The Language System in Cognitive Science: Framing and Computation From the Human Mind to the Computational Mind

Kaddouri Abdelmajid, Boutayeb Abdelhaq

Université Hassan 2 Casablanca, Morroco

Université Moulay Ismail, Morroco

abdelmajid.kaddouri-etu@etu.univh2c.ma

abd.boutayeb@edu.umi.ac.ma

Abstract: The cognitive revolution brought by modern linguistic theories has compelled researchers to explore increasingly complex issues concerning the mental processes involved in language, often situated at the intersection of multiple disciplines. In the current era, where technological sciences dominate and serve as a driving force for the advancement of all human sciences, a new interdisciplinary field has emerged—one that bridges linguistics and computer science. This study addresses the central problem of how the language system in the human mind can be logically and formally represented for computational purposes. The objective of this paper is to examine the modular and computational structures of language from the perspective of cognitive sciences, focusing on the phonological lexicon, morphological lexicon, and lexical semantics. The study employs a qualitative-descriptive method, with a theoretical analysis approach that synthesizes concepts from linguistics, cognitive psychology, and computer science. The findings demonstrate that the construction of a computational mental lexicon enables the standardization of linguistic data in computer memory and facilitates the automation of language processing across linguistic levels. The main contribution of this research lies in offering a conceptual framework for building natural language processing systems grounded in cognitive and linguistic principles. Such systems not only simulate how humans perceive, store, and produce language but also bring us closer to modeling a computational theory of mind. This reinforces the strategic role of linguistics in the digital age and its vital relevance in advancing intelligent language technologies.

Keywords: ***Mental Lexicon; Theory of Mind; Lexical Perception; Language Computation; Automated Standardization; Computational Mind***

Abstrak: *Revolusi kognitif dalam kajian linguistik modern telah mendorong para linguis untuk menghadapi persoalan-persoalan kompleks seputar proses kognitif bahasa yang melibatkan integrasi multidisipliner. Di era dominasi ilmu teknologi, keterkaitan antara ilmu bahasa dan ilmu komputer melahirkan cabang keilmuan baru yang berinteraksi erat dengan kecerdasan buatan. Kajian ini mengangkat persoalan tentang bagaimana sistem bahasa dalam pikiran manusia dapat direpresentasikan secara formal dan logis untuk diproses secara otomatis oleh mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis modularitas dan komputasi dalam sistem bahasa dari perspektif ilmu kognitif, khususnya pada tiga ranah utama: leksikon fonologis, leksikon morfologis, dan semantik leksikal. Metode yang digunakan bersifat kualitatif-deskriptif dengan pendekatan analisis teoritik berdasarkan sintesis lintas bidang antara linguistik, psikologi kognitif, dan ilmu komputer. Hasil kajian menunjukkan bahwa penyusunan leksikon mental komputasional memungkinkan perumusan sistem representasi bahasa dalam memori komputer*

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

secara terstandar. Leksikon ini dapat digunakan untuk mengotomatisasi pemrosesan bahasa pada berbagai tingkatan linguistik. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan kerangka kerja konseptual bagi pengembangan sistem kecerdasan buatan berbasis bahasa alami, yang tidak hanya mencerminkan proses linguistik manusia, tetapi juga mendekati prinsip kerja pikiran manusia dalam memahami, menyimpan, dan memproduksi bahasa. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat posisi linguistik dalam era digital sebagai ilmu yang strategis untuk pengembangan teknologi bahasa.

Kata Kunci: Leksikon Mental; Teori Pikiran; Persepsi Leksikal; Komputasi Bahasa; Standarisasi Otomatis; Pikiran Komputasional

المقدمة

أحدثت النظريات اللسانية الحديثة ثورة معرفية في مجال البحث اللساني، دفعت الباحثين إلى خوض إشكالات معقدة تتقاطع فيها تخصصات متعددة. فقد أصبحت الحدود بين العلوم أكثر مرونة، ما أتاح تكاملاً معرفياً، لا سيما بين العلوم الإنسانية والعلوم التكنولوجية. ولم تعد التكنولوجيا مجرد أداة، بل أصبحت محورًا جوهريًا تدور حوله باقي العلوم وتتطور به، ما أدى إلى بروز علم جديد يجمع بين اللسانيات وعلوم الحاسوب، خاصة في إطار الذكاء الاصطناعي.

يهتم هذا المجال التداخلي الناشئ بتمثيل اللغة في الذهن البشري، والسعي إلى هندسة نظام حاسوبي لمعالجة اللغة انطلاقًا من تصور منطقي صوري. وتُعنى العلوم المعرفية بدراسة آليات عمل الذهن البشري واستكشاف مسارات معالجة اللغة فيه، من الاكتساب إلى الإدراك، عبر نماذج علمية تدمج بين علم النفس واللسانيات وطبيعة الإنسان المعرفية. وقد أسفر هذا التداخل عن إشكالات معرفية عميقة لا تزال محل بحث متقدم بفعل التطورات السريعة في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

تكمن إشكالية هذا البحث في العلاقة بين القالبية والحوسبة داخل النظام اللغوي، وخصوصًا في ما إذا كان بالإمكان تمثيل هذا النظام الذهني تمثيلًا صوريًا يمكن برمجته داخل ذاكرة الحاسوب. وينطلق هذا من تصور نظام لغوي حاسوبي قادر على معالجة المستويات الصوتية والصرفية والدلالية بشكل تلقائي ودقيق.

من الدوافع الرئيسة لهذا البحث ما تطرحه مسألة المعجم الذهني من غموض مستمر. فبينما تناولت الدراسات السابقة في اللسانيات المعرفية وعلم النفس اللغوي قضايا الولوج

المعجمي والتمثيل الدلالي والمعالجة الصرفية، إلا أنها غالبًا ما تناولت هذه القضايا بمعزل عن إمكانات النمذجة الحاسوبية الكاملة. كما أن العديد من هذه النماذج تعاملت مع الوحدات المعجمية ككيانات مستقلة وخالية من السياق.

علاوة على ذلك، اتسمت الكثير من النماذج السابقة بعدم أخذها لطبيعة اللغة بوصفها نظامًا ديناميكيًا وسياقيًا. إن معالجة اللغة داخل الذهن ليست عملية خطية، بل شبكة معقدة من التفاعلات المعرفية الحساسة للسياق. ومن هنا تنبع الحاجة إلى نماذج تتجاوز البنية السطحية للغة نحو محاكاة آليات المعالجة العميقة كما تتم في الذهن البشري.

تتمثل الفجوة البحثية في غياب نماذج شاملة توحد الجوانب الصوتية والصرفية والدلالية ضمن إطار حوسبي يعكس حقيقة العمليات الذهنية. فعلى الرغم من التقدم في تقنيات المعالجة الطبيعية للغة، إلا أن كثيرًا من الأنظمة ما تزال تعتمد على مؤشرات سطحية دون فهم معمق لبنية المعجم الذهني.

يطرح هذا البحث فرضية جديدة مفادها أن المعجم الذهني البشري لا يتكون فقط من وحدات معجمية مستقلة في الشكل والدلالة، بل يتشكل ضمن نسق تفاعلي يجمع بين المعطيات الصوتية والصرفية والسياقية والذرائعية. وتعد هذه المكونات مجتمعة حجر الأساس في تكوين خرائط معرفية دقيقة وسريعة في ذهن الإنسان.

كما نفترض أن عمليتي الإدراك والإنتاج المعجمي في الذهن تتمان بسرعة فائقة وبشكل متزامن، بحيث يستطيع المستمع في كثير من الأحيان فهم معنى الكلمة قبل أن يتم المتكلم نطقها. هذا يدل على أن آلية الولوج إلى المعجم الذهني شديدة التعقيد، وتشمل تفاعلاً دقيقًا بين الصوت والصرف والدلالة في لحظة واحدة.

يهدف هذا البحث في نهاية المطاف إلى بناء نموذج لـ معجم ذهني حاسوبي يحاكي السلوك المعجمي البشري من خلال المعالجة الآلية للغة. ويراعي هذا النموذج إدماج المعطيات اللسانية وغير اللسانية ذات الصلة، بما يسهم في تطوير أنظمة ذكية مثل المعاجم الرقمية، والترجمة الآلية، والتفاعل بين الإنسان والآلة، مؤكدًا على أهمية اللسانيات بوصفها علمًا استراتيجيًا في العصر الرقمي.

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

المنهج

يتطلب البحث في إشكالية القالبية والحوسبة في النظام اللغوي اعتماد منهجين رئيسين: المنهج الوصفي والمنهج التحليلي. يهدف المنهج الوصفي إلى تقديم تصور منهجي شامل حول المفاهيم الأساسية المرتبطة بعمل الذهن البشري في تمثيله للغة، سواء على مستوى الإدراك أو الإنتاج، مع التركيز على وصف الوحدات اللسانية المرتبطة بهذه العمليات الذهنية. أما المنهج التوصيفي، فيُعنى بتحديد خصائص هذه الوحدات أثناء عملية تقييسها في نموذج المعجم الذهني الحاسوبي. ويأتي المنهج التحليلي ليفسر هذه الظواهر، ويحلل العلاقات بين مستوياتها المختلفة، بهدف استخلاص آليات وقواعد قابلة للتوظيف في بناء نموذج حاسوبي يحاكي الذكاء اللغوي البشري.

