مجلة إشكالات في اللغة والأدب مجلد: 09 عدد: 2 السنة:2020
ص: 281 - 301 E ISSN: 2600-6634 / ISSN:2335-1586

المعالجة الآلية للبنى التطريزية "التنغيم أنموذجا "

Automatic processing supra-prosodique « intonation ad model »

بوغاري عائشة *

Boughari Aicha

مخبر اللغة والتواصل . جامعة أحمد زبانة غليزان -الجزائر

University of Relizane- Algeria

boughariaicha2@gmail.com

تاريخ الإرسال: 2019/12/07	تاريخ القبول:2020/03/17	تاريخ النشر: 2020/06/02

ملخص البحث

شهدّت الدّراسات الصّوتية منعطفا فيصليا في القرن العشرين على الصعيدين المنهجي والإجرائي، اصطبغت بطابع العلميّة، اخترقت بذلك الحدود الإجرائية لعلوم المادة، وتبنت أطروحات المعالجة الفيزيائية، ومجال الذكاء الاصطناعي، تجردت من رتابة المنهج الوصفي والملاحظات الذوقيّة الّتي انبثقت معالمها مع الدّراسات الصّوتية التّراثية، إلى رحابة المنهج التحليلي العلمي الّذي أتاحه الزّمن التقني.

وعليه فإنّ الصّوت اللّغوي شيء مادي أتيحت له مكنة الخضوع إلى فاعلية التّحليل المختبري، وتقصي حقيقته الفيزيائية، بما فيه المتغيرات الترنيمية أو التّلونات الأدائية الّتي لم تعدّ ترتهن إلى السّليقة الذوقية، في تأديتها لجملة وظائفها الدلالية داخل الخطاب المنطوق، وإنّما خضعت إلى آلات مخبرية، تظهر تمظهراتها المختلفة عبر صور طّيفية، ومن هنا جاءت هذه الورقة البحثية لتسلط الضوء على الحقيقة الفيزيائية للمقاطع التّنغيمية داخل الخطاب المنطوق، والوقوف على أبعادها الدّلالية الوظيفية بواسطة البرنامج الصّوتي برنامج برات.

الكلمات المفتاح : بنى تطريزية، تنغيم، أكوستيك، برنامج برات .

Abstract : Phonology has witnessed a noticeable development at both methodological and the practical levels in the twenteeth century. It isolation coloured by scientific features. It has pierced the bounderies of material sciences as well as it adopts the acoustic treatment and the artificial intelligence in its theses; and by so phonology has moved from a descriptive method to a scientific, technical and analytic one.

* بوغاري عائشة. boughariaicha2@gmail.com

Thus, phonology is a material object which can be now analysed in laboratories to know its acoustic reality including intonation in operative speech. Phonology now overcomes the theoritical side to move to the analytic one which can be seen throuhg spectrum. Hence, this research paper spots light on the acoustic reality of intonation in operative speech and its practical dimensions through the acoustic program of Praat

Keywords:supra-prosodique , Intonation ,Acoustic , praat.

تمهيد

ينهض الخطاب المنطوق على سياج لغوي متناسق البنيات، يظهر في سلسلة تراتبية مكونة من وحدات مجرّدة وأخرى مادية، أي من فونيم (صامت . صائت) بتمظهراتها الفسيولوجية والفيزيائية، وفقا لميكانيزمات العملية النطقية، وفونيمات مقطعية (مقطع، نبر، تنغيم، وقف) أو بنى تطريزية كما اصطلح عليها اللّغوي مبارك حنون، بتلوناتها الأدائية حسب السياق المحيط بها.

وعليه فإنّ الصّوت اللّغوي يشكل الوحدة القاعدية لأي لغة بشرية، وقد اهتم به جل اللّغويين الغربيين والعرب القدماء وكذا المحدثين، حيث درّسوا الصّوت دّراسة علمية دقيقة على الصعيدين الفونيتيكي والفونولوجي، إذ انشغل المبحث الفونيتيكي بدّراسة الصّوت بمعزل عن صّوت آخر، في حين التفتت الفونولوجيا إلىدّراسة وظيفة هذا الصّوت داخل خطية اللّغة.

إذا كانت البنية اللغوية المنطوقة بما تحويه من أصّوات القالب الذي يصب فيه الناطق دّلالاته ليبني حلي خطابه، فإنّ البني التطريزية بما فيها **التنغيم**، تمثل ذلك القالب بما تحويه من زخرفة تلون الأصّوات اللّغويّة، وتكسبها جمالا، يؤدّي هذا الجمال الصّوتي المنبثق عن اتساق وانسجام بنيات الخطاب، إلى سرعة ولوج المعني إلى المتلقي، فتستلذها الأذن، وتنتعش بها النفس، وتتمتع العين بذلك الفضاء البصري الّذي ظهر بحلة جديدة مع الدّراسات اللّغويّة الحديثة.

وفي خضم الزخم المعرفي والتقدم التكنولوجي، شهدت الدّراسات اللّغويّة منعطفا فيصليا في القرن العشرين، نخص بالذكر الدّراسات الصّوتية الّتي شاهدت تحولا فيصليا على الصعيدين المنهجي والإجرائي، إذ تعزّزت المقولات الصّوتية الّتي انبثقت بفعل الذكاء الفطري، بمقولات معرفية تكرست بفعل انضمام الدّرس الصّوتي إلى رحاب الذكاء الاصطناعي الّذي واكب مستجدات العصر .

هذا، فإنّ التقنيات الحديثة قد أفرزت العديد من البرامج الصّوتية الرقمية الّتيتحاكي الصّوت اللّغويّ منها برنامج **برات**، بعدما كانت آلات الكترونية صّوتية مثل السبيكتوغرام و راسم الذبذبات الصّوتية...الخ، غايتها تحليل الموجات الصّوتية والوقوف على كمياتها الواصفة من: شدّة، درجة ، اهتزاز، حزم صّوتية، مكّنت الباحث للوصول إلى نتائج يقينية وحقيقة علمية بعدما كانت ملاحظات ذوقية ظنية.

ضمن هذا الطّرح الّذي أفرزته التكنولوجيا الحديثة،تمكّنت الدّراسات الصّوتية من تخطي المرحلة الذوقية في تعاملها مع البنى التطريزية، الّتي كانت سائدة مع الدّراسات التّراثية القديمة، حيث كانت تتوقف دّلالتها على كيفية الأداء الصّوتي والسليقة، إلى الوقوف على حقيقة هذه الفونيمات الترنيمية ودّلالتها التعبيرية عبر صور طّيفية أفرزتها برامج صّوتية حديثة، تظهر تمضهراتها المختلفة في السلسلة الكلامية .

استنادا إلى هذا الطّرح فإنّ الدّراسة تستدعي حضور الصّوت والسّمع والآلة معا، لاستقطاب الأبعاد الفيزيائية الناتجة عن **التنغيم** بالتضافر وقرائن سياقية تساهم في تشكيل الدّلالة الإيقاعية، هذا ما نحن بصدد دّراسته في هذه الورقة البحثية من خلال الوقوف على الحقيقة الفيزيائية للمقاطع التنغيمية .

فيزياء الصّوت Acoustic :

الصّوت اهتزازات ميكانيكية ينتقل في شكل ذبذبات (تخلخلات وتضاغطات) الصادرة عن اصطدام جسمين، عبر وسط ناقل إما (غاز . صّلب . سّائل)[1] إلى أذن السّامع، ووجود الصّوت مرهون بتوافر ثلاثة عناصر أساسية –كما تقرر لدى الفيزيائيين[2] – هي:

1- وجود جسم في حالة تذبذب.

