البَصمَة الصّوتيّة – مجالُ التّطبيق.

voiceprint: field of application.

أ.د. محمّد هتهوت

m.hathout@univ-blida2.dz

مخبر اللّغة العربية وآدابها، جامعة البُليدة 02–لونيسي علي (الجزائر)

تاريخ الارسال 2025/06/09	تاريخ القبول 2025/09/14	تاريخ النشر 2025/12/15

الملخص

إنّ الصّوتَ البَشري، سِمةٌ مائزةٌ، اختصّ بها الإنسان للتّعبير عن مكنوناتِه وأغراضِه، وتختلف هذه الموارد الصّوتيّة في نواحي انتظامِها وتأليفِها مِن جماعةٍ لغويّةٍ إلى أُخرى بحيث تكون مفهومةً في نطاقِ هذه الجماعَة؛ وسمةُ الاختلافِ والتّمايُز –إذا ما دقّقنا النّظر– نجِدُها تقعُ بين الفئاتِ العُمريّة وبين الذّكور والإناث وحتّى عند الشّخص الواحِد إذا استخدمنا أجهزةً تقنيّة للتّعرّف الصّوتي، مثل المطياف؛ وتتحكّم في هذه التّبايُنات الصّوتيّة عناصر نفسيّة واجتماعيّة وغيرها.

ولا شكّ أنّ الصفةَ الصّوتيّة –لشدّة ما صارت علامةً فرديّةً– اتّخذت تسمية البَصمة الصّوتيّة على شاكلةِ الصّفاتِ الوراثيّة الجينيّة الأخرى، أحد المفاهيمِ الّتي أثمرتها الصّوتيّات الجنائيّة معينًا للقضاء وأداةً لإثبات التّهم أو نفيها؛ وقد زاد مِن الاستناد إلى المادّة الصّوتيّة التّواصلات الإلكترونيّة والتّعامل الواسع بالرّسائِل الصّوتيّة عبر الدُّول وبين الأفراد؛ وعليه تبتغي هذه الأوراق إلقاء الضّوء على الجانب التّطبيقي والعملي للدّراسة الصّوتيّة وما يُمكن أن تُقدّمه للاستقصاء القضائي والجنائي.

Abstract

The human voice is a distinctive feature that sets humans apart, allowing them to express their inner thoughts and purposes. These vocal resources vary in their organization and composition from one linguistic community to another, in such a way that they are understood within the scope of that community. The characteristic of difference and distinction, upon closer examination, can be observed between age groups, between males and females, and even in the same individual when using technological devices for voice recognition, such as a spectrograph. These vocal variations are influenced by psychological, social, and other factors.

There is no doubt that the vocal characteristic, having become so uniquely individual, has come to be referred to as a "voiceprint" much like other genetic hereditary traits. This is one of the concepts developed by forensic phonetics as a resource for the judiciary and a tool for proving or disproving accusations. The reliance on audio material has increased with the rise of electronic communications

and the widespread use of voice messages across countries and among individuals. Accordingly, this paper seeks to shed light on the practical and applied aspects of phonetic study and what it can offer to judicial and criminal investigations.		
Keywords :human voice; Forensic phonetics; voiceprint; physics of sound; interdisciplinarity.		**كلمات مفتاحية:** الصّوت البَشري؛ الصّوتيّات الجنائيّة؛ البَصمة الصّوتيّة؛ فزيائيّة الصّوت؛ البينيّة.

المؤلف المرسل: محمّد هتهوت، **الإيميل:** m.hathout@univ-blida2.dz

1. مقدمة :

تُميّز سمةُ البينيّة (interdisciplinarity) العلوم في الفترات الحديثة، فانقضَت الحدودُ بين مجالاتٍ كثيرةٍ، وأصبح طبعُ التّخصّصات الأخذُ والعطاء، نظرًا لما يُقدّمُه كلٌّ منهم مِن نفعٍ ومعطياتٍ عن الظّواهِر الّتي تُشكّل تقاطعًا معها. والدّراسة الصّوتيّة (الصّوتيّات) إحدى أهمّ الدّراسات الّتي رافقتها علومٌ نحو: علم التّشريح، والفيزياء، وعلم الأعصاب، والإلكترونيك وغيرها، ذلك للوصول إلى حقائق ثابتَة عَن الصّوتِ والصّوتِ البشري وكيفيّة انتاجِه وانتقالِه وادراكه وتفسيره. وقد رفدت الصّوتيّات مجالاتٍ أخرى، مثل: علم الإجرام والقضاء، والتّرجميّات وعلوم الإعلام والاتّصال وغير ذلك.

والّذي يطرحُه هذا المقال، جُملةٌ مِن التّساؤلات في الآتي: ما الصّوتيّات؟ ما الصّوت والصّوت البشري؟ كيف تُحلّل الأصوات؟ فيم تتمايز الأصوات اللّغويّة؟ كيف تُفيد الصّوتيّات مجال القضاء؟ هل تدّل الأصوات البشريّة –فعلا–على الملامح الشّخصيّة؟ ما البصمة الصّوتيّة وهل يُمكن اعتمادها حجةً وإثباتًا قضائيًّا؟

وقد استندت هذه الأوراق البحثيّة إلى المنهجِ الوصفي التّحليلي الّذي يُقرّر الوقائعَ الصّوتيّة ويبحث كيفيّة تحديد خصائِصها والاستناد إليها ملمحًا شخصيًّا، وكذا أدوات الصّوتيّات في مقاربةِ الظّواهر الصّوتيّة وكيف لها أن تكونَ إجراءً معينًا لمباحثِ القضاءِ والجنايات.

2.الصّوتيّات علمًا:

الصّوتيّات[1] علمٌ قديم، فقد أسهمت في بنائِه حضاراتٌ عُظمى، هنديّة ويونانيّة وعربيّة وغيرها؛ وجديدٌ حيث صار علمًا قائمًا بذاتِه تداخلت معه علومٌ أخرى مجاورَة، مثل علم التّشريح والفيزياء وعلم الأعصاب، والإلكترونيك وكلّ ما تعلّق بالصّوت عمومًا. وأمّا النّظر اللّسانيّ، فقد صنّف هذا المجال الدّراسي مقدّمًا إياه على بقيّة المجالات (علم الصّرف، علم التّركيب، علم الدّلالة)؛ ثمّ إنّها فرّقت بين فرعين، وهما: الصّوتيّات (phonetics) والصّواتة[2]/الفونولوجيا (phonology)، إذ الأولى تُعنى بِالأصوات فرُادى مُنعزلة غير دالةٍ، وعليه فهي فرعٌ من الفيزياء، تقيس شدّتها وكثافتها وتردّدها ومدّتها (ذبذبات وموجات صوتيّة)؛ أمّا الثّاني، فهو أحد فروع اللّسانيّات العامّة، " الذي يدرسُ العلاقات بين أصوات الكلام في لغاتٍ معينة وفي اللّغات عمومًا، على نقيض الصوتيّات [...] بدأ الموضوع فقط في تمييز الصّوتيات أواخر القرن التاسع عشر، وقد كان التّمييز غير واضحٍ ولا راسخٍ حتى فترة طويلة من هذا القرن، وهو عملٌ ناتجٌ عمّا قامت به مدرسةُ براغ والّتي أشاعت مصطلح "الصّواتة" phonology "[3] المنبني على " تَمييز خُصوصيَّة الأصوات، ليسَ مِن منظورِ انتاجِها، وإنّما آخذين في الاعتبار دورها في النِّظام الصّواتيّ "[4]

