة التي حازت أهميّة بالغة في هذا المجال، مشروع "حوسبة الذّخيرة العربيّة" لعبد الرّحمن الحاج صالح، بهدف توفير بنك معطيات نصيّة عربيّة محوسبة يمكن نشره عبر شبكة الإنترنت؛ من خلال وسائط رقميّة، تمكّن الباحث الاطّلاع عليه بيسر وفي أيّ وقتٍ.

ويمثّل مشروع الذّخيرة العربيّة إنجازاً مفتوحا ضخماً، يقوم على فكرة حوسبة كلّ ما أنتجه الفكر العربيّ من أقدم العصور إلى يومنا هذا، نشأ من فكرة الاستعانة بالحاسوب واستغلال قدرته على المعالجة السّريعة للمعلومات وتخزينها.

وتمثّل الذّخيرة العربيّة اقتراحاً حضاريًّا يعدّ إضافةً علميّةً نوعيّةً يُسهم في تقدّم العلم، ويرسم استراتيجياته المستقبليّة، فالمشروع يعنى بلمّ شتات المعارف الموجودة سابقاً لإعطاء تصوّرٍ لها في المستقبل، وهذا التّصوّر يتفاعل ويؤسّس لاقتراحاتٍ سابقةٍ وأخرى لاحقة.[2]

إنّ الهدف الرئيسي لمشروع الذّخيرة هو تمكين الباحث العربيّ من العثور على معلوماتٍ عديدةٍ من واقع استعمال العربيّة بكيفيّةٍ آليّةٍ وفي وقتٍ وجيزٍ.

وتتمثّل مزايا الذّخيرة العربيّة فيما يلي:

- الاستعمال الحقيقيّ للّغة العربيّة.
- استفاضتها وشموليّتها بتغطية هذا الاستعمال لجميع البلدان العربيّة، وامتدادها من العصر الجاهليّ إلى عصر الحاضر.

---

[1]- ينظر: اللسانيات الحاسوبيّة- مطارحات نظريّة، دنيا باقل، مجلّة الدّراسات الأكاديميّة، المجلّد 2، العدد 2، عام 2020، ص 13.

[2]- ينظر: الذّخيرة العربيّة مشروع علميّ حضاريّ، بشير إبرير، مجلّة مجمع اللّغة العربيّة بالجزائر، العدد4، عام 2006،ص 35.

- تمثيلها لهذا الاستعمال بوجود كلّ النّصوص ذات أهمية فيها، المحرّرة منها والمنطوقة، الفصيحة في الآداب والحضارة والدين والعلوم والثّقافة العامّة والفنون، وكذا الحياة اليوميّة.
- اعتمادها على أجهزةٍ إلكترونيّةٍ في أحدث صورها، وهي الحواسيب وما إليها من الوسائل السّمعيّة البصريّة.
- إمكانيّة طرح الآلاف من الأسئلة على الذّخيرة عن بعد، وفي الوقت نفسه عبر العالم، وسرعة الإجابة.[1]

كما تعتبر الذّخيرة كمصدرٍ لمختلف المعاجم والدّراسات؛ إذ يتمّ استخراج العديد من المعاجم من هذا البنك، نذكر منها:

- المعجم الآليّ الجامع لألفاظ العربيّة المستعملة.
- المعجم الآليّ للمصطلحات العلميّة والتّقنيّة المستعملة بالفعل .
- المعجم التّاريخيّ للّغة العربيّة.
- معجم الألفاظ الحضاريّة (القديمة والحديثة).
- معجم الأعلام الجغرافيّة.
- معجم الألفاظ الدّخيلة والمولّدة.
- معجم الألفاظ المتجانسة والمترادفة والمشتركة والأضداد.[2]

ولقد حقّق العرب نصيبا مهمّا في مجال التّرجمة الآليّة، التي تعتبر الغاية الكبرى التي تسعى إليها اللّسانيات الحاسوبيّة عموما، والعربيّة خصوصا؛ فلا شكّ أنّ أعقد البرامج هي برامج التّرجمة الآليّة؛ لأنّها تحتاج قاعدة ضخمة من المعطيات اللّغويّة المحوسبة، وإلى معاجم ضخمة عامّة ومتخصّصة، كما تحتاج إلى تحليل صرفيّ عميق للأبنية الصرفيّة في كلتا اللّغتين، ثمّ نظام الجملة وتركيبها. فمن الإنجازات على هذا الصّعيد انتشار برامج التّرجمة الآليّة في العربيّة، كما ظهرت كثير من الأجهزة الإلكترونيّة المحمولة، التي بإمكانها التّرجمة من العربيّة إلى الإنجليزيّة أو

[1]- ينظر : بحوث ودراسات في اللّسانيّات العربيّة، عبد الرّحمن الحاج صالح، ص 398، ج1 .

[2]-ينظر : نفسه، 398-397، ج1

العكس، وذلك بنطق الكلمة أو كتابتها، كما لوحظ انتشار برامج التّرجمة الفوريّة المجانيّة أو المدفوعة على صفحات الإنترنت، ومن أشهرها: مترجم صخر، والوافي للّغة العربيّة، والمترجم العربيّ، وغيرها.[1]

وهناك جهود أخرى تبذل لحوسبة المعجم العربيّ من طرف بعض المراكز العلميّة والمؤسّسات التّجاريّة، كما يحدث في مشروع الشّركة العالميّة لبرامج الحاسوب بالقاهرة عن المكنز الآلي أو قاعدة بيانات المادّة المعجميّة العربيّة، ومشروع المركز العلميّ آي.بي.إم بالقاهرة لتطوير قاعدة بيانات معجميّة[2].

أمّا على صعيد التّأليف المتخصّص فقد أثرى باحثون المكتبة العربيّة بمصنّفات غاية في الأهميّة عملت على تقريب هذا المجال إلى الباحث العربيّ، نذكر منها كتاب: اللّغة العربيّة والحاسوب" لنبيل علي، والذي يعدّ أوّل كتاب يتناول موضوع اللسانيّات الحاسوبيّة مطبّقة على أنظمة اللّغة العربيّة. ونجد أيضا كتاب "العربيّة نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبيّة" لنهاد الموسى، وتوالت المصنفات والأبحاث تحمل قضايا مختلفة من قبيل مشكلات حوسبة اللغة العربيّة، وحوسبة المعجم العربيّ، وما إلى ذلك من دراسات.

هذه بعض الإنجازات العربيّة استعرضت ضمن هذه الورقة البحثيّة، ويبقى أمر الإلمام بكلّ ما قدّم في هذا الحقل متّصلا ببحوث أخرى تُتمّ ما قد قصر؛ إذ يصعب إحصاء كلّ ما بذل من جهود وإنجازات في بضع صفحات.

وفي نهاية هذه الدّراسة يمكن القول إنّ تقدّم اللّسانيّات الحاسوبيّة العربيّة مرهون بمدى الجهود التّي تبذل في هذا المجال، وبمدى تعاضد الشّراكة العلميّة بين اللّغويّين والتّقنيّين؛ لتحقيق نتائج دقيقة وعالية الجودة. وكذا الاستفادة من التّجارب الغربيّة الرّائدة في هذا الحقل البينيّ الحديث الذي يطالعنا كلّ يوم ببرامج ذكيّة تحاكي القدرة البشريّة اللّغويّة إلى حدّ يصعب استيعابه في كثير من الأحيان

---

[1]- ينظر:اللّسانيات الحاسوبية العربيّة (المفهوم، التّطبيقات، الجدوى)، وليد العناتي، مجلّة الزّرقاء للبحوث والدّراسات، المجلّد السّابع، العدد 2، 2005م، ص 75.

[2]- ينظر: اللسانيات الحاسوبيّة- مطارحات نظريّة، دنيا باقل، ص 13.

المحاضرة الرّابعة: استخدامات اللسانيات الحاسوبيّة وأهدافها

تمهيد:

اللّسانيّات الحاسوبيّة أهمّ فرع من فروع علم اللّغة التّطبيقيّ، وهم مجال عمليّ يجمع بين المفاهيم اللغويّة في مستوياتها الصوتيّة والصرفية والنّحويّة والمفاهيم المتعلّقة بالحاسوب الرياضيّة والبرمجيّة؛ وهذه البينيّة بين المجالين تهدف إلى صياغة اللغة الطبيعيّة وفق قالب رياضيّ يسمع بمعالجتها أليّا، بهدف تمكين الإنسان من التّحاور مع الآلة وأداء مهام لغويّة بسرعة مثاليّة وبدقّة متناهية.

1- استخدامات اللّسانيّات الحاسوبيّة:

مجالات اللسانيّات الحاسوبيّة متعدّدة ومتنوّعة، وعموما تقوم حوسبة اللغة على ثلاثة محاور أساسيّة، هي: تقنيات معالجة النّصوص(من قبيل الترجمة الآليّة والتّشخيص الآلي..)، وتقنيات معالجة الكلام المنطوق(من قبيل التعرف الآلي على الكلام المنطوق، وتحويل النص من مكتوب إلى منطوق..)، وتقنيات معالجة الصّور(من قبيل التعرف الآلي علة الكتابة.

ويمكن إجمال هذه الاستخدامات في النقاط التالية:

- **استخدامه في الإحصاء اللّغويّ**: مثل نسب ورود حروف الجرّ في نصٍّ معيّنٍ، وتوزيع الصّيغ الصرفيّة المختلفة، وأنواع الأنماط التركيبيّة، ممّا يفيد في التّوصيف الكمّيّ للعربيّة؛ لمعرفة درجة شيوع الكلمات أو الجذور، أو ظاهرة لغويّة من خلال بيان نسبة التّكرار. فالإحصاء اللغويّ يعطي دراسة اللغة تقييما كميّا لبعض الخواص النّوعيّة للغة؛ ومن هذه المعطيات يتمكّن الباحث اللّغوي بما يمتلكه من مخزون علمي عن اللّغة المدروسة من تفسير تلك المخرجات التي جاء بها الحاسوب(معدّلات استخدام الحروف والكلمات والصيغ الصرفية والموازين الشعرية، أو التوزيع النسبي للأفعال المعتلة والصحيحة..)؛ فغاية هذا العمل لا تتوقف عند ا إحصاء فحسب وإنّما تحليل تلك المخرجات والإحصاءات تحليلا لغويّا علميّا.[1]

[1] ينظر: علم اللسانيات الحاسوبيّة، تعريفه ومجالاته، بسّام أغبر، مدوّنات، aljazeera.net. بتاريخ: 03-07-2017م.

- **استخدامه في المعاجم الآليّة**: وهذا عنصرٌ قد نهض به الحاسوب على مستوى الإنجليزيّة وغيرها من اللّغات بصورةٍ باهرةٍ، وأهمّ ملامحه:

☜تخزين أكبر كمٍّ من الموادّ اللّغويّة وما يتعلّق بها من شروحٍ في صورةٍ تسمح بمراجعتها واستعمالها بسرعةٍ ويسرٍ.[1]

☜تحليل العلاقات الّتي تربط المفردة بمفردات أخرى، والعلاقات الدّلالية والصّرفيّة والنّحويّة لها.

☜تحليل تعريفات الكلمة المختلفة.[2]

- **استخدامه في التّرجمة الآليّة**: وذلك عن طريق الأنماط اللّغويّة والمعرفيّة المخزّنة بفعل تراكيب ومصطلحات يسترجعها في مقابل اللّغة التي يترجم منها.[3] وهذا العنصر من الغايات النّهائيّة لنُظُم التّحليل اللّغويّ الحاسوبيّ، وقد قطعوا فيها شوطاً لا بأس به، لكن تصادفه عقبات أهمّها: عدم التّقابل الكامل بين مفردات اللّغة المختلفة، والتّباين في طبيعة تركيب الجملة بين لغةٍ وأخرى.

- **استخدام الحاسوب في تعليم اللّغات**: فالحاسوب كما هو معلوم جهاز إلكتروني يتّسم بالدقّة والإتقان وسرعة الإنجاز وتعدّد الإمكانات، وسهولة الاستخدام؛ فهو بذلك تقنية ناجحة في حالة استخدامها في ميدان تعليم اللغات.[4] وقد أنجز تقدّماً ملحوظاً وبخاصّةٍ في مجال المفردات، لتنمية حصيلة الفرد من الكلمات، وتنمية مهارة القراءة والكتابة.[5] ومن نماذج ذلك توظيف الحاسوب في التّعرّف على أخطاء المتعلّمين؛ إذ يسهم الحاسوب في مقارنة مدوّنات اللغة المنطوقة والمكتوبة التي أنتجها المتعلّمون

---

[1] ينظر: العربيّة وعلم اللّغة الحديث، محمّد محمّد داود، دار غريب للطّباعة والنّشر والتّوزيع، دط، 2001م، ص.274.

[2] ينظر: نفسه، ص 275.

[3] ينظر: دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، دار هومة، ط3، 2000م، ص.202.

[4] ينظر: نفسه، ص 107.

[5] ينظر: العربيّة وعلم اللّغة الحديث، محمّد محمّد داود، ص.276.

بمدوّنات قياسيّة قصد التعرّف على الأخطاء من خلال قدرة الحاسوب على تخزين كمّ هائل من الأخطاء ودقّة إحصائها وسرعة معالجتها.[1]

- **استخدامه في التّحليل والتّركيب اللّغويّين:** يُستخدم الحاسوب في كثير من العمليّات الأساسيّة للتّحليل والتّركيب اللّغويّين، والّتي تُعدّ إحدى الخطوات التّمهيديّة للنّظم المختلفة لمعالجة اللّغة آليّا.[2] "وتتضمّن أمثلة استخدامات الحاسوب في التّحليل والتّركيب اللّغويين التّطبيقات الأساسيّة التّالية: تمييز الكلام آليّا، والقراءة الآليّة للنّصوص المكتوبة وطباعتها، وتحليل الكلمات وتركيبها آليّا، وتحليل الجمل وتوليدها آليّا".[3]
- **الدّراسات المقارنة والتّقابليّة:** وذلك بالاستفادة من القدرة التّخزينيّة للحواسيب وسرعة المعالجة.[4]
- **استخدامه في الفهم الأتوماتي للسّياق اللّغوي:**"ويمثّل هذا العنصر الهدف الأسمى للنّظم الآليّة للتّحليل اللّغوي، وهناك محاولات في إطار اللّغة المنطوقة والمكتوبة على السّواء، ولكنّ المعضلة الّتي تقف عثرة أمام تحقيق هذا العنصر هي أنّ عنصر الدّلالة لا يعتمد فقط على ما هو مكتوب أو منطوق، بل على خلفيّة ثقافيّة واسعة وعلى المسرح اللّغوي، وعلى احتماليّة تعدّد أوجه المعنى، ولا يحسمها إلاّ العقل البشري حتّى الآن."[5]

ولمّا كان الحاسوب مولوداً غير عربيّ اللّغة - فهو إنجليزي المولد- فقد اتّخذت تقنيات الحاسوب ونظم المعلومات اللّغة الإنجليزية أساساً لها، وفرض هذا الأساس الإنجليزي قيوداً

---

[1] ينظر: توظيف لسانيات المدوّنات وتنميط النصوص في إعداد البرمجيّات العربيّة الذّاتيّة، رضا الطيب الكشو، كتاب اللغة العربية والدّراسات البينيّة، الآفاق المعرفيّة والرّهانات المجتمعيّة، مركز دراسات اللغة العربيّة وآدابها،المملكة العربيّة السّعوديّة، المجلّد 1، ص.65-66.

[2] ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب (دراسة بحثيّة)، نبيل علي، تقديم: أسامة الخولي، دار تعريب، دط، 1988م، ص 131-140.

[3] ينظر: المرجع نفسه، ص 140.

[4] ينظر: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية، خطوة باتّجاه الحل، طارق عبد الحكيم أمهان، منشورات شبكة الألوكة.www.alukah.net

[5] العربيّة وعلم اللّغة الحديث، محمد محمد داود، دار غريب للطّباعة والنّشر والتّوزيع، القاهرة، دط، 2001م، ص 275.

تقنية على اللّغات الأخرى، وكلّما اتّسع التباين بين هذه اللّغة وباقي اللّغات ازدادت حدّة هذه القيود.

وتمثّل اللغة العربيّة واللّغة الإنجليزية من وجهة النّظر الحاسوبي طرفي نقيض، ومن هنا كانت العقبات صعبةً أمام تعريب الحاسوب، وأصبح حاجز اللّغة من أشقّ الحواجز على المستخدم العربيّ، ولقد نجح العرب في تعريب جزءٍ من الحاسوب على مستوى اللّغة المكتوبة، لكن مازال أمر اللّغة المنطوقة يحتاج لشوطٍ طويلٍ في التّعريب،[1] ويمكن إجمال أهمّ الصّعوبات التّي واجهت المهتمّين بمعالجة اللّغة العربيّة آليّاً في النّقاط التّالية:[2]

- البيئة التي أُخترع فيها الحاسوب هي اللّغة الإنجليزية، إذ إنّ البرامج الحاسوبية صُمّمت أصلاً لتحليل اللّغة الإنجليزية.
- معظم الكتب والبرامج والدّوريات والبحوث باللّغة الإنجليزية.
- خصائص اللّغة العربيّة تختلف عن خصائص اللّغة الإنجليزية من حيث المعجم والتّركيب والأصوات والصّرف.

ومن هنا عمل المعنيّون على أن تستفيد العربيّة من التّقنيات الحديثة لتأخذ محلّها في نظام الحواسيب، وذلك في مجال خدمة اللّغة العربيّة على:

* **تشفير الحروف العربيّة**: أي وضع شفرةٍ رمزيّةٍ تغطّي جميع الأشكال المتداولة للحروف الهجائيّة العربيّة والأرقام والرّموز في أجهزة الكتابة الآليّة.
* **تنميط البيانات**: أي وضعِ نمطٍ لكتابة البيانات باللّغة العربيّة لإمكان إدخالها وإخراجها من الوحدات الطّرفيّة للحاسوب.

[1] ينظر: العربيّة وعلم اللّغة الحديث، محمد محمد داود، ص 273.

[2] التّعليم الإلكتروني للّغة العربيّة بين الواقع والمأمول، إبراهيم عبد النّور، أبحاث المؤتمر الدّولي الثّاني للّغة العربيّة ومواكبة العصر، الجامعة الإسلاميّة بالمدينة المنوّرة، 1436هـ/2015م، ص 7-8.

- أن يسمح النّمط الموحّد بكتابة الكلمات متشابكة الحروف تماشياً مع طبيعة الكتابة العربيّة.
- أن يسمح النّمط الموحّد بوضع الشّكل على الحروف العربيّة.
- أن يسمح النّمط بازدواج الشّفرة مع الشّفرة اللّاتينيّة لإمكان التّعامل مع اللّغتين.[1]

2- <u>أهداف اللسانيّات الحاسوبيّة:</u>

بات أمر حوسبة اللّغة العربيّة من متطلّبات هذا العصر الذي سادت فيه المستحدثات التّكنولوجيّة بصورة مذهلة، وأصبحت الأمم في أنحاء المعمورة تتسابق نحو استحداث البرمجيّات اللّغويّة المتنوّعة وتوظيفها في مجالات مختلفة، من قبيل التّعليم والتّرجمة والمحادثة الإلكترونيّة والنّشر وغيرها، وهذه جملة من الأهداف والغايات التي تسعى إليها اللّسانيّات الحاسوبيّة:

- **استخدام اللّغات الطّبيعيّة في التّعامل المباشر مع الحاسوب:** وتُستخدم نظم اللّغات الطّبيعيّة في ثلاثة مجالات رئيسة:

- **المجال الأوّل**: البرمجة باللّغة الطّبيعيّة؛ أي إحلال اللّغات البشريّة محلّ اللّغات الاصطناعيّة.
- **المجال الثّاني**: التّعامل مع نظم المعلومات (المعرفة) باللّغة الطّبيعيّة دون الحاجة إلى لغة استفهام وسيطة باستخدام الكلمات المفتاحيّة وتراكيبها المنطقيّة.
- **المجال الثّالث**: الحوار مع الآلة من خلال الأسئلة والأجوبة كما هو الحال في النّظم الخبيرة.

[1] ينظر: دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، ص 112.

إلى جانب القدرات الآليّة التّقليديّة لتنفيذ البرامج وحلّ المسائل وتخزين المعلومات (المعرفة) وتحديثها واسترجاعها.[1]

- البحث العلميّ السّريع الذي يستطيع برمجة اللغات البشريّة ضمن إطار تجريبي مضبوط وموضوعي حتّى يصبح قادرا على تركيب اللغة وتحليلها؛ كما أنّ معالجة اللّغة آليّا تدفع الباحث اللّسانيّ لأن يكون دقيقا وموضوعيّا في بحوثه اللّغويّة؛ فالتّنقيب عن العمليّات الذّهنيّة المخبوءة في العقل الإنساني وتمكين الحاسوب منها هو ذروة ما تهدف إليه اللّسانيّات الحاسوبيّة حتّى يتمكّن المرء من التّعامل معه.[2]
- تكوين مرجع للتّمييز بين الخطأ والصّواب؛ إذ يتشكّل من قواعد النّظام اللّغويّ الذّي استدخله الناطق باللغة العربيّة وصقله بالدّربة والمران، مع تفسير الخطأ وتصويبه بالعودة إلى القاعدة.[3]
- ومن فوائد حوسبة اللّغة ما يعرف بالوصول إلى درجة محاورة الآلة، وهذا موضوع شائق استهوى عقول المهندسين واللّغويّين لعقود خلت؛ حيث تمثّل مسألة مخاطبة الآلة تحدّيا لمقدرتنا على فهم عمليّات إدراك الكلام وإنتاجه، كما أنّ مسألة إنتاج برمجيّات تقدّم بعض المعرفة بلغة الإنسان مسألة سيكون لها تأثير كبير على الكيفيّة التي تُدار بها شؤون النّاس وأعمالهم.
- مسألة نشر اللّغة العربيّة والارتقاء بها؛ حيث يضع أمامنا عصر الاتّصالات والمعلومات الذي نعيشه اليوم الكثير من التّحدّيات، تدفعنا إلى الأخذ بأسباب التّطوّر لمواجهتها، و تشكّل حوسبة اللّغة العربيّة أحد هذه المقوّمات لتمكين ربط الشّبكات المعلوماتيّة بين المؤسّسات التّربويّة والأكاديميّة والبحثيّة والاندماج في شبكات المعلومات العالميّة، وتوسيع نطاق النّشر الإلكترونيّ، وتصدير اللّغة العربيّة وثقافتها.

---

[1] ينظر: اللغة العربية والحاسوب، نبيل علي، ص 159-161.

[2] ينظر: نهاد الموسى وجهوده اللّغويّة، رسالة ماجستير، إعداد فتحيّة محمّد الدبابسة، إشراف هاني صبري البطّاط، جامعة الخليل، فلسطين، 2011م، ص149.

[3] ينظر: اللسانيات الحاسوبية-مطارحات نظريّة- دنيا باقل، ص14.

- أمّا الغاية الكبرى من حوسبة اللّغة العربيّة، فتتمثّل في تقديم توصيف شامل ودقيق للنّظام اللّغويّ تمكّن الحاسوب من مضاهاة الإنسان في كفايته وأدائه اللّغويّين؛ فيصبح قادرا على تركيب اللّغة وتحليلها، ويمثّل الرّسم الكتابيّ ويكشف الأخطاء الإملائيّة، ويبني الصّيغ الصّرفيّة، ويتعرّف عليها في سياق الكلام، وينشئ الجمل الصّحيحة، ويعرب، ويصحّح النّطق، وما مشاريع المصحّح الإملائيّ والمحلّل الصّرفيّ إلّا نماذج لمحاكاة ما يختزنه الإنسان من أدلّة الكفاية اللّغويّة.[1]

[1] ينظر: اللّغة العربيّة ووسائل الاتّصال الحديثة، وليد إبراهيم الحاج، دار البداية ناشرون وموزّعون عمّان، الأردن، ط1، 2001م، ص32-33.

المحاضرة الخامسة: الحاسوب والعمل الإحصائيّ

تمهيد:

يعدّ علم الإحصاء أحد أهّم العلوم الحديثة، له دور حيويٌّ في كثير من التخصّصات والدّراسات المختلفة، وهو من أقدم العلوم الّتي ابتكرها الإنسان؛ حيث ظهر مع حاجة الأمم الأولى للتّعامل مع القيم والأعداد لتسيير الحياة اليوميّة، ومع التطوّر الكبير في كافة العلوم في أواخر **القرن العشرين** تطوّر علم الإحصاء ليستفيد من تقنيات الحاسب الآليّ بشكل جعله العلم الأكثر تداخلاً مع العلوم الأخرى، كما ساهم عنصر المعلومات والانفتاح العلميّ الحديث في إبراز أهميّة تفعيل عمليّة التّعامل مع البيانات بأسلوب يضمن السّيطرة عليها وقراءتها، وهذا كان له أثر واضح في تطوّر علم الإحصاء باعتباره القادر على تحقيق تلك الغاية، كما اتّجهت كثير من العلوم والدّراسات الأكاديميّة والبحثيّة لاسيّما التّطبيقيّة إلى استخدام الإحصاء من خلال حصر بيانات مشكلة البحث والتّعامل معها إحصائيًّا للوصول إلى فهم أفضل وحلول موضوعيّة.[1]

1. استخدام الحاسوب في الإحصاء اللّغوي:

يُعرّف الإحصاء بأنّه: «مجموعة النّظريات والطّرق العلميّة الّتي تبحث في جمع البيانات وعرضها وتحليلها واستخدام النّتائج في التّنبؤ والتّقرير واتّخاذ القرار».[2]

فالإحصاء هو استخدام الطّرائق الرقميّة والرّياضية في معالجة البيانات وتحليلها، وإعطاء التّفسيرات المنطقيّة، وهو فرع من علوم الرّياضيات، ذات التّطبيقات المهمّة في جميع العلوم.[3]

ويتكوّن علم الإحصاء الحديث من قسمين هما: قسم الإحصاء الوصفيّ، وقسم الإحصاء الاستدلاليّ، حيث يتّم في القسم الأوّل إبراز البيانات الإحصائيّة من خلال أشكال بيانيّة سهلة

---

[1]- ينظر: مدخل إلى علم الإحصاء، علي بن محمّد الجمعة، مقرّر دراسيّ موجّه لتخصّص التّسويق والمحاسبة، 1428هـ، book-library.net.

[2]- مبادئ الإحصاء، أحمد عبد السّميع طبية، دار البداية، عمّان، الأردن، ط1، 2007م، ص:12.

[3]- ينظر: المنهج الإحصائيّ ودوره في فهم الظّاهرة اللّغوية، صافية كسّاس، مجلّة اللّغة العربيّة، المجلس الأعلى للّغة العربيّة، الجزائر، العدد37، 2017م، ص:133.

القراءة، بينما يتّم في القسم الثّاني الغوص داخل أعماق البيانات للوصول إلى معلومات يصعب الحصول عليها بدون علم الإحصاء الحديث.[1]

وبالرّغم من أنّ علم الإحصاء علم قائم بذاته وثيق الصّلة بالرّياضيات، فإنّه أصبح يمثّل آلية مهمّة في العلوم الإنسانيّة، ومنها اللّغويات؛ فمن خلال نظرية المعلومات لـ **"شانون"** الأمريكيّ، والسّلاسل الإحصائيّة لـ **"ماركوف"** الرّوسي، تم وضع أسس النّموذج الإحصائيّ للّغة، وصار بالإمكان استخدام معيار دقيق لقياس كمية المعلومات اللّغوية، وكذلك تحديد علاقات الارتباط بين الظّواهر اللّغوية بصورة كمّية، كما دان الفائض اللّغوي للتّحليل الكمّي، ممّا يسّر استكشاف مدى تفشّي ظواهره في الكيان اللّغويّ.[2]

فهناك علاقة بين اللّغة والحاسوب والإحصاء، وأساس هذه الصّلة هو كون الحاسوب أداة إحصائيّة من الطّراز الأوّل، وكون اللّغة في حاجة ملحّة إلى أساليب الإحصاء، وذلك لتوصيف وتفسير كثير من ظواهرها اللّغوية، وتقييم النّتاج اللّغويّ كميًّا.

ولا يختلف دور الإحصاء في النّطاق اللّغوي عن ذلك الذّي في المجالات العلميّة الأخرى؛ إذ يوكل إليه مهام رئيسة، هي:[3]

أ. التّقييم الكمّي لبعض الخواص النّوعية للّغة؛ كمعدّلات استخدام الحروف والكلمات، والصّيغ الصّرفية، والموازين الشّعرية، وما إلى ذلك.

ب. التّوصيف الكمّي لبعض العلاقات اللّغويّة؛ مثل العلاقة بين جذر الكلمة وعدد مرّات تكراره.

كما استطاعت الإحصاءات الحاسوبيّة أن تُخرج نتائج البحوث من حالة التّخمين والارتجال، وسيادة التّعبيرات المبهمة من قبيل: (كثير، وقليل، وشائع...)، إلى حالة الإحصاء الرّقمي الذّي يتعامل مع الحقائق على أنّها قيم رقميّة دقيقة، وقد بات من الميسور على الباحثين بفضل الجهود الإحصائيّة أن يرصدوا الظّواهر اللّغوية بدقّة على مستوى المفردات والتّراكيب، كما

---

[1]- ينظر: مدخل إلى علم الإحصاء، علي بن محمّد الجمعة، ص:4.

[2]- ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب، نبيل علي، ص:123.

[3]- ينظر: نفسه، ص:133.

أصبح من الميسور معرفة علل وأسباب بعض الظّواهر، وذلك عن طريق ضبط العوامل والمتغيّرات، ومعرفة أثر كلّ عامل على حدة.[1]

ويعتمد الإحصاء اللّغوي على ثلاثة نماذج إحصائيّة أساسيّة، هي:[2]

- **نموذج "زيف"**: ويعتمد على نظرية الاحتمالات.
- **نموذج "شانون"**: ويعتمد على نظرية المعلومات.
- **نموذج "ماركوف"**: ويعتمد على السّلاسل الزّمنيّة والتّنبؤ الإحصائيّ.

