الحوسبة الرياضية لمعجم الألفاظ والمعاني في اللغة العربية

د. سليم مزهود

المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف – ميلة، salimsimez@gmail.com

تاريخ الإيداع: 2018/12/18 **تاريخ المراجعة:** 2020/02/19 **تاريخ القبول:** 2021/05/27

ملخص

تركز المعاجم اللغوية المحوسبة على المعجم اللغوي العربي التراثي، فينبغي حوسبة الألفاظ بالعمليات الرياضية وبخاصة التحليل التوفيقي على مستوى البيبليوغرافيا والفهارس والعمل المكتبي، إذ نقوم بإحصاء وبرمجة الكلمات التي يمكن إنشاؤها من حروف اللغة العربية، بترتيب حروفها وتكرارها، أو توافقها، ويتطلب هذا أنْ نرجع إلى المعاجم العربية في تقسيم الحروف بحسب الصوت والدلالة، ثم نحوسبها وِفْقَ قوانين التحليل التوفيقي بواسطة الترتيبية والتوفيقة والقائمة، من أجل إحصاء الكلمات المحتملة سواء تلك التي اتضحت معانيها أو الغريبة في نطقها ومعانيها، مما يسمح لنا بمعرفة التقاطعات بين معجم اللغة العربية ومعاجم اللغات الأجنبية العالمية .

الكلمات المفتاح: معاجم، حوسبة، ألفاظ، تحليل توفيقي، ترتيبية، توفيقة، قائمة.

For Computerising Arabic Dictionaries

Abstract

Computerized dictionaries are based on the heritage of Arab linguistic lexicon; therefore, words should be computerized by mathematical operations, especially by combinatorial analysis on the level of the bibliography, indexes and the office work. In this paper, we will perform a statistical analysis and programming of words that can be created from letters of the Arabic language, based on the alphabet, their frequency and their combinatory aspect.

Keywords: Lexicon, computerize, words, combinatorial analysis, arrangement, combination, list.

Pour l'informatisation des dictionnaires dans la langue arabe

Résumé

Les dictionnaires informatisésse concentrent sur le patrimoine du lexique linguistique arabe, d'où la nécessité d'informatiser les mots par des opérations mathématiques, en particulier par l'analyse combinatoire au niveau de la bibliographie, des index et du travail bureautique. Dans cet article, nous allons procéder à une analyse statistique et à la programmation des mots qui peuvent être créés à partir des lettres de la langue arabe, en se basant sur l'alphabet, leur fréquence et leur aspect combinatoire.

Mots-clés: Lexique, informatiser, mots, analyse combinatoire, arrangement, combinaison, liste.

المؤلف المرسل: د. سليم مزهود، salimsimez@gmail.com

توطئـــة:

لقد غدا مستقبل اللغة العربية مرهونا بتكنولوجيا المعلومات التي سرعان ما استجابت لأنظمة الكمبيوتر وخضعت لقواعده، مما أسهم في تسريع تبادل المعلومات وتطويرها، وحسن تطبيقها على أرض الواقع في كثير من العلوم ومنها التقنية الرياضية، والطبية والفيزيائية والبيولوجية وغيرها، إلا أنَّ مجال اللغة العربية ما زال يشهد صعوبة في التعامل مع الحاسوب بشكل علمي متجدد يوافق روح العصر. إذ إنَّ المعاجم اللغوية المحوسبة تركز على المعجم اللغوي العربي التراثي، في الوقت الذي تشهد فيه اللغة تطورا رهيبا نتيجة استعمالها في الإنترنت والحاجة إلى استعمالها في الواقع الجديد للغة العربية في ظل تكنولوجيا المعلومات.

تستلزم هذه الحاجة بالضرورة ارتباط حوسبة الألفاظ بالعمليات الرياضية وبخاصة التحليل التوفيقي إذ نقوم بإحصاء وبرمجة الكلمات التي يمكن إنشاؤها من حروف اللغة العربية، بترتيب حروفها وتكرارها وتوافقها (عدم ترتيبها)، وهذا يتطلب أنْ نرجع إلى المعاجم العربية في تقسيم الحروف بحسب الصوت والدلالة، ثم نحوسبها وفق قوانين التحليل التوفيقي ونظرياته. والتساؤل المطروح: ما مفهوم الحوسبة الرياضية للألفاظ؟ ما علاقة التحليل التوفيقي بالحوسبة الرياضية للألفاظ وفيمَ أهميته؟

المطلب الأول؛ مفهوم الحوسبة الرياضية للألفاظ وعلاقتها بالتحليل التوفيقي:

يعتمد التطور التكنولوجي الحديث في مؤسسات العمل والإنتاج جميعها على أجهزة الحاسوب الآلي، وقد درج البعض على استعمال مصطلحات مشتقة منه، بحسب سياق الحال والموقف العملي، ومن أشهر هذه المصطلحات؛ الحوسبة، والتحسيب والحساب، والحاسوب ...

1- مفهوم الحوسبة الرياضية:

أ- **تعريف الحوسبة لغة:** الحوسبة مشتقة من الفعل (حاسب)، وهي في اللسان العربي مشتقة من الحاسب، ويتصل بها فعل (حَوْسَبَ) ووزنها (فَوْعَلَة)

وحَوْسبَ يحوسب **حَوْسَبةً** فهو محوسِبٌ، وحَوْسبَ ملفَّات القضيَّة؛ أي أدخلها الحاسوب، وحَوْسب العملَ؛ أي استعمل الحاسوب فيه، ومنها القول: عجَّلت **حوسبة** البنك بإنجاز الأعمال بدقَّة وسرعة[1].

والحوسبة (Computing): هي عملية تطوير واستخدام تقنية الحاسوب، وتشمل عتاد الحاسوب؛ الجزء الخاص بتقنية المعلومات، وعلوم الحاسوب هو علم دراسة الأسس النظرية في الحوسبة وتطبيق النظريات فيها[2].

وقد كانت كلمة "Computing" أساسًا تستخدم مع ما له علاقة بالعدّ والحساب؛ أي العلم الذي يتعلم مع إجراء الحسابات الرياضية، لكنها أضحت تشير إلى عملية الحساب واستخدام آلات حاسبة والعمليات الالكترونية التي تجري ضمن عتاد الحاسب نفسه. إضافة إلى الأسس النظرية التي تؤسس لعلوم الحاسوب[3].

