القسم الرابع

الصوتيميات الطيفية

الفصل الثامن عشر

حزم الرنين

تَظْهر حزم الترددات في الرسوم الطيفية ذات النطاق الواسع *broad band spectrograms* على هيئة ما يسمى حزم الرنين *resonance bands* أو قضبان الرنين *resonance bars*. وسأشرح الآن: لماذا وكيف تظهر على هذه الهيئة الخاصة.

وصفت بالتفصيل ما الذي يمكن أن تصنعه المرشحات ذات العرض المتنوع والكيفية التي تنجز بها هذا الصنيع. وهناك جانب مهم من جوانب طريقة العمل يتمثل في أن علينا ألا نكتفي عند اختيار المرشحات بتحديد نطاق معين لتمرير الترددات يقاس عرضه بالذبذبات. إن علينا أيضاً أن ننظر إلى نطاق تمرير القوة الذي تتحدد به درجة حساسية الجهاز لاستقبال القوة (قارن الخط x أو الخط y في الشكل ٢٦). ولهذا قد نستخدم في التصوير الطيفي للأصوات - وهي في هذه الحالة التي نناقشها: «الصوائت» تحديداً - نوعاً من المرشحات يعمل على درجة من الحساسية بحيث يقتصر الجهاز في تدوينه لاتساعات الذبذبات - مثلاً - على الاتساعات العالية نسبيّاً، وهي التي تتميز بها نتوءات الحِزَم، بينما تَحُول درجة الحساسية المختارة بين الجهاز وبين تدوين الاتساعات الأقل. وعلى ذلك فإنني إذا اخترت مرشحاً عرضه ١٨ ذ/ث يمكنه التقاط كل الترددات الموجودة في جولات القلم بفاصل قدرة ١٨ ذ/ث - حينئذ يمكنني في الوقت نفسه أن أمنع التشويش الناتج عن تدوين الترددات التي لا يتمتع كثير منها بأي قيمة لغوية. ويتم هذا المنع بضبط حساسية القوة في المطياف بحيث يبقى منيعاً ضد جميع الترددات باستثناء

أعلى ثلاثة أو خمسة من نتوءات الاتساع، وهي التي يمثلها الخط n في الشكل (٢٦). وأستطيع - على سبيل المثال - الحصول على رسم طيفي يظهر كل ذرى القوة التي توازي النغمات التوافقية. وسينتج عن مثل هذا التحليل رسم طيفي يبدو فيه عدد من الخطوط المموَّجة، الواحد منها فوق الآخر. ويمثل كل منها خط الكفاف *contour* لتردد نغمة واحدة من النغمات التوافقية. أما المسافة الفاصلة بين النغمات فتنسجم - بطبيعة الحال - مع تردد نغمة الأساس نفسها.

وبالنظر إلى أن النغمات التوافقية لا تتساوى جميعها في القوة = وبالنظر إلى أن ذرى القوة في أي موجة مضمحلة تتنوع ارتفاعاً أو انخفاضاً تبعاً لتوزيع اتساع الذبذبات في الترددات الثانوية الخاصة بكل نغمة توافقية - لذلك يتنوع الجهد الكهربي المنقول إلى القلم، وكذلك ستتنوع من ثَمَّ درجة سواد التدوين. وحين نضبط الجهاز على نظام ١٨ ذ/ث - ١٨ ذ/ث الذي سبقت مناقشته [يعني بأن يكون عرض المرشح ١٨ ذ/ث وأن يكون الفاصل بين كل جولة من الجولات التحليلية ١٨ ذ/ث] أقول: حين نضبط الجهاز على هذا النحو فإنه يقوم بتجميع كل تردد وتمريره من خلال المرشح مرة واحدة فقط، ولذلك ستكون كل العلامات التي يخلفها القلم ذات سمك تدويني واحد، ولن تبدو الإشارات إلى كمية القوة الموجودة إلا على هيئة درجات مختلفة من السواد في نقط أو خطوط متساوية في العرض. وواضح أن مثل هذا التصوير لاتساع الذبذبات والقوة التي تشتمل عليها الذبذبات لن يكون فقط غير قابل للقياس الكمي على الرسم الطيفي كما قد نتوقع، بل إن درجات السواد أيضاً ستدرك بصعوبة شديدة لظهورها في نقط أو خطوط رفيعة كتلك التي يرسمها القلم.

ولقد رأينا - فيما سبق - أن هناك وسيلة يمكن عن طريقها مضاعفة تدوين كل تردد يصل إلى القلم: لقد قمنا بذلك حين استخدمنا مرشحات

أعرض من المسافة التي تفصل بين الجولات التحليلية للقلم. ويمكن - على سبيل المثال - باستخدام المرشح ٥٠ ذ/ث أن يدون كل تردد مرتين أو ثلاثاً . وإذا نحن حللنا صوتاً باستخدام نظام ٥٠ ذ/ث - ١٨ ذ/ث [وفيه يكون عرض المرشح ٥٠ ذ/ث والفاصل بين جولات القلم ١٨ ذ/ث]، وضبطنا حساسية تمرير القوة بالطريقة السابقة بحيث تسمح بالتدوين لكل النغمات التوافقية فسنحصل مرة أخرى على مجموعة من الخطوط المتموجة على الرسم الطيفي تمثل النغمات التوافقية ولكن كل تدوين هنا سيكون ناشئاً عن مثيرين أو ثلاثة يفصل بينها ٠١, بوصة، وستظهر هذه المثيرات - كما سبق أن ذكرت- على هيئة نقط أو خطوط مضاعفة أو ثلاثية من حيث السمك. وبمثل هذه الزيادة في أبعاد التدوين سيكون التمييز بالنظر بين الدرجات المتنوعة للسواد أيسر أيضاً، وسيكون ممكناً كذلك - بقدر أكبر من اليقين - أن نحدد القوى الأساسية بين التوافقيات، أي أن نحدد من خلال الطيف المناطق التي تنقل فيها القوة بشكل أكثر فعالية، أعني أن نحدد الجزئيات التي تسهم أكبر إسهام في تمييز نوع الصوت في لحظة معينة؛ تلك الجزئيات التي سميناها الحزم المميزة.

وحين نضع رسماً طيفياً للصوائت الإنجليزية كما سجلت في القائمة «١» بالنطاق الضيق *narrow band* ٥٠ ذ/ث سنحصل على صور تشبه الرسم العلوي في الشكل (١٩)، وستظهر النغمات - أو على الأقل ستظهر جميع التوافقيات التي تحظى بدرجة من القوة تكفي لمرورها خلال المرشح - على هيئة خطوط أفقية، إذا تمتع الصائت لفترة قصيرة بالثبات كنغمة الشيللو في الشكل (١٩).

وصحيح أن هذا النوع من الرسوم الطيفية التي ينجزها المرشح ذو النطاق الضيق لها أهميتها في تصوير الخط البياني للدرجة في كل تردد من الترددات الداخلة في تكوين الصوت، بشرط أن يكون هذا التردد ذا قوة كافية

للمرور من خلال المرشح، وأن يكون قادراً على تنشيط القلم. غير أنه على الرغم من أهميته تلك ليس مؤهلاً لأن يعطينا معلومات جيدة عن الكميات التي تعد كميات نمطية [مميزة لكل صائت من الصوائت الأخرى]، أي الكميات التي تختلف اختلافاً نمطيّاً في كل صوتيم من صوتيمات الصوائت، ونعني بها الحزم المميزة. والحق أن الحزم المميزة وحدها هي الرغيبة التي نود أن نراها؛ إذ إن التعديلات التي تجري في تجاويف ما فوق الحنجرة للنغمة الحنجرية المعقدة والمكونة من توافقيات كثيرة لا تُبْرز إلا قليلاً من هذه التوافقيات، وذلك بفضل الرنين والتقوية. إن هذه التوافقيات القليلة التي يتم اختيارها وتقويتها وإكسابها صفة الرنين هي التي تعطى للصوت اللغوي نوعه النمطي، ولذلك تسمى الحزم المميزة. وهذه الحزم فقط هي ما يحتاج المرء لعزله وتصويره إذا كان هدفه هو الحصول على نوع من التصوير يحاول به إيجاد صورة متميزة للأصوات المتمايزة.

ونستطيع - بطبيعة الحال - أن نهيئ عملية تمرير القوة في الجهاز بطريقة لا يسمح فيها بالتدوين إلا للترددات ذات الاتساع الكافي لإسباغ تسمية «الحزم الترددية المميزة» عليها. غير أن هذا - كما يمكن أن يرى المرء بسهولة - سيقودنا إلى رسوم طيفية شحيحة بالعطاء إلى حد ما حتى إذا أجريت بالمرشح ٥٠ ذ/ث فضلاً عن إجرائها بالمرشح ١٨ ذ/ث، وسيكون صعباً أن نستدل من هذه الرسوم الطيفية على الشخصية المميزة للصوتيمات، وواضح أن حل هذه المشكلة يكمن في استخدام مرشح أعرض من ذلك.

إذا استخدمنا مرشحاً عرضه ٣٠٠ ذ/ث فإن ظاهرة مضاعفة التدوين سيكون لها الفضل في إظهار كل تردد يبينه الرسم الطيفي على هيئة خط عمودي (يرتفع ٠١ر بوصة بقدر ما يوجد من تدوينات) حين تكون إثارة القلم لحظية، كما ستظهر هذه التدوينات على هيئة نطاق يمتد أفقيّاً بنفس العرض الرأسي حين تستغرق الإثارة وقتاً. أما حين تكون ثمة عدة ترددات تتوالى

واحداً إثر الآخر في طريقة انزلاقية متصلة فستكون النتيجة نطاقاً متموجاً من السواد.

ولقد ذكرت في خواتيم الفصل الرابع عشر أن الرسم الطيفي بالمرشح ٣٠٠ ذ/ث يكابد خطورة إنتاج مجالات كبيرة متداخلة من اللونين الأسود أو الرمادي. واتضح لنا في الفصل الخامس عشر كيف يمكن بضبط حساسية الجهاز لتمرير القوة ضبطاً صحيحاً أن نمنع ذلك. ولذلك ينبغي حين نستخدم المرشح ٣٠٠ ذ/ث أن نستيقن من أن بداية حساسية القوة في الجهاز تعمل على ارتفاع كاف حتى لا نسمح لكل اتساعات الذبذبات *amplitudes* بأن تثير القلم، وحتى لا تبقى إلا الاتساعات العليا فقط. ولأننا حقاً نود في الرسم الطيفي لأي صائت أن نرى على وجه الدقة ذلك الشيء الذي يجعلها مختلفة عن غيرها من الصوائت الموجودة في اللغة = ولأن الفرق بين الصوائت من حيث نوعها يكمن أكوستيكياً في إسهام الأجزاء التي يصل فيها اتساع الذبذبات إلى أقصى قوتها، وهو ما يظهر في التصوير الطيفي على هيئة حزم مميزة - لذلك كله كان الرسم الطيفي الذي يظهر بشكل أساسي هذه الحزم هو الذي يقدم صورة مرئية متميزة ودالة وصحيحة من الناحية اللسانية، شريطة أن يُظهِر الرسم هذه الحزم بصورة واضحة وتامة، وهو ما يفعله الرسم باستخدام المرشح ذي النطاق الواسع وليس بالمرشح ذي النطاق الضيق.

ويمكن أن يظل الرسم الطيفي بالمرشح الواسع الذي يدون أكثر من الحزم الثلاث F_1, F_2, F_3 وهي التي تهمنا - أساساً مقبولاً تماماً مادام غير مزدحم ازدحاماً حقيقياً بالترددات. والآن يستطيع الناظر أن يتبين في يسر الدرجات المختلفة من اللونين الأسود والرمادي التي تنتظم في نطاقات عريضة، وذلك بفضل مضاعفة التدوين بالنسبة لعدد كبير من الترددات المفردة، ونتيجة لتمرير عدة ترددات مع تدوينها في زمن واحد. وحينئذ تمثل النطاقات الأكثر سواداً واتساعاً على الدوام الحزم المميزة الرئيسة، أي مناطق تركز الترددات؛ حيث يقوم المرشّح بتمرير أكبر عدد من الترددات، ويقوم

القلم في الوقت نفسه بتدوينها مع أكبر عدد من التدوينات المضاعفة المتوالية. غير أننا في استطاعتنا أن نهمل التدوين الخاص بالدرجة الحنجرية؛ إذ إنه:

أولاً: غير ذي أهمية لغوية.

وثانياً: لأن هذا التدوين الذي يرسمه القلم للدرجة - كما ذكرت من قبل- ليس من المتوقع أن يقدم في ترددات المنخفضة الخط البياني الحقيقي للدرجة؛ ولذا كان من الأفضل بالنسبة لمن يريد معرفة الخط البياني للدرجة أن يستطلعه على مستوى التوافقيات العليا.

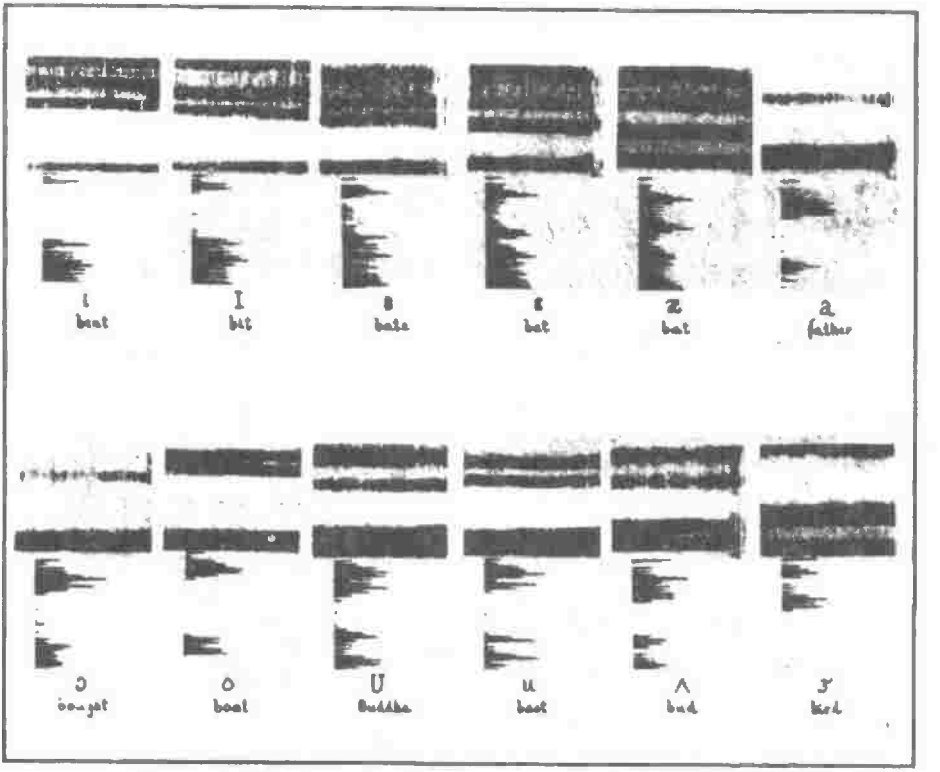
ويقوم عرض الحزم وموقعها المطلق بدور ضئيل في تمييز نوع الصائت، ولكنه ذو صلة بنموذج الترددات التي تكون الحزم؛ أي أنه ذو صلة بالنطق. ونقول بتعبير آخر إن المستويات المطلقة التي توجد عندها الحزم تحددها درجة نغمة الأساس، كما أن عرض الحزم تحدده الخواص الفردية للنطق. أما الخواص التي ترتبط بنوع الصائت فتتمثل في الموقع النسبي للحزم وتوزيعها.

والصور الموجودة في النصف العلوي من الشكل (٢٨) هي رسوم طيفية بالمرشح ٣٠٠ ذ/ث أو المرشح ذي النطاق الواسع للصوائت المسجلة في القائمة «١». لاحظ أننا فقدنا حل الموجة المركبة إلى نغماتها التوافقية، ولكننا ربحنا عرضاً أكثر إفادة وأيسر رؤية للحزم المميزة المهمة من خلال النطاقات ذات اللون الأسود. وتسمى هذه الحزم - بوصفها خاصية من خواص الرسم الطيفي - **بنطاقات الرنين** *(resonance) band* أو **فواصل الرنين** *(resonance) bars* وترجع هذه التسمية إلى أنها تمثل أنواع الرنين التي تحدثها بعض مكونات النغمة الحنجرية في التجاويف الواقعة فوق الحنجرة.

وينبغي أن نذكر أن المطياف المسؤول عن الرسوم الطيفية التي نعرضها هنا مزود بالقدرة على تضخيم الترددات؛ حيث يعمد إلى الترددات العالية - التي هي ضعيفة في الكلام بوجه عام - فيسبغ عليها صفة التضخيم، وهذا

يعني أن اتساعات الترددات الخاصة بالحزم المميزة العليا قد ضخمت بأكثر من حجمها الطبيعي. لكنه بالنظر إلى أننا لا نبحث في مثل هذه الرسوم الطيفية إلا عن الموقع النسبي للحزم - وليس عن قوتها وموقعها المطلقين - لذلك لن يشتمل تضخيم الترددات على تشويش ذي بال (يلاحظ أن بالإمكان أيضاً ضبط الرسم الطيفي بحيث يخفض الترددات إذا كان هذا ضرورياً أو موغوباً فيه).

أما الصور الموجودة في الصف السفلي من الشكل (٢٨) فهي صور طيفية أو قسائم لاتساع النبذبات *amplitude sections*، وهي التي تبدو في الشكل (١٩). ونظراً لأن الصوائت أو أجزاء الصوائت التي صورت طيفيّاً ثابتة

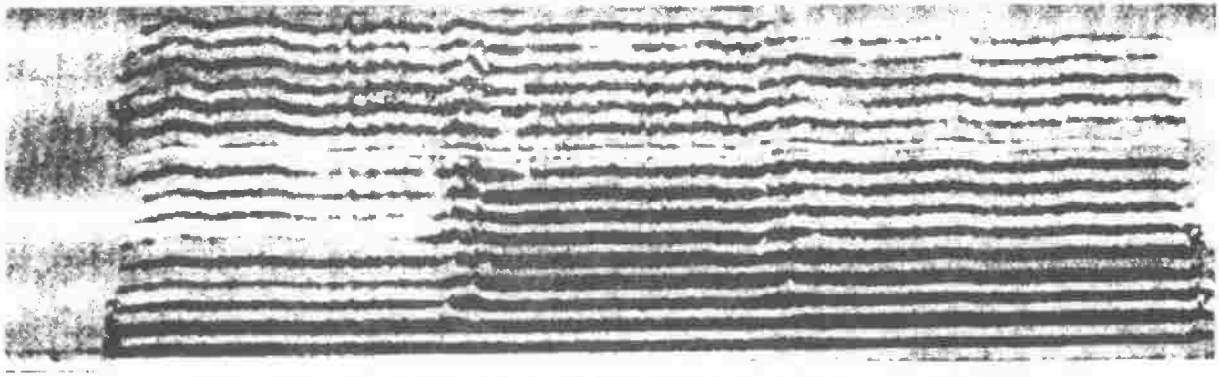


شكل ٢٨ . رسوم طيفية وتقاسيم لاتساع النبذبة في الصوائت الإنجليزية

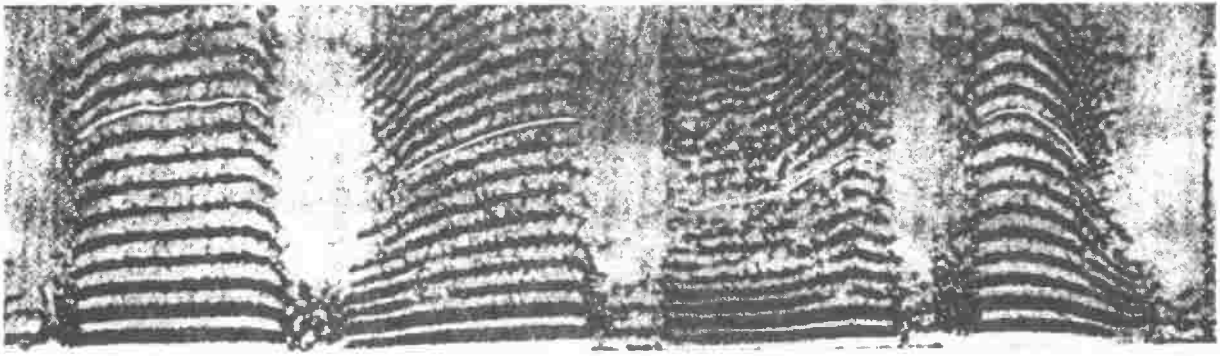
في هذا الشكل وغير متغيرة طوال المدة القصيرة التي استغرقها النطق وأظهرها الرسم؛ وأن هذه الصوائت أو أجزاءها تبدي لنا نطاقات من الرنين أفقية ومتوازية تنشأ عن النطق ذي المستوى الثابت - لذلك كله فإن أي صورة تلتقط للتكوين الطيفي في أي نقطة هي صورة صادقة وكاملة لتكوين الصائت؛ من حيث علاقة التردد بالقوة (قارن ما قلته عن التكوين الطيفي الأول في الشكل (١١). ومن مثل هذه القسائم التي نقتطعها لاتساع الذبذبات يمكننا أن نحدد على الرسم الطيفي بمزيد من الدقة والسهولة ظروف اتساع هذه الذبذبات؛ أي ظروف النبر الذي يَسُود العينة على نحو يفوق اعتمادنا في ذلك، على درجة سواد العلامات [١].

وتعرُّف المشاهد إلى الرسم على نطاقات الرنين في رسم طيفي بالمرشح ليس عملاً بالغ الصعوبة. وإذا نظرت مرة أخرى إلى الشكل (٢١) الذي أعد ليشرح - باستخدام رسم طيفي بالنطاق الضيق - النغمات التوافقية للحن ينزلق من تردد إلى آخر = فستلاحظ أيضاً مناطق معينة ذات درجة أكثر سواداً، وتسير من الشمال إلى اليمين خلال الرسم الطيفي كله. وتمثل هذه المناطق الحزم المميزة للصائت [i] الذي نطق به المغني خلال الخط اللحني كله. أما إنتاج الشكل (٢٩) فقد تطلب من المغني أن ينطق بسلسلة الصوائت [i - a - u] بدرجة مستطيلة مستوية، بدلاً من استمرار النطق بصائت واحد بدرجات مختلفة. ولذلك يظهر تحليل النغمات التوافقية على هيئة خطوط متوازية (وقد رسمت النغمة التوافقية العاشرة باللون الأبيض. وقارن نغمة التشيللو المستطيلة في الشكل ١٩). أما الآن فإن الأجزاء الثلاثة من الرسم الطيفي التي تمثل على الترتيب [i - a - u] تُبدي ثلاثة تشكيلات من مناطق ذات درجة أكثر سواداً تقابل الحزم المميزة في الصوائت الثلاثة.

ويوضح الشكل (٣٠) النطق بالصائت [i] أربع مرات يتميز بعضها من بعض باختلاف التنغيم. ونماذج التنغيم الأربعة التي استخدمت هنا هي النماذج الأربعة



شكل ٢٩ . رسوم بالنطاق الضيق للأصوات [u - a - i] مغناة بدرجة صوتية مستطيلة



شكل ٣٠ . رسوم طيفية بالنطاق الضيق للصائت [i]
منطوقة بأربعة أنماط تنغيمية (نغمات اللغة الصينية المشتركة)

في اللغة الصينية المشتركة *mandarin chinese*[٢] وهي: النغمة المستوية، والصاعدة، والصاعدة - الهابطة، والهابطة. بهذا التنغيم يكتسب الصائت [i] أربعة معان متميزة هي «يشفى» و«يشك» و «كرسي» و «سهل». وكما علينا أن نتوقع - ستظل حزم الصائت [i] كما هي خلال الكلمات الأربع؛ فهي غير قابلة للتمييز، على حين تكون النغمات التوافقية تابعة للتنغيم؛ أي للنغمات الأربع في اللغة الصينية المشتركة (وقد رسمت النغمة التوافقية العاشرة أيضاً بالأبيض).

ولذلك فعلى الرغم من أن الرسم الطيفي بالمرشح الضيق يمكن أن يمدنا بدلالة ما عن موقع الحزم؛ من الواضح مع ذلك أنه إذا كان غرضنا الأساسي هو إظهار نطاقات الرنين لكي نميز بمزيد من وضوح الرؤية النماذج النمطية لقضبان الرنين، أي لنميز أصوات الكلام وليس تنوعات الدرجة، حينئذ سيؤدي لنا استعمال مرشح ذي نطاق عريض (واسع) خدمة أفضل.