ارتكزت منهجية هذا البحث على هيكلة محاوره العلمية وفق أربعة مجالات مركزية. تناول المحور الأول توصيف النظام اللغوي في ضوء العلوم المعرفية، من خلال ضبط المدخل المفاهيمي وتحليل طبيعة التفاعل بين اللغة والعقل. في المحور الثاني، تم التركيز على العلاقة بين القالبية والحوسبة، ودورها في فهم عمليات الاكتساب والإدراك اللغوي. أما المحور الثالث، فقد عالج افتراض تفاعل المعجم الذهني مع المستويات اللسانية المختلفة، كالصوتيات والصرف والدلالة. بينما اختُتم البحث في المحور الرابع باقتراح تصور عملي لتقييس آليات المعالجة الذهنية في بناء المعجم الذهني الحاسوبي.

اعتمد البحث على تحليل نصوص ودراسات علمية متخصصة في اللسانيات المعرفية، علم النفس اللغوي، وهندسة اللغة الحاسوبية، كما تم توظيف مجموعة من النماذج النظرية المعاصرة مثل نموذج المعجم الذهني ونظرية التمثيل المعرفي للغة. تمثلت أدوات البحث في تحليل المفاهيم، والمقارنة بين النماذج المعجمية التقليدية والحاسوبية، واستخلاص التراكيب والعلاقات المنهجية بين المستويات اللسانية. وتم إجراء تحليل كيفي معمّق لهذه البيانات بهدف بناء رؤية متكاملة حول كيفية ترجمة العمليات الذهنية البشرية إلى نموذج حاسوبي فعّال قابل للتطبيق في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

البحث والناقشة

بناء المعجم الذهني البشري.

المعجم الذهني موضع للتكامل في حد ذاته وليس للتخزين فقط، فالكلمات وحدات تحتوي على معلومات فونولوجية وإملائية وتركيبية ودلالية وذريعية، وقد حاول البرنامج الأدنوي الإجابة على إشكالين أساسيين، الإشكال الأول مرتبط بالماهية وهو:

إلى أي حد يعد تصميم الملكة اللغوية مثاليا؟

والثاني مرتبط بالهدف والغاية، ويطرح سؤال لأي غرض تعد اللغة مصممة على نحو أمثل؟

فيهتم السؤال الأول بخصائص التصميم، ويهتم الثاني بمعرفة إذا ما كان التصميم المفترض يقدم حلا لمجموعة من القيود التي عليه أن يستجيب لها ليكون أفضل رابط للصوت بالمعنى.

يرى "شارل يانغ" أن المفردات ليست وحدات غير قابلة للتحليل والتفكيك والبناء، وهي تبنى عن طريق أشجار، وبالتالي يمكن أن تعمم القاعدة على مجموعة من الكلمات في بنائها، وإذا كان هناك شذوذ على القاعدة، يخزن آنذاك، فالأساس في التعلم هو رصد الاطراد والسيرورات الذهنية التي تمثل لهذا الاطراد. وأما عن الحوسبة، أو الذكاء، فنفترض، بعد شومسكي (١٩٩٥) وعدد من أعماله اللاحقة، وجود قاعدة بسيطة كلية هي قاعدة (ضم)، تولد مجموعة من (أ) و(ب)، وتركيبها في بنية شجرية، وهذه القاعدة تنطبق بصفة تكرارية، فيؤدي ذلك إلى توليد أشجار مركبة ومختلفة بحسب التنوعات.

ودور الاطراد واضح حسب الفاسي الفهري (٢٠٢١) في بناء "المولدات neologisms". نبني المولدات دون أن نكون قد سمعناها من قبل، أو تعلمناها؛ إذا تعلمنا مثلا (استرأى) في مادة (رأى)، بعد أن نكون بنيناها وفهمناها، ندخل إلى مادة أخرى، مثل (صغى)، فنتساءل: هل توجد مادة (استصغى)؟ على نموذج (استرأى). معنى ذلك أنه يكفي أن يتعلم متعلم بناء كلمة، ليستطيع بناء كلمات أخرى على منوالها، دون أن يتعلمها واحدة واحدة، وهذا ما يحدث في اللهجات أيضا. نقول، مثلا، في اللهجة المغربية (حوَّتَ فلان) بمعنى (أكل الحوت

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

بنهم)، فنستطيع أن نبني عليها: (لحَّم)، نسبة إلى اللحم، و(كَسْكس) إلخ. ولا يهم هل قالها أحد من قبل، فأنا أضعها وأستطيع شرحها لمن يطلب فهمها، وإذا تعلمت (ربَّع فلان) بمعنى (صار ضمن أربعة)، أقيس عليها (خمَّس) و (سدَّس)، إلخ، وكلها أفعال مشتقة من الأعداد أو الفصول، بعضها نعرفه، وبعضها لا نعرفه، أو نعرفه دون وعي.

فالذين يعتقدون أن المعجم مبني على (السماع)، أو أن مواده مشروطة بأن (تسمع اللفظ وتسمع معناه) لا يصمد موقفهم أمام البناء عبر الاطراد، أو التوليد. وحجم المعجم مهما كان ضخما لن يكون كافيا من الناحية الوصفية، لأن اللغة ليست محصورة، ولا يمثل القاموس إلا عينات منها. ونحن لا نتعلم اللغة عموما؛ لأن ما يُعْرَضُ علينا منها محدود جدا (مهما كبر حجمه)، وهو غير مطرد، وغير منسجم في كثير من الأحيان المتعلم أو المعلم يبحث غالبا عما يَنْظُم المادة، ويكتشف نظاما في مادة غير منسجمة، والمتعلم أو المعلم لا يجد نظاما في القواميس العربية عليه تُيسِّر مهمته، وقد شاع في ذهنه أنه سيتعلم الكلمات واحدة واحدة، عوض أن يعمل ذهنه لاكتشاف نظامها؛ فكلما تعقَّد تحليل نظام اللغة ابتعدنا عن إقامة النموذج الملائم للتعلم.

وتبنى التصورات المعجمية حسب غاليم (٢٠٠٢) على أساس فطري تتم قولبته بمساهمة التجربة اللغوية وغير اللغوية، وهذا يعني أنه مادام هناك مخزون لا محدود من التصورات المعجمية الممكنة وأساس فطري لاكتسابها يرمز في دماغ محدود، وهذا الأساس الفطري يجب أن يتجلى في مجموعة محدودة من المبادئ التوليدية؛ أي في مجموعة من الأوليات ومجموعة من مبادئ التأليف تعملان معا على تحديد طبقة التصورات المعجمية، وهذا يستلزم أن تكون التصورات المعجمية كيانات مركبة لا بسيطة يمكن تحليلها على أساس الأوليات نحو التصورات المعجمية الفطري ومبادئ تأليفه؛ فيقتضي تعلم تصور معجمي معين بناء عبارة مركبة داخل التصورات المعجمية، وربطها بالبنيتين الصواتية والتركيبية وتخزين الحاصل في الذاكرة باعتباره وحدة قابلة للاستعمال" (غاليم، ٢٠٠٢)

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

تأثير نظرية الذهن في اللغة.

تحدث غاليم (٢٠١٨) عن نظرية الذهن – The theory of mind التي عدها ملكة معرفية تمكننا من تفسير سلوك الناس من خلال إسناد حالات ذهنية إليهم، مثل الأفكار والأحاسيس والرغبات والمعتقدات والمقاصد، وهي عمليات تتطور بشكل تدريجي ولا يكتمل نضجها الوظيفي إلا عبر مراحل متعددة" (غاليم، ٢٠١٨) فلا يمكن أن نعبر بمعان ثابتة عن الحب أو الوطنية أو الثقة أو الإنسانية... لأننا لا نستقر عليها إلا بعد سنوات طوال من النضج المعرفي، ونحن ننمو تكبر فينا كل المعاني الممكنة؛ ففي كل مرة نضيف إلى المعنى القاعدي معان إضافية تنسجم مع محصلة الإنتاج العلمي من جهة ومع الاستنتاجات الطبيعية للتجربة الذاتية من جهة أخرى، بمعنى أنه عقب كل تجربة متكاملة نضيف على المعنى القاعدي معان أخرى مستنبطة من محصلة التجربة نفسها.

وتقوم نظرية الذهن تبعا لغاليم (٢٠١٨) على مرتكزين أساسيين هما: دخل حسي له علاقة باللمس والسمع والبصر، وهو دخل يختص بتمييز النشاط الحركي الذاتي عن باقي أنماط النشاط الفيزيائي، وبه يمكن أن نماز بين الحركة التي تنسجم مع القوانين الفيزيائية من قبيل سقوط أوراق الأشجار، وبين الحركة التي تحدث بفعل ذاتي إرادي كأن تتحرك من مكان إلى آخر، كما يمكن أن نستثمر هذه الإرادة بقدرتنا على تمييز الأصوات التي نلتقطها بشكل مستمر، أما الدخل الثاني يمكن أن نسميه دخل بصري الذي يختص باستشعار اتجاه نظر الآخرين وتتبعه وتركيز الانتباه عليه، حتى أن الرضع من الولادة إلى الشهر التاسع يطورون أساليب في تتبع النظر تدفعهم إلى بناء آليات مشتركة بينهم وبين من يحيط بهم (غاليم، ٢٠١٨). وهي عملية تقوم على رصد مسائل جد معقدة تبدأ أولا بتتبع ملامح الوجوه التي تحيط بالرضيع باستمرار، ثم تنتقل إلى تركيز النظر على بعض الزوايا داخل البيت أو غيره خصوصا التي تحمل ألوانا أو خيوطا بارزة... لينتهي به المطاف أمام مرحلة تتبع حركات الأصبع أومن يحوم حوله، وتتخلل هذه المراحل سلوكيات أخرى أكثر تعقيدا لها علاقة بقراءة الفضاء والمسافة والمسار، فالرضيع عندما يبدأ مرحلة الحركة يتجه نحو الأمام في اتجاه الرأس، فيتخذ الرأس قاعدة أمامية يقيس من خلالها باقي الاتجاهات الأخرى.

