تطبيق الشكل المتجانس لفك الثني في معالجة المعطيات الجيورادارية

رياض طيفور
قسم الجيولوجيا ـ كلية العلوم ـ جامعة دمشق ـ سورية

تاريـخ الإيداع 2005/06/12
قبل للنشـر في 2005/11/15

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تطبيق طريقة الشكل المتجانس لفك الثني (Homomorphic Deconvolution) المستخدمة في معالجة المعطيات السيسمولوجية والمعطيات السيزمية لمعالجة المعطيات الجيورادارية. من أجل تحقيق هذا الهدف تم إجراء تعديلات على خوارزمية تحديد الإشارة بحيث تناسب خصائص المعطيات الجيورادارية، ثم وضع برنامج حاسوبي يتضمن عدة مراحل بدءاً بتحويل صيغ تسجيل المعطيات الحقلية وقراءتها، وانتهاء بتنفيذ عملية التصفية العكسية.

بين البحث أهمية طريقة التصفية العكسية في رفع قدرة التمييز على المقطع الجيوراداري، وذلك من خلال زيادة المحتوى الترددي للمعطيات الجيورادارية الحقلية بشكل واضح. وقد اختُبرت هذه الطريقة على معطيات جيورادارية حقلية وقيست بأجهزة مختلفة وبمواقع مختلفة، وأظهرت النتائج فعالية هذه الطريقة في مفاضلة المقطع الجيوراداري مما ساعد في إغناء عملية التفسير وتوسيع دائرة الاستعمال التطبيقي للمعطيات الجيورادارية.

الكلمات المفتاحية: فك الثني، تصفية عكسية، تصفية عكسية باستخدام نظام الهومومورفيك.

Application of the homomorphic Deconvolution to Georadar-Data

Riad Taifour

Department of Geology -Faculty of sciences-Damascus University-Syria

Received 12/06/2005
Accepted 15/11/2005

ABSTRACT

This research aimed to use the homomorphic deconvolution, applied for processing seismologic and seismic Data, for processing the georadar Data. To reach this aim, some changes in the algorithm of signal determination have been carried out, in order to match the properties of georadar data, I wrote a computer Program, that include several steps, starting from transforming and reading the field data, and ending by performing the inverse filtering.

The research shows the importance of the homomorphic deconvolution to improve the resolution of Georadar-Record by raising the frequency content on the field – georadar data. Using various field data measured at various Locations by different Instruments, to test this method of deconvolution. The results shows the efficiency of this method in differentiation the image of georadar-Record, and consequently help the interpretation, which maximize the applicability of the georadar data.

Key words: Deconvolution, inverse Filtering, Homomorphic Deconvolution.

المقـدمـة

تمثل التصفية العكـسية (inverse filtering) العمليـة المعاكـسة لـدور التـصفية (Filtering)، الذي يؤديه باطن الأرض بالنسبة للإشارة المرسلة، ويعبر رياضـياً عـن دور التصفية هذا بعملية الثني (Convolution) بين الإشارة المرسلة وعامـل الانعكـاس الممثل لباطن الأرض. لذلك فإن فك الثني (Deconvolution) يمثل التطبيـق الرياضـي لعملية التصفية العكـسية (inverse filtering) (Silivia& Robenson,1979 و Yilmaz, 1989)، ومن ثم تُعبر كل من التصفية العكسية وفك الثني عن المفهوم نفسه.

تُعد طريقة التصفية العكسية إحدى أهم طرائق المعالجة الرقمية للمعطيات الـسيزمية، وهي تُطبق اليوم على المعطيات الجيورادارية كغيرها من طرائـق معالجـة المعطيـات السيزمية. وتعتمد معظم أنظمـة معالجـة المعطيـات الجيوراداريـة (كمثـال Reflex, Radan,...) أنواعاً متعددة للتصفية العكسية.

لوحظ من خلال التجارب المتوافرة أن نتائج تطبيق التصفية العكسية على المعطيـات الجيورادارية لا تلبي دائماً الرغبات المرجوة، الأمر الذي يعزى إلى أن تطبيق هذه التقانة بطرائقها المختلفة يرتبط بشروط أو بفرضيات مسبقة تتعلق بطبيعة الإشارة المولـدة أو بالمعطيات المقيسة (Yilmaz, 1989). وترتبط هذه الشروط حكماً بنـسبة خطـأ سـوف تنعكس سلباً على تحديد الإشارة ومن ثم على النتائج النهائية للتصفية العكسية.

لهذا السبب فكرنا باستخدام طريقة التصفية العكسية باستخدام نظـام الهومومورفيـك (Homomorphic) لمعالجة المعطيات الجيورادارية لتحديد الإشارة، ولاسيما أن تطبيـق هذه الطريقة لا يتطلب تحقيق أي شروط مسبقة. وقد غابت هذه الطريقة كلياً تقريباً عـن أنظمة معالجة المعطيات الجيورادارية لسبب يتعلق بآليـة تطبيقهـا، التـي لا تتناسـب وخصائص المعطيات الجيورادارية. لهذا هدف هذا البحث إلى إجراء تعديلات تتعلق بآلية تطبيق الطريقة بما يتناسب وخصائص المعطيات الجيوراداريـة انطلاقـاً مـن الأسـس الرياضية المعروفة لهذه الطريقة.

مبدأ التصفية العكسية:

يعتمد مبدأ العمل الحقلي، سواء في الطريقة السيزمية أو في الطريقـة الجيوراداريـة على إرسال إشارة من سطح الأرض إلى بـاطن الأرض وإعـادة تـسجيل الإشـارات المنعكسة أو المنكسرة أو الإشارات الأخرى على السطح من خلال تجهيـزات خاصـة. تمر الإشارة المرسلة منذ لحظة توليدها وحتى إعادة تسجيلها عبر نظام نقل خاص يتكون بشكل رئيس من باطن الأرض وتجهيزات القياس المختلفة. يؤثر هذا النظام في الإشـارة المرسلة ويلعب دور مصفي يؤدي إلى تغيير في التركيـب الطيفـي وفـي الخـصائص

الطورية للإشارة. يمكن التعبير رياضياً عن عملية التصفية هـذه بعمليـة الثنـي الآتيـة (Meskó, 1984، Yilmaz,1989، Meissner, 1977 Hutchinson, 2004):

$$x(t) = i(t) * s(t)$$

ويعبر رمز النجمة (*) هنا عن عملية الثني.

ويمكنً التعبير عن عملية الثني بالتكامل:

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau).i(t-\tau)\, d\tau$$

حيث: X(t): الأثر السيزمي المسجل بالحقل.

I(t): عامل الانعكاس الذي يمثل باطن الأرض.

S(t): الإشارة المرسلة.

