جامعة سوهاج
كلية التربية
المجلة التربوية

فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائيـــة

إعداد

أ.د/ وليد فاروق حسن سيد
مدرس اضطرابات اللغة والكلام
كلية علوم ذوى الاحتياجات الخاصة جامعة بنى سويف

تاريخ الاستلام : ٢٠ أبريل ٢٠٢١م – تاريخ القبول : ١٠ مايو ٢٠٢١م

DOI: 10.12816/EDUSOHAG.2021.

مستخلص الدراسة

هدفت الدراسة إلى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية ، ولتحقيق أهداف الدراسة ، تم تصميم مقياس لاضطراب صوت الكلام تكون من (٥٤) فقرة تناول سبعة أبعاد لمظاهر اضطراب صوت الكلام ، وتكونت عينة الدراسة الحالية من (٦) تلاميذ وتلميذه (٣) من الذكور ، (٣) من الاناث وتراوحت اعمارهم ما بين (٦: ٩) سنوات من تلاميذ المرحلة الابتدائية بمحافظة الوادي الجديد الذين لديهم اضطرابات في صوت الكلام (النطق) في الأصوات سابقة الذكر،. وتم التركيز في التحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام في الدراسة الحالية على الموجة الصوتية ، المكونات الصوتية ، ومستوى الضغط الصوتي ، والطاقة الصوتية ، ومدة تردد الاصوات الكلامية ، وذلك من خلال اخذ عينات كلامية في انتاج الاصوات، والتي تم تحليلها فيزيائياً للتعرف على عدد الاخطاء الصوتية ، وانواعها وثبات الاخطاء ، والتنغيم ، والنبر ، التردد ، السعة ، ودرجة الصوت ، العلو ، وشدة ونوع الصوت ، والحزم الصوتية ، ورنين الحركية الصوتية ، وزمن الحركة الصوتية ، المقطع والايقاع ، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي في معدل مكونات ، مستوى الضغط ، مستوى الطاقة ، شكل الموجة الصوتية ، مدة الترددات اضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ، ووجود أيضا فروق ذات دلالة إحصائية (٠.٠١) في أداء التلاميذ مقياس اضطرابات صوت الكلام (الورقي) وبين برمجيات الذكاء الاصطناعي(الأجهزة) لتحليل الصوت الفيزيائي بهدف استخراج اضطرابات صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

الكلمات المفتاحية : الذكاء الاصطناعي ، التعرف الآلي ، التحليل الفيزيائي ، خصائص الصوتية – اضطرابات النطق ، تلاميذ المرحلة الابتدائية .

Effective use of Artificial intelligence (AI) applications were used to automatically recognize the physical acoustic properties of speech of pupils with articulation disorders in primary school.

Abstract of Study

Abstract

The study aimed to use the use of artificial intelligence applications for automatic identification of the physical acoustic properties of the speech of students with speech disorders in the primary stage, and to achieve the objectives of the study, a measure of speech phoneme disorder was designed consisting of (54) items dealing with seven dimensions of the manifestations of speech sound disorder, and the current study sample was formed. Of (6) pupils and his student, (3) males, (3) females, their ages ranged between (6: 9) years of primary school students in the New Valley Governorate who had disturbances in the speech sound (pronunciation) in the aforementioned sounds. The focus in the physical analysis of speech sound disorder in the current study was on the sound wave, the acoustic components, the level of vocal pressure, the sound energy, and the frequency of the speech sounds, by taking speech samples in the production of sounds, which were analyzed physically to identify the number of vocal errors. And its types and stability of errors, intonation, tone, frequency, amplitude, pitch, loudness, intensity and type of voice, vocal beams, vocal movement resonance, vocal movement time, syllable and rhythm, and the results of the study concluded that there are statistically significant differences in the use of artificial intelligence software Physical analysis of sound in component rate, pressure level, energy level, sound wave shape, duration of frequencies, speech sound disturbance of the sounds "t, t, qaf, kaf, tha, sine, dah, dal" and the position of disturbance in the word "beginning, middle, end" ", And there are also statistically significant differences (0.01) in the pupils' performance in the scale of speech sound disorders (paper) and between the artificial intelligence software (devices) for the physical sound analysis with the aim of extracting voice disturbances. Speech for elementary school students.

Key words: artificial intelligence, machine recognition, physical analysis, phonological characteristics - speech disorders, elementary school students.

مقدمــة :

لقد شـهدت السـنوات الأخيـرة تطـورات ملحوظـة فـي المجـال التقنـي والتكنولـوجي فـي مجـال اضـطرابات اللغـة والتخاطـب سـواء للعـاديين وذوى الاعاقـة ، حيـث اصـبح أصـبح عالمنـا اليـوم فـي مجـال الخـدمات المسـاندة فـي علـوم تكنولوجيـا الاتصـال والتواصـل يتميـز بكـل مـا هـو جديد وعلمي ، ويعتبر مجـال أمـراض التخاطـب أكثـر الميـادين مواكبـة لهـذه التطـورات لسـبب ان هـذه الاضـطرابات تنتشـر كلمـا ازدادت درجـة وشـدة ونـوع الاعاقـة ، لـذلك فـإن نظريـة الـذكاء الاصـطناعي سـمحت للحواسـيب تركـز علـى مبـدأ محاكـاة القـدرات اللغويـة البشـرية لـذوى الاحتياجات الخاصة والتي تقدم خدمة جليلة في تشخيص وعلاج اضطرابات النطق والكلام .

وفى دراسة بارك Park SH, 2012 لمعرفة خصائص اضطرابات النطق Articulation Disorders أو اضـطراب الصـوت الكلامـي speech sound disorder التـي ينتجهـا تلاميـذ المرحلـة الابتدائيـة نتيجـة لعوامـل عضـوية أو وظيفيـة ، وهـدفت الدراسـة الـى تحديـد خصـائص الصـوت الفيزيـائي مـن خـلال اخـذ عينـات كلاميـة لإجـراء عمليـة التحليـل واشـتملت علـى تحليـل عـدد الاخطـاء ، ،نـوع الخطـأ مـن حـذف ، ابـدال ، وتشـويه ، إضـافة ، وشـكل الاخطـاء لمعرفـة السـمات المميـزة والعمليـات الصـوتية ومعـدل وضـوح النطـق، واسـتثارة القـدرة للصوامت حسب حجم العينة والعمر من خـلال عرض عينـة لمجموعـة من كلمـات وجمـل علـى الجهاز تشتمل على الصوت في بداية واسفرت نتائج الدراسـة ارتفـاع نسـبة انتشـار اضـطرابات النطق عند تلاميذ المرحلـة الابتدائيـة قـد تصـل الـى ٣٥% وأشـارت النتـائج إلـى هؤلاء التلاميـذ يظهرون الاخطـاء النطقيـة باسـتخراج السـمات المميـزة التـى تجمـع الاصـوات التـي يخطـئ بهـا التلميـذ مـن خـلال وجـود التغيـرات فـي مكـان نطـق الصـوت Changes in place production واظهر التلاميذ من خلال التحليل الفيزيـائي تغيرات ومنهـا التقديم Frontng ، اللثغة Lisping ، التقريب أو التجانس الطبقي (الحلقى)V Aelar assimilation ، التقريـب او التجـانس الشـفوي Labial assimilation ، التـأخير Backing ، اسـتبدال مزماري Glottal replacement ، اللثوية Alveolarization، والتغيرات في طريقـة إنتـاج الصوت Changes in manner of production ومنهـا التوقيـف والانزلاقيـة والانفيـة ، والتغيرات فـى بدايـة المقـاطع أو الكلمـات Changes in the beginning of syllables ومنـها الحذف وجهر الصوت ، التغيرات في نهايـة المقـاطع أو الكلمـات Changes at the

end of syllables or words واظهر فيها التلاميذ إلغاء صفة الجهر للصامت في اخر الكلمة ، حذف الصامت في النهاية ، التغيرات في المقاطع Changes in syllables وأظهر فيها التلاميذ التكرار وحذف المقطع ، التغيرات في مجموعة الصوامت Changes in consonant reduction وأظهر التلاميذ إقحام او إضافة والتقليل من الصوامت ، قلب الصوامتSound reversal واظهر التلميذ التبادل وقلب اصوات في الكلمات (Park SH, 2012)

كما يوجد العديد من الاستخدامات المفيدة للذكاء الاصطناعي والتي تغطى مجالات واسعة ومن تلك المجالات مجال ذوى الاعاقة وخاصة اضطرابات التخاطب . وقد بينت نتائج الدراسات السابقة التأثيرات الايجابية لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تأهيل الطلاب ذوى اضطرابات التواصل ومن هذه الدراسات دراسة(العنانى ، ٢٠٠٧؛ حمزة ، ٢٠١٤ Breier,2013؛ Chen, 2015؛ Franco,2016؛ Bernstein,2017)

وهذا ما أشار إليه أنتوني (2011) Anthony إن نظم التعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام المضطربين نطقيا من تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحاسوبية الحديثة والتي ركزت على مكونات نظم التعرف على أنماط العمليات الصوتية التي ينتجها الطفل عن طريق جهاز الكرتوني يطلق عليه كي – نازوميتر – KAY NASOMETER II والذى يتضمن أدارة رقمية عالية الدقة مع مكروفون مزدوج حساس لتسجيل العينات الصوتية الكلامية من الانف والفم وتحديد نسبة الاخطاء النطقية وإظهار النتائج على شكل رسومات بيانية وجداول رقمية ومجموعة من الوسائل السمعية والبصرية وغيرها من الوسائل الالكترونية المبرمجة الهادفة لفحص الاطفال ذوى اضطرابات النطق .( ) Anthony,2011

ويذكر كيم واي تي (2016) KimYT ان هناك تقنيات عالية من تطبيقات الذكاء الاصطناعي والذى يعرف فيزي بيتش Visi–Pitch ويطلق على هذا الجهاز تقنية الكلام المحوسب وهو جهاز كمبيوتر لفحص وتشخيص حالات امراض التخاطب من خلال الصوت والصورة ويتضمن الجهاز إدارة رقمية عالية الدقة لتسجيل العينات الصوتية او الخصائص الفيزيائية للأصوات الكلامية ، تسجيلات عالية الجودة لتمثيل الكلام الدقيق لكلام المضطرب نطقيا وصوته وتحديد آلية النطق ودراسة الأحرف الساكنة والمتحركة ، ويعتبر برمجية Visi–Pitch فحص عميق عن نوع الخطأ النطقي من انتاج صوت صحيح Correct ،

إبدال الصوت بصوت أخر Substitution ، تشويه الصوت Distortion ، حذف الصوت Deletion ، إضافة صوت أو أصوات الى الكلمات المستهدفة Addition . Kim (YT,2016)

وهذا ما أكد عليه فونسيكا Fonseca(2019) في هذا الإطار من برمجيات الذكاء الاصطناعي الى ظهور وسائل تكنولوجية لتقييم الاضطرابات النطقية والكلامية عن طريق برمجيات تعمل على اتاحة إمكانية تحليل خروج الاصوات الكلامية بما يسمى بالتحليل الفيزيائي للصوت بأخذ العينات الكلامية ومن بين هذه التقنيات Praat ، والبواني الصوتية f1,f2 من خلال استعمال لحساب التردد والشدة والتواتر والجرس للأصوات الكلامية او النطقية ، وتقنية او برمجية drspeech لتقييم وعلاج اضطرابات اللغة والكلام ، وكذلك تقنية او برمجية Electrolaryngograph للتمثل البياني للأصوات الكلامية وتحديد درجة اضطرابات النطق والكلام ، وبرمجية Fonos ، Sirène لتحديد اضطرابات النطق وتحديد طبقة شدة ونوعية ودرجة وشدة ونغمة الصوت مع رسم بياني للنطق للأصوات ، وكذلك تقنية برمجية Vocalab وتمثل وحدة التقييم التمثيل الطيفي للصوت الكلام بالإضافة الى التمثيل البياني للأصوات المعيبة حسب المدة الزمنية لإخراج الاصوات الكلامية . (Fonseca,2019)

وهذا ما دعي الباحث الى تقديم دراسة بعنوان فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية .

مشكلة الدراســـة :

تكمن مشكلة الدراسة في ازدياد أعداد التلاميذ ذوى اضطراب صوت الكلام " النطق " في المرحلة الابتدائية فقد تختلف نسبة أنتشارها باختلاف المرحلة العمرية والنوع سواء ذكور أو اناث ، فتكون مرتفعة قد تصل الى ٨٦% في مرحلة ما قبل اكتمال النمو اللغوي او اكتساب اللغة المنطوقة .

وتشير دراسة لويس وآخرون Lewis(2006) إلى ان نسبة ٧٥% من بين تلاميذ المرحلة الابتدائية يعانون من اضطرابات في صوت الكلام تعوق عملية التعلم .

ويشير الباحث من خلال تطبيقه للمقاييس التشخيصية الورقية لاضطرابات صوت الكلام " النطق" ان معظم اختبارات النطق الورقية تسمح بالتعرف السهل على اخطاء النطق ،

وتكون مهمتها أصعب في اخذ العينات الكلامية لأن المقاييس الورقية لا نحصل من خلالها على الاصوات الفونيمية ، والشدة ، والدرجة ، الطبقة ، الرنين ، والتنغيم ، والتردد ، المقطع وسعته ، والموجة الصوتية كل هذه المكونات الصوتية لا يتم قياسها عن طريق الاختبارات الورقية ، وحتى تكتمل عملية التقييم التشخيصي يجب علينا استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي فى تحليل الأصوات الفيزيائية لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية ومقارنة نتائج المقاييس الورقية بنتائج التحليل الكلامي التلقائي الفيزيائي ، والتأكد من ثبات الأخطاء بين العملية الكلامية واختبار النطق الورقي وبين العينة الكلامية الأخرى وهذا ما تتفق عليه نتائج دراسة

Mosko.(2018)، Brenner,(2015) ،Schiflett.(2016) ،Lavan,(2021) Older.(2016), LiebermanP , Michaels,S B. (2019) Streeter(2019) ،Franco (2016) .

واستخدم رودي Ruddy(2015) جهاز مخبر تخليل الصوت – KAY (CSL COMPUTERIZED SPEECH LAB) وعلاج النطق على عينة قوامها ٤٠ طفلا وطفلة من مدارس التعليم الابتدائى من أجل التحليل الفيزيائي للنطق علما بان الجهاز احتوى على اداة رقمية عالية الدقة ذو أربعه مداخل مهمتا ادخال العينات الصوتية وتحويلها الى اشارة رقمية بعرض ٢٤ بت بهدف تحليلها وفلترتها ودراستها بواسطة هذا الجهاز التقني وإظهار النتائج على شكل رسومات بيانية وجداول رقمية بكل تفاصيل تحليل انتاج الاصوات الكلامية ، واستخدم في ذلك الجهاز على عينة الدراسة سماعة من رأس ومكروفون ومكبر صوت مجسم من أجل تسجيل وتحديد عدد الاخطاء في النطق ، أنواع الاخطاء فى النطق ، وثبات الاخطاء فى العينة الكلامية ، وتنقية الاصوات الخاطئة من الصحيحة للتعرف على درجة وضوح الكلام من عدمه والتنغيم (Ruddy,2015)

ومن هنا ذكر روسيلو Ruscello(2018) في دراسته على خمس مفحوصين من ذوى اضطرابات صوت الكلام لأعمار من ٣–٨ سنوات في مرحلتي الروضة والابتدائية للكشف عن الخصائص الصوتية لكلام هؤلاء الاطفال باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي KAY –GAMES أو نموذج استناط السماتFeature extraction في صورة مبسطة للحصول على اشارات الكلام ويهدف جهاز كي برنامج ألعاب لتحفيز الأطفال من اجل التعرف على مشاكل شدة وحدة وآلية الصوت ومشاكل الصوت التنفسية علما ان الجهاز به تقنية

Mel لمضاهاة ترددات الأذن وربط الفونيمات المكونة للتمثيل الصوتي مثلا Ka–ta–ba من خلال تمثيل بياني للفونيمات في نظم التعرف على الكلام المعيب واسفرت نتائج الدراسة عن كفاءة برمجة الذكاء الاصطناعي في الكشف عن وجود عدد كبير جدا انتاج الصوت الخاطئ ، حيث يعمل جهاز التحفيز على معرفة عمل الاصوات الخاطئة داخل الجهاز الكلامي اثناء تقليد النطق الصحيح بالألعاب الالكترونية ، وبمجرد استخدام الباحث لجهاز تحفيز الصوت على مستوى المقطع اختبر الطفل مباشرة في الكلمة والعبارة ، ومراقبة الانتاج الخاطئ للمريض بشكل تقني مرئي أي رسم بياني يظهر درجة وشدة ونوع الخصائص الصوتية الفيزيائية المضطربة . (Ruscello,2018)

وهذا ما أحرض عليه وانج وسى (Wang(2017 في دراسته على ١٤٠ طفلا (الاعمار من ٢.٦ الى ٨.٥) لمعرفة السمات الوصفية للأصوات حسب المكان، وطريقة الانتاج ، والتعبير لمعرفة اخطاء الاحتكاكات الصوتية ، واخطاء الاعضاء الكلامية ، واخطاء الاهتزاز ، استخدم الباحث جهاز مخبر الكلام الكمبيوتري Speech Lap CSL MODEL 4500 Computerized للصوت متعدد الابعاد لمحددات الصوت مختلف العينة الصوتية تكامل ٢٢ اعطاء صورة كامل عن تحليل الكلام الفيزيائي المضطرب مدعوم برسوم بيانية وجداول رقمية ايضا واسفرت نتائج الدراسة من خلال استخدام الجهاز الذكي الاصطناعي لمحددات لكل صوت مختبر من الاصوات بحيث يتم قياسه للتعرف على مدى سلامة نطق الاصوات الكلامية من عدمه ولكن الهدف التعرف على حالة حركة الاوتار الصوتية ومقاومتها لا خراج الاصوات الكلامية Voicing ، ومكان النطق Place Of Articulation ، وطريقة النطق Manner Of Articulation لجميع الاصوات سواء كانت الاصوات الانفجارية والاحتكاكية والمزجية المركبة ، والمكررة ، والاصوات الجانبية والاصوات الانفية. (J. Wang ,2017)

كذلك من خلال زيارة الباحث لأكثر من مركز والاطلاع على الدراسات والمراجع سواء كانت العربية او الجنبية ،لاحظ ان استغلال الوسيلة التكنولوجية المعلوماتية في تقييم وتشخيص اضطرابات التخاطب شبه منعدم ، والسبب ان استعمال أغلب برمجيات الذكاء الاصطناعي في جوانب اخرى وعدم استخدامها في تقييم وتشخيص اضطرابات النطق .

إن دخول ثورة تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال اضطرابات التخاطب بصفة عامة وتحليل الصوت الفيزيائي لكلام المضطربين تخاطبياً بصفة خاصة يعتبر تغيراً كبيراً في الادوار

التي يقوم بها كلا من أخصائي التخاطب وذوى اضطرابات التخاطب ، حيث تلعب برمجيات الذكاء الاصطناعي تحليل الوظيفة الصوتية من خلال الاجهزة لقياس مدة التصويت (ثانية) والتردد الأساسي (هيرتز) ،وشدة الصوت (مستوى ضغط الصوت بالديسيبل) ، ومعدل تدفق الهواء (ملل/ث) ، الحجم الكلى للهواء (ملل) أثناء محاولة التصويت ، وتسجيل شدة الصوت من الفم الى الانف باستخدام ميكروفونات ، ووجود تغذية سمعية وبصرية ، وبيانات معيارية للذبذبات الاساسية خلال الكلام لدى الذكور والاناث لكل مستويات الاعمار ، وهذا غير متوافر فى المقاييس الورقية ، وهذا ما دعي الباحث الى تقديم دراسة عن فعالية استخدام فيها تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية .

<u>وبناء عليه فإنه يمكن صياغة مشكلة الدراسة بالسؤال الرئيسي التالي :–</u>

ما دلالة الفروق في استخدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية ؟

وينبثق من هذا السؤال الاسئلة الفرعية الأتية :–

١– ما دلالة الفروق في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى معدل مكونات اضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ؟

٢– ما دلالة الفروق في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي في مستوى الضغط لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ؟

٣– ما دلالة الفروق في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مستويات الطاقة لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ؟

٤– ما دلالة الفروق في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى شكل الموجة الصوتية لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ؟

٥– ما دلالة الفروق في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مدة الترددات لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " ؟

٦– ما دلالة الفروق في أداء التلاميذ مقياس اضطرابات صوت الكلام الورقي وبين برمجيات الذكاء الاصطناعي تطبيق برات (Pratt) لتحليل الصوت الفيزيائي لاستخراج اضطرابات صوت الكلام ؟

أهداف الدراسة :

استهدفت الدراسة الحالية فى فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية ، وايضاً التعرف على الفروق في بعض متغيرات مقياس اضطرابات صوت الكلام (النطق) الورقي ، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية .

أهمية الدراسة :

تتبع أهمية الدراسة من جانبين أثنين هما الجانب النظري والجانب التطبيقي وذلك على النحو الاتي :–

اولا – الاهمية النظرية :

ويتمثل في توفير أدب نظري يثرى المكتبة العربية عموماً والمكتبة المصرية على وجه الخصوص، كما يساعد الباحثين في تطوير أدوات بحوثهم ، وكذلك المختصين في اضطرابات التخاطب من خلال الإفادة من استخدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحليل الصوت الفيزيائي لكلام المضطربين نطقياً ، كون هذه الدراسة تعتبر أولى الدراسات التي تبحث فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي فى تحليل الصوت الفيزيائي والكشف عن اضطراب صوت الكلام ودراسة الفروق بين التشخيص الورقي ، والتشخيص عن طريق الاجهزة .

ثانيا: الاهمية التطبيقية: –

أما الجانب التطبيقي فيتمثل فى بيان أهمية توظيف البرمجيات التكنولوجية الحديثة فى تشخيص اضطرابات النطق ، وتوجيه أنظار أخصائي اضطرابات التخاطب نحو أهمية

استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي فى عمليات التقييم والتشخيص ، التوصل الى توصيات تفيد المختصين فى إعداد ادارة جلسات التقييم والتشخيص والبرامج العلاجية لاضطرابات التخاطب بصفة عامة واضطرابات النطق بصفة خاصة باستخدام الاساليب الطيفية لتحليل الصوت الفيزيائي . ونظراً لقلة الدراسات العربية المتعلقة بهذا الموضوع فالمأمول أن تسهم هذه الدراسة فى توفير البيانات المهمة في مجال التحليل الفيزيائي لأمراض صوت الكلام وتكون نواة لبحوث أخرى وتحسين خدمات التعلم اللغوي الذكي .

مصطلحات الدراســـة :

١- اضطرابات النطق Articulation Disorders

بأنه " الاضطراب الذى يعبر عن افتقاد الفرد للقدرة على التواصل اللفظي مع الآخرين، بما يتناسب مع عمره الزمنى والعقلي؛ نتيجة لظهور إبدال بعض الحروف محل الأخرى، أو حذف بعضها ، أو حدوث تشويه في صوت الكلام، مما يؤدي القدرة على عدم نطق الكلام بصورة جيدة، وبالتالي إعاقة فهم الآخرين لهذا الكلام . (عواد ، ٢٠٠٨)

يقصد بها إجرائيا "عدم قدرة تلاميذ المرحلة الابتدائية على نطق بعض الأصوات الكلامية ، والذي يبدو في واحدة أو أكثر من الاضطرابات الآتية : إبدال نطق صوت بدلا من صوت أخر، أو حذف صوت أو أكثر من الكلمة، أو تحريف (تشويه) صوت الكلام بصورة تقربه من الصوت الأصلي غير أنه لا يماثله تماما، أو إضافة صوت أو أكثر للكلمة المنطوقة، وتتمثل هذه المظاهر في اضطرابات صوت الكلام أو النطق (الإبدال –الحذف – التشويه أو التحريف او القلب – الإضافة).

٢- التحليل الفيزيائي للصوت Physical analysis of sound هو علم يتهم بدراسة الخصائص المادية أو الفيزيائية لاضطراب صوت الكلام أثناء انتقالها من المتكلم الى السامع ، وفيها نتمكن من دراسة الامواج الصوتية وذبذتها المنشرة فى الهواء من الجهاز النطقى وتحليلها باستعمال تقنيات الذكاء الاصطناعى بواسطة أجهزة حاسوبية أو أجهزة المعمل الصوتى لتحديد وقياس صفات الاصوت الفيزيائية أو مخارجها وتحليل ميكانيكية إصدار الأصوات الكلامية من جانب المتكلم والكشف عن اضطرابات صوت الكلام .

٣– الذكاء الاصطناعيArtificial Intelligence ذلك العلم الذي يهتم بصنع آلات ذكية تتصرف كما هو متوقع من الإنسان أن يتصرف ويتطرق الذكاء الاصطناعي إلى المجالات كثيرة وأهمها التعرف على الكلام Speech Undrstanding .

٤– التعرف الألى أو النطق الألى او ما يعرف بمركبات الكلام هي برامج حاسوبية تعمل على إمكانية تحويل أي نص إلى كلام منطوق . (خالد ، ٢٠١٣)

محددات الدراسة : –

يتحدد مجال الدراسة الحالية بالحدود التالية :.

أ. : الحدود الزمنية :

طبقت الدراسة الشبه تجريبية في فترة امتدت إلي ستة أسابيع ، بواقع شهر ونصف ثم قام الباحث بإجراء قياس لعينة الدراسة للتعرف على الخصائص الصوتية الفيزيائية لاضطراب صوت الكلام " النطق" .

ب : الحدود المكانية :.

أجريت الدراسة الحالية علي تلاميذ المرحلة الابتدائية ذوي اضطرابات النطق المقيدين بالمدرسة الابتدائية بمحافظة الوادي الجديد والذين تقع أعمارهم الزمنية في مدي عمري من (٦– ٩) سنوات وطبقا للتوزيع الجغرافي للتلاميذ ، فتلاميذ المدرسة جميعهم ينتمون إلي مستوي اجتماعي اقتصادي ثقافي متوسط .

ج.الحدود البشرية :.

طبقت الدراسة الحالية علي (٦) تلاميذ وتلميذه بالمرحلة الابتدائية (٣) من الذكور ، (٣) من الاناث يعانون من اضطرابات صوت الكلام " النطق ".

د – الحدود المنهجية : استخدمت الدراسة الحالية الآتي :.

مقياس اضطراب صوت الكلام " النطق" إعداد الباحث ، وبرمجية Praat من تعريب الباحث بهدف تحليل ميكانيكية إصدار الأصوات الكلامية للتلاميذ، والكشف عن اضطرابات صوت الكلام ، كما وتحددت هذه الدراسة من خلال أداتها، ونوع العينة المستخدمة فيها، وبكل الإجراءات الأخرى المتبعة فيها. ويتحدد تعميم نتائج هذه الدراسة بمدى صدق وجدية

أفراد الدراسة بالإجابة عن أداتها. تتحدد هذه الدراسة بصدق وثبات الأداة المستخدمة في الدراسة الحالية .

الاطـــار النظـري للدراســـة : –

أولا: اضطرابات صوت الكلام Speech Sound Disorders

اضطرابات صوت الكلام هي مصطلح شامل يشير إلى مجموعة من الصعوبات في الإدراك أو الإنتاج الحركي أو التمثيل الصوتي لأصوات الكلام ومقاطع الكلام – بما في ذلك قواعد الصوت التي تحكم التسلسلات الصوتية للكلام المسموح بها في اللغة. (عصام نمر،٢٠٠٨)

يمكن أن تكون اضطرابات صوت الكلام عضوية أو وظيفية بطبيعتها. تنتج اضطرابات صوت الكلام العضوية عن سبب أساسي حركي / عصبي أو بنيوي أو حسي / إدراكي. تعتبر اضطرابات صوت الكلام الوظيفية مجهولة السبب – ليس لها سبب معروف . (مصطفى صلاح ، ٢٠٠٨)

وتعرف اضطرابات النطقArticulation Disorder على أنها أي أخطاء أو صعوبات كلامية تنتج عن أخطاء في حركات الفك والشفاه واللسان أو عدم تسلسلها بشكل مناسب مما ينتج عن ذلك ظهور استبدال أو تشوه أو إضافة أو حذف، وعرف الاضطراب النطقي بأنه: اعتلال في كلام الأطفال ناتج عن عدم الاكتساب الكامل للنظام الصوتي للغة الأم بعد تجاوزهم السن أي مراحل اكتساب اللغة المنطوقة و التي يفترض معها آن يعرفوا النظام الصوتي الكامل الذي يعرفه الاشخاص الكبار. (Zura Cotton,2010)

اضطرابات صوت الكلام العضوية

تشمل اضطرابات الصوت العضوي للكلام تلك الناتجة عن الاضطرابات الحركية / العصبية (على سبيل المثال ، تعذر الأداء النطقي عند الأطفال في الكلام وخلل النطق) ، والتشوهات الهيكلية (مثل الشفة المشقوقة / الحنك المشقوق والعيوب الهيكلية الأخرى أو الشذوذ) ، والاضطرابات الحسية الإدراكية (على سبيل المثال، ضعف السمع). (Zura (Cotton,2010

اضطرابات صوت الكلام الوظيفية

تشمل اضطرابات صوت الكلام الوظيفية تلك المتعلقة بالإنتاج الحركي لأصوات الكلام وتلك المتعلقة بالجوانب اللغوية لإنتاج الكلام. تاريخيا، ويشار إلى هذه الاضطرابات على أنها اضطرابات التعبير و الاضطرابات الصوتية ،تركز اضطرابات النطق على الأخطاء (مثل التشوهات والبدائل) في إنتاج أصوات الكلام الفردية. أما الاضطرابات الصوتية تركز على الأخطاء التي يمكن التنبؤ بها والمستندة إلى القواعد (على سبيل المثال ، الواجهة ، والتوقف ، والحذف النهائي للحرف الساكن) التي تؤثر على أكثر من صوت واحد. (Bernthal, 2013)

ومن اضطرابات العمليات الصوتية النطقية :-

التغيرات في مكان نطق الصوت Changes in place production ومنها

١- **التقديم Fronting** وهى إبدال الصوامت ما بعد اللثوية أو الطبقية بالصوامت الانفجارية اللثوية ، بحيث تنطق الاصوات الخلفية في مقدمة الفم مثل : ناس / بدلا من / كاس ، ترسى / بدلا من / كرسى ، تلم / بدلا من / قلم ، سای / بدلا من / شای ، frod / بدلا من / frog .

