



قوائم المحتويات متاحة على ASJP المنصة الجزائرية للمجلات العلمية
الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية
الصفحة الرئيسية للمجلة: www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/552



اللسانيات الحاسوبية ومكوناتها بين التنظير والتطبيق

Computational linguistics and its components between theory and application

إيمان جربوع¹

¹ جامعة منتوري، قسنطينة، مخبر الدراسات التراثية، الجزائر.

Key words:

Computer
Language computing
Computational
linguistics
Theoretical component
Applied component.

Abstract

Computational Linguistics is one of the latest linguistic trends in contemporary Arabic linguistics, as it takes advantage of what advanced technology provides in order to crystallize programs and systems for automatic processing of natural languages. It is an inter-science shared by the sciences of linguistics, i.e. the linguistic aspect, and computer science, i.e. the technical and informational aspect, with the aim of adapting the language in a new environment other than its environment, which is the computer.

Computational linguistics has two components; A theoretical component is concerned with the extrapolation and collection of linguistic theories to describe them to the human brain, and an applied component, which is the practical and experimental aspect, as it is concerned with the practical output of modeling human use. Based on this, this article aims to describe these two components, how they work, and their most important characteristics.

ملخص

معلومات المقال

تاريخ المقال:

الإرسال: 2023-07-27

القبول: 2024-12-28

الكلمات المفتاحية:

الحاسوب

حوسبة اللغة

اللسانيات الحاسوبية

المكوّن النظري

المكوّن التطبيقي.

تعدّ اللسانيات الحاسوبية (Computational Linguistics) من أحدث الاتجاهات اللغوية في اللسانيات العربية المعاصرة، إذ تستغلّ ما توفّره التكنولوجيا المتطورة من أجل بلورة برامج وأنظمة لمعالجة اللغات الطبيعية معالجة آليّة، فهي علمٌ بيني يتقاسمه علمان: علم اللغة أي الجانب اللغويّ اللساني، وعلم الحاسوب أي الجانب التكنولوجي التقنيّ المعلوماتي، بغرض تطويع اللغة في بيئة جديدة غير بيئتها وهي الحاسوب.

وللسانيات الحاسوبية مكوّنان؛ مكوّن نظريّ يُعنى باستقراء وجمع النظريات اللغوية لتوصيفها للدماغ البشريّ، ومكوّن تطبيقيّ وهو الجانب العمليّ التجريبيّ إذ يعنى بالنتاج العمليّ لنمذجة الاستعمال الإنسانيّ. وبناء على هذا يهدف هذا المقال إلى توصيف هذين المكوّنين وكيفية اشتغالهما وأهمّ خصائصهما.

1. مقدمة

في تحويل النصوص إلى لغات الحاسب الرقمية لتحليله، وترجمتها للغات أخرى" (علي، 1988)، أي إخضاع اللغات الطبيعية إلى لغات الحاسب الآلي وبرامجه.

ومنه يتبين لنا أن اللسانيات الحاسوبية هي اتجاه لساني جديد يعنى بتوظيف الحاسوب -بما يحتويه من عمليات حسابية وإحصائية رياضية وخوارزميات دقيقة، وما يتميز به من سعة تخزين هائلة وسرعة الإنتاج والتنفيذ- في خدمة اللغات الطبيعية.

ونظرا لحدوث هذا العلم سعى لفييف من الدارسين والباحثين لدراسته والبحث في ماهيته، فاللساني الشهير نعم تشومسكي (N. Chomsky) حاول " صياغة اللغة صياغة رياضية، وحاول إلحاق القواعد المحددة لهذه اللغة بإطار توليدي حسابي مبرمج" (عمر، 2009)، أي صياغة اللغة في قالب رياضي ليسهل على الحاسوب التعامل معها آليا وتوليدها.

أما الهدف المرجو من علم اللغة الحاسوبي فيرمي إلى "تمكين الحاسوب من معالجة اللغة معالجة آلية تكشف عن دوائر البنية الدفينة للغة، وتحدد خصائصها الآلية ذات المغزى لأمر معالجتها آليا" (علي، 1988)، إذ إن معالجة الحاسوب للغة يكشف عن خبايا اللغة ومميزاتها وخصائصها، وهذا يجعل عملية معالجتها آليا سهلة ويسيرة. كما يهدف أيضا حسب نيوقس إلى "تصميم نماذج رياضية للتراكيب اللغوية، للتمكن من معالجة اللغة آليا عن طريق الحاسب" (الغامدي، 2017)

ومن الأهداف أيضا التي تسعى الحاسوبية إلى تحقيقها ما يأتي: (زغودة، 2009)

- محاولة تلقين الحاسوب لغة بشرية تمكنه من التحوار مع مرديه شفويا وكتابيا حتى يصبح قادرا على فهم الكلام وإنتاجه وتوليده كما هو الحال بالنسبة للدماغ، فيصبح الحاسوب قادرا على محاكاة التفكير والإنجاز البشريين، وبالتالي إيجاد هياكل لبناء نظم حسابية متعددة الوسائل والأساليب لإنتاج الكلام الطبيعي.

- تعليم اللغات لأبناء اللغة ولغير أبنائها وكشف كنوزها ووضعها في منظومة شاملة.

- توفير الوقت والجهد في التحليل والإحصاء خاصة في مجال تحقيق التراث ونشره وإبائه لباسا جديدا من المناهج والنظريات الحديثة.

- الترجمة الآلية التي تؤدي إلى الخروج من العزلة والتفاعل والتحوار مع الآخرين.

وبذلك ترتبط اللسانيات الحاسوبية بجميع مجالات وفروع البحث اللساني النظرية والتطبيقية، وتسعى إلى بناء كفاءة لسانية كاملة للحاسوب - تحليلاً وتركيباً - (صوتية، صرفية، معجمية، تركيبية، نصية، دلالية، سياقية، ...)

وتجدر الإشارة إلى تعدد تسميات هذا الاتجاه اللساني نذكر

شهدت بداية الخمسينات من القرن المنصرم ولادة اتجاه لساني بيني جديد، أطلق عليه اسم "اللسانيات الحاسوبية"؛ وهو وليد التطورات التكنولوجية المتقدمة الناجمة عن جهود متفرقة من قبل لفييف من اللغويين واللسانيين الغربيين، ومنذ ذلك الحين وهو في تطور مستمر من حيث المنهج والمجالات والفروع والمكونات، هذه الأخيرة التي تميزت في تكوينين نظري وتطبيقي.