وصنّفت جمعية مطوري الآلات الحاسبة (ACM) الحوسبةَ ضمن تخصص المعلوماتية، فقدّمت تعريف الحوسبة كما يأتي[4]:

تخصص الحوسبة هو الدراسة المنهجية للخوارزميات التي تصف وتحول المعلومات: النظرية، التحليل، التصميم، الفعالية، التطبيق. ويستخدم الناس الحساب في مختلف التخصصات والأعمال في مجمل العمليات العددية المعتادة والمسائل العلمية والأعمال التجارية وما إلى ذلك وينفّذُ إمّا بمنوال حساب عددي على الحاسوب (Numerical calculation on a computer) أو بالحساب الذهنيّ (Mental calculation)؛ وهو الحساب الذي لا يعتمد على الكتابة[5].

2- معنى كلمة (حساب) في أشهر المعاجم العربية:

- **ورد معنى كلمة (حساب) في تهذيب اللغة للأزهري إذ قال:** "وإنَّمَا سُمِّيَ الحِسَابُ في المُعَامَلاَتِ حِسَابًا لأَنَّهُ يُعْلَمُ به ما فيه كِفَايَةٌ ليس فيهَا زِيَادَةٌ على المِقْدَار ولا نُقْصَانٌ وقد يَكُونُ الحِسَابُ مَصْدَرَ المُحَاسَبَةِ، وقولُه تعالى: ﴿يَرْزُقُ مَنْ يَشَاءُ بِغَيْرِ حِسَابٍ﴾ (النور. آية:38)؛ أَيْ بِغَيْرِ تَقْتِيرٍ ولا تَضْيِيقٍ، قال النابغةُ : فَكَمَّلَتْ مِائَةً فِيهَا حَمَامَتُهَا... وأَسْرَعَتْ حِسْبَةً فِي ذلك العَدَدِ؛ أَيْ حِسَابًا، ورُوِيَ بالفَتْحِ وهو قَلِيلٌ، والحِسَابُ والحِسَابَةُ: عَدُّكَ الشَّيءَ، وحَسِبَ الشيءَ يَحْسُبُهُ حَسْبًا وحِسَابًا وحِسَابَةً؛ أَوْرَدَهُ ابنُ دَرَسْتَوَيْهِ وابنُ القَطَّاعِ والفِهْرِيُّ بِكَسْرِهِنَّ أَي في المَصَادِرِ المَذْكُورَةِ، ورَجُلٌ حَاسِبٌ من قَوْمٍ حُسَّبٍ وحُسَّابٍ، والمَعْدُودُ؛ مَحْسُوبٌ يُسْتَعْمَلُ على أَصْلِهِ وعلى حَسَبٍ مُحَرَّكَةً وهو فَعَلٌ بمَعْنَى مَفْعُولٍ ومن سَجَعَاتِ الأَسَاسِ: ومَنْ يَقْدِرُ على عَدِّ الرَّمْلِ وحَسْبِ الحَصَى والأَجْرُ على حَسَبِ المُصِيبَةِ أَي قَدْرِهَا[6].
- **وفي لسان العرب لابن منظور:** الحَسَبُ: العدد المعدود والحَسْبُ العَدُّ والإِحْصاءُ، والحَسَبُ ما عُدَّ، وكذلك العَدُّ مصدر عَدَّ يَعُدُّ والمَعْدُودُ عَدَدٌ[7]
- **وفي المعجم الوسيط:** الحِسابُ العَدُّ والكثيرُ الكافي. وفي القرآن:(جَزَاءً مِنْ رَبِّكَ عَطَاءً حِسَابا)–النبأ آية 36 وعِلْم الحِساب؛ عِلْم الأعداد والحسابُ في الاقتصاد؛ اتفاق بين شخصين بينهما معاملات مستمرَّة[8].

ب- تعريف الحوسبة اصطلاحا:

نعرّف الحوسبة اصطلاحًا على أنها استخدامُ الحاسوب وما يتبعه من أجهزة ومعدّات ونظمٍ معلوماتية واتصالات إلكترونية، لتخزين المعلومات وفْقَ نظام متقن، ومن ثَمَّ إمكانيةُ الحصولِ عليها واسترجاعها وبثها فيما بعد.

ويعبّر الحسابُ عن مكان معيّن يقع في مجال مناظرة: (إدارة حساب) (Account)؛ إذْ تحدُثُ فيه عملياتٌ تبادلية، والعملية الحسابية هي عملية تعتمد تحويل عديد من المدْخلات أو واحد منها إلى عديد من النتائج أو واحد منها مع تغيير المتغير[9].

ويستخدم مصطلح (الحساب) في سياقات عديدة، ومنها استخدامه في مجموعة متنوعة من الحواس، إذ نقول مثلا: يحسب بيده من العدد:(1) إلى العدد (10)، وكذلك نستخدمه في أعقد الطرق الحسابية والخوارزميات وحساب الاستراتيجية في منافسة تجارية مربحة، والتقديرات الإحصائية لنتائج الانتخابات تعتمد في البداية على استطلاعات الرأي فتدخل في مجال الحسابات، أو حساب فرصة لعلاقة ناجحة بين شخصين أو أكثر، لذلك قيل: (يحسب له ألف حساب)؛ بمعنى يطرح الاحتمالات الممكنة كلها لتلك الأعمال التي قد تصدر عنه مع نتائجها، والغرض هو تعظيم الحساب له وكثرته.

وتُعَرَّفُ الحوسبةُ بأنّها سلسلة الخطوات الوسيطة (Intermediate steps) التي نستخدمها في إنجاز خوارزمية مصمّمة لحلّ مشكلة أو مسألة ما بطريقة حاسوبية، وهي كذلك خوارزمية (Algorithm) نقوم بها لتحويل مدْخلات (Input) مسألة ما إلى مخرجات (Outputs)؛ أي نتائج تخرج حلولا للمسألة المطروحة؛ إذ يقوم الحاسوب بعملية حوسبة (Computation) عند إنجازه برنامجا ما (Program) فيعطينا نتائج معينة وفق المعطيات المتوفرة[10].