٢- **اللثغة Lisping** : وهى لفظ الصوامت اللثوية (خاصة الاحتكاكية) إما في او بين الاسنان ، كما يمكن أيضاً ان تننتج مع الهواء المتدفق عبر جانبي اللسان وفى هذه الحالة تسمى اللثغة الجانبية ، مثل :- ثيارة / بدلا من / سيارة ، موذ / بدلا من / موز

٣- **التقريب أو التجانس الطبقى (الحلقى) Velar Assimilation** : وهى تقريب الصوامت إلى مكان نطق الصوامت الطبقية مثل : ككب / بدلاً من / كتب، gog / بدلاً من dog .

٤- **التقريب أو التجانس الشفوي Labial assimilation** وهى تقريب الصوامت إلى مكان نطق الصوامت الشفوية ، مثل : Beb / بدلا من / bed ، بُب / بدلا من / دُب .

٥- **التأخير Backng** : هي إبدال الصوامت اللثوية بصوامت انفجارية طبقية (حلقية) مثل : كيارة / بدلاً من / سيارة ، كرافة / بدلا من زرافة . (عبير عبد الحميد، ٢٠١٢)

٦- **استبدال مزماري Glottal replacement** وهو استبدال الصوامت بصامت انفجاري مزماري .

٧– **اللثوية Alveolarization** : هى إبدال صوت شفوى أو سنى بصوت لثوى مثل : سوم / بدلا من /ثوم ، تيل / بدلا من / فيل .

٨– **إلغاء الصوت الحنكي أو الغازى depalatalization** :– هى إبدال الأصوات الاحتكاكية الحلقية أو المزجية الحلقية بأصوات احتكاكية لثوية مثل :

مافيس / بدلا من / مافيش / بالعامية ، Fis / بدلا من / fish .

٩– **الشفوية Labalization** هى إبدال الأصوات التى تنطق بواسطة طرف اللسان بأصوات شفوية ، مثل : bog / بدلا من / dog ، بُب / بدلا من / دُب . (عباصرة عيسى ، ٢٠١٤)

التغيرات في طريقة انتاج الصوت Changes in manner of production

١– **التوقيف Stopping** : هي إبدال الصوامت الاحتكاكية أو المزجية بصوامت وقفية مثل : تيارة / بدلا من / سيارة ، تمكة / بدلاً من سمكة ، دمل بدلا من / جمل .

٢– **الإنزلاقية Gliding** : هى إبدال الصوامت المائعة بصوامت إنزلاقية . مثل pwey بدلا من play ، بوال / بدلا من / بلال . (عباصرة عيسى ، ٢٠١٤)

٣– **الأنفية Nasalization** : إبدال الصوامت غير الأنفية غالباً ما تكون الصوامت الانفجارية الفمية بصوامت انفجارية أنفية ، مثل : نار/ بدلا من / دار ، نلفون / بدلاً من / هاتف .

٤– **إلغاء الأنفية Denasalization** : إبدال الصوامت الأنفية بصوامت فمية غالبا صوامت انفجارية فمية مثل :– do / بدلاً من / no ، دوم / بدلا من / نوم .

٥– **الجانبية Lateralization** : هي إبدال الأصوات التي تنتج غالباً مع انبعاث هواء مركزي غالباً ما تكون أصوات / س / و / ز/ وأحيانا /ش/ والصوت المزجى / تش/ والجيم المدنية / الرمز الدولي t3/ d3 اى صامت لثوى غازي احتكاكي صفيري مجهور بأبدالها بأصوات تنتج مع انبعاث هواء جانبي مثل : كرلى / بدلاً من / كرسي .

٦– **المزجية Affrication** : هي إبدال الصوامت الاحتكاكية أو الانفجارية بصوامت مزجية مثل :– تشيف حالك في بعض اللهجات / بدلا من / كيف حالك .

٧– **إلغاء المزجية Deaffrication** هى إبدال الأصوات المزجية بأصوات احتكاكية مثل ship / بدلا من / chip ، shiz / بدلا من / cheese . (عبير عبد الحميد، ٢٠١٢)

التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات Changes in the beginning of syllables or words:–

١– جهر الصوت الذى يسبق صوت العلة prevocalic voiced : هي جهر الصوامت عندما تأتى قبل صوت العلة .

٢– حذف الصامت في البداية Initial consonant deletion : هى حذف الصوت الصامت من أول الكلمة مثل : اب/ بدلا من / باب ، تاب / بدلا من / كتاب .

التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات Changes at the end of syllables or words:

١– إلغاء صفة الجهر للصامت في آخر الكلمة Final consonant devoicing : هى همس الصوامت فى نهاية الكلمات مثل موس / بدلا من / موز ، ورت / بدلا من ورد

٢– حذف الصامت فى النهاية Final consonant deletion : هى حذف الصوت الصامت من آخر الكلمة ، مثل : / با/ بدلا من / باب / ، تلفو / بدلا من / هاتف / .

خامساً : التغيرات في المقاطع Changes in syllables

١– التكرار Reduplication هى تكرار المقطع مثل wa wa / بدلا من / water ، dodo / بدلا من / dog . (عبد العزيز ، ٢٠١٨)

٢– حذف المقطع Syllable deletion هى حذف المقاطع غير المشددة مثل nana / بدلا من / banana ، llon / بدلا من / ballon .

التغيرات في مجموعة الصوامت Changes in consonant reduction

١– التقليل من الصوامت Cluster reduction : هي حذف الصامت من مجموعة صوامت الى نبرة واحدة : مثل : pen / بدلا من / plane ، sip / بدلا من / sleep .

٢– إقحام أو إضافة Epenthesis : هى إدخال صوت العلة بين الصوامت فى المجموعة مثل : samile / بدلا من / smile ، balak / بدلا من / black ، كاتاب / بدلا من / كتاب قلب الصوامت Sound reversal . (عبد العزيز ، ٢٠١٨)

١– التبادل Metathesis : هى تبادل أو قلب صوتين فى الكلمة مثل سمش / بدلاً من شمس ، فزتليون / بدلاً من / تلفزيون ، basketi / بدلا من spaghetti .

ثانياً: التحليل الفزيائي للصوت Physical analysis of sound

هو إخضاع الصوت اللغوي إلى أجهزة والآلات صوتية مختلفة تنهض على عنبة الصوت ومنها برنامج برات praat المستخدم في الدراسة الحالية والذى يقوم بتحويل الصوت اللغوي من صورته النطقية إلى صور مرئية ، وهو ما يعرف بالتصوير الطيفي للكلام .

المعالجة الآلية لاضطرابات صوت الكلام:- (Stemple,2014)

دراسة الصوت اللغوي للتلاميذ المضطربين نطقياً تسجيلا وتحليلا باستخدام " مجموعة من الآلات الصوتية الحديثة والأجهزة المتنوعة، التي دخلت حقل علم اضطرابات التخاطب، حتى صار علما قائما بذاته وهو علم الأصوات الآلي أو ما يعرف بالحوسبة الآلية لصوت الكلام ، مجال اشتغالها الإدراك الآلي للنظام الأدائي وذلك لامتثال المنطق الألى ، كذلك ان علم الاصوات الفيزيائي يخضع للظواهر الصوتية الى الدراسات المخبرية بالأجهزة والآلات التي تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى ترددات صوتية . تنقسم إلى: (Stemple,2014)

الوسائل الآلية التكنولوجية المستخدمة في علم الأصوات النطقي ، الآلات الآلية أو البرامجية المستخدمة في علم الأصوات الفيزيائي ، آلات إنتاج الأصوات الصناعية عن طريق الرسومات البيانية او الطيفية .

وظهرت برامج وتطبيقات متعدِّدة تمكن الحاسوب من نطق بعض الكلمات المسجلة سلفًا ، مثل: البرامج المستعملة في نظم الرد الآلي المعروفة ، أو ألعاب الفيديو على شكل كلام منطوق بصوت بشرى وبشكل فورى. (سمية فتحي، ٢٠٢٠)

ويهتم تحليل الصوت الفيزيائي بتكاتف فروع علم الأصوات phonétique حيث يمر الصوت اللغوي بمراحل متكاملة بذاتها وهى :-

علم الأصوات النطقي :- يهتم بدراسة أعضاء النطق من أجل انتاج أصوت الكلام ، وتحديد مخارج الأصوات ، وبيان الصفات الصوتية التى تشكل صوت الكلام .

علم الاصوات السمعي :- يهتم بدراسة الذبذبات الصوتية التي تستقبلها أذن السامع ، إلى جانب دراسة ميكانيكية الجهاز السمعي .

علم الأصوات الآلي أو التجريبي: يبحث في استخدام الأجهزة والآلات لرصد صوت الكلام ودرجته ومخرجه. (سمية فتحي، ٢٠٢٠)

فيزياء صوت الكلام Acoustique

وهو ظاهرة يدركها التلميذ سمعياً ، يتنشر فيها الهواء الكلامي في شكل موجات صوتية تنتج عنها ذبذبات ذرات الهواء داخل الجهاز النطقي وبالتالي تكون مصاحبة لحركات أعضاء النطق ، وتقتصر هذه الطريقة على فم المتكلم وأذن السامع لدراسة التحليل التركيبي للأصوات الكلامية ، الذى يحتوى على خصائص فيزيائية كالشدة والدرجة والتزامين وهو ما يدخل تحت مسمى المعالجة الآلية للأصوات الكلامية على أبعادها الدلالية . Ruddy, (Sapienza, 2015)

الخصائص الفيزيائية لصوت الكلام : -

١- الموجة الصوتية : sound wave هي مجموعة من الذبذبات الصوتية المتسلسلة وتقاس بالهرتز ، وان الشكل التموجى الذى تؤديه حركة الصوت وهو مقياس اكوستيكى يحد نوعية الصوت ومن أنواع الأمواج الصوتية :-

الموجات المنتظمة البسيطة sine wave ، الموجات المركبة complex wave ، الموجات غير المنتظمة random/aperiodic noise

التردد Fréquence ويعنى عدد الذبذبات في الثانية الواحدة ويكون بالهرتز والمقصود بها عدد الدورات التي يؤديها الصوت في الثانية الواحدة ويعتمد على درجة الصوت والإدراك السمعي والمسافة . (Ruddy, Sapienza, 2015)

٢- شدة الصوت Intensity وهو يعبر عن مصطلح العلو أى قوة تأثير الصوت ، فالشدة مقياس فيزيائي للصوت اللغوي يقابل من حيث الإدراك السمعي لهذا الصوت بعلوه Loudnes وقوة الادراك للأذن البشرية ويقاس بالديسيبل .

٣- سرعة الصوت velocity وهى سرعة انتقال الطاقة الصوتية في الوسط وفيها يتم تحديد سرعة الصوت وترتبط بالتردد الصوتي والطول الموجي ولتحديد السرعة في صوت الكلام = التردد X الطول الموجي .

٤- السعة Amplitude هى المسافة التى تفصل بين أول نقطة في الموجة الصوتية وآخر نقطة يصل إليها الجسم المهتز، وسعة الذبذبة هى المسؤولة عن التوتر فكلما زاد الاتساع زاد التوتر (مقدار شدة الصوت في الكلام) وفيها يتم تحديد خصائص الصوت من حيث نوعيته وشدته ودرجة علوه . (المصري فوزى ، ٢٠١٩)

٥– علو الصوت loudness : هو الارتفاع الصوتي الناتج عن الشد الضغط والطاقة النازلة عن مصدر الصوت ، ويمكن للأذن البشرية استشعاره نتيجة للضغط الذى يلحق بالطبلة بعل الدفع الحاصلة نحو مصدر الصوت .

٦– درجة الصوت Pitch : تحدد درجة صوت الكلام بحسب سرعة وعدد الذبذبات ويطلق عليه احيانا الذبذبات الرئيسية fundamentalfrequencies للمقاطع المتتابعة successive في السلسلة الكلامية ، فكلما كانت درجة الصوت عالية ، كانت واضحة سمعياً .

نوع الصوت Timbre :– إن الابعاد الفيزيائية للصوت التي تميز الموجة الصوتية للكلام المنطوق ، ليس لها ان تفرز قيما متجانسة في حالة تطابق الاصوات الكلامية ، ويرجع الى سمة صوتية تمكنه من التفرد في النوع مما يجعلنا ان نفرق ما بين صوتين لهما درجة العلو والشدة نفسها فالاختلاف يرجع الى ما يصدره الأمواج المشكلة للنغمة الأساسية Tonne fondamentale والنغمات التوافقية Tonne harmonique من خلال تقنية التصوير الطيفي للكلام . (Evidence Summary,2015)

المعالجة الآلية للصوت الكلامي :– يمر الصوت أثناء معالجته آلياً بمرحلتين كالاتي:–

مرحلة ما قبل المعالجة الصوتية وتتم من خلال عدة عمليات وهى :–

١–الالتقاط Acquisiton وفيها يتم التقاط الموجات الصوتية حتى يتم تحويلها إلى شكل قابل للتخزين (قرص – شريك ..) ويكون الصوت الكلامي على شكل موجه تحمل قيما تماثلية.

٢– الترشيحُ filtrage : وهى عملية تصفية صوت وعزله عن المتحدث ، ولوضع قاعدة صوتية كلامية ويكون الصوت على شكل موجتا تحمل قمياً تماثلية.

٣– التكميم Quantification : وفيها يتم تحديد كمية صوت الكلام وتحسين حيوية الإشارة الصوتية ، والقيام بمعالجات رقمية دون تخفيض الإشارة الصوتية .

٤– التقطيع Lechantillonnage : الإشارة الصوتية الكلامية مستمرة دائما ، وبالتالي تقطع الى عينات كلامية . (Evidence Summary,2015)

مرحلة ما بعد المعالجة الصوتية الكلامية : –

١– **التصنيف Classification وفيها يتم تصنيف العينة الكلامية الصوتية .**

٢– **التعرف Reconnaissance هذه العملية بتعرف الحاسوب على العينة الكلامية الصوتية ويتم ذلك بعدها معالجتها آلياً ، وبعد تحويلها الى قيم رقمية عن طريق البرمجية الذكاء الاصطناعي ويتم عرضها في شكل صور طيفية متعددة الألوان والدرجات ومزودة بمعطيات .**

٣– **التحويل وأخذ القرار : يقوم الحاسوب بتحويل العينات الكلامية من قيم رقمية الى قيم تماثلية حتى يستطيع المعالج الكلامي الحاسوبي فهمها ، وضبط النتيجة واخذ القرار.**

٤– **حفظ المعلومات : يتم حفظ المعلومات الناجمة من خلال المعالجة الألية فى ملف وإخراجها وقت اللزوم ، وتسمى بعملية التخزين .**

ويتم تحديد العينات الكلامية الصوتية حسب موضع الاضطراب فى الكلمة لإظهار اضطرابات النطق من الحذف والابدال والتحريف والاضافة ويتم تسجيل العينات المطلوبة بإتباع المراحل الاتية :– (Karnell, Melton,2017)

١– **تسجيل العينة الصوتية كما هي في واقعها اللغوي المستعمل والعادي .**

٢– **تسجيل العينة كما هي منطوقة باعتبارها المرجعية الثابتة والأصل الذى يقاس عليها التغيرات الواقعة على العينات الكلامية .**

٣– **تحويل التسجيل المسموع فى القرص اللين السمعي CD–ROM Audio الى ملف صوتي خاص يدعى Mode Wave والمستخدم الصوتي (S.P) .**

٤– **استخدام الرموز أثناء عملية التحليل الفيزيائي للأصوات الكلامية حيث يمثل المنحنى والتمثيل البياني الصوتي مع إبراز درجة التغيرات على المستوى العمودي والمشار إليه (التغيرات) أي التردد ، ودلالة زمن النطق على المستوى الأفقي بالثانية (ثا)، ويمثل الصورة الطيفية أو الشبحية لصوت العينة الكلامية على معلم متعامد يظهر فيه التغير في الترددات بوحدة الهرتز (HZ) العمودي والأفقي يظهر الزمن بال(ثا) ، وبعدها يتم التحليل الطيفي في العينات الصوتية الكلامية وتحليل مظاهر اضطرابات صوت الكلام(النطق) .**

إجراءات التحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام (النطق)

استخدم الباحث التحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام باستخدام الأجهزة والتقنيات المتطورة للبحث الصوتي عن اضطراب النطق . على ان يأخذ في الاعتبار الاتي :-

١- جانب إصدار اخراج الاصوات اللغوية من خلال العينات الكلامية .

٢- جانب انتقال الموجات الصوتية و مدة انتشاره في الهواء .

٣- جانب الاستقبال السمعي الاصوات من جانب التلاميذ .

التركيز على خصائص اضطراب صوت الكلام من ترددات ، الشدة ، الرنين ، الطبقة ، النوعية ، الدرجة ، الموجة ، الذبذبة الصوتية . (حنيفة عثمان ، ٢٠٠٧)

ويتم التركيز على الاتي في التحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام :-

الموجة الصوتية Sound wave ويتم التركيز في تحليل صوت الكلام على الدرجات المتفاوتة في سرعة وبطئ إخراج التلاميذ الاصوات اللغوية ، والحركة الاهتزازية للأوتار الصوتية اثناء اخراج الاصوات الكلامية ، وقياس شدة الصوت بالديسبل . والموجات الصوتية بالهيرتز .

المكونات الصوتية formants وهى الرسومات الطيفية التي تمثل ترددات الأصوات الكلامية داخل الجهاز الفموي والتجويف الأنفي لتتيع تحركات أعضاء اجهزة النطق اثناء اخراج الاصوات الكلامية وهناك انواع من المكونات الصوتية .(عبدالجليل ،٢٠١١)

المكون الاول : First Formant ورمزه F1 ، المكون الثاني : Second Formant ورمزة F2 ، والمكون الصوتي الثالث : Third Formant ورمزة F3 ، والمكون الرابع Fourth Formant ورمزة F4 . ويمكن التركيز على حركة اللسان ، والتضيق الذى يطرأ على التجويف الفموي والحلقى ، واستدارة الشفتين أثناء اخراج اصوات الكلام .

مستوى الضغط الصوتي Sound pressure level(SPL) وهى التغيرات الضاغطة فى الموجة الصوتية من حيث الحجم ، السرعة ، الاتساع ، الكثافة لمستوى الصوت المسموع من حيث الطبقة والشدة والنوعية والرنين لإخراج الاصوات الكلامية ويقاس بالديسيبل decibel (dB) والمواقع المختلفة فى إخراج صوت الكلمة فى البداية الوسط والنهاية .

الطاقة الصوتية (Energy Ruddy, Sapienza, 2015)

وفيا تستخدم الطاقة الصوتية فى الكشف على السرعة او البطيء الزائد اثناء اخراج الاصوات الكلامية ومنها يتم اكتشاف التوقف والإطلالات والتكرارات فى اخراج الاصوات الكلامية وتقاس بالفترة الزمنية . والمسافة بين السامع ومصدر الصوت . (العنانى إسحاق. ، ٢٠٠٧).

مدة تردد الصوت Duration : وفيه يتم تحليل الاصوات الكلامية للأخطاء النطقية حسب طول المدة فى اخراج الكلام وتتباين حسب مواضع النطق حسب سماته من جهر ، همس ، ووقفية ، واستمرارية ، وصامتية وصائتية ، وقيم ترددات مكونات الصوت .

تحليل نتائج اختبارات النطق Analy sis of articulation tests results

وهنا قوم أخصائي تقويم ومعالجة النطق بتحليل عينة الكلام العفوي وتفريغ استجابات المفحوصين عن طريق اجهزة برمجية الذكاء الاصطناعي وتحديد نوع الخطأ النطقي وكذلك انتاج صحيح للصوت Correct ، إبدال الصوت بصوت آخر Substitution ، تشويه الصوت Distortion ، حذف الصوت Deletion ، إضافة صوت أو أصوات إلى الكلمة المستهدفة Addition ، الوصف الصوتي phonetic Transcription .

العينة الكلامية Speech Sampling إن جمع العينة الكلامية اللغوية مهمة جدا فى التحليل الفيزيائي فى انتاج اصوات الكلام ، بعد الحصول على عينة أو أكثر ممثلة كلام المضطرب نطقياً ، يتم تحليلها بالتركيز على السلوكيات الاتية :- (العنانى إسحاق. ، ٢٠٠٧).

أ–عدد الأخطاء ب– أنواع الأخطاء ت– ثبات الأخطاء بين العينة الكلامية واختبار النطق وبين العينة الكلامية والعينة الكلامية الأخرى . ث– إنتاج الاصوات الصحيحة .

ج– وضوح الكلام. ح– معدل الكلام. خ– التنغيم ويتم جمع العينات الكلامية من خلال اعطاء نص او من خلال الكلام التلقائي واستثارة الكلام من خلال التسمية ، واكمال الجملة ، والتقليد المتأخر والمباشر وتحليل الاخطاء الكلامية ومستوى الشدة عن طريق تقنيات الذكاء الاصطناعي . (Ruddy, Sapienza, 2015)

ثالثا: الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence

نشأة وتطور الذكاء الاصطناعي : -

الذكاء الاصطناعي و نتاج ٢٠٠٠ سنة مستمد من نظريات الإدراك والتعلم وله تاريخ فى علم النفس والرياضيات وعلم تركيب ومعانى اللغة وتطور فى علوم الكمبيوتر وتطبيقاتها ، ويعود الذكاء الاصطناعي في جذور الفلاسفة الإغريق Socrates Aristole, Plato ، والفيلسوف الفرنسي Francis Bacon والذى يعرف بالوضعية المنطقية .

(عادل النور. ٢٠٠٥)

واستخدم مصطلح الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence أو AI لوصف الحاسبات الألية ذات المقدرة على أداء وظائف العقل البشرى ومن هنا اشتملت نظم الذكاء الاصطناعي على كل الافراد والبرمجيات والبيانات والحاسوب والمعرفة المطلوبة لتنمية نظم الحاسبات والمعلومات وفى عام ١٩٧٣ ظهر او نظام للذكاء الاصطناعي HEARSAY للتعرف على الكلام . (نصيف عمر،٢٠١٠)

مفهوم الذكاء الاصطناعي :- يتكون الذكاء الاصطناعي من كلمتين هما الذكاء والاخرى الاصطناعي فالذكاء هو القدرة على إدراك وفهم والتعلم ، أما الصناعي أو الاصطناعي يرتبط بالفعل يصنع أو يصطنع اى يتم من خلال اصطناع وتشكيل لأشياء بصورة طبيعية من دون تدخل الانسان . (اليونس يعقوب، ٢٠١٢)

وعلى هذا الاساس فالذكاء الاصطناعي بصفة عامة هو الذكاء الذى يصطنعه الإنسان فى الالة او الحاسوب ، وجعل الآلات " منظومات الحاسوب " تعمل أشياء تحتاج ذكاء .

اذن فالذكاء الاصطناعي هو أحد علوم الحاسب الآلي الحديثة باستخدام الوسائل الاصطناعية من حواسيب والتفكير والاجراءات الذكية التي تتناسب مع ذكاء الانسان . (Caferra Ricardo , 2011)

كما يعرف الذكاء الاصطناعي على انه جزء من علوم الحاسب الألى ويهدف الى محاكاة القدرة المعرفية لاستبدال الانسان في اداء وظائف في سياق تتطلب ذكاء ويتطرق ان الذكاء الاصطناعي له العديد من المجالات الأتية :- ومن اهمها

اللغة الطبيعية Natural Language Processing ، التعرف على الكلام Speech Undrstanding ، والشبكات العصبية الاصطناعية Business Neural Network) (Insider Intelligence, 2019

كما عرفه عدمان (٢٠١٢) بانه العلم الذى يمكن الآلات من تنفيذ الاشياء التي تتطلب ذكاء إذا تم تنفيذها من قبل الانسان . (عدمان مريزق، ٢٠١٢)

ويعرفه الباحث بانه مجموعة من الجهود المبذولة لتطوير نظم المعلومات المحوسبة حتى تستطيع انجاز عملية تحليل الاصوات الفيزيائية لكلام المضطربين نطقياً في جميع المراحل العمرية .

خصائص الذكاء الاصطناعي" –

١– القدرة على التفكير والإدراك واكتساب المعرفة وتطبيقها .

٢– القدرة على حل المشكلات للمعلومات الغير كاملة .

٣– القدرة على التعلم والفهم من خلال الخبرات والتجارب وتوظيفها في مواقف جديدة

٤– القدرة على التفاعل مع الحلات الصعبة والمعقدة واستكشاف الامور المختلفة

٥– القدرة على التعامل مع علوم امراض التخاطب والتعرف على خصائصها المختلفة

(Tadeusiewicz, Wszołek. 2000)

أهداف الذكاء الاصطناعي : –

يهدف الذكاء الاصطناعي الى فهم وتفسير الذكاء الإنساني عن طريق عمل برامج الحاسب الألى قادرة على محكاه السلوك الإنساني وهناك ثلاثة اهداف للذكاء الاصطناعي وذلك على النحو الاتي :– جعل الاجهزة أكثر ذكاء ، فهم ماهية الذكاء ، جعل الاجهزة اكثر فائدة .

ويمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في تفسير الموقف او النص من خلال حل مشكلات التصميم ، التخطيط ، التشخيص . (Business Intelligence, 2019)

ومن العرض السابق يمكن حصر اهداف الذكاء الاصطناعي فى هدفين هما:

١– تمكين الآلات من معالجة المعلومات بطريقة قريبة من الانسان فى حل المشكلات .

٢– فهم الدماغ البشرى اى فك الشفرة ومحاكتها .

مكونات الذكاء الاصطناعي : -

هناك مبادئ اساسية للذكاء الاصطناعي ومنها :-

التمثيل البياني : وهو كيفية تمثيل البيانات أو المشكلة فى الحاسوب بحث نمكن الحاسوب من معالجتها ويتمكن ذلك من خلال التفكير .

البحث :- والمقصود به هو التفكير فى حد ذاته حيث يقوم الحاسوب فى الخيارات المتاحة والوصول الى الحل الامثل .

ويتكون الذكاء الاصطناعي من ثلاثة مكونات اساسية وهى كالاتي :-

١- قاعدة المعرفة Knowledge base ويقاس مستويات الأنظمة الادائية بدلالة حجم نوعية قاعدة المعرفة وتتضمن الاتي :- (أبو شمالة ، ٢٠١٣)

- الحقائق المطلقة : تصف العلاقة المنطقية بين العناصر والمفاهيم ومجموعة الحقائق التي تستند على الخبرة والممارسة . طرق حل المشكلات وتقديم الاستشارة ، القواعد المستندة على صيغ رياضية .

٢- منظومة آلية الاستدلال : وهى برمجية تقود الحل المطلوب من خلال ربط القواعد والحقائق المعينة لتكوين خط الاستنباط والاستدلال .

٣- واجهة المستفيد : وهى الاجراءات التي تجهز او تمد المستفيد بأدوات مناسبة بهدف التفاعل مع النظام خلال مرحلتي التطوير والاستخدام . (أبو شمالة ، ٢٠١٣)

تطبيقات الذكاء الاصطناعي : -

للذكاء الاصطناعى العديد من الموضوعات يمكن التطبيق فيما نذكر بعضها فى الاتى :- تصميم النظم الخبيرة ، الاستدلال (المنطقى) ، الالعاب ، تمثيل المعرفة ، التعلم ، الروبوتات ، الرؤية ، الصورة ، التعرف على الكلام والكتابة ، التفاعل بين الشخص والالة ، فهم اللغات الطبيعية ، نظام متعدد المواهب ، التخطيط ، التخلص من القيود ، اللغويات الحاسوبية ، الشبكات العصبية . (Journal,2016)

وبصفة عامة حصر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ثلاث مجالات رئيسية وهي: تطبيقات العلوم الإدراكية Cognitive science Applications ، تطبيقات الألات الذكية Robotics Applications تطبيقات الواجهة البينية الطبيعية Natural Interface Applications وذلك على النحو الاتى : -

١– تطبيقات الواجهة البينية الطبيعية : ومنها اللغات الطبيعية ، التعرف على لكلام ، متعدد الحواس ، الواقع الافتراضي .

٢– تطبيقات الآلات الذكية : ومنها الإدراك البصرى ، حاسة اللمس ، البراعة ، التنقل الحركى ، الشبكات العصبية ، الوكيل الذكي .

٣– تطبيقات العلوم الادراكية : ومنها النظم الخبيرة ، نظم التعلم ، المنطق الغامض ، الخوارزميات الجينية . (Journal,2016)

وانطلاقا مما سبق يمكن القول ان الذكاء الاصطناعي هو علم وتكنولوجيا يهتم بدراسة علوم اضطرابات التخاطب وحل المشكلات واتخاذ القرارات باستخدام برمجيات الحاسب الألى .

