AIN SHAMS UNIVERSITY
MIDDLE EAST RESEARCH CENTER
MERC
AIN SHAMS UNIVERSITY

مجلة
بحوث الشرق الأوسط

مجلة علمية مُحَكَّمَة
(مُعتمدة) شهريـًا

العدد مائة وستةعشر
(اكتوبر 2025)

يصدرها
مركز بحوث
الشرق الأوسط

السنة الخمسون
تأسست عام 1974

الترقيم الدولي: (2536-9504)
الترقيم على الإنترنت: (2735-5233)

الأراء الواردة داخل المجلة تعبر عن وجهة نظر أصحابها وليست مسئولية مركز بحوث الشرق الأوسط والدراسات المستقبلية

رقم الإيداع بدار الكتب والوثائق القومية : ٢٤٣٣٠ / ٢٠١٦

الترقيم الدولي: (Issn :2536 - 9504)

الترقيم على الإنترنت: (Online Issn :2735 - 5233)

ISSN 2536-9504

مجلة بحوث الشرق الأوسط

مجلة علمية مُحكَّمة
متخصصة
في شؤون الشرق الأوسط

مجلة مُعتمَدة من بنك المعرفة المصري

موقع المجلة على بنك المعرفة المصري
www.mercj.journals.ekb.eg

- معتمدة من الكشاف العربي للاستشهادات المرجعية (ARCI) . المتوافقة مع قاعدة بيانات كلاريفيت Clarivate الفرنسية.
- معتمدة من مؤسسة أرسيف (ARCIf) للاستشهادات المرجعية للمجلات العلمية العربية ومعامل التأثير المتوافقة مع المعايير العالمية.
- تنشر الأعداد تباعًا على موقع دار المنظومة.

العدد مائة وستة عشر (اكتوبر 2025)

تصدر شهريًا

السنة الخمسون ـ تأسست عام 1974

المطبعة | مطبعة جامعة عين شمس
Ain Shams University Press

مجلة بحوث الشرق الأوسط
(مجلة مُعتمدة) دوريَّة علميَّة مُحكَّمَة
(اثنا عشر عددًا سنويًّا)
يصدرها مركز بحوث الشرق الأوسط والدراسات المستقبلية - جامعة عين شمس

MERC

رئيس مجلس الإدارة
أ.د. غادة فاروق
نائب رئيس الجامعة لشؤون خدمة المجتمع وتنمية البيئة ورئيس مجلس إدارة المركز

رئيس التحرير **د. حاتم العبد**
مدير مركز بحوث الشرق الأوسط والدراسات المستقبلية

هيئة التحرير

أ.د. السيد عبدالخالق، وزير التعليم العالي الأسبق، مصر
أ.د. أحمد بهاء الدين خيري، نائب وزير التعليم العالي الأسبق، مصر ؛
أ.د. محمد حسام لطفي، جامعة بني سويف، مصر ؛
أ.د. سعيد المصري، جامعة القاهرة، مصر ؛
أ.د. سوزان القليني، جامعة عين شمس، مصر ؛
أ.د. ماهر جميل أبوخوات، عميد كلية الحقوق، جامعة كفر الشيخ، مصر ؛
أ.د. أشرف مؤنس، جامعة عين شمس، مصر ؛
أ.د. حسام طنطاوي، عميد كلية الآثار، جامعة عين شمس، مصر ؛
أ.د. محمد إبراهيم الشافعي، وكيل كلية الحقوق، جامعة عين شمس، مصر
أ.د. تامر عبدالمنعم راضي، جامعة عين شمس، مصر ؛
أ.د. هاجر قلديش، جامعة قرطاج، تونس ؛
Prof. Petr MUZNY، جامعة جنيف، سويسرا ؛
Prof. Gabrielle KAUFMANN-KOHLER، جامعة جنيف، سويسرا ؛
Prof. Farah SAFI، جامعة كليرمون أوفيرني، فرنسا؛

إشراف إداري
أ/ أماني جرجس
أمين المركز

إشراف فني
د/ امل حسن
رئيس وحدة التخطيط و المتابعة

سكرتارية التحرير

أ/ رائدا نوار — قسم النشر
أ/ شيماء بكر — قسم النشر

المحرر الفني
أ/ مرفت حافظ
رئيس وحدة الدعم الفني

تدقيق ومراجعة لغوية
وحدة التدقيق اللغوي - كلية الآداب - جامعة عين شمس

تصميم الغلاف أ/ أحمد محسن - مطبعة الجامعة

توجه المراسلات الخاصة بالمجلة إلى: د. حاتم العبد، رئيس التحرير merc.director@asu.edu.eg
• وسائل التواصل:
البريد الإلكتروني لوحدة النشر: merc.pub@asu.edu.eg
جامعة عين شمس- شارع الخليفة المأمون- العباسية- القاهرة، جمهورية مصر العربية، ص.ب: 11566
(وحدة النشر - وحدة الدعم الفني) موبايل/ واتساب: 01555343797 (2+)
ترسل الأبحاث من خلال موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: www.mercj.journals.ekb.eg
ولن يلتفت إلى الأبحاث المرسلة عن طريق آخر

مجلة بحوث الشرق الأوسط

- رئيس التحرير **د. حاتم العبد**

- الهيئة الاستشارية المصرية وفقًا للترتيب الهجائي:

• أ.د. إبراهيم عبد المنعم سلامة أبو العلا	رئيس قسم التاريخ - كلية الآداب - جامعة الأسكندرية - مصر
• أ.د. أحمد الشربيني	عميد كلية الآداب السابق - جامعة القاهرة - مصر
• أ.د. أحمد رجب محمد علي رزق	عميد كلية الآثار - جامعة القاهرة - مصر
• أ.د. السيد فليفل	عميد كلية الدراسات الأفريقية العليا الأسبق - جامعة القاهرة - مصر
• أ.د. إيمان محمد عبد المنعم عامر	أستاذ التاريخ الحديث والمعاصر - كلية الآداب - جامعة القاهرة - مصر
أ.د. أيمن فؤاد سيد	رئيس الجمعية المصرية للدراسات التاريخية - مصر
• أ.د. جمال شفيق أحمد عامر	كلية الدراسات العليا للطفولة - جامعة عين شمس - مصر
• أ.د. حمدي عبد الرحمن	عميد كلية الحقوق الأسبق - جامعة عين شمس - مصر
• أ.د. حنان كامل متولي	(قائم بعمل) عميد كلية الآداب - جامعة عين شمس - مصر
• أ.د. صالح حسن المسلوت	أستاذ التاريخ والحضارة - كلية اللغة العربية - فرع الزقازيق جامعة الأزهر – مصر وعضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة
• أ.د. عادل عبد الحافظ عثمان حمزة	كلية الآداب - جامعة المنيا، ومقرر لجنة الترقيات بالمجلس الأعلى للجامعات - مصر
• أ.د. عاصم الدسوقي	عميد كلية الآداب الأسبق - جامعة حلوان - مصر
• أ.د. عبد الحميد شلبي	كلية اللغة العربية بالمنصورة - جامعة الأزهر - مصر
• أ.د. عفاف سيد صبره	كلية الدراسات الإنسانية بنات بالقاهرة - جامعة الأزهر - مصر
• أ.د. عفيفي محمود إبراهيم	كلية الآداب - جامعة بنها - مصر
• أ.د. فتحي الشرقاوي	نائب رئيس جامعة عين شمس الأسبق - مصر
• أ.د. محمد الخزامي محمد عزيز	عميد كلية العلوم الاجتماعية والإنسانية - جامعة الجلالة - مصر
أ.د. محمد السعيد أحمد	كلية التربية - جامعة عين شمس - مصر
• لواء / محمد عبد المقصود	رئيس مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء - مصر
• أ.د. محمد مؤنس عوض	كلية الآداب - جامعة عين شمس - مصر
• أ.د. مدحت محمد محمود أبو النصر	كلية الخدمة الاجتماعية - جامعة حلوان قطاع الخدمة الاجتماعية بالمجلس الأعلى للجامعات ورئيس لجنة ترقية الأساتذة
• أ.د. مصطفى محمد البغدادي	كلية التربية - جامعة عين شمس - مصر
• أ.د. نبيل السيد الطوخي	رئيس قسم التاريخ - كلية الآداب - جامعة المنيا - مصر
أ.د. نهى عثمان عبد اللطيف عزمي	كلية السياحة والفنادق - جامعة مدينة السادات - مصر

- الهيئة الاستشارية العربية والدولية وفقًا للترتيب الهجائي:

- أ.د. إبراهيم خليل العَلاّف — جامعة الموصل- العراق
- أ.د. إبراهيم محمد بن حمد المزيني — كلية العلوم الاجتماعية - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية- السعودية
- أ.د. أحمد الحسو — جامعة مؤتة- الأردن
  مركز الحسو للدراسات الكمية والتراثية - إنجلترا
- أ.د. أحمد عمر الزيلعي — جامعة الملك سعود- السعودية
  الأمين العام لجمعية التاريخ والآثار التاريخية
- أ.د. عبد الله حميد العتابي — كلية التربية للبنات - جامعة بغداد - العراق
- أ.د. عبد الله سعيد الغامدي — جامعة أم القرى - السعودية
  عضو مجلس كلية التاريخ، ومركز تحقيق التراث بمعهد المخطوطات
- أ.د. فيصل عبد الله الكندري — جامعة الكويت- الكويت
- أ.د. مجدي فارح — رئيس قسم الماجستير والدراسات العليا - جامعة تونس١ - تونس
- أ.د. محمد بهجت قبيسي — جامعة حلب- سوريا
- أ.د. محمود صالح الكروي — كلية العلوم السياسية - جامعة بغداد- العراق

- *Prof. Dr. Albrecht Fuess* — Center for near and Middle Eastem Studies, University of Marburg, Germany
- *Prof. Dr. Andrew J. Smyth* — Southern Connecticut State University, USA
- *Prof. Dr. Graham Loud* — University Of Leeds, UK
- *Prof. Dr. Jeanne Dubino* — Appalachian State University, North Carolina, USA
- *Prof. Dr. Thomas Asbridge* — Queen Mary University of London, UK
- *Prof. Ulrike Freitag* — Institute of Islamic Studies, Belil Fric University, Germany

الرؤيـــة

السعي لتحقيق الريادة في النشر العلمي المتميز في المحتوى والمضمون والتأثير والمرجعية في مجالات منطقة الشرق الأوسط وأقطاره .

الرسالـــة

نشر البحوث العلمية الأصيلة والرصينة والمبتكرة في مجالات الشرق الأوسط وأقطاره في مجالات اختصاص المجلة وفق المعايير والقواعد المهنية العالمية المعمول بها في المجلات المُحَكَّمَة دوليًا.

الأهـــداف

- نشر البحوث العلمية الأصيلة والرصينة والمبتكرة .
- إتاحة المجال أمام العلماء والباحثين في مجالات اختصاص المجلة في التاريخ والجغرافيا والسياسة والاقتصاد والاجتماع والقانون وعلم النفس واللغة العربية وآدابها واللغة الانجليزية وآدابها ، على المستوى المحلى والإقليمي والعالمي لنشر بحوثهم وإنتاجهم العلمي .
- نشر أبحاث كبار الأساتذة وأبحاث الترقية للسادة الأساتذة المساعدين والسادة المدرسين بمختلف الجامعات المصرية والعربية والأجنبية ٠
- تشجيع ونشر مختلف البحوث المتعلقة بالدراسات المستقبلية والشرق الأوسط وأقطاره ٠
- الإسهام في تنمية مجتمع المعرفة في مجالات اختصاص المجلة من خلال نشر البحوث العلمية الرصينة والمتميزة .

شروط النشر بالمجلة

- تُعنى المجلة بنشر البحوث المهتمة بمجالات العلوم الإنسانية والأدبية ؛
- يعتمد النشر على رأي أثنين من المحكمين المتخصصين ويتم التحكيم إلكترونيًا ؛
- تُقبل البحوث باللغة العربية أو بإحدى اللغات الأجنبية، وتُرسل إلى موقع المجلة على بنك المعرفة المصري ويرفق مع البحث ملف بيانات الباحث يحتوي على عنوان البحث باللغتين العربية والإنجليزية واسم الباحث والتابعل والانتماء المؤسسي باللغتين العربية والإنجليزية، ورقم واتساب، وإيميل الباحث الذي تم التسجيل به على موقع المجلة ؛
- يُشار إلى أن الهوامش والمراجع في نهاية البحث وليست أسفل الصفحة ؛
- يكتب الباحث ملخص باللغة العربية واللغة الإنجليزية للبحث صفحة واحدة فقط لكل ملخص، ومقدمة للبحث؛
- بالنسبة للبحث باللغة العربية يكتب على برنامج 'word' ونمط الخط باللغة العربية "Simplified Arabic" وحجم الخط 14 ولا يزيد عدد الأسطر في الصفحة الواحدة عن 25 سطر والهوامش والمراجع خط Simplified Arabic حجم الخط 12 ؛
- بالنسبة للبحث باللغة الإنجليزية يكتب على برنامج word ونمط الخط Times New Roman وحجم الخط 13 ولا يزيد عدد الأسطر عن 25 سطر في الصفحة الواحدة والهوامش والمراجع خط Times New Roman حجم الخط 1؛
- مواصفات التنسيق على الترويسة (Paper) مقاس الورق (B5) 17.6 × 25 سم، (Margins) الهوامش 2.3 سم يمينًا ويسارًا، 2 سم أعلى وأسفل الصفحة، ليصبح مقاس البحث فعلي (الكلام) 13×21 سم. (Layout) والنسق: (Header) الرأس1.25 سم، (Footer) تذييل 2.5 سم ؛
- مواصفات الفقرة للبحث : بداية الفقرة First Line = 1.27 سم، قبل النص= 0.00، بعد النص = 0.00)، تباعد قبل الفقرة = (6pt) تباعد بعد الفقرة = (0pt)، تباعد الفقرات (مفرد single) ؛
- مواصفات الفقرة للهوامش والمراجع : يوضع الرقم بين قوسين هلالي مثل : (1)، بداية الفقرة Hanging = 0.6 سم، قبل النص=0.00، بعد النص = 0.00)، تباعد قبل الفقرة = 0.00 تباعد بعد الفقرة = 0.00، تباعد الفقرات (مفرد single) ؛
- الجداول والأشكال: يتم وضع الجداول والأشكال إما في صفحات منفصلة أو وسط النص وفقًا لرؤية الباحث، على أن يكون عرض الجدول أو الشكل لا يزيد عن 13.5 سم بأي حال من الأحوال ؛
- مدة التحكيم 15 يوم على الأكثر من قبول المحكمين على الموقع، مدة تعديل البحث بعد التحكيم 15 يوم على الأكثر ؛
- يخضع تسلسل نشر البحوث في أعداد المجلة حسب ما تراه هيئة التحرير من ضرورات علمية وفنية ؛
- المجلة غير ملزمة بإعادة البحوث إلى أصحابها سواء نُشرت أم لم تُنشر ؛
- تُعبر البحوث عن آراء أصحابها وليس عن رأي رئيس التحرير وهيئة التحرير ؛
- رسوم التحكيم للمصريين 650 جنيه، ولغير المصريين 155 دولار ؛
- رسوم النشر عن الصفحة الواحدة للمصريين ٣٣ جنيه، وغير المصريين ١٥ دولار ؛
- رسوم التعديل عن الصفحة الواحدة 2 جنيه ؛
- الباحث المصري يسدد الرسوم بالجنيه المصري (بالفيزا) بمقر المركز(المقيم بمحافظة القاهرة)، أو على حساب حكومي رقم : (9/450/80772/8) بنك مصر (المقيم خارج محافظة القاهرة) ؛
- الباحث غير المصري يسدد الرسوم بالدولار على حساب حكومي رقم : (EG710001000100000004082175917) (البنك العربي الأفريقي) ؛ استلام إفادة قبول نشر البحث في خلال 15 يوم على الأكثر من تاريخ سداد رسوم النشر مع ضرورة رفع إيصالات السداد على موقع المجلة؛
- المراسلات : توجه المراسلات الخاصة بالمجلة إلى : merc.director@asu.edu.eg