وتعرّف الحوسبة بأنها إدخال حسابي لحلول مسألة مطروحة ابتداءً من معطيات مطروحة باستخدام خوارزمية، ويمكن إيجاد خوارزميات مناسبة لحل نمط معين من المسائل، ونَلْحَظُ في أيّ خوارزمية وجودَ مجموعة من

العمليات الحسابية والمنطقية المتسلسلة، تكون نتيجة منطقية للعمليات المستخدمة باعتبارها مدخلا للعملية التي تليها، إذ يقوم البرنامج وفق معطيات معينة الممثل للخوارزمية بتحديد مراحل الانتقال بين العمليات وترتيبها، مع إمكانية تكرارها أو الرجوع إلى عملية سبقتها، أو الانتقال إلى عملية لاحقة، أو تجاوز عملية لاحقة بأكثر من عملية، أو النزول المباشر إلى العملية الأولى منطلق بداية العمليات جميعها[11].

وتعرّف نظرية الحسوبية بأنها أحد فروع المعلوماتية النظرية: (Science Theoretical computer) وتقوم بدراسة مسائل قابلة للحل حاسوبيا (Computationally solvable) باستعمال نماذج مختلفة للحوسبة[12] .

3- مستويات الحوسبة على مستوى البيبليوغرافيا والفهارس والعمل المكتبي:

نميز بين مستويات الحوسبة على مستوى البيبليوغرافيا والفهارس والعمل المكتبي على مستويين؛ أما الأول فيتمثل في البنية التحتية، ويشمل الحوسبة والفهرسة والدوريات والإعارة ، ويكون عند عجز المكتبة أو الباحثين عن تلبية حاجات المكتبة أو حاجات من الكتب في تخصص معين أو مختلف التخصصات، فيكون الأمر حينها بحاجة إلى حل عن طريق الحوسبة. وأما المستوى الثاني فيسمّى: البنية العميقة، ويشمل تنظيم المعلومات وتحليلها، وبناء شبكة معلوماتية داخلية، أو متصلة بالشبكة العنكبوتية العالمية، فتحدث بذلك قاعدة معلوماتية محلية أو وطنية أو عالمية، ومن ثمَّ تقوم بإعداد البيبليوغرافيات وتقتني قواعد البيانات على الأقراص، أو في برنامج Logicial خاص بها وتحوسب المكاتب.

إن حوسبة الكتاب تسهم بقسط كبير في حل مشكلات التطور اللغوي والعلمي المتزايد، بضبط سجلات المعرفة، وتوفير مداخل مناسبة لكل سجل من السجلات، وبهذا تحقق الحوسبة الدقة والسرعة في برمجة المعاجم اللغوية، وتيسر الوصول إلى أي سجل في المكتبة أو أي لفظ في المعجم، في ظرف وجيز، وبدقة عالية.

4- نظرية التعقيد الحسابي: هي إحدى أجزاء نظرية الحوسبة وتتعامل مع الموارد المطلوبة في عملية الحوسبة. وأكثر هذه الموارد شيوعا هي الزمان والمكان؛ بمعنى كم من الخطوات أو كم يلزم من الوقت لحل المسألة؟ وما حجم الذاكرة اللازمة لحلها؟ وكم عدد المعالجات المتوازية اللازمة لإنجاز الحساب باستخدام برمجة متوازية؟.

تختلف نظرية التعقيد عن نظرية الحاسوبية، إذ إنّ نظرية الحاسوبية تدرس قابلية المسألة للحساب أمْ لا بشكل مطلق، أما نظرية التعقيد فتدرس كيفية إنجاز الحسابات بكفاءة وسرعة[13].

5- مفهوم التحليل التوفيقي: يعدُّ التحليل التوفيقي جزءاً من أجزاء الرياضيات يُعنى بحساب الاحتمالات ويهتم بحساب عدد الحالات الممكنة والكلية للحساب المطلوب. وفق شروط وقوانين تحدد طريقة الحساب من خلال التوفيقة أو الترتيبة أو القائمة، وجميعها متعلقة بإمكانية الترتيب والتكرار معا أو انعدام أحدهِما أو كليهما.

أولا؛ مفهوم التوفيقة:

أ- تعريف التوفيقة لغة:

(التوفيقة) مأخوذة من الجذر اللغوي (وفق)، نقول: وفقَ يَفِقُ وفْقاً وموافقة وتعني الصواب للمراد، والالتقاء بالمصادفة فيحصل الاتفاق، والموافقة ضد المخالفة، ووافق بين الشيئين أي ألحم بينهما، والوفق: مصدره المقاربة بين الشيئين[14].

ب- تعريف التوفيقة اصطلاحا:

هي أنْ يتوافق عددان أو حرفان أو شيئان فيجتمعا، ولا يهمّ الترتيب بينهما، فحين نأخذ العدد العينة (1،2) فهي متوافقة مع العينة (2،1) لأنهما متطابقان رغم الاختلاف في ترتيبهما، وحين نأخذ مثلا اسمي (الحاج

موسى) و(موسى الحاج) نجدهما متطابقين رغم اختلاف الترتيب بينهما، فلا يهم الترتيب بين الاسمين، لذلك قيل في مثل شعبي جزائري (الحاج موسى هو موسى الحاج)؛ كناية عن عدم أهمية الترتيب في الأمر، ذلك أنّ التوفيقة في مجال التحليل التوفيقي في الرياضيات لا تراعي الترتيب بين الحروف والأعداد والمجموعات وما شابه ذلك إنْ توافقت، أي إنْ كانت تتألف كل مجموعة من العناصر نفسها التي تتألف منها المجموعات الأخرى، فهي متوافقة مهما يكن الاختلاف في ترتيبها.

ولنأخذ مثالا عن الأرقام في المجموعة {ك}: (1 2 3) المتكونة من ثلاثة أرقام، إذ نستطيع أنْ نكوّن مجموعة واحدة فقط تتكوّن من ثلاثة أرقام: (1 2 3) ولا يهم الترتيب، فحين نأخذ المجموعة: (1 2 3) نجدها هي نفسها: (1 3 2) و(2 1 3) و(2 3 1) و(3 1 2) و(3 2 1)، لأن هذه المجموعات متكونة من الأرقام نفسها، ولا يهم الترتيب فيها، فعدّت مجموعة واحدة هي (1 2 3).

وهكذا فإن {ك} مجموعة ذات N عنصراً حيث H هو العدد المطلوب أخذه من المجموعة ويكون H أقل تماما أو يساوي N، وحين نأخذ العناصر كلها من المجموعة لا نراعي الترتيب فيه، فإن أخذنا مثلا (1 2) فليس بإمكاننا أخذ (2 1) لأنها تتكرر، إذ ليس الترتيب مهما في التوفيقة.