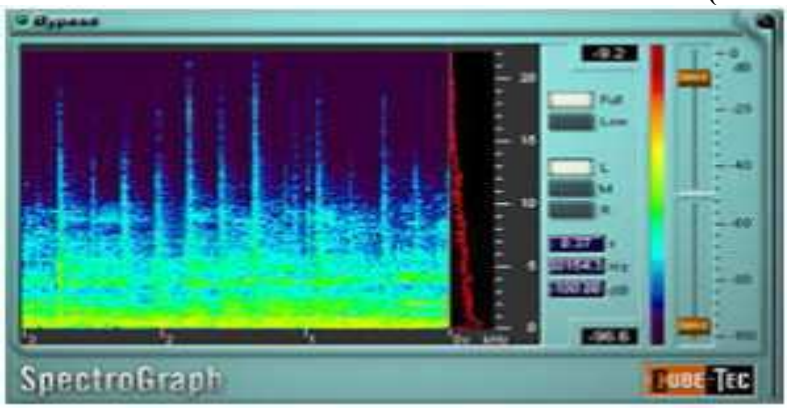
أجهزة وبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الفيزيائي الطربات صوت الكلام

منظار الحنجرة Laryngoscope

الحنجرة والحلق من أعضاء الجهاز الصوتي التي لا يمكن مشاهدتهما بالعين المجردة أثناء الكلام، لذلك فإن منظار الحنجرة مفيد في تحديد الأعضاء التي تدخل في نطق الأصوات التي مخارجها من الحلق أو الحنجرة وهذا يفيد في دراسة مخارج أصوات التى لاتزال تزال مخارجها وكيفية نطقها غير معروفة بشكل دقيق كما في شكل (١)

راسم الذبذبات Oscilloscope يقوم راسم الذبذبات بتحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية، تعرض مع عامل الزمن على شاشة عرض صغيرة، حيث تظهر التغييرات في شدة الصوت ويمكن تحديد زمن الذبذبة، وما إذا كان الصوت مجهورًا أم مهموسًا، ومعرفة التردد الأساس للوترين الصوتيين كما في شكل (٢). (Breier, Fletcher, 2013)

المطيـاف أو راسـم الأطيـاف Spectrograph : يقـدم المطيـاف حسـاب كميـة الحـزم الصوتية، وقياس المدة الزمنيـة لكل مصوت الظواهر الصوتية المتعلقة بالحركات القصيرة أو الطويلـة زمـن الصوت، والتردد الأساس، والشدة ، النوعيـة والـرنين ، الطبقـة وعرض موجـات الصوت الكلاميـة ، تحليل الصوت المسموع عن طريق الرؤيـة كما فـي شكل (٣) . Breier, (Fletcher, 2013)



برمجيـة dr.speech :- هـى برمجيـة أمريكيـة بهـدف إعـادة التأهيـل التخـاطبى للصوت والكلام ، وتحتوى البرمجية على العديد من الوحدات الاتية : تقييم وتشخيص الصوت والكـلام ، وأعـاده التأهيـل التخـاطبى لاضـطرابات الصـوت والطلاقـة والـرنين الأنفـي ، وتحتـوى شاشة الحاسوب على تمثيل بياني للتردد الأساسي F1,F2 من خلال استخدام Synthèse vocale وتشتمل على وظيفة البرمجية الحصول على تمثيل بيانى نموذجي للصوت الطبيعي كما فى شكل (٤). (Breier, Fletcher, 2013)

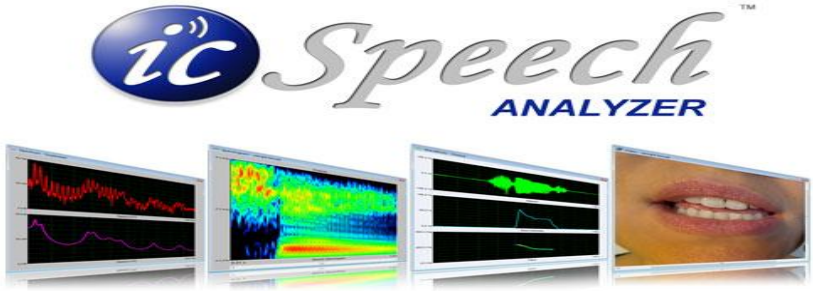
/https://dr-speech-basic.software.informer.com/4.

برمجية PCLX :- تركز على تخطيط كهربائية الحنجرة باستخدام تكنولوجيا الموجات فوق الصوتية ومن خلاله يمكن الحصول على عرض وتحليل خصائص الصوت ، التأهيل الصوتي واعادته باستخدام الكومبيوتر ، يستخدم فى البحوث العلمية لأمراض صوت الكلام وعلم الصوت الفيزيائي كما فى شكل (٥) . (Stevens,2017)

تسمح هذه البرمجية بتخطيط الوظيفة الحركية للحنجرة اثناء أخراي الاصوات اللغوية مع عرض مخطط للتمثيل البياني للصوت والكلام ، واستخراج القيم الرقمية للتردد الصوتي . برمجية Fonos 1 تحتوى هذه البرمجية على عدد من الوحدات لمعالجة اضطرابات اللغة والكلام وخاصة الكفاءة الفسيولوجية اى العضوية للسان ، الصوت ، النبرة ، النطق . شدة الصوت مع استخراج التردد الأساسي ، والتمثيل الطيفي البياني لنغمة الصوت ، قياس المدة الزمنية للتصويت ، تمثيل بياني للإيقاع الكلام ، وزمن اخراج الهواء او التنفس الكلامي ، وتمثيل بياني للنطق بالأصوات الاحتكاكية . (Stevens,2017)

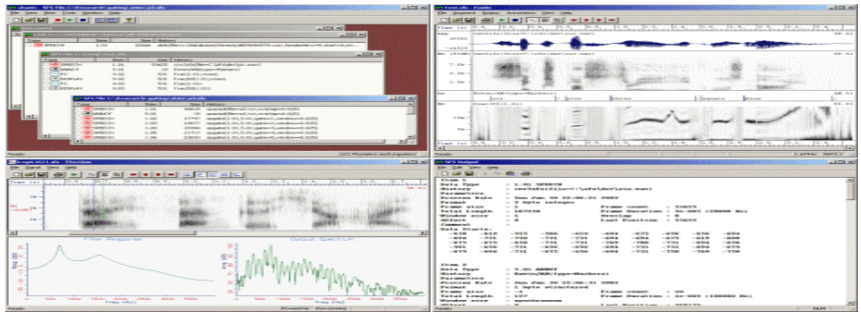
برمجية Sirène 2 تختص هذه البرمجية فى معالجة السمعيات واعادة تأهيل الصوت والكلام باستخدام الحاسوب وتسمح البرمجية بتحليل الصوت باستخدام التغذية الرجعية البصرية .

برنامج Ic Speech analyzer : يهدف الى تطوير المعلومات الصوتية ، وإدارة قواعد البيانات باستخدام رسم الموجات الصوتية وتحليل طيفها بأساليب رقمية للتحكم فى شدة الصوت فى رسم بيانى ، يستخدم فى التحليل الفيزيائى للصوت وتحويل الكلام الى صورة مرئية لقياس التردد والزمن كما فى شكل (٦) .

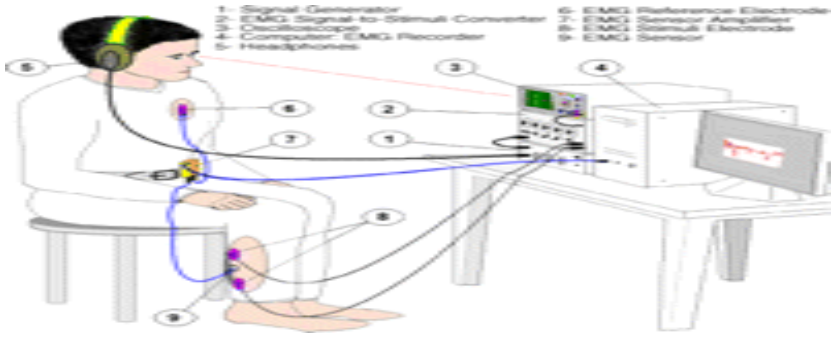


برنامج Speech Filing System (LiebermanP , Michaels, 2019) :

تستخدم البرمجية في تجهيز قواعد البيانات الصوتية وتحديد المقاطع الصوتية ، وتحديد مستويات الصوت من حيث القوة والشدة وشكل الموجة والرسم الطيفى والبيانى لتحليل الصوت الفيزيائى كما في شكل (٧)

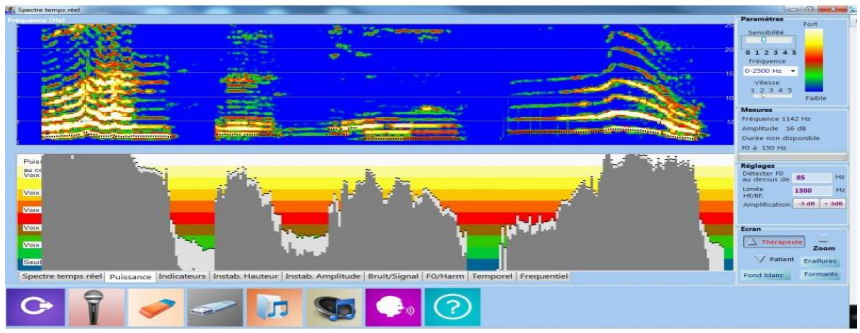


برمجية قياس حركة العضلات المصاحبة لنطق الأصوات الكلامية :– يهدف الجهاز الى قياس السلوكيات الحركية اللاإرادية المصحوبة مع اخراج الكلام كما فى شكل (٨) .

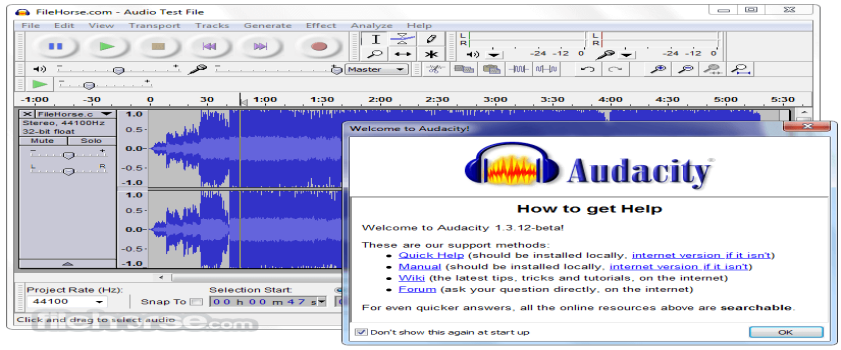


برمجية Speech Viewer 3 تهدف هذه البرمجية الى تقيم وعلاج اضطرابات الكلام والنطق والصوت ، وتلائم جميع الفئات العمرية ، وفيها يتم استخدام الصوت كوسيلة لإحداث تغذية رجعية بصرية وسمعية ، وايضا لها خاصية التحليل الفيزيائي للأصوات الكلامية من خلال التمثيل الطيفي والبياني كما فى شكل (٩) . (LiebermanP , Michaels, 2019)

برمجية Vocalab : تستخدم هذه البرمجية في تقييم وتشخيص اضطرابات الصوت والكلام والنطق ، وتصميم البرامج العلاجية من خلال التغذية الرجعية البصرية والسمعية ، اعادة تأهيل جرس وشدة الصوت ، الاحبال الصوتية ، وتحديد الفترة الزمنية للإخراج الاصوات اللغوية ، برامج للاسترخاء التنفسي بالإضافة انها تتيح تقييم التمثيل الطيفي البياني للأصوات الكلامية كما في شكل (١٠). (LiebermanP , Michaels, 2019)

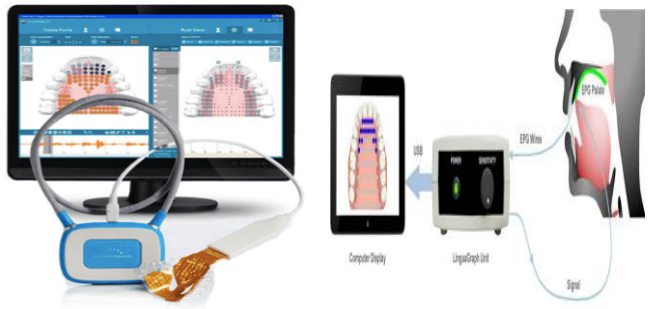


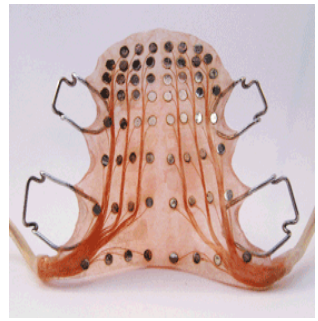
برمجية Audacity Beta ويتميز البرنامج في انشاء قواعد للبيانات الصوتية على شكل موجات مرئية تنتهى بالرسم الطيفي ، ويمكن اضافة الصدى الصوتي والقدرة على التحكم في المدى الزمنى ، القدرة على التحكم في سرعة وتحديد الاضطرابات النطقية كما في شكل (١١) .



جهاز قياس التنفس respirometer يستخدم الجهاز في قياس كمية الهواء المستعلمة اثناء اخراج الاصوات الكلامية ، وقياس كمية الهواء والزفير والشهيق ، وقياس ايضاً مخزن مصدر طاقة الجهاز الصوتي ، ومعالجة عيوب النطق والتهتهة كما في شكل (١٢) .

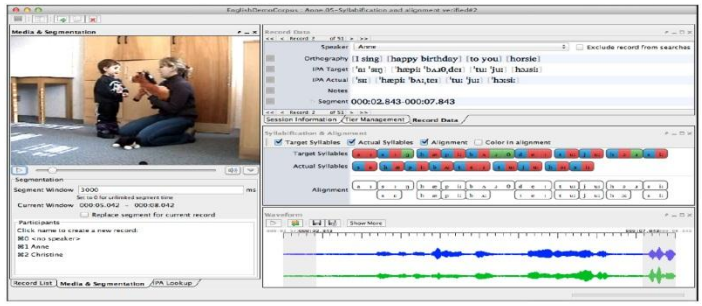
جهاز قياس الحنك: وهو مصنوع من البلاستيك موصولا بحاسوب ويقيس مخارج اصوات الحروف الخارجة من الحنك التي يلامسها اللسان من طرف ووسط ومؤخرة اللسان اثناء الكلام كما في شكل (١٣) . (LiebermanP , Michaels, 2019)





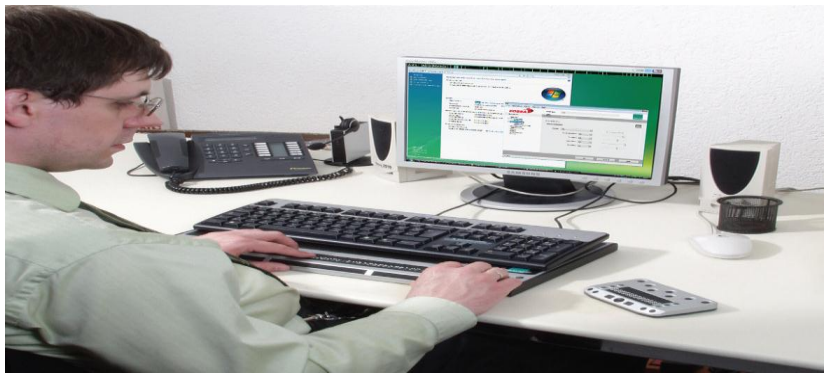
جهاز الصوت متعدد الابعاد (MDVP) : هو نظام اكثر شمولا القائم على الكمبيوتر لاكتساب الكلام وتحليله وتحريره وتشغيله ، وبمحتوى البرنامج على ملف تعريف نطاق الصوت ، وقاعدة البيانات الصوتية ، وحساب ردود الفعل السمعية المتأخرة وتقاس بالديسيبل . وفه برنامج كامل لعلاج الكلام الحركي والادراك السمعي كما في شكل (١٤) . (LiebermanP , Michaels, 2019

جهاز ELAN : يستخدم الجهاز في التوضيحات النصية للتسجيلات الصوتية والاستعانة بتحليل طبقة وشدة ونوعية ودرجة الصوت ، بالإضافة الى مجموعات العاب اللغة والكلام مع الاطفال كما في شكل (١٥) . (Griffin, Williams,2020)



جهاز تكنولوجيا الناطق ديسكميت : يساعد ذوى الاعاقة البصرية على النطق والكتابة والتعرف على الالوان المختلفة وقادر على التحكم في الاصوات المختلفة ويمكن استخدامه ايضا في تحليل الاصوات الفيزيائية للأطفال وخاصة لاضطراب الانوميا الناجم عن اضطرابات لغوية ومع ايضا الاطفال التوحديين كما في شكل (١٦) . (Griffin, Williams,2020)

جهاز قارئ الشاشة كوبرا ويستخدم الجهاز مع ذوى الاعاقة البصرية الذين لديهم عيوب نطقية ويستخدم في تنمية وعلاج امراض النطق والكلام عند المكفوفين ويمكن استخدامه أيضا في تحليل الاصوات الفيزيائية للأطفال كما في شكل (١٧) . (Griffin, Williams,2020)



واستفاد الباحث مع الاطار النظري للدراسة الحالة في تصميم مقياس اضطراب صوت الكلام " النطق " حيث اوضحت الدراسات الاجنبية والعربية تصنيفات حديثة لاضطراب صوت الكلام تم استخدامها في تحديد ابعاد المقياس السبعة لقياس اضطرابات النطق من حذف وابدال وتحريف وتشوية او قلب ، كذلك استفاد الباحث من عرضه للإطار النظري للدراسة الحالية بتقنيات او برمجيات الذكاء الاصطناعي في تحليل خصائص اضطرابات صوت الكلام لتلاميذ المرحلة الابتدائية وتم اختبار برمجية للتعرف على الشدة والنوعية والدرجة والرنين والتنغيم والطبقة وغيرها من خصائص الصوت لتلاميذ المرحلة الابتدائية .

دراسات سابقـــة : –

هدفت دراسة Granlund, Baker (2012) ان علم الذكاء الاصطناعي احدث ثورة هائلة في باستخدام الآلات التكنولوجية في تحليل الصوت الفيزيائي لعينات كلامية تحدث أخطاء صوت الكلام وبما ان الصوت هو اضطراب اهتزازي للهواء بأحداث تموج الهواء ، ويمكن تحليل تلك التموجات أو الاهتزازات بأنواع كثيرة من الاجهزة التكنولوجية في تحليل الاخطاء الصوتية لدى المضطربين تخاطبياً .

وهدفت دراسة Evans, Kyong(2013) والتي توضح لنا بعض الأجهزة الالكترونية ومنها جهاز الكيموجراف ، وجهاز المهزاز Oscillographe وفيهم يتم تسجيل التحركات النطقية المختلفة للسان والشفتين والطبق واللين والنفس، على عينة من ويتم أخذ عينات كلامية أمام قطعة الفم mouth piece الحصول على رسم يوضح عيوب النطق عن طريق التقلبات في تيار الهواء ، وبالتالي يحدد الفروق المعيبة الفسيولوجية بين أصوات العلة ،

والاصوات الاحتكاكية والانفجارية من ناحية تيار الهواء ، وكيفية أحداث احتكاك في رسم الذبذبات لكيفية تحليل الكلام الى مكونات صوتية من خلال الفحص الفيزيولوجي ورؤية ما يحدث داخل الجهاز الصوتي من ارتفاع وانخفاض الاصوات اللغوية عن طريق تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة لقياس الصوت الفيزيائي للمضطربين نطقياً

هدفت دراسة Simmonds, Leech(2014) تناول في دراسته التحليل الاكوستيكى للحركات اللاإرادية لاضطرابات النطق واشتملت على عينة مكونة من (٥) طفلا وطفلة تراوحت اعمارهم ما بين (٧–١٠)سنوات بالمرحلة الابتدائية ، ولديهم اضطرابات فى النطق ، وتوصلت نتائج الدراسة من خلال استخدام الجهاز الطيفي عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى الخصائص النطقية الأكوستيكية التي تشترك في جميع الاصوات الكلامية .

وهدفت دراسة Rosen, Speers(2015) للتعرف على فاعلية برنامج حاسوبي فى تعليم مهارات النطق والكلام ولديهم عسر فى النطق ، واشتملت على عينة من (٤٠) طفلا وطفلة من مرحلة الروضة ، تراوحت اعمارهم بين (٣–٥) سنوات ، وتم تقسيمهم الى مجموعتين تجريبية وضابطة ، تم تطبيق البرنامج الحاسوبي على عينة الدراسة ، وتوصلت نتائج الدراسة ان الاطفال اكتسبوا مهارات النطق بواسطة البرمجية الحاسوبية الفيزى بيتش للأطفال ونتائجهم كانت افضل من الطرق التقليدية .

وهدفت دراسة Belyk, Brown (2016) إلى معرفة مدى استخدام البرنامج الحاسوبي المتكامل CSL فى تحديد وتحليل الاحتياجات الكلامية لدى المختصين فى علم امراض التخاطب ، واشتملت على عينة من (٣٠) من أخصائيين النطق ، وأطباء نطق ، وأخصائيين اذن وانف وحنجرة ،وتوصلت نتائج الدراسة بتطوير الكفايات الضرورية لتطبيقات CSL الحاسوبي من خلال برمجية التوليف الصوتي ، واكتسابهم مهارات استخدام المخططات الطيفية في التحليل الفيزيائي للأصوات الكلامية ، وقدرتهم على عمل قاعدة بيانات صوتية لدى ذوى اضطرابات اللغة والكلام ، واوضحت نتائج الدراسة فى تفاعلهم على انشاء ملفات الكترونية فردية لتطبيق العلاج الحاسوبي التخاطبى فى الوقت DSP .

هدفت دراسة Carey(2017) الى تقييم برامج استخدام المعالجة الرسومية الالكترونية التفاعلية للكلام المنطوق واشتملت على عينة من (٦) طلاب وطالبة تراوحت اعمارهم بين (٧: ١٥) عام جميعهم خضعوا لعمليات المعالجة السمعية للتعرف على اشكال

الموجة والمخططات الطيفية لأشكال بيانات الكلام ، وتوصلت نتائج الدراسة عن وجود فروق فى مستويات تحليل البيانات الكلامية المستندة الى النصوص والمقاسة صوتياً على العينات الكلامية الى فروق فى اكتساب اللغة الثانية ، واضطرابات صوت الكلام ، وتجزئة الوحدة النطقية (الكلام – الكلمة) ، الميزات التقسيمية المقطعية الفيزيائية للمنطوق الصوتي .

وهدفت الدراسة التى أجراها Delgado–Hernández (2018) الى تمثيل طيفي ثلاثي الابعاد على ملفات الكمبيوتر الشخصي للإشارة على كلام الاطفال الذين يعانون من مشكلات فى الطلاقة اللفظية ، واشتملت عينة الدراسة من (٤٦) طفلا وطفلة تم اختيارهم من مجموعة مراكز التدخل المبكر من مدينة تور نتوفى بكندا ، استخدمت الدراسة طريقتين لاستخراج التردد الأساسي من اشارة الكلام تعتمد خوارزمية المشط على التحليل الطيفي والزمنى والتنبؤ الخطى ، وتوصلت نتائج الدراسة على وجود فروق فى تصور اصوات الكلام على طبقات وتكرارات متعددة ، وسلاسل من التوقفات ، وسلاسل من الإطلالات ، وسلاسل من الكلام الحركي .

كما هدفت دراسة أجراها كل من Lavan, Burston (2019) الى اكتشاف اختلافات طبقة الصوت فى الكلام باستخدام برنامج برت Praat لأدوات التحليل الكلامي الصوتي ،واشتملت عينة الدراسة من (٣٩) طالباً وطالبة بالتعليم الجامعي ولديهم اجهاز في شدة الصوت وطبقته ونغمته ، وتوصلت نتائج الدراسة ان برنامج الحاسوب برات والاختبار أو المقياس المستخدم للكشف عن الاضطرابات الصوتية فى الدراسة الحالية قدم التغذية الراجعة الفورية للطلاب المستخدمين البرنامج ودراسة الادراك الصوتي لتجزئة الكلام الى عناصر بحجم مقطعي لفظي ، ووجود فروق فى التغيرات فى الطيف لجرس الصوت ، الشدة ، كذلك تم تحليل الخصائص العامة لمسافة الكلام الطويل (معدل الكلام ونسبة الإيقافات الصامتة ، ونطاق الصوت) واسفرت النتائج ايضاً وجود فروق فى المسافة والكثافة ، وتفسير فترات التنغمية st صوتي والنسخ الصوتي التلقائي للتنغيم والتنفس .

<u>وقد استفاد الباحث من الدراسات السابقة على النحو الاتى :–</u>

وباستعراض الدراسات السابقة يتضح أن هناك حاجة فعلية إلى دراسة هذه الأنواع من الاضطرابات ، والسعي المستمر لإيجاد الوسائل الكفيلة بالتعرف الألى على خصائص وأشكال اضطرابات صوت الكلام " النطق " لدى أطفال المرحلة الابتدائية ، وكذلك اكتشاف برمجيات

جديدة لعلاج مثل هذه الاضطرابات والحد من الآثار قد تنجم عنها ونستخلص من نتائج الدراسات السابقة الآتي :–

١– إثراء الاطار النظري للدراسة الحالية فى التحليل الفيزيائي لخصائص النطقية لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية .

٢– تصميم تقنيات الذكاء الاصطناعي فى تشخيص اضطرابات صوت الكلام .

٣– التشخيص الفارقى بين مقياس اضطرابات صوت الكلام (النطقي) الورقي ، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي المتشابه والمختلفة فى الاعراض من حيث خصائص الصوت المضطرب لعينة الدراسة .

٤– اختيار عينة الدراسة في ضوء تحديد الدراسات السابقة للعمر الذى ظهر فيه استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي ، والتحليل الفيزيائي لأصوات الكلام .

٥– صياغة فروق الدراسة ، وتحديد المتغيرات وفقاً لأبعاد واساليب و الخصائص الفيزيائية لكلام التلاميذ المضطربين نطقياً

فروض الدراسة : –

في ضوء هدف الدراسة وإطاره النظري وفى ضوء استعراض كافة الدراسات السابقة ، صاغ الباحث فروض الدراسة على النحو التالي :–

١– توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى معدل مكونات اضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " .

٢– توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مستوى الضغط لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية "

٣– توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مستويات الطاقة لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ،

الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية "

٤– توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى شكل الموجة الصوتية لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " .

٥– توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مدة الترددات لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " .

٦– توجد فروق ذات دلالة إحصائية في أداء التلاميذ على مقياس اضطرابات صوت الكلام الورقي وأدائهم على برمجيات الذكاء الاصطناعي تطبيق برات (Praat) لتحليل الصوت الفيزيائي لاستخراج اضطرابات صوت الكلام .

إجراءات الدراسة : –

منهج الدراسة : –

نظراً لأن الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو استخدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية ، وتعتمد الدراسة الراهنة علي شبه التجريبي من خلال تطبيق مقياس اضطرابات صوت الكلام وبرمجيات الذكاء الاصطناعي كمتغير مستقل للتعرف على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ المرحلة الابتدائية كمتغير تابع كما تعتمد الدراسة في الوقت ذاته علي وصف الحالات ذوي المجموعة متجانسه كمجموعة تجريبية واحدة ومعرفة فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تلاميذ المرحلة الابتدائية ذوى اضطرابات النطق .

الدراسة الاستطلاعية : –

تهدف الدراسة الاستطلاعية في اسى بحث علمي الى استطلاع الظروف المحيطة بالظاهرة التي برغب الباحث في دراستها، وتعرف على أهم الفروض التي يمكن وضعها وإخضاعها للبحث العلمي ، وكذا التأكد من الخصائص السيكو مترية لأدوات الدراسة .

وقد تم إجراء الدراسة الاستطلاعية بالمرحلة الابتدائية في محافظة الوادي الجديد

أهداف الدراسة الاستطلاعية :

١– التعرف على إمكانية إجراء الدراسة الاساسية .

٢– التحق من وجود عينة الدراسة المضطربين نطقياً وهم من الصفوف الاولى بالمرحلة الابتدائية ، والتحق ايضاً من خصائص اضطرابات الصوت الفيزيائي.

٣– الوقوف على الصعوبات والعراقيل التي من الممكن مواجهتها فى الدراسة الاساسية .

٤– اختيار خصائص السيكو مترية لأداة الدراسة .

ولتحقيق تلك الأهداف تم التنسيق مع مدراء المدارس وفريق العمل متعدد التخصصات لتطبيق الدراسة وتحديد مكان التطبيق .

وتم استدعاء التلاميذ من خلال عملية المسح الى حجرة الأخصائي الاجتماعي لبناء مقياس الدراسة ، وتسجيل العينات الكلامية لتحديد خصائص الصوت المضطرب المراد تحليله على برمجيات الذكاء الاصطناعي .

عينة الدراسة الاستطلاعية :

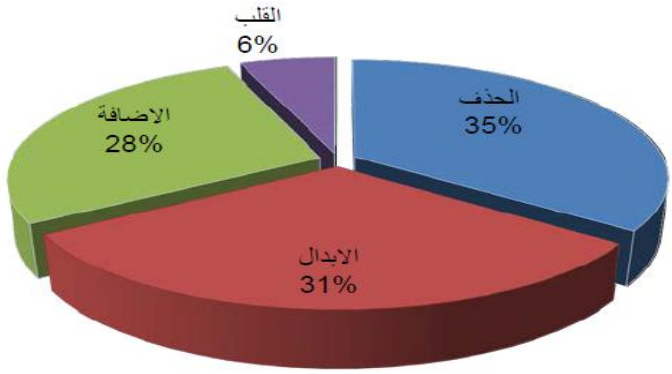
تمثلت عينة الدراسة الاستطلاعية على (١٢) تلميذا وتلميذة من الصفوف الاولى بالمرحلة الابتدائية (الاول، الثاني ، الثالث) الابتدائي وتم اجراء عملية الفرز والتسكين لتحديد درجة اضطرابات النطق من حذف وابدال وتحريف واضافة او تشويه في السبعة ابعاد للمقياس من حيث التغيرات في مكان نطق الصوت ،التغيرات في طريقة انتاج الصوت ، التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات ،التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات ، التغيرات في المقاطع ، التغيرات في مجموعة الصوامت ، قلب الصوامت.