وفي هذا الإطار تتأثرت ورقتنا البحثية التي تهدف إلى توصيف هذين التكوينين وكيفية اشتغالهما وأهم خصائصهما، وتروم الإجابة عن إشكالية رئيسية مفادها: فيم تتمثل مكونات اللسانيات الحاسوبية؟ وما هي أهم خصائصها؟

وبغية الإجابة عن هاته الإشكالية قسمنا هذا البحث إلى مقدمة تليها ثلاثة عناصر رئيسية استهلكت بتحديد نظري لمفهوم اللسانيات الحاسوبية وأهدافها، ثم علاقة اللغة بالحاسوب يردفها حديث مفصل عن مكونات اللسانيات الحاسوبية (المكون النظري والمكون التطبيقي) وأهم ما يندرج ضمنهما والفرق بينهما، ثم ختمناه بخاتمة لخصت أهم النتائج المتوصل إليها.

وقبل الشروع في عرض هاته العناصر نشير إلى خلفية البحث إذ سبقت مقالنا هذا دراسات سابقة نذكر منها مقال بعنوان: "قراءة في الإسهامات اللسانية الحاسوبية العربية -آفاق ورهانات- للأستاذ سعيد فاهم منشور في مجلة دراسات لجامعة الأغواط، العدد 36 سنة 2015، وقد سلط فيه الباحث الضوء على نشأة الاتجاه اللساني الحاسوبي والملازمات التي ساهمت في تكوينه وأهم الجهود العربية في مجال اللسانيات الحاسوبية، وقد تحدث عن مكونات اللسانيات الحاسوبية بشكل مختصر فقط إذ اكتفى بتعريف موجز لهما، والأمر نفسه في مقال "دور اللسانيات الحاسوبية في خدمة اللغة العربية" للأستاذين ربيع برينيس إبراهيم بشار والذي نشر في مجلة قراءات المجلد 14 العدد 01 سنة 2022، وقد تحدث فيه الباحثان عن دور اللسانيات الحاسوبية في خدمة اللغة العربية بفضل اللسانيين العرب، واكتفيا بإشارة مقتضبة لمكونات اللسانيات الحاسوبية.

2. في تعريف اللسانيات الحاسوبية

لقد نتج عن ارتباط اللغة بالحاسوب ظهور ما يسمى بعلم اللغة الحاسوبي أو اللسانيات الحاسوبية، هذا العلم الذي اكتسح العالم نتيجة ما قدمه من تسهيلات للدارسين والباحثين وذلل صعوباتهم في تعاملهم مع اللغة، وقد ورد في معجم المصطلحات اللغوية أن اللسانيات الحاسوبية "علم يعنى باستخدام الحاسوب وتطبيق مناهج العلوم المعتمدة عليه في دراسة اللغة، ولاسيما في الترجمة الآلية، وتمييز الكلام والذكاء الاصطناعي، أي العمليات التي تقوم بها الآلة بعد تلقيها المعلومات في حقل معين" (بعلبكي، 1990)

ويذكر نبيل علي في كتابه "اللغة والحاسوب" أن علوم اللسانيات الحاسوبية هي: "علوم حديثة تستخدم الحواسيب

وهذا يدل على وجود نقاط تشابه وتوافق بين الحاسوب واللغة مما ييسر العلاقة ويعززها. إذ يقوم بالكثير من المهام التي كان يقوم بها الإنسان بدقة فائقة، وسرعة هائلة. فهو قادر على القيام بالعمليات التالية:

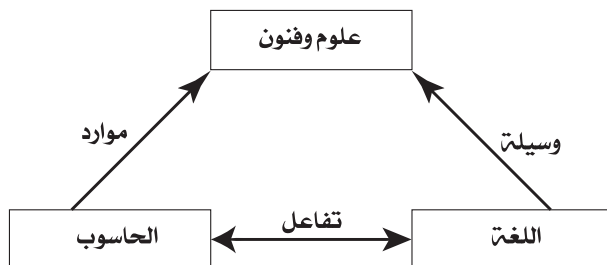
- إدخال المعلومات.
- تخزين المعلومات.
- إجراء العمليات المختلفة على هذه المعلومات.
- تحصيل النتائج.

وهذا لأن الحاسوب يتوفر على ما لا يجتمع غيره من الآلات التي ابتكرها الإنسان، فبالإضافة إلى العناصر المادية التي يتكون منها (مكونات عتاده المختلفة)، أبدع له مصمموه نموذجاً للعناصر الذهنية القابلة للبرمجة والقادرة على معالجة البيانات وتخزينها وإخراجها، ونظماً للاتصالات تمكنه من نقل وتبادل المعلومات وتكسبه خاصية الانتشار الجغرافي ليتجاوز قيود المكان التي حدت من نطاق انتشار كثير من التقنيات التي سبقته. وهو أيضاً - كاللغة - وثيق الصلة بمختلف أنواع الفنون والعلوم (علوم الطبيعة والرياضيات والمنطق ونظريات الأوتوماتيات والمعلومات والاتصالات وهندسة النظم والبيولوجيا وغيرها)، والتي تشكل روافد تصب فيه، وتندمج في إطاره كثير من التقنيات الفائقة التي ساهمت في تطوير وإنتاج عناصره الإلكترونية وغير الإلكترونية باللغة الدقيقة والتعقيد (علي، 1988).

وإذا كانت اللغة تمثل وسيلة في جميع هذه الفنون والعلوم، فإنها في علم الحاسوب أضحت تشكل وسيلة وغاية في آن، كما هو شأنها في اللسانيات؛ وعلاقة اللغة بالحاسوب عكسية تسير في اتجاهين، كالتالي:

مخطط 01

مخطط يبين علاقة اللغة بالحاسوب ومختلف العلوم والفنون



يتضح من المخطط أن اللغة تربطها علاقة تفاعلية بالحاسوب، يفيد كل منهما الآخر، ربما لدرجة التكامل.

فعند إدخال اللغة إلى الحاسوب تصبح "لغة قائمة على تفكير رياضي، يستوي في ذلك اللغات الإنسانية ولغات الحاسوب، أما اللغات الإنسانية ففيها من الظواهر الرياضية قدر غير يسير، والرياضيات ذات طابع عقلي رمزي تجريدي كما هو

منها: علم اللغة الحاسوبي، اللسانيات الآلية، اللسانيات الإعلامية، اللسانيات الرقابية...

وبما أن اللسانيات الحاسوبية تقوم على عنصرين مرتبطين هما الحاسوب واللغة فحري بنا أن نستكشف طبيعة العلاقة بينهما:

3. علاقة اللغة بالحاسوب

لقد كان من المنطقي بل من الحتمي أيضاً، أن تلتقي اللغة والحاسوب وذلك لسبب أساسي وبسيط وهو "كون اللغة تجسيدا لما هو جوهري في الإنسان، أي نشاطه الذهني بكل تجلياته، في نفس الوقت الذي يتجه فيه الحاسوب نحو محاكاة بعض وظائف الإنسان وقدراته الذهنية، متخذاً من الاعتبارات الإنسانية (الهندسة البشرية) محورا رئيسا لتصميم نظمه ومجالات تطبيقاته ومطالب تشغيله." (علي، 1988)

فمنذ ظهور الحاسوب "في أواخر الأربعينات وصلته باللغة تتوثق وتتأصل، وقد أخذت العلاقة بينهما طابعا تبادليا (علاقة هات وخذ)" (علي، 1988) فقد ساعد الحاسوب اللغويين في ترتيب مفردات اللغة وتحليلها وتنظيمها وترجمتها...