ونحسبها قانونا كما يأتي: $C_n^{\ h}$ ؛ إذ إنَّ N هو عدد ما في المجموعة نحو عدد الحروف التي تضمنتها المجموعة مثلا، وH هو عدد الجزء المطلوب أخذه من المجموعة، حيث لا نراعي في الأخذ الترتيب ولا التكرار ولا الإعادة، لأن أخذ العدد المطلوب من المجموعة سيكون دفعة واحدة؛ أي في الوقت نفسه؛ فالمجموعتان: (1 2 3) و(2 3 1) تعتبران مجموعة واحدة في التوفيقة، والمجموعتان: (1 2 3) و(1 2 4)، هما مجموعتان اثنتان لأنّ المجموعة الثانية قد احتوت رقما لم يكن في المجموعة الأولى.

ج- كيفية حساب التوفيقة وفق القانون $C_n^{\ h}$:

نحسبها على شكل كسر، إذ في بسطه نضرب n في العدد الأصغر منه أي: n−1، ثم في الأصغر منه أي: n−2، ثم في الأصغر منه أي: n-3 بشكل متتالٍ إلى أن نحقق في عدد المضروب الرقم: H وكذلك في المقام نضرب N في العدد الأصغر منه مثل العملية السابقة في البسط بشكل متتالٍ إلى أن نحقق في عدد المضروب الرقم H.

د- أمثلة افتراضية:

*لدينا 5 حروف، نأخذ حرفين في آن واحد. **والحل :** $C_5^{\ 2} = \frac{5\times4}{2\times1} = 10$

*لدينا 14 حرفا، نأخذ ستة حروف دفعة واحدة. **والحل :** $C_{14}^{\ 6} = \frac{14\times13\times12\times11\times10\times9}{6\times5\times4\times3\times2\times1}$

ثانيا؛ مفهوم الترتيبة:

أ- تعريف الترتيبة لغة:

رتّب رتوبا؛ ثبت واستقر في المقام الصعب، ورتب فلان؛ انتصب قائما، ورتب الشئ أثبته[15].

ب- تعريف الترتيبة اصطلاحا: هي أن يترتب عددان أو حرفان أو شيئان، فيكون كل واحد منهما مختلفا عن الآخر لأنه ترتّبَ ترتيبا مختلفا عنه، فحين نأخذ العدد العينة (1 2) فهي مختلفة في ترتيبها عن العينة (2،1)، وحين نأخذ مثلا اسمي (الحاج موسى)، (وموسى الحاج) نجدهما مختلفين في ترتيب الاسم الأول والثاني، مما يجعلنا مثلا ندرك أنّ الأول اسمه الحاج ولقبه موسى، والثاني اسمه موسى، ولقبه الحاج. فهما لا يلتقيان في

الاسم ولا في اللقب، لأننا في اللغة العربية نبدأ في تعريف الشخص باسمه ثم لقبه، ذلك أنّ الترتيبة في مجال التحليل التوفيقي في الرياضيات تراعي الترتيب بين الحروف والأعداد والمجموعات وما شابه ذلك.

ولنأخذ مثالا عن الأرقام في المجموعة {ك}: (1 2 3) المتكونة من ثلاثة أرقام، نستطيع أن نكون منها ستَّ مجموعاتٍ تتكون من ثلاثة أرقام: (1 2 3)، إذ إن الترتيب مهم في هذه العملية، فنأخذ المجموعات التي يمكن تشكيلها: (1 2 3) و(1 3 2) و(2 1 3) و(2 3 1) و(3 1 2) و(3 2 1)، فهي ستُّ مجموعات مختلفة عن بعضها البعض في الترتيب.

وهكذا فإن {ك} مجموعة ذات N عنصرا، إذ إنّ H هو العدد المطلوب أخذه من المجموعة، ويكون H أقل تماما أو يساوي N، وحين أخذ كل العناصر من المجموعة فإننا نراعي الترتيب فيه، فإنْ أخذنا (1 2) كان بإمكاننا أخذ (2 1) لأنها: مرتبة ترتيبا مختلفا.

ونحسبها قانونا كما يأتي: $A_n^{\ h}$؛ إذ إنّ N هو عدد ما في المجموعة، نحو عدد الحروف التي تضمنتها المجموعة مثلا، وH هو عدد الجزء المطلوب أخذه من المجموعة، إذْ إننا نراعي في الأخذ الترتيب، ولكننا لا نراعي التكرار والإعادة. لأنّ أخذ العدد المطلوب من المجموعة سيكون على التوالي؛ أي على مراحلَ وليس دفعةً واحدة، فالمجموعتان: (1 2 3) و(2 3 1)؛ هما فعلا مجموعتان مختلفتان لأن ترتيبهما مختلف، وإن تضمنت إحداهما الأرقام نفسها التي احتوتها المجموعة الأخرى.

ج- كيفية حساب الترتيبة وفق القانون $A_n^{\ h}$: في حساب الترتيبة لا يكون هناك كسر (أي لا بسط ولا مقام)؛ إذ نضرب n في العدد الأصغر منه أي:n−1 ثم في الأصغر منه:n−2 ثم في الأصغر منه؛ n−3 بشكل متتالٍ إلى أن نحقق فيه عدد المضروب h ، كما يأتي: $A_n^{\ h} = n\times(n-1)\times(n-2)\times(n-3)\times\ldots$

د- أمثلة افتراضية :

* لدينا 5 حروف، نأخذ حرفين على التوالي دون إرجاع . **والحل** : $A_5^{\ 2} = 5\times4 = 20$

* لدينا 14 حرفا، نأخذ على التوالي ستّة حروفٍ . **والحل:** $A_{14}^{\ 6} = 14\times13\times12\times11\times10\times9$

* لدينا 8 حروف، نأخذ حرفا ثم نحتفظ به ونأخذ آخر ونحتفظ به ثم نأخذ آخر (يعني أخذنا ثلاثة حروف على التوالي) . **والحل** : $A_8^{\ 3} = 8\times7\times6$

- **ملحوظة:** إذا كان عدد العناصر المأخوذة من المجموعة يساوي عدد العناصر الموجودة في المجموعة نفسها، فإن الترتيبة تسمّى **تبديلة**، إذ نسمي تبديلة للمجموعة K كل تطابق تقابلي للمجموعة K في نفسها. **ومثالها:** نأخذ من المجموعة {1،2،3} ثلاثة أرقام متتالية. **والحل** هو: $A_3^3 = 3\times2\times1 = 6$

ثالثا: مفهوم القائمة E^h **:**

أ- **تعريف القائمة لغة:** من الفعل قام يقوم، قوما وقياما أي انتصب واقفا، وقام قائم الظهيرة؛ أي حان وقت الزوال، وقام الماء؛ ثبت متحيرا لا يجد منفذا[16] .

