

شناسایی کانی‌ها با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی

بشیر شکوه سلجوقی*، دانشجوی دکترای مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران، b.shokouh@aut.ac.ir

اردشیر هزارخانی، استاد، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران، ardehez@aut.ac.ir

چکیده

شناسایی کانی‌ها و درصد مساحت آن‌ها درون یک مقطع نازک سنگ برای شناسایی و نام‌گذاری سنگ‌ها مهم است. برای شناسایی و طبقه‌بندی کانی‌ها، خواص نوری کانی‌ها به‌ویژه رنگ و بیرفرژانس خیلی مهم هستند. در کنار خواص رنگی و بیرفرژانس، بافت‌های سنگی تحت نور پلاریزه نیز خواص مفید برای شناسایی کانی‌ها هستند. از این‌رو، میکروسکوپ‌هایی با قابلیت‌های نور پلاریزه برای کانی‌شناسی نوری استفاده می‌شوند. در چند دهه اخیر، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در تمامی رشته‌ها به‌خصوص در زمینه‌های پردازش تصویر، طبقه‌بندی و پیش‌بینی رواج پیدا نموده است و به موضوع تحقیقاتی بسیار مهمی تبدیل شده است. در حوزه کانی‌شناسی، کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی بسیار محدود است. در این مقاله سعی گردیده شده تا روش شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان روشی نوین و کارآمد برای شناسایی کانی‌ها با استفاده از پارامترهای تصاویر مقاطع نازک ارائه گردد. نتایج بدست آمده از کاربرد این روش بر روی برخی نمونه کانی‌ها، موفقیت‌آمیز بودن بالای این روش را در شناسایی کانی‌ها نشان می‌دهد.

کلیدواژه: کانی‌شناسی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، تصویر مقطع نازک، بافت، رنگ

مقدمه

برای شناسایی و طبقه‌بندی کانی‌ها، خواص نوری کانی‌ها، به‌ویژه رنگ و بیرفرژانس خیلی مهم هستند. در کانی‌شناسی نوری، خواص نوری به‌طور گسترده برای شناسایی کانی‌ها به‌منظور شناسایی نام سنگ‌ها استفاده می‌شوند. در کنار خواص رنگی و بیرفرژانس، بافت‌های سنگی تحت نور پلاریزه نیز خواص مفید برای شناسایی کانی‌ها به‌ویژه کانی‌های بی‌رنگ هستند. از این‌رو، میکروسکوپ‌ها با توانایی‌های نور پلاریزه برای کانی‌شناسی نوری استفاده می‌شوند [۱].

میکروسکوپ معمولاً ابزارهای استفاده شده برای شناسایی دستی کانی در مقاطع نازک هستند؛ به‌هرحال، استفاده آن‌ها برای پردازش تصویر محدود شده است. مشکل اصلی در خودکارسازی فرایند شناسایی کانی‌ها با استفاده از میکروسکوپ این است که تحت نور پلاریزه صفحه‌ای^۱ میکروسکوپ بسیاری کانی‌ها بی‌رنگ هستند، اما تحت نور پلاریزه متقاطع^۲، اینترفرنس یا تداخل رنگ وابسته به تنوعی از فاکتورها شامل نوع کانی است. بنابراین، سیستم‌های شناسایی خودکار کانی مبتنی بر اسکن کردن و استفاده از رنگ طبیعی کانی است [۲، ۳]

¹ Plane-Polarized Light

² Cross-Polarized Light



صفحه میکروسکوپی پلاریزه دوار به‌طور ویژه به‌عنوان ضمیمه به میکروسکوپ پتروگرافی استاندارد طراحی شده است تا برخی از مشکلات ذاتی آن را حل نمایند. صفحه در ارتباط با یک صفحه گیرنده و ضبط ویدیویی کار می‌کند و اجازه می‌دهد مقطع نازک ثابت باقی بماند درحالی‌که پلاریزورها می‌چرخند. این به مقدار زیادی استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر بر مقطع نازک را برای طبقه‌بندی، اندازه‌گیری و شناسایی کانی‌ها تقویت می‌نماید.

