

معالجة المقطع السيزمي 2D بأسلوب التهجير التقليدي وبطريقة المعالجة البصرية كصورة رقمية من أجل تحسين المقطع النهائي

د . نضال جوني*

الملخص

تعدّ عمليات التهجير من المراحل المهمة في معالجة المعطيات السيزمية والتي تعطي للمقطع السيزمي الصورة الأفضل للجيولوجيا تحت سطحية؛ وبالأخص من الناحية البنيوية في حال وجود فوالق ومحدّبات ومقعرّات بحيث يكون سطح الانعكاس أقل من قطر فرينيل وهي منطقة الانعكاس على السطح العاكس؛ مما يؤدي إلى تشوهات في المقطع السيزمي تبقى حتى بعد إتمام كافة مراحل المعالجة المطلوبة .

عدم إجراء التهجير السيزمي الزمني أو العمقي يسمح لأمواج التشتت (المتناثرة) Diffraction Wave إلى تشوهات المقطع السيزمي؛ وبالتالي تشوه صورة الجيولوجيا تحت سطحية، وخاصة التراكيب البنيوية، وتعطي صورة مشوشة بسبب أن المسافات للسطوح بسبب البنيات الجيولوجية المذكورة أعلاه والانقطاعات الأفقية تكون أقل قدرة الميز الأفقي للموجة السيزمية Lateral Resolution. تستخدم اساليب متنوعة من التهجير في التخلص من آثار أمواج التشتت الناشئة على المقطع السيزمي ومنها التهجير قبل التكديس prestack migration والتهجير بعد التكديس poststack migration. وتستخدم طرائق رياضية متعددة وخوارزميات متنوعة ومن أهمها طرائق أو خوارزمية كيرشوف وطريقة الفروقات المنتهية، وهناك كثير من الأساليب في تنفيذ عمليات التهجير السيزمي حسب

* مدرس في قسم الجيولوجيا - اختصاص معالجة معطيات سيزمية.

الغرض المطلوب من التهجير . سوف نقوم بوضع خوارزمية كيرشوف في المجال الزمني باستخدام برنامج ماتلاب لحل تأثيرات الأمواج التناثرية لمقطع سيزمي غير مهجّر يحتوي على عاكس شكله مقعر . ومن ثم معالجة المقطع المهجّر لغير المهجّر بصرياً باستخدام ماتلاب أيضاً، ومقارنة الحالات الثلاث من أجل التوصل إلى أفضل الحلول لمعالجة المقطع السيزمي الزمني.

الكلمات المفتاحية: مقطع سيزمي، تهجير سيزمي، قطاع فرينيل، أمواج متناثرة، معالجة رقمية، ماتلاب.

Processing the seismic section 2D by the method of traditional migration and method of visual processing as digital image for enhancing the final section

Dr. Nedal Johnny*

Abstract

Migration operations are considered important stage in seismic data Processing which give seismic section the best image for underground geology, especially for structural aspect in case of existence of faults, anticlineals and synclinal, so the reflection surface will be lesser than Fresnel diameter which its reflection area on reflexive surface which lead to deformity of seismic section which remain even after completing all required processing stages.

Not doing deep or time seismic migration allowing for diffraction to seismic section deformity, consequently deformation of underground geology image, especially structural constructions, which give deformed image because that distances of surfaces as result of aforementioned geological structures and horizontal cut will be less ability for lateral resolution of seismic waves. Various methods of migration are used for getting off effect of emerged diffraction waves on seismic section such as prestack migration and post stack migration. Several mathematical methods and various algorithms will be used most important of them is Kirshoff algorithms or methods and finite differential methods, there are a lot of methods in execution of seismic migration as required objective of migration.

We will put Kirsh off algorithm in time field by using Matlab for solving diffraction waves for non-migrated seismic section consist on concave reflector. Then handling migrated section and non-migrated

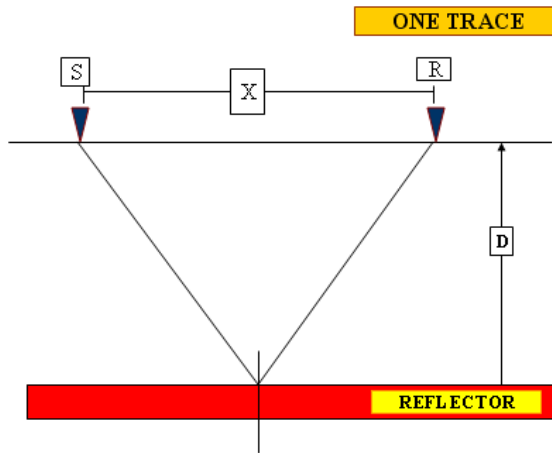
* Teacher in geology department- specialization of seismic data Processing.

visually by using Matlab also, and comparing the three cases for reaching to best solutions for handling time seismic section.

Key words: seismic section, seismic migration, fresnel zone, diffraction waves, digital processing, matlab.

مقدمة:

إن تطبيق عملية التهجير عملية أساسية من عمليات معالجة المعطيات السيزمية والتي من شأنها تحسين قراءة المقطع السيزمي. نعلم أن تسجيلات الانعكاسية لأزمنة وصول الأمواج المنعكسة والمسجلة عند مواقع اللواقط على السطح، ومن المعروف أن نقطة الانعكاس تحت السطحية تقع في منتصف المسافة بين المنبع واللاقط أي إن زاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس، كما في الشكل (1)، وهذا محقق فقط في حالة السطح الفاصل أفقي، لكن في واقع الأمر أغلب العواكس تحت سطحية تكون مائلة بفعل شروط الترسيب والجركات التكتونية؛ وبالتالي تحتل القاعدة الأساس في تساوي زاوية الورود والانعكاس.



الشكل (1): مسار الموجة المنعكسة لمرة واحدة على سطح عاكس

وبالتالي تمثيل نقطة الانعكاس في وسط المسافة بين المنبع واللاقط لن يكون صحيحاً، أي نقطة الانعكاس لا تعبر عن الموقع الصحيح للانعكاس. إن عملية تحويل مواقع الانعكاس الظاهرية إلى مواقع الانعكاس الحقيقية تدعى عملية التهجير Migration.