3–سمات الأصوات /فيزيائيّة الصّوت:

يولدُ الصَّوت جرّاء الاهتزازات ومعنى الاهتزاز تلك الحركة المنتظمة السريعة ذهابا وإيابا؛ والاهتزازات التي ينشأ عنها الصوت تسبب اهتزازا وتموجات في الهواء، وتنتشر هذه التّموجات في الهواءِ في جميع الاتجاهات مِن مركزِ الصّوت، فهي لا ترحلُ ولكنّها تتذبذبُ ذهابًا وعودةً في اتّجاهٍ موازٍ لاتّجاهِ الموجَة. ويُعدُّ " الصّوت أحدُ أشكالِ الطّاقة والعنصرُ الأساسي، بما يحويهِ من ذبذباتٍ وتموجاتٍ، وتقوم عليه صناعةِ العمليّة الكلاميّة، بعد أن تنتظمَ في أحداثٍ وتداعيات، يقود بعضها البعض لاستكمال رسمِ أبعاد الموقف اللّغوي، في دائرةٍ تضمُّ بين محيطِها ومركزِ الارتباط، ذاتيّة الإرسال والاستقبال "[5]

وعليه، فالصّوت [6] واقعةٌ فيزيائيّة ماديّة تنتشر في الهواء أو الماء وغيرهما، في شكل موجاتٍ وذبذباتٍ بين محلّ الصّوت أو الصّدمة أو الإرسال وبين تلقي هذه الموجة والذّبذبة، ولا يخلو صوتٌ مِن هذه المراحل الثلاث، أي: الانبعاث والانتقال والالتقاط. " فالصّوت noise مهما كان مصدره أو أصله يحتوي على اضطراب مادي في الهواء يتمثّل في قوة أو ضعف سريعين للضغط المتحرّك من المصدر في اتّجاه الخارج، ثمّ ضعف تدريجي ينتهي إلى نقطة الزّوال النّهائي. وتعقدُ عادةً مقارنةُ هذا بما يحدثُ من تموجاتٍ نتيجة إلقاء حجرٍ على سطحِ ماء أملس "[7]

ومِن اهتماماتِ هذه الدّراسة" الأبعاد المادّية أو الفيزيائيّة للصّوت الإنساني أثناء مرحلتها الانتقاليّة مِن فم المتكلّم إلى أذن السامع. هذه المرحلة تمثّل الميدان التّطبيقي لحدوث الذّبذبات والموجات الصّوتيّة الّتي تنتقل عبر الوسط الهوائي "[8]؛ فليس هناك فرقٌ بين ما تُنتجه الموجودات في الطبيعة من تذبذبات، وما يُنتجُه جهاز النّطق البشري.

والصّوت –أيضًا–قياسيًّا [9]، " يشتمل على موجاتٍ تنتشرُ في الهواء بسرعة 340 مترا في الثّانية، وأمّا في الأوساط الأخرى (كالسّوائل، والغاز، والأجسام الصّلبة) فإنّ له سرعةً وقدرةً تنبعانِ مِن درجةِ مرونتِها، وتنشأ الموجة بدورها من ذبذبة (حركة متكرّرة) يمكن أن تكون: 1–دورية أو غير دوريّة 2–بسيطة أو مركّبة "[10]. وللذّبذبة (vibration) خصائِص تكشفُ عن حقيقتِها وطبيعتها، كما يُمكن أن تكون مُعطى مهمًّا لبحث هويّات الأشخاص والتّعرّف عليهم؛ وتتمثّل في الآتي:

3–1–التردُّد: (frequency)

القصد مِن التردُّد " عدد الدّورات الكاملة في الثّانية. " وكلّ جسمٍ متذبذبٍ له تردّده الخاصّ الّذي تتحكم فيه مجموعةٌ من العوامل المتعلّقة بالجسم المتذبذب مثل: الوزن، والطول، وبالنسبة للأوتار: نسبة الشدّ، وبالنسبة للتجاويف: الكتلة، والشّكل، والامتداد..."[11]، وتقاس بالهرتز (Hertz). وأقلّ تردّدٍ تستطيع الأذن البشريّة العادية أن تسمعه يقع بين عشرين دورة في الثّانية (20Hz) وبين عشريين ألف د/ث (20kHz). والّذي يقلّ تردّده عن عشرين د/ث فلا يمكن لعضو الأذن التقاطه

(infrasonic)، وأمّا ما تجاوز عشرين ألف د/ث، فلا تستبينه الأذن " ربّما لأنّ طبلة الأذن، وسلسلة العُظيْمَات المتّصلة بها لا يُمكن أن تتذبذب أسرع بدرجةٍ كافية "[12] (ultrasonic).

3–2–السّعة: (amplitude)

تمثّلُ السّعةُ " المسافة الّتي يتحرّك إليها الجُزء مِن نقطةِ الراحة إلى أقصى نقطةٍ يصلُ إليها الجُزء اسم سعة الذّبذبة "[13]، أو هي:" الفرق بين نقطةِ سُكونِ جُزيئات الهواءِ والنّقطة القُصوى الّتي تصلُ إليها خِلال حركتِه "[14]

3–3–العلو: (loudness)

ويُطلق على إحدى " صفات الصّوت، تُسمىّ أيضا عُلُوَّ الصوتِ، ويَعي ارتِفاعَ الصوت، الذي يَتَحكَّم فيه اتّساعُ مَوجَةِ الصوتِ أو حرَكةُ الذَّبْذَبة .وتوصَف جَهارَةُ الصوت، من الناحية اللّغويّةِ النّفسية، بأنّها إحساسٌ نفسيّ حَولَ الشِّدَّةِ المرادِ قِياسُها، أو كميَّةُ استِجابَةِ الأذُنِ لاختلاف الصّوتِ مِن حيث الضَّغطُ والشِّدَّة."[15]

3–4–درجة الصّوت: (pitch)

يُرادُ بدرجة الصّوت، سُمكُه " أو دقّته، وتتوقّف الدّرجة على التّردّد، أو إن شئت قلت على عدد الذّبذبات الّتي يُنتِجُها الجسم في الثّانية الواحدة. إذا كثر عدد الذّبذبات في الثّانية الواحدة كان الصّوت دقيقًا، وإذا قلّ كان الصّوت سميكًا "[16] " وله تعلّقٌ بمجال الموسيقى، فهو " المقياس الموسيقي الّذي يُدركه من له إلمامٌ بفن الموسيقى، ويُقسّم السُّلم الموسيقي إلى درجات هي ما يُرمز لها في الموسيقى الأوروبيّة بالرّموز. do, re, mi, fa, sol, la, si "[17]