السيد الدكتور/ مدير مركز بحوث الشرق الأوسط والدراسات المستقبلية، ورئيس تحرير المجلة جامعة عين شمس- العباسية- القاهرة - ج. م.ع

(ص. ب 11566) للتواصل والاستفسار عن كل ما يخص الموقع : محمول / واتساب: 01555343797 (2+)

(قسم النشر merc.pub@asu.edu.eg) تُرسل الأبحاث من خلال موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: www.mercj.journals.ekb.eg

ولن يلتفت إلى الأبحاث المرسلة عن طريق آخر.

محتويات العدد (116)

	عنوان البحث		الصفحة
	الدراسات القانونية		
1	"تأثير العفو الرئاسي على فاعلية العقوبة"	أبانوب عماد لحظي	36-1
	دراسات اللغة العربية		
2	الحجاج في قصة "حي بن يقظان" لـ"ابن طفيل"	زينب عبد المعز	76-37
	الدراسات السياسية		
3	"تهافت الحركة الاحتجاجية في العراق"	أيمن أحمد محمد	98-77
4	"الصورة الذهنية لـ"السنوار" لدى إسرائيل في وسائل الإعلام العبرية"	خالد سعيد سيد	148-99
	الدراسات التاريخية		
5	"الزراعة في مدينة تلمسان منذ بداية القرن الرابع الهجري حتى نهاية القرن السادس الهجري 12/10م"	أحمد مصطفى	176-149
	دراسات المكتبات		
6	نمذجة البيانات الببليوجرافية الزراعية في بيئة الويب الدلالي:دراسة مقارنة تحليلية للنماذج المفاهيمية الببليوجرافيا	عمرو عبد اللطيف	226-177
	دراسات الصوتيات		
7	"التطبيقات العملية في الصوتيات الجنائية"	إيمان محمد محمد	280-227

دراسات باللغة الانجليزية			
308-281	Nahed Eissam	Metafiction, Theoretical Fiction and the Reconstruction of Genre, Language, and Reality in Three Selected Flash Fiction Works by Margret Atwood.	8
334-309	Shams Khamis	The Artistic Influences on Nabataean Earrings in The Roman Period: An Exploration of Culture Heritag	9
دراسات اللغة اليابانية			
378-335	Abeer Essameldin	Idiomatic Expressions for Complimenting in Japanese and Arabic LanguagesFocusing on the “Heart”	10

افتتاحية العدد (116)

يسعد *مركز بحوث الشرق الأوسط والدراسات المستقبلية* أن تطلق بين يدي القارئ الكريم عددها السادس عشر بعد المئة من مجلة بحوث الشرق الأوسط ، وهو عدد يزخر ببحوث علمية متنوّعة تواصل من خلالها المجلة رسالتها في إثراء المعرفة، ودعم مسيرة البحث الأكاديمي الرصين، وتقديم إنتاج علمي يجمع بين الأصالة والتجديد.

لقد دأبت المجلة منذ تأسيسها على أن تكون منبرًا أكاديميًا مفتوحًا أمام الباحثين من مختلف التخصصات، وملتقىً علميًا يضم الرؤى المتعددة التي تعكس حيوية الفكر وتنوع زوايا النظر، ويأتي هذا العدد ليجسد هذه الرؤية، من خلال ما يتضمنه من دراسات سياسية وتاريخية ولغوية، فضلًا عن أبحاث متخصصة في علوم المكتبات والصوتيات واللغات الأجنبية.

في محور الدراسات السياسية، نُشرت بحوث تناقش تأثيرات القرارات السيادية على فاعلية العقوبة، وتتناول مآلات الحركات الاحتجاجية في المنطقة، بالإضافة إلى دراسات ترصد الصورة الذهنية في الإعلام وعلاقتها بصناعة القرار والرأي العام، أما محور الدراسات التاريخية، فيعيد قراءة بعض المراحل الاقتصادية والاجتماعية في تاريخ المدن العربية والإسلامية، كاشفًا عن العلاقة الوثيقة بين تطور البنى الزراعية والمجتمع.

وفي محور الدراسات اللغوية، يتناول الباحثون بالتحليل الأساليب الحجاجية والفكرية في نصوص فلسفية وأدبية خالدة، بما يعكس عمق التراث الفكري العربي وصلته بالخطاب المعاصر، كما يضم العدد في محور المكتبات والمعلومات دراسة متخصصة في نمذجة البيانات الببليوجرافية في ضوء الويب الدلالي، بما يثري المعرفة الحديثة في هذا المجال الحيوي.

أما الدراسات الصوتية، تأتي الأبحاث لتسلط الضوء على التطبيقات العملية للصوتيات الجنائية، مبرزة أبعادها النظرية والميدانية، وفي الدراسات باللغات الأجنبية، فقدمت بحوثًا مقارنة بين العربية ولغات أخرى من منظور ثقافي، بالإضافة إلى أبحاث باللغة الإنجليزية تناولت موضوعات تتعلق بالتراث الفني والثقافي، وتحولات النوع الأدبي في الأدب الغربي الحديث.

إن صدور هذا العدد يرسّخ من جديد الدور العلمي للمجلة باعتبارها فضاءً معرفيًا رحبًا، ويؤكد التزامها بالموضوعية، وبناء جسور للتواصل بين الباحثين العرب والأجانب، بما يعزز التبادل الثقافي والمعرفي، ونأمل أن يكون إضافة نوعية في مجالات المعرفة المتنوعة، وأن يسهم في إغناء الحوار الأكاديمي، وفتح آفاق جديدة أمام الباحثين لمزيد من البحث والتطوير

والله ولي التوفيق،

رئيس التحرير

د. حاتم العبد

دراسات الصوتيات

www.mercj.journals.ekb.eg

التطبيقات العملية في الصوتيات الجنائية"

Practical Applications in Forensic Phonetics

إيمان محمد محمد قاسم

Eman mohamed mohamed Kassem.

مُدرس بقسم الصوتيات واللسانيات- كلية الآداب

جامعة الإسكندرية

Lecturer of Phonetics and Linguistics Department,

Faculty of Arts, Alexandria University.

eman.qasem@alexu.edu.eg

e.kassem10@gmail.com

www.mercj.journals.ekb.eg

المُلخص:

أصبحت الأدلة الصوتية جزءًا مهمًا في العديد من التحقيقات الجنائية، وذلك نتيجة الاستخدام المنتشر للهواتف المحمولة، وتطبيقات التواصل الاجتماعية، وتزايد ممارسات التسجيل الصوتي. فقد ظهر حديثًا مجال الصوتيات الجنائية أو "علم الكلام الجنائي"– كما يسميه البعض– والغرض منه هو تقديم أدلة فُحصت بتقنيات موثقة ومعتمدة حتى يمكن استخدامها في المحكمة.

وجاءت فكرة هذا البحث من خلال تدريسي في برنامج الصوتيات واللغويات القضائية* من الناحية النظرية والتطبيقية. فمن الناحية النظرية؛ هناك نظريات عديدة في مجال التعرف على المتكلم عن طريق التحليل الفيزيائي ببرامج الصوت والتقنيات المختلفة، وعن طريق التحليل السمعي وتقنياته والطرق المتبعة فيه. ومن الناحية التطبيقية؛ فأُقوم بإعداد تجارب تطبيقية حيَّة على حالات ارتكبت عمل إجرامي بالفعل (ويُحصل عليها من خلال التسجيلات المسجلة في التليفزيون؛ مثل: لقاء المذيع مع المجرم)، وذلك لتدريب طلاب الفرق النهائية على الحلول الخاصة بالتعرف على المتحدث من خلال صوته، أو مقارنة صوت شخص بصوت شخص آخر حسب ما تتطلب الحالة.

تُعدّ التطبيقات العملية في الصوتيات الجنائية من الركائز الأساسية التي يُدرب الطلاب عليها؛ حيث تُوظَّف المعارف الصوتية والمهارات التقنية في تحليل الأدلة الصوتية المرتبطة بالتحقيقات والقضايا الجنائية. ويشمل التدريب العملي مجموعة متنوعة من الاتجاهات التطبيقية في هذا المجال التي تهدف إلى تزويد الطلاب بالقدرة على التعامل مع تحديات الصوت البشري، والتسجيلات في السياقات القانونية.

*أُنشئ برنامج الصوتيات واللغويات عام ٢٠١٨، والذي أشرُف بأن أكون منسقة البرنامج والمسؤولة عنه. وقد تخرج إلى الآن ٤ دفعات منذ عام ٢٠٢٢، قمت بالتدريس لهم جميعًا والإعداد للتدريبات على التطبيقات المختلفة في المجال، وما سوف أعرضه في هذا البحث هو نتاج مجهودي على مدى الأربع سنوات مع طلاب البرنامج.

ينقسم التدريب إلى أربعة محاور رئيسة؛ أولها **تحديد ومقارنة المتحدثين،** ويشمل دراسة السمات الفيزيائية الصوتية لتحديد الهوية، وتحليل التغيرات داخل المتحدث الواحد أو بين المتحدثين المختلفين، والتعرف على تأثير عوامل؛ مثل: التوأمة، العمر، والثنائية اللغوية.

أما المحور الثاني؛ فيركز على **خصائص الصوت وجودته؛** مثل: أنواع التصويت الصوتي، وتأثير التدخين أو التعاطي على جودة الصوت، بالإضافة إلى تقييم وضوح الكلام، وهي عناصر تؤثر مباشرة على مصداقية الأدلة الصوتية.

ويأتي بعد ذلك **محور المعالجة والتحسين الصوتي،** الذي يتدرب فيه الطلاب على تقنيات تحسين جودة العينات الصوتية وتقليل الضوضاء؛ مما يُعدّ خطوة أساسية في تهيئة التسجيلات للتحليل الدقيق.

أخيرًا؛ يتناول المحور الرابع **التحقق من صحة التسجيل وكشف التلاعب؛** حيث يتعلم الطلاب كيفية كشف التسجيلات المزورة أو المعدلة، والتعرف على الأصوات المُولدة بالذكاء الاصطناعي؛ مثل: الأصوات المستنسخة، أو المزيفة باستخدام تقنيات التزييف العميق، إلى جانب تطبيق أدوات الكشف اليدوي والآلي لتحديد مدى صحة التسجيلات.

يمكّن هذا التدريب المتكامل الطلاب من امتلاك المهارات الضرورية للعمل في مجالات تحليل الصوت للأغراض الجنائية، ويعزز فهمهم للأبعاد التقنية والقانونية المتعلقة بالأدلة الصوتية.

دُرّب طلاب الفرق النهائية خلال أحد الفصول الدراسية على إجراء تحليلات صوتية ولغوية لموضوعات متنوعة، وذلك من خلال العمل في مجموعات. وقد وُزعت المهام بين الطلاب بحيث يُكلف كل طالب بجزء من التحليل، سواء الصوتي أو اللغوي، مع تقديم الإرشادات اللازمة للتدريبات الممكنة. ويهدف هذا التدريب إلى تأهيلهم لإعداد مشروع تخرج في الفصل الدراسي الأخير ضمن أحد هذه الموضوعات.

ويتناول هذا البحث عرضًا موجزًا لبعض التطبيقات التي أُنجزت بإشرافي على مدار الأعوام الأربعة الماضية، وتنوعت الموضوعات التي نُفذت، وسوف يُعرض موجز لمختارات منها.

إيمان محمد محمد قاسم

Abstract:

Acoustic evidence has become an important component in many criminal investigations due to the widespread use of mobile phones, social media applications, and the increasing practice of audio recording. Recently, the field of forensic phonetics—or "forensic speech science," as it is sometimes called—has emerged. Its purpose is to provide evidence that has been examined using documented and validated techniques so it can be used in court.

The idea for this research stemmed from my teaching in the Forensic Phonetics and Linguistics program*[1], both theoretically and practically.

From a theoretical perspective: There are numerous theories in the field of speaker identification through physical analysis using speech software and various techniques, as well as through auditory analysis, its techniques, and associated methods.

From a practical perspective: I conduct live practical experiments based on real criminal cases (sourced from TV interviews, such as an interviewer speaking with a criminal), to train final-year students on solutions related to speaker identification through voice or comparing one person's voice with another is depending on the case requirements.

Practical applications in forensic phonetics form a fundamental pillar in student training, where phonetic knowledge and technical skills are employed in analyzing audio evidence related to investigations and criminal cases. The practical training includes a wide range of applied approaches in this field, aimed at equipping students with the ability to deal with the challenges of human voice and recordings in legal contexts.

The training is divided into four main pillars:

The **first pillar** focuses on **speaker identification and comparison**, which includes studying the acoustic-physical features

for identity determination, analyzing intra- and inter-speaker variability, and examining the impact of factors such as twinship, age, and bilingualism.

The **second pillar** centers on **voice characteristics and quality**, including types of phonation, the effects of smoking or substance use on voice quality, and the assessment of speech intelligibility. These elements directly influence the credibility of voice evidence.