2. <u>نماذج من برامج حاسوبيّة للتّحليل الإحصائيّ</u>:

هناك عدد من مجموعة البرامج المترابطة متوفّر للتّحليل الإحصائيّ، ومن أكثرها استخداماً برنامج **"SPSS"** (المجموعة الإحصائيّة للعلوم الاجتماعية)، وهو مجموعة شاملة متوفّرة بأشكال مختلفة للحاسوبات الكبيرة والشّخصية أيضاً. وهناك مجموعة برامج إحصائيّة أخرى مفيدة للّغويين مثل برنامج **"ميني تاب" (MINITAB)**. فبالرّغم من أنّه ليس أشمل مثل **"SPSS"**، إلاّ أنّه سهل للاستخدام وتعرض أحدث نسخة منه عدداً من التّسهيلات الإحصائيّة الّتي من المحتمل أنّها ستلّبي متطلّبات كثير من البحث اللّغويّ.[3]

*** <u>ميزات برنامج "SPSS" ومكوّناته:</u>**

تمّ إصدار برنامج **"SPSS"** في نسخته الأولى عام **1968م**، وهو برنامج يستخدم على نطاق واسع – للتّحليل الإحصائيّ في العلوم الاجتماعيّة، وهو يقدّم مجموعة من التّحليلات الإحصائيّة:

- **<u>الإحصائيات الوصفيّة</u>:** كالجداول المتقاطعة، والتّكرارات، وإحصائيات النّسبة الوصفيّة.
- **<u>الإحصائيات ثنائية المتغيّر</u>:** كالمتوسّط الحسابيّ، واختيار (ANOVA)، ومعادل الارتباط.

---

[1]- ينظر: المنهج الإحصائي ودوره في فهم الظّاهرة اللّغوية، صافية كسّاس، ص:140.

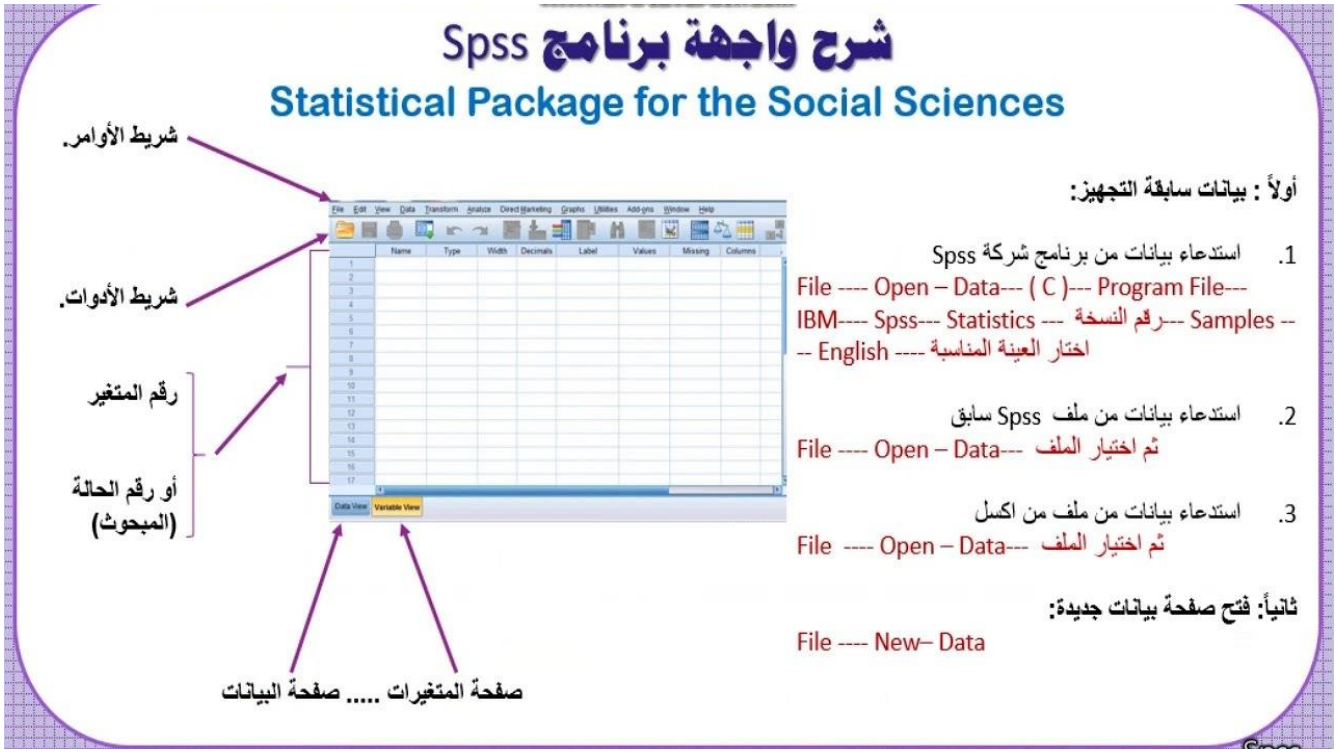
[2]- اللّغة العربيّة والحاسوب، نبيل علي، ص:135.

[3]- ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوقرس بتلر، ص: 888-889.

- **التّنبؤ بالنّتائج العددية:** مثل الانحدار الخطّي.

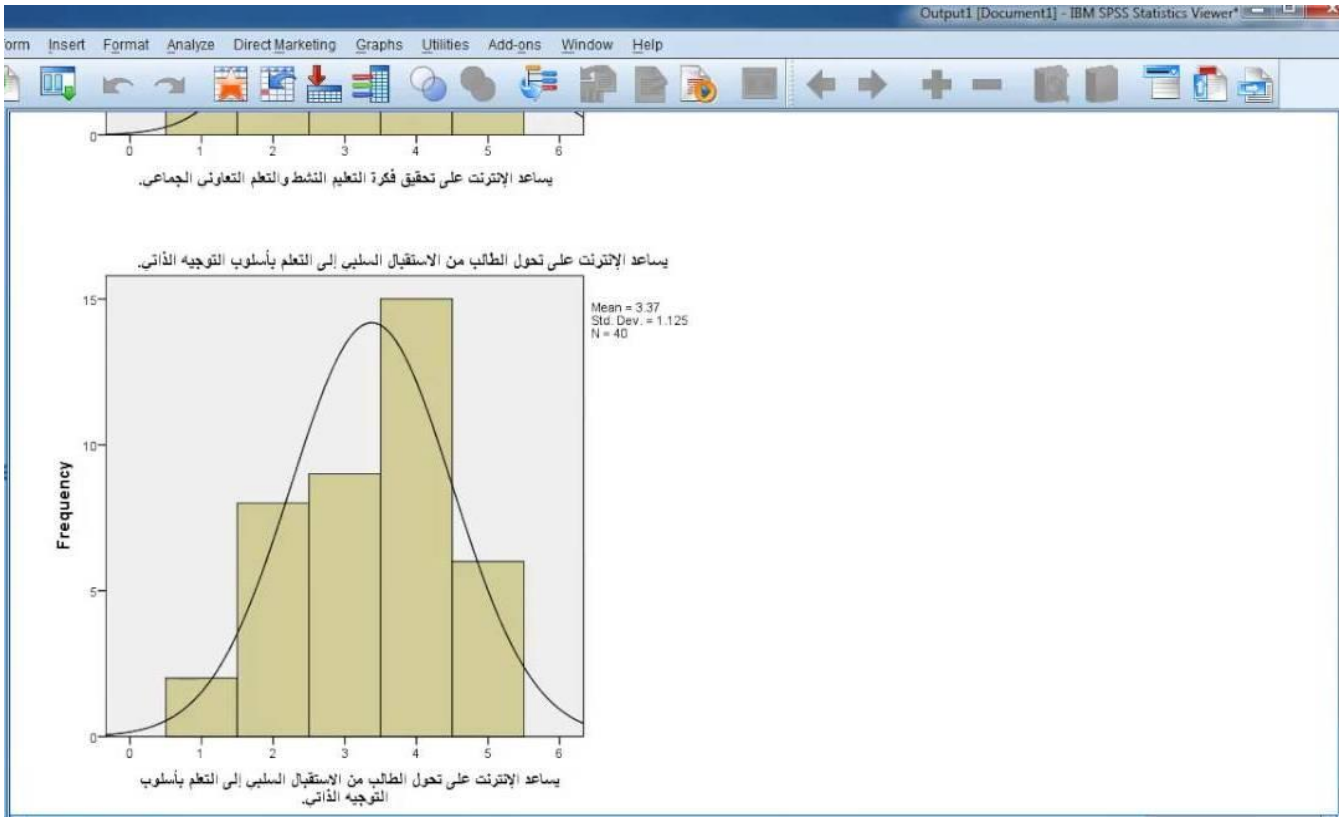
ومن أهّم ميزاته المرونة وسهولة الاستخدام، وسرعة التّحليل، كما يضمن عرضًا كاملاً ومفصّلاً للنّتائج، ودقّة المخرجات، وهو أكثر شهرة بين الباحثين.[1]

ويتكوّن البرنامج من واجهة رئيسيّة ينبثق عنها مجموعة من الأوامر والإجراءات، للوصول إليها وجب تخطّي أوّل نافذة تظهر عند الضّغط على أيقونة البرنامج، من خلال الضّغط على "cancel"، كما هو موضّح في الشّكل:



[1]- ينظر: شرح برنامج SPSS للتّحليل الإحصائيّ، المجلّة العربيّة للعلوم ونشر الأبحاث، 2020م، ajsrp.com.

وتتكوّن الواجهة من ورقتين رئيستين هما: **"عارض البيانات" (Data View)**، وفيها يتّم إدخال البيانات وتعديلها وعرضها للباحث، وتتمثّل الأعمدة المتغيّرات، في حين تمثّل الصّفوف الحالات محلّ الدّراسة، ويعرض البرنامج نتائج التّحليل الإحصائيّ في شاشة أخرى تسمّى **"عارض النّتائج"**، كما يعرض أيضا النّتائج على شكل رسوم بيانيّة.



المحاضرة السّادسة: التّحليل الحاسوبي والمستويات اللّغوية

تعدّ المعالجة الآليّة للّغة الطّبيعية فرعًا معرفيًّا بينيًّا يجمع بين الحاسوب واللّغويّات والذّكاء الاصطناعيّ؛ وهي تهدف إلى ابتكار برامج حاسوبيّة بإمكانها معالجة البيانات اللّسانية آليًّا، ممّا يجعل الإتّصال بين الحاسب والإنسان يتمّ بصورة طبيعيّة، وتقتضي هذه المعالجة الإعتماد على شرطين أساسيّن هما:

- **أوّلا:** ضرورة الإنطلاق من نظريّة صوريّة خوارزميّة صارمة وواضحة المعالم.
- **ثانيّا:** ضرورة بناء قاعدة بيانات للمفردات اللّغويّة العربيّة بنوعيها البسيطة والمركّبة.

فإذا أستطعنا وضع نظريّة لسانيّة عربيّة حديثة وواقعيّة، فإنّها ستكون تطوّراً نحو العلميّة والبرمجة الآليّة في الحاسبات الإلكترونيّة، فبقدر ما يكون هناك نموذج لسانيّ عربيّ حديث ودقيق لقواعد اللّغة العربيّة بقدر ما ستكون البرمجة اللّسانية دقيقة وشاملة، ويكون المستوى الدّلالي والنّحوي والصّوتي لبنية الجملة العربيّة ممثّلاً تمثيلاً دقيقًا وموضوعيًّا في الحاسبات الإلكترونيّة.[1]

وتمتاز اللّغة العربيّة بخصائص ذاتيّة تجعلها قابلة للمعالجة الآليّة بصورة دقيقة، من خلال تحليل مستوياتها الصّوتية والصّرفية والتّركيبية بشكل يسمح للمبرمج معالجتها آليّا، ويمكن تلخيص هذه الميزات في النّقاط التّالية:

1. **الإطّراد الصّرفي** المنتظم الذّي أدّى ببعضهم إلى وصفها بالجبريّة، إلى جانب التعدّد الصّرفيّ (مثل تعدّد صيغ الجمع: كاتبون، كتّاب، كتبة).
2. **المرونة النّحويّة:** أي الحريّة النّسبية في ترتيب الكلمات داخل الجمل، وتظهر أيضا في تنويعات تركيب الجمل بفعل آليات التّحويل النّحوي المختلفة، كالتّقديم والتّأخير والحذف.

[1]- قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديثة، مازن الوعر، ص:425.

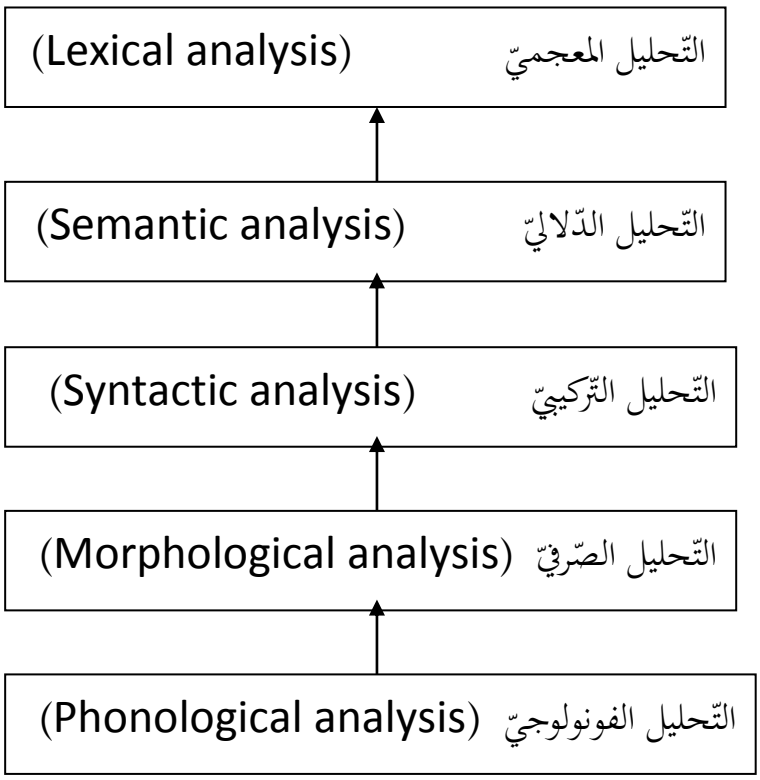
3. **الإنتظام الصّوتي:** تتميّز قواعد العربيّة الصّوتية بالإطّراد، ويتسّم نظام مقاطعها بالبساطة؛ إذ أنّ جميع المقاطع لابدّ أن تبدأ بصامت ولا تتضمّن أكثر من صامتين.
4. **اِعتماد المعجم على الجذور:** إذ يعتمد المعجم العربيّ على الجذور وليس على التّرتيب الأبجديّ للكلمات كما في الإنجليزيّة مثلا، وتتميّز شجرة المفردات العربيّة بقلّة الجذور وتعدّد الأوراق؛ لذا توصف العربيّة بأنّها شجرة ثقيلة القاع، فرغم صغر نواة المعجم (أقل من عشرة آلاف جذر) تتعدّى المفردات بصورة هائلة، وذلك بفضل الإنتاجيّة الصّرفية العالية، وتطغى الخاصّية الثّلاثية على جذور المعجم.[1]

وإلى جانب ذلك، تمتاز اللّغة العربيّة بشدّة التّماسك بين عناصر منظومتها؛ مثلا تنعكس الخاصّية الإشتقاقيّة بشكل واضح على تنظيم المعجم، وشدّة الصّلة بين المبنى والمعنى (صلة مباني الصّيغ الصّرفية ومعانيها، الصّلة بين مباني النّحو ومعاني الجمل).

مستويات التّحليل اللّغوي:

جرى الباحثون في حوسبة اللّغة من ترتيب مراحل التّحليل اللّغوي في سلّم لغويّ على النّحو الموضّح في الشّكل الآتي:

[1]- ينظر: اللّغة العربيّة والحاسوب، نبيل علي، ص: 63-66.



وهناك اِرتباط وتداخل بين مستويات التّحليل اللّغوي، ويمكن تبيّن طبيعتها وماهيتها على هذا النّحو:

1. **التّحليل الفونولوجيّ**: يتّم فيه حسم طريقة نطق الكلمة، وتواجه العربيّة صعوبة تكمن في عدم اِستخدام الحركات القصيرة، ممّا يجعل آليّة النّطق الآليّ للكلمات العربيّة مهمّة صعبة مقارنة باللّغات الأخرى، الّتي تراعي كتابة الحركات القصيرة والطّويلة.[1]
2. **التّحليل الصرفيّ**: يقوم الحاسوب في هذا المستوى بتحليل الكلمة لمعرفة جذورها ووزنها الصّرفي، وما طرأ عليها من زيادة أو نقصان أو إعلال أو إبدال أو إدغام أو قلب، ومعرفة ما اِتّصل بها من سوابق ولواحق، ومعرفة الكلمة نفسها (اسمًا أو

[1]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، مجموعة مؤلّفين، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدّولي لخدمة اللّغة العربيّة، المملكة العربيّة السّعودية، ط1، 2019، ، ص:19.

فعلا أو حرفا)، وكلّ ذلك يتمّ بواسطة برامج جدّ متطوّرة مصمّمة أساسًا لهذا الغرض.[1]

3. **التّحليل النّحوي:** ويتمّ فيه تعيين وظيفة الكلمة في الجملة من حيث موقعها الإعرابيّ.
4. **التّحليل الدّلالي:** وهو المستوى الذّي يتمّ فيه فهم المقصود من الجملة عن طريق الرّبط المنطقيّ بين موضوع الجملة ومعلومات من العالم الواقعيّ، ويعتمد في ذلك على كلّ من التّحليل الصرفيّ والتّحليل النحويّ.
5. **التّحليل المعجميّ:** ويتمّ فيه تعيين مكوّنات المعجم اللّغوي وتوصيفها، وهو يجمع بين مستويات التّحليل اللّغوي السّابقة، حيث يُعنى بالتّحليل الصّوتي في معلومات نطق المفردات، ويُعنى بالتّحليل الصرفيّ بهدف استخلاص الوحدات الأساسيّة للمعجم، ويُعنى بالتّحليل التّركيبي في الاستدلال على سياقات المفردات ومعانيها الوظيفيّة، ويُعنى بالتّحليل الدّلالي في الاستدلال على المعاني المعجميّة.[2]

من مشكلات العربيّة أمام الحاسوب:

تواجه اللّغة العربيّة في مجال الحوسبة تحدّيات عديدة، تأتي في مقدّمتها مشكلة اِستخدام نموذج لسانيّ عربيّ دقيق، يصف قواعد اللّغة العربيّة في البرمجة الآليّة في الحاسبات الإلكترونيّة.

والواقع هناك نماذج لسانيّة عربيّة عديدة حاول أصحابها تحليل تراكيب اللّغة العربيّة وفق نظريات مختلفة منها: النّموذج اللّساني العربيّ التّراثي وفق منظار العصر **للدّكتور عبد الرّحمن الحاج صالح**، والنّموذج اللّساني الوظيفيّ المعجميّ **لعبد القادر الفاسي الفهري**، والنّموذج اللّساني المعياريّ المعدّل **لمرتضى باقر**، ثمّ النّموذج اللّساني الحديث والواقعيّ لتحليل التّراكيب الأساسيّة في اللّغة العربيّة **لمازن الوعر**.[3]

---

[1]- ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوفرس بتلر، ص:620.

[2]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص:21.

[3]- ينظر: قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، ص:424.

والمشكل الذّي يطالعنا هو تطبيق العديد من النّماذج والأطر اللّسانية الغربيّة على المواد اللّغوية العربيّة، لأنّ لكلّ لغة خصوصيّاتها الّتي وجب تطويعها بشكل يتلاءم مع هذه الخصوصيّة، ليستفيد منه المبرمج في معالجة اللّغة العربيّة، «فبقدر ما ندرس بنية لغة معيّنة دراسة شاملة ودقيقة بقدر ما تكون النظريّة اللّسانية شاملة ودقيقة».[1]

ومن الصّعوبات الّتي تواجه العربيّة أيضا الحاجة إلى وصف شامل ومحدّد للنّظام اللّغوي في جميع المستويات، فعلى المستوى الصّرفي ستبرز مشكلات النيابة بين الأبنيّة، ونوع البنية المعيّنة اسميّة أو فعليّة، والتّداخل بين المشتق والجامد، وأنواع المصادر وغير ذلك، وعلى المستوى النّحوي، سنجد أنفسنا أمام التّداخل بين الجملة الاسميّة والجملة الفعليّة، والجمل الإعرابيّة وغير الإعرابيّة، ومشكلات التّمايز بين التمييزيّة والسببيّة، وغير ذلك، وعلى المستوى الدّلالي سنجد أنسفنا أمام المعنى الحقيقيّ والمجازيّ.[2]

ومن هنا وجب على علماء اللّسانيات وعلماء الحاسبات الإلكترونيّة التّعاون من أجل إخضاع النّحو العربيّ لنموذج إحصائيّ حسابي، يمكن إدخاله في الحاسب الإلكترونيّ، وذلك بموافقة كلّ الأقطار العربيّة، بغية توحيد منهجيّة العمل،كما أنّه لا يمكن للنّموذج العربيّ اللّساني الإلكترونيّ أن ينجح إلاّ بالتّعاون والتّنسيق بين علماء اللّسانيات، وبين علماء الهندسة والحاسبات الإلكترونيّة.[3]

[1]- قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، ص:425.

[2]- ينظر: دراسات في اللّسانيات ثمار التّجربة، هادي نهر، عالم الكتب الحديث للنّشر والتّوزيع، ط1، 2011م، ص:67.

[3]- ينظر: قضايا أساسيّة في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، ص:434.

المحاضرة السّابعة: الحاسوب والتّحليل الفونولوجيّ

تمهيد:

تؤول العربيّة في نظامها الصّوتي إلى أربعة وثلاثين فونيمًا، ثمانية وعشرين صامتًا تتمثّل في حروف الأبجديّة العربيّة المعروفة، وستّة صوائت تمثّلها الحركات الثّلاث القصيرة: الفتحة والكسرة والضمّة، والحركات الثّلاث الطّويلة الممثّلة في حروف المدّ، ويُعنى في هذا الجانب بتوصيف تلك الأصوات على المستوى الأكوستيكي الفيزيائيّ؛ إذ يكون لكلّ صوت صورة طيفيّة مرئيّة ذات ثلاثة أبعاد: بُعد أفقيّ يمثّل الوقت، وبُعد عموديّ يمثّل التردّد، وبُعد ثالث يمثّل درجة الشدّة يظهر بشكل سواد على ورق خاصّ.[1]

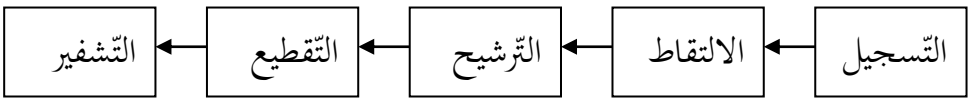
وإذا كانت الدّراسات الصّوتية في التّراث العربيّ تعتمد على قدر كبير من الملاحظة المباشرة والتّجارب الذّاتيّة، فإنّه في عصرنا تماشيا مع الثّورة الصّناعية والمستحدثات التّكنولوجيّة، تمّ الاعتماد على معامل مجهّزة بأجهزة خاصّة تدرس الصّوت وتحلّله.

1. مراحل المعالجة الآليّة للصّوت المنطوق:

تمرّ معالجة الصّوت آليًّا بمرحلتين مهمّتين هما: مرحلة ما قبل المعالجة، ومرحلة المعالجة.

أ. **ما قبل المعالجة:** ويتمّ فيها تسجيل الصّوت المراد معالجته، ثمّ التقاط الموجة لتتحوّل إلى شكل قابل للتّخزين، ويتمّ بعد ذلك تمييز الصّوت ووضعه ضمن قاعدة بيانات صوتيّة خاصّة وفقًا لخصائصه الفيزيائيّة والنّطقية، ومن ثمّ تجزيء العيّنة موضوع الدّراسة، وأخيرًا التّشفير؛ أي تحويل البيانات إلى شكل قابل للقراءة إلى شكل مرمّز لا يمكن معالجته إلاّ بعد فك تشفيره.

[1]- ينظر: اللّسانيات الحاسوبيّة، الإطار والمنهج، وجدان محمّد صالح كنالي، ص:10.



ب. **المعالجة**: ويتمّ في هذه المرحلة تحويل المعطيات المحصّل عليها في المرحلة السّابقة إلى بيانات معالجة، وهي عمليّة مماثلة لما يقوم به المحلّل السّمعي البشريّ.[1]

2. **أجهزة التّحليل الصّوتي**:

استخدم علم الأصوات منذ القرن **التّاسع عشر** الأجهزة الدّقيقة، سواء في التّسجيل أو التّحليل، وحدث تعاون بين أقسام الصّوتيات في مختلف الجامعات مع أقسام الفيسيولوجيّا والفيزياء والهندسة الكهربائيّة، ومعالجة الكلام وطبّ الأسنان وغيرها، فأصبحت بذلك الصّوتيات علمًا مخبريًّا يعتمد على التّجارب بالعودة إلى أجهزة حديثة تخدم فروع الصّوتيات الثّلاثة: النطقيّة والأكوسيّة والسّمعية؛ ممّا مكّن من متابعة حركات الجهاز الصّوتي وعضلاته والهواء المناسب داخله، وأدّى ذلك بدوره إلى دقّة النّتائج وجعلها تتسّم بالموضوعيّة والثّبات. ومن أهّم الأجهزة المستخدمة في التّحليل الصّوتي:

1. **جهاز الرّسم الحنجريّ (Laryngograph)**: هو جهاز إلكترونيّ يمكّن من استنتاج حالتي الفتح والغلق للأوتار الصّوتية عن طريق تسجيل اتّجاه التيّار من أحد جانبي الحنجرة إلى الجانب الآخر.
2. **مقياس التّنفّس (Spirometer)**: وهو يفيد في قياس مقدار واتّجاه هواء الزّفير.
3. **مقياس إنسياب الهواء (Pneumatachogreph)**: يستخدم لقياس مدّة انسياب هواء الزّفير من الأنف والفم معًا، أو كلّ على حدة، ويفيد في معرفة حجم الهواء الخارج من الجهاز الصّوتي من كلّ صوت، وعلاقة حجم الهواء مع الأوضاع المختلفة للجهاز الصّوتي.

[1]- ينظر: التّطبيقات الآليّة لمعالجة الصّوت خطوة واقعيّة لحلّ إشكاليّة التّواصل في ظلّ اللّسانيات الحاسوبيّة، زكري يمينة، مجلّة المقري للدّراسات اللّغوية النّظرية والتّطبيقية، المجلد 3، العدد 2، ص:69.

4. **منظار الحنجرة أو المجهر الحنجريّ (Larynogoscope):** يقوم برصد حركة الأوتار الصّوتية، يوضع هذا الجهاز في فم المتحدّث، فيعكس صورة الأوتار الصّوتية، ويبيّن إذا كان الصّوت المنطوق مهموسًا أو مجهورًا.
5. **مجهار العضلات (Electromyograph):** يقوم بقياس الشّحنات الكهربائيّة الصادرة عن المخ الّتي تؤدّي إلى تناغم ما يزيد عن مئة عضلة في الجهاز الصّوتي، لتوليد الصّوت الإنسانيّ بشكل سلس.
6. **الأشعّة السينيّة (X-Ray):** تقوم هذه الأشعّة بتصوير أعضاء الجهاز الصّوتي أثناء قيامه بعمليّة إنتاج الكلام. وهي تسمح بدراسة كلّ موقع لأيّ عضو من أعضاء الكلام عند أي نقطة أثناء الكلام، وهناك أيضا الصّور المتحرّكة لأشعة إكس، تسجّل حركات هذه الأعضاء أثناء النّطق، ويمكن مصاحبة هذه الأفلام بتسجيل صوتيّ يمكّن من سماع الصّوت، ومشاهدة الحركات الّتي تقوم بها أعضاء النّطق أثناء إصدار الصّوت.[1]

التّحليل والتّركيب الطّيفي للأصوات الكلاميّة:

تتمثّل الخصائص الفيزيائيّة والسّمعية للأصوات في ثلاث خصائص، هي:

1. التردّد الفيزيائيّ ويُقابله الحدّة من النّاحية السّمعية والإدراكيّة.
2. الشدّة الفيزيائيّة الّتي يقابلها علوّ الصّوت من النّاحية السّمعية والإدراكيّة.
3. الشّكل الموجي الفيزيائيّ، والذّي يقابله نوع الصّوت من النّاحية السّمعية والإدراكيّة.

وبذلك يكون الصّوت ظاهرة فيزيائيّة اِهتزازيّة تنتشر في الهواء، داخل حيّز سرعته بمتوسّط **340H_2/ثا**، ويظهر ذلك عن طريق موجات أو ذبذبات.[2]

أمكن عن طريق التّحليل الطّيفي لأصوات الكلام، ليس فقط معرفة الفروق بين الأصوات المتنوّعة، ولكن أيضا التعرّف على التّغييرات في الخصائص الّتي تنتج ولا تقدر الأذن العادية

[1]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص: 80، 81، 82.

[2]- ينظر: الصّوت اللّغوي والحوسبة الآليّة، راضية بن عربيّة، الأكاديميّة للدّراسات الاجتماعيّة والإنسانيّة، ص: 97.

إدراكها، خلال إصدار الوحدة الصّوتية المفردة، كما مكّن من إدراك التّغييرات الّتي تلحق الأصوات بتجاورها بعضها مع بعض.

كما يمكن بطريق التّحليل الطّيفي دراسة تأثير السّواكن على العلل، لاسيّما في منطقة الحدود بينهما.

وكذلك تلوّن السّواكن تحت تأثير العلل، وقد ثبت أنّ السّواكن تشارك العلل المجاورة نوعها، فلام مثلا قبل الكسرة لا تظهر نفس الصّورة الطّبيعيّة للاّم قبل الضمّة أو الفتحة.[1]

[1]- ينظر: دراسة الصّوت اللّغوي، أحمد عمر مختار، عالم الكتب، القاهرة، دط، 1997، ص:43.