وبالإضافة إلى الوسيلة التي تستخدم في المطياف - عند الضرورة أو حسب الرغبة - لتنظيم حساسية الجهاز للقوة؛ بحيث تَستخلص من القوى ما يزيد على الحد الأدنى الذي يختاره القائم بالتجربة لكي يدونه القلم - من الممكن أيضاً تضخيم العلو في عينة الكلام المسجلة على الشريط أو إنقاصه قبل إدخالها إلى الجزء الخاص بالتحليل في الجهاز، حتى إنه ليمكن تقوية أي تسجيل منخفض القدرة على الإسماع أو تعديل التسجيل ذي الصوت المرتفع. وبالموازنة بين هذين النوعين من ضبط القوة: النوع الموجود بالجهاز نفسه، والنوع الآخر الخاص بالتسجيل المراد تحليله - يستطيع القائم بالتجربة من خلال المحاولة والخطأ أو بواسطة الحسابات الرياضية أن يصل إلى إنتاج رسم طيفي يشتمل بكل دقة على التقابلات المطلوبة، وعلى درجات السواد التي تصور بطريقة أفضل المكونات المهمة في الصوت موضوع التجربة. والحقيقة أن الجهاز الذي يمكن الحصول عليه تجارياً جيد التدريج، حتى ليمكن الحصول على نتائج مقبولة بوجه عام حين تتحرك إبرة مؤشر الصوت

حول «الصفر». ويبدو أن أفضل ضبط لعلمية الترشيح تتحقق به أهدافنا من تحليل الكلام كما تتحقق الرغبة في التوصل إلى أقدر الصور على بيان التمايز على المستوى الصوتولوجي - هو ذلك التنظيم المستخدم في إنتاج الشكل «٢٨»؛ وذلك لأنه يُنتِج على نحو أفضل أهمَّ خصائص الأصوات اللغوية التي تتدرج في عداد الصوتيمات عامة أو في الصوائت على أقل تقدير. (وانظر مناقشة ما يتصل بالصوتيمات التي ليست بصوائت فيما يأتي من فصول).

ويحصل لنا من المناقشات السابقة أن الطرق المتعددة للتصوير الطيفي تقوم بإنجاز مهمات محددة في تصوير الكلام:

١ - فالرسم الطيفي بالنطاق الواسع يبرز الحزم المميزة، أي النماذج النمطية للقوة خلال الترددات الموجودة خلال مسار نطق ما.

٢ - والرسم الطيفي بالنطاق الضيق يبرز النغمات التوافقية، أي النموذج اللحني التنغيمي لنطق ما.

٣ - وقسائم اتساع الذبذبة *amplitude sections* تبرز التكوين الطيفي؛ أي القوة أو كمية النبر الموجودة في الترددات المكونة لصوت ما في لحظة معينة.

ونقول بعبارة أخرى: إن الأول يوضح ما يوجد من صوتيمات في نطق ما، والثاني يبرز التنغيم، والثالث يشير إلى نموذج النبر. ومن الطبيعي أن كل هذه الجوانب الثلاثة يمكن اختبارها لا منفصلاً بعضها عن بعض فحسب، بل كذلك في طريقة تجميعية، أو بالانتقال من بعضها إلى بعض، أو بطريق المجاورة (قارن الأشكال ١٩، ٢٨، ٣١).

والأصوات الأخرى غير أصوات الكلام مثل النغمات الموسيقية وغناء الطيور وزمجرة المحركات ودقات المطارق وكل الأصوات التي تحيط بنا تتطلب نوعاً آخر من التحليل بالصورة الطيفية باستخدام مرشحات مختلفة وحدود مختلفة لتمرير القوة. وتتطلب غالباً تدوينات تتجاوز ٣٦٠٠ ذ/ث.

وأفضل ضبط للجهاز بالنسبة لكل مهمة من خصائص الصوت ينبغي أن يحدد بالتجربة، فهي التي ستظهر ما يُعدّ أعظم الخواص النمطية للصوت، وما نحتاج إلى تصويره مؤثرين إياه على غيره من الخواص. والحق أن وصف الصوت وصفاً كاملاً باستخدام التصوير الطيفي - بما في ذلك الصوتيمات - يتطلب عدة أنواع من الرسوم الطيفية ينظر إليها معاً، لأن كل رسم من هذه الرسوم الطيفية قابل لأن يزودنا ببعض المعلومات لا بجميعها عن الصوت الذي هو موضوع تحت الاختبار. ومن فضول القول إذن أن نقول: إن فائدة المطياف لا يستنفدها البحث اللساني، كما لا يستنفدها بالتأكيد ما يمدنا به هذا الجهاز من رسوم طيفية للكلام اكتسبت بسبب خصائصها المرئية المتميزة والممتازة اسم «الكلام المرئي».

* * *

الفصل التاسع عشر

الصوتيمات الطيفية (الصوائت)

ذكرت من قبل أن الأصوات ذات الخصائص الأكوستيكية التي لا تكون متطابقة بل تقتصر العلاقة بينها على المشابهة - تقوم كل لغة بتصنيفها لغوياً على أنها فئات من الأصوات المتطابقة. (وقد يعترض بعض اللسانين على اشتراط ضرورة توافر الشبه الأكوستيكي، أو الفوناتيكي. ولكني شرحت من وجهات نظر متعددة علة إيثاري لعدم تجاهل الاعتبارات الفيزيائية عند القيام بالتحليل الصوتيمي. ويلزم عن ذلك أن تطابق فئات الأصوات المدركة لغوياً - على الرغم من غياب التطابق بينها اكوستيكياً (وهو أمر لا يمكن تجنبه) - يجب أن يقابله تطابق لساني بين فئات الأصوات المنطوقة على الرغم من انعدام التطابق بينها في الأحداث التي تشكل واقع الأداء النطقي. أستطيع أن أصوغ ذلك بعبارة أخرى فأقول: إنه لا يمكن أن يتطابق صوتان من أصوات الكلام لا من الوجهة الأكوستيكية ولا من الوجهة النطقية؛ إذ إن الفعل الفيزيائي النطقي لا يمكن أن يتكرر على نحو دقيق؛ سواء من المتكلم نفسه أو من متكلمين مختلفين. غير أن جميع الأفراد الذي ينتمون لجماعة لغوية واحدة ويتكلمون لغة واحدة قد اتفقوا وبحكم العادة - في الحكم على هذه الأصوات بالتطابق، وفي القدرة على محاكاتها. ويقع هذا التطابق في حدود فئات صوتية محددة، وبدرجات محددة من التجاوز، وبهذا تُعزى جميع الأصوات التي يطابق بعضها بعضاً لغوياً، على الرغم من غياب التطابق بينها أكوستيكياً - إلى فئة واحدة نسميها صوتيماً. وأقول بعبارة أخرى إننا لا ننطق بـ «**صوتيم**» *phoneme* بل **بأصوات** *phones*. ولكننا نمارس التعرف إلى الصوت

وتصنيفه والنطق به في إطار الفئة التي ينتمي إليها، ونحن نتعلم كيف نلاحظ ما لهذه الحدود من أهمية داخل النسق البنائي في أي لغة.

والواقع أنه ليس ثمة بين المتكلمين اثنان يحوزان نفس أعضاء النطق، سواء من حيث الخصائص التشريحية أو العمليات الفسيولوجية، ومع ذلك فجميع المتكلمين يستطيعون أن يتعلموا كيف يحركون أعضاء النطق لديهم على نحو يَنْتج عنه لغوياً أصوات واحدة قابلة لأن تصنف تباعاً إلى صوتيمات بعد تجاوز ما يميز الأفراد من سمات شخصية.

ولئلا يساء فهمي أود أن أوضح ما يأتي: حين أقول بتطابق الفئة الصوتية واقتران هذا التطابق بضرورة توافر الشبه الصوتي (الفوناتيكي) بين كل أفراد الفئة لا أضع في ذهني حدوداً ذات صرامة مطلقة؛ فلو أن مثل هذه الصرامة والتوازن كان هو القاعدة لامتنع على اللغات أن تمارس التغيير في بنيتها الصوتيمية مع أننا نعلم أنها تفعل ذلك.

فلنفترض أن ثمة لغة تشتمل على الصائتين / ɛ / و / æ / بوصفها صوتيمين متجاورين مخرجاً. في مثل هذه اللغة قد نصادف النطقين [æ^] و / ^ ɛ / في بعض المواقع بوصفهما بديلين موقعيين *positional variants*، أو بوصفهما لهجات شخصية أو بدائل اجتماعية بحكم العادة على ألسنة بعض المتكلمين. [ويقصد بالرمزين ^ و^ المستخدمين مع الرمزين الصوتيين للصائتين أن ينطق الصائت [æ] بارتفاع في المخرج يقترب به من مخرج الصائت [ɛ]، وينطق الصائت [ɛ] بانخفاض في المخرج يقترب به من مخرج الصائت [æ]]. وربما يصل التقارب بين الصائتين إلى أقصى مدى حيث النقطة التي ينطبق فيها أقصى انخفاض للصائت [ɛ] على أقصى ارتفاع للصائت [æ] فوناتيكيا. فلنطلق على التحقق الصوتي الناتج في نقطة الانطباق هذه اسم: البديل الصوتي [س~]. ومن المعلوم أن اللغة تفرض ضرورة مراعاة التمايزات الصوتيمية، ولذلك تصبح الفرصة سانحة لظهور

تشكيلات النطق الآتية:

الصيغة الصوتيمية /ɛ/ : /æ/

التحقق الصوتي (١) [ɛ] : [æ]

التحقق الصوتي (٢) [ɛ] : [æ^]

التحقيق الصوتي (٣) [ɛ] : [س~]

التحقيق الصوتي (٤) [ɛ^٧] : [æ]

التحقيق الصوتي (٥) [س~] : [æ]

يتبين مما سبق أن التمايز الصوتيمي يظل محفوظاً حتى عندما يتبادل الصائتان /ɛ/ و /æ/ الحدود. وهكذا يتمكن المستقبل من أن يميز نطقيّاً وفوناتيكيّاً وطيفيّاً بين الكلمتين bat و bet في أي وقت بمجرد تعرفه إلى درجات التمايز التي اعتاد المتكلم باللغة أن يستخدمها. ولن يتطلب اقتراح هذا التدرج على ذاكرة السامع تصريحاً قطعي الدلالة من المتكلم أو من طريقة نطقه للكلمتين bat و bet، حتى وإن اعتاد أن ينطق أو يسمع الكلمة [t بس~ b] بديلاً للكلمة bet [ويقصد بالكلمة [t س~ b] ، أي نطقها بصائت محايد لا يمكن عزوه صراحة إلى أي من الصائتين]. وعلة عدم الحاجة إلى هذا التصريح القاطع من المتكلم هي أن سماع العبارة:

The pitcher was at [b س~ t]

سيستدعى بدون خطأ معنى bat. (وربما تظل عبارة [t س~ b] He raised his عبارة ملتبسة. غير أنه ليس ثمة نطق في المحادثة العادية ينطق به معزولاً وعارياً من أي سياق دالٍّ من المقال أو من مقتضى الحال[٣]). أما حين تخفق جميع هذه العوامل فقد يظل اللبس باقياً حتى توضحه المترادفات أو إعادة صياغة العبارات (ومثل هذا الغموض هو بالفعل جوهر التورية).

ومع ذلك هناك احتمال آخر، ونعني به الاحتمال الآتي:

التحقق الفوناتيكي (٦) : [س] : [س](٤)

إن مثل هذا التحقق إذا ظل سمة فردية عارضة فإن السامع أو الناظر إلى الرسم الطيفي سيعامله كما يعامل غيره من الحالات الأخرى التي تسبب سوء الفهم أو اللبس. أما إذا صار هذا النطق نمطاً معيارياً لجميع أفراد الجماعة اللغوية فإننا نواجه حينئذ بتحييد للتقابلات الصوتيمية؛ أي باندماج صوتيمي *phonemic merger*(٥). وإذا نظرنا إلى ذلك من الوجهة الزمانية *diachronic* فإن الظاهرة حينئذ تكون من اختصاص اللسانيات التاريخية *historical linguistics*، وهو أمر لا يعنينا هنا. أما إذا كانت نظرتنا آنية *synchronic* فإن معالجتنا ستكون لبنية صوتيمية لها صوابها الخاص تشتمل على منظومة مختلفة من التقابلات والصوتيمات. ولسنا هنا في حاجة إلى أن نرجع في تصنيفها إلى أي بنية أخرى معاصرة لها أو سابقة عليها، بل إن اعتماد هذه المرجعية محظور.

لقد سلمت بمفهوم التدرج الذي يسمح بوجود مجال معين من التحقق الصوتيمي مادام التقابل بين الصوتيمات محفوظاً(٦). وإذا تأملنا لغة كالإنجليزية - ممثلة في القائمة «١» التي تشتمل على خمسة صوائت حنكية (غارية) *palatal* بالإضافة إلى الصائت /a/ - طرأ على أذهاننا سؤال هو: هل يمكن لمتكلم ما - على أساس التدرج في تحقق الصوتيمات أن ينزل بموضع نطق الصائت / i / بالقدر الذي ينطق فيه غيره من الناس الصوتيم / ∈ / بالشرط الآتي وهو: أن يضغط الصوتيمات الأربعة الباقية داخل المسافة الواقعة فيما بين نطقه هو للصائت [∈] - حيث يتحدد ارتفاع مخرجها باختياره وحسب رغبته - وبين الصائت [a] - حيث ينخفض مخرجه إلى موضع النطق به لدى أي متكلم آخر - وذلك من غير إخلال بمتطلبات التقابل الصوتيمي المميز بين الصوائت الأربعة الباقية؟

لو أن ذلك كان فسيعني - في الواقع - أن هناك صوتيماً واحداً متميناً في هذه اللغة يمكن أن يتحقق نطقياً بالصائت [i] كما يفعل غالبية المتكلمين، وبالصائت [∈] كما يفعل القليل منهم لأي أسباب كانت. وإذا كان هذا هكذا فهل يمكن أن نوسع مفهوم التشابه الصوتي بين التحققات المختلفة لصوتيم واحد بحيث يشمل وحدات كالصائتين [i] و [∈]، وهما بكل مقاييس الأداء اللغوي - غير متشابهين؟

(وقد يرد هنا اعتراضٌ. فالمتكلم الذي لا تشتمل لغته إلا على الصوائت الثلاثة/u/ و /i/ و /a/ قد لا يتمكن بالفعل من أن يميز بالسماع الفرق التقابلي بين /i/ و / ∈ / في لغة أخرى، أو أن يعيد النطق به؛ ومن ثم يتشابه عليه الصائتان [i] و [∈] فعلاً. غير أن المشكلة الناشئة عن هذا الاعتراض هي من مشكلات **الصوتيميات المقارنة** *comparative phonemics*، وهذا موضوع دقيق ومراوغ قلّت العناية به في مكتبة هذا العلم حتى الآن، ومثل هذا الأمر لا يلزم عنه أن يستخدم مثل هذا المتكلم في لغته الخاصة صوتاً مثل [∈] ليكون تحققاً نطقياً للصائت /i/ مع ما بينها من البعد. ونسوق مثالاً على ذلك بمن يتكلم الأسبانية؛ فالأسبانية لا تشتمل درجات التقابل فيها إلا على الصوائت /u/ ; /a/ : /e/ : /i/. وقد لا يتمكن مثل هذا المتكلم من تمييز التقابل النطقي بين /I/ ; /i/ بالسماع أو من إعادة النطق به عندما يتكلم الإنجليزية أو يستمع إليها. ومع ذلك فإنه لن ينطق على الإطلاق بالصائت الأسباني /i/ نطقاً يُحكم عليه بأنه وثيق الشبه بالصائت [I] على أساس من التدرج الصوتيمي في الأسبانية. أضف إلى ذلك أن من يتكلم الأسبانية مستخدماً الصائت [I] إنما ينطق بها مشوبة بلكنة أجنبية. ونوضح هذا المشكل بمثال آخر: فالفرنسي قد يجد صعوبة كبيرة في النطق بالصوتيم[٧] [χ] في الألمانية كما في الكلمة الألمانية nacht. مع أن هذا المتكلم الفرنسي ينطق بأحد صور الراء اللهوية /r/، وهي صورة تساوي صوتيّاً صور النطق

المعتادة للصوت [χ] التي يتحقق بها الصوتيم /χ/ في الألمانية. وحسبك بما في هذا الأمر من الغرابة. إن الكلمة soir التي هي صوتيمياً /swar/ ينطق بها الفرنسي [swaχ]).

وإذن فلو حدث بالفعل أن ناطقاً بالإنجليزية نطق فعلاً بالصوتيم /i/ في صورة [i] أو [∈] ضاغطاً المسافة بين الصوائت الأربعة المتقابلة لتشغل المسافة الواقعة فيما بين الصوتيمين / ∈ / و / a / = واتسم هذا النطق بشيء من الاطراد - فسينتج عن ذلك أن صورة الرسم الطيفي ستشتمل على شبهٍ شديد القرب، وتدوينات متداخلة بين صوتيمات نزعم أنها تمثل صوتيمات متمايزة لا شبه بينها، وسيؤدي ذلك إلى حيرة مستغلقة ليس لها حل؛ ذلك أن الرسم الطيفي إنما هو نتيجة آلة لا لغة لها ولا ثقافة؛ ومن ثم فهي لا تعرف شيئاً اسمه صوتيمات، ولا وجود عندها لمنظومة رقمية من وسائل التمييز الصوتيمي. ومادام التصوير الطيفي لا يعرف هذا النوع من الفوضى وجب أن يكون السبب في انعدام الفوضى في التصوير الطيفي أن درجة التجاوز أو التسامح الأكوستيكي في الكلام لا تذهب بعيداً إلى هذا المدى، وأن المتكلمين وعلى وجه الإجمال - يحجمون عن أن يضع بعضهم بعضاً في مثل هذه الاختبارات الأكوستيكية القاسية والمؤدية إلى التباس المقصود من الكلام. لذلك فإني أشك في وجود اللغة التي تُحمِّل المتكلمين بها والسامعين لها عبئاً يقتضيهم أن يصنعوا أربع درجات من التمايز الدال خلال المسافة الأكوستيكية والنطقية (ومن ثَمَّ الطيفية) الواقعة بين الصائتين [∈] و [a]. وإذا شئنا وضع المسؤولية في نصابها، أي وضعها على عاتق مستعملي اللغة لا على اللغة قلنا إن البشر نادراً ما يسمحون لنظام صوتيمي من هذا النوع بأكثر مما يسيغون قطعة موسيقية تقل المسافات الدالة فيها عن $\frac{1}{4}$ تون، أو حتى عن $\frac{1}{2}$ تون على السلم الموسيقي التقليدي الذي يتكون من ٧ تونات[٨]. إن تطلب إجراء تقسيم ثقافي عرفي لكمية فيزيائية مبالغٍ فيه إنما يرهق حدود

الإدراك الفيزيائية عند البشر، ولا يترك عذراً أو مكاناً لأنواع القصور الإنساني في السماع والأداء. (وفي حدود علمي لم يتم حتى الآن بحث موضوع الكلام بحثاً علمياً كمياً من هذه الناحية).

والحق أن الدعاوى الصوتية والصوتيمية القائمة على أساس القول بصعوبة صوت ما قد ذاع الشك فيها؛ لأنها في الغالب دعاوى نسبية ومشروطة بالثقافة؛ فالراء التشيكية الترددية الاحتكاكية /r̝/ صعبة النطق على أي إنسان إلا من كانت لغته القومية هي التشيكية، غير أن من الحق أيضاً أن هذا الصوت بالنسبة لهذا المتكلم ليس بأصعب من نطق الراء الترددية غير الاحتكاكية /r/. ومع ذلك لا ينبغي أن نهمل إهمالاً قاطعاً الدلائل التي تشير إلى استحالة النطق بلفظ ما أو صعوبته أو سهولته؛ لأننا في الكلام إنما نعالج أحداثاً فيزيائية تصدرها وتدركها أعضاء بشرية ذات حدود بشرية لا يمكن تجاوزها؛ سواء من حيث مهارة الحركة أو القدرة على الإدراك، وإن كانت هذه الدلائل في حاجة إلى أن تفحص في حرص بكل الوسائل قبل أن تحظى بالقبول(٩).

لهذا يبدو لي أن ثمة شبهاً أكوستيكياً قابلاً للثبات بين الغالبية العظمى من تحققات الصوتيم الواحد. كما يبدو لي أيضاً أن تحويل المرونة في الحدود المميزة للصوتيم إلى رخص صوتية اعتباطية هو أمر يرد عليه الاعتراض العلمي لأسباب عملية؛ ذلك أن تعيين حدٍّ لمجال تحرك الصوتيم على سلم التدرج المطلق والتعرف إليه أكوستيكياً هو من الأمور الضرورية العملية حتى وإن كان لهذه الحدود صفة المرونة.

ولا أراني في حاجة إلى أن أتذرع بحجة «العملية» والاعتداد بصواب رأي المتكلمين من أبناء اللغة؛ فالنظرية الصوتيمية الحديثة(١٠) تطرح علينا رؤية للصوتيم يتمثل فيها الاهتمام الصائب بالحقيقة الفيزيائية، وتعيد تنظيم ما

يتهددها من نسبية لا تعرف التنظيم والتحديد. إنها تشترط أن يتحدد كل صوتيم بمنظومة كلية من السمات المائزة المتزامنة.

حتى هذه المرحلة من الإيضاح ومناقشة وسائل التمييز بين ذوات الصوتيمات /u/ و /i/ و /e/ و /ɛ/ و /a/ إلا المقابلة بينها على أساس السمات: عليا *high* في مقابل سفلى *low*؛ وضيقة *closed* في مقابل مفتوحة *open*؛ وأمامية *front* في مقابل وسطى (مركزية) *center*. ومرجعية جميع هذه الألوان من التقابل هي إلى النطق، وتحديداً إلى وضع اللسان والفك السفلي. غير أني بذلك أكون قد أهملت سمات مهمة أخرى في التقابل ذات طبيعة أكوستيكية مثل السمات: متضامة *compact* في مقابل منتشرة *diffuse*، ومتوترة *tense* في مقابل رخوة *lax*، وجاسية *strident* في تقابل لينة *mellow* ، وثقيلة *grarve* في مقابل حادة *acute*.. إلخ[١١]. (وهذه الصفات تستخدم على سبيل المجاز. وأعتقد أن اختيارها يعتمد على الاحتكام إلى الحس الذوقي للمستخدم - وإن كان هذا المعيار ليس موفقاً في كل حال). وتظهر هذه السمات بالتصوير الطيفي في صورة التقابلات الآتية على التوالي:

- مزيد من تركيز القوة في منطقة مركزية ضيقة إلى جانب زيادة في الكمية الكلية للقوة [وذلك مع الصائت المتضام]، في مقابل تركيز أقل للقوة مع تناقص في الكمية الكلية للقوة [مع الصائت المنتشر].

- كمية من القوة أكبر مع مزيد من انتشار الطاقة في الصور الطيفية والزمن [مع الصائت المتوتر]، في مقابل كمية من القوة أقل مع انتشار للطاقة أقل [مع الصائت الرخو].

- ضجة ذات شدة أعلى [مع الصائت الجاسي]، في مقابل ضجة ذات شدة أقل [مع الصائت اللين].

- تركيز للقوة مع الترددات المنخفضة في الصورة الطيفية [مع الصائت الثقيل] في مقابل تركيز أقل مع الترددات العليا [مع الصائت الحاد]. وهكذا..

ومن الواضح أننا كلما زدنا من تحديد العلاقة بين عدد من الوحدات بإعمال شروط التقابل التي تتمايز على أساسها هذه الوحدات بعضها من بعض = وكلما زدنا من عدد التقابلات بين كل زوجين من هذه الوحدات - زاد بذلك نصيب كل وحدة في هذه العلاقات من دقة التحديد على أساس من نعتها بخصائص مطلقة.

وسأشرح هذه القضية بالرجوع إلى لعبة تسمى «حيوان، نبات، جماد». في هذه اللعبة يتفق عدة أشخاص على شيء معين، ثم يطلبون من شخص آخر تحديد هذا الشيء. وبقدر ما لهذا الإنسان من مهارة يطرح على الجماعة المتفقة فيما بينها سلسلة من الأسئلة بطريقة ينبغي أن تكون الإجابة عليها اختياراً بين نعم أو لا. إنه - بعبارة أخرى - يحاول أن ينشئ عدداً من التقابلات الثنائية. وتستثنى كل إجابة بـ «نعم» أو «لا» كل الأفراد المنضوية تحت أحد القسمين في التقابل الثنائي. وهكذا يتم لهذا السائل تحديد الشيء المطلوب معرفته من خلال التقليل المطرد في مجموع الأفراد المنضوية تحت هذه الأزواج المتقابلة. وتكون جودة التخمين هنا عوناً له، على حين يضره التخمين الرديء. ولنفرض أن موضوع السؤال كان عن «شكسبير»، وأن السائل قد أُخْبِر بأن المسؤول عنه «حيوان»، حينئذ يمكن أن تتخذ أسئلته عن التقابلات الثنائية المسار الآتي:

- حي (في مقابل ميت)؟

-لا.

- إنسان (في مقابل غير إنسان)؟

- نعم.

- ذكر (في مقابل أنثي)؟

-نعم.

- أمريكي (في مقابل غير أمريكي)؟

- لا.

- آسيوي (في مقابل غير آسيوي)؟

- لا.

- أوربي (في مقابل غير أوربي)؟

- نعم.

- إنجليزي (في مقابل غير إنجليزي)؟

- نعم .

- فيما بعد عام ١٧٠٠ (في مقابل ما قبل عام ١٧٠٠)؟

- لا.

- وعند هذه النقطة يعرف السائل أن عليه أن يقوم بمزيد من التحديد لرجل إنجليزي عاش قبل ١٧٠٠.

والآن يمكننا أن نتخيل أن مخ الإنسان حين يستقبل صوتاً من أصوات الكلام يسير من خلال سلسلة مشابهة من الأسئلة التي يجاب عنها بنعم أو لا والتي تتعلق بما نسميه السمات الفارقة.