ولعلّ هذا أقرب معنى لاصطلاح القائمة، فهي تغطي الإمكانات الواردة كلها بالترتيب والتكرار، فلا تبقي إمكانية إلا طرحتها، وسميت قائمة؛ لأن فيها ذكرَ الإمكانات الواردة كلّها دون استثناء.

ب- تعريف القائمة اصطلاحا: هي أن يترتب عددان أو حرفان أو شيئان مع إمكانية تكرار أحد الحروف أو تكرارها جميعها، فتكون كل مجموعة فيها الحروف نفسها مرتبة ترتيبا آخر، أو تكرار حرف واحد أو أكثر مرّات

عديدة بحسب عدد الحروف التي نريد أخذها من المجموعة، فمن المجموعة ذات الرقمين: (1 2)؛ يمكن أن نكوّن المجموعات الآتية من رقمين هي: (1 1) (1 2) (2 1) (2 2).

إن الترتيبة في مجال التحليل التوفيقي في الرياضيات، تراعي الترتيب وإمكانية التكرار بين الحروف والأعداد والمجموعات وما شابه ذلك.

ولنأخذ مثالا عن الأرقام في المجموعة {ك}: (1 2 3) المتكونة من ثلاثة أرقام، نستطيع أن نكوّن منها ستَّ مجموعاتٍ تتكون من ثلاثة أرقام: (1 2 3)، إذ إن الترتيب والتكرار مهم في هذه العملية فنأخذ المجموعات التي يمكن تشكيلها وهي:27 مجموعة:(1 1 1) و(1 1 2) و(1 1 3) و(1 2 1) و(1 2 3) و(1 3 1) و(1 3 1) و(1 3 1) و(1 3 3) (1 2 2) و(2 2 2)و(2 2 1) و(2 2 3) و(2 1 2)و(2 1 3) و(2 3 1) و(2 3 2) و(2 1 1) و(2 3 3)و(3 3 3)و(3 3 1) و(3 3 2) و(3 2 3) و(3 1 1)و(3 2 2)و(3 1 3) و(3 2 1)و(3 1 2).

وهكذا فإن {ك} مجموعة ذات N عنصرًا، إذ إنّ H هو العدد المطلوب أخذه من المجموعة، ويكون H أقل تماما أو يساوي N، وحين نأخذ العناصر كلها من المجموعة، فإننا نراعي الترتيب والتكرار، فإن أخذنا (1 2) كان بإمكاننا أنْ نأخذ: (2 1)، وكذلك يمكننا أخذ: (1 1) و(2 2) لأنّها مرتبة ترتيبا مختلفا وتقبل التكرار.

ونحسبها قانونا كما يأتي: E^h؛ إذ إنّ E هو عدد ما في المجموعة، نحو عدد الحروف التي تضمنتها المجموعة مثلا، وH هو عدد الجزء المطلوب أخذه من المجموعة، إذ إننا نراعي في الأخذ الترتيب والتكرار. لأنّ أخذ العدد المطلوب من المجموعة سيكون على التوالي ويمكن أن يتكرر؛ أي نأخذه ونرجعه ثم نأخذه مرة أخرى، ويمكن أن تتكرر العملية مراتٍ عديدةً، على مراحل، وليس على دفعة واحدة.

ج- كيفية حساب القائمة وفق القانون E^h: إنّ حساب القائمة هو مثل حساب أي عدد له أس، إذ يكون العدد هو عدد الحروف التي في المجموعة، أما الأس فهو عدد الحروف التي نريد أخذها من المجموعة.

د- أمثلة افتراضية:

* لدينا خمسة حروف، نأخذ حرفين على التوالي مع الإرجاع . **الحل:** $5^2 = 5.5 = 25$

* لدينا أربعة عشر حرفا، نأخذ على التوالي ستّة حروفٍ مع إمكانية الإعادة؛ والتكرار،

والحل: 14^6 =14.14.14.14.14.14= 7529536

*لدينا ثمانية حروف، نأخذ حرفا ثم نرجعه، ونأخذ آخر ونرجعه ثم نأخذ آخر (يعني أخذنا ثلاثة حروف على التوالي مع الإرجاع) . **والحل** :$8^3 = 8.8.8 = 512$

رابعا؛ مفهوم الاحتمال: {ك} هي مجموعة الإمكانيات المرتبطة باختبار معيّن. نفرض أن {ك} منتهية، فإن مجموعة الحوادث المرتبطة بالاختبار هي مجموعة أجزاء المجموعة {ك}. أي: ج (ك). ومعنى ذلك أننا بعد حساب الإمكانية العامة، نقوم بحساب إمكانية جزئية لكل عمل نريد القيام به، ثم نقسم كل إمكانية جزئية على عدد الإمكانات العامة.

مثال: لدينا مجموعة (ك) فيها ثلاثة حروف: (ح م ل) نأخذ حرفين على التوالي. نحسب احتمال الحصول على الحرف حاء هو الأول في الكلمة من أجل ترتيب معجمي معين. والحل كالآتي: نحسب الإمكانات العامة وهي: (ح م) (ح ل) (م ح) (م ل) (ل ح) (ل م)، أي: $A_3^2 - 3 \times 2 = 6$

ثم نحسب عدد الإمكانات الجزئية وهي أن نحصل على الحرف (ح) في بداية الكلمة المتكونة من حرفين. في هذه الحالة تكون عندنا مجموعتان هما {ح} و{م $A_1^1 \times A_2^1 = 1 \times 2 - 2$

ل} والحال هو : (ح ل) (ح م)، أي: والاحتمال هو: $\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

المطلب الثاني؛ تطبيق نظريات التحليل التوفيقي وقوانينه حاسوبيا على ألفاظ اللغة العربية:

إن استعمالنا لحوسبة الألفاظ بواسطة التوفيقة يجعلنا نعرف عدد الأعداد التي يمكن إحصاؤها، المتكوّنة من حروف اللغة العربية وفق المجموعات التي تكوّن المعاني، من حرف واحد أو حرفين أو أكثر، مع مراعاة الترتيب في الترتيبة ومراعاة الترتيب والتكرار في القائمة، وعدم مراعاة الترتيب في التوفيقة، وذلك بأنْ نقسم الحروف بحسب صيغة معينة أو مخرج صوت أو بحسب إمكانية اجتماع الحروف أو عدم اجتماعها أو بحسب اعتلال الحروف أو صحتها، إلى مجموعات.