إذ برزت هذه العلاقة مبكراً مع الجيل الأول للحواسيب، عندما ظهرت الأفكار الأولى للترجمة من لغة لأخرى نهاية سنة 1946 في الولايات المتحدة الأمريكية (بونيه، 1993)، وترسخت بالأساس مع حواسيب الجيل الخامس، التي تهدف «بالدرجة الأولى إلى تطوير حاسوب لغوي في بنيته ونظمه وتطبيقاته، حاسوب ذكي قادر على التعامل اللغوي تحليلاً وتركيباً، يميز الكلام المنطوق ويولده، ويحلل النصوص ويؤلفها، منطقي ذي قدرة على توصيف المشاكل وحلها، والتأكد من صحة المعطيات، واستخلاص النتائج، والمقارنة بين بدائل القرارات واقتراح الحلول» (علي، 1988).

كان الاحتكاك الأول بين الحاسوب واللغة إذن، في اتجاه عكسي، وهو أمر طبيعي باعتبار اللغة وسيلة لجميع العلوم ومنها علوم الحاسوب، التي استفادت من اللغة في إنجاز عديد البرامج التي تعتمد على اللغة، والتمكن من إدخال النظم الكتابي ووضع نظم للإدخال والإخراج، والتطبيقات ذات الاستخدامات المتنوعة «كالتطبيقات الإدارية والمحاسبية والصناعية والطبية والعسكرية والحسابات العلمية وخلافه» (علي، 1988).

إن الذي يعيننا في هذه العلاقة (لغة/حاسوب)، هو البحث في كيفية تسخير التقنية في خدمة اللغة، أي تسليط الضوء على اتجاه واحد في العلاقة بينهما، ف«الحاسوب لا يجب، ولا يمكنه أن يغير اللغة، بل عليه أن يستغل خصائصها الكامنة وعلاقتها الدفينة لتيسير أمور معالجتها آلياً، واكتشاف طرائق جديدة لاكتساب الآلة خاصية الذكاء الاصطناعي» (علي، 1988).

فالحاسوب يحاكي العقل البشري ووظائفه ويشبهه في كثير من العمليات، ويستمد طريقة تعامله مع اللغة من الإنسان،

متميز للعقل/الدماغ، له حالة أولية (حالة الصفر) So يشترك فيها البشر جميعاً، ويختصون بها جميعاً، فيما يبدو بالنظر إلى الوجوه الأساسية، وإذا ما توفرت لهذه الملكة التجربة الملائمة، انتقلت من الحالة الأولية So إلى نوع الحالة المستقرة Ss ثابت نسبياً، تتعرض لتعديل هامشي فقط (كاستساب مواد معجمية جديدة مثلاً) وتتضمن الحالة المحصلة لغة مبنية داخلياً (فهي حالة امتلاك أو معرفة لغة خاصة مبنية داخلياً) (البهنساوي، 2004).

وهذا التفسير للكفاية اللغوية كما تتصوره النظرية التوليدية مثلاً، يمكن تطبيقه على العقل (الذهن) الإلكتروني، عن طريق وضع قاعدة بيانات لغوية مثلى، لها القدرة على القيام بمختلف عمليات التحويل اللغوية، وعلى التحديث والإضافات المستمرة.

يحدث التفاعل في اللسانيات الحاسوبية بين ركنين أساسيين، اللسانيات والحاسوبية، ويربط بينهما ركن ثالث جد مهم لمنظومتها، وهو العنصر البشري، حيث يتعامل مع هذه المنظومة فريق من المتخصصين، ينتمون لميادين بحثية مختلفة، وهم: (علي، 1988)

– الباحثون في المعلوماتية.

– الباحثون في اللسانيات.

– الباحثون في مجال علوم الحاسوب.

– الباحثون في مجال علوم المعرفة.

ومنه تبني اللسانيات الحاسوبية على ذلك، كغيرها من العلوم التطبيقية على جانبين: أحدهما تنظيري تصوّري يشمل مجموعة الأسس النظرية التي تحكمها، يرتبط بعضها باللسانيات ونظرياتها وفروعها ومستوياتها، والآخر بالحاسوبية وتقنياتها وإجراءاتها. والمكون الثاني تطبيقي، يعمل على وضع نماذج لغوية حاسوبية تحاكي ما يحصل في الدماغ البشري، فمُنْتَهَى الغاية التي تجتهد اللسانيات الحاسوبية أن تحصلها؛ هي أن تهَيء للحاسوب كفاية لغوية توازي في عمقها اللساني والمعرفي ما يتحقق للإنسان حين يستقبل اللغة ويدركها ويفهمها ثم يعيد إنتاجها وفق المطلوب.

ولحوسبة اللغة فوائد عدة ومن بين هذه الفوائد: (الحاج، 2011)

– التخاطب مع الآلة: وهذا ما شغل عقول اللغويين والمهندسين، حيث إن مخاطبة الآلة يعد تحدياً كبيراً.

– إنتاج برمجيات تقدم المعرفة بلغة الإنسان.

– التفاهم مع الحاسوب دون امتلاك مهارات وقدرات خاصة باستعماله، أو تدريب مسبق على ذلك.

– سهولة التواصل مع الحاسوب في الحصول على المعلومات والخدمات.

وتتألف مبادئ هذا العلم من "اللسانيات العامة بجميع مستوياتها

معلوم، واللغة مبنية على رموز وفيها من التجريد الذهني ما هو بين واضح لكل باحث" (استيته، 2005) وهذا يدل على أن اللغة والرياضيات علمان غير منفصلان، وأن اللغة ذات أصل رياضي، قائم على التجريد الذهني.

كما أن اللغة في كثير جوانبها تخضع للقواعد الرياضية في اشتقاقها وإحصائها.

ويستخدم الحاسوب كأداة للغة في عدة مجالات أساسية: (علي، 1987)

– الإحصاء.

– التحليل والتركيب اللغويان.

– الفهم الأوتوماتي للسياق.

– تحليل النصوص (أو النتائج اللغوي)

– ميكنة المعجم.

– الترجمة الآلية.

– تعلم اللغة باستخدام الحاسوب.

ورغم كل هذا فإن العلاقة بين اللغة والحاسوب (الآلة)، لا يمكنها – لحد الآن على الأقل – أن ترقى لمستوى علاقة اللغة بالإنسان، حيث إن الكفاءة اللغوية عادة تنهياً «بالسليقة، وتُهدَّب بالمران والدربة والتثقيف. فكيف يكون للحاسوب، وهو جهاز أصمّ مثل ما كان للإنسان؟» (وليد، 2005)، وهو الذي مُكّن – الإنسان – من قدرات إبداعية لا يُمكن أن تتوفّر للآلة، وإن وصفت بالذكاء الصناعي.