المحاضرة الثامنة: التّحليل الحاسوبيّ للمستوى الصّرفي والنّحويّ

أوّلا: التّحليل الحاسوبيّ للمستوى الصّرفي

نظراً للتّداخل بين مستويات التّحليل في اللّغة العربيّة وخاصّة بين النّحو والصّرف، يقوم النّظام الصّرفي بنوعين أساسين من المعالجة الصّرفيّة هما: اشتقاق الكلمة العربيّة، وتحليل الكلمة العربيّة.

أ. **إشتقاق الكلمة (الإنتقال من الجذور إلى المشتقّات):** ويتمّ في هذا القسم من الاشتقاق مايلي:

- إيجاد مشتقات الجذور الثلاثيّة والرّباعيّة ومزيداتها.
- تحديد نوع الفعل وأبوابه التصريفيّة.
- **مزيدات الفعل:** بحرف أو حرفين أو ثلاثة، ومزيدات الرّباعي.
- **تصريف الأفعال:** إسناد الأفعال المعلومة والمجهولة والمزيدة إلى الضّمائر في صيغ الماضي.
- **الإشتقاق:** اشتقاق جميع الأسماء قياسيّا وسماعيّا من المجرّد والمزيد (اسم الفاعل، صيّغ المبالغة، اسم التّفضيل، المصادر بأنواعها...).
- **تصريف الأسماء:** تأنيثها وتذكيرها وتثنيتها وجمعها ونسبتها وتصغيرها.
- **تصريف الحروف:** بنوعيها ما يسند إلى الضّمير وما لا يسند.
- **التّصريف المشترك:** ويشترك فيه الإسم والفعل، مثل الإدغام والإعلال، والإبدال.[1]

ب. **تحليل الكلمة العربيّة (الإنتقال من المشتقّات والمزيدات إلى الجذر أو الاسم):**

- يتمّ في هذا القسم الانتقال من الكلمة المزيدة إلى أصلها، مع تحديد الزّيادة وإعرابها وميزانها الصّرفي مع شكلها.

[1]- ينظر: استخدام اللّغة العربيّة في تقنية المعلومات، محمّد الحنّاش، سلسلة النّدوات، مطبعة النّجاح، الدّار البيضاء، ط1، المجلّد الأوّل، 1993م، ص:33.

- **تحليل الأفعال:** تحليل السّوابق واللّواحق، والصّيغ وجهة البناء، والتجرّد، والزّيادة، والوزن، والمصدر، والإعراب، والضّمير المسند إليه.
- **تحليل الأسماء:** تحديد السّوابق واللّواحق، والنّوع، والمصدر، والإعراب.
- **تحليل الحروف:** تحديد السّوابق واللّواحق، والوظيفة الإعرابيّة، والحالة الإعرابيّة.[1]

أهميّة التّحليل الصّرفي:

تكمن أهميّة معالجة اللّغة العربيّة حاسوبيًّا من خلال محلّل صرفيّ عربيّ آليّ في اختصار العبء الثّقيل للتّعامل مع العدد الهائل من حصيلة مفردات العربيّة عبر تفكيكها إلى عدد محدود من اللّبنات الصّرفيّة العربيّة الأوليّة، كما يشكّل التّحليل الصّرفي المحور الأساس لكثير من التّطبيقات للمعالجة الحاسوبيّة للّغة العربيّة، مثل دعم وظائف البحث الاشتقاقيّ العربيّ في محرّكات البحث النصّي، والرّبط المعجميّ العربيّ الآليّ، وكذا البرمجيات الّتي تساعد في تعلّم اللّغة العربيّة، لاسيّما تلك الّتي تُعنى بالهجاء والإملاء، وعلم الصّرف، كما يساعد في تشكيل النّص العربيّ والتّدقيق الإملائيّ في النّص العربيّ لاكتشاف الأخطاء الإملائيّة أو تصحيحها.[2]

ثانيًا: التّحليل التّركيبي

تعدّ عمليّة التّحليل النّحوي الآليّ من ركائز المعالجة الآليّة للّغات الطّبيعيّة، حيث يجري فيها تحديد بنية الجملة من حيث مكوّناتها، ووظائف عناصرها، وإيجاد قالبها النّحوي اعتماداً على القواعد النّحوية الأساسيّة.

ويمثّل المحلّل النّحوي الآليّ مقوّماً أساسيًا لا غنى عنه، إذ تعتمد عليه العديد من تطبيقات المعالجة الآليّة للّغة مثل التّطبيقات الخاصّة بتحليل مضمون النّصوص وفهمها آليًا، وعمليات التّلخيص والفهرسة الآليّة، ونظم التّرجمة الآليّة، وتطبيقات اكتشاف الأخطاء الهجائيّة والنحويّة آليًّا.

---

[1]- ينظر: إستخدام اللّغة العربيّة في تقنية المعلومات، محمّد الحناش، ص:33.

[2]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص:117.

إتّجاهات بناء المحلّلات النحويّة:

1. **الاتّجاه المبنيّ على القواعد:** وفيه تُكتب معلومات عن البُنى النّحويّة للّغة في شكل قواعد نحويّة، من خلالها يتمّ التّحليل النّحوي للنّص المُدخل من أجل إنتاج الأشجار النّحويّة، وعادة ما يتمّ تخزين معلومات نحويّة عن الكلمات المفردة (نوع الكلمة في المعجم)، وبالرّغم من انتشار استخدام المحلّل المبني على القواعد في أنظمة المعالجة الآليّة للّغة الطّبيعيّة، إلاّ أنّ هناك العديد من التّحديات لبناء هذا المحلّل؛ إذ يحتاج إلى قواميس حاسوبيّة وإلى لغويين حاسوبيين ذوي مهارة عالية لكتابة القواعد اللّغوية ومراجعتها.[1]
2. **الاتّجاه المبني على الإحصاء:** اعتُمِد عليه في السّنوات الأخيرة نظراً للقدرة المباشرة والسّريعة لإخراج النّتائج، حيث يتميّز بقلّة القواعد المطلوبة لبناء المحلّل النّحوي، والقدرة على ضبط المحلّل من أجل تحليل نوع معيّن من النّصوص عن طريق استخدام المعلومات الإحصائيّة، ويعتمد هذا الاتّجاه على بناء نموذج إحصائيّ هدفه تحديد الاحتمالات الإحصائيّة للتّحليلات المختلفة للجمل، وتعتمد هذه الاحتمالات على إستخدام عدد ضخم من النّصوص الموسومة بمعلومات لغويّة كعيّنات تدريبيّة، ويعدّ المحلّل النّحوي الإحصائيّ أحد لوسائل الشّائعة لحلّ مشكلة اللّبس التّركيبي؛ حيث يقوم هذا النّموذج بحساب أكثر التّحليلات احتمالاً بإعتماد العيّنات التدريبيّة، ويُشترط في هذا الاتّجاه وجود كميات كبيرة من المدوّنات الموسومة صرفيًّا ونحويًا لقلّة وفرتها.[2]

[1]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص:167.

[2]- ينظر: نفسه، ص:168.

المحاضرة التّاسعة: التّحليل الحاسوبيّ للمستوى الدّلالي

يعدّ التّحليل الدّلالي جزءا أساسياّ من مجالات معالجة اللّغة الطّبيعيّة، في إطار عمليّة تنطوي على استخلاص المعنى من النّص، وتسمح للحواسيب بفهم الجمل والفقرات وتفسيرها، وذلك من خلال تحليل البنية القواعديّة وتحديد العلاقات بين الكلمات ضمن سياق معيّن.

ويمثّل النّظام الدّلالي حجر الزّاوية في المعالجة الحاسوبيّة للّغة، إذ ترتكز عليه أغلب العمليات، غير أنّ العائق هنا هو أنّ الحاسوب يعوزه الفهم، ممّا يجعل المبرمج الحاسوبيّ يصطدم بعمليّة معقّدة تدعوه إلى أن يمدّ الحاسوب بما يجعله يجاري الذّهن البشريّ في تصوّره مجموعة من العلائق والمعاني كلّما ذكر لفظ من الألفاظ.[1]

وبناءً على ذلك، فإنّ التّحليل الدّلالي عند المعنيين باللّسانيات الحاسوبيّة يعدّ من أعسر المباحث تناولاً لاتّصال الدّلالة بالفهم البعيد المنال عن الحاسوب بداهة؛ لأنّ الدّلالة قد تكون معجميّة، أو صرفيّة، أو نحويّة، أو مجازيّة، أو إيحائيّة.

ومن ثمّ فإنّ توصيف النّظام الدّلالي لن يكون على سنّة غيره من الأنظمة اللّغويّة. إلى جانب إفادته من قواعد بقيّة الأنظمة اللّغوية بغية أن تكون معالجته للمفردات أكثر آليّة. ولتوضيح ذلك نأخذ مثلاً كلمة (كاتب):

- يُنظر أوّلاً إلى الدّلالة المعجميّة للجذر "كَتَبَ".
- ثمّ احتمالات قراءتها إمّا: ← صيغة اسم الفاعل (كَاتِبٌ).
  ↓ المزيد بحرف (كَاتَبَ).

- فإذا ما تعيّنت حركات المبنى باسم الفاعل (كَاتِبٌ) مثلاً تعيّنت سمات الكلمة من كونها اسم يقع في المواقع الإعرابيّة للاِسم من الابتداء والخبريّة والفاعليّة والمفعوليّة، وتداعى إلى الذّهن المعنى المستفاد من المبنى من حيث الثّبوت نحو:

[1]- ينظر: حوسبة المعجم الغربيّ –تحدّيات وآفاق-، وسعي بشير، نتائج الفكر، مجلّة المركز الجامعيّ الصّالحي أحمد، النّعامة، الجزائر، العددان 3، 4، جوان 2018م، ص:110.

(كاتب القصّة)، أو الاختصاص بزمن معيّن (كاتب الدّرس)، وتداعى إلى الذّهن كذلك ألفاظ أخرى يغلب تداولها في محيط الكلمة النصّي.[1]

خطوات التّحليل الدّلالي:

يتمّ التّحليل الدّلالي وفق مستويين: تحليل المفردة المعجميّة، وتحليل ما بعد المستوى المعجميّ.

أ. التّحليل الدّلالي المعجميّ:

ويشمل فقط المعالجة الدّلالية للمفردات، وهي بذلك لا تغطّي كامل طبقة المعالجة الدّلاليّة للّغة، وتشكّل مفردات اللّغة والعلاقات الدّلالية المكوّنين الأساسيين اللّذين تدور حولهما المعالجة الدّلالية المعجميّة.[2]

وتتعالق كلّ مفردة معجميّة بمجموعة من الدّلالات الصّرفيّة والنّحويّة والسّياقيّة، وبذلك فإنّ استدخال تلك العلائق في الحاسوب يتوقّع أن تكون علائق تشعّبية شبكيّة، لا يكتفي فيها بالعلاقات الثّنائيّة بين اللّفظ ومعناه المعجميّ فحسب، فكلمة كاتب تتعالق في الدّلالة الصّرفية باسم الفاعل، وتتعالق بحقل دلاليّ من المفردات السّياقية.[3]

ب. التّحليل الدّلالي ما بعد المستوى المعجميّ:

تعدّ «لغة الشّبكات الدّلاليّة الحاسوبيّة العالميّة UNL» من بين الجهود الرّياديّة للحوسبة الدّلاليّة، فيما يتجاوز المستوى المعجمي، وهي لغة حاسوبيّة مصمّمة خصّيصًا لتمثيل البيانات الدّلالية المستخلصة من نصوص اللّغات الحيّة، ويمكن توظيفها كلغة ارتكازيّة في نظم التّرجمة الآليّة بين أزواج اللّغات المختلفة. نشأت هذه اللّغة عام **1996م** في معهد الدّراسات المتقدّمة **بجامعة الأمم المتحدّة في طوكيو (اليابان)**، وتمّ النّشر عنها عام **1999م**، ويستمرّ تطويرها منذ ذلك الحين عبر شبكة عالميّة واسعة النّطاق من الباحثين والمطوّرين، وهي تمثّل مثالاً عميقًا

---

[1]- ينظر: اللّسانيات الحاسوبيّة، الإطار والمنهج، وجدان محمّد صالح كنالي، المعهد الإسلاميّ للبحوث والدّراسات، ص:16، 17.

[2]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص:189.

[3]- ينظر: اللّسانيات الحاسوبيّة، الإطار والمنهج، وجدان محمّد، صالح كنالي، ص:17.

ومفصّلاً في اتّجاه التّمثيل المعرفيّ اللّغوي البشريّ المشترك المستقلّ عن خصوصيّة كلّ لغة حيّة، حيث جرى تصميم طبقات ومكوّنات هذه اللّغة بالتّناظر مع العناصر الرّئيسيّة في اللّغة الحيّة من مفردات ونحو، ولكن بصورة حياديّة مع استبعاد عناصر الالتباس الكامنة في اللّغات الحيّة عن هذه التّصميمات.[1]

خلاصة:

حتّى يكون الحاسوب أكثر نجاعة في تمثيل الدّلالة، فإنّه من الأجدى تزويده ببنك من النّصوص العربيّة الفصيحة وفق معايير علميّة، بحيث يكون توصيف النّظام الدّلالي مبنيّا على استقصاء أحوال الكلم وسياقاتها المستعملة فعليًّا في المتون العربيّة التّراثيّة والمعاصرة، وأن لا يترك الحبل على الغارب واجتهاد المبرمج، أو مرجعيّة الأفراد.

[1]- ينظر: مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، ص:207.

المحاضرة العاشرة: علم المعاجم والحاسوب

تمهيد:

تعدّ اللّسانيات الحاسوبيّة ثمرة حديثة نشأت من الصّلة بين اللّغة والحاسوب، ليتناول مستويات اللّغة ويفيد من جوانبها المتعدّدة، ويعدّ علم المعاجم الحاسوبيّ أحدّ أهّم هذه المستويات الّتي تكشف هذه الصّلة وتعطي مسوّغًا علميًّا وموضوعيًا لجدلية هذه العلاقة، وذلك لما للحاسوب من قدرة فائقة على الصّناعة والإحصاء والفهرسة والبحث والحفظ.

فلقد أدّى اختراع الحاسب الآليّ إلى نقلة نوعيّة في الأبحاث والدّراسات العلميّة في مختلف المجالات والتخصّصات، ولم تكن الدّراسات اللّغويّة – ومنها المعجميّة – بمنأى عن الإفادة من قدراته الهائلة؛ إذا عُدّت الإفادة من الحاسب الآليّ في صناعة المعجم من أهّم مجالات علم اللّغة الحاسوبيّ، وأكثرها تلبيّة للمتطلّبات العلميّة والثّقافيّة في العالم المعاصر.[1]

فلقد كتب أحد المعجميين المشهورين عام **1970م**، يقول: «إنّنا مقدمون على عصر حينما يكون المعجم الذّي لا يتمّ التّعامل معه آليًّا معجمًا ناقصًا»، ويقول **Landou:** «من غير المتصوّر الآن أنّ معجمًا كبيرًا يمكن أن يصنع اليوم دون تخزين المادّة في الحاسوب»[2]، حيث أدّت الوسائل التّقنية إلى تطوّر المعارف وتغيير الوسائل في تلّقي المعلومات، وأدّى ظهور الحاسوب وتقنيات تداول المعلومات إلى ثورة رقميّة تجلّت على الخصوص في أمرين:[3]

1. تطوّر طرق معالجة المعلومات كمًّا وكيفًا؛ إذ أدّى الحاسوب إلى سرعة وسهولة الوصول إلى المعلومات المطلوبة، وإمكانيّة فرزها وفهرستها وتحليلها وفق معطيات محدّدة.

---

[1]- ينظر: البحث اللّغوي، محمود فهمي حجازي، دار غريب للطّباعة والنّشر، ص:71.

[2]- صناعة المعجم الحديث، أحمد عمر مختار، عالم الكتب، القاهرة، ط2، 2009م، ص:179.

[3]- ينظر: حوسبة المعجم العربيّ بين التّأسيس والتّجديد، علاء شلقامي، منتدى اللّسانيات الحاسوبيّة، 2010، takhatub.ahlamontada.com

2. تطوّر طرق التّخزين والحفظ باستعمال الأقراص المرنة والصّلبة والمدمجة ذات القدرة الفائقة على خزن آلاف الصّفحات وملايين الكلمات.

ومن أهّم الأجهزة الحديثة الّتي استخدمت مؤخّرًا في صناعة المعاجم: الحواسيب والماسحات البصريّة الّتي حلّت محلّ لوحة المفاتيح، وجعلت من الميسور تخزين صفحات كاملة من المادّة المكتوبة في لحظات بطريق المسح الضّوئي، وتحويل الصّورة الضّوئية إلى إشارات إلكترونيّة يمكن معالجتها بواسطة الحاسوب، وهو ما يُعرف كذلك باسم التعرّف على الرّموز بصريًّا.[1]

وظهر نتيجة لهذا التطوّر في التّقنيات الحديثة واستخدامها في المجال المعجميّ علمُ جديد عُرف بعلم المعاجم الرّقمية أو المعاجم الآليّة أو الإلكترونيّة، أو المعاجم المحوسبة، وهو موضوع هذه المحاضرة من خلال الإجابة عن التّساؤلات التّالية:

- **ما هو المعجم الإلكترونيّ ؟**
- **فيما تتجلّى خصوصيّة هذا النّوع من المعاجم ؟**
- **وما هي أنواعه ومقوّمات بنائه ؟**

1. <u>تعريف المعجم الإلكترونيّ</u>:

تعدّ المعاجم الإلكترونيّة من أبرز تجلّيات المعالجة الآليّة للّغات الطّبيعيّة، ومن أهّم الوسائط المعتمدة في حفظ الذّاكرة اللّغويّة لأمّة ما، وتحيينها وتطويرها لتواكب حركة الانفجار المعلوماتيّ الهائل، ونسق الدّفق المصطلحيّ المتسارع في مجتمع المعرفة، ويعرّفه أهل الاختصاص بأنّه: «قاعدة بيانات آليّة تقنيّة للوحدات اللّغويّة وما تعلّق بها من معلومات من قبيل كيفيات النّطق بها، وأصولها الصّرفية، ومحاملها الدّلاليّة، ومفاهيمها المخصوصة الّتي تحفظ بنظام معيّن في ذاكرة تخزين ذات سعة كبيرة، ويقوم جهاز آليٌّ بإدارة المعطيات الفنّية والمضمونيّة الّتي يتضمّنها المعجم وفق برنامج محدّد».[2]

---

[1]- ينظر: صناعة المعجم الحديث، أحمد عمر مختار، ص:179.

[2]- المعاجم العربيّة الإلكترونيّة وآفاق تطويرها، عزّ الدّين البوشيخي، بحوث المؤتمر الدّولي الرّابع في اللّغة والتّرجمة، مركز أطلس العالميّ للدّراسات والأبحاث، جامعة الشّارقة، 2004م، ص:25.

ولقد اتّجه خبراء الحواسيب في توصيف حوسبة المعجم اتّجاهين: أحدهما يعتمد المعالجة الصّوتية المنطوقة من خلال تخزين الوحدات الصّوتيّة ونظام تأليف الكلام، والآخر يعتمد معالجة الكلام المكتوب من النّاحية الصّوتيّة الصّرفيّة والنّحويّة والدّلاليّة، وإخراجه في حافظات برمجيّة جاهزة للتّسيير وفق الأغراض المعجميّة المنشودة من حيث: الإحصاء، والوصف، والتعدّد الدّلاليّ، والتوزّع اللّغويّ الصّوتيّ أو الصّرفيّ أو النّحوي أو البلاغيّ أو الاصطلاحيّ، والمجالات الإبلاغيّة الاتّصاليّة في هذا المنحى أو ذاك، بالتعاضد مع تقانات الوسائط المعتمدة.[1]

ولقد بلغت الدّول المتقدّمة شأوًا معتبرًا في مستوى توظيف التّقنيات الرّقميّة في خدمة أنظمتها اللّسانيّة ومعارفها القديمة والمستجدّة، وسبقتنا الدّول الغربيّة مثل بريطانيا وفرنسا، وكندا في إحداث قواعد بيانات رقميّة تجمع مئات المعاجم الإلكترونيّة الّتي تضمّ الرّصيد المصطلحيّ، والمنجز التّعبيري واللّسانيّ لتلك المجتمعات، وهي معاجم قابلة للتحميل والتّحيين والتّدوال على الشّبكة، شاملة لمختلف مجالات المعرفة، من قبيل معجم **أكسفورد**، و**كمبردج**، و**لاروس** وغيرها.[2]

أمّا المعجم العربيّ، فقد بدأ دخول عصر الحاسبات في **سبعينيات** القرن الماضيّ بدراسة إحصائيّة لجذور اللّغة العربيّة المدوّنة بمعجم الصّحاح، وهي دراسة أجريت بجامعة **الكويت**، قام بها **حلمي خليل** بناء على اقتراح قدّمه **إبراهيم أنيس**؛ إذ استخدم الحاسوب لإحصاء الجذور الثلاثيّة وغير الثلاثيّة لمعجم الصّحاح، وبدأ المعجم العربيّ يأخذ – منذ **الثّمانينيات**- سمتًا حاسوبيًّا من خلال تشييد قواعد البيانات المعجميّة والمعاجم الآليّة لكي تُستخدم في المعالجة الآليّة للّغة العربيّة، أو لاستخدامها من قبل المستخدم البشريّ، كما تزايد الاِهتمام بمعالجة المعجم العربيّ آليًّا سواء أكان هذا الاهتمام جامعيًّا أكاديميًّا، أم في شكل مؤسّسات تجاريّة.[3]

---

[1]- المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، مجموعة من المؤلّفين، إعداد وتقديم: منتصر أمين عبد الرّحيم وحافظ اِسماعيلي علوي، سلسلة المعرفة اللّسانيّة بإشراف عبد القادر الفاسي الفهري، مطبعة كنوز المعرفة، ط1، 2014م، ص:180.

[2]- ينظر: المعجم الإلكترونيّ العربيّ، أنور الجمعاوي، العربيّ الجديد، ديسمبر 2015، www.alaraby.co.uK

[3]- ينظر: المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، ص:95.

2. خصائص المعجم الإلكترونيّ وأنواعه:

تحقّق المعاجم المحوسبة للمستخدم جملة من الميزات منها:

- يمكن لهذا النّوع من المعاجم أن يخزّن الاحتمالات الممكنة لكتابة الكلمة، ومن خلال أيّ احتمال يصل الباحث إلى المطلوب، وهذا يفيد كثيرًا في التّحقق من هجاء الكلمة لمن لا يعرفها، ويبحث في غير موضعها الصّحيح.
- إمكانيّة الحصول على المعاجم في أقراص مضغوطة ذات إمكانيّة تخزين ضخمة، أو من خلال الخط المباشر، وقد صار عدد من الموسوعات والمعاجم متاحًا الآن من هذا الطّريق.[1]

ومن ميزات المعجم الإلكترونيّ: المرونة الّتي تتعلّق بمستخدم المعجم؛ إذ تتضّح أهميّة هذه الميزة من جهتين:

- **الأولى:** تتعلّق بآليات، أو طرق الوصول إلى المعلومات داخل المعجم، ففي الوقت الذّي تسمح فيه المعاجم الورقيّة بطريقة بحث أحاديّة وفقًا للتّرتيب المعتمد، يمتلك المستخدم طرقا بحثيّة متعدّدة للوصول إلى المعلومات في حالة استخدام المعجم الإلكترونيّ.
- **الثّانية:** ترتبط بقابلية المعجم لإجراء التّعديلات الّتي تتماشى مع التطوّر اللّغويّ؛ فالقواميس الورقيّة تتسّم بنوع من الجمود يجعلها تتوقّف عند لحظة النّشر، في حين تتيح المعاجم الإلكترونيّة إجراء التّعديلات الّتي تتماشى مع التطوّرات اللّغوية، على نحو يسمح بإضافة المفردات الجديدة، وتصحيح الأخطاء بشكل دائم ومتجدّد.[2]

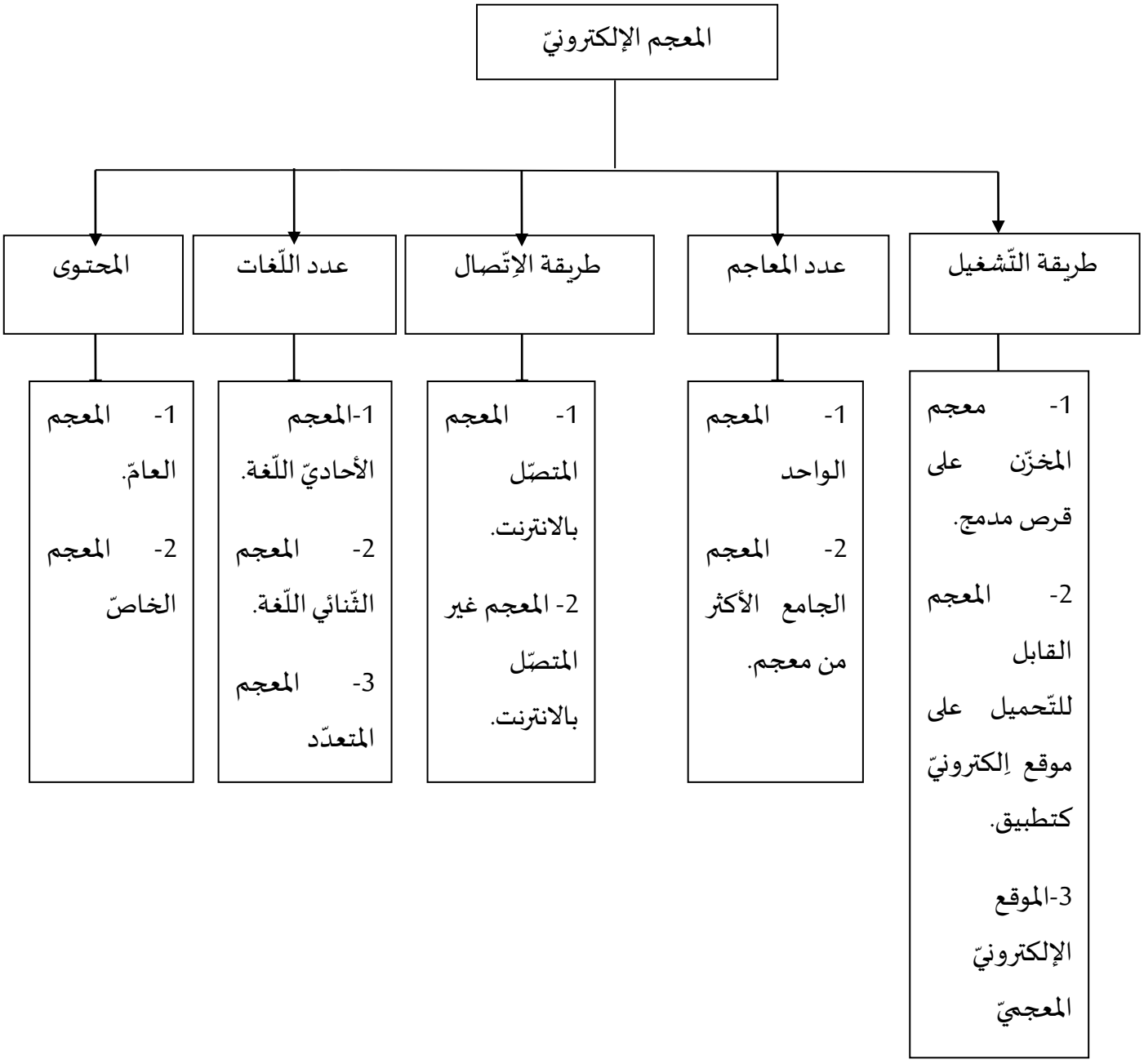
ويمكن تلخيص هذه الميزات في: القدرة على التّخزين وسهولة البحث، وإمكانيّة التّعديل والتّجديد.

---

[1]- ينظر: صناعة المعجم الحديث، أحمد عمر مختار، ص:183.

[2]- ينظر: المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، ص:94.

أمّا فيما يتصلّ بأنواع المعاجم الإلكترونيّة، فهي تُصنّف وفق اِعتبارات عديدة، يمكن تلخيصها في الشّكل التّالي:



وفي ختام هذه المحاضرة نشير إلى أنّ بناء المعجم الإلكترونيّ صار صناعة لها أسّسها وإجراءاتها اللّسانيّة والحاسوبيّة، بدءًا من جمع المعلومات وانتهاءً بإخراجه عبر نافذة إلكترونيّة متعدّدة الخدمات، تيسّر البحث في مداخله ومواده المختلفة؛ إذ يعتمد التّأليف المعجميّ الحاسوبيّ على آليتين مهمّتين: اللّسانية والإلكترونيّة، فيشمل الجانب اللّساني جمع المعلومات، واختيار المداخل، وترتيبها طبقًا لنظام معيّن، وتحرير المواد ثم نشر النِّتاج النّهائي، ويسبق هذه المراحل إعداد تصوّر مبدئي للمنهج وتحديد آليات التّنفيذ وفق جدول زمنيّ محدّد، أمّا الآليات الحاسوبيّة فتتمثّل في إعداد قاعدة عيّنات نصّية إلكترونيّة مختارة للاستخدام اللّغويّ، وتنظيم قاعدة معارف، إضافة إلى تنظيم قاعدة البيانات المعجميّة طبقا لقواعد معيّنة في وسائط تخزينيّة معّينة، مع توفير آليّة تحديث للمعجم تمكّن من حذف بعض المعلومات، أو إضافة أخرى جديدة.[1]

[1]- ينظر: المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، ص: 181-189.