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

يبنى على ذلك أن آلية الانتباه المشترك - Cllective Attention Mechanisme التي ترتبط بفهم الحالات الذهنية، وهي الحالات التي تقود نحو مسألة أساسية لها ارتباط كبير بينها وبين ما يقابلها فزيائيا، ثانيا إن الرضع يستثمرون بذكاء خارق جدا هذه السلوكيات لصالحهم بادعاءاتهم التي يحاولون من خلالها لفت انتباه الآخرين لمطالبهم عبر الإشارة إليها أو عرضها عليهم مباشرة، الأساس أن الدخل الحسي والدخل البصري يؤلفان علاقة تربط بين قارئ المنفذية وقارئ الإدراكية لخلق تمثيل من مستوى أعلى كأن يخلق من "محمد يرى" ما أفعله بنية تمثيلية نحو "محمد يرى " أنني أرى" (غاليم، ٢٠١٨)

تسعفنا نظرية الذهن في الإجابة عن هذه الأسئلة، خصوصا عندما تحاول أن تمثل نمطا من الأنماط الخاصة بالمواقف الذهنية التي تنخرط ضمن ما نسميه درجة القصدية الأولى التي لها علاقة بالاعتقاد، والظن، والقصد، والزعم... التي تشترط هي نفسها قصدية من الدرجة الثانية؛ أي نعتقد أن شيئا ما خاطئ، وفي الوقت نفسه أن شخصا آخر يعتقد أنه صادق، ونجاح ما يعرف بالتواصل الخادع يستلزم بكيفية مطردة هذا النوع من التمثيل للاعتقاد الخاطئ عند الآخرين (غاليم، ٢٠١٨)، مما يعني أن ما نعبر عنه باللغة غالبا ما يصطدم بالكثير من الحواجز المرتبطة بالتواصل الخادع على أساس أن الروائز المتدخلة في بنائه تقول إننا نحدث أنفسنا أكثر ما نحدث الناس، فلنتصور حجم اللغة الذي ننتجه ونحن صامتون.

يعتبر تصور القصد في علاقته بإنجاز العمل الإرادي القصدي حاسما في فهم أذهان الآخرين، وذا آثار واضحة في مختلف مستويات النسق اللغوي انتبه إليها اللغويون والفلاسفة منذ أقدم العصور؛ بل يعتبر من التصورات الكلية التي تبنى في أنحاء اللغات في ظواهر صرفية -تركيبية متعددة، من أبرزها ظواهر الجعل والتعدية والوجه والموجه، ونمط الفعل اللغوي (الأمري خاصة) علاوة على مختلف العلاقات الدلالية القصدية والمنفذية القائمة على العمل.

ومن أمثلة ذلك دلالة الأفعال الملتبسة بين الإرادية واللاإرادية، مثل: تدحرج وانزلق، في نحو: تدحرج/ انزلق زيد إلى أسفل التل. فقد يكون التدحرج أو الانزلاق ناتجين عن قرار زيد فعل ذلك، أو عن حادث عرضي غير إرادي، أو عن قيام أحدهم بدفع زيد. وكان

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

الافتراض المعيار أن كل هذه الأفعال ملتبسة، وأن لها سمة إرادية اختيارية في مداخلها المعجمية، وذلك دون أن نعرف لماذا ودون تفسير لهذه السمة المعجمية الاختيارية؛ لكن ما يتبين هو أن جزءا مهما من المحتوى الدلالي لمثل هذه الجمل لا ينبثق من مادتها الصرفية – التركيبية (أو كلماتها) بل بقاعدة استنتاج بالخلف – by default

مصدرها نظرية الذهن (جاكندوف، ٢٠٠٧)، ومفاده أن أي عمل فاعله حي، يحمل تلقائيا ومن باب أولى على إمكان الإرادة القصدية، ومن ثمة لا حاجة لتضمين سمة الإرادية القصدية في المداخل المعجمية لهذه الأفعال على الإطلاق، وفي هذا تبسيط كبير للمعجم؛ فمن أهم أجزاء نظرية الذهن، افتراض خلفي مفاده أن الأعمال تنفذ عن قصد؛ فيفترض، كلما كان ذلك ممكنا، أن المقاصد تكمن خلف الأعمال، وهذه هي الكيفية التي يمكننا بها التفكير في أذهان الآخرين التي لا نستطيع رؤية ما بداخلها، وغالبا ما نخطئ، بطبيعة الحال، فنسند مقاصد إلى الناس بصدد أعمال (يصرحون بأنهم) لم يقصدوها. لكن الافتراض ساري المفعول في أحيان كثيرة. وعلاوة على ذلك، فهو السبب في نزوعنا نحو "أنسنة" الموضوعات غير الحية التي تُبادر بالعمل، مثل الريح والغيوم والحواسيب...، قائلين عنها تريد القيام بكل ما تفعله، ويمكن صياغة هذا الافتراض في قاعدة استنتاج بالخلف نحو:

ق: [وضع عمل ([س] ، [ص])] بالخلف. (غاليم، اللغة بين ملكات الذهن: بحث في الهندسة المعرفية، ٢٠٢١).

وقد طور غاليم (٢٠٢١) نموذجا معرفيا لعلاقة اللغة بالذهن، ويختزل النموذج هذه العلاقة في القول إن للغة دورا في المساعدة على تطوير نظرية الذهن على أساس أن هناك علاقة تفاعلية بين نظرية الذهن واللغة، قائمة على التأثير المتبادل.

نماذج الاكتساب في المعجم الذهني

تفترض النماذج الترابطية أن الدماغ البشري يعالج المعلومات من خلال شبكة من العناصر وعمليات أجرأة المعلومات المتزامنة concurent information، خلافا للمقاربة القالبية التي تستخدم الوحدات المبنينة والإجراءات التسلسلية serial processes. يصف النموذج الترابطي عمل العجر nodes تفعل الترابطات بين العجر الفردية في الخلايا

العصبية للدماغ من خلال قيم مختلفة. إنها ترتبط مع بعضها البعض بواسطة روابط محفزة excitatory أو مثبطة inhibotry. وتعمل المعرفة في ترابط من خلال الروابط بين هذه العجر في الشبكة بكاملها. كما يعتمد التعلم هنا على تعديل ميزان weighting الترابطات. تمثل هذه الفرضية نظرية الفسيولوجيا العصبة المشبكية synaptic connection بين الخلايا العصبية.

لذلك لا يوجد قالب نمطي خاص مسؤول عن الاكتساب اللغوي أو الإنتاج اللغوي، بل يتعلم الفرد اللغة ويستخدمها بالطريقة المتبعة في باقي الأنشطة المعرفية الأخرى. ليس هناك آليات أو قواعد منفذة implemented، بل إن المعمارية تطورت استنادا إلى تنضيدات layers من الخلايا العصبية وطرازات patterns الربط بينها. تتمثل الخاصة الأساسية للترابطية في أن هذا النسق المعقد لا يمكن أن يحتوي على مكونات حسابية مركزية central calculation compnents، بل يحتوي، بدلا عن ذلك، على عدد متنوع من وحدات تشغيل جد بسيطة وصغيرة، وهي تتعالق بشكل كبير وتوفر أجرأة متوازية parallel processing مكثفة، بحيث إن الواقع البيولوجي biological reality المعرفة الإنسانية والحيوانية يمكن أن يرى عن طريق المماثلة analogy؛ الدور النموذجي للترابطية هو التنفيذ البيولوجي للمعرفة في النسق العصبي المركزي، والذي تعود مهارته إلى عدد كبير من الخلايا العصبية المتفاعلة التي تعد بسيطة لكنها دقيقة. (علوي، ٢٠٢٠)

فيما يرى نموذج التردد عند مورتون (morton 1979) وأنموذج مارسلين ويلسن (marslen wilson 1980) في الآلية التي يتم بها النفاذ للمعجم يأن التعرف على الكلمة يتم من خلال تفاعل الدخل الحسي والمعلومات التركيبية والدلالية والذريعية، فيما يتبنى فورستر (forster 1979) وسويني (swinney 1981) طرحا مغايرا مفاده أن النفاذ للمعجم عملية مستقلة، تعمل فقط على أساس المعلومات الحسية بدون أي دخل لمكونات ذات ترتيب أعلى في نظام معالجة اللغة. في هذه النماذج يظهر تأثير السياق بعد النفاذ للمعجم. وقد تختلف طبيعة التمثيلات الدلالية التي تخزن في المعجم حسب طبيعة تقنية النفاذ المستعملة مستقلة أو متفاعلة. وتفترض النظرية التفاعلية أن كل المعلومات متاحة عند مدخل معين،

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

أو على الأقل يمكن النفاذ إليها في كل مدخل، على اعتبار أن النفاذ المعجمي ينم على أنه يتأثر حتى بالمفاتيح الدلالية الصغيرة حسب تايلور (١٩٨٣) Tyler. وحتى تكون المفاتيح الدلالية لعبارة مثل:

(١) رمي الحشد الغاضب

فعالة ومساعدة يجب أن تتضمن المداخل المعجمية معلومات تحيل على شيء قابل للرمي من لدن حشد غاضب. بناء عليه، ينبغي أن تضم نماذج التفاعل نظاما إحاليا معقدا يرافق النفاذ المعجمي حتى يشرح التأثيرات السياقية للجملة (فورستر ١٩٨١). وبالفعل، فقد افترض كل من مارسلين وويلسون (١٩٨٠) أن الإجراءات الإحالية محددة في كل مدخل من المعجم ومسجلة في كل تمثيل ذهني للمدخل المعجمي، إضافة إلى الخصائص التركيبية والدلالية (فودور ١٩٨٣).