نعلم أنّ في اللغة العربية حروفًا لا يُمْكِنُ اجتماعُها، إذ يفسد النّطق فيها أو يصعب ويستحيل أحيانا. فلا تجتمع (الصاد والقاف والكاف مع الجيم) في كلمة عربية، فإن اجتمعت، تكون الكلمةُ دخيلةً أو معرّبةً، مثل الكلمات الآتية: (صولجان، صاج صهريج، إجاص، منجنيق، سجق، جوالق، جصّ جوقة، جوسق، جلّق، مكياج قرطاج...)، ولا توجد في العربية كلمةٌ فيها راء قبلها لام، فإذا وجدت تكون الكلمةُ دخيلةً أو معرّبةً، مثل كلمة (ليرة)؛ اسم لعملة أجنبية، وأما الكلمات المعرَّفة نحو: (الكريم)، فلا تعتبر كلمةً واحدة، وإنّما هي مجزأة من قسمين: (ال)؛ وهي للتعريف والتحديد والشمول، و(كريم) وهي صفة.

والحروف التي لا تجتمع في اللغة العربية هي: (ث ذ)(ث ز)(ث س)(ث ه)(ج ص) (ج غ) (ج ق)(ح خ) (ح ع) (ح ه)(خ خ) (خ ظ) (خ غ) (خ ه)(د ذ) (ذ ز) (ذ س) (ذ ش) (ذ ص) (ذ ط) (ذ ظ) (ر ل) (ز ص) (ز ظ) (ز ض) (س ص) (س ض) (س ز) (س ظ) (ش ظ) (ش ث) (ص ض) (ص ظ) (ض ث) (ض ت) (ص ظ)(ط ظ) (ط ط) (ط ك) (ط ظ) (ط ك) (ط ث) (ظ ث) (ظ ت) (ظ ظ) (ظ غ) (ع غ) (غ ت) (ف ب) (ق ك) (ك غ).

فإنْ أردنا مثلا أن نُحْصِي الكلمات التي تبدأ بحرف الذال، نأخذ المجموعات التي لا تجتمع الحروف فيها من تلك التي تحتوي حرف الذال وهي: (د ذ) (ذ ز) (ذ س) (ذ ش) (ذ ص) (ذ ط) (ذ ظ) (ث ذ)، ثم نقوم بالعمليات الآتية بحسب المطلوب.

فمثلا؛ نريد تكوين كلمة من ثلاثة حروف تحتوي على حرف الذال، ولا يهم إنْ كانت أعجمية أم لا؛ نضع حرف الذال في مجموعة منفردة، وبقية الحروف في مجموعة ثانية هكذا: (ذ)، و(28 حرفا من حروف العربية دون حرف الذال)، والحساب يكون على النحو الآتي: إن أردنا الكلمات التي يهم الترتيب فيها، وتتكون من ثلاثة حروف إذ تبدأ بالذال فقط، نجدها بتطبيق قانون الترتيبة: $A_1^1 \times A_{28}^2 = 1 \times 28 \times 27 = 756$

إذ وجدنا 756 كلمة تبتدئ بحرف الذال وتتكون من ثلاثة حروف بما فيها المعجمة، فإن استثنينا الحروف التي لا تجتمع مع حرف الذال في العربية، فإننا نقصيها من مجموعة الحروف، وهي ثمانية حروف؛ (د، ز، س، ش، ص، ط، ظ، ث)، فيصير في المجموعة عشرون حرفا. وإذًا فالكلمات التي تتكون من ثلاثة حروف تبدأ بالذال ولا تجتمع مع تلك $A_1^1 \times A_{20}^2 = 1 \times 20 \times 19 \quad 380$ الحروف الثمانية تحسب على النحو الآتي:

قال ابنُ دُرَيْدٍ في الجمهرة: إذا أردت أن تُؤلّف بناءً ثُنائيًّا أو ثلاثيًّا أو رُباعيًّا أو خُماسيًّا فخذْ من كل جنس من أجناس الحروف المتباعدة، ثم أَدِرْ دَارَةً فوقع ثلاثة أحرف حواليها، ثم فُكَّها من عند كل حرفٍ يمنة ويسرة حتى تُفَكّ الأحرفُ الثلاثة فيخرج من الثلاثي ستة أبنية، وتسعة أبنية ثنائية[17].

ولنأخذ مثالا على ذلك: ثلاثةَ حروف متباعدة وهي (م ح ل)، فإنْ أردنا أن نؤلف منها بناء ثلاثيا يهم الترتيب فيها، فيكون الحساب على النحو الآتي: $A_3^3 - 3.2.1 - 6$

ومجموعاتها الست هي: (م ح ل) (م ل ح) (ح م ل) (ح ل م) (ل م ح) (ل ح م)، وإن أردنا أن نؤلف بناء ثنائيا يهم الترتيب فيه، $A_3^3 - 3.2.1 - 6$ فيكون الحساب على النحو الآتي:

ومجموعاتها الستّ هي: (م ح) (م ل) (ح م) (ح ل) (ل م) (ل ح)، وإن أردنا أن نؤلف بناء ثلاثيا يهم الترتيب فيه ويمكن التكرار، فيكون الحساب على النحو الآتي: **3^3= 3. 3 .3=27**

ونتيجة الحساب نوردها في المجموعات الآتية: (م م م)(م م ح)(م م ل)(م ح ل) (م ل ح) (م ل ل) (م ح ح) (م ح م) (م ل م)(ح ح ح) (ح ح م)(ح ح ل)(ح م ل) (ح ل م) (ح م م)(ح ل ل) (ح م ح) (ح ل ح)(ل ل ل) (ل ل م) (ل ل ح) (ل ح م) (ل م ح) (ل م م) (ل ح ح) (ل م ل) (ل ح ل).

وإنْ أردنا أنْ نؤلّفَ بناءً ثنائيا يهمّ فيه الترتيب، ويُمْكِنُ فيه التكرار، يكون الحساب كالآتي: **$9=3^2$ = 3.3**

والمجموعات الناتجة عن هذا الحساب هي:(م م) (م ح) (م ل) (ح م) (ح ح) (ح ل) (ل م) (ل ح) (ل ل).