2- وجود وسط تنتقل فيه الذبذبة الصادرة عن الجسم المتذبذب.

3- وجود جسم يستقبل هذه الذبذبات.

أما **الصّوت اللّغوي** فهو ظاهرة فيزيائية مدركة سّمعيا، ينتشر في الهواء في شكل موجات صّوتية ناتجة عن ذبذبات ذرات الهواء الناتجة عن اهتزاز الجهاز النطقي المصاحب لحركات أعضاء النطق، إلي أذن السّامع، حيث يتحدّد مجال الصّوت للأذن البشرية بحدّ أدنى للتردّد يقدر بحوالي

20هرتز/ثا، وحد أقصى يحدد بـ 20 ألف هرتز/ثا. يتراوح عند الطفل بمعدل 360 هرتز/ثا، وعند المرأة حوالي 280 هرتز/ثا، وعند الرجل بمعدل 110هرتز/ثا[3].

وتتحدّد فيزيائية الأصّوات على المرحلة الواقعة بين فم المتكلم وأذن السّامع، حيث تقتصر على دّراسة التركيب الطبيعي للأصّوات، الّذي يحتوي على خصائص أكوستيكية كالشدّة والدرجة والتزمين وهو ما يدخل ضمن نطاق المعالجة الآلية للأصّوات والوقوف على أبعادها الدّلالية، وهذا ما نحن بصدد معالجته.

الخصائص الفيزيائية للصّوت اللّغوي:

التردّد Fréquence : ويعني عدد الذبذبات في الثّانية الواحدة ويكون (**بالهرتز**) والتي تعادل(**1 ثا**) حيث **t** : **الزّمن الدّوري وهو الّذي يستغرقه الجسم المهتزّ في عمل اهتزازة كاملة.**[4]

فإذا قلنا بأنّ موجة كذا تردّدها مائة هرتز فإنّنا نقصد أنّ هناك مائة دورة في الثّانية[5]، وكل جسم متذبذب له تردّده الخاص الّذي تتحكم فيه مجموعة من العوامل المتعلقة بالجسم المتذبذب مثل الوزن والطول، وبالنسبة للأوتار نسبة الشدّ، وبالنسبة للتجاويف نسبة الكتلة، الشّكل والامتدّاد .....[6]

شدّة الصّوتIntensity : وتسمى **القوة الأكوستيكية** وهي كمية القوة المنتقلة عبر جزيئات الهواء على مسافة **1سم^2**، على زاوية قائمة بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة الصّوتية، والوحدة المناسبة لقياس هذه القوة هي **الواط** في **السنتمتر المربع**، وأقل قوة ينتج عنها صّوت مسموع يمكن تمييزه من الصمت هي **10^{-12} واط/ سم^2**، وهذه الكمية تساوي من حيث الضغط **0،0002 داين/ سم^2**.

وحين تتجاوز قوة الصّوت **10^{-4} وات/ سم^2**(و هو ما يقابل **2000 داين/سم^2**) فإنّها تعرض وظائف الأذن لإضرار بالّغة [7]، وتسمى وحدة شدّة الصّوت **الديسبلdécibel**وتكتب اختصارا (**dB**)وتعطى بالمعادلة الرياضية الآتية:

IdB=10logI/p2 ، وقد حدّدت بهذا قيمة المجال السّمعيّ للإنسان بين 0 و120 ديسبل[8]وهو مايقابل بالواط/م^2:(10^{-12} واط/م^{2}و 1 واط /م^2).

سرعة الصّوت velocity : هي سرعة انتقال الطاقة الصّوتية في الوسط، وهي ثابتة في الوسط الواحد بصرف النظر عن نوع الصّوت وتردّده، ولكنها تختلف من وسط إلى آخر طبقا لكثافة الوسط، وتزداد سرعة الصّوت في السّوائل عن الغازات وفي الأجسام الصّلبة عن السّوائل وذلك لتقارب الجزيئات بها[9] فكلما زادت صلابة الجسم زادت سرعة الصّوت، ولتحديد سرعة الصّوت لابد من توافر خاصيتين وهما: معامل الحجم والكثافة، والعلاقة الرياضية التي تربط ما بين سرعة الصّوت والتردّد والطول الموجي هي: **سرعة الصّوت = التردّد × الطول الموجي**.

السّعة Amplitude : هي المسافة الفاصلة بين أول نقطة في الموجة الصّوتية وآخر نقطة يصل إليها الجسم المهتزّ، وسّعة الذبذبة هي المسؤولة عن التّوتر (مقدار شدّة الصّوت) فكلما زاد الاتساع زاد التّوتر[10] .

العلوّloudness *:* هو الارتفاع الصّوتي الناتج عن الضغط والطاقة النازلة عن مصدر الصّوت، ويمكن للأذن أنّ تستشعره نتيجة للضغط الّذي يلحق بالطبلة، بفعل القوة الحاصلة في مصدر التصّويت.[11]

درجة الصّوت Pitch : هي الذبذبات الرئيسية للمقاطع المتتابعة في التعبير، تعتمد بشكل أساسي على الذبذبة الأولية النسبية الّتي تتوالى داخل التعبير[12] ، أو بعبارة أخرى الحزمة الصّوتية الأولى الصادرة عن اهتزاز الوترين الصوتيين.

نوع الصّوت Timbr[13]:إنّ الأبعاد الفيزيائية الّتي تميّز الموجة الصّوتية للمنطوق، ليس لها أنّ تفرز قيما متجانسة في حال تطابق الأصوات، ويعود ذلك إلى سمات يتسم بها الصّوت الّلغويّ تمكّنه من التّفرد والتّنوع، وهو العمل الأكوستيكي الّذي يمكّننا من التميّيز بين صّوتين لهما نفس الدرجة والشدّة ، فالاختلاف هنا تحدثه الهيئة الّتي تصدر بها الأمواج المشكلة للنغمة الأساسية، والأمواج التوافقية (الغرف الرنينية)، وهي هيئات لا يتأتّى للباحث إدراكها واستقراؤها إلاّ من خلال تقنية **التصوير الطّيفي للكلام** .

البنى التطريزية supra–prosodiqueفي الخطاب المنطوق.

هي تلونات صّوتية تصيب المنطوق، فهي "مجموعة من التنوعات الصّوتية في الكلام الإنساني، لأنّ الإنسان لا يتلفظ بأصّوات مستقلة كل منها قائم بذاته، بل يتكلم " كلمات " و " جملا " وفقرات " مما يعني أنّ أصّوات الّلغة لا تحتفظ بخصائصها المفردة لأنّ أصّوات الكلمات

تكتسب أثناء الكلام صفات جديدة وخصائص لفظية، وذلك نتيجة عادات نطقية متوارثة وانفعالات نفسية تؤثر في جهر أصّوات الكلام والتنغيم في مقاطع الكلام صعودا وهبوطا كما تؤثر في ترتيب النغمات المتتابعة في المجموعة الكلامية".[14]