τ: الزمن t: مقدار الانزياح

وبالأخذ بالحسبان مركبات الضجيج المختلفة *n(t)*، تُصبح علاقة الثني الـسابقة علـى الشكل الآتي:

$$x(t) = i(t) * s(t) + n(t)$$

كما ذكرنا آنفاً يتمثل هدف عملية التصفية العكسية، بتنفيذ العملية المعاكـسة لعمليـة الثني السابقة بين الإشارة المرسلة وبين عامل الانعكاس وذلك بهدف الحصول على أثـر نهائي أقرب ما يكون من عامل الانعكاس الممثل لباطن الأرض. من أجل ذلك نحتاج إلى معامل تصفية *f(t)* بحيث يتم ثنيه مع الأثر السيزمي *x(t)* للحصول على الأثـر النبـضي (عامل الانعكاس) *i(t)*. يمكن التعبير رياضياً عـن ذلـك كمـا يـأتي (Yilmaz,1989، Hutchinson, 2004) :

$$i(t) = x(t) * f(t)$$

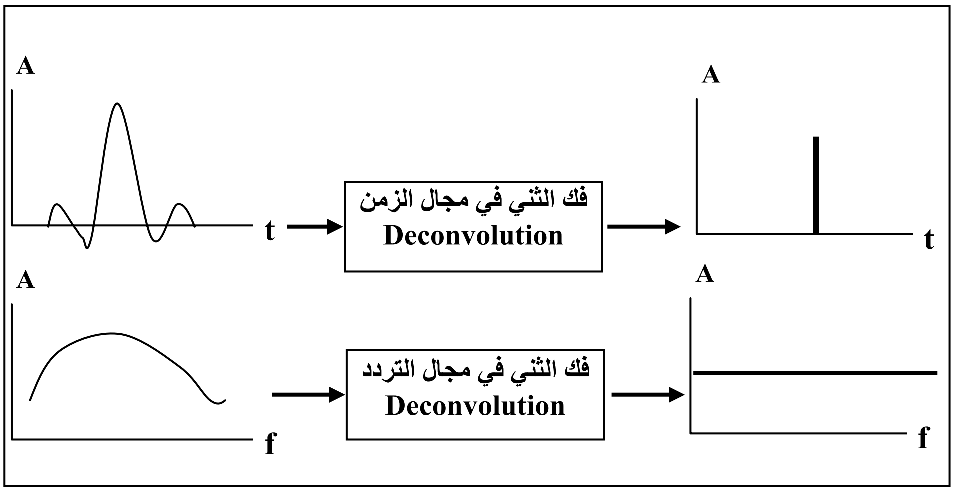
ومن أجل إشارة منفردة يمكن التعبير عن ذلك رياضياً كما يأتي:

$$\delta(t) = s(t) * f(t)$$

حيث $\delta(t)$ تمثل نبضة الوحدة أو ما يسمى تابع ديراك.

إن تحويل الإشارة المستقبلة إلى نبضة في مجال الزمن يوافق الحصول علـى طيـف ثابت في مجال التردد أو ما يسمى بالطيف الأبيض، وهذا يعني استعادة كـل المركبـات

الترددية التي فقدتها الإشارة خلال مرورها عبر نظام النقل المذكور أعلاه والذي يمكـن التعبير عنه بيانياً كالآتي:



من الناحية العملية، لا يمكن نتيجة لعملية التصفية العكسية الحصول على نبضة زمنية ذات طيف أبيض، وإنما نسعى - قدر الإمكان - إلى الحصول على إشارة ذات امتـداد زمني قصير وذات محتوى ترددي عالٍ. إذن ومن أجل تطبيق التصفية العكسية، نحتـاج إلى حساب معامل التصفية، وهذا يتطلب بدوره معرفة الإشارة المرسلة. لذلك لا بد هنـا من تحديد هذه الإشارة انطلاقاً من المعطيات الحقلية.

نظام الهومومورفيك Homomorphic System:

تعود البدايات الأولى لنظام الهومومورفيك إلى (Oppenheim 1965). اسـتخدم هـذا النظام أول مرة من قبل (Ulrych 1971) في معالجة المعطيات السيـسمولوجية وأمكـن الوصول إلى نتائج جيدة في هذا المجال، كما استخدم هذا النظام فـي عمليـات تـصفية المعطيات السيزمية للمرة الأولى من قبـل (Stoffa, Buhl, and Bryan, 1974) وذلـك بهدف تخميد النبضات الناتجة عن فقاعات المدفع الهوائي وتخميد الموجات المضاعفة التي تنتج عن عمليات المسح البحري.

يعتمد مبدأ هذا النظام على تحويل الأثر الناتج عن عملية الثني بين الإشارة المرسـلة وبين معامل الانعكاس الممثل لباطن الأرض إلى عملية جمع كالآتي:

(Buttkus,1975 ،Mi and Margrave,1999،Chin-Hui Lee,2005):

$$H(s*i) = H(s) + H(i)$$

من أجل ذلك يتم اختيار نوافذ متعددة من الأثر و يستخدم اللوغاريتم الطبيعي بهـدف التحويل إلى حالة الجمع. إذا اعتبرنا أن الإشارة غير متغيرة مـع الـزمن وأن معامـل الانعكاس متغير فإنه عند أخذ الوسطي للطيوف اللوغاريتمية للآثار سيؤدي إلـى تقويـة الطيف اللوغاريتمي للإشارة وإضعاف الطيف اللوغاريتمي لعامل الانعكاس مما يـساعد على فصل الإشارة عن عامل الانعكاس.

رياضياً يمكن التعبير عن هذه العملية من خلال المراحـل الآتيـة (Buttkus,1977، Vasiljevic,2004):

1- حساب تحويل فورييه للأثر $X(t)$ الذي يعبر عنه بتكامل الثني

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau).i(t-\tau)d\tau$$

والحصول على الطيف العقدي $X(f)$ كالآتي:

$$X(f) = S(f).I(f)$$

2- حساب اللوغاريتم الطبيعي $Z(f)$ للطيف العقدي:

$$Z(f) = Ln\,X(f) = Ln\,S(f) + Ln\,I(f)$$

وستحول هذه المرحلة عملية الثني إلى عملية جمع.

3- حساب تحويل فورييه العكـسي $Z(q)$ للوغـاريتم الطبيعـي للطيـف العقدي، أي:

$$Z(q) = F^{-1}[Z(f)] = \bar{s}(q) + \bar{r}(q)$$

يسمى ناتج هذه المرحلة بالسيبيستروم العقدي (Complex cepestrum) للأثر x(t).

4- من حساب الوسطي للنوافذ المختارة نحصل على:

$$Z(q) = \overline{S}$$

5- من حساب تحويل فورييه للوسطي يكون الناتج كالآتي:

$$Z(f) = \overline{S}$$

6- من حساب التابع الأسي للتخلص من اللوغاريتم نحصل في مجال التردد على:

$$Y(f) = S$$

7- من حساب تحويل فورييه لـ $Y(f)$ نحصل في مجال الزمن على الإشارة:

$$y(t) = s$$

مواد البحث وطرائقه

طُبقت في هذا العمل طريقة التصفية العكسية باستخدام نظام الهومومورفيك (inverse Filtering) على معطيات جيورادارية حقلية وقيست في مواقع مختلفة وبأجهزة مختلفة.

قِيستْ بعض هذه المعطيات في أحد المواقع في ألمانيا باستخدام جهاز الجيورادار SIR2، وبعضها الآخر قِيست في مواقع مختلفة في سورية باستخدام جهاز الجيورادار RAMAC وقد نُفذت هذه الدراسة وفق المراحل الآتية:

أولاً - قراءة المعطيات:

قمنا هنا بكتابة برامج خاصة لتحويل المعطيات من صيغ التخزين الخاصة بـأجهزة التسجيل الحقلية إلى صيغة الأسكي (ASCII) وهي الصيغة التي يتم استخدامها في برامج المعالجة التي تم وضعها من أجل تنفيذ التصفية العكسية.