3–5–نوع الصّوت: (timbre)

يتمثّل نوع الصّوتِ في الفرق " بين نغمتينِ موسيقيتينِ ربّما اتّفقتا في درجة الصّوت pitch وفي العلو loudness ولكنّهما أنتجتا بِآلتين مختلفتين مثل بيانو وكمان "[18]، أو تلك " الخصائِصُ النغميّة الإدراكيّة الّتي تُميّز صوتًا، (خصوصًا الصوائت) عن غيره من الأصوات "[19]

3-6-الطّيف التّردّدي: (spectrum)

وهو أساسٌ في معرفةِ خصوصيّة الصّوت، وقد جاء في معجم كريستل دافيد (CRYSTAL David)، ما نصّه:" مصطلحٌ مشتقٌ مِن مباحث فيزياء الصّوت، ومستعملٌ في الصّوتيّات الأكوستيّة، ويُحيل إلى المكوّنات الأكوستيّة الّتي مِن شأنها إيضاحُ وتعريف موجةٍ صوتيّة مركّبة. والتّحليل الطّيفي، رسمٌ بياني، يُعرَضُ فيه أحد محاور التّردد التّوافقي، بينما يُبيّن الآخر سِعتَه. وتتوفّر شتى أجهزة قياس الأطياف وعرضها، ولكنّ المطياف، أكثر استخدامًا في الصّوتيّات "[20]؛ واعتمادًا على المحوّل فورييه السّريع (fast fourier transform)، تلك الخوارزميّة الرياضيّة الّتي تُتيح تحويل الإشارة الصّوتيّة مِن الحيّز الزّمني (time domain) إلى الحيّز التّردُّدي (frequency domain)، هذا التّحويل يسمح بفهم مكوّنات التّردد داخل الإشارة الصّوتيّة وهو أمرٌ جوهري في كثيرٍ من التّطبيقات، مثل التّعرّف على المتحدّث، التّعرّف على الكلام، تحليل البصمَة الصّوتيّة، وتشخيص الأمراض مِن الصّوت.

2-1-المطياف: (spectrograph):

يُعدّ هذا الجهاز، أهمّ معدّات قياس الموارد الصّوتيّة، إذ هو" جهازٌ محلّل للصّوت يُتيح تقسيم الموجة الصّوتيّة إلى جزئيّات تعزلُ عن بعضها وتُسجّل منفرد لكي تُصبح النتيجة طيفًا مرئيًّا. لقد أنتج أول نموذج في ألمانيا قبل الحرب العالمية الثانية، بينما يُعدّ النموذج الإنجليزي النّوع الأكثر شيوعا. "[21]

2-2-خصوصيّة الصّوت البشري:

حبا الله -سبحانه جلّ في علاه-الإنسان بملكةِ اللّسان وجعله يتميّز عن سائر مخلوقاته، والمذهلُ المثيرُ للدهشةِ أنَّ التّباين والاختلاف قائمٌ بين الجماعات اللّسانيّة رغم اتّفاقها في الأعضاء المنتِجة للكلام، يقول الله تعالى في محكمِ تنزيله:﴿ وَمِن آيَاتِهِ خَلْقُ السَمَاوَاتِ وَالأَرضِ وَاخْتِلافُ أَلْسِنَتِكُم وَأَلْوَانِكُم إِنَّ فِي ذَلِكَ لِآيَاتٍ لِلْعَالَمِينَ ﴾[الروم: 22]

ولابدّ لحدوث التّواصل البشري، مِن عناصر ثلاثة للعمليّة اللّسانيّة: الجانب الإنتاجي (production aspect)، والجانب الانتقالي (transmission aspect)، والجانب الاستقبالي

(reception aspect). وتمثّل المرحلة الأولى، تأدية الأصوات في جهاز النّطق، مِن خلال تعاضد جملة مِن الأعضاء (أعضاء النُّطق) وتناغُمها مع الجهاز العصبي المركزي ثمّ إرسالها في سلسلةٍ كلاميّةٍ متباينةٍ مختلفةٍ؛ وبعدها مرحلةُ انتقال هذه السلسلة الكلاميّة عبر الهواء مشكّلةً موجاتٍ وذبذباتٍ متمايزةً طولاً وشدّةً وتردّدًا، لينتهي بها المقام في جهاز الاستقبال فتلتقطها الأذن ويحلّلها الجهاز العصبي المركزي.

ولا يبدو الاختلاف في السّلسلةِ الكلاميّةِ للشّخص ذاته، وإنّما قد يكون تبعًا للجنسِ والعمر؛ وقد " درس علماءُ التّشريح هذين الوترين الصّوتيين فوجدوا أنّ طولَ كلّ منهما يتراوح بين 22 مليمترًا و27 مليمترًا، وهما عند الرّجال أطولُ ممّا هما عليه عند النّساء وأغلظ، ممّا يؤدّي إلى انخفاض معدّل تذبذُبِهما عند الرّجال، لأنّ تذبذُبَهما يكونُ كبيرًا كلّما كانا قصيرين ورقيقين، والعكس بالعكس "[22]؛ وحسب الدّراسات المعمليّة المختبريّة، فمعدّل تواتر اهتزازات الوترين الصّوتيين أو تذبذبهما في الكلام العادي: 100 إلى 200 د/ث عند الرّجل، وأمّا عند المرأة فـ: 200 إلى 300 د/ث ، وعند الطّفل، فهو: 300 إلى 400 د/ث.

وقد قدّمت الصّوائَة (phonology) أدوات الدّراسة لتمييزِ الأصوات البشريّة، مِن حيث تحديدِ المخارج والصّفات، وهو الّذي اجتمع فيما اصطُلِحَ عليه، الصُّوَيْت/الفونيم (the phoneme)، الّذي استُعمِل في بادئ الأمر لمعنى الصّوت مطلقًا، " وبمرور الزمن وتطور الفكر الصّوتي، قُصِر استخدامه للإشارة إلى الصّوت المعيّن من حيث قيمته ووظيفته في اللّغة المعيّنة، وينعته بعضهم بالوحدة الصّوتيّة "[23]؛ ويعني –أيضًا–الوِحدة الّتي " يمكن تحقيقها صوتيًا بطريقةٍ مختلفة، وهي أيضًا جزءٌ مِن نظام الأصوات. والمهم في الصُّوَيْت –إضافةً إلى ذلك–وظيفته في تمييز المعاني."[24]