The **third pillar** addresses **audio processing and enhancement**, where students are trained in techniques to improve the quality of voice samples and reduce noise—an essential step in preparing recordings for accurate analysis.

The **fourth pillar** deals with **authentication and tampering detection**, teaching students how to identify fake or altered recordings and detect AI-generated voices, such as cloned or deepfake audio. Students also learn to apply both manual and automated tools to verify the authenticity of recordings.

This comprehensive training equips students with the necessary skills to work in forensic audio analysis and deepens their understanding of the technical and legal aspects of voice evidence.

Final-year students have also been trained during one academic semester to conduct **phonetic and linguistic analyses** on various topics through **group work**. Tasks were divided among students so that each was responsible for a specific part of the analysis—either phonetic or linguistic—with clear guidance on potential exercises. This training aimed to prepare them for a graduation project in their final semester on one of these topics.

This research presents a brief overview of selected applications completed under my supervision over the past four years. The topics implemented varied in scope, and a summary of selected examples will be presented.

مُقدمة:

أصبحت الأدلة الصوتية جزءًا مهمًا في العديد من التحقيقات الجنائية، وذلك نتيجة الاستخدام المنتشر للهواتف المحمولة، وتطبيقات التواصل الاجتماعية، وتزايد ممارسات التسجيل الصوتي. فقد ظهر حديثًا مجال الصوتيات الجنائية أو "علم الكلام الجنائي"– كما يسميه البعض– والغرض منه هو تقديم أدلة فُحصت بتقنيات موثقة ومعتمدة حتى يمكن استخدامها في المحكمة.

وجاءت فكرة هذا البحث من خلال تدريسي في برنامج الصوتيات واللغويات القضائية* من الناحية النظرية والتطبيقية. فمن الناحية النظرية؛ هناك نظريات عديدة في مجال التعرف على المتكلم عن طريق التحليل الفيزيائي ببرامج تحليل الصوت والتقنيات المختلفة، وعن طريق التحليل السمعي وتقنياته والطرق المتبعة فيه. ومن الناحية التطبيقية؛ فأُقوم بإعداد تجارب تطبيقية حيَّة على حالات ارتكبت عمل إجرامي بالفعل (ويُحصل عليها من خلال التسجيلات في البرامج التلفزيونية؛ مثل: لقاء المذيع مع المجرم)، وذلك لتدريب طلاب الفرق النهائية على الحلول الخاصة بالتعرف على المتحدث من خلال صوته، أو مقارنة صوت شخص بصوت شخص آخر حسب ما تتطلب الحالة.

تُعدّ التطبيقات العملية في الصوتيات الجنائية من الركائز الأساسية التي تدرَّب الطلاب عليها؛ حيث تُوظَّف المعارف الصوتية والمهارات التِقنية في تحليل الأدلة الصوتية المرتبطة بالتحقيقات، والقضايا الجنائية. ويشمل التدريب العملي مجموعة متنوعة من الاتجاهات التطبيقية في هذا المجال التي تهدف إلى تزويد الطلاب بالقدرة على التعامل مع تحديات الصوت البشري، والتسجيلات الصوتية في السياقات القانونية.

***أُنشئ برنامج الصوتيات واللغويات عام ٢٠١٨، والذي أشرُف بأن أكون منسقة البرنامج والمسؤولة عنه. وقد تخرج إلى الآن ٤ دفعات منذ عام ٢٠٢٢، قمت بالتدريس لهم جميعًا والإعداد للتدريبات على التطبيقات المختلفة في المجال، وما سوف أعرضه في هذا البحث هو نتاج مجهودي على مدى الأربع سنوات مع طلاب البرنامج.**

ينقسم التدريب إلى أربعة محاور رئيسة؛ أولها **تحديد ومقارنة المتحدثين،** ويشمل دراسة السمات الفيزيائية الصوتية لتحديد الهوية، وتحليل التغيرات داخل المتحدث الواحد أو بين المتحدثين المختلفين، والتعرف على تأثير عوامل؛ مثل: التوأمة، العمر، والثنائية اللغوية.

أما المحور الثاني؛ فيركز على **خصائص الصوت وجودته؛** مثل: أنواع التصويت الصوتي، وتأثير التدخين أو التعاطي على جودة الصوت، بالإضافة إلى تقييم وضوح الكلام، وهي عناصر تؤثر مباشرة على مصداقية الأدلة الصوتية.

ويأتي بعد ذلك **محور المعالجة والتحسين الصوتي،** الذي يتدرب فيه الطلاب على تقنيات تحسين جودة العينات الصوتية وتقليل الضوضاء؛ مما يُعدّ خطوة أساسية في تهيئة التسجيلات للتحليل الدقيق.

أخيرًا؛ يتناول المحور الرابع **التحقق من صحة التسجيل وكشف التلاعب؛** حيث يتعلم الطلاب كيفية كشف التسجيلات المزورة أو المعدلة، والتعرف على الأصوات المُولدة بالذكاء الاصطناعي؛ مثل: الأصوات المستنسخة، أو المزيفة باستخدام تقنيات التزييف العميق، إلى جانب تطبيق أدوات الكشف اليدوي والآلي لتحديد مدى صحة التسجيلات.

يمكّن هذا التدريب المتكامل الطلاب من امتلاك المهارات الضرورية للعمل في مجالات تحليل الصوت للأغراض الجنائية، ويعزز فهمهم للأبعاد التقنية والقانونية المتعلقة بالأدلة الصوتية.

دُرّب طلاب الفرق النهائية خلال أحد الفصول الدراسية على إجراء تحليلات صوتية ولغوية لموضوعات متنوعة، وذلك من خلال العمل في مجموعات. وقد وزعت المهام بين الطلاب بحيث يُكلف كل طالب بجزء من التحليل، سواء الصوتي أو اللغوي، مع تقديم الإرشادات اللازمة للتدريبات الممكنة. ويهدف هذا التدريب إلى تأهيلهم لإعداد مشروع تخرج في الفصل الدراسي الأخير ضمن أحد هذه الموضوعات.

ويتناول هذا البحث عرضًا موجزًا لبعض التطبيقات التي أُنجزت بإشرافي على مدار الأعوام الأربعة الماضية، وتنوعت الموضوعات التي نُفذت، وسوف يُعرض موجز لمختارات منها بالشكل الآتي:

١ –تحديد ومقارنة المتحدثين Speaker Identification & Comparison:

- السمات الفيزيائية الصوتية في تحديد نوع، وهوية المتحدث.
- التشابه بين أصوات التوائم. *Similarity in twins voices*
- التغير داخل المتحدث الواحد. *Intra-speaker variation*
- التغير بين المتحدثين. *Inter-speaker variation*
- تأثير الثنائية اللغوية في تحديد هوية المتحدث. *Effect of bilingualism of speaker identification*
- تأثير العمر على الصوت. *Effect of age on voice*
- التعرف البيومتري على الصوت. *Voice biometric identification*

٢. خصائص الصوت وجودته *Voice Quality & Speech Characteristics*:

- أنواع التصويت الصوتي. *Phonation types*

- تأثير التدخين والتعاطي على الصوت. *Intoxication and smoking effect on voice*
- وضوح الكلام. *Speech intelligibility*

٣. معالجة وتحسين الإشارات الصوتية *Signal Processing & Enhancement*:

- تحسين جودة الكلام للعينة المسجلة. *Speech enhancement of recording sample*
- تقليل الضوضاء في التسجيلات. *Noise reduction of recording sample*

٤. التحقق من صحة التسجيل وكشف التلاعب *Audio Authenticity & Tampering Detection*:

- التسجيلات الصوتية المزوّرة. *Tampered Audio Recording*
- كشف التسجيلات المعدّلة. *Detecting Manipulated Recording*
- تقليد الصوت باستخدام الذكاء الاصطناعي. *AI-Cloned Voice*
- كشف الاحتيال المصرفي: تحليل صوتي ولغوي. *Bank Fraud detection*
- التزييف العميق. (Deep Fake)
- الكشف الآلي واليدوي (عن الأصوات الاصطناعية أو المزوّرة).

Manual and Machine detection (of synthetic/manipulated voices).

أولًا– التحليل القائم على الخصائص الصوتية:

أ) **التغير داخل المتحدث الواحد:**

intra-speaker variation: Acoustic features-based analysis:

بالنسبة للمتخصصين في الصوتيات الجنائية الذين يعتمدون على السمات الصوتية الخاصة بالمتحدث لإجراء مقارنات دقيقة بين المتحدثين، تقدّم هذه الدراسة رؤى عملية حول نطاق التغير المتوقع داخل صوت المتحدث نفسه في ظروف نطق مختلفة. ويُعدّ ذلك أمرًا بالغ الأهمية في السياقات الجنائية؛ حيث إن التمييز بين التغير الطبيعي داخل المتحدث الواحد ونفسه يُعدّ ضروريًا لتحقيق تحديد هوية موثوق. كما يؤكد "نولان" (١٩٩٧): "يجب أن يأخذ في الاعتبار التغير الصوتي الطبيعي الذي يحدث داخل المتحدث الواحد في ظروف مختلفة عند تحديد هوية المتحدث"، ويُسهم هذه التطبيق في بناء هذا الفهم الأساسي في سياق اللغة العربية المصرية الحديثة.

يهدف هذا الموضوع إلى تحقيق الآتي:

١. **تحديد ووصف التغير الصوتي داخل المتحدث الواحد** :للكشف عن كيفية ومدى اختلاف صوت المتحدث الواحد من خلال النطق بعبارات مختلفة.
٢. **قياس المعلمات الصوتية الأساسية:** لقياس وتحليل التغيرات في طبقة الصوت (التردد الأساسي)، وبنية (الفورمانت (خصوصًا F1، F2، F3، F4، والشدة، والمدة، وسرعة الكلام لدى المتحدث نفسه.
٣. **فهم طبيعة وأسباب التغير داخل المتحدث الواحد** :لاستكشاف العوامل اللغوية، أو النطقية، أو الاجتماعية، والثقافية التي قد تسهم في الفروقات الصوتية ضمن كلام المتحدث نفسه عبر الجمل المختلفة.
٤. **تمييز الأنماط الثابتة عن التذبذبات العشوائية:** لتحديد ما إذا كانت التغيرات الصوتية المرصودة تتبع أنماطًا قابلة للتحديد أم تحدث بشكل عشوائي؛ مما يساعد في تطوير نماذج إنتاج الكلام.

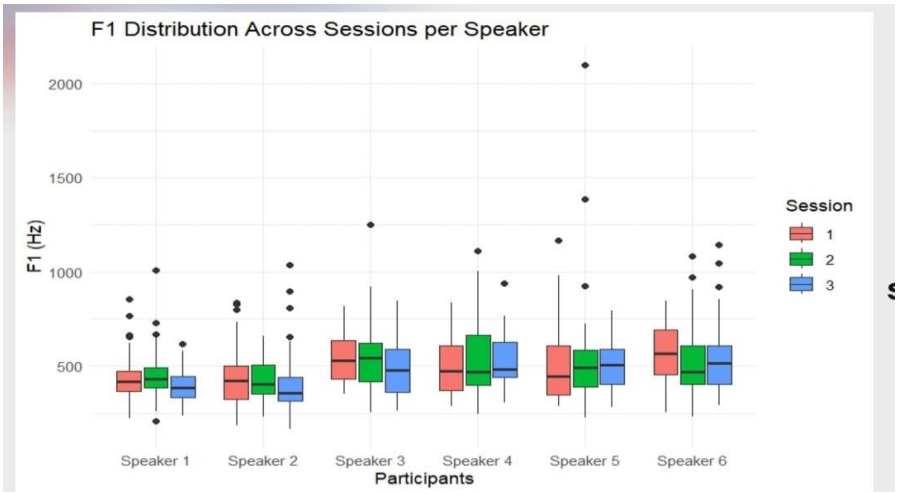
٥. **دعم التطبيقات في تقنيات الكلام والبحث الصوتي:** لتوفير بيانات يمكن الاستفادة منها في تحسين أنظمة التعرف على المتحدث، وتقنيات توليد الكلام، والتي يجب أن تأخذ التغير الطبيعي داخل المتحدث الواحد في الحسبان.

اعتمدت التجربة على **المنهج الكمي**؛ نظرًا لطبيعة البيانات الرقمية وتحليل الخصائص الصوتية؛ مثل: F0 ، وF1–F4. ساعد هذا في قياس التغير داخل المتحدث الواحد عبر الزمن بنمطين من الكلام (القراءة، والتلقائي)، باستخدام أدوات إحصائية دقيقة؛ مثل: نموذج التأثير المختلط الخطي (Linear Mixed Model) والبرنامج الإحصائي R؛ مما أتاح تحليلًا منهجيًا للتغيرات الصوتية، ودعم الهدف الأساسي بتحديد نطاق صوتي عام للمتحدثين باللغة العربية.

شملت العينة ٦ مشاركين (٣ من الذكور و٣ من الإناث) من الناطقين بالعربية المصرية، تراوحت أعمارهم بين ١٩ و٢٣ عامًا، دون عادات صوتية ضارة (كالتدخين). حُصل على موافقة شفهية مسبقة، وطُلب منهم التحدث بالفصحى المعاصرة، مع منع التحول اللغوي، لضمان ثبات الخصائص الصوتية، واستبعاد أي تداخل لغوي قد يؤثر على النتائج.

ومن أهم نتائج التجربة؛ وجد أن التردد الأساسي (fundamental frequency) ثابت عبر أنماط الكلام، لكنه يختلف حسب الجلسة والمتحدث. يُعد مؤشرًا بيومتريًا موثوقًا، مع تفاوت في ثباته بين المتحدثين. أما المكون الترددي الأول (F1) تأثر بنمط الكلام وتوقيت الجلسة، وبرز كعامل مميز بين المتحدثين، لكن ثباته يختلف فرديًا .في حين انخفض المكون الترددي الثاني F2)) في الكلام التلقائي، وتفاوت حسب المتحدث وتوقيت الجلسة، مع تفاوت ملحوظ داخل بعض المتحدثين. أما المكون الترددي الثالث ((F3 لم يتأثر بنمط الكلام، لكن تأثر بتوقيت

الجلسة والمتحدث. أظهر تباينًا واضحًا داخل المتحدثين. وأخيرًا؛ وجد أن المكون الترددي الرابع F4)) قد انخفض في الكلام التلقائي، وكان ثابتًا زمنيًا وأظهر تميّزًا عاليًا بين المتحدثين، مع استقرار نسبي يجعله مؤشرًا بيومتريًا قويًا.