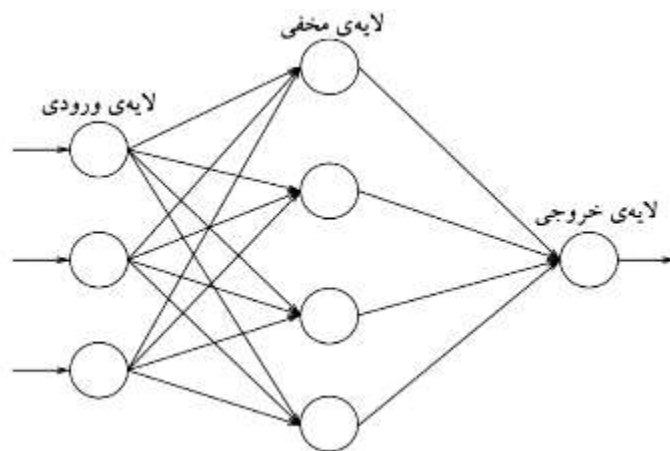
در طول دهه‌های گذشته ابزارهای مختلفی برای پردازش تصویر استفاده شده است. برخی ابزارهای پردازش تصویر مبتنی بر روش‌های نشات گرفته از حوزه‌های شناخت الگو و هوش مصنوعی هستند. شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره بزرگ‌ترین حوزه را در زمینه پردازش تصویر تشکیل می‌دهند. هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی یک سیستم پردازش داده موازی مبتنی بر کامپیوتر الهام گرفته از مغز انسان می‌باشند و شامل نرون‌های مصنوعی ساده هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی قادر به حل توابع پیوسته غیرخطی هستند. در سال‌های اخیر کاربردهای شبکه عصبی در حوزه علوم زمین در شاخه‌های ژئوشیمی، ژئوفیزیک، دورسنجی توسعه یافته است ولی در حوزه شناسایی کانی‌ها با استفاده از میکروسکوپ پتروگرافی مطالعات کمی صورت گرفته است. در این مقاله سعی گردیده است تا از شبکه‌های عصبی در زمینه شناسایی کانی‌ها استفاده گردد [۴-۷].

شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی در واقع از ساختارهای بسیار پیچیده مغز انسان الهام گرفته شده است که در آن میلیون‌ها سلول عصبی از طریق ارتباطی که باهم دارند به حل مسائل یا ذخیره‌سازی اطلاعات می‌پردازند. وظیفه‌ی شبکه‌ی عصبی یادگیری است. در واقع شبکه عصب همانند کودک خردسالی است که در ابتدا هیچ چیز نمی‌داند. در این فرآیند ابتدا از طریق آموزش یا همان مرحله کسب تجربه که به کمک یک سری داده‌های ورودی و خروجی مطلوب انجام می‌پذیرد، اجرا می‌شود. به این صورت که مجموعه‌ای از ورودی‌ها و خروجی‌های درست به شبکه داده می‌شود و شبکه عصبی با استفاده از این ورودی‌ها (مثال‌ها) مدل ریاضی پیچیده‌ای می‌سازد که در صورت دادن ورودی‌های جدید، پاسخ درستی را تولید نماید [۴].

شبکه‌های عصبی مصنوعی از یک سری واحدهای ساختمانی اولیه تشکیل می‌شوند که باهم ترکیب شده و پس از انجام عملیات پردازش، یک خروجی را بدست می‌دهند. این واحدهای اولیه مانند شکل ۱ به هم متصل هستند به‌طوری‌که خروجی هر واحد به‌عنوان ورودی واحدهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.





شکل ۱- ساختار شبکه عصبی مصنوعی سه لایه‌ای

اکتساب داده

در این کار، از دوربین دیجیتال و صفحه میکروسکوپ آزمایشگاهی چرخشی به جای صفحه ثابت استفاده گردید. یک میکروسکوپ با پلاریزور پایین به گونه‌ای استفاده گردید که در مسیر نور برای مشاهدات تحت هم نور پلاریزه متقاطع و هم صفحه‌ای باقی ماند. صفحه میکروسکوپ آزمایشگاهی از ۰ تا ۱۸۰ درجه با طول گام افزایشی ۱ درجه افزایش می‌چرخد، به طوری که پلاریزور و آنالیزور عمود بر یکدیگر در جهت عمودی در طول آنالیز باقی بمانند. تصاویر زمانی بدست خواهند آمد که صفحه چرخیده باشد. دیاگرامی از روش کار شکل ۲ نشان داده شده است.

