وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعـة يحيى فـارس - المديـة -
كليـة الآداب واللغـات
قسم: الأدب العربي

عنوان المذكرة

المعادلات النحوية في اللسانيات الحاسوبية

مذكّرة تخرج متممة لنيل شهادة الماستر في الآدب العربي
تخصص: لسانيات الخطاب

إعـداد الطالـبة:
- أمينة بن عمير

إشـراف الدكتور:
حسين سعدودي

السنـة الجـامعيـة: 2021-2022


بسم الله الرحمن الرحيم

شكـــــر وعرفـــــان

الحمد لله كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.

وفي هذه المناسبة العلمية التي وفقني الله فيها بفضله وتكرمه علي وإعانته لي، أن الهمني بقدرته على تجاوز العوائق والصعاب، و إتمام عملي المتواضع، أتوجه إليه بأسمى آيات الشكر وأعطر الكلمات وأبهى الحروف في بلوغ مراتب العلم، فالحمد لك يا الله حمدا كثيرا، الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات الحمد لله دائما و أبدا.

أتقدم بأسمى عبارات الشكر لمشرفي الفاضل سعدودي حسين

...كما أشكر كل أساتذة قسم اللغة العربية و آدابها كل باسمه و مقامه

فشكرا جزيلا لكم على دعمكم لي و أتمنى إن تنال مذكرتي إعجابكم



إهـــداء

لأني أحبكم

أفتح خزانة الحروف

وأنتقي أبهى الكلمات

كي أهديها لكم

إلى التي ليس لها محل من الإعراب، وإنما محلها من القلب تمنعه من الصرف وتجره بالحنان نيابة عن القسوة، إلى أيقونة القداسة التي أعيش بتسابيح أنفاسها، ووتيني يتغذى من صدى حناجرها، إلى أعظم سيدة في الوجود، حبيبتي أمي الغالية.

إلى الابتداء الذي يرفع شأني إلى السماء ويجرني إلى جنات الحياة إلى والدي الكريم الذي سقى بماء العطف والحنان تراب مولدي حتى أصبحت ستبلة طموح أنعم بشمس النجاح قد أشرقت من نور فضله العظيم أطال الله عمرك يا حبيبي سنبلة.

إلى الاشتغال الذي قدم رتبة حياتي على حياته وأخر سعادته من أجل سعادتي، إلى سندي وأستاذي وأخي محمّد عيادي رحمه الله، لقد شاءت الأقدار أن تجعلك ضميرا غائبا في حفلة تخرجي أما أنا فما زلت أعربك فاعلا ظاهرا مرفوعا بأخلاقك النبيلة.اللهم إرحمه رحمة واسعة واجعله من عبادك الصالحين المقربين في جنات الخلد، وارحم جميع أمواتنا يارب.

إلى الخبر المقدم الذي يصف لي أخطائي في إعداد هذه المذكرة ويوجهني إلى الصواب، يا من علمتني جواهر البيان، وصغت لي من معدن أدبك عسجد أفكار كانت لي أقمارا ساطعة في سماء العلم والأدب والفلاح مشرفي الأستاذ القدير سعدودي حسين حفظه الله أهديك ألف تحية لأنك مشرفي.

إلى التوابع الذين يحزنون لحزني ويسعدون لسعادتي إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم وجداني إخوتي وأخواتي وأولادهم وزوجات إخوتي وزوج أختي مُحَمَّد طلحة وكل العائلة الكريمة، وإلى أختي العزيزة التي تستقبلني بفوانيس التضحية وداد.

إلى أساتذتي الذين أشعلوا قناديل العلم في ليالي دراستي ووضعوا حبل التشجيع لأرتقي به إلى قمم النجاح وأخص بالذكر منهم: فضيلة فاسي، وهيبة عشاش، زين العابدين بوقلقال، فاطمة عويمر، سارة السعداوي، الشاذلي سعدودي، بن يوسف حميدي، ميلود عباسي، إلى من ألبسوني سندس تقدير بفضلهم وساعدوني في إنجاز عملي، المبرمج ياسين، سعاد، المبرمج سيد أحمد، وعبد المؤمن، والطالبان يوسف ويعقوب عيسات.

إلى من سرنا معا ونحن نجابه الصعاب ونمتطي براق الطموح، نسافر معا نحو سدرة التألق وتكاتفنا يدا بيد ونحن نلامس جوزاء تعلمنا صديقاتي الغاليات.

إلى طلاب العلم الذين يعشقون اللغة العربية أهدي هذا العمل المتواضع ونسأل الله عز وجل أن يجعله نبراسا لكم.

المقدمة

المقدمة:

الحمد لله رب العالمين، عليه نتوكل ونستعين ونسلم على المبعوث رحمة للعالمين، وعلى أله وصحبه أجمعين، أما بعد.

لا أحد يماري في أن اللغة هي السمة المميزة للكائن البشري عن غيره من الكائنات الأخرى، فهي ليست مجرد أصوات ناقلة للمعنى، بل غدت وعاء التطور والحضارة والتكنولوجيا.

لقد أصبحت اللغة اليوم تمثل موضوعا مميزا في مجال الابتكارات العلمية والتقنية؛ حيث بات من الضروري ولوجها إلى عالم الحاسوب، لكن للأسف النص العربي ما زال يلقى الكثير من الثغرات في تعامله مع هذه الأجهزة، وهو بحاجة ماسة إلى حوسبته فكان من اللازم أن أخوض في هذا الموضوع، والوقوف على ماهية التخصص الذي يحل تلك العقبات، ويهيئ لغتنا العربية للحاسوب ببناء نموذج وصفي وتوصيفي وتشفيري وبرمجي للنحو العربي، وتمثيله آليا على شكل معادلات.

فاللسانيات الحاسوبية تسعى لحل بعض الإشكالات التي قد تسهم في فتح المجال أمام اللغة العربية للارتقاء، وذلك من خلال تلقين الحاسوب لغة بشرية يمكنه التحاور معها حتى يصبح قادرا على محاكاة أو مجاراة التفكير البشري.

أما أهمية البحث تتجلى في كونه يتطرق إلى مجال جديد وحساس ألا وهو اللسانيات الحاسوبية، وكيف أن اللغة العربية أصبحت بحاجة ماسة لبرمجتها في الحاسوب، لأن هذه الأجهزة الذكية أصبحت جزء من نمط العيش المعاصر.

سيحاول هذا البحث الموسوم ب: " **المعادلات النحوية في اللسانيات الحسوبية**" الإجابة عن هذا الطرح:

كيف تتم عملية تمثيل المعادلات النحوية حتى يتمكن الحاسوبي من برمجتها في الحاسوب؟

وقد تفرع عن هدا الطرح مجموعة من التساؤلات من قبيل:

- ما المقصود باللسانيات الحاسوبية؟
- كيف تتم عملية تمثيل اللغة عند الإنسان وعند الحاسوب؟
- كيف يمكن إدخال النحو إلى الحاسوب؟
- مالمعادلات النحوية؟
- ماهي انواعها؟ وكيف تتم حوسبتها؟

والذي دفعني للخوض في هذا الموضوع:

- ميولي الشخصي لمواضيع اللغة وعلاقتها بكل ما هو تقني ورياضي.
- البرهنة لأصحاب التخصص العلمي أن اللغة العربية هي لغة تجريدية مثلها مثل الرياضيات.
- محاولة تسليط الضوء على ضرورة الاستفادة من المناهج الحديثة في خدمة لغتنا العربية.
- إعجابي بموضوع المعادلات النحوية لما درسناه عند الأستاذة "عواطف قاسيمي", و أيضا شغفي الكبير بعلم النحو لذلك مزجت بين النحو وعلم الحاسوب.

لقد تم التطرق إلى موضوع اللسانيات الحاسوبية في عدة مراجع من أهمها:

العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية للدكتور نهاد موسى وأيضا نبيل علي في كتابه "اللغة العربية والحاسوب" وراضية بن عربية في كتابها "محاضرات في اللسانية الحاسوبية" وغيرها من المراجع المعتمدة.

أما المنهج المتتبع في الدراسة فهو منهج يكاد يكون تكامليا بين الوصفي والتحليلي والمقاربتي حيث تتبعت مجال اللسانيات الحاسوبية بوصف مفاهيمها ومنظومتها وقمت بتحليل المعادلات النحوية وكيفية حوسبتها كما لجأت إلى المقاربة بين علم اللغة وبين الرياضيات، وأيضا المقارنة بين العقل الالكتروني والعقل البشري في عملية تمثيل اللغة.

ومن أجل الإطاحة بموضوع هذه الدراسة وتغطية جميع جوانبها اعتمدت على خطة بحث مقسمة إلى مقدمة وفصلين وكل فصل يتضمن ثلاثة مباحث تندرج تحتها ثلاثة مطالب ثم الخاتمة.

أما الفصل الأول فهو يخص الجانب النظري وفيه تم التعرض إلى منظومة الحاسوب واللغة العربية وعلاقتها بالرياضيات.

تناول هذا الفصل ثلاث مباحث:

المبحث الأول: تعرضت فيه الى الإحاطة بتاريخ اللسانيات الحاسوبية وعرض مفاهيمها والجوانب التي ترتكز عليها.

المبحث الثاني: يتناول العلاقة بين النظام اللغوي الحاسوبي والبشري,وأهم السنن التي ينبني عليها النشاط اللغوي الحاسوبي ولإنساني

المبحث الثالث: يهتم بالمراحل الإجرائية لحوسبة المعادلات النحوية وأنواعها ,وأيضا علاقة المنطق باللغة

بينما الفصل الثاني فهو خاص بالجانب التطبيقي وتضمن حوسبة أنواع المعادلات النحوية.قسمته الى ثلاث مباحث ايضا:

المبحث الأول: إخترت فيه نماذج من معادلات المشابهة مبينة طرائق حوسبتها من وصف ,وتوصيف ثم تشفيره ,وبرمجة.

المبحث الثاني: إنتقيت فيه نماذج لمعادلات التكافؤ التناظري الإستنباطي من جمل إسمية ,وفعلية وكيفية حوسبتها.

المبحث الثالث: تضمن نماذج لمعادلات التكافؤ التعليلي ,وحوسبتها.

فأما الخاتمة أبرزت فيها أهم النقاط المتوصل إليها.

ونظرا لطبيعة الموضوع، فإنه لا يخفى على علم أي أحد أن الخائض في هذا البحث سيجد في طريقه صعوبات تتعلق بمجال البرمجة حيث تطلب مني البحث عن مبرمجين لتوضيح بعض المسائل البرمجية في اللغة خاصة وأنا مبتدئة في دراسة البرمجة.

تغيير مكان إقامتنا العائق الذي أرهقني بحيث عزفت عن العمل والبحث لأجل ترتيب المنزل.

أيضا وفاة سندي وأخي وأستاذي محمد عيادي رحمه الله وأسكنه فسيح جناته الذي كان لي عونا في الدراسة وبعد وفاته رحمة الله عليه واجهت صعوبة في البحث.

ولا يسعني في هذا المقام إلا أن أتقدم بالشكر الوافر لله عز وجل وأعتذر عن تقصيري في هذا العمل وأسأل الله أن يتقبله مني كصدقة جارية علي وعلى أهلي وكل من ساعدني أو كانت نيته المساعدة وشاءت الأقدار أن يتركنا ويرحنا.

الفصل الأول

منظومة اللسانيات الحسوبية

الفصل الأوّل: منظومة اللسانيات الحسوبية.

المبحث الأوّل: الإطار العام للّسانيات الحاسوبيّة.

المطلب الأوّل: نشأة اللّسانيات الحاسوبيّة.

المطلب الثّاني: مفهوم اللّسانيات الحاسوبيّة.

المطلب الثّالث: مرتكزات اللّسانيات الحاسوبيّة.

المبحث الثّاني: علاقة النّظام اللّغوي بالحاسوب والدّماغ.

المطلب الأوّل: بين اللّغة الطّبيعيّة واللّغة الاصطناعيّة.

المطلب الثّاني: النّشاط اللّغوي في العقل الإلكتروني.

المطلب الثّالث: النّشاط اللّغوي في العقل البشري.

المبحث الثّالث: تجليّات المنطق الرّياضي في حوسبة النّحو العربيّ.

المطلب الأوّل: حوسبة اللّغة العربيّة.

المطلب الثّاني: ماهيّة المنطق الرّياضيّ.

المطلب الثّالث: المعادلات النّحويّة.

الفصل الأوّل: منظومة اللسانيات الحاسوبية.

المبحث الأوّل: الإطار العامّ لمنظومة اللّسانيات الحاسوبيّة.

المطلب الأوّل: نشأة اللّسانيات الحاسوبيّة.

لقد استطاعت اللّسانيات منذ عهدها البِنَوي أن تتطوّر وتحقّق إنجازات علميّة كبيرة على المستوى النّظري والتّطبيقيّ، لا سيما خلال النّصف الثّاني من القرن العشرين، حيث تجسّدت هذه التّطورات في الانفتاح على علوم عديدة، من قبيل علم الاجتماع، وعلم النفس، والهندسة، والحاسوب...إلخ.

في حين توالد من هذا التّعالق تنوّع في فروعها، ولم يقتصر التّأثير الّذي مارسته اللّسانيات على العلوم الإنسانيّة فقط، بل تعدّاه ليشمل كذلك بعض العلوم الدّقيقة كالرّياضيات والحاسوبيّات، فظهر إثر هذا التّفاعل الخصب فرع جديد، يُعرف باللّسانيات الرّياضيّة، أو اللّسانيات الحاسوبيّة؛ إذ جمع هذا المنهج بين نتائج اللّسانيات الصّلبة ونتائج تطوّر التّقنيات المعلوماتيّة في معالجة اللّغات الطّبيعيّة.

وليس غريبا ارتباط تاريخ اللّسانيات الحاسوبيّة ارتباطا وثيقا بنشأة الحاسوب حيث؛ "صنع أول حاسب إلكتروني سنة 1946م، في بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية. وكان يعرف باسم "ENIAC"."[1]

فبعد اختراعه أصبح أداة مسخّرة لكلّ المعارف والمعالجات، كما بُذلت الجهود من أجل حوسبة اللّغة ومعالجتها آليا، فقد ارتكز الحاسوبيّون في البداية على الدّراسات البِنويّة للّغة، إلاّ أنّ هذه الدّراسات لم تؤتِ أكلها في ظلّ معطيات التّكنولوجيا.

[1] رؤوف وصفي، ترجمة الحاسب الآلي الكمبيوتر، تح عبد الله عمر الفراء، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة الثقافة العلمية، ط3، 1989م، ص14.

وطبعا "جاء الحاسوب كنتيجة لمجهودات حثيثة في الميدان العسكري، والّذي تسابق تطوّره في كلّ من ألمانيا والولايات المتّحدة الأمريكيّة ".[1]

تواصل تطوّر الحاسوب بشكل متسارع ومذهل "فظهر الجيل الأوّل منه في سنة 1951م وتوالت الأجيال إلى أن وصلت إلى الجيل السّادس منه".[2]

ومن المعلوم أنّ هذه الحواسيب صمّمت لتحاكي العقل البشري من حيث استخدامهم للشّبكات العصبيّة، وعليه "اعتبر الدّماغ حاسوبا، حيث يمكن اختزال عملية التّفكير ببساطة في القدرة على بلورة هذه المعالجة، التي تتكوّن من دخل وخرج، وتتمّ عبر عمليات التّرميز، والتّحويل، والاسترجاع، والتّخزين، فاعتُبر الإنسان بمثابة كائن مبرمج يمكن مقارنة دماغه بحاسوب مجرد من المشاعر".[3]

تدلّ هذه الفكرة على العلاقة الوطيدة بين العلوم الحاسوبيّة، والتّفكير الإنسانيّ، والعلوم المعرفيّة*، التي تمثّل مركزا رئيسا، وبؤرة انطلاق ارتدادات اللّسانيات الحاسوبيّة، كون هذه العلوم المعرفيّة تدرس كيفيّة اشتغال العقل والدّماغ البشريّ أثناء عمليّتي إنتاج واستقبال اللّغة، ومنه تمّ تسليط الضّوء على العقل الإلكتروني في عملية النّشاط اللّغوي، خاصّة بعد

* العلوم المعرفيّة: هي مجموعة من الأنظمة العلميّة (فلسفة، لسانيات، أنثروبولوجيا، علوم الأعصاب، إعلاميات علم النّفس...إلخ) التي تهدف إلى دراسة ميكانيزمات التّفكير الإنساني والحيواني والاصطناعي وفهمها، وهي العلوم التي تهتمّ ببيولوجيا العقل والدّماغ، وتقوم بوصف دقيق للمعالجة الذهنيّة للمعلومات، للمزيد كتاب اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثّوابت النظريّة والإجرائيّة، لسناء منعم ومصطفى بوعناني، ص 14.....18).

[1] ينظر: عادل عبد النّور، أساسيّات الذّكاء الاصطناعي، دار الفيصل الثقافية، الرّياض، 2006م، ص19

[2] سمية حمادي، اللّسانيات الحاسوبيّة العربيّة من خلال أعمال الدّكتور نهاد موسى، مذكرة شهادة ماجستير، لسانيات عربيّة، اللّغة والأدب العربيّ، كليّة اللّغة والأدب العربيّ والفنون، جامعة الحاج لخضر، باتنة-الجزائر، 2016-2017م، ص2.

[3] ينظر: سناء منعم ومصطفى بوعنّاني، اللّسانيات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة (بعض الثّوابت النظّرية والإجرائيّة)، عالم الكتب الحديث للنّشر والتّوزيع، إربد الأردن، ط1 ،2015م، ص18.

تفطّن علماء العلوم اللّسانيّة، والمعرفيّة، أنّ المجال التّقني معالمه كلّها في اللّغة؛ لذا وجّهوا اهتمامهم إلى علاقة اللّسانيات بالحاسوب.

وممّا لا شكّ فيه أنّ هناك اختلافات في تاريخ نشأة هذا العلم الحديث، لكنّ الرّاجح أنّ ظهوره اقترن بالتّرجمة، عندما بدأ أهل الاختصاص في اللّسانيات والعلاج الآلي للمعلومات بشكل الصّياغة المنطقيّة الرّياضيّة للنّظريات اللّسانيّة.

فقد ورد أنّ أوّل شذرة لظهورها "كانت في العام 1949م، عندما كتب "**وارن ويفر** "**werin weaver**" (1894-1978) – صاحب نظريّة المعلومات- مذكّرته الدّبلوماسيّة المشهورة، مقترحا فيها التّرجمة باستخدام الآلة"[1].

كما توجد دراسات تشير إلى أنّ بدايات نشأتها كانت "في خمسينيات القرن الماضي، وتحديدا سنة 1954م، في قسم اللّسانيات، بجامعة جورج تاون Georgetown على يد أستاذ علم الدّلالة، ومنظّم نمذجة لسانية (زار تشاك) "[2].

حيث "عقد أوّل مؤتمر للتّرجمة الآليّة في العام 1952م، ومن ثمّ ظهرت مجلّة التّرجمة الآلية بعد ذلك بعامين، التي تمّ تغيير اسمها فيما بعد إلى التّرجمة الآلية، واللّسانيات الحاسوبيّة، وبناءً عليه يكون أول ظهور لمصطلح اللّسانيات الحاسوبيّة (computational linguistics) إلى تلك المرحلة"[3].

ومن الجدير بالذّكر أيضا أنّ بحوث الألسني " **أفرام نعوم تشومسكي Avram Noam chomsky** (1928م) الّتي ساندت تطوّر اللّسانيات الحاسوبيّة؛ إذ سعى دوما

[1] ينظر: عبد الجبّار علي الحروب، تطبيقات اللّسانيات الحاسوبيّة على اللّغة العربيّة (المشكال والملخّص الآلي أنموذجين)، مذكرة شهادة الماجستير، اللّغة العربية، كلية اللّغة العربيّة وآدابها، جامعة بير زيت، فلسطين، 2018م، ص13.

[2] ينظر: جوزف طانيوس لبس، المعلوماتيّة واللّغة والأدب والحضارة (الرّقم والحرف)، المؤسّسة الحديثة للكتاب، ط1، 2012، ص17.

[3] عبد الجبار علي الحروب، المرجع السابق، ص14.

إلى التّأقلم مع متطلّبات المعالجة الآليّة للّغة، وعمل بالتّنسيق مع الحاسوبيّين، فطبّق العلماء الأسس والمعادلات الرّياضيّة على التّحليل اللّغوي إبّان ظهور نظريّته التّوليديّة التّحويليّة، وصاغوا اللّغة صياغة رياضيّة، من أجل برمجتها في الحاسوب، ثم ظهر كتابه (البنى التركيبيّة)، حيث شكّل ملهما للباحثين في هذا المجال.

كما اشتغل علماء آخرون بتوحيد الجهود في حقل اللّسانيات، وعلم النّفس، والذّكاء الإصطناعي*.

أمّا بالنّسبة إلى أوروبا فقد برزت اللّسانيات الحاسوبيّة إلى حيّز الوجود خلسة وبخجل "سنة 1961م بجامعة: فوتبرغ (Goteborg) السويديّة لكنّها ظلّت ذات طابع محليّ"[1]، ولم تحقّق الأهداف المتوخّاة منها نظرا لغياب عتاد لساني قادر على استيعاب خصائص النّقل من اللّغة المصدر إلى اللّغة الهدف.

ثمّ تلتها محاولة أخرى " كانت في مركز التّحليل الآلي للّغة بمدينة (قارلات) Gallarat بإيطاليا، عام 1962م، إذ وضع **روبيرتو بوزا Roberto Busa** الدّعائم الأولى لاستخدام الحاسوب في دراسة اللّغة"[2].

تعدّ كلّ هذه المحاولات الغربيّة مصدر انبثاق اللّسانيات الحاسوبيّة.

أمّا المحاولات الّتي من نصيب العرب، فكانت مرحلة تالية للغرب، ويعزى هذا السّبب لتأخّر وصول الحاسوب إلى البلاد العربيّة، حيث كانت بداية الاستفادة في هذا العلم "في السّبعينات، وذلك في مجال العلوم الشّرعيّة؛ إذ اهتمّوا في بادئ الأمر بإدخال أجزاء معيّنة

*الذّكاء الاصطناعي: هو علم ظهر في الخمسينات من القرن الماضي، وهو أحد علوم الحاسوب الحديثة التي تبحث عن أساليب متطوّرة لبرمجته للقيام بأعمال واستنتاجات تشابه أعمال الإنسان ولو حدود ضيّقة، فهو يعني تطوير الخوارزميات وتقنيات ذكيّة لتطبيقها في الحاسوب.

[1] ينظر: عبد الرّحمان بن حسن، توظيف اللّسانيات الحاسوبيّة في خدمة الدّراسات اللّغوية العربيّة جهود ونتائج (مجلّة مجمع اللّغة العربيّة الأردني)، ع73، كانون الأول 2007، جامعة أم القرى، ص49.

[2] عبد الرّحمان حسن العارف، المرجع السّابق، ص48- 49.

من القرآن في الحاسوب، ثمّ أتت محاولة لتعريبه، من خلال استبدال الأحرف اللاّتينية بالحروف العربية"[1].

وتبدأ قصّة الاتّصال العلمي بين الحاسوب، والبحث اللّغوي العربيّ، مع الدكتور **(إبراهيم أنيس)**، الذي كان من أوائل العرب، الّذين وجّهوا الأنظار، والاهتمام إلى إمكانيّة الاستعانة بالتّقنيات الممكنة، الّتي يقدّمها الحاسوب، و توظيفها لخدمة الدّرس اللّغوي في اللّغة العربيّة، من خلال كتابه (دراسة إحصائيّة لجذور معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر).

وعليه فقد ذكر:" أنّه انتهز فرصة زيارته للكويت، وتحدّث مع الأستاذ الدّكتور **(علي حلمي موسى)**، بخصوص إمكانيّة الاستعانة بالحاسوب في إحصاء الحروف الأصليّة، لموادّ اللّغة العربيّة، بهدف الوقوف على نسخ الكلمة العربيّة، فرحّب الدّكتور موسى بهذه الفكرة".[2]

كما ازدادت المحاولات في مجال اللّسانيات الحاسوبيّة مع العلاّمة "عبد الرحمان الحاج صالح" (2017م)، السبّاق في العالم العربيّ، الذي أراد من المدرسة اللّسانية، بمختلف توجّهاتها تحديث البحث اللّساني العربيّ، و إبراز القيمة العلميّة للمفاهيم الخليليّة، ممّا جعله يدعو إلى تأسيس مدرسة تحليليّة حديثة، و في سبيل ذلك عمل على الجمع بين علماء الحاسوب، وعلماء البيولوجيا البشريّة، لإنجاز ما أطلق عليه مشروع الذّخيرة العربيّة، عاملاً على حوسبة العربيّة من خلال وضع قاعدة بيانات للمعجم العربيّ، وصياغة برمجيّات عربيّة، و إنشاء جوجل عربيّ.

[1] ينظر: سمية حمادي، اللسانيّات الحاسوبيّة العربيّة من خلال أعمال الدّكتور نهاد الموسى، الرجع السّابق، ص4

[2] ينظر: بسام أغبر، علم اللّسانيات الحاسوبيّة تعريف ومجالات، مدونات، نقلا عن موقع https://aljazeera.net يوم 11-5-2022 الساعة 3:00.

أمّا بالنّسبة إلى الجهود العربيّة المبذولة، فقد تمثّلت في: المؤتمرات والنّدوات والبرامج والمؤلفات، ومن أهمّ هذه المؤتمرات الّتي عالجت مسألة توظيف اللّسانيات الحاسوبيّة لخدمة اللّغة العربيّة ما يلي:

- المؤتمر الهندسيّ السّعودي الأوّل، الذي عقد في جدّة سنة 1983م[1].
- مؤتمر اللّسانيات التّطبيقيّة العربيّة، والمعالجة الإشاريّة، والمعلوماتيّة الّذي عقد في الرّباط سنة 1983م[2].
- ندوة التّوثيق الآليّ للمعلومات، الّتي عقدت في بغداد سنة 1984م مؤتمر اللّسانيات التّطبيقيّة العربيّة، في سوريا سنة 1985م[3].

وغيرها من المؤتمرات والأبحاث الّتي كثرت في هذا الجانب، وبذلك توسعت أفكارها، وانصبّت جهود اللّغويّين والحاسوبيّين في مسألة تعريب الحاسوب.

كما لا يمكننا أن ننكر جهود " **نبيل علي**" رائد اللّسانيات الحاسوبيّة، الذي شكّل كتابه (اللّغة العربيّة والحاسوب) اللّبنة الأساسيّة لهذا الحقل.

جاء في مرحلة تالية له كتاب (**نهاد الموسى**)، "العربيّة: نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيّات الحاسوبيّة "، عالج فيه مسألة النّظام اللّغوي، واللّسانيات الحاسوبيّة.

نضيف إلى جانب هذا، جهود الباحث الجزائري (**مصطفى حركات**) المتخصّص في الرّياضيّات والعروض، الذي قدّم أولى الّنماذج التّطبيقيّة للمعالجة الآليّة للعروض العربيّ.

---

[1] عبد الجبار علي الحروب، تطبيقات اللّسانيّات الحاسوبيّة على اللّغة العربيّة (المشاكل والملخّص)، المرجع السابق، ص16

[2] ينظر: نهاد الموسى العربيّة (نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيات الحاسوبيّة)، دار الفارس للنّشر والتّوزيع، عمان-الأردن، ط1، 2000م، ص35.

[3] عبد الجبّار علي، المرجع السّابق، ص16-17.

وفي ضوء ما ذكرناه آنفًا نقول: إنّ علم اللّغة الحاسوبيّ علم مخصوص، وليد التّطورات التّكنولوجيّة المتقدّمة، ولا جرم أنّ كلاّ من هذه الأبحاث والمؤلفات، أسهمت في نقل اللّسانيات الحاسوبيّة من طابعها النّظري إلى حيّز التّطبيق حيث ازدهرت الجامعات العربيّة بمعاهد حوسبة اللّغة ومختبراتها، ولا يزال هذا التّطور ساريًا، حتّى يواكب عصورا أخرى من الزّمن.

المطلب الثّاني: مفهوم اللّسانيات الحاسوبيّة.

تعدّ دراسة اللّغة باستخدام اللّسانيات الحاسوبيّة من أحدث الاتّجاهات اللغويّة العربيّة المعاصرة.

فمنذ ظهور الحاسوب وصلته تتوثّق باللّغة وتتأصل، كونها تقع في قمّة الموضوعات التي تهتمّ بها العلوم الإنسانيّة، والحاسوب هو ذروة التّقنيات الحديثة، لذلك كان من المنطقيّ أن تلتقي اللّغة والحاسوب.

كما أنّ اللّسانيات الحاسوبيّة علم يلمّ الشّمل بين علمين قد تبدو المسافة بينهما متباعدة، هما: علم اللّسان وعلم الحاسوب، وقبل أن نسترسل في الحديث عن علم اللّغة الحاسوبيّ، لابدّ من الوقوف على مصطلح اللّسانيات، والحاسوب.

أ- اللّسانيات:

هي علم ظهر في بداية القرن الماضي على يد العالم السويسري **(فرديناند دي سوسير)**، وقد ترجم هذا المصطلح إلى عدّة مصطلحات هي: علم اللّغة الحديث، وعلم اللّغة العامّ، واللّغويات والألسنيّة، واللّسانيات، وفي هذا الصّدد يعرّفه **(محمد محمد يونس علي)** بقوله: «اللّسانيات linguistics (ويسمى أيضا الألسنيّة، وعلم اللّغة) بأنّها الدّراسة العلميّة للّغة » [1].

أمّا في موضع آخر، فتذكر **(خولة طالب الإبراهيمي)** بأنّها:« الدّراسة العلميّة الموضوعيّة للّسان البشريّ، والجدير بالإهتمام والدّراسة، بغضّ النّظر عن كلّ الاعتبارات الأخرى، الّتي لا تعدّ من صلب اهتمام اللّسانيّين» .[2]

[1] محمّد محمّد يونس علي، مدخل إلى اللّسانيّات، دار الكتاب الجديد المتّحدة، بنغازي، ط1، 2000م، ص09.

[2] – خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ في اللّسانيّات، دار القصبة للنّشر، الجزائر ط2، -2000-2006م، ص09.

وازدهر هذا العلم على يد العالم اللّغويّ الشهير **(نعوم تشومسكي)**، حيث انفتحت دراساته على علاقة اللّغة بالرياضيّات أو بالحاسوب.

ترى فما الحاسوب؟

ب- الحاسوب:

هو مصطلح أقرّته مجامع اللّغة العربيّة، مرادفًا للّفظ الإنجليزي **(Computer)**، ويعرّف على أنّه: جهاز إلكترونيّ، مصنوع من مكوّنات منفصلة، يتمّ ربطها ثمّ توجيهها باستخدام أوامر خاصة لمعالجة إدارة البيانات بطريقة ما.[1]

زيادة إلى ذلك نأتي بتعريف آخر هو أنّ الحاسوب: آلة قادرة على القيام بالعديد من العمليّات المنطقيّة والحسابيّة، ويتميّز بسرعته الفائقة، ودقّته المتناهيّة.[2]

حيث يقوم بوظائف تتمثّل في: استقبال وتخزين البيانات، ويعالجها عن طريق تنفيذ مجموعة من العمليّات الحسابيّة، أو المنطقيّة وفقا لسلسلة من التّعليمات البرمجيّة، المخزّنة في الذّاكرة.[3]

ويتكوّن الحاسوب من أجهزة ماديّة، وبرمجيّات، من خلالهما يستطيع معالجة المعلومات الّتي أُدْخلت إليه في وقت وجيز.

أمّا لفظة الحاسوبيّة "هي مصدر صناعي، مأخوذة من كلمة حاسوب، حيث اشتقّت بدورها على وزن اسم الآلة فاعول (...)، ولقد تولّد من هذه الآليّة الاشتقاقيّة تفريع عدد

---

[1]- محمد بلال الزغبي وآخرون، مهارات الحاسوب (الحاسوب والبرمجيّات الجاهزة)، زمزم ناشرون وموزعون، عمان- الأردن، 2008م، ص.3

[2]- هدى رحّال ودنيا رايس، اللّسانيات الحاسوبيّة في الكاتبات العربيّة (عبد الرّحمان الحاج صالح أنموذجا)، مذكرة ماستر، لسانيّات تطبيقيّة، قسم الآداب واللّغة العربيّة، كليّة الآداب واللّغات، جامعة محمد خيضر، بسكرة- الجزائر، 2020-2021م، ص16.

[3]- أحمد أبو الفتح، من موقع: http://abuelFateh.com/blog، 13- 5-2022، 23:00.

من الألفاظ، الّتي وظّفها الدّكتور **(الحاج صالح)** في كتاباته، كاسم العلم حاسوبيّات، والمصدر حوسبة.[1]

وتعني أيضا توظيف الحاسوب بما يحتويه من عمليّات حسابيّة وإحصائيّة ورياضيّة وخوارزميّات دقيقة في خدمة اللّغة العربيّة.

بعد عرضنا هذا لمُكوّني مصطلح اللّسانيات والحاسوب، نتّجه لتعريف هذا العلم بأجزائه المركّبة له معا.

ج- اللّسانيّات الحاسوبيّة:

هي فرع تطبيقيّ جديد، ظهر في ظلّ ثورة معلوماتيّة هائلة، وهو من المفاهيم التي تحتاج إلى توضيح لفهم أقرب، لكلّ من أحبّ النّقر على لوحة مفاتيح اللّغة العربيّة.

وممّا لا شكّ فيه أنّ هذا المصطلح لا يزال غير مستقرّ، حيث تنوّعت التّسميات المرادفة له التي اقتحمت السّاحة اللّغويّة بمكافئات عديدة لتعدّد التّرجمات، وبالتّالي فكل باحث يطلق عليه تسمية معيّنة، ينتج عنهما تعريف مختلف حسب مرجعيّة الباحث، إذ نجد الدّكتور **(عمر مهديوي)** أشار إليه بمصطلحين هما: " اللّغويّات الحسّاسة والمعالجة الآليّة للّغات الطبيعيّة"[2]. أمّا الحاج صالح في كتابه (بحوث ودراسات في اللّسانيات العربيّة) " قد أطلق عليه مصطلح اللّسانيّات الرتابيّة "[3]، نسبة إلى الرّتاب أي الحاسوب ثمّ أتبعه بمرادف اللّسانيّات الرّياضيّة، بعدها استعاض عنه بمصطلح اللّسانيّات الحاسوبيّة، كذلك الأستاذ **(مازن الوعر)**، والدّكتور **(وليد العناني)** استخدما في مؤلّفهما اللّسانيات

[1]- بن يوسف حميدي، مفاهيم وتطبيقات في اللّسانيّات الحاسوبيّة، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان- الأردن، ط1، 2019م، ص16.