عينة الدراسة الاستطلاعية : -

تمثلت عينة الدراسة الاستطلاعية على (١٢) تلميذ وتلميذة بالمرجلة الابتدائية ، حيث بلغ عدد الذكور الى (٦) تلميذاً ، وعدد الاناث الى (٦) تلميذة من ذوى اضطرابات النطق .

نتائج الدراسة الاستطلاعية : -

توزعت إيجابيات افراد العينة الاستطلاعية على خصائص اضطراب صوت الكلام" النطق" والتي توضحها الاشكال التالية :–



شكل (١٨) يوضح توزيع افراد العينة بالنسبة المئوية للأبعاد خصائص اضطراب صوت الكلام" النطق" ،من خلال الشكل يبين النسبة المئوية والتي يتم استخلاص نتائجها من السبعة ابعاد للمقياس ومن خلالها يتم تحديد نسبة انتشارها وهى كالاتي :-
التشوية او التحريف او القلب ٦% ، الحذف ٣٥% ، الابدال ٣١% ، الاضافة ٢٨% .

عينة الدراسة : -

تكونت عينة الدراسة الحالية من (٦) تلاميذ وتلميذه (٣) من الذكور ، (٣) من الاناث وتراوحت اعمارهم ما بين (٦: ٩) سنوات من الذين لديهم اضطرابات فى صوت الكلام (النطق) المرحلة الابتدائية بمحافظة الوادي الجديد .

أدوات الدراسة: -

وفيما يلى عرض لأداة الدراسة الحالية الهدف منها ، ووصفها وإجراءات تقنينها :

مقياس اضطرابات صوت الكلام (النطق) أعداد الباحث

تضمن بناء مقياس اضطرابات صوت الكلام (اضطرابات النطق) وذلك على النحو الاتي :-

أولاً : استقراء الأدب النظري والاطلاع على الاختبارات والمقاييس السابقة . وذلك من خلال استعراض التراث النظري المرتبط بمفهوم اضطراب صوت الكلام (اضطرابات النطق) والاطلاع والمراجعة للعديد من الدراسات والأبحاث التي تناولت هذا المفهوم ، مثل دراسة American Speech–Language–Hearing Association, (2001), Bleile, . (2002), Dodd, (2005), Eadie,(2015), Bernthal,(2017), والاطلاع على العديد من الاختبارات في مجال قياس اضطرابات التخاطب مثل مقياس كفاءة النطق المصور ، البيلاوي ، (٢٠٠٥) ،مقياس اضطرابات النطق لضعاف السمع ،النوبي ، (٢٠٠٦) ، حنيفة،(٢٠٠٧) ، الأصوات وتصحيح عيوب النطق والكلام ، صلاح ،(٢٠٠٨) ، مقياس

تشخيص اضطرابات اللغة والكلام، فيولت (٢٠١٥) ، مقياس الاضطرابات النطقية والفونولوجية، عليان ، (٢٠١٦) ، ويرى الباحث أن لكل مقياس مما سبق ذكره هدفه أو أغراضه الذى أُعدت من أجله ، وعليه فقد تم القيام بإعداد مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق) يتناسب مع طبيعة العينة التى تم اختيارها والعمر الزمنى لها ، وفى ضوء المتغيرات التي يتم دراستها .

ثانياً : بناء وإعداد المقياس : -

من خلال الاطلاع على النظري لمفهوم اضطرابات صوت الكلام (النطق) وانواعه المختلفة ، ثم وضع الصورة الأولية لمقياس اضطراب صوت الكلام للمرحلة الابتدائية ، مع مراعاة الوضوح والدقة لفقرات المقياس والتسلسل المنطقي لتحليل الصوت الفيزيائي من نبر وايقاع وشدة وتردد وتنغيم للأصوات اللغوية ، وان تقيس الفقرات الأبعاد المرتبطة بها ، وفيها يلى وصف المقياس بصورته الأولية :-

١- **الهدف من المقياس** : يهدف المقياس الى قياس درجة اضطرابات صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بمحافظة الوادي الجديد .

٢- **وصف المقياس** : يتكون مقياس اضطراب صوت الكلام من (٧) أبعاد تتكامل فيما بينها بتشكل المهارات التي يعتمد عليها فيما بعد لتقنيات أو برمجيات الذكاء الاصطناعي للتعرف على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية ، وتتضمن هذه الأبعاد ما يلى :-

البعد الأول : التغيرات في مكان نطق الصوت Changes in place production ، البعد الثاني : التغيرات في طريقة انتاج الصوت Changes in manner of production ، البعد الثالث: التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات Changes in the beginning of syllables، البعد الرابع : التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات Changes at the end of syllables or words ، البعد الخامس : التغيرات في المقاطع Changes in syllables ، البعد السادس : التغيرات في مجموعة الصوامت Changes in consonant reduction ، البعد السابع : ، قلب الصوامت Sound reversal .

٣- عرض المقياس في صورته الأولية : وذلك من خلال عرضه على مجموعة من السادة المحكمين في تخصص الحاسب الآلي والذكاء الاصطناعي ، والتخاطب ، والتربية

الخاصة ، وعلوم ذوى الاحتياجات الخاصة ، وعلم النفس والصحة النفسية والحصول على العديد من التعليقات والنقد المرتبط بفقرات المقياس

٤– إعداد مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق) لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بعد عرضة على مجموعة من السادة المحكمين ، والتوصل الى الصيغة النهائية للمقياس :–

أ– **الهدف من المقياس** : يهدف المقياس الى قياس اضطرابات صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية من الذكور والإناث بالصف الأول والثاني والثالث الابتدائي بمحافظة الوادي الجديد .

ب– **الفئة العمرة المستهدفة** : تلاميذ وتلميذات الصف الأول والثاني والثالث الابتدائي من (٦– ٩) سنوات .

ج– **الفئة المستهدفة بتنفيذ المقياس** : أخصائيو اضطرابات اللغة والتخاطب . معلمو اللغة العربية بالصفوف الاولية .

د–**مدة تطبيق المقياس** : ٤٥دقيقة ، وذلك من خلال استخدام معادلة تحديد زمن تطبيق المقياس على العينة الاستطلاعية وهى كالتالي ، زمن الطالب الأول(٤٠) د. ق + زمن الطالب الأخير(٥٠) د. ق÷ ٢+٩٠+٢=٤٥ د. ق .

هـ – **طريقة تطبيق المقياس** : يطبق المقياس فردياً ، ويتألف المقياس من (٥٤) فقرة تستهدف قياس اضطرابات صوت الكلام بمختلف درجاته ، والدرجة القصوى لهذا المقياس تصل الى (٢١٦) درجة ، والدرجة المنخفضة (٥٤) درجة .

و– **طريقة تصحيح المقياس** :– يتم تصحيح فقرات المقياس وفق الابعاد المتضمنة له ، ومن ثم الوصول إلى الدرجة النهائية من خلال جمع درجات جميع الأبعاد ، وتبلغ الدرجة القصوى لكل بعد (٤) درجات ، والدرجة الصغرى (١) درجة واحدة .

الخصائص السيكومترية أو المعالجات الإحصائية للمقياس : –

١– **صدق المقياس** :– وذلك من خلال الصدق الظاهري او صدق المحكمين ، حيث تم عرض مقياس اضطراب صوت الكلام على (١١) عضوا من أساتذة الجامعات بقسم التربية الخاصة ، وعلوم الاعاقة أو ذوى الاحتياجات الخاصة وتأهيلهم ، واضطرابات اللغة والتخاطب ، والصحة النفسية وعلم النفس بالجامعات المصرية والسعودية لغرض تحكيم

فقرات المقياس من حيث مدى ملائمة كل سؤال للبُعد الذى ينتمى إليه ، ومدى صلاحية السؤال لغوياً ، ومدى وضوح الاسئلة بشكل عام ، ومن ثم التفضل بتقديم ما يرونه مناسباً من تعديلات ومقترحات ، وليتحقق بذلك الصدق الظاهري للمقياس تم حساب نسبة أتفاق المحكمين حيث بلغت نسبة الاتفاق بين المحكمين على مدى انتماء كل مفردة للبعد الخاص بها أكثر من ٨٥% ويوضح الجدول التالي نسب الاتفاق :-

جدول (١)

نسب الاتفاق بين المحكمين على مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق)

رقم العبارة	عدد مرات الاتفاق	نسبة الاتفاق	رقم العبارة	عدد مرات الاتفاق	نسبة الاتفاق
١	١٠	١٠٠%	٢٨	٩	٩٠%
٢	١٠	١٠٠%	٢٩	٩	٩٠%
٣	٩	٩٠%	٣٠	١٠	١٠٠%
٤	١٠	١٠٠%	٣١	٩	٩٠%
٥	١٠	١٠٠%	٣٢	١٠	١٠٠%
٦	٩	٩٠%	٣٣	١٠	١٠٠%
٧	١٠	١٠٠%	٣٤	٩	٩٠%
٨	١٠	١٠٠%	٣٥	٨	٨٠%
٩	١٠	١٠٠%	٣٦	٩	٩٠%
١٠	١٠	١٠٠%	٣٧	١٠	١٠٠%
١١	٩	٩٠%	٣٨	١٠	١٠٠%
١٢	١٠	١٠٠%	٣٩	٩	٩٠%
١٣	٨	٨٠%	٤٠	١٠	١٠٠%
١٤	١٠	١٠٠%	٤١	١٠	١٠٠%
١٥	١٠	١٠٠%	٤٢	١٠	١٠٠%
١٦	٩	٩٠%	٤٣	١٠	١٠٠%
١٧	١٠	١٠٠%	٤٤	١٠	١٠٠%
١٨	١٠	١٠٠%	٤٥	٩	٩٠%
١٩	٩	٩٠%	٤٦	١٠	١٠٠%
٢٠	١٠	١٠٠%	٤٧	٩	٩٠%
٢١	١٠	١٠٠%	٥٠	١٠	١٠٠%
٢٢	٩	٩٠%	٥١	١٠	١٠٠%
٢٣	١٠	١٠٠%	٥٢	٩	٩٠%
٢٤	١٠	١٠٠%	٥٣	١٠	١٠٠%
٢٥	٩	٩٠%	٥٤	١٠	١٠٠%

يتضح من جدول (١) أن نسب الاتفاق بين المحكمين على عبارات مقياس اضطراب صوت الكلام تراوحت بين (٨٠% – ١٠٠%) لذا سيتم الإبقاء على جميع عبارات المقياس ،

وبذلك يصبح عدد عبارات المقياس (٥٤) عبارة تعبر قياس درجة اضطراب صوت الكلام (النطق) لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .

ثانياً :– صدق الاتساق الداخلي: Internal Consistency

تم حساب الاتساق الداخلي من خلال حساب معامل ارتباط بيرسون بين كل فقرة من فقرات كل بعد من المقياس بالدرجة الكلية له ، ويمكن توضيح النتائج من خلال الجدول الآتي :–

جدول (٢)

يوضح الاتساق الداخلي لكل بعد على مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق)

التغيرات في مكان نطق الصوت		التغيرات في طريقة انتاج الصوت		التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات		التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات		التغيرات في المقاطع		التغيرات في مجموعة الصوامت		قلب الصوامت	
رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق	رقم الفقرة	معامل الاتساق
٣	٠.٤٢ **	١٥	٠.٥ **	٢١	٠.٦٠ **	٢٧	٠.٤٣ **	٣٥	٠.٦٤ **	٤٤	٠.٥٧ **	٤٨	٠.٤١ **
٧	٠.٣٣ **	١٠	٠.٦٣ **	٢٣	٠.٦٣ **	٢٩	٠.٤٩ **	٢٧	٠.٤١ **	٤١	٠.٣٣ **	٥٣	٠.٥١ **
١	٠.٥٥ **	١٢	٠.٥ **	١٧	٠.٥٨ **	٢٥	٠.٦٢ **	٤٠	٠.٤٩ **	٤٥	٠.٥٧ **	٥١	٠.٦ **
٤	٠.٥٢ **	٩	٠.٣٤ **	١٦	٠.٥٤ **	٢٨	٠.٧٥ **	٣٣	٠.٥٨ **	٤٢	٠.٤١ **	٥٤	٠.٣٦ **
٦	٠.٥٨ **	٨	٠.٥٨ **	١٩	٠.٦٨ **	٢٤	٠.٦٢ **	٣١	٠.٦٢ **	٤٦	٠.٣٣ **	٤٧	٠.٣٤ **
٢	٠.٦٢ **	١٤	٠.٦ **	٢٠	٠.٥٧ **	٢٦	٠.٦٢ **	٣٨	٠.٤٦ **	٤٣	٠.٤٢ **	٥٢	٠.٤٢ **
٥	٠.٤٢ **	١٣	٠.٦١ **	١٨	٠.٦٧ **	٢٠	٠.٦٦ **	٣٤	٠.٤٦ **			٥٠	٠.٤٧ **
		١١	٠.٤٣ **	٢٢	٠.٥٦ **			٣٢	٠.٥٣ **			٤٩	٠.٥٤ **
								٣٩	٠.٥١ **				
								٣٦	٠.٥٤ **				

** دال عند مستوى دلالة ٠,٠١

يتضح من جدول (٢) أن جميع مفردات أبعاد المقياس كانت دالة عند مستوى ٠,٠١ ، والذى يؤكد الاتساق الداخلي للمقياس ، كما تم حساب الارتباط بين الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمقياس وكانت النتائج كما بالجدول التالي :–

جدول (٣)
يوضح ارتباط كل بعد من أبعاد المقياس بالدرجة الكلية للمقياس

الابعاد	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
التغيرات في مكان نطق الصوت	٠.٨٣ **	٠,٠١
التغيرات في طريقة انتاج الصوت	٠.٨١ **	٠,٠١
التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات	٠.٨٥ **	٠,٠١
التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات	٠.٨٠ **	٠,٠١
التغيرات في المقاطع	٠.٧٧ **	٠,٠١
التغيرات في مجموعة الصوامت	٠.٨٢ **	٠,٠١
قلب الصوامت	٠.٨٨ **	٠,٠١

يتضح من جدول(٣) أن الابعاد تتسق مع المقياس ككل حيث تتراوح معاملات الارتباط بين (٠.٧٧–٨٨,٠) وجيعها دالة عند مستوى (٠.٠١) مما يشير إلى أن هناك اتساقا بين جميع أبعاد مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق) .

ثالثاً : - الصدق البنائي:

ويعبّر عنه بقدرة كل فقرة في الأداة على الإسهام في الدرجة الكلية ويعبّر عن ذلك إحصائياً بمعامل ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية للأداة بغض النظر عن معنى هذا الارتباط وظيفياً .وتم حساب صدق الفقرات من خلال تطبيق المقياس بصورته الأولية التي احتوت على (٥٤) فقرة على عينة استطلاعية من تلاميذ المرحلة الابتدائية بلغ حجمها (١٢) تلميذا وتلميذة منهم (٦) تلميذة و(٦) تلميذ، وتم استخدام محك معامل ارتباط للفصل بين الفقرات التي ستبقى في الأداة وتلك التي يجب أن تحذف، ويتم تحديد هذا المحك من قبل الباحث تبعاً لأهداف القياس أو المدى المرغوب لديه في امتلاك السمة بالنسبة للعينة، وللحصول على أكثر الفقرات صدقاً بنائياً اعتمد الباحث محك معامل الارتباط (٠.٢٠) للفصل بين الفقرات.

كما تم استبعاد الفقرات التي ارتبطت بالدرجة الكلية بمعامل ارتباط سالب بغض النظر عن قيمة هذا المعامل، واستقرت الأداة بعد ذلك على (٤٩) فقرة وتم استبعاد (٥) فقرات، الأمر الذي أدى الى بقاء الفقرات ذات صدق البناء المرتفع، وهذا بدوره زاد من معامل ثبات المقياس، والجدول التالي يوضح ارتباط الفقرات التي استقرت بالأداة بالدرجة الكلية:

جدول (٤)
صدق البناء للفقرات (ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية للمقياس)

الرقم	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	الرقم	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	الرقم	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	الرقم	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
١	**0.61	١٥	**0.74	٢٩	**0.59	٤٢	**0.66
٢	**0.66	١٦	**0.71	٣٠	**0.64	٤٣	**0.76
٣	**0.70	١٧	**0.43	٣١	**0.36	٤٤	**0.63
٤	**0.64	١٨	**0.66	٣٢	**0.64	٤٥	**0.60
٥	**0.64	١٩	**0.76	٣٣	**0.64	٤٦	**0.41
٦	**0.55	٢٠	**0.63	٣٤	**0.55	٤٧	**0.65
٧	**0.61	٢١	**0.60	٣٥	**0.61	٤٨	**0.56
٨	**0.58	٢٢	**0.41	٣٦	**0.58	٤٩	**0.49
٩	**0.35	٢٣	**0.65	٣٧	**0.35		
١٠	**0.58	٢٤	**0.56	٣٨	**0.58		
١١	**0.56	٢٥	**0.49	٣٩	**0.56		
١٢	**0.60	٢٦	**0.75	٤٠	**0.63		
١٣	**0.75	٢٧	**0.55	٤١	**0.60		
١٤	**0.76	٢٨	**0.59	٤١	**0.41		

** دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (=α٠.٠١)

٢ – ثبات مقياس اضطراب صوت الكلام : –

قام الباحث بحساب ثبات مقياس اضطرابات صوت الكلام بطريقتين هما: طريقة الفا كرونباخ وطريقة التجزئة النصفية لأبعاد المقياس والمقياس ككل والجدول التالي يوضح معاملات الثبات:

جدول (٥)
معاملات الثبات للأبعاد الفرعية لمقياس اضطراب صوت الكلام والمقياس ككل

البعد	معامل ألفا كرونباخ	التجزئة النصفية (سيبرمان براون)
التغيرات في مكان نطق الصوت	٠.٨٤	٠.٨١
التغيرات في طريقة انتاج الصوت	٠.٨٦	٠.٨٠
التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات	٠.٨٥	٠.٧٧
التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات	٠.٨٣	٠.٧٩
التغيرات في المقاطع	٠.٨٠	٠.٧٦
التغيرات في مجموعة الصوامت	٠.٧٩	٠.٧٤
قلب الصوامت	٠.٧٦	٠.٧١
المقياس ككل	٠.٩٠	٠.٨٥

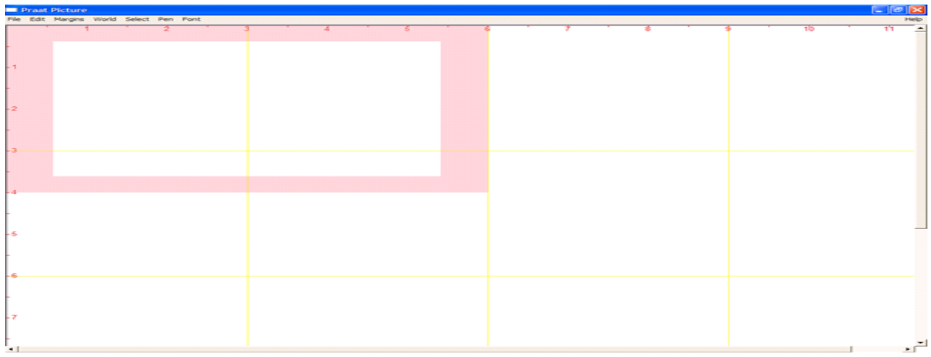
يتضح من الجدول(٥) أن جميع معاملات الثبات مرتفعة والذى يؤكد ثبات المقياس وذلك من خلال أن قيم معاملات ألفا كرونباخ والتجزئة النصفية كانت مرتفعة ، وبذلك فإن المقياس المستخدمة تتميز بالصدق والثبات ويمكن استخدامها علمياً .

تقدير درجات مقياس اضطراب صوت الكلام (النطق) :- تقع درجات المقياس على متدرج (سلالم تقدير) رباعي (دائماً – أحياناً – نادراً – مطلقاً) ويحصل التلميذ على أربع (٤) درجات للاستجابة دائماً ، وثلاث(٣) درجات للاستجابة أحيانا ، ودرجتين (٢) للاستجابة نادراً ، ودرجة (١) للاستجابة مطلقاً ، وبذلك تتراوح درجات المقياس بين (٥٤) و(٢١٦) درجة ، وتشير الدرجات عند حصول التلميذ على ٥٤ درجة الى لا يوجد اضطراب في صوت الكلام ، والدرجات من ٥٤–١٠٨ الى هناك اضطراب بسيط في صوت الكلام ، ومن ١٠٩–١٦٢ الى ان هناك اضطراب متوسط في صوت الكلام ، ومن ١٦٣– ٢١٦ الى ان هناك اضطرابات شديدة أو حادة في صوت الكلام .

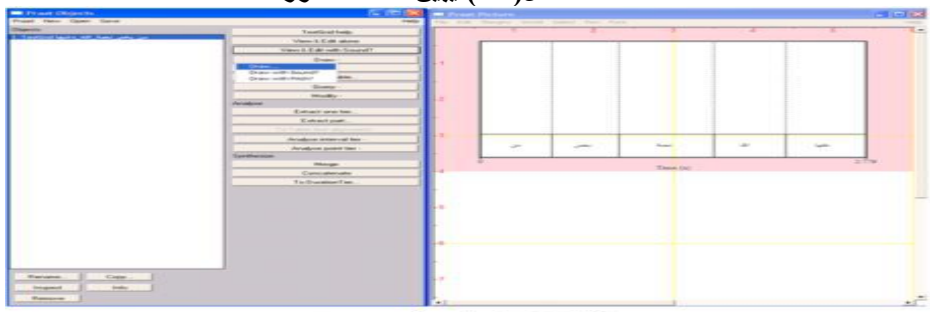
ثانياً :برمجية برات Praat لتحليل الصوت الفيزيائي تعريب الباحث باللغة العربية Praat برات ويطلق عليه الكلام وهو برنامج مجانى لتحليل ومعالجة الموجات الصوتية يرجع فى الاساس الى Paul Boersma and David Weenink من معهد علوم الصوتيات فى جامعة امتردام ، ويمكن الحصول على البرنامج من على موقع http://www.praat.org

أساسيات برمجية برات Praat :– يراعى جميع الصيغ الصوتية ويقوم باختيار كلمة من صوت ثم الضغط على صيغة wav وهى موجة صوتية ، وبعدها نقوم بقراءة وحفظ الملفات الصوتية وتحميلها فى نافذه البرنامج

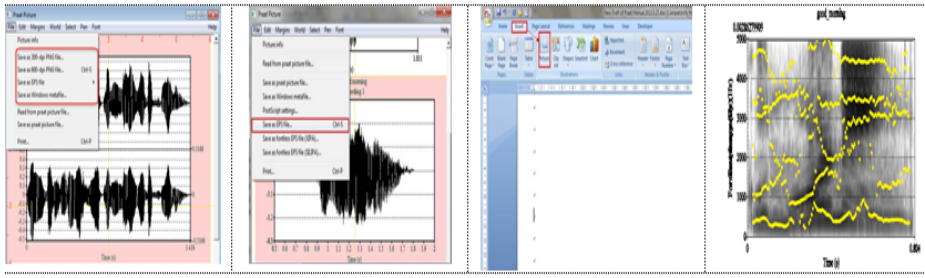
نافذة صور برات Praat Picture : يساعدنا فى تحليل ورسم وطباعة الصور الطيفية وحفظها ، وادراج هوامش Margins لإضافة نصوص وعلامات الى ملف الصورة



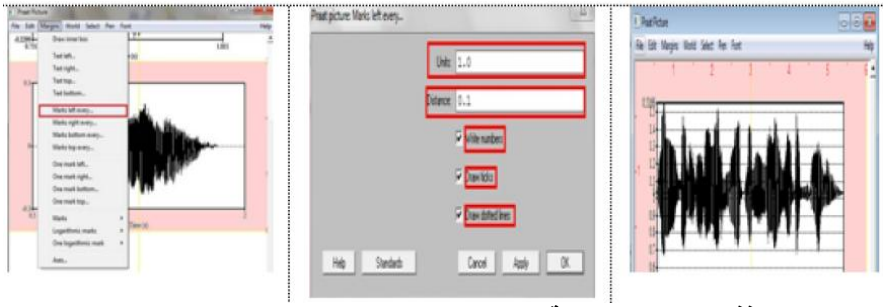
شكل(١٩) يبين نافذة الصور



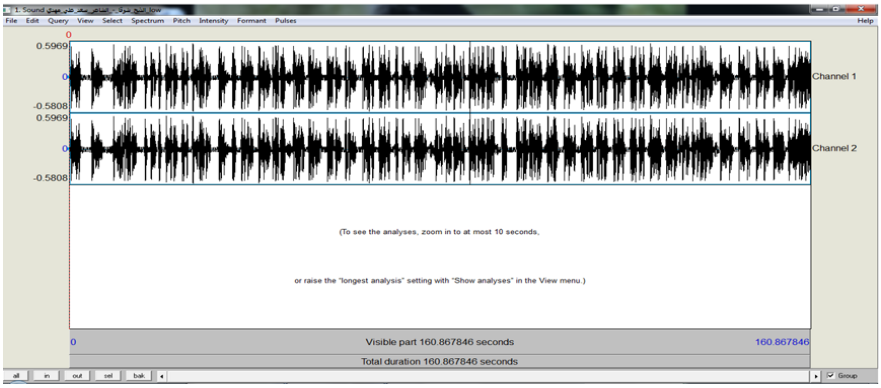
شكل (٢٠)يبن انشاء ملف صورة ثم حفظ الملف الصوتي بصيغة EPS ولصقه على الورود



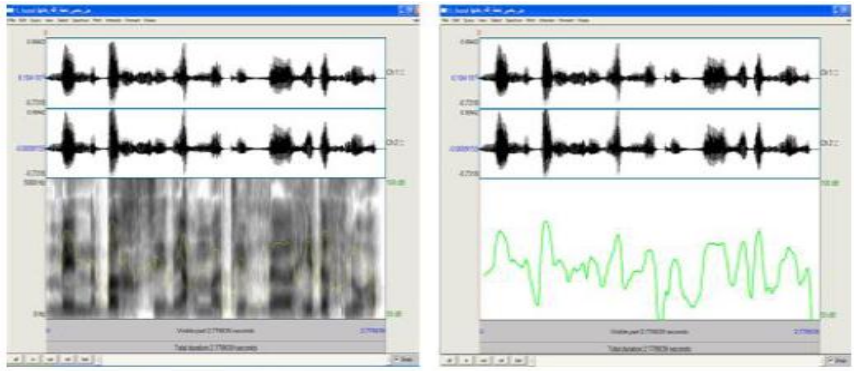
شكل(٢١) يوضح كتابة الهوامش



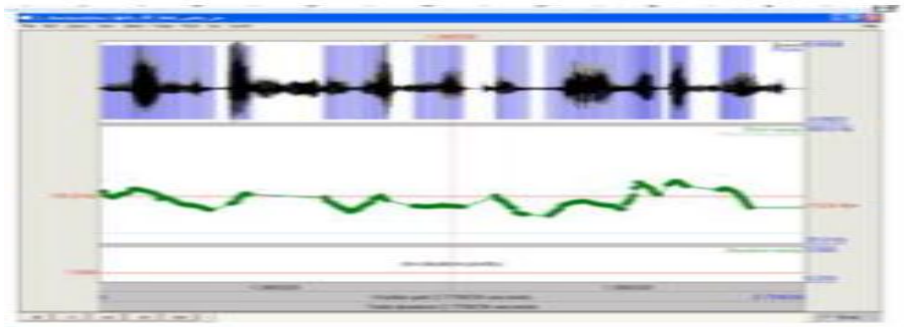
ثم اختر من النافذة الاولى على كلمة view edit لتحليل الصوت كما هو مبين بالشكل(٢٢) .



ثم نقوم بتحليل الصوت فيزيائياً على مستوى المقاطع الصوتية وتحلل الحزم الصوتية وتحويلها الى صياغات رقمية وهنا يتم تحليل صوت الكلام اى معرفة التردد ، والطبقة ، والتنغيم ، والشدة ، الكثافة ودرجة وزمن الصوت . كما هو مبين بالشكل (٢٣) .

