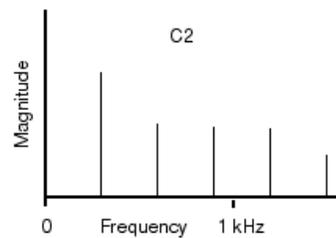
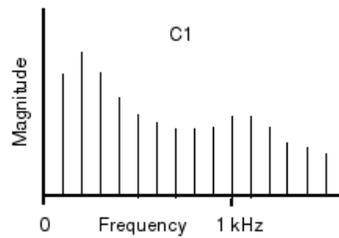
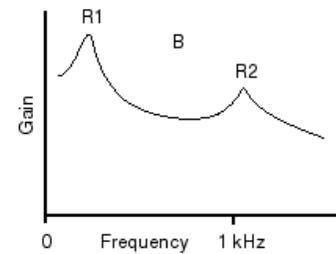
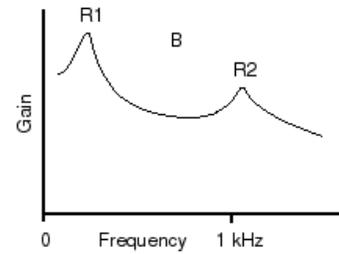
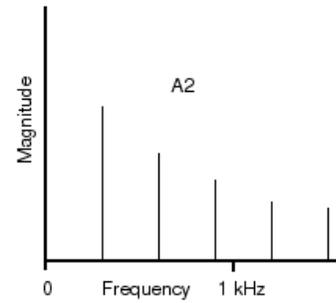
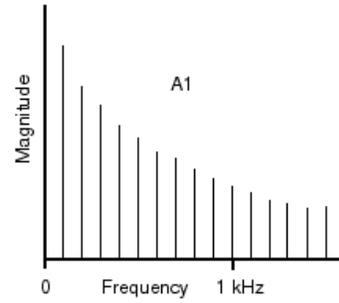
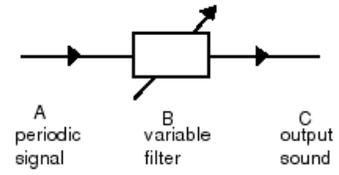
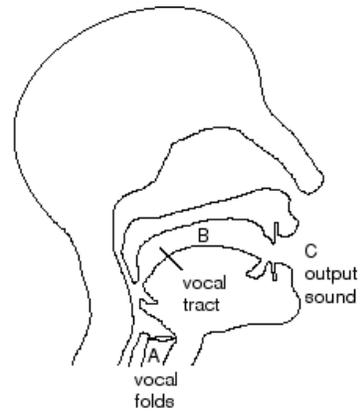


# التحليل الطيفي لأصوات الكلام

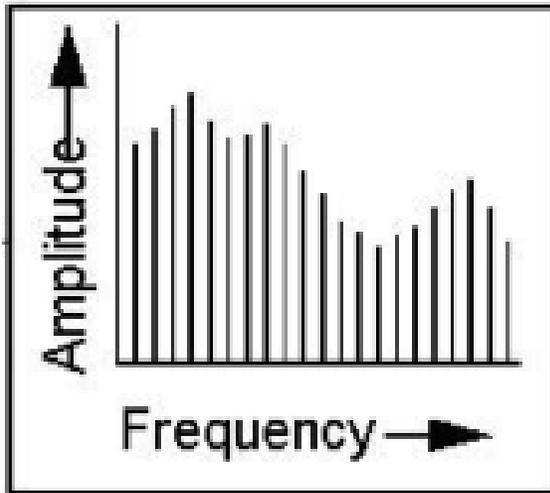
د. نور البشيتي

- نستطيع الحصول على طيوف الأصوات على شكل رسوم باستخدام جهاز الرسم الطيفي (Spectrograph)
- الذي يحلل إشارة الكلام (Speech Signal) الى عناصرها الأساسية:  
التردد والشدة والزمن
- يظهرها في النهاية على شكل مرسوم (Spectrogram)
- وتتم عملية التحليل من خلال المرشحات (filters)
- المرشحات ناتج من نواتج الرنين: يضخم بعض الترددات ويعززها ويضعف ترددات أخرى ويستبعدنها



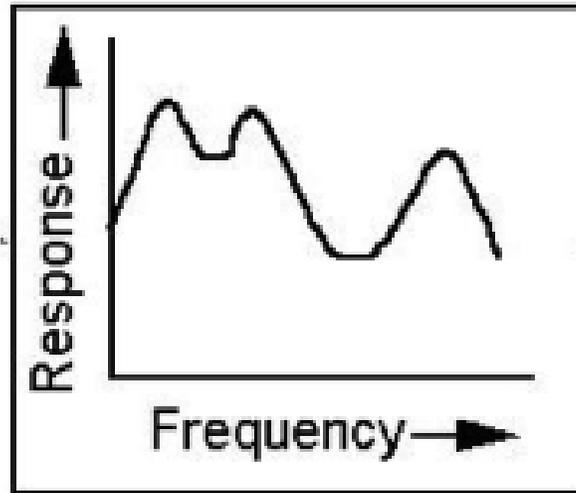
الناتج  
(الخارج من الشفتين)

Output  
(form lips)



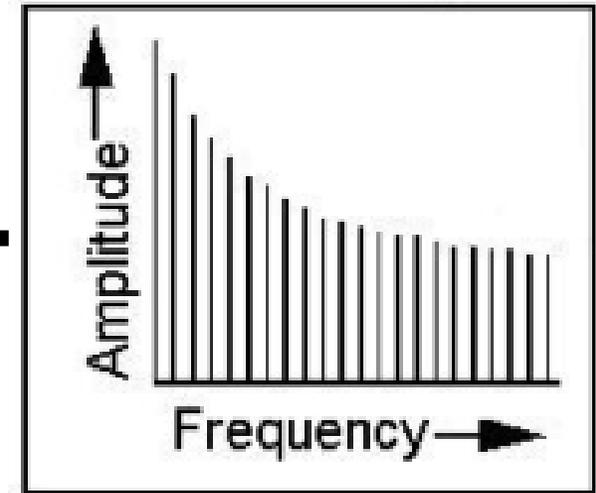
معدل الصوت  
(الممرات الصوتية)

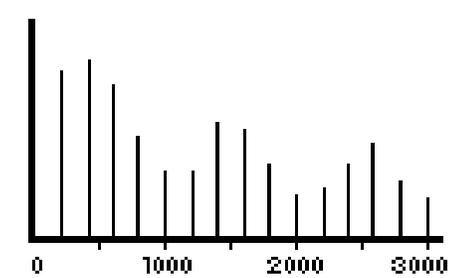
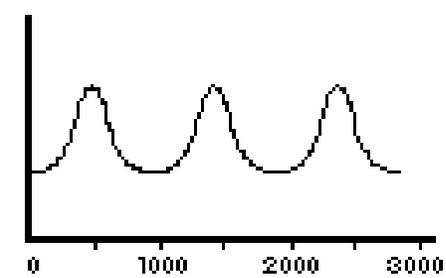
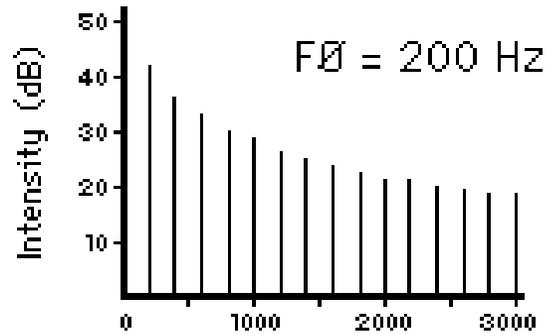
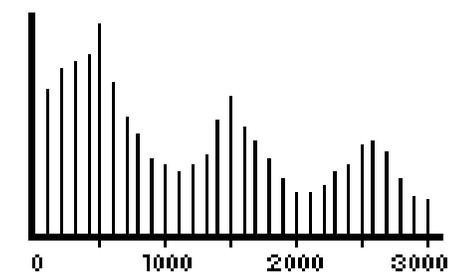
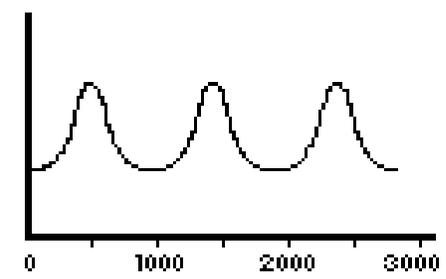
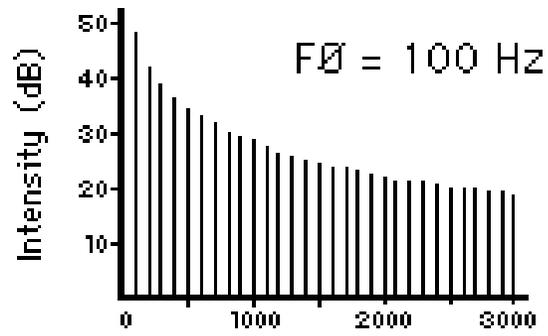
Sound modifiers  
(vocal tract response)



مصدر الصوت  
(الأحبال الصوتية)

Sound source  
(vocal fold vibration)



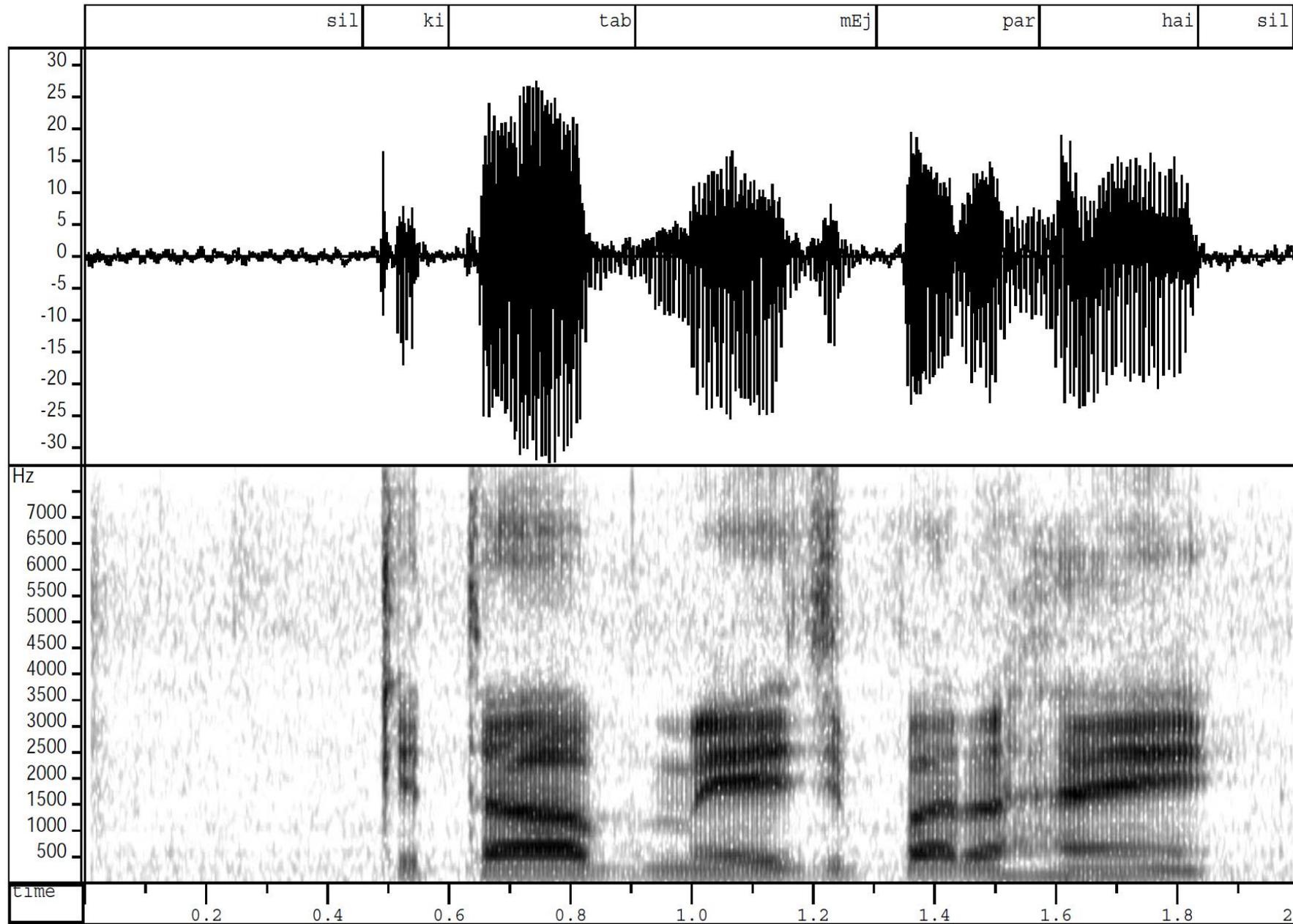


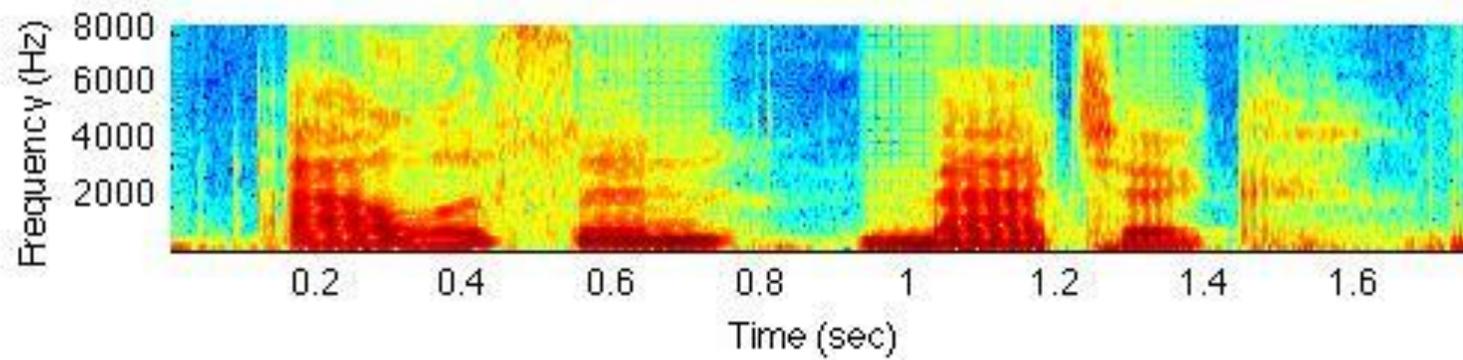
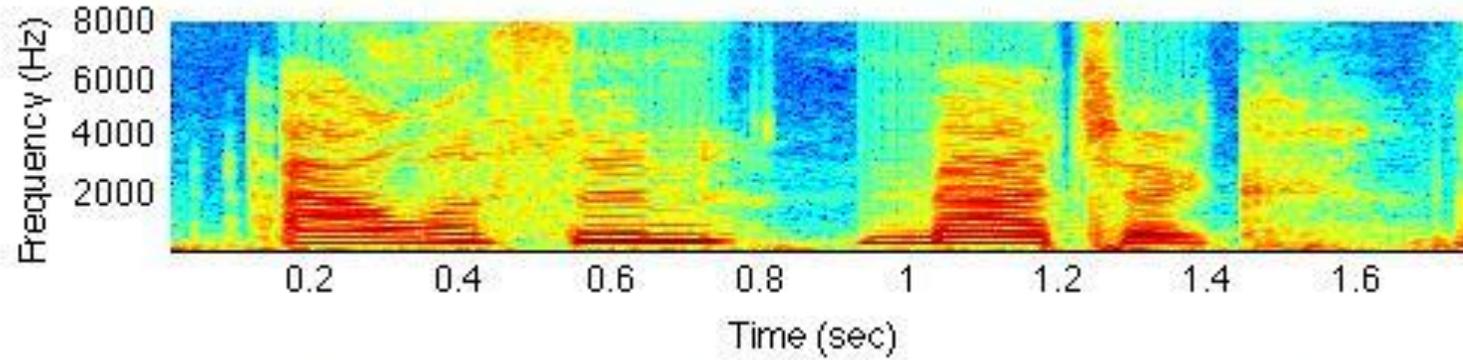
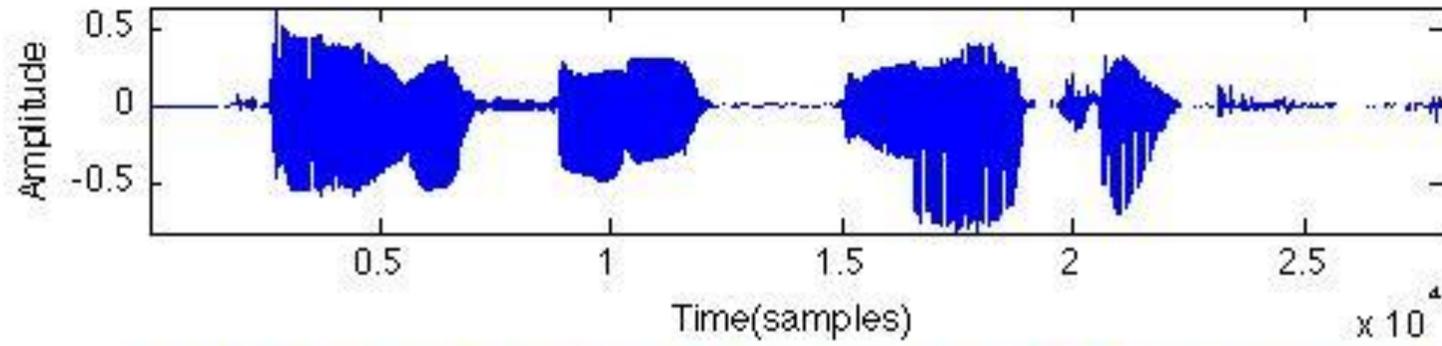
**SOURCE SPECTRUM**