- هل الصوت صوت علة (في مقابل ما هو غير علة)؟

- هل هو متضام (في مقابل منتشر)؟

- هل هو رخو (في مقابل متوتر)؟

- هل هو حاد (في مقابل ثقيل)؟...وهكذا.

وكلما طرح المزيد من هذه الأسئلة حول التقابلات الثنائية وأجيب عليها توصل السامع بشكل أدق إلى تحديد العنصر المقصود. وأجدني في مسيس

الحاجة إلى التنويه بالسرعة غير المتخيلة التي يعمل بها المخ، والعدد الهائل من الأسئلة التي يجاب عنها بنعم أو لا مما يمكن له أن يفرزه، وبالسرعة التي يمكن لهذا السبب أن يصنف بها أي انطباع سمعي في النطق تصنيفاً صوتيمياً.

ونحن بالإضافة إلى ذلك نعرف أن الكلام - أو أي رسالة ذات معنى يمكن افتراضها - هو أمر قابل للإدراك. وهذا يساعدنا إلى حد كبير؛ لأنه يسمح بقدر من التخمين. واللغات أيضاً فضفاضة على كل المستويات الصوتيمية والصرفيمية والتركيبية (باستثناء اللغة المثالية التي لم توجد بعد أو اللغة المنطقية الممتازة كلغة الرياضة). ويبدو - بالمناسبة - أن هذه الحقيقة كثيراً ما يتجاهلها أولئك اللسانيون الذين يتصرفون مع كل الإشارات اللغوية على جميع المستويات كما لو كانت جميعها في كل الظروف سواء في الأهمية، وكما لو كان أي من هذه الإشارات ليس قابلاً - في أي لحظة- للاستهلاك . إن الحشو والقابلية للاستهلاك اللذين يعرضان لإشارة ما في سياق ما - وهو ما يحدث عادة في عملية التواصل - إنما يخففان العبء الذي يتحمله المتكلمون والسامعون. ويمكننا بفضل عملية التزيد في استعمال الإشارات أن نَفْهم أَو نُفهم، حتى وإن لم تتوافق الإشارات الأكوستيكية في كل تفاصيلها وعلى كل مستوياتها تمام التوافق مع الإشارات التي تنشأ عن تحليل اللغة موضوع النظر . (ويرجع عدم التوافق إلى أسباب منها الضجة الناتجة عن التشويش، أو نقص كفاءة الدائرة الإلكترونية، أو عدم كفاءة النطق أو الإدراك). ويلزم عن ذلك أن التجارب اللسانية التي تختبر درجة الوضوح - سواء كانت اختباراً لكفاءة دائرة إليكترونية أو مهارة طالب في فهم لغة أجنبية - لا ينبغي لها أن تهمل المساعدة التي يقدمها السياق للسامع في تحديد الإشارة التي تختبرها التجربة . ولذلك فإن اختبارات الإبدال الصوتيمية التي تجرى بطريقة المقارنة بين **الثنائيات الصغرى** *minimal pairs*[١٢] - عندما تتخلى عن

السياق (في مثل: tack, tag; tag, tug) هي في الواقع تكليف بما فوق الوسع للسامع، أو هي لمحة مما يواجهه في التواصل العادي، حيث يسهم سياق اللغة وماجَرَيات الحال في عملية التحديد وإن كان هناك - بطبيعة الحال - حدّ للتجاوز، أو حد أدنى من اشتراط الوفاء في الأداء؛ ومن ثم فإن السياق والحشو في التواصل اللغوي يعفيان المتكلمين من ضرورة التزام شروط الكمال في نطق نماذج الإشارات اللغوية وإدراكها.

والحق أنه لو توافرت لنا شفرة لغوية مبنية بناءً صناعياً بحيث تخلو تماماً من الحشو: فإننا نشك كل الشك في قدرتها على أن تقدم لنا خدمة طيبة في التواصل. إن هذه الشفرة ستتطلب منا الالتزام الدقيق والتفصيلي بنماذج الإشارات اللغوية، كما ستتطلب توافر شرط النقاء الأكوستيكي في الوسط الناقل للإشارات (أي خلو الهواء من الضجيج المصاحب للإشارات التي نقوم بتحويلها، ودائرة اليكترونية ذات كفاءة طبيعية). كذلك ستتطلب هذه الشفرة استيفاء شرطيّ الكمال في السماع والتركيز من جانب المستقبل. وجميع هذه الشروط محال تحقيقها عملياً بين البشر في هذا العالم.

إن الصوتيمات - سواء أردنا أو لم نرد - ليست فئات من الأشياء ذات الحدود الرياضية أو البيولوجية الثابتة. إنها أقرب إلى أن تكون ضروباً من السلوك توضع حدودها وتعرف لا بواسطة قوانين الطبيعة بل بقواعد توجيهية غير جامدة تاريخياً، ولكنها مرنة إلى حد ما، ومدعمة برغبة البشر في التكيّف والتوحد، وبضرورة هذين الأمرين للحياة البشرية، وهي مع ذلك سريعة التغير، وتُشكِّل جميعَ هذه الأنواع من السلوك - لغوية وغير لغوية - الجانب الثقافي والاجتماعي فينا وفي بيئتنا. إن التغير من صميم جوهرها، والزمن وحده دافع كاف لإحداث التغير، وإن كان ثمة عوامل أخرى ربما تكون فاعلة في هذا الأمر. وكل لغة هي نظام مركب، من مثل هذه الأنواع من السلوك،

وينبغي أن توصف وتفهم على هذا النحو. ولذلك فإن العلم اللساني الذي يعالج اللغة بوصفها نظاماً اجتماعياً هو علم ينتمي إلى العلوم السلوكيّة. أما فيما يتعلق بآلية اللغة ومادتها وانتقالها وإدراكها فإن اللسانيات في معالجتها تكون لها أيضاً صفة علوم الطبيعة. وأي وصف صحيح للغة ينبغي أن يستمد معلوماته من المجالين كليهما؛ السلوكي والطبيعي.

ومن ثم فإن التصوير الطيفي أو أي وسيلة تقنية تجريبية أخرى تشكل تعاوناً موفقاً ومثمراً، لاسيما حين يزودنا المطياف بتحليل موضوعي كمي منظم من الوجهة الأكوستيكية، ويزودنا العالم القائم بالتحليل الطيفي بتحليل ذاتي كيفي منظم من الوجهة الثقافية. ومن هذا نفترض سلفاً أن على العالم اللساني المشتغل بالتحليل الطيفي أن يجيد اللسانيات بكلا فرعيها الطبيعي والثقافي. وينشأ عن ذلك أن اللساني - وإن لم يكن مشتغلاً بالتحليل الطيفي- عليه أن يعنى بمبادئ التحليل الطيفي للغة وما يثمره من نتائج، كما أن الذي يقوم بالتحليل الطيفي - وإن لم تكن اللغة هي مجال اهتمامه الأساسي - عليه أن يكون ملماً بمبادئ اللسانيات ونظرياتها الأساسية.

هناك إذن أمران إذا وضعناهما موضع الملاحظة فسيترتب عليهما نتيجة لابد منها، إننا نلاحظ وجود تماثل ثقافي اجتماعي (أي لساني) مميز بين الأصوات من جهة، ونلاحظ من جهة أخرى أن مستعمل اللغة قادر على أن يستعمل ويتفهم هذه الأصوات المتماثلة لغوياً على الرغم من العوائق الطبيعية التي تعترض التماثل الأكوستيكي. وبناءً على ما تقدم يكون من الطبيعي أن نتوقع ونتطلب من أي تصوير مرئي جيد لأصوات الكلام أن يقدم لنا صوراً لأصوات متماثلة يمكن أن نتعرف عليها لغوياً، على الرغم من التنوع الأكوستيكي الطبيعي لأصوات الكلام، وعلى الرغم أيضاً من أن المطياف جهاز محايد وغير حساس للاعتبار الثقافي. ونصوغ هذا الكلام بعبارة أخرى

فنقول: إننا نتوقع ونتطلب أن يكون لكل صوتيم من صوتيمات اللغة صورة طيفية نمطية يمكن التعرف إليها، وذلك على الرغم من إذعاننا بالضرورة للحقيقة القائلة بأن حدود كل صوتيم لا يمكن تعيينها على نحو رياضي دقيق غير قابل للتغير.

ومن الواضح أن الحزم الطيفية المائزة ونطاقات الرنين عليها أن تؤدي في التصوير الطيفي دوراً مهماً كذلك الدور الذي تؤديه في تكوين الصوائت، وأنه ينبغي - تبعاً لذلك - أن تتمايز أنماط الصوائت بعضها من بعض بحسب التشكيلات المنتظمة التي تبدو عليها الحزم في هذه الرسوم الطيفية. كذلك يلزم عما سبق ألا تكون الرسوم للصوائت وتقاسيم اتساع الذبذبة - كما صورها الشكل (٢٨) - تصويراً لأحداث الكلام المبينة هنا فحسب، ولكنها تصوير للفئات - أي للصوتيمات - التي تنتمي إليها هذه الأحداث على نحو يتميز به كل صوتيم منها على حدة. وليس ما سقناه مجرد افتراض ولكنه الحقيقة؛ فإن كل نطق بأحد الصوائت المبينة هناك يشبه- بطريقة نمطية قابلة للتعرف - كل نطق آخر بهذا الصائت من الوجهة الطيفية كما يشبهه من الوجهة الأكوستيكية.

ويتحدد الموقع المطلق [وليس النسبي] الذي تحتله الحزم على سلم الترددات وما تتمتع به من قوة مطلقة [وليست نسبية أيضاً] بظروف صوتية (فوناتيكية) وتشريحية تختلف من متكلم إلى آخر ومن نطق إلى آخر. ونقول - بعبارة أخرى - إن هاتين الكميتين ليستا بالكميتين الصوتيميتين أو اللغويتين، ومن ثم وجب علينا أن نستدل من ذلك على أن موقع كل حزمة بالنسبة لغيرها من الحزم المكونة للصائت هو الذي يحدد قيمتها اللغوية بقطع النظر عن المكان المطلق الذي تحتله. وينشأ عن ذلك أن صور التكوين الطيفي وتقاسيم اتساعات الذبذبة في الشكل (٢٨) لا ينحصر صدقها في ناحية التصوير

الطيفي فقط، ولكنها صحيحة أيضاً من الناحية الصوتيمية الطيفية أيضاً، أي أنها تقوم بتصنيف المتماثلات الصوتية إلى فئات صوتية تصنيفاً أكوستيكياً ونطقياً، وأن هذا التصنيف يتسق مع تصنيف هذه المتماثلات تصنيفاً منظوراً إلى فئات من الصوتيمات الطيفية *spectrophonemes* (ويأتي هذا التصنيف المنظور في صورة نطاقات من الحزم).

إن هذه التدوينات التصويرية الطيفية لأصوات الكلام - وهي ما سميته الصوتيمات الطيفية - لو لم توجد لاستحال إذن وجود الكلام المنظور *visible speech*، وهو من أوائل المجالات التي طبق فيها التصوير الطيفي.

ويقوم الكلام المنظور على أساس من الحدوث المتكرر لمثل هذه الأنواع الصوتيمية. كذلك يترتب على انعدام الصوتيمات الطيفية استحالة استكشاف الصوتيمات باستقراء أي رسم طيفي، مع أن ذلك أمر ممكن للمشتغل بالتصوير الطيفي. وتفترض هذه القدرة في قارئ الرسم الطيفي - بطبيعة الحال - أنه لم يقف عند حدود حل الشفرة الثانوية المرئية؛ وهي الرسم الطيفي فقط، بل تفترض أنه قد تمكّن من الشفرة الأولية؛ وهي اللغة التي يقرؤها. ولم أدخر وسعاً - فيما سبق من حديثي - لإيضاح أن المطياف وحده لا يتخذ قراراً فيما يتصل بماهية الصوتيم الطيفي. إن الصوتيم [في نظام اللغة] لا يمكن تحديده إلا بالرجوع إلى الإطار الأكبر؛ وهو اللغة التي يمثل الصوتيم إحدى خواصها التركيبية وإلى المظاهر الفيزيائية والأكوستيكية (الصوتية *phonetic*) التي تقوم بدور الضابط المهم؛ بحيث تمنع اللساني من أن يجمع بين وحدات مقطوعة الصلة فيما بينها من الوجهة الصوتية فيضمها تحت فئة واحدة. ويناظر ذلك تماماً أن الصوتيم الطيفي [أي على ورقة الرسم الطيفي] إنما يتحدد بناء على قرار سابق من اللساني تتعين به عدد أنماط الصوتيمات في اللغة التي يقوم بتحليلها، كما يتحدد أيضاً بالمظاهر

الفيزيائية والأكوستيكية (أعني هنا المظاهر الصوتية الطيفية *spectrophonetic* التي تقوم هي أيضاً بدور الضابط المهم؛ بحيث تمنع اللساني من أن يجمع بين وحدات مقطوعة الصلة فيما بينها من الوجهة التصويرية الطيفية فيضعها تحت فئة واحدة.

وربما تهرب التفصيلات الصوتية من أذن المحلل، ولاسيما في لغة أجنبية؛ حيث يكون من الراجح أن يقحم فيها - تبعاً لدرجة مهارته - كثيراً أو قليلاً من الأحكام السابقة المتصلة بالسلم الصوتيمي في لغته الوطنية. ومن ثم كان المطياف مفيداً في إظهار هذه التفصيلات بطريقة مرئية، نظراً لأن الجهاز لا يملك أي أحكام سابقة ينتج عنها تشويه للحقائق. إن الذي يظهر في الرسم الطيفي - أيّاً ما كان - هو الحقيقة الأكوستيكية؛ بقطع النظر عما إذا كان المحلل قد «سَمِعها» أو «لم يسمعها». ولا يمكن أن نعزو إلى الصوتيم الواحد إلا الحقائق الأكوستيكية التي يثبت وجود الصلة بينها من الوجهة الصوتيمية الطيفية. وهكذا يكون المطياف والصوتيم الطيفي عوناً لنا في التحليل الصوتيمي لأي لغة. غير أني أكرر أن المطياف بذاته وبمفرده لا يعطي أي معلومات عن الصوتيمات أو الصوتيمات الطيفية.

بيد أنّ أنواع القصور البشري واردة دائماً، ولاسيما ما يتعلق منها بالأحكام الثقافية المسبقة، أو ما يمكن للمرء أن يسميه مظاهر عمى الألوان الثقافي [على غرار عمى الألوان البصري]. وإذا لم تحط هذه الظاهرة بالتسجيل التصويري الطيفي فستحيط على الأقل بقراءته. فكما أن السامع قد لا يسمع دائماً كل الحقيقة الأكوستيكية؛ فكذلك الناظر إلى الرسم الطيفي - بسبب تجاربه الطويلة مع لغة واحدة في الأساس (وقد تكون هي لغته القومية) أو مع عدة لغات - ربما يكتسب أحكاماً بصرية معينة مسبقة تمنعه من رؤية الحقيقة البصرية الكاملة (والأكوستيكية تبعاً).

لذلك ينبغي على المشتغل بالتصوير الطيفي أن يخلّص نفسه بقدر ما

في طاقة البشر من أي عمى ثقافي قد يقع فريسة له. إن المطياف يمثل واقعاً موضوعياً، ولكن هذه الحقيقة لا تحمي الناظر إليه من أن يسيء رؤيته؛ لأن تدوين الحقيقة بواسطة جهاز بريء من تحيز الأحكام المسبقة وتفسيرها على يد إنسان يقوم بالملاحظة هما عملان مختلفان اختلافاً كبيراً[١٣].

غير أنه من الممكن أن يقال في فضل التسجيل الصوتي الطيفي على التسجيل المسموع - وهذا أحد الأسباب الأساسية لصناعة المطياف - إن التسجيل التصويري الطيفي ثابت، ويمكن أن يفحص ويقاس على مهل، ويمكن أن يُنوَّع ويعدل ليُبرز خاصية أكوستيكية في وقت، وخاصية أخرى في وقت آخر. إن هذا النوع من التسجيل - باختصار - هو نوع تحليلي وقابل للقياس الكمي في جوانبه المهمة، وهو - في كل هذه الجوانب - يختلف عن الشاهد المسموع إذا أُخِذ منفرداً. (حتى وإن كان في الإمكان الآن أن يصبح ثابتاً وقابلاً للتكرار بفضل أجهزة التسجيل). والآن؛ إذا كان ثمة صوتيمات طيفية تقع أكوستيكياً في حدود حيز معين - وجب أيضاً أن يكون ثمة صوتيمات واقعة نطقيّاً في حدود حيز معين؛ لأن المتماثلات الصوتيمية الطيفية تناظر بالتأكيد متماثلات أكوستيكية، ومن ثم تناظر أيضاً متماثلات نطقية (ولا يستثنى من ذلك إلا حالات نادرة يحل فيها نطق بديل محل النطق الطبيعي؛ وهو ما يحدث للمتكلمين المصابين باضطراب في طبيعة النطق).

وهذه الحقيقة تُفَنِّدُ في رأيي تلك النظرة التي ظهرت منذ أكثر من عشرين عاماً خلت وترددت منذ ذلك الحين على نحو أو آخر، وأعني بها النظرة التي يقرر أصحابها أن «وجود خصائص محددة للصوتيم بوصفها عناصر ذات وجود واقعي يضاف إلى الموجة الصوتية هو أمر لا دليل عليه، ولا مسوغ للاعتقاد بأنه سيكون» (ملاحظة: الإشارة بالموجة الصوتية هنا هي إلى الرسوم الذبذبية لا إلى الطيفية).

إن هذا القول له في الحقيقة الآن مسوغات بالغة القوة. وإني - على

هذا الأساس أيضاً - أطرح جانباً الرأي القائل بأن الصوتيم لا يمكن أن يوصف وصفاً أكوستيكياً. إني أقول بإمكان ذلك بالشرط الذي فرغت لتوّي من تقريره؛ وهو أن يتضمن تعريف الصوتيم النظرة الصائبة له بوصفه مقولة من مقولات السلوك العرفي الثقافي أيضاً، على الرغم من أن مادته هي من عالم الطبيعة.

* * *

الفصل العشرون

الصوتيمات الطيفية (ما سوى الصوائت)

لقد أهملت - إلى حد ما - في الصفحات السابقة من هذا الكتاب معالجة الصوتيمات التي هي ليست من جنس الصوائت؛ وذلك لأن الصوائت تعطي أوفر الصور حظاً من الإقناع وأكثرها تميزاً؛ سواء من جهة التصوير الطيفي أو الصوتيمات الطيفية، كما أهملت ذلك أيضاً لأن هدفي كان في الأساس أقرب إلى إلقاء الضوء على مبادئ التصوير الطيفي منه إلى تدريب خبراء في هذا المجال. وسأعالج الآن هذا النقص، على الأقل إلى المدى الذي يناسب أغراض هذا الكتاب.

إن جميع الصوتيمات المجهورة - شأنها كشأن الصوائت التي تحتل المركز الأول بين هذا النوع من الصوتيمات دون منازع - يرجع جانب من إنتاجها إلى اهتزازات الشفاه الصوتية. ولذلك يمكن التعرف إلى الصوامت المجهورة على الرسم الطيفي بوجود الجهر على النحو الذي يبدو به على الأقل في النطاق الحنجري.

غير أنه بالنظر إلى أن اهتزازات الشفاه الصوتية في الصوامت تكون أضعف منها بالنسبة للصوائت - لذلك يكون تدوينها في أسفل الرسم الطيفي أقل سواداً وأقصر مدة إذا ما قوبل بتدوينها في الصوائت، كما تكون الحزم الترددية المميزة: F_1, F_2, F_3 أقل وضوحاً، وإن كان في الإمكان تعديل درجة الشحوب في السواد - إذا أريد ذلك - بزيادة علو التسجيل أو درجة حساسية المطياف للقوة أو بكليهما معاً؛ لكي يصبح من الممكن تدوين الجهر بصورة أوضح.

وحين يكون هدفنا هو قراءة الرسم الطيفي للكلام فإن مجرد الإشارة إلى وجود الجهر هو - على أي حال - كاف تماماً. وذلك أن الموضع الدقيق لنطاق الرنين الحنجري [يعني مكان وجوده على سلم الترددات] وللقوة التي يتمتع بها إنما هو مكافئ لدرجة النغمة الحنجرية وعلوها، وهما لذلك منقطعا الصلة بالجانب اللساني. أما الصوامت غير المجهورة فتفتقد ضمناً النطاق الرنيني في أسفل الرسم، أيّاً ما كانت طريقة ضبط المطياف. وتشترك بعض الصوامت المجهورة - كما قد رأينا - مع الصوائت في كونها أصواتاً رنانة؛ ولذلك يبدو فيها ظاهرة نطاقات الرنين. وتنتمي إلى هذه المجموعة في الإنجليزية الصوامت: /ŋ/ ; /m/ ; /r/ ; /l/ ; /n/. ويتحدد موضع نطاقات الرنين وشكلها في هذه الأصوات إلى حد ما بطبيعة الصائت السابق لها والصائت اللاحق عليها. وشبيه بهذا شبها دقيقاً تَشَكُّل بداية نطاقات الرنين ونهايتها في أي صائت تبعاً لطبيعة الصامت السابق له والصامت اللاحق عليه(١٤).

والخاصية التالية المهمة في مجال تمييز الصوامت هي الحكم عليها بأنها صوامت انفجارية *plosives* (وقفية *stops*) أو انطلاقية *continuants*(١٥). إن الوقفيات تتكون بوجه عام نتيجة تسريح مفاجئ بعد تضييق شديد أو إغلاق. ويمكن للباحث اعتماداً على مكان الانفجار أن يميز الوقفيات: الشفوية *labials* والأسنانية *dentals* والحنكية *palatals* (في نقاط مختلفة على طول سقف الحنك *palate*؛ ومن ثم يمكنه تمييز الوقفيات المختلفة التي تتشكّل في مقدم الحنك *pre-palatal* أو وسطه *medio-palatal*، أو مؤخرته *post-palatal* أو اللهاة *velar*)، وكذلك الوقفيات البلعومية *laryngeal* أو الحنجرية *glottal*. والمدة التي تستغرقها هذه الأصوات (لولا مدة الصمت التي يتكون خلالها الضغط والتي يمكن أن تمتد) هي قصيرة جداً (إذ ما المدى الذي يمكن أن يستغرقه تسريح الانفجار؟). نظراً لما سبق ذكره تكون

فرصة هذه الأصوات ضئيلة في أن تترك وراءها على الرسم الطيفي صورة نمطية ومحددة. غير أن هذه الأصوات جميعها - على أي حال - يمكن تشخيصها عن طريق فترة الصمت التي تسبق مباشرة تسريح الانفجار؛ حيث يتجمع الضغط المسبب للانفجار خلف العائق. ويظهر هذا الصمت على الرسم الطيفي بطبيعة الحال على هيئة انعدام للقوة؛ أي على شكل منطقة خالية من أي آثار للقلم. ولكن فاصلاً من الجهر الحنجري يمكن أن يتخلل نطق الوقفيات المجهورة في حاليْ الصمت والتسريح. (ويمكن التأكد من ذلك في يسر باستخدام تجربة بسيطة؛ فحين يسد المرء أذنيه لحجب الضجات الخارجية، وينطق أصواتاً مثل [b]، [d]، [g]، يمكنه أن يلاحظ طنيناً في يديه يمهد لتسريح الانفجار. وهذا الطنين ناتج عن نشاط الشفتين الصوتيتين). وترينا أفلام التصوير البطيء فترة محددة يتزايد فيها تردد الاهتزازات واتساعها زيادة تدريجية. وتبدأ هذه الفترة من وضع الراحة الأصلي للشفاه الصوتية، وتستمر حتى الوصول إلى الوضع الذي تتحقق فيه الذبذبة المناسبة للنغمة الصادرة عن المتكلم. وينبغي على المغنين أن يتعلموا كيف يُقصِّرون المدة التي يستغرقها هذا الانزلاق التدريجي الموصل إلى النغمة الصحيحة، وكيف يُضْعِفُون من قوته.

ومثل هذه الأماكن الخالية على الرسم الطيفي - سواء اشتملت على فاصل من الرنين الحنجري أو لم تشتمل - لا تقدم لنا بطبيعة الحال صوراً للصوتيمات الاحتباسية المتنوعة في أي لغة تكون قابلة لتمييز هذه الصوتيمات بعضها من بعض. بيد أن أنماط الانفجارات المختلفة يترك كل نمط منها بمفرده علامات مميزة لخصائصه النطقية. وتتمثل هذه العلامات في طبيعة الانزلاق الذي تقوم به أعضاء النطق عند الانتقال من الصوت السابق إلى الصوتيم الانفجاري [ويمكن أن يسمى **انزلاق النهاية**] *off-glide*، كما يتمثل أيضاً في طبيعة الانزلاق من وضع النطق بالصوتيم الانفجاري إلى الصوت اللاحق عليه [**انزلاق البداية**] *on-glide*. وينشأ عن ذلك أن يترك

اختلاف هذه الأنماط أثره في الصوتيمات الطيفية[١٦]. ويحدث هذا خاصة عندما يكون أحد هذين الصوتين [السابق أو اللاحق] صائتاً؛ فحينئذ تظهر نهاية الصائت أو بدايته على الرسم الطيفي في صورة عدد محدد من الفروق والتغيرات التي تتخذ نمطاً معيناً في شكلها واتجاهها، وتسمى الحزم الانتقالية *formant transitions*. وتزودنا كل حزمة من هذه الحزم بدليل *clue* يميز الفئة التي ينتمي إليها الصوت الاحتباسي السابق أو اللاحق[١٧]. (لاحظ أن الصوتيمات الطيفية للصوائت في الشكل «٢٨» اختصر منها جانب كبير لاستبعاد الحزم الانتقالية. ولذلك فإن هذا الشكل يزودنا بصورة للصوائت الخالصة).