وللمتقدّمين العرب إشاراتٌ واضحةٌ تتعلّقُ بخصوصيّة الصّوت البشري ومكوّناته، وإن افتقدوا إلى العلوم المجاورة المعينة على الفحص الدقيق؛ فمن ذلك نصّ ابن جني (ت 392هـ) في سرّ الصناعة الاعراب، جاء فيه :" ولأجلِ ما ذكرناه مِن اختلافِ الأجراس في حروفِ المعجم باختلافِ مقاطعِها، الّتي هي أسباب تبايُنِ أصدائِها، ما شبّه بعضهم الحلق والفم بالنّاي، فإنّ الصّوت يخرج فيه مستطيلاً أملس

ساذجًا، كما يجري الصّوت في الألف غُفلاً بغير صنعة، فإذا وضع الزّامر أنامله على خروقِ النّاي المنسوقة، وراوح بين عمله، اختلفت الأصوات، وسُمِع لكلّ خرقٍ منها صوت لا يشبه صاحبه، فكذلك إذا قُطع الصّوت في الحلقِ والفمِ باعتماد على جهات مختلفة كان سبب استماعنا هذه الأصوات المختلفة. ونظير ذلك أيضا وتر العود، فإنّ الضارب إذا ضربه وهو مرْسَل سمعت له صوتًا، فإن حصر آخر الوتر ببعض أصابعه يسراه أدّى صوتًا آخر، فإن أدناها قليلا سمعت غير الاثنين، ثمّ كذلك كلّما أدنى أصبعه من أوّل الوترِ تشكّلت لك أصداءٌ مختلفَة "[25]، وخاض ابن سينا (ت428هـ) في مؤلّفِه القيّم، أسباب حدوث الحروف، أشواطًا مهمّة وهو يصف فزيائيّة الصّوت، يقول: " أظنّ أنّ الصّوت سببه القريب تموّج الهواء دُفعةً بسرعةٍ وبقوّةٍ مِن أيّ سببٍ كان. والّذي يُشترطُ فيه مِن أمرِ القرعِ عساه ألا يكون سببًا كُليًّا للصّوت، بل كأنّه سببٌ أكثريّ، ثمّ إن كان سببًا كليًّا فهو سبب بعيد، ليس السبب المُلاصِق لوجود الصّوت "[26]

4. بينيّة الصّوتيّات:

تخلّصت الصّوتيّات مِن النّظرة البنويّة الداخليّة نسبيًّا، وبدأت تستعينُ بعلومٍ أُخرى، " ولكن الأمر قد تغيّر بتأثير تطوّر هامّ في الدّراسات التّشريحيّة، حيث اهتمّ علماء التّشريح بمعرفة العمليّات الكلاميّة العضويّة حتّى يُستفاد بهذه المعرفة في علاج عُيوب الكلام. ونشأ فرعٌ خاصّ من الدّراسة (phonetrics)، يتعاون فيه الطّب وعالم الصّوت كما اهتمّ علماء الاتّصالات (communications) بالربط بين العمليات العضويّة والآثار السماعيّة (Acoustics) الناتجة عنها وخاصّة بعد أن تطوّرت أجهزة إنتاج الكلام الصّناعي والتّرجمة الآليّة والتّحليل الصّوتي "[27]؛ واستعانت الصوتيّات بعلم التّشريح (Anatomy) في تشريح جهاز النّطق وتحديد مواضع نطق الأصوات اللّغويّة والفسيولوجيا (physiology)، وكذا جهاز السّمع؛ واستفادت مِن الفيزياء لبحث خصائص الموجات الصّوتيّة (physics)، وعلم الأعصابِ (neurology) في تعامل مع الرّسالة الصوتيّة ومعالجتها في الدّماغ، وعلم النّفس (psychology) ومدى تأثّر الجهاز النّفسي وما ينجرّ عن ذلك مِن اضطرابات

نطقيّة وغيرها. وصارت مجالاً ذا أهميّة في التّحري واستقصاء الجرائم كأدلّةٍ ماديّة عن الأشخاص وإثبات التّهم عليهم أو لهم؛ وانبثق عن ذلك مفهوم الصّوتيّات الجنائيّة (forensic phonetics).

4–البَصمة الصّوتيّة:

4–1–في معنى البَصمَة:

يورد ابن منظور (ت 711هـ) جملةً من المعاني:" رجلٌ ذو بُصْمٍ: غليظ. وثوبٌ له بُصْمٌ إذا كان كثيفًا كثير الغَزْل. والبُصْمُ: فَوْتُ ما بين طَرَفِ الخِنصِر إلى طَرَفِ البِنْصِر (عَن أبي مالك وَلمم يجئ به غيرُه). ابنُ الأعرابي: يُقال ما فارَقتُكَ شبرًا ولا فِئرًا ولا عتَبًا ولا رَتَبًا ولا بُصْمًا؛ قال: البُصْمُ ما بين الخِنْصِر والبِنْصِر، والعَتَبُ والرَّتَبُ مذكُوران في مواضِعِهما، وهو ما بين الوَسطِ والسَّبَّابَة؛ والفِتْرُ ما بين السّبابّة والإبهام، والشِّبر ما بين الإبهام والخِنْصِر؛ والفوتُ ما بين كلِّ أُصبُعَين طولاً "[28]. ويضيفُ المعجمُ الوسيط معنًا مستحدثًا، فيذكر:" بَصَمَ بصمًا: ختم بطرف إصبَعه [...] (البَصْمَة) أثر الختم بالإصبع "[29]

4–2–في تعريفها:

تُعرَفُ البَصمَة الوراثيّة بأنّها " البُنية الجينية (نسبة إلى الجينات، أي المورّثات) الّتي تدلّ على هويّة كلّ إنسانٍ بِعينِه، وأفادت البُحوث والدّراسات العلميّة أنّها من الناحية العمليّة وسيلة تمتاز بالدّقة، لتسهيلِ مُهمة الطبّ الشّرعي، ويمكن أخذها من أي خليةٍ (بشريّة) من الدّم، أو اللّعاب، أو المني، أو البول، أو غيره. "[30]؛ وقد ذكر الله تعالى في مُحكم تنزيله، لفتةً دقيقةً إلى البَصمةِ بِلفظِ البَنان أو الإصبع، قال الله: ﴿بَلَى قَادِرِينَ عَلَى أَنْ نُسَوِّيَ بَنَانَهُ ﴾[القيامة، الآية: 04]؛ ولا يُعلَم –استنادًا إلى العلمِ حديثًا–اتّفاقٌ أو تطابقٌ بين بصمات الأصابِع.