تساهم في إنجاح العملية التواصلية (مرسل . رسالة . متلقي)، وذلك لما تأثره في المتلقي وجلبه إلى الساحة التواصلية حسب سياق المتكلم لأنّ " ما يستطيع الكلام أنّ يعبر عنه لا من المعاني العامة فحسب، بل من الأحاسيس والمشاعر الشخصية بصفة تعجز عنه اللّغة المكتوبة عجزا جزئيا أو كليا"[15]، فما انفكّت الدّراسات الصّوتية أنّ تهتم بالخطاب المنطوق لما يؤديه من وظائف تعبيريّة ناتجة عن التلونات الأدائية وكيفية حسن استخدامها ضمن الواقع التلفظي، حيث تجاوزت دّراسة هذه الفونمات التركيبة الّتي كانت ترتهن إلى الأحكام الذّوقية و"التفتت إلى البعد الوظيفي الإيقاعي الّذي تسهم البنى التطريزية في بنينته، لتقدم مشروعا قرائيا يتجاوز فكرة الاكتفاء بالأثر الانجازي للمكون الصّوتي، ويستشرف الأفق الوظيفي الّذي يعكس الدّور الوظيفي الّذي شغلته الوحدات فوق مقطعية لاسيّما **التنغيمية** منها".[16]

التنغيم intonation:

يعد التنغيم ملمحا من الملامح الصّوتية الأدائية، فهو تلون صّوتي يظهر على مستوي النطق،لأنّالإنسان يتواصل بمجموعة من المقاطع الصّوتية المتعاقبة، يتخللها في بعض المواطن سكون، يفصل بين بنيات السلسلة اللفظية، ذلك أنّ المتكلم من غير الممكن أنّ ينطق بمجموعة من المتواليات اللفظية، جملة كانت أم نصا دون أن يتوقف لاسترجاع أنفاسه، لأنّ عملية النطق تستدعي إدخال الهواء على دفعات وإخراجه على دفعات، وفق ميكانيزمات العملية النطقية، تنتج عن هذه المقاطع الصّوتيّة موسيقى إيقاعيّة أو نغمة ترنيميّة تجلب انتباه المتلقي، وإذا عدنا إلى الدّلالة المعجميّة الّتي أفرزتها المعاجم العربية لمادة (**ن غ م**) نجدها لا تكاد تخرج عن إطار الرؤيا التأصيلية الّتي حدّدت الاتجاه الدّلاليّ للتنغيم، فالتنغيم من منظور الأعراف التراثيّة " الجّرس والموسيقى" .

جاء في لسان العرب: النغم جرس الكلمة وحسن الصّوت في القراءة وغيرها وحسن النغمة والجمع نغم، النغم=الكلام الخفّي و النغمة الكلام الحسن[17].

ومن هذا المنحنى الدّلاليّ نلاحظ أنّ ابن منظور ربط التنغيم بحسن الصّوت المنطوق، ودّلالته الخفية الّتي يدرك كننها المتلقي.

أما **اصطلاحا**: فالتنغيم مصطلح حديث لا تخلو لغة منه، فهو جملة العادات الأدائية المناسبة للمواقف المختلفة من تعجب واستفهام وسخرية وتأكيد وتحذير، إلاّ أنّه يختلف في قيمته الدّلاليّة من لغة لأخرى[18]. وقد ربطه العديد من اللّغويين بالنغم وكذا الموسيقي والسياق الّذي تصدر فيه الكلمات أي أنّ "لكل مقال مقام"، وذلك لترابطهما في نفس الدّلالة، وفي هذا الصدد نجد إبراهيم أنيس قد سماه " بموسيقى الكلام "[19]، ومن هذا القبيل فإنّ اللّغوي **ماريوباي** يرى أنّه: "تتابع النغمات الموسيقية أو الإيقاعية في حدث كلامي معين"[20].ويعرّفه تمام حسان على أنّه: "الإطار الصّوتي الّذي تقال به الجملة في السياق"[21]

وقدعرّفه محمود السعران بأنّه:"المصطلح الصّوتي الدال على الارتفاع (الصعود) والانخفاض (الهبوط) في درجة الجهر في الكلام"[22]، وبعبارة أخرى التنغيم هو"ارتفاع الصّوت وخفضه أثناء الكلام".[23]

ولما كان مصدر الجهر أو بصفة عامة التصّويت، الوترين الصوتيين les cordes vocalesفإنّ التنغيم يرتبط بصفة مباشرة بمدى اهتزاز الوترين الصّوتيين les cordes vocales .

ووصفه محمد علي خولي بأنّه: "إعطاء القول الأنغام المناسبة والفواصل المناسبة وقد يكون القول كلمة أو جملة، أو جزءا من جملة، والقول كلام مسبوق بصمت ومتبوع بصمت"[24]

نستنتج من جملة هذه المفاهيم أنّه رغم تعدد الآراء فإنّها تصب في مصب واحد، ألا وهو التنغيم. وأنّ هذا الأخير هو ملمح من الملامح التطريزية التي تصيب الكلام فتجعله يتراوح بين الارتفاع والانخفاض.

والتنغيم هو أنّ يعطي المتكلم للعبارة الواحدة نغمات متباينة، تنجم عن عاطفة يحسها، وعن فكرة تدور في ذهنه، وعن تغيير في عدد الذبذبات أو الموجات الصّوتية النّاشئة عن اهتزاز الوترين الصوتيينles cordes vocales، فيزيد أو ينقص وفق المنحى المتجه نحوه الكلام.

ونرى أنّ التنغيم يصيب الجملة أو أجزاء منها ولا يخص المفردة على عكس النّبر الذي يقع على مقطع من المقاطع الكلمة أو الكلمة ككل.

يرتبط التنغيم بطريقة الأداء التلفظي ضمن السياق الّذي يتضمنه، فهو تنوعات موسيقى وأداءات إيقاعية، يرتبط كل منها بأسلوب من الأساليب النّحوية، هذا فقد ساهم علماء الأصّوات في تحديد النماذج التنغيمية لأساليب الجمل ومعانيها النحوية في صورتها المسموعة، ذلك أنّ الظّواهر التنغيمية تتجلى أكثر في حال اللّغة المنطوقة المسموعة، في شكل صور متعددة متباينة بين الارتفاع والانخفاض والتوسط في درجة الصّوت.

وقد حصر الدكتور كمال بشر النغمات الرئيسية للتنغيم في نغمتين اثنتين وذلك بالنسبة إلى نهايتها فقط، لا إلى الوحدات الداخلية المتناثرة في المنطوق.

1 . النغمة الهابطة: سميت بذلك لاتصافها بالهبوط في نهايتها علىالرغم مما قد تنظمه من تلوينات جزئية داخلية[25]، ويرمز لها بعض العلماء بالرمز (↘) 10[26] ومن أمثلتها:

. الجمل التقريرية مثل: محمود في البيت[27].

. الجمل الاستفهامية بالأدوات الخاصة مثل: محمود فين؟.

. الجمل الطلبية مثل: اخرج بره.

2. النغمة الصاعدة: وسميت كذلك لصعودها في نهايتها[28]، أي أنّ الكلام يبدأ بنغمة هابطة.[29] تتلوه أخرى صاعدة[30]، ويرمز له بالرمز (↗) [31].