ويفترض فورستر (١٩٧٩) وآخرون أن تمثيل العلاقات الدلالية والوحدات المعجمية يخضع لتأثيرات السياق المعجمي. وقد بين schvanevedlt & Meyer (١٩٧١) أنه عندما يكون مدخل معجمي مثل ممرضة مسبوقا بمدخل مرتبط دلاليا مثل دكتور، يكون وقت التحديد المعجمي أسرع مقارنة بالمدخل غير المسبوق بمدخل مرتبط دلاليا.

وتبين الأمثلة الآتية، وهي عبارة عن أخطاء ترتبط بالسهو عادة، كيف أن المداخل المعجمية التي تنتمي إلى حقل دلالي معين تجدول وتعالج في معجمنا الذهني.(foster, 1976)

(٢) دفع لها النفقة دفع لها الكراء.

(٣) ذاك حصان من نوع آخر ذاك حصان من سباق آخر.

(٤) يستحسن أن أعطيك خريطة يستحسن أن أعطيك يومية.

نماذج الولوج للمعجم الذهني.

يمتلك الإنسان قدرة هائلة في معالجة كم هائل من الوحدات المعجمية أثناء عمليتي التلقي والإنتاج، وفي هذا تأكيد على أن الفرد يخزن المعلومات المعجمية في معجمه الذهني ويلج إليها أو يبني بعض الأجزاء الأخرى انطلاقا من آليات محددة. فالمعجم الذهني، إذن، يبدو قائما على نظام، والكلمة تتم معاينتها في أجزاء من الثانية، بحيث يقع تحديد ما ينتمي

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

إلى اللا كلمات" (الفهري، ٢٠١٤) وقد حاولت العديد من نظريات علم النفس اللغوي تقديم نماذج تفسر الولوج إلى المعجم الذهني.

إن عمليتي إنتاج وإدراك الوحدات المعجمية عمليتان سريعتان للغاية، ويرى مارسلين ويلسون أن الفرد يمكنه التعرف على الوحدة المعجمية في أقل من ٢٠٠ جزء من الثانية" (wilson, 1994)

هذا يعني أن المستمع يمكنه التعرف على دلالة الوحدة المعجمية قبل أن ينتهي المتكلم من نطقها، وهكذا تعد آلية الولوج إلى المعجم الذهني -بالإضافة إلى السرعة التي تطبعها- معقدة للغاية، وتقتضي عملية الإدراك المعجمي لفهم معاني الوحدات المعجمية (Sitrik, 2015). ولعل النموذج الأكثر استعمالا في فهم الولوج إلى المعجم الذهني أثناء فهم وإنتاج اللغة، هو تحليل الأخطاء الكلامية وزلات اللسان؛ فالأخطاء التي يرتكبها الناس في الانتقاء المعجمي والأبحاث التي أقيمت على المرضى الذين فقدوا القدرة على الكلام يمكن أن تفيد في النظر إلى المعجم الذهني وبنيته الداخلية.

نموذج البحث التسلسلي.

من أشهر النماذج التي حاولت تفسير آليات الولوج إلى المعجم الذهني (الإحاطة باللغة)، نموذج فوستر (١٩٧٦) Foster الذ تم تعديله من قبل موري وفوستر سنة (٢٠٠٤) في إطار نظريتهما الموسعة. ويقوم هذا النموذج على افتراض أن المعجم الذهني للفرد منظم بشكل تسلسلي (The serial search)، وأن عملية البحث في المعجم الذهني مثلها مثل البحث في مكتبة كبيرة عن كتاب معين في المكتبة، لا نذهب بشكل مباشر إلى الرفوف التي تحتوي الكتب، وإنما نبحث في قائمة الكتب، وهكذا يمكننا أن نعثر عن شيء له صلة بما نبحث عنه. وبناء على الإحداثيات المدونة في قائمة الكتب نعثر على الكتاب الذي نبحث عنه بشكل سهل.(Garman, 1990)

ويؤكد فوستر أن البحث في المدخلات المعجمية في المعجم الذهني يتم بشكل تتابعي متسلسل، إلى أن يصل الفرد إلى الكلمة المحددة. وهكذا تعد المعالجة المعجمية، مستقلة عن المستويات اللسانية الأخرى (التركيبية أو الدلالية). ويتكون المعالج اللساني من سلسلة من المعالجات المستقلة، التي تتلقى بموجبها معلومات من المعالج السابق؛ إذ تقوم معالجته

وإرسالها إلى المعالج اللاحق، ويتلقى المعالج المعجمي نتائج التحليل الصواتي فيعين الكلمة ثم ينقل الخرج إلى المعالج التركيبي الذي يكوّن انطلاقا من الكلمات بنية تركيبية، ترسل إلى معالج الرسالة، لبناء الدلالة. (علوي ا.، ٢٠١٤)

ويعتقد فوستر أن المعجم الذهني يتكون من مستويين، يحتوي الأول على ثلاثة ملفات للولوج هي ملف الصور اللفظية والإملائية للوحدات المعجمية، وملف يحتوي على الأدوار الصواتية وعادة ما يستعمل في إدراك الكلام، ثم ملف منظم على شكل تركيبي دلالي يستعمل في إنجاز الكلام. أما المستوى الثاني فيحتوي على الملف المركزي الذي تربط به الملفات الثلاثة.(foster, Accessing the mntal lexicon, 1976)

ومن هذا المنطلق، يبدوا أن فوستر يؤيد فكرة تنظيم المعجم الذهني على شكل لائحة من الوحدات المعجمية، في شكل ملفات متتابعة ومتسلسلة. ويظهر أن هذا النموذج لم يشر إلى ما يتعلق بالحكم المعجمي، وكيف يقدر الفرد على معالجة واسترجاع الوحدات المعجمية في أقل من (٢٠٠) جزء من الثانية، وهذا لا يدعم فكرة أن المعجم هو على شكل لائحة". (الفهري ا.، ٢٠١٤)

نموذج الكتيبة.

جاء نموذج الكتيبة (The cohort model) في سياق المشاكل التي طرحتها النماذج السابقة. يفترض نموذج الكتيبة (cohort) وجود مجموعة من الآليات التي تمكن من الولوج إلى المعجم الذهني، وبمجرد معالجة الفرد للأصوات الأولى التي يسمعها يتم تنشيط جميع الكلمات التي تتضمن نفس الأصوات؛ إذ تشكل الكلمات كتيبة أو مجموعة تشترك في الحروف الأولى. وهكذا يتم إزالة كل الكلمات التي لا تتطابق مع نفس الحروف المنطوقة إلى أن يصل إلى الكلمة المحددة بدقة. على سبيل المثال، إذا سمع الفرد وحدة معجمية من قبيل "معلم" فإنه بمجرد سماعه للحرف الأول يستحضر كتيبة من الوحدات المعجمية التي تبتدئ بنفس الحرف (مهندس، مراقب، موزع، معجنات، معلبات، معطى...)، وتعمل آليات الكشف عن الوحدات المعجمية بإزالة كل الوحدات المعجمية التي لا تتطابق في الأصوات، بشكل تدريجي، إلى أن يصل إلى الوحدة المعجمية المطلوبة. وتبعا لذلك، تمر عملية إدراك الوحدات المعجمية

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

من ثلاث مراحل أساسية: أولا مرحلة الولوج، ثانيا مرحلة الانتقاء، ثالثا، مرحلة الدمج والتعبئة؛ فعندما ينطق المتعلم الأصوات الأولى لكلمة "ملح" يتم تنشيط كتيبة تتضمن كل الكلمات التي تبتدئ بحرف الميم المكسورة (ملعقة، ملح، مكنسة، ميناء، ملاحة، مقبس، منجل...)، ثم تأتي عملية مطابقة الحروف التالية بشكل متسلسل، فيتم انتقاء الكلمات التي تتضمن حروفا متتالية متشابهة مع حروف الكلمة المنطوقة "ملح" (ملاحة، ملعقة...) ويتخلص من الباقي ليستقر البحث في النهاية عند العنصر الذي يتضمن الحروف المنطوقة، ويتطابق معها بشكل عام"(Sengelton, 2000)

لقد قدم هذا النموذج في البداية على أنه نموذج تفاعلي، وافترض مارسلين ويلسون أن الفرد يمكنه التعرف على الوحدات المعجمية قبل أن تصل إلى نقطة تحررها من الكتيبة التي تنتمي إليها، وذلك بفضل المعلومات السياقية. ويؤمن كذلك بأن الفرد يقوم بحذف وحدات معجمية أخرى من نفس الكتيبة لتعارضها مع السياق. ويؤكد فيرث على أن معظم الوحدات الدلالية تقع مجاورة مع وحدات دلالية أخرى، وإن معاني هذه الوحدات لا يمكن وصفها أو تحديدها إلا بملاحظة الوحدات المعجمية الأخرى المجاورة لها " (عمر، ١٩٨٥)

بناء المعجم الذهني للحاسوبي.