وأمّا البَصمةُ الصّوتية، فكشفٌ صوتيٌّ " لشخصٍ بناءً على مُخرَج طيفي (spectrographic output) أو مُخرَج مُشابِه. شُبِّه هذا المصطلح بـ "بصمة الإصبع" (fingerprints)، لما هو ثابتٌ من أنّ صوتَ الشّخصِ –أحيانًا–يتفرّد مثل بصماتِ الأصابِع. وفي الواقع، فقد استندت العديد من

القضايا القانونيّة إلى بصماتِ الصّوت مثل دليلٍ على هوية المُتحدِّث. وعلى الرّغم مِن وجودِ شتّى السّمات المُتفرِّدة في المُخطَّط الطّيفي للصّوت الشّخصي، فإنّ هذه العروض لا تُمثِّل دائمًا مؤشراتٍ قاطعةٍ على الهويّة. ومن الصّعب مُقارنةُ وتفسيرِ مجموعةِ السّمات الطيفيّة بصريًا، ويجب دائمًا مراعاة قيود تقنيات العرض المُستخدمة."[31]

4-3-الصّوتيّات الجنائيّة (forensic phonetics):

تعدُّ أحد فروع اللّسانيّات القضائيّة forensic linguistics، " تُستَخدَم فيه نظريّاتُ علمِ الأصواتِ وتقنِيّ.اتُه في التَّحَرّي والبَحثِ في المسائل القانونيّةِ وا لِجنائيّة، لكَشف هُوِيَّة ا لجُناةِ أو المتَّهَمِين، بفَحص عيّناتٍ صَوتيةٍ مسَجَّلَةٍ، أو تَالِيَةٍ للحَدَث مباشرَةً. ومن أهم تَطبيقاتِه إثباتُ هُوِيَّةِ المتحدِّثِspeaker identification، باللُّجوء إلى دراسة البَصمَةِ الصَّوتيَّة، voiceprint، وطابور الشَّخصيةِ الصَّوتيّ "[32]

وللكشفِ الصّوتي أغراضٌ قضائيّة، و" اللّسانيّات القضائيّة (forensic linguistics) في أوسعِ معانيها الممكنة، احتواءُ جميعِ أوصاف اللّغة الّتي تمّ التّعاطي معها لغرضِ إعانةِ دور القضاء، فتصفُ اللّسانيّات القضائيّة، تحليلَ خطِّ اليدِ والصوتيّات القضائيّة تحت هذه التّسمية العامّة. ويساعد اللسانيّون الشّرعيّون المحاكم للإجابةِ عن ثلاثة أسئلة حول النّص، نحو: ماذا يقول؟ وماذا يعني؟ ومَن كتبهُ أو ألفه؟"[33]

ومِن اهتمام اللّساني القضائي أيضًا، المؤلِّف المجهول أو النّصوص المكتوبة المتنازع عليها؛ وفي الحالات التي لا يوجد فيها مشتبه فيهم، مثل ما يقع مِن رسائل التّهديد والكراهيّة، فمن تمّ يُطلب من اللّساني كَشفُ الأدلّة اللّغوية الّتي يُمكن أن تُشير إلى جنسيّة المؤلِّف أو الكاتب أو الآلة الكاتِبة، وأصلهِ الإقليمي، الاجتماعِي أو مستواه التّعليمي."[34]

وعلى عاتقِ -أيضًا-خبراء الصّوتيّات الجنائيّة، " تحديد نغمةٍ معيّنة لمجهولٍ يُجري محادثاتٍ هاتفيّة فيها سبٌّ، شتمٌ أو تهديد أو ممّن يَطلبُ فديةً؛ وغالبًا، يُكلَّفون بِمقارنة عيّنات مسجّلةٍ لأصواتٍ معروفةٍ بعيّناتٍ لِصوتٍ مجهول، أو متلبّس. ويعمل عددٌ قليلٌ مِن خبراء الصّوتيّات الجنائيّة بالسّمع فقط، بينما

يستندُ الغالبيّة العُظمى منهم إلى برامج حاسوبيّة متطوّرة، الّتي تُتيح تحليلًا آنيًا ومقارنةً بصريّةً دقيقةً للبصماتِ الطّيفيّة."[35]

5–الذّكاءُ الاصطناعي وتعرُّفُ البَصمةِ الصّوتيّة:

أمّا حديثًا، ومع التقدُّم التقنيّ المذهِل، ازداد الأمرُ صعوبةً في تحديدِ الأصواتِ والتّحقق منها، حيثُ ظهرت أجهزةٌ حديثة يمكن مِن خلالها وبكلّ بساطة ويسرٍ تغييرُ الجمل بالتّقديم والتّأخير والحذف والإضافة بمهارةٍ فائقة والتّلاعب والتّحايل وعمليّات التّركيب (montage) وغيرها؛ وعليه اقتضى الأمر في الوقت ذاتِه الاتّكاء على تقنيّاتٍ متطوّرة مثل الذّكاء الاصطناعي تمكّنُ مِن تمييز الأصوات اللّغويّة وغير اللّغويّة، وتكشف الزّيف وتبيّن الحقائق.

إنّ الذّكاء الاصطناعي، مصطلحٌ صاغه عالم الحاسوب والرياضي الأمريكي، جون مكارثي (John MCCARTHY) عام 1956م، في مختبرات للذكاء الاصطناعي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) وجامعة كارنيجي ميلون (CMU) وستانفورد وهو أحد فروع الحاسوبيّات، يُقصد منه" سلوك وخصائص معينة تتسم بها برامج الحاسب تجعلها تحاكي قدرات البشر الذهنية وأنماط عملها من أهم هذه الخاصيات القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج في الآلة إلاّ أنَّ هذا المصطلح جدلي نظراً لعدم توفر تعريف محدد للذكاء ويعني أيضاً القابلية لاكتساب المعرفة واستخدامها في التّفكر وحلّ المشكلات بفعالية وكذلك يعني البحوث التي تهتمّ بايجادِ العلاقات ما بين علم الادراك ومعرفة البر أي ايجاد العلاقات الّتي يمكن تقديمُها على شكل هيئات لتمثيل المعرفة للبحث والاستنتاج أو نماذج لأنظمة تحاكي تصرّفات الانسان."[36]؛ عبارة عن برامج كمبيوتر مصممة لمحاكاة الذّكاء البشري تتغذّى على البيانات "data" وما تفعله تلك الشركات أساس ، هو جمع أكبر عدد من البيانات لتطوّر وتدرّب برامجَها الّتي أصبحت اليوم تعلّم نفسها بنفسِها وتصحّح أخطاءها، ومِن ثم تقومُ ببيعها على شكل" نماذج "Models" لأطرافٍ أخرى. ويُمكن حصرُ مجالاتِ التّطبيق الّتي تستلزِم الأصوات البشريّة دليلاً معينًا للتحقيق والتّعرُّف، ما يأتي:

5–1–التّحقق مِن الهوية الصّوتيّة (voice authentication): ومجالها: الأمن الشّابكي، الخدمات البنكيّة، الاتّصالات؛ فهي تستخدم البصمة الصّوتية لتأكيدِ هويّة المستعمل عند الاتّصال بخدمةِ العملاء أو الدخول إلى حسابات حسّاسة. مثال: بنك باركليز (Barclays bank) البريطاني، الّذي يعتمد الصّوت البشري لتسجيلِ دخول العملاء بدلاً من كلمات المرور.