تقوم عملية التهجير على ترحيل نقاط الانكعاس إلى مواقعها الحقيقية، وذلك بالنسبة للزمن والمسافة، وإن دقة ترحيل هذه المعطيات يتوقف على خوارزمية التهجير المستخدمة وفعاليتها التي تستخدم زاوية الورود وزاوية الانعكاس زمن انتشار الأمواج في الطبقات المختلفة.

من الحالات التي تؤدي إلى تشوه المقطع، وعدم دقته بحال عدم تنفيذ عملية التهجير وهي وجود فالق، ومقعر أو محدب أحادي الجوانب، كما في الأشكال (4,5,6).

لذلك تعدّ عمليات التهجير بأشكالها كافة، وفي مراحل المعالجة المتعددة ذات أهمية قصوى ومهمة لإظهار المقطع السيزمي بنوعية جيدة، وإزالة أمواج التشتت، وتصحيح العواكس ذات الميول الشديدة .

للتهجير أنواع عديدة من أهمها: التهجير قبل التكدس Pre-Stack Migration والتهجير بعد التكدس Post-Stack Migration [1].

الشكل الشائع من هذا النمط هو التهجير العمقي (PDM) في التهجير قبل التكدس، وينفذ بعملية التكدس الآثار السيزمية .

إن تنفيذ التهجير العمقي يتطلب معرفة السرعة المختلفة للطبقات، وعندما ندخل هذه السرعة في عملية المعالجة سيكون هناك بعض الأخطاء في عرض المعطيات السيزمية ناتجة عن العواكس العميقة أو الانحرافات الحادة؛ وبالتالي فإن (PDM) سيقوم بضبط السرعة المعطاة وعادة التهجير قبل التكدس يُنفذ عندما يكون هناك تعقيد كبير في السرعة والبنىات تحت سطحية، عموماً فإن التهجير قبل التكدس سواءً كان زمنياً أو عمقياً له أهمية كبيرة في تحسين المقاطع السيزمية؛ وبالتالي يسهل تفسيرها، لكنه يكون محدوداً بكمية الوقت والمال اللازمين لتنفيذ هذه العملية ، ولكن مع التقدم في الحواسيب والبرمجيات واقتراح خوارزميات فاعلة، فإن التهجير قبل التكدس يكون اقتصادياً .

أما فيما يتعلق بالتهجير بعد التكديس، فهو ينفذ لأسباب عدة: السبب الرئيس بأنه ذو كلفة أقل من التكديس قبل التهجير سواءً على صعيد الوقت أو الكلفة المالية. لكن هناك ناحية سلبية في هذا النوع من التهجير حيث، إنه لا يعطي نتائج جيدة مقارنة مع التهجير قبل التكديس إلا في بعض الحالات، فإنه يعطي نتائج جيدة، مثل حالة المقعرات الصغيرة .

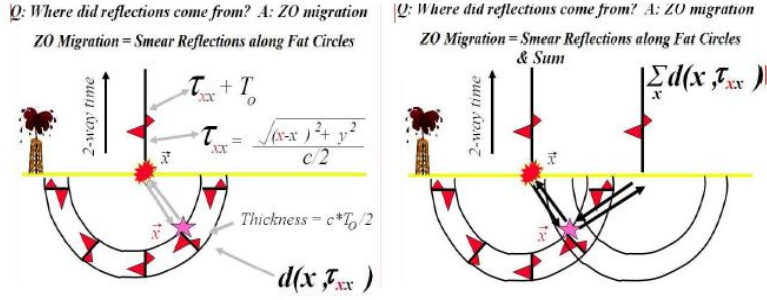
تتبع عمليات التهجير أساليب رياضية متنوعة وعديدة، ومن أهمها:
الأساليب اليدوية والأساليب الجبرية؛ وفضلاً عن هذا سنضيف التحسين النهائي باستخدام المعالجة البصرية كصورة رقمية للمقطع قبل التهجير وبعده، ونقارن النتيجة .

الأسلوب اليدوي:

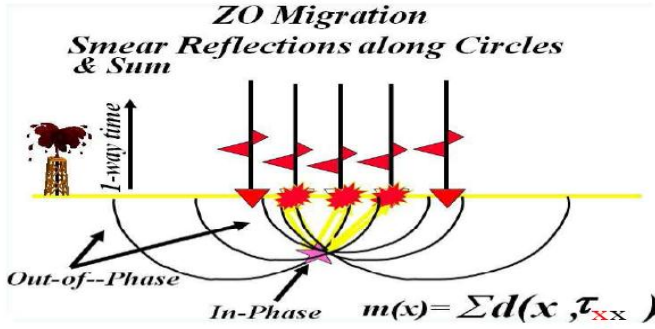
وينفذ بثلاث خطوات، كما هو موضح بالشكلين (2 و3)، في الشكل الأول حدث سيزمي وحيد ولدنيا أثر سيزمي مفرد ZO ، منتشرة إلى الخلف على طول نصف قطر الدائرة والذي يساوي نصف المسير المضاعف للأمواج .

أيضاً الطاقة تنتشر داخل حلقة بعرض $2 / T_0$ لحساب نبضة المنبع المحددة في المجال وفق الدور T0، يمكن أن يكون الانتثار نقطة في أي مكان داخل هذه الحلقة ومحسوبة لبعض من طاقة الانعكاس من الأثر المفرد. ثانياً، تحديد أكثر دقة لموقع العاكس ويتم ترحيل الأثر الثاني (أي الطاقة تنتشر على طول السطح الثاني للدائرة، كما في الشكل (2,B) وتقاطع هاتين الحلقتين يبرز موقع الانتثار الذي يمكن أن يمثل الأحداث على أثر من الآثار .

رياضياً، منطقة التقاطع هذه تحدد بجمع أثرين، وتحديد منطقة السعات المكسدة القوية.



الشكل (2) : التهجير ذو تباعد صفري [1].



الشكل (3) : التهجير ذو التباعد الصفري [1].

الأسلوب الجبري للتهجير:

يمكن تمثيل عملية التهجير السيزمي من خلال علاقات جبر المصفوفات لمتجهات السطر. يمكن تمثيل الأثر السيزمي بمجموعة علامات $d(g,t S,0)$ ، حيث إن g تشير إلى موضع اللاقط و S تشير إلى موضع المنبع، وهو يحدد قيمة الزمن صفر .