مفهوم المعجم الذهني الحاسوبي.

قبل توضيح العمليات الآلية لبناء المعجم الذهني الحاسوبي، لا بد من تحديد هذا المفهوم ووضع تعاقد علمي نبين فيه الحدود المعرفية لاشتغالنا؛ فالمعجم الذهني الحاسوبي مفهوم لا يختلف عن التمثيل الذهني للغة، لكن بطريقة آلية داخل عقل الحاسوب، أي أنه عمل يقيس نفس الإجراءات الذهنية البشرية، من أجل بناء تمثيلات رقمية للوحدات اللغوية في العقل الحاسوبي، الذي يقوم بدوره بتخزين هذه الوحدات وتوليدها، اعتبارا للسياق اللساني التركيبي والتداولي الخارجي، إنه بتعبير آخر الذكاء الاصطناعي الذي يتعلم فهم اللغة وتوليدها انطلاقا من عدة عمليات إجرائية.

إن تصميم حاسوب يحاكي عمل الخلايا العصبية جاء في سياق، "تطور هذا العلم في جانبه النظري بفضل بديهية تشبيه الحاسوب بالدماغ البشري، إلى حد اعتبار الحواسيب

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

كائنات حية" (Simone، ١٩٨٣)؛ فتصميم الذكاء الاصطناعي فرع من علوم الحاسوب - Computer Scienceالذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برامج الحاسبات التي تحاكي أسلوب الذكاء الإنساني؛ كي يتمكن الحاسوب من أداء بعض المهام بدلا من الإنسان، والتي تتطلب التفكير، والفهم، والسمع، والحركة، بأسلوب منطقي ومنظم، "وترجع بدايته إلى التحول من نظم البرمجة التقليدية بعد الحرب العالمية الثانية إلى استحداث برامج للحاسبات تتسم بالذكاء الإنساني"(أحمد، ٢٠١٢). فقد سلكت الدراسات التطبيقية في مجال الذكاء الاصطناعي اتجاهين رئيسين (سعد، ٢٠١٨):

- اتجاه يعمل على تصميم نظم معلومات تحاكي الدماغ الإنساني - Analogy To The Human Brain.
- اتجاه يعمل على بناء نظم تحاكي الطريقة التي يعمل بها الدماغ - Logical Analogy

كما تميزت البرامج الحاسوبية وتعددت تصاميمها وطريقة اشتغالها ومحاكاتها للدماغ الإنساني عبر تصاميم عديدة يمكن بيانها في شكلين رئيسين:

شكل مركزي – Central Forme: مستوحى من أعصاب الدماغ البشري - Neuromimotism، وفيه تكمن مهمة الخوارزمية في العثور على الحل الأمثل؛ إذ تعمل على "النظر في جميع الإجراءات؛ لأن عدد الحلول الممكنة يزداد بشكل أسي وفقا لعدد العناصر، وهذا ما يزيد من تقيد عملية التعلم الذاتي بشكل كبير"(Ghahramani, 2015) . مثال ذلك: الشبكات العصبية الاصطناعية، وعلى رأسها شبكات التعلم العميق التي عانت لسنوات طويلة من محدودية القدرات الحسابية للآلة؛ بسبب "عدم توافق التطور الالكتروني للآلة في تصميم أجهزة قوية الحساب والتخزين"(Schmid huber, 2015) ، والانفجار المشهود حاليا للبيانات الضخمة والتسارع في تصنيع مساحات هائلة من مراكز التخزين المعلوماتي- Data Centers، سمحت بعودة قوية لهذه التقنية مؤخرا.

شكل لا مركزي - Decentralized form: مستوحى من الطبيعة والبيولوجيا "ومنها الكائنات الحية البسيطة مثل النمل والنحل، حيث تستطيع هذه الكائنات دون أدمغة -إن كان الأمر صحيحا- من القيام بأعمال جد معقدة مثل عمليات البحث والتنقيب وصناعة جسور لجلب الغذاء"(Nirenburge, 2016) . هذه الأنظمة قائمة على كيانات أولية البنية

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

المتمثلة في الأنظمة المتعددة الوحدات، والمبنية على تقليد الذكاء الاجتماعي لمجتمعات النمل في التأقلم التلقائي السريع، وكذا القابلية الفائقة على التنظيم الذاتي دون حكم مركزي. ويأتي الذكاء كحاصل للتفاعل بين هذه الكائنات وبيئتها.

وبذلك؛ فالمعجم الذهني الحاسوبي مفهوم مجازي ومستعار من مفهوم المعجم الذهني البشري، إلا أنه نموذج رياضي وهيكل معرفي رقمي يضم مفردات اللغة، ويحدد علاقاتها المعنوية مثل: الترادف، التضاد، الشمول، الجنس، كما يستطيع فهم السياقات التي تظهر فيها هذه الكلمات. وإذا كان الذهن البشري كما أشرنا سابقا يخزن الكلمات ويمثلها بطرق التعلم والضم والاطراد، فإننا سنعمل هنا على تبيين كيفية بناء المعجم الذهني الحاسوبي.

إن بناء المعجم الذهني للحاسوب أو العقل الحاسوبي، أو الذكاء الاصطناعي – Artificial Intelligence عملية معقدة تهدف إلى تمكين الحاسوب من فهم وتخزين وتحليل الكلمات والمفردات بطريقة مشابهة لكيفية تخزين العقل البشري للكلمات والمعاني، حيث يعتمد في هذا السياق على تعلم اللغة مثله مثل الذهن البشري تقريبا، وذلك عبر تقنيات يطلق عليها "تعلم الآلة - Machine Learning" والشبكات العصبية الاصطناعية عبر مراحل منطقية صارمة.

تمثيل الكلمات - Word Embeddings.

يحتاج بناء المعجم الذهني الحاسوبي أول الأمر إلى تمثيل الوحدات اللسانية كمتجهات (WordEmbeddings)، وهي الطريقة الشائعة لحد الآن، وللقيام بعملية تحويل الكلمات إلى تمثيلات رقمية (متجهات)، قام اللسانيون الحاسوبيون بوضع اسمٍ للكلمة من أجل معالجتها آليا هو "الكلمة الرقمية الخام – Crude Digital Word، وبرروا ذلك بكون النص في الحاسوب بهيئته الرقمية لا بهيئته الطبيعية، فهو عبارة عن سلسلة من الأكواد والشفرات يدل كل منها على رمز معين واحد، سواء كان حرفا هجائيا أم علامة ضبط صوتي، أو رقما، أو علامة ترقيم، أو فراغا" (محمد، ٢٠٢٤)

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

فالكلمة الرقمية الخام تستخلص من النصوص، عبر تحديد الشفرات التي ترمز إلى حرف هجائي عربي أو علامة ضبط صوتي عربي، على أن يحد طرفي الشفرة شفرة أخرى لا ترمز إليهما.

ولتحويل الكلمة الرقمية إلى جذرها، يتم استخدام تقنية "التجذير – Stemming" أو "التصفية الصرفية – Lemmatization " بغية الحصول على الجذر الأصلي للكلمة عبر حذف السوابق واللواحق، فالجذر "هو الذي يحمل المعنى الأساسي للكلمة"(Delphine, 2006) ، ومنطلق لتوليد الأبنية و"مبدأ ثابت لدى الصرفيين في تأصيل الأبنية وبيان ما وقع فيها من الزيادة والحذف والقلب المكاني" (الموسى، ٢٠٠٠).

بيانات الهجاء والنطق - Spelling and pronunciation data

يقصد بها البيانات الصوتية التي توجه مستخدمي الحاسوب إلى معرفة طريقة كتابة الوحدات المعجمية وكيفية نطقها بصورة صحيحة وفقا لقواعد اللغة العربية؛ لأن الاختلاف في النطق يؤدي إلى اختلاف في المعنى، وتساهم هذه البياناتُ الحاسوبَ على فهم المعنى المعجمي للمفردات، "والإفادة من تعلم المهارات اللغوية كالقراءة/ الكتابة/ التحدث/الاستماع. (السعيد، التحليل المعجمي الآلي، مقدمة في حوسبة اللغة العربية، ٢٠٢٤) مثله مثل عقل الطفل في بداية تعلمه للنطق والكتابة.

ولتحديد هذه البيانات وضعت المعاجم الحديثة علامات الضبط الألفبائية، أو استخدام رموز الألفبائية الصوتية الدولية – International Phonetic Alphabet (IPA)، التي أقرتها الجمعية الصوتية الدولية Association Phonetic Internationale، سنة 1888م، لتيسير قراءة مختلف اللغات الإنسانية، فالبيانات الصوتية للأصل المعجمي تؤثر على صيغ مشتقاته.

والتأثير بين المعجم والصوت أمر حاصل من خلال قيام البيانات المعجمية بتغذية النظام الصوتي، "كتلك التي تحدد مواضع النبر في الكلمات مثل: النبر في كلمة "progress"، للتمييز بينها في حالة الفعل"pro-gress"، وحالة الاسم "prog-ress" (علي، ١٩٨٨).