5–2–أنظمة المساعد الصّوتي (voice assistants): المجال: الذّكاء الاصطناعي، وأمّا استخدامُها، فيتمثّل في تمييز المتحدّثين المختلفين لتخصيص الأوامر والاستجابات، مثال: Alexa أو Google Assistant الّذي يفرّق بين أفراد الأسرة بناءً على الصّوت، أو تشغيل الكتب الصّوتيّة (Audiobooks)، أو أغراضٍ تعليميّة أو ترفيهيّة وغيرها.

5–3–التّعرُّف على المتكلّم قضائيًّا: (forensic Speaker Recognition): المجال: الأمن، القضاء والجنايات؛ وتقوم بتحليلِ تسجيلاتٍ صوتيّة لتحديدِ هويّة المتحدّث في الجرائمِ أو التّحقيقات، نحو: تحليل المكالمات الهاتفيّة المجهولة من أجل التّعرّف على الجناة.

5–4–المراقبة والاستخبارات: المجال: الأمن القومي؛ وتتعلّق بأنظمةِ تتبُّع وتحديدِ الأشخاص تأسيسًا على البصمةِ الصّوتيّة من تسجيلات متعدّدة، مثل: ما تعتمدُه بعض وكالات الاستخبارات مِن تقنيات تحليل الصّوت لتعقّب الإرهابيين والمنظّمات غير الشّرعيّة.

5–5–الصّحة النفسيّة والعصبيّة: المجال: الطّب، الذّكاء الاصطناعي: تحليل البصمة الصّوتيّة لاكتشاف أعراض أمراض مثل الاكتئاب، بركينسون (Parkinson's disease)، أو التّصلب الجانبي الضموري (ALS)، مثال: تطبيقات مثل sonde Health الّتي تحللّ صوت المستخدم لتشخيصِ الحالة الصحيّة.

5–6–التّعليم وتكنولوجيا المراقبة الأكاديميّة: المجال: التّعليم عن بعد، ويُفيد في التّحقّق من هويّة المتعلّم أثناء الاختبارات على أساس صوته. مثال: منصات الاختبار الإلكتروني الّتي تعتمد على المقاييس الحيوية.

5–7–التّحليل الاجتماعي والإعلامي: المجال: الإعلام، البُحوث الاجتماعيّة، وتخصُّ، تحليل البصمات الصّوتيّة لتمييزِ المتحدثين في التّسجيلات الجماعيّة (مثل البرامج الإذاعيّة الصّوتيّة podcasts، أو الأخبار)، مثال ذلك: أدوات تعرُّف المتحدثين في أرشيفات إذاعيّة أو تلفزيونيّة.

5–8–التّعرُّف الآلي على الكلام: وإذا انتقلنا إلى مواضع التّحليل اللّساني في القانون والقضاء يذكر أولسون (Olsson and Luchjenbroers) أنّ التّحليل اللّساني الجنائي في القانون يمكن أن يكون في أيّ من المواقع والسّياقات الآتيّة:

"–التحقيقات الأولية التي يقوم بها رجال الشرطة أو رجال البحث الجنائي، عند وقوع الحدث.

–عملية الاعتقال وما يكون فيها من ألفاظ ولغة في عملية متبادلة بين رجال الأمن والمعتقَل.

–استجواب المتهمين.

–مقابلات المتهمين مع محاميهم.

–المُدعى عليه/م في مجلس القضاء.

–التحقق وطرح أسئلة من الادعاء على المتهم.

–تعليقات القاضي وملحوظاته وأسئلته خلال المحاكمة أو سير القضية.

–حيثيات الحكم الذي أصدره القاضي.

وجميع هذه المظاهر– كما يؤكدان–يكون قَدَر المتهم– وربما حياته–فيها متوقفا على أمور من أهمها الصّياغة اللّغويّة الّتي تمت بها الحالة أو الدعوى أو المرافعة القضائية."(37)

وقد يتأثّر الصّوت البشري بجملةٍ مِن العوامِل تغيّر في خصوصيّته فتعيق كشفه، نحو:

"–العواطف :مثل الضغط (النفسي)، الغضب، الخوف، الحزن، الاكتئاب، السعادة، الفرح ...فربما يكون الخبير قادرا على استشفاف الوضع النفسي للمتحدث من خلال نبرة صوته.

–تأثير العوامل الخارجية : مثل تأثير المخدرات والكحول...

–بعض السلوكيات المتعمدة : مثل محاولة التجنب، التضليل، الخداع، التدليس، التقليد...

-الصحة والمرض : مثل الزكام، الإنفلونزا، التعب، الرشح، الإرهاق..."[38]

خاتمة:

تنتهي هذه الأوراق إلى جملةٍ من النتائج، تُذكر في الآتي:

1-لا تتّفق الدّراسات الصّوتيّة العربيّة حديثًا على ما يُقابِل (phonetics) فمن خلال الممارسات البحثيّة، نجد: علم الأصوات، صوتيّات، فونيتيك، علم الأصوات العامّ، وغيرها.

2-ندرةُ البُحوثِ والدّراساتِ اللّسانيّة العربيّة الّتي تتناول اللّسانيّات القضائيّة والصّوتيّات الجنائيّة.

3-حاجة الجامعة إلى مختبرات الصّوتيّات بما في ذلك المعدّات الإلكترونيّة لفحص الموارد الصّوتيّة وعيّنات الدّراسة.

4-ضرورة التّعاون والتّواصل بين مختبرات الصّوتيّات وقطاعات الدّولة مثل القضاء والمؤسسّات الأمنيّة.

5-استغلال الذّكاء الاصطناعي في التّعرف على الرسائل الصّوتيّة واللّهجات الفرديّة والاقليميّة والاجتماعيّة.

6-لا يوجد تشابهٌ بين الأصوات البشريّة، وهذا ما أثبتته البُحوث الحديثَة والذّكاء الاصطناعي؛ فلكلِّ شخصٍ بصمةٌ صوتيّةٌ تختلف عن الآخر، مثل بصمة الأصبع والعينين والأسنان وغيرها.

7-تُعدّ البَصمة الصّوتيّة أحد أهمّ مرتكزات القرائنيّة للمدّعي في إثبات الاتّهامات على المشتَبَه فيهِم، وإنّ مجموعةً مِن الجرائِم الّتي قد يضيع حقوقُ أصحابها، يُمكن أن تكون البَصمة الصّوتيّة إثباتًا مِن بين الاثباتات.

8-يشترط في القائمين بفحصِ البصمةِ الصوتيّة في المختبراتِ أن يكونوا حاصلينَ على مؤهّلات علميّة تمكّنهم مِن الاشتغالُ في هذا المجال وأن يكونوا على خبرة تامّة؛ كما يشترطُ فيهِم العدالة والثّقة.

9-إنَّ التّسجيل الصّوتي واحدٌ مِن طرقِ الإثباتِ الحديثَة الّتي يعتَمد عليها في أضيقِ الحدود، فيمكنُ العمل بِه في جرائم الخطف والتّهديد والتّجسس وغسيلِ الأموال وجرائم الإرهاب والتّهريب ... وغير ذلك من الجرائم الّتي يكون التّدوينُ الصّوتي له أثرٌ كبيرٌ في إثباتها دون غيرهِ مِن الأدلّة.