**FILTER FUNCTION**

**OUTPUT ENERGY SPECTRUM**







## مرشحات إمرار الطاقة

- يتم التحكم بها من خلال تثبيتها على ترددات مختلفة
- نحصر عرض النطاق الترددي لها (Bandwidth)

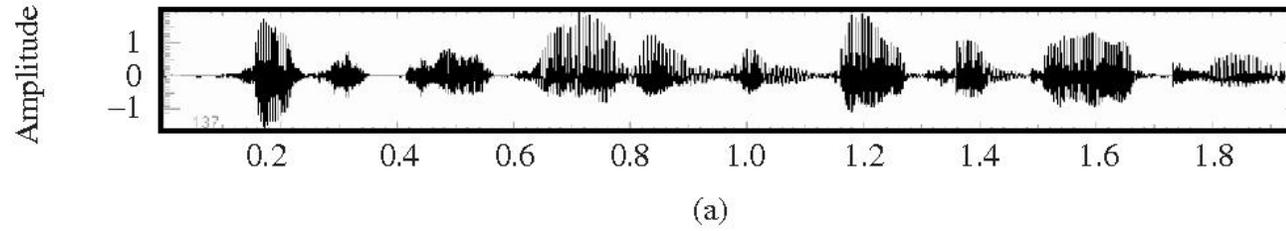
• النطاق الترددي الضيق (Narrow band):

• بهدف الحصول على معلومات دقيقة عن الترددات

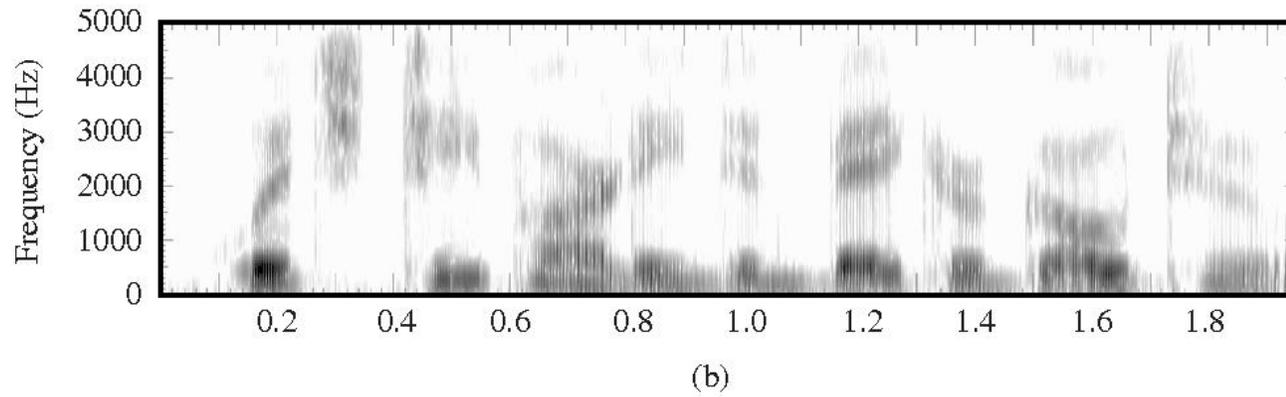
• النطاق الترددي العريض (Wide band, broad band):

• بهدف الحصول على معلومات دقيقة عن المدة الزمنية

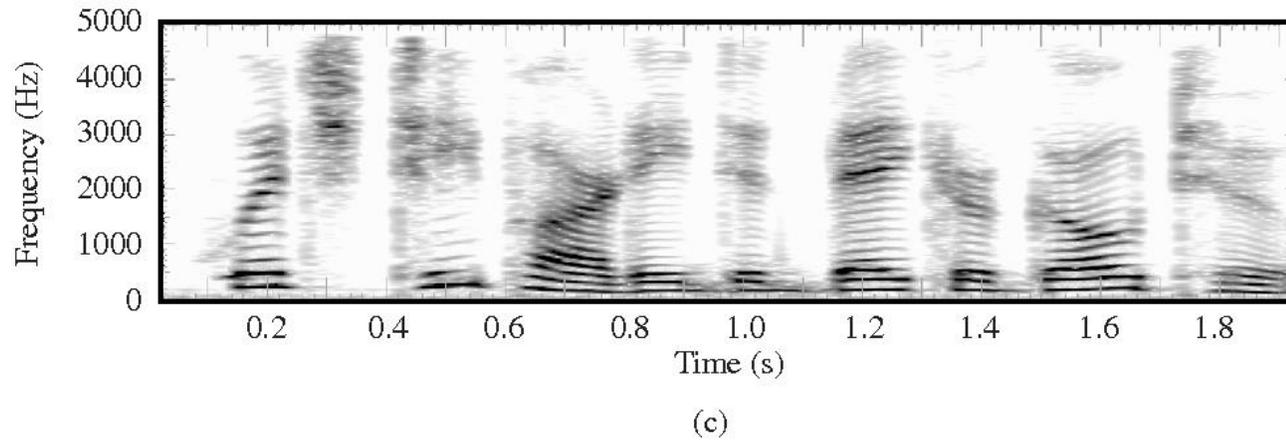
• بهدف الحصول على بنية توافقية واضحة جداً