٢-١- البيانات المعجمية – Lexical data

الوحدات المعجمية هي قطب الرحى في عملية بناء المعجم الذهني الحاسوبي، لأن تكوين مصفوفات من التعاريف المنطقية والتصورات الدقيقة للكلمات الرقمية لا يمكن أن تتحقق دون معالجة لسانية وحاسوبية لتلك الوحدات عبر عملية إجرائية دقيقة، تتداخل فيها مسائل صوتية وصرفية ودلالية، فالمعجم "مادة وصناعة يشكل المرجعية الجوهرية لكل عمليات أتمتة اللغة الطبيعية" (دكيكي، ٢٠١٨)، كما أن المداخل المعجمية تقوم بدور كبير في توجيه الدلالة النهائية للكلمات، لأنها تمثل الدلالة المركزية – الأساسية - التي يحملها الجذر معه عبر الاشتقاق، "فمعنى الجملة يتوقف على معنى المعجمات المؤلفة لها، ومعنى بعض المعجمات، يتوقف على معنى الجمل التي تظهر فيها، وكذا فإن البنية القواعدية للجمل ذات صلة كذلك بتحديد معنى المعجم"(Lyons, 1981) ، فلو نظرنا مثلا إلى المدخل المعجمي (و ض ع) بما يحمله من دلالة خاصة، فإن مختلف المفردات المولدة منه عبر الاشتقاق تظل محافظة على تلك الحمولة الدلالية:

وضع: اسم فاعل يدل على من قام بفعل الوضع.

موضوع: اسم مفعول يدل على من وقع عليه فعل الوضع.

مَوضع: اسم مكان يدل على مكان وقوع فعل الوضع.

مَواضيع: اسم جمع تكسير تدل على مختلف المسائل العلمية والمعرفية البحثية.

لذلك نفترض أن القيام بعملية التوصيف الاشتقاقي للوحدات المعجمية العربية سيمكن من تطوير المعجم الذهني للحاسوب بشكل مذهل عبر "تحديد سمات المدخل المعجمي، وكذا قواعد التوليد المرتبطة به" (المنعم، ١٩٩٣) علما أن هذا الأمر يجعل المعجم في جوهره نسقا من العلاقات النحوية، والدلالية، والصرفية، والصوتية، فالبناء المعجمي الحاسوبي يتسم بخصائص "لا تتوافر في المعاجم التقليدية، كالشمول، والانتظام، والاطراد، والدقة والوضوح، والقابلية للتوسع، والتعديل" (الغني، ١٩٩٨).

اكتساب المعاني السياقية - Acquisition of Contextual Meanings.

من خلال تحليل السياقات المختلفة التي تظهر فيها الكلمة، يتعلم الحاسوب المعاني المتعددة للكلمة حسب السياق. على سبيل المثال، كلمة "العين" يمكن أن تعني "عضو جسدي" أو

"مكان يخرج منه الماء" أو "جاسوس" أو غيرها من المعاني حسب السياق. وللقيام بتدريب العقل الحاسوبي على فهم معاني الوحدات اللسانية بغية بناء المعجم الذهني الحاسوبي، يمكننا استخدام نماذج آلية خاصة بهذا الغرض مثل **GPT** عبر معالجة نصوص ضخمة كالقصائد الشعرية، النصوص الأدبية، الكتب، المقالات، المحادثات، الخطابات، والرسائل...إلخ، فهذه الطريقة تمكن العقل الحاسوبي من التعلم بشكل أدق كيفية تغير معاني الكلمات بناء على السياق.

وللقيام بهذه العملية نحتاج إلى معالجة البيانات لتكون قابلة للاستخدام؛ يتضمن ذلك تقنيات مثل تقسيم النص إلى كلمات أو جمل، فعقل الحاسوب يتعلم مثل عقل الطفل تماما؛ حيث يبدأ الطفل بالوحدات اللسانية المنفصلة، ثم الجمل المركبة بشكل بسيط، فالجمل المعقدة، ثم النص أو الخطاب المتواصل. وكلما كانت المرحلة الأولى دقيقة كلما استطعنا بناء معجم ذهني ضخم يساعد الحاسوب على تحقيق نتائج أفضل أثناء عمليات التركيب، أو معالجة النصوص أثناء عمليتي الفهم والتوليد.

توصيف العلاقات بين الكلمات.

يعتمد المعجم الذهني الحاسوبي عند بناء الكفاية اللغوية على مختلف التحليلات الآلية الخاصة بمستويات اللغة، مثل التحليل الصوتي، والصرفي، النحوي، الدلالي، مما يساعد الحاسوب على فهم البنية النحوية للجمل والمعاني الكامنة وراء الكلمات؛ لأن الحاسوب يتعلم كيفية ربط الكلمات بعضها البعض بناءً على العلاقات بين المفردات. على سبيل المثال؛ قد يعرف الحاسوب أن "الوضع" هو حالة نفسية أو اجتماعية أو اقتصادية كنوع من "حالات متعددة" أو أن "الفلاح" يمكن أن يرتبط بـ "المزرعة"، حيث يتم تعلم هذه العلاقات من خلال التعلم غير المراقب عبر قيام النموذج بتحليل النصوص الكبيرة وتحديد الأنماط والارتباطات بين المفردات، ويتم تمثيل المعجم الذهني مثل شبكة معرفية أو رسم بياني؛ إذ تكون الكلمات هي العقد، والروابط بين الكلمات هي الحواف التي تشير إلى العلاقات بينها. يمكن أن تحتوي هذه الشبكة على روابط من أنواع مختلفة نمثلها في الخطاطة التالية:

Al-Wazan: *Journal of Arabic Education*
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

علاقة الترادف: علاقة لغوية بين كلمتين أو أكثر تحمل نفس المعنى أو معاني متقاربة. يُستخدم الترادف في اللغة لتوسيع معجم الحاسوب، مما يسمح له التعبير عن نفس الفكرة بطرق متنوعة. مثل: الفرح × السعادة

علاقة التضاد: هي العلاقة التي تكون بين كلمتين متناقضتين، مثل: شجاع #جبان

علاقة التماثل: هي العلاقة التي تكون بين كلمتين متشابهتين أو مترادفتين، مثل: دخل / ولج

علاقة السببية: وهي العلاقة التي تربط بين السبب والنتيجة، مثل: الاجتهاد × النجاح

علاقة التبعية: تكون فيها كلمة تابعة أو مكمّلة لأخرى، مثل: الابن × الأب

علاقة التفضيل: وهي العلاقة التي تدل على التفوق أو التفضيل بين كلمتين، مثل: أكثر× أقل

علاقة التقابل: هي العلاقة التي تدل على وجود ترابط معين بين الكلمات في سياق معين، مثل: جبل × وادٍ (كل منهما يمثل نوعًا من التضاريس)

علاقة التحديد: وهي علاقة تحدد معنى الكلمة الأخرى وتشرحها، مثل: المدينة × مكان حضري

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

علاقة الزمن: تكون بين كلمات تدل على زمن معين، مثل: أمس × اليوم

علاقة الموضوعية: هي التي تربط بين الكلمات بناءً على دورها أو وظيفتها في الجملة أو النص وتتعلق بالكلمات من حيث المعنى أو الوظيفة في سياق الموضوع أو الفكرة. مثل: علاقة الفاعل والمفعول به.

- قاومَ خالدُ المحتلّ. فخالد **يقوم** بالفعل، بينما المحتل **يتأثر** بالفعل.

النماذج الحسابية - Computational models.

توصف النماذج الحسابية بالنماذج التقليدية أو نماذج الأسهم والصناديق؛ ذلك لعدم قدرتها على تفسير العمليات التي كانت تجري في الصناديق. ومع مطلع القرن الماضي تغير الوضع بشكل كبير خصوصا بعد التطور الذي عرفته النماذج الحسابية للقراءة. وتوصف النماذج الحسابية (Computational Models) بأنها أكثر فعالية في تفسير آليات الولوج إلى المعجم الذهني على الرغم من تخصص بعضها في تفسير إدراك الوحدات المعجمية البصرية أو تفسير حركة العين أثناء القراءة. إن فهم حقيقة التطور الذي عرفه البحث في المجال السيكولساني بخصوص آليات الولوج إلى المعجم الذهني وإدراك الوحدات المعجمية البصرية والسمعية يقتضي الوقوف عند مقالتين هامتين، كتبهما كل من ماكلاند ورومالهارت سنتي ١٩٨١-١٩٨٢ عن نموذج التنشيط التفاعلي (Interactive Activation Model) الخاص بإدراك الحروف والوحدات المعجمية البصرية. ويشكل هذا النموذج الأسلوب الأقدم من النماذج المعرفية الحسابية؛ إذ يتم تمثيل خصائص الحروف والرسائل والكلمات عن طريق مجموعة من العجر المنظمة في شبكة، ويتضمن نموذج التنشيط التفاعلي تمثيلا موقعيا للوحدات المعجمية بالإضافة إلى الحروف والسمات البصرية"(Adelman, 2012) ، وبمجرد إدخال سلسلة من الحروف إلى المعالج يتم تنشيط السمات البصرية لتنتشر في الوحدات البصرية. هذا، بالإضافة إلى احتواء النموذج على آليات الكبح الجانبية بين الوحدات المعجمية؛ ما يعني أن التعرف على الوحدات المعجمية يتأثر أيضا بالوحدات المعجمية المكبوحة. فيؤدي الكبح الجانبي بين الوحدات المعجمية التي تشترك في السمات نفسها إلى تنافسية فيما بينها إلى أن تتغلب الوحدات المعجمية الأقوى(Norris, D , 2013) . وحسب مبرهنة بايز الرياضية

(Theorem's Bays) تتنافس الكلمات فإذا زاد احتمال كل واحدة يجب أن يقل احتمال الكلمات الأخرى. وهكذا ترتبط الشبكات والمقاربات الرياضية ارتباطا وثيقا (Norris, 2013).