ب) التحليل الجنائي الصوتي واللغوي لتوأم متطابق:

Forensic Phonetics and Linguistics for a Criminal Twins:

الهدف: إثبات وجود اختلاف في البصمة الصوتية، والبصمة اللغوية لتوأم متطابق رغم التشابه العضوي بينهما.

القضية: وقعت الجريمة بالإسكندرية في عام ٢٠١٨ حين قامت السلطات الأمنية بالقبض على توأم متطابق "ش" و "ر" بتهمة الإتجار بالمخدرات خارج المسجد مع ثبوت تهم أخرى؛ مثل: اغتصاب فتاة، وقتل طفل، وإحداث أعمال شغب في منطقة سكنهم؛ مما أدى إلى انتشار حالة الذعر بين أهالي الحي.

إجراءات التحليل:

أُجريت عمليتين من المقارنات بين عينات صوتية لكل واحد من التوأم حوالي (١٠:٩) ثانية.

العينة الأولي التابعة للتوأم الأول، مثال: "أخر مرة أنت مشيني حضرتك كاا / اسمه ايه داااا اسمه ايه دا".

العينة الثانية التابعة للتوأم الثاني، مثال: "إحنا أبويا الأول كان عنده عمارة في العصافرة/ وقفة طويلة/.... بقوله أنت بتضربه ليه/ دا السؤال اللي سألتهوله/ أنت كبرت عليا لقيت نفسي...".

خطوات إجراء التجربة: أُجريت القياسات الآتية باستخدام برنامج برات لتحليل الصوت:

عمل تحسين للعينة بتقليل نسبة الضوضاء.

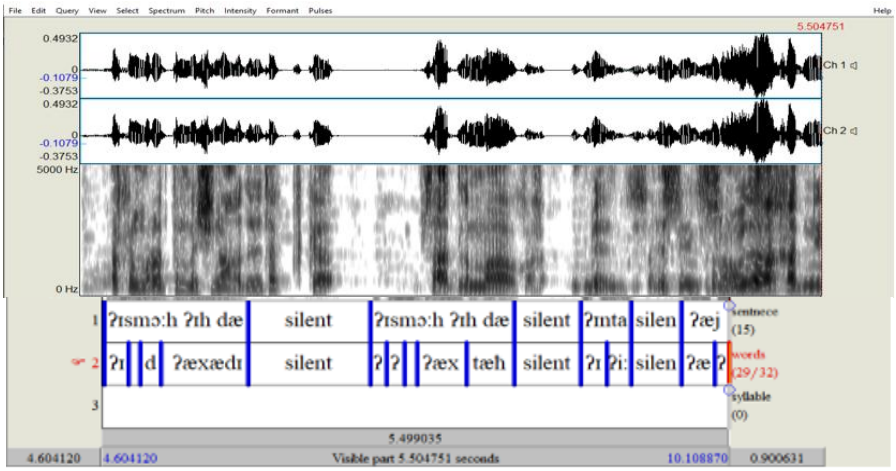
عمل تقسيم لأجزاء الكلام مع كتابة الكلام كما ينطق بعملية "الوسم الصوتي".

قياس عدد وطول كل من الوقفات.

قياس معدل سرعة الكلام مع الوقفات.

قياس التردد الأساسي لكل منهما.

قياس نسبة اضطراب الأوتار الصوتية أثناء التكلم.



النتائج:

طول الوقفات وعددها: تضمن كلام المتهم الأول عددًا أكبر من الوقفات والترددات في الكلام مقارنةً بالمتهم الثاني، وكذلك في طول الوقفات.

كما تميز المتهم الأول بوقفات صامتة. أما المتهم الثاني؛ فكان يتسم بالوقفات المليئة باهتزازات الأوتار الصوتية والتي تدل على التوتر الشديد.

التردد الأساسي: هو من العناصر الأساسية المميزة للأصوات حتى بين الأخوة التوأم

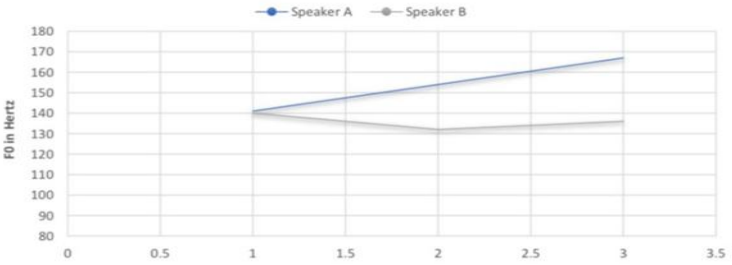


Figure 1. F0 results for speaker A and speaker B

كما في الشكل:

قياس الجيتر والشيمر:

وتتمثل في قياس نسبة اضطراب حركة الأوتار الصوتية من شدة وتردد، وهي تعكس إما الثبات الانفعالي/ أو القلق والتوتر أثناء الكلام، وتميز بين طبيعة متكلم من الآخر. وقد اتضح الاختلاف بين الأخين التوأم.

ج) تأثير تعلم لغتين على تحديد هوية المتحدث:

The effect of learning of two languages in speaker identification:

يهدف هذا التطبيق لتسليط الضوء على كيفية تأثير الثنائية اللغوية– وفي هذه التجربة، الثنائية بين العربية والألمانية– على خصائص صوت المتحدث. ولبيان كيف يمكن للمتحدثين الثنائي اللغة أن يؤثروا، بقصد أو دون قصد، على دقة تحديد هوية المتحدث في التحقيقات الجنائية.

تمت مقارنة شاملة بين العربية والألمانية من حيث الخصائص اللغوية والصوتية والنبرية. استُخدم برنامج ((Praat؛ لتحليل عينات صوتية لمتحدثة مصرية تجمع بين اللغتين. أظهرت النتائج فروقات صوتية ملحوظة بين اللغتين قد تؤثر على دقة تحديد هوية المتحدث في السياقات الجنائية؛ مما يبرز تأثير الثنائية اللغوية (العربية– الألمانية) على التحليل الصوتي الجنائي.

وجد أن تعلم اللغتين العربية والألمانية يؤثر بشكل كبير على النبر والإيقاع والتنغيم؛ مما ينعكس على دقة تحديد هوية المتحدث. ويوصى في الدراسات المستقبلية بتطوير النماذج التلقائية للتعرف على المتحدث تتكيف مع الثنائية اللغوية لتحسين نتائج التعرف. يقوم النظام الصرفي في اللغة العربية على الجذور والقوالب، وتعتمد بشكل كبير على التغييرات الداخلية في الحركات، بينما يعتمد النظام الصرفي في اللغة الألمانية على اللواحق، وتتميز بكثرة التصريف والتركيب. وتؤثر هذه الفروقات الجوهرية على كيفية تكوين الكلمات، وتغييرها، وفهمها في كل من اللغتين.

تؤدي الفروقات الصرفية والدلالية بين اللغتين العربية والألمانية دورًا حاسمًا في تحديد هوية المتحدث. فالصرف القائم على الجذر والقوالب في العربية، إلى جانب نظامها الغني بالتصريف، يُنتج أنماطًا صوتية مميزة يمكن أن تكشف عن لهجة المتحدث وخلفيته اللغوية.

وعلى النقيض؛ تعتمد الألمانية على الإلصاق وتكوين الكلمات المركبة؛ مما يتيح خيارات لغوية فردية تُعد بمثابة "بصمات معجمية" لكل متحدث. يسهم فهم هذه الخصائص اللغوية في تعميق معرفتنا بكلتا اللغتين، كما يُحسّن من دقة أنظمة التعرف على المتحدث، سواء في المجالات الجنائية أو الحاسوبية.

اختلفت العربية والألمانية دلاليًا بطرق تؤثر بشكل عميق على التفسير القانوني، وتحديد هوية المتحدث.

تعتمد العربية على التعدد الدلالي، والاستعارة، والاشتقاق من الجذر؛ مما يضفي غنى لغويًا، لكنه يؤدي أيضًا إلى الغموض، في حين تُسهم البنية المركبة المنظمة في الألمانية في وضوح المعنى ودقته.

تشكل هذه الفروقات الطريقة التي يُبنى بها المعنى، وتؤثر في كيفية التعرف على المتحدث من خلال اختياراته اللغوية؛ مما يجعل علم الدلالة أداة أساسية في التحليل الصوتي الجنائي.

د) تأثير التقدم في السن على الصوت: تحليل سمعي وإدراكي:

The Effect of Aging on the Voice: An Acoustic and Perceptual Analysis:

يتناول هذا البحث التغيرات الصوتية والإدراكية التي تطرأ على صوت الإنسان نتيجة التقدم في السن. ومن خلال تحليل صوتي لمتحدثين اثنين (رجل، وامرأة) في مرحلتين عمريتين مختلفتين (شاب في العشرين، ورجل في الستين)، تهدف

هذه التجربة إلى تحديد مدى تأثير العمر على عدد من المعايير الصوتية؛ مثل: التردد الأساسي (F0)، والتذبذب في التردد (Jitter)، والتذبذب في الشدة (Shimmer)، والمكونات الترددية (Formants)، وسرعة الكلام، ونسبة التوافق بين الإشارة الكلامية والضوضاء (HNR)، ومعدل سرعة الكلام (Speech rate)). حُللت البيانات الصوتية باستخدام برنامجي (Praat) و((Vocal Toolkit، كما أُجريت اختبارات إدراكية أيضًا. وقد كشفت النتائج عن وجود فروق واضحة بين الأصوات الشابة والأصوات المسنّة؛ مما يشير إلى أن التقدم في العمر يؤثر على الجوانب الفسيولوجية والإدراكية للأداء الصوتي. وتُسهم هذه النتائج في إثراء علم الصوتيات، كما أن لها تطبيقات مهمة في تقييم الصوت إكلينيكيًا وفي العلاج الصوتي.

كما تكمن أهمية هذا البحث أيضًا في تطبيقاته في المجال الجنائي؛ إذ قد يُرتكب جرم ما ويُسجل صوت المتهم أثناء ارتكابه، ثم يُضبط التسجيل الصوتي بعد سنوات طويلة، ويُنكر المتهم حينها قائلًا إن الصوت ليس صوته. في مثل هذه الحالات؛ يساعد فهم تأثير التقدم في السن على خصائص الصوت في مقارنة الصوت المسجَّل بالصوت الحالي للمتهم؛ مما يُسهم في دعم أو نفي صحة الإنكار، ويعزز من دقة التحليل الصوتي الجنائي.

أهم النتائج الفيزيائية لتحليل الصوتي للتقدم في العمر للشخص نفسه:

- ازدياد التذبذب في التردد (Jitter) في صوت كبار السن لوجود درجة أكبر من عدم الاستقرار في اهتزاز الحبال الصوتية، وهو ما يُعد مؤشرًا شائعًا على شيخوخة الصوت، وضعف التحكم في التردد الأساسي (F0). يعكس ذلك علامات شائعة لشيخوخة الصوت؛ مثل: الارتعاشtremor، والنَفَسية breathiness، والبُحة hoarseness.

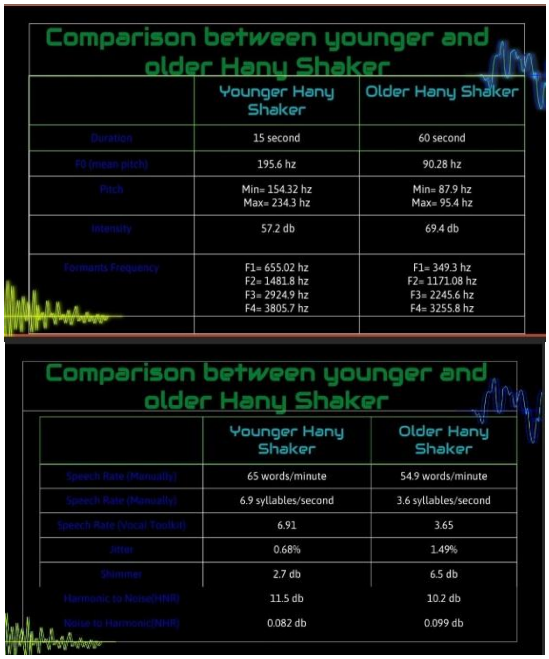
- ارتفاع معدل التذبذب في الشدة (Shimmer) في صوت كبار السن بسبب زيادة التغير في مستوى ارتفاع الصوت؛ مما يعكس ضعف التحكم في شدة الصوت، وقد يدل أيضًا على ضعف أو تعب في إغلاق الحبال الصوتية.

- انخفضت نسبة الإشارة الصوتية إلى الضوضاء (HNR) مع التقدم في العمر؛ مما يشير إلى أن الإشارة الصوتية أصبحت أكثر تعقيدًا وتحتوي على نغمات أقل مقارنةً بالضوضاء. وقد يعكس هذا الانخفاض عوامل متعددة؛ مثل: قلة التدريب الصوتي، أو جودة الميكروفون، أو ظروف بيئة التسجيل.

انخفض معدل سرعة الكلام بشكل ملحوظ مع التقدم في العمر؛ مما يدل على أسلوب نطق أبطأ وأكثر تروّيًا، وهو من العلامات الكلاسيكية للتقدم في السن، وقد يعكس هذا الانخفاض تغيرات إدراكية وبدنية تؤثر في عملية إنتاج الكلام. يؤدي التقدم في العمر إلى تراجع في سرعة المعالجة الإدراكية Neural processing velocity؛ مما يؤدي إلى بطء في استرجاع الكلمات وتكوين الجمل. ويرجع أيضًا إلى انخفاض التنسيق الحركي Reduced Motor Coordination لعضلات النطق– (مثل: اللسان، والشفاه)– مع التقدم في العمر؛ مما يجعل إنتاج الكلام أبطأ وأقل سلاسة.

خلصت هذه الدراسة إلى أن التقدم في العمر يؤدي إلى تغيّرات صوتية وإدراكية واضحة تشمل انخفاض التردد الأساسي، واضطراب في الفورمانت Formant frequencies، وارتفاع معدلات التردد والشدة jitter وshimmer، وانخفاض نسبة HNR، إلى جانب بطء في سرعة الكلام، وضعف في الشدة وجودة الصوت. تعود هذه التغيرات إلى عوامل جسدية؛ مثل: ضعف عضلات النطق، وفقدان مرونة الحبال الصوتية، وأخرى عصبية كبطء المعالجة المعرفية. وقد تؤثر

هذه التغيرات على قدرة كبار السن في التواصل؛ مما ينعكس على تفاعلهم الاجتماعي وجودة حياتهم. كما أن لهذه النتائج تطبيقات مهمة في مجالات التقييم الإكلينيكي، والتعرف الصوتي، وأبحاث الشيخوخة.