. بالإضافة إلى النغمتين الأساسيتين نغمات أخرى متمثلة في :

3. النغمة المستوية: وتكون باستواء النغمتين صعودا أو هبوطا[32]، ويرمز لها بالرمز (⟶) [33] ، وقد سماها تمام حسان بالنغمة المسطحة قائلا في ذلك:" إذا وقف المتكلم قبل تمام المعنى وقف على نغمة مسطحة لا هي بالصاعدة ولا هي بالهابطة "، ومن أمثلتها الوقف عند كل فاصلة مكتوبة من قوله تعالى :

فَإِذَا بَرِقَ الْبَصَرُ﴿7﴾ وَخَسَفَ الْقَمَرُ﴿8﴾ وَجُمِعَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ﴿9﴾ يَقُولُ الْإِنْسَانُ يَوْمَئِذٍ أَيْنَ الْمَفَرُّ﴿10﴾.[القيامة 7 . 10]

الوقف على البَصَرُوالقَمَرُ أولا، والقَمَرُثّانيا وقف على معنى لم يتم فتظل نغمة الكلام مسطحة دون صعود أو هبوط، أما الوقف عند (الْمَفَرُّ) فالنغمة فيه هابطة لأنّه وقف عند تمام المعنى.[34]

4 . النغمة الصاعدة الهابطة: وذلك بأنّ تكون البداية هابطة يعقبها صعود يليه هبوط في النغمة[35]، وهي بهذا تظهر معا في منطوق واحد، ويرمزلهلخبالرمز.[36]

5 . النغمة الهابطة الصاعدة: ويتمثل ذلك في أنّ يبدأ الكلام بنغمة صاعدة تليها نغمة هابطة ثم نغمة هابطة وهكذا[37]، ويرمز لها بالرمز.[38]

ومن هذا يتبين لنا أنّ اختلاف الجمل يختلف على حسب اختلاف درجة الصّوت، فهناك جمل بنغمة صاعدة، وأخرى بنغمة هابطة، وجمل بنغمات تتراوح بين الارتفاع والانخفاض.

للتنغيم وظائف متنوعة في التّحليل اللّغوي وفي عملية التّواصل، تختلف على حسب اختلاف اللّغات، فهناك وظائف عامة موجودة في معظم اللّغات وإنّ لم يكن في كلها، وبعضها خاص ببعض اللّغات.وعلى ما يبدو أنّ أهم وظيفة له هي الوظيفة النّحوية، وهذا ما صرح به الدكتور كمال بشر في قوله "الوظيفة الأساسية للتنغيم هي الوظيفة النّحوية، إذ هي العامل الفاعل في التمييز بين أنماط التركيب والتفريق بين أجناسها النّحوية"، إضافة إلى ذلك فهي "عامل أساسي في بيان المنطوق مكتمل في مبناه ومعناه أو غير مكتمل، يظهر ذلك بوضوح في الجمل الشرطية بنغمة صاعدة، دليلا على عدم تمام الكلام فتمامه يحصل بجواب الشّرط الّذي ينتهي بنغمة هابطة، دليلا[39] على الاكتمال في المبنى والمعنى معا ".

التنغيم في هذه الحالة يؤدي دّورا يشبه دور علامات الترقيم في الكتابة[40].هذا ما أكّده الدكتور تمام حسان في قوله: "التنغيم في الكلام يقوم بوظيفة الترقيم في الكتابة،غير أنّ التنغيم أوضح من الترقيم في الدّلالة على المعنى الوظيفي للجملة [....]لأنّ ما يستعمله التنغيم من نغمات أكثر مما يستعمله الترقيم من علامات كالنقطة والفاصلة[....]وربما كان ذلك لسبب آخر"[41].

يقوم التنغيم بدور فعال يتمثّل في تصنيف الجمل إلى أنماطها المختلفة من تقريرية[42] واستفهامية وتعجبية، فمثلا إذا نطقت جملة استفهامية هل حضر أخوك ؟ بتنغيم الإخبار كنت خارجا عن النظام الأدّاء لّلغة، ولا يمكن إلاّ أنّ تكون محل سخرية المستمعين[43].ويرى الدكتور كمال بشر أنّ الجمل العربية غالبا ما تصنف جملا استفهامية حتى ولو لم تذكر فيها أداة الاستفهام[44]، إضافة إلى الوظيفة النّحوية للتنغيم وظائف أخرى وهي كالآتي:

2. الوظيفة الدّلاليّة السياقية[45]: تظهر هذه الوظيفة في حالات معينة مثل: الرضا والقبول والزجر والتهكم والغضب، التعب والدهشة والدعاء...الخ، حيث تأتى العبارة أو الجملة بأنماط تنغيمية مختلفة، وغالبا ما تؤدي النغمات دّورها في هذه المواقف بمصاحبة ظواهر تطريزية أخرى كالنّبر القويّ،أوظواهرغير لّغوية"خارجية"كرفع الحاجب أو اليد، أو هز الكتف أو الابتسامة....الخ، وتتعلق هذه الظواهر بالظروف التي ألقي فيها الكلام[46]، ومن هذا القبيل نجد أنّ الدكتور عصام نور الدين "يظن ظنا قويا أنّ سياق الحال، الّذي يحدّد حالة النّاطق والسّامع، نوع الرسالة، ووجود مستمعين أو عدم وجودهم[.....]ونوعيةالمستمعين [.....]وحالتهم النفسية[47]والاجتماعية [.....]كل أولئك قد يساعد أيضا في تنغيم الجملة أو العبارة تنغيما خاصا ويعطيها معنا محدّدا"[48].

ومن خلل دّراستنا لاحظنا أنّ الدكتور عصام نور الدين أطلق مصطلح تنغيم الجملة على التنغيم بغية جعل التسمية واضحة ومحدّدة[49].

3 . الوظيفة التّعبيرية أو التّأثيرية: ونعني بها الدّلالة على ما يجيش في نفس المتكلم من فرح وغضب ومن دهشة أو تأمل أو غير ذلك من الانفعالات النفسية وهذه الوظيفة تتصل بالمتكلم أكثر من اتصالها بنظام الّلغة[50].

التنغيم يساعد على تميّيز الأصّوات وبالتالي التميّيز بين الأشخاص، وفي هذا الصدد نجد قول ماريوباي:" إنّ كيفية تنغيم الصّوت هي الّتي تعيننا على التميّيز بين الأشخاص "[51]، ومعنى هذا أنّ التنغيم يعطي إمكانية استيضاح شخصية المتكلم.

. من خلل ما دّارسناه ومن جملة ما تطرقنا إليه نلاحظ أنّ للتنغيم عدة وظائف تطرأ على البنية الّلغويّة جملة كانت أو جزءا منها (كلمة)، تساهم في تغيير المعنى، وهذا ما يطمئن إليه الباحث ويؤيده، فلا شك أنّ الجملة قد تفهم بمعان عديدة مختلفة عن بعضها البعض، حسب درجة الصّوت الّتي نطقت بها، فنغمة تعنى التّوكيد، وأخرى تفصح عن التّهديد، وثّالثة ترمي إلى التعجب، ونغمة تؤكد الاستفهام، وكل هذه الأغراض مرتبطة بالارتفاع والانخفاض في النغم.

التعليل الفيزيائيّ والوظيفيّ لظّاهرة التنغيم:

تطرقنا في الجزء السابق إلى الجزء النظريّ للفونيم فوق التركيبي (التنغيم) من خلال دّراسته دّراسة وصفية، وقمنا بإيضاح تصنيفه بناء على آراء العلماء والباحثين، وقوفا على ما تؤديه

هذه الظّاهرة من دّلالة داخل الخطاب اللّغويّ، وفي هذا الفرع سنعرض لهذا الفونيم مرة أخرى لكن بتصنيف مختلف وبشيء من التفصيل، معتمدين في ذلك على الخصائص الأكوستيكية للموجات الصّوتية الناجمة عن كل صّوت، وسنعتمد على جهاز **برات** كوسيلة لتحليل الموجات الصّوتية والوقوف على أبعادها الفيزيائيّة من (شدّة . درجة . تزمين . حزم صّوتية)، ونثبت ذلك من خلال تحليل مقاطع شعرية من قصيدة **بطاقة هوية** للشّاعر **محمود درويش**.