4. مكونات اللسانيات الحاسوبية المكون النظري والتطبيقي:

تُدرج اللسانيات الحاسوبية ضمن فروع اللسانيات التطبيقية، وتُعدّ من أبرز المجالات المستحدثة فيها، تجمع بين اللسانيات والحاسوبية، وهي من العلوم المعرفية التي «تشمل المنطق والرياضيات واللسانيات وعلم النفس المعرفي والذكاء الاصطناعي وعلوم الأعصاب والمعلومات وغيرها. وهذه العلوم تدرس "المعرفة" أي الكفاءة المعرفية وكيفية تنظيم المعلومات في الذهن البشري وتخزينها وكيفية اشتغالها وفهم المشكلات وحلّها واتخاذ القرارات اللازمة بشأنها ...» (العزّاوي، 2019)

وتختص اللسانيات الحاسوبية من ذلك في الجانب اللغوي، حيث يسعى الباحثون في اللسانيات مع المختصين في مجال الحاسوبية، إلى التمكن من معالجة اللغة آلياً، أين يُفترض «الانطلاق من نظرية لغوية متماسكة تتميز بوضوح المفاهيم واستقلالها وشموليتها» (صالح، 1993)، لنصل من خلالها إلى تمثّل ونمذجة ما يحدث في الدماغ البشري، وتطبيقه على الآلة لتصير لها كفاية لغوية كاملة، لها القدرة على تحليل اللغة وإنتاجها، والتواصل مع الإنسان بواسطة لغة طبيعية.

يتعلّق مفهوم كفاية اللغة (الملكة) «بالمبادئ الفطرية المحددة بيولوجياً، أو المساعدة على اكتساب اللغة. فملكة اللغة نظام

التحويلية وزعيمها نعام تشومسكي، ومع ذلك، فإن رواد اللسانيات المعرفية لا ينفون بتاتا أن جزءاً من الملكة اللغوية عند الإنسان (أو من قدرته اللغوية) هو فطري، ولكنهم ينفون أن يكون هذا الجزء منفصلاً ومستقلاً عن بقية الأجزاء والعناصر المعرفية والإدراكية الأخرى. وتقوم اللسانيات المعرفية على فرضيات أخرى، ومنها أن معرفة اللغة تنشأ من استخدامهما» (العزّاوي، 2019).

إنّ البحث في مثل هذه الإشكالات التي تطرحها النظريات اللسانية، وتسعى جاهدة إلى إيجاد حلول مناسبة لها، من شأنها أن تسهم بشكل فعال في خدمة اللسانيات الحاسوبية خصوصاً في جانبها التطبيقي، والذي بدوره سيُبين عن الثغرات التي انبثت عليها هذه النظرية أو تلك.

تتوخى كل دراسة لسانية للغة خاصّة، هدفين هما (الفهري، 1990):

— رصد مظاهر الملكة اللغوية العامّة.

— رصد الفروق النسقية بين اللغات، التي تمثّل تجسيدا للملكة الخاصّة المكتسبة.

ولتحقيق ذلك، يرى تشومسكي أنه لا بدّ من الإجابة عن ثلاثة أسئلة متعلّقة بمعرفة اللغة، أوّل سؤال، هو: ما الذي تتألف منه معرفة اللغة؟ والإجابة عنه تقدّم «عن طريق النحو التوليدي الخاص، أي النظرية التي تهتمّ بحالة العقل/الدماغ للشخص الذي يعرف لغة معيّنة» (نعوم تشومسكي، تر: محمد فتّيح، 1993)، وهو ما يعني البحث في القدرة اللغوية التي يحصلها الفرد عندما يعرف لغته، ويتمكّن من السيطرة عليها وإظهارها في شكل بنية سطحية عند أدائه للكلام، بشكل جمل وتراكيب محوّلّة عن البنية العميقة التي يتمثّلها دماغه، ويتمكّن بذلك من إبداع وإنشاء جمل جديدة لم يسمعها من قبل.

والسؤال الثاني، هو كيف تكتسب معرفة اللغة؟ أو بعبارة أخرى، هو يتساءل عن كيفية امتلاك كفاية في لغة معيّنة، وتمكّن الدماغ من معرفة لغوية خاصّة؟

والإجابة عن هذا السؤال في رؤية النظرية التوليدية، يمكن تقديمها «عن طريق تحديد سمات النحو الكلي بالإضافة إلى وصف الطرق التي تتفاعل بها مبادئه مع التجربة لتولّد لغة خاصّة: فالنحو الكلي نظرية «للحالة الأولى» Initial state للملكة اللغوية، التي تسبق أي تجربة لغوية» (نعوم تشومسكي، تر: محمد فتّيح، 1993)، فالحالة الأولى للدماغ متماثلة عند جميع البشر العاديين، قابلة ومهيأة لإدخال أي نظام لغوي صوتياً وصرفياً وتركيبياً ومعجمياً، ووجوه استعماله وأساليبه في البيان، وأحكام نظامه الكتابي أيضاً، وتكتمل بذلك للدماغ البشري الكفاية اللغوية.

ولاكتساب اللغة كما يبيّن تمام حسان ثلاث مراحل، هي على الترتيب: التعرّف والاستيعاب والاستمتاع (حسان، 1984)، والتجربة اللغوية هي التي تمكّن من إدراك العناصر اللغوية،

التحليلية، الصوتية، النحوية، والدلالية، ومن علم الحاسبات الإلكترونية (الكمبيوتر)، ومن علم الذكاء الاصطناعي، وعلم المنطق ثم علم الرياضيات حيث تتناسق هذه الفروع وتتألف لتشكل مبادئ علم اللسانيات الآلي» (العارف، 2007)

1.4 المكوّن النظري (اللسانيات الحاسوبية النظرية)

ويمثّل الجانب النظري من اللسانيات الحاسوبية؛ يهتمّ بـ«قضايا في اللسانيات النظرية، تتناول النظريات الصورية للمعرفة اللغوية التي يحتاج إليها الإنسان لتوليد اللغة وفهمها» (وليد، 2005). فهو يعنى بمعرفة الإطار النظري العميق الذي يعمل في الدماغ البشري لحلّ المشكلات الخاصّة باللغة، لنفترض من خلال هذا الإطار الكيفية التي يُمكن أن يعمل بها الحاسوب (الدماغ الإلكتروني) في معالجته للغات الطبيعية.

ولعلّ من أبرز النظريات اللسانية التي اهتمّت بذلك وحاولت تقديم تفسيرات لآلية عمل الدماغ، البنية السلوكية والتوليدية التحويلية والنظرية المعرفية. وتقوم هذه الأخيرة — وهي من أحدث النظريات اللسانية — على مبدئين رئيسيين، هما: (العزّاوي، 2019)

— عدم استقلال التركيب عن الدلالة.