وإن أردنا أن نؤلف بناء ثلاثيا لا يهم الترتيب فيه، فيكون الحساب كالآتي: $C_3^3 = \frac{3.2.1}{3.2.1} - 1$

والمجموعة الوحيدة الناتجة عن الحساب هي: (م ل ح)؛ لأنه لا يهم فيها الترتيب، فحين نقول: (م ل ح) أو (ل ح م) أو (ح ل م) فهي الحروف نفسها، مختلف ترتيبها، وفي التوفيقة لا يهم الترتيب.

وإن أردنا أن نؤلف بناء ثنائيا لا يهم الترتيب فيه، فيكون الحساب على النحو الآتي: $C_3^2 - \frac{3.2}{2.1} = 3$

والمجموعات هي : (م ح) (م ل) (ح ل)

ويمكننا بهذه الطريقة استخراج الحروف المتباعدة جميعها، وإحصاء جميع الكلمات بمختلف الصيغ التي هي من كلام العرب فقط، أو التي هي من غير كلام العرب، أو من كليهما معا.

فإذا أردنا أن نستقصي من كلام العرب ما كان على حرفين مما تكلّموا به أو رغبوا عنه مما يَأتَلف أو لا يأتلف، مثل: كم، قد، عن، وأخواتها، فلْنَنْظُرْ إلى الحروف المعجمة، وهي ثمانيةٌ وعشرون حرفًا، والكلمات متكونة من حرفين، إذ يكون الترتيب والتكرار، ونسميها قائمة، نقوم بالعملية الآتية: **28^2 = 28 . 28 = 784**

فإن كانت الكلمات تقبل التكرار، كان حسابها على النحو الآتي:

وهكذا باستعمال عمليات التحليل التوفيقي بحسب الترتيب أو $A_{28}^2 = 28.27 = 756$ الترتيب والتكرار أو عدم الترتيب، فإننا نجد ستمائة بناء لكلمات حروفها صحيحة ثنائية لا واو فيها ولا ياء ولا همزة، وثلاثمائة قبل القلب، ونجد مائة وخمسين بناء ثنائية ممزوجة بهذه الأحرف الثلاثة المعتلة (الياء والواو والهمزة)،وهي خمسة وسبعون بناءً ثنائيًا قبل القلب، ونجد ستة أبنية معتلّة، وهي ثلاثة أبنية قبل القلْب، ونجد ثلاثة أبنية مضاعفة، وخمسة وعشرين بناء ثنائيًا صحاحًا مضاعفة.

وإذا أردنا أن نؤلّف الثلاثي متكونة من الحروف المعتلة، فنحسبها بالقائمة كما يأتي: **3^3 = 3.3.3= 27**

والنتيجة هي سبعة وعشرون بناء ثلاثية معتلات كلها، ونضرب الثلاثة المعتلات في مائة وخمسين بناء ثنائياً، حرف منها صحيح وحرف منها معتل، والنتيجة أربعمائة وخمسون بناء ثلاثيا، حرفان منها معتلاّن وحرف صحيح، ونضرب الثلاثة المعتلات في ستمائة بناء صحيحة الحرفين، والنتيجة هي ألف وثمانمائة بناء ثلاثي،

حرفان منها صحيحان، وحرف معتل ونضرب خمسة وعشرين حرفًا صحيحًا في ستمائة بناء ثنائيّ صحاح الحروف، والنتيجة خمسة عشر ألفًا وستمائة وخمسة وعشرين (15625) بناء ثلاثياً فهذا أكثرُ ما يخرج من البناء الثلاثي.

فإذا أردت أن تؤلّف الرباعي، فعلى القياس نضرب الثلاثة المعتلات في سبعة وعشرين بناءً ثلاثيًا، ونضرب في أربعمائة وخمسين، ثم في الألف والثمانمائة، ثم نضرب الخمسة والعشرين الصحاح في الخمسة عشر ألف بناء ثلاثي صحاح الحروف فما بَلَغ فهو عدد الأبنية الرباعية، وكذلك العمل مع الخماسي الصحيح، وأما السداسي فلا يكون إلاّ بالزوائد.

ذكر حمزة الأصفهاني في كتاب "الموازنة" فيما نقل عنه المؤرخون، قال: ذَكَر الخليل في كتاب "العَيْن" أنّ مبلغ عدد أبنية كلام العرب المُسْتَعمَل والمهمل على مراتبها الأربع، من الثنائيّ والثلاثي والرباعي والخماسي من غير تكرار، اثنا عشر ألف ألف وثلاثمائة ألف وخمسة آلاف وأربعمائة واثنا عشر، والثنائي سَبعمائة وستة وخمسون، والثلاثي؛ تسعة آلاف ألف وستمائة وخمسون، والرباعي؛ أربعمائة مائة ألف وواحد وتسعون ألفًا وأربعمائة، والخماسي؛ أحد عشر ألف ألف وسبعمائة ألف وثلاثة وتسعون ألفاً وستمائة[18].

وقال أبو بكر محمد بن حسن الزَّبيدي في "مختصر كتاب العَين": عدّةُ مُسْتَعْمَلِ الكلام كلّه ومُهمَلِه ستةُ آلاف ألف وستّمائة ألف وتسعةٌ وخمسون ألفاً وأربعمائة، والمستعملُ منه هو خمسةُ آلاف وستمائة وعشرون والمهملُ منه ستة آلاف ألف وستمائة ألف وثلاثة وتسعون ألفاً وسبعمائة وثمانون، وعِدَّةُ الصحيح منه ستة آلاف ألف وستمائة ألف وثلاثة وخمسون ألفاً وأربعمائة، والمعتلّ ستة آلاف، والمستعملُ من الصحيح ثلاثة آلاف وتسعمائة وأربعة وأربعون، والمهملُ منه ستة آلاف ألف وتسعة وثمانون ألفاً وأربعمائة وستة وخمسون، والمستعمل من المعتل ألف وستمائة وستة وسبعون، والمهملُ منه أربعة آلاف وثلاثمائة وأربعة وعشرون. وعدّة الثنائيّ: سبعمائة وخمسون، والمستعملُ منه أربعمائة وتسعة وثمانون، والمهملُ مائتان وواحد وستون، والصحيح منه ستّمائة، والمعتل مائة وخمسون، المستعمل من الصحيح أربعمائة وثلاثة، والمهمل مائة وسبعة وتسعون والمستعمل من المعتل ستة وثمانون، والمهملُ أربعة وستون.وعدّة الثلاثي :تسعة عشر ألفاً وستمائة وخمسون والمستعمل منه أربعة آلاف ومائتان وتسعة وستون، والمهملُ خمسة عشر ألفاً وثلاثمائة وواحد وثمانون، والصحيح منه ثلاثة عشر ألفاً وثمانمائة والمعتلُّ سوى اللّفيف، خمسة آلاف وأربعمائة واللّفيفُ أربعمائة وخمسون والمستعمل من الصحيح ألفان وستمائة وتسعة وسبعون، والمهملُ أحد عشر ألفاً ومائة وواحد وعشرون، والمستعملُ من المعتل سوى اللّفيف ألف وأربعمائة وأربعة وثلاثون، والمهملُ ثلاثة آلاف وتسعمائة وستة وستون، والمستعملُ من اللفيف مائة وستة وخمسون، والمهملُ مائتان وأربعة وتسعون.وعدّة الرّباعيّ: ثلاثمائة ألف وثلاثة آلاف وأربعمائة، والمستعمل ثمانمائة وعشرون، والمهملُ ثلاثمائة ألف وألفان وخمسائة وثمانون. وعدَّة الخماسيّ: ستة آلاف ألف وثلاثمائة ألف وخمسة وسبعون ألفاً وستمائة، والمستعمل منه اثنان وأربعون، والمهملُ ستة آلاف ألف وثلاثمائة ألف وخمسة وسبعون ألفاً وخمسمائة وثمانية وخمسون[19].