[2]- عمر مهديوي وآخرون، اللّسانيات الحاسوبيّة واللّغة العربيّة (إشكالات وحلول)، دار كنوز للمعرفة والّنشر والتّوزيع عمان- الأردن ط1، 2018، ص28-30.

[3]عبد الرّحمان الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيّات العربيّة، المؤسسة الوطنيّة للفنون المطبعيّة، موفم للنّشر، الجزائر،2007م، ج1، ص230.

الحاسوبيّة (**Computational linguistics cl**)، ويظهر أنّ هذا المدلول أكثر ملاءمة.

ومن مرادفاتها أيضا اللّسانيات المعلوماتيّة (**Informatique linguistics IL**) كما يشار إليها بتقنيات اللّغة الطّبيعيّة (**Human language chnologiesHLC**)، أو مصطلح علم اللّغة الحاسبي واللّسانيات الإعلاميّة، وكلّ هذه المصطلحات تدور في فلك واحد.

وتذهب (**راضية بن عربيّة**) إلى تعريف هذا العلم الجديد، بقولها: "اللّسانيات الحاسوبيّة (**Computational linguistics**) وتسمّى أيضا علوم اللّغة الحاسوبيّة، وهي علوم حديثة تستخدم الحواسيب في تحويل النّصوص والمعلومات اللّغوية إلى لغات الحاسب الرّقميّة لتحليلها، وترجمتها للغات أخرى".[1]

وفحوى ذلك أنّ موضوعها هو ترجمة اللّغة، وتحويلها إلى رموز رياضيّة، وشفرات وأكواد، يستطيع أن يفهمها الحاسوب، ويتعامل معها، كما تستغلّ ما توفّره التّكنولوجيا المتطوّرة من أجل بلورة برامج وأنظمة لمعالجة اللّغات الطّبيعيّة معالجة آليّة.

بينما ورد في تعريف آخر لها أنّها: "نظام بَينِي بين اللّسانيات وعلم الحاسوب المعنى بحوسبة الملكة اللّغويّة، وهي تنتسب إلى العلوم المعرفيّة، وتتداخل وحقل الذّكاء الاصطناعي، وهو فرع من علم الحاسوب، يهدف إلى وضع نماذج حاسوبيّة للإدراك الإنساني".[2]

فظاهرا ظهورا جليّا أنّ هذا العلم هو أحد فروع علم الذّكاء الاصطناعي، وهو ما يتمّ فيه الإفادة من مزايا معطيات الحاسوب لتوظيف التّطبيقات الذّكيّة، ومعالجة اللّغات

[1] راضية بن عربيّة، محاضرات في اللّسانيات الحاسوبيّة، ألفا للوثائق، قسنطينة– الجزائر، ط1، 2017، ص20.

[2] نهاد الموسى، العربيّة (نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيات الحاسوبيّة)، المرجع السّابق، ص53.

البشريّة، بالإضافة إلى تصميم وإنجاز أنظمة حاسوبيّة، تحاكي قدرة الإنسان في التّعامل مع اللّغة البشريّة تحليلا وتركيبا، من خلال توظيف القواعد والقوانين الحاسوبيّة في معالجة العربيّة، وإنتاج المادّة اللّغويّة.

كما وضع العالم اللّغوي **(دافيد كريستال)** تعريفًا جامعًا شاملاً لعلم اللّسانيات الحاسوبيّة، فقال: "هو فرع من الدّراسات اللّغويّة، الّذي يُوظّف في التّقنيات والمفاهيم الحسابيّة والآليّة، بهدف توضيح المشكلات اللّغويّة"[1].

رغم اهتمامات اللّسانيّات الحاسوبيّة بالمبادئ العامّة للحاسوب، إلاّ أنّها تتعدّى مفهوم توظيفي تقني إلى معالجة الظّاهرة اللّغويّة المعقّدة، وتوصيف علوم اللّغة في جميع مستوياتها داخل الحاسوب، حتّى يسهل التّواصل والمعالجة والتّعرف الآلي.

في حين يذكر **(الحاج صالح)** في حدّه لها قائلا: "هي الدّراسة العلميّة للّغة الطّبيعيّة من منظورٍ حاسوبيّ، وهذه الدّراسة لا يمكن أن تتمّ إلاّ بناءً على برامج حاسوبيّة لأنظمة اللّغات البشريّة، من خلال تبيين ومحاكاة نُظُم الدّماغ البشريّ لتنظّم عمل الحاسب الآلي".[2]

وفي هذا الإطار، كان الحاسوب آلة ذكيّة، تُحاكي في قدرتها وظائف وقدرات الإنسان الذّهنيّة، لذلك تسعى اللّسانيات الحاسوبيّة إلى تفسير كيفيّة اشتغال الذّهن البشريّ عند إنتاجه للّغة، فلطالما كانت غايتها وضع دماغ آليّ قادر على استعمال اللّغة مثلما يستعملها الإنسان، وهكذا تتاح إمكانيّة تهيئة اللّغة الطّبيعيّة لتصير لغة تخاطب مع الحاسوب.

---

[1] ملخّص معلومات مقرّر دراسي، محاضرات في اللّسانيات الحاسوبيّة، سنة 3 ليسانس، لسانيّات تطبيقيّة نقلا عن موقع: http://modele-univ-chlef.dz، 11-5-2022م، 2:30.

[2] عبد الرّحمان الحاج صالح، المرجع السّابق، ص230.

وقد عرفت في أوّل مؤتمر دوليّ أُقيم من أجلها سنة 1965م، بأنّها: "علم جديد تتقاطع فيه اللّسانيات مع جهاز صوري تفرزه العلوم المنطقيّة الرّياضيّة، ويخضع للقيود التي تفرضها الآلات المعدّة للمعالجة الآليّة للمعلومة، ويؤدّي البحث في هذا المجال إلى إنشاء برنامج خوارزمي"[1]

من خلال هذا التّعريف تتحدّد ملامح اللّسانيات الحاسوبيّة، المتمثّلة في الالتقاء الحاصل بين جهازين هما اللّسانيات والعلوم المنطقيّة الرّياضيّة، بموجب صياغة نموذج خوارزميّ، وخطاطة منطقيّة رياضيّة للّغة، قابلة لأن تشتغل في الحاسوب.

فاللّسانيات الحاسوبيّة تدور حول مسارين هما: الأوّل محاكاة التّفكير الإنسانيّ؛ ويتمّ فيه محاولة إيجاد نظام حاسوبيّ قادر على فهم لغة الإنسان.

والثّاني محاكاة الأداء البشري: ويقوم هذا العلم على تطوّر نظري يتخيّل الحاسوب عقلا بشريّا.

ويرى **(الحاج صالح)** أنّها: "مبدأ علميّ وتطبيقي واسع جدّا كما هو معروف، إذ يشمل التطبيقات الكثيرة، كالتّرجمة الآليّة، والاصطلاح للأخطاء المطبعيّة، وتعليم اللّغات بالحاسوب، والعمل الوثائقيّ الآلي"[2].

يمكن تحديد مجالات اللّسانيات الحاسوبيّة بالاستناد على تعريف الحاج صالح، حيث تشمل مجال التّرجمة الآليّة وتعليم اللّغات، والتّدقيق الإملائي وغيرها.

[1]– طارق عبد الحكيم أمهان، اللّسانيات الحاسوبيّة ومشكلة حوسبة اللّغة العربيّة خطوة باتّجاه الحلّ، نقلا عن موقع: www.alukah.net، ص9.

[2]عبد الرّحمان الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللّسانيات العربيّة، المرجع السّابق، ص233.

أمّا من جهة أخرى نتتبّع التّعريفات الأجنبيّة فنجد **(Ralph Grushman)** قد ذكر في كتابه:

"Computation linguistics the study of computer systems for understanding, and generation natural language"[1].

أي دراسة أنظمة الكمبيوتر لفهم وتوليد اللّغات الطّبيعيّة.

والواضح أنّ هذا العلم هو فرع وسطيّ، وعامل مشترك بين علم اللّغة وبين علم الحاسوب، حيث يوضّح الدّكتور وليد العناتي ذلك بقوله: "هذا العلم فرع نسبيّ ينتسب نصفه إلى اللّسانيات وموضوعها اللّغة، ونصفه الآخر حاسوبيّ وموضوعه ترجمة اللّغة العربيّة إلى رموز رياضيّة، يفهمها الحاسوب ويعالجها"[2].

وبذالك فإن هذا العلم يشكّل مجالا بينيّا بين اللّغة وبين الحاسوب، وظيفته وضع القواعد، والبحث في الطّرق والوسائل الّتي تساعد في جعل الآلة قادرة على معالجة اللّغات البشريّة بجميع مستوياتها، حتّى الوصول إلى نظام حاسوبيّ، يضاهي القدرة البشريّة في معالجة اللّغة العربيّة.

أما في الأخير فنقول: إنّ هذا الحقل المعرفيّ، هو علم تتداخل فيه التّصورات اللّسانية والحاسوبيّة وتتلاقح، لتشكّل نظريّات تعمل على معالجة الواقع اللّغوي وفق منهج حاسوبيّ.

[1] Gulshman halph, computational linguistics, an introduction (studies in natural language processing), published by the press syndicate of the university, canbidage, frist published, 1986, p4.

[2]– وليد العناتي وخالد الجبر، دليل الباحث في اللّسانيات العربيّة، دار جرير للنّشر والتّوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2007م، ص13.

المطلب الثّالث: مرتكزات اللّسانيات الحاسوبيّة.

لقد سبق وأومأنا إلى أنّ اللّسانيّات الحاسوبيّة تقوم على شقّ لسانيّ صوريّ رياضيّ، وشقّ آليّ تقنيّ، وهذا ما ذهب إليه أحد الباحثين قائلا: "يلتقي فيه الجانبان النّظريّ اللّساني بكلّ خلفيّاته المعرفيّة والمنهجيّة، والجانب التّقني المعلوماتي بكلّ تطوّراته، ليصوغ ما اصطلح عليه بالهندسة اللّسانيّة*، أو تكنولوجيا اللّسان"[1].

إنّ هذا القول يطرح جانبين مهمّين للّسانيات الحاسوبيّة: أوّلهما تنظيريّ لسانيّ، والآخر تطبيقيّ تعليميّ حاسوبيّ.

فأمّا النّظريّ: "يبحث في كيفيّة عمل الدّماغ الإلكتروني لحلّ المشكلات اللّغويّة"[2]، إذ "يقوم على تصوّر نظريّ يتخيّل الحاسوب عقلا بشريّا، محاولا استِكنَاهَ العمليّات العقليّة التي يقوم بها العقل البشريّ لإنتاج اللّغة، وفهمها وإدراكها، لكنّه يستدرك على الحاسوب أنّه جهاز أصمّ لا يُستعمل إلاّ وفق البرنامج الّذي صمّمه الإنسان له، ولذلك ينبغي أن نُوصّف للحاسوب المواد اللّغويّة توصيفًا دقيقًا، يستنفد كلّ الإشكالات التي يستطيع الإنسان إدراكها"[3].

ومعناه أنّ الدّور الذي يقوم به هذا المكوّن النّظريّ، هو تطويع اللّغة العربيّة لتكون لغة حاسوب من خلال توصيف الظّواهر اللّسانيّة، ووضع نظريّات وقواعد، تسهم في تحقيق غاياته التي وجد لأجلها، ويتحقّق هذا المراد بمحاكاة العقل الإلكترونيّ للعقل البشريّ في عمليّة تمثيل المعرفة، بواسطة الكشف عن الأوجه اللّغويّة الرّياضيّة المنبثقة عن عمل

*الهندسة اللّسانية: هي فرع عن اللّسانيات الحاسوبيّة وتعدّ فنّا للتّحكم في النّظم الحاسوبيّة البرمجيّة للّغة فهي تعتمد البيانات والمبادئ الصوريّة المتحكّمة في نظام تشغيل اللّغة في دماغ الإنسان.

[1] سعيد فاهم، قراءة في الإسهامات اللّسانيّة والحاسوبيّة العربيّة آفاق ورهانات، مجلّة دراسات، عدد36، سبتمبر2015م، جامعة الأغواط –الجزائر، مركز البحث العلمي والتّقني لتطوير اللّغة العربيّة، ص132.

[2] راضية بن عربيّة، محاضرات في اللّسانيات الحاسوبيّة، المرجع السّابق، ص23.

[3] وليد العناتي وخالد الجبر، دليل الباحث في اللّسانيات العربيّة، المرجع السابق، ص13.

الدماغ البشري، و للتّوضيح نستحضر قول (مازن الوعر): "إنّ تمثيل المعارف البشريّة في الحاسبات الإلكترونية، شبيه بتمثيل المعارف اللّغويّة في الدّماغ البشريّ، لهذا إذا تمّ تحديد الطّريقة التي يعمل بها الدّماغ البشري، أمكننا أن نبرمج الحاسوب برمجة متماثلة مع البرمجة الموجودة في الدّماغ البشريّ"[1] .

طبعا معروف أنّ الحاسوب مصمّم تبعا للنّظام الذّهني للإنسان، وهنا تتشكّل نقطة التّلاقي بين دماغ الحاسوب، ودماغ الإنسان، فكلاهما يشتغلان بنفس النّظام إلى حدّ كبير، بيد أنّهما ينفصلان عن بعضهما من حيث السّليقة والحدس، " فالإنسان يمتلك أداة سليقيّة وحدسيّة، تهيّء له مثل ذلك، ومن هنا اقتضى إقامة الفرق بين الوصف للإنسان، والتّوصيف للحاسوب"[2].

وقصد بذلك أنّ الإنسان لديه القدرة على تمييز الكلام، كونه مزوّدا بأدّلة فطريّة تتمثّل في الحدس، الذي يمكّنه من معرفة الفاعل والمفعول، ومعرفة الاسم والفعل وغيرها.

بينما الحاسوب لا يمكنه الوصول إلى هذه المعرفة، لأنّه غير مزوّد بنظام يسمح له بمعرفة الفاعل والمفعول، ولكن إذا زُوّد بنظام لغويّ صوريّ، فبطبيعة الحال سيتمكّن من فهم اللّغة وتوليدها مثل الإنسان.

إذن" المرتكز النّظري يتناول قضايا نظريّة، أبرزها إقامة نظريّة صوريّة للمعرفة اللّغويّة، التي يحتاج إليها الإنسان، لتوليد اللّغة وفهمها"[3].

[1] ينظر، مازن الوعر دراسات لسانيّة تطبيقيّة، دار طلاس، دمشق، ط1، 1989م، ص373.

[2] ينظر: وليد العناتي وخالد جابر، المرجع السّابق، ص13.

[3] نهاد الموسى، العربيّة نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيات الحاسوبيّة، المرجع السابق، ص54.

وبعد إسرافنا في حديثنا عن المرتكز الأوّل، ننتقل إلى الحديث عن المرتكز التّطبيقي، الذي "يعنى بالنّاتج العلميّ لنمذجة الاستعمال الإنسانيّ للّغة، وإنتاج برامج ذات معرفة باللّغة الإنسانيّة والآلة"[1].

وهو الجانب المهمّ في اللّغويات الحاسوبيّة، والذي يتمثّل في تسخير العقل البشريّ لحلّ القضايا اللّغويّة، وهنا يبرز الدّور الرّئيس، والأثر الفاعل لانتقاء اللّغويّين والحاسوبيّين.

يهدف هذا المرتكز "إلى أن نبلغ بالحاسوب مبلغ الذّكاء الاصطناعيّ، وأن نملكه كفاية لغويّة كالتي للإنسان، حتّى يصير قادرا على فهم اللّغة، وإنتاجها مثل الإنسان"[2].

وقد أوضحنا ذلك في المرتكز السّابق، وقلنا: إنّ الإنسان لديه نظام خاصّ في فهم وتوليد الكلام، يتمثّل هذا النّظام في القدرة الحدسيّة، ولكنّ الحاسوب لا يمتلك هذه القدرة، لذلك يأتي اللّساني والحاسوبيّ من أجل نمذجة الحاسوب بنظام يسمح له بفهم الكلام وتحليله.

فإذا كان الجانب النّظري يهتمّ بتوصيف الظّواهر اللّسانيّة، ووضع القواعد والنّظريّات، فإنّ الميدان التّطبيقي يطبّق هذه النّظريات والقواعد على اللّغة ويربطها بالحاسوب وفق نظام معيّن، وكلا الجانبين يخضعان للمعامل الرّياضي الرّقمي.

يعتمد المرتكز التّطبيقي على ثلاثة علوم وهي:

- **الذّكاء الإصطناعي (artificiel intelligence)**: ويراد به "العلم الذي هدفه الأوّل جعل الحاسوب وغيره من الآلات تكتسب صفة الذّكاء، ويكون لها القدرة على القيام

[1]– راضية بن عربية، محاضرات في اللّسانيات الحاسوبيّة، المرجع السّابق، ص23.

[2]– وليد العناتي وخالد الجبر، المرجع السّابق، ص13.

بأشياء ما زالت إلى عهد قريب حصرا على الإنسان، كالتّفكير والتّعلم والإبداع والتّخاطب"[1] .

ويُعرّف أيضا بأنّه: "سلوك وخصائص معيّنة تتّسم بها البرامج الحاسوبيّة، وتجعلها تحاكي القدرات الذّهنيّة البشريّة، وأنماط عملها، ومن أهمّ هذه الخواص القدرة على التّعلم والاستنتاج، وردّ الفعل على أوضاع لم تبرمج في الآلة"[2].

وهو فرع من علم الحاسوب، ومن وسائله الخوارزميّات والشّبكات العصبيّة (Networks Neural) والمقصود بها: "تقنيات حسابيّة، مصمّمة لمحاكاة الطّريقة التي يؤدّي بها الدّماغ البشريّ مهمّة معيّنة"[3].

-**الخوارزميات (Algorithmts)**: وهي "مجموعة من الخطوات الرّياضيّة والمنطقيّة المتسلسلة اللاّزمة لحلّ مشكلة ما، وسمّيت بهذا الاسم نسبة إلى العالم المسلم الطّاشقندي الأصل (**أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي**)"[4].

أو هي عبارة عن مجموعة من القوانين والخطوات، لتحقيق نتيجة معيّنة؛ فمثلا:[اسم نكرة + اسم معرفة=مركب إضافي] أي: (كتاب + رجل= مركب إضافي) تتكوّن من مضاف " كتاب"، ومضاف إليه " الرجل "، وإذا غيّرنا التّرتيب فإنّ النّتيجة تتغيّر أو تصبح فاسدة، وهذا مثال في بناء خوارزميّة المركب الإضافي.

-**الاحتمالات (probability)**: "هي نظريّة تدرس احتمال الحوادث العشوائيّة»[1]؛ ومثالها كأن تقول: الإسم في بداية الكلام الأصل فيه أن يكون مبتدأ، غير أنّه؛

[1]- فقط للعلم نقلا عن موقع: www.j4know.com، 18-5-2022، ساعة 1:00، ص07.

[2]صبري إبراهيم السّيد، نافذة علم اللّغة الحاسوبي، مكتبة الآداب، القاهرة، ط1، 2014م، ص213.

[3]قصي حبيب الحسيني وأحمد عبد الأمير السّاعدي، مقدّمة في الشّبكات العصبيّة الاصطناعيّة، جامعة الإمام جعفر، بغداد- العراق، ص03.

[4] أحمد فتح العليم عبيد الله، خوارزميات الحاسوب، مقال، ص02.

– احتمال أن يكون مفعولا به منصوبا على الاشتغال، مثل: "الدّرسَ قرأتُه"، (الدّرسَ مفعول به مقدّم منصوب على الاشتغال).

–احتمال أن يكون اسما مجرورا منصوبا على نزع الخافض، ومثال ذلك: المثل المشهور " الصيّفَ ضيّعت اللّبن"، (الصيّف اسم مجرور منصوب على نزع الخافض).

فمن خلال تشابك هذه العلوم يتشكّل المرتكز التّطبيقي للّسانيّات الحاسوبيّة، الذي يعدّ حجر الأساس في الدّراسة، كما لا يمكننا الاستغناء عن الجانب النّظري.

ولعلّ هذا الذي اهتدى إليه " سناء منعم " وأكدّه، حيث قال "إنّ البحث في اللّسانيّات الحاسوبيّة يشمل ميدانين، الجانب النّظري: ويبحث في النّظريّات الصّوريّة للمعرفة اللّغويّة، التي يحتاج إليها الإنسان لتوليد اللّغة وفهمها، والجانب التّطبيقيّ، الذي يبحث في العمليّات الرّياضيّة الخوارزميّة"[2].

يمكننا القول في الأخير: إنّ ميدان اللّسانيّات الحاسوبيّة يتضمّن عدّة فروع ينبني عليها، أو بالأحرى يعتمد عليها، فنجد منها مناهج الذّكاء الاصطناعي، والمناهج الرّياضيّة، والخوارزميّات، وتعود في بعض الأحيان إلى المناهج التّقليديّة، التي انبنت عليها اللّسانيّات العامّة عندما يتعلّق الأمر بالمفاهيم الأساسيّة للّغة. واتّخذت من النّمذجة الميزة الأساسيّة التي تساعد على تفسير الظّواهر اللّغويّة، هادفة إلى الدّراسة العلميّة للّغات الطّبيعيّة باعتمادها على أنظمة وبرامج متطوّرة.

[1] راضية بن عربيّة، المرجع السّابق، ص33.

[2] ينظر: سناء منعم ومصطفى بوعناني، اللّسانيات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة (بعض الثّوابت النّظريّة والإجرائيّة)، المرجع السّابق، ص96.

المبحث الثاني: علاقة النظام اللغوي بالحاسوب والدماغ

المطلب الأول: بين اللغة الطبيعية واللغة الاصطناعية

تشكل اللغة أداة من أدوات المعرفة، وبدون لغة يتعذر النشاط المعرفي، لذلك حظيت بقدر وافر من العناية والاهتمام، فلطالما كان منتهى الغاية التي تسعى اللسانيات الحاسوبية لتحقيقها هي دراسة اللغة وفق منظور حاسوبي، ومعالجتها آليا عن طريق صياغتها صياغة رياضية، ليتمكن الرتاب من فهمها، كونه يتعامل مع لغات أخرى ليست كلغة الإنسان ومن هنا تبدأ التساؤلات:

هل للإنسان والحاسوب لغة خاصة بهما؟ وهل يمكن للحاسوب أن يفهم لغة البشر؟

نجيب عن الإشكال الأول فنقول: إن الإنسان لديه لغة خاصة به تسمى اللغة الطبيعية، أما الحاسوب فيتعامل مع اللغة الاصطناعية، لذلك ليس بإمكانه أن يفهم لغة الإنسان إلا إذا برمجت تبعا لنظامه.

وبادئة ذي بدئ، ننطلق من تعريف اللغة بصفة عامة، ثم نتوجه إلى تعريف اللغة الطبيعية.

نلقي الضوء على مفهوم اللغة في عقول علماء العربية القدامى، وأرى أن التعريف الأنسب يكون للعالم الكبير صاحب كتاب الخصائص "**ابن جني**"، حيث جاء في كتابة "حد اللغة أصوات، يعبر بها كل قوم عن أغراضهم"[1].

لقد حوى مفهومه جوانب مهمة للغة، تمثلت في الجانب الفيزيولوجي المتعلق بالصوت، والجانب التواصلي المتمثل في القدرة عن التعبير.

[1]– أبو الفتح عثمان بن جني، الخصائص، عبد الحميد هنداوي، دار الكتب العلمية، بيروت– لبنان ج1، ص87.

أما من تعاريف المحدثين، فبين **(جاك موشلار)** بأن "اللغة أولا وقيل كل شيء، تعتبر على الأرجح أداة لتمثيل المعرفة والمعلومة وإبلاغها"[1].

مما يلاحظ أن **(جاك موشلار)** ينحو نحو الجانب العقلي في فهم اللغة، وكيفية تمثيلها، كمعرفة في الذهن.

واللغة أنواع وأقسام نختص بالذكر منها:

-**اللغة الطبيعية (البشرية):** وهي "اللغة التي نشأت وتطورت دون التدخل القصدي للإنسان، وينطبق هذا الوصف على جميع اللغات المنتشرة في العالم في وقتنا هذا. وعلى اللغات التي انتشرت في الماضي"[2].

يتبين لنا أن اللغة الطبيعية ليست من صنع الإنسان، وإنما هي لغة نشأت لوحدها وتشمل جميع لغات البشر، كاللغة العربية، والفرنسية، والإنجليزية، وغيرها.

وهناك تعريف آخر لها يبدو أكثر وضوحا: "اللغة الطبيعية هي التي يتوارثها أبناء اللغة بصورة تكاد تكون عفوية"[3].

إن مدلول عبارة يتوارثها أبناء اللغة أي أن لها خاصية الاكتساب عن طريق الاستماع للنموذج اللغوي، وهذه أحد أهم ميزات اللغة.

وفي المقابل نجد مصطلحا آخر يوازيه، هو مصطلح اللغات الاصطناعية، والمقصود بها: "اللغة غير الطبيعية التي أنشأها شخص ما، بقصد تسهيل لغة ما عن طريق اختيار بعض المفردات الهامة، وبعض التراكيب الهامة في لغة ما"[1].

---

[1]- آن روبول وجاك موشلار، التداولية اليوم علم جديد في التواصل، تح: سيف الدين دفقوس المنظمة العربية للترجمة، ط1، 2003، ص20.

[2]- محمد علي الخولي، دراسات لغوية، دار الفلاح للنشر والتوزيع، الأردن، 1998م، ص26.

[3]- يحي عبابنة، اللغة العربية بين القواعدية والمتبقي في ضوء نظرية الأفضلية (دراسة وصفية تحليلية)، دار الكتاب الثقافي، ص12.

أو هي: "اللغة التي اصطنعها شخص ما، أو مجموعة من الأشخاص، لتحقيق غرض من الأغراض (...)، كتلك اللغات التي تستعمل في البحوث المنطقية والرياضيات، وبخاصة في بحوث المنطق الرمزي والرياضي"[2].

يظهر لنا أن اللغة الاصطناعية نشأت على أساس اللغات الطبيعية بتدخل واع من الإنسان، محاولا وضع قوانينها ونظمها الخاصة، لتسهيل عمليات التواصل بين الآلة والبشر.

وغالبا ما ترتبط بالمنطق الرياضي والخوارزميات، وتشمل لغات البرمجة التي تعد حلقة وصل بين الإنسان والحاسوب، وواسطة للتخاطب بينهما.

والبرمجة ما هي إلا أكواد وخوارزميات تترجم لغة البشر للغة الآلة، وأفكار الإنسان لتطبيقات، وقد عرفت على أنها: "مجموعة من اللغات التي تعتبر كوسيلة اتصال بين الحاسب والمستخدم، وتستخدم في تطوير البرامج المختلفة، ويوجد منها عدة أنواع، منها ما يستطيع الحاسب فهمها مباشرة، ومنها ما يتطلب تحويلها إلى صورة أخرى، لكي يستطيع الحاسب فهمها"[3].

وتنقسم لغات البرمجة إلى ثلاث مستويات رئيسة هي:

أولا: لغة الآلة: وهي التي: "تستند على نظام العد الثنائي(**Binary**)، الذي يقتصر على استخدام الواحد(1) و(0) في إنجاز عمليات مختلفة"[4].

---

[1]– محمد علي الخولي، المرجع السابق، ص 26.

[2]– يحي عباينة، المرجع السابق، ص12.

[3]– مدخل لعلوم الحاسوب، مقال عن موقع Noor-Book.com،5-11-2022، 3:00، ص17

[4]– مروان مصطفى ناعسة، مبادئ الحاسوب والبرمجة بلغة بيسك، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان-الأردن، ط1، 1997، ص132.

ثانيا: لغة التجميع (الرمزية): نظر لصعوبة لغة الآلة تم تطوير لغة يطلق عليها تسمية اللغة الرمزية "حيث تستخدم رموزا محددة لصياغة التعليمات"[1]، وتستغني عن سلسلة الأرقام الثنائية، كما أنها لغة خاصة بمهندسي الحاسب.

ثالثا: لغات البرمجة عالمية المستوى: "سميت بهذا الاسم نظرا لقربها من لغة الإنسان، فهذه اللغات تستخدم تعليمات وأوامر واضحة يمكن بسهولة فهمها ومراجعتها، ومن أهم هذه اللغات لغة بيسك، لغة باسكال، لغة C"[2].

ومهما يكن من أمر اختلاف المفهومين، فإنهما يلتقيان في هذه النقاط التي سنسردها واحدة تلو الأخرى:

- **الخاصية الاتصالية:** فالوظيفة التواصلية تعد أحد أهداف النشاط اللغوي الإنساني والحاسوبي.
- **محورية العامل الإنساني في مجاليهما:** يشكل الإنسان محور فعالا في التعامل مع اللغة، سواء تعلق الأمر باللغة الطبيعية، أو الحاسوب.
- **ضخامة الدور المجتمعي لكل منهما:** "فاللغة هي صلب المجتمع الإنساني والحاسوب"[3].
- **التعامل الرمزي:** تستند كلا من اللغتين على الخوارزميات، ونظام الأكواد والرموز المتفق عليها.
- **التشابه البنوي:** قد تسلم أن اللغة الاصطناعية نسخة من ثانية عن اللغة البشرية، بدليل أن معالجة المعلومات اللغوية تتم بنفس الطريقة.

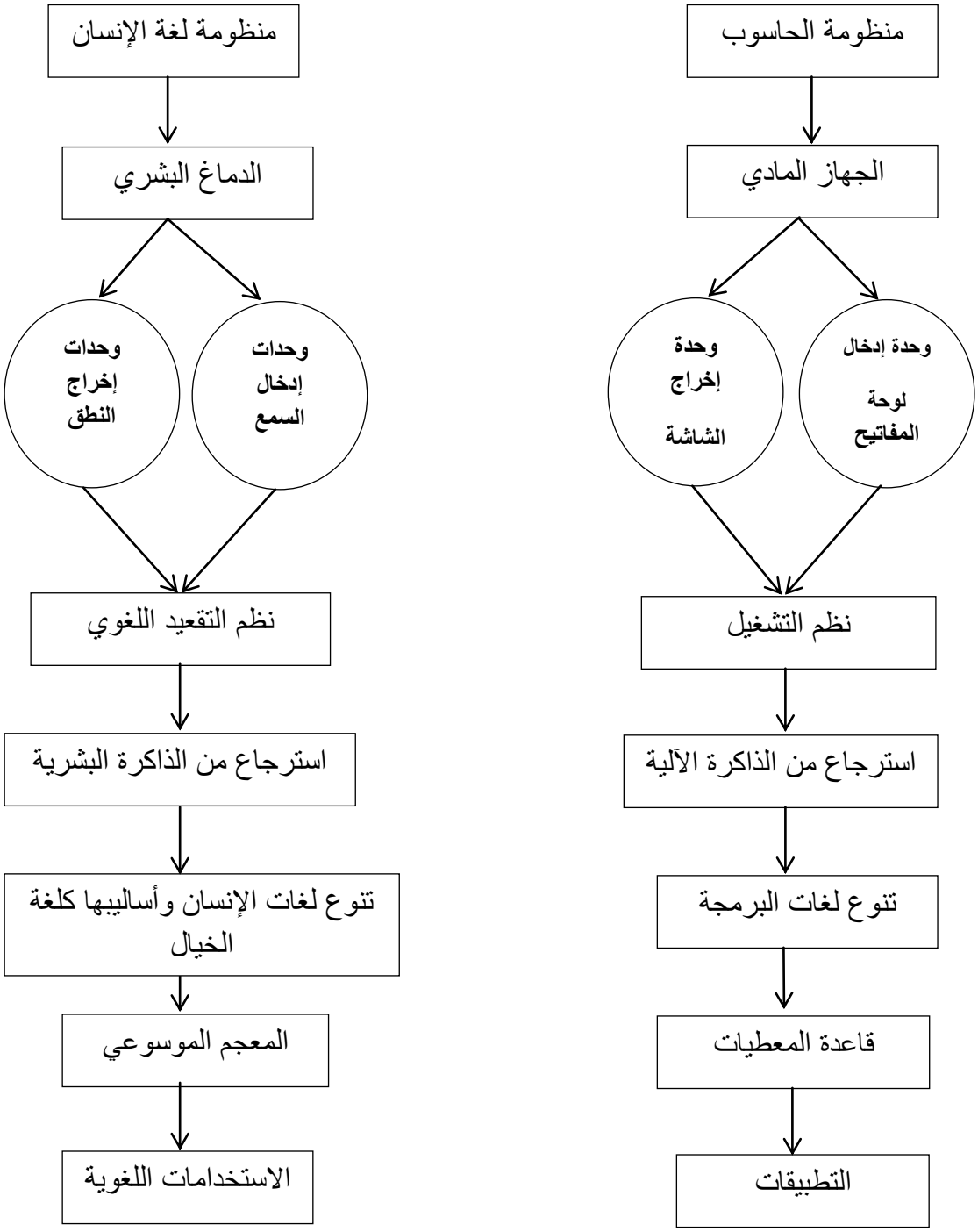
---

[1]– زياد عبد الكريم القاضي وعوده الشنوان، المدخل الشامل إلى علم الحاسوب، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ط1، 1997م، ص132.

[2]– نفسه، ص نفسها.

[3]– محمود عصام، اللسانيات الحاسوبية العربية، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الاسكندرية– مصر، ط1، 2015م، ص28.

ونلتمس هذه التشابهات من عناصر منظومة كل من اللغة والحاسوب كما يوضح هذا المخطط:[1]



الشكل رقم (01): عناصر منظومة الحاسوب ولغة الإنسان

[1]- ينظر:سناء منعم ومصطفى بوعناني,اللسانيات الألية(بعض الثوابت النظرية والإجرائية),المرجع السابق,ص81

- **تغلغل المفهوم الثنائي في كل من لغة الحاسوب، ولغة الإنسان:** "فثنائيتا (الصفر والواحد) و (الدخل والخرج) تمثلان أهم أساسيات الحاسوب على الإطلاق"[1].

أما ثنائيات اللغة البشرية تتمثل في: ثنائية الدال والمدلول، المبني والمعرب، الأصل والفرع، المطرد والشاد، الأصيل والدخيل، الصوامت والصوائت، التفخيم والترقيق، وغيرها من الثنائيات.

كانت هذه أهم العناصر التي تجتمع فيها اللغة الطبيعية والاصطناعية، لذا تضافرت جهود اللسانيين والحاسوبيتين مؤسسين علما جديدا، تنصهر فيه اللغتان مع بعضهما البعض، ولكن مكمن الحقيقة هو أن هناك تباين بينهما يتمثل في:

- **تقاطع لغة الحاسوب، وتوازي لغة البشر:** "إن العمليات الذهنية البشرية اللغوية متوازية ومتداخلة، وهي أبعد ما تكون عن طابع التتابع الميكانيكي"[2]، لكن لغة الحاسوب تفقد هذه الخاصية.