والحق أن جميع الأصوات المتجاورة يُلوِّن بعضها بعضاً. وإذا تحقق لصوت ما تأثير بالغ القوة على الصوت المجاور له فمن الممكن أن يسبب ذلك إدغاماً جزئياً أو تاماً بين الصوتين *partial or complete assimilation*، وهذه ظاهرة ذات أهمية كبيرة في اللسانيات التاريخية. إن الإدغام الجزئي يجعل الصوت غير المجهور /s/ ينطق كالصوت المجهور /z/ في كلمة observe بسبب امتداد التجهير *voicing* إليه من الصوت /b/. أما الإدغام الكلي في الكلمة نفسها فهو - وإن كان يمارس تأثيره في الاتجاه المعاكس - قد يتحول بالصوت تحولاً تاماً من الصوت المجهور/b/ في الكلمة اللاتينية obseruare إلى الصوت غير المجهور /s/ في الكلمة الإيطالية osservare[١٨].

وفور حدوث الانفجار تتبعه ضجات معينة يسببها في الأساس الاحتكاك الحادث على طول العوائق أو نقاط التضييق التي يعبرها الهواء المنطلق إلى خارج الفم. ولكن هذه الاحتكاكات - لكونها مجرد ضجات وليست نغمات - لا يمكن أن تظهر عند تصويرها ذبذبياً في صورة موجات جيبية، فضلاً عن أن يكون ظهورها في صورة تكوينات تتخذ شكل الحزم.

إن ظهور هذه الاحتكاكات يتخذ شكل خطوط عمودية عشوائية تشير على هذا النحو إلى وجود قوة مصاحبة لبعض الترددات العشوائية. ولا مجال هنا للتساؤل عن نغمة أساس أو نغمات عليا، ولكن المسألة تتمثل في أن الصوت يشتمل على تكوين من الترددات يتسم بالغرابة، ويعطي هذا التكوين انطباعاً أكوستيكياً ينشأ عن سماع الفرقعات التي تتميز بالحفيف والشفط والاحتكاك الشديد وما أشبه ذلك.

والأصوات الانطلاقية *continuants* غير الانفجارية التي تنتمي إلى هذه الفئة في أي لغة يمكن ألا تكون مجرد ضجات مصاحبة للصوتيمات الانفجارية فحسب، بل تكون صوتيمات كاملة الأهلية. وتنتمي **الصوامت الاحتكاكية** *fricatives* **والأنفية** *nasals* **والتكرارية (الترددية)** *trills* التي يتم إنتاجها في نقاط متنوعة بالحنجرة والفم والأنف إلى هذه الفئة. (وفي بعض هذه الأصوات التي تكون من الأصوات الرنانة تظهر قضبان [أو فواصل] رنينية أيضاً كما سبق أن ذكرت). ولأن هذه الأصوات تمثل صوتيمات؛ أي فئات من أصوات الكلام - لذلك كان من المتوقع لها أيضاً عند ظهورها على الرسم الطيفي أن تكون طيعة عند تصنيفها إلى أنماط بحسب صورها الطيفية، أي إلى صوتيمات طيفية. غير أن التوصل إلى الكيفية التي نتعرف بها على هذه الأصوات - ولاسيما الصوتيمات غير الرنانة - هو أصعب بكثير من التعرف على الرسوم الطيفية للصوائت. ونظراً لأن تكوين الصوتيمات الانطلاقية أقرب إلى الضجة منه إلى النغمة، وأنها تستغرق في النطق وقتاً طويلاً يكفي لرؤيتها وتمييزها خلال مجرد الكلام - لذلك كانت بطبيعتها تتراوح بدرجات مختلفة - وإن كانت شديدة التشابه - حول نمط ما من أنماط الصور الطيفية على نحو ما تصنع الصوائت. كما نجد بالإضافة إلى ما سبق ذكره أن التدوين الذي تتركه على الورقة ليس على ما يتمناه المرء من التحديد والتمايز. ونحن إذا اكتفينا في التحليل بالوقوف عند ٣٦٠٠ ذ/ث فقط - وهذا ما نفعله بوجه

عام - فكثيراً ما يحدث أن نهمل بذلك مكونات من القوة مهمة وذات دلالة في هذه الضجات، وهذه المجازفة نادراً ما تصاحب الصوائت، فالرسوم الطيفية للصوائت - والتي تكون موجودة عند مثل هذا التردد - محدودة.

وقد دعم المطياف بالبرهان عقيدة مهمة في الدراسات الصوتية لبث الباحثون يعتقدون صوابها طويلاً، ولكن التصوير الطيفي قد أثبتها بما أظهره لنا من الحزم الانتقالية؛ وأعني بتلك العقيدة ما صاغه بعضهم بعبارة: «إن كل أصوات الكلام هي انزلاقات». ويستخدم مصطلح **الانزلاق** *glide* هذا بشيء من الترخص؛ إذ لا نعني به إلا أنه لا وجود لصوت في مجرى الكلام يعد جزيرة معزولة أو وحدة مستقلة كل الاستقلال وقابلة للاجتزاء أثناء النطق بها. وقد استمدت التسمية «انزلاق» في مظهرها الصوتيمي من نظرة تاريخية أو مقارنة للغة، وتشير إجمالاً إلى إضافة صوت انتقالي يربط بين صوتيمين: أما من المنظور **الآني** *syncronic*، فإن الحدث اللغوي يبقى كما هو وعلى ما هو عليه، ولا يمكن القول بأن شيئاً قد «أضيف» عند النطق بأي سلسلة من الصوتيمات إلا بمصطلحات **الدراسة الزمانية** *diachroanic*. وهذا الشيء هو صوت إضافي يرجع بوجه عام إلى القصور الذاتي لأعضاء النطق، وغايته هي تيسير النطق بالتتابعات الصوتية الصعبة (بمعنى الصعوبة الذي سبق لي بيانه). أما أن يكتسب هذا الانزلاق فيما بعد أهمية ما في نطاق الصوتيمات أو نظام الهجاء فذلك أمر قد يكون وقد لا يكون.

ومن المستيقن تاريخياً - على سبيل المثال - أن الصوتيم /b/ في الكلمة الفرنسية chambre «حجرة» هو انزلاق يملأ النقلة بين الصوتيمين /m/ و /r/ في الكلمة اللاتينية المتأخرة camra والكلمة اللاتينية القديمة camera، حيث سقطت /e/ التي وقعت غير منبورة في المقطع التالي مباشرة **للنبر الأساسي** *post-tonic*[١٩]، وهو اختصار للكلمة من وسطها *syncopated*[٢٠]. وهنا يؤدي فتح الشفتين بعد الصوتيم المجهور /m/ بُغْية التهيؤ للنطق بالصوتيم المجهور

/r/ إلى ظهور ضجة لصوت انفجاري شفوي ثنائي مجهور تمثله اللغات عادة بحرف الهجاء (b). وإذا استثنينا الحالة التي وقع فيها تغير camera إلى chambre، أو الحالة التي تغيرت فيها الكلمة اللاتينية hum(i)lem إلى الفرنسية humble والإنجليزية humble - فإننا سنجد أحياناً أن طابع المحافظة والنظام الهجائي قد يحولان بين هذا الانزلاق وبين أن يتخذ سبيله إلى الهجاء؛ فنحن مازلنا نتهجى الكلمة الألمانية fünf على هذه الصورة مع أن نطقنا إياها في معظم الحالات هو أقرب شبهاً بالصورة fumpf (وذلك لحدوث مماثلة بين الصوتيم الأسناني /n/ والصوتيم الشفوي الأسناني /f/، حتى إن إقحام الصوت الانزلاقي /p/ يؤدي إلى انغلاق شفوي كلي). وكذلك نحن مازلنا نتهجى الكلمة الإنجليزية family على هذه الصورة وإن كنا ننطق بها fambly. وينظر أكثر المتكلمين إلى طريقة النطق بهاتين الكلمتين على صورة fumpf و fambly على أنهما دون مستوى النطق السليم. ولا شك أن جانباً من ذلك راجع إلى الطابع المحافظ للهجاء في اللغة الأدبية النموذجية. أما النظر إلى الكلمتين humble و chambre على أنهما من وحدات النطق والهجاء النموذجية (أي عدم النطق بهما على نحو ما كانا humle (*) و chamre(*) فإن جانباً منه يرجع بلا شك إلى أن الصيغ التي تمثل الأصل الاشتقاقي - والتي هي خالية من الحرف b - قد نسيت منذ أمد بعيد؛ وليس ثمة إمكان مع هذا التاريخ الميت لعودتها إلى الحياة أو انتعاشها مصحوبة بأي أمل في نجاحها حتى عند أوفر المتكلمين حظاً من الوعي بالتاريخ.

وعندما يقول بعض الدارسين إن جميع الأصوات هي انزلاقات فإنه لا يعني هذا بالمفهوم التاريخي الفني أو الزماني (الدياكروني). إنه يقصد - بديلاً لذلك - أن النطق بكل الأصوات يتأثر إلى حد ما بالظروف الصوتية (الفوناتيكية) المحيطة بهذا النطق، ولاسيما في مناطق الجوار. وسيظهر الرسم الطيفي بالفعل أن الزمن الذي يستغرقه أي صوتيم لا يمثل في جميع

أجزائه نطقاً مستوياً متجانساً، ولكنه يتألف من انزلاق في البداية *on-glide* وانزلاق في النهاية *off-glide*؛ وكلاهما ذو طول جدير بالاعتبار؛ كما يتشكل من الناحيتين الأكوستيكية والتصويرية الطيفية بالصوتيمين السابق واللاحق على الترتيب، ولا يحصر هذان الانزلاقان بينهما إلا جوهراً يستغرق زمناً قصيراً يمثل وحده - إذا جاز التعبير - الصوتيم الخالص، ويحتوي بمفرده كل تفاصيل الصورة الطيفية المميزة، وكل الخصائص الأكوستيكية النمطية المميزة من غير تشويش أو تشويه.

وإذَنْ فالطول الكلي لأي وحدة يمكن اقتطاعها على الرسم الطيفي وتحديدها على أنها مدة التحقق لهذا الصوتيم سيكون مشغولاً إلى حد كبير بحركة نطقية في اتجاه جوهر الصوتيم، وحركة نطقية تفارق جوهر الصوتيم في اتجاه الصوتيم التالي. ولقد ذكرت من قبل أن الخصائص المتكررة المميزة لانزلاقات البداية والنهاية هذه - أي الحزم الانتقالية - تمدنا في بعض الحالات ولاسيما مع الأصوات الانفجارية بالإشارة الوحيدة غالباً والأهم، الدالة على طبيعة الصوتيمات التي يدونها المطياف بشكل واضح لا غموض فيه. ويلزم عن ذلك أننا في مجرى الكلام المعتاد لا نلح على أي صوتيم، ولا نتوقف طويلاً عنده، ولكن الزمن الذي يظهر فيه الصوتيم يشتمل - من الناحيتين الأكوستيكية والتصويرية الطيفية - على تحركات في اتجاه الصوتيم، وتحركات في الاتجاه الآخر مفارقة للصوتيم. وبهذا المعنى يكون كل صوت من أصوات الكلام هو بالفعل انزلاق.

ويجد المرء برهاناً شافياً على ذلك حين تتاح له فرصة يتتبع فيها بالرؤية العمليات النطقية لجهاز النطق عند المتكلم. وترينا الملاحظة المباشرة والصور المتحركة بما لا يدع مجالاً للشك أن أحداث الكلام ليست مقسمة إلى أجزاء يستقل بعضها عن بعض، ولكنها أجزاء يتبع كل منها الآخر

في سلسلة من التحركات معقدة وعظيمة التنوع على نحو يفوق المعتاد. وهكذا يعرف المرء يقينا مدى ما تتسم به عملية إنجاز الكلام في الحقيقة من صعوبة وتعقيد.

والإنسان هو الحيوان الوحيد على الأرض الذي يحوز الجهاز العصبي وجهاز الخلايا الملائمين ليكون على مستوى هذا العمل من حيث قواه البدنية والذكائية.

وليس ثمة شك - من جهة أخرى - أن من الممكن تمييز الوحدات المسؤولة عن تشكيل بنية هذه الكمية التي تبدو في ظاهرها كمية متصلة. بل إن اللسانيات الحديثة لو لم تشغل نفسها بهذا المشكل في مظاهره الصوتية والصوتيمية والأكوستيكية لكان الوجود الحقيقي للكتابة الألفبائية التي اخترعت بلا عون من اللسانيين المحدثين المحترفين شاهداً على ما يتمتع به الإنسان من قدرة خاصة على التحليل والتصنيف. وربما كان في إمكاننا ألا نفترض في أول تدوين ألفبائي للغة ما أن يكون وافياً بكل ما يتطلبه التصنيف الصوتيمي الحديث من متطلبات صارمة؛ وذلك إذا استثنينا ما أنجز في عصرنا هذا من تدوين قام به لساني فني مدرب. (ولن يكون هذا التدوين أوفى بهذه المتطلبات مما يفعل كثير من النظم الهجائية الشائعة التي يثقل كاهلها تقاليد عنيدة لا تقبل الاستسلام). وعلى الرغم من ذلك فإن من الحق أن نعترف بأن المخترعين القدماء لمثل هذه النظم الكتابية الهجائية قد قاموا بتجزيء تيار الكلام إلى وحدات متمايزة، أو إلى صوتيمات (مع العلم بأن الكتابات القديمة أو الحديثة ليست جميعها من النوع الألفبائي). وفي الحق أن معظم الناس - بما فيهم من لا خبرة له بهذا الأمر - قد يجدون أنفسهم أقرب إلى الاتفاق منهم إلى الاختلاف في شأن الكيفية التي يجري بها تجزيء

كمية من الكلام في لغتهم الخاصة، بل في لغة أجنبية أو غير معروفة أحياناً؛ هذا إذا استبعدنا بعض المشكلات الصغيرة نسبياً مما يستعصي حله إلا على يد الباحث الصوتولوجي (بل إن بعض هذه المشكلات ربما لم يجد حلاً حتى الآن؛ ومثال ذلك: هل يحلل الصوتان اللذان يمثلان في الهجاء بحرفين هما ch حين يحتلان موقع البداية في الكلمة؛ الإنجليزية chin على أنهما صوتيم واحد أم صوتيمان مؤتلفان يتخذان الصورة / ʧ /).

وهناك صنف آخر من أصناف تجزيء تيار الكلام؛ ونعني به تجزيئه إلى مقاطع[٢١]. واتفاق معظم المتكلمين بأي لغة على هذا الصنف من التجزيء أمر يسير. إن كل واحد يعرف كيف يجزئ حدثاً نطقياً إلى مقاطع، ومع ذلك مازال يعوزنا التحديد العلمي اللساني الأكوستيكي للمقطع، على الرغم من كثرة المحاولات المبذولة في هذا الصدد. وهنا يبدو التصوير الطيفي مبشراً بالكثير ولاسيما بتمثيله للحزم الانتقالية. وقد أظهرت التجارب التي أجريت لهذا الغرض أن الرسم الطيفي لسلسلة من الصوتيمات مثل apa تمثل تجزيئاً أكوستيكياً إلى ap-a عندما يقتصر ظهور الحزمة الانتقالية فيه على الصائت الأول a دون الصائت الثاني. على حين يشير وجود الحزم الانتقالية في الصائت الثاني a دون الأول إلى تجزيء هذه السلسلة على الصورة a-pa. أما في الرسوم الطيفية العادية غير الاختبارية فإن هذا المعيار لم يلاحظ اطراده حتى الآن، حيث تظهر تنوعات فردية لدى مختلف المتكلمين. غير أن إيضاح هذا المشكل - على أي حال - سيكون أيسر من خلال الاستعانة بالتصوير الطيفي.

سأكون مجاوزاً للغرض المتوخى من هذا الكتاب لو أني حاولت أن أرشد القارئ إلى كيفية حل رموز الرسوم الطيفية وتحليلها، أو أن أعدد الوسائل

الكثيرة التي يمكن بها الإفادة من هذه الرسوم في الدراسة المختبرية للغة. أضف إلى ذلك أن أي مقالة نظرية في هذه الموضوعات مهما جاءت صياغتها طويلة ومعقدة ستظل قاصرة. إنها ستظل وكأنها مجموعة من دروس الكيمياء من غير ممارسة العمل في المختبر. وكذلك التصوير الطيفي أيضاً إنما يدرس على نحو أفضل وأعظم فعالية في المختبر اللغوي؛ حيث يجري العمل التجريبي تحت إشراف مرشد خبير.

* * *

الفصل الحادي والعشرون

الحرفيمات الطيفية

بالرغم من تعقد أصوات الكلام فإنها قابلة للتعرف عليها أكوستيكياً، وقابلة للتحديد بطريقة التصوير الطيفي؛ على أساس عدد من العوامل يمكن حصره إلى حد ما. ويتم هذا على وجه الخصوص بتحديد الوضع والشكل النسبيين للقضبان الرنينية، وبالتوزيع الذي هو أقل وضوحاً - وإن يكن لا يزال مميزاً - لبعض الترددات العشوائية.

ومادام هذا هكذا فينبغي أن يكون ممكناً أن تصمم باليد رسوم طيفية تحدد صورة تخطيطية للصوتيمات؛ أو للصوتيمات الطيفية؛ وأن نتجاهل في هذه الصورة التخطيطية كل التفصيلات التي يمكن إهمالها، أو التي هي غير ذات قيمة لسانية. وقد صُنِعَتْ مثلُ هذه المحاولات. وتتكون الرسوم أساساً - كما ينبغي أن نتوقع - من نطاقات الرنين، مشتملة على التنوعات المهمة مثل الحزم الانتقالية[٢٢].

ويمثل الشكل (٣١) صوراً متنوعة للجملتين:

Joe took father's shoebench out . She was at my lawn.

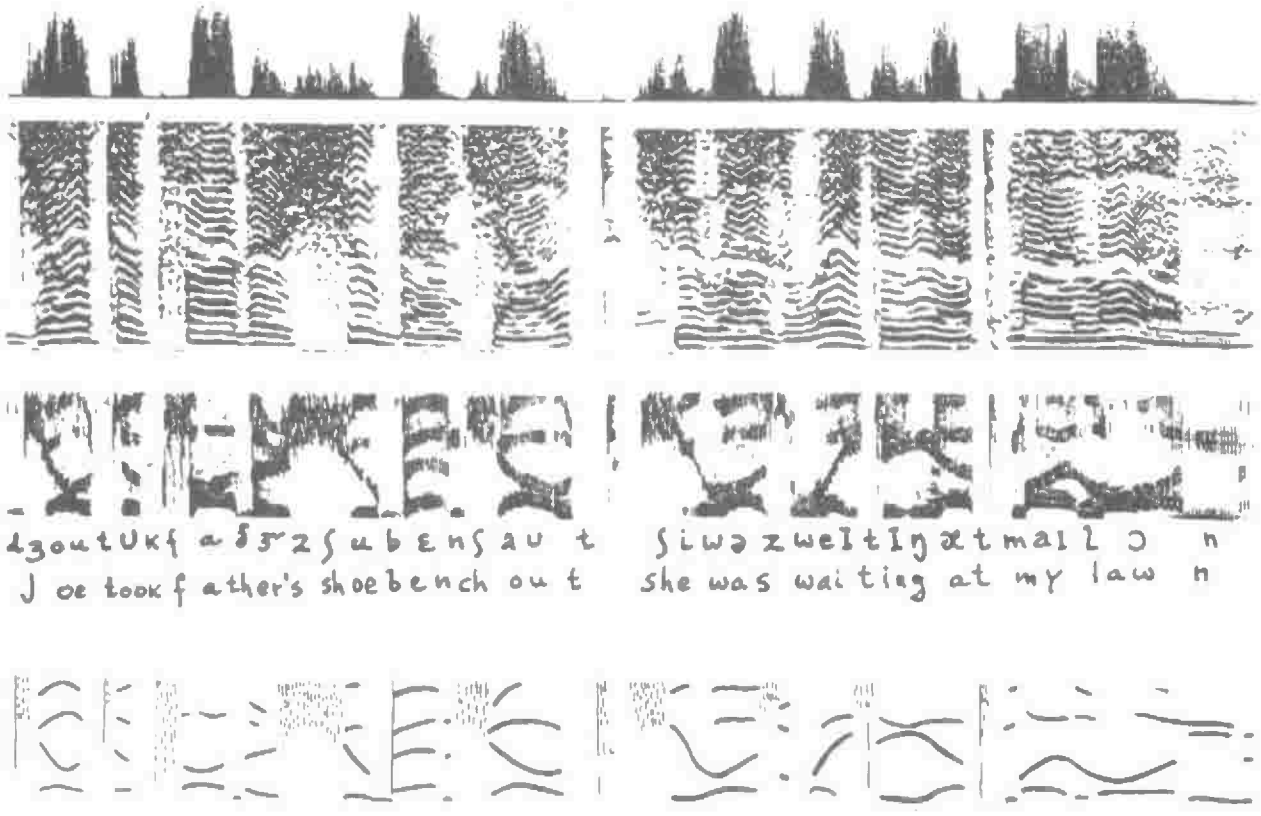
إن الصور العليا هي تصوير متصل لاتساع الذبذبة، بيد أنها ليست من النوع الطيفي الذي يصور التردد على البعد الأفقي والقوة على البعد الرأسي على نحو ما في الأشكال (١١، ١٣، ١٩، ٢٧، ٢٨)، والصحيح أنها صورة من النوع الذبذبي الذي يصور الزمن على البعد الأفقي، والقوة على البعد الرأسي. وتساوي هذه الصورة النتيجة التي نحصل عليها حين نأخذ النصف السفلي

من نموذج مرسوم على شاشة الرسم الذبذبي *oscilloscope* فنحوله إلى النصف العلوي من الرسم، ثم نقوم بملء المنطقة الواقعة تحت المنحنيات بالخطوط. وهكذا نكون قد حصلنا على كمية الزمن، وإن كنا قد فقدنا كمية التردد.

والصورة الثانية رسم طيفي باستخدام المرشح ٤٥ ذ/ث، أو رسم طيفي باستخدام النطاق الضيق. وقد استخدم تدريج عمودي مضاعف لتحقيق فصل أوضح بين النغمات التوافقية، تلك التي تظهر مرئية بوضوح (مع رسم النغمة التوافقية العاشرة بالأبيض).

والصورة الثالثة رسم طيفي باستخدام مرشح سعته ٣٠٠ ذ/ث؛ أو باستخدام النطاق الواسع الذي يظهر مواضع الحزم التكوينية.

أما الصورة السفلى فهي صورة تخطيطية للرسم الطيفي ذي النطاق الواسع، والملامح الأساسية لهذه الصورة هي حدود الحزم الترددية التي هي المكونات المميزة للكلام في الصورة الطيفية. وكذلك رسمت الخطوط المهمة (بالنسبة للاحتكاكيات)، وأوليت الحزم الانتقالية ما يناسبها من الأهمية. وإذا كان هذا التصميم التخطيطي في الحقيقة تصويراً كافياً للصوتيمات فإن تحويله إلى صوت ينبغي أن يعطينا تكراراً نطقياً دقيقاً للصوتيمات نفسها. وقد صُنِعَتْ هذه التجربة بواسطة ما يسمى بالقارئ الطيفي *pattern playback* وهو مطياف يدور في الاتجاه المعاكس - إذا صح التعبير - على الرغم من أنه بطبيعة الحال - مجهز بنظام للتقطيع والترشيح مختلف كل الاختلاف عن المطياف المعتاد، ويعمل على أساس القيام بتقطيع بصرى مع ترجمة للمثيرات البصرية إلى صوت، ويشبه في ذلك مجال الصوت الذي يساير مجال الصور في الفيلم الناطق. إننا نغذي هذا الجهاز بنموذج الرسم الطيفي المرسوم باليد لتصدر عنه إشارة مسموعة(٢٣).



شكل ٣١ . رسوم طيفية وتخطيطية

(أ) تصوير متصل لاتساع الذبذبة؛ (ب) رسم بالنطاق الضيق؛ (جـ) رسم بالنطاق الواسع

(د) كتابة هجائية وصوتية؛ (هـ) رسم تخطيطي للرسم جـ.

وقد كانت النتائج في الحقيقة وافية بالمراد من الوجهتين اللغوية والأكوستيكية، ولا مزيد. ولم تكن الأصوات الصادرة عن هذا الجهاز أصواتاً بشرية، وإن كان الأداء يشبه الكلام شبهاً كافياً في أساسياته؛ من حيث تشكيله لنطق واضح. (هناك في الحقيقة أجهزة للكلام الصناعي أخرى معروفة تعطي صورة قريبة جداً من اللغة الطبيعية، لأنها تعمل بعدد من الكميات يتجاوز الحزم الثلاث).