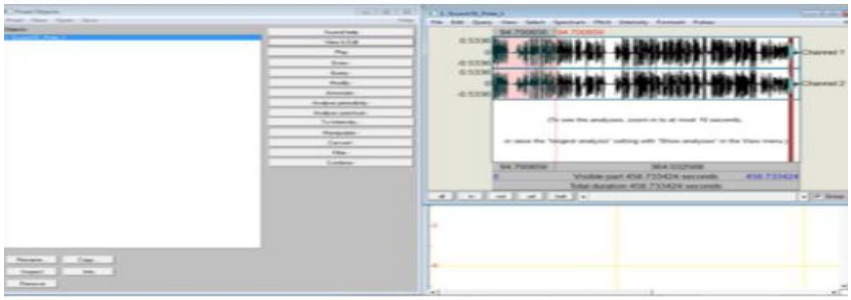


شكل (٢٤) يوضح كيفية تحليل شدة الصوت

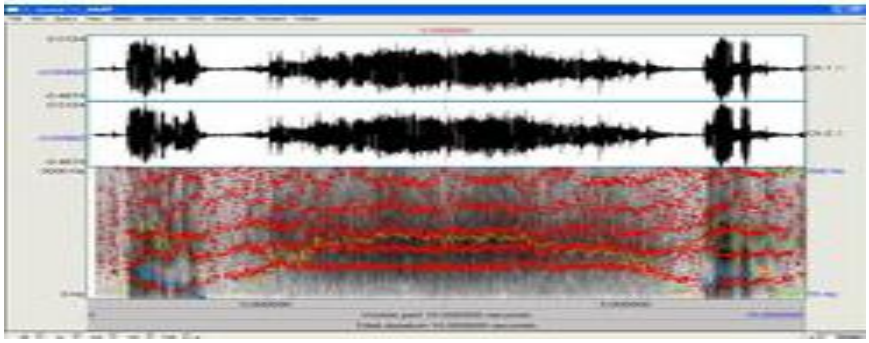


شكل(٢٥) يوضح معدل سرعة الكلام

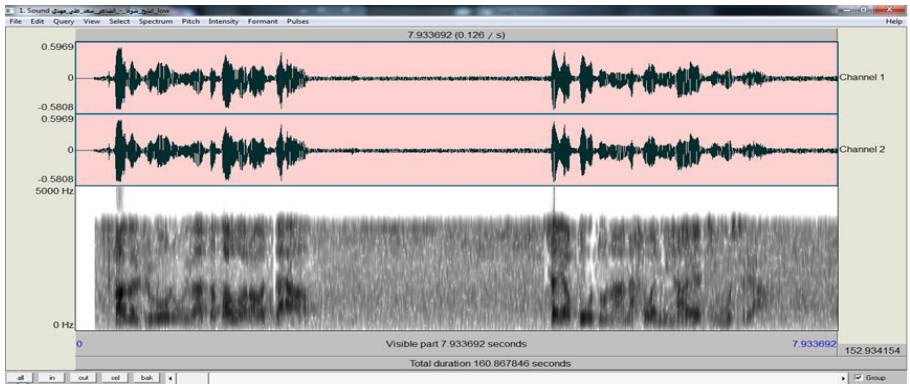
ومن هنا يمكن قراءة الملفات الصوتية التى يتم نقلها الى الذاكرة التطبيق



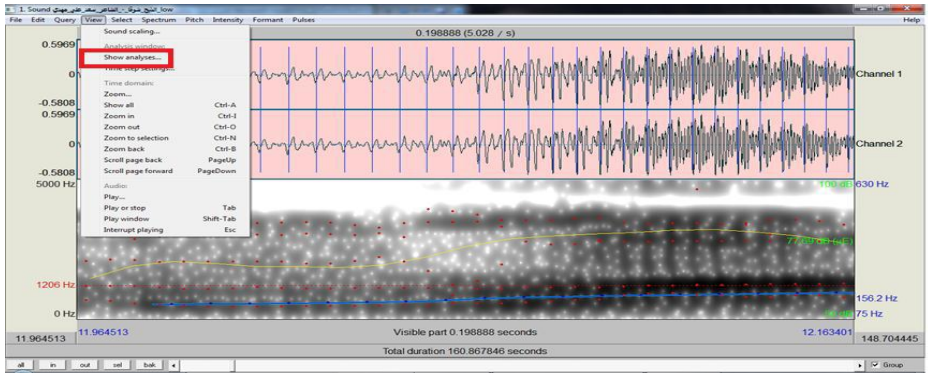
ويمكن استخراج قطع صوتية من ملف Open long sound واستخراج جزء من الصوت كما هو مبين بالشكل (٢٦)



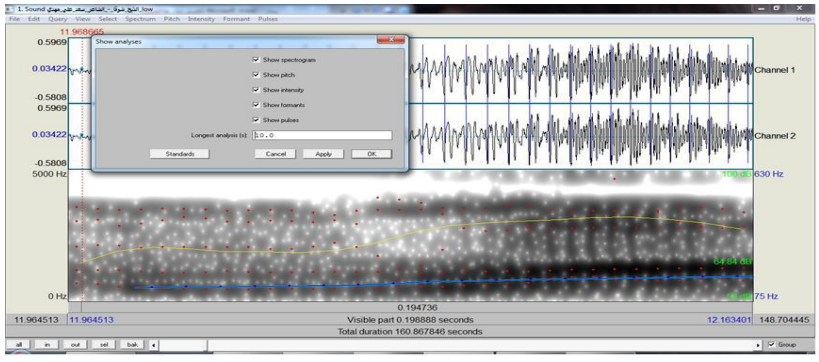
ثم نختار كلمة sel الموجودة في اسفل البرنامج للتمثيل الرسم الطيفي للأصوات كما موضح بالشكل (٢٧) .



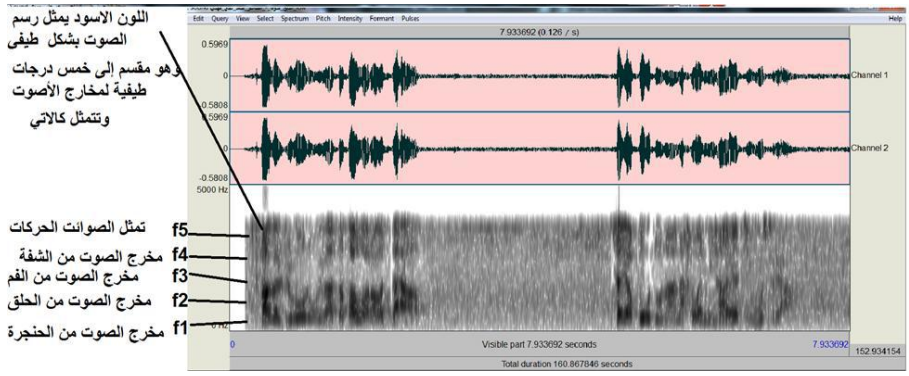
ثم نختار من القائمة view ثم show analyses لتظهر لنا قائمة جديدة كما هو موضح بالشكل (٢٨) .



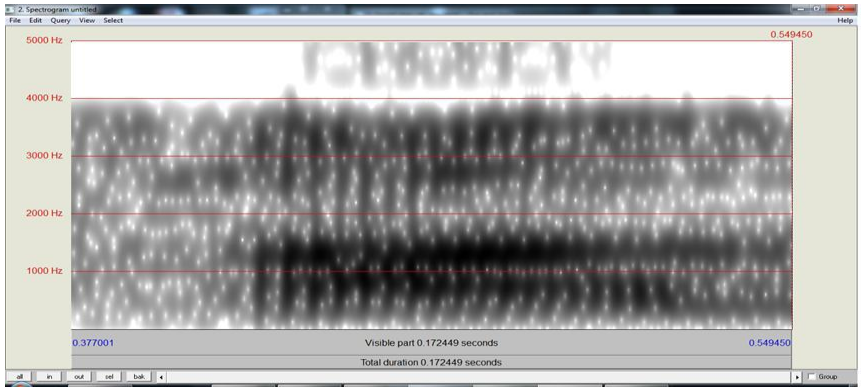
تحتوى على الطيف ، والتنغيم والميل والانحراف في الصوت والتردد ، وكثافة الصوت وشدته ونبرته ، وصفات الاصوات الكلامية في مواضع مختلفة ، ثم الوقفات والذبذبات كما هو موضح بالشكل (٢٩) .



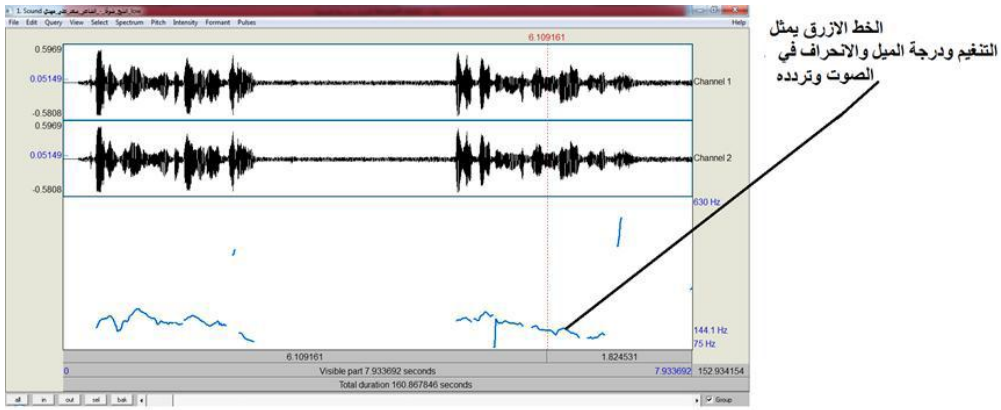
وبعدها نقوم بتحليل الرسم الطيفي المتمثل باللون الاسود كما هو موضح بالشكل(٣٠)



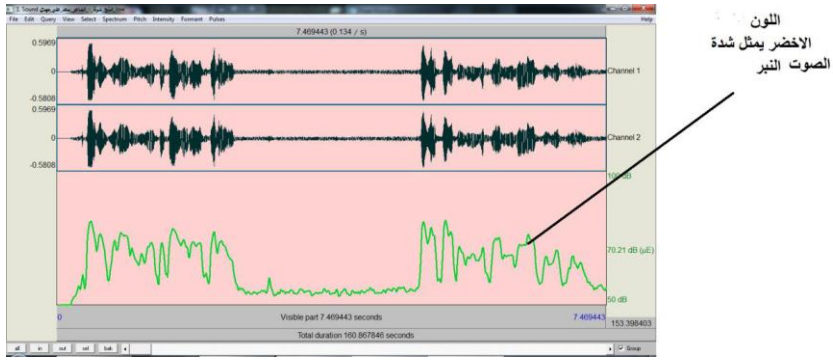
والرسم البياني **frequency** يحتوى على التردد وتمثيل الرسم الطيفي **spectrum** كما هو موضح بالشكل (٣١).



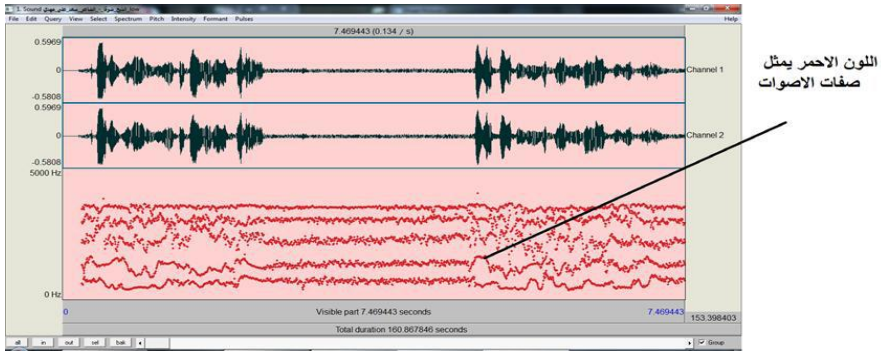
ثم مرحلة النغمة **pitch** التنغيم ودرجة الميل والانحراف في الصوت وتردده ويقاس بالهرتز كما في الشكل (٣٢) .



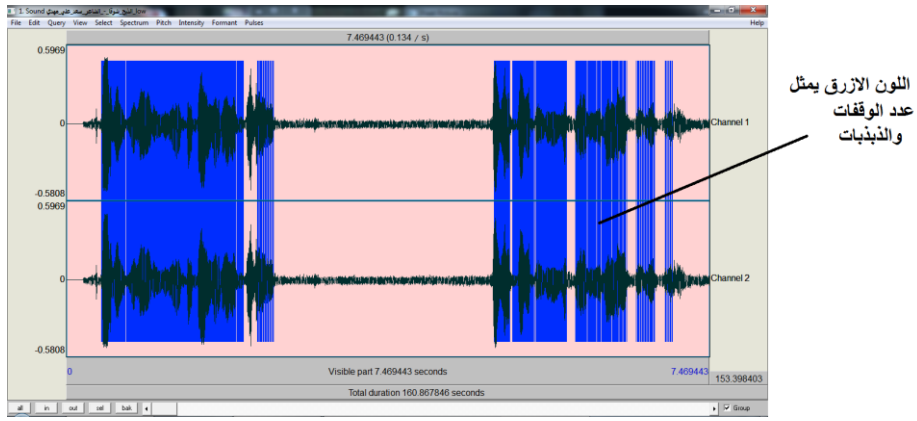
ثم يأتي بعدها مرحلة الشدة اى شدة الصوت أو عمليات النبر الصوتي حتى نقوم بقياس كميات الطاقة الصوتية وتقاس بالديسبل اى شدة الصوت ويرمز لها dB كما هو موضح بالشكل(٣٣) .



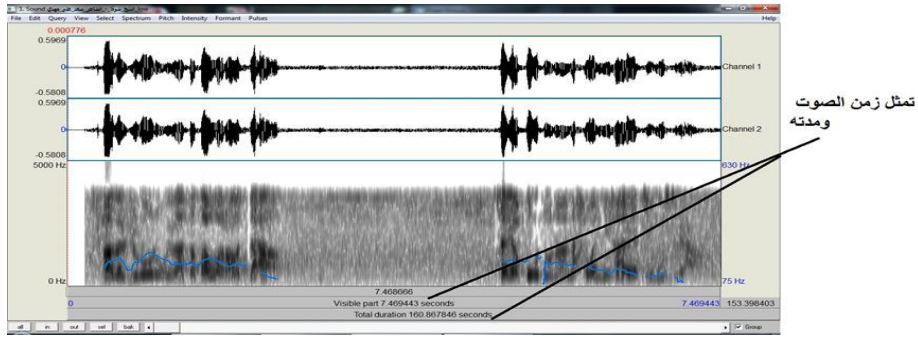
ثم يأتى بعدها مرحلة التشكل formants الخاص بنمط الكلام او الانغام الكلامية حتى نحصل على تردد الأصوات الكلامية وعرض الموجات في الرسم الطيفيband width لكل مخرج من مخارج الاصوات الكلامية كما هو موضح بالشكل (٣٤) :-



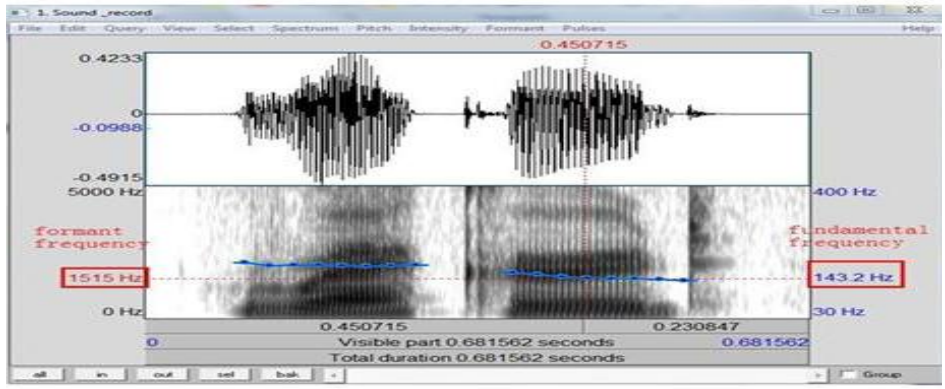
ثم تأتى مرحلة عملية النبضات pulses والتي تتمثل في حساب عدد الوقفات والذبذبات الصوتية كما هو موضح بالشكل (٣٥).



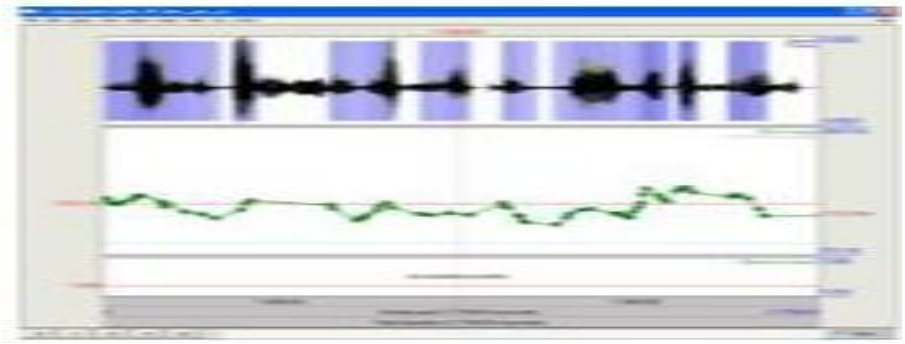
وبعدها تأتى مرحلة قياس زمن ومدة الصوت وتمثل بالثانية كما هو بالشكل(٣٦)



ومن خلال هذا البرنامج يمكننا تحليل البواني الصوتية من قائمة Formant كما هو موضح بالشكل (٣٧) .



ومن خلال هذا البرنامج يمكننا تحليل لنبرة الصوت من قائمة SoundEditor كما هو موضح بالشكل (٣٨) .



من العرض السابق لبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي لتقنية برات Praat يمكننا تحديد الخصائص الفيزيائية للصوت " الطابع الصوتي " الموجة الصوتية ، التردد ، شدة الصوت ، سرعة الصوت ، السعة ، العلو ، درجة الصوت ، نوع الصوت . وغيرها من خصائص لكلام التلاميذ المضطربين نطقياً بالمرحلة الابتدائية.

وقد جاءت العينة الكللامية المختارة من صوت الألف الى الياء في الدراسة النحو التالي:–

نطق الحروف (أ ب ت ث) ، نطق الحروف (ج ح خ) ،نطق الحرفين (د ذ) ، نطق الحرفين (ر ز) ، نطق الحرفين (س ش) ، نطق الحرفين (ص ض) ،نطق الحرفين (ط ظ) ، نطق الحرفين (ع غ) ، نطق الحرفين (ف ق) ، نطق الحروف (ك ل م) ،

قراءة الحرفين (ن هـ) ، نطق الحرفين (و ي) ، نطق حركة الفتح ، نطق حركة الضم ، نطق حركة الكسر ، نطق حركة السكون ، نطق كلمات من حرفين ، نطق كلمات من ثلاثة حروف ، نطق كلمات من أربعة حروف ، نطق حرف مد الألف ، نطق حرف مد الواو ، نطق حرف مد الياء ، نطق اللام القمرية ، نطق اللام الشمسية نطق التاء المفتوحة ، نطق التاء المربوطة ، نطق تنوين الفتح ، نطق تنوين الضم ، نطق تنوين الكسر ، نطق جُمل كلمتين ، نطق جُمل ثلاث كلمات ، نطق جُمل أربع كلمات ، نطق جُمل خمس كلمات ، نطق موضوع من ١٠ كلمات ، نطق موضوع من ٢٠ كلمة ،نطق موضوع من ٣٠ كلمة ، نطق موضوع من ٤٠ كلمة ، نطق موضوع من ٥٠ كلمة ، نطق الكلمات أو تسمية صور لنطق كلمات في مواضع مختلفة فى أول الكلمة ، وسط الكلمة ، آخر الكلمة ، مختلط مع عرض نص يحتوى على قصة معينة بهدف تحليل الاصوات الكلامية النطقية .

الاجراءات المتبعة في استخراج خصائص الصوت الفيزيائي باستخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي:–

اعتمد الباحث على تسجيل العينات الكلامية المختارة على (٦) حالات من تلاميذ المرحلة الابتدائية ، وتسجيل وتحليل الصوت الفيزيائي عن طريق برمجيات تحليل الصوت الفيزيائي ، واستخراج قيمتها الرقمية وهذه البرمجيات تستقبل المدخلات الصوتية وتقوم بتحويلها الى رسومات ومنحنيات حسب درجة وشدة ونوعية وطبقة اصوات الكلام ، حيث اظهر فى مقياس الدراسة ان اكثر الاضطرابات النطقية عند هؤلاء التلاميذ فى اصوات الحروف ومواضعها المختلفة في البداية والوسط والنهاية ، ومن هذه الاصوات صوت (الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال) ، وتم الاستعانة بهم فى الدراسة من أجل تحليل الصوت الفيزيائي للأصوات النطقية المضطربة .

<u>وبناء على ما يتطلبة البحث الحالي بالوقوف الى الجوانب الآتية</u> :–

١– الرسم الطبقي Spectogram : ويعكس المكونات لإخراج الاصوات المنطوقة ، والسياق الصوتي المنطوق على امتداد خط الزمن .

٢– الشكل الموجي Wave Shape : ويعكس شكل الموجة الصوتية للأصوات الكلامية المنطوقة ، والسياق الصوتي المنطوق ، ويكشف عن التغيرات المضطربة فى عدم انتظام الموجة الصوتية وتركيبها والعكس أيضاَ .

٣– المنحنى الموجي Spectrum : ويبين مستويات الضغط الصوتي للأصوات الكلامية المنطوقة ، والسياق الصوتي المنطوق فى مناطق الترددات ، ويساعد فى تحديد منطقة الترددات التي تركز أعلى مناطق مستوى الضغط الصوتي .

٤– منحنى الطيف الخطى لمستوى الطاقة الصوتية Energy Spctrum ويوضح معدلات توزيع الطاقة الصوتية في وحدة الزمن ، المدة الزمنية التي تلاشت فيها طاقة الصوت الكلامي المنطوق .

٥– مدة تردد الصوت Duration : ويعتمد في تحديد مدة تردد صوت الكلام المنطوق ، أو السياق الصوتي المنطوق على شكل موجى والذى يهدف الى العلاقة بين اتساع الموجة الصوتية والزمن ، ويمكن الاستعانة بالصورة الطيفية فى تحديد مدة الترددات لتمثيل العلاقة بين الزمن والترددات الصوتية .

الاساليب الإحصائية :– استخدم الباحث حزمة البرامج الاحصائية والمعروفة ببرنامج spas للعلوم الاحصائية فى التوصل لنتائج الدراسة : ١– معامل الارتباط ٢– تحليل الانحدار المتعدد ٣– حساب التكرارات ٤– معاملات الثبات (ألفا – كرونباك) ، ٥– التجزئة النصفية –سبيرمان – براون ٦– مان – ويتنى (U) Mann–Whitney ويلكوكسون(W) (Wilcoxon) للمجموعات الصغيرة .

نتائج الدراسة ومناقشتها : –

أولا : – نتائج الدراسة ومناقشتها

١ – نتائج الفرض الاول ومناقشتها : –

مكونات اضطراب صوت الكلام :–

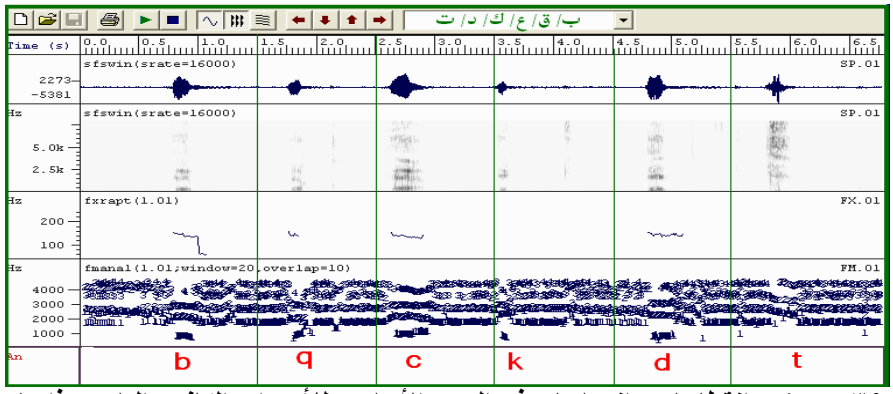
ينص الفرض الأول على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى معدل مكونات اضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " . وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب معدل الترددات لمكونات صوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي:–

جدول(٦)

حساب معدل مكونات اضطراب صوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية يتم التركيز على وضع اللسان فى التجويف الفموي للإخراج الصوت :

الاصوات المنطوقة	F2(HZ)	الاصوات المنطوقة النظيرية	(F2(HZ
الثاء	٣١١٠	السين	٢٤٥١
الضاد	٢٠٤٧	الدال	٣٥٧٠
القاف	٢٠٧٠	الكاف	٣٣٠٩
الطاء	٢٠١١	التاء	٣٠٨٣

يتضح من جدول (٦) ان هناك فروق ذات دلالة احصائية بين القيم الرقمية (F1),(F2) للأصوات الكلام المنطوق وهذا ما يدل على وجود اضطرابات في النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .



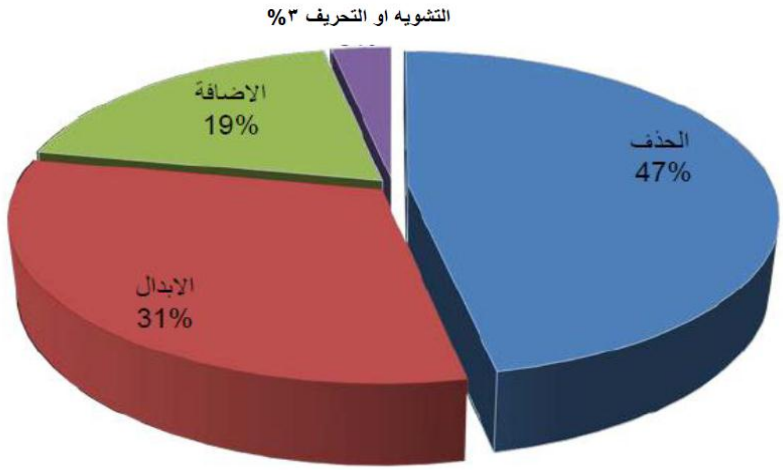
شكل (٣٩) يوضح انقطاعات وانحباسات فى التردد الأساسي للأصوات الكاف والتاء وهذا ما يدل عدم تحريك الاحبال الصوتية اثناء عملية النطق او وجود افات مرضية.

وقد قام الباحث بتوزيع عدد التكرار وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الأولى من اضطرابات فى الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية او التحريف فى الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس .

جدول (٧)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
أ. س ص.	ذكر	٦سنوات	١٥	١٠	٦	١	٢٢

وقد قام الباحث بحساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :- اضطرابات الحذف : ١٥ ÷ ٢٢ = ٦٨.١٨ ، اضطرابات الابدال : ١٠ ÷ ٢٢ = ٤٥.٤٥ ، اضطرابات الاضافة : ٦ ÷ ٢٢ = ٢٧.٢٦ ، اضطرابات التشوية او التحريف أو القلب : ١ ÷ ٢٢ = ٤.٥٤ .