برنامج برات praat :

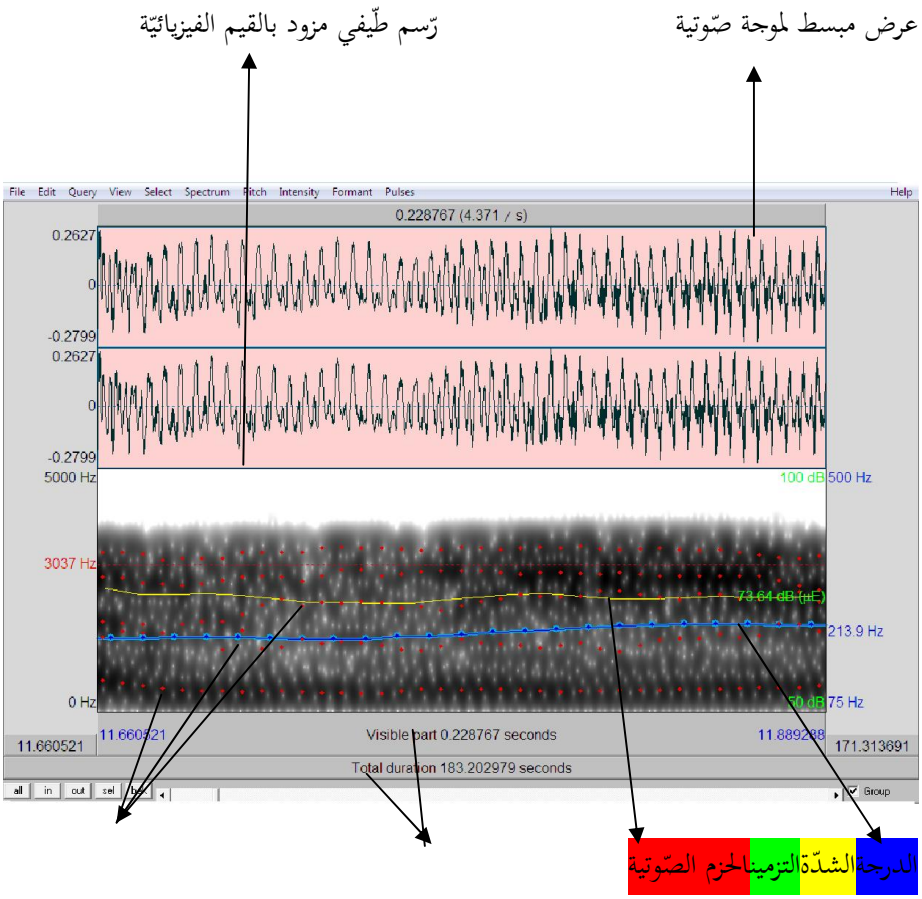
برات praat مصطلح هولندي ويعني **الكلام**، وهو برنامج صّوتي الكتروني لتحليل ومعالجة الموجات الصّوتية، كتبه ويشرف عليهكل من **دفيد وينك**(**David Weeninck**) و**بول بورسمة** (**Paul Boersma**)، من معهد علوم الصّوتيات من جامعة امستردام[52].

وهوبرنامج مجانييمكن تحميلهمن صفحة البرنامج على الإنترنت http://www.praat.org وهو مفتوح المصدر يمكن تشغيله على مجموعة من الأنظمة والإصدارات المختلفة مثل:(ليونكس، وماكينتوش، ووينـدوز)، وهو صغير الحجم وسهل الاستخدام[53].

يقرأ برنامج برات الصيغة الصّوتية على شّكل mp3أوmp4 أو يوتيوب، يتحول بالمصنع، أيّ مصنع الصيغ format face tory إلى الصيغة الصّوتية wav وهي الصيغة التي تستعمل في برنامج برات".

يتكون برنامج **برات** من نافذتين: نافذة قراءة الأيقونات **praat objects** ونافذة الرّسم البياني للصّوت **praat picture**[54]

يقوم بتسجيل الصّوت وتحليله والوقوف على كمياته الواصفة من شدّة ، درجة .....، عن طريق الرّسم الطّيفي**spectrum** للموجة الصّوتية.



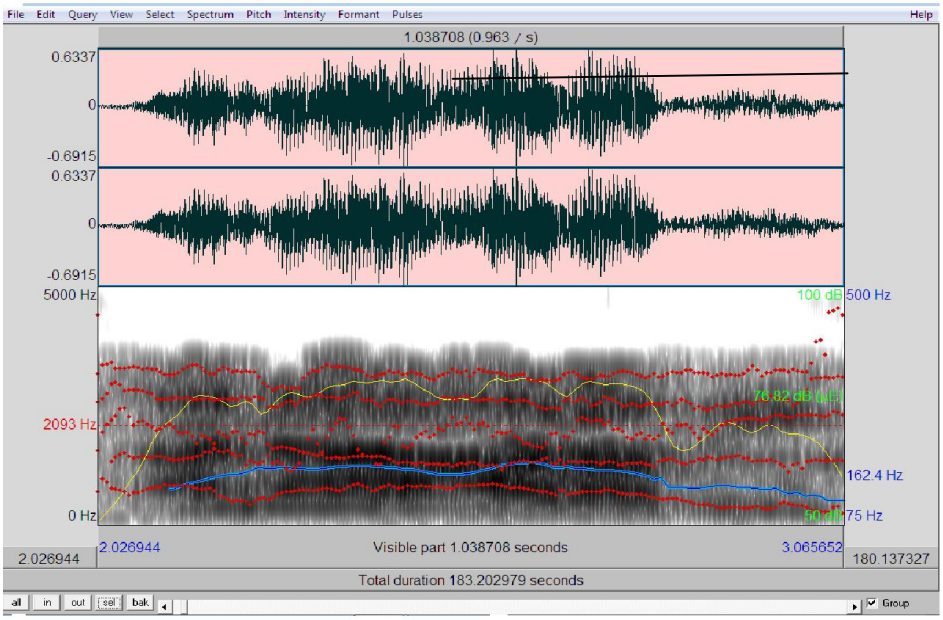
الشّكل الأوّل: رّسم طّيفي من برنامج برات يبين كيفية تحليل موجة صّوتية محملة بالخصائص الفيزيائيّة.

يمثّل المنحنى البياني الأصفر:(شدّة الصّوت)**Intensity**

يمثّل المنحنى البياني الأزرق:(درجة الصّوت)**Pitch**

يمثّل المنحنى البياني الأحمر (الحزم الصّوتية **Forman**).

الرّسم الطّيفي لعبارة "أنا عربي" الموجودة في مطلع قصيدة بطاقة هوية للشاعر محمود درويش.



الشّكل الثّاني.