وتتوقف طرق التحسين لهذه العملية على كمال النموذج التخطيطي للصورة الطيفية، والذي هو ليس أكثر من تسجيلات يدوية الصنع، كما يتوقف على وسائل التحسين التي تدخل على جهاز القراءة play back (الذي يشبه تلك اللوالب التي تتخلل آلات البيانو وتدور خلالها فتنشط لوحة المفاتيح).

وليس هناك في الحقيقة - ما يمكن أن يُنتج لنا شيئاً يقارب الكلام الطبيعي من الناحية الأكوستيكية إلا القراءة الدقيقة لرسم طيفي كامل، أو بالأحرى، عدة رسوم طيفية مندمجة تشتمل على كل العناصر والكميات في أصوات الكلام البشرية، بما في ذلك العناصر اللغوية المميزة، والعناصر التي تعتبر زيادة وحشوا. ومع ذلك ليس من شك في أن الرسوم الطيفية التخطيطية التي تولد كلاماً تقريبياً يحمل نفس السمة التخطيطية هي ذات أهمية علمية هائلة في مجال البحث والتجريب.

بيد أن هذا النوع من الرسوم الطيفية ذو قيمة عملية كذلك، فبواسطتها يستطيع المرء - على سبيل المثال - أن يحدد معتمداً على التجربة العملية الحد الذي يبدأ عنده التمييز بين الأصوات، والذي تحتاجه أجهزة الإرسال والاستقبال الإلكترونية؛ كالهواتف وأجهزة الراديو ومقويات الصوت لكي تلبي متطلبات معينة من كفاءة التوصيل. ويمكننا أن نصوغ هذه الفكرة بطريقة أخرى فنقول: إنها تمكننا من تحديد الخصائص الزائدة التي نستطيع تجاهلها دون أن نضعف من درجة الوضوح. ومهندسو الاتصال معنيون على وجه

الخصوص بهذا الجانب من جوانب دراسة الكلام، فهم يضعون في حسابهم عندما يطلب إليهم تصميم مثل هذه الأجهزة - من بين المسائل الفنية - الحقيقة الآتية: إن دقة إعادة إنتاج الكلام تأتي أيضاً على حساب سعر السوق بالنسبة للمستهلك. وتقليلُ كفاءة التوصيل إلى أدنى حد تسمح به أغراض الجهاز يمكن أن يؤدي إلى تصنيع آلات ذات أسعار أقل؛ كما أن كل زيادة غير ضرورية في كفاءة التوصيل ترفع تكاليف الإنتاج بشكل باهظ وتقلل استخدامه. وما زالت هناك تطبيقات عملية أخرى للتصوير الطيفي يمكن أن نتخيلها وإن كان المستقبل كفيلاً بتحقيقها. إنه مما يسهل تخيله إمكان تعليم الأشخاص أن يكتبوا بطريقة التصوير الطيفي، حتى إن الرسائل يمكن أن تحول بالشفرة إلى نظام هجائي يتكون من الصور الطيفية بدلاً من النظام الهجائي التقليدي أي إلى الحرفيمات الطيفية *spectrographemes* بدلاً من الحروف التقليدية. بل قد يمكن للإنسان أن يصمم ملامح تصويرية طيفية لآلة طباعة حتى ليمكن طبع كتب كاملة بالرسوم الطيفية. وقد لا يكون ذلك مكسباً كبيراً للطباعة العادية، بيد أن الرسائل المطبوعة بطريقة التصوير الطيفي على شريط ممغنط يمكن أن تكون مكسباً كبيراً. إن من الممكن أن نغذى بمثل هذه الشرائط جهاز القارئ الطيفي *spectrogram play back*، ويمكن الاستماع إلى الكتاب بدلاً من قراءته. ومن الممكن حتى الآن - بطبيعة الحال - أن نستمع إلى كتاب بواسطة التسجيلات على الأسلاك والشرائط، ولكن مهما يكن تصنيع عدد من النسخ المأخوذة عن شريط أصلي سريعاً ورخيص الثمن فلا بد أن يصنع التسجيل الأصلي الأول بواسطة صوت حي. وهنا، وعند هذه النقطة، يمكن أن يوفر التسجيل المطبوع بطريقة التصوير الطيفي كثيراً من الوقت والجهد والمال وإن كانت النتيجة المسموعة لن تكون مساوية للصوت الطبيعي. غير أن هذا النقص لن يكون خطيراً بالنسبة لعدد من الأغراض يكون فيها محتوى الرسالة هو الأهم وليس صفتها الأكوستيكية، بما في ذلك الصفة الجمالية والأدبية. أضف إلى ذلك أن إمكان علاج هذا

النقص مؤكد إذا صرف مهندسون وخبراء ممتازون في مجال فيزياء الصوت عنايتهم إليه. ومن المحتمل أن الصعوبات الهندسية والوقت الذي يُحتاج إليه لإنشاء آلة قابلة للتسويق من هذا النوع يمكن أن تصير أكبر مما أتخيل. ولكنّ تسويق أي إنتاج وثمنه مرتبطان بفائدته. وأستطيع أن أقول إن تصميم مهندس الاتصال لآلة مفيدة لكثير من الناس سيجذب فور إنجازه المشترين أيضاً، ويشجع على إجراء تحسينات أخرى ويمكن أن يصير جهاز تسجيل الصور الطيفية وسماعها من الأدوات المنزلية تماماً كالحاكي وأجهزة التسجيل بالأسلاك والشرائط الممغنطة التي كانت منذ فترة ليست جد بعيدة مجرد أدوات أو اختراعات في طور التجريب.

وقد تم إحراز خطوة واسعة إلى الأمام في هذا المجال بواسطة التطوير الحديث للمطياف ذي القنوات الثماني والأربعين[٢٤]. إن كل الرسوم الطيفية التي وضحتها حتى الآن هي تسجيلات لأحداث لغوية تستغرق ٢,٣ ثانية. ومن الضروري للحصول على قطاعات أطول من الكلام أن ننتج سلسلة كاملة من الرسوم الطيفية ثم نرتبها، أو نلصق بعضها إلى بعض لنصنع منها صفاً من الرسوم - وهذه العملية غير مريحة وهي مضيعة للوقت؛ لأن إنتاج كل رسم طيفي على حدة يستغرق مدة أطول بكثير مما يستغرقه نفس النطق الذي نقوم بتحليله. أما المطياف ذو القنوات الثماني والأربعين فيعمل كآلة للتصوير السنيمائية يلتقط صورة متحركة مستمرة للرسم الطيفي. ومن المستحيل طبعاً بهذا التنظيم أن نحصل على رسوم طيفية من النوع الذي ناقشنا جوانبه حتى الآن، وهي الرسوم التي تنتج مئتين من الجولات الترشيحية المتتابعة لرسالة يتكرر النطق بها كلها مئتي مرة، مع تدوين لآثار الجولات المئتين المتتابعة التي يقوم بها القلم. وينبغي أن نتذكر أن تعدد الجولات التحليلية كان ضرورياً للعدول عن استعمال وسيلة مرهقة تتكون من مئتي مرشح أو أكثر في الجهاز. ولكي يتسنى لنا هذا النوع من التصوير الذي يمارسه الجهاز الجديد يصبح من الضروري أن نعود إلى تركيب مرشحات ثابتة ذات ترددات مضاعفة يمكن

أن تعمل بطريقة متزامنة على نحو شبيه بالمرشحات التي في الشكل «١٤». غير أن المطياف الذي يقوم بتصويره متصل بواسطة ثمان وأربعين قناة إنما يستخدم - كما يشير اسمه - بدلاً من مئتي مرشح - ثمانية وأربعين مرشحاً تقوم بجولاتها الترشيحية ٥٠٠ مرة في الثانية.

ويبلغ عرض جميع المرشحات ٣٠٠ ذ/ث، ويمتد مجال الترشيح حتى التردد المركزي في النغمة ٤٠٠٠ ذ/ث. والمرشحات التي تغطي الترددات العالية ذات عرض ترشيحي أكبر. أما المرشح الأول فيغطي ما بين الصفر و ٢٠٠ ذ/ث. ومن فضول القول - بالنسبة لما أستهدفه الآن من هذا الكتاب - أن أذكر أسباب هذا كله، أو أن أناقش بالتفصيل ما ينتج عنه من رسوم طيفية. إن مبادئ التحليل والتصوير واحدة في نموذجي المطياف القديم والحديث ولكل منهما مميزات معينة ومساوئ معينة. (ينبغي أن يلاحظ أن المطياف ذا القنوات الثماني والأربعين يمكن أن يضبط بحيث يعطينا - تتابعاً سريعاً من اللقطات: ٦٤ صورة في الثانية لتقاسيم اتساع الذبذبات كالذي في الشكلين (١٩) و (٢٨)، ويمكن أن نلتقط الصورة لهذا التقسيم وحده أو مع إمكانات أخرى في وقت واحد. وقد لاحظنا عدم قدرة المطياف على تحقيق هذا الأمر، واضطررنا أن نقنع في الشكل (٣١) بصورة للاتساع من النوع الذبذبي. أما الآن فنستطيع - باستخدام المطياف الجديد - أن نحصل بالإضافة إلى ذلك على شيء شبيه بصورة لاتساعات الذبذبات عند ترددات معينة). وأما فيما يتعلق بتمييز أنماط الحزم الترددية، أي الصوتيمات فإن المطياف ذا القنوات الثماني والأربعين واف تماماً بالغرض. إن لدينا الآن - إذن - جهازاً يقدم عرضاً مستمراً من الرسوم الطيفية (آلات التصوير الموجودة هي بكرات تصل مدة عرضها إلى ٣٠ دقيقة)، وهي رسوم تعد تسجيلات ثابتة نظراً لكونها مصورة على شريط سينمائي؛ ويمكن أن نصنع من هذه التسجيلات - في سرعة ودقة - أي عدد نرغبه كما هي الحال مع أي شريط سنيمائي آخر، ولذلك يمكن أن تستخدم هذه الرسوم الطيفية أيضاً - بالإضافة لأغراض البحث - في عملية القراءة. وستقدم لنا

هذه الرسوم بطبيعة الحال نموذجاً أقرب إلى الكلام الإنساني من الحروف الطيفية اليدوية التي ذكرتها من قبل، لأنها أكثر صدقاً في تمثيل الكلام (بقدر ما في طاقة مطياف ذي ثمان وأربعين قناة من الصدق).

والحق أننا نعالج الآن عملية تسجيل وسماع تشبه المسار الصوتي على صورة سينمائية ناطقة، بيد أن التمثيل البصري على المسار الذي يصنعه المطياف هو تمثيل بالصورة الطيفية، ومن ثم فهذا النوع من الرسوم طريف من الوجهة اللسانية وملائم لإجراء تجارب لسانية وأكوستيكية من نوع خاص.

واستخدام الراسم الطيفي - أياً ما كان نوعه - بوصفة آلة للبحث والتجريب في مجال اللسانيات يبشر بالكثير. ولم يبدأ استثماره إلا منذ قليل. وأعتقد أن الجانب التجريبي لاستخدامه من الوجهة العلمية سيكون على المدى البعيد - أكثر طرافة وأهمية بالنسبة للدارسين. ومن الحق أن المطياف ليس هو الجهاز الوحيد الذي يجب أن يحوزه مختبر لساني جيد التجهيز، وأنه ليس الجهاز الوحيد الذي يحلل تحليلاً كاملاً كل الإشارات والمفاتيح التي يشتمل عليها الكلام. غير أن هذا الجهاز - كما يبدو لنا الآن - هو أعظم هذه الأجهزة فائدة وأكثرها تنوعاً في القدرات المتاحة خاصة بالنسبة لدراسة اللغة.

إن النتائج التي حصلنا عليها الآن تظهر مباشرة ما تتمتع به المكتشفات التي يمكنه التوصل إليها من قيمة عظيمة بحيث تعتمد عليها كل فروع الدراسات اللسانية سواء في مجال الدراسة الوصفية أو التاريخية.

* * *

لَحَـــقٌ

بتعاليق المترجم

وحواشيه على النص

لَحَـــقٌ

بتعاليق المترجم وحواشيه على النص

مقدمة المؤلف

(١) يشير المؤلف إلى كتاب مارتن جوس *"Acoustic Phonetics"* ، وهو أول عمل متكامل صدر في مجال فيزياء الصوت اللغوي، وذلك في عام ١٩٤٨.

ويهمني هنا أن أشير إلى أن بعض الفروض التي وردت في هذا الكتاب تعرضت للتعديل أو التغيير فيما بعد بفضل ما أحرزه هذا العلم من تقدم، وأنصح للقارئ على سبيل المثال بالرجوع، إلى المقال الآتي:

P.Delattre, ***"The Physiological Interpretation of Spectrograms"***, PMLA, Vol. LXVT, No. 5, PP, 864 - 875.

وفي المقال يعيد مؤلفه النظر في مقولات مارتن جوس عن العلاقة بين تجاويف جهاز النطق والحزم الترددية المميزة.

انظر: **دراسة السمع والكلام**، ص ص ١٩٧ - ١٩٨.

(٢) كتب بولجرام هذا الكلام منذ أربعين عاماً ونيِّف، وهو أصدق بقياس الأَوْلى على حال العلم الراهنة. غير أن هذا الكتاب بمعالجة نظرية الصوتيات الأكوستيكية والطيفية لا يزال يحتفظ بقيمته كاملة تقريباً، إذ إن أسس التحليل الأكوستيكي والطيفي لم يطرأ عليها كبير تغيير. أما التطور فقد ورد على تقنيات الأجهزة وربطها بالحاسوب. وقد أعفى ذلك الباحثين من مصاعب القراءة والحسابات اليدوية المعقدة.

وهناك كثير من التبوءات العلمية التي ضمها الفصل الأخير من هذا الكتاب وصدقها تطور العلم.

(٣) **لسانيات الحق الإلهي** *God's Truth Linguistics* اسم شاع في الخمسينيات وأوائل الستينيات علماً على أحد اتجاهين متطرفين من التفكير اللساني، في مقابل ما سمي **باللسانيات العبثية** *Hocus Pocus Linguistics*. ولكلا الاتجاهين طريقته في تصنيف مادة اللغة وأحداث الكلام؛ فالاتجاه الأول يقارب اللغة على توقع منه بأن اللغة تتضمن في ذاتها بنية حقيقية تنتظر الباحث ليكشف عنها الستار. ويفترض المنتمون إلى هذا الاتجاه أنه مادام الإجراء التحليلي يتمتع بالمنطقية والاتساق فإن الوصف الناشيء من التحليل لمادة بعينها سيكون واحداً، وأن أي مظهر من مظاهر الشك هو نتيجة لعيوب الملاحظة أو المنطق المستخدم في التحليل عند الباحث. ومن ثم فإن غاية البحث اللساني هنا هو إظهار نظام مستكن وموجود بالقوة في المادة اللغوية المدروسة.

(٤) **اللسانيات العبثية** *Hocus Pocus Linguistics* هي الاتجاه المتطرف المقابل للسانيات الحق الإلهي وأصحاب هذا الاتجاه يقاربون اللغة على توقع منهم بأن عليهم أن يقحموا على اللغة تنظيماً معيناً لكي تبدو في صورة نماذج بنيوية. وعلى ذلك إذا اجتمع لسانيون مختلفون على مادة لغوية واحدة فإن لهم أن يصلوا إلى مخططات وصفية مختلفة للمادة الواحدة؛ تبعاً لاختلاف تكوينهم العلمي، وتباينهم في الحدس العلمي والإجراءات التحليلية.

(٥) يقصد **بالتباينات الصوتيمية** *phonemic contrasts* فروق بين الأصوات كافية بذاتها لتحقيق تمايز الكلمات بعضها من بعض، وهكذا يكون صوتيم السين مقابلاً لصوتيم الزاي؛ إذ إن الفرق بين هذين الصوتين (الهمس في مقابل الجهر) هو الذي يؤدي إلى تمايز الكلمتين «سال» و «زال». وقد وهم

كثير ممن رد هذا التمايز إلى اختلاف في دلالة الصوتيم؛ إذ إن الصوتيم ليس له دلالة في ذاته. والصواب أن الاختلاف في الدلالة هو نتيجة للمقابلة بين هذين الصوتيمين في موقع واحد.

(٦) يتصل بالمصطلح السابق (في التعليقة ٥) مفهوم التضاد *opposition* والتضاد الثنائي *binary opposition* ويُقصد به العلاقة القائمة بين العناصر المكونة لنظام ما والتي يمكن بها تمييز هذه العناصر بعضها من بعض. وقد يكون التضاد صرفياً أو نحوياً (كالمذكر في مقابل الأنثى، والمبني للفاعل في مقابل المبني للمفعول). وقد يكون صوتولوجياً. وينشأ التضاد الصَّوتولوجي من وجود فرق بين صوتين يؤدي إلى وجوب التمييز بينهما بوصفهما صوتيمين مختلفين؛ كما في المثال السابق ذكره.

ويرجع إلى رومان جاكوبسون R. Jakobson ومن قبله تروبتسكوي من علماء مدرسة براغ اللسانية فضل استخدام مفهوم التضاد الثنائي في تحديد العلاقة بين عنصرين من عناصر النظام اللغوي. ويمكن على أساس هذا المفهوم تحديد الوحدات الأساسية للتحليل الصوتولوجي وهي الصوتيمات بوجود أو انعدام خصائص مميزة معينة؛ كالهمس في مقابل الجهر، أو الاحتكاك في مقابل الانفجار، أو الأمامية في مقابل الخلفية.... وهكذا.

ويعد التضاد الثنائي مكوناً من مكونات مبحث السمات الفارقة *distinctive features* في الصوتولوجيا التوليدية *generative phonology*، على خلاف بين الاتجاهات اللسانية في تسمية هذه الخصائص.

(٧) اقترح المترجم في بحث سابق ضرورة التمييز بين صفتي «لغوي» و«لساني»، وذلك بتخصيص الوصف الأول لما يتصل باللغة المتعينة التي هي موضوع الدرس *object language* كالعربية أو الإنجليزية وغيرهما، والوصف

باللساني لما يتصل بالعلم الدارس وإجراءته ومناهجه وحقائقه (انظر: «نحو استثمار أمثل لفوضى الرصيد المصطلحي»: ورقة قدمت إلي ندوة التعاون العربي في مجال المصطلح، المنظمة العربية للمواصفات، تونس، ١٩٨٥.

وإذا أخذنا بهذا التمييز سهل علينا أن نفهم المراد بالخصيصة اللغوية الخالصة (المنسوبة إلى اللغة التي هي مادة التحليل) *(linguistic property)*، والخصيصة اللسانية المنسوبة إلى العلم المستخدم في التحليل - *(meta linguistic property)*.

(٨) في ضوء الإيضاح المتقدم في التعليقة رقم (٧) يراد بها الخاصية اللسانية لا اللغوية.

القسم الأول

(١) الدراسة هنا مسلطة على أصوات الكلام بما هي مادة فيزيائية محض، من غير اعتبار للمظهر التواصلي. وسيرد تمييز أوضح للفرق ما بين المستويين في لاحق الفصول.

(٢) المصطلح *inertia* يقصد به خاصية القصور الذاتي، وهي ميل الجسم إلى استعادة وضعه الأصلي من حيث الثبات والحركة، بأن يستعيد ثباته إن حرك وكان من شأنه الثبات، أو يستعيد حركته إن أوقف وكان من شأنه الحركة. وذلك عندما تنعدم القوة الخارجية المؤثرة في تحريكه أو إيقافه.

(٣) انظر شرحاً وافياً للحركة البندولية وأثرها في إنتاج الموجة الصوتية في: كتابي: **دراسة السمع والكلام**، ص ص ٢٠ - ٢٣.

(٤) لتمييز الفروق بين الموجة الطولية والموجة المستمرضة، انظر: (دراسة السمع والكلام، ص ٢٤).

(٥) تنتج النغمة عن تحرك منظم للجسم المهتز في الوسط الناقل للصوت، ويقصد بانتظامه أنه ينتج نظرياً عدداً ثابتاً من الذبذبات الكاملة في كل ثانية.

(٦) موضوع الدراسة الصوتية (الفوناتيكية) هو دراسة خصائص أصوات الكلام الصادرة عن جهاز النطق البشري من الوجهتين العضوية والفيزيائية. والوحدة المدروسة في هذا المستوى هي الصوت *phone*. أما الدراسة الصوتيمية فتتولى دراسة نظام العلاقات الذي يحكم الأصوات اللغوية في لغة بعينها تبعاً لما بين أصواتها من سمات؛ أي أن غاية الصوتيميات هي تأسيس النظرية الصوتية للغة معينة. وعلى أساس من هذه الدراسة تُصنَّف «الأصوات» *phones* إلى الوحدات الأساسية الحاملة لفروق المعاني الصوتيمات *phonemes*، وإلى تحققات تتباين بتبايُن الجوار الصوتي وإن كانت لا تؤثر في إنجاز التواصل *allophones*. ويتم التوصل إلى هذا التصنيف باستخدام تقنيتي التباينات الصوتيمية والتضاد الثنائي؛ وانظر التعليقتين ٥ و ٦ في المقدمة.

وقد يتعارض تصنيف الصوت باعتبار خصائصه المادية المحض مع تصنيفه باعتبار وظيفته في نظام لغة ما؛ فالأصل في الصوائت الجهر، بل هي جهر خالص يتم تكييفه في التجاويف العليا من جهاز النطق؛ وهذه هي خاصيتها الصوتية (الفوناتيكية)، كما أن من خصائص الصوائت أنها تقع في الغالب قمة للمقطع. غير أن الباحث قد يعثر في لغة ما على أصوات مهموسة تقوم بهذه الوظيفة المقطعية. وحينئذ قد يلجأ الباحث إلى وضع هذه المهموسات في طائفة الصوائت باعتبار وظيفتها، ويكون لديه حينئذ صائت مهموس.

وقد دفع هذا التعارض المتوقع بعض العلماء إلى اعتماد منظومتين مصطلحيتين مختلفتين، تختص إحداهما بالمستوى الصوتي، والأخرى بالمستوى الصوتيمي؛ بحيث يكفي مجرد استخدام المصطلح في تحديد نوع المستوى المدروس.

(راجع كتاب: K. Pike, ***Phonemics***, pp. 13-14 حيث اعتمد المصطلحات ***vocoid / non vocoid*** و ***contoid / non contiod*** للتمييز بين المستويات. وقد جرينا على هذه السنة في كتابنا دراسة السمع والكلام، وحمدنا نتائجها في الإيضاح والقدرة على التوصيل، انظر: ص ص ١٦٢ - ١٦٣.

وإذا علمتَ ذلك تبين لك خطأ القول الشائع في كثير مما تصادفه في كتب متخصصة (!!) من تحديد لمهمة الصوتيات *phonetics* بأنها دراسة الصوت المجرد قبل انخراطه في السياقات الصوتية المختلفة «التي تغير من صفاته وإن لم تغير من دلالته» (!!)؛ فالتجريد تقنية صوتيمية لا صوتية. وإذن فالصوتيات دراسة للخصائص المادية لا النظامية لأصوات اللغة.

(٧) عن ألوان التمايز بين الأصوات انظر التعليقة رقم (١١) من تعاليق القسم الثالث.

(٨) ينبغي أن نمايز بين نوعين من الوشوشة أولهما ما نسميه بالكلام الموشوش *whispered speech*، وهو الشكل الذي نستخدمه عندما نُسِرُّ بحديث ما إلى أحد. ويتحقق هذا النوع من الكلام بانطباق الوترين الصوتيين نتيجة تجاذب الغضروفين الهرميين بالرأس. وبذلك يكون ممر الهواء من الحنجرة محصوراً في المسافة الواقعة بين الغضروفين الهرميين. وفي هذه الحال يختفي التمييز بين المهموس والمجهور من الأصوات باهتزاز أو عدم اهتزاز من الشفتين الصوتيتين. وتقوم مقام هذه السمة الفارقة سمات أخرى كالتوتر والارتخاء (انظر التعليقة رقم (٧) من تعاليق هذا القسم).

وثاني نوعي الوشوشة ما يسمى بالكلام النَّفسي *breathy speech* ، وهو

ما يطلق عليه المؤلف الوشوشة المسرحية *stage whisper*. وسبب هذه التسمية الأخيرة يرجع إلى أن هذا النوع من الكلام يستخدم عادة بوصفه تقنية مسرحية في المواقف التي يُحدِّثُ فيها أحد شخصيات المسرحية نفسه بحديث يقصد مؤلف المسرحية أن يوصله إلى النظارة، على حين يفترض (مسرحياً) ألا يسمعه النظارة أو المشاركون في المشهد المسرحي. وفي هذا النوع من الكلام لا تتخذ الشفتان الصوتيتان وضعاً ثابتاً، فهو في حقيقته كلام: مجهوره مجهور، ومهموسه مهموس. وإنما يختلف عن الكلام العادي باستخدام دفعة من الهواء أكبر مما يلزم لإصداره، مما يعطيه خاصية الوشوشة الزائفة التي تكلم عنها المؤلف. وقد وردت في بعض ما كتب بالعربية تعريفات للوشوشة فيها نظر.

(٩) / θ/ رمز لصوت احتكاكي مهموس يصدر مما بين الأسنان شبيه بالثاء العربية.