شكل (٤٠) يوضح نسبة انتشار اضطراب صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

ويتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (أ .س .ص) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان فروق دالة احصائياً في مظاهر اضطرابات الحذف بلغت بنسبة (٤٧%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الابدال فى المرتبة الثانية بنسبة (٣١%) ، ثم خصائص اضطرابات الاضافة بنسبة (١٩%) ، أما التشوية او التحريف فقد مثلت اقل نسبة انتشار وتم تقديرها ب(٣%) من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

جدول (٨)
حساب معدل مكونات اضطراب صوت الكلام

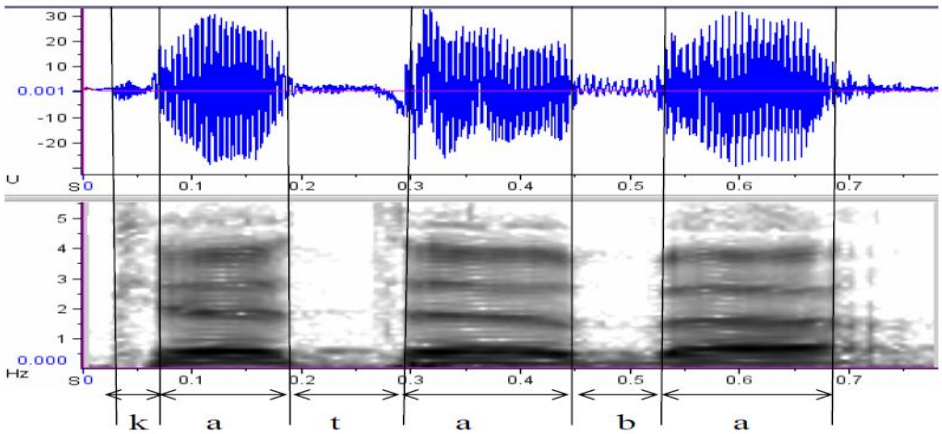
الاصوات المنطوقة	معدل مكونات اضطراب صوت الكلام F2(HZ)	الاصوات المنطوقة النظيرية	F2(HZ)
الثاء	١١٢١	السين	٢٠٤٨
الضاد	١٧٧٠	الدال	١٢١٠
القاف	٢٠٨٥	الكاف	١٣٤١
الطاء	١٢٧٠	التاء	٢٠٠٧

وتشير نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى معدل القيم الرقمية للصور الطيفية لنطق صوت الكلام يقل عنه لنظائرها فى الترددات للمكونات الصوتية (F1),(F2) وهذا يدل على وجود اضطرابات فى النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية . ، وقد جاءت النتائج الرقمية وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى معدلات المكونات الصوت للكلام المنطوق فى مواضع الكلمات فى (البداية – الوسط – النهاية) كما فى الجدول الاتى :-

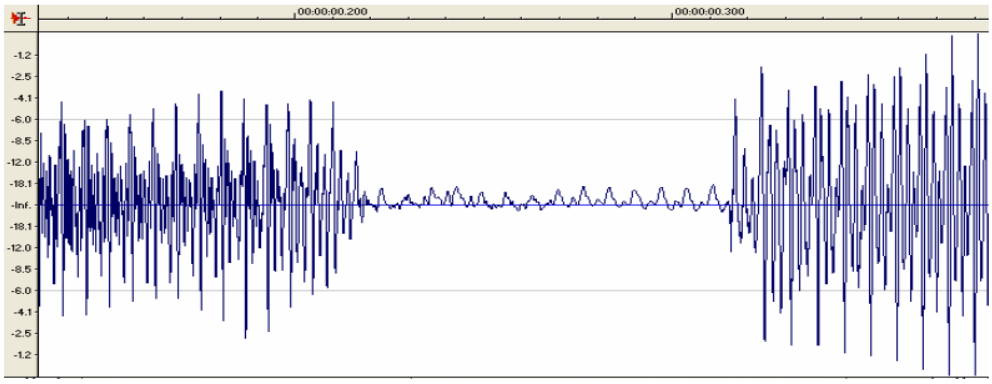
جدول (٩)

قيم اصوات الكلام (HZ) / موضع الاضطراب فى الكلمة	الطاء	التاء	القاف	الكاف	الثاء	السين	الضاد	الدال
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	١٦٩٢	٣٠٥٤	٢٢٧٠	١٥٧١	١٥٣٢	٢٧٥٨	٢٠٦١	٢١٣٨
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٢١٠٢	٣٠٩٠	٢١٧٥	٣٠٢٤	١٦٩٥	٢٧٧١	٣١١٠	٢٣٥٦
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٣٢٥٢	١٥٣٧	٢٢٠٢	٣٥٩٢	١٩٥٠	٣٠٣٤	٢١٢٠	٣٤٢٣
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	١٣١٥	٣٣١٢	٣٢٢٢	١١٥٣	١٦٩٧	٣٦٣٢	١٢١٠	١٩٧٦
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٣٤١٤	١٣٧٥	٢٣٠٧	١٣٣٦	٢٧٥٤	١٧٥٨	١٤٨١	٢٠٩٦
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٢٢٠٣	٣٢٩٦	١١٣٢	٣٤٤٨	٣٦٩٣	٢٢٥٦	٢٢٢٦	٣٢١٧
الصوت في أخر الكلمات مصحوباً بفتحة	٢٤٣٦	٣٣٦٧	١٢١٥	٢٣٣٨	٢٨٠٦	١٧٧٦	١٢٦٤	٣٦٣٧
الصوت في اخر الكلمات مصحوباً بضمة	٣٤٨٠	١٤٥٥	٣٣٧٦	٣٣٧٩	١٥١٥	٣٦٧٧	٣٣٩٧	١١٠٨
الصوت في اخر الكلمات مصحوباً بكسرة	٢٥٤١	٣٢٩٦	٢٨٤٩	٣٦٧١	٢٨٦٦	٢١٢٤	٣٤٤١	٢٦٩٦

ويستنتج من الجدول السابق انخفاض قيم معدلات مكونات التحليل الفيزيائي للأصوات الكلامية المنطوقة وهذا مايدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية في نطق الاصوات الكلامية ، حيث جاءت في بداية الكلمة (الفتحة والضمة والكسرة) وكانت منخفضة ايضا في وسط وآخر الكلمات وهذا ما يدل عن وجود اضطرابات في النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية



الشكل رقم (٤١) يوضح الصورة الطيفية لموضع اضطرابات الكلمات (بداية – وسط – نهاية)



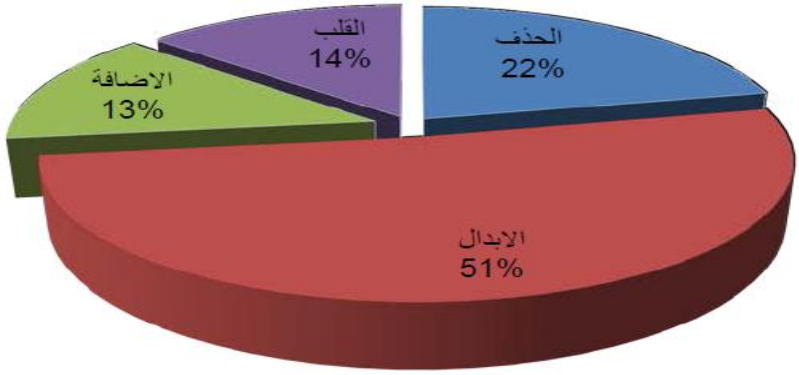
الشكل رقم (٤٢) يوضح الصورة الطيفية للذبذبات الصوتية لموضع الكلمات (بداية – وسط – نهاية) مع الفتحة لصوت الضاد .

ثم قام الباحث بتوزيع عدد التكرارات وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الثانية من وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى اضطرابات الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية أو التحريف فى الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس

جدول (١٠)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
ث . ش. م	انثى	٦سنوات	٨	١٩	٥	٥	٣٧

حساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :– اضطرابات الحذف : ٨÷ ٣٧ = ٢١.٦٢ ، اضطرابات الابدال : ١٩÷ ٣٧ = ٥١.٣٥ ، اضطرابات الاضافة : ٥÷ ٣٧ = ١٣.٥١ ، اضطرابات التشوية او التحريف (القلب) : ٥÷ ٣٧ = ١٣.٥١ .



شكل (٤٣) يوضح نسبة انتشار اضطراب صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

يتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (ث . ش. م) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان هناك فروق ذات دلالة إحصائية فى مظاهر اضطرابات الابدال بلغت بنسبة (٥١%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الحذف فى المرتبة الثانية بنسبة (٢٢%) ، ثم خصائص اضطرابات الاضافة بنسبة (١٣%) ، أما التشوية او التحريف فقد مثلت اقل نسبة انتشار وتم تقديرها ب(١٤%) من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

٢ – نتائج الفرض الثاني ومناقشتها : –

ينص الفرض الثاني على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مستوى الضغط لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب مستوى الضغط لأصوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي:–

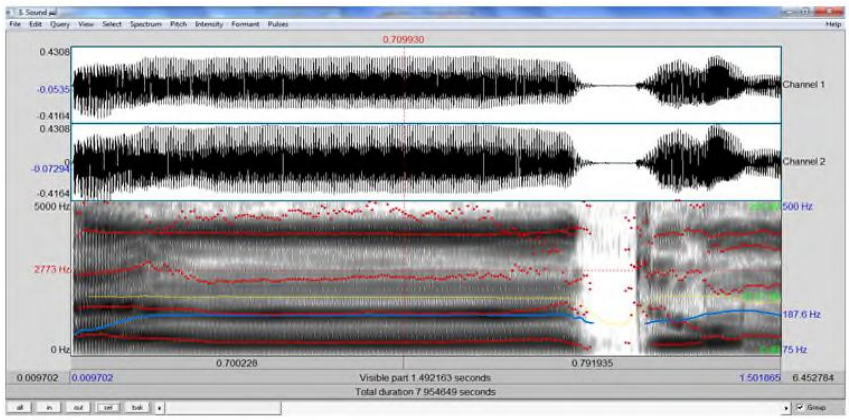
مستوى الضغط لأصوات الكلام (SPL)

الجدول (١١)

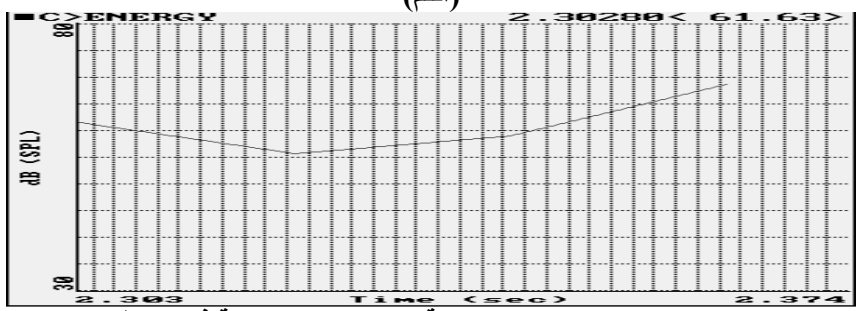
يوضح الفروق فى القيم الرقمية المنحنيات الموجية لمستويات الضغط لاضطراب الأصوات الكلامية المنطوقة

الاصوات المنطوقة	مستوى الضغط لصوت الكلام(dB)	الاصوات المنطوقة النظيرية	مستوى الضغط لصوت الكلام(dB)
الضاد	١٠.٠٧	الدال	٦.٥٥
الطاء	١١.٩٢	التاء	٦.٦١
القاف	١١.١٣	الكاف	٧.٧٣
الثاء	١١.٨١	السين	٧.٣٠

يتضح من الجدول (١١) أن مستويات ضغط صوت الكلام تختلف في درجاتها بين الارتفاع والانخفاض غير المتكافئ أو غير متناسق مما يحدث تخلخل في توزيع ضغط صوت الكلام وبالتالي قيم الموجات الصوتية تتجه نحو الانحدار وهذا يمثل مؤشر عن وجود اضطرابات نطقية عند تلاميذ المرحلة الابتدائية .



شكل (٤٤) يوضح التحليل الفيزيائي لوجود فروق فى اضطراب نطق صوت التاء فى وسط لكلمة (انتم)



شكل (٤٥) يوضح التحولات الغير النسقية للمستويات الضعيفة فى ضغط صوت الكلام

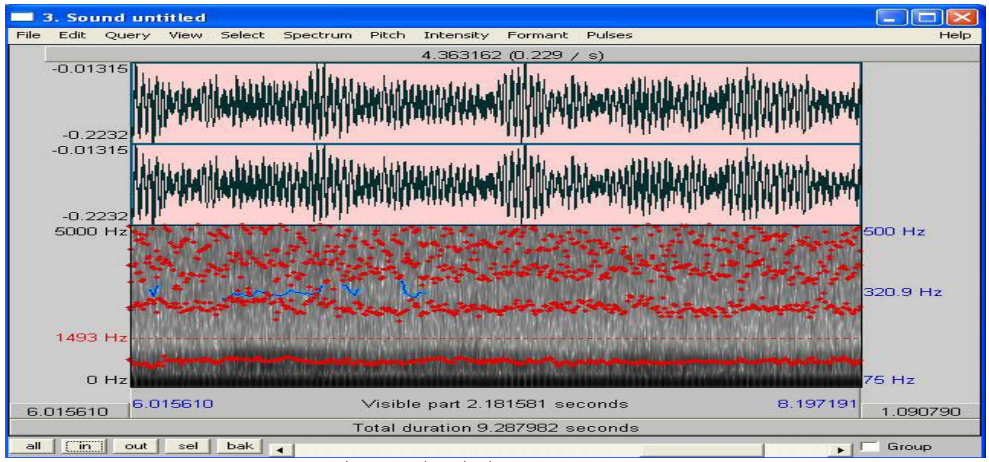
وقد جاءت النتائج الرقمية فروق ذات دلالة إحصائية فى معدلات مستويات الضغط الصوتي لأصوات الكلام " النطق " لتلاميذ المرحلة الابتدائية في مواضع الكلمات (في البداية – الوسط – النهاية) كما في الجدول الاتي :-

جدول (١٢)

قيم مستويات ضغط صوت الكلام (dB) / موضع الاضطراب فى الكلمة	القاف	الكاف	الثاء	السين	الطاء	التاء	الضاد	الدال
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	١٣.٤٦	١.٢٢	١٣.٠١	٧.١٢	٤.٤٦	١٢.٦	١١.٨٣	٣.٤٦
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	١٠.١٩	١٣.٤٣	٢.٦٠	٧.٤٢	٢.٢١	٩.٤٧	٩.٤٠	٤.٤٠
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٤.٤١	١٠.٦٢	١٢.٥٩	٥.٥٨	٣.٢٦	١٢.٦٣	٤.٣٢	١١.٣٠
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٢.٧٢	١٣.٤٥	١٤.٦٨	٥.٤٦	٧.٢٦	١١.٧٢	٧.٠٤	٧.٧٠
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	١.٢١	١٣.٢١	٨.٥٩	١١.١١	١.٩٦	١٢.٩٣	٧.١١	١١.٧٣
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٩.٨٩	١٢.٠٠	١٣.٤٤	١٣.٧٢	٦.٤٨	١.٩٣	٢.٢٥	٨.٤٤
الصوت في أخر الكلمات متحركاً بالفتحة	٧.٠٤	٩.٩٠	١.٤٨	١٣.٠٨	١.٦٦	١٠.٢٣	٢.٨٤	١٠.٧٩
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالضمة	٣.٠٨	٧.٣٣	٨.٨٥	١٤.٩٨	٢.١٣	١٢.٢٧	١.١٤	١٢.٧٨
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالكسرة	١٤.٢٧	٣.١٥	١٢.٧٦	١.٤٦	١٣.٤٩	٣.٤٣	٣.٣١	١٢.٣٨

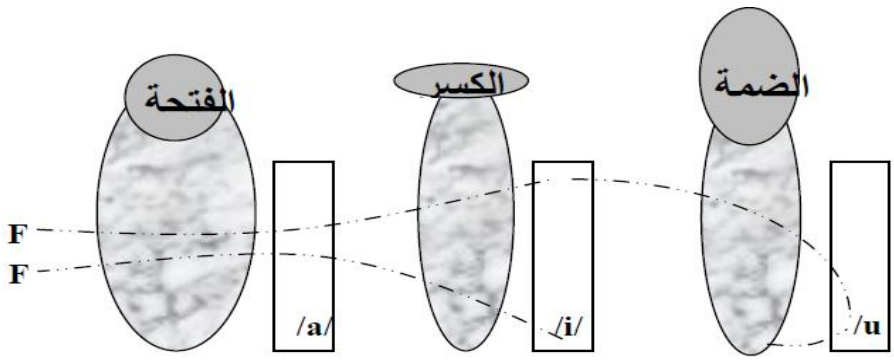
ويستنتج من الجدول السابق انخفاض قيم معدلات مستويات الضغط للأصوات الكلامية المنطوقة ووجود فروق ذات دلالة إحصائية فى موضع الاضطرابات فى الكلمة ، حيث جاءت في بداية الكلمة (الفتحة والضمة والكسرة) وكانت منخفضة ايضا في وسط

وآخر الكلمات وهذا ما يدل عن وجود تباين في مستويات الضغط حيث ينخفض فى منطقة الوسط انخفاضا حادا ، ثم يرتفع ارتفاعاً قليلا مستقيماً ، ثم يكسر الارتفاع حدته ، لينتقل بصورة صعبة او حادة ليشعر التلميذ بإجهاد فى اخراج الاصوات الكلامية وبالتالي وجود اضطرابات في النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .

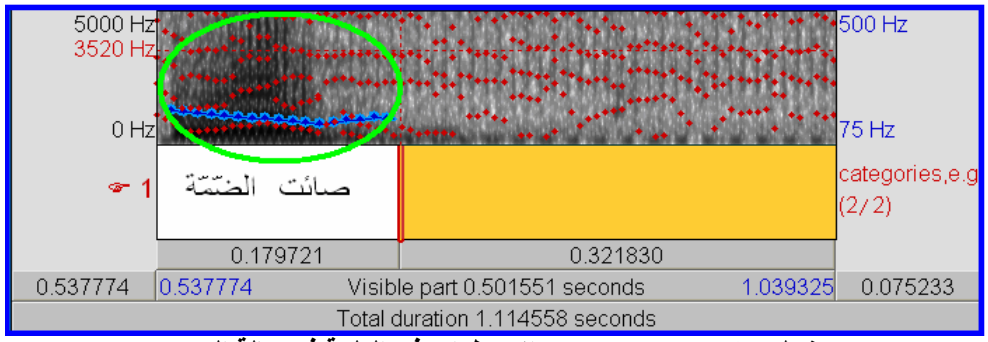


شكل (٤٦) يوضح التخطيط الطيفي لنطق صوت كتب

نلاحظ من الشكل وجود ضعف فى الفونيمات فوق المقطعية " النبر – التنغيم – الوقف ووجود فروق فى تغيرات واضافات نغمية لا تتماشى مع المقطع الصوتي وبالتالي وجود نوعية صوت قصيرة واحيانا طويلة بسبب تبديل فيزيولوجي اثر على حركة الوترين الصوتيين مما تأثرت الحركة مرور الهواء الصوتي وضعف في خصائص الصوت ، وترددات ضعيفة الكم فى الحزم الصوتية والتي تؤثر على نطق الاصوات بالحركات القصيرة والطويلة ، وإجهاد الضغط عند النطق بالفتحة والكسرة والضمة .



شكل (٤٧) مخطط تقنى يوضح طريقة النطق بحركات الفتح والكسر والضم



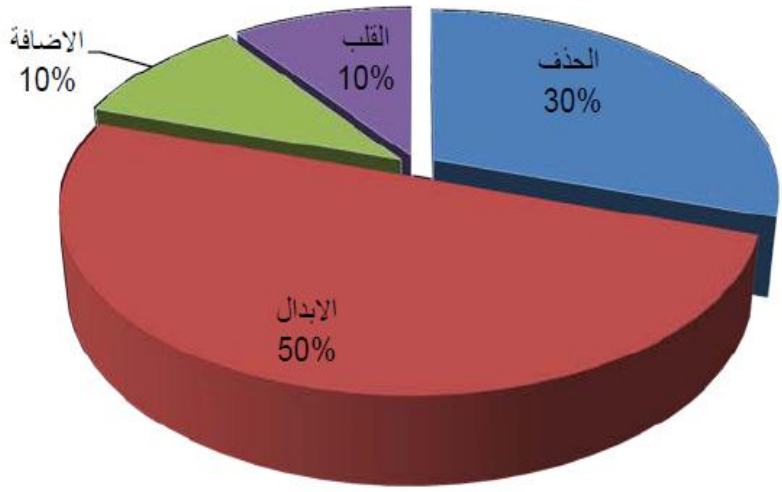
شكل (٤٨) يوضح موضع الاضطراب في الكلمة في حالة الضم

وقام الباحث بتوزيع عدد التكرارات وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الثانية من وجود فروق فى اضطرابات فى الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية أو التحريف فى الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس

جدول(١٣)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
ى . أ. ن	ذكر	٧سنوات	٣	٥	٢	١	١٠

حساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :- اضطرابات الحذف : ٣÷ ١٠ = ٣٠ ، اضطرابات الابدال : ٥÷ ١٠ = ٥٠ ، اضطرابات الاضافة : ١÷ ١٠= ١٠ ، اضطرابات التشوية او التحريف (القلب) : ١÷ ١٠ = ١٠ .



شكل (٤٩) يوضح نسبة انتشار اضطراب صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

يتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (ى . أ. ن) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان مظاهر اضطرابات الابدال بلغت بنسبة (٥٠%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الحذف فى المرتبة الثانية بنسبة (٣٠%) ، في حين تساوى خصائص اضطرابات الاضافة مع القلب او التشويه بنسبة (١٠%) من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

٣ – نتائج الفرض الثالث ومناقشتها : –

ينص الفرض الثالث على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مستويات الطاقة لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال " وموضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " . وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب الطاقة الصوتية لاضطراب صوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي:–

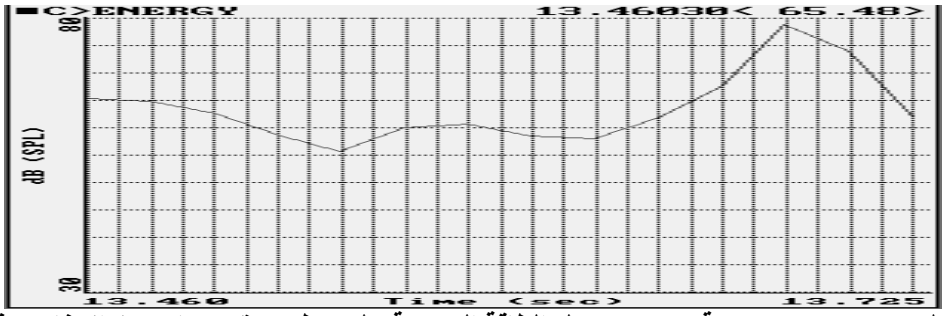
الطاقة الصوتية : -

الجدول (١٤)

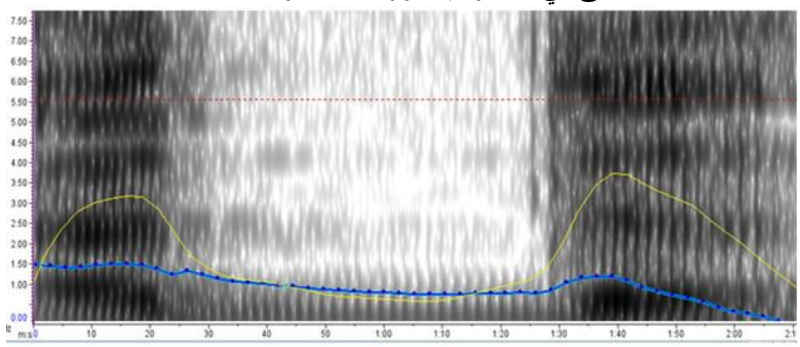
يوضح القيم الرقمية لمستويات الطاقة لاضطراب صوات الكلام المنطوقة

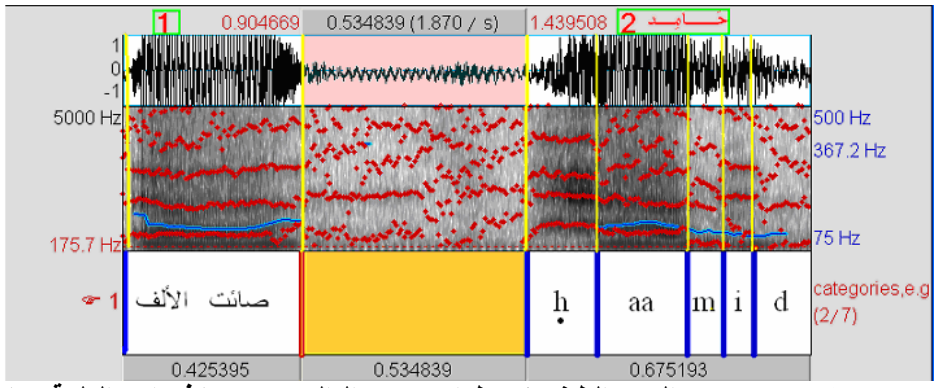
الاصـــوات المنطوقة	مستوى الطاقة لصوت الكلام(dB)	الاصوات المنطوقة النظيرية	مستوى الطاقة لصـــــــوت الكلام(dB)
الكاف	٦٠.٥٣	القاف	٣٦.٠٣
الضاد	٥٩.١٤	الدال	٣٧.٢٢
الثاء	٥٩.٦٣	السين	٣٦.٨٦
الطاء	٥٨.٥٣	التاء	٣٧.٠٦

يتضح من الجدول (١٤) أن مستويات الطاقة لاضطراب صوت الكلام تختلف فى درجاتها بين الارتفاع والانخفاض غير المتكافئ أو غير متناسق مما يحدث تخلخل فى توزيع طاقة صوت الكلام وبالتالي قيم الموجات الصوتية تتجه نحو الانحدار وهذا يمثل مؤشر عن وجود اضطرابات نطقية عند تلاميذ المرحلة الابتدائية .

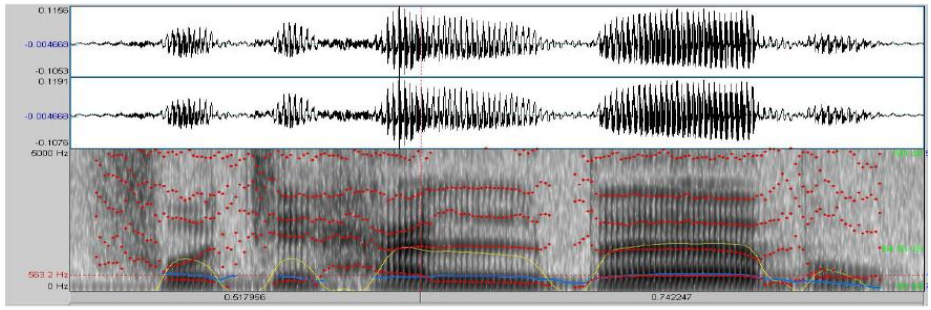


الشكل (٥٠) يوضح صعوبة توضيح تحرك الطاقة الصوتية على خط مستقيم مما يحدث انخفاض غير متناسق في شدة وطبقة ورنين الاصوات الكلامية .





شكل (٥١) ،(٥٢) ، يوضحن الرسم الطيفي لاضطراب صوت الدال وموضعها في اخر الكلمة (حامد).



/F u t i h al ba bu /

شكل(٥٣) يوضح تعثر التلميذ في مواضع مختلفة أي في مبدئها ووسطها ومنتهاها لنطق افتح الباب .

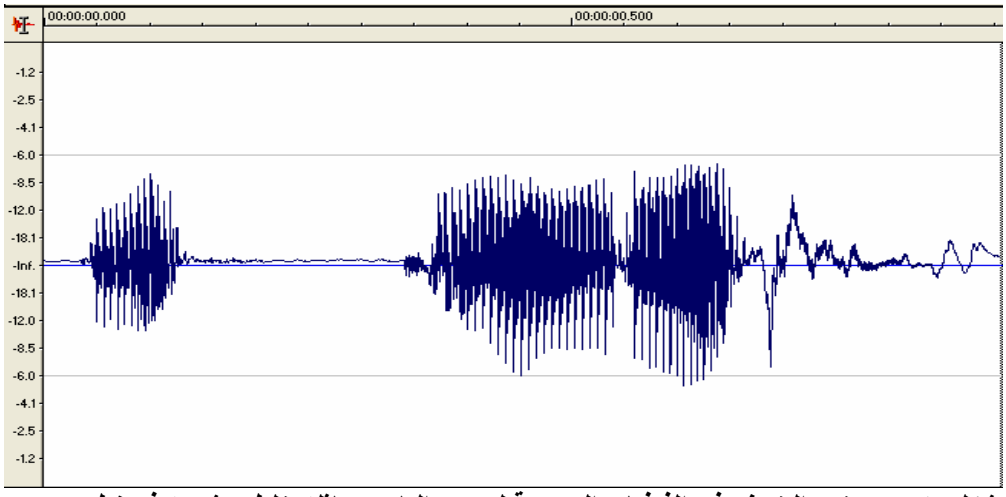
وقد جاءت النتائج الرقمية فروق ذات دلالة إحصائية فى معدلات مستويات الطاقة لاضطراب صوات الكلام " النطق " لتلاميذ المرحلة الابتدائية في مواضع الكلمات (في البداية – الوسط – النهاية) كما في الجدول الاتي :-

جدول (١٥)

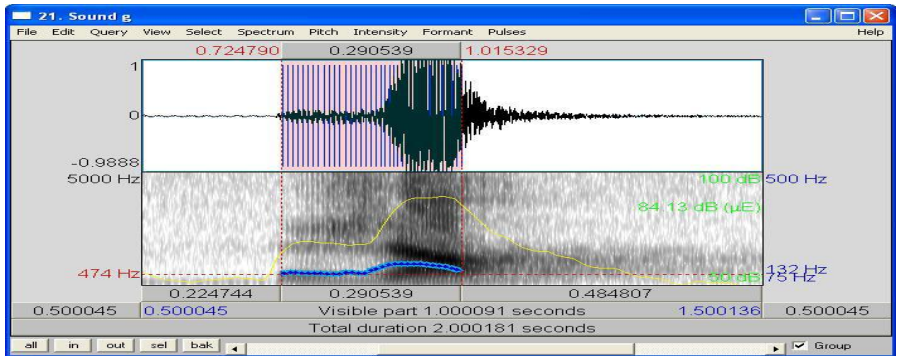
قيم مستويات طاقة صوت الكلام (dB) / موضع الاضطراب فى الكلمة	القاف	الكاف	الضاد	الدال	الطاء	التاء	الثاء	السين
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٧١.٦٦	٤٨.٣٤	٦٢.٢٤	٤٤.٦٠	٧١.٢٨	٤٣.٦٩	٤٩.٠٧	٦٠.٩٥
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٦٩.٦٣	٤٨.٤٥	٦٥.١٧	٤٥.٦٤	٤٣.٣٨	٧٠.٨١	٥٨.٩٠	٤٦.٧٥
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٦٧.٤٢	٤٤.٨٠	٤٠.٢١	٦٢.٢٠	٦٥.٦٦	٦٤.٦٣	٤٧.٢٦	٥٧.٩٤
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٦٧.٨٤	٤٧.١٣	٤٧.٢٦	٦٦.٣٥	٦١.٦٦	٤٩.٥٩	٦١.٩٢	٤٣.١١
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٧٣.٣٥	٤١.٩٧	٤٦.٨٦	٦٥.٥١	٤٩.٠٢	٥٩.٠٠	٥٨.٣٧	٤٠.٤٩
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٦٦.٦٥	٤٤.٦٢	٦٤.٨٤	٦٤.٠٢	٤٧.٣٢	٥٧.٧٨	٤٠.٠٣	٥٩.٥٣
الصوت في أخر الكلمات متحركاً بالفتحة	٤٢.٣٨	٥٨.٤٧	٤١.٠١	٥٨.٨٢	٤٥.٢٢	٥٤.٦٢	.٥٩.٠١	٤٨.٩٤
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالضمة	٥٨.٨٣	٥٧.١٤	٦٢.٤١	٤١.٥١	٤٨.٠٢	٥٧.٢٤	٤٦.٠٧	٥٥.٩٦
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالكسرة	٤٧.١٦	٥٠.٦٢	٤٠.١٠	٦٥.١٣	٤٢.٦٠	٤٨.٤٧	٥٥.٦٩	٥٤.٤٤

ويستنتج من الجدول السابق انخفاض قيم معدلات مستويات الطاقة للأصوات الكلامية المنطوقة حيث جاءت في بداية الكلمة (الفتحة والضمة والكسرة) وكانت

منخفضة ايضا في وسط وآخر الكلمات وهذا ما يدل عن وجود تباين في مستويات الطاقة حيث ينخفض فى منطقة الوسط انخفاضا حادا ، ثم يرتفع ارتفاعاً قليلا مستقيماً ، ثم يكسر الارتفاع حدته ، لينتقل بصورة صعبة او حادة ليشعر التلميذ بإجهاد فى اخراج الاصوات الكلامية ، حيث يمثل التخلخل فى توزيع الطاقة عند نطق الاصوات الكلامية وتظهر موزعة توزيعا عشوائيا نحو الهبوط والارتفاع غير المنتظم وبالتالي وجود اضطرابات نطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .



شكل (٥٤) يوضح الضعف فى الذبذبات الصوتية لصوت التاء ويماثله خلط وتشويه في نطق صوت الجيم .

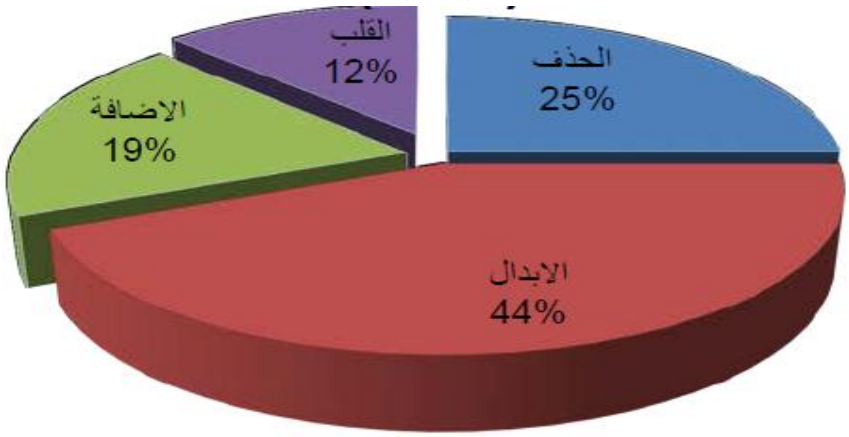


شكل (٥٥) المخطط الطيفي لاضطراب في نطق صوت الجيم والتشوية والخلط لصوت التاء وقام الباحث بتوزيع عدد التكرارات وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الثانية ووجود فروق ذات دلالة احصائية فى اضطرابات فى الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية أو التحريف فى الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس .

جدول (١٦)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
ش . م. س	انثى	٧سنوات	٤	٧	٣	٢	١٦

حساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :- اضطرابات الحذف : ٤÷ ١٦ = ٢٥ ، اضطرابات الابدال : ٧÷ ١٦ = ٤٣.٧٥ ، اضطرابات الاضافة : ٣÷ ١٦ = ٨.٧٥ ، اضطرابات التشوية او التحريف (القلب) : ٢÷ ١٦ = ١٢.٥ .



شكل (٥٦) يوضح نسبة انتشار اضطرابات صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

يتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (ث . ش. م) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان مظاهر اضطرابات الابدال بلغت بنسبة (٤٤%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الحذف فى المرتبة الثانية بنسبة (٢٥%) ، ثم خصائص اضطرابات الاضافة بنسبة (١٩%) ، أما التشوية او التحريف فقد مثلت اقل نسبة انتشار وتم تقديرها ب(١٢%) من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

٤ - نتائج الفرض الرابع ومناقشتها : -

ينص الفرض الرابع على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي في شكل الموجة الصوتية لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع

الاضطراب في الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " .". وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب الشكل الموجي لاضطراب صوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي:–

الشكل الموجي Wave Shape : ويعكس شكل الموجة الصوتية للأصوات الكلامية المنطوقة ، والسياق الصوتي المنطوق ، ويكشف عن التغيرات المضطربة فى عدم انتظام الموجة الصوتية وتركيبها والعكس أيضاَ.

وتوصلت نتائج الدراسة الحالية من خلال التحليل الفيزيائي لصوت الكلام بعدم الانتظام فى اخراج التنفس وانحصار الهواء فى مسافة ضيقة فى موضع النطق بسرعات متباينة مما يحدث تخلخل وعدم انتظام فى ارسال الموجات الصوتية وبالتالي الحزم الصوتية لا تتناسب مع الحركة العادية من حيث معامل الزمن المحدد لإصدار رنين نحو الصوت وبالتالي اظهرت عيوب نطقية مختلفة في اتجاه الابدال والحذف والتحريف والاضافة او التشويه وهذا ما يوضحه الجدول الاتي :– حساب الفروق فى الكميات الموجية لموضع نطق الكلمات للمكونات الموجية لاضطراب صوت الكلام (ن =٦)

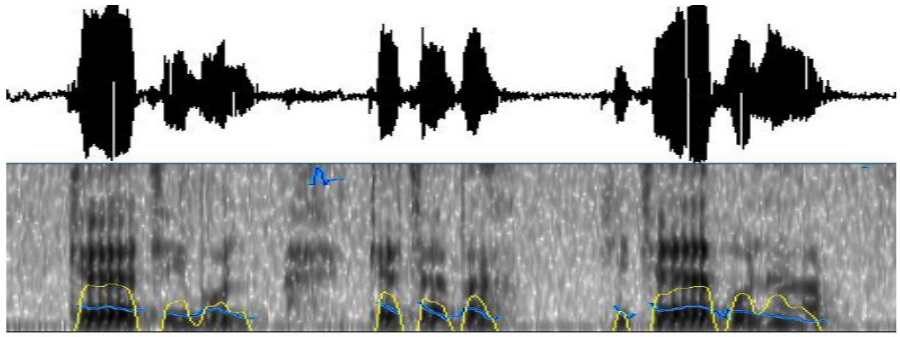
جدول (١٧)

موضع الاضطراب فى الكلمة	متوسط الشكل الموجي لصوت الكلام (هرتز) ن= (٣) ذكور			متوسط الشدة (ديسيبل)	متوسط الدرجة (هرتز)	الزمن (ثانية)	متوسط الشكل الموجي لصوت الكلام (هرتز) ن= (٣) اناث			متوسط الشدة (ديسيبل)	متوسط الدرجة (هرتز)	الزمن (ثانية)
	الحالة (١)	الحالة (٢)	الحالة (٣)				الحالة (١)	الحالة (٢)	الحالة (٣)			
الصوت (القاف الكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين) في بداية الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٦٣١.١٥	١٠٦٦.٥	٢٧٦٣.٥	٧٣.٤٦	١٨٠.٧	٠.١٨٢	٣٧٧.١	١٢٣٩.٢٥	٢٧٦٣.٥	٨١.٥٤	١٦٣.٧٥	٠.٢٣٩
ا لصوت (القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين)في بداية الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٥٤٠.٤	١٧٢٠	٢٧٥٤.٥	٧٤.٤	١٧١.٥	٠.١٦٢	٥٣١.٣٥	١٦٦٥.٥	٢٧٥٤.٥	٨١.٧١	١٥٧.١٥	٠.٠٨٥
ا لصوت (القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين)في بداية الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٤٢٢.٤٥	١٦٩٢.٦	٣٠٣٥.٥	٧٦.٥٣	١٥١.٨	٠.٧٠١	٤٠٤.٣	٩٣٠.٣٥	٣٠٥٣.٥	٨٤.٨	١٦٦.٤٥	٠.٣٢٠
ا لصوت(القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين) في وسط الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٤٣١.٥٥	١١٤٨.١٥	٣٠٧٢	٧٤.٠٨	١٨١.٦	٠.٣١٢	٤٢٢.٤٥	١٢٣٩.٠٥	٣٢٢٦.٥	٨١.٢٥	١٥٧.٤٥	٠.١١٥

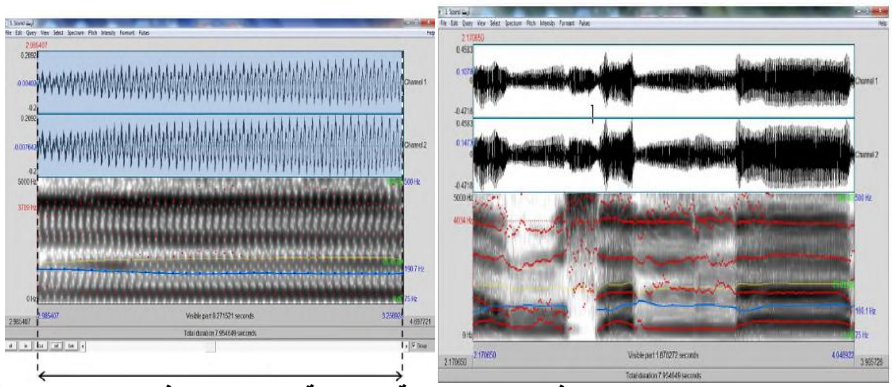
Print:(ISSN 1687-2649) Online:(ISSN 2536-9091)

ا لصوت(القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين) في وسط الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٢٧٧.٢٧	١٥٤٧.٥	٢٨٩٠.٥	٦١.٧٨	١٦٢.٧٥	٠.٢٤٢	٤٨٦	١٥٩٣	٢٧٠٠	٨٠.٩٣	١٥٧	٠.٠٥٤
ا لصوت(القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين) في وسط الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٦٧٦.٥٥	١٣٧٥	٣٠٣٥.٥	٧٤.١٨	١٨٥.٤	٠.٦١٣	٦٢٢.١	١٤٠٢.٤	٢٧٠٠	٨٤.٥٧	١٧٣.٨٥	٠.٣١٩
ا لصوت (القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين)في أخر الكلمات متحركاً بالفتحة	٤٢٢.٥	١٩٤٧	٢٧٠٠	٧٣.٦٧	١٩٩.٦	٠.٩٨١	٣٦٨.٠٥	٢٠٤٦.٥	٣١٤٥	٨٣.٤٥	١٧٢.٩	٠.٣٥١
ا لصوت (القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين)في اخر الكلمات متحركاً بالضمة	٣٦٨.٠٥	٢١٤٦.٥	٢٨٤٥	٧٣.٠١	١٦٨.٣٥	٠.١٨٩	٣٩٥.٢٥	٢٣٣٧	٢٩٥٤	٨٠.٦٥	١٦٦.٨	٠.٠٧٤
ا لصوت (القاف ا لكاف، الضاد ،الدال، الطاء ،التاء، الثاء، السين)في اخر الكلمات متحركاً بالكسرة	٥٥٨.٥٥	١٨٩٢.٥	٢٧١٨	٦٨.٧١	١٨٣.٣	٠.٢٧	٣٢٢.٦٥	١٦٦٥.٥	٢٨١٨	٧٨.١٠	١٧٦.٧	٠.٠٩٨

يتضح من جدول (١٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى شكل الموجة الصوتية للأصوات الكلامية المنطوقة ، والسياق الصوتي المنطوق ، ويكشف عن التغيرات المضطربة فى عدم انتظام الموجة الصوتية وتركيبها من خلال متوسط الشدة (ديسيبل) ، متوسط الدرجة (هرتز) ، متوسط الشكل الموجي لضوت الكلام (هرتز) لحالات اضطراب صوت الكلام لدى الذكور واخرى لدى الاناث مما يدل على وجود فروق فى مظاهر اضطرابات صوت الكلام من الحذف ،الابدال ،الاضافة، التشوية او القلب ، كذلك يتضح ظهور الاطالة والتوقفات والسرعة فى المكون الموجى بالحركات المختلفة وموقع الاضطراب فى الكلمة (قبل واثناء وبعد) لنطق الاصوات اللغوية فى الحروف سابقة الذكر ، وهذا يفسر التفاوت فى تردد هذا الشكل الموجي بين الضمة والكسرة والفتحة والسكون وغيرها من الحركات النطقية مما يظهر ايضا وجود ترددات إضافية لمشكلات فى الرنين ينجم عنها الحنف او اضطراب فى الرنين الصوت او الأنفي وربما بحة فى الصوت وهذا ما ينتج عنه انخفاض فى الترددات التلاميذ المضطربين نطقيا وما يظهر الجدول سابق الذكر من فروق فى الدرجات بين الشدة والدرجة .



شكل (٥٧) يوضح الفروق في التقطيع الموجي الصوتي نحو صوت القاف ،الكاف، الضاد، الدال، الطاء، التاء، الثاء، السين مع ظهور توقف لفترة زمنية واطالة وتكرارات صوتية بصيغة اهتزازية لإرادية .

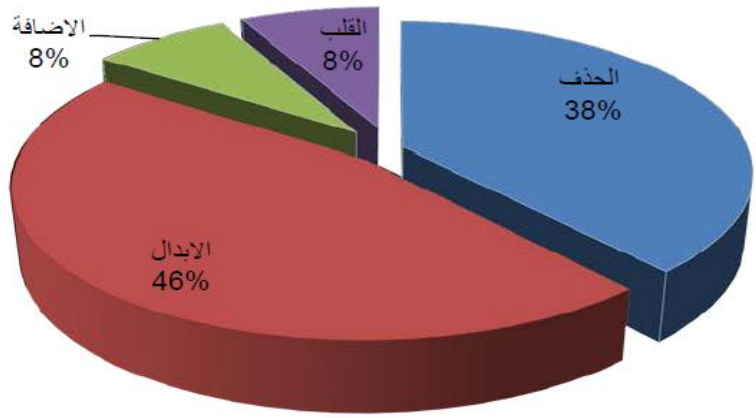


شكل (٥٨) يوضح الضعف فى مسار الموجة الصوتية مبينا ضعف فى الشدة والدرجة والمكون الموجي

وقد قام الباحث بتوزيع عدد التكرارات وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الثانية من اضطرابات في الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية أو التحريف في الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس ويتضح ذلك من جدول (١٨)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
ر . م. ف	انثى	٨سنوات	١٠	١٢	٢	٢	٢٦

حساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :- اضطرابات الحذف : ١٠ ÷ ٢٦ = ٣٨.٤٦ ، اضطرابات الابدال : ١٢ ÷ ٢٦ = ٤٦.١٥ ، اضطرابات الاضافة : ٢ ÷ ٢٦ = ٧.٦٩ ، اضطرابات التشوية او التحريف (القلب) : ٢ ÷ ٢٦ = ٧.٦٩ .



شكل (٥٩) يوضح نسبة انتشار اضطراب صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

يتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (ث . ش. م) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان مظاهر اضطرابات الابدال بلغت بنسبة (٤٦%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الحذف فى المرتبة الثانية بنسبة (٣٨%) ، ثم خصائص اضطرابات الاضافة بنسبة (٨%) ، أما التشوية او التحريف فقد مثلت اقل نسبة انتشار وتم تقديرها ب(٨%) وهم تساوى في النسبة من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

٥ - نتائج الفرض الخامس ومناقشتها : -

ينص الفرض الرابع على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية فى استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي فى مدة الترددات لاضطراب صوت الكلام للأصوات " الطاء ، التاء ، القاف ، الكاف ، الثاء ، السين ، الضاد ، الدال "و موضع الاضطراب فى الكلمة " البداية ، الوسط ، النهاية " . وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب مدة التردد لاضطراب صوت الكلام المنطوق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي:- مدة تردد الصوت :-

جدول (١٩)

يوضح القيم الرقمية لضعف مستويات مدة التردد في اضطراب صوت الكلام

الاصوات المنطوقة	مدة تردد لصوت الكلام(sec)	الاصوات المنطوقة النظيرية	مدة تردد لصوت الكلام(sec)
الطاء	٠.١٣	التاء	٠.٥٢
الضاد	٠.٥٤	الدال	٠.١٣
القاف	٠.٥٣	الكاف	٠.١٧
الثاء	٠.٥٤	السين	٠.١٦

يتضح من الجدول (١٩) أن مدة تردد صوت الكلام تختلف في درجاتها بين الارتفاع والانخفاض غير المتكافئ أو غير متناسق مما يحدث تخلخل جزيئات الهواء زمنا أطول لإخراج صوت الكلام وبالتالي قيم الموجات الصوتية تتجه نحو الانحدار وهذا يمثل مؤشر عن وجود اضطرابات نطقية عند تلاميذ المرحلة الابتدائية .

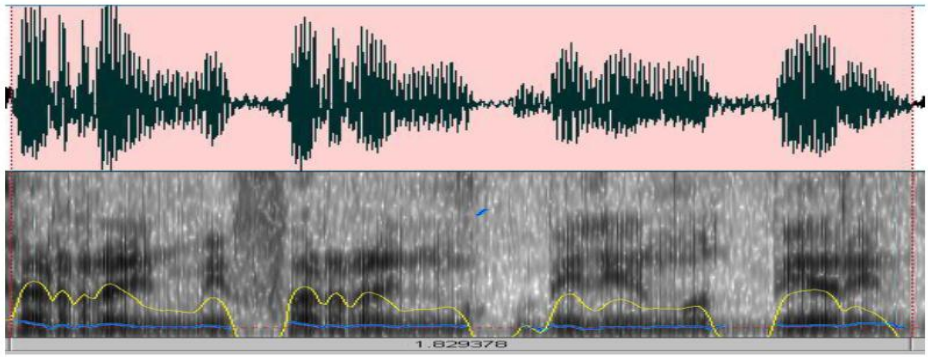
وقد جاءت النتائج الرقمية وجود فروق ذات دلالة إحصائية لمعدلات ترددات لصوت الكلام " النطق " لتلاميذ المرحلة الابتدائية في مواضع الكلمات (في البداية – الوسط – النهاية) كما في الجدول الاتي :-

جدول (٢٠)

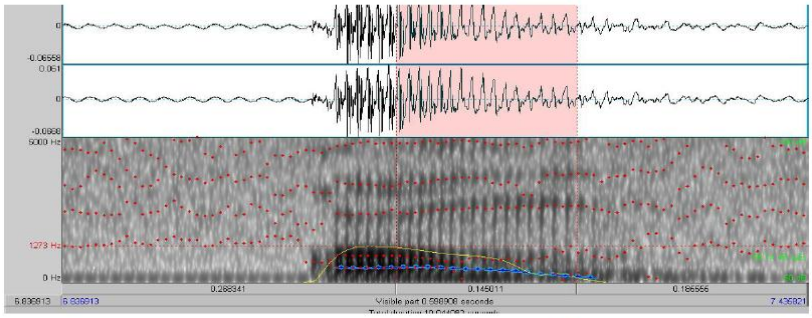
قيم تردد لصوت الكلام(sec) / موضع الاضطراب فى الكلمة	الطاء	التاء	القاف	الكاف	الثاء	السين	الضاد	الدال
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٠.٠٩	٠.١٣	٠.١٤	٠.٢٣	٠.١٦	٠.٢٤	٠.١٠	٠.٢٠
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٠.١٣	٠.٢٤	٠.١٨	٠.٢٧	٠.٢١	٠.١٣	٠.١٠	٠.٢٥
الصوت في بداية الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٠.١٤	٠.٢٧	٠.١٥	٠.٢٢	٠.٢٩	٠.١٧	٠.١٢	٠.١٤
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بفتحة وبعده ساكن	٠.٢١	٠.٠٩	٠.٢٢	٠.١٢	٠.٢٨	٠.١٦	٠.١٩	٠.٢٩
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بضمة وبعده ساكن	٠.١٢	٠.١٢	٠.٢٣	٠.١١	٠.١٧	٠.١٥	٠.١٨	٠.٢٦
الصوت في وسط الكلمات مصحوباً بكسرة وبعده ساكن	٠.٢٠	٠.٢١	٠.٢٥	٠.١١	١٩.	٠.١٠	٠.٢٨	٠.١٦
الصوت في أخر الكلمات متحركاً بالفتحة	٠.١٧	٠.٢٨	٠.٢٩	٠.٢٩	٠.١٧	٠.٢٦	٠.٢٨	٠.١٦
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالضمة	٠.٢١	٠.٠٩	٠.٢٢	٠.١٢	٠.٢٨	٠.١٦	٠.١٩	٠.٢٩
الصوت في اخر الكلمات متحركاً بالكسرة	٠.١٢	٠.١٢	٠.٢٣	٠.١١	٠.١٧	٠.١٥	٠.١١	٠.٢٦

ويستنتج من الجدول السابق انخفاض قيم معدلات ترددات الاصوات الكلامية المنطوقة ووجود فروق ذات دلالة إحصائية فى موضع الاضطراب فى الكلمة ،حيث جاءت

في بداية الكلمة (الفتحة والضمة والكسرة) وكانت منخفضة ايضا في وسط وآخر الكلمات وهذا ما يدل عن وجود تباين في الترددات الصوتية حيث ينخفض في منطقة الوسط انخفاضا حادا ، ثم يرتفع ارتفاعاً قليلا مستقيماً ، ثم يكسر الارتفاع حدته ، لينتقل بصورة صعبة او حادة ليشعر التلميذ بإجهاد فى اخراج الاصوات الكلامية ، حيث يمثل التخلخل فى توزيع الطاقة عند نطق الاصوات الكلامية وتظهر موزعة توزيعا عشوائيا نحو الهبوط والارتفاع غير المنتظم وبالتالي وجود اضطرابات في النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية



شكل(٦٠) يوضح ابعاد الشدة والترددات التي يحدثها الايقاع الصوتي في صوت القاف والكاف ويتضح من الشكل عدم وجود تماصل وتجانس بين المقاطع من حيث التردد والمدد الزمنية ، كذلك ضعف فى منحنى الشدة ودرجة الصوت من خلال التحليل الطيفي بين الفواصل الزمنية بين المقطع والاخر وعدم التنوع فى خصائص الحزمة الصوتية



شكل (٦١) يوضح تحليل صوتي فيزيائي لاضطرب صوت الكاف والقاف في كلمة قم

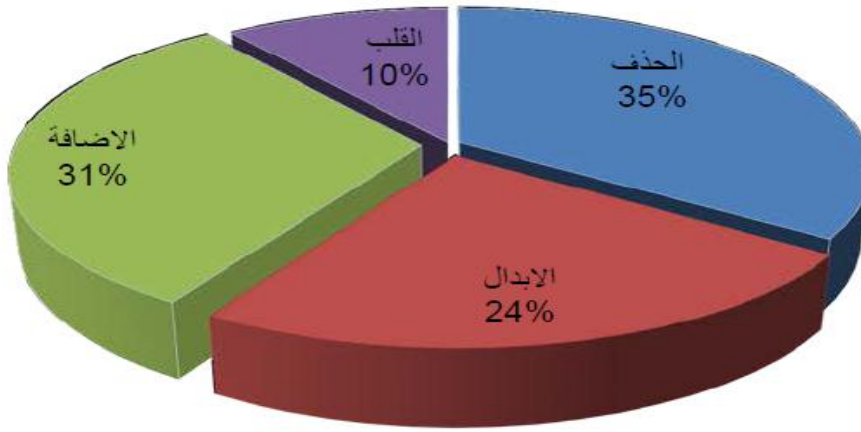
ويتضح من الشكل وجود فروق ذات دلالة إحصائية و تباين ضعيف في مدة التردد بين موقع الكلمة فى البداية حيث كانت مدة التردد قصير جدا ، ثم ازدادت فى وسط اللكمة ،

وضعفت مرة اخرى فى نهاية الكلمة وهذا يدل ان حركات عضلات اللسان ضعيفة جدا فى إخراج الاصوات اللغوية مما ينجم عن ذلك اضطرابات نطقية عند تلاميذ المرحلة الابتدائية .

وقام الباحث بتوزيع عدد التكرارات وجمع مظاهر الاضطرابات النطقية (اضطراب صوت الكلام) للحالة الثانية من وجود فروق ذات دلالة إحصائية فى اضطرابات فى الحذف ، الابدال ، الاضافة ، والتشوية أو التحريف فى الاصوات المدونة بالجدول من خلال اخذ العينات الكلامية وتطبيق المقياس كما هو موضح فى جدول (٢١)

اسم التلميذ	النوع	السن	مظاهر اضطرابات صوت الكلام				المجموع
			الحذف	الابدال	الاضافة	التشوية او القلب	
ك . ي. م	ذكر	٨سنوات	١٠	٧	٩	٣	٢٩

حساب النسبة المئوية لكل لمظاهر اضطراب صوت الكلام :- اضطرابات الحذف : ١٠÷ ٢٩ = ٣٤.٤٨ ، اضطرابات الابدال : ٧÷ ٢٩ = ٢٤.١٨ ، اضطرابات الاضافة : ٩÷ ٢٩ = ٣١.٠٣ ، اضطرابات التشوية او التحريف (القلب) : ٣÷ ٢٩ = ١٠.٣٤ .



شكل (٦٢) يوضح نسبة انتشار اضطراب صوت الكلام لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

يتضح من خلال اخذ العينات الكلامية ل (ك . ي. م) وتحديد نسبة اخطاء الصوت أو معدل وضوح الكلام تبين ان هناك فروق ذات دلالة إحصائية فى مظاهر اضطرابات الحذف بلغت بنسبة (٣٥%) وهى أكبر نسبة انتشاراً بين خصائص اضطرابات صوت الكلام ، ثم تأتى خصائص اضطرابات الاضافة في المرتبة الثانية بنسبة (٣١%) ، ثم خصائص اضطرابات

الابدال بنسبة (٢٤%) ، أما التشوية او التحريف أو القلب فقد مثلت اقل نسبة انتشار وتم تقديرها ب(١٠%) وهم تساوى في النسبة من الإجمالي الكلى لاضطراب صوت الكلام .

٦ – نتائج الفرض السادس ومناقشتها : –

ينص الفرض السادس على أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية في أداء التلاميذ مقياس اضطرابات صوت الكلام الورقي وبين برمجيات الذكاء الاصطناعي تطبيق برات (Praat) لتحليل الصوت الفيزيائي لاستخراج اضطرابات صوت الكلام .. وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بدراسة الفروق بين تطبيق مقياس اضطرابات صوت الكلام (الورقي) ، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي للوقوف على التأكد من فعالية هذه البرمجيات في تحليل العينات الكلامية أو الصوتية الفيزيائية Lacoustiqe ، والموجة الصوتية ، التردد Frequence ، السعة Amplitude ، درجة الصوت pitch ، العلو Loudness، شدة الصوت intensity ، نوع الصوت timbre ، الحزم الصوتية Lesformants ، زمن الحركة Duration ، والنبر وAccent التنغيم intonationواستخراج نسب انتشار اضطرابات النطق عند تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك على النحو التالي :– وللإجابة عن هذا السؤال تم التحقق من صحة هذا الفرض واستخدام اختبار ويلكوكسون Wilcoxon(W) لدلالة الفروق بين متوسطات أداء التلاميذ على أبعاد مقياس اضطرابات صوت الكلام وبين نتائج تحليل العينات الكلامية على برمجيات الذكاء الاصطناعي تطبيق برات (Praat) لتحليل الصوت الفيزيائي لاستخراج اضطرابات صوت الكلام . حيث كانت كما موضحة في الجدول (٢٢)

الابعاد	ن	فئات القياس	المتوسط	الانحراف المعياري	توزيع الرتب وعددها	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (Z)	الدلالة
التغيرات في مكان نطق الصوت	٦	اضطراب صوت الكلام	١.٠٠	٠.٤٢	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٥ ١ ٦	٠.٠٠ ٦.٠٠	٠.٠٠ ٦٦.٠٠	-٣.٠٣٥	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٢.٢٥	٠.٤٥						
التغيرات في طريقة انتاج الصوت	٦	اضطراب صوت الكلام	٣.٥٨	٠.٥١	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.٠٨٩	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٩.٨٣	١.١٩						
التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات	٦	اضطراب صوت الكلام	٠.٥٠	٠.٥٢	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.١٣٤	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٢.٥٨	٠.٥١						
التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات	٦	اضطراب صوت الكلام	١.٩١	٠.٥١	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.١٣٣	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٤.٥٨	٠.٧٩						
التغيرات في المقاطع	٦	اضطراب صوت الكلام	٠,٥٠	٠.٥٢	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.١٦٩	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٢.٦٦	٠.٤٩						
التغيرات في مجموعة الصوامت	٦	اضطراب صوت الكلام	٥.٥٠	٠.٦٧	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.٠٨٧	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٩.٥٨	٠.٩٠						
قلب الصوامت	٦	اضطراب صوت الكلام	٦.٣٣	٠.٦٥	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.٠٩٧	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	١٢.٢٥	٠.٨٦						
الدرجة الكلية	٦	اضطراب صوت الكلام	١٩.٣٢	١.٧٨	الرتب السالبة الرتب الموجبة التساوي الإجمالي	صفر ٦ صفر ٦	٠.٠٠ ٦.٥٠	٠.٠٠ ٧٨.٠٠	-٣.٠٧٦	٠.٠١
	٦	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٤٣.٧٣	٢.٠٢						

يتبين من الجدول (٢٢) وجود فروق دالة إحصائياً لتقديرات تلاميذ المرحلة الابتدائية على أبعاد مقياس اضطراب صوت الكلام ، والبرمجيات الذكية فى التحليل الفيزيائي لصوت الكلام ، وكانت الفروق لصالح برمجيات الذكاء الاصطناعى لتحليل الصوت الفيزيائى ، مما يدل على

الأثر الإيجابي في التعرف على اضطراب صوت الكلام عن المقياس الورقي (مقياس اضطراب صوت الكلام) ، وهو ما يحقق صحة الفرض ،وللتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار مان – ويتنى Mann–Whitney(U) لدلالة الفروق بين متوسطات العينات الصغيرة لرتب درجات عينة الدراسة ودلالتها على مقياس اضطراب صوت الكلام ، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي ، وكانت النتائج كما يوضحها الجدول (٢٣) يبين ذلك على النحو الاتي :-

الابعاد	الفئة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (u)	قيمة (z)	مستوى الدلالة
التغيرات في مكان نطق الصوت	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٢.٢٥	٠.٤٥	١٨.١٢	٢١٧.٥٠	٤.٥٠	٤.١٦٩-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٠.٩١	٠.٥١	٦.٨٨	٨٢.٥٠			
التغيرات في طريقة انتاج الصوت	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٩.٨٣	١.١٩	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٢٣٦-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٣.٦٦	٠.٧٧	٦.٥٠	٧٨.٠٠			
التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٢.٥٢	٠.٥١	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٣٢٠-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٠.٦٦	٠.٤٩	٦.٥٠	٧٨.٠٠			
التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٤.٥٨	٠.٧٩	١٨.٤٢	٢٢١.٠٠	١.٠٠	٤.٢٥٩-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٢.٠٨	٠.٥١	٦.٥٨	٧٩.٠٠			
التغيرات في المقاطع	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٢.٦٦	٠.٤٩	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٣٦٩-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٠.٧٥	٠.٤٥	٦.٥٠	٧٨.٠٠			
التغيرات في مجموعة الصوامت	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٩.٥٨	٠.٩٠	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٢٥٧-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٥.٤١	٠.٥١	٦.٥٠	٧٨.٠٠			
قلب الصوامت	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	١٢.٢٥	٠.٨٦	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٢١٦-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	٦.٢٥	٠.٩٦	٦.٥٠	٧٨.٠٠			
المجموع الكلى للمقياس	التحليل الفيزيائي لصوت الكلام	٦	٤٣.٧٣	٢.٠٢	١٨.٥٠	٢٢٢.٠٠	٠.٠٠	٤.٢٠٠-	٠.٠١
	اضطراب صوت الكلام	٦	١٩.٣٢	١.٧٨	٦.٥٠	٧٨.٠٠			

- دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١)

يبين جدول (٢٣) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات أداء التلاميذ على مقياس اضطراب صوت الكلام ، التحليل الفيزيائي لصوت الكلام عند الابعاد (التغيرات في مكان نطق الصوت ، التغيرات في طريقة انتاج الصوت ، التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات ، التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات ، قلب الصوامت ، التغيرات في المقاطع ، التغيرات في مجموعة الصوامت) والاداء الكلى وذلك لصالح برمجيات الذكاء الاصطناعي في التحليل الفيزيائي لصوت الكلام ، مما يدل على الأثر الإيجابي لفعالية استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي في التحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام عند تلاميذ المرحلة الابتدائية ، وهو ما يحقق صحة الفرض السادس .