- **قطيعة لغة الحاسوب، وعدم قطيعة (أو تمييع) اللغة الطبيعية:** "تستقر لغة الحاسب على حالة محددة، أما لغة الإنسان فتستأنس اللبس والغموض والتمييع، وتتعامل مع ظلال المعاني وجزئيتها، ولا تتحرج من التعميم والتبعيض"[3].

- **اختلاف المنظور العلمي:** إن مجال اللسانيات غالبا ما يكون نظريا له صلة بالعلوم المعرفية، أما مجال لغة الحاسوب فهو ذو مرتكز تطبيقي يرتبط بالذكاء الاصطناعي.

[1]- نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، تح: أسامة خولي، 1988م، ص 119.

[2]- نفسه، ص 122.

[3]- ينظر: محمود عصام، اللسانيات الحاسوبية العربية، المرجع السابق، ص29.

– لغة الحاسوب لغة مصطنعة يتعامل معها خاصة الناس، وهي لغة جازمة تخلو من المشاعر، أما لغة الإنسان فهي لغة مكتسبة فطرية وراثية، وترتكز على العاطفة.

ومع كل ما ذكرته من أوجه تشابه وأوجه اختلاف يمكن القول: إن جل الجهود ترتكز في استغلال أوجه الوفاق بين اللغتين، وهو السبيل إلى الربط بين الذكاء البشري، وذكاء الحاسوب في عمليته التفكير اللغوي.

المطلب الثاني: النشاط اللغوي في العقل الإلكتروني:

لقد هجس علماء الذكاء الاصطناعي وعلماء السيكولوجيا، بأن وصفهم للنشاط اللغوي الحاسوبي، إنما كان نموذجا محاكيا للعمليات اللغوية البشرية التي تحدث في ذهن الإنسان، فالحاسوب قادر على تنفيذ مهام العقل الإنساني دون إدراك لما ينفذه، ولعل هذا ما دفع الكثير إلى تسميته بالعقل الإلكتروني، بدليل "أن الشكل الرياضي البسيط المحلل في الأدمغة الإلكترونية، هو شكل ذو علائق نظامية عالية في التجريد، وهكذا فإن العملية اللغوية في الدماغ البشري شبيهة بالعمليات الشكلية الرياضية في الدماغ الإلكتروني، وذلك أن النشاطات والفاعليات اللغوية في الدماغ البشري تتألف من رموز ووحدات لغوية يتم ربطها مع بعضها البعض من خلال علاقات منظمة وقوانين مولدة"[1].

تتردد في القول مجموعة من المفاهيم ذات عقل رياضي وتقني آلي، تحاول توضيح الشبه الحاصل بين عقل الإنسان وعقل الحاسوب، والبحث عن دقائق اشتعال الذهن الإنساني، ومحاولة تقييسه آليا.

ولتوضيح آلية اشتعال العقل الإلكتروني في عملية بناء نسق معرفي وتمثيل اللغة، لابد من الإحاطة بجميع جوانب الحاسوب.

[1]– سناء منعم ومصطفى بوعناني، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والإجرائية)، المرجع السابق، ص32.

أولا: الحاسوب ومكونات نظامه:

لقد تناولنا في مباحث سابقة تعريف الحاسوب، فهو: "جهاز إلكتروني قابل للبرمجة، وقادر على تخزين البيانات، واستخراجها، ومعالجتها"[1].

نستخلص أن الحاسوب جهاز يشتغل بالكهرباء، يستقبل مجموعة من التعليمات، ويخزنها، ثم يعالجها عن طريق ترتيبها وفق حسابات معينة.

ومن خصائصه:

-**السعة الكبيرة:** يستطيع الحاسوب أن يحفظ ويخزن كميات هائلة من المعلومات.

-**العمل الآلي:** حيث ينفذ سلسلة من العمليات بشكل تلقائي دون تدخل الإنسان.

-**المعالجة السريعة:** يقوم بتنفيذ العمليات المطلوبة بسرعة مذهلة "إن الحواسيب ذات القدرات العالية، تقوم بمليون عملية أو أكثر في الثانية الواحدة"[2].

-**الخوارزميات:** "يعتمد الحاسوب في أداء وظائفه على خوارزميات ومعادلات تنظم خطوات تعامله مع الأوامر والبيانات والملفات"[3].

[1]- مروان مصطفى ناعسة، مبادئ الحاسوب والبرمجة بلغة بيسك، المرجع السابق، ص19.

[2]- مروان مصطفى ناعسة، المرجع السابق، ص20.

[3]- طارق عبد الحكيم أمهان، اللسانيات الحاسوبية ومشكلةحوسبة اللغة العربية خطوة باتجاه الحل، المرجع السابق، ص18.

أما مكونات نظامه فتتمثل في:

أ- **العتاد (Hardware):** وهي الأجزاء الإلكترونية الملموسة التي تجعل الحاسوب قابلا لأداء مهامه، وتشمل:

أ-**1/ وحدة المعالجة المركزية:** "تمثل مخ الحاسوب، وتقوم بجميع العمليات الحسابية"[1].

وتسمى أيضا اللوحة الأم التي يقع عليها جميع الدوائر الإلكترونية، تتألف من مجموعة من الوحدات هي:

- **وحدة الحساب والمنطق:** تقوم بإجراء أنماط مختلفة من العمليات الحسابية الأربعة (الجمع، الطرح، والضرب، والقسمة) والعمليات المنطقية.

كما ترتكز هذه الوحدة على أساس النظام الثنائي (1) و (0).

- **وحدة التحكم:** هي مجموعة من الدوائر المسؤولة عن تفسير وقراءة تعليمات البرنامج، تتحكم بتدفق البيانات والتعليمات من وإلى الذاكرة الرئيسية، وتوجهها إلى وحدة المعالجة المركزية، لذلك تعد عصب الحاسوب".[1]

- **المسجلات:** هي وحدة التخزين الداخلي، تخزن البيانات بشكل مؤقت.

أ-**2/ وحدة الذاكرة الرئيسية:** "تمثل ذاكرة الحاسوب الوعاء الذي يستقبل كل المدخلات التي تغذي إليه لمعالجتها، ويحفظ فيه أيضا ناتج العمليات الحسابية التي تم تنفيذها من طرف وحدة المعالجة المركزية على المدخلات"[2].

وتتكون من خلايا إلكترونية، فيتم الاحتفاظ بالمعطيات داخل الذاكرة بعد تحويلها لمقابل رقمي بالتمثيل الثنائي.

[1]- نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، المرجع السابق، ص 92.

[2]- نبيل علي، المرجع السابق، ص 92.

أ-**3/ وحدة تخزين البيانات:** تستخدم لخزن واسترجاع البيانات، كالأقراص الممغنطة.

أ-**4/ وحدات الإدخال:** من خلالها يتم إدخال البيانات، والمعلومات (المدخلات) إلى الحاسوب، تتمثل في الفأرة ولوحة المفاتيح.

أ-**5/ وحدات الإخراج:** هي أجهزة تستقبل نتائج معالجة البيانات والمعلومات (المخرجات) من وحدة المعالجة المركزية، مثل الشاشة والطابعة...إلخ.

ب- البرمجيات: Software: هي المكونات المعنوية غير الملموسة، و"الوسيلة العملية لتخزين الفكر الإنساني وهو يعمل"[1]، أي التعليمات المتسلسلة التي تخبر الحاسوب كيف ينفذ مهمة ما.

وتشمل البرمجيات هذه العناصر:

ب-1/ نظم التشغيل: "هي مجموعة البرامج التي تقوم بالتحكم في نظام الحاسوب، حيث أنها بمثابة عنصر الإدارة للحاسوب"[2].

ب-2/ نظم قواعد البيانات: "تتمثل في مجموعة الملفات ذات الصلة الصلة ببعضها البعض"[3]، مثل ملف الجذور، وملف قواعد الإعلال والإبدال، وغيرها، حيث تقوم نظم قواعد البيانات بتنظيم هذه الملفات وتخزينها.

ب-3/ نظم نقل البيانات: يقصد بها إرسال البيانات خارج منظومة الحاسوب، أو استقبال تلك الواردة إليه.

---

[1]- سناء منعم ومصطفى بوعناني، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والإجرائية)، المرجع السابق، ص 78.

[2]- نفسه، ص نفسها

[3]- نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، المرجع السابق، ص93.

ب-4/ لغات البرمجة: تطرقنا سابقا إلى تعريف لغات البرمجة التي تعد، حلقة وصل بين الآلة والإنسان الذي يستعمل اللغة لصياغة أفكاره في صورة يمكن أن تفهمها الآلة، وهي لغة اصطناعية تكتب بها جميع البرامج وتعتمد على سلسلة من الرموز والشفرات التي يفهمها الحاسوب على أنها تعليمات.

ب-5/ برامج التشغيل المساعدة: تسير برامج التشغيل المساعدة التحكم في الحاسب.

ج- البرامج التطبيقية: هي نوع من البرامج يستخدم بعد تحميل نظام التشغيل مثل برنامج معالجة النصوص، جداول البيانات، و تكتب عادة بإحدى لغات البرمجة.

د-البيانات والمعلومات: هي عبارة عن حقائق ورموز وأرقام وجمل. التي يراد معالجتها بواسطة وحدات الإدخال، ومن ثم تنقيح الأخطاء قبل إدخالها ذاكرة الحاسوب.

والمعلومات هي عبارة عن بيانات بعد معالجتها، مثلا:

الكتاب، قرأ، الطالب ⟵ بيانات، وعندما تعالج، وتعطينا جملة سليمة نتحصل على معلومة ⟵ قرأ الطالب الكتاب.

هـ- وحدات قياس سعة التخزين: حيث تقيس سعة تخزين المعلومات في الحاسوب، وعددها 6 وحدات "كما هو موضح في الجدول"[1].

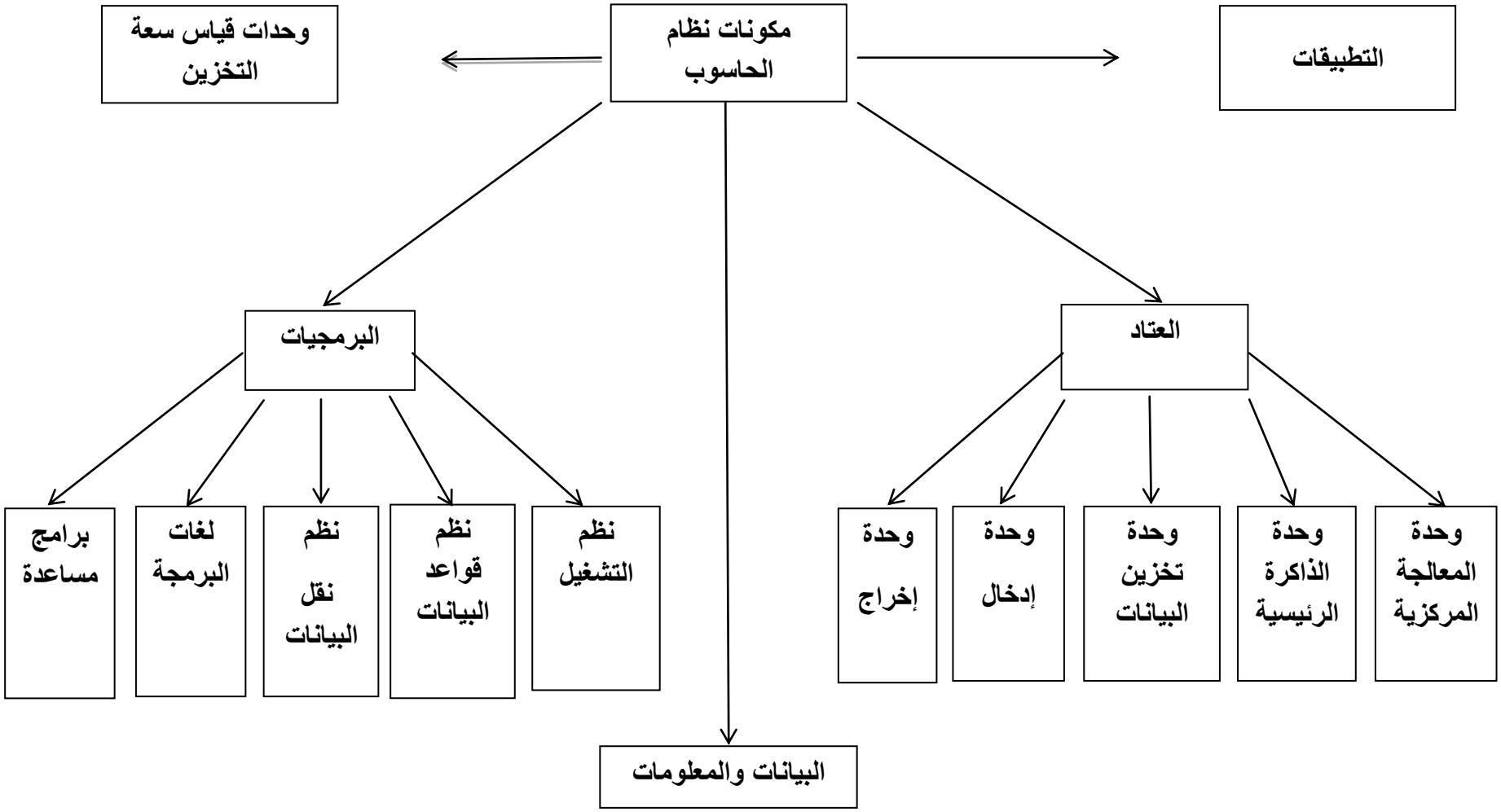
[1]- مدخل لعلوم الحاسوب، مقال، المرجع السابق، ص04

الاسم باللغة العربية	الاسم باللغة الإنجليزية	الرمز	السعة بالبايت	الشرح
الثنائية (البت)	Binary Digit	Bit	-	تخزن فيه نبضة إلكترونية 0 أو 1
البايت	Byte	B	1	يخزن فيه حرف واحد بثمانية بتات
الكيلو بايت	Kilo Byte	KB	1024	يعادل حوالي ألف حرف
الميقا بايت	Mega Byte	MB	$(1024)^2$	يعادل حوالي مليون حرف
الجيجا بايت	Giga Byte	GB	$(1024)^3$	يعادل مليار حرف
التيرا بايت	Tera Byte	TB	$(1024)^4$	يعادل حوالي ألف مليار حرف

الجدول رقم (01): وحدات قياس سعة التخزين

وكانت هذه أهم مكونات نظام الحاسوب، فمن خلال العتاد والبرمجيات نستطيع إدارة ومعالجة المعلومات الرمزية التي أعطيت للجهاز في وقت وجيز.

وهذا المخطط يوضح هذه المكونات:



الشكل رقم (02): مكونات نظام الحواسيب

ثانيا: تمثيل اللغة داخل الحاسوب:

إن عملية تمثيل اللغة داخل الحاسوب تمر على عدة مراحل، ففي المرحلة الأولى يستقبل الحاسوب البيانات المدخلة إليه (كلمات، جمل، رموز) عن طريق لوحة المفاتيح، إذ تقوم الدوائر الإلكترونية الموجودة في وحدة المعالجة المركزية، بمعالجة البيانات إلى معلومات، فتصدر أوامر للقيام بعمليات حسابية ومقارنة من أجل تنقيح الأخطاء.

بعد عملية المعالجة تخزن البيانات على شكل نبضات كهربائية باستخدام التمثيل الثنائي، والذي تتحول فيه الحروف والأصوات إلى سلسلة متصلة من الواحد والصفر، متنقلة عبر نواقل وأسلاك الاتصالات في هيئتها الثنائية.

وتتكون كل خلية من خلايا الذاكرة من عدد ثابت من العناصر الذرية (بت)، و"هي الوحدة الأساسية في معالجة البيانات"[1]، يمكن أن يخزن فيها عنصر ثنائي واحد بتغيير حالته الفيزيائية (فاصل أو واصل).

بينما البايت يعرف بمجموعة من (8 بت) توضع هذه البتات في مجموعة تدعى كلمة (word)، وذلك لتمثيل الصفر والواحد بصورة يمكن للآلة أن تفهمها.

وأخيرا تظهر المعلومات الناتجة عن معالجة البرنامج للمدخلات على الشاشة أو الطابعة.

إن عملية تمثيل اللغة في الحاسوب تتم بوساطة نظام العد الثنائي، أما المستخدم فيزود الحاسوب بنظام عشري، لكن الآلة تحولها إلى النظام الثنائي.

[1]– محمد بلال الزغبي وآخرون، مهارات الحاسوب والبرمجيات الجاهزة، المرجع السابق، ص14.

- **نظام العد العشري:** وهو الأكثر تداولا وشيوعا، "يتكون من عشرة أرقام (9-0) وهو نظام تعبير خاناته من مضاعفات قوى العدد عشرة، في النظام العشري يستخدم أساس عشري لتحديد الخانات"[1]، فمثلا 374 هو:

$$(4x10^0) + (7x10^1) + (3x10^2)$$

$$= (4x1) + (7x10) + (3x100)$$

$$= (4) + (70) + (300)$$

$$= 374$$

فهذا النظام يقيم العدد حسب مكان توضعه (في خانة الآحاد أو في خانة العشرات..... وهكذا)، فالعدد 374 يحتوي على العدد4 في خانة الآحاد، والعدد 7 في خانة العشرات، والعدد 3 في خانة المئات حيث 4x1و 7x10و 3x100.

- **النظام الثنائي:** تعمل أجهزة الحاسوب بواسطة الكهرباء ويصعب عليها التعامل مع النظام العشري لأنه يتطلب وقتا كبيرا كما أن احتمالات الخطأ في النظام الثنائي محدودة.
وهو: "نظام حسابي للأعداد، يقوم على أساس 2"[2].

"يضم النظام الثنائي رقمين هما الصفر والواحد، ويسمى كل منهما خلية ثنائية (Bit)[3].

"تحول الرموز إلى نبضات إلكترونية عبر أسلاك الحاسوب، وحالة مرور النبضة يمثلها الرقم واحد، وعدم مرورها يمثلها الرقم (0)"[4].

---

[1]- محمد بلال الزغبي وآخرون، المرجع السابق، ص15.

[2]- مروان مصطفى ناعسة، مبادئ الحاسوب والبرمجة بلغة بيسك، المرجع السابق، ص61.

[3]- زياد عبد الكريم القاضي وعودة الشتوان، المدخل الشامل في علم الحاسوب، المرجع السابق، ص29.

[4]- ينظر: محمد بلال الزغبي وآخرون، المرجع السابق، ص 16

وهذا النظام يستعمل في كافة أنظمة الحاسوب في العالم، أما النظام العشري فهو خاص بالحواسيب الرقمية فقط.

نوضح بضرب مثال: الرقم 65 هو: 01000001 بالنظام الثنائي

الأساس في النظام الثنائي

bit8 هو عدد خانات الواحد والصفر وكل خانة تحتوي على 1 بيت

1 = مشتغل، 0= لا يشتغل

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	0	0	0	0	0	1

جدول رقم (02): تحويل العدد 65 إلى النظام الثنائي

فالخانة الأولى تساوي العدد مضروب في 2^0 أي 1، والخانة الثانية تساوي العدد مضروب في 2^1 أي 2، والخانة الثالثة تساوي العدد مضروب في 2^2 أي 4، وهكذا حتى تصل إلى الخانة التي تمثل العدد الأقل من 65، وأحيانا تتوقف عند 8 بايت، بعد ذلك نذهب إلى الخانة التي عددها أقل من 65، ولكنه قريب منه، ويشترط أن لا يكون أكبر من 65، نقوم بوضع 1 في الخانة أي مشتغل إذن أصبح لدينا 64، ولكي نحصل على 65 نضيف العدد1، لذلك تذهب إلى الخانة التي فيها رقم 1، ونضع تحتها 1 بمعنى مشتغل أما باقي الخانات نضع فيها الأصفار لأنها غير مشتغلة.

بينما إذا أردنا تحويل نظام العد الثنائي إلى النظام العشري نقوم بهذه العملية:

نضع التشفيرات في الجدول، ونرقمها من اليمين إلى اليسار، حيث الرقم الأول نضع فوقه العدد 2^0 والعدد الثاني نضع فوقه 2^1، وهكذا حتى تصل إلى آخر رقم بعدها نجمع

الأعداد التي خانتها فيها رقم 1، فنحصل على النتيجة، مثال: الرمز (110110) هو (54)، نقوم بالتحويل:

المرحلة الأولى: نكتب الرمز 110110.

المرحلة الثانية: نرقم الرمز من اليمين إلى اليسار ويكون الترقيم بمضاعفة العدد 2 على هذا النحو: $1^{32}1^{16}0^{8}1^{4}1^{2}0^{1}$. أي $2^0=1$، $2^1=2$، $2^2=4$، $2^3=8$، $2^4=16$، $2^5=32$، $2^6=64$.

المرحلة الثالثة: تجمع الأعداد التي شفرتها واحد:

$$32+16+4+2=54$$

إذن: $(110110)_2 = (54)_{10}$

وفي هذا الجدول سوف نلاحظ كيف تتم عملية التحويل إلى النظام الثنائي:

			2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
مضاعفات الأساس الثنائي		=	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
نتيجة مضاعفات الأساس		=	128	64	32	16	8	4	2	1
لا يوجد رقم أقل من1، لذلك وضعنا الرقم1 في خانة1	1	=	0	0	0	0	0	0	0	1
نضع رمز الاشتغال في خانة العدد 2، لأنه لا يمكن إضافة رقم آخر له	2	=	0	0	0	0	0	0	1	0
نضع1 في خانة الرقم الأقرب إلى 3،و الأقل منه، ثم نضيف له1	3	=	0	0	0	0	0	0	1	1
نضع1 في خانة العدد4، لأنه لا يمكن إضافة رقم آخر له	4	=	0	0	0	0	0	1	0	0
نضع1 في خانة الرقم الأقرب إلى 5، ثم نضيف له1	5	=	0	0	0	0	0	1	0	1
نضع1 في خانة الرقم الأقرب إلى 6، ثم نضيف له1 في خانة2	6	=	0	0	0	0	0	1	1	0
7=1+2+4	7	=	0	0	0	0	0	1	1	1
8+1أو+2=أكبر من8، لذلك لا نضع العدد1 في خانة8	8	=	0	0	0	0	1	0	0	0
8+1=9، لذلك وضعنا رمز1 في الخانتين 8 و1.	9	=	0	0	0	0	1	0	0	1
10=2+8	10	=	0	0	0	0	1	0	1	0

جدول رقم (03): تحويل الأعداد العشرية إلى ثنائية

تتم عملية ترميز وتشفير الأعداد العشرية بهذا الشكل، ولكن الحاسوب يتعامل مع الحروف أيضا، فهل نستطيع تشفير البيانات غير الرقمية؟

نعم تشفير الحروف يعد حجر زاوية في تكنولوجيا الكمبيوتر، فالحروف في لوحة المفاتيح لديها أرقام خاصة بها، وعند الضغط على حرف معين يقوم الحاسوب بتحويل ذلك

الرقم إلى النظام الثنائي، ومن هنا تم وضع شفرات لتمثيل البيانات غير الرقمية، وترجمة الحروف إلى رموز، "والشفرة الأكثر استخداما، هي الشفرة الأمريكية القياسية لتبادل المعلومات (Code ASCII) أي: "American Standard Code for Information nterchange" [1]

حيث اعتمدت لتسهيل التفاهم بين الإنسان والحاسوب، كما أنها " تستخدم 8 خانات لتمثيل الرمز، فهي تسمح بتمثيل 256 رمزا"[2].

يوجد جدول خاص بأعداد الحروف العربية، مثلا حرف (س) رقمه هو 51، وحرف (ص)=72.

فإذا أردنا تشفير كلمة "جهد" نتبع هذه المراحل:

أولا: معرفة الأعداد العشرية التي تحملها هذه الحروف، حيث ج=43/ هـ =45/ د=44.

ثانيا: التشفير بالاعتماد على النظام الثنائي، وبالتالي تحول 43 و45 و44 إلى نظام الواحد والصفر.

43 ج	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	1	0	1	0	1	1

45 هـ	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	1	0	1	1	0	1

[1]– محمد بلال الزغبي وآخرون، مهارات الحاسوب والبرمجيات الجاهزة، المرجع السابق، ص20.

[2]– مروان ناعسة، مبادئ الحاسوب والبرمجة بلغة بيسك، المرجع السابق، ص114.

44 د	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	1	0	1	1	0	0

إذن كلمة " **(جهد)** تساوي: 00101011 00101101 00101100

لقد اتضحت بعض ملامح التشفير، وكيفية تمثيل اللغة في الحاسوب ويتكرر التساؤل: هل النشاط اللغوي الإنساني يسير بنفس مجرى النشاط اللغوي الحاسوبي؟

المطلب الثالث: النشاط اللغوي في العقل البشري

يعكف العلم المعرفي على دراسة المخ والمعالجة الذهنية للمعلومات بالإعتماد على الآلية الحاسوبية، هذا الذي مهد لفكرة استعارة الدماغ حاسوبا، لأن عمل العقل البشري مشابه جدا لعمل جهاز الكمبيوتر.

وإذا كان الأمر كذلك، فأين يكمن هذا الشبه؟ وماهي السنن التي ينبني عليه النظام اللغوي في الدماغ البشري؟ وكيف تنتظم اللغة في الدماغ؟

إن الذهن البشري نسق معقد، يتلقى المعلومات، ويخزنها، ويستعيدها، ويحولها، وينقلها في إطار ما يسمى سيرورات معالجة المعلومات، إذ أن "ذاكرة الإنسان تتشكل عبر الدارات العصبية(...)، وتصير جهازا نشيطا من القوالب لتخزين المعلومات، ومعالجتها أثناء سيرورات التعلم والتفكير والفهم، وذلك من خلال استعمال ميكانيزمات تحليل الرموز والترميز اللساني"[1].

[1]– سناء منعم ومصطفى بوعناني، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والإجرائية)، المرجع السابق، ص76.

ومثله ذاكرة الحاسوب التي تتشكل من دارات كهربائية ودوائر إلكترونية يتم فيها تخزين البيانات والبرامج في شكل مجموعات من الثنائيات، فالقدرة على تخزين المعلومات واستحضارها تعتبر الخاصية المشتركة بين الدماغ البشري والحاسوب، وبالتالي "الهندسة العامة للحاسوب مأخوذة في خصائصها من الدماغ البشري"[1].

فداخل البشر آلة تفكير تحوي العديد من البرامج التي تجعلها تشبه الحاسوب في معالجته للمعلومات، حيث تحوي برامج النمذجة العصبية للحاسوب.

إن العقل الإنساني حتى يبلغ درجة الكفاية اللغوية لابد أن يكون قد استدخل قواعد لغته بأنظمتها المختلفة، فيصبح قادرا على تحليلها وإنشائها إنشاء تاما، حيث تشكل تلك القواعد مرجعا للصواب والخطأ في أدائه اللغوي.

فمن خلال أمثلة الكلام المخزونة في ذهنه ينشئ كلاما غير محدود.

وقد حري بنا الإشارة إلى أن الإنسان "يتهيأ له اكتساب لغته على هذا النحو بما ركب في عقله بالفطرة من قدرة خاصة، وما استدخل من معطيات الكلام، التي تعرض لها في محيطه الاجتماعي، إنه يشكل من تلك المعطيات بتلك القدرة المركبة فيه بالفطرة برنامجا لغويا كاملا، ولكنه يصدر عنه في أدائه اللغوي دون أن يعي قواعده، وكيفيات تشكيله وعيا صريحا"[2].

يتفق الحاسوب مع الدماغ البشري في عملية النمذجة لأن الحاسوب مزود بمخزون لغوي أيضا إذ يقوم الإنسان بتمثيل وتوصيف النظام اللغوي للحاسوب ليصبح قادرا على تركيب اللغة وتحليلها، يكتشف الأخطاء الإملائية، يعرب كما يعرب الإنسان، وغيرها من العمليات اللغوية.

---

[1]– نفسه، ص77.

[2]– وليد العناتي وخالد الجبر، دليل الباحث في اللسانيات الحاسوبية، المرجع السابق، ص 6.

لكن إذا غاب هذا المخزون، ولم يستقبل الإنسان والحاسوب نماذجا لغوية، فبطبيعة الحال صار مستحيلا فهم وإنشاء الجمل، لذا يجب تمثيل كفاية لغوية للحاسوب بتزويده بعدة معجمية مفصلة، ورسم عيار لمكونات النظام اللغوي، أما الإنسان فإنه يستمع أمثلة الكلام من غيره، ويجرد منها قواعد تصفها لتصبح مرجعا يتعلم منه اللغة، ويحصل به الكفاية اللغوية.

كما سعت الدراسة السيكولوجية "في تحصيل التقارب بين الدماغ والحاسوب من منطق أن كلا منهما يعتمد في إدخال المعلومات على وحدات إدخال، وفي إخراجها على وحدات إخراج، وفي معالجتها على وحدات المعالجة المركزية"[1].

حيث يستقبل الحاسوب البيانات من خلال لوحة المفاتيح، ثم تعالج هذه البيانات لتصير معلومات، وبعد تخزينها في الذاكرة تخرج المعلومة على شاشة العرض، بينما الإنسان يستقبل اللغة عن طريق السمع، وتخزن كذلك في ذاكرته لاسترجاعها وقت الحاجة، بعدها تعالج على مستوى الخلية العصبية، ثم تتجسد على شكل كلام.

وقد ساهم النحو التوليدي التحويلي في إطار دراسة القدرة اللغوية – أو البينية الداخلية للذهن البشري – في تدليل الصعاب أمام تمثل اللغة داخل الحاسوب.

حيث يرى **(نعوم تشومسكي)** أن "تعدد الأنساق المختلفة من القواعد ضرورية لتحليل ووصف اللغات الطبيعية وتفسيرها تفسيرا نحويا قالبيا(...)، ووقفا لهذا التصور ستصبح

[1]– سناء منعم ومصطفى بوعناني، للسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والاجرائية)، المرجع السابق، ص 75.

معرفة المتكلم اللغوية ممثلة في ذهنه على شكل أنساق من القواعد، شبيهة بالقواعد في الحاسوب"[1].

يبدو أن نظريات اللغة العربية، كنظرية العامل ونظرية الحالات الإعرابية مهمة في تمثيل اللغة في ذهن المتلقي، وهي تمثل عملية النمذجة عند الإنسان، والمرجع الذي يعتمد عليه لبناء أنساق معرفية أخرى، وهذه الميزة ترتبط بالحاسب، إذ يزود بمجموعة من القواعد النحوية التي تجعله يحاكي أنماطا متنوعة من الجمل، فهو مبني على خوارزميات ذات طابع قالبي قابل للبرمجة والمعالجة.

وبعد عقدنا لهذه المقارنة البسيطة بين العقل الآلي وبين العقل البشري، يقودنا البحث إلى رحاب التساؤل الثاني، المتعلق بكيفية إنتاج اللغة في الدماغ.

أوضح **(نعوم تشومسكي)** في حقل اكتساب اللغة مصطلحين هما: "المعرفة والكفاءة اللغوية توجد في دماغ المتحدث، فكل إنسان يحتوي دماغه على هذه المعرفة، بحيث تتم تغذيتها لاحقا من خلال المحيط الذي يعيش فيه، فبعد أن يتم إضافة المدخلات اللغوية التي اكتسبها المتحدث من بيئته يصبح قادرا على إنتاج اللغة"[2].

حيث قصد بذلك أن الإنسان لديه معرفة إجرائية بالبنى اللغوية، وتلك المعرفة هي نظام مستبطن من القواعد، تتيح للدماغ أن ينتج أو يفهم عددا غير محدود من الجمل، وهذا المفهوم يقابله مفهوم الأداء اللغوي الذي يعني استعمال الكفاءة اللغوية لإنتاج اللغة.

لقد تعرض **(تشومسكي)** إلى قضية مفادها أن اللغة تتمركز في الدماغ، فما هو الدماغ؟ وماهي مكوناته؟

---

[1]– سناء منعم ومصطفى بوعناني، للسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والاجرائية)، المرجع السابق، ص 68.

[2] ينظر: Noam Chomsky,New Horizon In The Study of language And Mind, (America: Cambridge university press,2000) p77-79

يعرف الدماغ على أنه "مجموعة منظمة من العصبونات المترابطة وفق مخطط محدد"[1]، وهو "كتلة رخوة رمادية اللون من الخارج (...) محمية داخل الجمجمة"[2].

كما لابد أن نشير إلى أن الدماغ، هو جزء من المخ، وأن أهم مكوناته العصبونات، أو ما يعرف بالخلية العصبية، وهي "الوحد المسؤولة عن بناء الجهاز العصبي في الجسم، والوحدة الأساسية لتركيب المخ والمؤدية لكل وظائف"[3].

حيث تستقبل الرسائل العصبية من الخلايا الأخرى، وتعالج الرسالة العصبية اللغوية الواردة إليها، ثم توجهها إلى مناطق الدماغ الخاصة باللغة.

تتخذ الخلية العصبية الشكل الأخطبوطي لاتساقها بمجموعة من التفرعات أو الزوائد الشجيرية، التي تتكون من ألياف دقيقة تقوم بتجميع الإشارة الواصلة للخلية، وترتبط هذه التفرعات الشجيرية بجسم الخلية الذي" يعد أكبر جزء فيها تحتوي بداخلها على نواة تكون محاطة بتيروبلازم"[4]، أما النواة هي مركز معالجة المعلومة.