(١٠) / x / رمز لصوت احتكاكي مهموس طبقي من موضع نطق الكاف.

(١١) / ɳ / رمز لصوت أنفي يصدر من الحنك اللين من موضع نطق الجيم القاهرية. وهو يشبه صوت النون الذي ينطق به القاهريون في الكلمة «مانجو».

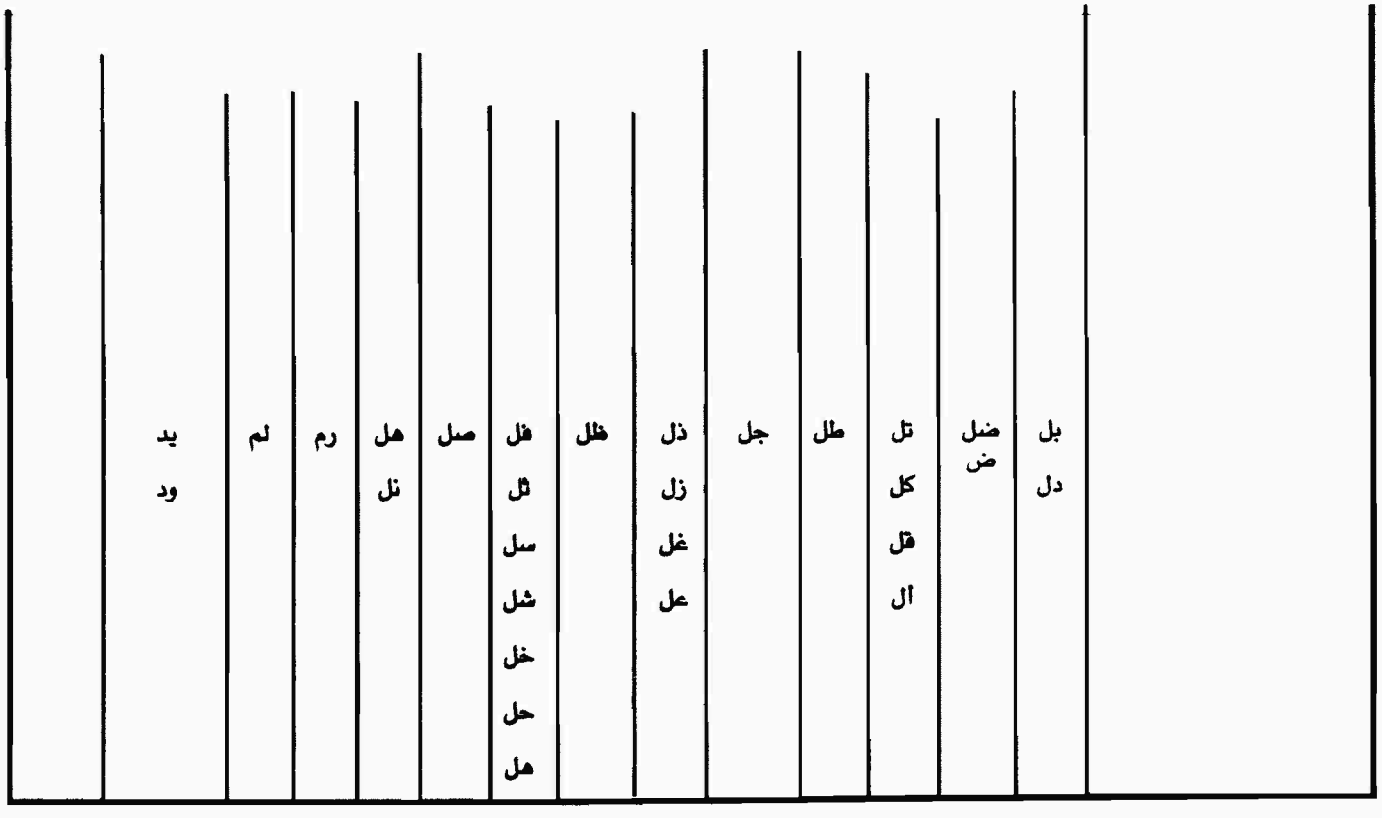
(١٢) / p / رمز لصوتيم أنفي غاري.

(١٣) / p̃ / رمز لصوتيم أنفي لثوي.

(١٤) نورد في الجدول الآتي وصفاً ملخصاً لصوتيمات العربية الفصحى المعاصرة بالاعتماد على التباينات الصوتيمية.

صوتيمات السواكن العربية

المخارج	الصفات														ملاحظات
	انفجارية				انفجار محتك مجهورة	انطلاقية احتكاكية				انطلاقية غير محتكة مجهورة					
	مجهور		مهموس			مجهورة		مهموسة							
	مرقق	مفخم	مرقق	مفخم	مرققة	مرقق	مفخم	مرقق	مفخم	أنفي	ترددي	جانبي	نصف حركة		
شفوي ثنائي	ب									م			(و)		متحرك
شفوي أسناني								ف							
أسناني						ذ	ظ	ث							
لثوي (أصول الأسنان)	د	ض	ت	ط		ز		س	ص	ن	ر	ل	ي		متحرك
من الحنك الصلب «الغار»					ج			ش					(و)		متحرك
من الحنك اللين «الطبق»			ك			غ		خ							
اللهاة			ق												
البلعوم						ع		ح							
الحنجرة			ا					هـ							



صوتيمات الصوائت العربية

الفتحة القصيرة /a/ سَل	الفتحة الطويلة /aa/ سال
الكسرة القصيرة /i/ مِلْ	الكسرة الطويلة /ii/ مِيل
الضمة القصيرة /u/ قُل	الضمة الطويلة /uu/ قُول

(١٥) يراجع في ذلك التعليقتين رقمي ٤.٣ (من تعاليق هذا القسم).

(١٦) يطلق مصطلحي **التوزيع التكاملي** *complementary distribution* في المجال الصوتولوجي على الصور المختلفة للصوتيم الواحد؛ حيث تختص كل صورة منها بموقع لا تشركها فيه أي صورة أخرى من صور هذا الصوتيم. ويشكل مجموع هذه الصور التوزيع التكاملي لهذا الصوتيم، ومثال ذلك في العربية الراء اللمسية، وتكون متبوعة بحركة. والراء الترددية التي تكون دائماً متبوعة بصامت أو غير متبوعة بشيء؛ حيث تتكامل هاتان الصورتان لتشكلا التوزيع التكاملي لصوتيم الراء في العربية.

ومعيار التوزيع التكاملي صالح للتطبيق بما هو وسيلة منهجية على مستوى الصرفيم وصوره المختلفة، ومثال ذلك التوزيع التكاملي بين صرفيمي جمع المذكر السالم «الواو والنون» في حالة الرفع، «والياء والنون» في حالتي النصب والجر؛ وهكذا.

(١٧) يرتبط التمييز بين ما يسمى **بالبنية الظاهرية** *surface structure* **والبنية الباطنية** *deeper (underlying) structure* بالاتجاه التحويلي التوليدي في اللسانيات. وقد أمكن باستخدام هذا المنهج الوصول إلى علاقات بنيوية بين أنواع من الجمل كان يُظَن أن العلاقة بينها دلالية فحسب وليست تركيبية (وذلك كالجمل المبنية للمعلوم والجمل المبنية للمجهول في الإنجليزية).

ويقصد أصحاب الاتجاه بالبنية الظاهرة العلاقات التي تنشأ بين عناصر جملة منطوقة بالفعل نتيجة لتتابع العناصر اللفوية وتجاورها. أما البنية الباطنية فالمقصود بها العلاقات المنطقية التي تكْمُنُ تحت البنية الظاهرة، وقد لا تبدو واضحة من النظرة العاجلة. ومن هذه العلاقات المنطقية على سبيل المثال علاقات الإسناد والمفعولية والوصفية... إلخ.

وقد لحظت هذه المدرسة اللسانية أن البنية الباطنية الواحدة يمكن تحويلها إلى بنية ظاهرة أو أكثر من بنية ظاهرة. ومن أمثلة ذلك في اللغة العربية إمكان تحويل علاقة الإسناد المعبر عنها في الآية الكريمة ﴿وَأَن تَصُومُوا خَيْرٌ لَّكُمْ﴾ (سورة البقرة٢/١٨٤)، بالمصدر المؤول والخبر إلى بنية ظاهرية أخرى مثل: «صومكم خير لكم».

وكذلك يمكن في رأي أتباع هذه المدرسة تحويل البنية الظاهرة الواحدة إلى أكثر من بنية باطنية. ويظهر هذا في العربية في اختلاف التوجيه الإعرابي (الذي هو - فيما نرى - محاولة للكشف عن البنية الباطنية) للجملة الواحدة (التي هي بنية ظاهرية واحدة). (لاحظ على سبيل المثال: تنوع التوجيه النحوي في إعراب الآيتين الكريمتين ﴿أَمْرًا مِّنْ عِندِنَآ إِنَّا كُنَّا مُرْسِلِينَ * رَحْمَةً مِّن رَّبِّكَ﴾ (سورة الدخان ٤٤/٥ - ٦)؛ فقد قال الأخفش بنصب «رحمة» على الحال، وأعربها الفراء مفعولاً من أجله؛ أي للرحمة، وقيل هي بدل من «أمراً»... وهكذا). ومن هنا نشأت في تحليل البنية الظاهرية فكرة الجملة النواة ***kernal sentence***؛ والجمل المحولة *transformed* التي عرف بها هذا الاتجاه في مراحله الأولى (ملاحظة: تضاءلت أهمية فكرة الجملة النواة في المراحل المتأخرة من كتابات هذه المدرسة، ولا مجال هنا لتفصيل القول في ذلك وفي المنجزات اللسانية للمدارس الأخرى التي نشأت رداً على التوجه التوليدي - التحويلي).

(١٨) الكلام الصناعي هو كلام لا يصدر عن الإنسان، وليس إعادة مسجلة لنطق إنساني بل هو كلام يقوم جهاز صناعي بإصداره. وقد توصل العلماء إلى تصنيع الكلام بإعادة تجميع الكميات الأكوستيكية الأساسية التي يتميز بها حدث لغوي ما، وذلك بواسطة مولدات الذبذبات. وتتوقف درجة النجاح في تصنيع الكلمة على المعرفة الدقيقة بهذه المكونات سلفاً حتى يمكن تجميعها. ومن هنا كان جهاز الراسم الطيفي وجهاز قراءة الراسم

الطيفي *pattern playback* أساسيين في التمهيد لتصنيع الكلام. وسيزداد هذا الكلام وضوحاً إن شاء الله من خلال هذا النص الذي ترجمناه.

(١٩) بما أن الأذن ليست مؤهلة لإدراك جميع الاهتزازات التي تحدث في الهواء، وبما أن أقل قوة (أو شدة) تستطيع الأذن العادية تمييزها من الصمت هي $١٠^{-١٦}$ واط/سم^٢ (= ٠,٠٠٠٢ داين/سم^٢)، وبما أن زيادة قوة الصوت (أي شدته) على $١٠^{-٤}$ واط/سم^٢ (= ٢٠٠٠ داين/سم^٢) تُلحِق بجهاز السمع عند الإنسان أضراراً بالغة - لذلك لم يهتم علماء الصوتيات بقياس الكم المطلق للشدة أو الضغط، بل صرفوا اهتمامهم إلى قياس التناسب بين كميتين أو أكثر من كميات الشدة أو الاتساع الواقعة بين هاتين النقطتين؛ نعني النقطة التي تمثل أقل شدة أو ضغط ينتج عنه صوت مسموع، والنقطة التي تمثل أكبر شدة أو ضغط يمكن للأذن إدراكها من غير ألم. ولهذا الغرض ابتكرت وحدة الديسيبل (وقد سميت هذه الوحدة باسم ألكسندر جراهام بل).

وإذن، فالديسيبل (ويكتب اختصاراً د. ب) ليس مقياساً ذاتيّاً من مقاييس الإدراك، ولكنه مقياس موضوعي لحساب النسبة بين كميتين (أو أكثر) من كميات القوة أو الاتساع بالقياس إلى الكمية $١٠^{-١٦}$ واط/سم^٢ (= ٠,٠٠٠٢ داين/سم^٢)، وهي نقطة البداية بالنسبة لقدرة السمع البشري على تمييز وجود الصوت من الصمت (أو ما يسمى عتبة السمع *threshold of hearing*).

والأذن قادرة على تمييز عدد هائل من كميات القوة (والاتساع أيضاً) فيما بين النقطتين المحددتين لمجال السمع عند الإنسان. إن شدة أعلى صوت يمكن للأذن سماعه تصل إلى بليون مِثْل بالنسبة لشدة أخفض صوت يمكن لها تمييزه. ومع ضخامة هذه النسبة، وتفادياً لضخامة الأرقام المستخدمة فيها، حدد التناسب بين شدتيْ (أو ضغطيْ) أي صوتين باستخدام العلاقة اللوغارتيمية للأساس ١٠، ويمكن حساب النسبة بين قوتيْ صوتين

بالديسيبل باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{ح النسبة بالديسيبل} = ١٠ \text{ لو } \frac{\text{ش}_١}{\text{ش}_٢}$$

حيث إن $\text{ش}_١$ هي قوة الصوت الأول و $\text{ش}_٢$ هي قوة الصوت الثاني؛ أي أن النسبة بالديسيبل تساوي ١٠ أمثال لوغاريتم النسبة للأساس ١٠ بين قوتيّ صوتين. فإذا أردنا إيجاد النسبة بين صوتين نسبة قوة أحدهما إلى الآخر ١:١٠٠٠ فإن لوغاريتم النسبة بينهما تكون:

$$\text{لو } ٣ = ١٠٠٠ = \frac{١٠٠٠}{١}$$

وبتطبيق المعادلة السابقة ينتج:

$$\text{ح} = ١٠ \text{ لو } \frac{\text{ش}_١}{\text{ش}_٢} = ١٠ \times ٣ = ٣٠ \text{ دب}$$

أي أن شدة الصوت الأول تزيد على شدة الصوت الثاني بمقدار ٣٠ دب.. ولما كانت القوة تساوي مربع الضغط كما ذكرنا، فإن النسبة بين قوتي صوتين بالديسيبل تساوي النسبة بين مربعيّ ضغطيهما؛ أي أن:

$$\frac{\text{ش}_١}{\text{ش}_٢} = \frac{\text{ص}_{١}^{٢}}{\text{ص}_{٢}^{٢}}$$

حيث $\text{ص}_١$ هو ضغط الصوت الأول، و$\text{ص}_٢$ هو ضغط الصوت الثاني. وإذا كانت العلاقة اللوغاريتمية بين لوغاريتم مربع العدد والعدد نفسه تحددها المعادلة الآتية:

$$\text{لو } (\text{أ}^٢) = ٢ \text{ لو } \text{أ}$$

حيث أ هو العدد موضوع العلاقة - لذلك تستخدم المعادلة الآتية في حساب النسبة بين ضغطي صوتين بالديسيبل:

$$\text{ح} \quad ١٠ \text{ لو } \frac{\text{أ}^٢}{\text{ب}^٢} = ٢ \text{ لو } \frac{\text{أ}}{\text{ب}}$$

حيث ص هو الصوت المطلوب مقارنة ضغطه بالصوت أ.

ولذلك تحسب العلاقة بين القوة والضغط بالديسيبل باستخدام المعادلة الآتية:

$$د = ١٠ \text{ لو } \frac{ش_١}{ش_٢} = ١٠ \text{ لو } \frac{\frac{ص_١^٢}{٢}}{\frac{ص_٢^٢}{٢}}$$

$$= ١٠ \text{ لو}_٢ \frac{ص_١^٢}{ص_٢^٢}$$

أي أن : $$د = ٢٠ \text{ لو } \frac{ص_١}{ص_٢}$$

وبتطبيق المعادلة على المثال السابق، وهو إيجاد النسبة بين ضغطي صوتين نسبة قوة الأول إلى الثاني ١٠٠٠:١ نجد أن:

$$\text{لو } ٦ = \frac{١٠٠٠٠٠٠}{١} = \frac{(١٠٠٠)^٢}{(١)^٢} = \frac{١٠٠٠}{١}$$

وإذن تكون:

$$د = ١٠ \times \text{لو}_٦ = ٦٠ \text{ دب}$$

ويمكن أيضاً حساب النسبة بطريقة أخرى على النحو الآتي:

$$د = ١٠ \times ٢ \text{ لو } \frac{١٠٠٠}{١}$$

$$= ١٠ \times ٢ \text{ لو}_٣ = ٦٠ \text{ دب}$$

أما إذا كانت النسبة بين قوتَيْ صوتين تمثل قيمة وسيطة وليست مضاعفات للأساس ١٠، وذلك كأن تكون النسبة بينهما ٢:١؛ فعلينا أولاً إيجاد لوغاريتم النسبة بينهما (أي القوة التي ترفع إليها ١٠ لتكون النتيجة ٢). وبما

أن لوغاريتم النسبة ١:٢ هو ٠,٣، وبما أن النسبة بين القوتين بالديسيبل تساوي ١٠ أمثال اللوغاريتم ٠,٣ - فإذن تكون النسبة بينهما بالديسيبل ٠,٣ × ١٠ = ٣دب، أي أن قوة الصوت الأول تزيد على قوة الصوت الثاني بمقدار ٣دب.

(٢٠) هذه ألقاب لطبقات الأصوات في الغناء والإنشاد. ويشير مصطلح الألتو *alto* إلى أعلى طبقة في أصوات الرجال وهو دون طبقة التينور *tenor* أو إلى أخفض أنواع الأصوات لدى الأولاد والنساء *contralto*. وأما أخفض طبقات الأصوات لدى الرجال فيطلق عليه الباص *basso*، كما يطلق مصطلح الباريتون *baritone* على طبقة الصوت التي تقع ما بين طبقة الباص وطبقة التينور عند الرجال. ويستخدم مصطلح السوبرانو *soprano* للدلالة بعامة على أعلى طبقات الأصوات في الصوت البشري، وإن كان يغلب استعماله في تسمية أعلى طبقات الأصوات عند النساء خاصة.

ويهمنا هنا تحرير مفهوم مصطلح «طبقة» الصوت الذي يستخدم أحياناً بطريقة غامضة. ويُقْصد بطبقة الصوت أعلى إمكانية تصل إليها درجة تردد نغمة الأساس (التي هي القاسم المشترك الأعظم للنغمات التوافقية الصادرة عن اهتزاز وترين صوتيين) دون تكلف أو تهدج. ومساحة صوت المغنى أو المنشد هي المسافة التي ينتقل فيها المغنى بين أقل تردد وأعلى تردد في نغمة الأساس بحيث يتم هذا الانتقال تدريجياً دون تهدج أو حشرجة.

(٢١) لعل من المفيد لكي نفهم عبارة المؤلف فهماً دقيقاً أن نتعرف إلى الفرق ما بين التدرج المئوي *centigrade scale* والتدرج الفهرنهيتي *fahrenheit scale* المستعملين لقياس الحرارة. ونوجز ذلك فنقول:

إن استخدام التدريج المئوي أكثر شيوعاً بالنسبة للأغراض العلمية، وفيه تقسم المسافة الواقعة ما بين النقطتين الثابتتين وهما: نقطة تجمد

الماء ونقطة غليانه إلى مئة جزء بالتساوي، وتكون نقطة تجمد الماء هي الصفر ونقطة غليانه ١٠٠ درجة.

أما التدريج الفهرنهيتي وهو شائع الاستعمال في انجلترا وأمريكا فتقسم فيه المسافة الواقع ما بين النقطتين المذكورتين إلى ٨٠ درجة، وتبدأ من ٣٢ ويشار بها إلى نقطة تجمد الماء وتنتهي عند ٢١٢ ويشار بها إلى نقطة غليانه. وعلى ذلك ٥° مئوية تساوي ٩ فهرنهيت. ويمكن تحويل القراءة بالتدريج المئوي إلى قراءة بالتدريج الفهرنهيتي والعكس. وإذا أخذنا مثالاً على ذلك درجتي الحرارة المذكورتين في نص الكتاب وهما ٢٠° مئوية التي تساوي ٦٨ فهرنهيت وأردنا أن نفهم معادلة التحويل أمكننا أن نعبر عن ذلك على النحو الآتي:

التحويل المئوي إلى فهرنهيتي:

$$\frac{\text{الدرجة المئوية} \times ٩}{٥} + ٣٢$$

أي أن ٢٠° مئوية = $\frac{٩ \times ٢٠}{٥} + ٣٢ = ٦٨$ فهرنهيت،

أما العكس فيكون على النحو الآتي:

$$\text{الدرجة الفهرنهيت} = ٣٢ \times \frac{٥}{٩}$$

أي أن ٦٨ فهرنهيت = $٦٨ - ٣٢ = \frac{٥ \times ٣٦}{٩} = ٢٠$° مئوية وهكذا.

(٢٢) يذكر المؤلف بحق أن المحاولات التي بذلها العلماء لمعرفة طبيعة ما يجري داخل الحنجرة على وجه اليقين لم تحقق نجاحاً كبيراً.

وقد عدد من بين هذه المحاولات إيلاج ميكروفونات داخل الحنجرة من خلال الفم أو إلى داخل الحنجرة مباشرة من الخارج. وقد أمكن حديثاً معرفة بعض التفصيلات عن اهتزاز الشفاه الصوتية الذي ينتج عنه النغمة الحنجرية.

وتم ذلك بإيلاج مرآة من النوع الذي يستعمله طبيب الأسنان إلى داخل الفم مع وضع مصدر للضوء في الخارج، وعاكس للضوء يوضع أمام الفم بحيث يعكس الضوء إلى داخله. وتقوم المرآة بدورها بعكس الضوء إلى داخل الحنجرة. وحينئذ يمكننا باستخدام آلة تصوير ذات سرعة عالية أن نلتقط صوراً لاهتزازات الشفتين الصوتيتين التي ستبدو في المرآة أثناء عملية الأداء. كما يمكننا بعرض هذا الفيلم بالسرعة البطيئة مشاهدة هذه الاهتزازات ومعرفة معلومات مهمة عن طبيعتها.

انظر صورة موضحة لهذه التجربة في كتاب.

P.B. Denes and E.N. Pinson, ***The Speech Chain***: Newyork, 1943, p. 60.

وانظر مزيداً من التفصيل بشأن النغمة الحنجرية في: **دراسة السمع والكلام**: ص ص ١٠٨ - ١١١.

(٢٣) يسمى هذا النوع من الموجات **بالموجات الموقوفة** *stationary* ولا تتحقق شروط إنتاج مثل هذا النوع أثناء الكلام بحال. وقد بين المؤلف هذه الشروط، ونضيف إلى ما ذكره: أن الصمت يحدث نتيجة لتوافر مثل هاتين الموجتين على الرغم من أن اتساع الذبذبة *amplitude* يصل في الموجة الموقوفة الناتجة إلى ضعف اتساعها في كل من الموجتين المكونتين على حدة.

(٢٤) يتألف جهاز الكيموجراف من أسطوانة تدور كهربيّاً بسرعة ثابتة توضع عليها ورقة مصقولة مغطاة بطبقة من السناج، ثم مجموعة من الأقلام ترتكز على أغشية قابلة للاهتزاز في سهولة تبعاً لاهتزاز الهواء تحتها. ويصل هذا الهواء عن طريق مجموعة من الخراطيم بقطع معدنية توضع على الحنجرة من الخارج، أو فوق الفم، أو في فتحتي الأنف، أو بقطعة من المطاط تلف حول الصدر. وهكذا تنتقل اهتزازات الهواء أثناء الكلام عبر الخراطيم فيتحرك الغشاء الذي يرتكز عليه القلم. وحين يتحرك القلم أثناء التدوين يزيل

جزءاً من طبقة السناج تبعاً للاهتزازات التي تحركه. ويمكن بعد إجراء التجربة أن ترفع الورقة بحذر، ويجرى تثبيت التدوين بغمس الورقة في محلول من الكحول ومادة القلفونيا وتجفيفه.

(انظر وصفاً تفصيلياً للجهاز في كتاب الدكتور عبدالرحمن أيوب: **أصوات اللغة**، وصوراً لبعض التجارب في كتاب الدكتور تمام حسان: **مناهج البحث في اللغة** وكتاب: **دراسة السمع والكلام** للمترجم).

(٢٥) ليس **الراسم الذبذبي** *oscillograph* الذي يعمل بأشعة كاثود هو الوسيلة الوحيدة لإنتاج رسم ذبذبي للصوت بعامة والكلام بخاصة. ولكن هناك أجهزة أخرى كثيرة تمدنا بأنواع مختلفة من الرسوم الذبذبية نذكر منها على سبيل المثال:

(أ) جهاز **راسم النغمات** *intonograph*. ويمكن لهذا الجهاز في صورته الحالية أن يمدنا بمجموعة من المعطيات المتزامنة للحدث اللغوي:

١ - **شدة الصوت** *intinsity*، أي قياس القوة المستخدمة في النطق.

٢ - سلم التغير في درجة الصوت بحيث يمكن بتوصيل النقط بين القراءات المختلفة تحديد **سُلَّم التغير في الدرجة** *pitch contour* وبذلك يظهر النمط التنغيمي في الجملة أو في الكلمة.

٣ - رسم ذبذبي للحدث اللغوي تظهر فيه الخصائص الأكوستيكية للأصوات وانتقالاتها خلال الأداء.