الإحالات:

[1]- يُصاغ مصطلح الصّوتيّات مقابلاً لنظيره الإنجليزي: phonetics والفرنسي: phonétique، لما تُتيحه اللاحقة (يّ+يات) من معنى العلم الّذي في (s) الإنجليزيّة و(ique) الفرنسيّة؛ وذلك قياسًا إلى رياضيّات وبصريّات وطبيعيّات..؛ولا تَثبُتُ الدّراسات العربيّة حديثًا على مسمى واحد للتّعبير عن ذلك النّمط من بحثِ الصّوت البشري بحثًا علميًّا وموضوعيّا في نواحي إنتاجِه وانتقالِه وتلقيه. وهذه عيّنةٌ من الاستعمالات: الصّوتيّات: علم الأصوات/ فُونِتيك دُروس في علم أَصوات العربية (1966)، (ص 17)، علم الأصوات لبسام بركة، علم الأصوات العام أصوات اللغة العربيّة، مركز الانماء القومي، بيروت (1988) ص 29، علم الأصوات لكمال بشر في: علم الأصوات، دار غريب، القاهرة، 2000م، ص 23، علم الأصوات اللّغوية الفونيتيكا لعصام نور الدين، دار الفكر اللبناني،1996، ص09، علم الأصوات لجون كانتينو ، علم الأصوات برتيل مالمبرج ترجمه عبد الصبور شاهين، الصّوتيّات (المعجم الموحَّد لمصطلحات اللّسانيات (2002) ص 112، أصالة علم الأصوات عند الخليل من خلال مقدّمة كتاب العين لأحمد محمد قدور، الصّوتيات ل: العبيدي، رشيد عبد الرحمان (2007)، معجم الصّوتيات، مركز البحوث والدراسات الإسلامية، العراق، ص 08.

[2]-يُنظر: ينظر: المنظمة العربيّة للتربية والثقافة والعلوم (2002)، المعجم الموحّد لمصطلحات اللّسانيّات إنجليزي-فرنسي-عربي، (رقم المصطلح 1199)، ص 112.

[3]-voir: SIOUFFI. G, VAN RAEMDONCK. D (1999), 100 fiches pour comprendre la linguistique, p 192.

[4] - DUCHET Jean-Louis (1981) ,la phonologie «que sais-je ?», p 21.

[5]- عبد الجليل، عبد القادر (2014)، الأصوات اللّغويّة، ص 44.

[6]- جاء في لسان العرب لابن منظور (ت711هـ)، أنّ الصّوت: " الصّوت: الجَرَسُ، معروفٌ، مذكّر [...] والجَمع أصواتٌ. وقد صاتَ يَصُوتُ ويصاتُ صوْتًا، وأصَاتَ، وصَوَّتَ بِه، كلّه نادى. ويُقال: صوَّت يُصوِّت تَصويتًا، فهو مصَوِّتٌ، وذلك إذا صوَّت بإنسانٍ فدعاه. ويُقال: صاتَ يصُوتُ صَوتًا، فهو صائِتٌ، معناه صائِح. ابنُ السِّكِّيت: الصَّوتُ صَوتُ الإنسانِ وغيره. [...] والذِّكر به في النّاس؛ يُقال: لهُ صوتٌ وصِيتٌ أي ذِكرٌ [...] وكلّ ضربٍ من الغناءِ صوتٌ، والجمع الأصواتُ. وقولُه عزّ وجلّ: " واسْتَفْزِزْ مَنْ اسْتَطَعْتَ مِنْهُمْ بِصَوْتِكَ "؛ قيل: بِأصوات الغناء والمزامير ". يُنظر: ابن منظور، جمال الدين، لسان العرب، مادة: صوت، ص 2521. وقد أضاف مجمع اللّغة العربية القاهري صات صَوْتًا. وصُوَاتًا: صاحَ. (أَصاتَ): صَاتَ. و-بفلانٍ: شَهَّر بِه. و-فلانًا وغيرَه: جعله يَصُوتُ. (صوَّتَ): مبالغةٌ في صاتَ. و-به: ناداه. و-له: أيَّده بإعطائِه صوته في الانتخاب (محدثة). و-الطَّستَ

ونحوَه: جعله يُصوّت. (انصاتَ): أجابَ. يُقالُ: انصات فلانٌ للأمر. و–استقام بعد انحناء. يُقال: انصات المعوجّ. و–به الزمانُ: اشتهر. (الصَّات): الذِّكر الحسنُ الجميل ينتشِر بين النّاس. و–الشديدُ الصَّوت. (الصَّوتُ). الأَثر السّمعي الّذي تُحْدِثُه تموُّجاتٌ ناشئةٌ من اهتزاز جسمٍ ما...و–اللَّحن. يقال: غنَّى صَوتًا، (وهو مُذَّكرٌ، وقد أنَّثه بعضهم). و–الذِّكر الحسنُ. و–الرَّأيُ تُبديه كتابةً أو مشافهةً في موضوعٍ يقرَّر أو شخصٍ يُنتخب. (محدثة)..(ج) أصواتٌ. و(اسمُ الصّوتِ): (عند النحاة): كلُّ لفظٍ حُكِيَ به صوتٌ، أو صُوِّتَ به لزجرٍ، أو دعاءٍ، أو تعجُّب، أو توجُّع، أو تحسُّر." يُنظر: مجمع اللّغة العربيّة، المعجم الوسيط (2004)، ط04، مكتبة الشروق الدولية، القاهرة، ص 527.

[7]–يُنظر: عمر، أحمد مختار، دراسة الصّوت اللّغوي، ص 20 و21.

[8]–نفسه، ص 43.

[9]– يقاس الصّوت في ضغطه بما يُسمّى الديسيبل (decibel) واحد مِن عشرة بيل (bel) وحدة قياس لوغاريتميّة عشريّة تقع بين إشارتين صوتيتين أو كهربائيتين؛ وتنسب هذه التّسمية إلى العالم السكوتلندي، ألكسندر أبراهم بيل (Alexander Graham Bell) ورمزها (dB). كما يُقاس الصّوت في تردّده بالهرتز (Hertz) (Hz)، ويدلّ على عدد الدورات في كلّ ثانية. والكيلوهرتز يعادل 1000 دورة في الثّانية. وتُشير كلمة درجة الصّوت Pitch إلى طريقة إدراكنا لتردّد الصّوت؛ وإنّ وحدة درجة الصّوت Pitch، معروفةٌ عند جميع الموسيقيين بالأوكتاف (Octave)، وهي الفترة الفاصلة بين أية نغمةٍ موسيقيّة على مِقياس الموسيقى وبين مقياس النّغمة التالية الأعلى بنفس الاسم؛ فالنغمات الّتي تساوي 01 أوكتاف (Octave) تبدو متشابهة. لكن درجة الصّوت الأعلى يكون لها تردّد أكثر بمرتين من الأخرى، وعدد الذبذبات أسرع.