المحاضرة الحادية عشر: اللّسانيّات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة

تمهيد:

أشرنا في محاضرة سابقة إلى أهمّ تطبيقات اللسانيات الحاسوبيّة ، والمتمثّلة في الإحصاء اللغويّ، والتدقيق الإملائي والنحويّ، والتحليل الصرفيّ، والترجمة الآليّة، وما إلى ذلك من الاستخدامات التي تقوم على معالجة اللغة الطبيعيّة معالجة آليّة؛ بهدف محاكاة العقل البشريّ في قيامه بالعمليّات اللغويّة من إنتاج للغة وفهم وتخزين وترجمة وتصحيح للأخطاء. ومن أبرز هذه التطبيقات وأكثرها عناية الترجمة الآليّة؛ التي تعتبر الغاية الكبرى التي تسعى إليها اللّسانيات الحاسوبيّة عموما، والعربيّة خصوصا؛ فلا شكّ أنّ أعقد البرامج هي برامج التّرجمة الآليّة؛ لأنّها تحتاج قاعدة ضخمة من المعطيات اللّغويّة المحوسبة، وإلى معاجم ضخمة عامّة ومتخصّصة، كما تحتاج إلى تحليل صرفيّ عميق للأبنية الصرفيّة في كلّ من اللّغتين، ثمّ نظام الجملة وتركيبها.

أوّلا: تقديم نبذة موجزة عن التّرجمة الإنسانيّة

تعدّ التّرجمة عملاً إنسانيًّا يعبّر عن التّجارب التّواصليّة للمجتمعات، فهي ليست عملاً مصطلحيًّا أو لسانيًّا فحسب، بل هي اتّصالٌ اجتماعيٌّ يقوم على فحص نظامين لسانيين اجتماعيين مختلفين وثقافتين متباعدتين أحياناً في الرّؤى والتّصوّرات.

وتشير المصادر إلى أنّ التّرجمة قد بدأت بشكلٍ منظّم عند العرب في عصر بَني أميّة بفضل الأمير خالد بن يزيد بن معاوية (ت85ه)؛ إذ تُرجمت في هذا العصر بعض كتب الكيمياء والطّب وغيرها، إلاّ أنّ الأمويّين كانوا مشغولين بالفتوح وتوطيد أركان الدّولة فلم يُتح للتّرجمة أن يتّسع أفقها، ومع ذلك فقد خطّت في أيّامهم أولى خطواتها، ومن أشهر المترجمين في هذا العصر، يعقوب الرّهاوي الذي ترجم كثيراً من كتب الإلهيات إلى العربيّة.

ثمّ نشطت التّرجمة أيّام الدّولة العباسية، حيث أنشأ المنصور ديوان التّرجمة ثمّ وسّعه الرّشيد، ثم جاء الخليفة العبّاسي المأمون الذي نظّم هذا النشاط العلميّ،[1] ويرجع الفضل إليه

---

[1] ينظر: دراسات في التّرجمة والمصطلح والتّعريب، شحادة الخوري، دار طلاس للدّراسات والتّرجمة والنّشر، ط1، 1989م – ص55.

في ازدهار التّرجمة؛ إذ أنشأ "بيت الحكمة" وجمع فيه أمّات الكتب الأعجميّة، ودعا القادرين على التّرجمة، وأنزلهم عليها، وأجرى عليهم الأرزاق حتّى ينصرفوا إلى ترجمتها.[1]

ومن عوامل ازدهار التّرجمة في العصر العبّاسي إدراك العرب أنّ الحضارة لا تقوم إلاّ على العلم، فمالوا إلى طلبه، وحدا بهم الجدل الدّينيّ والفكريّ الذي ثار آنئذٍ إلى ترجمة الفلسفة اليونانية عامّة ومنطق أرسطو خاصّة لدعم الرأي وإسناد الحجّة.[2]

ثم تتالت الأحداث على العرب وانتابتهم عوامل الضّعف، وتعاقبت عليهم الحروب، وتسلّط الأعاجم على مقاليد الحكم، وفي مقابل ذلك استفاق الغرب ممّا كان يتخبّط فيه من ركود، وأخذ ينهل من معين الثّقافة العربيّة معتمداً على التّرجمة، ممّا منحه القدرة على إدراك ثقافة العرب وعلومهم ونقلها إلى اللاتينية، فكانت اللّبنة الأساسية في نهضته الحديثة التي لازالت متّصلة حتى اليوم.[3]

ومن جديدٍ بزغت شمس النّهضة العربيّة في مطلع القرن الماضي، وأدرك العرب بعد غزوة نابليون بونابرت أنّ مَرَدّ القوّة المادّيّة في التّقدّم العلميّ، فشرعوا في تدارك ما فاتهم بإنشاء المعاهد وتطوير الصّناعات والاهتمام بشتّى المعارف، وإصدار الصّحف، وكان للتّرجمة دورٌ بارزٌ في هذه النهضة بنقل مختلف العلوم والمعارف، فالتّرجمة إذن هي حاجة هذا العصر، الذي اتّسعت فيه مجالات الاتّصال بين الشّعوب، وأصبحت أداة قيّمةً في تبادل الفكر، وإحدى الوسائل المهمّة في تجاوز التخلّف وتحقيق التّنمية، وإدراك الحداثة.

ولم تكن محاولات وضع نظريّة للتّرجمة لترى النّور إلّا بعد سطوع نجم اللّسانيات في منتصف القرن الحالي على أيدي أساطين اللّسانيات، أمثال **فيدوروف "fedorov"**، **وسميث، ومونان "mounin"**، **ونايدا "f.nida"**، فمن خلال الجهود التي قام بها أمثال هؤلاء وغيرهم، أصبح من الممكن التّحدّث عن علم التّرجمة "the science of translation"، الذي تدعّم بشكلٍ

---

(1) ينظر: أوضح الأساليب في التّرجمة والتّعريب، فيليب صايغ، جان عقل، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، لبنان، دط، 1997م، ص 4.

(2) ينظر: دراسات في التّرجمة والمصطلح التّعريب، شحادة الخوري، ص، 83.

(3) ينظر: المصدر نفسه، ص، 55.

أصبح فيه بالإمكان تحديد هدف لهذا العلم لا يتمثّل فقط بمجرّد عرض الحقائق، بل تعدّى ذلك ليصبو إلى وضع شروحٍ خاصّة بمجال اللّسانيات، أي إنّ الأمر تحوّل من دراسة التّرجمة كعمليّة وكنتيجة لذاتها، إلى الاستعانة بها في دراسة بعض الظواهر اللّسانيّة وتفسيرها؛ حيث يرى ويلس "**jager wilss**"، أنّ علم التّرجمة انبثق كفرعٍ من اللّسانيات التّزامنيّة - الوصفيّة بإطارها المرجعي، ويربط بين بروز علم التّرجمة كفرعٍ من فروع اللّسانيات وبين ظهور التّرجمة الآليّة في فترة ما بعد الحرب العالميّة الثانية، وهو الحدث الذي عجّل بشكلٍ كبيرٍ في محاولة وضع نظريّةٍ عامّةٍ للتّرجمة، حيث إنّ فشل التّجارب الأولى التّرجمة الآليّة كان ذا فائدةٍ عظيمةٍ للتّرجمة، إذ مكّن من معاينة الصّعوبات المنهجيّة الجمّة التي تكتنف أيّ محاولةٍ تتوخّى الدّقّة العلميّة لدراسة ظواهر تتعلّق بالكلام، تسعى لوصفٍ شاملٍ للعوامل التي تضبط الانتقال من لغةٍ إلى أخرى، وأن نستخلص من تلك العوامل مجموعةً من القواعد للتّرجمة الآليّة.[1]

وتقسّم التّرجمة إلى أنواع عديدة، بناءً على معايير مختلفة، نلخّصها كما يلي:

◆وفق معيارطريقة التّعبير:

1) **ترجمة تحريريّة (written translation)**: وتتمّ بنقل المكتوب إلى مكتوب، وأداتها القلم والورق، ويُفترض أن تكون هذه الطريقة أكثر دقّة وأفضل أداء؛ لأنّها تفسح المجال للتّأنّي والإجادة.[2]
2) **ترجمة شفويّة (oral interprétation)**: وُجدت هذه الطريقة لتلبية احتياجات التفاهم بين متكلّمين بلغات مختلفة، وهي تستدعي حضور البديهة وسرعة الفهم حتى يتمكّن المترجم من إعادة إنتاج الخطاب إنتاجاً سليماً تركيباً ودلالةً وإيفاء بالمعاني المقصودة.[3]

---

[1] ينظر: التّرجمة الأدبيّة، مشاكل وحلول، إنعام بيّوض، ص21-22.

[2] ينظر: دراسات في التّرجمة والمصطلح والتّعريب، شحادة الخوري، ص: 56.

[3] ينظر: المصطلح اللساني وتأسيس المفهوم، خليفة، الميساوي ، ص:87.

◆**وفق معيار أسلوب النّص:**

1) **ترجمة علميّة (scientific translation)**: هي ترجمة خاصّة بلغة العلم، وينبغي لها الدّقة والوضوح وصحّة المصطلح، ويشترط فيها كذلك الاختصاص في المادّة العلميّة، فالطّبّ لا يترجمه إلاّ الطبيب، والكيمياء لا يترجمها غير المختص بها، وما إلى ذلك.
2) **ترجمة أدبيّة (literary translation)**: وهي أصعب من التّرجمة العلميّة لأنّ النّص الأدبيّ ليس مجرّد فكرة فحسب، بل ينطوي على أحاسيس المؤلّف وتخيّلاته، أبدعه صاحبه قصد أن يكون جميلاً ومثيرًا، ولذا فإنّ المترجم مطالبٌ إلى جانب الأمانة في النقل، أن يبرز النّص الأصل ولا ينقص من جماله.[1]

◆**وفق معيار طريقة التّعبير:**

1) **ترجمة حرفيّة**: وهي أن ينظر إلى كلّ كلمة مفردة وما تدلّ عليه من المعنى، وينتقل إلى الأخرى، حتى يأتي على جملة ما يريد ترجمته.
2) **- ترجمة المعنى**: أن يتناول الجملة فيحصل معناها في ذهنه، فيعبّر عنها في اللّغة الأخرى، أي إعادة صياغة المعنى باستخدام اللّغة الهدف، بالتركيز على نقل المعنى، وهي أجود من الأولى.[2]

◆**وفق معيار المنفّذ لعمليّة التّرجمة:**

1) **ترجمة بشريّة (human translation)**: يقوم بها الإنسان.
2) **ترجمة آليّة (machine translation)**: هي تدخّل الذّكاء الاصطناعي عن طريق مساعدة الحاسوب، لأداء فعل التّرجمة عن طريق الأنماط اللّغويّة والمعرفيّة المخزّنة بفعل تراكيب ومصطلحات يسترجعها في مقابل اللّغة التي يترجم منها.[3]

---

[1] ينظر: دراسات في التّرجمة والمصطلح والتّعريب، شحادة الخوري، ص:57.
[2] ينظر: أوضع الأساليب في التّرجمة والتّعريب، فيليب صايغ، ص: 5.
[3] دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، دار هومة، الجزائر، ط3، دت، ص: 202.

ثانيا: التّرجمة الآليّة (مفهومها، وأطوارها التّاريخيّة وأنواعها):

ظلّت التّرجمة البشريّة عبر القرون المتعاقبة وسيلةً مهمّةً للاطّلاع على ما توصّلت إليه الشّعوب من تطوّرٍ ورقيٍّ، قصد اللّحاق بالرّكب الحضاريّ ومتابعة كلّ ما جدّ من علومٍ ومعارف، وازدادت الحاجة إلى التّرجمة في عصرنا بالنّظر إلى التّزايد المتسارع والهائل للمعلومات الرّقميّة عموماً، والنّصيّة منها خصوصاً ممّا جعل من الصّعوبة بمكان استغلال هذه المعلومات بالطّريقة التّقليديّة، فمن غير الممكن لمجموعةٍ بشريّةٍ أن تقوم بترجمةٍ كاملةٍ لكلّ ما يصدر يوميًّا من معلوماتٍ نصّيّةٍ على اختلاف أشكالها (معاملات تجاريّة- تقارير- إعلانات....) كما أنّ قطاعات حسّاسة كالأمن والاقتصاد تستدعي سرعة معالجة المعلومة لاتخاذ القرارات المناسبة في أوانها، هذه الأمور كلّها تلحّ على ضرورة اللّجوء إلى الآلة للقيام بالتّرجمة لما تمتاز به من سرعةٍ وقدرةٍ على التّخزين.

1) تعريف التّرجمة الآليّة:

تُعرّف التّرجمة الآليّة بأنّها كلّ عمليّةٍ تقوم بالتّرجمة من لغةٍ طبيعيّة إلى لغةٍ أخرى باستخدام الحاسوب الآليّ بشكلٍ كلّيٍّ أو جزئيٍّ للنّصوص[1]، وتُعرّف أيضاً بأنّها التّرجمة الحرفيّة تقريباً التي تقوم بها الآلة بناءً على الرّصيد المخزّن فيها من خصائص الصّرف وقواعد اللّغة[2]، ويمثّل مصطلح التّرجمة الآليّة Machine Translation حاليّا الاسم المتّفق عليه للتّعبير عن النُّظم الحاسوبيّة المسؤولة عن إنتاج ترجمات النّصوص من إحدى اللّغات الطّبيعيّة إلى لغةٍ أخرى، سواء كان ذلك بمساعدة الإنسان أو بدونه باستخدام التّقنيات المعلوماتيّة المتقدّمة وبرامج الذّكاء الاصطناعيّ.

ومن المصطلحات التي تُطلق على التّرجمة الآليّة:

- التّرجمة الميكانيكيّة.
- والتّرجمة الأوتوماتيكيّة Automatic Translation

---

[1] ينظر: المصطلح العلمي في اللغة العربيّة، رجاء وحيد دويدي، دار الفكر، دمشق، ط1، 2010م، ص 289.

[2] دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، ص14.

2) الأطوار التّاريخيّة للتّرجمة الآليّة:

مرّت التّرجمة الآليّة بثلاثة أطوارٍ، وهي:[1]

أطوار التّرجمة الآليّة		مميّزات كلّ مرحلةٍ
الطّور الأوّل	بدأت التّجربة عام 1940 إلى عام1956م	- تميّزت هذه المرحلة بوضع بعض اللّبنات الأساسيّة لفعل التّرجمة وخاصّة ما يتعلّق بالجانب الصّرفيّ والنّحويّ. - وُجّه الاهتمام للتّرجمة الآليّة بسب الحاجة التي تتطلّبها ترجمة الوثائق التي تحصل عليها المخابرات؛ إذ كان من المهمّ إبعاد المترجمين لتفادي تسرّب الأسرار، فركّزت الو. م.أ جهودها على التّرجمة الفوريّة من اللّغة الرّوسيّة. - عرفت هذه المرحلة مجموعةً من السّمات، التي كان الأساس فيها ظهور الحاسب الرّقميّ، وبدأ التّفكير في الاستفادة منه من حيث ما يخزّن فيه من مصطلحات، وهكذا بدأت النّواة في: ✓ الاعتماد على القاموس الإلكتروني ثنائيّ اللّغة. ✓ إعادة ترتيب الكلمات. ✓ اعتبار الكلمة هي الوحدة اللّغويّة الأساسيّة للتّرجمة. ✓ عدم دراسة تأثير السّياق على معاني الكلمات.

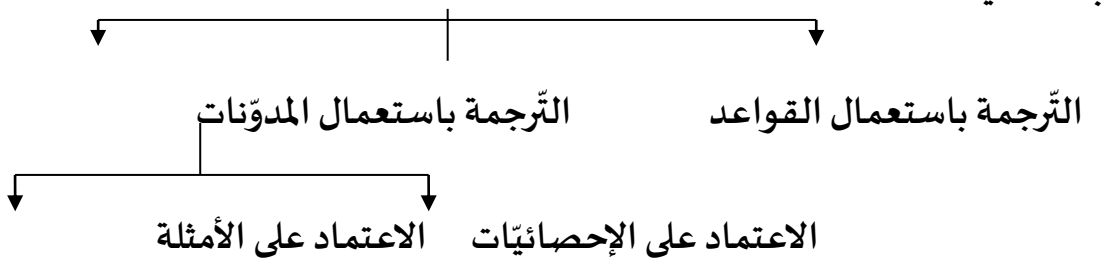
[1] ينظر: دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، ص203 إلى 206.

الطور الثاني	من عام 1956 إلى عام 1975	- حدث تطوّرٌ نسبيٌّ على مستوى اللّغات الغربيّة والصّينيّة واليابانيّة. - تمّ ابتكار برمجيّات متطوّرة تعمل سريعاً على فرز الوحدات وتنسيقها وتنظيمها وإعطاء المقابل لها في لمح البصر، وذلك بعد دراسة الصّعوبات التي واجهتها المرحلة الأولى. - قام الدّكتور petter toma بتطوير نظام التّرجمة الآليّة بإدخال نظام systran - اتجه البحث في هذه المرحلة إلى البنية الصّرفيّة، وأفاد الباحثون من نظريّة تشوسكي (النّحو التّوليديّ التّحويليّ) إضافة إلى ما أدخل على هذه النّظريّة من تعديلاتٍ متلاحقةٍ. - تغلّبت هذه المرحلة على إشكاليّة التّرجمة الآليّة في كيفيّة اختيار المصطلح الذي يتطلّبه السّياق.
الطور الثالث	ابتداءً من عام 1975 إلى يومنا هذا	- عرفت هذه المرحلة تطوّراً مذهلاً في الآلة باستحداث نظام النّوافذ (windows) وما أتبعه من برمجيّاتٍ في مختلف التّخصصات. - عرف هذا الطّور تقدّماً رهيباً في مجال تطويرٍ الذّكاء الاصطناعيّ الذي جعل الحاسب أكثر ذكاءً ونفعاً بغية فهم الذّكاء الإنسانيّ، وهذا الذّكاء كانت له قاعدة من المعطيات الجديدة يفتقر إليها المعجم التّقليدي، وهي: ✓إضافة المصطلحات الجديدة وما يتعلّق بها من معلومات. ✓إنتاج المعاجم المتخصّصة الحديثة بصورةٍ دوريّةٍ. ✓توفير الوقت والجهد على المترجم والباحث واللّغويّ من خلال إيجاد قاعدة معلومات شاملة يمكن الوصول إليها والاستفادة منها ضمن جزءٍ صغيرٍ من الوقت.

3) أنماط التّرجمة الآليّة:

يمكن تقسيم طرق التّرجمة الآليّة حسب الوسائل المستعملة إلى قسمين:[1]

أنماط الترجمة	
التّرجمة باستعمال القواعد	**التّرجمة باستعمال المدونات**
تعتمد هذه الطريقة على القواعد اللّغويّة في تحليل الخطاب وتوليده، ومن ثمّ قواعد أخرى في تحويل الجمل من اللّغة المنطلق إلى اللّغة الهدف، وهي تتطلّب استعمال القواميس وتغطية قواعد النّحو للّغات المعالجة.	تعتمد هذه الطريقة على استنتاج روابط بين نصوصٍ وترجماتها، إذ يتمّ تخزين عددٍ هائلٍ من النّصوص مع ترجماتها، ومحاولة استنتاج قواعد في التّرجمة، وهي تنقسم إلى: * **ترجمة إحصائيّة**: تعتمد على تصميم نماذج رياضيّة إحصائيّة تقارن بين الجمل المخزّنة في اللّغة المنطلق والجمل المكافئة لها في اللّغة الهدف. * **ترجمة باستعمال الأمثلة**: وتقوم على تقسيم الجملة المراد ترجمتها إلى أجزاء، والبحث عن الأجزاء المشابهة في قاعدة الأمثلة المخزّنة.



[1] ينظر: الترجمة الآليّة، صدّيق بسّو، مجلّة اللغة العربيّة، المجلس الأعلى للغة العربيّة، العدد 28، 2012م، ص 262-263.

ثالثا: مراحل التّرجمة الآليّة

تمرّ التّرجمة الآلية بمراحل ثلاث قبل أن تنتهي إلى نتائج البحث، تتلخّص فيما يلي:

1- **مرحلة التّحليل:** وذلك بأن يتعرّف الحاسوب أوّلا على مفردات لغة المصدر ويحلّلها تحليلا صرفيّا بتحديد جذر كلّ كلمة ومصدرها، وتنقسم هذه العمليّة إلى ثلاث مراحل:

- **التّحليل الصرفيّ:** تفكيك الكلمة إلى أصولها(جذور-سوابق-لواحق..الخ) دون اعتبار لموقعها في النص. ومن ثمّ البحث في القواميس المخزّنة لاختيار المعنى المناسب.
- **التحليل التّركيبيّ:** ربط كلمات النص بقيم نحويّة مبهمة.
- **التّحليل الدّلاليّ:** مقارنة النص مع العلاقات الدلاليّة المخزّنة في القواميس.

2- **مرحلة التّحويل:** اختيار الكلمات الهدف المكافئة للكلمات المصدر، وتحويل الجمل وفق برمجيّات متطوّرة مخصّصة لذلك.

3- **مرحلة التوليد:** وهي تختلف باختلاف طرق بناء الترجمة الآليّة؛ فلكلّ نظام مرحلة توليد خاصّة به. فمثلا في الترجمة المباشرة فإنّ التّوليد يعتمد مباشرة على البنية الصرفيّة والنحويّة السطحيّة والمباشرة للنصّ المصدر، أمّا في الترجمة الآليّة التّحويليّة فيتمّ بناء اللغة الوسيطة للنص الهدف انطلاقا من اللغة الوسيطة للنص المصدر، وتكون عادة التّمثيلات الوسيطيّة شجريّة لتمثّل الوصف اللساني والصرفي والنحوي والدلالي لكلّ جملة من النص المصدر.[1]

رابعا: إشكالات التّرجمة الآليّة للّغة العربيّة

ظلّت الترجمة البشريّة عبر القرون المتعاقبة وسيلةً مهمّةً للاطّلاع على ما توصّلت إليه الشّعوب من تطوّرٍ ورقيٍّ، قصد اللّحاق بالرّكب الحضاريّ ومتابعة كلّ ما جدّ من علوم ومعارف، وازدادت الحاجة إلى التّرجمة في عصرنا بالنّظر إلى التّزايد المتسارع والهائل للمعلومات الرّقميّة

---

[1] ينظر: الترجمة الآليّة الحد الوظيفي والمشكلات، علاوي الخامسة، المحتوى الرقمي باللغة العربية والبرمجيات، عدد خاص، مختبر الدراسات اللغوية في الجزائر، 2014م، ص 108.

عموماً، والنصّيّة منها خصوصاً ممّا جعل من الصّعوبة بمكان استغلال هذه المعلومات بالطّريقة التّقليديّة، فمن غير الممكن لمجموعةٍ بشريّةٍ أن تقوم بترجمةٍ كاملةٍ لكلّ ما يصدر يوميّاً من معلومات نصيّة على اختلاف أشكالها (معاملات تجاريّة- تقارير- إعلانات....) كما أنّ قطاعات حسّاسة كالأمن والاقتصاد تستدعي سرعة معالجة المعلومة لاتخاذ القرارات المناسبة في أوانها، هذه الأمور كلّها تلحّ على ضرورة اللّجوء إلى الآلة للقيام بالتّرجمة، لما تمتاز به من سرعةٍ وقدرةٍ على التّخزين.

ورغم ما تقدّمه التّرجمة الآليّة من مزايا، إلّا أنّها تواجه بعض الصّعوبات التي تقف حائلاً دون تحقيق هذا النّوع من التّرجمة بشكلٍ يضمن الجودة والدّقة، لاسيما ما يتّصل بالتّرجمة الآليّة من وإلى اللّغة العربيّة، ومردّ ذلك إلى طبيعة اللّغة المُترجم منها واللّغة المُترجم إليها، فعمليّة التّرجمة –في حدّ ذاتها- تقوم على أساس التّفاعل بين لغتين، لكلّ منها قواعد خاصّة. ويمكن حصر هذه الصّعوبات في النّقاط التّالية:

– **الجانب المعجميّ**: مثل تعدّد المعنى"polysemy"، والمشترك اللّفظي "honanymy"، فالصّعوبة تكمن في عدم التّقابل الكامل بين مفردات اللّغة المختلفة.

-**الجانب النّحويّ:** كأن تنتمي الكلمة إلى فئاتٍ نحويّةٍ مختلفةٍ، مثال:

أَهْلَكَ ← فعلٌ ماض بمعنى فنى.

↓ اسمٌ متّصلٌ بضمير المخاطب، من الأهل.

كما يطرح التّباين في طبيعة تركيب الجملة بين لغةٍ وأخرى مشكلاً في التّرجمة الآليّة؛ فطبيعة التّركيب تختلف من لغة لأخرى، وهذا الأمر يطرح صعوبات عديدة، ، فعلى سبيل المثال يمكن فهم عناصر الجملة الإنجليزية من خلال النّظام الدّاخليّ المنظّم للجملة، ومن خلال ترتيب الوحدات اللّغويّة؛ أي أنّها تعتمد على ترتيب الكلمات والوحدات اللّغويّة ترتيباً أفقيّاً، وهذا يختلف عن النّظام السّطحيّ للجملة العربيّة الذي يخضع لاعتباراتٍ تنظيميّةٍ عدّة تتعلّق بأواخر الكلمات، فعند قولنا باللّغة الإنجليزيّة: اشترى الولد هديّةً لأمّه " the boy bouyht his mother

agift" فإنّنا من الممكن فهم هذه الجملة من خلال ترتيب الوحدات اللّغويّة ترتيباً منسّقاً أعطى للجملة معنى هو نتيجة لذلك النّظام الداخلي اللّغوي، أمّا في العربيّة فإنه يمكن أن نقول: اشترى الولدُ هديّةً لأمّه.

- اشترى هديّةً لأمّه.
- اشترى لأمّه هديّة.
- هديّةً اشترى لأمّه.
- لأمّه اشترى هديّةً.

وبهذا يمكن أن ندرك أنّ نظام المعنى في الجملة العربيّة يخضع لنهاية الكلمات، تلك النّهايات المتعلّقة بظاهرة الإعراب، المفقودة في كلّ اللغات البشريّة ما عادا العربيّة.[1]

ولا يخفى ما تطرحه بعض السّمات الأسلوبيّة الخاصّة بكلّ لغةٍ من صعوبةٍ في التّرجمة، كتفضيل الإنجليزيّة للمبني للمجهول في الكتابات التّقريريّة والتي تترجم إلى العربيّة بالضّرورة بالأسلوب نفسه، وهناك من الكتّاب من يميل إلى استعمال الجمل الطّويلة أو الجمل التّوابع أو المعطوفة، ومنهم من يفضّل الجمل القصيرة، فهذه أمور من المفروض أن تؤخذ بعين الاعتبار؛ لأنّها من صميم البلاغة الشّخصيّة لكلّ مؤلّفٍ وليست مجرّد تنويعات مزاجيّة.[2]

-الجانب الدّلاليّ: فالمعنى يتحدّد من خلال السّياق.

مثال: صلّيتُ المغرب في المغرب.

- المغرب الأولى بمعنى وقت المغيب.
- المغرب الثّانية بمعنى بلد المغرب الشّقيق.

- **جانب الضّبط (الشّكل)**: وهو من سمات اللّغة العربيّة، فكلّ زيادة في المبنى تؤدّي إلى زيادة في المعنى، لاسيّما وجود الشّدّة التي لا يأخذها الحاسوب بعين الاعتبار أثناء التّرجمة، مثال:

---

[1] ينظر: قضايا أساسية في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، طلاس للدّراسات والتّرجمة والنّشر، ط1، 1988م، ص34-35.

[2] ينظر: التّرجمة الأدبيّة، مشاكل وحلول، إنعام بيّوض، ص55.

كلمة البيّض بمعنى المدينة، قد يترجمها الحاسوب eggs (بمعنى بَيْض)، أضف إلى ذلك الحركات التي هي ذات أهميّة كبرى في اللّغة العربيّة، وباختلافها يختلف المعنى، ومن أمثلة ذلك، (بَر) بمعنى اليابسة عكس البحر، و(بِر) بمعنى الإحسان إلى الوالدين.

- **صعوبة ترجمة النّصوص الأدبيّة**: يرى **cary** أنّ الآلة لا يمكنها أبدا ترجمة الشّعر والأدب الراقي، وهو ما يظهر من قوله: **"وللقيام بنوعٍ مؤكّدٍ من التّرجمة، فإنّ الآلة لا تنجز بدقّةٍ إلاّ ما يلي: إنّها تطلب التّحديد المطلق في المعطى الأوّل والمطابقة الكاملة مع خطّة العمل المطروحة، الخارجة عن كلّ سؤال خاص بالمفردات الخاصة لتقنية ما بل تقنية أخرى، وهي من الأمور الممنوعة تلقائيًّا على الآلة، ولا يمكنها أن تغامر في أيّ نوعٍ من التّرجمة الفنّيّة".**[1]
- **المختصرات**: تمثّل المختصرات الأحرف الأولى من اسم مركّب أو تعبير ما، والذي يورد كنوعٍ من الاختزال، وتتراوح هذه المختصرات بين الأسماء المألوفة للدّول والمنظّمات، وبين المختصرات المختصّة، مثل:"USA" (الولايات المتّحدة الأمريكيّة)، و"UK" (المملكة المتّحدة)، و"UN" (الأمم المتّحدة)، ومن المختصرات المختصّة:"DNA" أي: deoxyribomucleic acid وهو حامض الخليّة الحامل للصّفات الوراثيّة.

ومن هنا كان لابدّ على المترجم أن يدرك معنى هذه المختصرات باللّغة التي وُضعت بها، ثمّ عليه أن يعرف ما اتّفق عليه المجتمع الدّولي للمترجمين، والمتمثّل في خبراء التّرجمة بالأمم المتّحدة ومنظّماتها.[2]

خامسا: أشهر تطبيقات التّرجمة الآليّة للّغة العربيّة:

1. **برنامج ترجم « Tarjim »**: من شركة صخر للبرمجيّات المستخدم في موقع عجيب www.ageeb.com.

---

[1] ينظر: اللّسانيات والتّرجمة، جورج مونان، ترجمة حسين بن زروق، ص: 106.

[2] ينظر:مبادئ التّرجمة وأساسياتها، إيناس أبو يوسف، هبة مسعد، دط، 1425هـ/2005م،ص: 18.