يتصل جسم الخلية بالمحور العصبي، وفيه تنتقل الرسالة اللغوية إلى نهايات المحور على شكل شحنات كهربائية في ظاهرة تسمى جهد الفعل، عن طريق مواد كيمياوية تسمى النواقل، تتكون هذه المواد في منطقة تدعى ما قبل المشبك الذي يحتوي على حويصلات حاملة لتلك النواقل، ويحدث التفاعل على مستوى الشق المشبكي فتتحول السيالة العصبية الكهربائية إلى كيميائية، ومن ثم تنتقل إلى الخلية العصبية الأخرى لتصل بك في النهاية إلى مرحلة الاستجابة بالنطق، وهذا الرسم يوضح شكل الخلية العصبية:

---

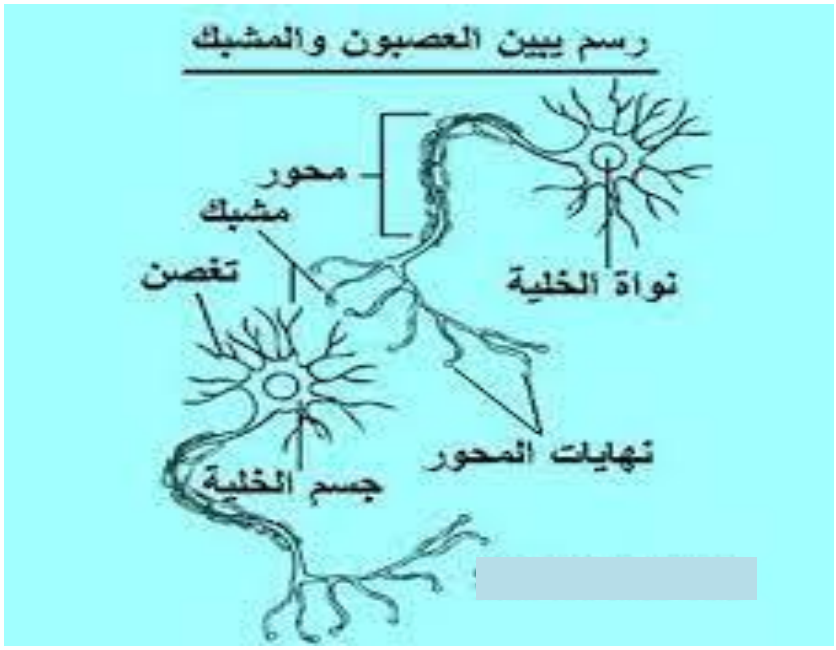
[1]– غي تبيرغيان، قاموس العلوم المعرفية، تر: جمال شحيد، المنظمة العربية للترجمة، بيروت،2013، ص115.

[2]– محمد زياد حمدان، الدماغ و الادراك و الذكاء و التعلم، دار التربية الحديثة، عمان– الأردن،1986،ص08

[3]– عطية سليمان أحمد، اللسانيات العصبية اللغة في الدماغ (رمزية–عصبية–عرفانية)، الأكادمية الحديثة للكتاب الجامعي، القاهرة، مصر،2019، ص192.

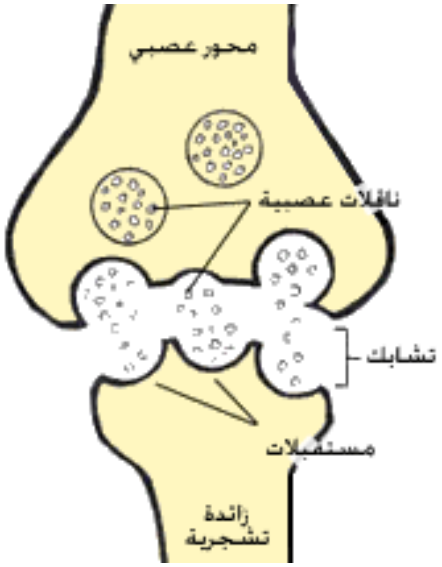
[4]– عطية سليمان أحمد، المرجع السابق، ص195.

5– ينظر نقلا عن موقع فقط للعلم مكتبة www.j4know.com



الشكل رقم (03): مقطع عرفي لخليتين عصبيتين

أما الشكل الذي بين أيدينا الآن فيمثل بنية المشبك:"[1]



الشكل رقم (04): رسم توضيحي للمشبك العصبي

[1]- ينظر نقلا عن موقع فقط للعلم مكتبة www.j4know.com

إن الجهاز العصبي هو الآلة التي تصنع اللغة، واللغة بناء تحتي يتم بناؤه في النصف الأيسر من الدماغ، أما الدماغ فهو مركز معالجة المعلومة.

فعملية استدعاء ملفات الكلمات تحكمها آليات، وتمر عبر مراحل، فمثلا:

لو سألتك ماذا في الصورة، فستجيب فورا كتاب أو قطة أو تفاحة حسب ما رأته العين.

لقد جاءت الإجابة بعد عدة عمليات حدثت داخل المخ، اشتركت فيها مراكز عصبية وإدراكية مختلفة:

1-مرحلة الاستقبال: يستقبل مركز السمع أو الإبصار المعلومة، فتحدث استجابة على مستوى الخلية العصبية، حيث تقوم التفرعات الشجيرية بنقل المعلومة كنبضات عصبية لمنطقة فرينك – تنسب إلى مكتشفها عالم الجراحة كارل فرينك- تقع هذه المطقة في الجزء الخلفي للفص الصدغي، "وهي منطقة أساسية في عملية الفهم"[1]، إذ "تستقبل المدخلات أو التمثيلات السمعية وتفسر الكلام"[2].

2- مرحلة المعالجة: "تقوم الخلية في هذه المرحلة بمعايرة المعلومة"[3] ،أما منطقة فرينك تحل شفرتها، وتتعرف على معناها بالمعجم الذهني.

3- مرحلة التخزين: "تصنف المعلومة في نوع معين من الذاكرة (الذاكرة القريبة أو طويلة المدى)، وتحفظ وتخزن في التشابكات العصبية"[4].

[1]- آن دويرواز، خفايا الدماغ، تر: زينة دهيبي، المجلة العربية، ط1، 2015م، ص65.

[2]- ينظر: نفسه، ص نفسها.

[3]- عطية سليمان أحمد، المرجع السابق، ص286.

[4]- ينظر: عطية سليمان أحمد، اللسانيات العصبية اللغة في الدماغ (رمزية-عصبية-عرفانية)، المرجع السابق، ص286.

4-مرحلة الاستدعاء: عند الحاجة تقوم الخلية باستدعاء كل المعلومات التي تتصل بالقضية (موضوع الحوار)، ويتم اختيار الكلمات المناسبة للرد في عبارة ما فتتدخل منطقة بروكا- تنسب إلى مكتشفها **(بول بروكا)** وتقع في مقدمة الفص الجبهي، وهي "مخصصة لإنتاج الأصوات"[1]، أو بالأحرى مسؤولة عن الإنتاج اللغوي سواء كان منطوقا أو مكتوبا، فتتشكل سلسلة من الكلمات الواضحة والمناسبة للرد، تنقل هذه الكلمات إلى القشرة الحركية التي توجه الحركة وترسل إشارات لعضلات الكلام.

إذن المخ هو المدير الفعلي لكل العمليات اللغوية، فأي خلل في منطقة فرنيك أو بروكا إلا وينتج عنه اضطراب في الكلام، بحيث لو تعذر عمل فرينك فسوف يفقد الإنسان القدرة على الفهم، لكن لا يفقد خاصية إنتاج الكلام، والعكس مع منطقة بروكا.

إضافة إلى ذلك فلا يمكننا أن نغفل عن جهود تشومسكي الذي سعى بكل جهده إلى بناء نسق منهجي، يكشف عن البنى التي تشتغل في ذهن المتكلم والمستمع ليخلص إلى هذه النتائج:

إن الذهن البشري يحتوي على مجموعة من القواعد التحويلية والتوليدية، فهناك: "جانبين مهمين لفهم اللغة الإنسانية، الأول هو الإنجاز اللغوي prerfermance يمثل ما ينطقه الإنسان فعلا أي البنية السطحية، والثاني هي الطاقة اللغوية copetence تمثل عند المتكلم السامع المثالي البنية العميقة للكلام"[2].

انطلاقا من ذلك يتبين أن البنية السطحية تمثل اللغة الظاهرة (المكتوبة أو المنطوقة)، مثل جملة: (كُتِبَ الدرسُ) أو (أكل الخبز الولد).

[1]- آن دويرواز، المرجع السابق، ص64.

[2]- رابح بوحوش، اللسانيات (وتطبيقاتها على الخطاب الشعري)، دار العلوم، عنابة-الجزائر، ص 22.

وهي بنية فرعية تمّ اشتقاقها من البنية العميقة بوساطة قواعد التحويل الموجودة في العقل، كما أن جملة (كتب الدرس) هي جملة تستقر في الذهن بهذا الشكل (كتب الولد الدرس)، وقد تم تحويلها بالحذف، (كتب الدرس) أما (أكل الخبز الولد)، فهي مشتقة من البنية العميقة (أكل الولد الخبز)، وهذا تحويل بالتقديم والتأخير.

إذن البنية العميقة هي التي لا تظهر أحيانا على السطح، والتي لا تقبل التحويل لأنها أصل يتفرع عنها جمل محولة، فمن خلال جملة واحدة (الأصل) ينتج الإنسان عددا كبيرا من الجمل، مثل جملة (تعلم أخي العد) تتحول عنها هذه الجمل هي، (تعلم العد أخي)، (تعلم هو العد) وغيرها، ولعل هذا ما يعرف بالإبداعية، التي تتمثل في "فهم عدد غير متناه من جمل هذه اللغة، وصياغتها حتى ولم يسبق له سماعها من قبل"[1].

وبالتالي صفة الإبداعية تحقق الكفاءة اللغوية، ومن خلال هذه الخاصية التي تميز العقل البشري، سعى تشومسكي إلى بناء برمجيات حاسوبية محاكية للأنسجة العصبية في المخ البشري، وأن يلحق اللغة بإطار توليدي حسابي مبرمج، بوساطة نظريته محدود الحالات الأتومات، بإدخال معطيات المعجم الصرفيه والنحوية والدلالية في قاعدة بيانات حاسوبية قابلة للفهم الأوتوماتي للغة.

والأوتومات هي عبارة عن "إوالية لمجموعة متناهية من الحالات، وهي تشبه الآلة الحاسبة، حيث يتم فيها الانتقال من حالة أولية إلى نهائية، مرورا بحالات وسطى، وفي كل مرة يجري استبدال رمز بآخر"[2]، وتعرف الأتومات بسلاسل **(ماركوف)**.

[1]– ميشال زكريا، الألسنية التوليدية والتحويلية وقواعد اللغة العربية، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، ط2، 1986م، ص7.

[2]– رضا بابا أحمد، اللسانيات الحاسوبية: مشكل المصطلح و الترجمة،مقال،مخبر المعالجة الآلية للغة العربية، جامعة تلمسان، الجزائر، ص13.

إن هذه الإوالية ذات الحالات المتناهية تقوم في كل معبر أو إنتقال ببعث رموز معينة كمورفيمات مثلا، وكل انتقال من حالة إلى أخرى يتوافق مع تعليمة ترسلها الإوالية كقاعدة نحوية.

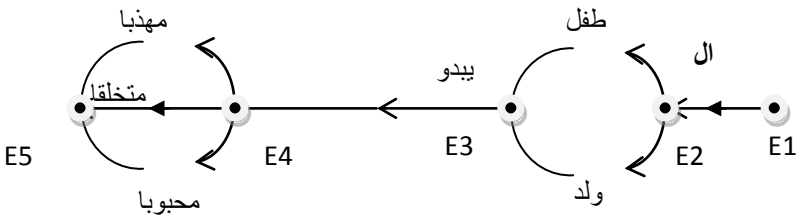
تنطلق الإوالية من حالة أولية، وتمر على التوالي بسلسلة من الحالات وهي تبعث بمورفيم في كل انتقال حتى تصل إلى الحالة النهائية.

يمكن القول إن السلسلة المنتجة بهذه الطريقة تشكل الجملة، فكل إوالية من هذا النوع تحدد لغة أي مجموعة من سلاسل المورفيمات التي يمكن انتاجها بهذه الطريقة.

وتستطيع أن تمثل لذلك برسم بياني يتضمن نحوا يولد الجمل الآتية:[1]

الولد يبدو مهديا، الولد يبدو متخلقا، الولد يبدو محبوبا.

من E1إلى E2تمثل حالات الإنتقال في توليد الجمل من:



الشكل رقم (05): رسم بياني لأتومات نحو الجمل

إذن تستخدم الأتومات محدودة الحالات في ضوء المعالجة الطبيعية للغة، وتعد أداة مرنة من حيث التوليد والتحليل.

وخلاصة للدراسات التي أجريناها تبين لنا:

[1]- رضا بابا أحمد ,المرجع السابق ص 14

- أن الحاسوب يشتغل مثل العقل، حيث تشفر المعلومات في شكل تمثيلي رمزي تعمل عليه قواعد تشبه الخوارزميات في لغة البرمجة.
- الحاسوب بمكوناته يقابل الدماغ بمكوناته، فكلاهما آلة تعالج اللغة.
- العقل نشاط وظيفي يقابله برنامج الحاسوب.
- لقد استفاد الباحثون من هذا الشبه بين العقل البشري وبين العقل الالكتروني في صناعة برامجهم الحاسوبية، مستلهمين عمل الذكاء البشري وقدرات المخ في معالجة المعلومات.
- تعد النظرية التوليدية التحويلية أقرب النظريات إلى اهتمامات المهندسين في الرتابيات، لأنها تقوم على فكرة محدودة الحالات.

المبحث الثالث: تجليات المنطق الرياضي في عملية الحوسبة النحوية

المطلب الأول: حوسبة اللغة العربية (المستوى التركيبي):

لقد أرسى العرب دعائم الدرس اللساني الحاسوبي، وفتحوا الباب أمام حوسبة اللغة العربية، لأن تطويعها في الحاسوب أصبح حتمية يفرضها عصر المعلوماتية.

وحوسبة اللغة فرع من اللسانيات الحاسوبية، ونعني بها "جعل الحاسوب قادرا على معالجة اللغة إفرادا وتركيبا، وممارسة التدقيق الإملائي والنحوي عليها"[1]، فليس المقصود بها إدخال الحروف العربية من لوحة المفاتيح، وطبعها أو عرضها على الشاشة بل هي عبارة عن "تحويل كل ما يتصل باللغة من صوت وصرف ونحو ودلالة وغيرها إلى صورة رقمية، فرضتها الثقافة الصورية الحديثة،(...) لصياغة نماذج صورية تحاكي اشتعال الملكة اللغوية لدى الفرد"[2].

يجدر الإشارة إلى أن الحوسبة تعمل على تطويع القواعد اللغوية لتتناسب مع منطق الآلة، وذلك بالاعتماد على لغة رياضية، ومحاولة تجريبها داخل القالب التقني.

أما من مراحلها نذكر:

1-مرحلة الوصف: يرى نهاد الموسى أن الوصف ما تمثل في القواعد والأمثلة والشروحات عن اللغة المستنبطة من الأداء اللغوي، فقد ذكر في مؤلفه: "يتوجه الوصف بكل ما ينتظمه

[1]- طارق عبد الحكيم أمهان، اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية خطوة باتجاه الحوسبة، المرجع السابق، ص13

[2]- عيسى العزري، الحوسبة الملائمة لخصائص العربية في المستويات اللغوية، كلية اللغات الأجنبية، جامعة حسيبة بن بوعلي، شلف، الجزائر 2020/08/20، ص23

من عرض النظام اللغوي إلى (الإنسان)، بما ركب في العقل الإنساني من قابلية لاستدخال هذا النظام بقواعده ومعطياته وآليات عمله في معالجة ذلك وبرمجته"[1].

إذن الوصف يكون للإنسان، وهو عبارة عن التعريف بالنظام اللغوي كي يستطيع الفرد تعلمه، ومثاله قول سيبويه " في باب " المسند والمسند إليه": "وهما ما لا يغنى واحد منهما عن الآخر، ولم يجد المتكلم منه بدا، فمن ذلك الاسم المبتدأ والمبني عليه، وهو قولك عبد الله أخوك: وهذا أخوك"[2].

قد ضربنا مثالا عن الوصف في المستوى النحوي من خلال تعريف سيبويه للمسند والمسند إليه.

وتنطلق هذه المرحلة من مدخلات تتمثل في الظاهرة اللغوية، التي ينتجها الإنسان من خلال المادة المعرفية، وفيها يتم وصف اللغة بمنظور حاسوبي واستنباط الأوجه الرياضية للظاهرة اللغوية.

2-التوصيف (الترميز): التوصيف يتكئ على الوصف، والفرق بينهما "أن رسم صورة العربية للإنسان يكتفي بالوصف، ويدع الحدس الذي يتمتع به العقل الإنساني أن يقدر ويقيس،أما رسم العربية للحاسوب، فلا يكتفي بالوصف بل يقتضي التوصيف ليعوض الحاسوب عن عنصر الحدس الذي ينفرد به الإنسان"[3].

يظهر هذا الفرق في أن الإنسان يتمثل البرنامج اللغوي لديه عن طريق الوصف، فلا شك أن العقل الذي يتفرد به بما فيه من الحدس يجعله قادرا على رفع اللبس اللغوي، ولما كان الحدس أظهر ما يتكئ عليه الإنسان في تعريفه اللغة وأدائها، وكان الحاسوب يفتقر إلى هذه

[1]- نهاد الموسى، العربية (نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المرجع السابق، ص62.

[2]- سيبويه أبي بشر عمرو بن عثمان بن قنبر، الكتاب، تر: عبد السلام محمد هارون، مكتبة الخنجي، القاهرة –مصر، ط3، 1988م، ج1 ، ص23.

[3]- ينظر: نهاد الموسى، المرجع السابق، ص20

الخاصية فوجب على الموصف أن يتدارك هذا النقص، وأن يقوم بتمثيل كفاية لغوية للحاسوب بالاعتماد على التوصيف، لذا "سمي ما يعمل للإنسان وصفا وما يعمل للحاسوب توصيفا"[1].

حيث إذا أردنا تقريب مفهوم الفعل للمتعلم، فإنه يكفي أن تعطيه أمثلة في الفعل فتقول: الفعل مثل (كتب) و (يرسم) و (اقرأ)، والعقل بذلك يستطيع أن يجرد للفعل مفهوما يقيس عليه، لكن الحاسوب يحتاج إلى قائمة طويلة من الأدلة الإجرائية ليتمكن من معرفة الاسم، كأن يعين له أن الاسم ما وقع بعد ال التعريف وقبل دخول حرف النداء عليه، وقبل التنوين إذا نكر وغيرها". فالمتعلم يسمع جملة " دخل موسى المستشفى"، يحللها إلى عناصرها، ويعرف علائقها، حيث يدرك أن موسى هو الفاعل، أما الحاسوب فإنه يحتاج إلى قائمة من البيانات المعجمية حول كل كلمة حتى يدرك أن موسى هو الفاعل، والمستشفى هو المفعول به، لأن المستشفى لا يدخل، وموسى هو الذي يدخل"[2].

كما أن "التوصيف هو الذي يمكن الحاسوب من دفع اللبس اللغوي، حيث يتم تزويده بعدة الذكاء الاصطناعي، الذي يجعله قادرا على استدعاء الاحتمالات في مثل كلمة (ياسمين)، في قولنا: أتظن ياسمين الحمية علاجا كافيا؟، فكلمة ياسمين تحتمل أن تكون اسم فتاة، وتحتمل أن تكون وصفا، والياء حرف نداء، فالحاسوب إما يفهمها بشكل متصل (ياسمين)، أو بشكل منفصل (يا+سمين)، أما الإنسان يدفع اللبس عن الجملة بهيئة الأداء، والتنعيم، أو عن طريق المعرفة"[3].

[1]– نهاد الموسى، الثنائيات في قضايا اللغة العربية من عصر النهضة إلى عصر العولمة، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن،2003م، ص245.

[2]– ينظر: وليد العناني وخالد الجبر، دليل الباحث في اللسانيات الحاسوبية، المرجع السابق، ص 09

[3]– ينظر: نهاد الموسى، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المرجع اللسابق، ص 22.

وأيضا في كلمة (عرجون) فالإنسان يدرك أنها اسم مفرد سليقة بينما الحاسوب يستدعي جميع احتمالاتها فيظن أنها اسم مفردا أو جمع مذكر سالم، ومن خلال العدة المعجمية التي زود بها، فإنه يتجه نحو الاحتمال الأصح.

تدعى مرحلة التوصيف بعملية الترميز أيضا، وهي أهم مرحلة في حوسبة اللغة، لأنها تقوم على ترميز المعطيات اللسانية الرياضية باستعمال الاختصارات المفهومة والبسيطة.

وللتوصيف مرحلتان هما:

1-**مرحلة الترميز المشترك:** يتم المزج بين الترميز والعبارات اللغوية على نحو: فعل +فاعل= جملة فعلية، أو اسم معرفة + وصف نكرة= جملة اسمية.

2-**مرحلة الترميز الصوري**= وهو ترميز رياضي خال من العبارات اللغوية، كأن ترمز للأمثلة السابقة على هذا المنوال:

ف+فا=ج ف، أ م+ و ن= ج أ.

لقد رمزنا للفعل (ف)، والفاعل (فا)، و الجملة الفعلية (ج ف).

أما الجملة الثانية، فجعلنا ترميزها هكذا: اسم معرفة (ام)، وصف نكرة (و ن) جملة اسمية (ج ا).

وبذلك تعد مرحلة التوصيف عبارة عن نمذجة القواعد والقوانين اللغوية، والمقصود بالنمذجة" هي تقنية أو مبدأ توصل الباحث لبناء نموذج لظاهرة أو سلوك، عبر إحصاء المتغيرات، فهي طريق علمي يمكنك من فهم الأنساق المركبة والمعقدة، من خلال خلق نموذج يكون بنية صورية، تعيد إنتاج الواقع افتراضيا"[1].

[1]- لخضاري فريد، حوسبة اللغة العربية (توصيف الجملة الفعليةحاسوبيا أنموذجا)، مذكرة شهادة ماستر، كلية الآداب واللغات،جامعة أبو بكر بلقايد، 2019م-2020م، ص 24.

إن النمذجة تسعى إلى منطقة المستويات اللغوية، وتحويلها إلى رموز رياضية بالاعتماد على نظريات لها علاقة بعلم الحاسب، وتعد النظرية التوليدية التحويلية من أهم النظريات التي لها القدرة على تفسير القواعد اللغوية من منظور منطقي وحاسوبي، وبالتالي فهي تدعم مرحلة التوصيف، إذ تصاغ القواعد اللغوية على شكل آليات، التشجير، أو ما يعرف بنظرية العبارة (س)، أو قواعد إعادة الكتابة، ونظرية الأوتومات (محدودة الحالات).

يقوم الحاسوب بتحليل الكلمة لمعرفة أصلها، لذلك في هذه المرحلة يتم إنشاء خوارزمية لغوية رياضية، تمكن الكمبيوتر من توليد وتحويل الجمل لتخزين عدد كبير من القواعد الخاصة باللغة التي ترتبط بمسائل الأصول لتكون نموذجا لغويا، يقاس عليه، فيتولد ما لا نهاية من الجمل انطلاقا من عدد محدود من القواعد، وهكذا يعوض الحاسوب بعنصر الحدس الذي يفتقده، وتصير لديه صفة الإبداعية في فهم وإنتاج الكلام.

تعد عملية التوصيف ركنا أساسيا في معالجة اللغة آليا، حيث تتيح للحاسوبي فرصة البرمجة اللغوية، كون النظريات والنظم اللغوية موصفة على شكل معادلات ودوال ومتتاليات، مما يسمح بإعداد خرائط تدفقية أو (مخططات انسيابية) للخوارزميات اللغوية، وصياغتها في برمجيات حاسوبية.

قلنا سابقا إن الحاسوب ينطلق في تحليله للألفاظ من الأصل، لأنه مبرمج بعدة من القواعد التي تتعلق بالأصول، فإذا أردنا توصيف الاسم للحاسوب فإننا ننطلق من القاعدة الأصل، ونترك له المجال ليقيس عليها الفروع، ومثال التوصيف ما يلي: قال ابن أجروم:

"فالاسم بالتنوين والخفض عرف وحرف خفض وبلام وألف"[1].

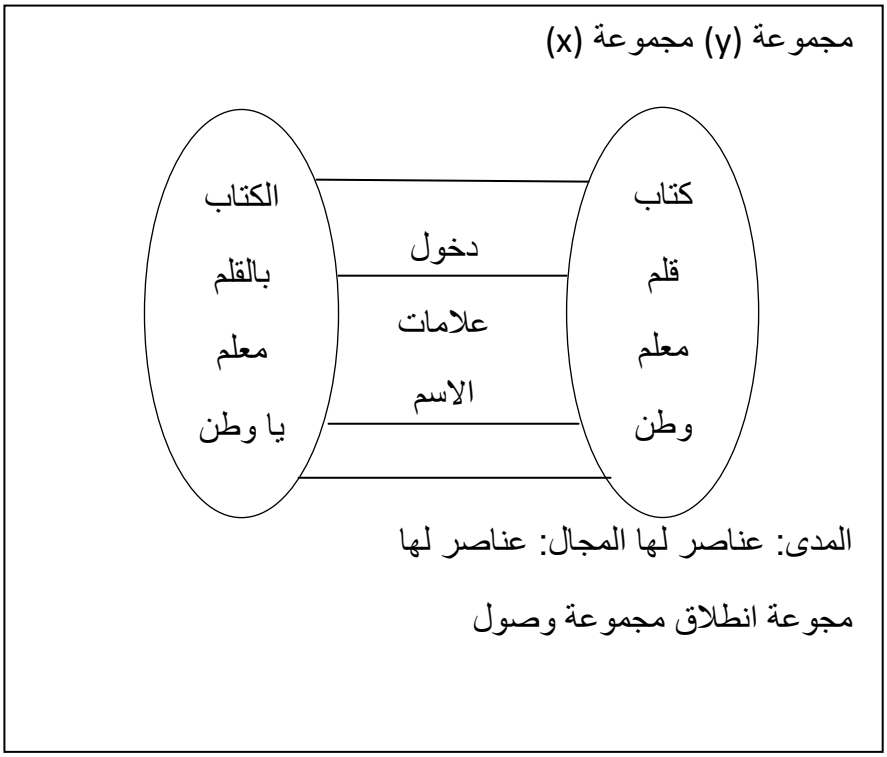
[1]– شرف الدين تحيني العمريطي، نظم الآجرومية، دار ابن الحزم للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت– لبنان، ط1، 2005م، ص09.

يشكل مفهوم الاسم عند ابن أجروم داله تتشكل من مجموعة انطلاق (الأصول) ومجموعة وصول (الفروع).

فالأصل في الاسم أن يقبل ال التعريف والتنوين وحروف الجر.

وتتعاقب هذه المحددات على الاسم، فإذا غاب التنوين عوض ال التعريف.

وهذا الشكل يوضح دالة علامات الاسم:



الشكل رقم (06): لدالة علامات الاسم

التمثيل الرياضي الدالة: y=f(x)حيث x (المدى) و y (المجال).

3-مرحلة التشفير: بعد توصيف اللغة للحاسوب من قبل اللساني، تأتي مرحلة تشفير البيانات وإدخالها في الحاسوب، وعلى هذا الأساس يعرف بأنه عبارة عن" إخفاء المعلومات

السرية بطريقة يصبح من خلالها معناها غير مفهوم بالنسبة إلى أي شخص غير مصرح له بالإطلاع عليها"[1].

وفي هذا الشأن نجد أن التشفير هو: "عملية لتغيير البيانات بحيث لا يستطيع قراءتها سوى الشخص المستقبل وحده، وذلك باستخدام مفتاح فك التشفير"[2] .

في حين يتكون من أكواد تشتغل وفق نظام معين بهدف إخفاء البيانات.

أما تشفير المعلومات، فيتم بالاعتماد على خوارزمية تشفير "عادة تعتمد هذه الخوارزمية على مفتاح التشفير وهو يمثل مدخلا لها"[3].

بعد ذلك تخزن البيانات المشفرة في جهاز الكمبيوتر وفق نظام 1 و0.فمثلا الدالة التي اشتعلتا عليها سابقا تشفر على هذا المنوال: f(x)=y دالة حيث $x=(2_{10})$، و $y=(3_{10})$.

x	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
2	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	0	0	0	0	1	0

y	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
3	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	0	0	0	0	1	1

إذن:

F(y)=00000011 و f(x)=00000010

[1]– فريد بايبروشون ميرفي، علم التشفيرل (مقدمة قصيرة جدا)، تر: محمد سعيد طنطاوي، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر، ط1، 2005، ص15.

[2]– نفسه، ص نفسها.

[3]– عبد الفتاح بيومي حجازي، التجارة الإلكترونية في القانون العربي النموذجي لمكافحة جرائم الكمبيوتر والأنترنت، دار الكتب القانونية، مصر،2008، ص208

وبهذا نكون قد شكلنا خوارزمية تشفير خاصة بعلامات الاسم.

4-مرحلة البرمجة: إنها المرحلة الأخيرة في حوسبة اللغة، وفيها يتم إنشاء برامج تقنية من لدن أهل المعلوماتية، أما حدها فهي" مجموعة متتابهة من الأوامر أو التعليمات، يتم تنفيذها بواسطة الحاسب (computer)، وكل برنامج يكتب بلغة ما من لغات البرمجة"[1] .

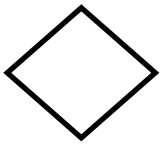
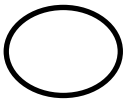
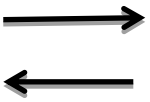
تعتمد هذه المرحلة بناء خوارزميات من أجل حل مسألة لغوية: "فتستخدم الرسوم للإنسيابية (الخرائط التدقيقية) كخطوة قبل البدء بكتابة البرامج"[2]، وهي عبارة عن "تمثيل بياني يعتمد على الرسوم لتوضيح ترتيب العمليات اللازمة حل المسألة، وترسم الخرائط باستخدام رموز وأشكال اصطلاحية، بمعنى كل شكل له مدلول ثابت"[3].

[1]- جون رهيوبارد، البرمجة بلغة++c، تر: محمد ابراهيم العدوى وآخرون، الدار الدولية للإستثمارات الثقافية، مصر، ط1، 2000، ج1، ص09

[2]- ينظر : أحمد فتح العليم عبيد الله، خوارزميات الحاسوب، المرجع السابق، ص06

[3]- عمر مكداشي، البرمجة باللغة العربية (ديوان صخر، خوارزمي، وملاحق) دار الراتب الجامعية، بيروت، لبنان، 1987م، ص25.

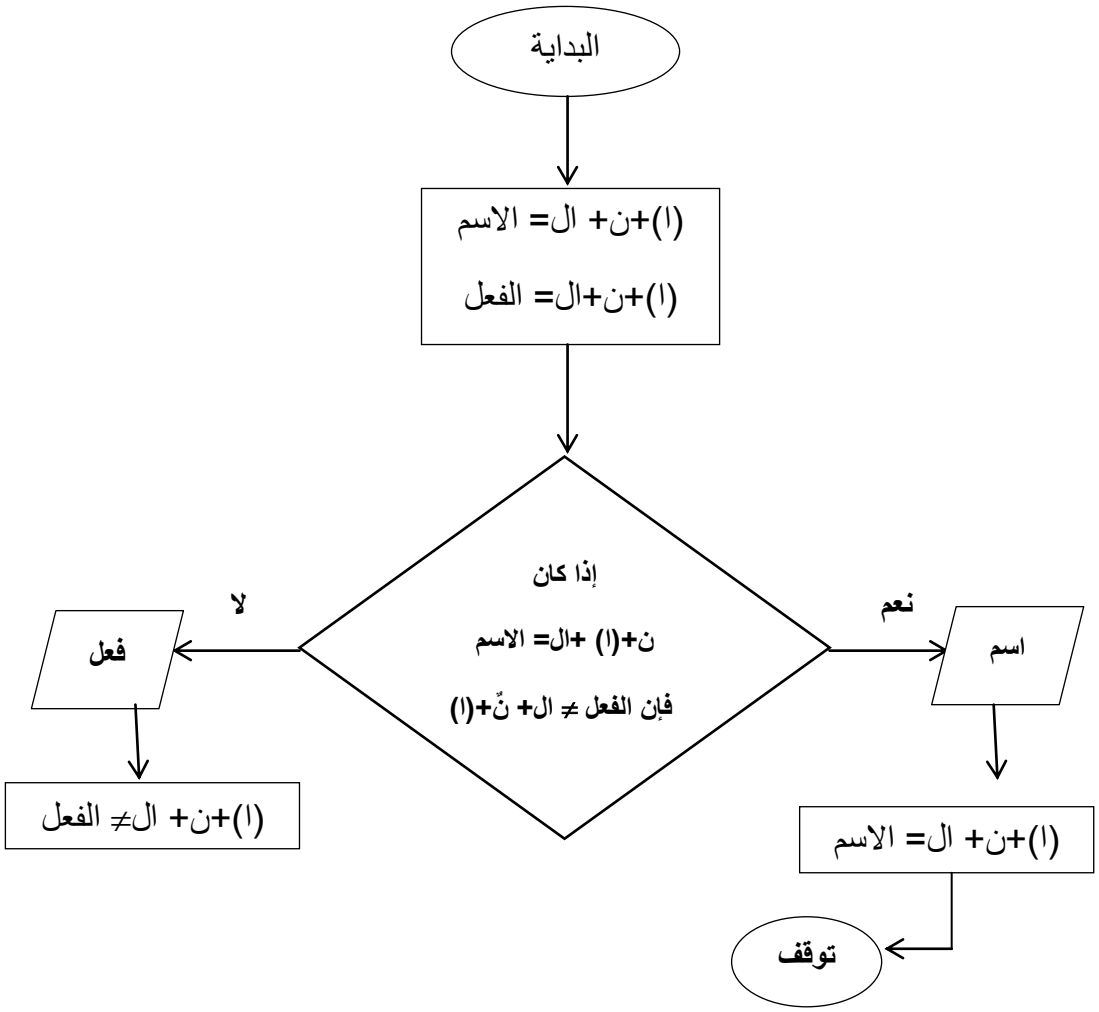
توضح دلالة الأشكال المخططات في هذا الجدول:

الشكل	توضيح الشكل
	رمز اتخاذ القرار، يستخدم في حالات فحص قيمة معينة بالاعتماد على (نعم) أو (لا)
	بداية ونهاية المسألة
	خطوط التوصيل واتجاه السير
	رمز إدخال وإخراج البيانات
	رمز المعالجة، ويكون في داخله معادلة للعمليات الحسابية، والمقارنات المنطقية.