— عدم استقلال اللغة عن الذهن والعالم.

فاللغة كنظام لا يقتصر فيها التفاعل بين العناصر الداخلية فحسب (صوتية وصرفية وتركيبية)، ومستعمل اللغة له القدرة على التمييز بين جملتين من قبيل:

— فهم الطالب الدرس.

— فهم الدرس الطالب.

والتغيير في رتبة العناصر (الطالب، الدرس)، لا يؤثر في إدراكه ثبوت دلالتها العامّة، أو فسادها في حالة رفع (الدرس) ونصب (الطالب)، فالتركيب السليم لعناصر اللغة لا ينفصل عن دلالتها التي تبين عن غرض المتكلم، لذلك فعملية إنتاج اللغة تتطلب تنسيقاً وظيفياً عصبياً بين مناطق متعدّدة من المخ (تفكير، ذاكرة، ذكاء، تركيز...)، كما أنّ كفاءة أداء التركيب اللغوي والمعنى المقصود يرتبط بالعناصر المرتبطة بالموقف الخارجي (الكلام الفعلي، طبيعة المتحدثين، طبيعة الأشياء المتحدّث عنها، الأفعال المصاحبة للكلام، زمن الكلام).

يتبيّن من هذا التمثيل البسيط أن عملية نمذجة اللغة ومعالجتها وتحليلها آلياً ليست بالأمر الهين، حيث تتطلب المزيد من البحث في الجانب النظري لسانياً وعصبياً وحاسوبياً بالخصوص، حتّى يتمكّن الحاسوب من استعمال اللغة بشكل طبيعي كما هو الحال عند الإنسان.

لذلك نجد اختلافات وتباينات في تفسير الكفاية اللغوية، فهي بالنسبة للنظرية اللسانية المعرفية، كما بيّنّا، غير مستقلة، ترتبط بالدلالة والوظائف العصبية الداخلية والعوامل الخارجية، وهذا «يناقض ما تذهب إليه اللسانيات التوليدية

4. 2. المكوّن التّطبيقي (اللّسانيّات الحاسوبية التّطبيقية):

يمثّل الجانب التّطبيقي من اللّسانيّات الحاسوبية: وقد أولى «عنايته بالنّاتج العملي لنمذجة الاستعمال الإنساني للغة، وهو يهدف إلى إنتاج برامج ذات معرفة بالغة الإنسانيّة. وهذه البرامج ممّا تشدّد الحاجة إليه من أجل تحسين التّفاعل بين الإنسان والآلة» (وليد، 2005). بالتّالي فهو يهتمّ بدراسة الجوانب الحاسوبية الإجرائية لمعالجة اللّغة، والتي تمكّن الحاسوب من إنجاز مهام لغوية بالشكل الذي تتمّ به في الدّماغ البشري، ولعل أبرز هذه المهام هي: (السعيد، 2019)

- تحليل اللّغة واكتسابها آلياً (تحليل الصّوت والحرف والكلمة والجملّة والنّص).

- توليد اللّغة (كلمات وجملًا وعبارات تحمل دلالة).

- فهم اللّغة.

والتّفاعل الطّبيعي بين الإنسان والحاسوب هو غاية الذّكاء الاصطناعي، الذي يصبو إلى تحقيق التّواصل الكامل بين الإنسان والآلة كالذي يتمّ بين الإنسان والإنسان، وهو ما يبيّن ضرورة الموارد المعجمية في إنجاز تحليل الجوانب المرتبطة بالدّلالة ابتداءً بالكلمة ثمّ الجملّة فالنّص (السعيد، 2019).

ولذلك فإنّ المكوّن التّطبيقي للّسانيّات الحاسوبية يبحث بالأساس في مستوى برامج النّظم ومستوى البرامج التّطبيقية التي تحتاجها معالجة اللّغة آلياً، إضافة للمعلومات والموارد اللّسانية الضّروية لذلك.

فنحن نتعامل هنا مع مجموعة من المصطلحات والمفاهيم الحاسوبية بالأساس، مثل: نظم التّشغيل، البرامج أو البرمجيات، لغات البرمجة، البرامج التّطبيقية، ..

والتي سنوضحها بشكل مختصر فيما يأتي:

1.2.4 تعريف نظم التّشغيل

يعرف نظام التّشغيل (Operating System) بأنه "برنامج يدير/ يشغل عتاد الحاسوب بحيث يوفر البرمجيات والتّطبيقات الضّروية لتّشغيل هذه العتاديات، كما يعمل كوسيط بين المستخدم والحاسوب، بحيث يسمح للمستخدم باستثمار موارد الحاسوب (الذاكرة ووحدة المعالجة بشكل رئيسي) وتطبيقاته" (دحروج، 2018)

حيث يدير نظام التّشغيل ذاكرة الحاسوب والعمليات التي تُجرى عليه؛ ودونها لا يكون للحاسوب أية فائدة، فالحاسوب يحتاج لنظام تشغيّل لكي يشغل بشكل صحيح و كامل، وقد عرفت أنظمة التّشغيل تطوّرًا كبيراً مع مرور الزمن، ويعد نظام الويندوز (Windows Microsoft) من أشهر أنظمة

والتّفريق بينها، وربط كل عنصر منها بوظيفة خاصّة (حسان، 1984)، وبذلك تُميّز عناصر البناء اللّغوي، وتُحدّد المستويات اللّغوية المختلفة، وتظهر إمكانيّة التّداخل فيما بينها، بالشكل الذي يوضّحه الجدول التّالي (*) يشير الرّمز إلى تعامل الفرع اللّغوي مع عنصر البقاء (علي، 1988):

جدول 01:

جدول يوضح تداخل العناصر اللغوية

المستوى اللّغوي	عناصر البناء				
	الفونيم	المورفيم	الكلمة المفردة	الكلمة المركّبة	الجمل
الصّوتيات	*	*	*	*	*
الصّرف		*	*	*	
النّحو			*	*	*
الدّلالة	*	*	*	*	*

هذه الكفاية اللّغوية التي يكتسبها الإنسان بعد الحالة الأولى الفطرية، ويكتسبها الحاسوب بعد إرساء قاعدة للبيانات بنظام اللّغة وخواصّه، سوف تقودنا لطرح السّؤال الثالث، وهو:

— كيف تُستخدم معرفة اللّغة؟

والإجابة عنه يمكن أن تكون "نظرية عن الكيفية التي تتدخل بها معرفة اللّغة المحصّلة بصورة رئيسية في التّعبير عن الفكر وفهم العيّنات الماثلة للغة، وبصورة ثانوية في التّواصل واستخدامات اللّغة الأخرى الخاصّة" (نعوم تشومسكي، تر: محمّد فتّيح، 1993)