عادة يكون الأثر السيزمي بصورة نمطية مؤلفاً من 103 عينات، وهو يمكن أن يمثل من متجه سطر مصفوفي من الشكل 103×1 .

لكنَّ بعضاً من الآثار السيزمية مؤلفة من آلاف من مواضع المنبع واللاقط. على سبيل المثال لعدد مؤلف من 104 (عشرة قوة أربعة) موضع للمنبع ، حيث تسجل آثار سيزمية 103 من أجل كل طلقة (منبع)؛ وبالتالي نحصل على 107 آثار، لكل منها 103 عينات . إذا قمنا بمراجعة هذه الآثار بشكل متجهات سطر متتالية، فإن معطيات الخرج تكون من القيمة 1010×1 للمتجه d. [1]

بصورة مشابهة يمكن تقريب توزيع الانعكاسات، على سبيل المثال شبكة من الدرجة $103 \times 103 \times 103$

وإعادة تجميعها كمتجهات سطر m من القيمة 109×1 .

إن العملية الرياضية L للنمذجة المباشرة تستخدم توزيع الانعكاسات للوسط داخل الأرض m لإعطاء البيانات d كالاتي:

$$d = L (m) \quad (1)$$

لذلك يجب أن يكون L مصفوفة من الدرجة 1010×109 .

ونعدُّ الأوساط تحت سطحية متماثلة الخواص لحل معادلة الموجة في النمذجة المباشرة؛ وبالتالي فإن البيانات السيزمية الفعلية هي باهظة التكلفة لنمذجتها باستخدام الحواسيب الحديثة.

لتجنب مثل هذه التكلفة والنموذج يكون فقط للانعكاسات الأولية المهمة. يفترض الاستكشاف السيزمي أن البيانات صوتية؛ وبالتالي يتم تقريب الطول L كحل لمعادلة الموجة الصوتية .

وهذا التقريب كافٍ لمعظم المعالجات في الوقت الحالي؛ باستخدام الحواسيب المتوفرة، غير أننا في الوقت الراهن نأخذ بالحسبان تباين الخصائص للأوساط الجيولوجية تحت سطحية؛ أي تأثير عدم التجانس الأفقي والشاقولي لتحقيق الدقة المطلوبة في تصيير المقطع تحت سطحي .

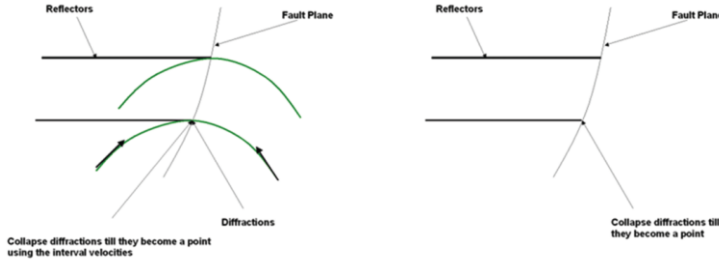
في عمليات التهجير ذي التباعد الصفري، وفي تمثيل للانعكاسات أي توزيع معاملات الانعكاس للوسط المعقد لا يكون دقيقاً؛ أي تقدير توزع الانعكاسات الفعلي، حيث نقوم بتهجير الأحداث الانعكاسية إلى مواقعها الأصلية على طول السطوح . رياضياتياً ، يتم تنفيذ ذلك بافتراض التقريب الخطي؛ لذلك تصبح المعادلة (1) كالتالي :

$$d = Lm \quad (2)$$

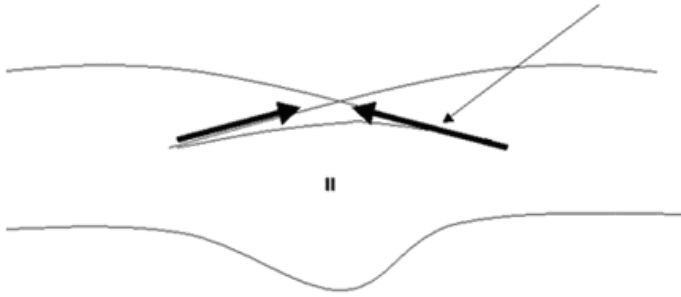
وإيجاد حلها باستخدام المربعات الصغرى؛ أي التهجير بالمربعات الصغرى .

$$m = z[L] \{ TL \} - 1LTd, \quad (3)$$

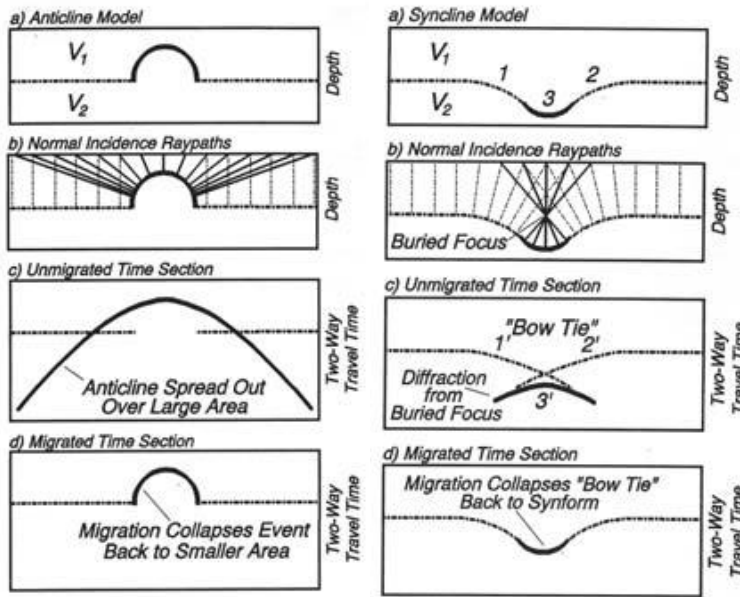
يعدُّ الميز الجانبي السبب الرئيس لنشوء أمواج التشتت (الشكل 4)، حيث يظهر منحنى أمواج التشتت الناتجة عن سطحين عاكسين متوازيين، كما يظهر (الشكل 5) منحنى أمواج التشتت الناتجة عن سطح عاكس مقعر. [5]



الشكل (4) : يظهر منحنى أمواج التشتت عن سطحين عاكسين متوازيين. [2]



الشكل (5) : حالة سطح عاكس مقعر، ومنحني أمواج التشتت الناتجة عنه . [3]



الشكل (6): يظهر حالتي محدب ومقعر اللتين تسببا أمواجاً تناثرية للطاقة الموجية؛ بسبب الميز الجانبي. (Applied Geophysics – Seismic reflection IV)

أدوات البحث : برمجيات ماتلاب وبرامج الأوفيس.