جدول رقم (04): أشكال بناء الخريطة التدفقية

بعد مرحلة التوصيف نصوغ القاعدة على شكل مسألة لكي نمثل لها بالخرائط الأساسية، حيث إذا كان الاسم يقبل دخول ال التعريف والتنوين والجر، فما هي علامات الفعل؟

الخريطة التدفقية للمسألة:

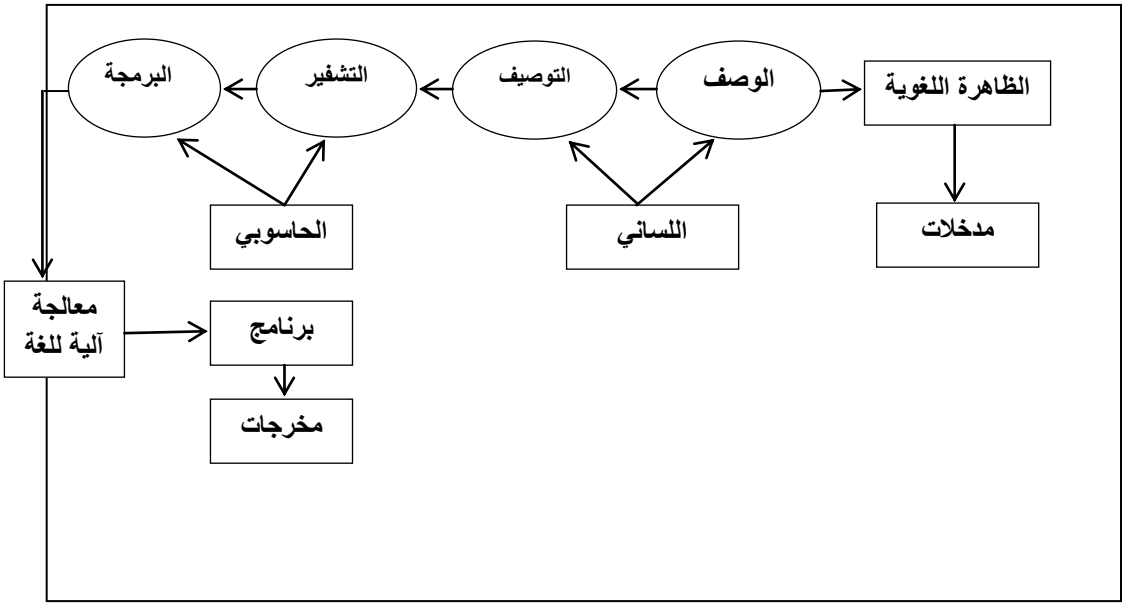


الشكل رقم (06): الخريطة التدفقية

بعد الانتهاء من حل المسألة تكتتب خوارزمياتها بإحدى لغات البرمجة لتحول إلى برامج.

وعند هذا الحد نتوقف رغم أن هذه العملية لم تكتمل بعد، فالحاسوبي سيقوم بعمليات معقدة حتى يستطيع صياغة هذه الخرائط في برامج، وأنا لم أتمكن من الخوض في هذه المسائل، وإنما اطلعت عليها كباحثة فقط، لذلك اكتفيت بهذا الحد.

وقد وضعت هذا المخطط الذي يلخص عملية حوسبة اللغة:



الشكل رقم (07): مراحل حوسبة اللغة

وأخيرا نختتم المبحث بأهم النتائج المتوصل إليها:

-تنطلق حوسبة اللغة من أمرين هما:

الأول الانطلاق من نظرية صورية خوارزمية والأمر الثاني ضرورة بناء قاعدة بيانات للمفردات اللغوية.

-تمر حوسبة اللغة على أربعة مراحل هي: الوصف والتوصيف والتشفير، والبرمجة.

-إن التنسيق بين اللغويين والحاسوبيين ضروري حتى يتسنى برمجة اللغة حاسوبيا

المطلب الثاني: ما هية المنطق الرياضي

تقوم اللغة العربية في جوهرها على منطق رياضي يجعلها أكثر طواعية للمعالجة الآلية، خاصة في ظل خصائصها الصوتية والصرفية والنحوية والدلالية، التي تسمح لنا أن نوظفها في توصيف قواعدها، وبناء خوارزميات لها، ليكون تحقيق الألفة بين اللغة العربية والحاسوب حدثا مؤكدا.

فما المنطق الرياضي؟ وفيما تتمثل علاقته بالرياضيات؟

إن المنطق هو "علم قوانين الفكر"[1]، كما يعرف بأنه "العلم الذي يستقصي المبادئ العامة للفكر الصحيح، وأن موضوعه هو تفسير الأحكام"[2].

ونظرا لكون المنطق آلة الفكر، فإنه المسؤول عن تسيير وتنظيم عمليات التفكير، كونه "يبحث في صحيح الفكر وفاسده، وهو الذي يضع القوانين التي تعصم الذهن من الوقوع في الخطأ في الأحكام، فموضوعه الفكر الإنساني من ناحية خاصة، وهي ناحية صحته وفساده، ويتم له ذلك عن طريق البحث في القوانين العقلية العامة التي يتبعها العقل الإنساني في تفكيره، فما كان من التفكير موافقا لهذه القوانين كان صحيحا، وما كان مخالف لها كان فاسدا"[3].

وعلى هذا الاعتبار يمكننا القول: إن المنطق هو معيار صحة التفكير وفساده، فهو يحمل في ثناياه علاقات المقدمات والنتائج في جميع العلوم.

---

[1]– محمد علي أبو ريان وعلي عبد الله المعطي محمد، أسس المنطق الصوري ومشكلاته، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، ط2، 1976م، ص41.

[2]– نفسه، ص نفسها.

[3]– نفسه، ص04.

لقد ارتبط المنطق بالرياضيات (بحيث لم يعد بالإمكان الفصل بينهما بل يجب جمع المنطق والرياضيات)، فالمنطق مثل الهندسة يقوم على حقائق بديهية، وتعريفاته مبنية وفقا للنظرية العامة للرمزية التي تشكل أساس كل ما هو معترف به كتحليل"[1].

إذن هناك شبه حاصل بين المنطق والرياضيات، فكلا منهما ينطلقان من مسلمات وبديهيات ومبادئ استدلالية.

ويسمى المنطق الرياضي بأسماء عديدة من بينها المنطق الرمزي، لأن لغته الرموز، أو لوجيستيقا، أو جبر المنطق، وكلها عبارات مترادفة، تطورت دلالاتها عبر الزمن، ويذهب المناطقة في تعريفه إلى أنه "أحد فروع الرياضيات، يهتم بدراسة القضايا والربط بينها، وتحديد ما إذا كان استنتاجا معينا منها، خاطئا أو صائبا، حسب قواعد محددة، باستخدام رموز وإشارات ومصطلحات متعارف عليها بين الرياضيين"[2].

وبعبارة أخرى، فإنه يهتم بتقديم طرائق البرهنة لقضية ما، وتبرير خطوات البرهان كونه، يزودنا بمجموعة من المبادئ، والقواعد التي تضمن تمثيل السمات المجردة للأشياء، والعلاقات القائمة بينها.

كما يرى أرسطو أن المنطق الرياضي: "ينتسب إلى مجموعة العلوم البرهانية التي توصف في العصر الحديث بعبارة النسق الاستنباطي"[3].

وإذا تتبعنا حيثيات النسق الاستنباطي، نجد ثلة من المناطقة الذين استضافوا في شرحه فقد ورد بأنه "السلوك العام المستخدم في العلوم والرياضة خصوصا، وهو عبارة عن التسلسل

---

[1]– روبير بلانشي، المنطق وتاريخه (من أرسطو حتى راسل)، تر: خليل أحمد خليل، ديوان المطبوعات الجامعية المؤسسة الجامعية للدراسات للنشر والتوزيع، الجزائر، ص366.

[2]– محمد أحمد حمودة، أسس الرياضيات (المنطق الرياضي) نقلا عن الرياضيات تاج العلوم www.ehmuda.com يوم الإثنين7 جوان ص01.

[3]– محمد علي أبو الريان وعلي عبد الله المعطي محمد، أسس المنطق الصوري، المرجع السابق، ص20.

المنطقي المنتقل من مبادئ وقضايا أولية إلى قضايا تستخلص بالضرورة دون الإلتجاء إلى التجربة، وذلك في مقابل المنهج الاستقرائي أو التجريبي القائم على الملاحظة والتجربة"[1].

فالمنهج الذي تعتمده الرياضيات، هو منهج الاستنباط لقوته وفعاليته في بناء الأعداد وتكوينها، حيث تتحرك هذه الأعداد والحروف كثوابت ومتغيرات، مشكلة مجموعة من الوحدات المتصلة ببعضها البعض وفق علاقات منطقية، للانتقال من القضايا البسيطة إلى المركبة.

مثال:

قضية 1: كل إنسان ضاحك/ وزيد إنسان/ إذن زيد ضاحك.

نلاحظ استنتاج قضية مجهولة من قضية معلومة.

ومما لا شك فيه أن اللسانيين ابتكروا نظريات قوامها المنطق الرياضي، لأن وصف العلماء القدامى للظواهر اللغوية يقوم على الاستنباط والتجريد، حيث مزجوا بين النحو والمنطق، ويتجلى هذا المزج في تقسيمهم لعناصر الكلم إلى اسم وفعل وحرف، لأنهم اعتمدوا في ذلك على الحد.

لقد دعا ثلة من العلماء إلى وجوب الجمع بين المنطق والنحو، وفي هذا الصدد قيل: "وبهذا تبين لك أن البحث عن المنطق، قد يرمي بك إلى جانب المنطق، ولولا الكمال غير مستطاع لكان يجب أن يكون المنطقي نحويا، والنحوي منطقيا، خاصة والنحو واللغة العربية والمنطق مترجم بها، و مفهوم عنها"[2].

[1]–عبد الرحمان بدوي، مناهج البحث العلمي، وكالة المطبوعات، الكويت ، ط3، 1977م، ص82.

[2]– محمد علي أبو ريان و علي عبد المعطي محمد، المرجع السابق، ص57.

فإذا كانت القضية الحملية حجر الزاوية في الاستدلال الرياضي، فإن "الاستدلال العربي مبني على حمل شيء على شيء، أو إجرائه عليه ومن ثم إلحاقه به في الحكم لوجود جامع بينهما يستنبطه الباحث بهذا الإجراء، وهو نفسه في الرياضيات"[1].

إن مفهوم الحمل يقابله القياس، فهو عبارة عن استدلال غير مباشر يعتمد على أكثر من مقدمة للوصول إلى نتيجة.

يتكون القياس من ثلاث قضايا: مقدمتين ونتيجة، تسمى المقدمة التي تعبر عن قاعدة عامة بالمقدمة الكبرى، بينما المقدمة التي تعبر عن حالة خاصة تدعى المقدمة الصغرى، ويتضح ذلك من المثال التالي:

- **قضية أولى:**

مقدمة 1: كل اسم له محل من الإعراب في السياق.

مقدمة2: كلمة (ما) اسم.

القياس: إذن كلمة ما لها محل من الإعراب

ويمكن أن نصوغ هذا القياس رياضيا فنقول:

$$\begin{pmatrix} \text{الأصل= الفرع} \\ \text{الاسم= ما} \end{pmatrix} \quad \text{تحمل معنى الاسم}$$

نضيف مثالا آخر:

[1]– ينظر: عبد الرحمان الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، المرجع السابق، ج1 ، ص15.

القضية الثانية:

مقدمة 1: الأفعال لا تقبل التنوين.

مقدمة2: لفظة (آه) تقبل التنوين.

القياس: لفظة (آه) ليست فعلا، (لكنها تحمل معنى الفعل أتوجع) لذلك تعرب اسم فعل مضارع.

صياغة القضية 2:

الأصل = الفرع

الفعل = آه

تحمل معنى الفعل المضارع

وبعد تتبع الدارسين والنحاة للغة اكتشفوا أن النحو قائم على أساس الثوابت والمتغيرات وهو نفسه الأساس الذي قام عليه المنطق الرياضي، فالمتغيرات Variables هي: "حروف لغوية لا ترمز في ذاتها إلى شيء محدد، ولا يمكننا إعطاؤها قيمة محددة، وحينئذ نسمى هذه القيمة قيمة المتغير نقول الحرف (س) في التعبير(س^2) متغير"[1]، وعليه فالمتغير ليس له معنى محدد، فمثلا "سـ – ء – ف – ص – س 1– ء1– ف1 – ص1 هي متغيرات ترمز إلى فرد أو موضوع معين، يكتسب قيمته بإحلال اسم علم محله؟ أو يحصره، وأمثاله في اللسان: ضمير الغائب: هو، هي، هم..... "[2].

يعد الضمير (هو) متغير لأنه يعبر مرة عن الإنسان ومرة عن الجماد وأحيان عن الحيوان.

[1]– محمود فهمي زيدان، المنطق الرمزي (نشأته وتطوره)، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت–لبنان، 1979م، ص21.

[2]– ينظر: عبد الرحمان طه، المنطق والنحو الصوري، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، ط1، 1983م، ص11.

أما الثوابت فتعرف "بالحرف أو الكلمة أو عدة كلمات، التي تربط بين قضيتين بسيطتين تتألف منها قضية مركبة، (الشباب طموح) قضية بسيطة، بينما (الشباب طموح والانتاج مزدهر) قضية مركبة، تسمى واو العطف هنا ثابتا منطقيا"[1].

إنها الرمز الذي يبقى معناه دون تغيير، مثل:(إما أو– إذا حينئذ.....إلخ)، وهناك من يرى أن الثوابت في اللغة هي: أسماء أعلام زيد، عمر.....إلخ.

إن نظام الثوابت والمتغيرات ساري المفعول في الرياضيات، فكل الأشكال الرياضية دالة على مفاهيم ثابتة أو متغيرة، حيث تعد المحمولات متغيرات، أما الموضوع فهو يمثل الثوابت، ومقارنة مع النظام العربي نجد أن ثنائية الأصل والفرع تجرى مجراهما في المنطق الرياضي.

فالأصول ثوابت، والفروع متغيرات وبين الدكتور مخلوف بن لعلام: "أن الأصل ما يبنى عليه، ولا يبنى على غيره(...)، وهذا أخص ما يميز به عن الفرع، لأن الفرع على الضد منه ما يبنى على غيره ولا يبنى عليه، والتغيير إنما يوجد في الفرع، لا في الأصل، فإذا غير الأصل صار فرعا لذلك الأصل"[2].

تعرف الأصول بالثبات، لأن الأصل هو البناء الأصلي لها، فلا يمكن تغييرها، أما الفروع هي وحدات متغيرة.

تتجسد ثنائية الأصل والفرع على المستوى التركيبي في البنية الإسنادية والعاملية، وفي الإعراب والبناء وعلى مستوى الألفاظ والمفردات.

1–البنية الإسنادية: كل الجمل في العربية تتشكل، وفق علاقات إسنادية (مسند+ مسند إليه)، وهذه العلاقة التي تربط بين المسند والمسند إليه، هي علاقة ضمنية لا تظهر، ولها قيمة ثابتة لا تتغير، تتمثل في الربط أما المسند والمسند إليه، فيمثلان المتغير، لأن الأسماء

[1]– محمود فهمي زيدان، المنطق الرمزي، المرجع السابق، ص22.

[2]– بن لعلام مخلوف، ظاهرة التقدير في كتاب سيبويه، رسالة دكتوراه، جامعة الجزائر2002–2003، ص78،77.

تتغير لتدل على الجماد والذات والحيوان، ومثله الفعل الذي يتغير، من زمن الماضي والمضارع والأمر، تمثل لذلك بهذه الجمل:

مسند+ مسند إليه	أو	مسند إليه+ مسند
أشرقت+ الشمس		العلـم+ نـور
تعادل+ المنتخب		المشـهد+ مؤثـر
اجْتَهِدْ+ (أنت)		اللــه+ غفـور

نلاحظ أن البنية الإسنادية مضمونها، متغيرات هي (المسند والمسند إليه)، والعلاقة التي تربط بينهما (+) هي ثوابت.

2-البنية العاملية: إن نظرية العامل هي العمود الفقري للنحو، فنظام الجملة العربية مبني على عنصرين مهمين، (العامل+ معمول)، حيث يقابل العامل مفهوم ثابت، لأن "عامل الإعراب هو موجب لتغيير في الكلمة"[1]، وبالتالي فهو المؤثر الذي يؤثر ولا يتأثر، أما المعمول فهو المتغير، لأنه: "يتغير آخره، يرفع أو نصب أو جزم أو خفض بتأثير العامل"[2]، ومن أمثلة ذلك:

اقرأ القرآن: العامل (اقرأ)+ [معمول أول الفاعل (أنت)+ معمول ثان مفعول به (القرآن)] إذن ع+[م1+م2].

[1]- وليد عاصف، الأنصاري، نظرية العامل في النحو العربي (عرضا ونقدا) دار الكتاب الثقافي، الأردن، ط2، 2014م، ص51.

[2]- مصطفى الغلاييني، جامع الدروس العربية، تح: مجدي فتحي السيد، دار التوفيقية للتراث، القاهرة- مصر، ص 564.

ثنائية الثابت والمتغير في البناء والإعراب: إذا انتظمت الكلمات في الجملة، فمنها ما يتغير آخره، ومنها ما لا يتغير آخره، فالمتغير هو المعرب، والثابت هو المبني.

مثال:

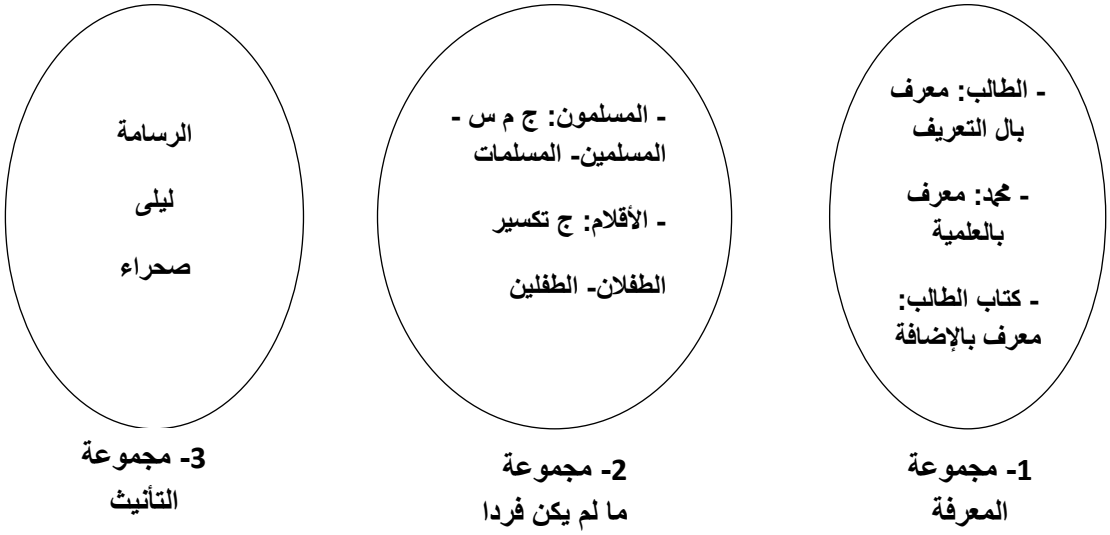
كتبت بالقلمِ [قلم + كسرة]، اشتريت قلماً [قلم + فتحة]، ضاعَ القلمُ [قلم + ضمة].

نكتشف من هذه الأمثلة، أن الأسماء المعربة متغيرة، أما ما كان حقه البناء فلا يتغير، كالحروف والضمائر وبعض الأفعال نحو: جاء الذي مرض، مررت على الذي سافر، أكلت التفاح الذي غُسِلَ.

برغم التغيير في موقع " الذي" –تارة وقعت فاعلا، وتارة اسما مجرورا ثم مفعولا– إلا أنه لزم حالة واحدة و لم يتغير.

ثنائية الثابت والمتغير على مستوى الكلمات: هناك في اللغة بعض المفردات التي يعتبرها النحاة أصل الكلمات، كالتنكير في الأسماء، والمفرد، والتذكير بينما ما يتفرع عن هذه الأحوال من معرفة وجمع أو مثنى وتأنيث يعد فرعا.

لذلك فالمتغيرات هي: (المعرفة والجمع والمثنى والتأنيث)، ويمكن رصد تغيراتها في مجموعات:



الشكل رقم (08): مجموعات المتغيرات

وهنا يظهر تجلي المنطق الرياضي في حوسبة اللغة العربية، ومعالجة النحو آليا.

فإذا كان هذا المنطق علما يقوم على تحليل الحقائق، ويتم فيه الانتقال من الثوابت إلى المتغيرات، فإن اللغة العربية استمدت مبادئها منه لأنها تضاهيه في المرونة والتجريد، ومن ثم صياغة الأنظمة اللغوية صياغة رياضية، وتمثيل النظريات العلمية في إطار نظام رمزي يسمح بتحديد العبارات اللغوية، وقواعد البرهان لا غموض، لتكون اللغة العربية من بين اللغات الموجهة للحوسبة.

وعلى أساس قيم الثابت والمتغير تبلورت اللغة، وظهرت لها أوجه رياضية، عديدة من أهمها المعادلات، والمتتاليات....إلخ.

المطلب الثالث: المعادلات النحوية:

إن النحو هو نقطة الالتقاء الساخنة بين اللسانيات والرياضيات والبرمجيات باعتباره قنطرة الوصل التي تعبر خلالها مسارات الافتراض المتبادل بين علوم اللغة وعلوم الحاسب.

والنحو هو: "علم بأصول يعرف بها أحوال الكلم إفرادا وتركيبا"[1]، وهذا ما عناه ابن جني حين ذكر في قوله: "انتحاء سمت كلام العرب في تصرفه من إعراب وغيره كالتشبيه والجمع التحقير والتكسير والإضافة النسب والتركيب وغير ذلك، ليلحق من ليس من أهل اللغة العربية بأهلها من الفصاحة، فينطق بها، وإن لم يكن منهم، وإن شد بعضهم عنها رد به إليها"[2].

الظاهر من القولين أن النحو هو علم يبحث في أواخر الكلمات وعلاقتها بالمفردات التي تسيقها وتليها، أي أنه يرتبط ارتباطا وثيقا يعلم الصرف كونه يبحث في أصول الكلمات لمعرفة معناها.

[1]– الفاكهي، شرح حدود الكافية، تح: محمد الطيب الابراهيم، دار النفائس، بيروت – لبنان، ط1، 1996م، ص46–47.

[2]– محمد بن حجر، العلة والتعليل بين النحاة والفقهاء، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان– الأردن، ط1، 2019م، ص31.

وقد رسم علماء العربية صورة وصفية للبنية اللغوية النحوية، واستفاد أهل اللسانيات الحاسوبية من ذلك، فقاموا بتوصيف ما وصفه النحاة لعقول أبنائهم، فإذا تم توصيف القاعدة النحوية بجميع شروطها يصح تعميمها على جميع ألفاظ اللغة العربية الملائمة لبنائها اللفظي والمعنوي، فإنه ينبغي للخبير أن يعطي للحاسوب قانونا محددا يبنى عليه عبارات منطقية واضحة لتسهيل برمجته.

بينما النحو في الحاسوب فهو يتقوم بلم اللامحدود في معادلات محدودة، بحيث لو قلنا الجملة العربية تتركب من (فعل وفاعل ومفعول به) فكم من جملة عربية يمكن أن تتبع هذه المعادلة، وفي هذا الموضع يقال: "النحو بمثابة رياضة اللغة ويمكن جعل النحو نقطة الالتقاء بين اللغة والحاسوب من خلال برمجيات، فجمل النحو قادرة على تجميع غير المحدد في قاعدة محددة، وهذه هي روح و مفهوم المعادلة"[1].

إذن المعادلات النحوية هي ثمرة البرمجة، فلابد من تغذية الحاسوب بأنواع الأفعال والأسماء والحروف، وذلك يتحقق من خلال توصيف القواعد وتشكيل معادلات نحوية.

أما المعادلة كمفهوم رياضي تعني: "علاقة المساواة بين طرفين، وعلاقة المساواة (....) لا تعني المطابقة، وإنما تعني أن الطرفين يتقاطعان ويتساويان في وجه أو وجهين أو مجموعة من الأوجه، أو ما يعرف في المنهج الرياضي بدرجات التساوي التي تعني بالضرورة المطابقة، فمفهوم المعادلة رياضيا يعني المساواة بين طرفين في وجه من الأوجه أو في أكثر من وجه دون أن تعني مطابقة الطرف الأول للطرف الثاني حتى يكونا الشيء ذاته"[2].

[1]– ينظر: عبد الله بن محمد بن المهدي الأنصاري، علاقة النحو العربي باابرمجة الآلية للغة عن موقع https://urits.imamu.edu.sa/Arabic literatures /Documents/coArabiclanguage/10

[2]– ينظر: عواطف قاسيمي الحسني، (معادلات التكافؤ التناظري الاستنباطي ومعادلات التكافؤ التناظري التعليلي في اللسانيات العربية)، مجلة الدراسات اللغوية، مركز فيصل للبحوث والدراسات الاسلامية، ع4، أغسطس، 2019، مج21، ص 359.

إن المعادلة مصطلح جبري أُدرج ضمن المصطلحات اللغوية لأن القواعد التي ترتبط باللغة معظمها استمدت إطارها من منظومة الرياضيات وهي مساوات بين طرفين أي طرف أول = طرف ثاني، ومصدرها التوازن وليس التطابق، فمثلا إذا قلنا (الطمأنينة = الإيمان) فهذه المعادلة متوازنة بحيث الطرف الاول (الطمأنينة) لا يطابق الطرف الثاني (الإيمان) لكنهما متساويان إذ بين بياجي أن "المعادلة الرياضية لا تعني المطابقة بل ينحصر معناها في التساوي بين طرفيها، وهناك مستويات مختلفة للتساوي، فعندما نقول بأن (أ=أ) فإن هذه المساواة التي تشير إليها المعادلة ليست إلا حالة خاصة، فالمساواة تعني الإقتضاء المتبادل لطرفين أحدهما للآخر، أي يكونا صادقين معا أو خاطئين معا (...) وهذا ما يبين أن هناك درجات في التساوي لا تعني أبدا المطابقة"[1].

إذن تستوجب المعادلة وجود طرفين ووجود علاقة مساواة أو مشابهة بين هذين الطرفين في وجه من الأوجه أو في أكثر من وجه، فإذا شابه الطرف الأول الطرف الثاني في وجه فسوف تتحقق معادلة من درجة أولى، وإذا شابهه في وجهين فمعادلة من درجة ثانية وإذا كان أكثر من وجهين فمعادلة من درجة ثالثة، لذا فالمعادلة تسمى حسب درجة التساوي.

كما هناك حضور لمفهوم المعادلة في العمليات الوصفية للقواعد النحوية التي قدمها النحاة في نحوهم وتجسد هذا الحضور في قول سيبويه: "ويشبهون الشيء بالشيء وليس مثله في جميع أحواله"[2].

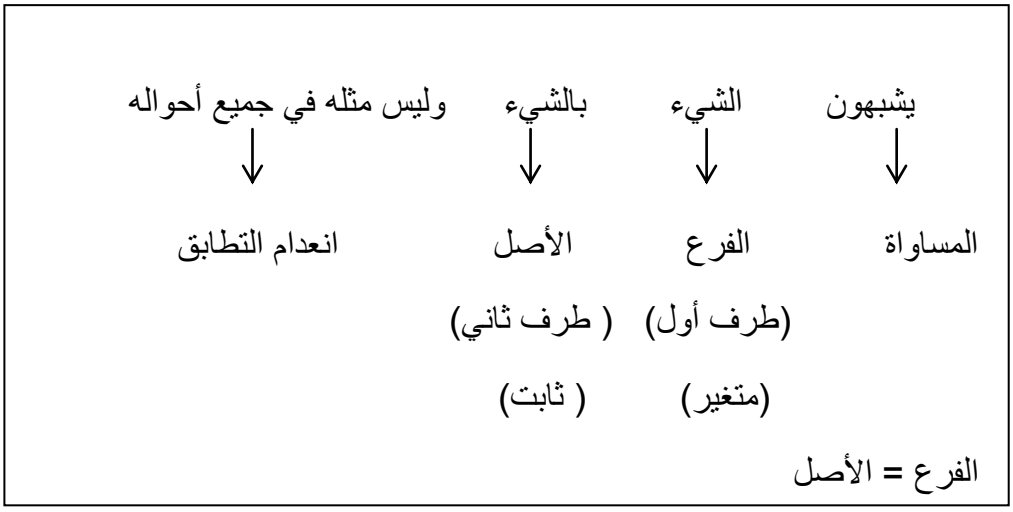
فالشيء الأول هو الطرف الأول للمعادلة، والشيء الثاني هو طرفها الثاني، والمقصود "بليس مثله في جميع أحواله" أن هناك تشابها بين الطرفين لكن ينعدم تطابقهما وهذا هو المفهوم الصحيح للمعادلة، فالعرب يحملون شيء على شيء لجامع علة بينهما فيجري الثاني

[1]– محمد وقيدي، الإيستمولوجيا، التكوينية للعلوم، إفريقيا الشرق، ط1، 2010م، ص75–76.

[2]– عواطف قاسيمي الحسني، أطروحة دوكتوراه، لغة عربية، قسم اللغة العربية وآدابها، كلية الآداب واللغات، جامعة البليدة2، الجزائر،2016–2017، ص616.

مجرى الأول ويخرج عن أصله كنائب الفاعل واسم الفعل وأسماء الاستفهام وغيرها، وفي هذا الصدد تتجلى ثنائية الثابت والمتغير، فقد عبر سيبويه عن الفرع والأصل، المتغير والثابت بعبارة الشيء بالشيء لذا المنطق الرياضي يسري ويتغلغل في أفكار النحويين القدامى.

يمكننا صياغة قول سبيويه في معادلة لسانية طرفها الأول الفرع وطرفها الثاني الأصل وعلاقة المساواة تتمثل في الشبه بين الطرفين وعدم التطابق وهذا المخطط يوضح ذلك."[1]



الشكل رقم (09): صياغة معادلة لقول سيبويه

أما المعادلة النحوية فهي "علاقة مساواة تربط بين الأصول والفروع حيث يجري الفرع مجرى الأصل في بعض أوجهه لا كلها، فالمساواة هنا مثلها مثل مفهومها في الفكر الرياضي، إنها علاقة اقتضاء لا علاقة تطابق، علاقة تتحقق فيها المساواة في بعض المواضع وليس في كل حال، فلا تعني أنها جارية بين الأصل والفرع في جميع المواضع، علاقة يعبرون عنها بعلاقة المشابهة أو بحروف التشبيه أو بمصطلح لساني رياضي هو مصطلح النظير"[2].

لقد ظهرت المعادلات النحوية إثر القياس وتنوعت بتنوعه ومن أهمها:

[1] - عواطف قاسيمي الحسني، التفكير الرياضي في علوم العربيةالمرجع السابق، ص.616

2 - نفسه, ص نفسها.

معادلات المشابهة: تنطلق من القياس التعليلي وهو "ذلك القياس الذي استعملوه لتعليل كل ما خرج عن الأصول المطردة التي توصلوا إليها"[1]، حيث يتم إلحاق الفرع بأصله لعلة جامعة بينهما وهذه العلة تكون علة مشابهة وعلى هذا الأساس تتشكل معادلات المشابهة فهي عبارة عن مساواة بين الاصل، والفرع واستنباط أوجه التشابه بينهما على نحو:

-إلحاق الأحرف المشبهة بليس (ما، لا، إن، لأن) بالناسخ ليس لأنها أشبهته في العمل بحيث ترفع الاسم وتنصب الخبر، وأشبهته أيضا في معنى النفي.

معادلات التكافؤ التناظري الاستنباطي: تنتج هذه المعادلات من خلال القياس الأصلي وحده هو "إجراء حكم الأصل على الفرع"[2] لاكتشاف البنى الجامعة بين الأصول والفروع التي تبنى عليها مما يحقق لنا معادلة تكون المساواة فيها تجريدية تسري في النظام الداخلي للغة فيمثل الأصل البنية البسيطة دون زيادة، أما الفرع فهو تلك الزيادات التي تضاف إلى البنية البسيطة فتحمل الفروع على الأصول للكشف عن التناظر والتكافؤ بين الوحدات، ويكمن هذا التكافؤ بين عناصر المعادلة في البنية العاملية ويوضح الحاج صالح ذلك بقوله »يُحمل كلام على كلام آخر من جنسه (...) ومعنى ذلك أنهم ينطلقون هنا أيضا من أقل ما يمكن أن يتكلم به لكن فيما فوق الاسم (كما حددنا)، وذلك مثل: (زيد منطلق) و(قام عبد الله)، وينظر ما هي العناصر التي يمكن أن تدخل على ذلك دون تخرجه عن كونه كلاما واحدا"[3].

وللإيضاح نعتمد على هذا الجدول الذي أمامنا:

[1]- محمد بن حجر، العلة والتعليل بين الدعاة والفقهاء، المرجع السابق، ص67.

[2]- أبو البركات عبد الرحمان كمال الدين بن محمد الأنباري، الإعراب في جدل الإعراب جمع الأدلة (في أصول النحو) تح: سعيد الأفغاني، دار الفكر، دمشق – لبنان، ط1، 1957، ص 93.

[3]- عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، ج2، ص40.

عامل	معمول1	معمول2	عامل	معموا1	معمول2
∅	قام	عبد الله	∅*	زيدٌ	منطلقٌ
لن	يقومَ	عبد الله	كأن	زيداً	منطلقٌ
لم	يقمْ	عبد الله		زيدٌ	منطلقاً

جدول رقم (06): حمل النظير على الأصل

الظاهر أن الجملتين (قام عبد الله) و (زيد منطلق) هما الجملتان اللتان حملت عليهما فروع أخرى بإدخال العوامل، أما بناء الجمل فبقي متكافئا في البنية العاملية.

إذ أن: قام زيدٌ= لن يقوم زيد بنية ⟵ عاملية

كما يمكننا تشكيل معادلات تتقاطع فيها الجمل الاسمية مع الفعلية مثل (الحياة مؤلمة = تحدث صبي فصيح) xبنية عاملية + بنية إسنادية.

أو تتقاطع جمل اسمية مع (اسمية نحو: الوطن غال= الكتاب مفيد)x بنية عاملية + بنية اسنادية + بنية اسمية، ونفس الشيء مع الجملة الفعلية.

3-**معادلات التكافؤ التناظري التعليلي:** "يتم الاعتماد على القياس في هذه المعادلات كأداة برهنة في الاستدلال على الفروع المحولة بحملها على نظائرها في الباب من الأصول التي خرجت إلى الاستعمال ثابتة ومطابقة لأصولها الوضعية العامة"[1].

يهدف هذا النوع من القياس إلى البرهنة على تكافؤ الفروع مع نظائرها الأصول المستعملة انطلاقا من البنية اللفظية الجامعة، بحيث تتقابل النظائر فيما بينها لتشكل معادلة طرفها

*∅: تسمى هذه العلامة بالعلامة العدمية أو علامة خلو الموضع و هي تدل على العامل المعنوي في الفعل المضارع (التجرد من النواصب و الجوازم) وتدل أيضا على عامل الابتداء في الجملة الاسمية (أي التجرد من النواسخ)

[1]- ينظر: عواطف قاسمي الحسني، التفكير الرياضي في علوم العربية، المرجع السابق، ص619.

الأول النظير1 أما طرفها الثاني هو النظير2 وعلاقة المساواة بينهما تتمثل في الحكم الذي يقومان عليه كل من الطرفين على نحو:(البناء في الفعل الماضي= الإعراب في الفعل المضارع)x المجرى الأعرابي أي يختص الفعل الماضي بحكم البناء بينما الفعل المضارع يختص بحكم الإعراب.