Speech waveform

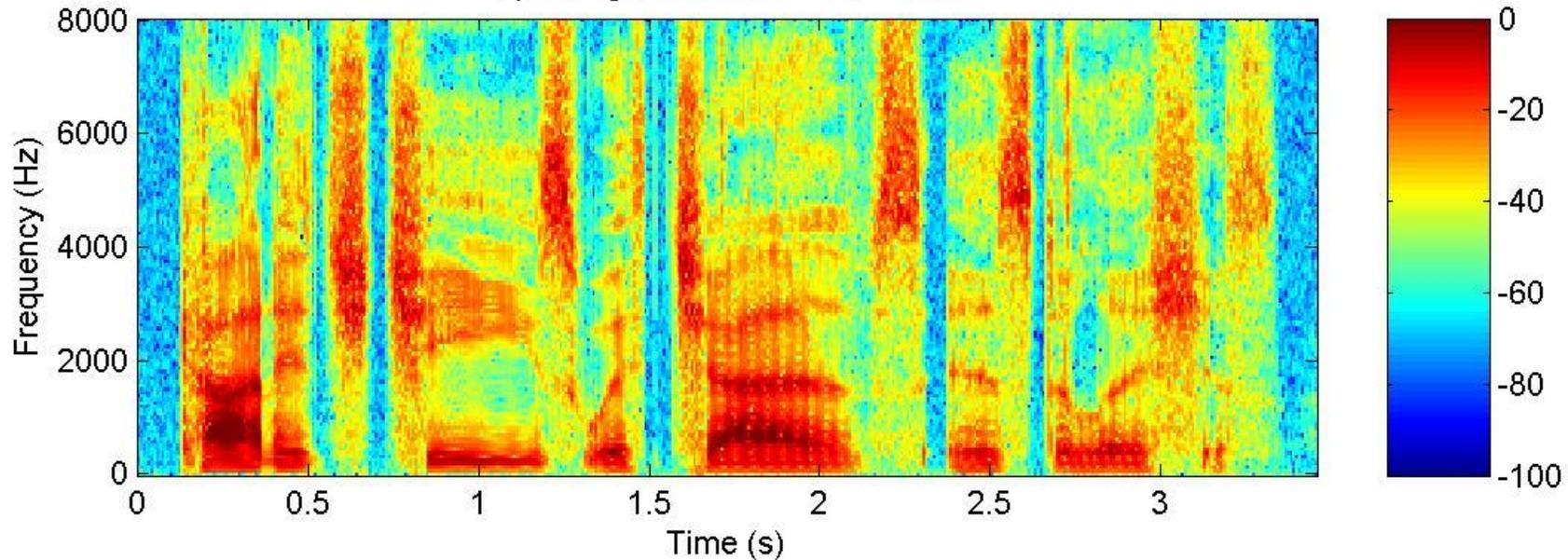


Wideband spectrogram

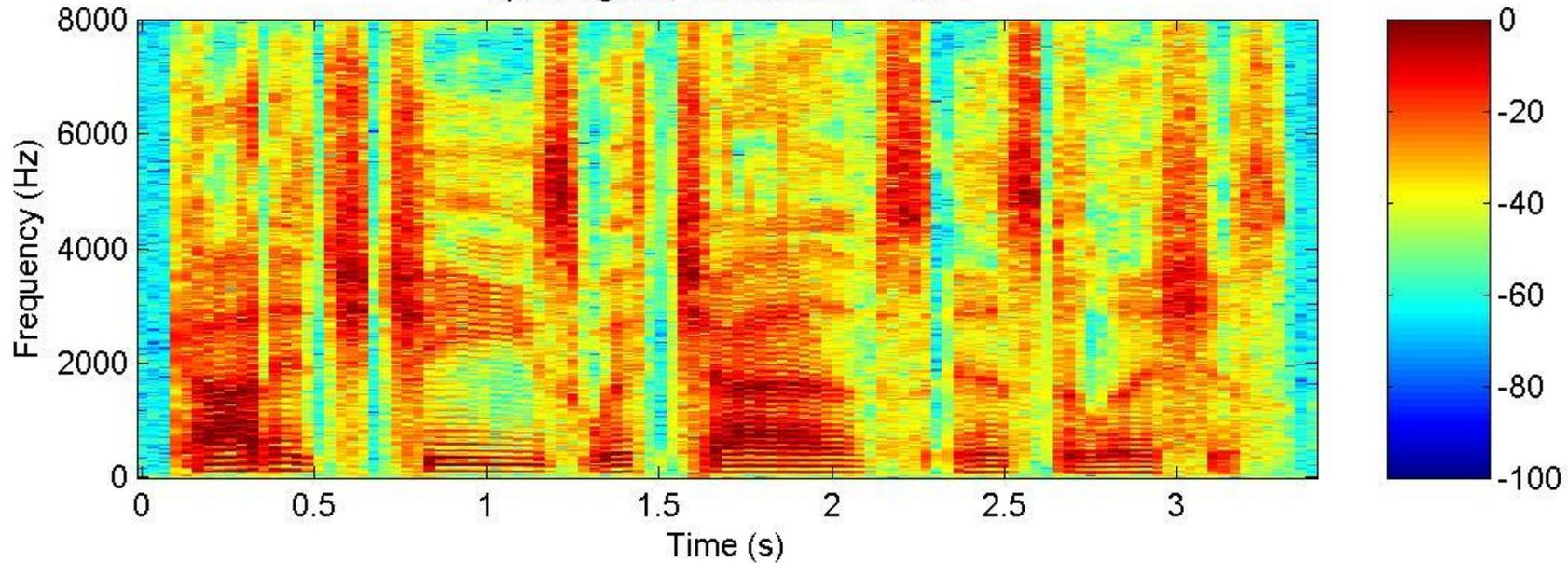


Narrowband spectrogram

Spectrogram, window size = 256

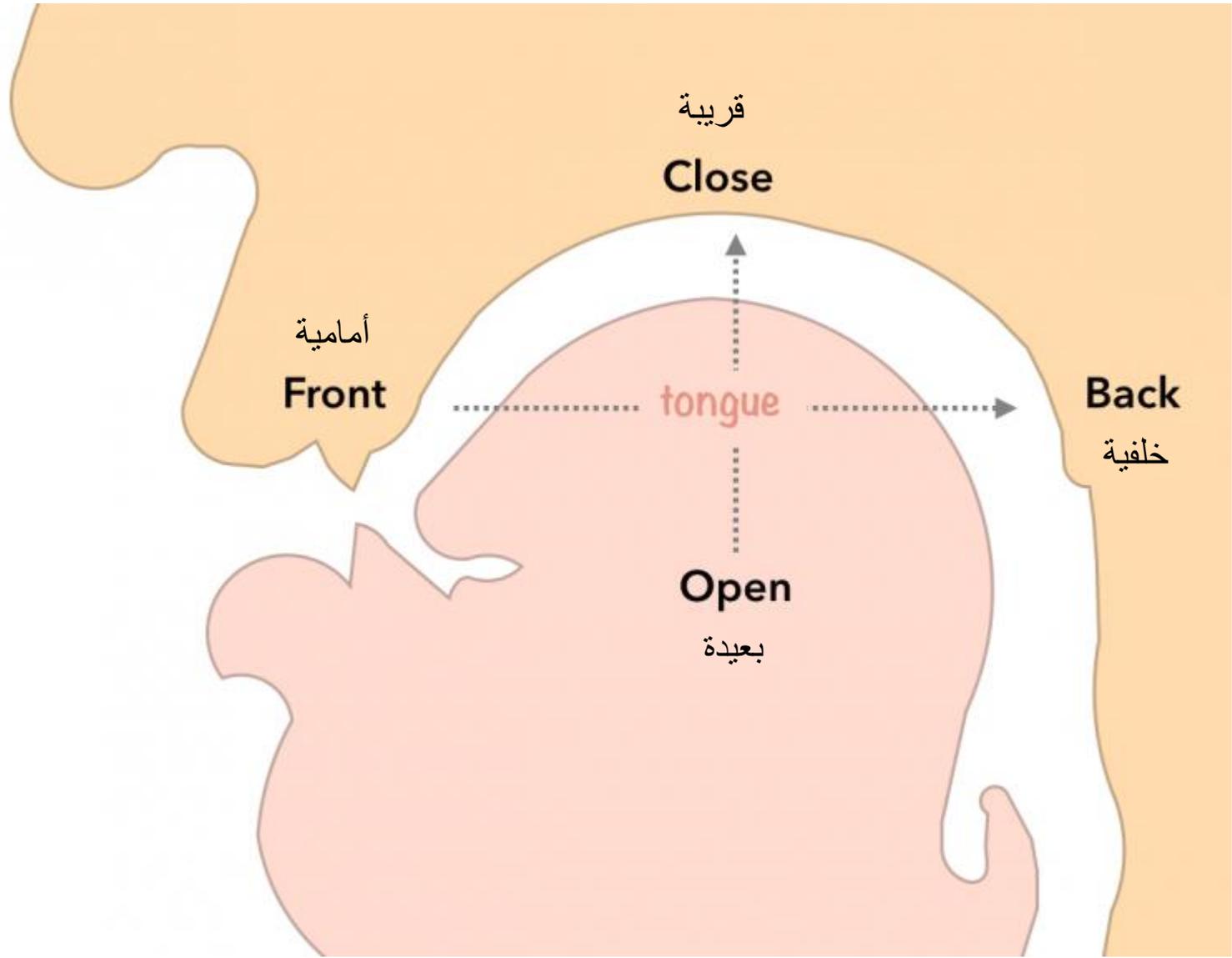


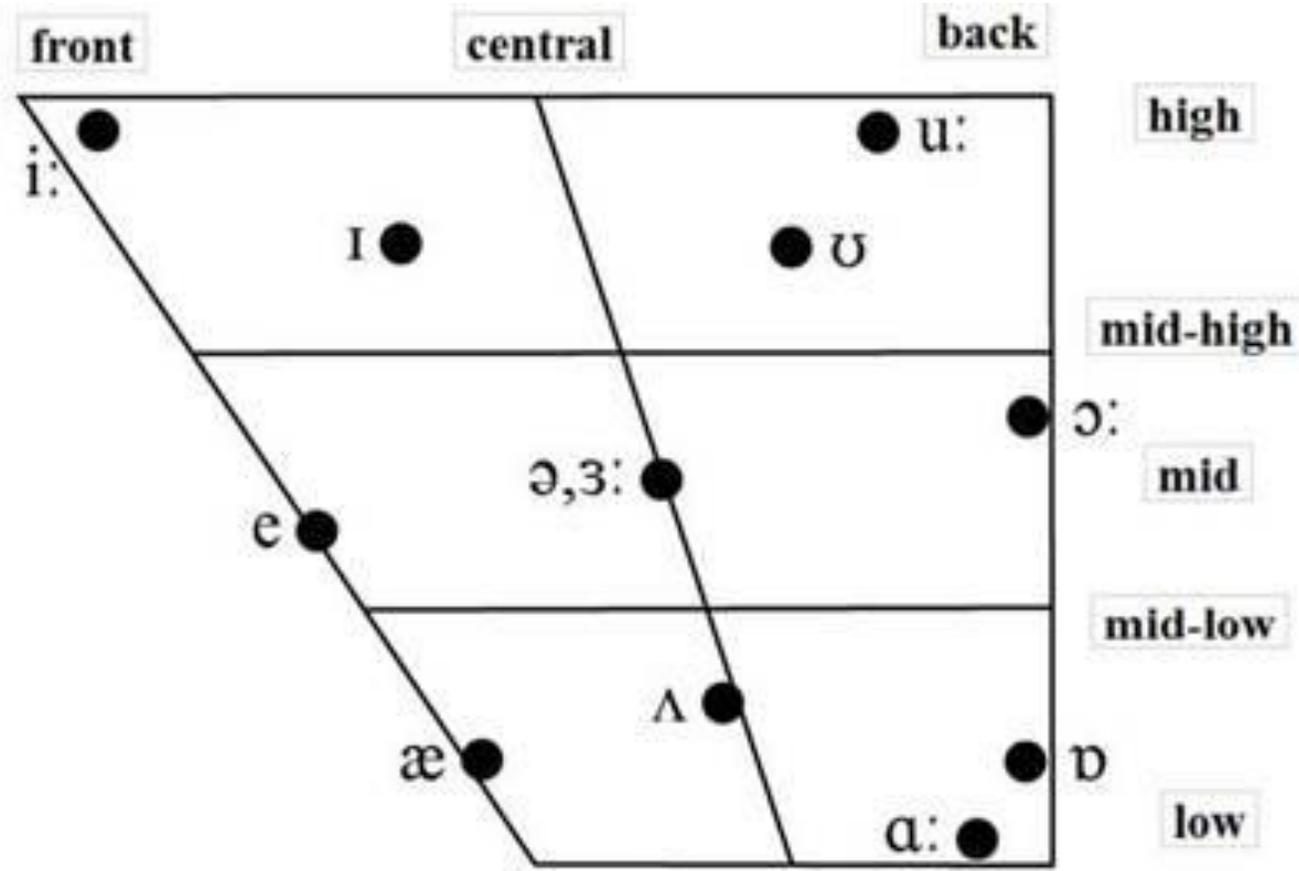
Spectrogram, window size = 1024

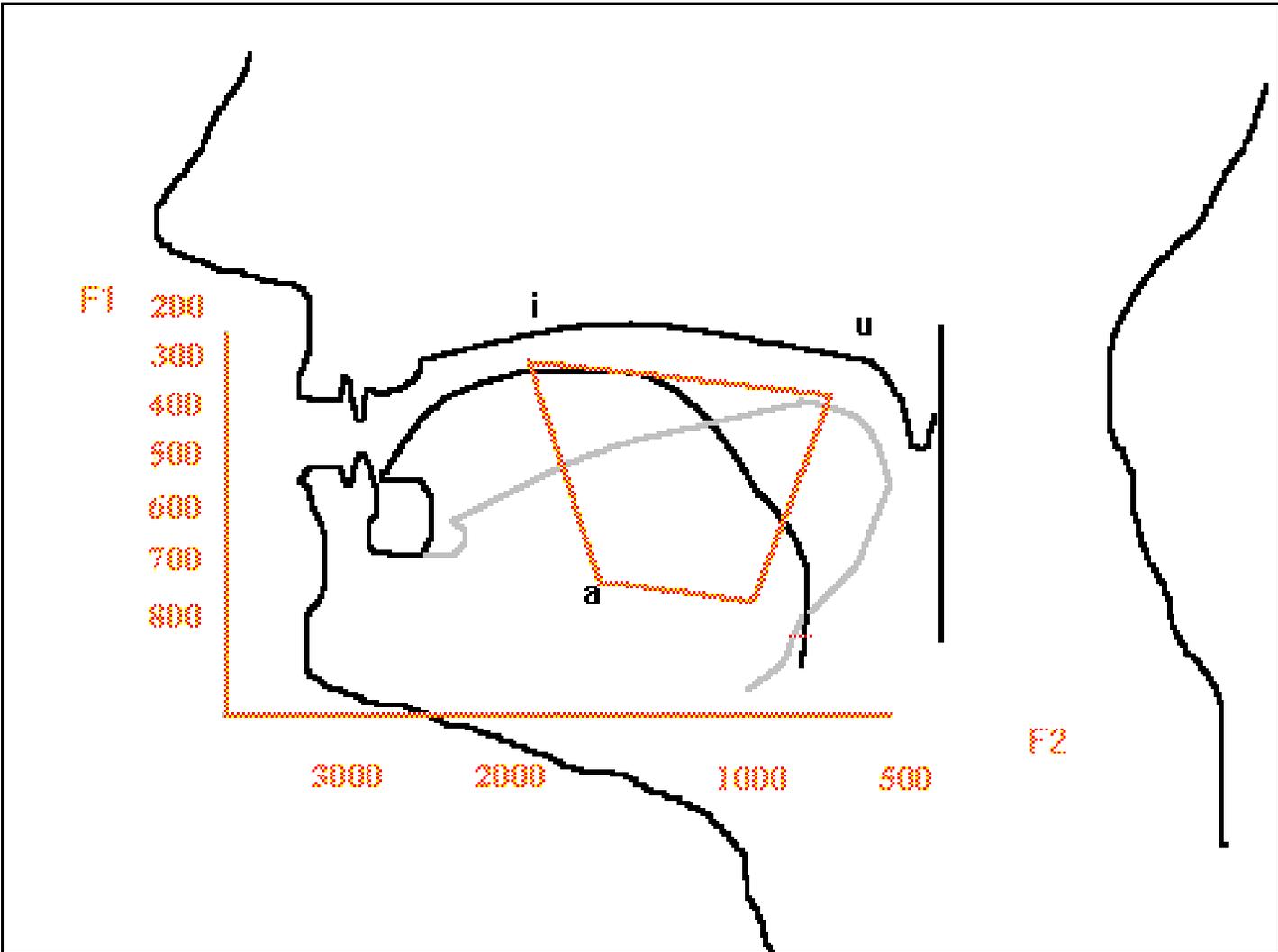


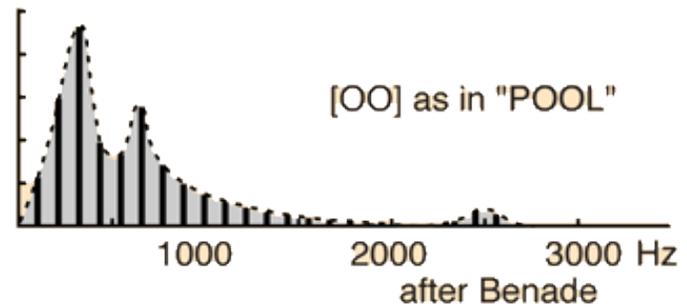
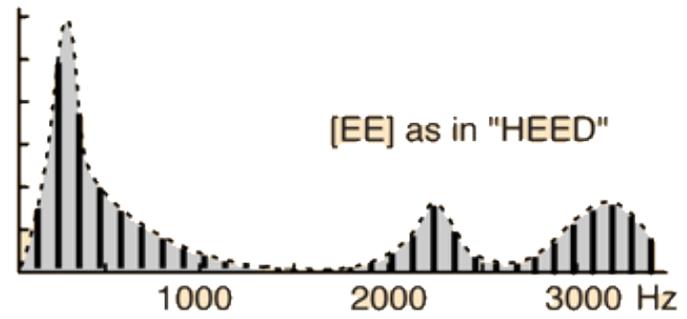
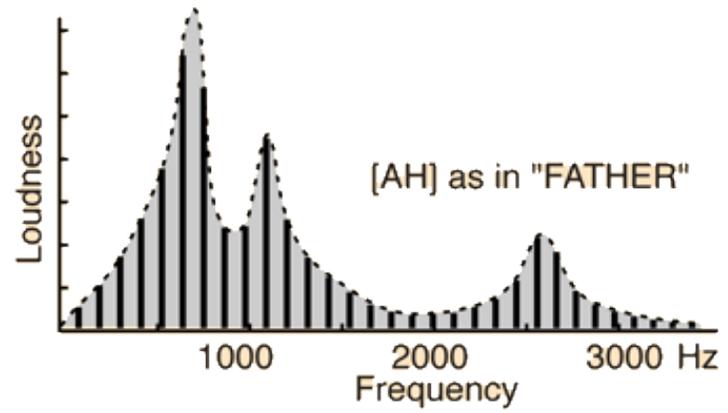
## علاقة التوافقيات بأنواع الصوائت

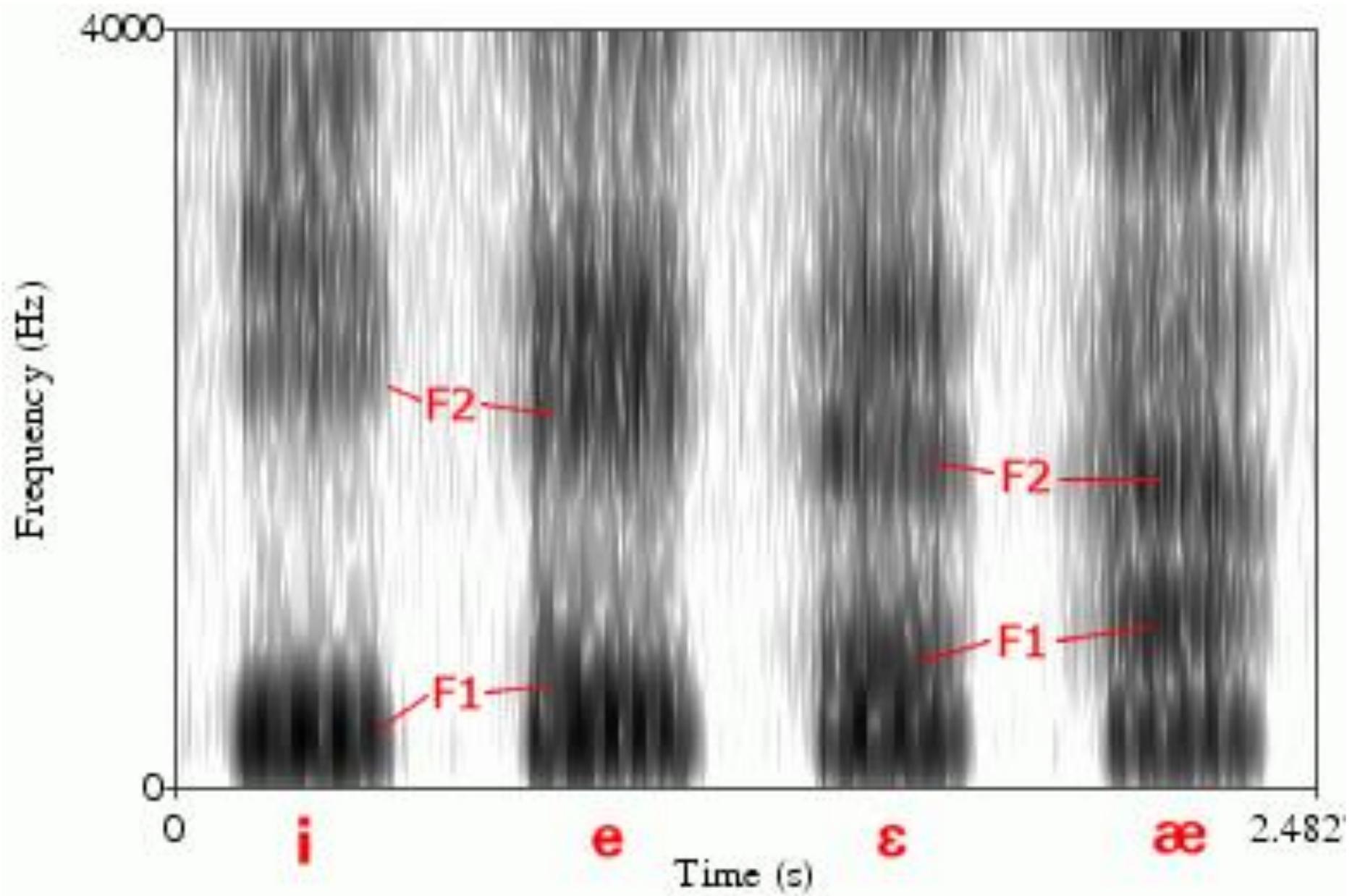
- يرتفع التوافق الأول ( $F1$ ) كلما انتقلنا من الصوائت العليا الأمامية الى الصوائت الدنيا الخلفية
- ينخفض التوافق الثاني ( $F2$ ) كلما انتقلنا من الصوائت العليا الأمامية الى الصوائت الدنيا الخلفية
- تقل المسافة بين التوافق الأول ( $F1$ ) والتوافق الثاني ( $F2$ ) كلما انتقلنا من الصوائت الدنيا الخلفية الى الصوائت العليا الخلفية
- الحركات أو الصوائت الوسطى تبقى تردداتها عالية