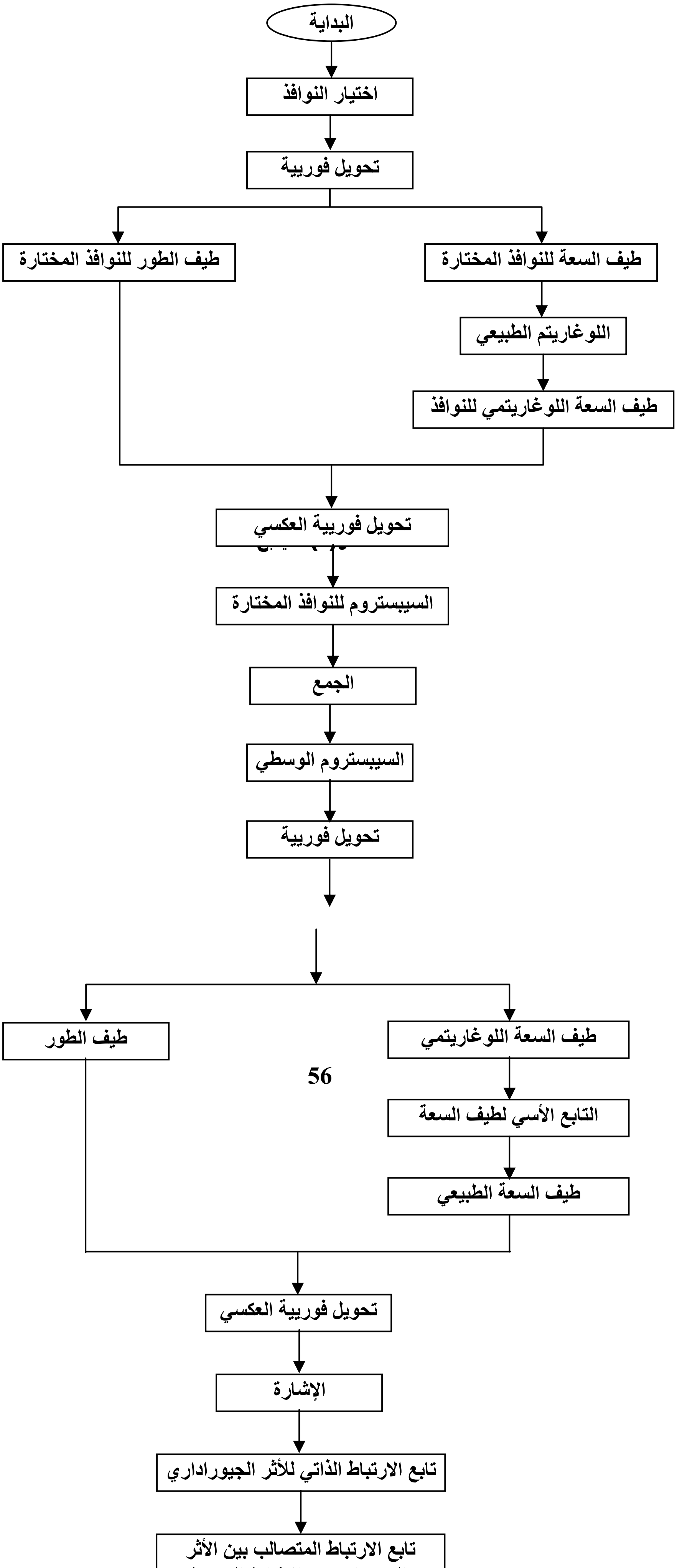
ثانياً - تحديد الإشارة على الآثار:

قمنا هنا بكتابة برنامج خاص لتحديد الإشارة باستخدام نظام الهوموموروفيك (Homomorphic) وذلك عن طريق حساب السيبستروم (Cepstrum). (المخطط التدفقي في الشكل 1).

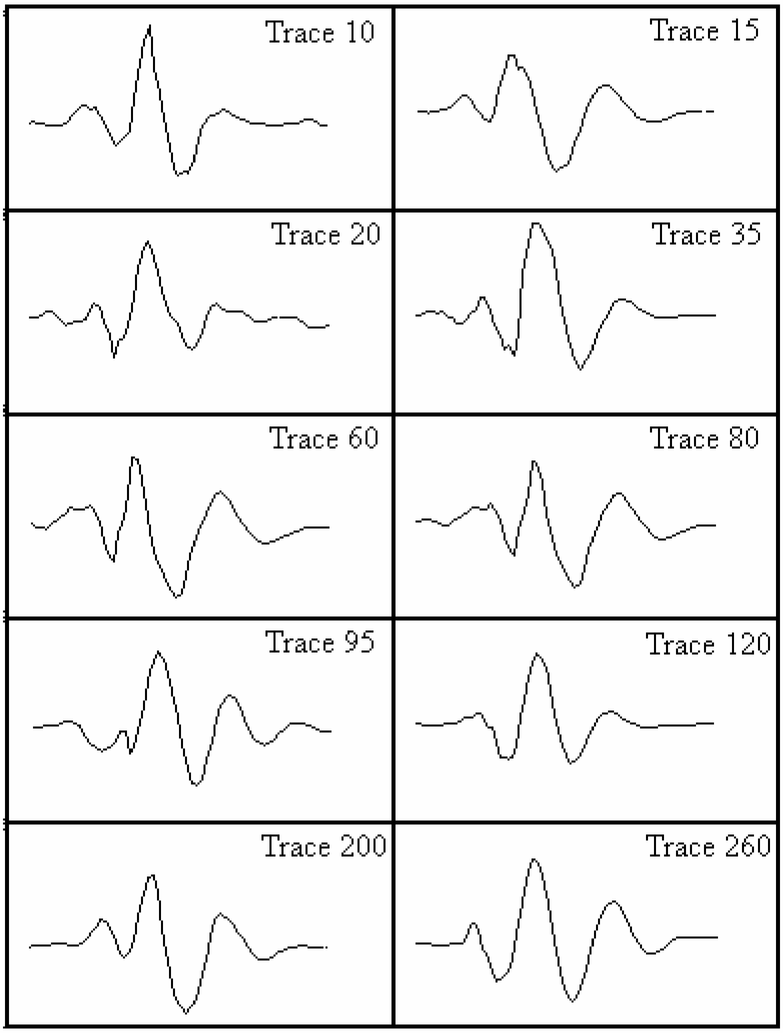
تم من أجل تحديد الإشارة انطلاقاً من الآثار الجيورادارية تقسيم كل أثر إلى خمس نوافذ، وبسبب أن فترة التسجيل بالنسبة للمعطيات الجيورادارية تكون صغيرة جداً مقارنة بالمعطيات السيزمية، نُفذت عملية تراكب لهذه النوافذ وذلك لتناسب خصائص المعطيات الجيورادارية، وحددت بداية كل نافذة ونهايتها مباشرة على شاشة الحاسوب.

أيضاً نشير إلى أنه تم من أجل تحديد الإشارة انطلاقاً من السيبستروم أخذ طرفيه لتكوين الإشارة؛ وذلك بهدف الوصول إلى إشارة لا تملك الطور الأصغري، الذي يعد أحد الشروط الأساسية عند تحديد الإشارة السيزمية.

يبين الشكل (2) مجموعة من الإشارات حددت على آثار مختلفة تم اختيارها من المقطع الجيوراداري في الشكل (3-أ).

