

## نشانگرهای لرزه‌ای بافتی جدید مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی

سید اسماعیل حسینی فرد<sup>۱</sup>، امین روشندل کاهو<sup>۲</sup>، علیرضا احمدی فرد<sup>۳</sup>...

<sup>۱</sup>کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، hoseinifardesmail@gmail.com

<sup>۲</sup>دانشیار، دانشگاه صنعتی شاهرود، roshandel@shahroodut.ac.ir

<sup>۳</sup>دانشیار، دانشگاه صنعتی شاهرود، ahmadyfard@shahroodut.ac.ir

### چکیده

نشانگرهای بافتی، دسته مهمی از نشانگرهای لرزه‌ای هستند که تعداد قابل توجهی از آن‌ها از تعمیم روش‌های مورد استفاده در پردازش تصویر در لرزه‌شناسی به دست آمده‌اند. این نشانگرها در شناسایی رویدادهای زمین‌شناسی مانند گنبد نمکی، کانال‌های مدفون و غیره که در مقاطع لرزه‌ای دارای بافتی متفاوت از محیط در برگیرنده آن‌ها دارند، استفاده می‌شود. هیستوگرام گرادیان جهتی یکی از ابزارهای متداول در پردازش تصویر است که در شناسایی اهداف در تصاویر استفاده می‌شود. در این مقاله نشانگرهای لرزه‌ای بافتی جدیدی بر مبنای هیستوگرام گرادیان جهتی معرفی می‌شود که می‌توان از آن در مقاطع لرزه‌ای جهت شناسایی رویدادهایی نظیر گنبدهای نمکی استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** تفسیر داده لرزه‌ای، نشانگر، نشانگر بافتی، هیستوگرام گرادیان جهتی، پردازش تصویر، گنبد نمکی

## New seismic texture attribute based on histogram of orientated gradient

Seyed Esmail Hoseinifard<sup>1</sup>, Amin Roshandel Kahoo<sup>2</sup>, Alireza Ahmadyfard<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. of Geophysics, Shahrood University of Technology

<sup>2</sup>Associate Professor, Shahrood University of Technology

<sup>3</sup>Associate Professor, Shahrood University of Technology

### Abstract

Texture attributes are an important category of seismic attributes, that's a significant number of them are derived from the generalization of image processing techniques in exploration seismology. These type of seismic attributes are used to identify geologic events such as salt domes, buried channels, etc., which have a different texture than surrounding layers in seismic sections. Histogram of orientation gradient is one of the common tools in image processing that is used to identify targets in images. In this paper, new texture seismic attributes are introduced based on the histogram of orientation gradient that can be used in seismic sections to identify events such as salt domes.

**Keywords:** seismic data interpretation, attribute, texture attribute, histogram of orientation gradient, image processing, salt dome

### ۱ مقدمه

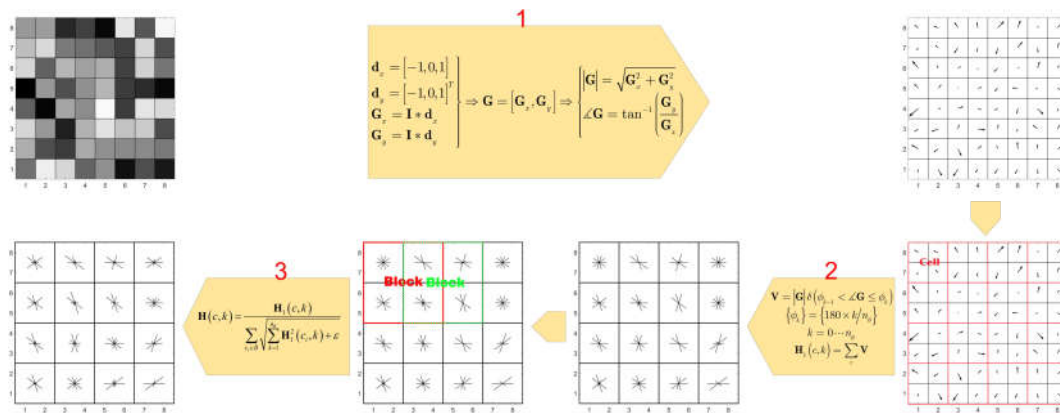
نشانگرهای لرزه‌ای ابزار ارزشمندی برای تفسیر کیفی و کمی داده‌های لرزه‌ای بازتابی هستند که به صورت یک فیلتر بر روی داده‌های لرزه‌ای عمل نموده و اطلاعات پنهان آنها را نمایان می‌سازند (چوپرا و مارفورت، ۲۰۰۷). هدف استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای تعیین موقعیت اهداف زیرزمینی نظیر مخازن هیدروکربوری، گنبدهای نمکی، هیدرات‌های گازی، گسل و غیره از طریق شناسایی ویژگی‌های ریخت‌شناسی، ساختمانی و ظاهری می‌باشد (آیکیتز و همکاران، ۲۰۱۳). نشانگرهای بافتی آرایش فضایی اجزای تشکیل دهنده / دامنه‌های همسایه / واحدهای سنگی / رخساره‌های رسوبی / خواص مخزنی را مشخص می‌نمایند (گائو، ۲۰۰۱). برای تحلیل بافت لرزه‌ای می‌توان از سه نوع اندازه‌گیری استفاده نمود که عبارتند از: اندازه‌گیری‌های طبیعی، اندازه‌گیری‌های ساختاری و اندازه‌گیری‌های آماری (چوپرا و مارفورت، ۲۰۰۷). در این مقاله، از هیستوگرام گرادیان جهتی (دلال و تریگز، ۲۰۰۵) که یکی از ابزارهای مورد استفاده در ماشین بینایی و پردازش تصویر می‌باشد جهت محاسبه مشخصات بافتی داده لرزه‌ای استفاده می‌شود.