إن استعراض هذه النماذج يمكننا من القول إنه بإمكان الباحثين في المعجم اعتماد النظريات الحديثة للإحاطة بمعجم اللغة، وإيجاد طرق جديدة لتدريسه قائمة على كفاية معجمية تنفي الحفظ والتخزين الذي يعرض المعجم للنقص ويجعل الفرد غير قادر على الاكتشاف مؤمنا بمبادئ السلوكية.

نماذج اكتساب العقل الحاسوبي للغة.

يمكننا تعريف نماذج اكتساب العقل الحاسوبي للغة بكونها الأساليب العلمية التي يتم من خلالها محاكاة عملية تعلم اللغة بالذهن البشري، عبر عمليات الحوسبة والخوارزميات الحاسوبية؛ حيث تقوم بتقديم أطر معرفية آلية لبناء المعجم الذهني الحاسوبي، وقد تختلف هذه النماذج في طريقة معالجة الوحدات اللغوية والبيانات التي تسمها أثناء الحوسبة، تماما كما تختلف النظريات المعرفية الخاصة باكتساب اللغة لدى البشر، والتي أشرنا إلى بعضها في الشق الأول من هذا البحث، فالنظريات أو النماذج الحاسوبية التي يمكن الاعتماد عليها في هذه المسألة هي:

النموذج الإحصائي - Statistical Model: يعتمد هذه النموذج على جمع البيانات اللغوية وتحليلها من أجل فحصها بدقة تفاديا للأخطاء المحتملة واكتشاف الأنماط الكامنة لتقديم دليل موثوق على العلاقة"(Jones, 2011) . يتم استخدام هذا النوع لتعلم العلاقات بين الكلمات والتراكيب اللغوية عبر تحليل الإحصائيات والتوزيعات. من أمثلة هذا النموذج:

نموذج ماركوف المخفي - Hidden Markov Model.

نموذج الشبكات العصبية - Neural Networks.

النموذج المعتمد على القواعد - Rule-Based Mode: يستخدم هذا النموذج مجموعة من القواعد الصريحة لاكتساب اللغة التي تعتمد على تصنيف الكلمات والجمل، وعلاقاتها

في الجملة باستخدام قواعد لغوية مكتوبة مسبقًا. كأنظمة الترجمة الآلية القديمة التي كانت تعتمد بشكل كبير على هذا النوع من النماذج.

النموذج المعتمد على التعلم العميق - Deep Learning Model: يتم في هذا النوع من النماذج استخدام الشبكات العصبية العميقة، مثل الشبكات العصبية المتكررة (RNN) أو المحولات (Transformers)، لتعلم اللغة. من أبرز التطبيقات الحديثة التي تعتمد على هذا النوع من النماذج هي GPT (Generative Pre-trained Transformer) و BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)

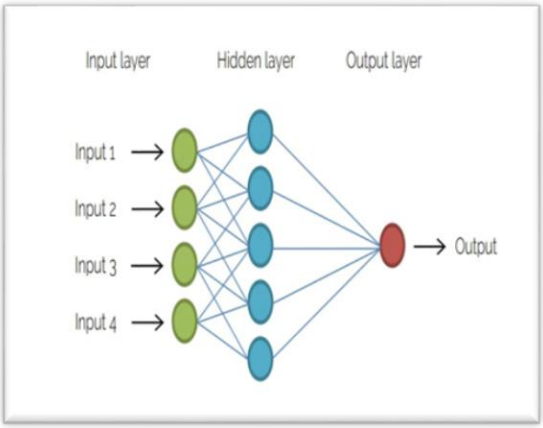
النماذج المعتمدة على التعلم المعزز- Reinforcement Learning: في هذا النوع من النماذج تتعلم الأنظمة اللغوية من خلال التجربة والخطأ؛ حيث يتم تعديل النموذج بناءً على المكافآت أو العقوبات التي يتلقاها عند اتخاذ قرارات لغوية صحيحة أو خاطئة، هذه النماذج تعتبر مفيدة في مجالات مثل روبوتات المحادثة (Chatbots) أو التطبيقات التفاعلية.

النماذج النفسية العصبية(Neurocognitive Models) : في الأنظمة المتقدمة، مثل النماذج المبنية على الشبكات العصبية العميقة، يتم تدريب الحاسوب على فهم الجمل والنصوص ككل؛ حيث يتم تحديد العلاقات بين الكلمات داخل الجمل وفي النصوص الطويلة بناءً على سياقها باستخدام الشبكات العصبية التكرارية (RNNs) أو الشبكات العصبية المحولات (Transformers).

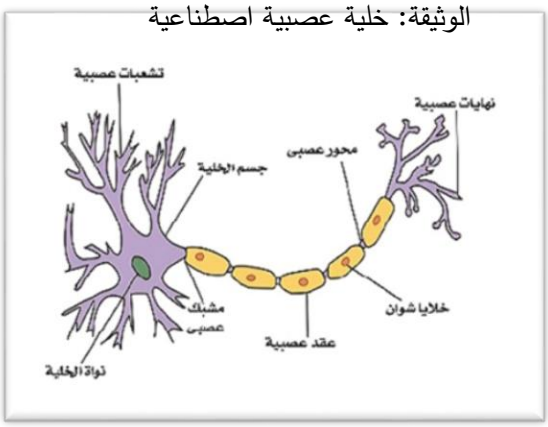
تحاول هذه النماذج محاكاة العمليات التي تحدث في الدماغ البشري أثناء اكتساب اللغة، فيتم استخدام نظريات من علم النفس العصبي لتمثيل كيفية تعلم البشر للغة، مثل هذه النماذج تتعامل مع مشكلات مثل فهم المعنى، السياق، واستخدام اللغة في محادثات حية وتعكس طريقة مختلفة لفهم كيفية اكتساب اللغة وتنميتها باستخدام الحوسبة، ولا تزال هناك العديد من التطورات والتحسينات التي تجري في هذا المجال، خصوصًا في ظل التطور الكبير في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي؛ بغية تصميم الخوارزميات القادرة على اتخاذ قرارات مستقلة "دون أن تتم برمجتها بشكل صريح للقيام بذلك"(Koza, 1996) .

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

نموذج تقييس الخلية الاصطناعية للخلية العصبية.



الوثيقة: خلية عصبية اصطناعية



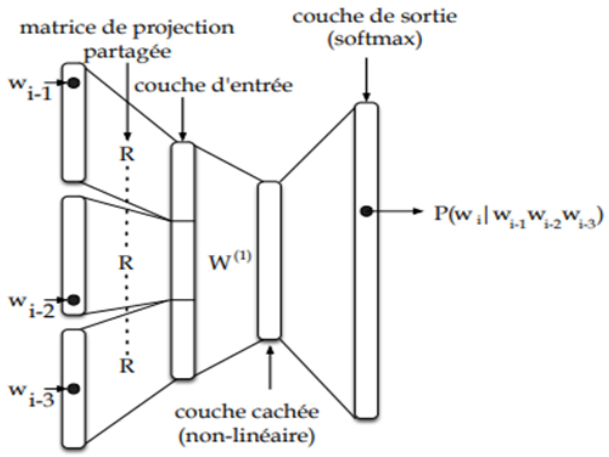
الوثيقة: خلية عصبية طبيعية

تعتبر الخلية الاصطناعية أو كما يطلق عليها البيرسيبترون - Perceptron"من المحاولات المبكرة التي أجريت من أجل تصميم جهاز حاسوب، يمكنه العمل على نحو أشبه بالطريقة التي يعمل بها المخ" (ويتباي، ٢٠٠٨)، بينما يعد "البيرسيبترون" مثيلا اصطناعيا لصورة الخلية العصبية من الناحية التقنية، حيث تمثل الطبقة الأولى منه طبقة المدخلات، والثانية الطبقة الخفية، أما الطبقة الثالثة فهي طبقة المخرجات، ترتبط كل عقدة في الطبقة الخفية بكل أداة في طبقة المدخلات (الدخل Input)، وكل عقدة في طبقة المخرجات (الخرج output)، بكل عقدة في الطبقة الخفية حيث "تقوم الخلايا العصبية بترميز المعلومات بطريقة متفرقة وموزعة"(Avier Glorot, 2011) .