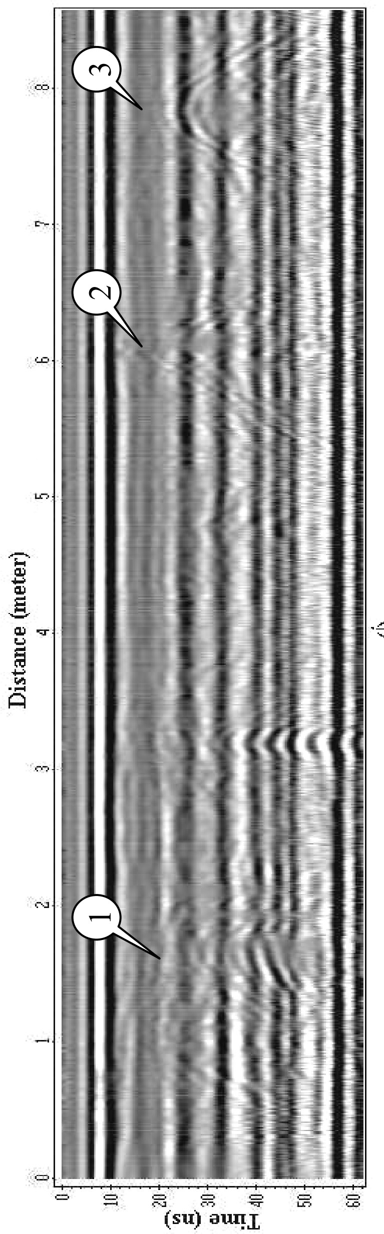

البداية
اختيار النوافذ
تحويل فوريية
طيف السعة للنوافذ المختارة
طيف الطور للنوافذ المختارة
اللوغاريتم الطبيعي
طيف السعة اللوغاريتمي للنوافذ
تحويل فوريية العكسي
السيبستروم للنوافذ المختارة
الجمع
السيبستروم الوسطي
تحويل فوريية
طيف السعة اللوغاريتمي
طيف الطور
التابع الأسي لطيف السعة
طيف السعة الطبيعي
تحويل فوريية العكسي
الإشارة
تابع الارتباط الذاتي للأثر الجيوراداري
تابع الارتباط المتصالب بين الأثر

الشكل (1) المخطط التدفقي لخوارزمية التصفية العكسية باستخدام نظام الهومومورفيك.

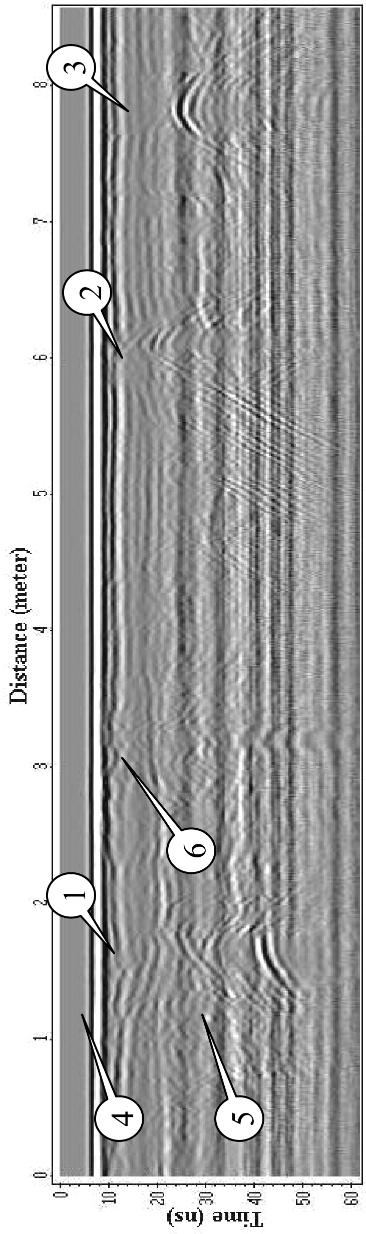


الشكل (2) مجموعة من الإشارات التي تم تحديدها على آثـار مختلفـة بطريقـة السيبـستروم (Cepstrum).

نلاحظ من الشكل أن الإشارات المحددة على الآثار المختلفة تكون متشابهة إلـى حـد كبير.



(أ)



(ب)

الشكل (3) مقطع جيوراداري تم قياسه غرب مدينة دمشق باستخدام هوائي 500 ميغاهرتز (point-mode). (أ) : قبل التصفية العكسية (ب): بعد التصفية العكسية.

ثالثاً- حساب معامل التصفية:

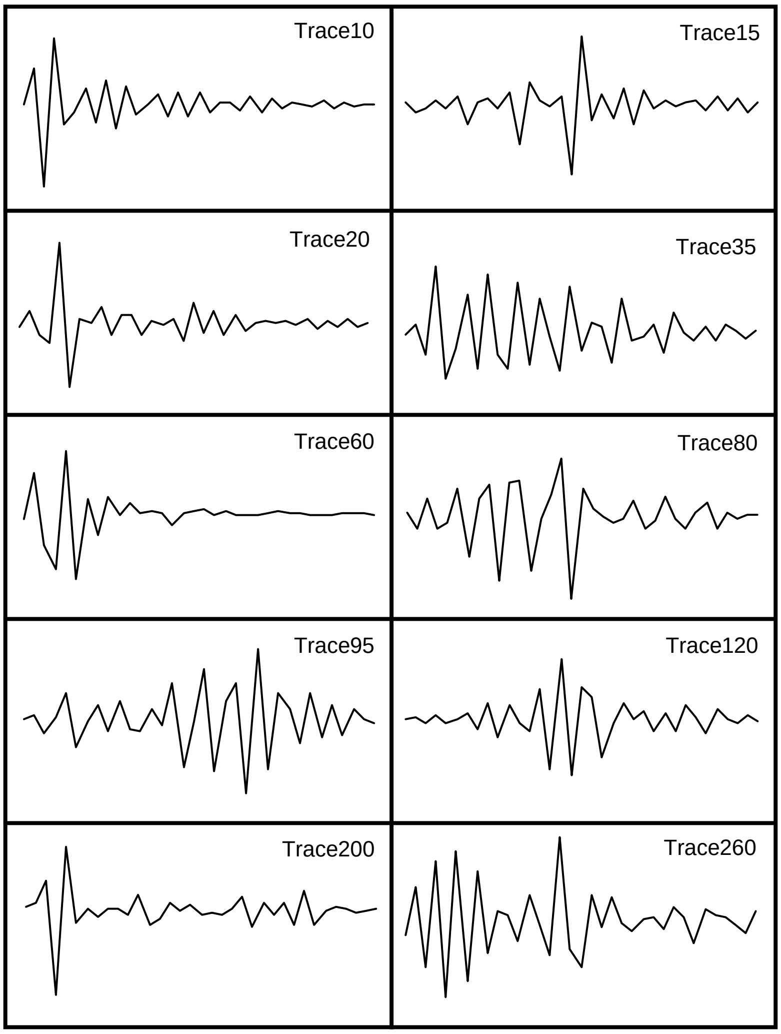
تم هنا استخدام الإشارة المحددة في المرحلة السابقة في حساب معامل التصفية واعتمد من أجل ذلك خوارزمية (Levinson) الآتية:

$$\begin{bmatrix} \varphi_{x,x}(0) & \varphi_{x,x}(-1). & . & . & \varphi_{x,x}(-m) \\ \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(0) & . & . & . \\ . & & & & . \\ . & & & & . \\ . & & & & . \\ \varphi_{x,x}(m) & \varphi_{x,x}(m-1). & . & . & \varphi_{x,x}(0) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f(0) \\ f(1) \\ . \\ . \\ . \\ f(m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi_{x,s}(0) \\ \varphi_{x,s}(1) \\ . \\ . \\ . \\ \varphi_{x,s}(m) \end{bmatrix}$$

يبين الشكل (4) معاملات التصفية (Filter operator) التي تم حسابها من الإشارات السابقة في الشكل (2).