قال الزَّبيدي: وهذا العددُ من الرباعي والخماسي على الخمسة والعشرين حرفاً من حروف المعجم خاصة دون الهمزة وغيرها، وعلى ألاّ يتكرر في الرباعي والخماسيّ حرف من نَفْس الكلمة، قال: وعدّة الثنائي الخفيف والضربين من المضاعف، ألفا حرف ومائتا حرف وخمسة وسبعون حرفاً، المستعملُ من ذلك ألف حرف وثمانمائة

وخمسة وعشرون والمعتل أربعمائة وخمسون، والمستعملُ من الصحيح تسعة وخمسون، والمهمل ألف وسبعمائة وستة وستون، والمستعملُ من المعتل ثلاثة وأربعون والمهمل أربعمائة وسبعة[20].

نتيجة: علينا أن نبرمج الكمبيوتر في خدمة اللغة العربية بحسب نظرية السياق ووفقا للمعادلات الرياضية المتعلقة بالترتيبة والتوفيقة والقائمة، بحسب مخارج الصوت والاعتلال والصحة، فالتحليل التوفيقي هو أفضل الطرق لحوسبة الألفاظ بطريقة آلية، تأتينا بالألفاظ العربية وغير العربية، والهجينة، كما تأتينا بالألفاظ القديمة والألفاظ الحديثة، وبألفاظ لم تستعمل بعد، عساها تكون في زمن سيأتي، وبهذا يكون التنبؤ للفظ الذي لم يولد بعد.

الإحالات والهوامش:

1- أحمد مختار عمر، معجم اللغة العربية المعاصر، (2008م)، عالم الكتب، القاهرة، ط:1، ص 283.

2-D.E.Comer and David Gries,(1989م),Computing as a discipline.Magazine-Communications of the ACM . Volume 32, Issue 1, ACM Press, New York, NY, p 9.

3- IPID, p 10.

4 -IPID. p 10-11.

5-Peter Mell and Timothy Grance: The NIST Definition of cloud computing, recommendations of the national institute of standards and technology. USA,2011, p 2.

6- أبو منصور **الأزهري** (1967)، تهذيب اللغة. تحقيق: عبد السلام هارون وآخرون. الدار المصرية للتأليف والترجمة، القاهرة، ج:4، ص 232–233.

7- بن **منظور**، (د.ت)، لسان العرب، دار المعارف، القاهرة. ص 311.

8- المعجم الوسيط (2004)، دار الشروق الدولية، ، مجلد1، ط4، مادة: (حسب)

9-Peter Mell. Timothy Grance : The NIST Definition of cloud computing, p 3.

10-Ibid, p 6.

11-Ibid, p 6.

12-Ibid, p 6.

13-Ibid, p 8.

14- المنجد في اللغة (2003م)، دار المشرق، بيروت، ط:40، ص 911.

15 - المعجم الوسيط (2004)، مادة: (رتب).

16- المرجع نفسه. مادة: (قام).

17- ابن **دريد** (1987م)، جمهرة اللغة. دار العلم للملايين، بيروت، لبنان، ج:1، ص 4.

18- ينظر: **السيوطي**، (1986)، المزهر في علوم اللغة وأنواعها، تحقيق: محمد جاد المولى بك، ومحمد أبو الفضل إبراهيم، وعلي محمد البجاوي. المكتبة العصرية، بيروت، لبنان، ج:1. ص 74.

19- المرجع نفسه. ص75.

20- المرجع نفسه. الصفحة نفسها.

قائمة المصادر والمراجع:

الكتب التراثية:

1- ابن دريد الأزدي؛ ت:321هـ/933م، (1987م)، جمهرة اللغة. دار العلم للملايين، بيروت، لبنان.

2- جلال الدين السيوطي؛ ت:911هـ/1505م، (1986)، المزهر في علوم اللغة وأنواعها، تحقيق: محمد جاد المولى بك، ومحمد أبو الفضل إبراهيم، وعلي محمد البجاوي. المكتبة العصرية، بيروت، لبنان.

3- أبو منصور الأزهري؛ ت:370هـ/981م، (1967)، تهذيب اللغة. تحقيق: عبد السلام هارون وآخرون. الدار المصرية للتأليف والترجمة، القاهرة.

4- ابن منظور الأنصاري؛ ت:711هـ/1311م، (د.ت)، لسان العرب. دار المعارف، القاهرة.

الكتب الحديثة باللغة العربية:

1– أحمد مختار عمر، معجم اللغة العربية المعاصر، (2008م)، عالم الكتب، القاهرة، ط 1.

2–المعجم الوسيط (2004)، دار الشروق الدولية، ، مجلد1، ط 4.

3–المنجد في اللغة (2003م)، دار المشرق، بيروت، ط 40.

الكتب الحديثة باللغة الإنجليزية:

1- D.E.Comer and David Gries and others,(1989م), Computing as a discipline. Magazine; Communications of the ACM . Volume 32 , Issue 1, ACM Press, New York, NY,

2- Peter Mell and Timothy Grance: The NIST Definition of cloud computing, recommendations of the national institute of standards and technology. USA, 2011