2. **برنامج مترجم مايكروسوفت**: ويعدّ واحدا من أهمّ برامج التّرجمة الآليّة في العالم، وتمّ تطوير نظام الترجمة الآليّة من الإنجليزيّة إلى العربيّة واللغات الأخرى ما بين عامي 1999م و2000م، ويتمتّع البرنامج بسهولة الاستخدام. [1]

3. **برنامج الوافي الذّهبي**: « al-wafi »: من إنتاج شركة ATA المتخصّصة في إنتاج برامج التّعريب الإلكترونيّة. ويعتمد هذا البرنامج على قاموس حديث يشتمل على أكثر من مليون كلمة إنجليزية وعربية، بالإضافة إلى ثمانية قواميس تخصصيّة في الطب والبيطرة والفيزياء والرياضيات والكيمياء والهندسة والجيولوجيا، وتعتمد قوّة هذا البرنامج على تقديم ترجمة ملفات متعددة في الخلفيّة، ويسمح للمستخدم أن ينتقي المترادفات اللغوية للكلمات العربيّة المترجمة من الإنجليزيّة. [2]

وتمّ تخصيصه للاستخدام المتقدّم والمترجمين المتخصّصين، ويحتوي هذا البرنامج على قواميس متخصّصة وموسوعة، وواجهة المستعمل باللّغة العربيّة أو الانجليزيّة.

ومن مميّزات البرنامج:.

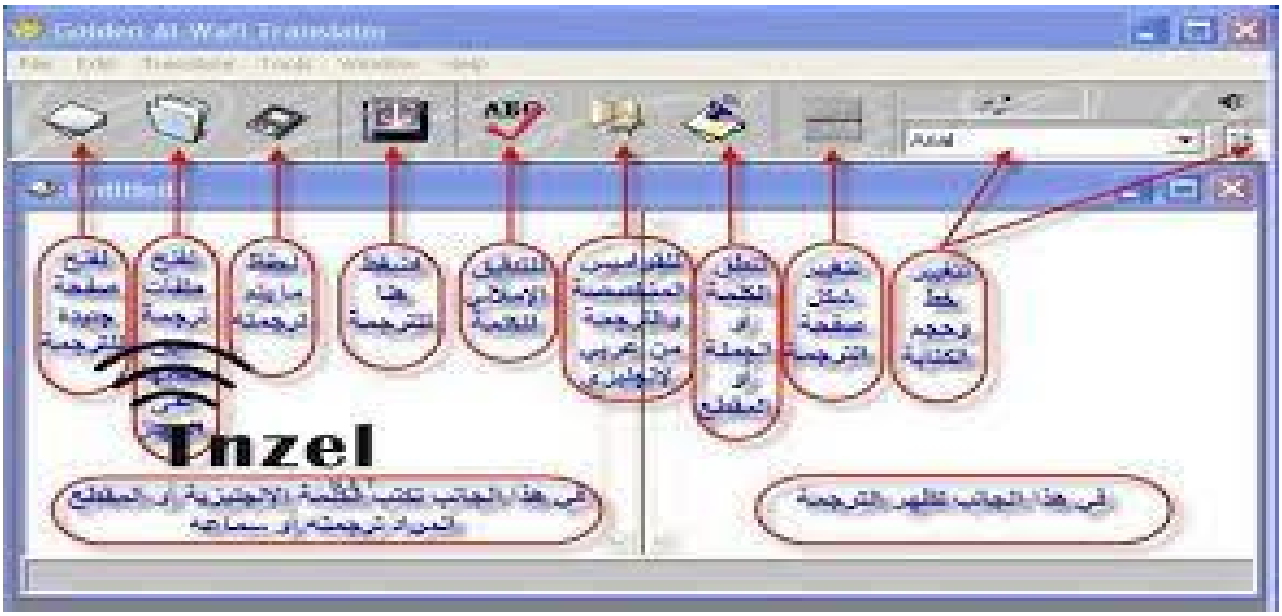
- ترجمة نصوص طويلة بسرعة.
- برنامج سهل الاستخدام.

---

[1] ينظر: قائمة أفضل برامج الترجمة من وإلى اللغة العربية، مدوّنة ماي بيوت، www.bayut..com، اطلع عليه بتاريخ: 11 أوت 2021م.

[2] ينظر: "أيه تي أيه" تطوّر برامج التعريب وتضيف حزمة برامج الوافي للترجمة الإلكترونيّة، ميرزا الخويلدي، الشّرق الأوسط، جريدة العرب الدّوليّة، العدد 8605 يونيو 2002م.

- برنامج صغير الحجم
- تستطيع الحصول على ترجمة نصية صوتيّة.
- يستخدم تقنية مايكروسفت لنطق الكلمات.[1]



4. **موقع المسبار** « www.almisbar.com »: المدعوم من قبل شركة « ATA » للبرمجيّات. ويستند قاموس هذا البرنامج أساسا إلى القواميس الإنجليزية المعروفة وفي مقدّمتها قاموس أكسفورد الشّهير، وفي مجال اللغة العربيّة يستفيد قاموس المسبار من أمّهات المصادر العربيّة القديمة والحديثة في اللغة والمعاجم، بما في ذلك الاستخدامات الحديثة

[1] ينظر: الوافي الذهبي للترجمة، www.alsindibad.com، اطلع عليه بتاريخ: 2021/08/12م.

للغة العربيّة في مجالات الصحافة والإعلام، مع الابتعاد عن اللهجات المحلية المحدودة الاستعمال.[1]

5. **ترجمة سيستران (systran).**
6. **برنامج قوقل Google transtation**: هذا البرنامج مقدّم من طرف شركة قوقل، وهم من أشهر البرامج وأكثرها انتشارا حول العالم، يمتاز بقدرته الهائلة على ترجمة مختلف النّصوص بلغات كثيرة، وهو يعتمد على خاصيّة الترجمة الآليّة الإحصائيّة؛ بحيث يتمّ إظهار أفضل ترجمة للنص بعد عمليّة بحث دقيقة في عدد لا حصر له من المستندات.[2]

مميّزات خدمة التّرجمة الآليّة من قوقل:

وفّرت خدمة التّرجمة الآليّة من قوقل (Translation Google) الكثير من العناء وساعدت في ترجمة الكلمات والفقرات الكاملة، بل الملفّات وصفحات الانترنيت أيضاً، ولكنّ أكثر ما يفيدنا نحن العرب هو التّرجمة من اللّغة الانجليزيّة إلى العربيّة والعكس .ومن مميّزات خدمة التّرجمة الآليّة من قوقل ما يلي:

- أنّها مجانية.
- عند ترجمة أيّ كلمةٍ مفردةٍ ، تجد الكثير من المعاني المرادفة والمشابهة في الأسفل .
- خدمة النّطق الصّوتيّ للكلمة ؛ حيث يمكنك الاستماع لنطق الكلمة لتتعرّف على نطقها الصّحيح.
- التّرجمة بين لغاتٍ كثيرةٍ مختلفةٍ، حيث يمكنك التّرجمة بين العربيّة والصينية أو الإسبانية أو الفرنسيّة أو أي لغة أخرى، وإن كانت تقدّم أفضل ترجمة من الانجليزية إلى العربية.
- تغيير ترجمة كلمة داخل الجملة ، هذه الخاصية تستعمل في حال ترجمة جمل وفقرات كاملة، فمشكلة الترجمة الآلية أنها ليست كالإنسان الذي يقوم باختيار المعنى الأنسب في سياق الجملة ، لكن خدمة قوقل للترجمة سمحت للمستخدمين

---

[1] ينظر: موقع المسبار والترجمة الآليّة على شبكة الإنترنت، الشّرق الأوسط، جريدة العرب الدّوليّة، العدد 8675 أغسطس 2002م.

[2] ينظر: المرجع نفسه.

تغيير معنى كلمة محدّدة واختيار المعنى الأنسب ، يمكنك فعل هذا بالنقر على أيّ كلمةٍ داخل الجملة المترجمة ثم اختيار المعنى الأنسب لسياق الجملة.

- تغيير ترتيب الكلمات في الجملة المترجمة، وهذه أيضا لحلّ مشاكل وأخطاء التّرجمة الآليّة، حيث يمكن للمستخدم الضغط على زر (Shift) من لوحة المفاتيح ثم النقر على الكلمة وتحريكها يمينا أو يسارا.
- مشاهدة أمثلةٍ واقعيّةٍ لاستخدامات الكلمة ، فعندما تترجم كلمةً انجليزية إلى العربيّة، يكون هنالك خيار لمشاهدة أمثلة واقعية لاستخدام هذه الكلمة في مواقع انترنت موثوقة ، لاستيعاب معنى الكلمة بشكلٍ أفضل.

ومن الإنجازات على هذا الصّعيد انتشار برامج التّرجمة الآليّة في العربيّة، كما ظهرت كثير من الأجهزة الإلكترونيّة المحمولة، التي بإمكانها التّرجمة من العربيّة إلى الإنجليزيّة أو العكس، وذلك بنطق الكلمة أو كتابتها، كما لوحظ انتشار برامج التّرجمة الفوريّة المجانيّة أو المدفوعة على صفحات الإنترنت، ومن أشهرها: مترجم صخر، والوافي للّغة العربيّة، والمترجم العربيّ، وغيرها.

المحاضرة الثّانية عشر: الذّكاء الاصطناعي –المفاهيم والخصائص والمجالات

لقد شهد العالم في السّنوات الأخيرة من القرن الماضي تطوّرات كثيرة في تكنولوجيا المعلومات أدّى إلى إفراز تقنية جديدة تمثّلت في ما اصطلح عليه بالذّكاء الاصطناعي، والذّي أصبح اليوم مفهوما متداولا، شمل جميع المجالات العلميّة والتّقنيّة والعلوم الإنسانية، والأجهزة الذّكيّة كالهواتف والتّلفاز وغيرها. وقد اعتبر الذّكاء الاصطناعي فرعا من فروع علم الحواسيب وحقلا لدراسة العقل البشري ومحاكاته للقيام بأعمال تتطلّب قدرا من الذّكاء، وهو من أكثر الموضوعات إثارة للجدل في العصر الحديث، فقد زاد الاهتمام به في شتّى الميادين نظرا لما أثبته من فاعليّة في إنجاز الكثير من المهام ومعالجة العديد من القضايا والمسائل الّتي تحتاج إلى قدرة عالية من الاستنتاج والاستنباط والإدراك وغيرها من مثل هذه الأمور.

ماهية الذّكاء الاصطناعي:

تعريف الذّكاء: "هو الطّاقة الذّهنيّة الّتي نطبّقها على سابق معرفتنا وشواهدنا لتوليد الأفكار واكتشاف العلاقات وبرهنة النّظريات واستخلاص البُنى الحاكمة الّتي تنطوي عليها الظّواهر الّتي تبدو على السّطح متباينة ومتناثرة"[1]. والذّكاء هو "القدرة على اكتساب المعرفة ذاتيّا وتخزينها وربطها بسوابقها، والتّكيّف التّلقائي مع الظّروف المتغيّرة الّتي يعيش فيها الكائن الذّكي إنسانا كان أو حيوانا أو نظاما آليّا.

وهو أيضا: استغلال المعرفة المتاحة للإجابة عن الأسئلة بصورة سليمة ومتّسقة وحلّ المشاكل الصّعبة منها والسّهلة"[2]. والذّكاء حسب قاموس Webster: "هو القدر ة على فهم الظّروف أو الحالات الجديدة والمتغيّرة. أي هو القدرة على إدراك وفهم وتعلّم الحالات أو الظّروف الجديدة، بمعنى آخر أنّ مفاتيح الذّكاء هي الإدراك، والفهم، والتّعلّم"[3].

---

[1] العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، عالم المعرفة، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، دط، أبريل 1994م، 45.

[2] ينظر: نفسه، ص 54، 55.

[3] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين- ألمانيا، ط1، 2019م

وكما أسلفنا هو مفهوم يصعب صياغة تعريف محدّد له، ولكنّه مرتبط بمهام تشمل العمليّات الذّهنيّة Mental Processes، فيما يلي أمثلة لأشكال العمليّات الذّهنيّة المختلفة الّتي يؤدّيها الإنسان عادة، وإذا قامت بها الآلة أو الحيوان اعتبرناه سلوكا ذكيّا:

Creativity	الإبداع	Solving problems	حلّ المسائل
pattern recognition	اكتشاف الأنماط	Classification	التّصنيف
Learning	التّعلّم	Induction	الاستقراء
Deduction	الاستنتاج	building analogies	بناء القياسات (القياس)
Optimization	التّحسين، الأمثلة	language processing	معالجة اللّغة الطّبيعيّة

knowledge and many more المعرفة وأمثلة كثيرة أخرى

[1]

تعريف الذّكاء البشري (HUMAN INTELLIGENCE): "هو المقدرة والمهارة على وضع وإيجاد الحلول للمشكلات (PROBLEM SOLVING) باستخدام الرّموز (SYMBOLS) وطرق البحث المختلفة للمشكلات (KNOWLEDGE) والقدرة على استخدام الخبرة المكتسبة(EXPERTIES) في اشتقاق معلومات ومعارف جديدة تؤدّي إلى وضع الحلول لمشاكل ما في مجال معيّن، ويتفاوت مستوى الذّكاء من شخص إلى آخر ، كما يعتبر الذّكاء البشري هو المسؤول عن التّطوّر والإبداع في نموّ الحضارات المختلفة".[2]

تعريف لفظ الاصطناعي: "أمّا كلمة الصّناعي أو الاصطناعي ترتبط بالفعل يصنع أو يصطنع، وبالتّالي تُطلَق الكلمة على كلّ الأشياء الّتي تنشأ نتيجة النّشاط أو الفعل الّذي يتمّ من خلال اصطناع وتشكيل الأشياء تمييزا عن الأشياء الموجودة بالفعل والمولَّدة بصورة طبيعيّة من دون تدخّل الإنسان".[3]

---

[1] مقال بعنوان: الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، 13-09-2021، 19:00سا، 02- 99، ص 4. www.myreaders.info/html/artificial_ intelligence.html

[2] الذكاء الاصطناعي، أحمد كاظم، كلية تكنولوجيا المعلومات، قسم هندسة البرمجيات، المرحلة الثالثة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 2012م، 02- 13، ص 2.

[3] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 11.

تعريف الذّكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence): وله عدّة تعريفات نذكر منها:

- "هو أحد حقول العلم والتّكنولوجيا الّتي تطوّرت خلال الثّلاثين عاما الأخيرة. وقد اعتمدت في تطوّرها على العديد من مجالات المعرفة، من أهمّها الهندسة الإلكترونية، والحسابات الآلية، وعلم السّيبرنتكس (Cybernetics)، وعلم النّفس، وخاصّة ما يتعلّق بالإدراك والتّشغيل الذّهني للمعلومات، هذا بالإضافة إلى المعارف المتخصّصة المرتبطة بمجالات التّطبيق".[1]
- "هو برمجة الحاسوب للقيام بمهام لا يؤدّيها حاليّا بشكل جيّد سوى الإنسان لأنّها تتطلّب ذكاءه ومهاراته، أي يمكن اعتبار الذّكاء الاصطناعي محاكاة ذكاء الإنسان إلى حدّ ما بالحاسوب. وبشكل عام استخدمت تقنيات الذّكاء الاصطناعي لتزويد المنظومات الحاسوبية ببعض مهارات اتّخاذ القرار وحلّ المشاكل والاستنباط، وهذه ترتبط أو ترافق التّصرّف الذّكي للإنسان".[2]
- "إنّه فرع من فروع علم الحاسوب الّذي يختصّ بميكنة السّلوك الذّكي عند الإنسان وفيه تحتاج إلى نظام بيانات وخوارزميّات ولغة برمجة".[3]
- "هو ذلك الفرع من علوم الحاسوب(Computer Science) الّذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برامج الحاسبات الّتي تحاكي أسلوب الذّكاء الإنساني لكي يتمكّن الحاسب من أداء بعض المهام بدلا من الإنسان والّتي تتطلّب التّفكير، والتّفهّم، والسّمع، والتّكلّم، والحركة".[4]

---

[1] أساليب الذكاء الاصطناعي في المحاسبة: استخدام نظم الخبير في قرارات الاختيارات المحاسبية، أحمد هاني بحيري حماد، كلية التجارة، جامعة الزقازيق، 245- 280، ص 243.

[2] التّعلّم الذّكي بمساعدة الحاسبة، رعد فاضل عنوان، المركز القومي للحاسبات الإلكترونية، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 25، ع 1، 30-06-1995م، 27- 36، ص 27.

[3] استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوي، صباح أنور يعقوب اليونس، كلية الحدباء الجامعة، مركز الدراسات المستقبلية، بحوث مستقبلية، مج39، 2012م، 34- 64، ص 40.

[4] الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، محمد علي الشرقاوي، مركز الذكاء الاصطناعي للحاسبات، ضمن سلسلة علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل، مطابع المكتب المصري الحديث، الكتاب الأول، دت، ص 23.

- "هو جزء من علوم الحاسب الآلي، الّذي يهدف لمحاكاة قدرة معرفيّة لاستبدال الإنسان في أداء وظائف مناسبة، في سياق معيّن، تتطلّب ذكاء".[1]
- "إكساب الآلة القدرة على التّعلّم الذّاتي حتّى تستطيع اكتساب المعرفة مباشرة من مصادرها دون وسطاء، وذلك لكي تصبح قادرة على توليد معارف جديدة والتّكيّف التّلقائي مع المتغيّرات الطّارئة".[2]
- "هو فنّ اختراع الآلات الّتي تستطيع تحقيق عمليّات تتطلّب الذّكاء الإنساني".[3]

وبصفة عامّة يمكن تعريف الذّكاء الاصطناعي بأنّه: "مجموعة الجهود المبذولة لتطوير نظم المعلومات المحوسبة بطريقة تستطيع أن تتصرّف فيها وتفكّر بأسلوب مماثل للبشر، هذه النُّظم تستطيع أن تتعلّم اللّغات الطّبيعيّة، وإنجاز مهام فعليّة بتنسيق متكامل، أو استخدام صور وأشكال إدراكيّة لترشيد السّلوك المادّي، كما تستطيع في نفس الوقت خزن الخبرات والمعارف الإنسانيّة المتراكمة واستخدامها في عمليّة اتّخاذ القرارات".[4]

ومن خلال المفاهيم المذكورة سابقا: يُعدّ الذّكاء الاصطناعي مجالا متشعّبا يجمع في الوقت نفسه بين الفنّ والعلم، ولم يعد الاهتمام به حكرا على الحاسوبيّين فقط بل شمل ميادين عدّة كعلم اللّسانيّات، وعلم الهندسة، "وعلم النّفس، والرّياضيات، وجرّاحي الدّماغ لغرض دراسة طريقة التّفكير البشري وتمثيله بالحاسبة".[5]

مصطلحاته: الذّكاء اللّابيولوجي، أو الذّكاء الآلي، أو الذّكاء الصّناعي.[6]

---

[1] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 12.

[2] العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، ص 45.

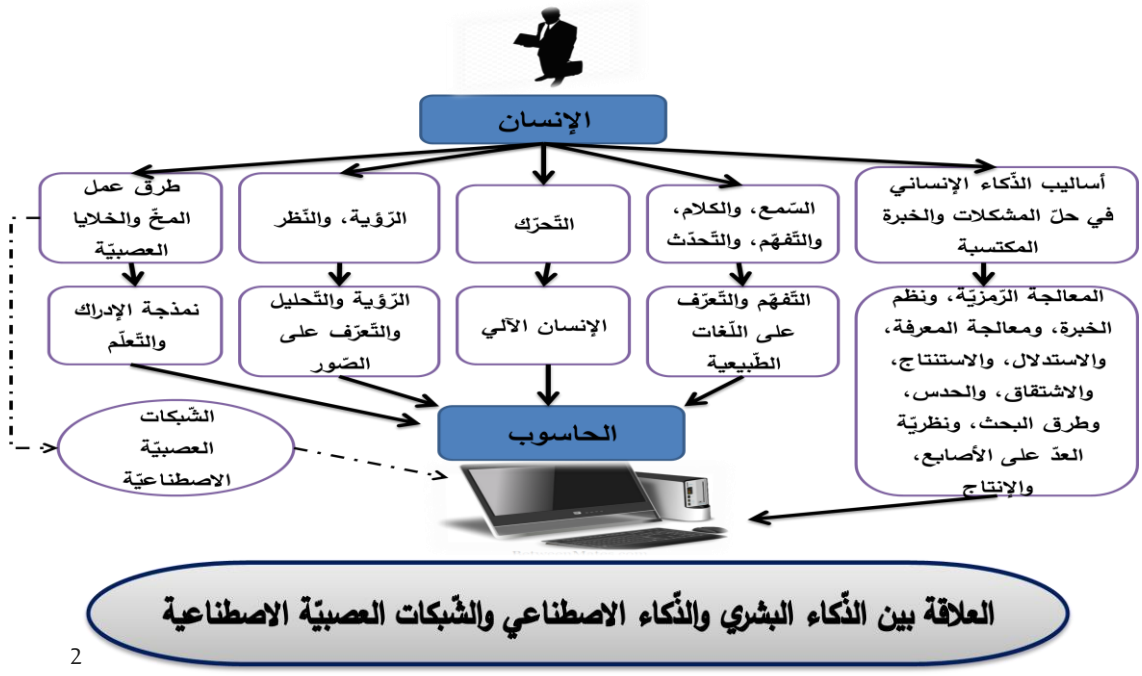
[3] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 12.

[4] المرجع نفسه، ص 13.

[5] الذكاء الاصطناعي هل يمكن أن يحل محل الذكاء البشري؟، جين جليل أسطيفان، المركز القومي للحاسبات الإلكترونية، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 25، ع 1، 30-06-1995م، 21- 26، ص 21.

[6] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهبي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 1.

العلاقة بين الذّكاء البشري والذّكاء الاصطناعي: "يمكن توضيح العلاقة بين الذّكاء البشري والذّكاء الاصطناعي للحاسوب كما هو مبيّن في الشّكل أسفله؛ حيث تمّ محاكاة ونقل أساليب الذّكاء البشري في شكل برامج ونظم تجعل الحاسب قادرا على اقتحام مجالات تتّسم بالذّكاء عند محاولة الحصول على حلول لها، وبذلك تمّ تعريف هذه البرامج والنظم على أنها برامج ونظم الذّكاء المنقولة إلى الحاسب أو نظم الذّكاء الاصطناعي، وتتّضح العلاقة بين الإنسان والحاسب كالتالي":[1]



[2]

نشأة الذّكاء الاصطناعي وتطوّره: يرى البعض أنّ المقدّمة الأولى لعلم الذّكاء الاصطناعي قد مهّد لها الفيلسوف الانجليزي Thomas Hobbes في السّنوات 1650م عندما اعتبر أنّ الفكر يتكوّن من عمليّة رمزيّة وأنّ كلّ شيء في الحياة يمكن تمثيله رياضيّا، ما قاد مباشرة لمفهوم: الآلة يمكنها محاكاة التّفكير البشري بالاستعانة بعمليّات رياضيّة ورموز خارجيّة[3]. كما أشار جاولس باباج عام 1934م إلى أنّه يطمح أن يكون بإمكان ماكنته التّحليلية أن تلعب الشّطرنج، وفي حدود

[1] الذّكاء الاصطناعي، أحمد كاظم، ص 09.

[2] جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، مجلة دراسات محاسبية ومالية، مج11، ع 34، الفصل الأول، 2016م، 27- 76، ص 44.

[3] ينظر: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 103.

أواسط الأربعينيات بدأت تلك الأفكار بالظّهور ثانية مع بداية ظهور الجيل الأوّل للحاسبات الإلكترونيّة، وقد تمّت كتابة أوّل برنامج للعب النّرد (Checker) حتّى قبل ظهور الحاسبة الإلكترونيّة الّتي يمكن تنفيذه عليها، ثمّ تمّت تجربته بعد ذلك على الحاسبة الإلكترونيّة (IBM 701). وقد ظهر مصطلح الذّكاء الاصطناعي لأوّل مرةّ في بحث لمشروع صيني في (دار تموت) عن الذّكاء الاصطناعي من قِبل جون ماكارتي (John Mc Carthy) عام 1956م.[1] وفور انتهاء الحرب العالميّة الثّانية بدأ العالم (شانون) عام 1950م ببحثه عن لعبة الشّطرنج وانتهت بالعالم (فيجن باووم)، و(فيلدمان) عام 1963م، وتميزت هذه الفترة بإيجاد حلول للألعاب، وفكّ الألغاز باستخدام الحاسب والّتي اعتمدت على الفكرة الأساسيّة بتطوير طرق البحث في التّمثيل الفراغي الّذي يمثّل الحالة، وأدّت إلى تطوير النّمذجة الحسابيّة واستحداث النّماذج الحسابيّة.[2] وفي منتصف الستّينات إلى منتصف السّبعينات، حيث قام العالم (منسكي) بعمل الإطارات (FRAMES)لتمثيل المعلومات، ووضع العالِم (ونجراد) نظاما لفهم الجمل الانجليزيّة مثل القصص والمحادثات، وقام العالمان (ونستون) و(براون) بتلخيص كل ما تمّ تطويره في معهد (الماسيشوستش) للتّكنولوجيا والّتي تحتوي على بعض الأبحاث عن معالجة اللّغات الطّبيعيّة، والرّؤية بالحاسب، والإنسان الآلي، والمعالجة الشّكلية أو الرّمزية.[3] وقد اعتبرت الفترة ما بين 1985م و1995م العصر الذّهبي لهذا الوافد الجديد، أين تميّز بتجسيد ومحاكاة كمٍّ هائل من الأنظمة مع عودة الشّبكات العصبيّة الاصطناعيّة للظّهور، وانفجار كبير في عدد التّقنيات والبرامج الّتي تُعدّ من أنظمة الذّكاء الاصطناعي الحديثة، وتوالت منذ سنة 1995م التّطبيقات النّاجحة لتكملة المسار الطّويل من الأبحاث والاكتشافات.[4]

[1] ينظر:الاتجاهات العامة في الذكاء الاصطناعي، محمد زكي محمد خضر، المنشأة العامة للسمنت، نينوي، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 14، ع 1، 1985م، 57- 90، ص 59.

[2] ينظر: الذكاء الاصطناعي، أحمد كاظم، ص 6.

[3] ينظر: المرجع نفسه، ص 7.

[4] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 104.

أنواع الذّكاء الاصطناعي:

1. **الذّكاء الاصطناعي القويّ أو الصّلب (Hard or Strong Artificial Intelligence):** بشكل عام، فإنّ بحوث الذّكاء الاصطناعي تهدف إلى إنشاء ذكاء اصطناعي يستطيع أن يكرّر الإنسان الذّكي (replicate human intelligence) تماما. ويُطلق الذّكاء الاصطناعي القويّ على الآلة الّتي تقترب أو تحلّ محلّ الذّكاء الإنساني، بحيث تكون قادرة على إنجاز أعمال الإنسان، وتطبيق نطاق واسع من الأعمال حسب الخلفيّة المعرفيّة، ويكون لها درجة ما من الشّعور بالذّات (self-consciousness)، فيهدف الذّكاء الاصطناعي القويّ أو الصّلب إلى بناء آلات لها قدرات معرفيّة (intellectual ability) لا تختلف عن الكائنات البشريّة[1].
2. **الذّكاء الاصطناعي البرمجي أو الخفيف (Soft or Weak Artificial Intelligence):** يُطلق على استخدام البرمجيات (software) لدراسة أو إنجاز حلّ مسألة معيّنة، أو لاستنباط مهام قد لا يدخل ضمنها جميع قدرات التّعرّف الإنساني (human cognitive). مثال: برنامج الشطرنج الشهير بـ (Deep Blue). الذّكاء الاصطناعي الخفيف لا يتميّز بالوعي بالذّات (self-awareness)، فهو يُظهِر مدى كبير من قدرات التّعرّف الإنساني، وهو ذكاء فحسب، يحلّ مسائل محدّدة[2].

مكوّنات الذّكاء الاصطناعي:

يقوم علم الذّكاء الصّناعي ككلّ على مبدأين أساسين هما:

- **المبدأ الأوّل: تمثيل البيانات:** وهو كيفيّة تمثيل البيانات أو المشكلة في الحاسوب بحيث يتمكّن الحاسوب من معالجتها وإخراج الخرج المناسب (أو بالأحرى: كيفيّة وضع المشكلة في صورة ملائمة للحاسوب بحيث يفهمها ويتمكّن من التّفكير في حلّ لها).

[1] ينظر:الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، ص 5.

[2] ينظر: نفسه، ص 5.

- **المبدأ الثّاني: البحث:** وهو ما نعتبره التّفكير بحد ذاته، حيث يقوم الحاسوب بالبحث في الخيارات المتاحة أمامه وتقييمها طبقا لمعايير موضوعة له أو قام هو باستنباطها بنفسه ثمّ يقرر الحل الأمثل.

ويتكوّن الذّكاء الاصطناعي من ثلاثة مكوّنات أساسيّة هي:

1. **قاعدة المعرفة (Knowledge base):** غالبا ما يقاس مستوى أداء النّظام بدلالة حجم و نوعيّة قاعدة المعرفة الّتي يحتويها، وتتضمّن قاعدة المعرفة:

1-1- الحقائق المطلقة: تصف العلاقة المنطقيّة بين العناصر والمفاهيم ومجموعة الحقائق المستندة للخبرة والممارسة للخبراء في النّظام.

1-2-طرق حلّ المشكلات وتقديم الاستشارة.

1-3- القواعد المستندة على صيغ رياضيّة.

2. **منظومة آليّة الاستدلال** :وهي إجراءات مبرمجة تقود إلى الحلّ المطلوب من خلال ربط القواعد والحقائق المعينة لتكوين خطّ الاستنباط والاستدلال
3. **واجهة المستفيد** :وهي الإجراءات الّتي تجهّز المستفيد بأدوات مناسبة للتّفاعل مع النّظام خلال مرحلتي التّطوير والاستخدام[1].

تطبيقات الذّكاء الاصطناعي:

1) **النّظم الخبيرة (Expert Systems):** "هي عبارة عن (نظام معلومات مبني على الحساب الآلي يقوم بوضع الحلول للمشكلات المتعلّقة بنظام معيّن) ويطلق عليه لفظ نظام وليس برنامج لأنّه ينبغي أن يشتمل على مكوّنات حلّ المشكلة وأخرى مدعّمة للعمل، وهذه المكوّنات تشكّل محيط الدّعم الّذي يساعد المستخدم على التّفاعل مع النّظام ويمكن أن يتضمّن وسائط مساعدة على درجة عالية من التّعقيد لكشف الأعطال، أو التّنبّؤ بأحداث مستقبليّة مبنيّة على أسس علميّة، ويتضمّن أيضاء إمكانيّات تسهيل المستخدم

[1] ينظر: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 15.