ثانيًا– التحليل الصوتي بغرض كشف التلاعب، والتحقق من صحة التسجيل:

أ) **كشف الاحتيال المصرفي: تحليل صوتي ولغوي:**

Bank Fraud detection: A Phonetic & Linguistic analysis:

في الوقت الحاضر، تلعب مراكز الاتصال المصرفية دورًا حيويًا في ضمان سلاسة العمليات المالية من خلال الحفاظ على ثقة عملائها، إلا أن هذه الخدمة استُهدفت مؤخرًا من قِبل المحتالين الذين يستغلونها في أنشطة غير قانونية؛ مما يُعرّض البنك والعملاء للخطر؛ إذ إن استخدامهم أساليب الخداع الحديثة يُصعّب على العملاء العاديين التمييز بين موظفي خدمة العملاء الحقيقيين، والمحتالين الذين يستخدمون أساليب الخداع لتقليدهم.

تشمل واجباتهم توفير معلومات حول المنتجات والخدمات، والرد على استفسارات وشكاوى العملاء، ومعالجة المعاملات، والترويج لعروض البنوك (وفقًا لموقع business.linkedin.com). لذلك؛ تُعدُّ الصوتيات الجنائية أداةً ضروريةً للكشف عن هذه الأنشطة الاحتيالية وتحليلها، وذلك باستخدام مناهج علمية لتحليل أصوات وأنماط الكلام؛ للوصول إلى معايير مشتركة تُساعد في الكشف عن سلوكيات كلام المحتالين المختلفة عن سلوك موظفي البنوك الحقيقيين؛ مما يُعزز آليات دفاع البنوك لضمان سلامة معلومات عملائها وممتلكاتهم المالية.

يُعزز دمج التحليل اللغوي في التحقيقات الصوتية الجنائية دقة وعمق تحديد سمات المتحدث، لا سيما في كشف الاحتيال. فبينما يلتقط التحليل الصوتي سمات صوتية قابلة للقياس، يكشف التحليل اللغوي عن أنماط مرتبطة بالسلوك المخادع. على سبيل المثال؛ قد يُخفي استخدام المبني للمجهول المسؤولية، بينما قد يُشير تبديل الألفاظ إلى التلاعب بالهوية أو القلق. قد تُشير التناقضات في المفردات أو بناء الجملة إلى كلام مُدرّب عليه، وقد يعكس تبادل الأدوار غير المنتظم تحكمًا في المحادثة. بالإضافة إلى ذلك، قد تُشير اللغة العاطفية، والتغيرات في نبرة الصوت، والاستراتيجيات الإقناعية؛ مثل: الطمأنينة المبالغ فيها، إلى نية تلاعب. تُعزز انتهاكات مبادئ "غرايس"– وخاصةً تلك المتعلقة بالصدق والملاءمة– كشف الخداع. تُكمل هذه العلامات اللغوية معًا البيانات الصوتية، مُقدمةً إطارًا أشمل لتحديد المتحدثين المُحتالين.

يهدف هذا العمل التطبيقي إلى دعم الكشف عن المحتالين المصرفيين من خلال تطوير منهجية جنائية لتحديد انتحال شخصية الموظفين. وذلك من خلال نهج مختلط (يجمع بين التحليل الصوتي، والتقييم اللغوي، والاختبار الإدراكي)، يسعى هذا

التحليل إلى الكشف عن مؤشرات صوتية، ولغوية موثوقة للخداع؛ لتعزيز الأمان الصوتي في السياقات المصرفية.

- تحديد وتحليل المؤشرات الصوتية للخداع في مكالمات الاحتيال؛ مثل: تباين النغمة، والارتعاش.
- دراسة استراتيجيات التلاعب اللغوي التي يستخدمها المحتالون، بما في ذلك تعبيرات الاستعجال، والأسئلة البلاغية، والتحكم في الموضوع، وصيغ اللباقة.
- مقارنة رسائل SMS الحقيقية بالرسائل الاحتيالية من حيث البنية، والنبرة، وأساليب الإقناع.
- تقييم السمات النغمية؛ مثل: (معدل الكلام، ومدة نطق الحروف المتحركة، والتوقفات) للكشف عن التوتر، أو العبء المعرفي.

منهجية التجربة:

١- **جمع البيانات،** ووصف محتوى البيانات الصوتية والنصية المُستقاة من تفاعلات مصرفية حقيقية واحتيالية. يتكون محتوى البيانات المنطوقة من أربعة تسجيلات صوتية:

- عيّنتان من مكالمتين مصرفيتين حقيقيتين، سُجّلتا في بيئات مراكز اتصال طبيعية بمشاركة ممثلي **خدمة عملاء حقيقيين.**
- عيّنتان من مكالمتي احتيال، جُمعتا من مصادر إلكترونية مُوثّقة تُظهر **محتالون ينتحلون صفة موظفي بنك.**
- حُللت أيضًا رسائل نصية قصيرة أصلية ومزيفة. استُمدّت **الرسائل الأصلية** من اتصالات حقيقية بين العملاء والبنك، بينما استُمدّت **الرسائل الاحتيالية** من تقارير احتيال موثقة متاحة على الإنترنت.

- اشتملت الدراسة على التحليل اللغوي، والتحليل الصوتي لرسائل المكالمات، والرسائل النصية كما يلي:

٢. **التحليل اللغوي:** ركز على تحديد السمات البنيوية، والبراغماتية المرتبطة عادةً بالخداع، وتشمل هذه السمات:

• أنواع الجمل؛ مثل: (الأسئلة البلاغية، وأسئلة الوسم).
• المؤشرات المعجمية؛ مثل: (الأفعال الناقصة، والتحوط، والإشارات الغامضة).
• استراتيجيات التهذيب (لبناء الثقة، أو التلاعب).
• إشارات الاستعجال (للحثّ على الامتثال الفوري).
• بنية الخطاب، وانتهاكات المخطط.
• الاستراتيجيات المرجعية؛ مثل: (الجناس، والغموض).
• برنامج CLAN؛ لتصنيف المتحدث، وهيكلة النص.

كما أُخذت أفعال الكلام وسلوكيات التناوب في الاعتبار، وخاصة في كيفية تمكن المحتالين من إدارة تدفق المحادثة للسيطرة على المستمع أو السيطرة عليه.

٣. **التحليل الصوتي:** ركز على استخلاص الخصائص الصوتية من التسجيلات الصوتية باستخدام برنامج Praat، واشتملت على:

• النغمة :(F0) تردد أساسي للكشف عن التوتر أو الإلحاح.
•الارتعاش (%): يقيس عدم استقرار الصوت، والذي غالبًا ما يرتبط بالتوتر، أو الاسترسال.
• النطق ومعدل الكلام: يُحسب بالمقاطع في الثانية، مع أو بدون توقف.
• مدة حرف العلة: خاصةً في المقاطع المتوترة، أو الرئيسة.
• التوقفات الصامتة والممتلئة: حُللت المدة، والعدد.
• الميل الطيفي (H1-H2): يُستخدم كمؤشر على جودة الصوت.

قُسِّمت كل مكالمة إلى وحدات ذات معنى؛ مثل: المقدمة، والمعلومات، والإلحاح، والاسترسال/ التلاعب، ومقاطع الحل؛ للسماح بمقارنات داخل المتحدث، وبين المتحدثين.

أُجري **اختبار إدراكي** لتقييم قدرة المشاركين على التمييز بين المكالمات/ الرسائل النصية المصرفية الاحتيالية والصحيحة باستخدام إشارات لغوية وصوتية. وقد أجري في هذا الاختبار الآتي:

- استُخدمت تسجيلات احتيال حقيقية، واتصالات مصرفية أصلية لمحاكاة سيناريوهات واقعية.
- إنشاء منصة اختبار؛ لاختبار المستمعين عبر الإنترنت عبر QuestionPro.
- المشاركون: ٢١٠ أفراد من خلفيات عمرية/ تعليمية متنوعة (لم يتلقوا أي تدريب مسبق).

اختيرت بعض الأمثلة للمحتال:

- "أحمد كمال مع حضرتك من البنك المركزي المصري".
- "بيتم التحديث ده في جميع البنوك لجميع البيانات".
- "إحنا بنكلم حضرتك علشان ندي حضرتك التحديث".

استخدم المحتالون لغة غامضة، ومتكررة، ومفرطة في التهذيب مثلًا في الجملة الواحدة أكثر من "حضرتك"؛ مما خلق في كثير من الأحيان شعورًا زائفًا بالإلحاح والهيمنة على المحادثة، وهي تكتيكات اعتبرها المشاركون سريعًا بمثابة إشارات تحذير. وهذا يُفسر كيف تسبب مكالمات الاحتيال مزيد من الضغط، وعدم الثقة والحذر، حتى عندما بدت النبرة ودية.

اختيرت بعض الأمثلة لموظف البنك الأصلي:

- "مساء الخير".
- "استأذن حضرتك في البيانات".
- "بشكر حضرتك على مراجعة البيانات".
- "أي استفسار آخر؟ /ʔæj ʔestefsaːr ʔaːxer/"

بعد التحليل اللغوي على مستوياتها المختلفة– (وقد اختصرت هنا لعدم الإطالة)– **نستنتج** أن سلوك المصرفيين الحقيقيين:

• لغة واضحة ومناسبة: استخدموا جملًا بسيطة، ومحترمة، وسليمة لغويًا دون مبالغة في التهذيب.

• كان تبادل الأدوار متوازنًا؛ مما أظهر احترامًا متبادلًا، ومساحة للعميل.

• لم يُمارسوا ضغطًا إقناعيًا أو عاطفيًا: بدلًا من ذلك، قدموا تفسيرات منطقية، وكثيرًا ما وجّهوا العميل إلى فرع فعلي، مظهرين مصداقيتهم.

التحليل الصوتي:

4.2.2 Fraudster 2

Segment Type	Pitch (Hz)	H1 (dB)	H2 (dB)	Jitter (%)	Speech Rate (syll/sec)	Articulation Rate (syll/sec)	Vowel	Total Duration (sec)	Syllables	Pauses
Intro	97.7	45.5	91.0	0.549	10.23	3.41	/o/	0.879	9	0
Deceptive	123.64	50.4	100.8	2.550	7.52	5.64	/i:/	2.129	16	0
Manipulation	119	55.0	110.0	2.579	6.05	5.36	/i/	7.271	44	0
Interrogation	98.081	48.4	96.8	0.580	6.01	5.68	/a/	19.466	117	3

Segment Type	Pitch (Hz)	H1 (dB)	H2 (dB)	Jitter (%)	Speech Rate (syll/sec)	Articulation Rate (syll/sec)	Vowel	Total Duration (sec)	Syllables	Pauses
Persistence	111	49.3	99.0	0.404	7.75	5.92	/i/	7.482	58	1

4.2.4 Real Banker 2

Segment Type	Vowel (Word)	Pitch (Hz)	H1 (dB)	H2 (dB)	Jitter (%)	Speech Rate (syll/sec)	Articulation Rate (syll/sec)	Total Duration (sec)	Total Pause Duration (sec)
Introduction	/a/ (بحضرتك)	127	47.7	95.4	0.879	6.85	4.10	2.916	—
Urgency	/a/ (سريعًا)	138	41.0	82.0	1.500	11.68	4.37	1.54	—

النتائج:

كشف كلام المحتالين عن سمات صوتية ولغوية مرتبطة بالخداع، وهي كالآتي:

- ارتفاع نبرة الصوت أثناء الكذب (مثلًا، ٢٠٥ هرتز في حالة المحتال ١) يدل على التوتر، أو الإثارة.
- ارتفاع الارتعاش في مقاطع الخداع والتلاعب (٢.٥٥–٢.٥٨٪) يعكس عدم استقرار الصوت وتوتره.
- استُخدمت فترات توقف قصيرة (متوسطها ٠.٦٦١ ثانية)، وخاصةً في مقاطع الاستعجال أو المقاطع الطويلة، لمنع انعكاس أو مقاطعة العميل/الضحية.
- سرعة الكلام في حالات الاستعجال (مثلًا، ٨.١٦ مقطع/ثانية) تدفع الضحية إلى اتخاذ إجراء فوري.

- الإلقاء المُبرمج: كثرة المقاطع (مثلًا، ٨٦ مقطعًا)، وقلة التردد يدل على التدرب على الكلام.
- تراكيب جمل مبسطة، أو متكررة، وأحيانًا ما تكون متعددة الطبقات لمحاكاة اللغة الإجرائية.
- استخدام عبارات الاحترام المفرطة ("حضرتك"، "يا فندم") بشكل تلاعبي للإشارة إلى اللباقة والمصداقية.
- التناقضات والغموض: غالبًا ما ناقض المحتالون أنفسهم، أو أغفلوا معلومات أساسية.
- كان انتهاك مبادئ "غرايس" منهجيًا– تقديم الأكاذيب (الجودة)، وتفاصيل كثيرة أو قليلة جدًا (الكم)، ومحتوى غير ذي صلة (العلاقة)، وصياغة غامضة (الأسلوب).
- التحكم في تبادل الأدوار: احتكر المحتالون الكلمة لقمع مشاركة الضحية.

نتائج اختبار الإدراك السمعي:

غالبًا ما انقسم المشاركون في اختبار الإدراك: فبينما ضلل أسلوب المحتالين ولباقتهم البعض بالاعتقاد أن المتحدث صادق، اكتشف آخرون تناقضات، وسرعة في الكلام، ونقصًا في التفاصيل. عدّ الكثيرون الإفراط في استخدام الألقاب والتعبيرات الاستعجالية أمرًا مثيرًا للريبة. أما المستمعون الأكثر خبرة؛ فكانوا أكثر قدرة على كشف الخداع، خاصةً عند التركيز على وضوح المحتوى وإيقاع الكلام.

ب) التحقق من الهوية الصوتية، وكشف التنكر باستخدام تحليل الطيف المتوسط طويل المدى :(LTAS)

LTAS-Based Voice Authentication and Disguise Detection:

تناولت هذه التجربة مدى الصحة العلمية لتحديد هوية المتحدث في ظل ظروف جنائية تشمل تقليد الصوت باستخدام الذكاء الاصطناعي، والتلاعب الصوتي. تتناول هذه التجربة تطبيق تحليل الطيف المتوسط طويل المدى* (LTAS) في مجال تحديد هوية المتحدث الجنائي، خاصة في حالات تنكر الصوت والتلاعب باستخدام برامج الذكاء الاصطناعي.