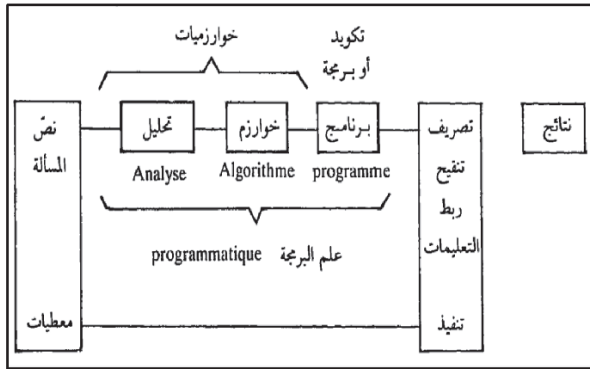
تبين لنا هذه المراحل الثلاث للكفاية اللّغوية (المرحلة الأولى الفطرية، الاكتساب ثمّ الاستعمال اللّغوي)، كيفية نمذجة عمل الدّماغ البشري وتطبيق ذلك على الدّماغ الإلكتروني، الذي سيجد لا محالة صعوبة في تمثّل المرحلة الأخيرة بالخصوص، وهو ما يتطلّب من الباحثين إيجاد نظريات تفسّر آلية استخدام الدّماغ للمعرفة اللّغوية ومحاولة تطبيقها على الآلة، بما يمكنها من التّواصل باللّغة الطّبيعية.

ونخلص مما سبق أن الجانب النظري لمجال اللّسانيّات الحاسوبية هو عبارة عن استقراء وجمع النظريات اللّغوية لتوصيفها للدّماغ البشري، وذلك بمحاولة معرفة ومحاكاة كيفة عمل الدّماغ البشري وتعامله مع الكفاءة اللّغوية في إطار رمزي منطقي لتهيئتها للحاسوب فيما بعد في توصيفات رياضية، فهي تستمد من اللّسانيّات هذه النظريات الصورية التي تكون الكفاية والمعرفة اللّغوية للإنسان أي مجموع القواعد والقوانين التي يبين عليها الإنسان بغيته ويفهمها ويولد منها معطيات ونماذج لغوية.

وتتم عملية البرمجة بمراحل يوضحها المخطط التالي:

مخطط 03

مخطط : يوضح مراحل عملية البرمجة



وتعدّ عملية البرمجة كما تظهر من المخطط أعلاه معقّدة، إذ تمرّ بمراحل أبرزها مرحلتا التحليل ثمّ التفسير (بواسطة لغة خاصّة بالبرمجة)، والبرنامج يُكتب بلغة اصطناعية شكلية محدّدة، وللافتقال من عرض المسألة المراد معالجتها إلى صياغة البرنامج المطلوب، يجب: (الحسيني، 1988)

- حل المسألة

أي إيجاد مخطط للحساب، بدءاً بالمعطيات المعروفة التي يقوم بإدخالها المبرمج أو المحلّل (عملية التحليل) وصولاً إلى صياغة الخوارزم (algorithm) أو السياق البياني (organigram).

- صياغة الحل: أي تحديده بواسطة لغة مقبولة.

نجد أنّ التعامل مع الرياضيات الخوارزمية (ALgorethm) يشكّل حلقة الوصل في عملية البرمجة، حيث تتوسّط مرحلتا التحليل للمعطيات وصياغة الحلّ، والخوارزم: «هو عبارة عن مجموعة من الأوامر أو الأفعال. هذه المجموعة هي مركّبة وإنشائية، لأنّ ترتيب الأفعال والأوامر بداخل الخوارزم هو أساسي ويحدّدها مسار سير المعلومات والنتائج الجزئية والنهائية» (الحسيني، 1988).

وتجدر الإشارة إلى أن تسمية الخوارزمية تعود إلى ق19م نسبة إلى العالم العربي جعفر بن موسى الخوارزمي، الذي برز في علوم الرضيات والفلك، فهو أول من وضع مبادئ علم الجبر والحساب، وارتبطت الخوارزمية حالياً ببرمجة الحواسيب الإلكترونية.

وللخوارزمية شروط وخصائص يمكن إيجازها فيما يأتي: (الحناش، 2002)

أ. المدخلات (Input)

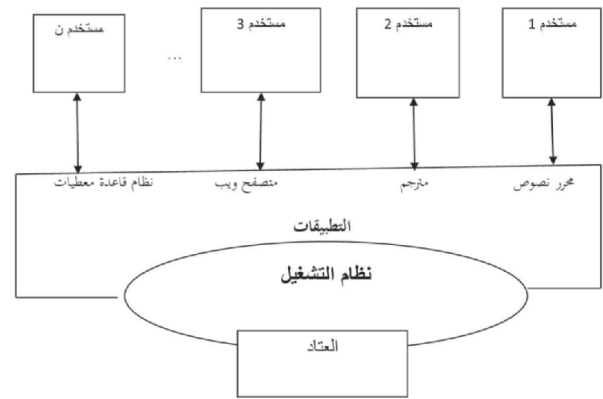
ويجب أن تعرض القيم التي تحتاجها كمدخلات، صفر أو أكثر.

الحواسيب منذ ظهور الحاسوب.

ويمثل الشكل الآتي بنية توضيحية للنظام الحاسوبي، ويبيّن تموضع نظام التشغيل ضمن تلك البنية:

مخطط 02

مخطط: يوضح تموضع نظام التشغيل ضمن بنية النظام الحاسوبي



يتولى نظام لتشغيل مهمة الإشراف والمراقبة وتوفير البيئة الملائمة للتطبيقات والمستخدمين لكي ينفذوا أعمالهم، ويستثمروا موارد الحاسوب، وهي تشمل وحدة المعالجة المركزية، والذاكرة وتجهيزات الدخل / خرج وغيرها، في حين تعبر التطبيقات عن الأدوات التي يستخدمها المستخدمون لاستثمار الموارد (دحروج، 2018).

2.2.4 تعريف البرمجيات

إنّ البرمجيات عبارة عن مجموعة من التعليمات التي توجّه الحاسب نحو «معالجة البيانات بالشكل الذي تريد. في معظم الحالات كلمة برمجيات وبرامج متداخلة (Interchange)، ويوجد نوعان رئيسيان من البرمجيات: البرمجيات التطبيقية وأنظمة التشغيل» (عبدالله، 1999)، تُعنى هذه الأخيرة بتشغيل الحاسوب في عمومته والتحكّم في مختلف عناصره الأساسية وملحقاته، فهي بمثابة عنصر الإدارة بالنسبة لمنظومة الحاسوب، تحدّد أولويات تنفيذ المهام فيها، وتوزّع مواردها بين الواجبات البرمجية المختلفة (علي، 1988)، ومن ثم فالبرمجة هي عملية تقسيم مهمة معينة يراد تنفيذها عبر الحاسوب إلى أجزاء صغيرة ومتراكبة وقابلة للتنفيذ بأوامر بسيطة، بعد ذلك، يجري كتابة هذه الأوامر والتعليمات بإحدى لغات البرمجة، والتي هي وسيلة للتخاطب مع الحاسوب (أيّمش، 2023) فهي الوسيلة الوحيدة للتعامل مع الحاسبات الآلية.