ومن أهم الدراسات التي تجسد هذا التشابه، نجد عمليات تضمينات الكلمة والتي تعود إلى الفرضية التوزيعية – Distributional Hypothesis، حيث تظهر الكلمة ضمن سياق مماثل

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

قد يمتلك معنى مشابه له، حيث إن تدريب البرنامج على تضمينات الكلمة يهدف إلى منح القدرة على التنبؤ بتلك الكلمة بناء على السياق الخاص بها، وذلك عبر استخدام شبكة عصبية حاسوبية، وهذا الأمر يقدم نتائج جيدة فيما يخص اللغة الإنجليزية، نظرا لقلة الترادفات، والتعبير عن حالات متشابهة أو متقاربة بكلمة واحدة، بينما يصعب الأمر عند الحديث عن العربية لزخم مفرداتها، ودقة دلالة كلماتها، فقد يكون السياق مشابها تماما لسياق ورود الكلمة المقصودة، لكنها لا تصلح لمقامه الجديد، وقد تصلح؛ لذلك، نعتقد أن متجهات التوزيع الخاصة بالعربية كلغة للمعالجة، تحتاج إلى مزيد من التدقيق، ولنرى نموذج اللغة العصبية الاصطناعية الذي اقترحه كل من "بنجيو وزملاؤه" (Quoc-Khanh, 2014).



الوثيقة: نموذج اللغة العصبية لبنجيو وزملائه

متجهات الكلمة تقوم بتضمين المعلومات النحوية والدلالية، عبر حساب الاحتمال الشرطي للكلمات مراعاة للسياق التي ترد فيه؛ فالقيام "بفك تشابك المعلومات واحدة من الأهداف المزعومة لخوارزميات التعلم العميق"(Bengio, 2014) ، ويعد Skip-gram، منهجا عصبيا لإنشاء تضمينات الكلمة، عندما يكون الهدف هو التنبؤ بكلمات السياق المحيطة- الاحتمال الشرطي- عند إعطاء كلمة الهدف المركزية، وقد نمثل لهذه القضية بكلمة "المدرسة" في حقل التعليم، فبعد تضمين الخصائص النحوية والدلالية للوحدة اللسانية، يمكن التنبؤ بالسياق الذي ترد فيه في مختلف النصوص أو الحوارات أو الخطابات ذات العلاقة بالحقل الدلالي للتعليم.

Al-Wazan: Journal of Arabic Education
E-ISSN: **2962-0732**
Doi: https://doi.org/10.58223/al-wazan.v3i2.428

الخلاصة

إن بناء المعجم الذهني للحاسوب يستند إلى دمج تقنيات معالجة اللغة الطبيعية (NLP)مع تقنيات تعلم الآلة والشبكات العصبية العميقة، بما يتيح للحاسوب تعلم المعاني من خلال السياقات والعلاقات المتبادلة بين الكلمات. ويُعد هذا الدمج خطوة محورية نحو تحسين قدرة الحاسوب على فهم اللغة البشرية والتفاعل معها بطريقة أكثر طبيعية وفعالية. تبدأ هذه العملية بتوصيف فونولوجي ودلالي للكلمة، باستخدام أدوات ذكية للتسجيلات الصوتية، قبل الانتقال إلى مرحلة التمثيل الرقمي للمعاني والسياقات عبر أدوات متقدمة مثلWord2Vec :، وGloVe، وFastText، التي تمكّن الحاسوب من استيعاب الروابط الدلالية واللفظية بين الكلمات من خلال تحليل السياقات.

لقد أصبحت حوسبة اللغة الطبيعية فرعًا أصيلًا من فروع الذكاء الاصطناعي، نظراً لاعتمادها على النماذج المعرفية البشرية في محاكاة التفكير اللغوي الإنساني. وقد ساهم هذا التقدم في تطوير عدة تطبيقات مثل الترجمة الآلية، وتوليد اللغة، والتنقيب النصي، والتلخيص الآلي، بالإضافة إلى بناء تمثيلات رمزية للمعرفة اللغوية وتحليلها. وتعتمد أنظمة الحاسوب الحديثة على معالجات دقيقة وشاملة تشمل مختلف مستويات اللغة من صوتيات وصرف ودلالة وسياق، ما يجعل الذكاء الاصطناعي مجالًا ديناميًا يتغذى باستمرار على نتائج الأبحاث النفسية والمعرفية المتعلقة بعمل الدماغ البشري.

كما أظهرت التجارب أن الحاسوب بحاجة ماسة إلى المعاجم الرقمية التقليدية التي تحتوي على تعريفات للكلمات وعلاقاتها؛ إذ تسهم هذه الموارد في رفع دقة المعجم الذهني الحاسوبي وتعميق فهمه للغة. ويتيح له ذلك التعلم المستمر والتحديث الدلالي بناءً على التغيرات الثقافية واللغوية. بل إن بعض الأنظمة الذكية باتت قادرة على التفاعل مع المستخدمين والتعلم منهم، ما يفتح المجال أمام بناء أنظمة قادرة على اكتساب مفردات جديدة وفهم معانٍ مبتكرة، مع قدرة جزئية أو كلية على التنبؤ بالمواقف المستقبلية في الحوار والتواصل اللغوي دون تدخل بشري مباشر.

References

Aitchison, J (2004), Words inthe mind: An Introduction to the mental lexicon. 4rd ed. Oxford. UK, Basil Blackwell Publishers.

Andler, D (2011b), Unity Without Myths. In: Symons, J. and al, (eds), Otto Neurath and the Unity of Science, Springer.

Angela scarino and Anthony j liddicoat; Teaching and learning language (A guide); Australian government; departement of education; Employment and workplace relations; COMMONWEALTH OF AUSTRALIA

Barker, D. (2005). Aspects of Multilingual storage, processing and Retrieval. Katowice, Wadawinctwo Universytetu, skiego.

Ch.Fillmore(1982), Frame semantics, in the linguistic society of Korea, Seoul, hanshing publishing.

Diego Marconi (1997), Lexical competence, Language, speech, and communiction. MIT Press, 401/43.

Diego Marconi (1997) Lexical competence, Language, speech, and communiction. MIT Press, 401/43.

Fay, D and A, Culter (1977), Malapropisms and the structure of the mental lexicon.Linguistic Inquiry.

Garman, M, (1990), psycholinguistics, Cambridge,Univercity press/Istvan.kecskes (2008), Dueling contexts: A dynamic model of meaning, Journa of pragmatic 40 (3).

Istvan.kecskes (2008), Dueling contexts: A dynamic model of meaning, Journa of pragmatic 40 (3).

Istvan.kecskes (2013), Encyclodedic knowledge, Cutural models, and interculturality research Gate, Décembre (13).

Istvan.kecskes (2013), Encyclodedic knowledge, Cutural models, and interculturality research Gate, Décembre (13).

Levelt, W (1985), Speaking from intention to articulation.Cambridge , MIT,press.

Maki, U (2016), Philosofy of interdiscipplinarity, What ? Why ? How?, European Journal for philosophy of science, vol. 6, no. 3. PP : 327-342.

Maki, U. and Macleod, M (2016), Interdisciplinarity in action : philosofy of science perspectives, European Journal for philosophy of science, vol. 6, no. 3. PP : 323-326.

Marslen wilson, W and P.Warren (1994), levels of perceptual representation and processes in lexical acsses : Words, phonemes, and features, Psychological Riview 101.

Schmidt, Jean Corneluis (2022), Philosophy of Interdisciplinarity : Study in science, societyand Sustainanility, Routledge.

Szubko Sitrik (2015), Second language learning and teaching : Multilingual lexical cognition in the mental lexicon of third language users, London ; Springer heidlbry, New york.

V.Ivans (2006), Cognitive linguistics, an introduction, Edinburgh University, Press.

Ahmed Mukhtar, Omar (1985), Semantics, Alam Al-Kutub, Cairo.

Rabia Al-Arabi, et al. (2020), The Mental Dictionary: Modeling and Standardization, Translated Texts, Group of Authors, 1st ed., Amman, Jordan, Kunuz Al-Ma'rifa.

Al-Omari, Nadia (2018), Questions of Arabic in Lexicon, Syntax and Semantics, Faculty of Educational Sciences, Rabat.

Ghalim Muhammad (2021), Language among the faculties of the mind: A study in cognitive engineering, 1st ed., Dar Al-Kitab Al-Jadeed, Benghazi, Libya.

Galim, Muhammad (2021), The Cognitive Model as a Framework for Science Communication, A Study of Methodological Unity and Topic Interconnection, Tunisian House of Books, Tunis.

Al-Fassi Al-Fahri Abdelkader (2004), Arabic Development and the Mental Dictionary, Institute of Arabization Studies and Research.

Al-Mallakh and Hafez Ismaili Alawi (2014), Arabic Lexicography: Issues and Prospects, Mental Lexicon and Computer Standardization, Kunuz Al-Ma'rifa House for Distribution and Publishing, Jordan.

Cross A (2014), Lexical Semantics, trans. Abdelkader Qanini, East Africa, Morocco.

Al-Fassi Al-Fihri, Abdelkader, Linguistics and the Arabic Language: Syntactic and Semantic Models, Vol. 1, 3rd ed., Toubkal Publishing House, Casablanca.

Al-Fasi Al-Fahri, Abdul Qader (2014), Arabic Lexicography: Issues and Prospects, Establishing a Generated Lexicographical Base, Kunuz Al-Ma'rifa House for Distribution and Publishing, Jordan.

Al-Fassi Al-Fahri and others (2021), The Arabic Structural Diversity Dictionary, Kunuz Al-Ma'rifa Publishing and Distribution House, Jordan.

Al-Fassi Al-Fahri and Hoda Salem Taha (2021), Perception Modes and Their Types in the Arabic Structural Diversity Dictionary, Journal of Arabic Linguistics, Issue (13).