هدف البحث : مقارنة بين المقطع السيزمي 2D المهجر بطريقة تقليدية وأسلوب المعالجة البصرية قبل التهجير وبعده؛ باستخدام برامج منفذة من قبل الباحث.

النتائج المتوقعة : تحسين جودة المقطع السيزمي الزمني وإزالة أمواج التشتت Diffraction waves الناتجة عن قلة الميز الجانبي Lateral Resolution. إظهار مدى التحسين الذي يطرأ على المقطع المهجر بطريقة تقليدية، وبطريقة المعالجة البصرية قبل التهجير وبعده، والمقارنة بينهما .

مراحل العمل:

- أخذ مقطع سيزمي غير مهجر .

1- رقمنة المقطع غير المهجر باستخدام برنامج ماتلاب لتهيئة كمدخلات رقمية وإعادة بنائه.

2 - معالجة المقطع المنشئ؛ وفق الأسلوب البصري، وذلك قبل التهجير على الماتلاب .

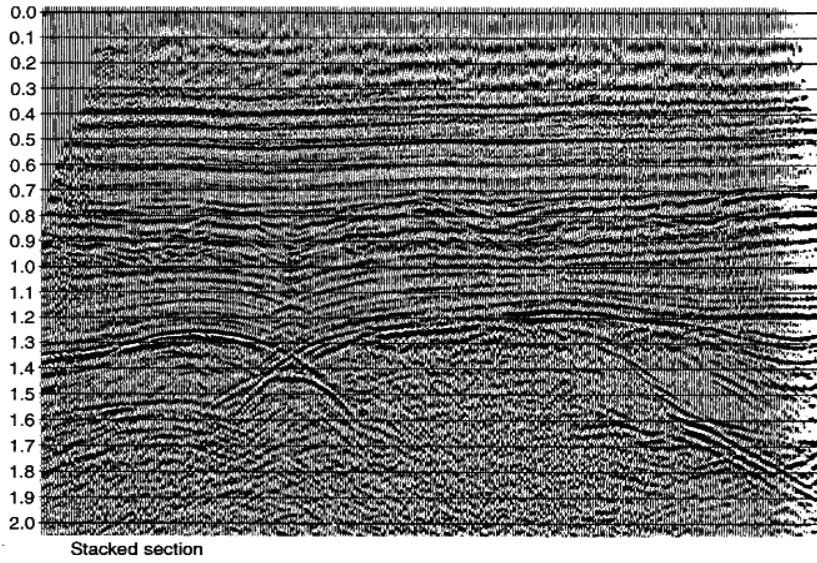
3 - معالجة المقطع المنشئ؛ وفق خوارزمية كيرشوف على الماتلاب .

4- معالجة المقطع بصرياً بعد التهجير على الماتلاب .

5 - مقارنة المقاطع الثلاثة الناتجة والتوصل إلى استنتاجات.

أولاً:

إن رقمنة المقطع كصورة من أجل تحويله إلى قيم رقمية يسهل التعامل معها ومعالجتها برمجياً وفق خوارزميات مقترحة من قبل الباحث. وسبب ذلك هو عدم توفر المقطع المسجل رقمياً؛ بل هو على شكل صورة، حيث قمنا برقمنة الصورة على الماتلاب من خلال شبكة مكثفة للمحافظة على الدقة وعدم فقدان المعلومات المهمة في الصورة .



الشكل (7) : المقطع السيزمي الزمني 2D ذو التباعد الصفري الأصلي كصورة وهو مقطع مكثس. [6]

ثانياً:

تقطيع الصورة (Image segmentation):

هي مرحلة مهمة من مراحل معالجة الصور الرقمية، وهي عملية تجزئة للصورة إلى مناطق مترابطة ومتجانسة؛ وفقاً لمعيار محدد كاللون. اتحاد هذه المناطق يجب أن ينتج عنه إعادة تكوين الصورة الأصلية.

التقطيع مرحلة مهمة تسمح باستخراج معلومات نوعية عن الصورة؛ إذ توفر وصفاً عالي المستوى، حيث إن كل منطقة مرتبطة بالمناطق المجاورة لها ضمن شبكة من العقد تمثل فيها كل عقدة منطقة في الصورة، وتحمل هذه العقدة بطاقة تحوي معلومات نوعية عن المنطقة كحجمها ولونها وشكلها وتوجهها، أما الأقواس التي تربط العقد، فيمكن أن توسم بمعلومات عن العلاقة بين المناطق المتجاورة كأن

تكون مثلاً منطقة ما محتواها في أخرى أو تكون تحتها أو فوقها إلى غير ذلك. مستوى التعقيد في تكوين الشبكة يختلف تبعاً للتقنية المستخدمة في التقطيع. [8]

طرق تقسيم الصور

تقسم خوارزميات تقطيع الصور إلى ثلاث مجموعات:

- 1 - التقطيع المبني على أساس الأعمدة البيانية للألوان.
- 2 - التقطيع المبني على أساس المناطق.
- 3- التقطيع المبني على أساس المحيطات.

التقطيع المبني على أساس الأعمدة البيانية للألوان:

يرتكز هذا النوع من الخوارزميات في عمله على الأعمدة البيانية للألوان حيث يقوم بتحديدتها وتقسيمها إلى فئات لونية (clusters) تضم الألوان المتقاربة والخلايا (البيكسلات) الحاملة لها بعد ذلك تتم عملية إسقاط هذه الفئات على الصورة لتقطيعها. فالتقطيع في هذه الحالة ضمني؛ إذ تحتويه عملية تقسيم الأعمدة البيانية، كما أن هذا النوع من الخوارزميات يفترض أن كل فئة لونية تمثل جسماً مستقلاً في الصورة، ولكن عملياً. وفي كثير من الحالات. يجب فصل مناطق تنتمي إلى الفئة اللونية نفسها؛ لأنها تمثل أجساماً مستقلة بألوان متقاربة.