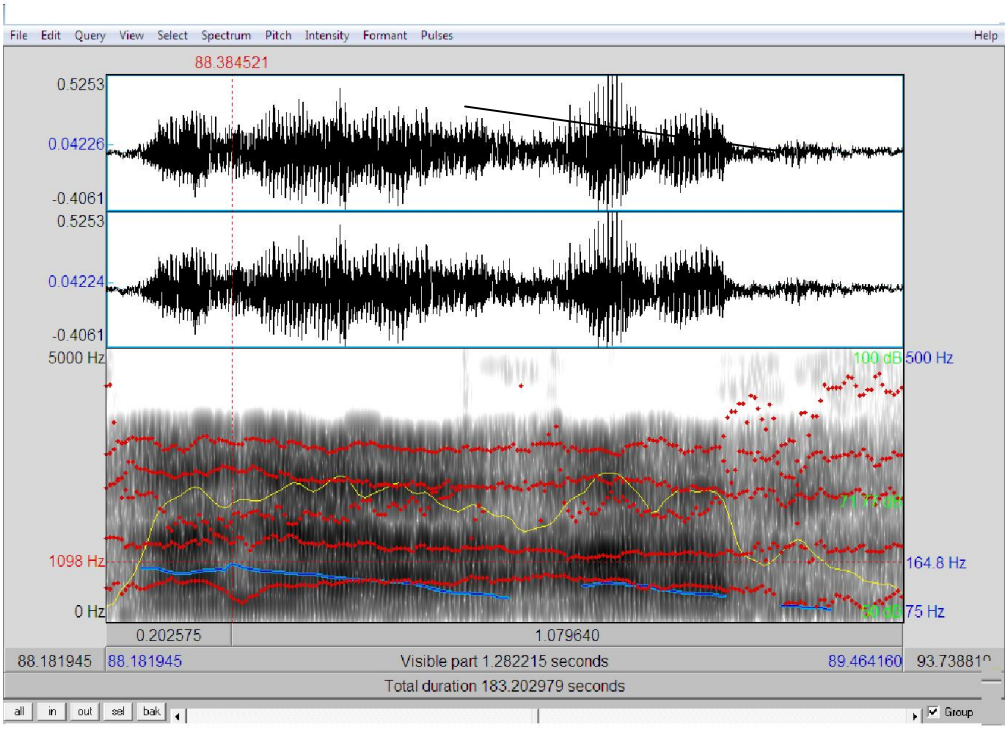
يبين الرّسم أعلاه كيفية عرض وتحليل الموجات الصّوتية لعبارة " أنا عربي".

. النّافذة الأوّلي تمثّل عرض مبسط للموجة الصّوتية، بينما تبيّن النّافذة الثّانية الرّسم الطّيفي لتلك الموجة، مزود بالخصائص المتعلقة بتلك العبارة من "شدّة . درجة . تزمين . حزم صّوتية".

جدول يبين الخصائص الفيزيائيّة لعبارة "أنا عربي"

F3	F2	F1	التزمين	الدرجة	الشدّة
1616,55HZ	1325,57HZ	695,34HZ	1,0S	185,3 HZ	80,60DB

الرّسم الطّيفي لعبارة "أنا عربي" في وسط القصيدة:

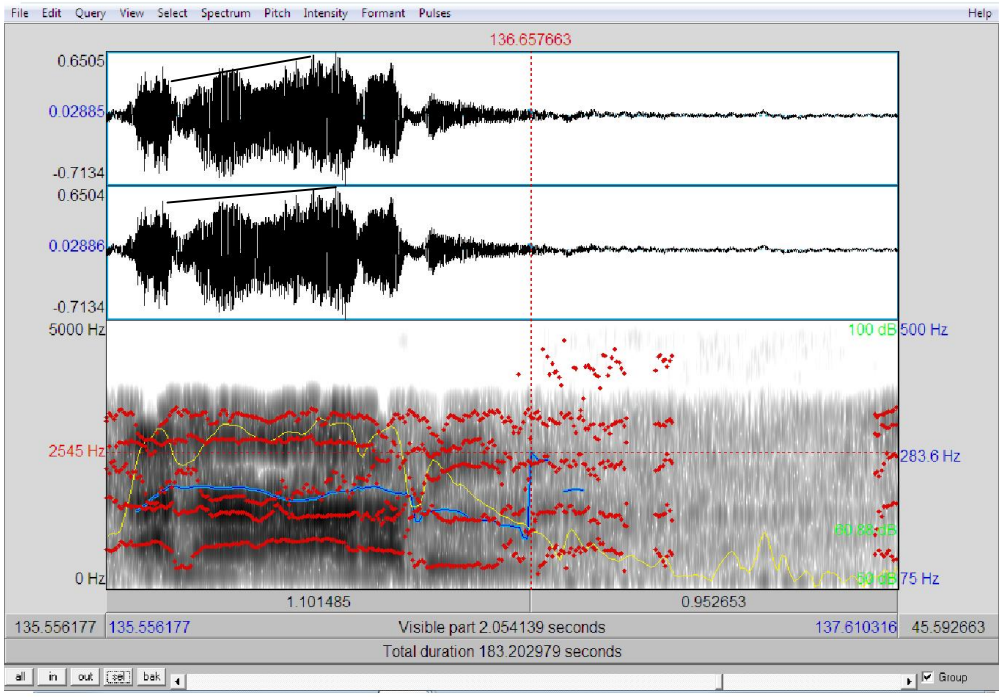


الشّكل الثّالث

جدول يبيّن الخصائص الفيزيائيّة لعبارة "أنا عربي"الواردة في وسط القصيدة:

F3	F2	F1	التزمين	الدرجة	الشدّة
1863,66HZ	1425,35HZ	443,10HZ	1,28S	164,8HZ	77,32DB

الرّسم الطّيفي لعبارة " أنا عربي " الواقعة في نهاية القصيدة.



الشّكل الرّابع

جدول يبيّن الخصائص الفيزيائيّة لعبارة "أنا عربي"

F1	التزمين	الدرجة	الشدّة
1055 ,75HZ	136,65S	283,59HZ	60 ,88DB

التّعقيب على التّمثيل الطّيفي الأوّل الثّاني والثّالث:

أوّلا: التوصيف الفيزيائيّ:

يتضح في الأشّكال السابقة الرّسم الطّيفي للعبارة التي كنا قد ذكرناها ."مع مراعاة أن النطق الصّوتي متواصل، لكن المدّة الزّمنية الّتي يستغرقها الجهاز محدودة، ومن ثمة لا نستطيع التسجيل الصّوتي للكلمات إلاّ بالقدر المسموح به زّمنيا"[55].

تمثّل الصور الطّيفية الثّلاثة (الشّكل 2، 3، 4)، تحليلا صّوتيا لنفس المقطع الشّعري " **أنا عربي** " من قصيدة بطاقة هوية للشّاعر محمود درويش .

يمثّل (الشّكل 2) صورة طّيفية لنغمة مستوية " ثّابتة " .

يمثّل (الشّكل 3) صورة طّيفية لنغمة هابطة.

يمثّل (الشّكل 4) صورة طّيفية لنغمة صاعدة.

نلاحظ من خلال الصور الطّيفية أنّ الصّوت أو المقطع الصّوتي المراد تحليله يحمل موجة صّوتية منتظمة والّتي تسمى النغمة* وذلك من خلال التردّدات التوافقيّة الثّانية والثّالثة.

تبيّن من خلال الرّسوم الطّيفية أنّ نفس المقطوعة الشعريّة " **أنا عربي (ص ع ، ص ع ، ص ع ، ص ع ، ص ع ص)** "، قد نطقت بتنغيمات مختلفة، تتراوح بين الارتفاع " الصعود " والانخفاض " الهبوط "، تجلى ذلك من خلال الفوارق الحاصلة بين درجات الصّوت أو تردّد نغمة الأساس في المقطع النغمي المتوسط الأخير (**ص ع ص**) من التركيب النغمي الصاعد، والمقطع النغمي الهابط، أما بالنسبة للتركيب النغمي المستوي جاءت مقاطعه النغمية ثّابتة، ويظهر ذلك من خلال المنحنى الأزّرق من الرّسوم الطّيفية، إذ نجد أن النغمة المستوية سجّلت 185,3 هرتز، نلاحظ أن قمم الموجات الصّوتية تتراوح بين الارتفاع والانخفاض وهي بذلك تمثل **تَرْنِيمًا**، وعليه ومن خلال قمم الموجات الصّوتية نستنتج أن الجملة نطقت في صيغة جملة إخباريّة .