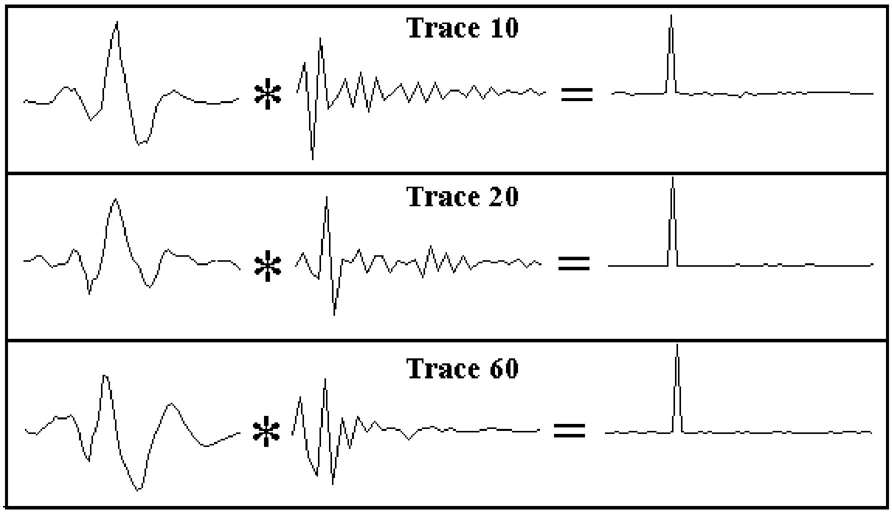
لاختبار دقة تحديد الإشارة وصحة حساب معامل التصفية قمنا بتنفيذ عملية ثني بين الإشارة المحددة وبين معامل التصفية المحسوب على أساس هذه الإشارة. نظرياً وكما أشرنا سابقاً، فإن معامل التصفية الذي نبحث عنه يجب أن يعطي عند ثنيه مع الإشارة تابع النبضة، أي:

$$\delta(t) = s(t) * f(t)$$



الشكل (4) معاملات التصفية (Filteroperator) الموافقة للإشارات المحددة في الشكل (2).

وهذا ما تم تحقيقه عملياً، ويظهر الشكل (5) عدداً من الأمثلة التي تبين نتائج تطبيـق عملية الثني هذه.



الشكل (5) نتائج ثني بعض الإشارات المحددة مع معاملات التصفية الموافقة لها.

يلاحظ من الشكل، أن ناتج عملية الثني هو نبضة تقريباً، وهذا يتوافـق مـع المبـدأ النظري لعملية التصفية العكسية (Yilmaz,1989، Barragan,1999) ويؤكد في الوقـت نفسه دقة النتائج المتعلقة بتحديد الإشارة وحساب معامل التصفية.

رابعاً - تنفيذ عملية التصفية العكسية (Inverse Filtering) :

قمنا بتنفيذ عملية ثني بين معامل التصفية المحسوب في المرحلة السابقة وبين الأثـر الجيوراداري باعتماد تكامل الثني.

يبين المخطط التدفقي (الشكل 1) المراحل الأساسية للخوارزمية المستخدمة في عملية التصفية العكسية.

اختبار فعالية تطبيق التصفية العكسية باستخدام نظام الهومومورفيك على المعطيات الجيورادارية

سنعرض هنا ثلاث حزم مختلفة من المعطيات الجيورادارية:

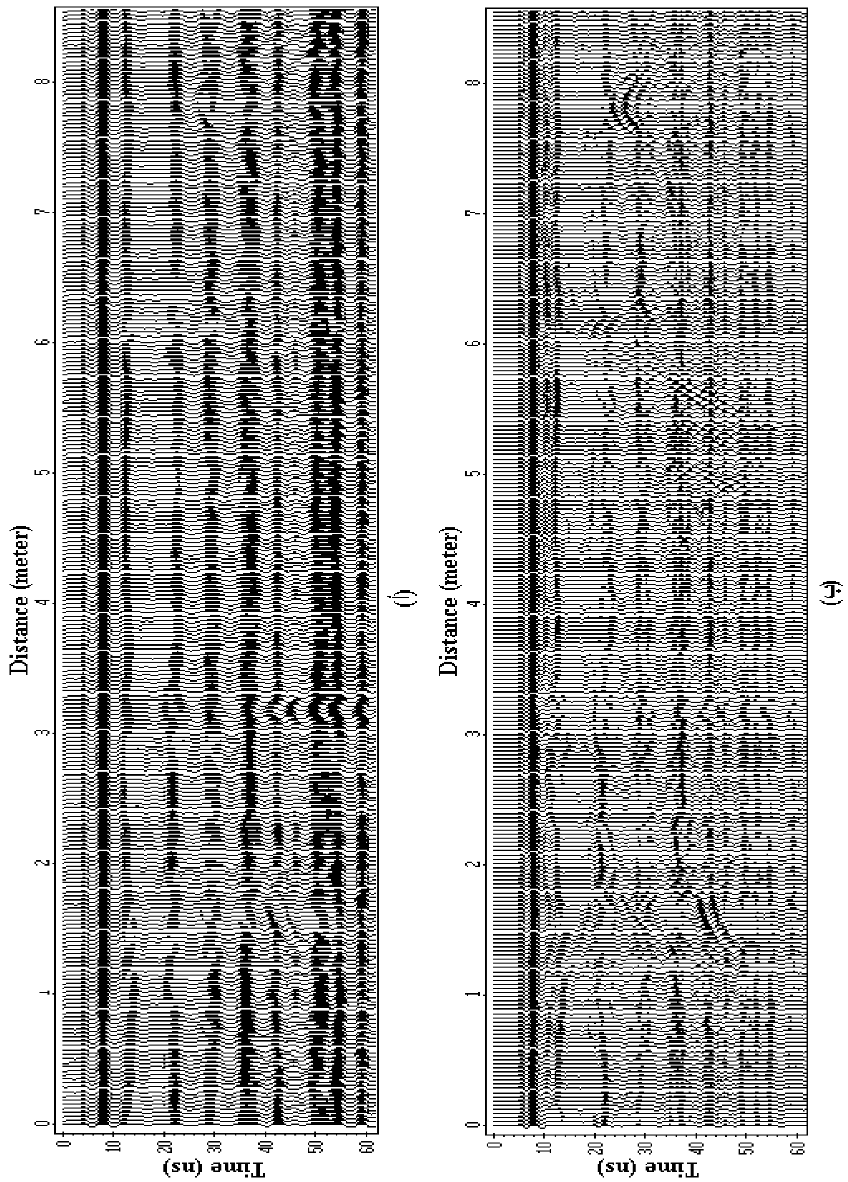
الحالة الأولى:

قِيست المعطيات الجيورادارية المستخدمة في هذه الحالة في بعـض المواقـع غـرب مدينة دمشق بواسطة جهاز الجيورادار RAMAC وباستخدام الهوائي 500 ميغا هرتز من النوع المتصل (monostatic).