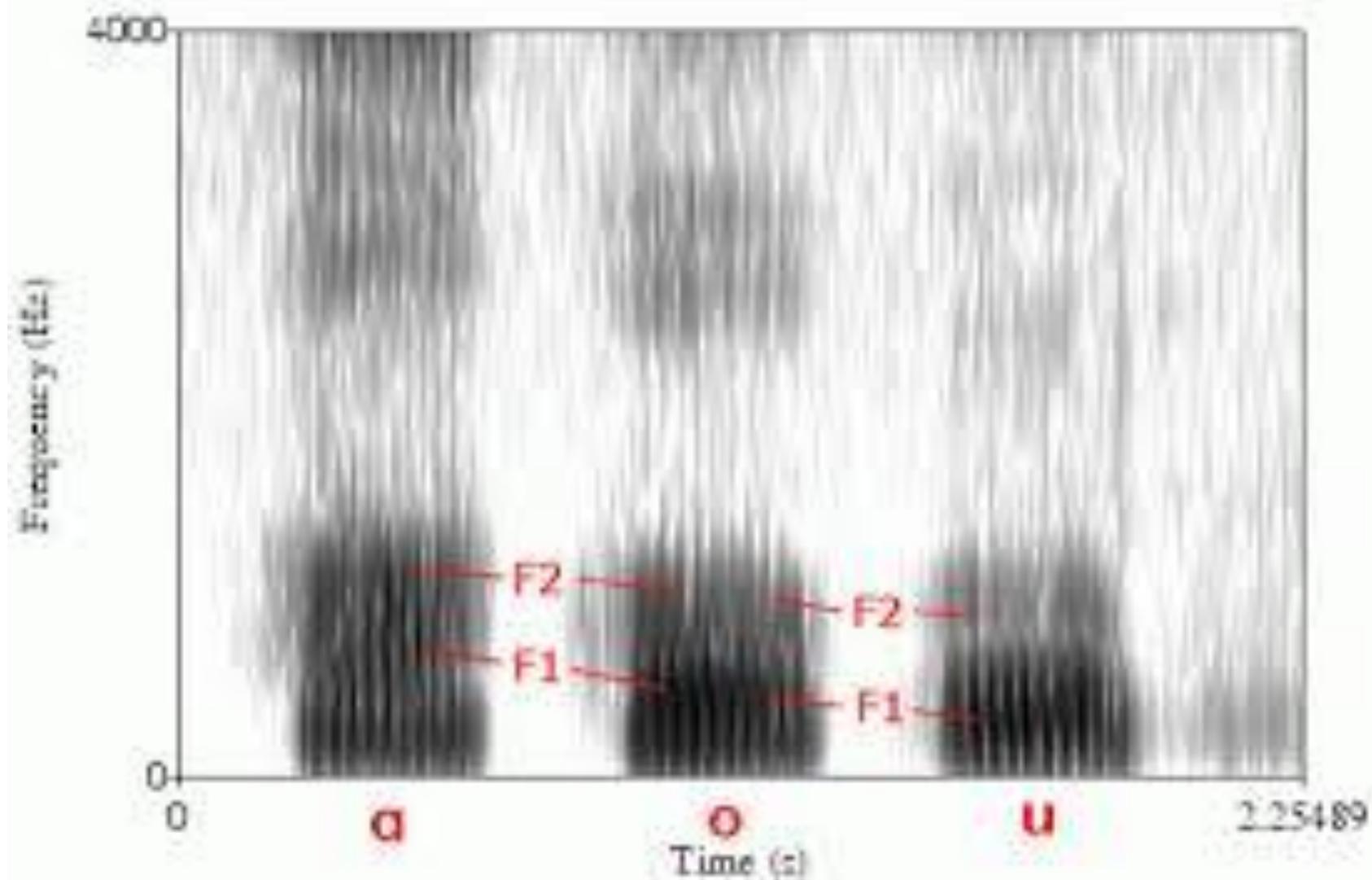


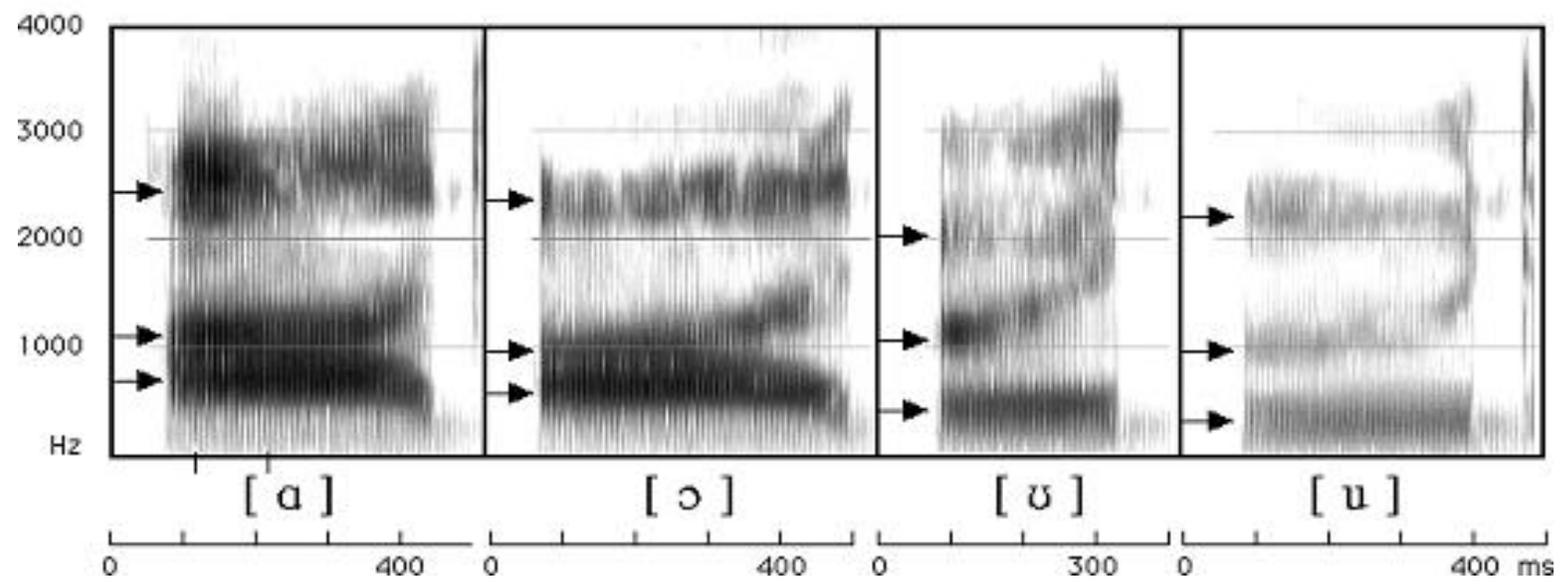
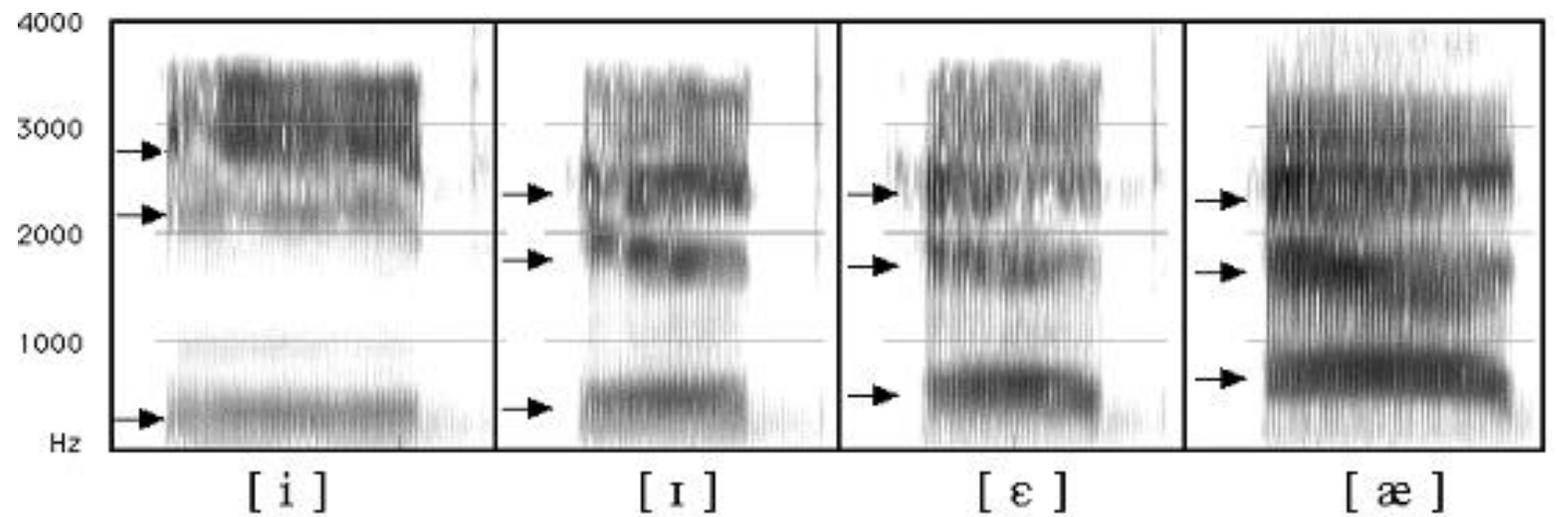