التقطيع المبني على أساس المناطق

يتعامل هذا النوع من الخوارزميات مع الصورة مباشرة (الخلايا)، ويتبع واحدة من ثلاث طرق لإنجاز عملية التقطيع:

نمو المناطق:

وهي طريقة تصاعدية (Bottom-up) حيث وانطلاقاً من مناطق صغيرة متألفة (مكونة من خلية واحدة أو بعض الخلايا) نقوم قدر المستطاع بتجميع المناطق المتجاورة منها والمتحدة في اللون.

تجزئة المناطق:

وهي طريقة تنازلية (top-down) ننطلق فيها من الصورة ككل والتي نقوم بتقطيعها إلى أجزاء صغيرة. وهذه الأخيرة تجزأ بدورها إلى أجزاء أصغر، ونستمر في هذا العمل بطريقة تناظرية مادامت هناك أجزاء غير متجانسة لونياً بالشكل الكافي.

طريقة التقطيع والدمج:

تعتمد طريقة التقطيع والدمج (Split and Merge) على خليط من الطريقتين السابقتين. ومن بين خوارزميات هذا النوع طريقة رمز البنية اللونية (Color Structure Code أو CSC).

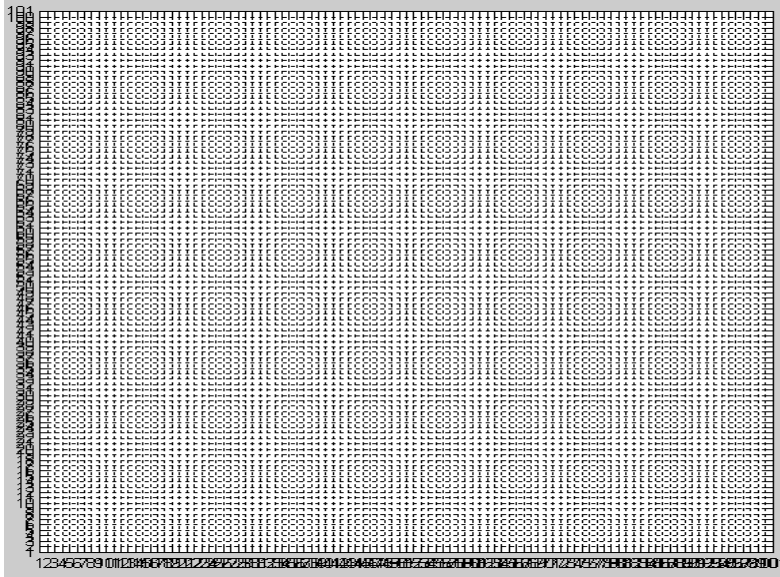
التقطيع المبني على أساس المحيطات:

يهتم هذا النوع بتحديد محيطات مختلف الأجسام والأشكال الموجودة في الصورة حيث تطبق خوارزميات تدعى المرشحات المستكشفة للمحيطات، والتي تقوم برصد نقاط التغيرات الحادة في مستويات الألوان؛ لتحديد محيطات الأجسام غير أن الصعوبة في استعمال هذا النوع تكمن في ندرة الحصول على محيطات مغلقة، وهو ما يتطلب استخدام خوارزميات أخرى تعمل على إغلاق المحيطات عن طريق إكمال رسم الأجزاء المبتورة منها. من أمثلة هذا النوع من الخوارزميات مرشح كاني.[8]

سوف نستخدم في تقطيع الصورة للمقطع السيزمي على أساس التقطيع المبني على أساس الأعمدة البيانية للألوان على أكبر قدر من الدقة، وعدم ضياع المعلومات التي في الصورة الأصل بعد بناء الصورة الرقمية الجديدة .

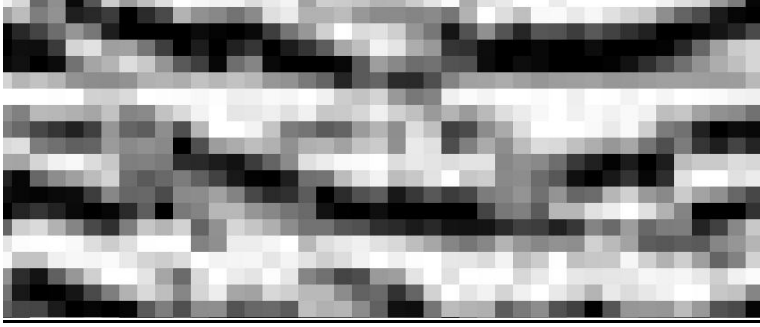
خوارزمية تقطيع الصورة باستخدام برنامج ماتلاب:

أولاً : بناء شبكة على كامل المقطع من النمط:

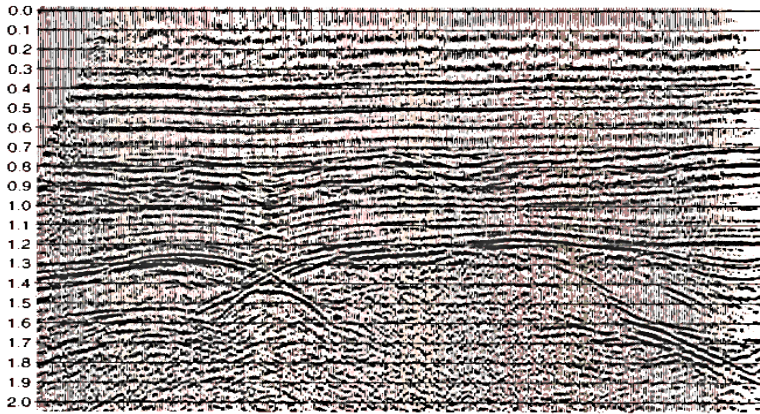


الشكل (8): شبكة مربعة مولدة بواسطة ماتلاب أبعادها 100x100 لتوليد الخلايا اللونية وتقسيم المقطع السيزمي من أجل حفظ البيانات وإعادة بناء المقطع.

```
n = 100;  
plot(0,0)  
xlim([1,n+1])  
ylim([1,n+1])  
set(gca,'xtick',1:n+1)  
set(gca,'ytick',1:n+1)  
grid  
axis square
```

الشكل (9): يبين تقطيع جزء من المقطع السيزمي إلى خلايا (بكسلات) تتمايز وفق قيمة اللون من أجل إعادة تركيب المقطع؛ وفق ذلك لمعالجته بالماتلاب.