معه أثناء تشغيل النّظام"[1]. "والنّظام الخبير يقوم باستقطاب وتمثيل وخزن المعرفة الخاصّة بمجالٍ علميٍّ ما تَمّ استخدامها لدعم القرارات شبه المهيكلة وغير المهيكلة، ومن أجل أن يقوم النّظام الخبير بهذه الوظيفة لابدّ أن يحوي مكوّنات النّظام الخبير بهذه الوظيفة على مكوّنات جوهريّة مثل: قاعدة المعرفة، آلة الاستدلال، تسهيلات التّفسير والواجهة البينيّة"[2].

2) **معالجة اللّغة الطّبيعيّة (Natural Language):** "وهي النّظم الّتي تجعل الحاسب الآلي قادرا على فهم لغة الإنسان العادية بدون تحويلها إلى لغات خاصّة بالحاسب الآلي أو وضعها في شكل محدّد. وبعبارة أخرى فإنّ التّحاور بين الحاسب الآلي وبين المستخدم سواء عند إدخال البيانات أو تشغيلها أو استرجاعها يتمّ باللّغة العادية الّتي يتحدّث بها الإنسان ويكتبها"[3].

ومن أهمّ تطبيقاتها:

- ✓ التّرجمة الآليّة ونظم آليّة للفهم الأتوماتي للنصوص، ونظم معلومات ذكيّة من أجل البحث المتعمّق داخل مضمون النّصوص.
- ✓ في مجال التّعليم والتّدريب كتطوير برامج تعليميّة ذكيّة تتجاوز النّماذج المبسّطة لبرامج الخيارات المتعدّدة (multiple choice)، أوالأسئلة الثّنائية ذات الإجابة ب(لا) أو (نعم)، أو إكمال الفراغات (fill-in-the-space).
- ✓ في مجال الطّب خاصّة في تشخيص الأمراض وملاحظة المرضى في غرف العناية المركّزة[4].
- ✓ في مجال التّنقيب عن الثّروات المعدنيّة، وذلك بتطوير نظم خبيرة لتحليل بيانات معدّات المسح الجيولوجي وأجهزة اختبار عيّنات طبقات الأرض.

---

[1] جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، ص 44، 45.

[2] دور الأنظمة الخبيرة في صناعة القرارات الإستراتيجية في منظمات الأعمال، أحمد شفاء، ونصيب رجب، مجلة العلوم الاجتماعية و الإنسانية، ع13، 185- 204، ص 189.

[3] أساليب الذكاء الاصطناعي في المحاسبة: استخدام نظم الخبير في قرارات الاختيارات المحاسبية، أحمد هاني بحيري حماد، ص 245.

[4] ينظر : العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، ص 144.

- ✓ في مجال هندسة المواد الجديدة لتحليل المركّبات العضويّة وغير العضويّة.
- ✓ في المجال العسكري في تطبيقات الاستطلاع وزيادة دقّة تصويب القذائف والقنابل.
- ✓ في مجال الكمبيوتر نفسه لميكنة عمليّة كتابة البرامج (Automatic Programming) في ضوء المواصفات الموضوعة لها[1].

3) **الخوارزميّات الجينيّة (Genetic Algorithms):** "هي جزء من الحوسبة التّطوّريّة وطريقة محوسبة لحلّ المسائل بواسطة تقليل العمليّات، والاستخدام الطّبيعي، والاختيار، والعبور، والتحوّل، والقبول لتطوير حلّ المسألة"[2].

4) **الشّبكات العصبيّة (Neural Networks Systems):** "هي نماذج غاية في التّبسيط للنّظام العصبي البشري الّذي يعرض مقدرات مثل: التّعلّم، والتّعميم، والتّجريد. وتمّكن هذه المقدرات النّماذج من تعلّم السّلوك الّذي يشبه سلوك الإنسان"[3].

5) **تمثيل المعارف (Knowledge Representation):** "تختلف برامج الذّكاء الاصطناعي عن برامج الإحصاء في أن بها (تمثيل للمعرفة). فهي تعبّر عن تطابق بين العالم الخارجي والعمليّات الاستدلالية الرّمزية بالحاسب. ويمكن فهم تمثيل المعرفة هذا بيسر لأنّه عادة لا يستخدم رموزا رقميّة"[4].

إثبات النّظريّات آليّا (Automated Theorem Proving): "هو تطوير البرامج الّتي تعتمد على الاستدلال والّذي يتمثّل في اشتقاق معادلات معرّفة قبل ذلك بحيث تكون المعادلات الجديدة صحيحة في جميع مجالات المعادلة لأصليّة"[5].

6) **نظم دعم القرارات(Decision support system):** "إنّ أنظمة دعم القرار هي الأنظمة الّتي تجمع بين قواعد البيانات والنّماذج الريّاضية والإحصائيّة، وجوهر نظم دعم اتّخاذ

---

[1] ينظر : العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، ص 144.

[2] الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، ص 17.

[3] دور الأنظمة الخبيرة في صناعة القرارات الإستراتيجية في منظمات الأعمال، أحمد شفاء، ونصيب رجب، ص 187.

[4] الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله، آلان بونيه، تر: علي صبري فرغلي، عالم المعرفة، الكويت، دط، أبريل 1993م، ص 15.

[5] الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، محمد علي الشرقاوي، ص 41.

القرار هو التّنبّؤ والإنذار المبكّر، إذ تقوم نظم دعم القرار بالمزج بين البيانات المتاحة مع الرّؤى الشّخصيّة لمتّخذ القرار، ويتمّ ذلك كلّه داخل بودقة من النّماذج الرّياضية للتنبّؤ بما سيكون عليه الوضع بالمستقبل"[1].

7) **الإنسان الآلي (الرّوبوت) (Robotics):** "الرّوبوت هو النّظام الآلي ذو الغرض أو المنفعة العامّة والّذي يشبه الإنسان في القيام بأعمال كثيرة ذات ظروف ربّما لا تكون معرَّفة له سابقا"،[2] "ويحتوي على وحدات موجَّهة بواسطة الحاسب تقلّد نشاط حركة الإنسان"[3]. "وهناك ثلاثة أنواع من الإنسان الآلي ولكلّ منها استخداماته المختلفة: **الإنسان الآلي الصّناعي (Industrial Robots)**؛ وهو آلات مبرمجة تستطيع أن تتحكّم أو تناور ببراعة لأداء مهام متعدّدة، **والإنسان الآلي المتحرّك (Mobile Robots)**؛ وهو آلات تتحرّك أو تجتاز العوائق لتنفيذ مهامّ معيّنة أو نقل أو حمل الأجزاء إلى أماكن العمل بالمصنع أو توصيل البريد إلى المكاتب، **والإنسان الآلي الّذي يُعرف بالنّظم الصّناعيّة المرنة (Flexible Manufacturing Systems)**؛ هو عبارة عن مجموعات من الإنسان الآلي وآلات أخرى يمكن إعادة برمجتها بسرعة لتتحوّل من أداء روتين عمل إلى روتين عمل آخر".[4]

8) **الوسائط المتعدّدة (Multimedia):** هي التّكامل بين مجموعة من التّقنيّات تساعد على زيادة واتّساع عمليّة التّحاور بين الإنسان والحاسب وتشمل تقنيات الإدخال والمعالجة والإخراج للنّص، والرّسوم التّصويريّة، والرّسوم المتحرّكة، وتقنيات الفيديو، والصّوت والموسيقى. ويمكن القول بأنّ استخدام الوسائط المتعدّدة قد أضاف الإمكانيّات الصّوتيّة والفيديويّة إلى عمليّة التّحاور بين الإنسان والحاسب.[5]

---

[1] جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، ص 45.

[2] الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، محمد علي الشرقاوي، ص 49.

[3] دور الأنظمة الخبيرة في صناعة القرارات الإستراتيجية في منظمات الأعمال، أحمد شفاء، ونصيب رجب، ص 187.

[4] أساليب الذكاء الاصطناعي في المحاسبة: استخدام نظم الخبير في قرارات الاختيارات المحاسبية، أحمد هاني بحيري حماد، ص 246.

[5] ينظر: الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، محمد علي الشرقاوي، ص 59.

9) **الوكيل الذّكي (Intelligent Agents):** هو أحد تطبيقات التّنقيب عن البيانات من شبكة الإنترنت أو من قواعد بيانات الإنترنت، ويعمل الوكيل الذّكي من خلال حزمة برمجيّة تقوم بتنفيذ مهام محدَّدة أو واجبات ذات طبيعة متكرّرة أو تنبؤيّة للمستفيد، ولدعم نشاط أعمال أو تطبيقات برامج أخرى. إنّ نظم الوكيل الذّكي تساهم في تخفيف أعباء الإدارة الإلكترونية، كما تضمن الاستجابة السّريعة لطلبات العملاء، واستقبال رسائلهم وملاحظاتهم الّتي تخصّ جودة المنتجات والخدمات المقدَّمة من طرف المنظّمة.[1]

10) **النّظم الإدراكية:** "وتستخدم صورا مرئيّة وإشارات سمعيّة في إفادة الحاسبات أو الوحدات الأخرى بتعليمات معيّنة".[2]

11) **التّعليم المعزّز (Reinforcement Learning):** "وهو التّعليم عن طريق التّفاعل مع البيئة (interaction with an environment)، فيكون التّعليم بأحداث متعاقبة فضلا عن التّعليم الصّريح. وتنفَّذ هذه التّقنية بواسطة إطار رياضي إحصائي".[3]

12) **التّعلّم الآلي (Machine Learning):** "هو مجال فرعي من الذّكاء الاصطناعي الّذي يُعنى بتزويد الآلات القدرة على التّعلم. ويتحقّق ذلك باستخدام الخوارزميّات الّتي تكتشف أنماط من البيانات والمعطيات الّتي تتعرضّ لها الآلة لتطبيقها في المستقبل واتخاذ القرارات والتّنبّؤات، وهي العمليّة التي تتيح للمبرمجين تجنّب الحاجة إلى برمجة هذه الآلات لكلّ الاحتمالات الممكنة".[4]

13) **تشغيل اللّعبة (Game playing):** "الألعاب هي برامج حاسوب تفاعليّة، المجال الواعد الّذي فيه يتّم تتبع أهداف الذّكاء الاصطناعي بالمستوى البشري (human-level). والألعاب تُصنع بواسطة إنشاء كيانات ذكاء اصطناعي بالمستوى البشري، مثلا: الأعداء، والشّركاء، والشّخوص الدّاعمة الّتي تعمل تقريبا مثل البشر".[5]

---

[1] ينظر: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 20.

[2] دور الأنظمة الخبيرة في صناعة القرارات الاستراتيجية في منظمات الأعمال، أحمد شفاء، ونصيب رجب، ص 187.

[3] الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، ص 19.

[4] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 111.

[5] الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، ص 28.

14) **التّعرّف على الكلام (Speech Recognition):** "عمليّة تحويل إشارات الكلام إلى سلسلة من الكلمات، وفي عام ١٩٩٠م توصّل علماء التّعرّف على الكلام إلى مستوى تطبيقي يحقّق أغراض محدودة. ورغم أنّ استخدام التّعرّف على الكلام في الحواسيب أصبح مقبولا نوعا ما، إلاّ أنّ أغلب المستخدمين يجدون أنّ الفأرة، ولوحة المفاتيح يظلّ أكثر ملائمة، والاستخدام المعتاد هو الاتّصال الصّوتي (Voice dialing)، وتوجيه المكالمات (Call routing)، وإدخال البيانات (Data entry)، والتّعرف على المتكلّم (Speaker recognition)".[1]

15) **رؤية الحاسوب (Computer Vision):** هي خليط من المفاهيم، والتّقنيّات والأفكار من مجالات: معالجة الصّور الرّقميّة (Digital Image Processing)، والتّعرّف على الأنماط (Pattern Recognition)، والذّكاء الاصطناعي، والرّسم بالحاسوب (Computer Graphics). نعلم أنّ العالم حولنا يتكوّن من كائنات ثلاثيّة البعد (3-D objects)، لكنّ المدخلات إلى العين البشريّة والكاميرات الحاسوبيّة هي ثنائيّة الأبعاد (2-D).[2]

وتقوم تطبيقات الذّكاء الاصطناعي بعدّة وظائف، أهمّها ما يلي:

1. إنتاج معرفة مفيدة.
2. تخزين القواعد المنهجيّة للتّعامل مع المعرفة المخزونة.
3. العمل على اكتساب المعرفة الإنسانيّة المتراكمة وتحديثها والمحافظة عليها، وبالتّالي استثمارها في حلّ المشكلات الإداريّة وبصورة خاصّة المشكلات الإستراتيجية.
4. الاستثمار الأمثل للمعرفة والخبرات العلميّة والتّطبيقيّة.
5. تفعيل المعرفة المخزونة إلكترونيّا واستخدامها في اتّخاذ القرارات الإستراتيجية.[3]

ونذكر هنا بعض أمثلة النّجاح لتطبيقات الذّكاء الاصطناعي مثل:

---

[1] الذكاء الاصطناعي، ترجمة وإعداد: فهد آل قاسم، ص 28.

[2] ينظر: المرجع نفسه، ص 29.

[3] ينظر: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 41.

- "نظم آليّة قادرة على تشخيص الأمراض تفوّقت في حالات عديدة على كثير من الأطبّاء المتخصّصين.
- نظم آليّة للعب الشّطرنج تمكّنت من هزيمة كثير من فطاحل اللّاعبين المحترفين. نظم خبيرة ثبت نجاحها في تحديد مواضع للثّروات الجيولوجيّة لم تُكتشف بالوسائل البشريّة أو الآلية الأخرى.محاولات مشجّعة للتّرجمة الآليّة بين الإنجليزية وعدّة لغات أخرى مثل اليابانية والألمانية.
- ثبات عدد لا بأس به من النّظريات الرياضية، بل إثبات بعض ممّا عجزت الوسائل التّقليدية عن إثباته.
- تصميم أجيال متقدّمة للرّوبوت مزوّدة بنظم رؤية آلية وأذرع ميكانيكية قادرة على التقاط الأشياء الدّقيقة بحساسية عالية".[1]

خصائص الذّكاء الاصطناعي:

يتمتّع الذّكاء الاصطناعي بالعديد من الخصائص نذكر منها:

* استخدام الذّكاء في حلّ المشاكل المعروضة مع غياب المعلومة الكاملة.
* القدرة على التّفكير والإدراك.
* القدرة على اكتساب المعرفة وتطبيقها.
* القدرة على التّعلّم والفهم من التّجارب والخبرات السّابقة.
* القدرة على استخدام الخبرات القديمة وتوظيفها في مواقف جديدة.
* القدرة على استخدام التّجربة والخطأ لاستكشاف الأمور المختلفة.
* القدرة على الاستجابة السّريعة للمواقف والظروف الجديدة.
* القدرة على التّعامل مع الحالات الصّعبة والمعقّدة.
* القدرة على التّعامل مع المواقف الغامضة مع غياب المعلومة.
* القدرة على تمييز الأهمّية النّسبيّة لعناصر الحالات المعروضة.

[1] ينظر: العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، ص 138.

* القدرة على التّصوّر والإبداع وفهم الأمور المرئيّة وإدراكها[1].

مميّزات الذّكاء الاصطناعي:

يتمتّع الذّكاء الاصطناعي بمجموعة مميّزات هي:

1) **التّمثيل الرّمزي:** إنّ الميزة الأولى لبرامج الذّكاء الاصطناعي هي أنّها تستخدم أساسا رموزا غير رقمية وهي في هذا تشكّل نقضا صارخا للفكرة السّائدة أنّ الحاسب لا يستطيع أن يتناول سوى الأرقام، فعلى المستوى القاعدي يتكوّن الحاسب من نبائط ثنائية binary devices، ولا يمكن لهذه النّبائط أن تتخذ إلا أحد وضعين أُتّفق على أن يرمز لهما بـ (١أو صفر)[2]. وقد أدّى اختيار هذين الرّمزين الرقميين إلى انتشار الفكرة القائلة إنّ الحاسب لا يستطيع أن يفهم سوى (نعم أو لا)، وأنّه لا يستطيع تمييز ظلال المعنى بينهما. ولكن إذا نظرنا على نفس المستوى للإنسان، مستوى الخلايا العصبية -(neurons)، لوجدنا أنّ الفهم الإنساني يعتمد أيضا على الوضع الثنائي ممّا يشير إلى إمكانية التّعبير عن الأفكار والتّصوّرات والمفاهيم البالغة التّعقيد واتّخاذ القرارات بتشكيلات متطوّرة من هذه الأوضاع أو الحالات الثّنائية. ولا شكّ أن إمكانية التّعبير عن التّصوّرات العليا والمعقّدة بواسطة الرّموز الثّنائية الّتي يفهمها الحاسب تجعل محاكاة عمليّة اتّخاذ القرارات ممكنة.

ولا يوجد بالطبع ما يمنع برامج الذّكاء الاصطناعي من أداء بعض العمليّات الحسابيّة إذا لزم الأمر، ولكن غالبا ما تستخدم نتائج هذه العمليات على المستوى الإدراكي(conceptual level)، بمعنى أنّ مغزى هذه العمليّات الحسابيّة سيدخل إلى العمليّة الاستدلالية الّتي يقوم بها البرنامج[3].

2) **الاجتهاد (القابليّة على الاستنتاج) Heuristics:** "تمثّل قدرة هذه البرامج على استنباط الحلول الممكنة وبالذّات للمشاكل الّتي لا تنفع الخوارزميّات التّقليديّة

[1] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 13.

[2] ينظر: الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله، آلان بونيه، ص 13.

[3] ينظر: نفسه، ص 13.

لحلّها. إذ تتحدّد بنوعيّة المسائل الّتي تتناولها فهي في العادة ليس لها حلّ خوارزمي معروف؛ ونعني بذلك عدم وجود سلسلة من الخطوات المحدّدة الّتي يؤدّي إتّباعها إلى ضمان الوصول إلى حلّ المسألة، ويتمّ برمجة مثل هذه القابليّة عن طريق خزن المعرفة المتوفّرة عن الحلول الممكنة حيث تعمل على قاعدة المعرفة للمشكلة المحدّدة بعملية تسمّى الاستنباط (Know Aquesition)، وهناك العديد من التّقانات والأساليب المساعدة في عمليّة الاستنتاج مثل أساليب البحث التّقني وقوانين المنطق الرّياضي كالبرهنة بنفي الهدف(Resolution by Refutation)، وأساليب البحث التّجريبي كما هو حال الطّبيب الذّي يقوم بتشخيص المرض، وألعاب الشطرنج".[1]

3) **قابليّة التّعامل مع المعلومات الناقصة:**" من الصّفات الأخرى الّتي تستطيع برامج الذّكاء الاصطناعي القيام بها قابليّتها على إيجاد بعض الحلول حتّى لو كانت المعلومات غير متوافرة بأكملها في الوقت الّذي يتطلّب فيه الحلّ، وإنّ تبعات عدم تكامل المعلومات يؤدّي إلى استنتاجات أقل واقعيّة أو أقلّ جدارة، ولكن من جانب آخر قد تكون الاستنتاجات صحيحة".[2]

4) **القدرة على التّعلّم The Ability To Learn:** "تتمثّل في إدخال إجراءات يمكن بواسطتها للنّظام التّعلّم والتطوّر المعرفي من خلال التّعرّف على التصرّفات المتكرّرة، إمّا من خلال فرز الاختلافات أو من خلال تسجيل حالات يمكن تعميمها أو حتّى من خلال تدريب شبكات عصبيّة أو محاكاة حالة نموّ معيّنة لغرض تعلّم خطوط تطوّر معيّنة من خلال استخدام خوارزميّات مثل الخوارزميّات الجينيّة؛ وهي القدرة على التعلّم من الأخطاء وتؤدّي إلى تحسين الأداء نتيجة الاستفادة من الأخطاء السّابقة.[3]

"وترتبط هذه الملَكة بالقدرة على التّعلّم باستشراف التّماثل في الأشياء والقضايا والتوصّل من الجزئيّات إلى العموميّات واستبعاد المعلومات غير المناسبة. وتصبح

---

[1] استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوي، صباح أنور يعقوب اليونس، ص 42، 43.

[2] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 14.

[3] استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوي، صباح أنور يعقوب اليونس، ص 44، 45.

مشكلة إعطاء الحاسوب القدرة على التّعلّم مركّزة في جعله قادرا على التّمييز بين الحقائق المهمّة الّتي يجب أن يتذكّرها والحقائق غير المهمّة الّتي يمكن أن ينساها".[1]

5) **البيانات المتضاربة Conflicting Data:** "هي قدرتها على التّعامل مع بيانات قد يناقض بعضها بعضا، وهذا ما نسمّيه البيانات المتناقضة ونعني بها ببساطة تلك البيانات الّتي يشوبها بعض الأخطاء".[2]

أهداف الذّكاء الاصطناعي:

يهدف علم الذّكاء الاصطناعي إلى:

- "فهم طبيعة الذّكاء الإنساني عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السّلوك الإنساني المتّسم بالذّكاء، وتعني قدرة برنامج الحاسب على حلّ مسألة ما أو اتّخاذ قرار في موقف ما - بناء على وصف لهذا الموقف-، إنّ البرنامج نفسه يجد الطّريقة التي ينبغي أن تُتّبع لحلّ المسألة أو للتّوصّل إلى القرار بالرّجوع إلى العديد من العمليّات الاستدلالية المتنوّعة الّتي غُذّي بها البرنامج".[3]
- "تيسير استخدام أجهزة الكمبيوتر وفهم القواعد المعقّدة الّتي تتحكّم في بنية اللّغات الطّبيعية، فضلا عن اكتشاف كيفيّة تعلّم البشر لهذه القواعد وكيفيّة تطبيقها".[4]
- "فهم أفضل لماهية الذّكاء البشري عن طريق فكّ أغوار الدّماغ حتّى يمكن محاكاته، كما هو معروف أنّ الجهاز العصبي والدّماغ البشري أكثر الأعضاء تعقيدا وهما يعملان بشكل مترابط ودائم في التّعرف على الأشياء".[5]

---

[1] استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوي، صباح أنور يعقوب اليونس، ص 44، 45.

[2] الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله، آلان بونيه، ص 17.

[3] جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، ص 43.

[4] الذكاء الاصطناعي، بلاي ويتباي، ص 23.

[5] تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 15.

- "تقديم تفسير علمي كامل لذكاء البشر والحيوانات والآلات، مع توضيح المبادئ المشتركة المميّزة في الأنواع الثّلاثة جميعها".[1]
- "فهم العمليّات الذّهنية المعقّدة الّتي يقوم بها العقل البشري أثناء ممارسته لعمليّة التّفكير، ومن ثمّ ترجمة هذه العمليّات الذّهنية إلى ما يوازيها من عمليّات محاسبيّة تزيد من قدرة الحاسب الآلي على حلّ المشكلات المعقّدة".[2]

"ويضع كتاب (وينستون وبرندرجاست، 1984م)ثلاثة أهداف أساسيّة للذّكاء الاصطناعي تتمثّل في:

1. جعل الأجهزة أكثر ذكاء (هدف رئيسي).
2. فهم ماهية الذّكاء.
3. جعل الأجهزة أكثر فائدة.

كما يكمن الغرض من الذّكاء الاصطناعي في تفسير الموقف أو النّص في بعض الأحيان، فهو يتعلّق بنشاط البناء، ووظيفة الموقف، والهدف، من خلال "حل المشكلات" الّتي تخصّ:

- ✓ مشكلات التّصميم.
- ✓ مشكلات التّخطيط.
- ✓ مشكلات التّشخيص".[3]

أهمّية الذّكاء الاصطناعي:

تنبع أهمّية الذّكاء الاصطناعي من خلال قدرته على مساعدة المدراء والعاملين في عمليّة صنع القرار واتّخاذه، الأمر الّذي يتطلّب أن تكون أجهزة الحاسوب على درجة عالية من الذّكاء، ويتمّ هذا من خلال تزويد هذه الأجهزة ببرامج قادرة على التّعميم والتّجريد والتّعرّف على أوجه

[1] الذكاء الاصطناعي، بلاي ويتباي، ص 31.

[2] جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، ص 44.

[3] ينظر: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، ص 14.

الشّبه والاختلاف بين المواقف المختلفة، وأيضا التّكييف مع المواقف المستجدّة واكتشاف الأخطاء، وهذا يدفعنا إلى تحديد أهمّية الذّكاء الاصطناعي من خلال الآتي[1]:

1. يهتمّ الذّكاء الاصطناعي بالعمليّات المعرفيّة الّتي يستخدمها الإنسان في تأدية الأعمال الّتي نعدّها ذكيّة كفهم نصٍّ لغويٍّ منطوق ومكتوب، أو لعب الشّطرنج، أو حلِّ لغز أو مسألة رياضية، أو كتابة قصيدة شعرية، أو القيام بتشخيص طبّي والاستدلال عن طريق الانتقال من مكان إلى آخر، أو غيرها من الأمور المشابهة.
2. مساعدة المدراء والعاملين في عملية صنع القرار واتّخاذه عندما يتطلّب ذلك، ويكون من خلال برمجة الحواسيب بحيث يمكنها امتلاك القدرة على التّفكير والتّوصّل إلى حلّ المشاكل واتّخاذ القرارات بطريقة تحاكي قدرات الإنسان.
3. يعدّ الذّكاء الاصطناعي حقل معرفي جديد لم يُعرف وينتشر إلّا من خلال تطبيقاته المختلفة في كلّ نواحي الحياة كما في النّظم الخبيرة والرّوبوت وألعاب الحاسوب، وفهم الصّور والأشكال وغيرها من التّطبيقات.
4. تعطي عمليّة برمجة الذّكاء الاصطناعي للحاسوب القدرة على التّفكير ومن دونها يُعدّ الحاسوب جهازا إلكترونيا تقليديّا أساس عمله هو تنفيذ الأوامر الموكّلة إليه فقط.
5. تتميّز برامج الذّكاء الاصطناعي بالقابليّة على الاستنتاج من خلال استنباط الحلول الممكنة وبالذّات للمشاكل الّتي لا تنفع الخوارزميّات التّقليديّة (Deterministic Algorithms) في حلّها، وتتمّ البرمجة من خلال خزن المعرفة المتوفّرة عن الحلول الممكنة (Inference Making Knowledge).[2]
6. "تؤدّي تقانة الذّكاء الاصطناعي إلى إثارة أفكار جديدة ممّا تدفع إلى الابتكار"[3].

---

[1] ينظر: استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوي، صباح أنور يعقوب اليونس، ص 40.

[2] ينظر: نفسه، ص 40، 41.

[3] نفسه، ص 41.

واقع الذّكاء الاصطناعي ومستقبله:

تتنبّأ توقّعات علماء الذّكاء الاصطناعي أنّه في غضون العشر سنوات القادمة سوف تتمكّن الآلة من أداء 80% من المهام المتكرّرة أو الصّعبة، وفي العديد من الحالات سيتعيّن عليها اتّخاذ خيارات لتصبح أمر تحديد القواعد الأخلاقيّة للآلات أصعب مهمّة يواجهها الإنسان. وفيما يلي سنحاول عرض الواقع الحالي للذّكاء الاصطناعي الّذي أخذ منحى جديدا تحت ظلّ البيانات الضّخمة التّحليلية، وبعدها بعض النّماذج الحيّة لتطبيقاته.

- **البيانات الضّخمة التّحليلية (Big Data Analitycs):** هو في الحقيقة انسجام بين الخوارزميّات الذّكيّة والبيانات الضّخمة. وعادة ما يتمّ الخلط بين ميدان البيانات الضّخمة (Big Data) الذّي يتفرّع من علم المعلوماتية (Information Systems) والّذي يختصّ بتخزين و تجميع البيانات وتنظيمها، وميدان البيانات الضّخمة التّحليلية (Big Data Analytics) يتفرّع من علم الذّكاء الاصطناعي والّذي يختصّ بتحليل كمّيات هائلة من البيانات وتقديم التّوصيّات و المساعدة للمستخدمين بناء على النّتائج.[1] وفي سياق الحديث عن البيانات الضّخمة التّحليلية كصورة مكبّرة لمفهوم الذّكاء الاصطناعي المعاصر، نستعرض فيما يلي دراسة موجزة لبعض الحالات التّطبيقية الميدانية والّتي لم يكتمل إنجازها بعد. سنحاول بشكل غير معمّق وصف مستقبلها بين صعوبة التّقبّل في الوسط العام وتعقيدات الإنشاء التّقنية وكذا أخلاقيّات استخدامها.
- **دراسة حالات ميدانية:** بالرّغم من التّهافت العالمي على التّطبيقات الذّكيّة إلّا أنّ الواقع التّكنولوجي يبقى متحفّظا ويؤكّد أنّ الانجازات الكاملة و المؤتمتة ذاتيّا بشكل تام تكاد تكون منعدمة لتسجيل أكثر التّطبيقات نسب نجاح لا تتعدّى الـ 80% حسب ما نشرته دراسات صبر واستطلاعات النّتائج لمجلّة Gartner،[2] والملخّص في الجدول التّالي:

[1] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهبي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 12.

[2] ينظر: نفسه، ص 12، 13.

نسبة الكاملة	التّطبيقات الموجودة
%75	أجهزة الكمبيوتر الّتي تتعرّف على أسئلة الكلام والإجابة.
%65	السّيّارات ذاتيّة القيادة الّتي يمكن أن تتكيّف مع ظروف الطّرق وحركة المرور.
%80	الحواسيب الّتي تستطيع التّعرّف على الوجه وتتعلّم التّعرّف على المجرمين من كميرات المراقبة بالفيديو.
%95	برامج الحاسوب الّتي تعرض مواقع الويب أو الإعلانات على المتصفّح.
%45	أجهزة الكمبيوتر الّتي تحلّل السجلّات الطبيّة للمساعدة في تشخيص المرضى.
%35	الروبوتات القادرة على اتّخاذ قراراتها الخاصّة والّتي يمكن استخدامها من قِبل القوّات المسلّحة.
%32	الروبوتات الّتي تهتمّ بكبار السنّ.
%65	أجهزة الكمبيوتر الّتي يمكن أن تستثمر في الأسهم عن طريق التكيّف مع السّوق المالي.