در ابتدا اطلاعات با استفاده از تصاویر پلاریزه صفحه‌ای و پلاریزه متقاطع به دست می‌آید که این اطلاعات شامل اطلاعات رنگ (RGB)، سایه رنگ^۳ (H)، اشباع^۴ (S) و شدت^۵ (I) یا به طور مخفف (HIS) است. نخستین آزمایش‌ها با استفاده از مقادیر RGB پیکسل‌ها ساخته شد. برای سری‌های دوم آزمایش‌ها، تصاویر RGB به سایه رنگ، اشباع و شدت تبدیل می‌شوند که نزدیک‌تر به فهم مفهومی انسان از رنگ است. تبدیل RGB به HSV به صورت روابط (۱) و (۲) تعریف می‌گردد:

³ Hue

⁴ Saturation

⁵ Intensity



$$V = m$$

$$S = \begin{cases} \frac{m-n}{m} & \text{if } m \neq 0 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$H = \begin{cases} \text{undefined} & \text{if } S = 0 \\ \frac{60 \times (G - B)}{\delta} & \text{if } m = R \\ \frac{60 \times (B - R)}{\delta + 120} & \text{if } m = G \\ \frac{60(R - G)}{\delta} + 240 & \text{if } m = B \end{cases}$$

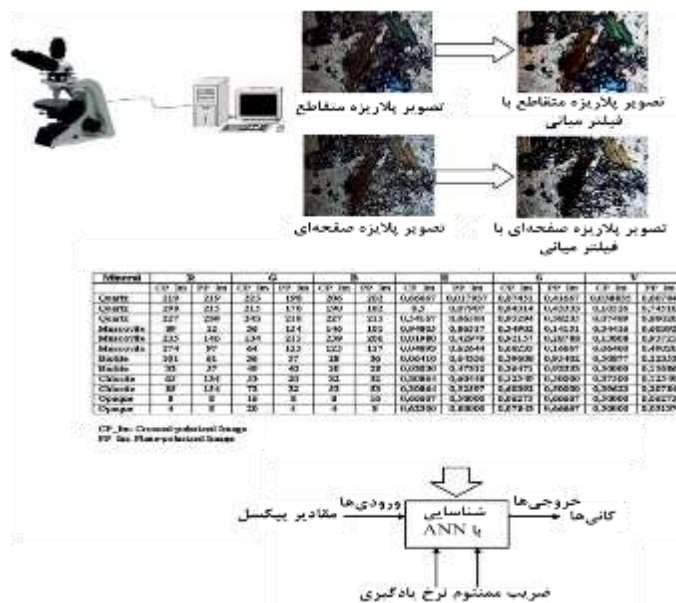
که

$$m = \max(R, G, B)$$

$$n = \min(R, G, B)$$

$$\delta = (m - n)$$

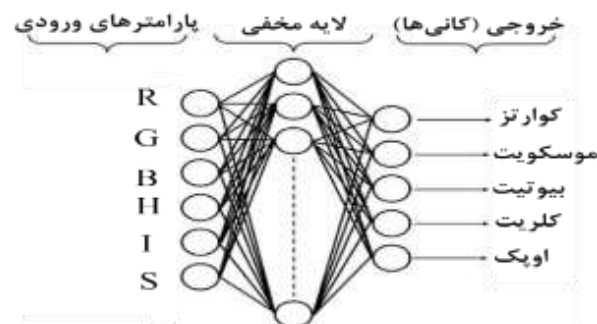
(2)