الشكل (10): إعادة تركيب المقطع بعد عملية التقطيع الرقمي بالماتلاب بطريقة مبنية على أساس المناطق.

ثالثاً: معالجة المقطع المنشيء؛ وفق خوارزمية كيرشوف باستخدام ماتلاب:
استخدمنا في عملية التهجير؛ باستخدام برمجيات ماتلاب؛ وفق كود كيرشوف
السريع .

طريقة التهجير الزمني وفق كيرشوف:

إذا اخترنا عموماً التهجير الزمني، سنستخدم خوارزمية كيرشوف للتهجير الزمني قبل التكديس وذلك لأسباب الآتية:

- يمكن التعامل مع عدم نظامية هندسة جمع البيانات الحقلية كبيانات دخل مقبولة.

- لديها مرونة عالية في إخراج مجموعات فرعية من حجوم الصورة، مثل: حجوم التباعدات المشتركة . يمكننا من إعادة فرز مكعبات التباعدات المشتركة وإعادتها إلى الصورة المكسدة والتي هي مهمة لأغراض التكرارات المتبقية وتحليل السرعة وتخمين المتكررات وتحليل السعات مع التباعد (AVO) . إن السمة السلبية لطريقة كيرشوف هي أنه يتطلب تغيير سلس لحقل السرعة شكلياً . وهذا يتطلب إعادة تطبيق سرعات مختارة قبل صقل المعطيات للحصول أفضل تكديس أو إعادة اختيار السرعة.[4]

واستندت أشكال التهجير الزمني قبل التكديس؛ وفق كيرشوف على قاعدة افتراض أن الشعاع السيزمي مستقيم ، والافتراض هذا فاعل بحال السرعة الجانبية ثابتة . التهجير الزمني قبل التكديس لمنحني الشعاع السيزمي والتي تعدُّ الشعاع السيزمي منحني؛ بسبب تغير السرعة مع العمق. إن تهجير الزمني قبل التكديس لمنحني الشعاع السيزمي يسمح لنا بإظهار أفضل لصورة البنيات والتي تأخذ باهتمام الأنيزوتروبية.

يمكن لمنحني الشعاع في التهجير الزمني قبل التكديس إجراؤه بطرق عدة:

- استخدام أثر الشعاع.
- استخدام معادلة الحركة من الدرجة الرابعة والتي تكون جيدة لعمق 1800 قدم.
- استخدام معادلة الحركة من الدرجة السادسة.

- استخدام أثر الشعاع. هذا يعطي حساب المؤثرات الحقيقية للأنيزوتروبية وبصورة مشابهة للتهجير الزمني قبل التكديس الانيزوتري . [5]
 يمكن تتبع الشعاع بالاعتماد على التهجير الزمني قبل التكديس، ويمكن في الوقت الراهن تتبع السرعات الجانبية والتي أصبحت تستخدم لأكثر الأوساط الجيولوجية تعقيداً . [7]

استخدام خوارزمية كيرشوف السريعة للتهجير الزمني للمقطع:

باستخدام برنامج ماتلاب تم وضع برنامج لتنفيذ خوارزمية كيرشوف السريعة لتنفيذ التهجير الزمني للمقطع السيزمي المرقم والمعاد إنشاؤه في الشكل (10).
 يمكن تسريع تحت صيغة كيرشوف kirchslow بسهولة بواسطة معامل، ويشكل شائع أكثر، وهي تزيد سرعة التنفيذ بأكثر بمقدار ثلاثين مرة من الطريقة التقليدية، وترفع من كفاية هذه الخوارزمية . [8]

لأنه عندما تكون $x_{\max} \gg vt_{\max}$ تنشأ لدينا ضعف من كفاية kirchslow .

من أجل ثابتة t_{\max} ثم حساب العديد من القيم x فيما بعد لتجنب هذا الضعف في كفاية الخوارزمية . نلاحظ بالنسبة للإزاحة الثابتة $(ix-iy)$ وقيمة العمق iz ، كعمق متغير والزمن it يذهب إلى ما وراء الجزء السفلي من الشبكة. وحالما يحدث ذلك سيستمر هذا الحدث من أجل زيادة قيم العمق iz . وهنا يمكننا الخروج من حلقة iz ، كما هو مبين في الخوارزمية الجزئية kirchfast .

هنا لابد من خسارة بعض من معايير الجودة المنفذة، والحد من الفتحة أو الميل، وأيضاً التغاضي عن زيادة السرعة. ولذلك لابد من تجنب هذا. [9]

وزيادة أخرى في السرعة تنشأ من إعادة استخدام معادلة جذر المربع، وهذا يعتمد على الإزاحة والعمق فقط. وبمجرد حسابه يمكننا استخدامه لجميع قيم ix . وأخيراً

فإن هذه التغيرات للقيم المتغيرة أبقّت حدوداً جانبية أكثر تعقيداً، لكن علينا جعل الحلقات الداخلية خالية من الاختبارات، وفي الخوارزمية الجزئية kirchfast فهي مثالية في التطبيق ومجربة جيداً .