به دلیل کاربردهای فراوانی که گنبدهای نمکی دارند، یکی از کاربردهای جذاب نشانگرهای بافتی در داده‌های لرزه‌ای، شناسایی گنبدهای نمکی و تعیین محدوده آن‌ها در مقاطع لرزه‌ای می‌باشد. با توجه به خواص فیزیکی نمک (چگالی کم، سرعت بالای انتشار موج، میرایی غیر کشسان) گنبدهای نمکی دارای بافت متفاوت نسبت به رسوبات در برگیرنده آن‌ها

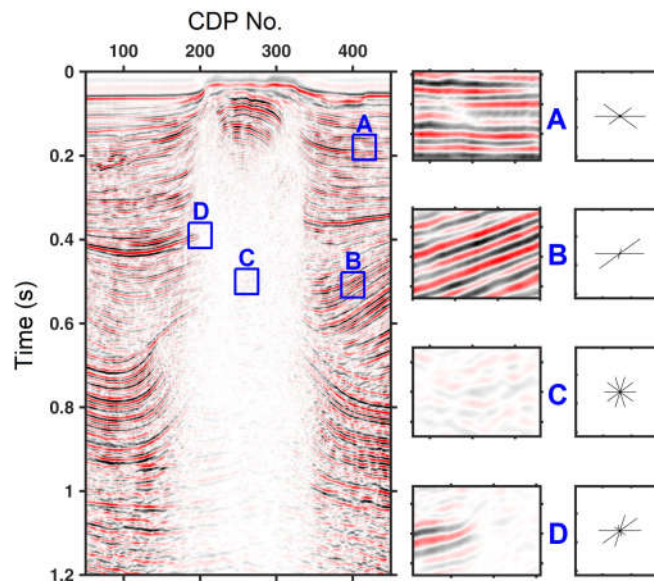
هستند. با این وجود، مرز تغییرات بافت بین گنبد نمکی و رسوبات در برگرفته آن در داده‌های لرزه‌ای چندان واضح و آشکار نمی‌باشد. لذا دستیابی به ابزاری که بتواند در شناسایی و تعیین محدوده گنبد‌های نمکی در مقاطع لرزه‌ای با استفاده از تغییرات بافتی کمک نمایند، بسیار مهم و حائز اهمیت است.

## ۲ هیستوگرام گرادیان جهتی

هیستوگرام گرادیان جهتی، یک توصیف‌گر ویژگی است که به منظور تشخیص اشیا در علم ماشین بینایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ابزار در واقع یک شمارشگر تعداد رخداد‌های جهت گرادیان در یک پنجره محلی از یک تصویر می‌باشد. محاسبه هیستوگرام گرادیان جهتی در یک تصویر شامل سه مرحله اساسی است که عبارتند از: محاسبه گرادیان، طبقه‌بندی جهت‌های گرادیان، نرمال کردن. در شکل ۱ سه مرحله محاسبه هیستوگرام گرادیان جهتی برای یک تصویر دلخواه نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است، مقدار و توزیع ویژگی‌های هر هیستوگرام به توزیع شدت روشنایی هر پیکسل تصویر اولیه یا به عبارت دیگر بافت آن وابسته است.