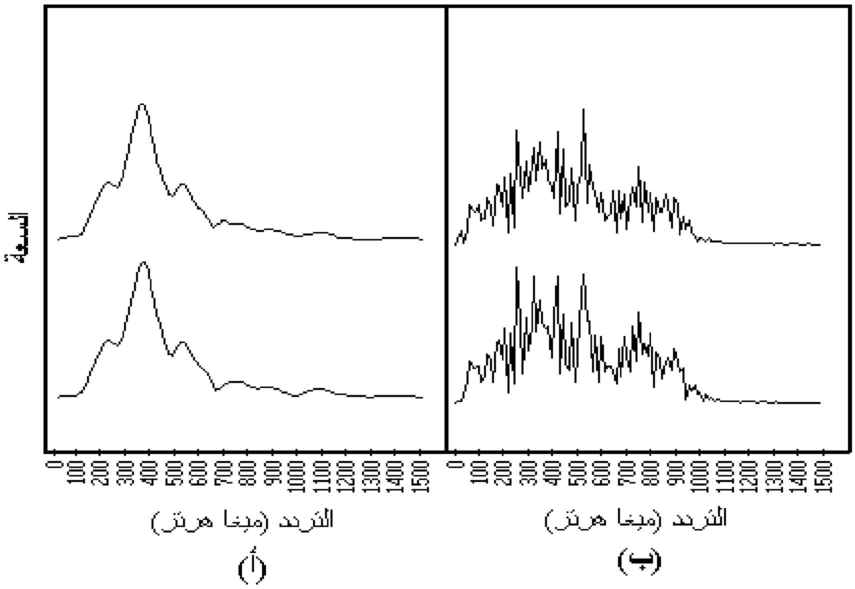
يبين الشكل (3- أ) المقطع الجيوراداري قبل تطبيق التصفية العكسية عليه، إذ تمـت عملية العرض هنا بالنمط النقطي (Point mode). يلاحظ من الشكل أنه لا يمكن تمييـز الكثير من الظواهر تحت السطحية على المقطع الجيوراداري، فقد ظهرت هنـا الحـالات (1) و(2) و(3) بشكل غير واضح. إلا أن تطبيق التصفية العكسية علـى هـذا المقطـع (الشكل 3- ب)، أدى إلى رفع قدرة التمييز بشكل واضح مما أدى إلى تمييـز الحـالات السابقة ((1) و(2) و (3)) بشكل أوضح مما كانت عليه قبل التصفية (الحالة أ)، بالإضافة إلى ذلك ظهرت أيضاً على المقطع بعد التصفية حالات عدم تجانس أخرى لم تكن ظاهرة على المقطع قبل التصفية العكسية (الحالات (4) و(5) و(6))، هذا إضافة إلى حالات عدم تجانس أخرى ذات امتداد صغير يمكن متابعتها في مواقع مختلفة على المقطع.

من أجل متابعة هذه التفاصيل بدقة أفضل وملاحظة التغيير الذي حصل على الإشـارة بعد عملية التصفية العكسية نعرض الشكل السابق للمقطع قبل عمليـة التـصفية وبعـدها بالنمط المتموج (Wiggle trace) وذلك مع تخفيض عدد الآثار في المقطع بما يتناسب مع عملية العرض ودرجة الوضوح (الشكل 6).

قمنا لتوضيح تأثير التصفية العكسية في المعطيات بحساب طيـف الـسعة لأثـرين مختلفين قبل عملية التصفية وبعدها (الشكل 7). إذ يلاحظ بوضوح تأثير عملية التـصفية العكسية من خلال زيادة المحتوى الترددي في الآثار الجيورادارية.



الشكل (6) مقطع جيوراداري تم قياسه غرب مدينة دمشق باستخدام هوائي 500 ميغاهرتز (Wiggle-Trace). (أ) : قبل التصفية العكسية (ب): بعد التصفية العكسية.



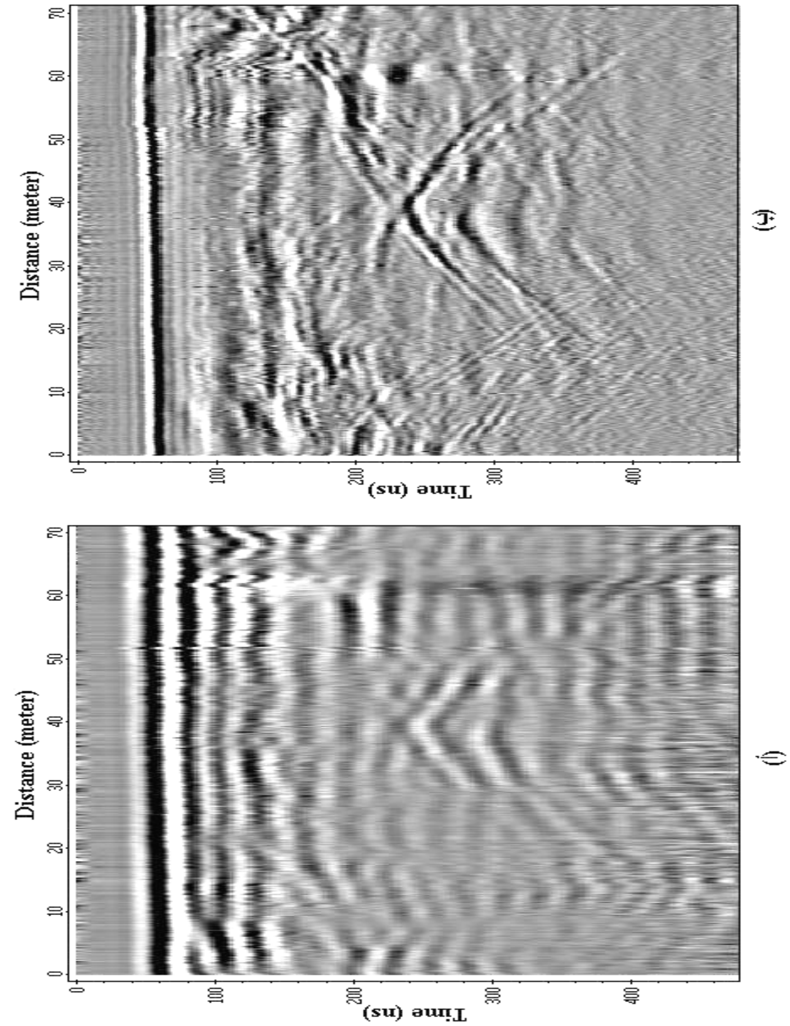
الشكل (7) طيف السعة لأثرين مختلفين: (أ): قبل التصفية العكسية و (ب): بعد التصفية العكسية

الحالة الثانية:

قِيست المعطيات الجيورادارية المستخدمة في هذه الحالة في أحد المواقع في مدينة اللاذقية بواسطة جهاز الجيورادار RAMAC وباستخدام الهوائي50ميغا هرتز من النوع المنفصل (bistatic).

يبين الشكل (8- أ) المقطع الجيوراداري قبل تطبيق التصفية العكسية، وقد تمت عملية العرض هنا بالنمط النقطي (point mode). يلاحظ من المقطع وجود حالة تحت سطحية غير واضحة تبدأ عند المسافة40 متراً والزمن 240 نانوثانية تقريباً في حين لا نلاحظ وجود أي حالات أخرى على المقطع، أما بعد تطبيق التصفية العكسية (الشكل 8- ب)، فنلاحظ أن قدرة التمييز ارتفعت بشكل واضح على المقطع الجيوراداري، الشيء الذي انعكس بشكل إيجابي على صورة المقطع الجيوراداري، فالظاهرة السابقة غير الواضحة قبل التصفية العكسية أصبحت بعد التصفية العكسية أكثر وضوحاً، لا بل أخذت هذه الظاهرة شكلاً مختلفاً من خلال ظهور امتدادات جانبية لها، بالإضافة إلى ذلك ظهرت على المقطع بعد التصفية حالات عدم تجانس أخرى بمواقع مختلفة وبأبعاد مختلفة (لاحظ الحالات6,5,4,3,2,1 على الشكل (8- ب). نود أن نشير هنا أيضاً إلى وجود ما يشبه حالة طنين على المقطع قبل التصفية حيث تتكرر الإشارة نفسها على كامل المقطع. وهذه هي ظاهرة ضجيج تم التخلص منها بعد التصفية العكسية.