أما أخيرا فحوة القول: إن المعادلات هي وجه من أوجه المنطق الرياضي الذي سمح للغة العربية بولوجها إلى عالم الحوسبة، فأي تطبيق حاسوبي يحتاج على تنظيم المعرفة اللسانية على شكل نماذج صورية.

الفصل الثاني: حوسبة المعادلات النحوية "الجانب التطبيقي"

الفصل الثّاني: حوسبة المعادلات النّحوية (الجانب التّطبيقي).

المبحث الأوّل: نماذج لمعادلات المشابهة ونمذجتها.

المطلب الأوّل: معادلة بين أسماء الأصوات وبين االحروف المهملة.

المطلب الثّاني: معادلة بين الفعل المضارع واسم الفاعل.

المطلب الثّالث: معادلة بين لا النّافية للجنس وبين إنّ.

المبحث الثّاني: نماذج لمعادلات التّكافؤ التّناظري الاستنباطي وحوسبتها.

المطلب الأوّل: نماذج لمعادلات الجمل الاسمية.

المطلب الثّاني: نماذج لمعادلات الجمل الفعليّة.

المطلب الثّالث: نماذج معادلات الجمل الاسمية بين الجمل الفعليّة.

المبحث الثّالث: نماذج لمعادلات التكافؤ التعليلي وحوسبتها.

المطلب الأوّل: معادلة نصب الفعل المضارع بلن وجزمه بلم.

المطلب الثّاني: معادلة بين الواو والياء في جمع المذكر السالم والتّاء المفتوحة في جمع المؤنث السالم.

المطلب الثّالث: معادلة بين الجزم في الأفعال وبين الجر في الأسماء.

الفصل الثّاني: الجانب التّطبيقي: (حوسبة المعادلات النحوية).

المبحث الأوّل: نماذج لمعادلات المشابهة وحوسبتها.

المطلب الأوّل: معادلة بين أسماء الأصوات وبين الحروف المهملة.

نحاول في هذا الفصل حوسبة النّحو العربي في قالب رياضي على شكل معادلات منطلقين في ذلك من أول مرحلة في عملية الحوسبة (الوصف) لنتوقف عند آخر مرحلة (البرمجة) حيث قمنا بانتقاء نماذج نحوية للتّطبيق عليها من أهمهما:

- معادلة بين (أسماء الأصوات) و (الحروف المهملة [غيرالعاملة]).

1- وصف المعادلة: إن اسم الصوت هو "نوع من الأسماء التّي تُخاطب بها الحيوانات، أو صغار الإنسان، أو هي نوع من الأصوات التي تسمعها كقولنا للصبي (كَخْ) لزجره عن تناول شيء قذر، و قولنا:(عدسْ) لزجر البغل، أو (وَيْه) للصراخ على الميت و (عَاقْ) لصوت الغراب و غيرها " [1].

وأُلحقت (أسماء الأصوات) بالأصل (الحروف المهملة) كحروف النقي مثلا، ذلك لأنّ كلا منهما لا يَعملان و لا يُعملان فيهما و بالتالي لزوم آخرها حالة واحدة و بناء اسم الصوت.

لقد ورد أنّ: " علة بناء الأصوات مشابهتها الحروف المهملة في أنها لا عاملة و لا معمولة فهي أحق بالبناء من أسفاء الأفعال " [2].

---

[1]- ينظر، مصطفى الغلاييني ، جامع الدّروس العربيّة، المرجع السّابق، ص110-111.

[2]- عبد الفتاح حسن علي البجة،ظاهرة قياس الجُمل في اللغة العربية (بين علماء اللغة القدامى و المحدثين)، دار الفكر، عمان ، الأردن، ط1، 1998، ص413.

يمكننا أن نصوغ القول على شكل معادلة طرفها الأول الفرع (أسماء الأصوات)، أمّا طرفها الثّاني هو الأصل الّذي ألحقت به (الحروف غير العاملة)، بينما وجه المساواة بين الطرفين هو الشبه في الإهمال، لأنهما لا يتأثران بدخول عوامل عليهما و لا يؤثران.

فتتشكّل معادلة من درجة أولى لأن المجهول– وجه الشبه– فيها واحد

و لمعرفة وجه الشبه لابد من ضرب طرفي المعادلة في بعضهما البعض، ثم المساواة بين الطرفين بضرب الطرف الأول في وجه الشبه و نفس الشيء مع الطرف الثاني.

2– توصيف المعادلة: يمر التّوصيف بمرحلتين هما:

أ– **التوصيف المشترك:**

الفرع = الأصل

أيّ:

أسماء الأصوات^{1}= الحروف المهملة.

عدم العمل= الحروف المهملةx اسم الصوت.

إذن:

أسماء الأصواتx عدم العمل = الحروف المهملة x عدم العمل.

و عليه فإن: أسماء الأصوات^{1} = الحروف المهملة ⟵ عدم العمل أي معادلة من درجة أولى.

ب- التّوصيف الرمزي:

لوحة المفاتيح
طرف أول= أ: أسماء الأصوات
طرف ثاني= ب: (الحروف المهملة)
وجه الشبه (المجهول)= س
1= معادلة من درجة أولى

أ[1] = ب

س= أ × ب

س× أ = ب× س

إذن أ[1] ب ⟵س

أمّا المعادلة من الدرجة الأولى في الرياضيات فهي التي تحتوي على مجهول واحد (x) وتكون بهذا الشكل: $a\,x + b = 0$، مثلا: $2\,x + 4 = 8$.

لمعرفة المجهول (x) لابد من التخلص من الأعداد "4" و "2" ، ثم إحضار معاكس الرقم 4 و هو (-4) وننقل المعاكس إلى الطرف الآخر فتصير المعادلة بهذا الشكل:

$$2\,x + 4 - 4 = 8 - 4$$

$$2\,x = 4$$

و بعد ذلك نتخلص من 2 بقسمته على نفس العدد و ننقله إلى الطرف الآخر لقسمة العدد4 عليه.

$$2\frac{x}{2} = \frac{4}{2}$$

$1\,x = 2$:نحذف الواحد لأن $1\,x = x$

$x = 2$ إذن المجهول هو 2.

ومن هنا نستنتج أن اللغة العربية، و خاصة قواعد النحو أكثر اللغات تجريدا.

التشفير: نقوم بتشفير رموز المعادلة تبعا لشفرة آسكي code (ASCII)[1]

	60	61	62	63	64
0				ذ	
1			ء	ر	ف
2			آ	ز	ق
3			أ	س	ك
4			ؤ	ش	ل
5			إ	ص	م
6			ئ	ض	ن
7			ا	ط	هـ
8			ب	ظ	و
9			ة	ع	ى
A			ت	غ	ي
B			ث		
C			ج		
D			ح		
E			خ		
F			د		

جدول رقم7: شفرة الأسكي لحروف اللغة العربية.

[1]- www.matrix219.com

حيث س = أ × ب

إذنّ: س = $(633)_{10}$ ، أ= $(623)_{10}$، ب=$(628)_{10}$

نقوم بتحويل الأعداد العشرية إلى نظام العد الثنائي عن طريق قسمة الأعداد على الأساس 2 بالتوالي حتى الحصول على ناتج القسمة (0) و لابد أن يكون الباقي في كل خطوة إما 0 أو 1، ثم نكتب ناتج الباقي من أسفل الجدول إلى أعلاه من 8 bit أو bit7

س =(633)		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	633	2
0	316	2
0	158	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2
	0	

أ =(623)		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	623	2
1	311	2
1	155	2
1	77	2
0	38	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2
	0	

ب =(628)		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	628	2
0	314	2
1	157	2
0	78	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2
	0	

و منه : (س)=01111001، و(أ) =01101111، (ب)=01110100 .

وبذلك س= أ×ب

01110100×01101111=01111001

4- البرمجة: بعد عملية التشفير يقوم المبرمج ببناء خوارزمية تشفير و يكتب البرنامج بإحدى لغات البرمجة (بيسك أو لغةc++) انطلاقا من المخططات التدفقية التي صممت لذلك البرنامج.

فيبدأ بأول مرحلة تتمثل في حل المسألة ثم يبرمجها على شكل أوامر و يتضمن حل مسألة الخرائط التدفقية هذه الخطوات:

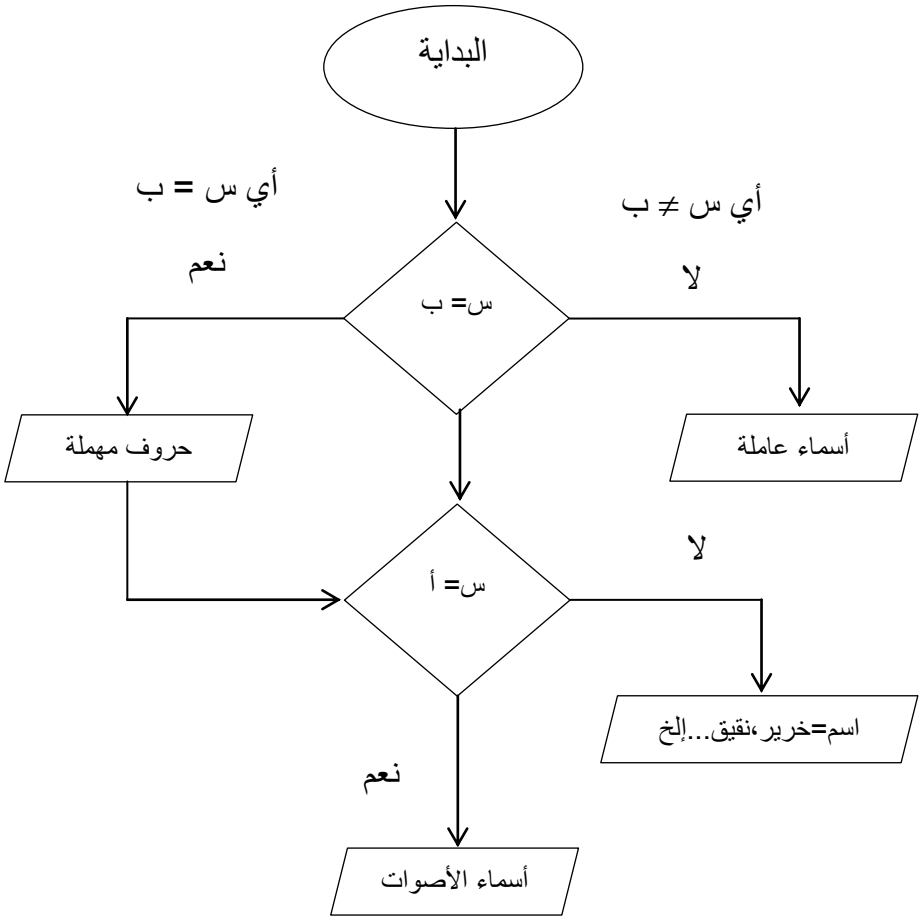
لحل مسألة الخرائط التدفقية: نقوم أولا بتسمية المتغيرات و الثوابت

- الأصل (الحروف المهملة)= ب
- الفرع (أسماء الأصوات)= أ

بعد ذلك البحث عن العلاقة بين الثوابت و المتغيرات:

- الحروف المهملة لا تعمل.
- أسماء الأصوات لأنها لا تعمل.

إذن: س= أ× ب.



يعد الانتهاء من وضع الخرائط التدفقية تتم كتابة البرنامج من قبل المبرمج و يلجأ إلى عدة خطوات معقدة تأخذ معه سنوات طويلة.

المطلب الثاني: معادلة بين الفعل المضارع و اسم الفاعل.

1- الوصف: عند تفحص الدارسين لمؤلفات القدامى وجدوا "أن علة إعراب المضارع مشابهته للاسم في حركاته و سكناته و إبهامه و تخصيصه" [1]، وفي نفس الموضع يبين (البركوي)أن الفعل المضارع أُعرب لأنه " مشابه لاسم الفاعل لفظا ومعنى واستعمالا" [2].

و الظاهر من القولين أن العلة الموجبة لحكم إعراب الفعل المضارع هي وجود شبه بينه وبين اسم الفاعل في ثلاثة أمور:

1-اللفظ: حيث يتساويان في عدد الحركات و السواكن لأن الفعل المضارع إذا كان ثلاثيا فصيغته يَفْعَلُ مثل يَقْرَأُ أما إذا كان سداسيا أو خماسيا أو رباعيا فله صيغ أخرى، بينما اسم الفاعل يصاغ من الفعل الثلاثي على وزن فاعِلٌ و من غير الثلاثي على وزن الفعل المضارع بضم الميم وكسر ماقبل الآخر،ومثال ذلك:

يَكْتُبُ، كَاتِبُ[/0//]، يَسْتَغْفِرُ، مُسْتَغْفَرُ[/0/0//]، نلاحظ أن الفعل المضارع و اسم الفاعل متساويان في اللفظ.

2-المعنى: عند تجرد اسم الفاعل من التعريف يصبح يدل على الشيوع، أما إذا عُرِّف أفاد التخصيص، و كذلك الفعل المضارع لو تجرد من الجوازم و النواصب أفاد الحال و الاستقبال، و من أمثلة ذلك: نائم، النائم، يغسل ، سيغسل.

3-الاستعمال: يُقصد به وقوع كل منهما صفة لنكرة على نحو، هذا تلميذ جادٌ أو يَجدُ و قبولهما دخول لام الابتداء لـ(ضَارِبٌ)، (ليضرب).

[1]- جلال الدين السيوطي،الاقتراح في أصول النحو،تح: عبد الحكيم عطية، دار البيروني،ط2، 2006م، ص105.

[2]- زين الدين محمد بن بير البركوي، إضهار الأسرار، دار الفكر،ط1949،4،ص431.

و بسبب هذه العلل، أُلحق الفعل المضارع باسم الفاعل فحمّل الفرع حكم الأصل،لأنه يجري مجراه، و بذلك أُعرب الفعل المضارع رغم أن الأفعال أصلها البناء.

إنّ الأقوال التي تطرقنا إليها في البداية تحمل في طياتها مفهوم المعادلة، إذ يمثل الفعل المضارع الفرع الذي حمل معنى الأصل (اسم الفاعل)، فهذان العنصران يشكلان طرفي المعادلة التي يجمع بين عناصرها مساواة في اللفظ و المعنى و الاستعمال، و على هذا السبيل يتحدد أن هذه مُعادلة من درجة ثالثة لوجود ثلاثة أوجه تشابه بين الطرفين و للبحث عن أوجه التشابه، نضرب طرفي المعادلة في بعضهما و نقوم بتحليلها إلى معادلة من درجة أولى ثم إلى معادلة درجة ثانية ،و أخيرا معادلة من درجة ثالثة.

2- التّوصيف: تحلل المعادلة انطلاقا من عملية الترميز المشترك:

المتغير (الفرع)= الثابت (الأصل).

(الفعل المضارع)^3= (اسم الفاعل).

أي : | فعل مضارع+ (وجه شبه^1)+(وجه شبه^2)+(أوجه شبه^3)= اسم فاعل |

قانون المعادلة : أوجه الشبه = الطرف الاول× الطرف الثاني.

أي : اللفظ + المعنى + الاستعمال = فعل مضارع × اسم الفاعل.

نقوم بتحليل المعادلة :

^{3}(اللفظ×فعل مضارع)+^{2}(المعنى × فعل مضارع) +^{1}(الاستقبال × فعل مضارع)=اسم الفاعل

(اللفظ + المعنى + الاستقبال)× فعل مضارع^3 =اسم الفاعل.

أي : فعل مضارع[1]+ اللفظ = اسم الفاعل ⟵ معادلة من درجة أولى.

فعل مضارع[2] + اللفظ + المعنى = اسم الفعل ⟵ معادلة من درجة ثانية

فعل مضارع[3] + اللفظ + المعنى + الاستقبال = اسم الفعل ⟵ معادلة من درجة ثالثة

إذن : (اللفظ + المعنى + الاستقبال) × فعل مضارع[3] = اسم الفاعل

للمعادلة أكثر من حل لأن:

فعل مضارع – (اللفظ – المعنى) + الاستقبال = اسم فاعل

فعل مضارع + اللفظ + المعنى – الاستقبال = اسم فاعل

فعل مضارع + الاستقبال + اللفظ – المعنى = اسم فاعل

فعل مضارع – الاستقبال – اللفظ – المعنى ≠ اسم فاعل

ننتقل إلى الترميز الرياضي للمعادلة:

لوحة مفاتيح
الفعل المضارع = ف
اسم الفاعل = ا
معادلة = م ع
المعنى = م
اللفظ = ل
الاستعمال = س

ف^{3} = ا

ل + م + س = ف ×ا

^{3}(ل × ف) + ^{2}(م ×ف) + ^{1}(س × ف)=ا

ف^{1} + ل = ا ⟵ م ع^{1}

ف^{2} + ل + م = ا ⟵ م ع^{2}

ف^{3} + ل + م + س = ا⟵م ع^{3}

(ل+ م + ا) × ف^{3}=ا

أما المعادلة من الدرجة الثالثة في الرياضيات فتكون بهذا الشكل:

حيث:a≠0 $ax^3 + bx^2 + cx^1 + d = 0$

و يتم حلها بنفس الخطوات السابقة التي اعتمدنا عليها في معادلة الفعل المضارع و اسم الفاعل، حيث تكتب على شكل جداء بهذا الشكل:

$$P(x\ ) = (x - \alpha)(\alpha x^2 + bx^{\,2}\ + c)$$

وبعدها تأتي مرحلة الحل و النشر إلى غاية الوصول إلى النتيجة، تمثل (a,b,c) مجموعة الأعداد الحقيقية أو تسمى المعاملات.

أما في المعادلة النحوية | فعل مضارع+(وجه شبه^{1})+(وجه شبه^{2})+(وجه شبه^{3})=اسم الفاعل

فأوجه الشبه تمثل العلة التي يجتمع فيها الأصل و الفرع، و بذلك المعاملات مقابلها العلة في النحو.

3- مرحلة التشفير: نحول الرموز إلى أعداد عشرية (ف=$_{10}$(641)، أ=$_{10}$(627)، ل=$_{10}$(644)، م=$_{10}$(645)، س=$_{10}$(633).

$$627 = {}^{3}641 \times (633+645+644)$$

تحول الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية و نتبع نفس الطريقة السابقة

ق=$_{10}$(633)		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	641	2
0	320	2
0	160	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	1	2
	0	2

أ=627		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	627	2
1	313	2
0	156	2
0	78	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2
	0	2

ق=644		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	644	2
0	322	2
1	161	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	1	2
	0	2

م =645		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	645	2
0	322	2
1	161	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	1	2
	0	2

س=633		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	628	2
1	314	2
0	157	2
0	78	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2
	0	2

إذن:

$$627 = {}^{3}641 \times (633 + 645 + 644)$$

ل=00100001، م=1010001 ، س=010011100 ، ق= 10000001، أ=11001110

و منه:

$$11001110 = 10000001 \times (010011100 + 1010001 + 00100001)$$

4- البرمجة:

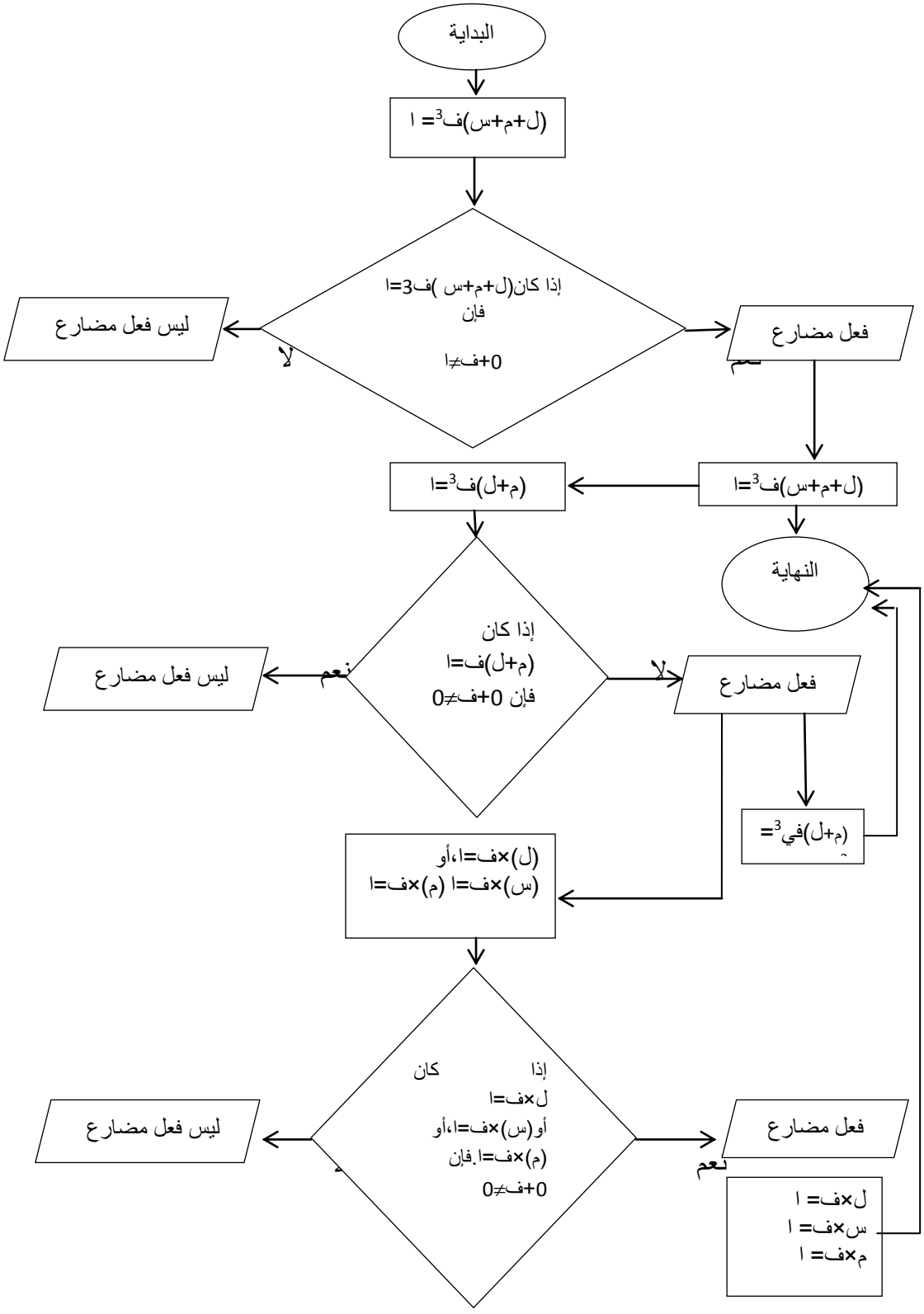
حل المسألة: نبدأ بتسمية المتغيرات و الثوابت

الأصل (الثابت):ا

الفرع (المتغير):ف

الخطوة الثانية تتمثل في البحث عن العلاقة بين الثوابت و المتغيرات:

- تشترك أ مع ف في: اللفظ، المعنى، الاستعمال.
- رسم الخريطة التدفقية لمعادلة (اللفظ + المعنى + الاستعمال) الفعل المضارع ^{3} =اسم الفاعل .
- بعد رسم مُخطط تدّقيقي يقوم المبرمج بتحويل هذه الخريطة إلى أوامر في الحاسوب بحيث إذا أدخلت فيه بيانات تتعلق بالفعل المضارع يتمكن من معرفته تبعا لهذه العناصر (الاستعمال، المعنى، اللفظ)، وإذا غابت هذه العناصر، فهو لا يسمح أن يكون فعلا.


البداية
(ل+م+س)ف3= ا
إذا كان(ل+م+س)ف3=ا فإن 0+ف≠ا
لا
ليس فعل مضارع
نعم
فعل مضارع
(ل+م+س)ف3=ا
(م+ل)ف3=ا
النهاية
إذا كان (م+ل)ف=ا فإن 0+ف≠0
نعم
ليس فعل مضارع
لا
فعل مضارع
(م+ل)في3=
(ل)×ف=ا،أو (س)×ف=ا (م)×ف=ا
إذا كان ل×ف=ا أو(س)×ف=ا،أو (م)×ف=ا.فإن 0+ف≠0
ليس فعل مضارع
نعم
فعل مضارع
ل×ف= ا
س×ف= ا
م×ف= ا

المطلب الثالث: معادلة بين لا النافية للجنس و إنّ:

1- الوصف: من بين أهم النواسخ التي تدخل على الجملة الاسمية فتنصب اسما و ترفع خبرا" لا النافية للجنس" و هي "التي تدل على نفي الخبر عن الجنس الواقع بعدها على سبيل الاستغراق: أي يراد بها نفيه عن جميع أفراد الجنس نصا لا على سبيل الاحتمال " [1]

صحيح أنّ لا النافية للجنس تكون في مواضع كثيرة تعمل عمل إنّ ولذلك فهي تشبهها بيد أنّها لا تتطابق معها في كل الأحوال، فلا التبرئة تؤكد النفي عن كل الجنس، فمثلا لو قلنا "لا فتاةَ مجتهدةٌ " نكون قد نفينا صفة الاجتهاد عن جنس الفتيات، ولا وجود الاحتمالات في هذه الجملة.

تعمل لا النافية للجنس عمل إن بشروط، و إذا نقص شرط من هذه الشروط أُلغي عملها و أهملت، و بذلك يتضح أنها محمولة على إن و أخواتها نتيجة الشبه الحاصل بينهما.

إذن "لا النافية للجنس" تشكل معادلة طرفها الثاني "إن" و بدورهما يتقاطعان في أربعة أوجه شبه هي:

أن كلا منهما يدخل على الجملة الاسمية.

كلاهما يفيد التأكيد "فلا" لتأكيد النفي، وإن لتأكيد الإثبات.

"لا" التبرئة تفيض إن، و الشيء يحمل على نقيضه، و نظيره.

الاشتراك في تصدرهما بداية الكلام.

[1]- مصطفى الغلاييني، المرجع السابق،ص369

وعليه فالمعادلة هي معادلة من درجة رابعة، و لكي تتحقق شروط المعادلة لا بد أن تكون لا عاملة، بحيث لا يتقدم الخبر على اسمها، وأن تكون نافية للجنس نفيا مطلقا، وأن يكونا معمولاها نكرتين، فإذا عُرف أحدهما تعذر عملها، وأن لا يدخل على خبرها حرف جر، كما يمكن أن تصوغ هذه الشروط في صيغة رياضية:

لا النافية للجنس– تقدم الاسم ≠ إنّ.

لا النافية للجنس+ تعريف معموليها– تقدم الاسم≠ إنّ.

لا النافية للجنس ± النفي التام + دخول حرف الجر ≠ إنّ.

لاالنافية للجنس + تنكير معموليها + تقدم الاسم + النفي العام+ عدم دخول حرف الجر≠إنّ.

2. التّوصيف:

***التّوصيف المشترك:**

(المتغير الفرع)= الثابت (الأصل).

(لا النافية للجنس)^{4}= إنّ.

الصدارة في الكلام +الدخول على الجملة الاسمية +معنى التوكيد +الحمل على النقيض = لا النافية للجنس x إنّ.

نقوم بتعديل المعادلة:(الصدارة في الكلام xلا النافية للجنس) + ^{3}(الدخول على الجملة الاسمية x لا النافية للجنس) +^{2}(معنى التوكيد xلا النافية للجنس) +^{1}(الحمل على النقيض x لا النافية للجنس) =إنّ.

(الصدارة في الكلام +الدخول على الجملة الاسمية +معنى التوكيد +الحمل على النقيض x)لا ^{4} النافية للجنس= إنّ

أي: لا النافية للجنس ^{1}+الصدارة في الكلام =إن ←معادلة من الدرجة الأولى.

لا النافية للجنس ^{2}+الصدارة في الكلام +الدخول على الجملة الاسمية =إن ←معادلة من الدرجة الثانية.

لا النافية للجنس ^{3} +الصدارة في الكلام +الدخول على الجملة الاسمية +الحمل على النقيض ←معادلة من الدرجة الثالثة.

لا النافية للجنس ^{4}+الصدارة في الكلام +الدخول على الجملة الاسمية +الحمل على النقيض +معنى التوكيد = إن ←معادلة من درجة رابعة.

***التّوصيف الرياضي:**

لا ^{4}= ن

ص+ د +ق +ع =لا x ن .

^{4}(ص xلا) + ^{3}(د x ل) +^{2}(ق xل)+ ^{1}(ع x ل) =ن

(ص+ د +ق +ع) x لا =ن .

أي:

لا ^{2}+ ص = ن ← مع^1.

لا +ص +د = ن ← مع ^{2}.

لوحة المفاتيح
لا النافية للجنس =لا
إن = ن
. الصدارة على الكلام = ص
. الدخول على الجملة الاسمية = د
. المناقض لإن = ق .
. المعنى = ع //مع = معادلة

لا +ص + دق = ن ← مع $^{3.}$

لا+ ص + د + ق +ع = ن ← مع $^{3.}$

(ص + د +ق +ع) x لا^{4}= ن.

3 . التشفير :

ص= 635		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	635	2
0	326	2
1	163	2
1	81	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	1	2

د = F 63 /F = 70		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	6370	2
1	3185	2
0	1592	2
0	796	2
0	398	2
1	199	2
1	99	2
1	49	2
0	24	2
0	12	2

ق = 641		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	641	2
0	320	2
0	160	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	1	2

ع = 639		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	639	2
1	319	2
1	159	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2

لا = 627644		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	627644	2
0	313822	2
1	159161	2
0	59580	2
0	29790	2
1	14895	2
1	7447	2
1	3723	2
1	1861	2
0	930	2

ن = 646		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	646	2
1	323	2
1	161	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
0	1	2

وبذلك : (ص +ق + ع) x لا^4 =ن .

هي: ^{4}00100111 x (11111110+10000001 +01000111 +10110001) =01100001 .

4 . البرمجة:

*حل المسألة :

تسمى المتغيرات والثوابت :

لا النافية للجنس (المتغير) :(لا)

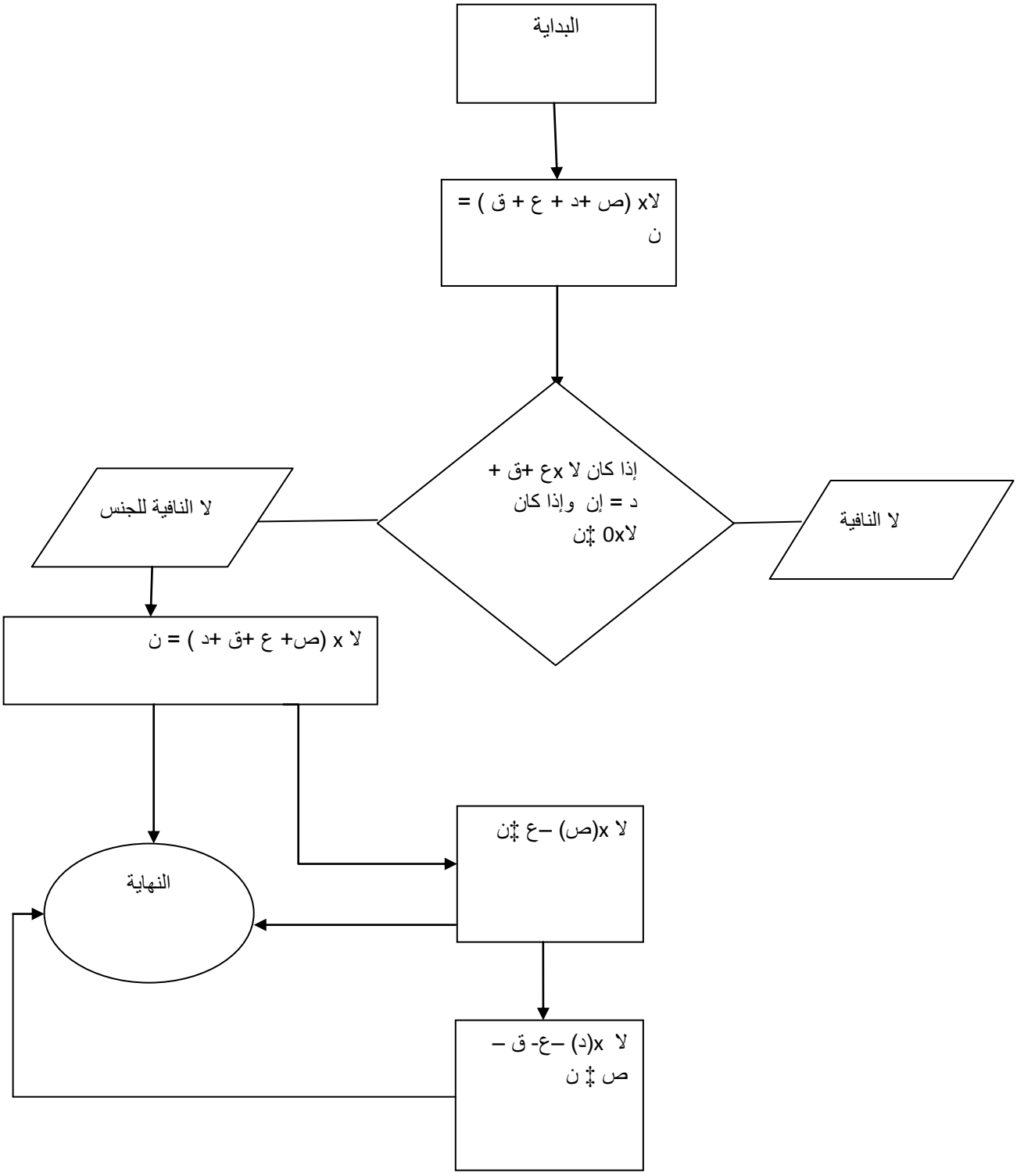
إن (الثابت) (ن)

. العلاقة بين الثوابت والمتغيرات .

لا النافية للجنس: تتصدر الكلام، تفيد التوكيد، تدخل على الجملة الاسمية، نقيضها إنّ.

إنَّ: تتصدر الكلام، تفيد توكيد النفي، تدخل على الجملة الاسمية، نقيضها لا.

***رسم الخريطة التدفقية للمسألة:**



المبحث الثّاني: نماذج لمعادلات التّكافؤ التّناظري الاستنباطي وحوسبتها

المطلب الأول: نماذج لمعادلات الجمل الاسمية.

تقوم الجمل في بناء اللغة العربية على منوالية من المعاملات، فتتقاطع الجمل الاسمية مع بعضها في البناء الاسمي، وتتشكل أيضا معادلات بين الجمل الفعلية كما يمكن المساواة بين طرفين ثابتين فقط أو متغيرين .

ولتقريب الفهم كانت الجملة الاسمية خط الانطلاق في هذا المبحث .

1. الوصف: إن أنماط تركيب الجمل الاسمية يتخذ نسقا أفقيا يكون على نحو من التتابع الخطي تجري فيه مجموعة من القواعد تضمن ترتيبه وتتابعه.