ومن بين البرمجيات التي تتحكّم فيها تلك البرمجيات التطبيقية المتعلقة باللغة، وهي التي تعيننا بشكل مباشر في اللسانيات الحاسوبية، كونها تقضي إلى ناتج عملي لنمذجة اللغة.

بد المخرجات (Output)

Drivers أو Routines Input/output وما شابه ذلك.

- **مستوى برامج النظم:** مثل نظم التشغيل Operating Systems، ولغات البرمجة ومترجماتها Compilers، ونظم إدارة قواعد المعطيات DBMS أو النظم متعددة الأنماط الحديثة Multimodal systems أو نظم الاتصالات الحاسوبية.

فاللغات الحاسوبية بمكوناتها النظرية والتطبيقية تقوم على تصور نظري يتخيل الحاسوب عقلاً بشرياً، محاولة استنكاه العمليات العقلية التي يقوم بها العقل البشري لإنتاج اللغة وفهمها وإدراكها (العناني، 2003) ومنه يتضح لنا أن منظومة اللغات الحاسوبية تتطلب مكونات نظرية وأخرى تطبيقية، تقوم على نوعين من الموارد: منها ما هو مادي كالعتاد الحاسوبي والعنصر البشري، وآخر معرفي عملي كالبرمجيات والتطبيقات.

3.2.4 : لغات البرمجة

معلوم أن البرمجة هي وسيلة التواصل مع الحاسبات الآلية، ويكون ذلك عن طريق لغة معدة مسبقاً لهذا الغرض، ولا يمكن التواصل مع الحاسبات إلا بهذه الطريقة.

فللبرمجة لغات (اصطناعية) عدة تستخدم رموزاً يتعامل معها المبرمج وتفهمها الآلة «فهناك لغات تلائم التطبيقات ذات الطابع التجاري (مثل لغة "الكوبول")، وهناك لغات مصممة أصلاً للحاسبات العلمية والهندسية (مثل "الفورتران")، وبعضها مصمم أصلاً لنظم معالجة اللغة آلياً (مثل لغة "ليسب" و"برولوج")» (علي، 1988).

ومن حيث المستوى هناك نوعان (دخروج، 2018) من لغات البرمجة اللغات منخفضة المستوى واللغات عالية المستوى. ترتبط عادة بلغة المجمع وتستخدم رموزاً تمثل عمليات الحاسوب، ويتوجب ترجمة كافة الرموز المكتوبة بلغة المجمع إلى لغة الآلة الممثلة بترميز خاص، وسلاسل ثنائية (مؤلفة من 0 و 1) تجري عملية الترجمة باستخدام برامج خاصة تدعى المجمعات.

أما اللغات البرمجية عالية المستوى فتكون مستقلة عن العتاد الصلب، بحيث تجري كتابة البرامج بتعليمات وعبارات مشابهة للغة الانجليزية، ويتوجب ترجمة كافة النصوص المكتوبة بلغة برمجة عالية المستوى إلى لغة الآلة الممثلة بثنائية (مؤلفة من 0 و 1)، تجري عملية الترجمة باستخدام برامج خاصة تدعى المترجمات.

وهناك لغات برمجة خاصة كلغة التعامل مع الروبوت، وتختلف لغات البرمجة أيضاً من حيث الإمكانيات البرمجية التي تتيحها للمبرمج لصياغة أفكاره في أقل عدد من التعليمات، وكذلك الوسائل الخاصة باختيار البرامج وتصويبها من الأخطاء Debugging وتوثيقها وهلم جرا. (علي، 1987)

فلغات البرمجة تمثل حلقة الوصل بين المبرمج والتفاصيل الداخلية لأنظمة الحواسيب.

توضح الخوارزمية النتائج الفعلية المتوقعة من تطبيقها، وتكون قيمة واحدة على الأقل.

ج - **الوضوح (Definiteness)** لابد أن تكون كل خطوة في الخوارزمية واضحة المعاني وغير غامضة، أي لابد أن تفهم من الجميع.

د - **المحدودية (Finiteness) :**

فكل خطوات الخوارزمية يمكن حلها في فترة زمنية محددة،، فمثلاً عبارة "قسم الرقم 10 على 3 بدقة عالية" غير محدودة ولا يمكن أن يسمح بها داخل البرنامج. (طعمة، 2019)

هـ - **المحلولة (Effectiveness) :**

فلا بد أن تكون كل خطوة في الخوارزمية ممكنة الحل أو الفعالية فعبارة 0/3 لا يمكن حلها أبداً.

-أنواع الخوارزميات:

يمكن حصر أنواع الخوارزميات في نوعين رئيسيين هما: (عطية، 2019)

1. **الخوارزميات الحسابية**

وتطلق على تلك الخوارزميات التي تتعامل مع الحسابات الرياضية، ولا يمكن أن تسمى أي عملية حسابية رياضية إلا إذا اقترنت بتسلسل في تنفيذ عملياتها، تبدأ من المدخلات وصولاً إلى المخرجات أو حل المسألة.

2. **الخوارزميات غير الحسابية**

وهي أكثر الخوارزميات استخداماً، ومنها تلك التي تقوم بمعالجة النصوص، وتخزين المعلومات واستعادتها وإدارة قواعد البيانات، والمساعدة في اتخاذ القرار في جميع نواحي الحياة، فالخوارزمية التي تقوم لتدقيق الإملائي لنص ما هي خوارزمية غير حسابية.

أما في مجال معالجة اللغة فيجب أن تكون النتائج النهائية مماثلة لتلك التي نجدها لدى الإنسان تنطلق من القواعد البسيطة إلى القواعد المعقدة ثم إلى القواعد الأكثر تعقيداً.

يركز المكون التطبيقي من اللغات الحاسوبية إذا؛ على كل العمليات التي تتم بالحاسوب والمتعلقة باللغة بشكل أو آخر، والتي تمر في عمومها بثلاثة مستويات أو مراحل (مدخلات، برامج، مخرجات)، يتم في كل منها التفاعل بين اللغة والآلة، وكمثيل على ذلك يمكن أن نذكر مستويات تعامل الحرف العربي المكتوب أو المنطوق مع الأجهزة والمعدات، والتي تكون كالتالي: (مراياتي، 1996)

- **مستويات الدخول والخروج:** كالترقييس للحروف والحركات وللوحات المفاتيح، وترميز الحروف على كافة المستويات، وتصميم وترقييس برامج تسيير الطرفيات الحاسوبية، أي

البرامج التطبيقية

هي برامج تنفذ مهام محددة أعدت من أجلها و هي نوعان: (الخطيب)

أ. برامج معدة مسبقاً بواسطة بيوت الخبرة وهي برامج تقوم بمعالجة البيانات حسب الاحتياج والاستخدام

ومن أشهر هذه البرامج: تطبيقات جاهزة مثل برامج مايكروسوفت أوفيس :

- برامج معالجة النصوص مثل: Word Microsoft.