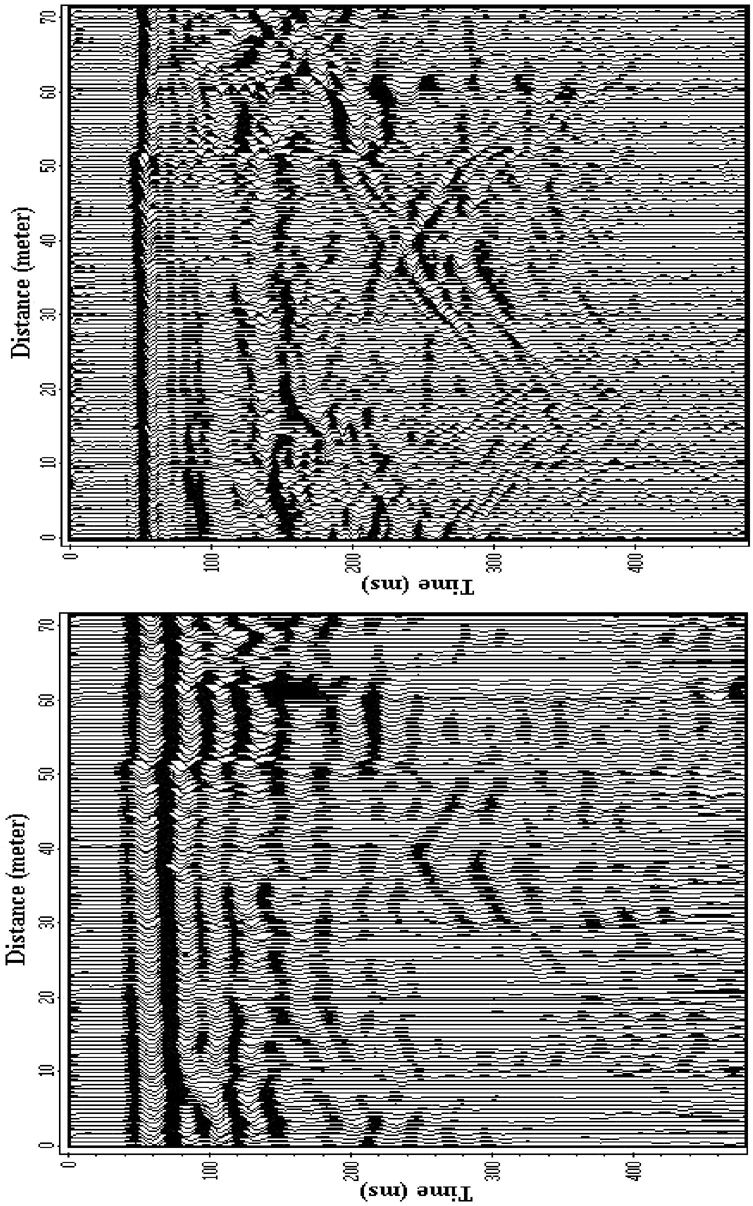
من أجل متابعة هذه الحالات المختلفة بدقة أفضل ومراقبة التغيير في قـدرة التمييـز الذي حصل على الإشارة بعد عملية التصفية العكسية سنعرض هنا المقطعين السابقين قبل عملية التصفية العكسية وبعدها بالنمط المتموج (Wiggle trace) مع تخفيض عدد الآثار في المقطع لتناسب عملية العرض ودرجة الوضوح (الشكل 9). يمكن مـن خـلال هـذا الشكل متابعة التغييرات التي حصلت على قدرة التمييز بشكل واضح ودقيق.



الشكل (8) مقطع جيوراداري تم قياسه في أحد المواقع في مدينة اللاذقية باستخدام هوائي 50 ميغاهرتز (point-mode). (أ): قبل التصفية العكسية (ب): بعد التصفية العكسية.

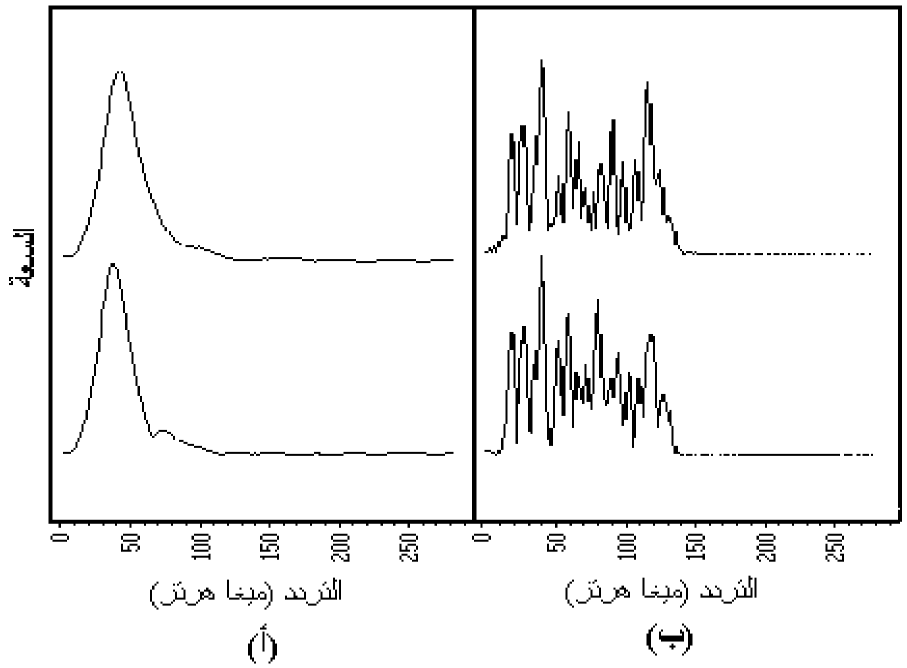
(ب)

(أ)



الشكل (9) مقطع جيوراداري تم قياسه في أحد المواقع في مدينة اللاذقيـة باسـتخدام هـوائي 50 ميغاهرتز(Wiggle trace). (أ): قبل التصفية العكسية (ب): بعد التصفية العكسية.

يمكن أيضاً من خلال إجراء تحليل ترددي وعرض طيف السعة لبعض الآثـار قبـل عملية التصفية العكسية وبعدها، ملاحظة التحسين الذي حصل على المقطع بعـد تطبيـق التصفية العكسية من خلال زيادة المحتوى الترددي. يمكن متابعة الاختلاف في المحتـوى الترددي للمقطع الجيوراداري قبل عملية التصفية العكسية وبعدها بوضوح مـن مقارنـة طيف السعة لكلتا الحالتين (الشكل 10).