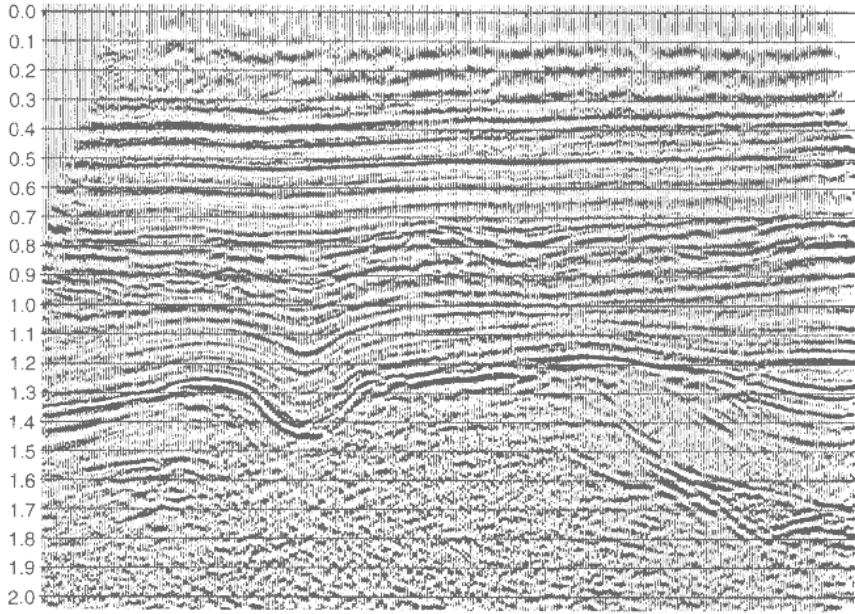
المخطط العام لخوارزمية كيرشوف السريعة وفق كودات الماتلاب من أجل إجراء التهجير الزمني للمقطع الزمني للتخلص من تأثيرات أمواج التناثر ..

```

for (ib= -nx; ib <= nx; ib++) { /* offset */
for (iz=1; iz < nt; iz++) { /* travel-time depth */
        z = t0 + dt * iz;
        t = hypotf(z,ib*dx/vrms[iz]);
        it = 0.5 + (t - t0) / dt;
        if( it > nt ) break;
        amp = (z / t) * sqrtf( nt*dt / t );
for (ix=SF_MAX(0,-ib); ix<SF_MIN(nx,nx-ib); ix++)
            id = it + (ix+ib)*nt;
            im = iz + ix*nt;
if( adj) modl[im] += data[id]*amp;
else data[id] += modl[im]*amp;
    
```

وبصورة أصلية أعطى برنامجان من برامج كيرشوف مخرجات متطابقة، لكن من غير الممكن لـ $z/t = \cos\theta$ إضافة ميزة إضافية في هذا البرنامج السريع كمعاملات المقياس .

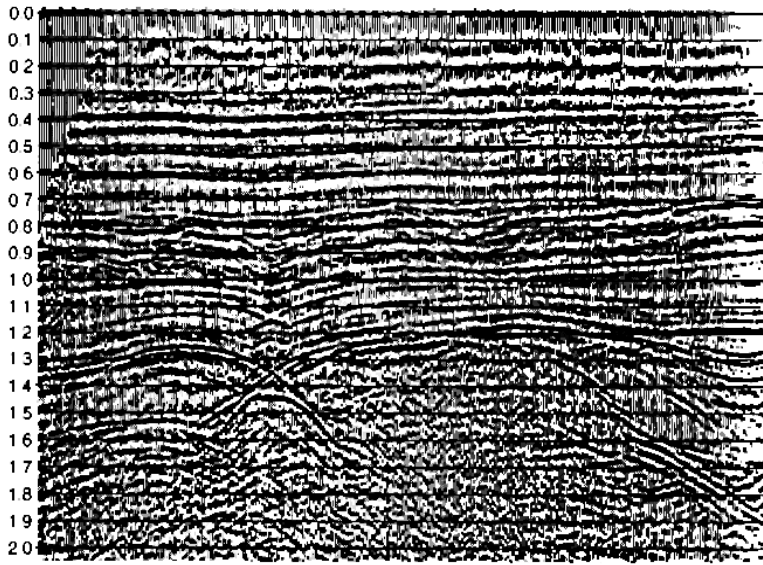
ولم نأخذ هنا تغيرات السرعة أفقياً؛ لأن ذلك يعقد البرنامج، ويصبح صعباً؛ لذا أخذنا فقط التغيرات مع العمق.



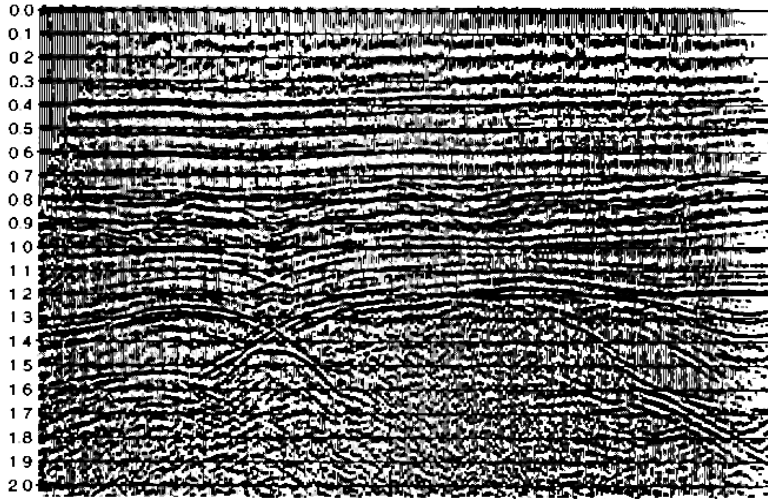
الشكل (11) : تنفيذ عملية التهجير وفق أسلوب كيرشوف الزمني للمقطع المعاد بناؤه في الشكل (10).

ثانياً:

فمنا في هذه المرحلة بتنفيذ المعالجة البصرية على المقطع المهجر في الشكل (11) ومعالجة بصرية على المقطع غير المهجر .
تبين ومن الشكل (12) عند تنفيذ المعالجة البصرية على المقطع غير المهجر أن هذا النوع لا يلغي مظاهر تشتت الموجة؛ وبالتالي لا بد من المعالجة التقليدية؛ وفق الأساليب المذكورة سابقاً في هذا العمل.



الشكل (12): يظهر عدم إمكانية إزالة مظاهر أمواج التناثر (التشتت) قبل عملية التهجير مع تحسين للمقطع واضح.