- برامج الجداول الإلكترونية مثل: Excel Microsof.

برامج العروض مثل: Microsoft Power Point

- برامج قواعد البيانات مثل: Access Microsoft

- برامج الرسوم مثل Photoshop Adobe.

- برامج الوسائط المتعددة.

بد البرامج الخاصة المعدة بواسطة المستخدم أو شركات البرمجة لعمل خدمة معينة لمؤسسة أو منشأة مثل: برامج شئون الطالب و حسابات البنوك و المحاسبة و حجز تذكار الطيران والعقارات وغيرها من التطبيقات.

إن هذه المصطلحات الحاسوبية أضحت ضرورية في التعامل مع معالجة اللغة حاسوبياً فلولها لن تحوسب اللغة و لن تدخل ضمن الحاسوب، وهو ما يبرز العلاقة الوطيدة التكاملية بين الحاسوبي واللساني، فاللسانيات الحاسوبية تتطلب تظافر جهد كل من اللغوي و المختص في الإعلام الآلي ؛ فاللغوي يقدم كل ما يتعلق باللغة بمستوياتها المعجمية والصوتية والصرفية والنحوية والدلالية للحاسوبي الذي بدوره يقدم كل ما يتعلق بالحاسوب ونظم تشغيله وبرامجه وخوارزميات تحول المضردات إلى رموز يفهمها الحاسوب.

صفوة القول

في نهاية هذا البحث يمكننا القول إن:

- اللسانيات الحاسوبية هي اتجاه لساني جديد يعني بتوظيف الحاسوب -بما يحتويه من عمليات حسابية وإحصائية رياضية وخوارزميات دقيقة، وما يتميز به من سعة تخزين هائلة وسرعة الإنتاج والتنفيذ- في خدمة اللغات الطبيعية.

- هناك علاقة وطيدة بين اللغة والحاسوب؛ فالحاسوب منذ ظهوره وعلاقته تتزايد مع شتى مناحي الحياة واللغة إحدى هذه المناحي، وقد أضحت الربط بين اللغة والحاسوب ومعالجة اللغات آلياً إحدى مظاهر التطور والارتقاء باللغات الإنسانية وانتشارها عالمياً.

- للسانيات الحاسوبية مكونان متكاملان، لا يستقل أحدهما عن الآخر أولهما نظري يعني بالتعرف على كيفية اشتغال

الدماغ الإلكتروني، وثانيهما تطبيقي يعني بتجديد ذلك العقل للوصول إلى حلول لمعالجة القضايا والمشكلات اللغوية، مما يدعم ضرورة الالتقاء والتلاقح الفكري بين اللسانيين والحاسوبيين والاتحاد فيما بينهم، بغية الوصول إلى نتائج تساعد في تذليل الصعوبات وحل المشكلات التي تصادف حوسبة اللغات الطبيعية.

تضارب المصالح

يعلن المؤلف أنه ليس لديه تضارب في المصالح.

- قائمة المصادر والمراجع

- أبوبكر عزّاوي، اللغة العربية والدلالة المعرفية، الفضاء في اللغة نموذجاً، (2019)، ج 1، ضمن كتاب: حيدر غضبان، اللسانيات العربية رؤى وآفاق، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط 1.

- آلان بونيه: الذكاء الاصطناعي - واقع ومستقبله - (1993)، تر: علي صبري فرغلي، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، عدد 172

- تمام حسان، التمهيد في اكتساب اللغة العربية لغير الناطقين بها، (1984)، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، ط 1.

- حسام البهناوي، نظرية النحو الكلي والتراكيب اللغوية العربية (دراسات تطبيقية)، (2004)، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، مصر، ط 1.

- رموز الخطيب: البرمجة مقدمة (مفاهيم أساسية)، على الرابط <https://hama-univ.edu.sy/newsites/technology/wp-content/uploads/201811/lec1-C.pdf>، 13.30، 2023-07-25، شوهد يوم 2023-07-25.

- رمزي منير بعلبكي: معجم المصطلحات اللغوية، (1990)، دار العلم للملايين، ط 1.

- زهير دحروج: مقدمة في البرمجة، (2018)، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، سوريا.

- سمير شريف استيته: المجال، الوظيفة، المنهج، (2005)، عالم الكتب الحديث، الأردن، ط 1.

- عبد الحسن الحسيني، الخوارزميات والبرمجة الإنشائية بلغة باسكال، (1988)، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، ط 1.

- عبد الرحمان بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية "جهود ونتائج"، (2007)، مجلة مجمع اللغة العربية، العدد 73، الأردن.

- عبد الرحمن الحاج صالح، (1993) منطق النحو العربي والعلاج الحاسوبي للغات، مجلة التواصل اللساني، جامعة فاس، المغرب، سلسلة الندوات (استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات)، ط 1، مجلد 1.

- عبد القادر الفاسي الفهري، البناء الموازي، نظرية في بناء الكلمة وبناء الجملة، (1990)، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، المغرب، ط 1.

- عبد العاطي هواري، الموارد المعجمية العربية الحاسوبية، في كتاب: محسن رشوان والمعتز بالله السعيد، الموارد اللغوية الحاسوبية، (2019) مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط 1.

- عبد الله أحمد: الدليل الشامل لأساسيات الحاسوب والمعلوماتية، (1999)، دار الرضا للنشر، القاهرة، مصر، ط 1.

- محمد الحناش: اللغة العربية والحاسوب - قراءة سريعة في الهندسة اللسانية، (2002) جامعة الإمارات العربية، الإمارات.

- محمد مراياتي: تعامل الأجهزة والمعدات مع الحرف العربي، (1996)، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس،

-
- نبيل علي: اللّغة العربيّة والحاسوب، (1988) مؤسّسة تغريب، الكويت، د.ط.
- نبيل علي: العرب وعصر المعلومات، (1987)، المجلس الوطني الثقافي للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
- نعوم تشومسكي، المعرفة اللّغويّة، طبيعتها وأصولها واستخدامها، (1993)، تر: محمّد فتّيح، دار الفكر العربي، مصر، القاهرة، ط1.
- وليد، العناتي، اللسانيات التطبيقية وتعليم اللغة العربية لغير الناطقين بها، (2003)، دار الجوهرة للنشر، عمان، ط2.
- وليد أحمد العناتي، اللسانيات الحاسوبية العربيّة (المفهوم، التّطبيقات، الجدوى)، (2005)، مجلة زرقاء للبحوث والدراسات، مج7، ع02.
-

- كيفية الإستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA

إيمان جربوعّة، (2025)، اللسانيات الحاسوبية ومكوناتها بين التنظير والتطبيق، مجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية، المجلد 17، العدد 01، جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف، الجزائر، ص: 25-34