[10]–يُنظر: مالمبرج، برتيل، علم الأصوات، ص11.

[11]–دراسة الصّوت اللغوي (مرجع سابق)، ص23.

[12]–نور الدين، عصام (1996)، علم الأصوات، ص 102.

[13]–حسنين، صلاح (2006)، المدخل في علم الأصوات المقارن، ص 07.

[14] -Dubois. J et autres (1994) dictionnaire de linguistique et des sciences du langage, p 32.

[15]- العصيلي، عبد العزيز بن إبراهيم (2023)، المعجم الموسوعي لمصطلحات اللّسانيّات التّطبيقية، ص 967.

[16]–نفسه، ص 15.

[17]–أنيس، إبراهيم (د.ت)، الأصوات اللّغويّة، ص 06.

[18]– دراسة الصّوت اللغوي (مرجع سابق)، ص 31.

[19] -see : TRASK. R. L (2006) A Dictionary of Phonetics and Phonology, p 355.

[20] -CRYSTAL David (2008) A Dictionary of Linguistics and Phonetics, p445.

[21]–المعجم الموحد لمصطلحات اللّسانيّات (مرجع سابق)، ص 138.

[22]– نور الدين، عصام (مرجع سابق)، ص 59.

[23]–بشر، محمد كمال، علم الأصوات، ص 19 و20.

[24]-Josef Vachek (2003), Dictionary of the Prague School of Linguistics, p121.

[25]– ابن جني، سرّ صناعة الإعراب، ص08 و09.

[26]–ابن سينا، ابن أبو علي الحُسين، رسالة أسباب حدوث الحروف، (1983م)، ص56.

[27]–أيوب، عبد الرحمان (1984)، الكلام إنتاجه وتحليله، ص 23.

[28]–يُنظر: ابن منظور، لسان العرب، (د.ت)، مادة [بصم]، ص 295.

[29]–يُنظر: المعجم الوسيط (مرجع سابق)، ص 60.

[30]– الأحمد، حسام (2010)، البصمة الوراثية حجيتها في الإثبات الجنائي والنسب، ص20.

[31]-CRYSTAL David (2008), a dictionary of Linguistics and Phonetics, pp 515, 516.

[32]– العصيلي (مرجع سابق)، ص 560.

[33]- MALMKJæR Kirsten (2010), the routledge linguistics encyclopedia, p 153.

[34] -MALMKJæR Kirsten (2009) The Routledge Linguistics encyclopedia, p155.

[35]- MALMKJæR Kirsten, op.cit., p 154.

[36]– عبد الرحمان، أسامة (2019)، الذكاء الاصطناعي ومخاطره، ص 17.

[37]–العصيمي، صالح بن فهد (2020)، اللسانيات الجنائية: تعريفها، ومجالاتها، وتطبيقاتها، ص 75. وفي حالةِ السّب أو الشتم فإن قانون العقوبات الجزائري، وضّح في إحدى مواده، ما نصّه: " يُعاقب على السبّ الموجّه إلى فردٍ أو عدّة أفراد بالحبسِ مِن شهر (1) إلى ثلاثة (3) أشهر وبغرامة مِن 10.000 دج إلى 25.000دج. ويضع صفح الضّحية حدا للمتابعة الجزائيّة "، يُنظر: رئاسة الجمهورية (2015)، قانون العقوبات، المادة 299، ص 111

[38]–نفسه، ص 77.

المصادر والمراجع:

أ–باللّغة العربيّة:

القرآن الكريم برواية ورش لقراءة نافع.

1–ابن جني، أبو الفتح عثمان، سرّ صناعة الإعراب، دراسة وتحقيق حسن الهنداوي، ج01، دار القلم، ط02، دمشق، 1993.

2–ابن سينا، أبو علي الحُسين، رسالة أسباب حدوث الحروف، (1983م) تح محمد حسّان الطيّان، يحيى مير علم، مطبوعات مجمع اللغة العربيّة بدمشق.

3–ابن منظور، جمال الدين، (د.ت) دار المعارف طبعة جديدة ومنقحة ومشكولة شكلا كاملاً، القاهرة.

4–الأحمد، حسام (2010)، البصمة الوراثية حجيتها في الاثبات الجنائي والنسب، ط01، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت.

5–أنيس، إبراهيم (د.ت)، الأصوات اللّغويّة، مكتبة نهضة مصر، القاهرة.

6–بشر، محمد كمال، علم الأصوات (2000)، دار غريب، القاهرة.

7–حسنين، صلاح (2006)، المدخل في علم الأصوات المقارن، مكتبة الآداب، القاهرة.

8–رئاسة الجمهورية (2015)، قانون العقوبات، الأمانة العامّة للحكومة، الجزائر، المادة 299.

9-العصيلي، عبد العزيز بن إبراهيم (2023)، المعجم الموسوعي لمصطلحات اللّسانيّات التّطبيقية، ط01، مجمع الملك سلمان العالمي للغة العربيّة، الرياض.
10-عبد الجليل، عبد القادر (2014)، الأصوات اللّغويّة، ط02، دار صفاء، عمان.
11-عبد الرحمان، أسامة (2019)، الذكاء الاصطناعي ومخاطره، ط01، دار زهور المعرفة والبركة، القاهرة.
12-عمر، أحمد مختار (1997)، دراسة الصّوت اللّغوي، عالم الكتب، القاهرة.
13-مجمع اللّغة العربيّة، المعجم الوسيط (2004)، ط04، مكتبة الشروق الدولية، القاهرة.
14-مالمبرج، برتيل (د.ت)، علم الأصوات، تر عبد الصبور شاهين، مكتبة الشباب، القاهرة.
15-المنظمة العربيّة للتربية والثقافة والعلوم (2002)، المعجم الموحّد لمصطلحات اللّسانيّات إنجليزي-فرنسي-عربي، مكتب تنسيق التعريب، الدار البيضاء.
16-نور الدّين، عصام (1996)، علم الأصوات اللّغويّة، ط01، دار الفكر اللبناني، بيروت-لبنان.

ب-باللّغة الأجنبيّة:

1-CRYSTAL David (2008) A Dictionary of Linguistics and Phonetics, 6th Edition, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
2- DUBOIS. J et autres (1994) dictionnaire de linguistique et des sciences du langage, LAROUSSE.
3-DUCHET Jean-Louis (1981), la phonologie «que sais-je ?» P.UF.
4-FRIEDRICH Patricia (2019), applied linguistics in the real world, First published by Routledge, New York
5-SIOUFFI. G, VAN RAEMDONCK. D (1999), 100 fiches pour comprendre la linguistique, Bréal.
6- TRASK. R. L (2006) A Dictionary of Phonetics and Phonology, first published by Routledge British Library Cataloguing in Publication Data.
7-VICTORIA Guillén-Nieto DIETER Stein (2022), language as evidence doing forensic linguistics, published by the registered company Springer Nature Switzerland AG, Switzerland.