الشكل (13): استخدم مصفٍ خاص، وهنا يظهر تحسين للمقطع أيضاً لكن دون إزالة أمواج التششت .
من الشكلين (12,13) يظهر تحسين المقطع، لكن لا يحذف تأثيرات أمواج
التناثر؛ وبالتالي لابد من إجراء المعالجة التقليدية في التهجير، ومن ثم يجرى
التحسين البصري للمقطع السيزمي المهجر كصورة رقمية .

المعالجة البصرية للمقطع السيزمي المهجر وفق كيرشوف:

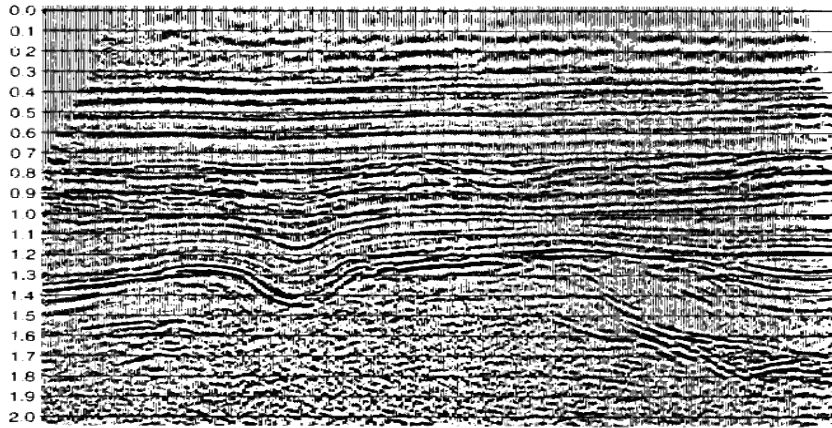
تؤدي المعالجة البصرية في تحسين الصورة الرقمية، حيث هناك تفصيل لا
تستطيع العين المجردة من تمييزها. وباستخدام البرامج الحاسوبية يمكن التغلب على
هذه المشاكل؛ وذلك بتطبيق أساليب تحسين متنوعة تقوم بتحسين الصورة الرقمية؛
وبالتالي تظهر أكبر قدر من التفاصيل .

هناك العديد من أساليب التحسين يمكن تطبيقها على الصورة الرقمية أو جزء

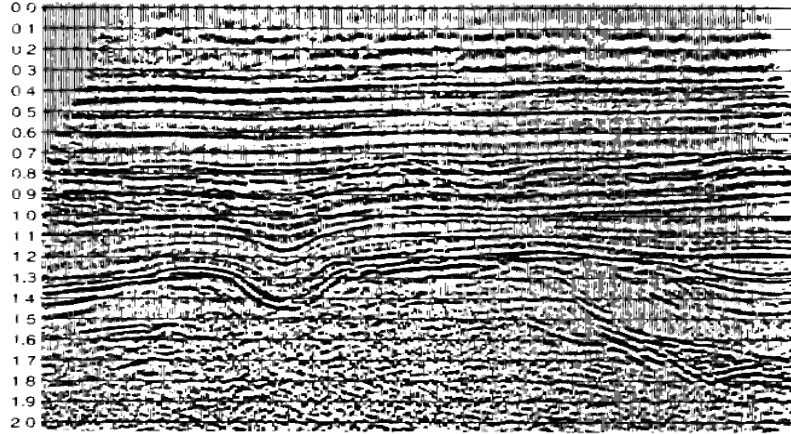
منها. [10]

من هذه الأساليب:

- 1 - زيادة التباين في الصورة .
- 2 - إنتاج الصور الملونة .
- 3 - الترشيح المكاني .
- 4 - نسب النطاقات .
- 5 - تحليل المركبات الرئيسية.
- 6 - دمج الصور .



الشكل (14) : تحسين المقطع في الشكل (11) ، المعالج بطريقة كيرشوف الزمنية باستخدام المعالجة البصرية.



الشكل (14): استخدم مصفي تمليس (صقل) لمعالجة الصورة بصرياً، ويظهر التحسين الملموس للصورة.

الاستنتاجات:

- 1 - وجود أمواج التشتت على المقطع السيزمي المعالج بطريقة تقليدية، وغير المهجر بطرق تقليدية وفق الأساليب المذكورة سابقاً في هذا العمل لا يعدُّ ناجحاً يمكن أن يحسن المقطع مع بقاء مؤثرات أمواج التشتت.
- 2 - لا بد من إجراء التهجير التقليدي؛ وفق الأساليب المتبعة في المجال الزمني والترددية بغض النظر إذا كان ناتجاً عن أمواج التشتت أو إذا كان السطح العاكس مائلاً .
- 3 - إن إجراء المعالجة البصرية بمختلف الأساليب يؤدي إلى تحسين جودة المقطع السيزمي بشكل ملموس.

المراجع:

- 1- Basics of Seismic Imaging , Gerard T. Schuster (KAUST , May 9 , 2010
- 2- Overview on the Fundamentals of Imaging , Brian Schulte:Talisman Energy Inc.,Intergrated Subsurface Solution (ISS) , Calgary , Alberta , Canada , 2011
- 3- Alkhalifah. T., 1998,Prestack kirchhoff time migration for complex media, Stanford Exploration Project,Report97,July 8,1998,pages45-50.
- 4- Claerbout, J.F. "Introduction to Kirchhoff migration programs". Stanford Exploration Report 73.November 18, 1997, pages 385-391.
- 5- Gray, S.H. "Speed and Accuracy of Seismic Migration Methods". Mathematical Geophysics Summer School (MGSS). Stanford University.
- 6- Kessiger,W,2002,Curved Ray Time Migration can improve seismic imaging, Oil&Gas Journal.
- 7- Elad M., 2002, "On the Origin of the Bilateral Filter and Ways to Improve" it, IEEE Trans. Image Processing, vol. 11, no. 10, pp. 1141—1151, October
- 8- Gonzalez R. and Woods R.E. , 1992,"Digital Image Processing", Addison-Wesley, New York.
- 9- Jiang, hongwei, chao 2010," A Filtering Algorithm for Removing Salt and Pepper Noise and Preserving Details of Images", IEEE. February,V27.
- 10- Lee J.S., 1990 " Digital Image enhancement and noise filtering by use of local statistics " , IEEE,Trans.PAMI-2 , No.2 , p.(165-168).