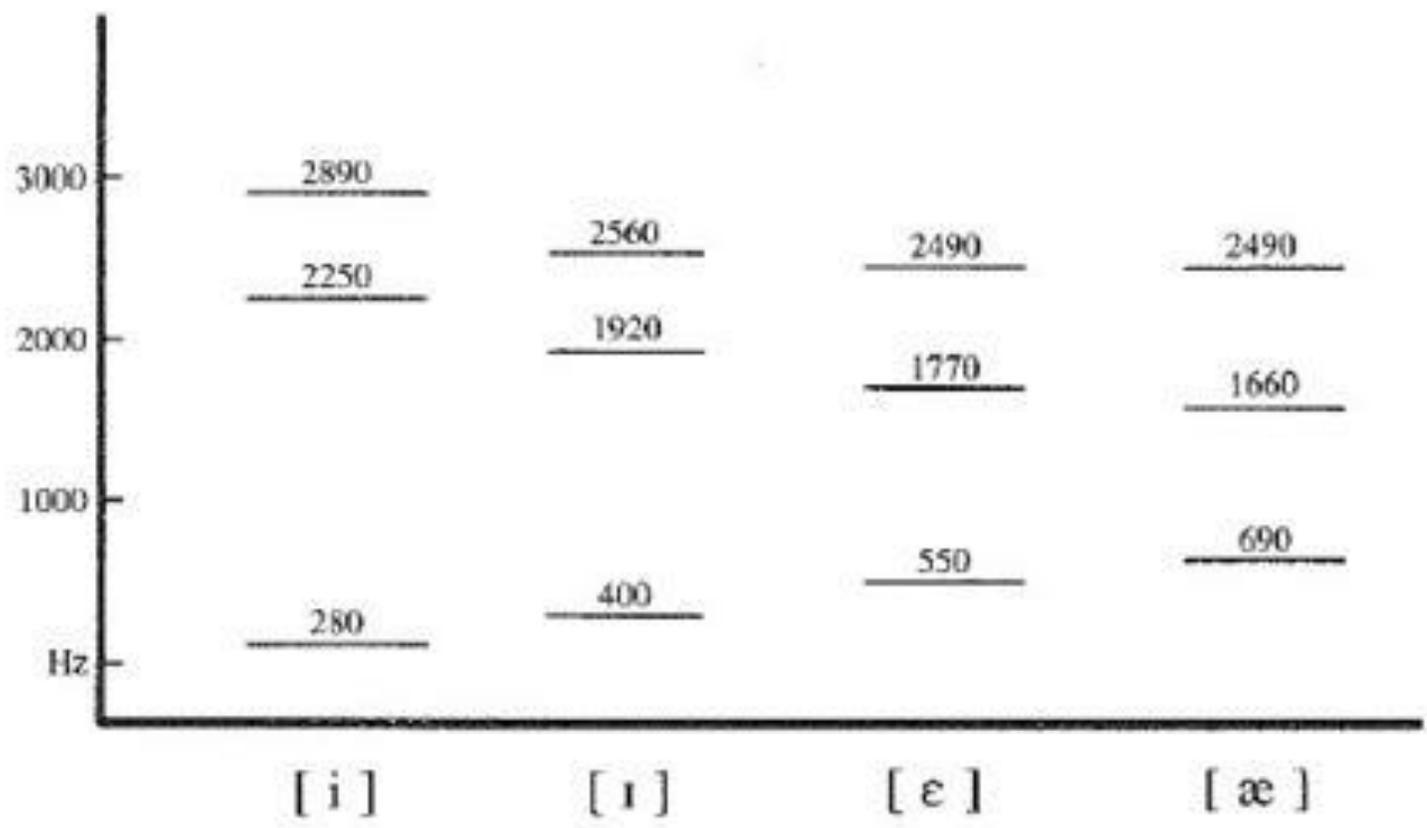




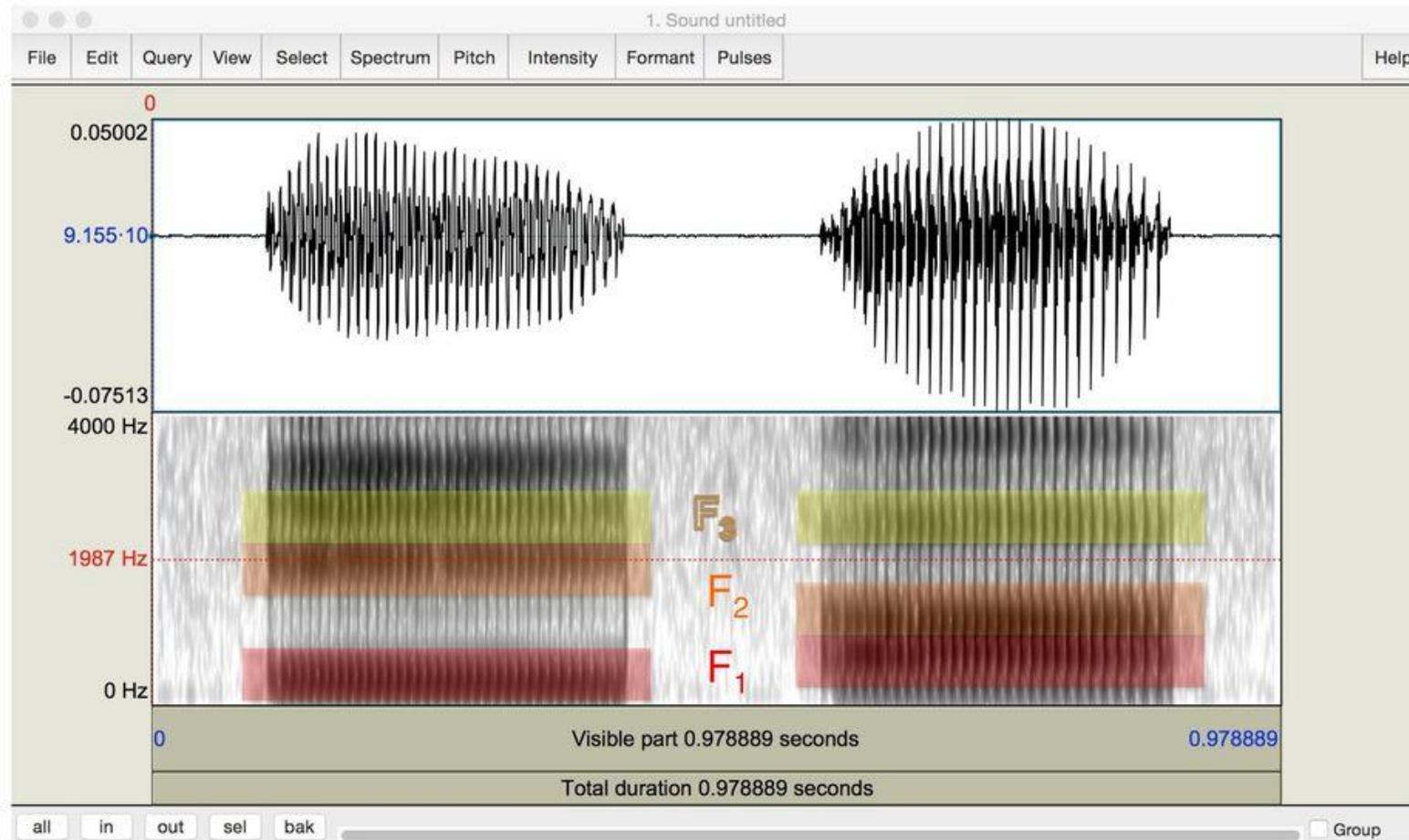


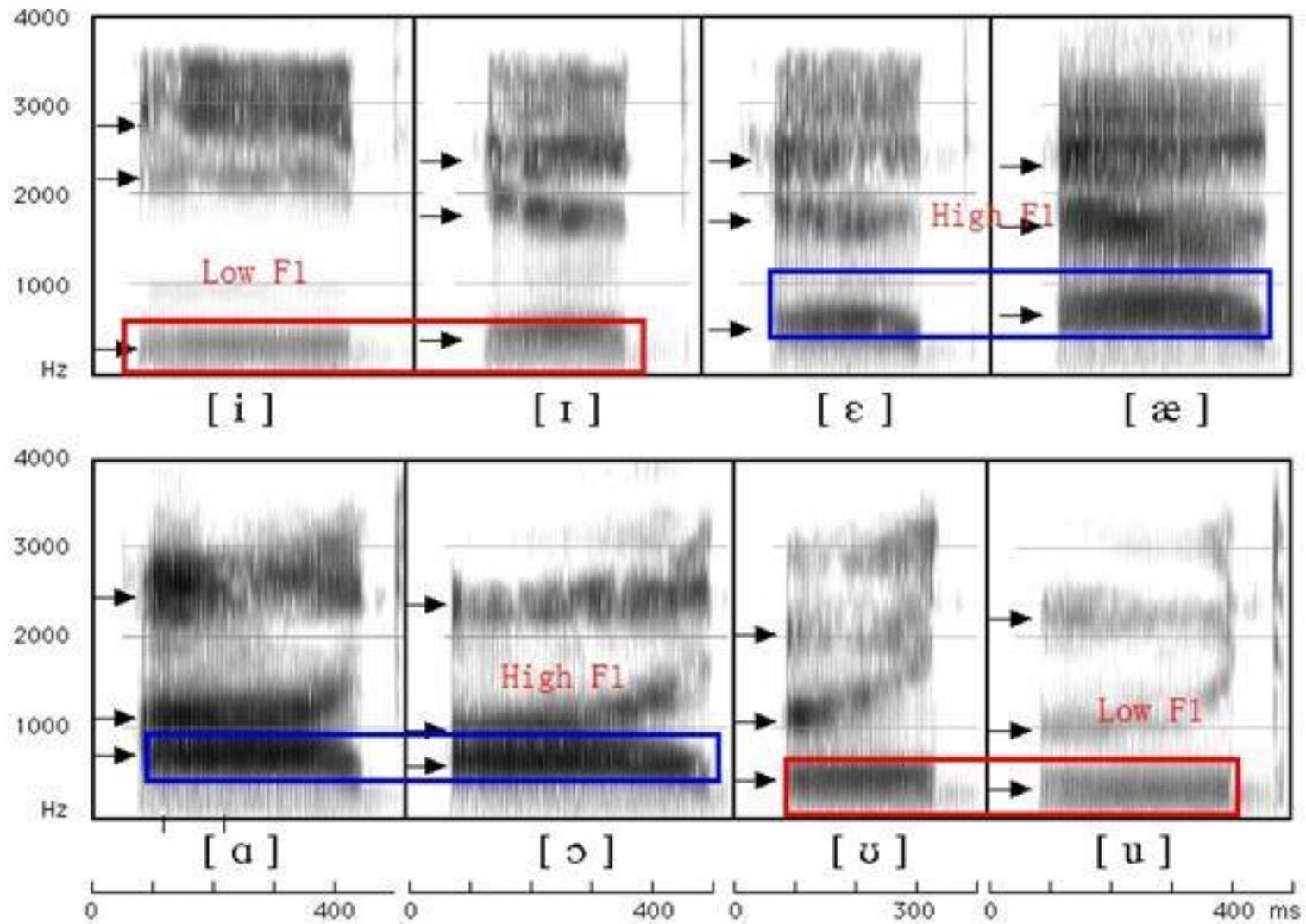


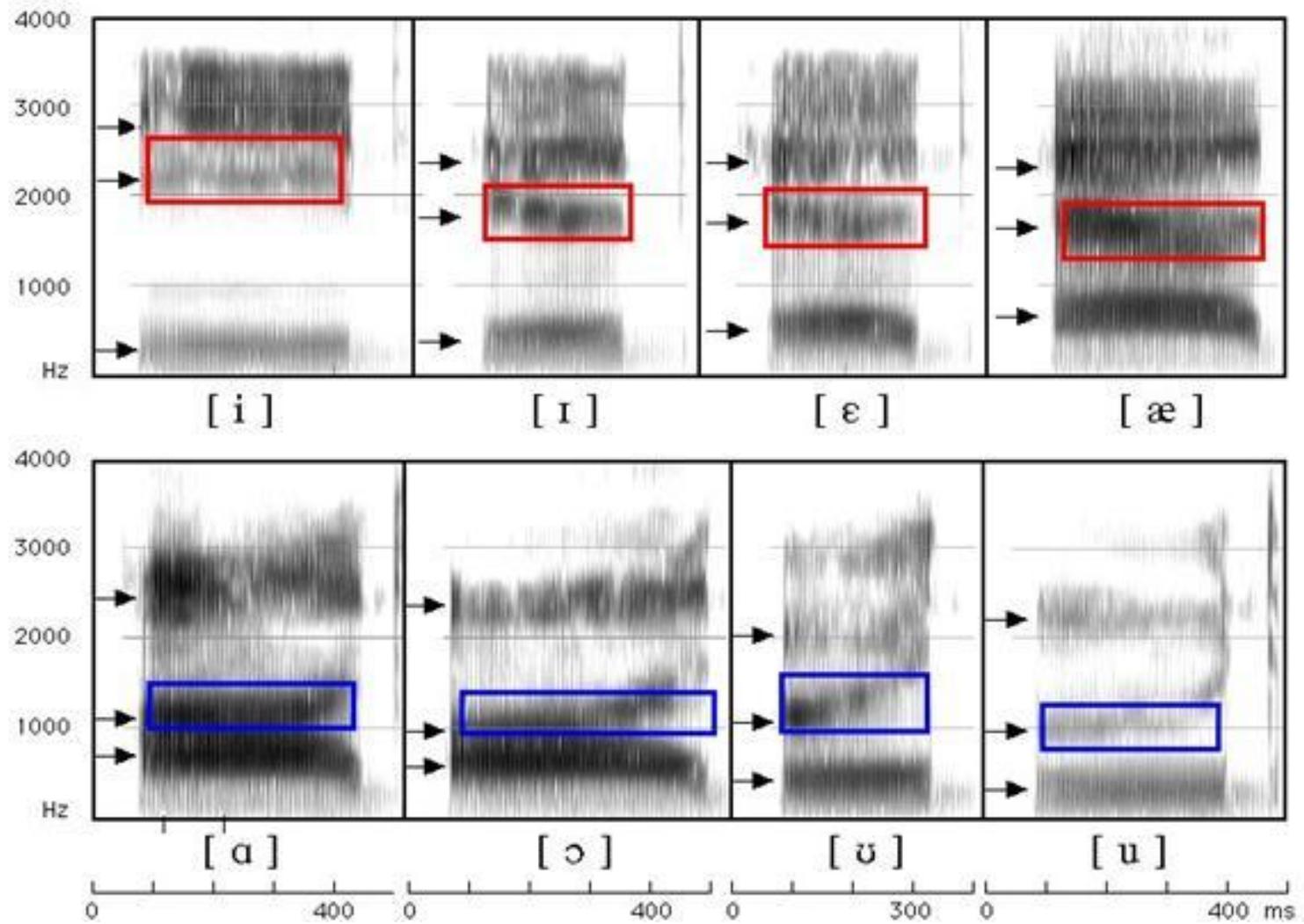




# Speech spectrogram of [i, a]







## العلامات المميزة للسواكن (الصوامت)

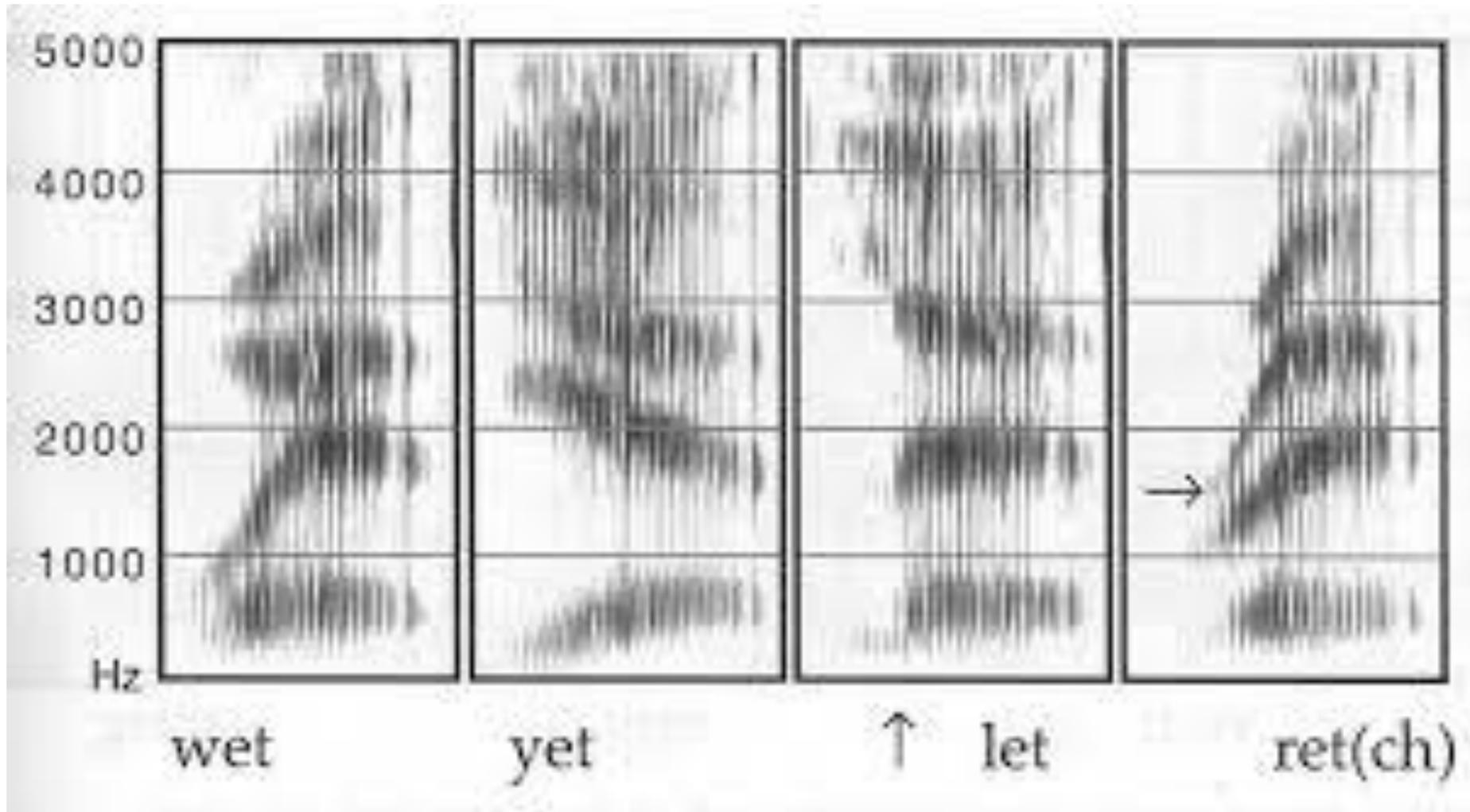
- السواكن تقسم الى فئتين: جهورية (sonorants) وغير جهورية (obstruent)
- الفئة الجهورية تشبه الصوائت من الناحية الفيزيائية
- تشمل السواكن الجهورية:
  - الأصوات الانسيابية (glides) /w, j/
  - السواكن المائعة (liquids) /l, r/
  - الأصوات الأنفية (nasals) /n, m/

## الأصوات الإنسيابية

- شبيهة بالحركات (semi-vowels)
- أصوات انتقالية: أعضاء النطق تنتقل من وضع الى آخر مباشرة خلال النطق
- ينعكس ذلك على انتقال التوافقيات (formant transition)

## الأصوات المائعة

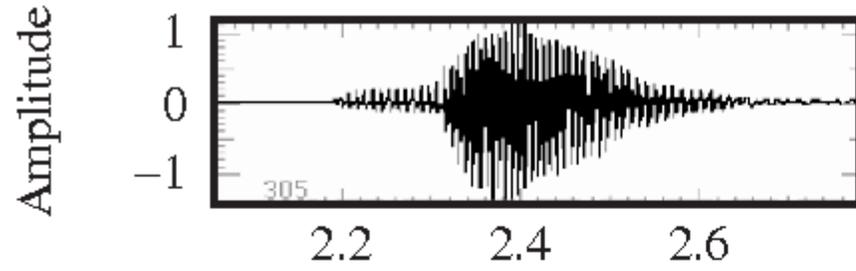
- شبيهة بالأصوات الإنسيابية
- الفرق بينهما هو سرعة الانتقال التوافقي (يتم بسرعة أكبر)
- تشبه لحركات من حيث وجود توافقيات في التمثيل الطيفي لها
- تختلف عن الحركات بأن توافقياتها أقصر من توافقيات الحركات



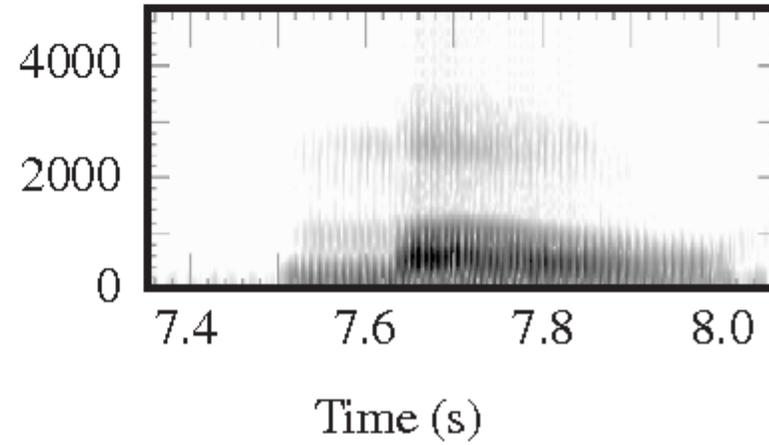
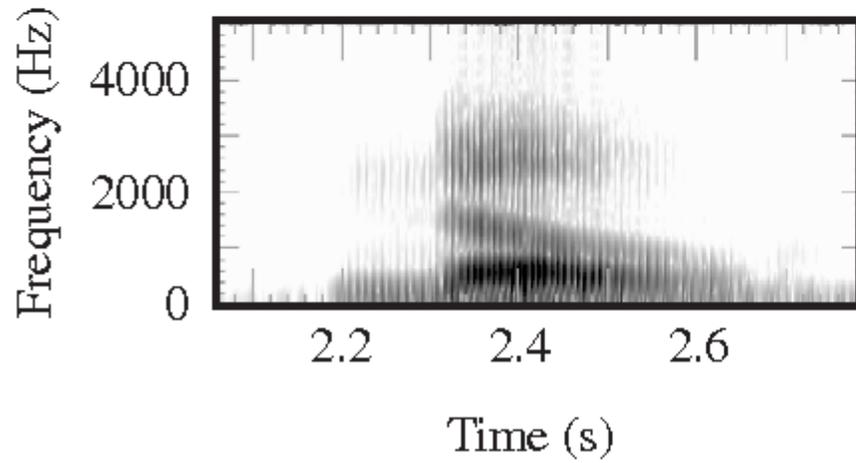
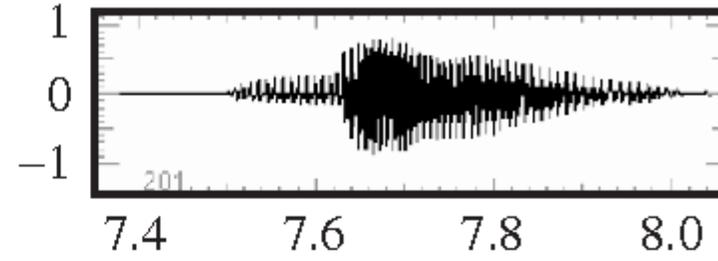
## الأصوات الأنفية