ونحن في عملية استيعابنا للجمل تنطلق من البنية العميقة التي تمثل أصل اللغة ،ثم نحمل عليها نظائر أخرى.

ولعل الجملة الاسمية البسيطة والمتكونة من مستند إليه ومسند هي التي تمثل النواة في البناء الاسمي للجمل، لأنها الأصل الذي لا يبني على غيره وما يبنى عليه غيره، كما أن أصغر وحدة يمكن السكوت عليها هي المسند إليه و المسند وما زاد عن ذلك فهو فرع ألحق بهما كونه يناظر الجملة البسيطة .

لقد وصفت الجملة الاسمية في مؤلفات القدامى بأنها :<<هي التي صدرها اسم، كزيد قائم وهيهات العقيق وقائم الزيدان >> [1].

[1]. جمال الدين عبد الله يوسف ابن هشام الأنصاري،مغني اللبيب عن كتب الأعاريب ،تح،بركات يوسف هيود ،دار الأرقم بيروت ،لبنان ح2،ص6.

صحيح أن الاسمية هي كل جملة ابتدأت باسم ولكن هناك جمل اسمية رغم أن صدرها حرف أو فعل ناقص أو جار أو مجرور، فما مفاد ذلك .

إن مفاد ذلك أن هذه الجمل نظير ألحق بالجملة الأصلية قياسا عليها فلا شك أن الجمل الاسمية تتحد مع بعضها البعض مشكلة معادلات نحوية طرفها الأول الجملة الأصلية النواة وما أضيف إليها من زيادة يمثل الطرف الثاني "الفرع" ،حيث تتحد الجملة النواة مع فروعها في البنية الإسنادية والبنية الاسمية والبنية العاملية لتعطي مفهوم المعادلة من الدرجة الثالثة، وللتوضيح نلجأ إلى هذه الجداول التي تمثل عملية القياس على الأصل.

العامل	معمول أول	معمول ثان
ϕ	الطفل	نائم
ϕ	الطفل	في نوم عميق
ϕ	الطفل	لساعة النوم
ϕ	الطفل	ينام
ليس	الطفل	نائما
لا	طفل	نائم
ظننت	الطفل	نائما
كاد	الطفل	ينام
	لولا الطفل	ϕ (موجود)
كان	الطفل	نائما

	مسند إليه	مسند
	الطفل	نائم
	الطفل	في نوم عميق
	الطفل	ساعة نوم
	الطفل	ينام
ليس	الطفل	نائما
لا	طفل	نائم
ظننت	الطفل	نائما

كاد	الطفل	ينام
لولا	الطفل	ϕ
كان	الطفل	نائما

لاحظ أن الجملة النواة الطفل نائم تفرع عنها عدة جمل فذو الكفاية في اللغة يحتاج إلى عناصر إضافية تعقد ما بين الوحدات.

وانطلاقا من هذه العملية القياسية التي تتبعها عملية الاستنباط ينكشف لنا التكافؤ التناظري بين الأصل وفروعه ومنه تتشكل المعادلات.

2. التوصيف: بالاعتماد على الجدول السابق تبين لنا تشكل المعادلات يكون على نمطين نمط تتقاطع فيه الفروع مع الأصول ونمط أخر تتقاطع فيه الأصول مع بعضها أو الفروع مع بعضها البعض.

أ معادلات الأصول:

الأصل = الأصل.

الطفل نائم^{3}= المعلم متعب ^{3}

بنية اسمية +بنية عاملية+ بنية إسنادية = الطفل نائم x المعلم متعب.

(البنية الاسمية +البنية الإسنادية +البنية العاملية x الطفل نائم ^{3} =البنية الاسمية +البنية الإسنادية +البنية العاملية) x المعلم متعب ^{3}.

إذن:

الطفل نائم ^{1}x المعلم متعب^{1} = بنية اسمية ←معادلة من الدرجة الأولى .

الطفل نائم^2 x المعلم متعب^2= بنية اسمية +بنية إسنادية ←معادلة من الدرجة ثانية.

الطفل نائم^{3}x المعلم متعب^3 = بنية اسمية +بنية إسنادية +بنية عاملية ←معادلة من الدرجة الثالثة.

***التوصيف الرياضي:**

لوحة المفاتيح
الطرف الأول =ط
الطرف الثاني =ر
. بنية عاملية =ب
. بنية اسمية =س
. بنية إسنادية =د

ط^3 = ر^3

(س+ د +ب) =ط x ر.

(س+ د+ب) x ط^3 = (س+د +ب)x ر^3.

إذن:

ط^{1}x ر^1=س ←مع^1.

ط^{2}x ر^2+ د←مع^2.

ط^{3}x ر^3=س +د+ب←مع^3.

ب . معادلات الفروع =

الفرع =الفرع

كان الولد نائما^3 =إن الطبيب مسافرُ^{3}.

بنية اسمية +بنية إسنادية +بنية عاملية = كان الولد نائما x إن الطبيب مسافر.

(بنية اسمية +بنية إسنادية +بنية عاملية) x كان الولد نائما = (بنية اسمية +بنية إسنادية + بنية عاملية x إن الطبيب مسافر.

إذن:

كان الولد نائما x إن الطبيب مسافر = بنية اسمية ←معادلة من الدرجة الأولى.

كان الولد نائما x إن الطبيب مسافر = بنية اسمية +بنية إسنادية +معادلة من الدرجة ثانية.

كان الولد نائما x إن الطبيب مسافر = بنية اسمية + بنية إسنادية +بنية عاملية ←معادلة من الدرجة الثالثة.

ج . معادلات الأصول والفروع: وهي من أهم المعادلات في هذا الباب .

الفرع = الأصل.

كاد الطفل ينام^{3} = الطفل نائم ^{3} .

(البنية الاسمية +البنية الإسنادية +البنية العاملية) = كاد الطفل ينام x الطفل نائم .

(البنية الاسمية +البنية الإسنادية +البنية العاملية) x كاد الطفل ينام^{3} = (البنية الاسمية + البنية الإسنادية +البنية العاملية) x الطفل نائم^{3}.

إذن:

كاد الطفل ينام^{1}x الطفل نائم^{1}= معادلة من درجة أولى.

كاد الطفل ينام^{2} x الطفل نائم^{2} = بنية اسمية +بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية.

كاد الطفل ينامx^3 الطفل نائم^3 = بنية اسمية +بنية إسنادية+ بنية عاملية ←معادلة من درجة ثالثة.

***الترميز الرياضي للمعادلة:**

لوحة المفاتيح
. الفرع =ف
الأصل =ص
معادلة =مع
بنية اسمية =ا
بنية عاملية =ع
بنية إسنادية =إ

ف = ص.

(ا +إ +ع) =ف x ص.

(ا+إ +ع) x ف^3= (ا+إ+ع) xص^3.

إذن:

ف^{1}x ص^1 = ا ←مع^1.

ف^{2}x ص^2= ا+إ +ع ←مع^2.

ف^{3}x ص^3= ا +إ +ع ←مع.^{3}

3 . تشفير المعادلة:

تشفر معادلة الأصول والفروع حيث :

ف=641 /ص=635 /ا =627 / ع =639 /إ =.625

ف :641=10000011

$$641\frac{2}{320}\ \frac{2}{160}\ \frac{2}{80}\ \frac{2}{40}\ \frac{2}{20}\ \frac{2}{10}\ \frac{2}{5}\ \frac{2}{2}\ \frac{2}{1}\ \frac{2}{0}$$

1 0 1 1 0 0 0 0 0 ←

ص:635= 11011111

635 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2
317 | 158 | 79 | 39 | 19 | 9 | 4 | 2 | 1 | 0

1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0

ا: 627=11001110

627 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2
313 | 156 | 78 | 39 | 19 | 9 | 4 | 2 | 1 | 0

1 1 0 0 1 1 1 0 0 1

ع =11111110

319 | 159 | 79 | 39 | 19 | 9 | 4 | 2 | 1 | 0

1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

إ =10001110

312 | 156 | 78 | 39 | 19 | 9 | 4 | 2 | 1 | 0

1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0

إذن :(ا +إ +ع) =ق+ص.

(11001110+ 10001110+11111110)=10000011 x 11011111

4 . البرمجة:

*حل المسألة:

. تسمية المتغير والثوابت

المتغير (الفرع) = ف

الثابت (الأصل) = ص

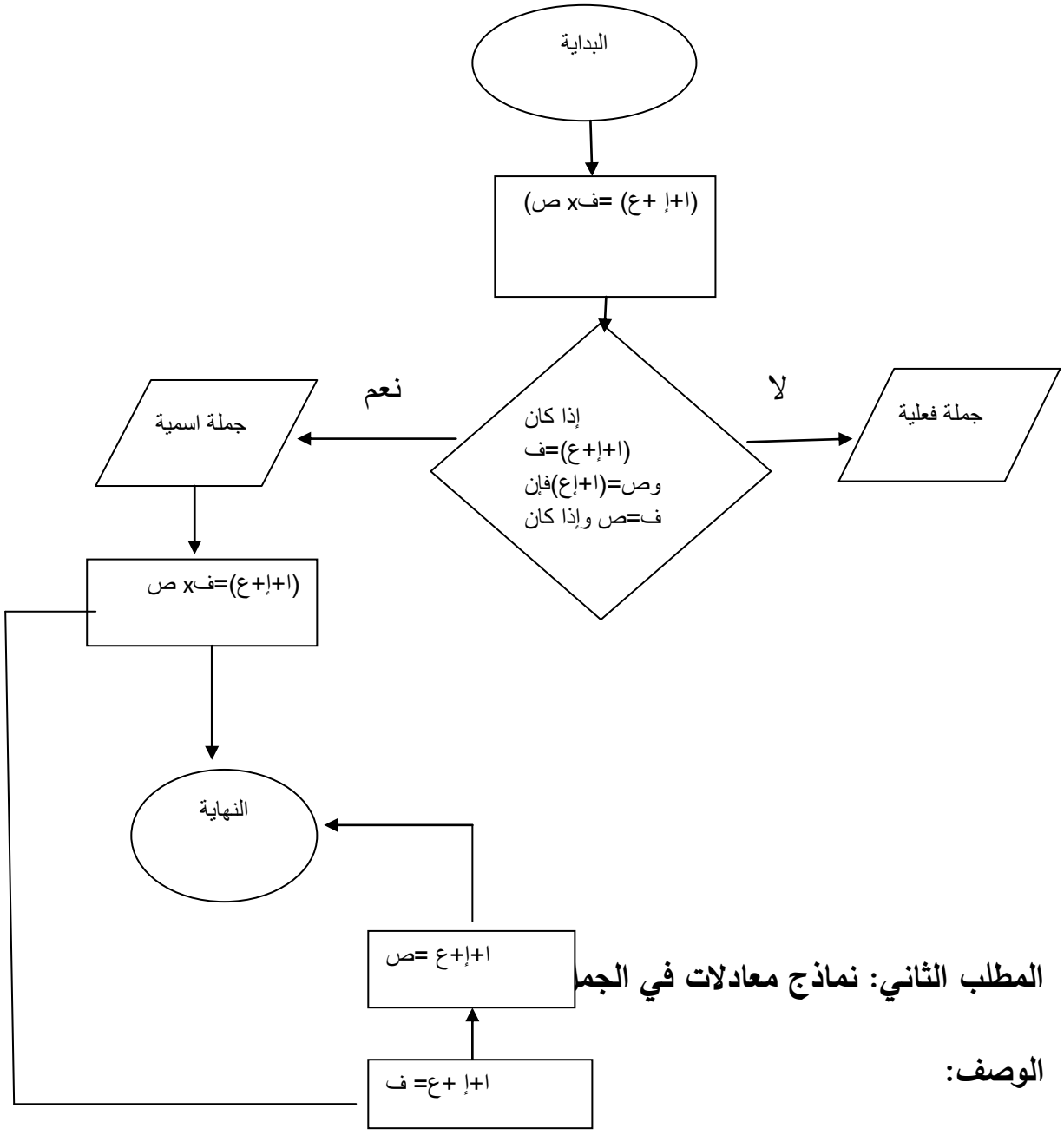
العلاقات:

بين الأصل والأصل :بنية اسمية +بنية إسنادية +بنية عاملية .

بين الفرع والفرع : بنية اسمية +بنية إسنادية +بنية عاملية .

بين الفرع والأصل.

*رسم الخريطة التدفقية لمعاملات الجملة الاسمية:



المطلب الثاني: نماذج معادلات في الجم

الوصف:

إن سائر الأمثلة الخاصة بمنظومة الجمل الفعلية في كتب النحاة إنما تقتصر على أمثلة لإيضاح التقابل الأفقي والنسقي للكشف عن البنية الجامعة بين الأصل وفروعه التي تبنى عليه.

والجملة الفعلية : <<هي التي صدرها فعل ،كقام زيد ،وضرب اللص>> [1] أما الجملة الفعلية النواة فهي الأصل الذي تحمل عليه عدة فروع وفق خط عمودي مضمونه عملية القياس الحملي ،كما يسري نظام الجملة الفعلية وفق خط أفقي أساسه تلك الزيادات التي تضاف إلى عناصر الجملة الأصل .

وهذا الجدول يوضح ذلك:

زيادات عمودية عن طريق الجمل

الأداة	المسند	المسند إليه	الزيادات
ϕ	عاد	العامل	
ϕ	عاد	العامل	من المنزل
ϕ	عاد	العامل	منذ الصباح
لن	يعود	العامل	إلى المنزل
أ	عاد	العامل	
ما	عاد	العامل	شوقا
إن	عاد	العامل	عاد المشرف
ϕ	عاد	العامل	مسرعا
ϕ	عاد	العامل	وهو يسرع
لم	يعد	العامل	

زيادات أفقية

بالاستناد إلى الجدول تبين أن تنوع الجمل الفعلية راجع إلى ذلك التوازي الأفقي والعمودي للجمل فمن خلال واحدة نواة يمكن صياغة آلاف الجمل المحمولة على بعضها البعض

[1]. ابن هشام الأنصاري ،مغني اللبيب عن كنب الأعاريب ،ص6.

،فندخل هذه الجمل مع بعضها البعض في علاقة مساواة انطلاقا من تكافئها فتشكل معادلا طرفها الأول الفرع وطرفها الثاني الأصل، وما يجمع بينهما البنية العاملية والبنية الإسنادية والبنية الفعلية مما يحقق معادلة من درجة ثالثة.

كما تتكون وفق عملية القياس معادلات بين الأصول والأصول وأيضا معادلات بين الفروع والفروع وكذلك معادلات بين الفروع والأصول.

2. التوصيف:

*معادلات بين الأصول والأصول: ومثالها كأن توازن بين جملتين من نفس الأصل نحو.

الأصل =الأصل.

نجح الطفل^3= سال الماء^3.

البنية الفعلية+البنية الإسنادية +البنية العاملية =نجح الطفل x سال الماء.

(البنية الفعلية +البنية الإسنادية +البنية العاملية) x نجح الطفل =(البنية الفعلية +البنية الإسنادية +البنية العاملية) x سال الماء.

إذن:

نجح الولد^1 x سال الماء^1= بنية فعلية ←معادلة من درجة أولى.

نجح الولد^2 xسال الماء^2= بنية فعلية +بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية.

نجح الولد^{3}x سال الماء^3= بنية فعلية +بنية إسنادية +بنية عاملية ←معادلة من درجة ثالثة.

***الترميز الرياضي:**

لوحة المفاتيح
الطرف الأول= و
الطرف الثاني = ء
البنية الفعلية = ب ف
البنية الإسنادية: ب،س
البنية العاملية=ب ع

و=ء^3

ب ف+ب س+بع= و x ء.

(ب ف +ب س+ب ع)x و= (ب ف+ب س+ب ع)x ء

إذن:

و^{1}x ء^1= ب ف←مع^1.

و^{2}x ء^2= ب ف + ب س←مع^2.

و^{3}x ء^3= ب ف +ب س+ب ع←مع^3.

*معادلات بين الفروع والفروع:

الفرع = الفرع.

هل يمكنك الرجوع؟ =لا أستطيع المقاومة^3.

البنية الفعلية +البنية الإسنادية +البنية العاملة =هل يمكنك الرجوع؟ x لا أستطيع المقاومة.

(البنية الفعلية +البنية الإسنادية +البنية العاملية)x هل يمكنك الرجوع ؟= (البنية الفعلية +البنية الإسنادية +البنية العاملية)x لا أستطيع المقاومة.

إذن:

هل يمكنك الرجوع ؟x^1 لا أستطيع المقاومة^1= بنية فعلية ←معادلة من درجة أولى.

هل يمكنك الرجوع ؟x^2 لا أستطيع المقاومة^2= بنية فعلية +بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية.

هل يمكنك الرجوع ؟x^3 لا أستطيع المقاومة^3 = بنية فعلية +بنية إسنادية +بنية عملية ←معادلة من درجة ثالثة.

***الترميز الرياضي:**

لوحة المفاتيح
الطرف الأول= ط1
الطرف الثاني=ط2
البنية الفعلية= ف ع
البنية الإسنادية =إ س.
البنية العاملية= ع م

ط1 ^{3}= ط2 ^{3}.

ف ع+ إ س+ع م=ط1 xط2.

(ف ع+إ س+ع م)x ط1=(ف ع+إ س +ع م)x ط2.

إذن:

ط1 x^1 ط2 ^{1}= ف ع ←مع^1.

ط1 x^2 ط2 ^{2}= ف ع +إس←مع^2.

ط1^3x ط2^3= ف ع+إس+ع م←مع^3.

*معادلات بين الفروع : أساس هذه المعادلة الجملة الفعلية النواة وما حمل عليها من فروع على نحو:

الفرع =الأصل.

لن ينتهي الدرس^3= انتهى الدرس^3.

بنية فعلية+بنية إسنادية+بنية عاملية =لن ينتهي الدرس x انتهى الدرس .

(بنية فعلية + بنية إسنادية + بنية عاملية) x لن ينتهي الدرس =(بنية فعلية + بنية إسنادية + بنية عاملية) x انتهى الدرس.

إذن:

لن ينتهي الدرسx^1 انتهى الدرس^1= بنية فعلية ←معادلة من درجة أولى.

لن ينتهي الدرسx^2 انتهى الدرس^2= بنية فعلية + بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية.

لن ينتهي الدرسx^3 انتهى الدرس^3= بنية فعلية +بنية إسنادية +بنية عاملية ←معادلة من درجة ثالثة.

*الترميز الرياضي:

لوحة المفاتيح
الطرف الأول= هـ
الطرف الثاني = ز
البنية الفعلية= ي
البنية الإسنادية = د
البنية العاملية = ل

هـ^3= ز^3.

ي+د+ل = هـx ز.

ي+د+ل =(ي+د+ل)x ز.

إذن:

هـ^{1}x ز^1= ي←مع^1.

هـ^{2}x ز^2= ي+د ←مع^2.

هـ^{3}x ز^3= ي+د+ل ←مع^3.

. التشفير: نقوم بتشقير المعادلات حيث:

هـ:647/ د: 62 / ز: 632 / ل: 644 / ي: A 64 .

ز= 632		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	632	2
0	316	2
0	158	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
0	1	2

ل= 644		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	644	2
0	322	2
1	161	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
0	1	2

د= 62102		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	62102	2
1	31051	2
1	15525	2
0	7762	2
1	3881	2
0	1940	2
0	970	2
1	485	2
0	242	2
1	221	2

ي=6465		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	6465	2
0	3232	2
0	1616	2
0	808	2
0	404	2
0	202	2
0	101	2
1	50	2
0	25	2
1	12	2

647

323/2 (2)161/(2)80/(2))40/(2))20/(2))10/(2))5/(2))2/(2) 1/(2)

إذن:

ي +د+ل =هـ^3 x ز^3.

(10000010)^3+ (01101001)^3+ 00100001= 11100001 x 00011110.

. البرمجة:

حل المسألة:

تسمية الثوابت والمتغيرات.

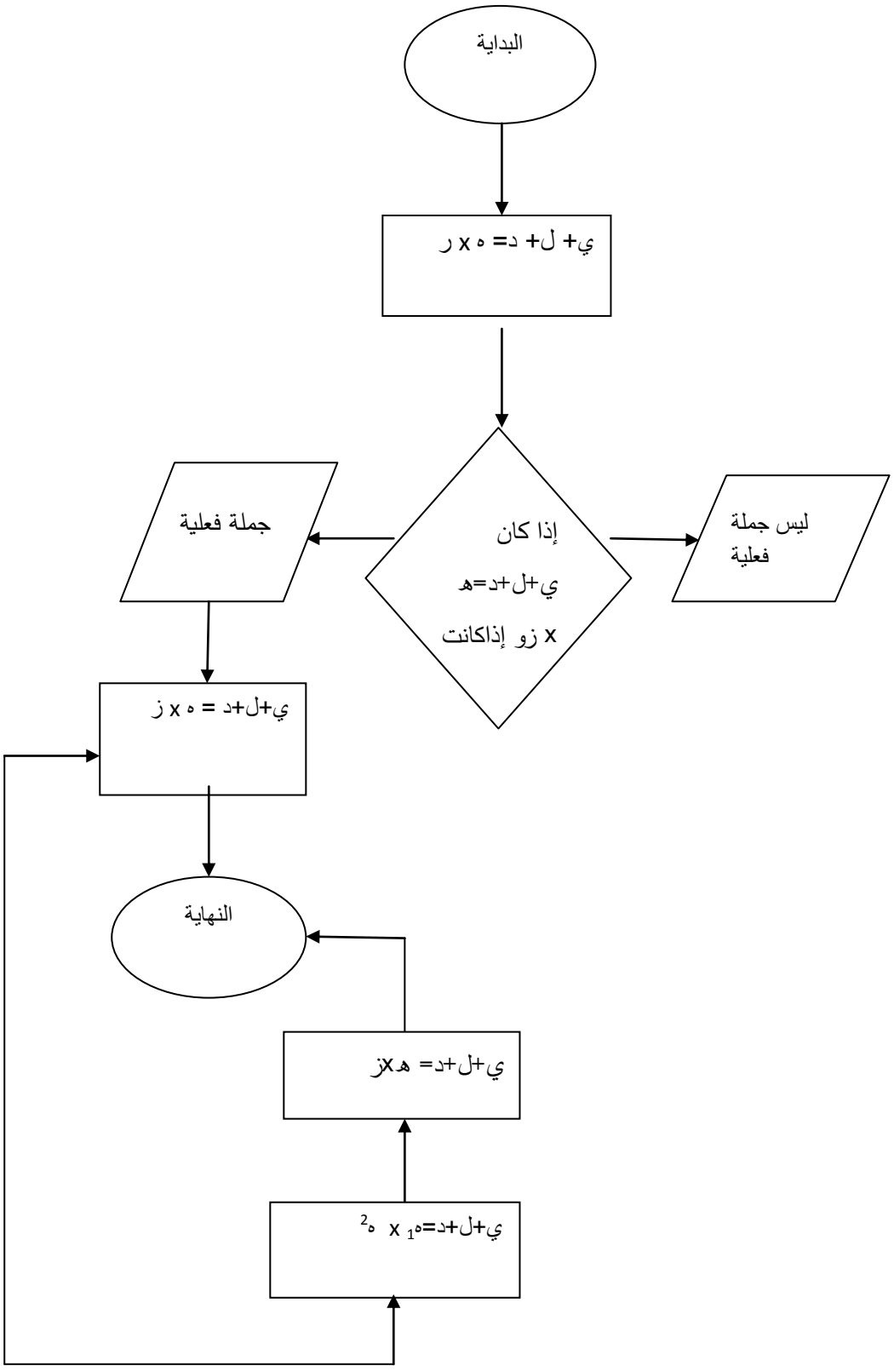
المتغير= هـ

الثابت = ز

العلاقات بين الثوابت والمتغيرات:

(هـ) و (ز) يشتركان في البنية الفعلية +البنية الإسنادية + البنية العاملية .

***رسم الخريطة :التدفقية**



المطلب الثالث: نماذج معاملات بين الجمل الاسمية والفعلية.

1. الوصف: تقوم الجملة العربية على نمطين نمط فعلي ونمط اسمي لكنها تقوم في الأساس على نمط بنوي كلي وأساسي هو البنية العاملية والبنية الإسنادية وتتقاطع هذه الجمل مع بعضها البعض مشكلة معادلة من درجة ثانية، وبما أن الجمل في العربية جمل أصلية وجمل فرعية حملت على الأصل فإنه يمكن تشكيل معادلات بين النمط الفعلي والاسمي الذي يمثل الأصل وكذلك النمط الذي يمثل الفرع.فمن خلال التكافؤ التناظري كشف لنا العلماء عن هذه الأبنية كما هو موضح في الجدول:

عمل	معمول أول	معمول ثان
تشاجر	الفريقان	
Ø	المكان	مخيف
قرأ	الشاعر	قصيدة
إن	الإنسان	ضعيف
عالج	الممرض	جرح المريض

نلاحظ أن الجمل الاسمية والجمل الفعلية جاءت مطابقة لقوانين البنية العاملية فبرغم اختلاف نمطها التركيبي من نمط اسمي يقابله نمط تركيبي إلا أنها جميعا تتشكل كمعادلات.

2. التوصيف:

*معادلة بين الأصل والأصل:

الأصل = الأصل.

تشاجر الفريقان^2= المكان مخيف^2.

البنية العاملية +البنية الإسنادية = تشاجر الفريقان x المكان مخيف.

البنية العاملية +البنية الإسنادية x (تشاجر الفريقان) = (البنية العاملية+ البنية الإسنادية) x المكان مخيف.

إذن:

تشاجر الفريقان^{1}x المكان مخيف^1= بنية عاملية ← معادلة من درجة أولى.

تشاجر الفريقان^{2}x المكان مخيف^2= بنية عاملية + بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية.

– ترميزها رياضيا:

لوحة المفاتيح
الطرف الأول:ق
الطرف الثاني: ذ
البنية العاملية: ع
البنية الإسنادية: س

ق^2= ذ^2 .

ع+س = قx ذ

(ع +س) x ق = (ع+س) x ذ

إذن:

ق^{1}x ذ^1= ع ←مع^1.

ق^{2}x ذ^2 = ع+س ←مع^2.

*معادلة بين الفرع والفرع :

الفرع =الفرع

عالج الممرض جرح المريض = إن الإنسان ضعيف .

بنية عاملية +بنية فاعلية = عالج الممرض جرح المريض x إن الإنسان ضعيف.

(بنية عاملية + بنية إسنادية) xعالج الممرض جرح المريض = (بنية عاملية + بنية إسنادية)x إن الإنسان ضعيف .

إذن :

عالج الممرض جرح المريضx^1 إن الإنسان ضعيف^1= بنية عاملية ←معادلة من الدرجة الاولى.

عالج الممرض جرح المريض^2 xإن الإنسان ضعيف^2 = بنية عاملية + بنية إسنادية ←معادلة من درجة ثانية لأنها تحتوي على وجهين شبه.

*الترميز الرياضي:

لوحة المفاتيح
الطرف الأول = ك
الطرف الثاني = ل
البنية العاملية =ع
البنية الإسنادية =س

ك^2 = ل^2.

ع+ س = ك xل.

ع+س x (ك)= (ع+س) xل.

إذن:

ك^{1}x ل^1= ع ←مع ^{1}.

ك^{2}x ل^2= ع +س ←مع ^{2}.

*معادلة بين الفرع والأصل : هذه المعادلة تحتوي أيضا على وجهين شبه .

الفرع = الأصل .

إن الإنسان ضعيف ^{2}= تشاجر الفريقان ^{2} .

بنية عاملية + بنية إسنادية = الإنسان ضعيفx تشاجر الفريقان.

(بنية عاملية + بنية إسنادية) x إن الإنسان ضعيف = (بنية عاملية +بنية إسنادية) xتشاجر الفريقان .

إذن:

إن الإنسان ضعيف^{1}x تشاجر الفريقان^1= بنية عاملية ←معادلة من درجة أولى.

إن الإنسان ضعيف^2 x تشاجر الفريقان^2 = بنية عاملية +بنية إسنادية ← معادلة من درجة ثانية .

***الترميز الرياضي:** نضع لوحة المفاتيح خاصة بالترميز

ض^2 = ش^2.

ع+س = ض x ش.

(ع+س) xض = ع (ع+س) xش .

إذن:

ض^{1}x ش^1= ع ← مع^1.

لوحة المفاتيح
طرف 1 =ض.
طرف2 =ش.
البنية العاملية =ع
البنية الإسنادية =س

ض^{2}x ش^2 = ع+ س ←مع^2.

3. التشفير:

نقوم بمعرفة تشفير الرموز التي وضعناها للمعادلة حيث : ض= 636 /ش= 634/ ع= 639/ س= 633 .

ض=636		
الباقي	الحاصل	الأساس
0	636	2
0	318	2
1	159	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2

س= 633		
الباقي	الحاصل	الأساس
1	633	2
0	316	2
0	158	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2

ش =634		
الباقي	الحاصل	الأساس
0	643	2
1	317	2
0	158	2
1	79	2

1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	2	2
0	4	2

ع= 639		
الباقي	الحاصل	الأساس
1	639	2
1	319	2
1	159	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2

وعليه :

ع+ س = ضx ش.

فإن :

. 01011110x 00111110 =10011110 +11111110

4 البرمجة: في هذه المرحلة تحل المسألة المتعلقة بمعادلة الجمل الفعلية والجمل الاسمية ثم نرسم الشكل الهندسي لهذه المسألة والمتمثل في الخريطة التدفقية التي هي عبارة عن أوامر توجه الحاسوب إلى معرفة أنظمة الأصوات والحروف والجمل ومن ثم كتابة تلك الأوامر بلغة من لغات البرمجة لإنشاء برامج تطبيقية وتزويد الحاسوب بمعيار لغوي يضمن له تمييز الأنسقة اللغوية .

حل المسألة:

تسمية الثوابت والمتغيرات :

الثابت :ش.

المتغير :ص.

العلاقة بين الثوابت والمتغيرات :

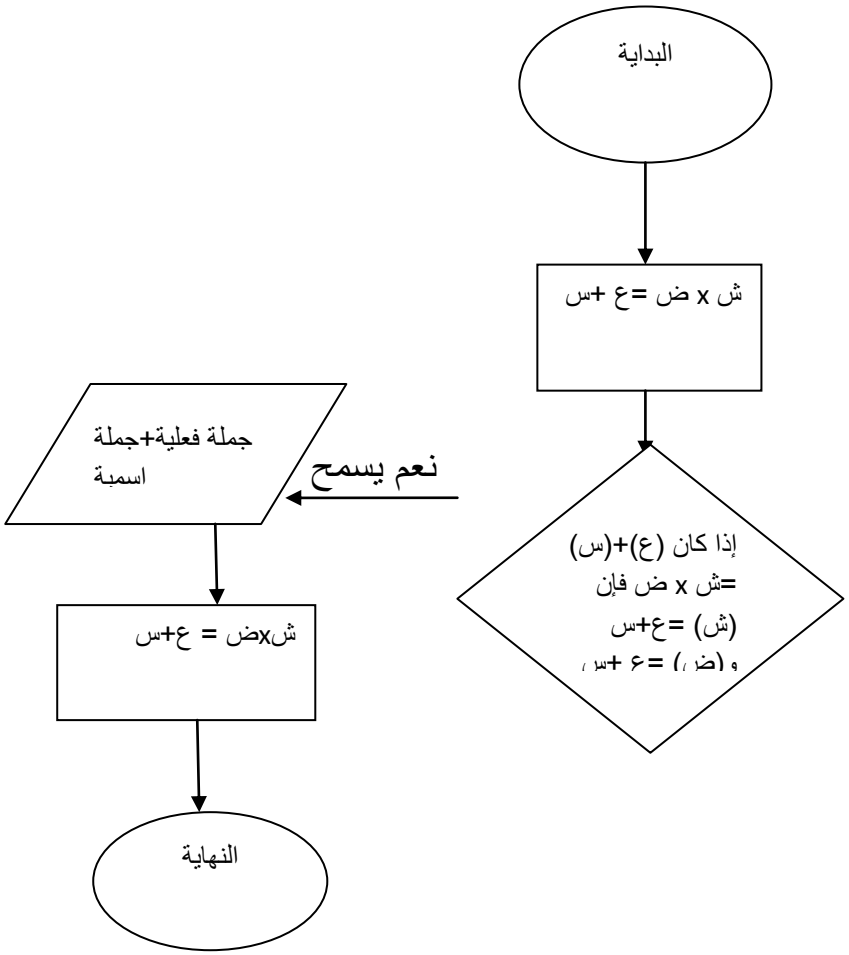
يشترك المتغير والثابت في البنية العاملية والبنية الإسنادية .

الخريطة التدفقية:

تنطلق من أول خطوة وهي البداية تضع المعادلة الخاصة بالجملة الفعلية والجملة الاسمية في الشكل المقروطي ثم تحول المعادلة إلى مجموعة من الشروط والأوامر الموجهة إلى الحاسوب فإذا كانت هذه الشروط موجودة تمكن الحاسوب من معرفة وتمييز الكلمة وإن فيحللها من خلال تلك العلاقات ليكتشف مرادها في حين تولد الشروط في بعض الأحيان معادلات أخرى ينتج عنها أنواع أخرى من الجمل .

أما في هذا النوع من المعادلات فالحاسوب سيمرر كل الجمل لأن الجمل في العربية إما اسمية أو فعلية ولا وجود لجمل أخرى .

رسم الخريطة:



المبحث الثاني: نماذج لمعادلات التكافؤ التناظري التعليلي.

المطلب الأول: معادلة نصب الفعل المضارع بلن وجزمه بلم

إن مهمة العالم اللغوي ليست فرض نظام لغوي معين فقط بل مهمته تتركز في تعليل التغيرات التي تطرأ على اللغة والكشف عن النبي الجامعة للوحدات اللغوية والبرهنة على صحة الأصول والفروع المحولة أما من أمثلة ذلك ،البرهنة على أن الفعل المضارع ينصب بلن ويجزم بلم .

1 . التوصيف:

يعد الفعل المضارع من بين الأفعال المعربة التي تقبل دخول الجوازم و النواصب وتتغير لتغير العوامل الداخلة عليها .

فمعلوم أن الفعل المضارع ينصب بلن وحروف أخرى وفي مقابل ذلك يجزم بلم وحروف أخرى حيث يعد النصب بلن نظير الجزم بلن لأن النصب في الفعل المضارع عمل تقوم به "لن" بينما الجزم في الفعل المضارع مجرى تسلكه لم.

وهذا النموذج النحوي عبارة عن مقابلة بين طرفين الطرف الأول هو الجزم بلم والطرف الثاني هو النصب بلن فإذا وجد الجزم استلزم وجود "لم" وانتفى وجود "لن" لأن هذان الطرفان نظير لبعضهما.