(ب) جهاز **راسم الدرجة الحنجرية** *glottograph* ولا يعطينا إلا رسماً لتغير درجة الصوت فقط (الوظيفة رقم ٢ في الجهاز أ).

(جـ) نوع من الأجهزة يعد تطويراً إليكترونياً لجهاز الكيموجراف القديم، ويعطينا رسماً ذبذبياً للحدث اللغوي (الوظيفة رقم ٣ في الجهاز أ). ويختلف عن الجهاز القديم في أنه يسجل أثر حركة جزيء من جزيئات

الهواء أثناء الأداء، على حين يسجل الكيموجراف القديم ميكانيكياً حركة الهواء في مجموعه أثناء الكلام.

(٢٦) **اللغة النغمية** *tone language or polytonic language* هي لغة تكون فيها النغمة أو نموذج درجة الصوت جزءاً من البنية النحوية والدلالية للكلمات أكثر من كونها جزءاً من بنية الجمل. ولذلك تعد اللغة العربية من نوع اللغات غير النغمية *non - tone languages* حيث لا يستخدم تغيير درجة النغمة الحنجرية إلا للتمييز بين الجمل التقريرية وجمل الاستفهام (عند غياب الأداة) أو للتعبير عن انفعالات معينة تصاحب النطق بالجمل.

(٢٧) ينشأ أحياناً عن اتصال كلمة بأخرى بعض التغييرات التي تصيب إحداهما أو كلتيهما، ويسمى هذا بأثر **التجاور أو الاتصال** *mutation or sandhi* كما يطلق عليه **الظواهر المفصلية** *junctions*. ومن أمثلة هذه التغيرات في العربية حركة الكسر التي تلحق الفعل المجزوم أو المبني على السكون عند اتصاله بما بعده في مثل «لم يُطِع الأمر» و «اَطِع الأمر»، وكذلك سقوط همزة الوصل في مواقع معينة ...إلخ.

وظاهر من كلام المؤلف أن النغمة من خواص الكلمة في اللغات النغمية، وأن النماذج التنغيمية من خواص الجملة، وتوجد في اللغات النغمية وغير النغمية على سواء. وفي حالة اشتمال حدث لغوي ما في لغة نغمية على نموذج تنغيمي (كالنموذج المستخدم في الاستفهام بلا أداة مثلاً) يكون الرسم البياني للتنغيم في هذا الحدث هو المحصلة النهائية لأمور ثلاثة: **أولها** نغمة الكلمة، **وثانيها** النموذج التنغيمي للجملة، **وثالثها** التغيرات النغمية التي تنشأ عن الانتقال من نغمة كلمة إلى نغمة كلمة أخرى، وتسمى هذه التغيرات الأخيرة **نغمات الاتصال** *sandhi tones*.

(٢٨) وجّه ل. ليسكر Leigh Lisker نقداً لاذعاً لهذا الكتاب الذي ترجمناه (لدي في مكتبتي صورة من هذا المقال. ولكني نسيت تسجيل

المعلومات البيبليوجرافية الكاملة وبخاصة اسم المجلة التي نشر فيها على النسخة المصورة). ومن بين ما انتقده ليسكر فصل المؤلف بين الرنين والتقوية والاضمحلال وعدم توضيحه العلاقة بين هذه الظواهر الثلاث. وأكثر مآخذ ليسكر على الكتاب ترجع إلى إقحام الخلافات النظرية في تناول حقائق علم الأصوات التجريبي. ونحن نحاول - من خلال هذه التعليقات - الإفادة من نقد ليسكر في استكمال ما فات المؤلف من أمور.

(٢٩) تبسيطاً للطريقة التي يحسب بها عرض النطاق الرنيني علينا أن نحدد نقطتي منتصف القوة في المنحنى الرنيني. ويتم ذلك بأن نعرف اتساع الذبذبة عند ذروة التردد المركزي، ثم تحديد نقطتين على جانبي «التردد - الذروة»؛ حيث يصل اتساع الذبذبة إلى نصف مقدار اتساعها عند الذروة. وبعد ذلك نحسب المسافة بين هاتين النقطتين على محور التردد.

(٣٠) انظر ص ٨١ - ٨٢ من هذا الكتاب والتعليقة السابقة.

القسم الثاني

الصوتيات والصوتيميات

(١) شاعت ترجمة هذا المصطلح *affricate* بالصوت الانفجاري - الاحتكاكي أو الصوت الاحتباسي - الاحتكاكي. وقد ارتضى مجمع اللغة العربية ترجمته «بالصوت المزجى»؛ إذ يمتزج في النطق به الاحتباس والاحتكاك. ولا بأس بهذه الترجمة؛ لأنها أخصر، وإن كانت أقل وضوحاً في دلالتها.

(٢) الكثرة الغالبة من أصوات الكلام تنتج أثناء الزفير. أما أصوات الطقطقات والأصوات الشفطية فهي الأصوات التي تصدر أثناء الشهيق. ومن أمثلة ذلك صوت الطقطقة الشفطي الدال على النفي أو الذي يستخدم في زجر بعض الحيوانات أو استدعاء الدجاج للأكل في بعض الثقافات.

(٣) لأن الهمس والرنين صفتان محجوبتان بالتبادل لا يصح البتة أن يوصف أي صوت في سياق معين بأنه لا هو بالمجهور ولا بالمهموس، ولا أن يوصف بأنه مهموس مجهور. كما لا يصح أن يقال: إن الجهر والهمس صفتان تشترك فيهما الصوامت والحركات على سواء؛ إذ الحركات مجهورة بالضرورة (وانظر أيضاً التعليق الآتي).

(٤) وصف الحركات بأنها مهموسة هو وصف صوتيمي وليس صوتياً على ما سبق بيانه. أما تصنيف هذا النوع من الأصوات تصنيفاً صوتياً فيقتضي وضعها تحت فئة الأصوات الاحتكاكية.

(٥) الصوتيمات العربية الرنانة هي الصوائت جميعاً (الكسرة والفتحة والضمة قصاراً وطوالاً) والواو والياء اللذان هما نصفا حركة، والميم والنون والراء واللام.

ويرى الأستاذ فيرجسون C. A. Ferguson أن اللام المرققة واللام المفخمة في العربية صوتيمان مستقلان، وأن اللام المفخمة ليست تنويعاً موقعياً للمرققة. وقد دعم رأيه هذا ببعض البراهين وضمنه مقاله الآتي:
[The Emphatic L in Arabic Language, vol. 32, No 3, 1950, pp. 461 - 468].

(٦) الرمز /ž/ هو للصوتيم الأول من كلمة Job

والرمز /ð/ هو للصوتيم الأول من the
والرمز /θ/ هو للصوتيم الأخير من mouth
والرمز /S/ هو للصوتيم الأول من shall

والاحتكاكيات المجهورة في العربية هي الذال والزاي والظاء والعين والغين. أما الاحتكاكيات المهموسة فهي الثاء والحاء والخاء والسين والشين والصاد والفاء والهاء. ولا يسلم هذا التصنيف من خلاف في بعض التفاصيل. وإذا اعتبرنا اختلاف اللهجات فإن الصورة تتغير تغيراً كبيراً.

(٧) الاحتباسيات المجهورة في العربية هي الباء والدال والضاد. أما الاحتباسيات المهموسة فهي الهمزة والتاء والطاء والقاف والكاف. ويقال هنا أيضاً ما قيل من قبل، وهو أن صورة التصنيف تتغير كثيراً إذا اعتبرنا اختلاف اللهجات.

(٨) انظر التعليقة رقم (٢٠) من القسم الأول.

(٩) يعني المؤلف بمعالجة ترددات النغمة الحنجرية في شكل تجميعي ما يسمى بالحزم الترددية المائزة. وقد أفرد لعلاجها الفصل السابع عشر من هذا الكتاب.

(١٠) حاول العلماء منذ القرن التاسع عشر تفسير العملية التي تقوم بها أذن الإنسان لتحلل الصوت المركب إلى النغمات التي تدخل في تكوينه. ويمكن تلخيص أشهر هذه النظريات فيما يلي:

(أ) قانون أوم الأكوستيكي Ohm's acoustical law

يفترض العالم الألماني G, S. Ohm - الذي عاش في القرن التاسع عشر - أن السمع يقوم بتحليل أي صوت مركب يشتمل على نغمات نقية إلى الترددات الداخلة في تكوينه. ويرى أننا قادرون على إدراك كل نغمة من هذه النغمات على حدة، ولكننا - عادة - لا نلقى بالا لهذا الأمر عند سماعنا للأصوات. أما - السامع المدرب فيمكنه إلى حد ما - في رأي أوم - أن يقوم باكتشاف النغمات التوافقية في أي صوت مركب.

(ب) نظرية الرنين Resonance Theory

عرفت هذه النظرية في النصف الأخير من القرن التاسع عشر، وارتبطت باسم العالم الألماني هيرمان فون هيلمهولتز Herman Von Helmholts وكانت هذه النظرية ثمرة للتقدم الذي أحرزه عصر هيلمهولتز في صناعة

الميكروسكوبات؛ إذ أمكن لعلماء التشريح بفضلها تكوين فكرة دقيقة نوعاً ما عن تركيب الأذن الداخلية. ويفترض هيلمهولتز - بناء على ذلك - أن الغشاء القاعدي *basilar membrane* يتكون من عدد كبير من الألياف التي تمتد عبر القوقعة كأوتار البيانو. والمفروض أن كل ليفة من هذه الألياف تستجيب بالرنين لتردد معين. ويتحدد هذا التردد تبعاً لدرجة توتر الليفة ووزنها. وتتحرك الليفة تبعاً لحركة السائل الموجود بالقوقعة. ويفترض أيضاً أن كل ليفة تتصل بالمخ بواسطة عصب مستقل ينقل إليه استجابة الليفة للمثير. وتتفق النغمات المدركة - مع الترددات التي استجابت لها الألياف بالرنين.

(جـ) نظرية الهاتف Telephone Theory

شاع بين العلماء في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل العشرين أن الجهاز العصبي يقوم بتحويل المدركات إلى المخ في هيئة شحنات كهربية إلى المخ على نحو يشبه إلى حد كبير الطريقة التي يحول بها مكبر الصوت أو التليفون الصوت إلى إشارات كهربية.

(د) نظرية المكان Place Theory

تعد هذه النظرية أحدث نظرية تجد قبولاً بين العلماء في مجال تفسير السماع؛ ولا تزال هذه النظرية تركز - مثل نظرية الرنين - على قدرة الأذن الداخلية على تحليل الترددات التي تشتمل عليها الموجة الصوتية وإن كانت تختلف اختلافاً أساسياً عن الفرض الذي قدمه هيلمهولتز. وتقول هذه النظرية بأن استجابة الأذن يحددها مكان أقصى حركة للسائل العصبي على طول المسافة التي يشغلها الغشاء القاعدي. وتحدث هذه الحركة في السائل نتيجة ضغط الركاب على النافذة البيضاوية *oval window* التي تفصل الأذن الداخلية عن الأذن الوسطى، فتضغط هذه النافذة بدورها على السائل الموجود بالقوقعة.

هذه هي أهم النظريات وأشهرها. وفي هذا الموضوع تفصيل ليس هنا مكانه. ويمكن الرجوع إلى:

1) Hayes A. Newby; "***Audiology: Principles and Practice***," New york, 1985, pp. 28 - 30.

2) Peter B. Denes and Elliot N. Pinson; "***The Speech Chain***," pp. 141 - 148.

وإلى كتاب «دراسة السمع والكلام» للمترجم ص ص ٢٨٠ - ٢٨٤.

(١١) يرى المؤلف أن ثمة حدوداً نطقية وأكوستيكية بين الصوتيمات ولكن هذه الحدود في رأيه مرنة إلى حد ما وليست قاطعة أو صارمة. وتعد المنطقة الواقعة بين حدين منطقة يتحقق خلالها الصوتيم مادياً في صور مختلفة. وهذا ما يعنيه المؤلف بوجود حدود للسماح أو للترخُّص في الأداء ولكنها لا تمتد لتهدر الحدود المفترض وجودها بين صوتيم وصوتيم.

ونحن نجد هذه الفكرة تظهر بأشكال مختلفة عند كثير من اللسانيين، وهم يعتمدون عليها في التحليل الآني (السنكروني) للغة. كما يعتمد بعض اللسانيين أيضاً عليها في تفسير عملية التغير اللغوي. ومن أبرز أصحاب هذا الاتجاه عالم اللسانيات الفرنسي أندريه مارتينيه A. Martinet الذي يفسر التغير اللغوي بأنه حاصل الصراع بين اتجاهين متقابلين يتبادلان التأثير على اللغة: أولهما حاجة الإنسان إلى تلبية كل متطلبات عملية التواصل اللغوي، وثانيهما الاتجاه إلى الاقتصاد في الطاقة المستخدمة في النطق. ويلاحظ مارتينيه أن كل وحدة في النظام الصوتيمي للغة ما تأخذ وضعاً في علاقتها بالوحدات الأخرى. فقد يكون هناك تقارب في الخصائص السمعية والنطقية بين بعض هذه الوحدات، كما قد يكون بين بعضها تباعد في هذه الخصائص. وتأخذ فكرة حدود السماح عند بولجرام تسمية أخرى عند مارتينيه؛ إذ يرى هذا أن لكل صوتيم مجال تدرج *field of dispersion*؛ أي مجالاً لاحتمالات

التحقق النطقية الممكنة. وتوجد بين مجالات التحقق للصوتيمات المتجاورة عادة حدود آمنة. وهكذا يفسر مارتينيه عملية التغير اللغوي بتحرك الحدود بين مجالات التحقق والحدود القائمة بين الصوتيمات مما ينتج عنه في آخر الأمر اتخاذ النظام الصوتي كله شكلاً آخر.

(١٢) يطلق على الكتابة الصوتية عادة مصطلح **الكتابة الصوتية الضيقة** *narrow phonetic transcription*، وعلى الكتابة الصوتيمية مصطلح **الكتابة الصوتية الواسعة** *wide phonetic transcription*. ويثير كلام المؤلف هنا قضية جد خطيرة تتعلق باستخدام الأبجدية الصوتية الدولية في بعض ما يكتب بالعربية من بحوث. فمن الباحثين من يخلط بين هذين النوعين من الكتابة في تدوين الحدث اللغوي الواحد، ومنهم من يستخدم الرموز في الكتابة الواسعة كما لو كانت هذه الرموز تمثل قيماً مطلقة. وهذا ليس صحيحاً، فلابد أن تتحدد قيم هذه الرموز واستخدامها في الكتابة الصوتيمية على أساس تحليل صوتي يفترض وجوده سلفاً للغة أو اللهجة التي ينتمي إليها النص المدروس.

وقد وقع لي كتاب قيم عن الأبجدية الصوتية الدولية تناول فيه مؤلفاه ماهيتها وكيفية استخدامها والتدوين الصوتي للكلام المتصل، والكتابة الضيقة، وتدوين التنغيم، وما يتعلق بالكتابة الصوتية من قضايا ومشكلات مع قدر صالح من التمرينات ننصح من يريد المزيد في هذا الموضوع بالرجوع إليه. وهذا الكتاب هو:
Francis A. Cartier and Martin T. Todaro; "***The Phonetic Alphabet***", U.S.A, 1971.

وجدير بالذكر أن هذه الأبجدية تخضع للتنقيح والزيادة من قبل الجمعية الصوتية الدولية بطريقة دورية.

(١٣) يسخر المؤلف بهذه التسمية **صوتيميات الصالونات** *armchair phonemics* من اتجاهات التحليل الصوتيمي التي تقوم على الاعتبارات التوزيعية وحدها متجاهلة اعتبارين مهمين في نظر المؤلف هما: الحقيقة

الفيزيائية لأصوات اللغة، والأحكام التلقائية التي يبديها المتكلم باللغة حول العلاقات بين الوحدات الصوتية التي تتكون منها لغته.

وهذه الترجمة الدقيقة اللطيفة هي للدكتور محمد صالح الضالع، وقد كانت من ثمرات المناقشات العلمية الممتعة التي كثيراً ما جمعت بيننا.

(١٤) يمهد هذا الفصل لإثارة قضية العلاقات بين اختلاف أشكال تجاويف الرنين العليا أثناء النطق بالصوائت واختلاف أشكال الحزم التي تظهر في الرسم الطيفي لهذه الصوائت. وسنعود لهذه القضية بشيء من التفصيل (انظر التعليقة رقم ١٠ من القسم الثالث). أما الآن فحسبنا أن نقرر وجود هذه العلاقة دون أن نتعرض بالبيان لطبيعتها.

وجدير بالذكر أن ليسكر قد انتقد في مقاله - الذي أسلفنا الإشارة إليه - عدم اعتماد مؤلف هذا الكتاب على الصور الملتقطة بأشعة X لتحديد شكل تجاويف الرنين بالرغم من إقراره بأهميتها (انظر ص ١١٥ من هذا الكتاب).

كما انتقد أيضاً الشكل «١٥»؛ إذ قد يستنتج من الشكل أن تجويف الحلق يتخذ شكلاً واحداً مع الصوائت الثلاثة جميعاً، على حين أن الصور الملتقطة بأشعة X تظهر ضيقاً واضحاً في هذا التجويف عند النطق بالصائت [a].

القسم الثالث

الصوتيات الطيفية

(١) يقول المؤلف إن وجود خط منحن أو صاعد أو هابط على الرسم الطيفي لا يعني أن القلم قد غير مساره تبعاً لانحناء الخط أو صعوده أو هبوطه؛ فالقلم لا يملك ذلك ولا يستطيعه، بل يسير في مساره الحلزوني الصاعد. وإنما يتكون هذا الخط نتيجة نقط أو خطوط صغيرة تنفذ إلى القلم

في كل جولة بحسب كمية القوة التي توجد في تكوين الصوت ويسمح المرشح بتمريرها في لحظة معينة. وهذا هو ما يعنيه المؤلف «بالخداع البصري»؛ إذ إن تَكَوُّن الخط الصاعد أو الهابط أو المنحني يوهم الناظر إلى الرسم بأن القلم يتحرك صعوداً وهبوطاً، وهذا مالا أساس له من الصحة كما بينا.

(٢) تصل المدة الزمنية التي يمكن تحليلها على المطياف التجاري Kay Sonograph إلى ٢,٤ ثانية. أما المطياف ذو الثماني والأربعين قناة فيمكن أن يمتد زمن الحدث اللغوي المراد تحليله إلى نصف ساعة (انظر ص ٢٢٤ من هذا الكتاب).

(٣) **قسائم اتساعات الذبذبات التي تقدمها الصورة السفلى من الشكل** ١٩ هي لقطات تبين العلاقة بين الزمن والقوة في الأجزاء التي نختارها من الحدث اللغوي، وهو ما يسمى **التكوين الطيفي للصوت** *spectrum*. (انظر ص ٦٧ - ٦٨ من هذا الكتاب). ويراد بالتكوين الطيفي للصوت رسم يبين الاتساعات النسبية للترددات الداخلة في تكوين الموجة الصوتية. وأي موجة صوتية متكررة تتكون من عدد محدود من المكونات، ويمكن تمثيل هذا العدد المحدود من المكونات على الرسم بمجموعة من الخطوط تختلف أطوالها تبعاً لاختلاف اتساعات الذبذبات في الترددات المختلفة. ويعرف التكوين الطيفي الذي يتكون من عدد محدود من مثل هذه المكونات **بالطيف الخطي** *line spectrum* ويسمى الخط الذي يصل بين الخطوط الفردية بمنحنى الرنين *resonance curve*. انظر: **دراسة السمع والكلام**، ص ص ٥١ - ٥٢.

(٤) أخذ ليسكر على المؤلف أنه أورد في الجزء الأخير من هذا الكتاب وصفاً تفصيلياً لنوع من هذه الأجهزة قام بتركيبه جوردون بيترسون في جامعة متشجن، وأنه لم يبذل العناية نفسها في وصف الجهاز المصنع والمتاح تجارياً وهو Kay Sonograph. وعلى أي حال فالوصف التركيبي الفني للجهاز لم يشغل المؤلف وإنما شغلته النظرية العامة وطريقة العمل وقراءة الرسم الطيفي.

وما ذكره المؤلف هنا ينطبق على جميع أنواع أجهزة الرسم الطيفي بما في ذلك الجهاز التجاري الذي تقتنيه معظم المختبرات الصوتية. ومن هنا كان لزوم هذه المقدمة لفهم طبيعة الجهاز وطبيعة العمل عليه.

(٥) توضيحاً لهذا النص أقول: إن جولة القلم على هذا الفرض تغطى ١٨ ذ/ث. وأنها جولة حلزونية متصلة. ولو أن القلم سار في خط مستقيم وليس حلزونياً بحيث بدأ من الصفر للزمه أن ينهي الجولة الأولى عند الصفر أيضاً، ثم يقفز لكي يبدأ الجولة التالية وينهيها أيضاً عند ١٨ ذ/ث، ثم يقفز ليبدأ الجولة وينهيها أيضاً عند ٣٦ ذ/ث وبذلك يكون المجال الترشيحي له طوال الجولة الثانية ١٨ - ٩ = ١١ و ١٨ + ٩ = ٢٧ ذ/ث أي أن الترددات الواقعة ما بين الصفر و١١ذ/ث تمر دون أن يدونها القلم مهما تكن قوتها أما حلزونية الجولات فتضمن لنا أن يكون التدوين تاماً ومتواصلاً؛ إذ تبدأ الجولة الأولى من الصفر وتنتهي عند ١٨ ذ/ث وتبدأ الجولة الثانية في نقطة نهاية الأولى ١٨ ذ/ث وتنتهي عن ٣٦ ذ/ث حيث تبدأ الثالثة... وهكذا.

(٦) عبارة المؤلف هي: «وإذا كان التردد ٩٠٠ ذ/ث ذروة موجة مضمحلة أصبح محتملاً في هذه الحال وجود تردد ثانوي عند ٩٠٠ ذ/ث» وهو خطأ مطبعي واضح صوابه الذي أثبتناه وهو: «عند ٩٠٩ ذ/ث».

(٧) تؤكد هذه العبارة الدور المباشر والفعال للباحث التجريبي في إجراء تجاربه، واستنباط النتائج منها. ويتضح من ذلك خطأ إجراء التجارب الصوتية بالمراسلة وهو ما اعتمدته بعض الرسائل الجامعية في بعض الجامعات العربية، كما يتضح خطر الاعتماد على قراءة باحث لا خبرة له بأهمية البعد الثقافي في تجزيء الكم الفيزيائي المتصل إلى صوتيمات مُتحيِّزة للرسم الذي ينتجه جهاز المطياف. وتأتي احتمالات الخطأ والخطر في هذا المجال من سببين؛ **الأول**: أن من الضروري أن يقوم الباحث بنفسه بعد تحديد المشكلة

التي يريد علاجها بضبط حساسية الجهاز للقوة وضبط علو التسجيل. ويتم ذلك بإجراء مجموعة من التجارب الأولية يتحدد في ضوئها أنسب ضبط ممكن للجهاز. والثاني: أن حل الشفرة التي يعطيها الجهاز يستلزم المعرفة بالشفرة اللغوية أي بالنظام الصوتي الأساسي للغة التي تنتمي إليها المادة المراد تحليلها. وإلا فاحتمال الوصول إلى نتائج غير صائبة يكون جد وارد.

(٨) توضيحاً لهذه الفقرة من كلام المؤلف نقول: إنك إذا تطلعت إلى الشكل «٢٦ C» فستلاحظ ما يأتي:

أولاً : أن النغمات الثلاث 1, 2, 3 تتمتع جميعها بقوة واحدة.

ثانياً: أن أجزاء المنحنيات التي تتميز بخطوط قصيرة قاطعة في الرسم هي وحدها التي سيقوم المرشح بتجميعها وتدوينها لوقوعها عند نقطتي منتصف القوة أو داخل حدودهما. أما ما يقع خارج نقطتي منتصف القوة فلن يتم تجميعه أو تدوينه.

ثالثاً: بمقارنة مجموع الترددات التي يتم تجميعها من النغمات الثلاث نجد عند تساوي العلو أنه كلما زاد تسطح البروفيل كان عدد الترددات التي يتم تجميعها أكثر؛ ومن ثم يكون تدوين النغمة أكثر سواداً.

ويتضح مما سبق أن زيادة درجة السواد قد تنشأ من زيادة علو نغمة على أخرى، أو من زيادة تسطح البروفيل (حيث يتم تجميع عدد أكبر من الترددات) أو من هذين العاملين معاً.

(٩) يتفق علماء الأصوات بوجه عام على أن التحليل اللساني الطيفي للصوائت يمكن أن يتحقق بدرجة طيبة من الدقة إذا اعتمد على ثلاث ذرى للقوة؛ أي ثلاث حزم باستثناء الحزمة صفر F_0 التي تمثل تردد نغمة الأساس في النغمة الحنجرية. انظر:

a) G. Fant; "***Formants and Cavities***", PICPS, I, p. 122.

b) E. F. Jorgensen, "***What Can the New Techniques of Acoustic Phonetics Contribute to Linguistics***", PICL VII,

(١٠) يرى ديلاتر P. Delattre أن منشأ الخلاف حول هذه النقطة يرجع إلى أن تجاويف الترشيح جد معقدة حتى إنها لتستعصي على أي قياسات رياضية. غير أن انعدام إمكانية القياس الرياضي للتجاويف لا ينبغي أن يثبط عالم الأصوات. صحيح أننا لا نستطيع أن نقرر ما إذا كان تجويف بعينه مسؤولاً عن حزمة بعينها، ولكن هذا الأمر ضئيل الأهمية بالنسبة للباحث: وما يهمنا حقاً هو العلاقة بين كل حزمة من الحزم ووضع أعضاء النطق أو حركة هذه الأعضاء.