ومن خلال تحليل معلمات صوتية متنوعة؛ مثل: F0، الفورمانتات، Jitter، Shimmer، وHNR في عينات صوتية طبيعية ومتنكرة، تُبرز التجربة مدى تعقيد التمييز بين التوقيعات الصوتية الأصلية والمعدلة ببعض البرامج، ومن خلال تحليل عينات صوت طبيعية ومعدلة، قُيمت موثوقية المعلمات الصوتية؛ مثل: التردد الأساسي (F0)، والفورمانتات (F1–F4) ، والاضطرابات الصوتية (Jitter) و(Shimmer)، ونسبة التناغم إلى الضوضاء (HNR) باستخدام برنامج Praat)).

كما استُخدم تحليل الطيف المتوسط طويل المدى (LTAS[٢]) لاستخراج الخصائص الطيفية المميزة لكلام المتحدث على مدى زمن أطول (فقرة مثلًا)، والتي قد تبقى ثابتة رغم التعديلات الصوتية المقصودة.

أُجري أيضًا اختبار إدراكي لقياس قدرة المستمعين على التعرف على الأصوات المتنكرة. كشف **الاختبار الإدراكي** أن المستمعين قادرون غالبًا على اكتشاف التلاعب الصوتي، خاصة إذا كان يدويًا، إلا أن **الحد الفاصل بين الصوت الطبيعي، والصوت المُولَّد بالذكاء الاصطناعي أصبح أكثر ضبابية.**

وقد أظهرت النتائج الأولية أن بعض الخصائص الصوتية يمكن التلاعب بها بسهولة، بينما تحتفظ خصائص أخرى– خاصة أنماط LTAS وبعض البنى الفورمانتية– بسمات فردية مميزة للمتحدث، وتُسهم هذه النتائج في تطوير علم الصوتيات الجنائية كأداة أساسية لمكافحة الاحتيال الصوتي، وتعزيز موثوقية الأدلة الصوتية في السياقات القانونية، وتؤكد هذه النتائج أهمية **دمج التقييم السمعي**

البشري مع التحليل الآلي في التحقيقات الصوتية الجنائية لضمان دقة أعلى، وموثوقية أقوى في مواجهة التزييف الصوتي.

أظهرت النتائج أن الخصائص الصوتية قصيرة المدى تكون حساسة جدًا للتعديل المتعمد، بينما يوفر **تحليل LTAS** تمثيلًا أكثر استقرارًا لسمات القناة الصوتية الخاصة بالمتحدث، والتي قد تبقى واضحة رغم محاولات التنكر (Künzel, 2000).

ج) كشف التسجيلات الصوتية المُعدَّلة/ المُزوَّرة/ المُتلاعَب بها:

Detection of Manipulated Recordings:

يستكشف هذا التدريب طرقًا عملية للكشف عن التسجيلات الصوتية المُعدَّلة، خاصة تلك التي حدث التلاعب بها من خلال القص واللصق (Splicing). ومن خلال تحليل خصائص؛ مثل: التغيرات في شكل الموجة waveform changes، والاضطرابات الطيفية spectral anomalies، ومؤشرات جودة الإشارة signal quality indicators، يهدف هذا البحث إلى الإسهام في مجال الصوتيات الجنائية، والتحقيقات الرقمية الصوتية. ومن المتوقع أن تدعم النتائج المتخصصين في المجالات القانونية والإعلامية في التحقق من صحة التسجيلات الصوتية المُقدَّمة كأدلة.

يتمثل الهدف الرئيس من هذا العمل في الوصول إلى طريقة موثوقة وقابلة للتطبيق لكشف التسجيلات الصوتية المُعدَّلة أو المُحرَّفة، وذلك بالاعتماد على التحليل الصوتي– الأكوستي التقليدي. ويشمل ذلك:

- تحديد العلامات الشائعة للتلاعب؛ مثل: الانقطاعات في شكل الموجة، والاضطرابات الطيفية، والتفاوتات في التردد الأساسي .(F0)

- تقييم عدد من الخصائص الصوتية التي قد تدل على التلاعب؛ مثل: التردد، والشدة، وتردد الشبكة الكهربائية Electrical Network (ENF[٣]) Frequency، ونسبة الإشارة إلى الضوضاء Signal-to-noise ratio (SNR[٤])، ومعدل عبور الصفر zero-crossing rate (ZCR[٥])، والصدى الناتج عن المكان المُسجَّل فيه.

تتضمن أشكال التلاعب الصوتي الأساسية ثلاث فئات رئيسة :**الحذف Deletion**، و**الإدراج Insertion**، و**الاستبدال** Replacement لمقاطع صوتية. ويمكن لكل من هذه الطرق أن تؤثر بشكل كبير على أصالة التسجيلات الصوتية، وقد تُستخدم لأغراض بريئة أو خبيثة. **إدراج الطَقطَقات والضوضاء** قد تحتوي التسجيلات المُعدَّلة أيضًا على أصوات طقطقة أو ضوضاء فجائية مُدخلة عمدًا. وتُستخدم هذه الأصوات لإحداث إشارات مُضلِّلة تُشوّه انسيابية الكلام الطبيعي. وعلى الرغم من أن هذه التلاعبات قد تمر دون ملاحظة أثناء الاستماع العادي؛ فإنه يمكن كشفها من خلال التحليل الجنائي الدقيق.

المنهجية باختصار:

١- **اختيار العينات** :تسجيلان حقيقيان (للقذافي، وممدوح حمزة) اُختيرا للاشتباه في تلاعبهما؛ نظرًا لأهميتهما الجنائية وتوفرهما علنًا.

٢-**تقسيم الصوت:** قُسّم كل تسجيل إلى مقاطع مدتها ٣٠ ثانية، وسُميت بتسلسل ((Label1، Label2...)).

٣-**المعالجة المبدئية** :تنظيف المقاطع باستخدام Audacity إزالة الضوضاء، وضبط الصوت، وتصدير المقاطع.

٤-**استخراج الخصائص الصوتية** :باستخدام Praat ، وقياس: التردد، الشدة، jitter، shimmer، HNR، ENF، ZCR، SNR، سرعة النطق، وعدد التوقفات.

٥-**التحليل البصري** :باستخدام Sonic Visualiser لتحليل المخططات الطيفية، والأشكال الموجية لاكتشاف التلاعب.

٦-**الاختبار الإدراكي:** استبانة شملت مقاطع معدلة، وغير معدلة لتقييم استمرارية الصوت وطبيعته.

٧-**جمع البيانات:** استجابات المشاركين مع بياناتهم الديموغرافية نُظّمت في جداول.

٨-**التحليل النهائي:** مقارنة الخصائص الصوتية قبل وبعد الاشتباه بالتلاعب مع آراء المستمعين.

٩-**توثيق النتائج** :إعداد تقرير يتضمن جداول، رسومات، وتحليل يدعم الاستنتاجات مع مراعاة الأخلاقيات البحثية.

يتضح لنا الفارق الواضح سواء كان بين التحليل الطيفي المتلاعب به (به انخفاض ملحوظ للشدة)، والأصلي (المستمر)، وأيضًا في الشكل الموجي للتسجيل الأصلي والمتلاعب به.

النتائج النهائية:

- يستطيع المستمعون العاديون اكتشاف التلاعب الصوتي إلى حد ما، خاصةً في الحالات الواضحة؛ مثل: الحذف، والتكرار، أو التغيرات المفاجئة في النغمة؛ وإن لم يكن ذلك دائمًا.
- رغم عدم قدرتهم على تحديد نوع التلاعب الفني بدقة؛ فإن ردود أفعالهم العفوية؛ مثل: الارتباك، أو الانزعاج، أو الاستغراب تُعد مؤشرات مهمة على وجود تغيّرات غير طبيعية في الصوت.
- أما الخبراء؛ فيعتمدون على أدوات تحليلية دقيقة؛ مثل: Jitter، Shimmer، Pitch، الفورمانت، و ENF للتحقق الموضوعي، لكن ملاحظات المستمعين العاديين توفر دلائل أولية قيّمة.

أما موضوع البحث القادمP فهو على قدر كبير من الأهمية؛ إذ يتمحور حول **إنتاج تسجيلات صوتية مفبركة** بشكل احترافي من قِبل طلاب برنامج الصوتيات واللغويات القضائية، مع الحرص على تنفيذ الفبركة بدقة عالية وبحنكة حتى يصعب كشفها. بالإضافة إلى **إجراء اختبار سمعي إدراكي** لقياس مدى قدرة المستمعين على تمييز ما إذا كان التسجيل مفبركًا أم لا، وحصر استجاباتهم وتحليلها ضمن إطار علمي ومنهجي.

د) تسجيل صوتي مزيَّف/ مستنسخ (ديب فيك) لكلمات إنجليزية مُستعارة يستخدمها المتحدثون بالعربية:

Deep fake audio recording of English loan words used by Arabic speakers:

في الوقت الحاضر؛ أصبحت التكنولوجيا في تطور سريع، وأصبحت تُشكِّل تهديدًا للبشر وخصوصيتهم حتى في أبسط الأمور؛ مثل: بصمة الصوت. فقد طُورت العديد من الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بهدف تقليد أصوات البشر؛ مما أدى إلى ظهور تقنية جديدة تُعرف باسم "**التزييف العميق الصوتي**."(Audio Deep Fake) وقد تطورت هذه التقنية إلى درجة أصبحت قادرة على تقليد نغمة وصوت الإنسان بشكل مقنع.

تهدف هذه التجربة إلى معرفة ما إذا كان بإمكان الشخص التمييز بين الصوت البشري والصوت المُستنسَخ، بالإضافة إلى تحديد الفروقات في الخصائص الصوتية (الأكوستية).

استُخدم برنامج يسمى **RESAMBLE AI** ؛ لاستنساخ الصوت البشري وطبقت على الكلمات المستعارة. جُمعت العينات من ستة أشخاص ضمن الفئة العمرية نفسها، وكان لديهم خلفيات تعليمية، واجتماعية متشابهة. واحتوت العينات

على عشرة كلمات إنجليزية مُستعارة يستخدمها المتحدثون بالعربية، وصُنفت إلى كلمات بسيطة ومركبة.

أُجري التحليل على مستويين:

- **المستوى الصوتي التحليلي (الأكوستي)**، وأُجري فيه قياس: التردد الأساسي (F0)، الفورمانتات (Formants)، الجيتر والشيمر (Jitter & Shimmer)، منحنى الشدة (Intensity contour)، منحنى النغمة (Pitch contour)، وأنصاف النغمات (Semitones).
- **المستوى السمعي**، وأُجري فيه اختبار إدراكي (Perceptual Test).

تشير النتائج إلى أن التمييز بين الصوت البشري والصوت المزيف كان أكثر صعوبة في **المستوى السمعي**؛ بسبب التشابه الكبير في التردد الأساسي (F0) ، لكن في **المستوى الفيزيائي التحليلي**، ظهرت بعض الفروقات الواضحة التي تميز الصوت البشري عن الصوت المزيف؛ حيث انخفضت المكونات الترددية في الصوت المُستنسَخ، وظهرت اختلافات في منحنيات النغمة والشدة.

أُجري تحليل صوتي باستخدام برنامج **PRAAT** للكشف عن الفروقات بين الصوت البشري الطبيعي، والصوت المُستنسخ بتقنية الذكاء الاصطناعي. شمل التحليل خصائص مقطعية؛ مثل: التردد الأساسي ((F0، والفورمانتات Formant frequencies، والشدة intensity، وزمن بدء الصوت Voice Onset Time (VOT))، وخصائص فوق مقطعية؛ مثل: النغمة pitch contour، intensity contour منحنى الشدة.

أُجري اختبار إدراكي بمشاركة (١٢٦) **مستمعًا** من مختلف الأعمار والتخصصات، بهدف قياس قدرة الإنسان على التمييز بين الصوت الحقيقي، والصوت المُزيف.

أظهرت النتائج فروقًا واضحة على المستوى الصوتي يمكن قياسها، بينما كان من الصعب على المستمعين التمييز بين الصوتين في بعض الحالات؛ مما يؤكد الحاجة إلى الجمع بين التحليل الآلي، والاختبارات السمعية في كشف الأصوات المزيفة.

النتائج الرئيسة:

١-**تقليد التردد الأساسي (F0)** :الصوت المُستنسخ تطابق تقريبًا مع الأصلي في التردد الأساسي؛ ما يدل على كفاءة النموذج في تقليد بصمة الصوت.

٢-**استقرار Jitter** :ثبت ضمن النطاق نفسه في الصوت المُستنسخ بسبب ثبات F0؛ مما زاد من صعوبة التمييز السمعي بين الصوتين.

٣-**اختلاف في منحنى النغمة (Pitch Contour)** :رغم تشابه الصوت إدراكيًا؛ فإن التحليل الصوتي كشف اختلافًا ملحوظًا في منحنى النغمة؛ حيث اتخذ الصوت المُستنسخ نمطًا رتيبًا أو ساقطًا.

٤-**تغيّر في أنصاف النغمات (Semitones)** :تفاوت عدد أنصاف النغمات حسب اختلاف الفرق بين أعلى وأدنى نغمة في الكلمة؛ ما أدى إلى تفاوت بين الصوتين.

٥-**تغيّر في النبر (Stress)** :الصوت المُستنسخ تبنّى قواعد النبر الأمريكية؛ مما جعله مختلفًا عن نمط نطق المتحدث الأصلي، خاصة في الكلمات المركبة.

٦-**زيادة في الشدة (Intensity)** :الصوت المُستنسخ حافظ على شدة ثابتة وعالية (٧٠-٧٩ ديسيبل)، على عكس الصوت الأصلي الذي تميز بتغيّرات طبيعية في الشدة.

٧-**ارتفاع Shimmer** :لوحظت زيادة في Shimmer بسبب ارتفاع الشدة في الصوت المُستنسخ.

٨-**تسطّح منحنى الشدة (Intensity Contour)** :ظهر المنحنى بشكل أكثر ثباتًا في الصوت المُستنسخ، مرتبطًا بتغير نمط التوكيد.

٩-**غياب واضح للفواصل (Pauses)** :الفواصل في التسجيلات المُستنسخة كانت شبه غائبة أو قصيرة جدًا، وتبدو أيضًا بدون ضوضاء الذي المفروض أن يظهر بشكل طبيعي؛ مما أفقدها الطابع الطبيعي لصوت المتحدث.

١٠-**اختلافات فردية في الفورمانتات:** لكل متحدث نمط فورمانتات خاص به يعكس تركيبه التشريحي؛ مما أدى إلى عدم تجانس النتائج في هذا الجانب.