الشكل (10) طيف السعة لأثرين مختلفين: (أ): قبل التصفية العكسية و(ب):بعد التصفية العكسية

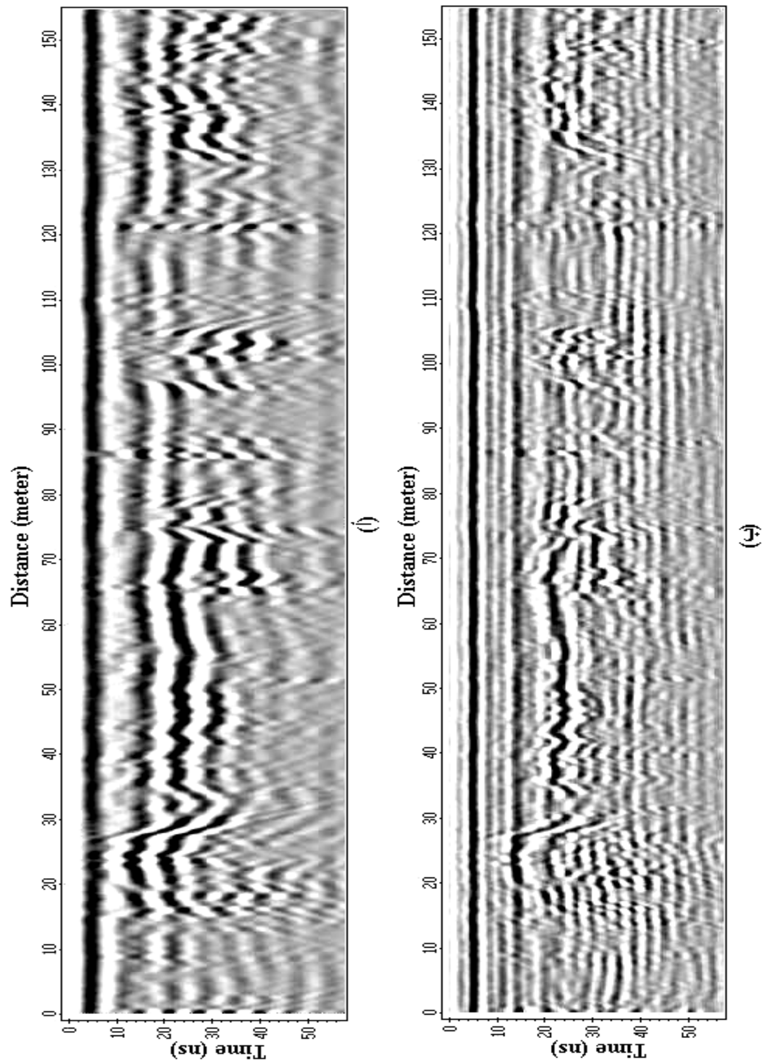
الحالة الثالثة:

استُخدمت هنا معطيات جيورادارية قِيست في ألمانيا في مدينـة تورغـاو (Torgau) بواسطة جهاز الجيورادار SIR2 وباستخدام الهوائي 200 ميغا هرتز.

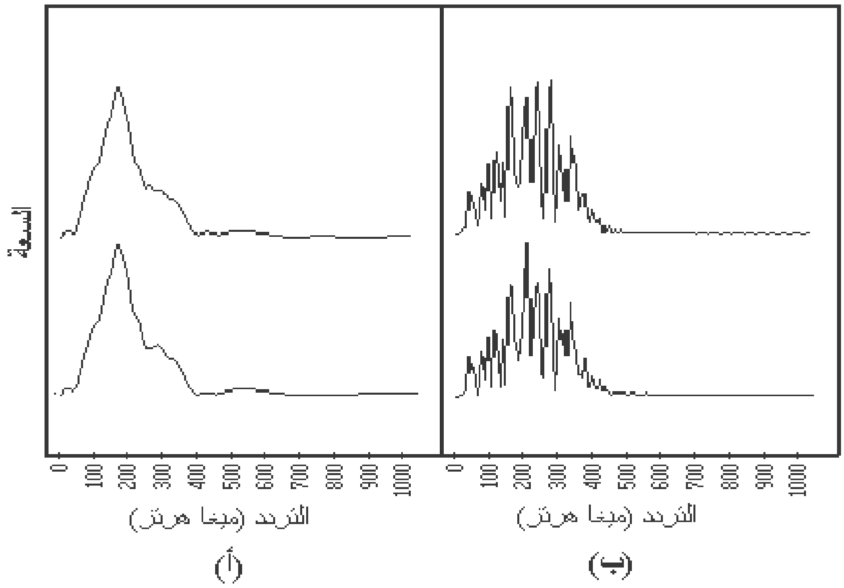
وقد خضعت هذه المعطيات لطريقة المعالجة نفسها المطبقة فـي الحـالتين الأولـى والثانية.

يبين الشكل (11) المقطع الجيوراداري قبل التصفية العكسية وبعدها. وبمقارنة المقطعين نلاحظ الفرق الواضح بينهما حيث يظهر تأثير التصفية العكسية واضحاً بعد المعالجة وذلـك

من خلال زيادة المحتوى الترددي ومن ثم رفع قدرة التمييز على المقطع. هذا الفارق يمكـن أيضاً ملاحظته بوضوح من خلال مقارنة طيف السعة لكلتا الحالتين (الشكل 12).



الشكل (11) مقطع جيوراداري تم قياسه في أحد المواقع في مدينة تورغاو في ألمانيـا باسـتخدام هوائي 200 ميغاهرتز(point-mode).(أ):قبل التصفية العكسية (ب):بعد التصفية العكسية.



الشكل (12) طيف السعة لأثرين مختلفين: (أ): قبل التصفية العكسية و(ب):بعد التصفية العكسية

الخـاتمـة

طُبقت طريقة التصفية العكسية باستخدام نظام الهومومورفيك في تحديد الإشارة علـى المعطيات الجيورادارية. أجريت تعديلات على تقانـة هـذه الطريقـة بحيـث تتناسـب وخصائص المعطيات الجيورادارية وصممت البـرامج الحاسـوبية الـضرورية لتنفيـذ مراحل العمل جميعها. نُفذت اختبارات للتأكد من صحة تحديد الإشارة وحـساب معامـل التصفية وكان هناك تطابق تام مع الأسس الرياضية لعملية الثني العكسي.

أثبتت الاختبارات التطبيقية لهذه الطريقة على المعطيات الجيورادارية الحقلية فعاليتها في تحسين صورة المقطع الجيوراداري وذلك من خلال رفع قدرة التمييز علـى المقطـع الجيوراداري بشكل واضح، وتم تأكيد ذلك أيضاً من خلال الاختبارات التي نُفـذت علـى طيوف السعة.

بينت الدراسة أن الإشارة المحددة هي ذات طور مخـتلط، وهـذا مـا يبـرر عـدم الحصول على نتائج جيدة عند تطبيق أنواع التصفية العكسية الأخرى التي تشترط الطور الأصغري للإشارة المرسلة، والتي تُـستخدم فـي معظـم أنظمـة معالجـة المعطيـات الجيورادارية.

REFERENCES

Barragan, C. (1999). Fundamentals of practical seismic data processing, (HGS).

Buttkus, B. (1975). Homomorphic deconvolution – theory and practice, Geophysical prospecting 23,712-748.

Hutchinson, M. (2004). Deconvolution basics US/Central, produced by the Connexions Project.

Lee, C-H. (2005). Homomorphic Speech Processing School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, ECE6255, Spring, USA.

Meissner, R., Stegena, L. (1977). Praxis der seismischen feldmessung und auswertung, Akadémiai Kiadó, Budapest.

Meskó, A. (1984). Digital filtering, application in geophysical exploration for oil., Akadémiai kiadó, Budapest.

Mi, Y. and Margrave, G. (1999). Application of homomorphic theory in nonstationary deconvolution, CREWES Research Report — Vol. 11.

Oppenheim, A., V. (1965). Superposition in a class of non-linear systems, Tech, Rep.432.

Silivia, M.,T., Robenson, E., A. (1979). Deconvolution of geophysical time series in the exploration for oil and natural gas, Elsevier.

Stoffa, P. , Buhl, P. and Bryan, G. M. (1974). The Application of homomorphic deconvolution to shallow-water marine seismology–part1: models, Geophysics, Vol. 39, No.4.

Ulrych, T. J. (1971). Application of homomorphic deconvolution to seismology, Geophysics, Vol.36,No.4.

Yilmaz,Ö. (1989). Seismic data processing, Society of Exploration Geophysicists

Vasiljevic, L., K. (2004). Cepstral versus wavelet techniques in speech processing, Department of Mathematics at Michigan State University.