شکل ۱. سه مرحله محاسبه هیستوگرام گرادیان جهتی.

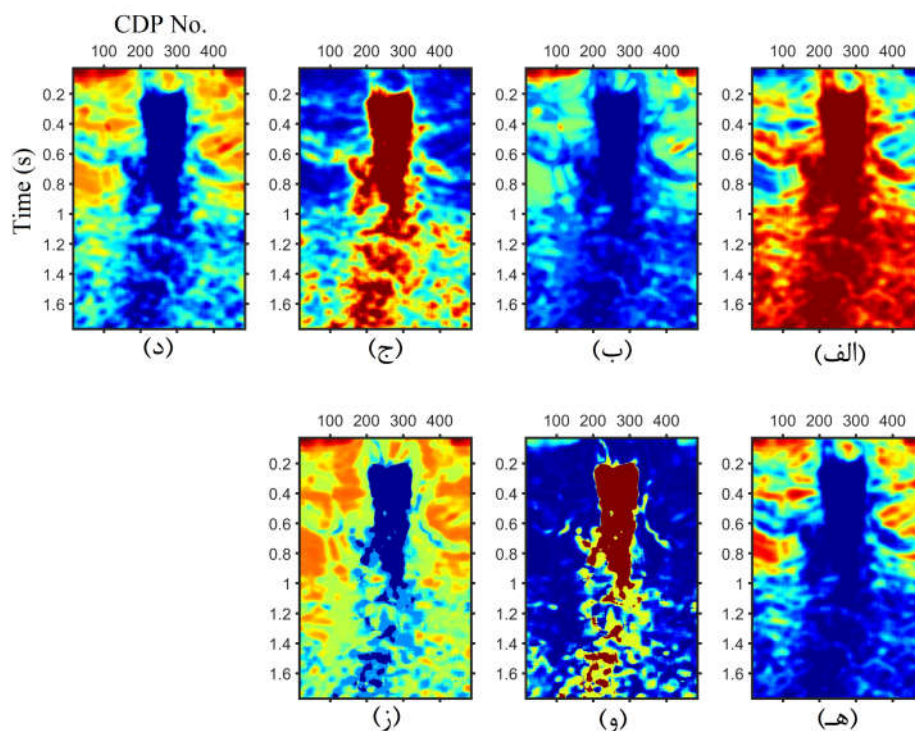


شکل ۲. داده لرزه‌ای دو بعدی مورد استفاده در مقاله و هیستوگرام گرادیان جهتی برای چهار پنجره مختلف (A: لایه بندی افقی، B: لایه بندی شیب دار، C: درون گنبد نمکی، D: مرز گنبد نمکی).