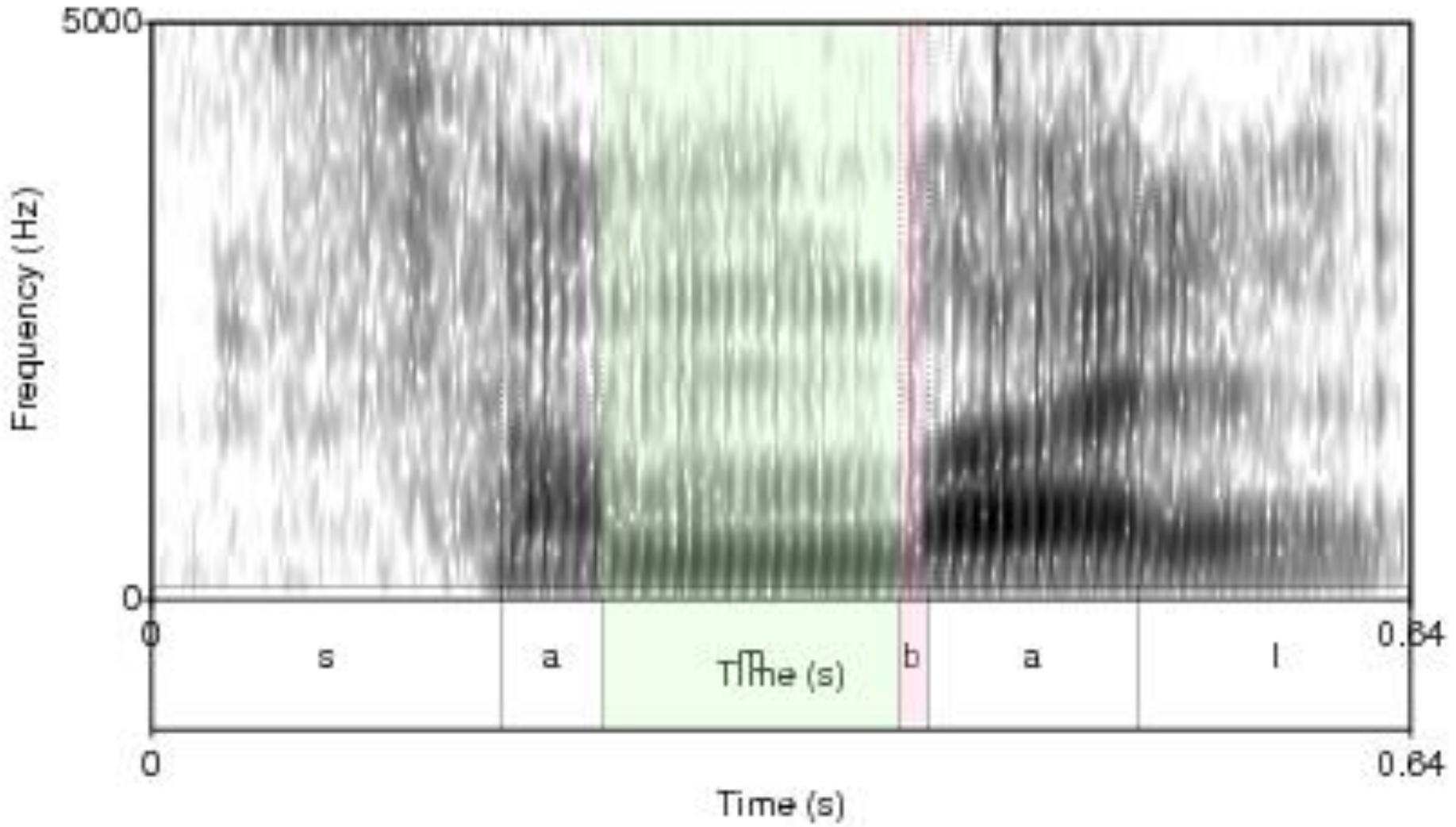
- يتضمن نطق هذه الأصوات انخفاض سقف الحلق اللين فيمر الهواء من التجويف الأنفي
- ينتج عن فتح هذا الجانب من القناة الصوتية تغيير السمات الرنينية للقناة
- الرنين المضاد (antiresonance)

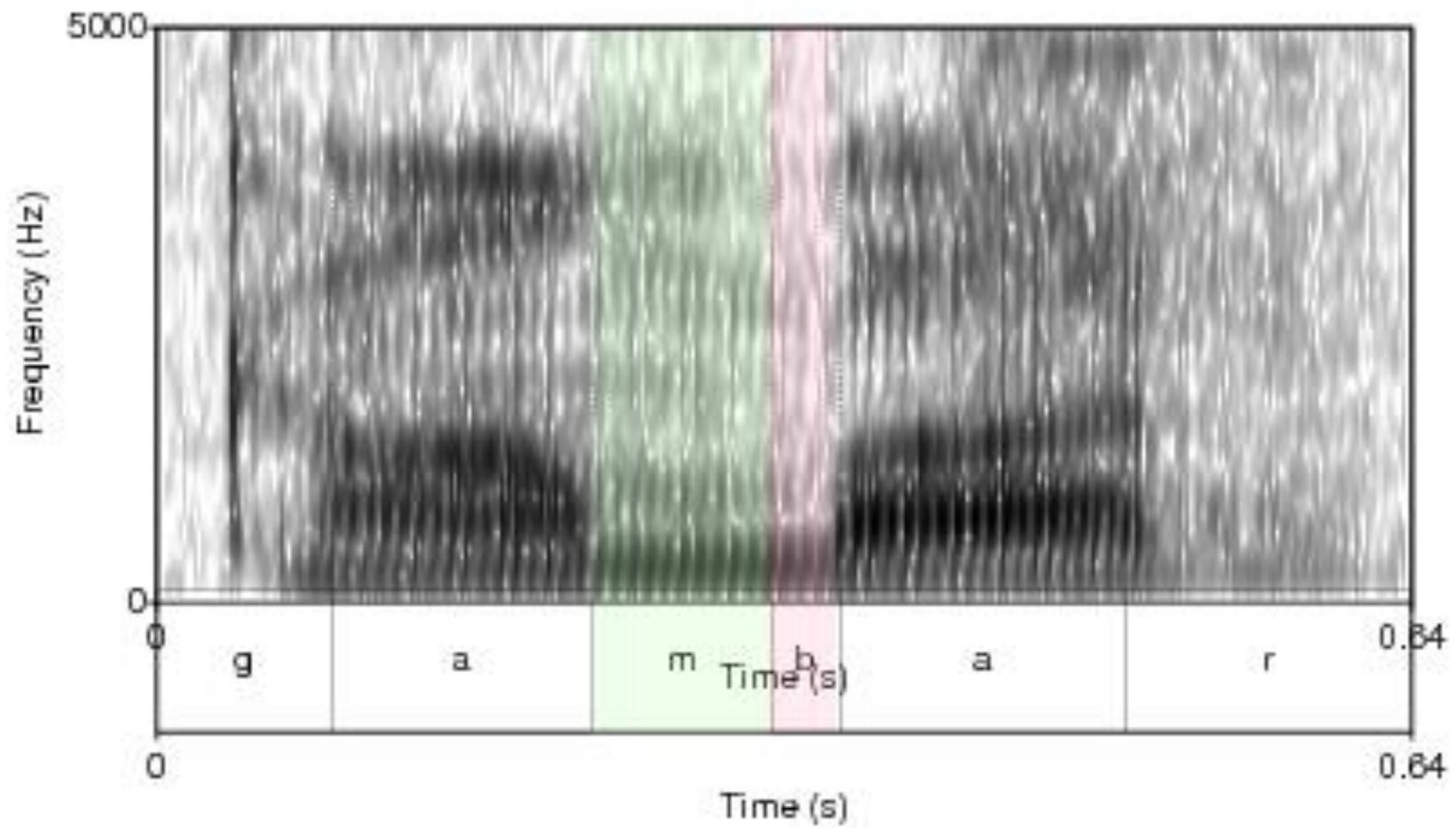
/n/ in "No"



/m/ in "Mo"





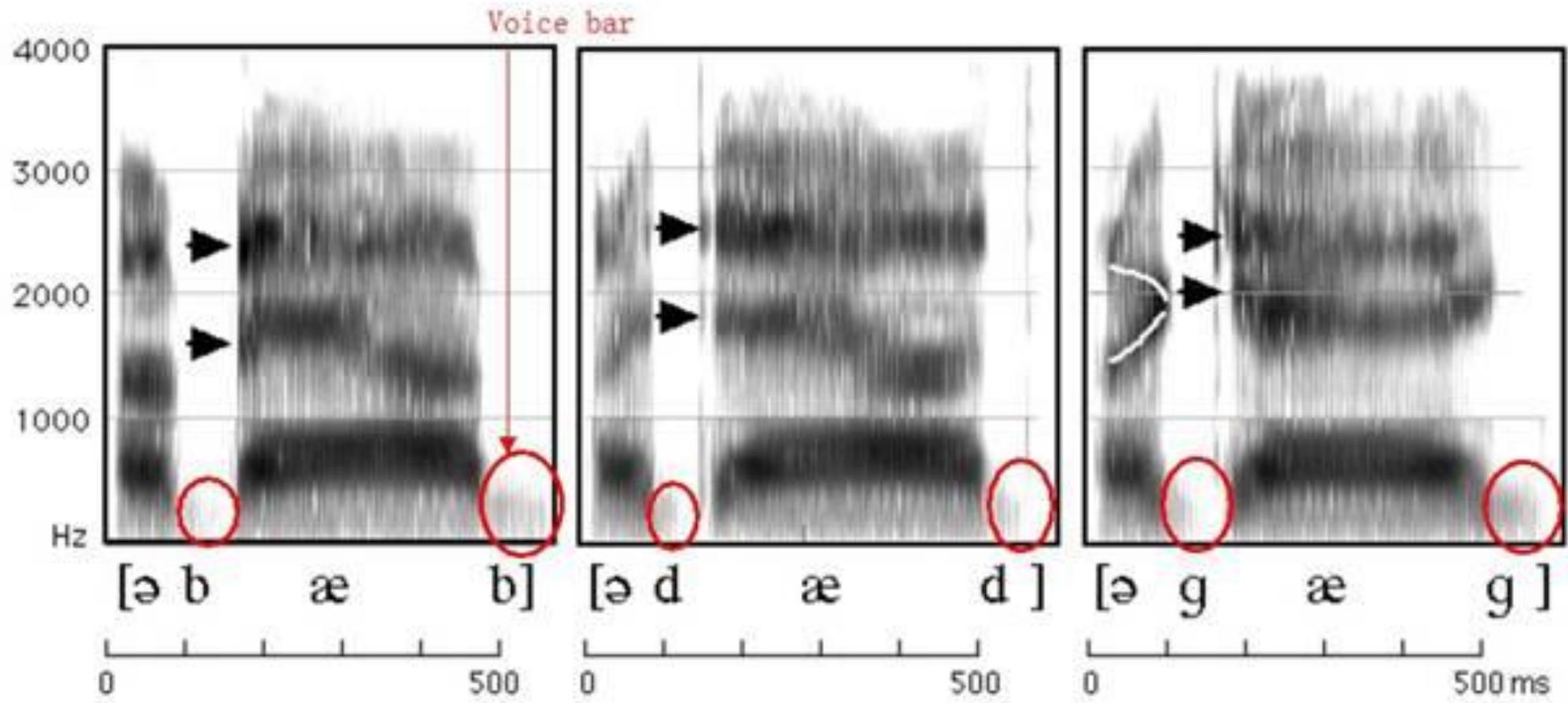


## العلامات المميزة للسواكن الانفجارية والاحتكاكية

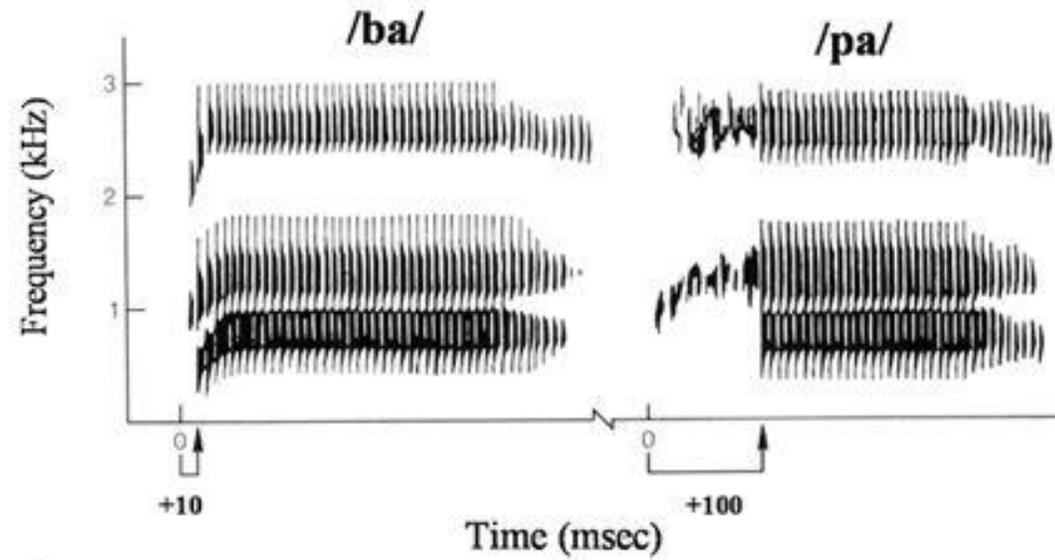
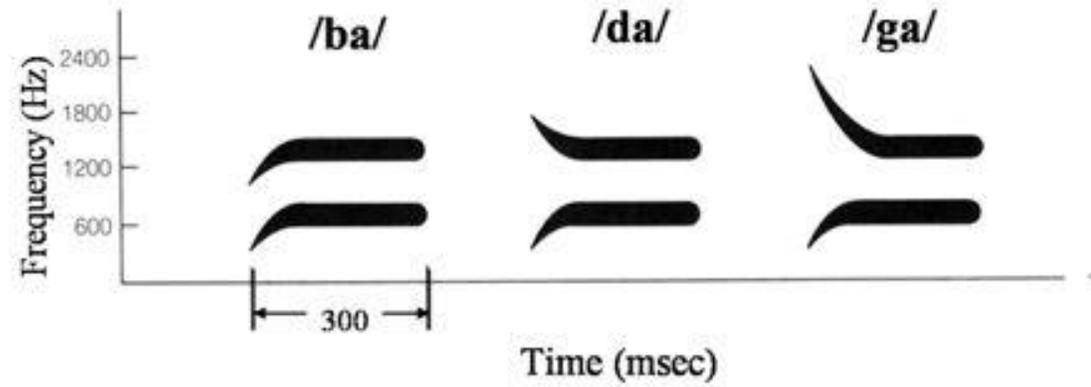
- تخلو صورها الطيفية من وجود بنية توافقية (formant structure) واضحة
- يرافق سجلها الطيفي صورا غير منتظمة توضح الضجيج المميز لها (noise)

## الأصوات الانفجارية

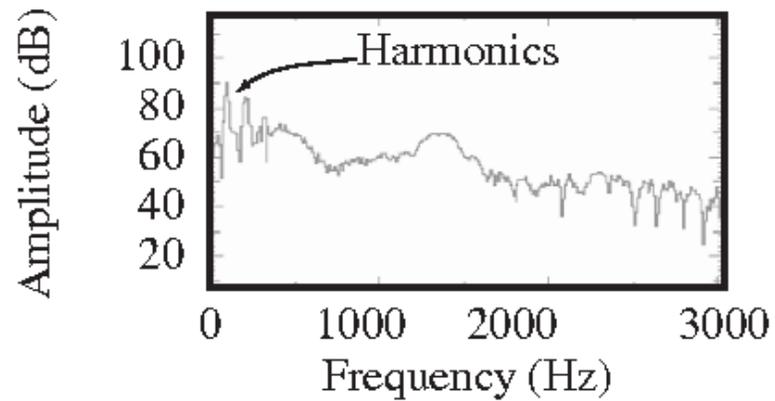
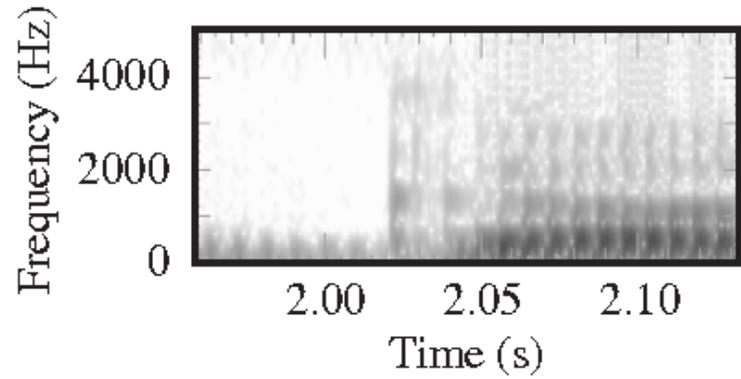
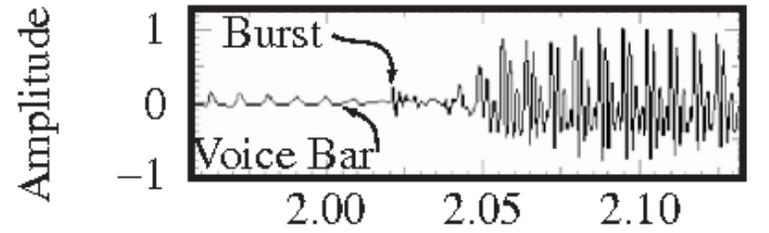
- يشكل الضجيج جزءاً بسيطاً من مكونات الصورة الطيفية للساكن الانفجاري