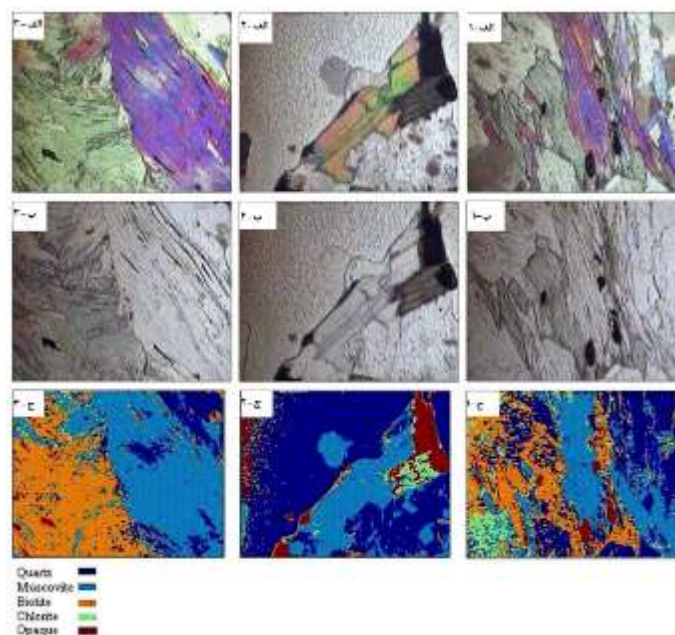
شکل ۲- روند کار شناسایی کانی‌ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

بهترین شبکه، شبکه‌ای با مقادیر RGB و HIS به‌عنوان ورودی است در شکل ۳ ساختار شبکه سه لایه‌ای با یک لایه مخفی و تعداد ۱۰ نرون در لایه مخفی با الگوریتم آموزش پس‌انتشار خطا نشان داده شده است. نتایج حاصل از کاربرد شبکه عصبی در زمینه پردازش تصویر مقطع نازک در شکل ۴ نمایش داده شده است.





شکل ۳- معماری شبکه عصبی برای شناسایی کانی‌ها با استفاده از پارامترهای رنگی RGB و HIS



شکل ۴- مقایسه نتایج تصاویر. تصاویر پلاریزه متقاطع (الف-۱)، (الف-۲)، (الف-۳)؛ تصاویر پلاریزه صفحه‌ای (ب-۱)، (ب-۲)، (ب-۳)؛ تصویر نهایی با پردازش شبکه عصبی (ج-۱)، (ج-۲) و (ج-۳)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مقاله نشان می‌دهند که شبکه‌های عصبی آموزش داده شده و طراحی شده می‌تواند به درستی برای شناسایی کانی‌ها بر اساس خواص رنگی آن‌ها استفاده شوند. از بررسی‌های صورت گرفته شده مشخص گردید که شبکه عصبی مصنوعی قادر به تشخیص کانی‌های رنگی از بی‌رنگ هستند، زمانی که داده‌های ورودی شامل پارامترهای رنگی باشند. شبکه‌های عصبی مصنوعی قادر به شناسایی کانی‌ها از تصاویر مختلف است که تحت شرایط روشنی کم هستند و می‌تواند برای شناسایی دیگر انواع کانی‌ها استفاده شود. عملکرد شبکه عصبی طراحی شده وابسته به کیفیت و کمیت داده آموزش است. یک کیفیت خوب و بالای مجموعه آموزش باید



برای مجموعه آموزش انتخاب شود زیرا آن عملکرد پیش‌بینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه، شبکه‌های عصبی مصنوعی صحت بالایی را برای شناسایی کانی‌ها نشان داد و می‌توان این روش را با موفقیت برای موارد مشابه با دقت بالا بکار برد.

References

- [1] Bonnet, N., 2004. Some trends in microscope image processing. *Micron* 35, 635–653.
- [2] Francois, D., Rossi, F., Wertz, V., Verleysen, M., 2007. Resampling methods for parameter-free and robust feature selection with mutual information. *Neuro computing* 70 (7–9), 1276–1288.
- [3] Fueten, F., 1997. A computer-controlled rotating polarizer stage for the petro- graphic microscope. *Computers & Geosciences* 23(2), 203–208.
- [4] Fueten, F., Mason, J., 2007. An artificial neural net assisted approach to editing edges in petrographic images collected with rotating polarizer stage. *Computers & Geosciences* 33 (9), 1176–1188.
- [5] Gonzales, R.C., Woods, R.E., 1993. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley Publishing Company, USA 716pp.
- [6] Lee, J.D., 1997. Object recognition using a neural network with optimal feature extraction. *Mathematical and Computer Modelling* 25 (12), 105–117.
- [7] Nattkemper, T.W., 2004. Multivariate image analysis in biomedicine. *Journal of Biomedical Informatics* 37(5), 380–391.