. **التَّرْنِيمُ*** يكون عن طريق الوقفات المتساوية "هبوطا صعودا أو صعودا هبوطا".

أمّا الشّكل الثُّالث فهو يمثّل الرّسم الطّيفي لنفس العبارة لكن وردت بمستوى آخر، نلاحظ أن قّمم الموجات الصّوتية تبدأ من الأعلى إلى الأسفل إذ سجلت 164,8 **هرتز** وبالتالي فإنّ العبارة نطقت بتنغيم هابط دّلالة على إحباط ويأس الشاعر.

ونلاحظ أنّ الشّكل الأخير والّذي يمثّل الرّسم الطّيفي لنفس العبارة بأنّها نطقت بشّكل مغاير حيث سجلت هي الأخرى 283,59 **هرتز** بدرجة أعلي بكثير من درجات الجملتين السابقتين، نلاحظ أنّ قّمم الموجات الصّوتية تكون منخفضة ثم تبدأ بالارتفاع، وكذا شدّة ودرجة الصّوت الظّاهرة من خلال المنحنى الأصفر والأزرق في الصورة الطّيفيةوفي هذا الصدد نجد الدكتور سعد مصلوح يقول " النغمة صوت قابل للقياس " [56]

ثانيا: البعد الوظيفيّ:

تعكس الصور الطّيفية السابقة التفاوت الذبذبي المتجلي على نفس المقطع النغمي" **أنا عربي** (**ص ع ، ص ع ع ، ص ع ، ص ع ، ص ع ص**) "من قصيدة بطاقة هوية للشّاعر **محمود درويش**، الّتي كان قد نطقها في العديد من المرات بنغمات مختلفة تترنح بين الانخفاض والارتفاع، فنغمة تحمل الإخبار، ونغمة تحمل التهديد والسخرية، وأخرى تحمل الإحباط واليأس.

ولا شكّ أنّ هذه التردّدات المتباينة قد نجمت عن اتجاه المنحى النغمي الّذي ولده مجموعة الانفعالات والشحنات العاطفية الّتي تختلج في نفسية الشاعر، والّتي تتحكم هي الأخرى في علوّ الصّوت، وانخفاضه أناء الإلقاء الشعريّ.

يجسد الشاعر مأساوية الوضع الفلسطينيّ عبر مؤشرات تنغيمية، يتجلى ذلك من خلال الرّسوم الطّيفية من خطابه الشعريّ، حيث ألفينا عبارة **أنا عربي** الواقعة مدخل للقصيدة نطقت بنغمة مستوية إتباعا لقمم الموجات الصّوتية ودرجة الصّوت، تحمل نغمة إخبارية تقريرية يعرف فيها الشاعر بعروبته الأصيلة **سجل** ....**أنا عربي**، وإذا نظرنا لنفس المقطع النغمي الّذي جسده الشّكل الطّيفي الثّاني والّذي جاء في وسط القصيدة نطق بنكهة نغمية باردة دّلالة على يأس الشاعر وإحباطه من وضعه المأساويّ.

عند تتبعنا لنفس العبارة في الخطاب الشعريّ، ألفيناها قد نطقت مرة أخرى لكن بصوت مختلف وقد ظهرت من خلال الرّسم الطّيفي الأخير (الشّكل الرابع)، تباين ذلك من خلال درجة وشدّة الصّوت العالية، إذ يحمل المقطع النغمي الواقع في آخر القصيدة نوع من الحماسة والشجاعة، دّلالة على استرجاع الشاعر قوته وعدم استسلامه رغم مشاحنة العدو الصهيونيّ ولتوعية الشعب الفلسطينيّ، ومحاربة العدو بالكلمة القويّة.

تساوقا مع هذا الطرح، فإنّ رغم توافق الكثير من اللّغويين في تصنيفهم لأنماط التنغيم التركيبيّ داخل خطية اللّغة، إلا أنّ الدّراسة الطّيفية الّتي تعكس الواقع التلفظي، تثبت لنا أنماطا مغايرة للأنماط التنغيمية المعيارية، حيث ألفينا أنّ النغمة المستوية ثابتة في هيئتها تختلف عن النغمات الصاعدة والهابطة، مما نتج عنه تباين في **الوظيفة التعبيريّة** للمقطع النغمي نفسه، وهذا ما يتعسر إثباته في الخطاب المنطوق بعيدا عن السند **المختبري** الّذي نستطيع من خلاله الوقوف على التمظهرات الدقيقة للتغيير النغمي.[57]

نتائج البحث:

تمخضت عن هذه الدّراسة العلميّة مجموعة من النتائج حصرناها في نقاط وجعلناها خاتمة لهذه الورقة البحثية أهمها:

ـ الصّوت ظاهرة فيزيائيّة مدركة سّمعيا.

ـ التّحليل الطّيفي للصّوت يقوم على تحويل الصّوت المنطوق إلى صور مرئية.

ـ برنامج برات Praat يمكّننا من دّراسة الظّواهر الفوق تركيبة (كالنّبر، والتنغيم، والتفخيم والترقيق، والوقف..) ومعرفة خواصها الفيزيائيّة بطريقة علمية موضوعية.

ـ يمكن معرفة أنماط التنغيم من خلال قمم الموجات الصّوتية، ويمكن إثّباته من خّلال درجة الاهتزاز وكذا الشدّة، فالباحث يمكّنه الكشف عن التنغيم من خلال الرّسم الطّيفي بجهد أقل من النّص المكتوب.

ـ أثبتت الدّراسة الفيزيائيّة أنّ التنغيم يتعلق بمقطع من مقاطع البنية اّللغويّة سواء كانت جملة أو كلمة، حيث يتعلق بشّكل مباشر بالمقطع النغمي الأخير من البنية اّللغويّة في النغمة الصاعدة وكذا الهابطة، ويظهر ذلك من خلال علوّ وانخفاض المنحنى الأزرق من الرّسم الطّيفي .

ـ تؤدي التلونات الموسيقية وظيفة دّلاليّة إيقاعية داخل الخطاب المنطوق، وفقا لميكنيزمات العملية النطقية، وهيئة المتلفظ وحالته النفسية و السياق المحيط به.

ـ يتعلق التنغيم فسيولوجيا بمدى علوّ النغمة الحنجرية أي بتردّد ذبذبات الوترين الصوتيين، أمّا من الناحية الفيزيائيّة فيتعلق بالتردّد الأساس أيّ الدرجة التي تدرك بها الموجة.

هوامش:

[1] **.خلدون أبو الهيجاء**، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، اربد: عالم الكتب الحديث، الطبعة الأولى 2006م،ص 4.

[2] – **عبد الرحمن أيوب**، أصوات اللغة، مطبعة الكيلاني، القاهرة ، ط2، 1968، ص 96.

[3] – **بسام بركة**، علم الأصوات العام أصوات اللغة العربية، مركز النماء القومي بيروت " لبنان"، دط، دت ص 35.