نسب الأتمتة في بعض تطبيقات الذّكاء [1]

❖ **التّسويق الذّكي (Smart Marketing):** "بفضل تقنيّات التّسويق الرّقمي يمكن للمتاجر الكبيرة اليوم التّنبّؤ بشأن زبونة امرأة حامل فيعدّل المسيّر مبيعاته لإضافة مواد تلائم وضعيتها قصد رفع مبيعاته مثل ملابس خاصة بالنّساء الحوامل دون معلومات أكثر عن شهر الحمل أو جنس الجنين. هذا النّوع من التّسويق الهادف موجود ومستخدم منذ بضع سنوات بفضل بطاقات الولاء للزّبائن الّتي تخزّن تاريخ المشتريات في هذا المتجر".[2]

[1] ينظر: الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 13، 14.

[2] نفسه، ص 14.

ولكن مع البيانات الضّخمة التّحليلية نمرّ إلى حقبة جديدة من الذّكاء الاصطناعي حيث سيتمكّن المسيّر من الحصول على معلومات أكثر عن جنس الطفل وتاريخ الولادة من خلال استخدام المزيد من البيانات: بيانات الفايسبوك (Facebook) ، وبيانات الاختبارات الطّبيّة، والبيانات الوراثية، والأصل العرقي للزّوجين إلى غير ذلك. إنّ البيانات المتوفرة تسمح لقسم التّسويق بالتنبّؤ ومعرفة حديثي الولادة من أبناء زبائنها وبذلك التّخطيط لرفع مبيعاتها حيث أنّ المزيد من الدّقّة في التّنبؤ تعني حتما تخطيطا وتسييرا أفضل لذلك.[1]

أشكال نموذجيّة للتّسويق الذّكي

❖ **الطّائرات الذّكيّة ذاتيّة التّوجيه (Smart Drones):** أجهزة الطّيران آلية التّحكّم من دون طيّار ومن دون بشر على متنها تعتبر من أكثر الأشياء المتّصلة بيعا وتداولا في السنوات الأخيرة، حيث تعدّت المبيعات كلّ التّوقّعات بارتفاع وصل إلى (+30%). وتتمكّن هذه الأجهزة من التّحليق على مسافات معتبرة مع القدرة على التّصوير والتّسجيل والإرسال الآني للمعلومات، وتُستخدم في الواقع منذ مدّة طويلة في الميدان العسكري لكنّها دخلت

[1] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهبي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص14.

ساحة الاستخدام المدني مثل الإسعافات الأوّلية عن بعد، أو التّحكّم الأمني في المدن الذّكيّة، وإدارة الكوارث الطّبيعية من خلال توفير المساعدات الإنسانيّة الآمنة عبرها.[1]

أشكال نموذجيّة لطائرات ذكيّة ذاتيّة التّوجيه

❖ **السيّارات الذّكيّة ذاتيّة التّوجيه (Waymo Vehicle):** السيّارة ذّاتيّة التّوجيه والقيادة مركبة سير على الطّرقات البريّة تتمتّع بالقدرة على القيادة دون أي تدخّل من المستخدم البشري. ويهدف هذا الابتكار التّكنولوجي إلى تطوير وإنتاج سيّارات يمكنها أن تعمل حقّا في حركة المرور دون أي تدخّل بشري من أجل حفظ الأرواح في الطّرقات، وكذا من أجل تحقيق أهداف اقتصاديّة في اللّوجستية والنقل. ولكن سيّارات الجيل الأخير الذّاتيّة التّحكّم وبشكل تام ومشبعة بحريّة التّقرير عن طريق الذّكاء الاصطناعي تتعدّى قدرات السيّارات وتُصنَّف علميّا في مجال الروبوتات المتنقّلة الّتي تشارك فيها العديد من الجهات الفاعلة.[2]

[1] ينظر: الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 14.

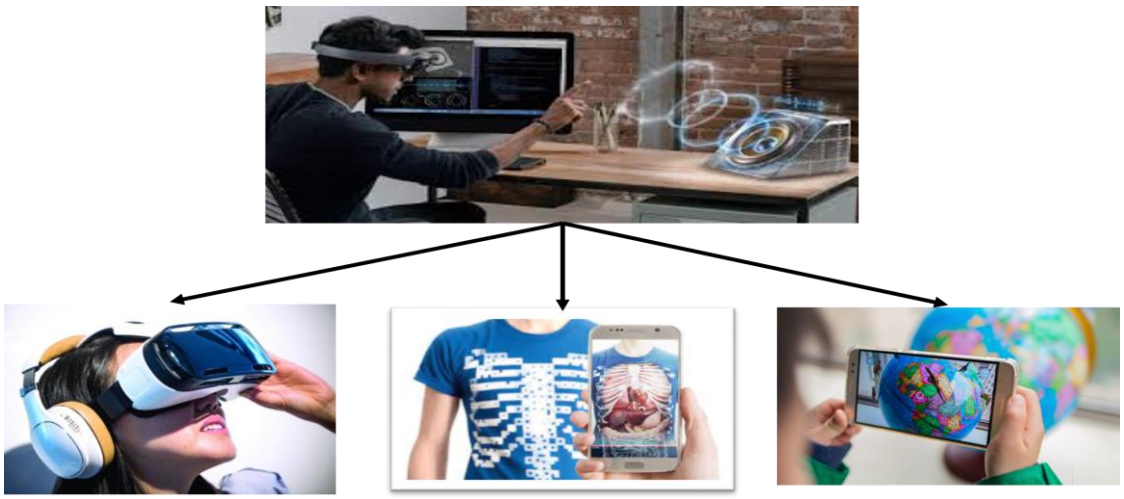
[2] ينظر: نفسه، ص 15.

أشكال نموذجيّة لسيّارات ذكيّة ذاتيّة التّوجيه

❖ **الواقع المعزّز (Augmented Reality):** الواقع المعزّز هو تراكب الواقع المباشر الفعلي مع عناصر أخرى افتراضية مثل الأصوات والصّور ثنائيّة وثلاثيّة الأبعاد وكذا مقاطع الفيديو بطريقة منسجمة. ويمكنه أن يذهب إلى أبعد من ذلك عن طريق إضافة تصوّرات تحفيزيّة مثل اللّمس والمؤثّرات السمعيّة.[1]

وحتّى اليوم استحوذ مجال تطوير ألعاب الفيديو ومجال السّينما على هذا النّوع من التّكنولوجيا الّتي لم ترتق بعد إلى التّكنولوجيّات الذّكيّة أو المتعلّمة تلقائيّا لكنّ التّطبيقات اليوم الّتي يعمل عليها الخبراء في مراكز البحث تتعدّى ذلك إلى واقع معزّز بعالم افتراضي ذكي يستطيع التطوّر بسرعة وعلى المباشر عن طريق قراءة وهضم البيانات الواقعيّة. في هذا النّوع من التكنولوجيا ستكون الخوارزميّات قابلة لأخذ القرارات ذاتيّا وبشكل آني، والمستفيد الأوّل سيكون الصّناعات مثل التّصميم والصّيانة، وكذا المجال الطبّي مثل الكشف والجراحة.

[1] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهبي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص15.



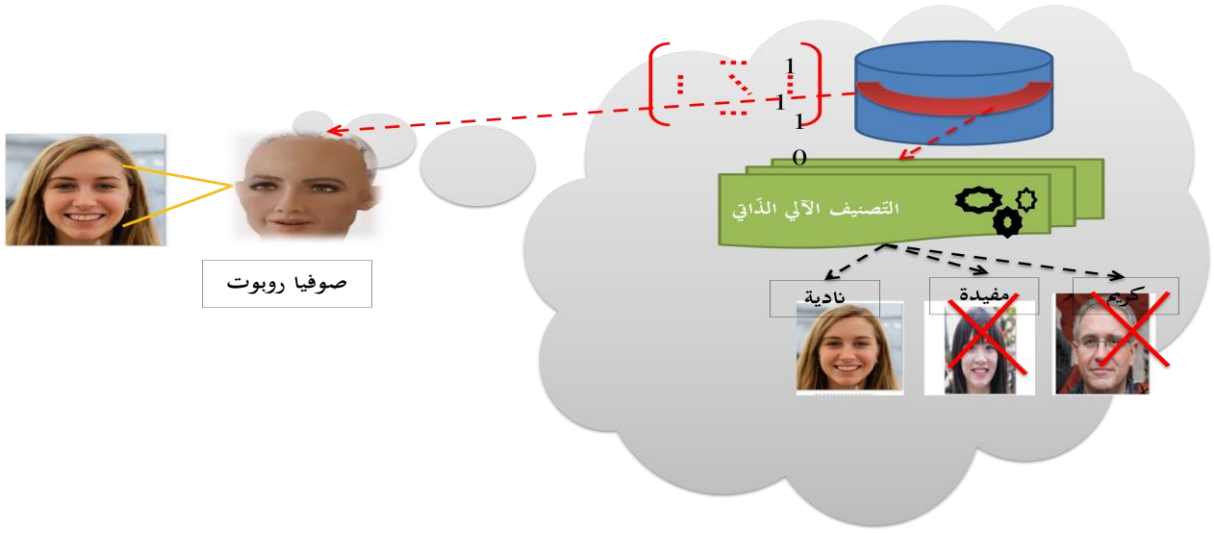
أشكال نموذجيّة للواقع المعزّز

[1]

❖ **الإنسان الآلي البشري صوفيا (Sophia Humanoid):** صوفيا هي روبوت بشري يتطوّر اجتماعيّا منذ عام 2016م، قامت بتصميمه شركة هانسون روبوتكس (Hanson Robotic). إنّ صوفيا تختلف عن الرّوبوتات الكلاسيكية في أنّها مشبعة بخوارزميّات ذكيّة تتعلّم من مجتمعها الّذي أضحت تتطوّر فيه وهي قادرة على عرض أكثر من 50 تعبيرات للوجه بشكل ذاتي، وكذا تبادل الحديث مع البشر بشكل طبيعي وتقرير إجاباتها من نفسها. تقنيّا يستطيع هذا الإنسان الآلي تحليل الأوجه وتحليل اللّغة الطّبيعيّة للإنسان وفهمها إلى حدّ ما وكذلك تشغيل عمليّات التّصنيف الذّكي لتركيب إجابات منطقيّة تنافس إجابات إنسان بشري. رغم التّغطية الكثيفة من قِبل وسائل الإعلام في جميع أنحاء العالم حول مشاركة صوفيا في العديد من المقابلات إلّا أنّ الباحثين والخبراء يذكرون بأنّ الأهداف التّسويقيّة والإعلامية تفوق الواقع التكنولوجي ويتحفّظون على الاندفاع للظّن بأنّ عالم الغد سيكون مليئا بروبوتات مثل صوفيا.[2]

[1] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 15، 16.

[2] نفسه، ص 15، 16.



شكل نموذجي لآلية اشتغال الرّوبوت الاجتماعي صوفيا

[1]

[1] الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول دراسة تقنية وميدانية، سامية شهبي قمورة، باي محمد، حيزية كروش، ص 15، 16.

المحاضرة الثالثة عشر: اللّغة الطّبيعية والذّكاء الاصطناعي:

اكتشف علماء اللّسانيات والعلوم النّفسية والمعرفية أنّ المجال التّقني تدور معالمه كلّها في اللّغة. فالتّفكير المنطقي في مجمله تجسّده اللّغة، والبناء التّقني للكمبيوتر في بدايته وحتّى يومنا هذا وظّف اللّغة بقوّة لكي يتناسب وطريقة تفكير الإنسان. وقد نتج عن ذلك بناء تكنولوجية الذّكاء الاصطناعي الّتي تحاكي الإنسان في أدنى سلوكيّاته الفكريّة واللّغوية. والمعروف في وقتنا الحالي أنّ الثّورة التّكنولوجية قد فرضت هيمنتها على الإنسان واستثمرت عناصرها في شتّى مجالات الحياة. ولكنّ اهتمام الإنسان بعلاقة التّكنولوجيا باللّغة لم يكن وليد اليوم ولم يكن التّفكير من أجل الوصول إلى وضع يهتمّ بدراسة اللّغة في علاقتها مع الآلة إلّا بعد اهتداء علماء لسانيّين إلى الاشتغال لتوحيد الجهود في مجال اللّسانيات وعلم النّفس المعرفي والذّكاء الاصطناعي، للخروج بفكرة جديدة تسعى إلى توظيف قواعد اللّغة في سبيل حلّ المشاكل المرتبطة باللّغة بإدخال مفاهيم للآلة ترتبط بمنطق اللّغة وقواعدها. فاللّغة تشكّل أفضل مواضيع الدّراسة لهذه العلوم على اعتبار أنّ الإنسان هو الكائن الوحيد الّذي يمتلك هذه الملكة. ومن بين العلوم المشكّلة لهذا الميدان الجديد القديم علم النّفس والفلسفة والأنثروبولوجيا والحاسوبيّات والعلوم العصبيّة والذّكاء الاصطناعي.[1]

وهذا ما يدفعنا إلى التطرّق إلى موضوع اللّغة الطّبيعية والذّكاء الاصطناعي بالرّجوع إلى جذور التّداخل بين المعلوماتية والعلوم اللّغوية الّذي أدّى إلى ظهور ما نسمّيه حاليا «حوسبة اللغة» أو «اللّسانيات الحاسوبية»، وهي من أوّل العلوم الجديدة المنبثقة عن هذا التّداخل البيني الّذي كان أساس بروز مفهوم الذّكاء الاصطناعي، وهو مفهوم بدأ مع العمل على بناء برمجيّات للتّرجمة الآلية من اللّغة الرّوسية إلى الإنجليزية.

إنّ حوسبة اللّغة هي مجموعة من التّطبيقات الّتي تستخدم خوارزميّات الذّكاء الاصطناعي في حلّ المسائل اللّغوية، فالتّطبيقات الّتي ترتكز على خوارزميّات الذّكاء الاصطناعي (التّعلم الآلي والتّعلم المعمّق) تهدف إلى جعل ما هو مضمر في النّص واضحا للآلة، أي لا لبس فيه، وذلك من

[1] ينظر: المعالجة اللغوية الآلية –مقاربة بين الذكاء الطبيعي والذكاء الاصطناعي-، عمر بلخير، وفازية تيقرشة، الممارسات اللغوية، مج10، ع3، ديسمبر 2019م، 74- 87، ص 75، 76.

خلال بناء برمجيّات «تتعلّم» من التّجارب السّابقة، بحسب المدوّنات الّتي ترتكز عليها خلال مرحلة التّعلم الآلي؛ فاللّبس اللّغوي والغموض وعدم التّحديد المعنوي هي ظواهر أساسيّة في اللّغة، ولولاها لما كان باستطاعتنا القيام بعمليّة التّواصل المتشعّبة والمتباينة والمتناقضة، ولوقعنا في معضلة محدوديّة التعبير. والمفارقة تكمن في أنّ برمجيّات الحاسوب الّتي ترتكز على خوارزميّات الذّكاء الاصطناعي أو غيرها من الخوارزميّات، لا يمكن أن تتعامل مع ما هو ملتبس؛ ذلك أنّ طبيعة البرمجيّات الحاسوبية قائمة على عمليّات حسابيّة تتعامل مع معطيات قابلة للحساب.[1] وإذا كانت العمليّة اللّغوية عمليّة ذهنيّة تسمّى «ذكاء»، فإنّ مكننة هذه العمليّة تسمّى ذكاء اصطناعيّا، أي محاكاة الذّكاء البشرى، هذا من النّاحية التّعبيرية اللّغوية، فالدّماغ البشرى مسئول عن كلّ الأمور المتعلّقة بالعمليّة الفكريّة، كما أنّه مسئول عن كلّ الحركات الّتي يقوم بها الإنسان، كتحريك اليدين والأكل والشّرب والهضم، وإذا كانت بعض العمليّات متكرّرة، كالمشي والصّعود والنّزول وفكّ بعض قطع السّيّارات وتركيبها.. ومن الممكن أن تصبح مُمكننة، فماذا عن اللّغة؟ هذا هو السّؤال الفعلي الّذي من المفترض بالذّكاء الاصطناعي الإجابة عنه، والّذي نطمح إلى أن نصل إلى حلّ فعلي له مستقبلا !

إنّ اللّغة المتمثّلة بالخطاب والنّص، ليست عمليّة متكرّرة، واستخدام الكلمات نفسها لا يجرى بالطّريقة نفسها خلال التّعبير الشّفهي والكتابي، أي أنّنا لا نستخدمها بالمعنى نفسه في لحظات وسياقات مختلفة، ما يدفعنا إلى البحث عن أدوات ترفع اللّبس اللّغوي، فهل هذا ممكن؟ هل الآلة تفكّر؟ لا، الآلة لا تفكّر كما يفكّر العقل البشري، بل تنفّذ مجموعة من العمليّات الحسابيّة الّتي تتناسب مع التّركيبة الفيزيائية للحواسيب المبنيّة على تبادل شحنات كهربائية بين الخلايا الصّناعية داخل الحواسيب.[2]

---

[1] مقال بعنوان اللغة العربية والذكاء الاصطناعي، غسان مراد، مؤسسة الفكر العربي،الأربعاء 22 أفريل 2020م- 10:30مـ، 27- 09- 2021م، 18:52سا،

https://arabthought.org/ar/researchcenter/ofoqelectronic- article-details?id=1143&urlTitle=%E2%80%8Bالذكاء+الاصطناعي+العربية+اللغة+

[2] اللغة العربية والذكاء الاصطناعي، غسان مراد، مؤسسة الفكر العربي،الأربعاء 22 أفريل 2020م- 10:30مـ، 27- 09- 2021م، 18:52سا،

https://arabthought.org/ar/researchcenter/ofoqelectronic-

"ولقد شملت الآثار اللّغويّة جميع عناصر منظومة الحاسوب؛ عتاده وبرمجيّاته، ونظم تشغيله وتطبيقاته، ومعياريته وأسس تصميمه. ويتجلّى الأثر اللّغوي على نظم الحواسيب في أبلغ صورة في هياكل تصميم حاسوب الجيل الخامس، إذ تمثّل آليّات اللّغة نواة ذكائه الاصطناعي، وأساس عمليّة المواجهة الطّبيعية الّتي تتواصل من خلالها هذه الآلات الذّكيّة مع مستخدميها بمختلف طوائفهم ولغاتهم".[1]

الذّكاء الاصطناعي في خدمة التّعليم:

إذا كان للذّكاء الاصطناعي دور مهمّ في كثير من الميادين والمجالات، فإنّ له دورا أكثر أهميّة في العمليّة التّعليميّة والتّربويّة الحديثة، فيمثّل ضرورة ملحّة لا يمكن الاستغناء عن تطبيقاته، حيث أكّدت نتائج العديد من الدّراسات والأبحاث أهميّة تلك التّطبيقات في العمليّة التّربويّة، والّتي يمكن من خلالها تحقيق عدّة مزايا، أهمّها: تحسن عمليّة اتّخاذ القرار، وتحسين جودة التّعليم، وتنمية المهارات الحياتية، وتنمية التّحصيل المعرفي لدى المتعلّمين، وغيرها من المزايا الّتي تسهم بشكل كبير في تعزيز تنافسيّة العمليّة التّربويّة، وإنتاج أجيال قادرة على مواجهة تحدّيات العصر الّذي يعيشون به.

وتساعد الوسائل التّكنولوجية الرّقمية المتاحة من خلال الذّكاء الاصطناعي في التّغلب على العديد من الحواجز الهيكلية الّتي تجعل من الصّعب ضمان وصول المعلّم الفعّال إلى كلّ متعلّم، حيث تواجه النّظم المدرسية عددا من التّحديّات؛ منها نقص المعلّمين، والافتقار إلى طرق واضحة لتطوير معلّمين ذوي جودة عالية، فيوفّر الذّكاء الاصطناعي الخبرة للمعلّمين من خلال تبسيط وأتمتة مهام التّدريس الأساسية، وله آثار إيجابية عدّة في العمليّة التّعليميّة، ومن أهمّ الآثار الإيجابية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في العمليّة التّعليميّة، ما يلي:[2]

[1] اللغة العربية والحاسوب(دراسة بحثية)، نبيل علي، تقديم: أسامة الخولي، دار تعريب، دط، 1988م، ص 152.

[2] ينظر: تطبيقات الذّكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظلّ تحدّيات جائحة فيروس كورونا(Covid-19)، عبد الرزاق مختار محمود، المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية، مج3، ع4، 2020م، 171- 224، ص 202.

- يمكن لنظم الذّكاء الاصطناعي أن تقوم بالإدارة المدرسية؛ بهدف تخفيف الأعباء الإدارية، وذلك من خلال تحويل نظم الإدارة إلى نظم إلكترونية، بما يسهم في اتّخاذ القرارات الإدارية الصّحيحة، وتوزيع المقرّرات والحصص الدّراسية على المعلّمين وفق قدراتهم واتّجاهاتهم، واكتشاف الطّلاّب الموهوبين وتعزيزهم، وكذلك ذوي صعوبات التّعلّم، وتوفير برامجهم الخاصّة.
- تساعد التّطبيقات الذّكيّة المتعلّم على التّحرّر من التّعليم بأسلوب واحد، فمثلاً تطبيقات الدّروس الذّكيّة ومنصّات التّعليم المتنوّعة أصبحت متوائمة مع كلّ طالب وفقاًلميوله واتّجاهاته واحتياجاته.[1]
- هناك إمكانيّة لتعليم وتطوير الذّات من خلال برامج الذّكاء الاصطناعي، كآلات التّعليم والمنطق، والتّصحيح الذّاتي، والبرمجة الذّاتية.
- تخزين المعلومات والمعرفة المرتبطة بالذّكاء الاصطناعي، حيث يمكّن المؤسّسة من حماية المعرفة الخاصّة من التّسرّب والضّياع، بسبب تسرّب العاملين بالاستقالة أو الانتقال من المؤسّسة أو الوفاة.
- إنشاء آلية لا تكون خاضعة للمشاعر البشرية كالقلق أو التّعب أو الإرهاق.
- توليد وإيجاد الحلول للمشاكل المعقّدة، وتحليل هذه المشاكل ومعالجتها في وقت مناسب.
- يمكن للذّكاء الاصطناعي أن يساعد الأشخاص ذوي الاحتياجات الخاصّة بأساليب متعدّدة، خاصّة ترجمة النّص من الكتابة إلى الصّوت، ومن الصّوت إلى الكتابة، وبذلك يمكن أن يساعد الأشخاص ذوي الإعاقة البصريّة أو ذوي الإعاقة السّمعية، في استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتّصالات.[2]

كما يوفّر الذّكاء الاصطناعي المجسّد لخبرة المعلِّمين من خلال تبسيط وأتمتة مهام التدريس الأساسية لقادة المدارس خيارات جديدة لمعالجة ظروف صعبة، كما يلي:

---

[1] تطبيقات الذّكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظلّ تحدّيات جائحة فيروس كورونا(Covid-19)، عبد الرزاق مختار محمود، ص 203.

[2] ينظر: نفسه، ص 203، 204.

- عند افتقار المدارس إلى المعلِّمين الخبراء، يمكن للذّكاء الصّناعي المجسّد لخبرة المعلِّمين أن يقطع شوطا طويلا نحو زيادة فعالية المعلِّمين الحاليين.
- يمكن للذّكاء الاصطناعي توفير العديد من جوانب المحتوى الأساسي ومهارات التّدريس، وإعطاء المعلِّمين بيانات تقييم أفضل، وتقديم توصيّات حول مصادر التّعلّم، ومنح المعلِّمين مزيدا من الوقت والطّاقة للعمل بشكل فردي وفي مجموعات صغيرة مع الطّلاب.
- يوفّر هذا النّمط نظرة ثاقبة للممارسين وصانعيّ السياسات الذين يعملون لضمان حصول جميع الطّلاّب على تعليم عالي الجودة.
- وبالنّسبة للصّف الدّراسي نفسه، فإنّ خيارات الخدمات المتخصّصة وفق الاحتياجات الّتي توفّرها تقنيّات الذّكاء الاصطناعي من شأنها أن تساعد على تحسين استمتاع الطّلاب خلال الحصص، وتحسين درجاتهم في الوقت نفسه، كما أنّ الّروبوتات المدرّبة على نحو جيّد يمكنها استكمال دور المعلِّمين ذوي الخبرة في تقديم الدّروس الخصوصية والحصص الإضافية لتنمية مهارات الطّلاّب.[1]
- ومن المشكلات الّتي يمكن أن تسهم تقنيات وتطبيقات الذّكاء الاصطناعي في الحدّ من آثارها الانفجار المعلوماتي والتطوّر التقني والمعرفي المضّطرد، لدرجة أنّه من المتوّقع أن تقتصر صلاحية المعارف الّتي يتعلّمها المرء في المستقبل على خمس سنوات! وإذا كان تطوير المناهج وطباعة الكتب المدرسيّة عبارة عن عمليّة طويلة ومعقّدة قد تستغرق بدورها خمس سنوات، فإنّه مع الذّكاء الاصطناعي في الأجهزة والبرمجيّات التّعليمية ستكون قادرة على استنتاج المعارف والمهارات المطلوبة في وقت معيّن، وبالتالي تحديث الدّروس وتقديمها للطّالب بشكل يناسب احتياجاته وقدراته تلقائيّا.[2]

[1] ينظر: تطبيقات الذّكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظلّ تحدّيات جائحة فيروس كورونا(Covid-19)، عبد الرزاق مختار محمود، ص 204، 205.

[2] نفسه، ص 205.

تطبيقات الذّكاء الاصطناعي في مجال التّعليم:

01. **التّخصيصية:** توفير نظام تعميمي يعمل على تخصيص عملية التعلّم وفقا لأداء ومهارات الطلبة، وبناء" على أداء كلّ طالب كنقاط القوّة ونقاط الضّعف لديه يتمّ تحديد الدروس المناسبة له بهدف تعزيز نقاط قوّته والقضاء على نقاط ضعفه فيما يخصّ المنهج الدّراسي.

هذا النّظام أيضا يساعد المدرّسين في تحديد مستوى طلبتهم بدقّة كمعرفة ما يحتاجه كلّ طالب من المنهج حتى يمكنه من زيادة معدّلات نجاحه.[1]

02. **التّدريب:** هذا هو ما يحدث الآن بالفعل إذ يُستعمل الذّكاء الاصطناعي في بناء مواقع وبرامج تدريب ذكيّة تستطيع تحديد مقياس أساليب وطرائق تعلّم الطّلبة، وتقدير ما يمتلكونه من معرفة ثمّ تقديم تدريبات مخصّصة وفق ما حصل عليه الطّالب من تقييم.

03. **جودة المناهج والتّدريس:** يستطيع الذّكاء الاصطناعي تحديد الفجوات في المناهج التعميمية كالتّدريبية، وذلاك استنادا"على أداء الطّلاب في الاختبارات كالتّدريب على سبيل المثال، إذا قام عدد من الطّلبة بحلّ سؤال بشكل ما فإنّ تقنية الذّكاء الاصطناعي تستطيع تحديد المشكلة والسّبب وراء عدم تمكّن الطّلبة عن الإجابة ممّا يساعد المعلّمين في شرح أجزاء محدّدة من المنهج والتّركيز عليها بشكل أفضل.

04. **التّقويم الفوري للطلّاب:** في عصر التكنولوجيا لا تخلو حياة الطّلبة من أجهزة الحاسوب والهواتف الذّكية إذ يقومون طوال الوقت باستعمال مواقع التّواصل الاجتماعي كبرامج الدّردشة، والمميّز في برامج التعلّم أنّ بعضها يستطيع استنادا على تقنية الذّكاء الاصطناعي تقويم مهارات الطّلبة المعرفية والدّراسية بشكل فوري ممّا يساعدهم على تطكير مستواهم الدّراسي.[2]

---

[1] ينظر: تطبيقات الذّكاء الاصطناعي في التعليم من وجهة نظر تدريسي الجامعة، أمل كاظم ميرة، مركز البحوث العلمية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، وقائع المؤتمر الدولي الأول للدراسات الإنسانية، الذكاء والقدرات العقلية، 18- 12- 2019م، 293- 316، ص 301.

[2] نفسه، ص 301، 302.

05. **الدّرجات**: لا يختلف اثنان على أنّ تصحيح الاختبارات وتحديد الدّرجات هو أصعب أمر في عمليّة التّدريس، كما أنّ هذه العمليّة تستغرق وقتًا كثيرا يمكن توفيره في أمور أفضل للمعلِّمين مثل تخطيط الدّروس أو تطوير مهارات المعلِّمين. الآلات تقوم بهذا الأمر الآن، حيث توفّر العديد من الشّركات بعض البرامج الّتي تستطيع إجراء التّدريبات والاختبارات، وتحديد الّدرجات، وتصحيح الإجابات، وإعلام الطلاب بأدائهم في تلك الاختبارات. هناك بعض الّبرامج الّتي تستطيع القيام بهذا الأمر على المستوى البسيط والمتوسّط الّتي تشمل أسئلة الاختيار من متعدّد، صح أو خطأ، أو الأسئلة الاختيارية، كما أنّ هناك بعض البرامج الّتي تستطيع تحديد الدّرجات وتقييم الطّلاّب على المستوى المتقدِّم مثل الأسئلة المقالية الّتي يجب على الطّلاّب فيها الكتابة بأنفسهم وليس الاختيار من الإجابات الظّاهرة أمامهم.[1]

06. **التّعليم عن بعد**: يُعدّ من أبرز أنواع التّعليم حداثة، وتشمل هذه التّقنية الحديثة فرصا لتقديم الامتحانات عن بعد مع فرض أنظمة رقابية تخضع للذّكاء الاصطناعي لمراقبة الطّالب والتحقّق من عدم الغشّ، فهي طريقة يتمّ بواسطتها التحقّق من مدى مصداقية ودقّة الاختبار.[2]

تطبيقات الذّكاء الاصطناعي في مجال التّعلّم:

01. **التعلم الآلي (Machine learning)**: التعلّم الآلي هو التّجسيد الحيّ للذّكاء الاصطناعي على أرض الواقع، ومنه الحدّ أو التّقليل من الحاجة إلى البرمجة اليدوية للآلة ووضع العديد والعديد من الاحتمالات للتّعامل مع كلّ من الأوامر على حدة، التّطبيقات الحالية أصبحت أكثر وأكثر تطوّرا، الأمر الّذي جعل التّقنية تغدو في طريقها إلى التّطبيقات الطبيّة المعقّدة، ومن الأمثلة على ذلك تحليل مجموعات الجينوم الكبيرة في محاولة لمنع الأمراض، وتشخيص الاكتئاب على أساس أنماط الكلام.