ويرى مارتن جوس - صاحب أول كتاب ظهر في هذا المجال (انظر: التعليقة رقم ١ من تعاليق المقدمة) - أن غرفة الرنين الحلقية مرتبطة بشكل الحزمة الأولى وبدرجة ارتفاع اللسان. أما غرفة الرنين الفموية فمرتبطة بالحزمة الثانية التي يحددها مكان اللسان أماماً أو خلفاً.

ويرى جوس أن تردد الحزمة الأولى في نظره يزيد بانخفاض درجة ارتفاع اللسان، وينخفض تردد الحزمة الثانية بزيادة الخلفية والعكس صحيح. ويعزو مارتن جوس الحزمة الثالثة إلى وجود غرفة رنين جانبية أو لعدم الانتظام في غرفة الرنين (انظر: Acoustic Phonetics, pp . 57 , 69).

أما ديلاتر فقد أثبتت تجارية ملاحظات أوردها على فرضيات مارتن جوس وهذه وهي :

أولاً : وجود علاقة مباشرة بين ارتفاع تردد الحزمة الأولى ومدى الانفتاح الكلي لجهاز النطق؛ فكلما زاد ترددها كانت درجة الانفتاح أكبر. والعكس صحيح.

ثانياً : وجود علاقة مباشرة بين مدى استدارة الشفتين وحركة اللسان إلى الخلف من ناحية، وبين انخفاض تردد الحزمة الثانية من ناحية أخرى؛ فكلما زادت استدارة الشفتين أو زاد تراجع اللسان إلى الخلف - أي

كلما طال التجويف الأمامي - انخفض تردد الحزمة الثانية؛ والعكس صحيح.

ثالثاً: وجود علاقة مباشرة بين الحزمة الثالثة والأنفية وذلك على النحو الآتي:

(أ) زيادة تردد الحزمة الثالثة نتيجة مباشرة لخفض سقف الحنك اللين.

(ب) ينشأ عن انخفاض سقف الحنك اللين وجود ترددات إضافية وألوان من الرنين تميز خاصية «الأنفية» في النطق.

(جـ) أن الحزمة الثالثة - بالإضافة إلى ما سبق - مسؤولة عند مقارنتها بالحزمة الثانية عن تمييز لون الصائت.

(١١) جدير بالذكر أن أستاذي الدكتور عبدالرحمن أيوب - فيما أعلم - هو أول من ترجم المصطلح *formant* إلى «حزمة تكوينية». وقد آثرنا ترجمتها إلى الحزم الترددية المائزة، ثم اختصاراً إلى الحزم.

القسم الرابع

الصوتيميات الطيفية

(١) النبر *stress* هو مجهود أكبر يبذل في نطق جزء من أجزاء الحدث اللغوي إذا ما قورن بنطق الأجزاء الأخرى، وبذلك يعطى هذا الجزء بروزاً أكبر في السمع. ويصاحب المقطع المنبور قوة أكبر في خفقة الصدر *chest pulse* وتتحقق هذه القوة نتيجة استخدام طاقة فوق العادة. وتميز الدراسات الصوتولوجية بين نوعين من النبر: أولهما نبر الجملة: وفيه يقع النبر على الكلمة المراد إبرازها كما في قولك: «محمداً قابلت»؛ إذ يتميز النطق بهذه الجملة عادة بإبراز كلمة «محمداً» لبيان إرادة التخصيص أو الاهتمام. وثاني نوعي النبر نبر الكلمة: حيث يصير النبر جزءاً من البنية الصوتيمية للكلمة، ويقع في كلمة «قابلت» على المقطع «بَلْ» (انظر عن قواعد النبر في العربية: إبراهيم أنيس، **الأصوات اللغوية**، القاهرة، ١٩٦١، ص ١٩٣ - ١٩٤).

وقد أثبتت بعض التجارب المعملية أن النبر يرتبط عادة بالطول النسبي لزمن الصائت؛ فالصوائت القصار المنبورة تستغرق مدة أطول نسبياً من نظائرها غير المنبورة، وكذلك الأمر في الطوال.

(٢) Mandarine Chainese أكثر لغات الصين انتشاراً؛ وهي تنتشر في شمالي الصين وشرقيها، ويصل عدد المتكلمين بها إلى خمسمائة مليون.

(٣) لو أن متكلماً هبط بمنطقة النطق بالصائت /æ/ في الكلمة bat أو صعد بمنطقة النطق بالصائت / ɛ / في الكلمة bet فإنه قد يصل بالصائتين إلى نطق يتم فيه تحييد التقابل الصوتيمي بينهما (وقد أشار المؤلف لهذا النطق بالرموز [t س̴ b])، وحينئذ قد يقوم السياق بتحديد المراد. ومن أمثلة ذلك الجملة The Pitcher was at [t س̴ b] لاعب الكريكيت «كان متأهباً للضربة» ففيها لا مفر من إدراك [t س̴ b] على أنها bat. أما الجملة: "He raised his [t س̴ b]" فتحتمل أن يكون معناها «إنه رفع المضرب» أو «إنه رفع قيمة الرهان» وعلى ذلك يكون النطق [t س̴ b] محتملاً لأن يفسر على أنه bet أو bat.

(٤) يشير المؤلف بالرمز [س̴] إلى الصوت الذي يتحقق به صوتيمان مختلفان من صوتيمات الصوائت.

(٥) **الاندماج الصوتيمي** *phonemic merger* هو أحد العمليات ذات الأثر الكبير في عملية التغير اللغوي. ويتحقق الاندماج الصوتيمي نتيجة تحييد التقابل الصوتيمي بين صوتيمين. ومن أمثلته في العربية الاندماج الصوتيمي بين القاف والهمزة في عامية القاهرة. ومن بين ثمراته في اللغة تولد المشترك اللفظي والتورية.

(٦) انظر التعليقة رقم (١١) من تعاليق القسم الثاني.

(٧) [x] رمز لصوت احتكاكي مهموس مخرجه من الحنك اللين (انظر التعليقة رقم (١٠) من القسم الأول).

(٨) هذه المقولة لا تصلح مثالاً بالنسبة للمستمع العربي؛ فمسافة $\frac{١}{٤}$ تون هي من خصائص الموسيقى الشرقية وهي من الفوارق الأساسية بينها وبين الموسيقى الغربية.

(٩) حظيت مقولة «بذل أقل جهد في عملية النطق» باهتمام كبير لدى بعض اللسانيين من أمثال هويتني Whiteny ومارتينيه Martainet وزيف G,K, Zipf. وقد بذل الأخير جهوداً كبيرة لإثبات هذا القانون إحصائياً، وعده المعيار الذي يقف وراء عملية التغير اللغوي. وتوصل زيف إلى نتائج مهمة منها:

(أ) أن تعقد الأصوات من حيث نطقها يتناسب مع شيوعها في الكلمات تناسباً عكسياً.

(ب) أن نسبة شيوع الكلمة في اللغة تتناسب مع طولها تناسباً عكسياً.

(جـ) أن النسبة المئوية لشيوع الأصوات في نص طويل يمكن أن يمثل النسبة العامة في اللغة مع اختلافات يسيرة.

انظر: **اتجاهات البحث اللساني**، «ميلكا ايڤتش/ ترجمة: سعد مصلوح ووفاء كامل، ص ص ٤٠٦ - ٤٠٩.

(١٠) ينبغي أن يفهم وصف الحداثة في قول المؤلف «إن النظرية الصوتيمية الحديثة...» مقيداً بزمن تأليف الكتاب؛ فمفهوم الحداثة نسبي بطبيعة الحال.

(١١) تتصل هذه التقابلات بمبحث **السمات الفارقة** *distinctive features* في نظريات الدراسة الصوتولوجية. وقد قامت هذه الخصائص في أعمال دارسي الصوتولوجيا في الخمسينيات وخاصة في أعمال جاكوبسن وهيل Halle على معايير أكوستيكية يمكن تتبعها في الرسم الطيفي على ما بيّنه المؤلف (انظر ص ١٩٦-١٩٧ من هذا الكتاب). أما في الصوتولوجيا التوليدية

فقد دخل مبحث السمات الفارقة على يد تشومسكي وهيل في طور جديد يختلف عما كان عليه عند تروبتسكوى أوجاكوبسون.

(١٢) يقصد **بالثنائيات الصغرى** *minimal pairs or mininal contrasts* أقل تقابل ممكن تسمح به بنية اللغة، وينتج عنه اختلاف في المعنى المعجمي. انظر أمثلة لذلك في قائمة الصوتيمات العربية (التعليقة ١٤ من تعاليق القسم الأول).

(١٣) مرة أخرى يؤكد المؤلف بأوضح عبارة أن المطياف يمثل واقعاً موضوعياً. ولكن هذه الحقيقة لا تحمي الناظر إليه من أن يسيء رؤيته، ومن هنا يتأكد مرة أخرى أن للباحث دوراً أساسياً تتوقف عليه صحة إجراء التجربة وصحة استنباط النتائج منها (انظر التعليقة رقم ٧ من تعاليق القسم الثالث).

(١٤) أثبتت دراسة تجريبية أن من أهم وسائل التعرف إلى الأصوات الرنانة مما سوى الصوائت وتمييزها طيفياً تغير الجزء الثابت من الصائت اللاحق من حيث المُدَّة والشدة والتردد؛ انظر:

L. Lisker "***Minimal Cues for Separating /w, r, l, y/ in Intervocalic Positions***"

(١٥) تقابل **الأصوات الانطلاقية** *continuants* **الأصوات الوقفية**. وفي النوع الأول يستمر الهواء أثناء النطق في انطلاقه ليعبر التضييق أو الاعتراض إلى الخارج. أما في النوع الثاني فيحتجز الهواء ويتوقف تماماً خلف العائق. وتختلف الصورة الطيفية لكل منها عن الآخر اختلافاً بيّنا؛ ففي الوقفيات ينعدم أثر القلم انعداماً تاماً فيظهر الصوت على هيئة فراغ. أما في النوع الثاني فينشط القلم في تدوينه ألواناً من النشاط تختلف من صوت انطلاقي إلى آخر.

(١٦) يسمى هذا النوع من الانزلاق أيضاً **انزلاق البداية** *initial glide* ويقصد به تحرك أعضاء النطق من وضع النطق بصوت ما أو من وضع محايد

مباشرة إلى وضع النطق بصوت لغوي آخر. أما **انزلاق النهاية** *final glide* فهو تحرك أعضاء النطق بعد إصدار صوت لغوي ما إلى وضع المشاركة في إصدار الصوت التالي أو وضع الرجوع مرة أخرى إلى حالة الحياد.

(١٧) استطاعت بعض الدراسات التجريبية أن تصل إلى عدد من المفاتيح حول تمييز الصور الطيفية للأصوات الاحتباسية. ومن بين هذه المفاتيح:

(أ) المدة التي تستغرقها الحزم الانتقالية من الصوت الاحتباسي وإليه.
(ب) الترددات التي تتكون منها الحزم الانتقالية.
(جـ) اتصال الحزم الانتقالية بالحزمة الثانية في الصائت السابق أو اللاحق.
(د) موضع الانفجار أو النفس التالي للصوت الاحتباسي.
(هـ) طريقة اتصال الانفجار بحزم الصائت اللاحق.

راجع في ذلك:

C. D. Schatz "***The Role of Context in the Perception of Stops***" Language, vol. 30, No. 1, 1954, pp. 44 - 56.

(١٨) يشيع هذا النوع من **الإدغام أو المماثلة** *assimilation* في اللغة العربية ولهجاتها. (انظر أمثلة لذلك في: إبراهيم أنيس، **الأصوات اللغوية** ط٣، ص١٣٤ وما بعدها).

(١٩) يقصد **بمقطع ما بعد النبر** *post - tonic syllable* المقطع الذي يقع مباشرة بعد النبر الأساسي. وذلك مثل المقطع «مُك» من كلمة «احترامك».

(٢٠) يقصد **بالمصطلح** *syncope* سقوط صوت أو مجموعة أصوات، (أو سقوط حرف أو مجموعة حروف) من وسط الكلمة. ومن أمثلة ذلك في العربية سقوط صوت العين، وسقوط الرمز الهجائي الخاص به أيضاً من الأعداد المركبة في عامية أهل مصر (اتناشر بدلاً من اثنا عشر).

(٢١) من السهل على أي متكلم - كما قرر المؤلف - أن يقسم أي حدث لغوي في لغته إلى مجموعة من المقاطع، وذلك على الرغم من افتقادنا لتعريف واحد شامل لكل المظاهر التي يتحدد بها المقطع. ويمكن أن يعرف المقطع بطرق مختلفة، إذ يمكن القول بأنه نطق يحدث خلال خفقة واحدة من خفقات الصدر. وبهذا المعنى يكون المقطع أقل حدث منطوق فلابد أن يشتمل النطق على خفقة واحدة من خفقات الصدر على الأقل مهما يكن النطق الذي يؤديه المتكلم قصيراً. أما الصوتيات السمعية فيعرف المقطع فيها بأنه قطاع نطقي يشتمل على ذروة هي أعلى الأصوات إسماعاً تقع ما بين تركيبين من الأصوات يتميزان بقلة الوضوح السمعي نسبياً.

انظر في نظرية المقطع: **دراسة السمع والكلام**، ص ص ٢٢٧ - ٢٣٤.

(٢٢) تستخدم هذه الرسوم التخطيطية التي تصنع يدوياً ليزود بها جهاز **قراءة الرسم الطيفي** *pattern play back* الذي يُحوِّل الرسم إلى صوت. ويمكننا بهذه الطريقة التعرف إلى أهم المكونات في أي صوت. وتعد مثل هذه التجارب من الأسس التي يقوم عليها تصنيع الكلام.

(٢٣) يرجع إلى أستاذي الدكتور عبدالرحمن أيوب الفضل في ترجمة المصطلح الخاص بهذا الجهاز. وقد أخذنا بهذه الترجمة حيثما عرض لنا هذا المصطلح في الكتاب.

(٢٤) في مقارنة بين المطياف ذي القنوات الثماني والأربعين المُصنَّع والمطياف التجاري ذكر المؤلف أن لكل من هذين النوعين عيوبه ومزاياه.

ومن خلال خبرة شخصية بالعمل على كلا النوعين يمكن أن أُلخِّص مزايا المطياف ذي القنوات الثماني والأربعين في أنه يعطي إمكاناً لتحليل عينة من الكلام تستغرق وقتاً أطول نسبياً؛ وهذا ما نحتاجه لدراسة الإيقاع الشعري على سبيل المثال. على حين أن المطياف التجاري المعتاد محدود الإمكانات في هذا الصدد بحجم الأسطوانة في الجهاز (انظر الشكل ٢٠).

غير أن المطياف التجاري ينفرد بأن إجراء القياسات الكمية على الرسم الطيفي الذي ينتجه أيسر من إجرائها على شريط التصوير الذي ينتجه المطياف ذو القنوات الثماني والأربعين.

غير أن استخدام الحاسوب قد قفز بتقنيات التحليل الطيفي قفزة كبيرة، إذ تولت برامج الحاسوب قد قفز تقديم الحسابات التي تجري على الكم الفيزيائي المراد تحليله جاهزة للباحث على يد فنيي المختبرات.

غير أن هذا الإنجاز التقني العظيم لم يَخْلُ عن مظاهر سلبية؛ إذ أفضي هذا التقدم ببعض الباحثين إلى الكسل والهوينا، وشجع غير أهل المجال على الاستعانة المظهرية بالمختبرات وإضفاء الموضوعية والعصرية الزائفتين على كثير مما هو غالط.

انظر مقالاً لنا بعنوان: «**المصطلح اللساني وتحديث العروض العربي**»، مجلة فصول، المجلد ٦، ع ٤، سبتمبر ١٩٨٦.

مسرد المراجع المختارة

(لمعرفة دلالة الاختصارات انظر نهاية المسرد)

L.L. Beranek, *Acoustic measurements* (New York, 1949).

C. Cherry, *On human communication* (London, 1956).

C. Chiba and M. Kajiyama, *The vowel, its nature and structure* (Tokyo, 1941).

F. S.Cooper, "Some experiments on the perception of synthetic speech sounds," *JASA* 24, 596 - 606 (1952).

P. Delatter, "The physiolological interpetation of sound spectrograms," *PMLA* 66 864 - 875 (1951).

__, A.M. Liberman, and F.S. Cooper, "Acoustic loci and transitional cues for consonants," *JASA* 27, 769 - 773 (1955).

__, __, and __, "Speech synthesis as a research technique," *PICL* VII, (London, 1952).

__, __, and __, "Voyelles synthéthiques à deux formantes et voyelles cardinales," *MPh* 96, 30 - 56 (1951).

__, __, __, and L. J. Gerstman. :An acoustical study of the acoustic determinants of vowel color," *Word* 8. 195 - 210 (1952).

P. Diderichsen, "The importance of distribution versus other criteria in linguistic analysis," *PICL* VIII (Oslo, 1957).

H.W. Dudley, "Fundamentals of speech synthesis" *BTS Monograph* 2648 (1956).

H. K. Dunn, "The calculation of vowel resonaces and an electrical vocal tract," *JASA* 22. 740 - 953 (1950).

C.G.M. Fant, "Modern instruments and methods for acoustic studies of speech," *Royal [Swedish] Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, Report No. 8 (1959).*

__, "Speech communication research," *IVA* 24, 331 - 337 (1957).

__, "Transmission properties of the vocal tract with application to the acoustic specification of phonemes", *Acoustics Laboratory. M.I.T.*, Techn. Report No. 12 (1952).

__, *Acoustic theory of speech production* (The Hague, in press).

E. Fischer - Jorgensen. "Acoustic analysis of stop consonants," *Miph* 2, 42 - 59 (1954).

__, "What can the new tehniques of acoustic phonetics contribute to linguistics?," *PICL* VIII (Oslo, 1957).

J.L. Flanagan "Automatic extraction of formant frequencies from continuos speech," *JASA* 28, 110 - 117 (1956).

H. Fletcher, *Speech and hearing* (New York, 1953).

D. B. Fry, "Duration and intensity as physical correlates to stress." *JASA* 27, 765 - 768 (1955).

__, "Perception and recognition in speech, *FRJ* 169 - 173.

M.C. Green, *The voise and its disorders* (New York, 1957).

M. Halle, "In defence of the number Two," *SJWh* 65 - 72.

__, "The strategy of phonemics" *Word* 10. 197 - 209 (1954).

__, G. W. Hughes, and J. - P.A. Radley. "Acoustic properties of stop consonants," *JASA* 29, 107 - 116 (1957).

E. Haugen, "The syllable in linguistic description," *FRJ* 213 - 221.

R. - M. S. Heffner, *General phonetics* (Madison, 1950).

C. F. Hockett, A *manual of phonology* (Baltimore, 1955).

C. W. Hughes and M. Halle, "Spectral properties of fricative consonants," *JASA* 28. 303 - 310 (1956).

W. Jackson, ed., *Communication theory* (London. 1953).

R. Jakobson and M. Halle. *Fundamentals of language* (The Hague, 1956).

__, C. G. M. Fant, and M. Halle, "Preliminaries to speech analysis", *Acoustics Laboratory*, M.I.T., Techn. Report No. 13 (1952).

L. G. Jones, "Preliminary phonetic segmentation," *SJWh* 117 - 119.

M. Joos, "Acoustic phonetics," *Language Monograph* No. 23 (1948).

__, ed., *Readings in linguistics* (Washington, 1957).

L. Kaiser, ed., *Manual of phnetics* (Amsterdam, 1957).

H. Kurath, "The binary interpretation of English vowels: a critique," *Language* 33, 11 - 122 (1957).

P. Ladefoged, "The classificantion of vowels," *Lingua* 5. 113 (1956).

__, and D.E. Broadbent, "Information conveyed by vowels," *JASA* 29, 98 - 104 (1957).

I. Lehiste and G.E. Peterson, "Vowel amplitudes and lingnistic stress in American English," *JASA* 31. 1959 (in press).

D. Lewis, "Vocal resonance," *JASA* 8, 91 (1936).

A.M. Liberman, "Some results of research on speech perception," *JASA* 29. 117 - 123 (1957).

J.C.R. Licklider and C.A. Miller, "The perception of speech," *Handbook of experimental psychology*, ed. S.S. Stevens (New York, 1951), 1040 - 1074.

L. Lisker, "Linguistic segments, acoustic segments, and synthetic speech," *Language* 33, 370 - 374 (1957).

J. Lotz, "The structure of human speech," *Transactions of the New York Academy of Sciences*, Ser. II, 16, 373 - 384 (1954).

A. Malécot, "Acoustic cues for nasal consonants," *Language* 32, 274 - 284 (1956).

P. Menzerath, and A. de Lacerda, *Koartikulation, Steuerung und Lautabgrenzung* (Berlin - Bonn, 1933).

W. Meyer - Eppler, "Die Spektralanalyse der Sprache" *ZPh*, 4, 241 - 252, 328 - 364 (1950).

G. A. Miller, "The perception of speech," *FRJ* 353 - 359.

__, *Language and communication* (New York, 1951).

__, G.A. Heise, and W. Lichten, "The intelligibility of speech as a function of the context of the text materials," *JEP* 41. 329 - 335 (1951).

R.L. Miller, "Auditory tests with synthetic vowels," *JASA* 25, 114 - 121 (1953).

G. Panconcelli - Calzia *Die experimentelle Phonetik in ihrer Anwendung auf die Sprachwissenschaft* (Berlin, 1924).\

G.E. Peterson, "Design of visible speech devices," *JASA* 26, 406 - 413 (1954).

__, "The discrete and the continuous in the symbolization of language", *SJWh* 209 - 218.

__, "Fundamental problems in speech analysis and synthesis," PICL VIII (Oslo, 1957).

__, "The information bearing elements of speech," *JASA* 24, 629 - 637 (1952).

__, "The phonetic value of vowels," *Language* 27, 541 - 553 (1951).

__, "Phonetics, phonemics, and pronunciaton: spectrographic analysis," *Georgetown University Monograph Series on Languages and Linguistics*, No. 6, ed. E. Pulgram (1954), 7 - 18.

__, "The spectrographic analysis of speech," *Georgetown University Monograph Series on Languages and Linguistics*, No.7, ed. H. Mueller (1954), 62 - 83.

K.L. Pike, *Phonemics* (Ann Arbor, 1947).

__, *Phonetics* (Ann Arbor, 1943).

R. K. Potter, A.C. Kopp, and H.C. Green, *Visible speech* (New York, 1947).

__, and J.C. Steinberg, "Toward the specification of speech," *JASA* 22, 807 - 820 (1950).

E. Pulgram, "Phoneme and grapheme: a parallel," *Word* 7, 15 - 20 (1951).

G. Rosen, K. N. Stevens, and J.M. Heinz, "Dynamic analog of the vocal tract," JASA 28. 767 (A) (1956).

L. O. Schott, "A playback for visible speech," *BTS Lab. Rec.* 26. 333 - 339 (1948).

G.R. Springer, "Language and music: parallels and divergencies," *FRJ* 504 - 513.

J.C. Steinberg, "Application of sound measuring instrments to the study of phonetic problems," *JASA* 6, 16 - 24 (1934).

R.H. Stetson, *Motor phonetics* (Amsterdam, 1951).

K.N. Stevens. and A.S. House, "Studies of formant transitions using a vocal tract analog," *JASA* 28, 578 - 585 (1956).

__, and __, "Development of quantitative description of vowel articulation," *JASA* 27, 484 - 493 (1955).

__, S. Kasowski, and C.G.M. Fant, "An electrical analog of the vocal tract," JASA 25, 734 - 742 (1953).

S.S Stevens, *Handbook of experimental psychology* (New York, 1951).

__, and H. Davis, *Hearing* (New York, 1947).

C. Stumpf, *Die Sprachlaute* (Berlin, 1926).

F. Trendelenburg, *Einführung in die Akustik* (Berlin, 1950).

E.S. Weibel, "Vowel synthesis by means of resonant circuits," *JASA* 22, 858 - 865 (1955).

W. S. - Y. Wang and G. E. Peterson, "Segmenent inventory for speech analysis," *JASA* 30, 742 - 746 (1958).

J. Wiren, and H.L. Stubbe, "Electronic binary selection system for phoneme classification," *JASA* 28, 1082 - 1091 (1956).

الاختصارات

BTS Bell Telephone System

FRJ M. Halle, H.G. Lunt, H. Mclean, and C. H. van Schooneveld, ed., *For Roman Jokobson* (The Hague, 1956).

IVA Ingeniors vetenskaps akademien och dess laboratorier

JASA Journal of the Acoustic Society of America

JEP Journal of Experimental Psychology

MPh Maitre phonétique

MiPh Miscellanea phonetica

PICL Proceedings, International Congress of Linguists

PMLA Publications, Modern Language Association of America

SJWh Ernst Pulagram, ed., *Studies... Joshua Whatmough* (The Hague, 1957).

ZPh Zeitschrift für Phonetik