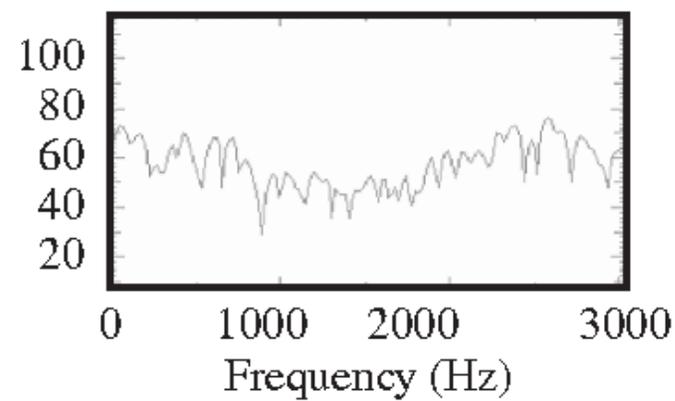
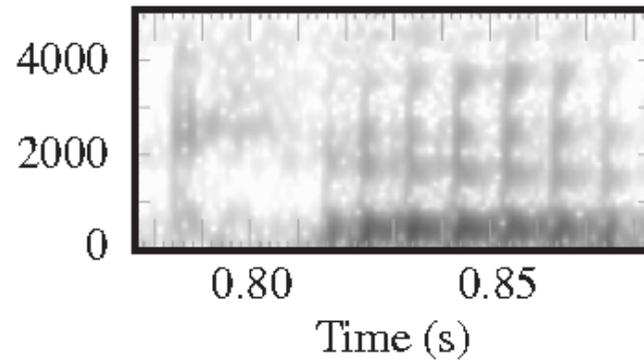
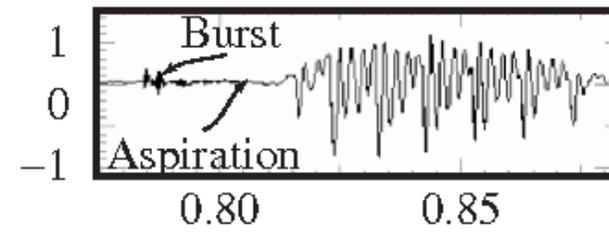
# Formants



/g/ in "Go"

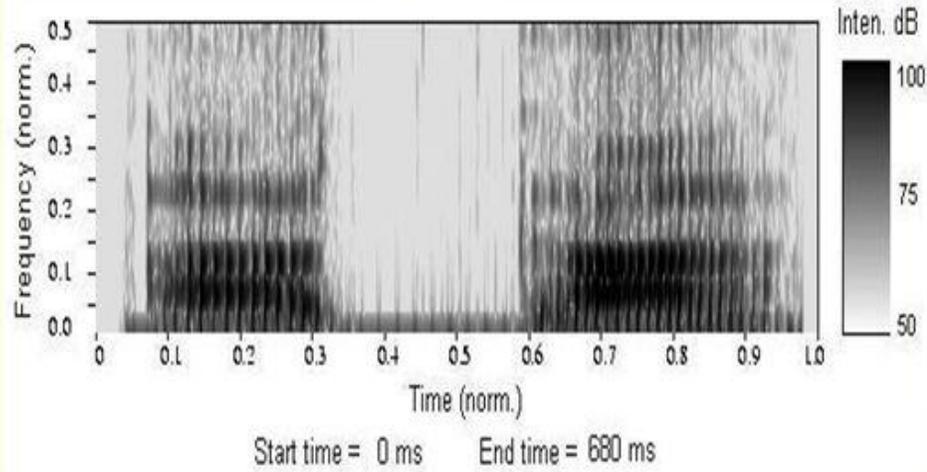


/k/ in "Key"