02. **التعلم العميق (Deep learning)**: هو أيضا مجال فرعي من التّعلّم الآلي، ويمكننا القول إنّه المجال الأكثر تقدّما من مجالات الذّكاء الاصطناعي، المجال الّذي يقترب بالذّكاء الاصطناعي إلى الهدف من تمكين آلات من التّعلّم والتّفكير مثل البشر.

---

[1] أنظمة الخبرة في الذكاء الاصطناعي وتوظيفها في التعليم والتربية، خديجة منصور علي أبوزقية، مجلات كلية التربية، ع12، نوفمبر2018م، 111- 126، ص 116.

[2] نفسه، ص 302.

ومع التّقدّم في مستويات أعلى وأكثر تطوّرا من التّعلّم الآلي، تمّ التوصّل لما يسمى التّعلّم العميق، الّذي يتطلب بنية معقّدة لتقليد الشّبكات العصبيّة في الدّماغ البشري من أجل فهم الأنماط والتّصرّفات المختلفة وأبعادها في الأوضاع الطّبيعية أو حتّى مع مصادر الارتباك المختلفة مثل وجود الضّوضاء، أو وجود تفاصيل مفقودة، أو غيرها من مصادر الارتباك، ولكن وبما أنّ التّعلّم العميق يحتاج إلى بيانات واحتمالات كبيرة جدّا وواسعة النّطاق، فإنّه يحتاج قوّة حوسبيّة هائلة، وتتزايد الحاجة إلى هذه الطّريقة مع ظهور مفهوم (Big Data) والأرقام حتّى يستطيع تشكيل أنماط من الكلمات فالحاسوب يحتاج إلى بيانات خام تمكّنه من فهم العلاقة بين الأشياء.[1]

[1] ينظر: أنظمة الخبرة في الذكاء الاصطناعي وتوظيفها في التعليم والتربية، خديجة منصور علي أبوزقية، ص 114، 115.

المحاضرة الرابعة عشر: الحاسوب في تعلّم اللّغة وتعليمها

تمهيد:

شهدت الأعوام الأخيرة تطوّراتٍ سريعةً وهائلةً مع ميلاد ثورة المعلومات في عالم الاتّصال والتّبادل المعرفيّ؛ إذ ظهرت وسائل جديدةٌ اكتسحت الإنتاج المعرفيّ، كان أبرزها: شبكات الحاسوب، وزيادة قدرة معالجات الحاسبات الشّخصيّة، والتّقدّم المذهل في تكنولوجيا التّخزين الممغنطة، والتّطوّر الملحوظ في فنون النّشر الإلكترونيّ، وظهور مصطلح المعاجم الإلكترونيّة في إطار أوعية المعلومات اللّاورقيّة.

وهذه التّطوّرات المتسارعة جعلت للحاسوب تأثيراً كبيراً على مجال التّعلّم عن بعد، حيث وفّرت أدوات تفاعليّة جديدة للتّغلب على الوقت والمسافة، والوصول إلى المتعلّمين في أيّ مكانٍ وفي أيّ وقتٍ، ممّا فرض على التّربية الحديثة إعادة النّظر في أساليب التّدريس والتّفكير في أنماط أخرى، تعتبر المتعلّم محور الحركة فيها لمواجهة بعض التّحدّيات، والتي من جملتها:

1. استخدام التّكنولوجيا الحديثة بنسب وتطبيقات ملائمة في التّعليم و التّدريس.
2. التّنوّع المتزايد في العمليّة التّعليميّة وعلاقة ذلك بالمتعلّمين المُعَدّين بطريقةٍ هامشيّةٍ، يلتحقون بمعاهد التّعليم العالي، ويطلبون طرقاً جديدة لتعلّمهم مدى الحياة.
3. يؤكّد الطّلب على مجتمع المعلومات المتغيّر بصفةٍ متزايدةٍ أهمّية اكتساب الكفايات المرنة في ظلّ هياكل العمل المبنيّة على فريق العمل.[1]

ويتمثّل الدّور الكامن للحاسوب في تعليم اللغات في شكلين: كوسيلة في تركيب أو بناء الموادّ بغضّ النّظر عن الكيفيّة التي يمكن أن تقدّم بها هذه المواد، وفي التّقديم الفعليّ لهذه الموادّ للمتعلّم.[2]

---

[1]- تعليم اللّغة اتّصاليّا بين المناهج والاستراتيجيّات، رشدي أحمد طعيمة، ومحمود كامل النّاقة، منشورات المنظّمة الإسلاميّة للتّربية والعلوم والثّقافة، دط، 2006م، ص 169.

[2]- ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوفر س بتلر، ص 913.

أوّلا: المكوّنات الأساسيّة لتحقيق فلسفة التّعليم باسخدام الحاسوب:

1. **المحتوى (content):** أي المادّة التّعليميّة بشكلٍ إلكترونيٍ، حيث يتمّ إعدادها باستخدام تقنياتٍ وبرمجيّاتٍ خاصّةٍ.
2. **الوسيط (media):** وسيلة الاتّصال بين عناصر العمليّة التّعليميّة سواء أكانت الإنترنت أو شبكات البيانات، أو أيّ وسيلة اتّصالٍ إلكترونيّةٍ يمكن التّفاعل من خلالها بين المعلّم والمتعلّم والمحتوى.
3. **المتعلّم الإلكترونيّ (E-learner):** هو الدّارس الذي يستخدم الوسائل الإلكترونيّة ونُظُم التّعليم الإلكترونيّ لحضور الدّروس والتّفاعل مع المعلّم والطّلّاب الآخرين.
4. **المعلّم الإلكترونيّ (E-Teacher):** هو المدرّس الذي يتفاعل مع المعلّم.
5. **بيئة التّعليم الإلكترونيّ (E-Learning enviranment):** مجموعةٌ من الحزم البرمجيّة التي يتمّ تطويرها لتقوم بإدارة العمليّات المختلفة للتّعليم الإلكترونيّ.
6. **مدير النّظام (System Administrator):** هو شخصٌ تقني يدير النّظام، ويعمل على التّحكّم بموارده، ويدير الجلسات ويعمل على تحديث المحتويات، وضمان استمراريّة اتّصال عناصر العمليّة التّعليميّة".[1]

ثانيا: خصائص التّعليم باسخدام الحاسوب:

يمكن إجمال هذه الخصائص في النّقاط التّالية:

1. **التّفاعليّة**: فقد يتعلّم الفرد بصفةٍ منفردةٍ، أو في نطاق مجموعةٍ معيّنةٍ بطريقةٍ متزامنةٍ، إمّا متّصلاً بزملائه من الطلاّب بطريقةٍ متساويةٍ في الخلفيّة والخبرة، أو مع أشخاصٍ آخرين أكثر خبرة وكفاءة كالمعلّمين أو الموجّهين أو الخبراء الموضوعين.[2]
2. **المرونة**: إذ يمكن للحاسوب أن يعرض درجة كبيرة من المرونة؛ فعلى سبيل المثال يمكن تركيب برامج آليّة تقدّم عونا في جانب تصحيح المواضيع التي يرتكب فيها المتعلمون أخطاء، كما يعرض قدرا معينا من الخيار في مسائل مثل مستوى صعوبة المهمة

[1]- ينظر: التّعليم الإلكترونيّ مستقبل التّعليم غير التّقليدي، سهيل كامل كلاب، ص30.

[2] ينظر: التّعليم الإلكتروني عبر شبكة الإنترنت، محمّد محمّد الهادي، الدّار المصريّة اللّبنانية، ط2، 2007م، ص 102.

التعليمية وشكل وعرض المعلومات، ومن وجهة نظر المعلّم فإنّ مرونة الحاسوب تشكّل أهميّة بالغة؛ حيث يمكن أن يقدّم نماذج لتمارين واسعة، ويمكن برمجة الحاسوب لتخزين درجات الطلبة في تمارين معيّنة والوقت المستهلك في كل تمرين، والأجوبة غير الصحيحة، ومثل هذه المعلومات لا تساعد على تقويم الطلبة فحسب، بل تعطي معلومات تساعد على تطوير برامج تعلم اللغة بمساعدة الحاسوب.[1]

3. **التعلّم الذاتي**: أي العمل الفرديّ المستقلّ والمتفاعل مع محتوى المقرّر أو البرنامج التّعليمي المتاح محلّياً وعن بعد.
4. **تنوّع المصادر**: فهو يوفّر مجموعةً متنوّعةً من مصادر المعلومات مثل:
   - الكتب الإلكترونيّة (Electronic Books).
   - المقرّرات الإلكترونيّة (Electronic course).
   - الدّوريات (Periodicals).
   - قواعد البيانات.
   - الموسوعات.
   - المواقع التّعليميّة (Educational Sites).[2]
5. **التّنوّع في عرض المحتوى**: يساعد التّنوّع في عرض المحتويات التّعليميّة على إثارة القدرات العقليّة لدى المتعلّم من خلال تشكيلةٍ من المثيرات التّي تخاطب الحواس المختلفة، فيستطيع المتعلّم التّعامل مع النّصوص المكتوبة والمسموعة والرّسومات والتّكوينات الخطّية بكافّة أشكالها، كما يتمّ توظيف تكنولوجيا الواقع الوهميّ Virtual Reality Technology، فيمرّ المتعلّم بخبرةٍ شبه حقيقيّة تتيح له الإحساس بالأشياء الثّابتة والمتحرّكة وكأنّها في عالمها الحقيقي من حيث تجسيدها وملامستها والتّعامل معها.[3]

---

[1] ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوفر س بتلر، ص944.

[2] ينظر: تكنولوجيا التّعليم والمستحدثات التّكنولوجيّة، أسامة سعيد علي هنداوي، ص 444.

[3] ينظر: نفسه، ص 443.

إنّ القدرة المتزايدة في الحاسوبات وتطوير وسائل جديدة في المعلوماتيّة واللغويّات بدأت الآن توسّع مجال تعلّم اللغة بمساعدة الحاسوب إلى أبعد من برامج التّدريبات؛ إذ يمكن استخدام الحاسوب في إصدار صور ثابتة ومتحرّكة على شاشة المراقبة لأغراض إيضاحيّة، ويمكن استخدامه أيضا كمصدر لمعلومات حول لغة ما، إلى جانب برامج المحاكاة، التي تؤدّي دورا بالغ ا أهمية في تعليم اللغات، من خلال استخدامه مثلا في الحثّ على الكلام في اللغة المراد تعلّمها.[1]

ثالثا: أهداف التّعليم باستخدام الحاسوب:

- خلق بيئةٍ تعليميّةٍ تعلّميّةٍ تفاعليّةٍ من خلال تقنياتٍ إلكترونيّةٍ جديدةٍ، والتّنوّع في مصادر المعلومات والخبرة.
- تعزيز العلاقة بين المجتمع المحلّي والجامعة، وبين الجامعة والبيئة الخارجيّة.
- إكساب الطّلّاب المهارات أو الكفايات اللّازمة لاستخدام تقنيات الاتّصال والمعلومات.
- دعم عمليّة التّفاعل بين المتعلّمين والمعلّمين والإداريّين عبر تبادل الخبرات التّربويّة والمناقشات والحوارات الهادفة بالاستعانة بقنوات الاتّصال المختلفة.
- تقديم التّعليم الذي يناسب فئاتٍ عمريّةً مختلفةً مع مراعاة الفروق الفرديّة.[2]

إنّ توظيف المستحدثات التّكنولوجيّة التي أفرزها التّفاعل الحادث بين مجالي تكنولوجيا المعلومات وتكنولوجيا التّعليم في العمليّة التّعليميّة، أصبح ضرورةً ملحّةً تفرض على النّظم التّعليميّة إحداث نقلةٍ نوعيّةٍ في الأهداف لتي تسعى إلى تحقيقها؛ ليكون التّركيز على اكساب المتعلّمين مجموعة من المهارات التي تتطلّبها الحياة في عصر المعلومات، ومنها مهارة التّعلّم الذّاتي، ومهارات التّعامل مع المستحدثات التّكنولوجيّة، ومهارات إدارة الذّات، بدلاً من التّركيز على إكسابهم معلومات فقط".[3]

---

[1] ينظر: اللّغة والحسابيّة، كريستوفر س بتلر، ص946.

[2]- ينظر: متطلّبات التّعليم الإلكترونيّ في العمليّة التّعليميّة الجامعيّة، علي لطفي علي؛ وداود قشمر، مجلّة جيل العلوم الإنسانيّة والاجتماعيّة، العدد 28، فبراير 2017، ص 155.

[3]- ينظر: التّعليم الإلكترونيّ مستقبل التّعليم غير التّقليدي، ص42.

ويشير خبراء التّربية اليوم إلى ضرورة استخدام التّقنيات التّكنولوجيّة في العمليّة التّعليميّة، وأن لا ينحصر توظيفها على الجوانب التّقنية الدّقيقة، مثل الفيزياء والطّبّ والهندسة وغيرها من العلوم، وإنّما يجب أن يمتدّ توظيفها إلى العلوم الإنسانيّة والاجتماعيّة، ولاسيما تعليميّة اللّغة.

وعلى صعيد توظيف الحاسوب في تعلم اللّغة العربيّة، يمكن أن نشير إلى مزايا وفوائد عديدة، نذكر منها:

- تنمية مهارات اللّغة العربيّة الأربع: الاستماع والكتابة والقراءة والتّحدّث، إذ تُعتبر مختبرات اللّغة من الوسائل الفعّالة التي تساعد المعلّم على تدريس المهارات اللّغويّة وتقويمها، ولاسيّما مهارتي الاستماع والمحادثة؛ حيث تحوي بعض المختبرات على برامج حاسوبيّة تمكّن المتعلّم من التّعرّف على الأصوات ثمّ ممارسة اللّفظ والتّنغيم، وذلك عن طريق تمارين خاصّة بالإصغاء والتّكرار باستخدام تقنية الكلام الرّقميّ، كما تتيح شبكة الإنترنت مواقع للتّدرّب على المحادثة بالتّواصل مع طلبة بالصّوت والصّورة من مختلف البلدان، ومناقشة موضوعات مختلفة، وتبادل الآراء معهم، بالإضافة إلى ما يوفّره التّعليم الإلكترونيّ من إمكانيّة معالجة النّصوص كالتّصحيح الفوريّ والتّدقيق الإملائيّ والتّرجمة، واستخدام أنواع الخطوط العربيّة، كما تتيح عمليّة تخزين النّصوص للمتعلّم المجال لتفحّص النّصّ الذي كتبه من جديدٍ، وإجراء التّعديلات والتّصحيحات، ممّا يحسّن أداء المتعلّمين في التّعبير والتّدقيق اللّغويّ.
- استخدام الحاسوب والإنترنت في توفير التّعلّم النّشط، الذي يعتمد على استخدام الصّوت والصّورة والحركة، ومشاهدة بعض التّطبيقات العمليّة وممارسة اللّغة.[1]
- تحسين تعلّم اللّغة العربيّة من خلال العروض الرّقميّة المتنوّعة من القصص الرّقميّة، كإعداد قصصٍ رقميّة باستخدام " photo story"، والتّعبير المصوّر، وقراءة الشّعر،

[1]- ينظر: التّعليم الإلكترونيّ للّغة العربيّة بين الواقع والمأمول، إبراهيم عبد النّور، أبحاث المؤتمر الدّولي الثّاني للّغة العربيّة ومواكبة العصر، الجامعة الإسلاميّة، المدينة المنوّرة، 2015م، ص22.

وإعداد العروض المسرحيّة المصوّرة، وتحليل النّصوص الأدبيّة، والاستماع للقصص والسّير الذّاتيّة والشّعر العربيّ.[1]

- اكتساب خبرات متعدّدة(Multiple Expertise): حيث أنّ دروس التّعليم الإلكترونيّ يمكنها الاستفادة من مزيّة المصادر المتاحة على الشّبكة، والتي وفّرها خبراء من مختلف مجالات المعرفة، فمجتمع الاتّصال الإلكترونيّ يضمّ خبراء خارجيّين ومحاضرين وضيوف، وهذا يوفّر ميزة تنوّع مصادر المعرفة والخبرة.[2]
- وفرة المصادر، من كتبٍ إلكترونيّةٍ وقواعد بياناتٍ، ومعاجم إلكترونيّة، ممّا يسهل على المتعلّم الوصول إلى المعلومة في وقتٍ وجيزٍ ودون جهدٍ كبيرٍ، وإعداد البحوث الأكاديميّة الهادفة.
- زيادة إمكانيّة الاتّصال بين الطّلّاب، وذلك من خلال سهولة الاتّصال في عدّة اتّجاهات مثل: مجالس النّقاش، والبريد الإلكترونيّ وغيرها، وهذا يحفّزهم على المشاركة والتّفاعل مع المواضيع المطروحة، وينمّي لديهم الحسّ النّقديّ، والذّوق الجمالي.

[1]- ينظر: التّعليم الإلكترونيّ للّغة العربيّة بين الواقع والمأمول، إبراهيم عبد النّور، ص22.

[2]- ينظر: التّعليم الإلكترونيّ واقع وطموح، مصطفى يوسف، ص88.

قائمة المصادر والمراجع المعتمدة في إعداد السّند البيداغوجي

قائمة الكتب:

1- أساليب الذكاء الاصطناعي في المحاسبة: استخدام نظم الخبير في قرارات الاختيارات المحاسبية، أحمد هاني بحيري حماد، كلية التجارة، جامعة الزقازيق.

2- استخدام اللّغة العربيّة في تقنية المعلومات، محمّد الحنّاش، سلسلة النّدوات، مطبعة النّجاح، الدّار البيضاء، ط1، المجلّد الأوّل، 1993م.

3- أوضح الأساليب في التّرجمة والتّعريب، فيليب صايغ، جان عقل، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، لبنان، دط، 1997م.

4- بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، عبد الرحمن الحاج صالح، دار موفم للنشر، الجزائر، 2012م، ج1.

5- البحث اللّغوي، محمود فهمي حجازي، دار غريب للطّباعة والنّشر

6- تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، مجموعة من الباحثين، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين- ألمانيا، ط1، 2019م

7- التّعليم الإلكتروني عبر شبكة الإنترنت، محمّد محمّد الهادي، الدّار المصريّة ال.لّبنانية، ط2، 2007م

8- . تعليم اللّغة اتّصاليّا بين المناهج والاستراتيجيّات، رشدي أحمد طعيمة، ومحمود كامل النّاقة، منشورات المنظّمة الإسلاميّة للتّربية والعلوم والثّقافة، دط، 2006م.

9- توظيف لسانيات المدوّنات وتنميط النصوص في إعداد البرمجيّات العربيّة الذّاتيّة، رضا الطيب الكشو، كتاب اللغة العربية والدّراسات البينيّة، الآفاق المعرفيّة والرّهانات المجتمعيّة، مركز دراسات اللغة العربيّة وآدابها، المملكة العربيّة السّعوديّة، المجلّد 1.

10- دراسات في التّرجمة والمصطلح والتّعريب، شحادة الخوري، دار طلاس للدّراسات والتّرجمة والنّشر، ط1، 1989م.
11- دراسات في اللّسانيات، ثمار التّجربة، هادي نهر، عالم الكتب الحديث للنّشر والتّوزيع، ط1، 1432هـ/2011م.
12- دراسة الصّوت اللّغوي، أحمد عمر مختار، عالم الكتب، القاهرة، دط، 1997.
13- دروس في اللّسانيات التّطبيقيّة، صالح بلعيد، دار هومة، ط3، 2000م.
14- الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، محمد علي الشرقاوي، مركز الذكاء الاصطناعي للحاسبات، ضمن سلسلة علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل، مطابع المكتب المصري الحديث، الكتاب الأول، دت.
15- الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله، آلان بونيه، تر: علي صبري فرغلي، عالم المعرفة، الكويت، دط، أبريل 1993م.
16- صناعة المعجم الحديث، أحمد عمر مختار، عالم الكتب، القاهرة، ط2، 2009م.
17- العرب وعصر المعلومات، نبيل علي، عالم المعرفة، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، دط، أبريل 1994م.
18- العربيّة وعلم اللّغة الحديث، محمّد محمّد داود، دار غريب للطّباعة والنّشر والتّوزيع، دط، 2001م.
19- قضايا أساسية في علم اللّسانيات الحديث، مازن الوعر، طلاس للدّراسات والتّرجمة والنّشر، ط1، 1988م.
20- اللّسانيّات الحاسوبيّة العربيّة، عصام محمود، الهيئة المصريّة العامّة للكتاب، ط1،2018م.
21- اللّغة العربيّة والحاسوب، دراسة بحثيّة، نبيل علي، تعريب للنّشر، د.ط، 1988.
22- اللّغة العربيّة ووسائل الاتّصال الحديثة، وليد إبراهيم الحاج، دار البداية ناشرون وموزّعون عمّان، الأردن، ط1، 2001م.
23- اللّغة والحسابيّة، كريستوفرس بتلر، ضمن الموسوعة اللّغوية، المجلّد الثّاني.

24- مبادئ الإحصاء، أحمد عبد السّميع طبية، دار البداية، عمّان، الأردن، ط1، 2007م.
25- مبادئ التّرجمة وأساسياتها، إيناس أبو يوسف، هبة مسعد، دط، 1425ه/2005م.
26- المصطلح العلمي في اللغة العربيّة، رجاء وحيد دويدي، دار الفكر، دمشق، ط1، 2010م.
27- المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، مجموعة من المؤلّفين، إعداد وتقديم: منتصر أمين عبد الرّحيم وحافظ اِسماعيلي علوي، سلسلة المعرفة اللّسانيّة بإشراف عبد القادر الفاسي الفهري، مطبعة كنوز المعرفة، ط1، 2014م.
28- مقدّمة في حوسبة اللّغة العربيّة، مجموعة مؤلّفين، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدّولي لخدمة اللّغة العربيّة، ط1، 2019، المملكة العربيّة السّعودية.
29- نظم المعلومات المحاسبيّة وتكنولوجيا المعلومات، سليمان مصطفى الدلاهمة، الورّاق للنّشر والتّوزيع، ط1، عمّان، الأردن، 2005م.

أبحاث المؤتمرات الدوليّة:

30- تطبيقات الذّكاء الاصطناعي في التعليم من وجهة نظر تدريسي الجامعة، أمل كاظم ميرة، مركز البحوث العلمية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، وقائع المؤتمر الدولي الأول للدراسات الإنسانية، الذكاء والقدرات العقلية، 18- 12- 2019م.
31- التّعليم الإلكتروني للّغة العربيّة بين الواقع والمأمول، إبراهيم عبد النّور، أبحاث المؤتمر الدّولي الثّاني للّغة العربيّة ومواكبة العصر، الجامعة الإسلاميّة بالمدينة المنوّرة، 1436ه/2015م.
32- المعاجم العربيّة الإلكترونيّة وآفاق تطويرها، عزّ الدّين البوشيخي، بحوث المؤتمر الدّولي الرّابع في اللّغة والتّرجمة، مركز أطلس العالميّ للدّراسات والأبحاث، جامعة الشّارقة، 2004م.

المجلّات العلميّة:

33- أنظمة الخبرة في الذكاء الاصطناعي وتوظيفها في التعليم والتربية، خديجة منصور علي أبوزقية، مجلات كلية التربية، ع12، نوفمبر2018م.

34- الاتجاهات العامة في الذكاء الاصطناعي، محمد زكي محمد خضر، المنشأة العامة للسمنت، نينوي، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 14، ع 1، 1985م.

35- تطبيقات الذّكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظلّ تحدّيات جائحة فيروس كورونا(Covid-19)، عبد الرزاق مختار محمود، المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية، مج3، ع4، 2020م.

36- الترجمة الآليّة الحد الوظيفي والمشكلات، علاوي الخامسة، المحتوى الرقمي باللغة العربية والبرمجيات، عدد خاص، مختبر الدراسات اللغوية في الجزائر، 2014م.

37- الترجمة الآليّة، صدّيق بسّو، مجلّة اللغة العربيّة، المجلس الأعلى للغة العربيّة، العدد 28، 2012م..

38- التّطبيقات الآليّة لمعالجة الصّوت خطوة واقعيّة لحلّ إشكاليّة التّواصل في ظلّ اللّسانيات الحاسوبيّة، زكري يمينة، مجلّة المقري للدّراسات اللّغوية النّظرية والتّطبيقية، المجلد 04، العدد 02.

39- التّعلّم الذّكي بمساعدة الحاسبة، رعد فاضل عنوان، المركز القومي للحاسبات الإلكترونية، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 25، ع 1، 30-06-1995م.

40- توظيف اللّسانيات في خدمة الدّراسات اللّغويّة العربيّة،جهود ونتائج، عبد الرّحمن حسن العارف مجلّة مجمع اللغة العربيّة، الأردن، 2007م، العدد73.

41- جودة التدقيق باعتماد الذكاء الاصطناعي -بحث تطبيقي في عينة من الهيئات الرقابية العاملة في ديوان الرقابة المالية الاتحادي-، موفق عبد الحسين محمد، سامي عنبر، مجلة دراسات محاسبية ومالية، مج11، ع 34، الفصل الأول، 2016م.

42- حوسبة المعجم العربيّ –تحدّيات وآفاق-، وسعي بشير، نتائج الفكر، مجلّة المركز الجامعيّ الصّالحي أحمد، النّعامة، الجزائر، العددان 3، 4، جوان 2018م.

43- دور الأنظمة الخبيرة في صناعة القرارات الإستراتيجية في منظمات الأعمال، أحمد شفاء، ونصيب رجب، مجلة العلوم الاجتماعية و الإنسانية، ع13، 185- 204.
44- الذّخيرة العربيّة مشروع علميّ حضاريّ، بشير إبرير، مجلّة مجمع اللّغة العربيّة بالجزائر، العدد4، عام 2006.
45- الذكاء الاصطناعي هل يمكن أن يحل محل الذكاء البشري؟، جين جليل أسطيفان، المركز القومي للحاسبات الإلكترونية، مجلّة العراقية، المجلّة الأكاديمية العلميّة، مج 25، ع 1، 30-06-1995م.
46- اللسانيات الحاسوبيّة العربيّة، الإطار والمنهج، وجدان محمّد صالح كنالي، المعهد الإسلاميّ للبحوث والتّدريب
47- اللّسانيات الحاسوبية العربيّة (المفهوم، التّطبيقات، الجدوى)، وليد العناتي، مجلّة الزّرقاء للبحوث والدّراسات، المجلّد السّابع، العدد 2، 2005م.
48- اللسانيات الحاسوبية-مطارحات نظرية- دنيا باقل، مجلّة الدراسات الأكاديميّة، المركز الجامعي آفلو، المجلّد الثاني، العدد الثاني، جوان 2020م.
49- اللسانيات الحاسوبيّة واللغة العربيّة، عز الدين غازي، مجلة الحوار المتمدّن، شبكة الألوكة، m.ahewar.org، 2006/08/11م.
50- متطلّبات التّعليم الإلكترونيّ في العمليّة التّعليميّة الجامعيّة، علي لطفي علي؛ وداود قشمر، مجلّة جيل العلوم الإنسانيّة والاجتماعيّة، العدد 28، فبراير 2017.
51- المعالجة اللغوية الآلية –مقاربة بين الذكاء الطبيعي والذكاء الاصطناعي-، عمر بلخير، وفازية تيقرشة، الممارسات اللغوية، مج10، ع3، ديسمبر 2019م.
52- المنهج الإحصائيّ ودوره في فهم الظّاهرة اللّغوية، صافية كسّاس، مجلّة اللّغة العربيّة، المجلس الأعلى للّغة العربيّة، الجزائر، العدد37، 2017م.
53- موقع المسبار والترجمة الآليّة على شبكة الإنترنت، الشّرق الأوسط، جريدة العرب الدّوليّة، العدد 8675 أغسطس 2002م.

مقرّرات دراسيّة:

54- الذكاء الاصطناعي، أحمد كاظم، كلية تكنولوجيا المعلومات، قسم هندسة البرمجيات، المرحلة الثالثة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 2012م.

55- مدخل إلى علم الإحصاء، علي بن محمّد الجمعة، مقرّر دراسيّ موجّه لتخصّص التّسويق والمحاسبة، 1428هـ، book-library.net.

المواقع الإلكترونيّة:

56- حوسبة المعجم العربيّ بين التّأسيس والتّجديد، علاء شلقامي، منتدى اللّسانيات الحاسوبيّة، 2010، takhatub.ahlamontada.com

57- شرح برنامج SPSS للتّحليل الإحصائيّ، المجلّة العربيّة للعلوم ونشر الأبحاث، 2020م، ajsrp.com.

58- علم اللسانيات الحاسوبيّة، تعريفه ومجالاته، بسّام أغبر، مدوّنات، aljazeera.net. بتاريخ: 03-07-2017م.

59- قائمة أفضل برامج الترجمة من وإلى اللغة العربية، مدوّنة ماي بيوت، www.bayut..com، اطلع عليه بتاريخ: 11 أوت 2021م.

60- اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية، خطوة باتّجاه الحل، طارق عبد الحكيم أمهان، منشورات شبكة الألوكة.www.alukah.net

61- المعجم الإلكترونيّ العربيّ، أنور الجمعاوي، العربيّ الجديد، ديسمبر 2015، www.alaraby.co.uK

62- مهارات في الحاسوب، مجدي عبد الله الوحّدي، مقرّر خاص بطلبة كليّة التّربية، www.facebook.com/22majdy.