و) التزوير والتلاعب في التسجيلات الصوتية:

Tampering with audio evidence:

الهدف من هذه التجربة هو إنشاء تسجيلات صوتية حدث التلاعب بها بشكل احترافي- من قبل الطلاب بالبرنامج من خلال تطبيق كل ما دُرس- لمحاكاة سيناريوهات واقعية للتلاعب قد تُواجه في السياقات الجنائية، خصوصًا عندما يكون التلاعب من قِبل خبراء صوتيات جنائيين. ونظرًا لخطورة هذا النوع من الأدلة، ستسعى الدراسة إلى تقييم مدى قدرة المستمعين على إدراك هذا التلاعب من خلال تحليل إدراكي (سمعي) .بالإضافة إلى ذلك؛ تُستخدم عدة طرق للكشف عن التلاعب بالاعتماد على القياسات الصوتية والتحليل السمعي.

استُخدمت خطب رئاسية مسجلة مسبقًا لثلاثة رؤساء مصريين ذكور: "محمد أنور السادات" (١٩٧٠–١٩٨١)، و"محمد حسني مبارك" (١٩٨١–٢٠١١)، و"عبد الفتاح السيسي" (٢٠١٤– حتى الآن)، وكان عمرهم جميعًا يقارب الخمسين عامًا أثناء التسجيلات. تنوعت الخطب بين اللغة العربية الفصحى والعامية المصرية.

شارك في الاختبار الإدراكي ٢٤٩ مستمعًا مصريًا، من بينهم ١١٦ أخصائي صوتيات (جنائيين)، و١٣٣ من غير المختصين. كانت الفئة العمرية الغالبة بين ١٨ و٣٠ عامًا، ولم يكن لديهم اهتمامات سياسية تُذكر نظرًا لصغر سنهم، بينما شارك عدد قليل من الأشخاص فوق سن الثلاثين، وقد عاشوا في الفترات التي أُلقيت فيها تلك الخطب، وبالتالي يمتلك بعضهم خلفية سياسية، وإن كان ذلك لا يمنع افتقار البعض الآخر منهم لتلك الخلفية.

لم يكن اختيار البيانات عشوائيًا، بل جاء نتيجة الحاجة لإنشاء بيانات حساسة لأغراض أكاديمية بسبب عدم توفر بيانات حقيقية يمكن الوصول إليها. أُختيرت البيانات وفقًا لمعايير معينة، منها: جودة ملفات الصوت، وسياق الكلام، والبيئة المحيطة بوقت إلقاء الخطاب.

أُنشئت ست عينات صوتية مُفبركة يدويًا من قِبل طلاب تخصص الصوتيات الجنائية باستخدام برنامج Audacity ؛ حيث قاموا بقص ودمج مقاطع صوتية. تضمنت الفبركة حذف أو استبدال مقاطع لإخفاء معلومات مهمة، أو التركيز على معلومات بعينها، أو تغيير معنى السياق من سلبي إلى إيجابي أو العكس. وقد راعى الطلاب عدم تغيير أسلوب المتحدث– (مثل: التوقفات، وسرعة الكلام)– للحصول على تسجيل مُفبرك متقن يصعب اكتشافه.

كما أُخذت جودة الملفات الصوتية بعين الاعتبار؛ حيث أُنشئت كل عينة مفبركة من الخطاب نفسه للمتحدث نفسه؛ مما يجعل اكتشاف التلاعب أصعب مقارنةً إذا استُخدم مقاطع من خطب مختلفة، أو بيئات صوتية مختلفة.

يُوفر برنامج **MATLAB** أدوات لاكتشاف التسجيلات الصوتية المُفبركة من خلال عرض الأجزاء غير المتسقة بصريًا، باستخدام تقنيات من معالجة الإشارة من مصادر متنوعة، أما **Adobe Audition**؛ فقد استُخدم لتحليل واكتشاف علامات التلاعب بهدف التحقق من **صحة وسلامة الأدلة الصوتية**. يحتوي البرنامج على مجموعة متنوعة من الأدوات التي تساعد في الكشف عن الفبركة؛ مثل:

- **عرض التردد الطيفي (Spectral Frequency Display)** الذي يمكن استخدامه لتحديد الأنماط غير المعتادة أو الفجوات في طيف الترددات، والتي قد تشير إلى وجود تلاعب.
- **محرر الموجات الصوتية (Waveform Editor)** الذي يُمكّن المستخدم من التكبير على أجزاء محددة من التسجيل الصوتي لتحديد التباينات أو التشوهات في الموجة، والتي قد تكون مؤشرًا على وجود تلاعب.

Figure 1. Fabricated audio file

Figure 2. Original audio file

Figure 3. Fabricated audio file

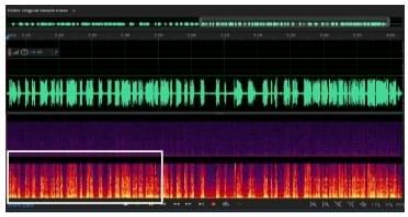


Figure 4. Original audio file

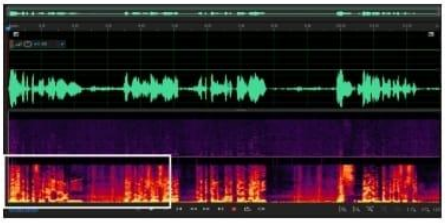


Figure 3. Fabricated audio file

Figure 4. Original audio file

4.2.2.3 MATLAB software analysis

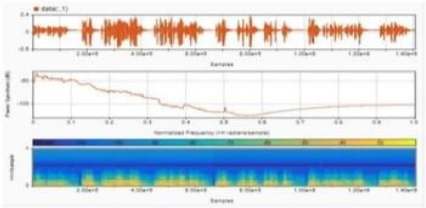


Figure 13. Fabricated audio file

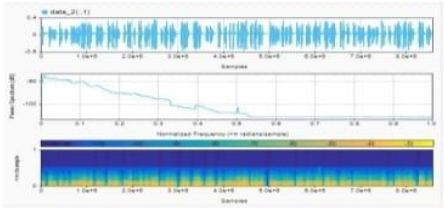


Figure 14. Fabricated audio file

4.2.2.5 PRAAT: LPC Analysis

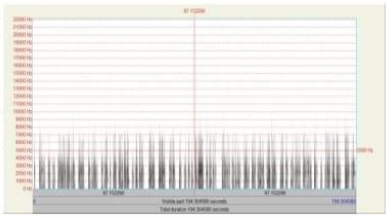


Figure 18. Original audio file

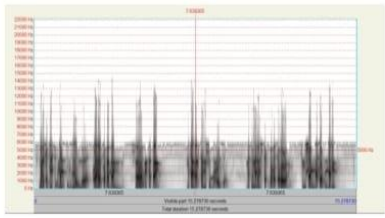


Figure 19. Fabricated audio file

أظهرت النتائج أن هناك تباينات في كفاءة اكتشاف التلاعب بين البرامج المذكورة أعلاه:

- تحليل **RMS histogram** كان فعالًا في **٨٣%** من البيانات.
- التحليل الطيفي باستخدام **Adobe** كان فعالًا في **٦٦%** من الحالات.
- تحليل **spectrogram** باستخدام **MATLAB** أثبت فاعلية بنسبة **٦٦%** أيضًا.
- تحليل **LPC (Linear Predictive Coding)** كان الأقل فاعلية بنسبة **٥٠%** فقط.

من المهم الإشارة إلى أن هذه الخصائص قد لا تكون دائمًا موجودة في الملفات الصوتية المزوّرة؛ إذ إن بعض عمليات التلاعب قد تكون دقيقة للغاية ويصعب اكتشافها. كما أن بعض هذه السمات قد تظهر أيضًا في التسجيلات الأصلية، لذلك من الضروري أخذ جميع جوانب التسجيل الصوتي بعين الاعتبار عند تقييم مصداقيته.

ى) **تقنيات تحسين جودة الكلام، وتقليل الضوضاء لأصوات الذكور والإناث:**

Speech Enhancement and Noise Reduction Techniques for Male and Female Voices:

يُعد هذا البحث من أهم الموضوعات التي نتعرض لها في مجال الصوتيات القضائية، ألا وهو تأثير تطبيقات تحسين جودة العينة الكلامية على الخصائص الصوتية لأصوات الذكور والإناث للاستفادة منه في المجال الصوتي الجنائي. استُخدمت ست عينات صوتية (لعدد ثلاثة ذكور وثلاث إناث) ومعالجتها عبر برامج مختلفة؛ وهي: Audacity، voice and vocal isolation، iZotope RX،

Adobe Podcast AI، Auphonic، Adobe Premiere Pro، و Adobe Audition.

استُخلصت القياسات الصوتية الفيزيائية– لكل تسجيل– باستخدام برنامج *Praat* قبل وبعد المعالجة لكل تطبيق، شملت الخصائص الفيزيائية المقاسة: التردد الأساسي (F0)، والشدة، jitter، shimmer، ونسبة الإشارة الكلامية إلى الضوضاء (HNR)، وسرعة الكلام speech rate. ولتكملة التحليل الموضوعي، أُجري اختبار سمعي إدراكي عبر منصة *QuestionPro*، شارك فيه محللون صوتيون متخصصون، كما شارك فيه مستمعون عاديون لتقييم الوضوح والجودة العامة.

تهدف هذه التجربة إلى الإجابة عن التساؤل التالي: هل تؤدي تقنيات تحسين جودة الصوت وتقليل الضوضاء أداءً متساويًا بين أصوات الذكور والإناث، أم أن هناك فرقًا ملموسًا في فعاليتها تبعًا لطبقة صوت المتحدث؟ كما يسعى إلى تقييم مدى كفاءة كل تطبيق من هذه التطبيقات، وإمكانية الاعتماد عليها في مجال الصوتيات الجنائية، لا سيما عند التعامل مع عينات صوتية قد تكون حاسمة في تبرئة أو إدانة شخص محل اشتباه.

تقييم أدوات تحسين جودة الصوت:

1. **Adobe Audition**:

- **نقاط القوة:** يوفر تحكمًا احترافيًا عالي الدقة في التعديلات.
- **نقاط الضعف:** وُجد أنه يضغط الصوت، ويُضعف وضوحه، خاصة في العينات الذكورية.
- **الأداء:** لم يكن ضمن الأدوات الأعلى تفضيلًا إدراكيًا.

2. **Auphonic:**

- **نقاط القوة:** تقليل ضوضاء تلقائي؛ يحافظ على طبيعية الصوت.
- **نقاط الضعف:** لوحظت شدة صوت مصطنعة قليلًا في المرحلة الأولى.

- **الأداء:** أداء جيد، لكنه لم يكن الأفضل من حيث التفضيل.

3. **Audacity**:

- **نقاط القوة:** مجاني وسهل الوصول؛ يحتوي على أدوات أساسية لإزالة الضوضاء.
- **نقاط الضعف:** أقل فعالية في الحفاظ على وضوح الكلام؛ ظهور تشوهات ملحوظة.
- **الأداء:** سجل أقل درجات التفضيل في كلا المرحلتين.

4. **Adobe Podcast AI:**

- **نقاط القوة:** يعتمد على تقنيات ذكاء اصطناعي متقدمة؛ فعال في عزل الصوت، وإزالة الضوضاء مع الحفاظ على مستوى صوت طبيعي.
- **نقاط الضعف:** قد يؤدي إلى تنعيم نسيج الصوت في بعض الحالات.

Female 1 before and after enhancement:

parameter	Before enhancement	After audacity	After Adobe Premiere + Audition	After auphonic	After podcast AI
Fundamental frequency	182.19 Hz	264.00Hz	211.05 Hz	230.211 Hz	226.7 Hz
Min pitch	50.0 Hz	77.7 Hz	72.23 Hz	73.24 Hz	99.6 Hz
Max pitch	546.30 Hz	693.3 Hz	503.31 Hz	480.84 Hz	653.1 Hz
Intensity	76.2 dB	62.1 dB	59.22 dB	74.84 dB	73.3 dB
Min intensity	53.4 dB	17.2 dB	35.54 dB	-1.87 dB	25.00dB
Max intensity	89.7 dB	79.2 dB	68.108 dB	83.77 dB	64.01 dB
F1	755.18 Hz	706.2 Hz	755.39 Hz	71.66 Hz	737.00Hz
F2	1791.2 Hz	1856.0 Hz	1792.12 Hz	1785.609 Hz	1780.2 Hz
F3	2874.14Hz	2922.0Hz	2875.59Hz	2947.505 Hz	3002.7 Hz
jitter	2.12%	4.00%	2.793%	1.815%	1.58%
Shimmer	12.91%	18.3%	13.627%	7.768%	6.64%
NHR	0.16 dB	0.18 dB	0.316031 dB	0.13 dB	0.04 dB
HNR	9.3dB	8.7 dB	6.740 dB	13.25 dB	9.04 dB
Speech rate	4.57	3.7	4.56	4.27	4.21
Duration	59.04 sec	59.0 sec	59.02 sec	58.75 sec	56.9sec
No. of syllables	270	181	269	251	248
Pauses	0	39	0	14	16

قُيمت إحدى المتحدثات كنموذج لتحليل تأثير تطبيقات المعالجة الصوتية المختلفة على السمات الصوتية للصوت المسجل؛ حيث رُصد مدى كفاءة كل تطبيق في تنقية الصوت، وقياس التغيرات في السمات الفيزيائية المميزة؛ مثل: التردد الأساسي (F0)، والتذبذب الزمني (Jitter)، والتذبذب السعوي (Shimmer)، ونسبة الضوضاء إلى النغمة (HNR)".

احتل المركز الأول في معالجة العينة الصوتية تحليليًا فيزيائيًا، التطبيق الرابع بجدارة (**Adobe Podcast AI**) كما جاءت أيضًا نتائج الاختبار السمعي الإدراكي للمستمعين قبل وبعد المعالجة على أنه أفضل تطبيق من كونه نقى العينة الصوتية دون إحداث أي خلل بالعينة الكلامية.