[4] – **الفيزياء التخصصية**،الوحدة الخامسة الصوت، تخصص الاتصالات ، ص 128

[5] - **منصور بن محمد ألغامدي**، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة الرياض، الطبعة الأولى 1421هـ/2001م، ص 105

[6] - **أحمد مختار عمر**، دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتب القاهرة، 1997م/ 1418هـ، ص23

[7] - **سعد عبد العزيز مصلوح**، دراسة السمع والكلام " صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك "، عالم الكتب، 1420 هـ/ 2000م، ص 34

[8] - **إبراهيمي بوداود**،رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه موسومة بـ: فيزياء الصوت بين تقديرات القدامى و قياسات المحدثين، جامعة وهران، السنة 2011 /2012م ص 69

[9] -**احمد راغب احمد**،رسالة مقدمة لنيل شهادة ماجستير موسومة بـ: فونولوجيا القرآن، دراسة أحكام التجويد في ضوء علم الأصوات الحديث، جامعة عين الشمس القاهرة،د ت، ص 41

[10] - **أحمد مختار عمر**، دراسة الصّوت اللّغويّ، ص 23

[11] - **إبراهيمي بوداود**، فيزياء الصوت بين تقديرات القدامى و قياسات المحدثين ، ص74

[12] - **سليمان حسن العاني**، التشكيل الصوتي في اللغة العربية فونولوجيا العربية، ترجمة، د ياسر الملاح، مراجعة، محمد محمود الغالي، النادي الأدبي الثقافي جدة (السعودية) ، الطبعة الأولى 1403هـ / 1983م ، ص 141

[13] - **إبراهيمي بوداود**، فيزياء الصوت بين تقديرات القدامى و قياسات المحدثين، ص 74

[14] – **كمال بشر** ، علم الأصوات، دار الغريب للطباعة والنشر والتوزيع " القاهرة "، سنة 2000 م، ص 119.

[15] – **تأليف خرما**، أضواء على الدراسات اللغوية المعاصرة، دار المعرفة، دط ، 1978م، ص206.

[16] – **ابراهيمي بوداود**، فنونولوجيا التنغيم والنبر في بنية المنطوق العربي، مجلة اشكلات في اللغة والأدب، المركز الجامعي تمنغست – الجزائر، مجلد 8، عدد 5، سنة 2019، ص 209.

[17] – **ابن منظور**، لسان العرب، مادة "نغم"، دار صادر، جزء 12، طبعة 03 سنة 1994، ص590

[18] – **عبد العزيز الصيغ**،الصّوتي في الدّراسة العربية، دار الفكر"دمشق" سورية، الطبعة الأولى 2000، الإعادة الأوّلى سنة 1427هـ /2007م، ص264.

[19] – **إبراهيم أنيس**، الأصوات اللغوية، ملتزم النشر مكتبة نهضة مصر، مطبعة مصر، ص 103.

[20]. **ماريو باي**، أسس علم اللغة، ترجمة وتعليق، احمد مختار عمر، عالم الكتب القاهرة، الطبعة الأولى 1419هـ / 1998م ، ص 93.

[21]. **تمام حسان**، اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، الدر البيضاء (المغرب)، الطبعة 1994م، نص 226

[22]. **محمود السعران**،علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، دار النهضة العربية للطباعة والنشر (بيروت)، ص192.

[23]. **حازم علي كمال الدين**،دراسة في علم الأصوات، الناشر مكتبة الآداب الشرق الأوسط (القاهرة) الطبعة الأولى 1420هـ/ 1999م، ص 102.

[24]. **محمد علي خولي**، معجم علم الأصوات، مطابع الفرزدق التجارية، الطبعة الأولى 1424هـ/1982م، ص 47

[25]– **كمال بشر**، الأصوات اللغوية، ص 534.

[26]. **عبد العزيز أحمد علام**، علم الصوتيات، ص 320.

18-**كمال بشر**، علم الأصوات، ص 535.

[28] -نفس المرجع، ص 536.

[29] -**عبد الفتاح عبد العليم البركاوي**، مقدمة في أصوات العربية، النشر والطباعة (القاهرة)، الطبعة الثالثة 1424هـ / 2004م،ص 197.

[30] -**عبد العزيز أحمد علام**، علم الصوتيات، ص 320

[31] - **كمال بشر**، علم الأصوات، ص 537.

[32] - **عبد الفتاح عبد العليم البركاوي**، مقدمة في أصوات العربية، النشر والطباعة (القاهرة)، الطبعة الثالثة 1424هـ / 2004م،ص 197.

[33] - **عبد العزيز أحمد علام**، علم الصوتيات، ص 320.

[34] -**تمام حسان**،اللغة العربية معناها ومبناها، ص 230.

[35] - **عبد الفتاح عبد العليم البركاوي**، مقدمة في أصوات العربية، ص 197

[36] - **عبد العزيز أحمد علام**، علم الصوتيات، ص320.

[37] -**عبد الفتاح عبد العليم البركاوي**، مقدمة في أصوات العربية، ص 198

[38] - **عبد العزيز أحمد علام**، علم الصوتيات، ص 320

[39] - **كمال بشر**، علم الأصوات، ص 541.

[40] - نفس المرجع، ص 542.

[41] - **تمام حسان**، اللغة العربية معناها ومبناها، ص 276.

[42] - **كمال بشر**، علم الأصوات، ص 541.

[43] - **عبد العزيز احمد علام**، علم الصوتيات، ص 323.

[44] -**كمال بشر**، علم الأصوات، ص 544.

[45] - نفس المرجع، ص 533.

[46] - نفس المرجع، ص 540.

[47] - **عصام نور الدين**، علم وظائف الأصوات اللغوية "الفونولوجيا"، دار الفكر اللبناني (بيروت)،الطبعة الأولى 1992م، ص 121.

[48] – نفس المرجع، ص 121

[49] – بتصرف: نفس المرجع، ص 119.

[50] – **عبد العزيز احمد علام**، علم الصوتيات،ص 322.

[51] – **ماريو باي**،أسس علم اللغة، ترجمة وتعليق احمد مختار عمر، ص 92.

[52] – **كبير بن عيسى**، دليل مستعمل برات، كراسات مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية،الجزائر، العدد التاسع، 2019، ص 5.

[53] – طريقة عمل برنامج برات وتحليل القصائد صوتيا ومخبريا، شرح المهندس، فؤاد كاظم طاهر، إشراف الدكتور إبراهيم صبر الراضي، إعداد الطالبة، زهراء جاسم محمد، المخبر الصوتي، جامعة ذي قار، ص2.

[54] – نفس المرجع،ص3

[55]. **مراد عبد الرحمان مبروك**، من الصوت إلى النص، دار الوفاء الدنيا لطباعة والنشر، الإسكندرية(مصر)، الطبعة الأولى 2002، ص 144

* **نغمة**: تردد نغمة الأساسوهي الدرجة التي تدرك بها الموجة الصّوتية، وتسمى من الناحية الاكوستيكية النغمة التوافقية الأوّلى، وقد تتبعها نغمات توافقية وهي مضعفات للتردّد الأساس، وتسمى بالنغمات التوافقية أو الثانوية. ينظر ارنست بولجرام، ترجمة سعد عبد العزيز مصلوح، مدخل إلى علم التصوير الطيفي.

***التّرنيم**:يكون عن طريق الوقفات المتساوية "هبوطا صعودا أو صعودا هبوطا".

56 . **بيتر ليدفوند**، ترجمة الدكتور جلال شمس الدين، مراجعة الدكتور مصلوح، مبادئ في علم الأصوات الفيزيائي، سنة 1992 ص 78.

[57] - **ابراهيمي بوداود**، فنونولوجيا التنغيم والنبر في بنية المنطوق العربي، مجلة اشكالات في اللغة والأدب، المركز الجامعي تمنغست – الجزائر، مجلد 8، عدد 5، سنة 2019، ص 214