ويعزو الباحث السبب في ذلك أن وجود فروق في السبعة ابعاد سابقة الذكر حيث ان جهاز التحليل الفيزيائي للصوت الكلام ، قادر على استخراج من الابعاد (التغيرات في مكان نطق الصوت ، التغيرات في طريقة انتاج الصوت ، التغيرات في بداية المقاطع أو الكلمات ، التغيرات في نهاية المقاطع أو الكلمات ، قلب الصوامت) مظاهر أو خصائص اضطرابات النطق من الحذف ، والابدال، والاضافة ، والتشوية أو القلب ، التغيرات في المقاطع ، التغيرات في مجموعة الصوامت) وكان المقياس الورقي غير قادر على استخراج خصائص الصوت المضطرب ، وهذا ما تميز به برمجيات الذكاء الاصطناعي في تحليل الصوت الفيزيائي لكلام تطبيق برات (Praat) لتلاميذ المرحلة الابتدائية من حيث الطبقة والشدة والدرجة والرنين ، كذلك مساحة الموجة الصوتية للصوت المضطرب وسعتها ، ودرجة الصوت ، والعلو والشدة والنوع والحزم الصوتية ، والمدة الزمنية لحركة خروج الصوت من الجهاز الكلامي والنبر والتنغيم بالإضافة الى قدرة البرمجيات على استخراج خصائص او مظاهر اضطرابات النطق من الحذف والابدال والاضافة والتشوية او القلب وهذا ما دعي الباحث الى تقديم الدراسة واستخدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتعرف الآلي على الخصائص الصوتية الفيزيائية لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق بالمرحلة الابتدائية .

مناقشة نتائج الدراسة : -

- في ضوء ما سلف من نتائج الدراسة الحالية وما شملته من الاتجاهات الحديثة والفروق المختلفة في التحليل الفيزيائي لكلام التلاميذ ذوى اضطرابات النطق باستخدام تكنو

تخاطب أى تطبيقات الذكاء الاصطناعي ، وازاء نتائج هذه الدراسة يعذو حضور السند الفيزيائي ، والسند التكنولوجي مطلباً ملحاً في سياق دراسة علوم اضطرابات التخاطب .

- وقد أثبتت التسجيلات أو العينات الكلامية الطيفية من خلال اشكال برمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصوت الفيزيائي في نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية في كلام تلاميذ المرحلة الابتدائية وخاصة في الصفوف الاولى وظهور اختلالات ودرجات متفاوتة في الموجة الصوتية ، والطاقة الصوتية ، والمكونات الصوتية ، ومستوى الضغط الصوتي ، ومدى تردد الاصوات الكلامية ، السعة الصوتية ، ودرجة وطبقة وشدة ونوع وعلو الصوت وزمن الحركة الصوتية ، ورنين الصوت ، والنبر والتنغيم . وهذا ما اتفقت عليه نتائج دراسة

Dodd, 2005 Brier Jl. Fletcher,2013, Lang Hear Res, 2015, ،Franco.2016, Bernstein,2017,

Bleile,2003

- الى ان الملمح التحليلي الفيزيائي إظهار الاضطراب في موضع الكلمات سواء كان في أول الكلمة ، وآخرها ، ووسطها بحركاتها المختلفة ، الذى قدم لنا في نتائج الدراسة الحالية وصفاً دقيقاً للفرق النطقي في خصائص او مظاهر اضطراب صوت الكلام من الحذف والابدال والاضافة والتشوية او التحريف او القلب لأصوات الضاد/الدال ، والقاف / الكاف ، الطاء / التاء ، والثاء / والسين .
- كذلك اظهرت نتائج الدراسة وما لاحظناه من التسجيلات والصور الطيفية لاضطراب صوت الكلام أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية في هذه الحزم الصوتية سواء في المبدأ ، والوسط ، المنتهى مصحوباً بالحركات القصيرة والطويلة للعينات الكلامية النطقية موضع التحليل من خلال قياس متوسطات الشكل الموجي بالهرتز ، الديسيبل ، وقياس الزمن المحدد للتصويت او اخراج الاصوات الكلامية ، وهذا ما حددته البنية المقطعية والتسلل التصويتي من المقطع الأول الى المقطع الثاني والى نهاية الكلمة ، أو من كلمة الى كلمة اخرى لنهاية النص او الجملة ، وأظهرت نتائج الدراسة البطيء الشديد في اخراج الاصوات الكلامية الذى اثر على النسق او النظام اللغوي المكتسب لتلاميذ المرحلة الابتدائية في مراحلهم العمرية المختلفة .

- وهذا ما اتضح في نتائج الدراسة من خلال برمجيات الذكاء الاصطناعي في التحليل الفيزيائي عن وجود عائق لدى التلاميذ بين الخاصية المادية لإخراج الاصوات الكلامية والوظيفية التى يؤديها التلاميذ داخل التشكلات الكلامية .
- وهذا ما دعي الباحث في الدراسة الحالية الى القيام بتوزيع عدد التكرارات وجمع فيها مظاهر الاضطرابات النطقية والتعرف على نسبة انتشارها بين هؤلاء التلاميذ سواء كانوا ذكورا ام اناث استنادا إلى سلطة مقياس اضطرابات صوت الكلام (الورقي) ، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي للتحليل الفيزيائي لاضطراب صوت الكلام عند تلاميذ المرحلة الابتدائية .
- كذلك أوضحت نتائج الدراسة الحالية القيم العددية او الرقمية المتحصل عليها التلاميذ من أبعاد في كميات الاهتزاز والشدة ومدد النطق ، والتصنيف الفيزيائي للأصوات اللغوية المضطرب أو لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية ، فإن القراءات البرمجية الطيفية أحاطت بالحزمة الصوتية ، وقد اتاحت للباحث من حيث توليدها وتكوينها الفيزيائي على غرار ظواهر مشكلات النبر والتنغيم والايقاع والتي يقف الباحث في النهاية الى وجود اضطرابات في الشكل اللفظي لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية .
- وبما ان هذه البرمجيات لها اهمية كبيرة في نتائج الدراسة الحالية حيث اثرت الحركة الموجية الصوتية على نطق الأصوات اللغوية عن وضعها السمعي ومستقرها وتجذبه الى الحذف والابدال والتحريف والاضافة ، وهذا تؤكده الدراسات السابقة ان الحلق والفم والشفتين والفكين وغيرهم من الجهاز الكلامي ، والتأثيرات النفسية والبيئية غير قادرين على اخراج النفس الكلامي باختلاف الأجراس الصوتية عند التلاميذ باختلاف ايضاً مقاطعها من توقف وتكرارات وإطالات والتي تشكل صعوبة في آلية الكلام نتيجة لضعف طبيعة الحركة الصوتية التي يؤديها التصويت من خلال إخراج الكميات الصوتية المتصلة أو المتسلسلة في العينة الكلامية وفقاً لبنية المنطوق والملفوظ أي التوزيع الأدائي الملازم لكلام تلاميذ المرحلة الابتدائية .

التوصيـــات والمقترحات : –

يوصى الباحث بضرورة الاهتمام بوضع البرامج العلاجية لاضطرابات التخاطب من خلال استخدامات تطبيقات الذكاء الاصطناعي سواء للعاديين او لذوى الاحتياجات الخاصة فئات الاعاقات المختلفة سواء كانت عقلية او سمعية او بصرية او توحد او شلل دماغي او صعوبات التعلم ، او تعدد العوق وغيرها من الاعاقات .

هذا ومن خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية ، نجد أن هناك بعض القضايا التى يرى الباحث انه من الضروري إلقاء الضوء عليها ، ويمكن الاهتمام ايضا بالعديد من الدراسات في المستقبل وذلك على النحو الاتي :–

١– دراسة فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في علاج وخفض اضطرابات التخاطب لدى عينة من تلاميذ المرحلة الابتدائية .

٢– دراسة فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في علاج وخفض اضطرابات التخاطب لدى عينة من تلاميذ ذوى الاحتياجات الخاصة .

٣– دراسة مسحية للتعرف على نسبة اضطرابات التخاطب بصفة عامة من خلال استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي .

٤– استخدام تقنيات تحليل الصوت الفيزيائي في التعرف على اضطرابات الصوت ، واللغة ، والكلام ، النطق للعاديين وذوى الاحتياجات الخاصة .

٥– تدريب وتأهيل اخصائيين اضطرابات التخاطب اثناء الخدمة على استخدام الاجهزة التكنولوجية في تشخص وعلاج اضطرابات التخاطب .

٦– تدريب وتأهيل اخصائيين التخاطب على استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي في التعرف على نسبة انتشار امراض التخاطب في جمهورية مصر العربية .

٧– اعداد فريق الخدمات المساندة على الكشف والتدخل المبكر لذوى اضطرابات التخاطب من خلال استخدام تقنيات تحليل كلام الفيزيائي في المجتمع المصري .

٨– انشاء تخصصات في الذكاء الاصطناعي وعلوم امراض التخاطب بكليات علوم ذوى الاحتياجات الخاصة أو علوم الاعاقة والتأهيل أو كليات واقسام التربية الخاصة في مصر والوطن العربي لتأهيل المتخصصين تكنولوجيا في علوم الاتصال وامراض التخاطب .

المراجـع

اولاً - المراجع العربيـة : -

أبو شمالة، رشا .(٢٠١٣). فاعلية برنامج قائم على الذكاء الاصطناعي لتنمية التفكير الاستدلالي والتحصيل الدراس ي في مبحث تكنولوجيا المعلومات لدى طالبات الحادي عشر بغزة. [رسالة ماجستير بكلية التربية] جامعة الأزهر. غزة.

إبراهيم ، فيولت فؤاد (٢٠١٥) . مقياس تشخيص اضطرابات اللغة والكلام ، الأنجلو المصرية.

الببلاوي ، إيهاب . (٢٠٠٥) . مقياس كفاءة النطق المصور ، دار الزهراء ، الرياض .

النوبي ، محمد محمد. (٢٠٠٦) . مقياس اضطرابات النطق لدى الاطفال ضعاف السمع والعاديين ، الانجلو المصرية .

المصري ، رنا فوزى .(٢٠١٩) .فاعلية استخدام برنامج تدوين صوتي (Podcast) مقترح في تنمية مهارة الاستماع لدى طلبة اللغة العربية للناطقين بغيرها في المدارس الخاصة في محافظة العاصمة عمان ، [رسالة ماجستير ، قسم التربية الخاصة وتكنولوجيا التعليم ، كلية العلوم التربوية ، جامعة الشرق الأوسط] ، الاردن.

الرتيمى، محمد أبو القاسم.(٢٠١٨). الذكاء الاصطناعي في التعليم نظم التعلم الذكية ، الجمعية الليبية للذكاء الاصطناعي .

النور ،عادل .(٢٠٠٥). أساسيات الذكاء الاصطناعي، ط ١، دار الفيصل الثقافية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

العنانى ،محمد إسحاق. (٢٠٠٧). عناصر صوتيات موجات الكلام ، دار جرير للنشر والتوزيع ، ط١، الاردن .

بن الطيب علي، مهلول زكرياء. (٢٠١٩). تطبيقات الذكاء الاصطناعي ودوره في تعزيز رقمنة المجتمعات والتحول نحو المدن الذكية: دولة الإمارات العربية المتحدة نموذجا، المؤتمر الدولي حول المدن الذكية في ظل التغيرات الراهنة: واقع وآفاق، المركز الديمقراطي العربي، برلين، ألمانيا .

جباري ، لطيفة .(٢٠١٧) . دور نماذج الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار، مجلة العلوم الإنسانية، المجلد ٠١ ،العدد ٠١ المركز الجامعي تندوف، الجزائر.

حنيفة ، نادر جمعة عثمان .(٢٠٠٧). التحليل النطقي والفيزيائي للأصوات المفخمة في العربية[رسالة دكتوراه ، كلية الدراسات العليا ، الجامعة الاردنية] الاردن .

خالد ، جمانة محمد .(٢٠١٣) . برامج النطق الآلى أو مايعرف ب(مركبات الكلام) وعلاقتها باللغة العربية ، مجلة الاستاذ ، ع (٢٠٢) ، مجلة الاستاذ – كلية التربية بنات – جامعة بغداد – العراق.

سعد الله، عمار وشتوح، وليد. (٢٠١٩) .أهمية الذكاء الاصطناعي في تطوير التعليم. تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال"، برلين: المركز الديمقراطي العربي.

شرادقه ، ماهر تيسير، الزريقات ، ابراهيم عبد الله .(٢٠١٢). فاعلية برنامج تعليمي محوسب لتنمية اللغة التعبيرية لدى عينة من الطلبة ذوى الاعاقة السمعية البسيطة ، *دراسات العلوم التربوية ،الاردن ، ٣٩(٢)، ٥٢٠-٥٢٦.*

شيخ ، هجيرة .(٢٠١٨) . دور الذكاء الاصطناعي في إدارة علاقة الزبون الالكتروني للقرض الشعب الجزائري مجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية، المجلد ١٠ ،العدد ٠٢ ، جامعة حسيبة بن بوعلي، الشلف، الجزائر.

صلاح ، مصطفى (٢٠٠٨) الاصوات وتصحيح عيوب النطق والكلام ، الأنجلو المصرية .

عفيفي ، جهاد .(٢٠١٤). الذكاء الاصطناعي والأنظمة الخبيرة، الطبعة الأولى، دار أمجد للنشر و التوزيع، عمان، الأردن .

عبد الله ، نصيف عمر.(٢٠١٠) . استخدام نظم الذكاء الصناعي كأداة للتميز في الجودة والتنافسية: دراسة ميدانية بقطاع المستشفيات الخاصة في محافظة جدة، مجلة الأندلس للعلوم الاجتماعية والتطبيقية، المجلد (٣)، العدد (٥) ٠ جامعة الأندلس، اليمن

عدمان ، مريزق.(٢٠١٢). الذكاء الاصطناعي والطب عن بعد في مجال الرعاية الصحية، المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، جامعة الزيتونة الأردنية، عمان، الأردن .

عبدالجليل ، عبد القادر.(٢٠١١). هندسة المقاطع الصوتية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ،عمان ، الاردن .

عباصرة ، حمزة محمد عيسى . (٢٠١٤). فعالية برنامج تدريبي محوسب قائم على الطريقة التقليدية في علاج الاضطرابات النطقية لدى عينة أردنية ،]رسالة دكتوراه ، كلية الدراسات العليا، جامعة العلوم الاسلامية العالمية [، عمان ، الاردن .

عبد العزيز، جمال ابراهيم .(٢٠١٨). فعالية برنامج إرشادي للمعلمات قائم على القصص التفاعلية في خفض اضطرابات النطق والكلام وتنمية الحصيلة اللغوية لدى أطفال الروضة في إطار الدمج التربوي ،[رسالة دكتوراه ، كلية التربية] جامعة المنصورة .

عواد ، عصام نمر. (٢٠٠٨). اضطرابات النطق لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بمدينة جدة [رسالة دكتوراه غير منشورة] ، كلية المعلمين بجدة ، جامعة الملك عبد العزيز.

عليان ، إيناس محمد. (٢٠١٦). فعالية مقياس الاضطرابات النطقية والفونولوجية بصورته الاردنية في تشخيص الاطفال ذوى الاضطرابات التواصلية ، *دراسات ،العلوم التربوية ، الاردن . ٤٣،(١).*

فتحي، عبير عبد الحميد.(٢٠١٢). فاعلية برنامج متعدد الوسائط في علاج بعض اضطرابات الكلام لدى الأطفال المعاقين عقليا القابلين للتعليم ، *سلسلة دراسات وبحوث محكمة ، المجلد (١)، المجلة العلمية السنوية الجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي* ،ص ٢١٣ .

فتحى ، سمية.(٢٠٢٠) . اضطرابات النطق والكلام والصوت وأثرها على الاكتساب اللغوي دراسة ميدانية (الطفل المغربي بالمدرسة الإبتدائية أنموذجا) مجلة الميادين للدراسات في العلوم الانسانية ، مج (٢) ، ع(٣) ، المدرسة العليا للتربية والتكوين ، جامعة ابن طفيل ، المغرب .

لهلال ، محمد (١٩٩٩) .الاعاقة اللغوية وتكنولوجيا التواصل التكميلي والبديل ، مجلة عالم التربية بالمغرب، ٧(٦)، ١٠–١٤.

المللى ، سوسن .(٢٠٠٢). فعالية برنامج حاسوبي في تعليم الأطفال الصم مهارات القراءة والكتابة للغة الانجليزية [رسالة ماجستير غير منشورة] جامعة دمشق ، سوريا .

محمد، الغريب زاهر إسماعيل ، الصالح ، وفاء حمد عبد الله .(٢٠٠٩). خطة استراتيجية لتصميم وتطبيق التعلم الإلكتروني لدى ذوى صعوبات الاتصال في ضوء الرؤى العالمية ، المؤتمر الدولي الثالث للإعاقة والتأهيل ، خلال الفترة من ٢٢إلى٢٦ مارس ٢٠٠٩م بمدينة الرياض ، http://www.gulfdsability.com/css/style.css

محمد، شوقي محمد محمود.(٢٠٠٨). تطوير أنظمة الترجمات المصاحبة إلكترونياً وفق أساليب التحكم التعليمي لتنمية بعض المهارات اللغوية والتحصيل لدى المعاقين سمعياً في ضوء جودة التعليم ، مجلة الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية ، معهد الدراسات التربوية ، جامعة القاهرة . ص١٤٧– ١٧٥.

يعقوب ، اليونس صالح أنور. (٢٠١٢) . استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتطبيق في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى، مجلة بحوث مستقبلية، المجلد (٠٣) ، العدد (٣٩)، كلية الحدباء الجامعة، العراق .

ثانياً -المراجع الاجنبية : -

American Speech-Language-Hearing Association. (20016b). Scope of practice in speech-language-pathology [Scope of Practice]. Available from. www.asha.org/policy **Anthony, J. L., Aghara, R. G., Dunkelberger, M. J., Anthony, T. I., Williams, J. M., & Zhang, Z. (2011).** What factors place children with speech sound disorder at risk for reading problems? American Journal of Speech-Language Pathology, 20(2), 146–160.

Dodd, B. (2005). Differential diagnosis and treatment of children with speech disorder. London, England: Whurr.

Bleile, K. (2002). Evaluating articulation and phonological disorders when the clock is running. American Journal of Speech-Language Pathology, 11, 243–249.

Bernthal, J., Bankson, N. W., & Flipsen, P., Jr. (2017). Articulation and phonological disorders: Speech sound disorders in children. New York, NY: Pearson .

Breier JI, Fletcher JM, Foorman BR, Klaas P, Gray LC.(2013). Auditory temporal processing in children with specific reading disabilitywith and without attention deficit/hiperactivity disorder. J Speech

Belyk, M., Brown, S. (2016). Pitch underlies activation of the vocal system during affective vocalization.SOCIAL COGNITIVE AND AFFECTIVENEUROSCIENCE .

Bernstein, J.; Suzuki, M.; Cheng, J.; Pado, U. (2017). Evaluating diglossic aspects of an automated test of spoken modern standard Arabic. ISCA International Workshop on Speech and Language Technology in Education .

Brenner M, Branscomb H-H, Schwartz GE.(2015). psychological stress evaluator-two tests of a vocal measure. Ésycholhysiology.

Lewis, B; Freebairn, L; Hansen, A; Stein, C; Shriberg,

Business Insider Intelligence, (2019), The $ 450B Opportunity for the Application of Artificial Intelligence in the Banking Sector and Exampales of How Banks Are Using AI, Available at: https://businessinsider.com/the-ai-in-banking-report-2019-6?IR=T/ (13/07/2019 at 13h.00)

Barrett, M., Branson, L., Carter, S., DeLeon, F., Ellis, J., Gundlach, C., & Lee, D. (2019). "Using Artificial Intelligence to Enhance Educational Opportunities and Student Services in Higher Education". Inquiry: The Journal of the Virginia CommunityColleges.22 (1).

Bernthal, J., Bankson, N. W., & Flipsen, P., Jr. (2013). Articulation and phonological disorders. New York, NY: Pearson Higher Education. **Carey, D., Miquel, M.E., Evans, B.G., Adank, P., McGettigan, C. (2017).**Vocal Tract Images RevealNeural Representations of Sensorimotor Transformation During Speech Imitation.Cerebral Cortex ,doi:10.1093/cercor/bhx056 .

Caferra Ricardo , (2011) , Logique pour l'informatique et pour l'intelligence artificielle Hermes Science Publication, Paris, France.

Delgado-Hernández, J.; León-Gómez, N.M.; Izquierdo-Arteaga, L.M.; Llanos-Fumero, Y. (2018). Cepstral analysis of normal and pathological voice in Spanish adults. Smoothed cepstral peak prominence in sustained vowels versus connected speech. Acta Otorrinolaringol.

E. S. Fonseca, R. C. Guido, P. R. Scalassara, C. D. Maciel, and J. C. Pereir.(2019).`Wavelet time-frequency analysis and least squares support vector machines for the identi_cation of voice disorders," *Comput. Biol. Med.*, vol. 37, no. 4, pp. 571_578, Apr. 2007.

E**adie, P., Morgan, A., Ukoumunne, O. C., Eecen, K. T., Wake, M., & Reilly, S. (2015).** Speech sound disorder at 4 years: Prevalence, comorbidities, and predictors in a community cohort of children. Developmental Medicine & Child Neurology, 57, 578–584.

Evidence Summary. (2015). Speech and Language Delay and Disorders in Children Age 5 and Younger: Screening. U.S. Preventive Services Task Force. July 2015.

Evans, S., Kyong, J., Rosen, S., Golestani, N., Warren, J.E., McGettigan, C., ...Scott, S.K.S. (2013). ThePathways for Intelligible Speech: Multivariate and Univariate Perspectives. Cerebral Cortex , AdvancedAccess doi:10.1093/cercor/bht083

Franco, H.; Bratt, H.; Rossier, R.; Gadde, V. R.; Shriberg, E.; Abrash,V.; Precoda, K. (2016). "EduSpeak: a speech recognition and pronunciation scoring toolkit for computer-aided language learning applications,"Language Testing, vol. 27, no. 3, p. 401.

Granlund, S., Hazan, V., Baker, R. (2012). An acoustic-phonetic comparison of the clear speaking stylesof Finnish-English late bilinguals. *Journal of Phonetics*, 40 (3), 509-520.doi:10.1016/j.wocn.2012.02.006

Griftin GR, Williams CE.(2020). The effects of difrerent levels of task complexity on three vocal measures. Aviat. Space Environ. ،

Ido R. & Ruth W. (2016). "Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education". International Artificial Intelligence in Education Society. 26(2): 582–599, https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110

J. Wang and C. Jo, (2017). Vocal folds disorder detection using pattern recognition methods," in Proc. 29th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. (EMBS), Aug. 2007, pp. 3253_3256.

Kim YT.(2016). Evaluation and treatment for the children with articulation-phonology disorders. J Korean Assoc Sci Educ 2016;9:63-83.

Karnell, M.P, Melton, S.D, Childes, J.M, Coleman, T.C, Dailey, S.A, &Hoffman, HT. (2017). Reliability of Clinician-Based (GRBAS and CAPE-V) and Patient-Based (V-RQOL and IPVI) Documentation of Voice Disorders. Journal of Voice, 21(5), 576-590.

Lang Hear Res. Chen, L.; Tetreault, J.; Xi, X. (2015). Towards Using Structural Events to Assess Non-Native Speech Proceedings of the 5th Workshop on Building Educational Applications (BEA-5) Association for Computational Linguistics.

LiebermanP , Michaels,S B. (2019).Some aspectso f fundamentafl requency and envelope amplitude as related to the emotional content of speech. J. Acoust. Soc. Am.

Lavan, N., Mileva, M., Burton, A.M., Young, A.W., McGettigan, C. .(2021). Trait evaluations of facesand voices: Comparing within- and between-person variability Journal of Experimental Psychology:General

Lavan, N., Burston, L.F., Ladwa, P., Merriman, S.E., Knight, S., McGettigan, C. (2019). Breaking voiceidentity perception: Expressive voices are more confusable for listeners.. Q J Exp Psychol (Hove),1747021819836890. doi:10.1177/1747021819836890

Labidi Sofiane, Lejouad Wided.(2006) . De l'intelligence artificielle distribuée aux systèmes multi-Agents ,Rapport de Recherche , INRIA, Paris, France.

Lee, L., Stemple, JC, Glaze, L.; Kelchner, L.N. (2014). Quick Screen for Voice and Supplementary Documents for Identifying Pediatric Voice Disorders. Language, Speech & Hearing Services in Schools, 35(4), 308-319.

Lewis, J. & Fletcher, S. (2006). Literacy outcomes for students with speech impairment: Long-term follow-up. International Journal of Language and Communication Disorders, 39(2), 245–256..

Monica. C.; Ali. F., Leon B. & Paul M. (2018). "Education 4.0 - Artificial Intelligence assisted Higher Education: Early recognition System with Machine Learning to support Students' Success". IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), pp: 23-30.

Mosko JD, Stevens KN, GrifÏin GR.(2018). Interactive voice technology: variations in the vocal utterances of speakers performin a stress-inducingt ask. Pensacola,F L: Naval AerospaceM edical

ResearchL aboratory, 1983,N .A.M.R.L. 1300.

Mathivet Virginie,(2014). ,L'Intelligence Artificielle pour les développeurs: Concepts et implémentations en Java, Edition ENI , Paris, France.

Older HJ, JenneyL L.(2016). Psychologicals tressm easurement hrough voice output analysis.W ashington,D C: N.A.S.A. CR l4l'723،

Park SH, Kang AY, Kang MG, Lee SK.(2012). Research trends of articulation and phonological disorder in Korea. J Speech Hear Disord 2012;21:1-18.

Rosen, S., Zhang, Y., Speers, K. (2015). Spectral density affects the intelligibility of tone-vocodedspeech: Implications for cochlear implant simulations. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OFAMERICA, 138 (3), EL318-EL323. doi:10.1121/1.4929618

Ruscello DM.(2018). Treating articulation and phonological disorders in children. 3rd ed. St. Louis, MO.

Ruddy B, Sapienza C.(2015). Treating Voice Disorders in the School-Based Setting: Working Within the Framework of IDEA. Language, Speech and Hearing Services in Schools, Vol. 35, 327-332

Schiflett SG, Loikith GJ.(2016). Voice stress analysis as a measure of operator workload. Patuxent River, MD: Naval Air Test Center1980. TM 79-3 SY.

Streeter LA, Krauss RM, Geller V, Olson C., Apple W.(2019). Pitch changes during attempted deception. J. Personality Social Psychol.

Simmonds, A.J., Leech, R., Iverson, P., Wise, R.J.S. (2014). The response of the anterior striatum duringadult human vocal learning.. JOURNAL OF NEUROPHYSIOLOGY, 112 (4), 792- 801.doi:10.1152/jn.00901.

Stevens KN, von Bismarck G, Williams CE. (2017).Manifestations oftask-induced stress in the acoustic speech signal J. Acoust.

Taylor, H. (2006). Dimensuons of Early Speech Sound Disorders: A Factor Analytic Study.Journal of Communication Disorders,39,139-157.

Tadeusiewicz R., Wszołek W., Wszołek T, Izworski A.(2000). Methods of Artificial Intelligence for Signal Parameterisation Used in the Diagnosis of Technical and Biological Systems, 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, July 23-26

Tadeusiewicz R., Izworski A., Wszołek W.(2020).Pathological Speech Evaluation Using the Artificial Intelligence Methods, Proceedings of "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering", September 14-19,

Zura, KB, Cotton, S., Klechner, L., Baker, S., Weinrich, B., &Lee, L. (2010). Pediatric Voice Handicap Index (PVHI): A new tool for evaluating pediatric dysphonia. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 71(1), 77-82.