### ۳ نشانگر بافتی مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی

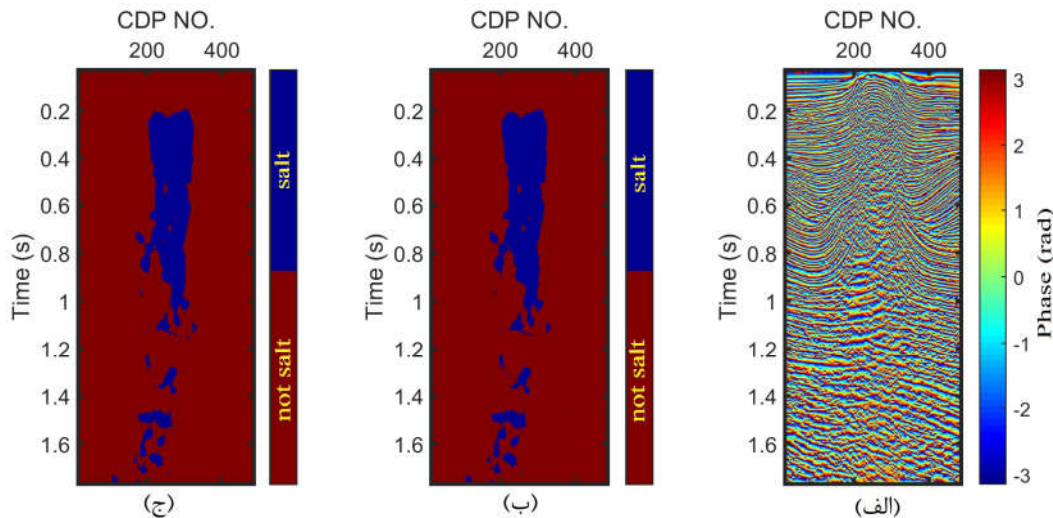
در شکل ۲ مقطع لرزه‌ای دو بعدی مورد استفاده در این مقاله نشان داده شده است. داده لرزه‌ای مذکور بخشی از داده دو بعدی در دریای عمان می‌باشد که شامل یک گنبد نمکی است. چهار پنجره با ابعاد  $31 \times 31$  از چهار قسمت مختلف داده (A): لایه‌بندی افقی، B: لایه‌بندی شیب‌دار، C: درون گنبد نمکی، D: مرز گنبد نمکی) انتخاب گردید و هیستوگرام گرادیان جهتی آن‌ها محاسبه شد که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود، مقادیر ویژگی‌ها و نحوه توزیع آن‌ها در چهار پنجره مذکور تفاوت بافتی میان پنجره درون گنبد نمکی و سه پنجره دیگر را آشکار نماید. هر چند که نمایش هیستوگرام گرادیان جهتی در تفکیک گنبد نمکی از رسوبات در برگیرنده موفق می‌باشد، ولی این فرایند به صورت خودکار نیست و نیازمند تصمیم‌گیرنده هوشمند انسانی است. برای خودکار ساختن الگوریتم، از یک پنجره متحرک استفاده می‌شود و پس از محاسبه هیستوگرام گرادیان جهتی آن، از مشخصات آماری ویژگی‌های هیستوگرام گرادیان جهتی به عنوان نشانگر مانند میانگین، بیشینه، کمینه، بازه تغییرات، واریانس، کشیدگی و چولگی استفاده می‌شود و مقدار به دست آمده به مرکز پنجره متحرک نسبت داده می‌شود.

در شکل ۳ نتایج اعمال نشانگرهای بافتی مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی با استفاده از پنجره  $31 \times 31$  و تعداد ۵ ویژگی نشان داده شده است.



شکل ۳. نشانگرهای بافتی مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی با استفاده از پنجره  $31 \times 31$  و تعداد ۵ ویژگی مانند (الف) میانگین، (ب) بیشینه، (ج) کمینه، (د) بازه تغییرات، (ه) واریانس، (و) کشیدگی و (ز) چولگی.

به منظور تعیین محدوده گنبد نمکی، الگوریتم‌های خوشه‌بندی c میانگین فازی و طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان بر روی ۷ نشانگر مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی اعمال گردید. برای انتخاب نمونه‌های آموزشی الگوریتم طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان از نشانگر فاز لحظه‌ای استفاده گردید. در شکل ۴ نتایج این تحلیل نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، تطابق خوبی میان محدوده تشخیص داده شده با دو روش خوشه‌بندی و طبقه‌بندی به عنوان گنبد نمکی و نشانگر فاز لحظه‌ای وجود دارد.



شکل ۴. (الف) نشانگر فاز لحظه‌ای. (ب) خوشه‌بندی ۷ نشانگر بافتی مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی C میانگین فازی. (ج) طبقه‌بندی ۷ نشانگر بافتی مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان.

### ۳ نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک نشانگر بافتی جدید مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی معرفی گردید و کاربرد آن در شناسایی محدوده گنبد نمکی در مقاطع لرزه‌ای بازتابی دو بعدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست نشان داد که نشانگرهای مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهتی می‌توانند به عنوان یک دسته مهمی از نشانگرهای بافتی در تفسیر داده‌های لرزه‌ای بازتابی و شناسایی پدیده‌هایی نظیر گنبد نمکی در نظر گرفته شوند.

### منابع

- Chopra, S., and K. J. Marfurt. 2007, *Seismic Attributes for Prospect Identification and Reservoir Characterization*. Edited by Stephen J. Hill, SEG Geophysical Developments Series Society of Exploration Geophysicists and European Association of Geoscientists and Engineers.
- Dalal, N., and B. Triggs. 2005, Histograms of oriented gradients for human detection. Paper read at Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05).
- Eichkitz, C. G., J. Amtmann, and M. G. Schreilechner, 2013, Calculation of grey level co-occurrence matrix-based seismic attributes in three dimensions: *Computers & Geosciences*, **60**,176-183.
- Gao, D., 2011, Latest developments in seismic texture analysis for subsurface structure, facies, and reservoir characterization: a review: *Geophysics*, **76**, no. 2,W1-W13.