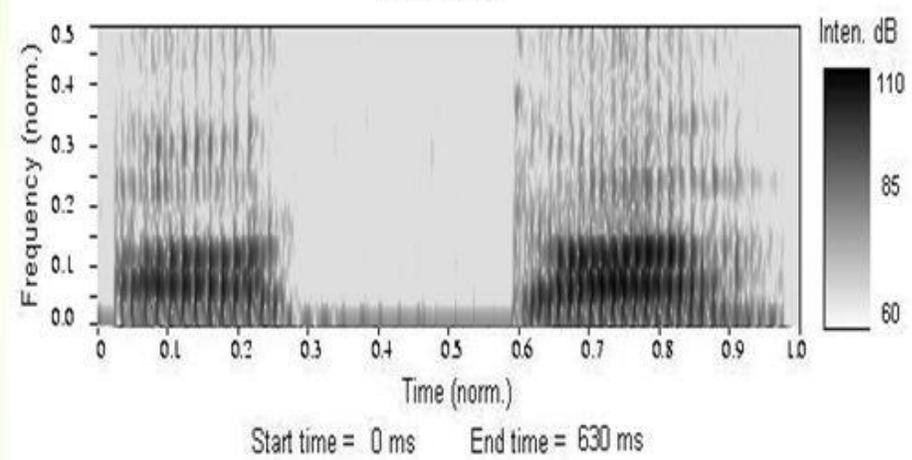


# Spectrograms for V-C-V sequence

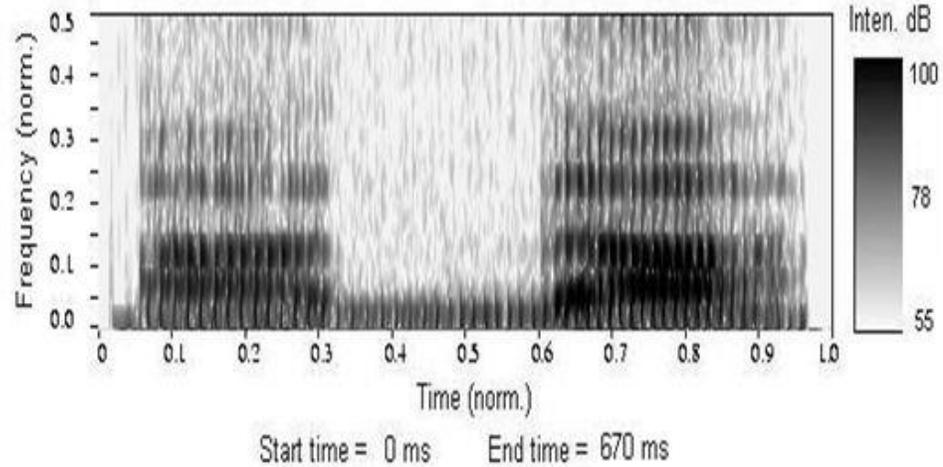
*/ata/*



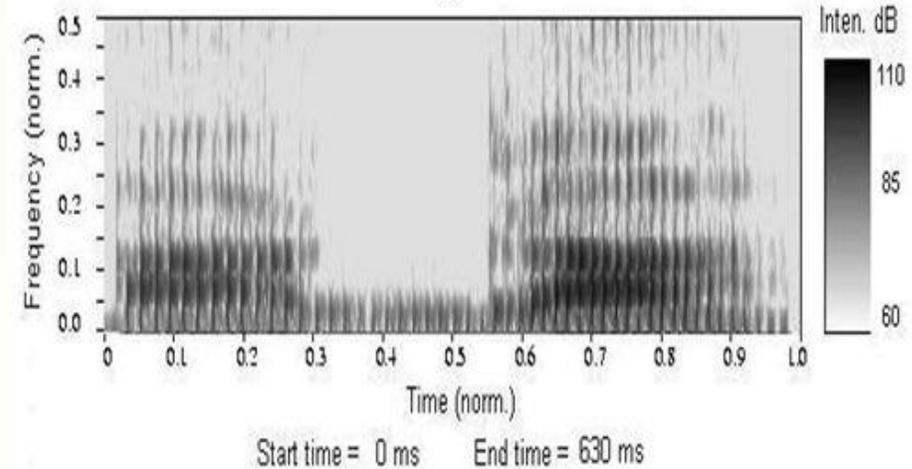
*/aka/*



*/ada/*

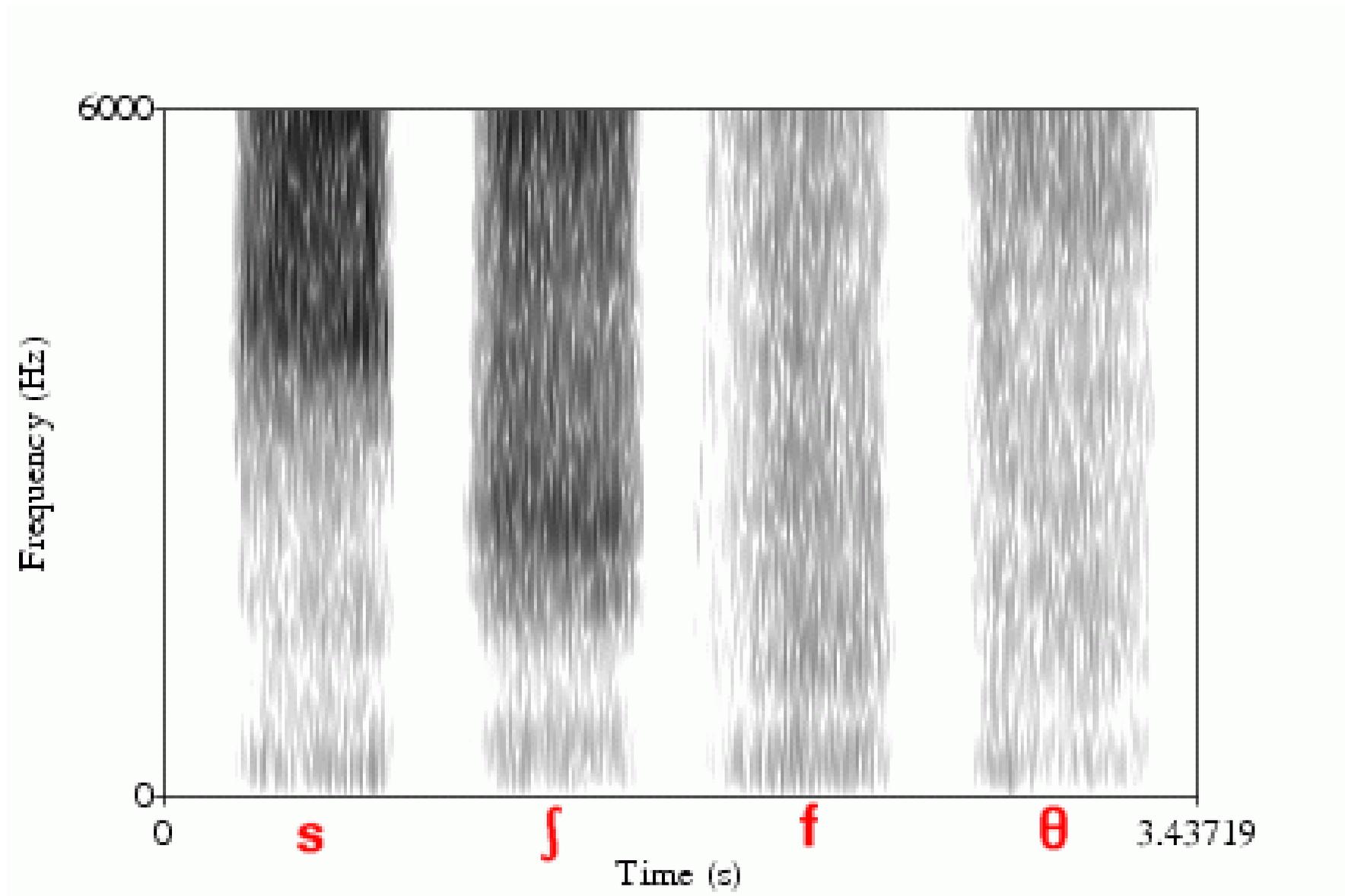


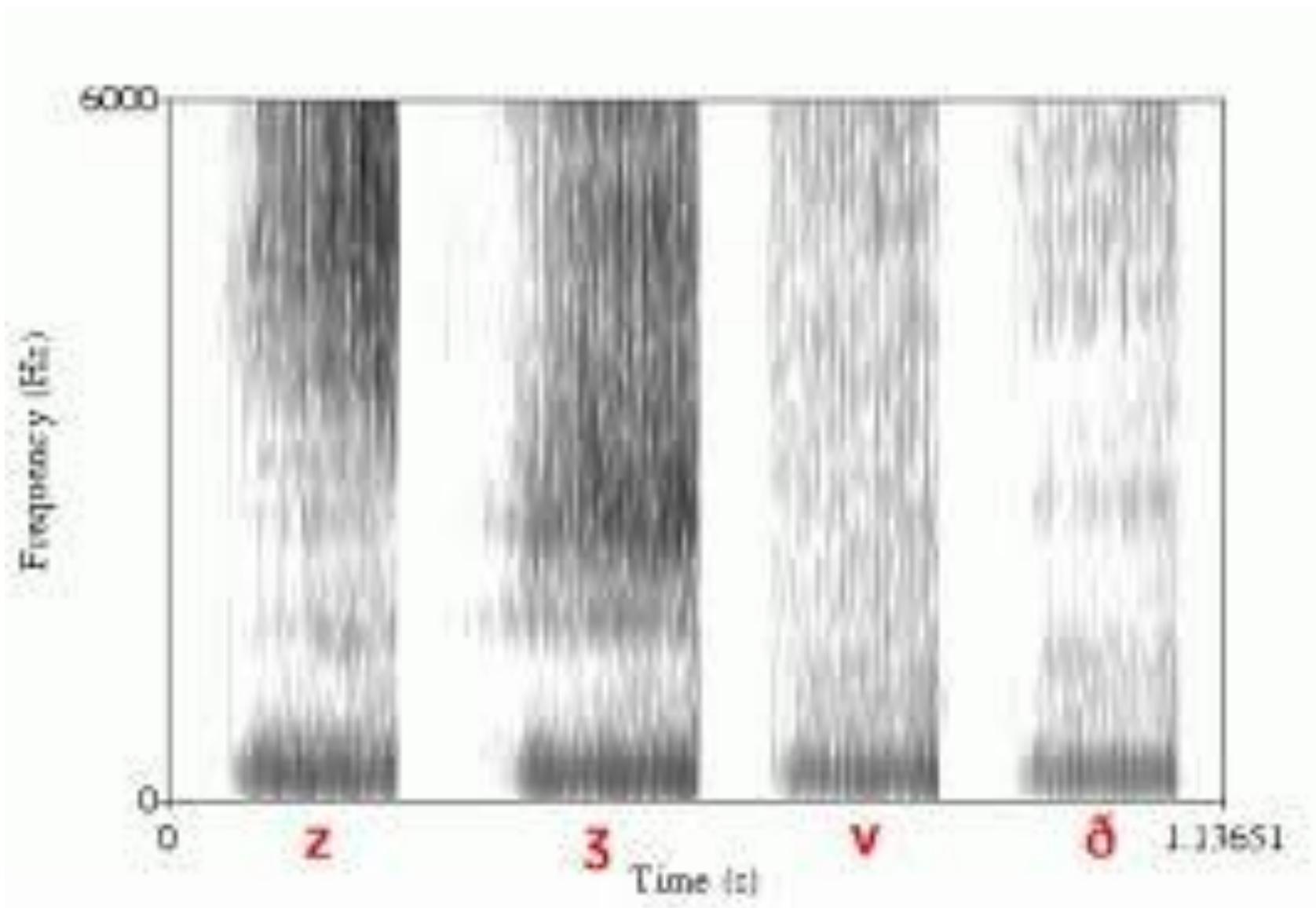
*/aga/*

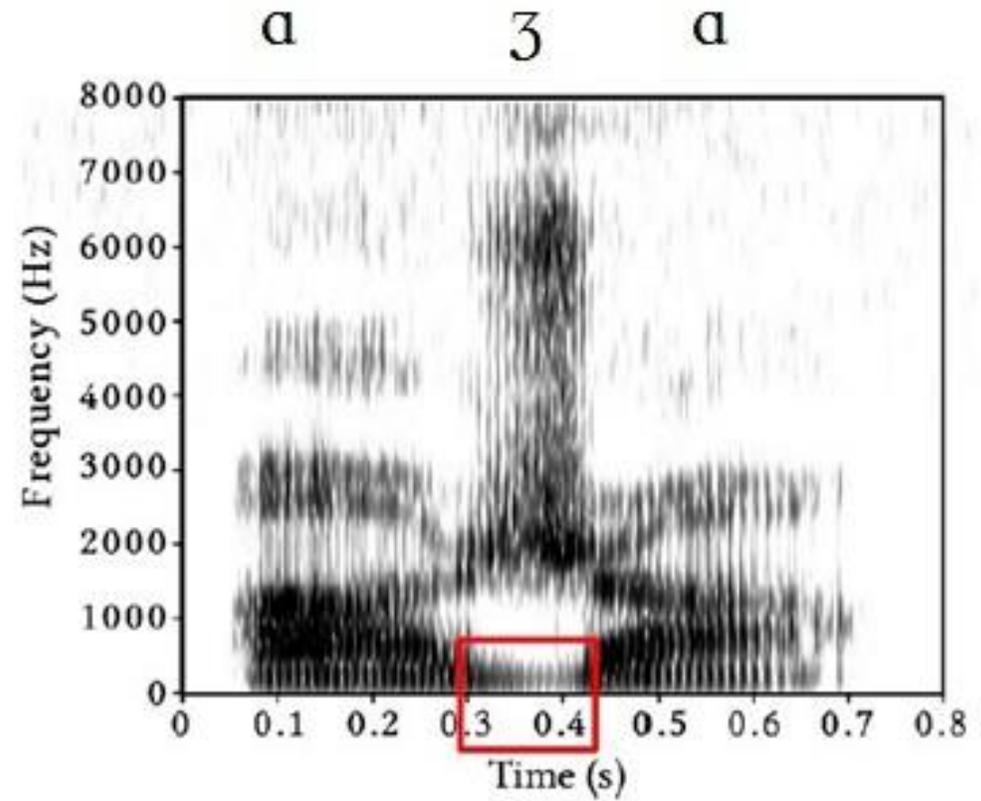
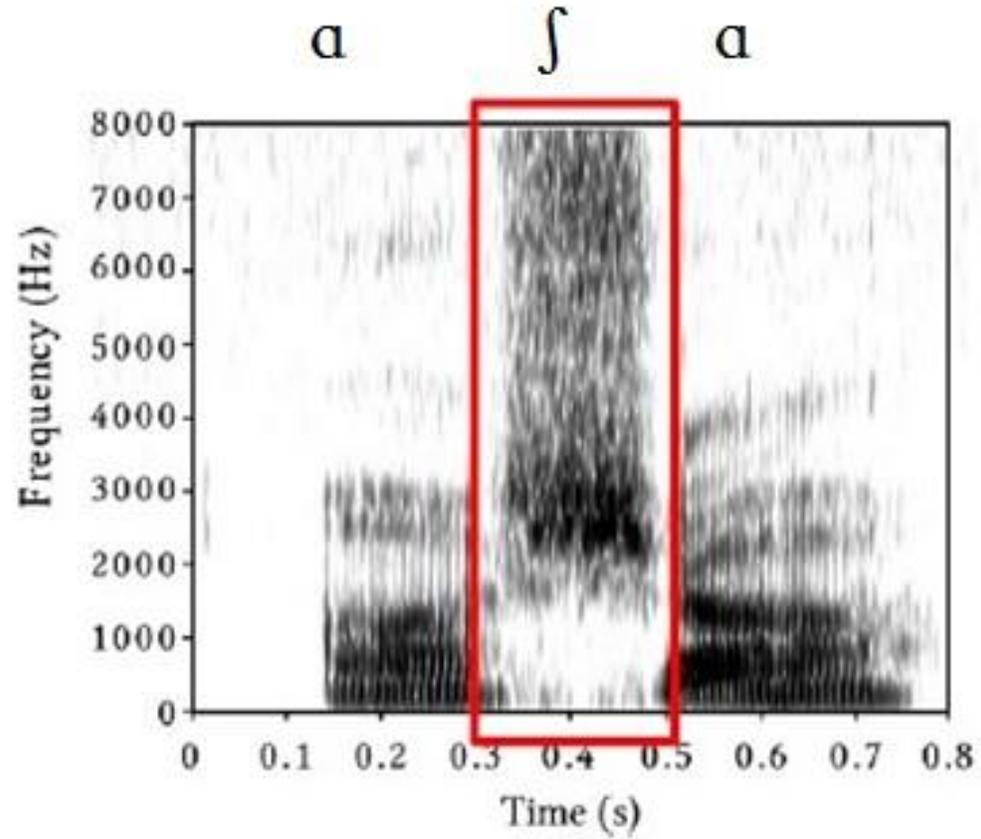


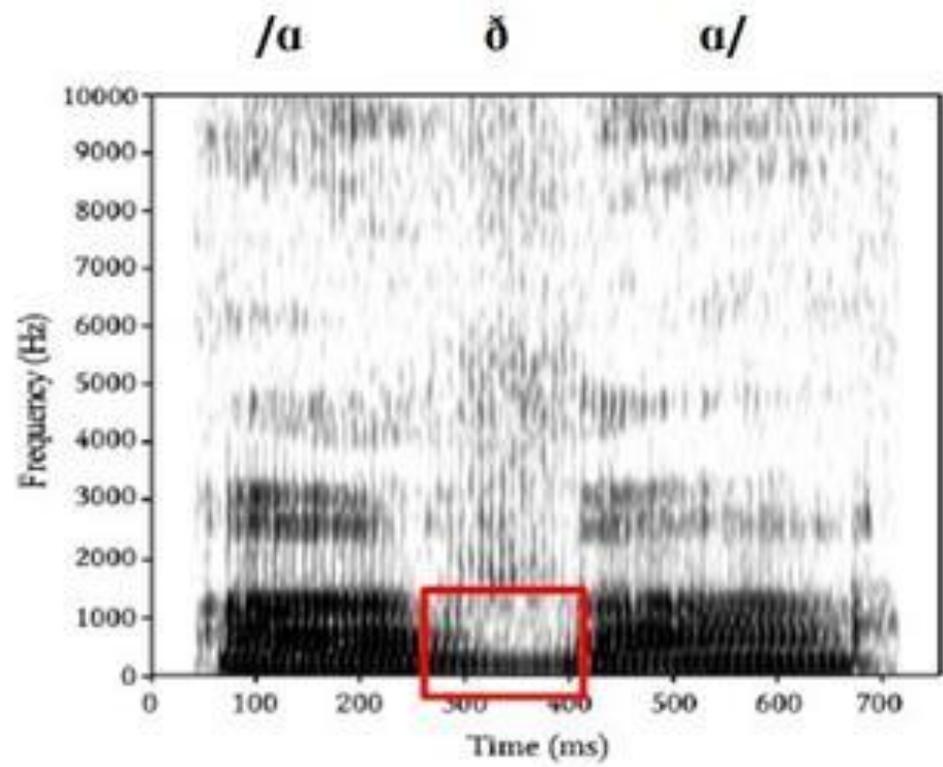
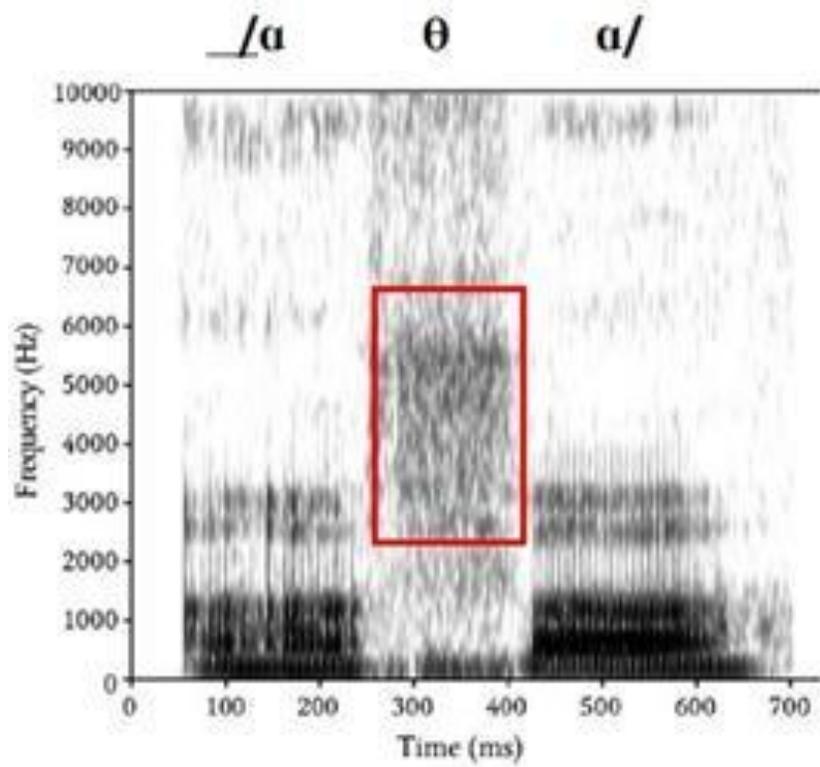
## الأصوات الاحتكاكية

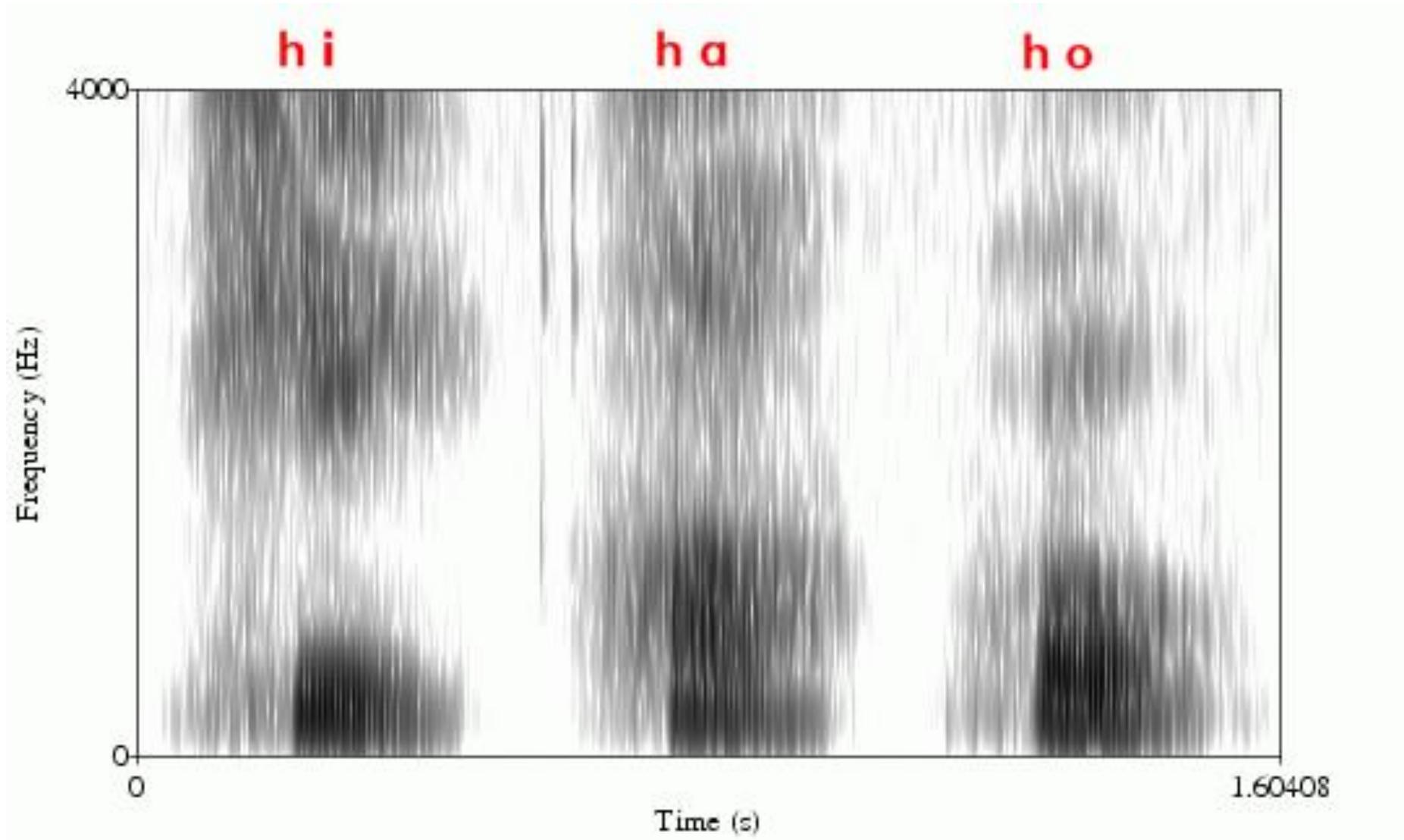
- عنصر الضجيج مستمر في الصورة الطيفية للساكن الاحتكاكي
- ينتشر الضجيج على مدى الترددات

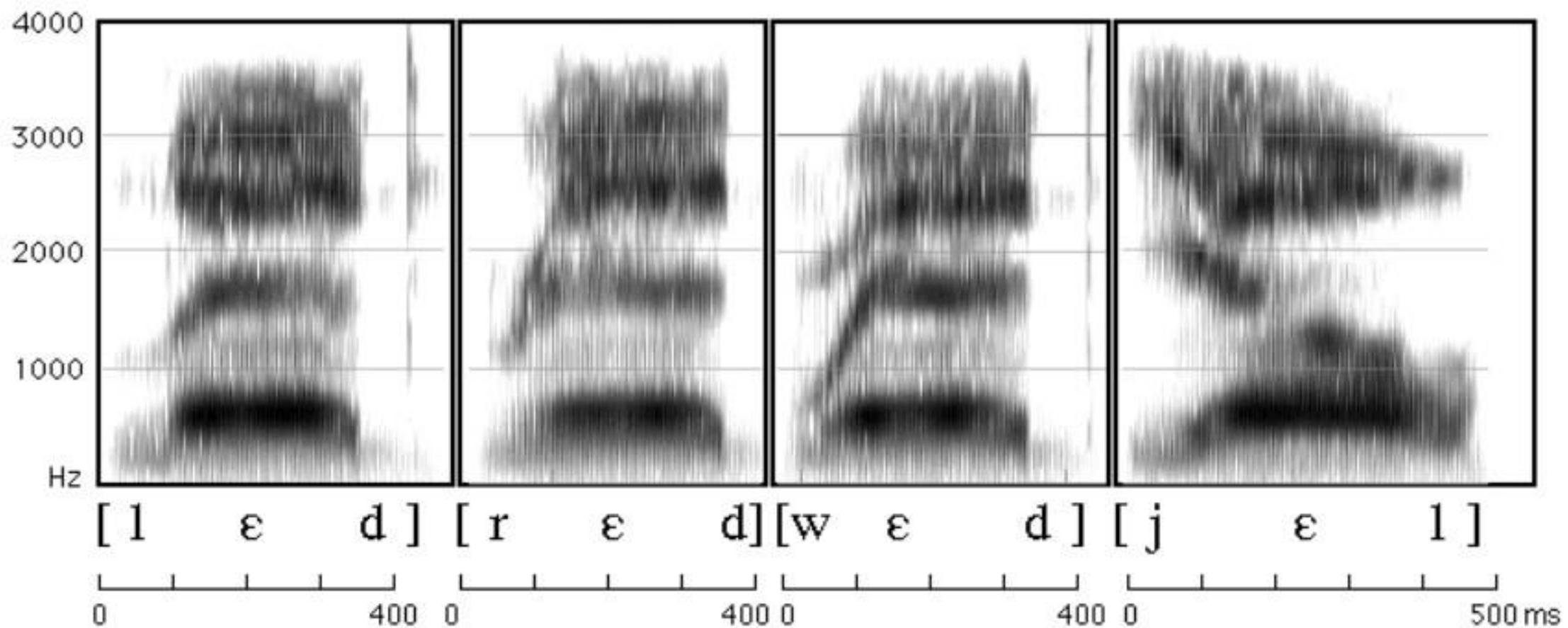












## الشكل الطيفي للرنين Formants

- التشكيل الطيفي (spectral shaping) الناتج عن الرنين الصوتي للموجة الصوتية عند مرورها في الجهاز الصوتي (الممرات الهوائية)
- Formants هي مكونات تردد مميزة للموجة الصوتية الناتجة عن الكلام
- هي تركيز الطاقة الصوتية حول تردد معين في الموجة الصوتية في الكلام
- هناك العديد من التشكيلات (formants)، كل على تردد مختلف