لقد تبين أن معادلات التكافؤ التعليلي تقوم على أساس علاقة تسمى النظير أو ما يعرف بالمثل المشابه أي أن "لن" تختص بالنصب و"لم" تختص بالجزم لأنهما محمولان على الضد والنقيض ،يقول أحد الدارسين :<< ومن أمثلة جمل ضد على ضد ،النصب

بلن ،جملا على الجزم بلم ،فإن الأولى لنفي المستقبل والثانية لنفي الماضي>> [1] ومعناه أن كلا منهما متناظران .

إن المثال السابق يشكل معادلة من درجة أولى طرفها الأول "الجزم بلم" وطرفها الثاني النصب بلن ولعل هذه المعادلات في غالب الأمر ما تكون معادلات من درجة أولى يعبر فيها عن وجه الشبه بعلاقة النظير.

2 . التوصيف : بعد عملية الوصف وآلية تشكل معادلة النصب بلن والجزم بلم نمر إلى المرحلة الموالية لنوظف ما جاء به العلماء في هذا الشأن .

التوصيف المشترك:

الأصل = الأصل.

الجزم بلم[1]= النصب بلن[1] .

النظير = الجزم بلم x النصب بلن .

الجزم بلم x النظير = النصب بلن x النظير.

الجزم ‡ لن .

النصب ‡لم.

إذن:

الجزم بلم[1]+ النصب بلن [1]= النظير ←معادلة من درجة أولى.

[1]. ينظر: عبد الفتاح علي البحة ظاهرة قياس الحمل في اللغة العربية بين علماء اللغة القدامى والمحدثين،المرجع السابق،ص 194.

الترميز الرياضي:

لوحة المفاتيح
الجزم بلم = ز
النصب بلن= ص
النظير = ظ

ز[1]= ص[1] .

ظ = ز x ص.

ز x ض= ص x ظ .

ز ‡ لن.

ص ‡ لم.

إذن:

ز[1]+ ص[2]= ظ ←مع.[1]

3. التشفير: إن مرحلة الترميز الرياضي هي مرحلة تمهيدية تسهل عملية تشفير البيانات ليتمكن الحاسوب من فهمها .

لقد تم ترميز الجزم "بلم" بالحرف (ز) وشفرته هي (632) أما النصب "بلن " رمزنا له بالحرف (ص) =(635) و أخيرا وجه المساواة الذي أعطيناه رمز (ظ) = (638).

ظ =638		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	638	2
1	319	2
1	159	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2

ز =632		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	632	2
0	316	2
0	158	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2

ص = 635		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	635	2
1	317	2
0	158	2
1	79	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2

بعد تشفير الرموز بشفرة أسكي (coode ASCii) وجدنا أن:

ظ = 01111110 ، ز =00011110 ، و ص = 11011110 .

إذن:

ز ^{1}x ص ^{1} = ظ.

(00011110)^{1}x (11011110)^{1} = 01111110 .

يخزن الحاسوب هذه الشفرات في قاعدة بيانات وتقوم وحدة الحاسوب بتحويلها إلى معادلات رياضية.

4 . البرمجة: تأتي المرحلة الأخيرة من مراحل الحوسبة لحل بعض الخوارزميات المرتبطة باللغة .

المسألة : للفعل المضارع جوازم ونواصب فأما "لم " وظيفتها تجزم الفعل المضارع بينما "لن" وظيفتها نصب الفعل المضارع .

استخرج من النص الأصول .

ما هي العلاقة بين "لن" و"ما" .

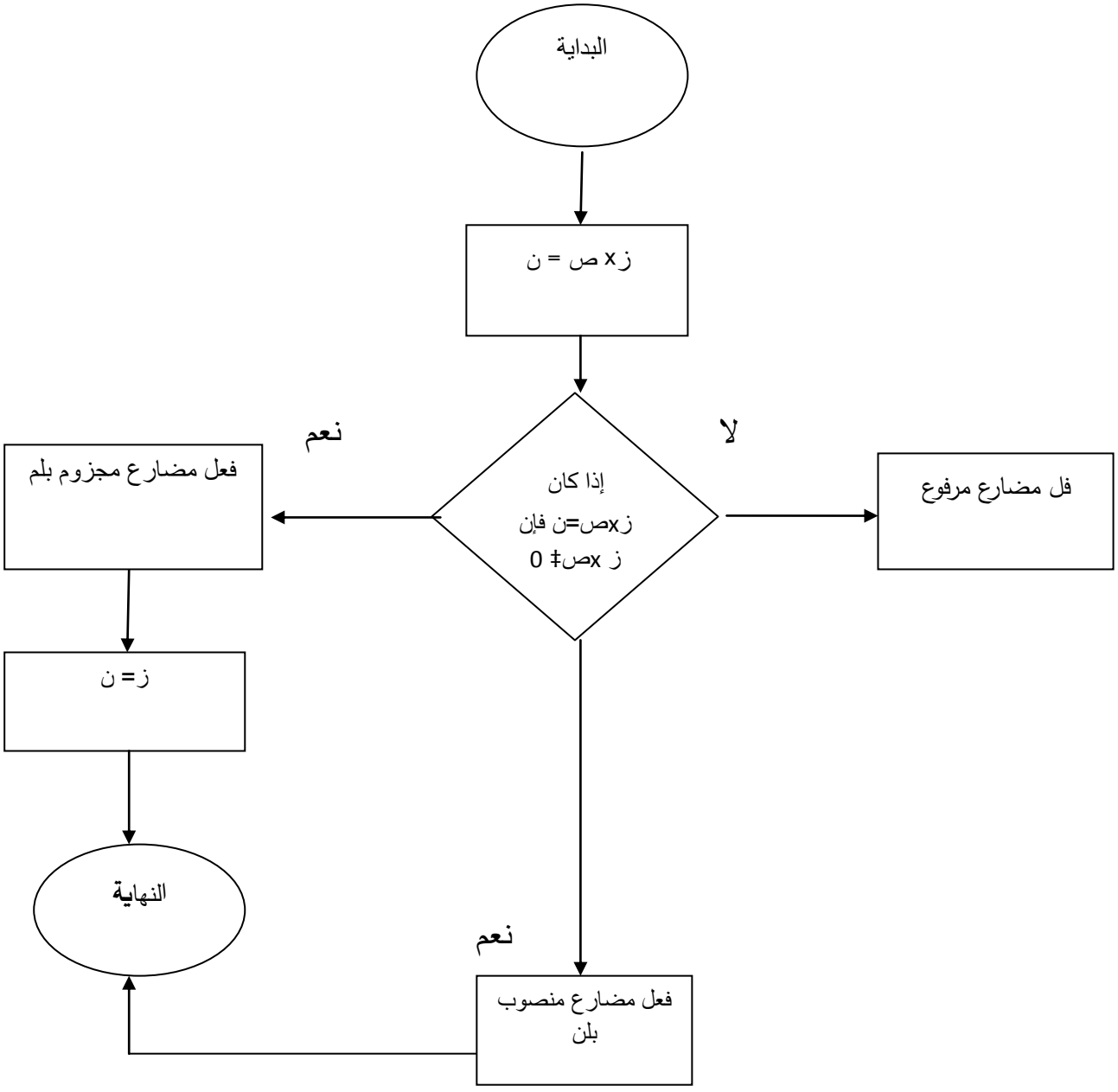
ارسم خريطة تدفقية تتصور فيها حلا لهذه المسألة.

***حل المسألة:**

تسمية الأصول: الجزم بلم :(ز) ، النصب بلن (ص).

. العلاقة بين وما هي علاقة نظير "لن" تختص بالنصب و "لم" تختص بالجزم.

رسم الخريطة التدفقية:



يقوم المبرمج بكتابة معادلة يتبعها الحاسوب ليتسنى له عملية الفهم فمثلا جملة "لن أنام" يجزء الحاسوب الجملة إلى عناصرها (لن) و (أنام) و (أنا) فيدرك أن لن أداة نصب وما بعدها فعل مضارع مجزوم لأن "لن" وظيفتها نصب الفعل المضارع .أما هذه المعرفة المتجسدة في إدراك أنظمة اللغة العربية إنما تحققت بفضل المبرمج الذي يقوم بوظيفة هندسة اللغة محاولا تزويد الحاسوب بأنظمة لغوية مختصرة يمكن من خلالها فهم وبناء العديد من الجمل قياسا على النموذج الذي برمج عليها الحاسوب .

المطلب الثاني: معادلة بين الواو والياء في جمع المذكر السالم والتاء المفتوحة في جمع المؤنث السالم .

1 . الوصف: إن جمع المذكر السالم هو كل جمع تضاف إلى عناصر بنيته السليمة الواو والنون في حالة الرفع [معلم + ون = معلمون] .

والياء والنون في حالة النصب والجر [معلم + ي ن= معلمين]. بينما نظيره جمع المؤنث السالم فهو الجمع الذي تلحقه ألف وتاء أخره كقولنا: [معلم + ت = معلمات] .

كما يعد التأنيث فرع عن التذكير بني على المذكر بوساطة زيادة التاء المربوطة في المفرد وزيادة التاء المفتوحة كما ذكرنا سابقا أو زيادة ألف مقصورة مثل عطشان ←عطشى.

إن هذه الزيادة التي تلحق جمع المذكر السالم وجمع المؤنث السالم تجسد مبدأ المعادلة فمن خلال علاقة التقابل بينهما يمكننا أن نوازن بين الطرفين، حيث تتشكل معادلة طرفها الأول زيادة الواو والنون أو الياء والنون في جمع المذكر السالم بينما طرفها الثاني زيادة الألف والتاء في جمع المؤنث السالم خصص له الألف والتاء.

وتنتقي في هذه المعادلة عندما يتعذر وجود تلك الحروف الملحقة بأواخر الكلمات لتدل على الجمع ، فتغيب عنصر التناظر ،وبذلك تتحول المعادلة وتتجه إلى النوع الأول من المعادلات (معادلات المشابهة) فيحمل الفرع (المؤنث على الأصل (المذكر).

بالاعتماد على مرحلة الوصف يتمكن اللغوي من توصيف اللغة والمساواة بين طرفي المعادلة عن طرق عمليات حسابية قوامها المنطق الرياضي.

2. التوصيف: إن كل ما ذكرناه آنفا في عملية الوصف يستغل في المرحلة الموالية لها فترمز المعلومات بدء بالترميز المشترك الذي تتداخل فيه عمليات حسابية لغوية ثم ترمز هذه العمليات اللغوية ترميزا رياضيا وتحللها بنفس طريقة الترميز المشترك لجعل اللغة قابلة لبرمجة وتمكين الحاسوب من استيعاب القواعد اللغوية في معادلات وجيزة.

أما التوصيف المشترك لمعادلة زيادة الألف والتاء في الجمع المؤنث السالم وزيادة الواو والنون والياء في جمع المذكر السالم يكون على هذا المنوال:

الأصل = الفرع.

الواو والنون +الياء والنون في جمع المذكر السالم[1]= الألف والتاء في جمع المؤنث السالم.[1]

النظير=الواو والنون +الياء والنون في الجمع x الألف والتاء في جمع المؤنث السالم.

الواو والنون+الياء والنون = جمع المذكر السالم.

ألف وتاء مجرورة +ألف وتاء مرفوعة= جمع المؤنث السالم.

إذن: الواو والنون‡ جمع المؤنث السالم ،ألف وتاء ‡جمع المذكر السالم وعليه فإن:

(الواو والنون +الياء والنون في جمع المذكر السالم)x النظير =(الألف والتاء في جمع المؤنث السالم)x النظير.

إذن:

الواو والنون والياء والنون في جمع المذكر السالم^{1}x الألف والتاء في جمع المؤنث السالم^{1}= النظير←معادلة من درجة أولى.

وكان هذا أنموذجا لعملية الترميز المشترك ولا يوجد اختلاف بينه وبين الترميز الرياضي إلا في الرموز فالأول هو عبارة عن حل معادلات بصيغة لغوية أما الثاني فهو حل المعادلات بصيغة رمزية حيث نضع لوحة المفاتيح نعتمد عليها كمرج رئيس في عملية الترميز.

لوحة المفاتيح
الطرف1= ن
الطرف 2= ت
النظير= ر
الواو=و/الياء= ي.

ن^{1}= ت^{1}.

ر= نx ت.

و+ن= ذس.

ات+اتُ= ث س.

إذن: و+ن ‡ث س ،ات+اتُ‡ ذس.

وعليه فإن:

نx ر=تx ر.

إذن:

ن^{1}x ت^{1}= ر←مع.^{1}

3. التشفير:

ن^{1}x ت^{1}= ر حيث (ن)=646 ، و(ت) =62A ،ور=631.

ن=646		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
0	646	2
1	323	2
1	161	2
0	80	2
0	40	2
0	20	2
0	10	2
1	5	2
0	2	2
1	0	2

ت=6265		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	6265	2
0	3132	2
0	1566	2
1	783	2
1	391	2
1	195	2

1	97	2
0	48	2
0	24	2
0	12	2

ر=631		
الباقي	حاصل القسمة	الأساس
1	631	2
1	315	2
1	157	2
0	78	2
1	39	2
1	19	2
1	9	2
0	4	2
0	2	2
1	1	2

ن= 01100001 ، ت= 10011110 ، ر= 11101110 .

إذن: $ن^1 \times ت^1 = ر$.

$$(01100001)^1 \times (10011110)^1 = 11101110.$$

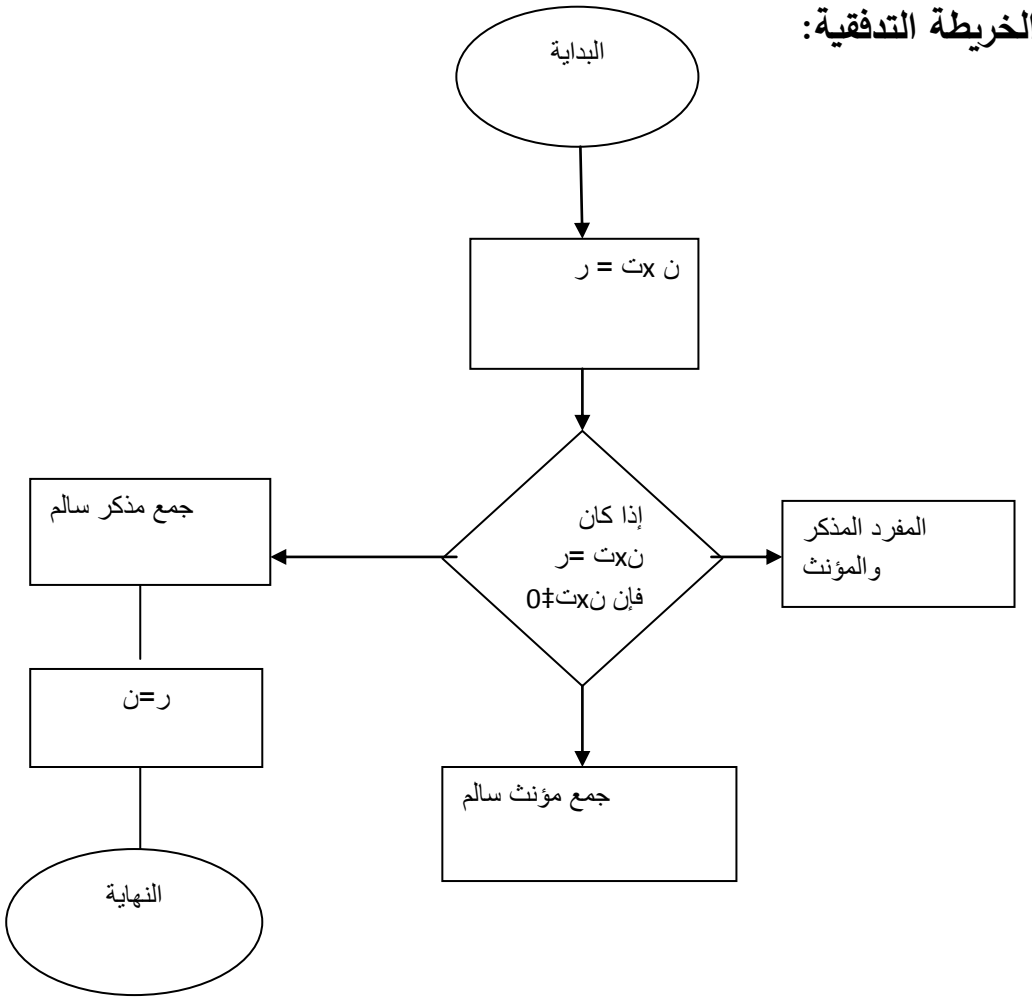
4 . البرمجة: إن المسائل في هذا النوع من المعادلات لا تختلف عن بعضها البعض لأن العلاقة بين الثوابت والمتغيرات هي علاقة نظير فقط.

. تسمية المتغيرات والثوابت .

المتغيرات: (ت) والثوابت =(ن).

. العلاقة بين الثوابت والمتغيرات هي علاقة نظير.

رسم الخريطة التدفقية:



إن العلاقة بين الثوابت والمتغيرات هي أهم عنصر لرسم الخريطة التدفقية وحل المسألة.

الخاتمة

الخاتمة:

وآخر الدعوى أن هذا البحث رجع نظر في حوسبة النحو العربي وتوصيفه في قالب رياضي يتضمن مفهوم المعادلة، ومن خلال أمثلة المصادر التي اعتمدت عليها انتهت رحلتي البحثية بهذه النتائج:

- ارتبطت نشأة اللسانيات الحاسوبية بظهور الحاسوب في العالم العربي.
- رغم أن اللسانيات الحاسوبية علم غربي المنشأ إلا أنه نال حصة واسعة عند العرب بفضل مجهوداتهم.
- تعد اللسانيات الحاسوبية من أحدث فروع اللسانيات التي تجمع بين علم اللسان وعلم الحاسوب.
- تنطلق اللسانيات الحاسوبية من العلوم المعرفية التي تعنى بالبحث عن كيفية عمل الدماغ البشري وعلوم الذكاء الاصطناعي.
- تسعى اللسانيات الحاسوبية إلى المعالجة الآلية للغة الطبيعية وتحويلها إلى لغة الحاسب الرقمية.
- يحاكي العقل البشري العقل الإلكتروني في عملية إنتاج اللغة.
- يتعامل الحاسوب نظام العد الثنائي (1) (0).
- إن الجهاز العصبي هو المسؤول عن العمليات اللغوية التي تحدث في ذهن الإنسان تتمثل اللغة في ذهن الإنسان من خلال عملية التوليد والتحويل التي بفضلها تحصل الكفاءة اللغوية.
- تقوم حوسبة اللغة على المنطق الرياضي لأنها تسعى إلى تحويل اللغة البشرية إلى لغة أرقام ورموز.
- من أهم أوجه المنطق الرياضي في اللغة العربية المعادلات النحوية.
- إن مفهوم المعادلة هو المساواة بين طرفين وليس المطابق .

- يتحدد نوع المعادلة من خلال أوجه التشابه .
- النحو العربي كله يتشكل وفق نموذج المعادلة .
- يمكن حوسبة المعادلات النحوية بالإعتماد على مرحلة الوصف والتوصيف والتشفير والبرمجة .
- إن المعادلات النحوية تصنف إلى ثلاثة أصناف هي: معادلات التكافؤ التناظري الاستنباطي، معادلات التكافؤ التعليلي.

يمكن من خلال المعادلات النحوية إنشاء برامج حاسوبية تسهل على الحاسوب عملية تمثيل النحو في ذاكرته وذلك يتحقق من خلال وصفها وتوصيفها وتشفيرها ثم برمجتها.

وفي الختام ندعو إلى دراسة مثل هذه المواضيع التي لها علاقة بالحوسبة نظرا لهذا التطور الحاصل.

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع:

1. أحمد فتح العليم عبيد الله، خوارزميات الحاسوب، مقال الحاسوبية)، دار الفارس للنشر والتوزيع، عمان–الأردن،ط1، 2000.

2. أبو الفتح عثمان بن جني، الخصائص،عبد الحميد هنداوي، دار الكتب العلمية، بيروت– لبنان ج1.

3. أبو البركات عبد الرحمن كمال الدين بن محمد الأنباري، الإعراب في جدل الإعراب جمع الأدلة (في أصول النحو) تج: سعيد الأفغاني، دار الفكر، دمشق – لبنان، ط1، 1957.

4. ملخص معلومات مقرر دراسي، محاضرات في اللسانيات الحاسوبية، سنة 3 ليسانس، لسانيات تطبيقية نقلا عن:http://modele-univ-chlef.dz،11-5-2:30،2022.

5. زين الدين محمد بن بير البركوي، إظهار الأسرار، دار الفكر، ط4 ، 1949.

6. نبيل علي، اللغة العربية و الحاسوب، ثح: أسامة خولي، 1988م.

7. يحي عباينة، اللغة العربية بين القواعدية والمتبقي في ضوء نظرية الأفضلية (دراسة وصفية تحليلية)، دار الكتاب الثقافي.

8. وليد عاطف، الأنصاري، نظرية العامل في النحو العربي (عرضا ونقدا) دار الكتاب الثقافي، الأردن،ط2014،2.

9. وليد العناني و خالد الجبر، دليل الباحث في اللسانيات العربية، دار جرير للنشر والتوزيع عمان، الأردن، ط2007،1.

10. هدى رحال ودنيا رايس، اللسانيات الحاسوبية في الكاتبات العربية، (عبد الرحمان الحاج صالح أنموذجا)، مذكرة ماستر، لسانيات تطبيقية، قسم الآداب و اللغة العربية، كلية الآداب واللغات، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر، 2020-2021.

11. نهاد الموسى، الثنائيات في قضايا اللغة العربية من عصر النهضة إلى عصر العولمة، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن،2003م.

12. ميشال زكريا، الألسنية التوليدية والتحويلية وقواعد اللغة العربية، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشرو التوزيع، ط2، 1986.

13. مصطفى الغلاييني، جامع الدروس العربية. تج: مجدي فتحي السيد، دار التوفيقية للتراث، القاهرة- مصر.

14. مروان مصطفى ناعسة، مبادئ الحاسوب و البرمجة بلغة بيسك، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة،عمان- الأردن، ط1، 1997.

15. محمود فهمي زيدان، المنطق الرمزي (نشأته وتطوره)، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت-لبنان،1979.

16. محمد وقيدي، الايستومولوجيا، التكوينية للعلوم، إفريقيا الشرق، ط1، 2010م.

17. محمد محمد يونس علي،مدخل إلى اللسانيات،دار الكتاب الجديد المتحدة، بنغازي، ط1، 2004.

18. محمد علي الخولي، دراسات لغوية، دار الفلاح للنشر و التوزيع، الأردن، 1998م.

19. محمد علي أبو ريان و علي عبد الله المعطي محمد، أسس المنطق الصوري ومشكلاته، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، ط2، 1976.

20. محمد عصام، اللسانيات الحاسوبية العربية، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الاسكندرية- مصر، ط1، 2015.

21. محمد زياد حمدان، الدماغ والادراك والذكاء والتعلم، دار التربية الحديثة، عمان- الأردن،1986.

22. محمد بن حجر، العلة والتعليل بين النحاة والفقهاء، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان- الأردن،ط1، 2019م.

23. محمد بلال الزغبي وآخرون، مهارات الحاسوب والبرمجيات الجاهزة، زمزم ناشرون وموزعون عمان- الأردن.

24. محمد بلال الزعبي وآخرون، مهارات الحاسوب (الحاسوب والبرمجيات الجاهزة)، زمزم ناشرون وموزعون، عمان، الأردن،2008.

25. محمد أحمد حمودة، أسس الرياضيات (المنطق الرياضي) نقلا عن الرياضيات تاج العلوم www.ehmuda.com يوم الإثنين7 جوان.

26. قصي حبيب الحسيني وأحمد عبد الأمير الساعدي، مقدمة في الشبكات العصبية الاصطناعية، جامعة الإمام جعفر، بغداد– العراق.

27. فريد بايبروشون ميرفي،تر: محمد سعيد طنطاوي، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر، ط1، 2016.

28. غي تبيرغيان، قاموس العلوم المعرفية، تر:جمال شحيد، المنظمة العربية للترجمة، بيروت،2013.

29. عيسى العزري، الحوسبة الملائمة لخصائص العربية في المستويات اللغوية، كاية اللغات الأجنبية، جامعة حسيبة بن بوعلي، شلف، الجزائر 2020/08/20.

30. عواطف قاسيمي الحسني، التفكير الرياضي في علوم العربية،، أطروحة دوكتوراه، لغة عربية، قسم اللغة العربية و آدابها، كلية الآداب و اللغات، جامعة البليدة2، الجزائر،2016–2017.

31. عواطف قاسيمي الحسني، (معادلات التكافؤ النظري الاستنباطي و معادلات التكافؤ التناظري التعليلي في اللسانيات العربية)، مجلة الدراسات اللغوية، مركز فيصل للبحوث و الدراسات الاسلامية، العدد4، أغسطس، 2019، المجلد21.

32. عمر مهديوي وآخرون، اللسانيات الحاسوبية و اللغة العربية (إشكالات و حلول)، دار كنوز للمعرفة والنشر والتوزيع عمان– الأردن ط1، 2018.

33. عمر مكداشي، البرمجة باللغة العربية (ديوانصخر،خوارزمي، و ملاحق) دار الراتب الجامعية، بيروت،1987.

34. عطية سليمان أحمد، اللسانيات العصبية اللغة في الدماغ(رمزية–عصبية– عرقانية)، الأكادمية الحديثة للكتاب الجامعي، القاهرة، مصر،2019.

35. عبد الله بن محمد بن المهدي الأنصاري، علاقة النحو العربي باابرمجة الآلية للغة عن موقع https://urits.imamu.edu.sa/Arabic literatures /Documents/coArabiclanguage/10

36. عبد الفتاح حسن علي البجة، ظاهرة قياس الجمل في اللغة العربية (بين علماء اللغة القدامى والمحدثين)، دار الفكر، عمان، الأردن، ط1، 1998.

37. عبد الفتاح بيومي حجازي، التجارة الإلكترونية في القانون العربي النموذجي لمكافحة جرائم الكمبيوتر والأنترنت، دار الكتب القانونية، مصر،2008.

38. عبد الرحمن بدوي، مناهج البحث العلمي، وكالة المطبوعات، الكويت، ط3، 1977.

39. عبد الرحمان الحاج صالح بحوث و دراسات في اللسانيات العربية، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية،موقر للنشر، الجزائر،ج1، 2000.

40. عبد الجبار علي الحروب، تطبيقات اللسانيات الحسوبية على اللغة العربية (المشكال والملخص الآلي أنموذجين)، مذكرة شهادة الماجستير، اللغة العربية، كلية اللغة العربية وآدابها، جامعة بير زيت، فلسطين، 2018.

41. عادل عبد النور، أساسيات الذكاء الاصطناعي، دار الفيصل الثقافية، الرياض، 2006م.

42. طه عبد الرحمان، المنطق والنحو الصوري، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، ط1، 1983م.

43. طارق عبد الحكيم أمهان، اللسانيات الحاسوبية و مشكلة حوسبة اللغة العربية خطوة باتجاه الحل، منشور في شبكة الألوكة،www.alukah.net.

44. صبري ابراهيم السيد، نافذة علم اللغة الحاسوبي، مكتبة الآداب، القاهرة، ط1 2014.

45. شرف الدين يحي العمريطي، نظم الأجرومية، دار ابن الحزم للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت– لبنان، ط2005،1.

46. سيبويه أبي بشر عمرو بن عثمان بن قنبر، الكتاب، تر: عبد السلام محمد هارون، مكتبة الخنجي، القاهرة –مصر، ط3،ج1، 1988.

47. سناء منعم ومصطفى بوعناني، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية (بعض الثوابت النظرية والإجرائية)، عالم الكتب الحديث للنشر والتوزيع، إربد الأردن، ط1، 2015.

48. سمية حمادي، اللسانيات الحاسوبية العربية من خلال أعمال الدكتور نهاد موسى، مذكرة شهادة ماجستير، لسانيات عربية، اللغة والأدب العربي،كلية اللغة والأدب العربي والفنون، جامعة الحاج لخضر، باتنة–الجزائر،2016–2017م.

49. سعيد قام، قراءة في الإسهامات اللسانية والحاسوبية العربية أفاق ورهانات، مجلة دراسات، عدد36، سبتمبر2015 جامعة الأغواط الجزائر، مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية،.

50. زياد عبد الكريم القاضي وعوده الشنوان، المدخل الشامل إلى علم الحاسوب، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، عمان – الأردن، ط1–1996.

51. رؤوف وصفي، ترجمة الحاسب الآلي الكمبيوتر، تح عبد الله عمر الفراء،مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة الثقافة العلمية،ط3، 1989م.

52. روبير بلانشي، المنطق وتاريخه (من أرسطو حتى لااسل)، تر: خليل أحمد خليل، ديوان المطبوعات الجامعية المؤسسة الجامعية للدراسات للنشر والتوزيع، الجزائر.

53. رضا بابا أحمد، اللسانيات الحاسوبية:مشكل المصطلح والترجمة،مقال،مخبر المعالجة الآلية للغة العربية، جامعة تلمسان، الجزائر.

54. راضية بن عربية، محاضرات في اللسانيات الحاسوبية، ألفا للوثائق، قسنطينة، الجزائر، ط1، 2016.

55. رابح بوحوش، اللسانيات (وتطبيقاتها على الخطاب الشعري)، دار العلوم، عنابة– الجزائر.

56. خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ في اللسانيات،دار القصبة للنشر،الجزائر، ط2، 2006.

57. جون رهيوبارد، البرمجة بلغة++c، تر: محمد ابراهيم العدويو آخرون، الدار الدولية للإستثمارات الثقافية، مصر، ط1، ج1، 2000.

58. جمال الدين عبد الله يوسف ابن هشام الأنصاري، مغني اللبيب عن كثب الأعاريب،تح،بركات يوسف هيود،دار الأرقم بيروت،لبنان ح2.

59. جلال الدين السيوطي،الاقتراح في أصول النحو،تج: عبد الحكيم عطية، دار البيروني،ط2، 2006.

60. بن لعلام مخلوف، ظاهرة التقدير في كتاب سيبويه، رسالة دكتوراه، جامعة الجزائر2002-2003.

61. بسام أغبر، علم اللسانيات الحاسوبية تعريف ومجالات، مدونات، نقلا عن موقع https://aljazeera.net يوم11-5-2022 الساعة 3:00.

62. مازن الوعر دراسات لسانية تطبيقية، دار طلاس، دمشق، ط1989،1م.

63. مدخل لعلوم الحاسوب، مقال عن موقع Noor-Book.com،5،11-2022،ساعة 3:00. فقط للعلم مكتبة عن:www.j4know.com،5،18-2022، ساعة 1:00.

64. أحمد أبو الفتح، من موقع:http://abuelFateh.com/blog،13-5-2022،23:00.

65. آن دويرواز، تر: زينة دهيبي، خفايا بالدماغ، المجلة العربية، ط1، 2015.

66. آن روبول و جاك موشلار، التداولية اليوم علم جديد في التواصل،تر: سيف الدين دغقوس المنظمة العربية للترجمة، ط1، 2003.

67. الفاكهي، شرح حدود الكافية، تج: محمد الطيب الابراهيم، دار النقائس، بيروت – لبنان، ط1، 1996م.

68. عبد الرحمان بن حسن، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية جهود ونتائج (مجلة اللغة العربية)، ع73، كانون الأول ، جامعة أم القرى، 2007.

69. جوزف طانيوس ليس، المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة (الرقم والحرف)، المؤسسة الحديثة للكتاب، ط1

70. Gulshman halph, computational linguistics, an introduction (studies in natural language processing),published by the press syndicate of the university ,canbidage , , , frist published,1986,p4

71. –Noam Chomsky,New Horizon In The Study of language AndMind,(America:Cambridge university press,2000)p77–79

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات:

فهرس المحتويات **رقم الصفحة**

شكر وعرفان

إهداء

مقدمة..... أ – ث

- **الفصل الأوّل:منضومة اللسانيات الحسوبية . (الجانب النظري)**

المبحث الأوّل: الإطار العام للّسانيات الحاسوبيّة..... 07

- **المطلب الأوّل:** نشأة اللّسانيات الحاسوبيّة..... **07**
- **المطلب الثّاني:** مفهوم اللّسانيات الحاسوبيّة..... **14**
- **المطلب الثّالث:** مرتكزات اللّسانيات الحاسوبيّة..... **21**

- **المبحث الثّاني: علاقة النّظام اللّغوي بالحاسوب والدّماغ..... 26**
  - **المطلب الأوّل:** بين اللّغة الطّبيعيّة واللّغة الاصطناعيّة..... **26**
  - **المطلب الثّاني:** النّشاط اللّغوي في العقل الإلكتروني..... **32**
  - **المطلب الثّالث:** النّشاط اللّغوي في العقل البشري..... **45**
- **المبحث الثّالث: تجليّات المنطق الرّياضي في حوسبة النّحو العربيّ.... 56**
  - **المطلب الأوّل:** حوسبة اللّغة العربيّة..... **56**
  - **المطلب الثّاني:** ماهيّة المنطق الرّياضيّ..... **66**
  - **المطلب الثّالث:** المعادلات النّحويّة..... **75**

الفصل الثّاني: حوسبة المعادلات النّحوية (الجانب التّطبيقي)

- **المبحث الأوّل: نماذج لمعادلات المشابهة ونمذجتها..... 84**
  - **المطلب الأوّل:** معادلة بين أسماء الأصوات وبين االحروف المهملة.. **84**
  - **المطلب الثّاني:** معادلة بين الفعل المضارع واسم الفاعل..... **91**
  - **المطلب الثّالث:** معادلة بين لا النّافية للجنس وبين إنّ..... **99**

- **المبحث الثّاني: نماذج لمعادلات التّكافؤ التّناظري الاستنباطي وحوسبتها..... 107**
  - **المطلب الأوّل:** نماذج لمعادلات الجمل الاسمية..... **107**
  - **المطلب الثّاني:** نماذج لمعادلات الجمل الفعليّة..... **115**
  - **المطلب الثّالث:** نماذج معادلات الجمل الاسمية بين الجمل الفعليّة... **123**
- **المبحث الثّالث: نماذج لمعادلات التكافؤ التعليلي وحوسبتها..... 130**
  - **المطلب الأوّل:** معادلة نصب الفعل المضارع بلن وجزمه بلم..... **130**
  - **المطلب الثّاني:** معادلة بين الواو والياء في جمع المذكر السالم والتّاء المفتوحة في جمع المؤنث السالم..... **136**
  - **المطلب الثّالث:** معادلة بين الجزم في الأفعال وبين الجر في الأسماء.....
- **خاتمة..... 149**
- **قائمة المصادر المراجع..... 152**
- **فهرس المحتويات..... 162**