النتائج النهائية لتقييم أدوات تحسين الصوت:

- **Adobe Podcast AI** تفوقت بانتظام على الأدوات الأخرى من حيث القياسات الموضوعية، وتفضيلات المشاركين؛ حيث حافظت على وضوح الصوت، وقللت الضوضاء بشكل فعّال، مع الحفاظ على نغمة صوت طبيعية، خاصةً في العينات الأنثوية.
- لوحظت **تشوهات في طبقة الصوت (Pitch)** في أدوات؛ مثل: *Audacity*، *Adobe Audition*، خصوصًا عند معالجة الأصوات الذكورية؛ حيث رُفعت الطبقة الصوتية أحيانًا إلى مستوى غير طبيعي؛ مما قد يهدد هوية المتحدث، ووضوح الكلام.
- **الاختبارات الإدراكية** أظهرت أن أغلب المشاركين فضّلوا العينات المُحسّنة للمتحدثات الإناث، مشيرين إلى وضوح أفضل، وتشوه أقل، وصوت أكثر طبيعية.
- الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي؛ مثل: Auphonic، **Adobe Podcast AI** أظهرت نتائج متفوقة مقارنة بالطرق التقليدية، رغم أن بعض

الخصائص الصوتية؛ مثل: *jitter*، *shimmer*،*formants* تعرضت لتغييرات طفيفة حتى في أفضل الأدوات.

- أكدت التحليلات وجود **انحياز قائم على الجنس** في بعض أنظمة تحسين الصوت، ربما بسبب اختلال في بيانات التدريب أو قيود في الخوارزميات، كما عكسه الأداء الأفضل والثابت عند التعامل مع الأصوات الأنثوية.

أظهرت النتائج أن أدوات التحسين بالفعل أدت إلى تحسين وضوح الكلام عمومًا، لكنها أحدثت تغييرات في ثبات (F0) وبعض الخصائص الصوتية المميزة للمتحدث، وكانت هذه التغيرات مختلفة بين العينات الذكورية والأنثوية. وبالتالي؛ يُستخلص أن استخدام تقنيات تحسين الصوت في السياقات الجنائية يتطلب توازنًا دقيقًا بين تقليل الضوضاء والحفاظ على هوية المتكلم الصوتية. ويتطلب أيضًا أن من يقوم بمثل هذه العمليات يكون من التقنيين الصوتيين.

المراجع

1. Abbas, N. F., Jawad, R. A. T., & Muhi, M. T. (2018). Pauses and hesitations in drama texts. *International Journal of English Linguistics, 8*(4), 106–114.
2. Aamodt, M. G., & Custer, H. (2006). Who can best catch a liar? A meta-analysis of individual differences in deception.
3. Abe, N., Suzuki, M., Mori, E., Itoh, M., & Fujii, T. (2007). Deceiving others: Distinct neural responses of the prefrontal cortex and amygdala in simple fabrication and deception with social interactions. *Journal of Cognitive Neuroscience*.
4. Adams, S. (2002). Communication under stress: Indicators of veracity and deception in written narratives (PhD thesis). Virginia Polytechnic Institute and State University.
5. Al-Ghazali, M., Mirhaidari, A., Mousavi, M., & Christensen, H. (2025). Exploring gender disparities in automatic speech recognition technology. *Journal of Speech Technology and AI, 18*(2), 55–71.
6. Alghamdi, M. (2004). A spectrographic analysis of Arabic vowels: A cross-dialectal study. *Journal of King Saud University- Languages and Translation, 16*(1).
7. Asadi, H., & Dellwo, V. (2019). Within-speaker variability in long-term F0. *The Journal of the Acoustical Society of America*.
8. Behre, C. (2017). The relationship between fundamental frequency variation and articulation in healthy speech production (PhD thesis). University of York.
9. Campbell, N. (2004). Getting to the heart of the matter: Speech as the expression of affect—rather than just text or sound. *Speech Communication, 40*(1–2), 251–262.
10. Cavalcanti, J. C., Eriksson, A., & Barbosa, P. A. (2019). Acoustic analysis of vowel formant frequencies in genetically-related and non-

genetically related speakers with implications for forensic speaker comparison. *The Journal of the Acoustical Society of America*.

11. Christin Kirchhübel. (2013). The acoustic and temporal characteristics of deceptive speech (PhD thesis). The University of York.
12. Cody, M. J., & O'Hair, H. D. (1983). Nonverbal communication and deception: Differences in deception cues due to gender and communicator dominance. *Communication Monographs, 50*, 175–193.
13. Cody, M. J., Marston, P. J., & Foster, M. (1984). Deception: Paralinguistic and verbal leakage. In R. N. Bostrom & B. H. Westley (Eds.), *Communication Yearbook 8* (pp. 464–490). Beverly Hills, CA: Sage.
14. Coulthard, M., & Johnson, A. (2010). *An Introduction to Forensic Linguistics: Language in Evidence*. Routledge.
15. Crystal, D. (1969). *Prosodic Systems and Intonation in English*. Cambridge University Press.
16. Dehak, N., Kenny, P. J., Dehak, R., Dumouchel, P., & Ouellet, P. (2011). Front-end factor analysis for speaker verification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 19*(4), 788–798.
17. Diwakar, R., & Gupta, A. (2025). GAN-based gender detection in speech using MFCC and autoencoder architectures. *International Journal of Neural Computing and Applications, 33*(4), 1221–1234.
18. Eichhorn, J., Kent, R. D., Austin, D., & Vorperian, H. K. (2017). Effects of aging on vocal fundamental frequency and vowel formants in men and women. *Journal of Voice*.
19. Ekman, P. (1988). Lying and nonverbal behaviour: Theoretical issues and new findings. *Journal of Nonverbal Behaviour, 12*, 163–176.
20. Ekpenyong, M., & Obot, E. (2014). Speech quality enhancement in digital forensic voice analysis. *Journal of Forensic Acoustics, 5*(1), 22–31.

21. Ephraim, Y., & Cohen, I. (2004). Recent advancements in speech enhancement. *IEEE Signal Processing Magazine, 22*(5), 95–106. https://doi.org/10.1109/MSP.2005.1458275

22. Esquef, P. A. A., Apolinário, J. A., & Biscainho, L. W. P. (2014, October 16). Edit detection in speech recordings via instantaneous electric network frequency variations. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*.

23. Faundez-Zanuy, M., Lucena-Molina, J. J., & Hagmueller, M. (2022). Speech watermarking: An approach for the forensic analysis of digital telephonic recordings. *arXiv preprint arXiv:2203.02275*.

24. Gold, E., & French, P. (2011). International practices in forensic speaker comparison. *International Journal of Speech, Language and the Law*, *18*(2), 293–307.

25. Grabe, E., & Low, E. L. (2002). Durational variability in speech and the rhythm class hypothesis. *Papers in Laboratory Phonology, 7*, 515–546. https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110197105.2.515/html

26. Gural, E. N., & Pazarci, M. (2017). A supporting method to detect manipulated zones in digitally edited audio files. *Medicine, 7*(2), 322–325.

27. Hellmuth, S. (2006). Intonational pitch-accent distribution in Egyptian Arabic. *Phonology, 23*(1), 45–75. https://www.researchgate.net/publication/265023131

28. Hollien, H. (2001). *Forensic Voice Identification*. Academic Press.

29. Hollien, H. (2012). About forensic phonetics. *Linguistica, 52*(1), 27–53.

30. Hughes, V., Wood, S., Foulkes, P., & French, P. (2017). Strength of forensic speaker comparison evidence using likelihood ratios: An

empirical study. *The Journal of the Acoustical Society of America, 141*(6), 4669–4681.

31. Kinnunen, T., & Li, H. (2010). An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors. *Speech Communication, 52*(1), 12–40.

32. Khattab, G., & Al-Tamimi, J. (2013). Vowel dynamics and social meaning in Lebanese Arabic. In *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*.

33. Kohler, K. J. (2009). German intonation patterns and speaker attitudes. In *Handbook of German Linguistics*.

34. Künzel, H. J. (2000). Effects of voice disguise on speaking fundamental frequency. *Forensic Linguistics, 7*(2), 149–179.

35. Ladd, D. R., Mennen, I., & Schepman, A. (2009). Phonological and phonetic influences on prosodic realization in a second language. *Journal of Phonetics, 37*(4), 433–451.

36. Lavan, N., Burton, A. M., Scott, S. K., & McGettigan, C. (2018). Flexible voices: Identity perception from variable vocal signals. *Psychonomic Bulletin & Review*.

37. Leonzio, D. U., Cuccovillo, L., Bestagini, P., Marcon, M., Aichroth, P., & Tubaro, S. (2023, July 7). Audio splicing detection and localization based on acquisition device traces. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*.

38. Lin, X., & Kang, X. (2017). Exposing speech tampering via spectral phase analysis. *Digital Signal Processing, 60*, 63–74.

39. Linville, S. E. (1988). Intraspeaker variability in fundamental frequency stability: An age-related phenomenon? *Journal of the Acoustical Society of America*.

40. Liu, Y., Li, J., & Wu, Y. (2023). Incorporating broad phonetic information for speech enhancement. *Speech Communication, 149*, 37–45. https://doi.org/10.1016/j.specom.2023.03.004

41. Mayer, M., & Stamm, M. (2011). Audio authentication based on waveform correlation. In *2011 IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (pp. 1–6). IEEE.

42. Mennen, I. (2004). Bi-directional interference in intonation. *Bilingualism: Language and Cognition, 7*(2), 177–190. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095447004000166

43. Miller, G. R. (1983). Telling it like it isn't and not telling it like it is: Some thoughts on deceptive communication. In J. I. Sisco (Ed.), *The Jensen Lectures: Contemporary Communication Studies* (pp. 91–116). Tampa: University of South Florida.

44. Mubeen, Z., Afzal, M., Ali, Z., Khan, S., & Imran, M. (2021). Detection of impostor and tampered segments in audio by using an intelligent system. *Computers & Electrical Engineering, 91*, 107122.

45. Namy, L. L., Nygaard, L. C., & Sauerteig, D. (2002). Gender differences in vocal accommodation. *Journal of Language and Social Psychology, 21*(4), 422–432.

46. Nellioh, J. (2012). About forensic phonetics. *Journal of Forensic Speech and Language, 9*(3), 101–115.

47. Nolan, F. (1997). Speaker recognition and forensic phonetics. In Hardcastle, W. J., & Laver, J. (Eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences* (pp. 744–767). Blackwell.

48. Peiqi, L., Jingyong, P., Dingyu, & Y. Zhiqiang. (2005). LPC prediction error combined with LSB steganography for blind speech authentication. In *2005 IEEE 7th Workshop on Multimedia Signal Processing* (pp. 1–4). IEEE. https://doi.org/10.1109/MMSP.2005.248631

49. Peterson, G. E., & Barney, H. L. (1952). Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America, 24*(2), 175–184.

50. Pop, G., & Burileanu, D. (2019). Speech enhancement for forensic purposes. *U.P.B. Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering and Computer Science, 81*(1), 175–186.

51. Rana, S., & Qureshi, M. A. (2023). A comprehensive review of forensic phonetics techniques. *Asian Bulletin of Big Data Management, 5*(2), 88–103.

52. Reynolds, D. A. (2002). An overview of automatic speaker recognition technology. In *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing* (Vol. 4, pp. 4072–4075).

53. Robert, C. M. (2009). Audio forensic examination: Authenticity, enhancement, and interpretation. *IEEE Signal Processing Magazine*, *26*, 84–94.

54. Rose, P. (2002). *Forensic Speaker Identification*. Taylor & Francis.

55. Schiller, B., Batliner, A., Steidl, S., & Seppi, D. (2013). Recognising realistic emotions and affect in speech: State of the art and lessons learnt from the first challenge. *Speech Communication, 53*(9–10), 1062–1087.

56. Schilling, R. J., & Harris, S. L. (2016). *Digital Signal Processing Using MATLAB*. Cengage Learning.

57. Sufiyan, J. T., Khan, R., Abdalla, M., & Zhou, X. (2025). Survey on modern audio enhancement systems. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 33*(7), 903–918.

58. Torres, J. F., Moore, E., & Bryant, E. (2008). A study of glottal waveform features for deceptive speech classification. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 4489–4492).

59. Ustubioglu, B., Tahaoglu, G., & Ulutas, G. (2023). Detection of audio copy-move-forgery with novel feature matching on Mel spectrogram. *Expert Systems with Applications, 213*, 118963.

60. Uther, M., Knoll, M., & Burnham, D. (2007). Do you speak E-NG-LI-SH? Foreign-accented speech and prosody. *Speech Communication, 49*(4), 355–366. https://www.researchgate.net/publication/222815210

61. Vryzas, N., Katsaounidou, A., Kotsakis, R., Dimoulas, C. A., & Kalliris, G. (2018, May). Investigation of audio tampering in broadcast content. In *Audio Engineering Society Convention 144*. Audio Engineering Society.

62. Zeng, C., Kong, S., Wang, Z., Wan, X., & Chen, Y. (2022). Digital audio tampering detection based on ENF spatio-temporal features representation learning. *arXiv preprint arXiv:2208.11920.*

63. Zhang, C., Kim, H., & Narayanan, S. (2022). Phonetic feedback for speech enhancement with and without parallel data. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 30*, 2638–2649. https://doi.org/10.1109/TASLP.2022.3195847

64. Zhao, H., Ye, Y., Shen, X., & Liu, L. (2024, May 16). 1D-CNN-based audio tampering detection using ENF signals

[2]: **LTAS** هو اختصار لـ **Long-Term Average Spectrum**، ويُترجم إلى "**طيف المتوسط طويل الأمد**".

طريقة العمل: يحسب المتوسط العام لطاقة الترددات المختلفة على فترة زمنية طويلة (عدة ثوانٍ أو أكثر)؛ مما يساعد على تجاوز التقلبات اللحظية في الإشارة الصوتية. **الاستخدامات :الصوتيات الجنائية)**؛ مثل: مقارنة الأصوات، و**تقييم اضطرابات الصوت**، و**الدراسات الاجتماعية الصوتية**، و**تحليل مصداقية التسجيلات الصوتية**.

[3] يُعد تحليل تردد الشبكة الكهربائية (ENF) أداة قوية في مجال التحقق الجنائي من صحة التسجيلات الصوتية. وهو في جوهره أسلوب تحقيقي يُستخدم للتحقق من أصالة التسجيلات الصوتية والتأكد من أنها لم تتعرض للتلاعب.

[4] نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) هي مقياس يُستخدم لوصف مدى وجود الصوت المرغوب فيه داخل التسجيل الصوتي مقارنةً بالصوت غير المرغوب فيه (الضوضاء).

[5]

AIN SHAMS UNIVERSITY

AIN SHAMS UNIVERSITY
MIDDLE EAST RESEARCH CENTER
مركز بحوث الشرق الأوسط
MERC

Middle East Research Journal

Refereed Scientific Journal
(Accredited) Monthly

Vol.116
October 2025

Issued by
Middle East
Research Center

Fifty year
Founded in 1974

Issn: 2536 - 9504
Online Issn: 2735 - 5233