



محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

بررسی نوع منافذ و ارتباط آن با مساحت کل منافذ با استفاده از تکنیک پردازش تصویر در برخی خاک‌های خشک جنوب استان گیلان

مستانه رحیمی مشکله<sup>\*</sup>، حسن رمضانپور<sup>۲</sup>، مهدی نوروزی<sup>۳</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان  
<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان  
<sup>۳</sup> دانش آموخته دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

پردازش تصویر، از علوم پرکاربرد و مفید در فنون مهندسی است و از دیرباز مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته و پیشرفت‌های فراوانی حاصل شده است. بدین منظور این پژوهش برای بررسی منافذ خاک و ارتباط آن با ابعاد فرکتالی و با استفاده از تکنیک پردازش تصویر مقاطع نازک میکروسکوپی در دو سازند مختلف در جنوب استان گیلان انجام شد. نمونه‌برداری خاک از دو سازند گچی- نمکی و آهکی، با سه تکرار از دو موقعیت شیب (شیب‌پشتی و پای‌شیب) و عمق سطحی (۲۰-۴۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتی‌متر) انجام گرفت. نتایج نشان داد که به علت بیشتر بودن منافذ ریز ( $1000-500 \mu m$ ) در سازند گچی- نمکی میزان مساحت کل منافذ، بُعد فرکتال و پایداری خاکدانه‌ها در این سازند بیشتر بوده و منافذ مشاهده شده در این سازند عمدتاً وِوگ و صفحه‌ای بود. به دلیل درشت بودن منافذ (بیش از  $1000 \mu m$ ) در سازند آهکی میزان مساحت کل منافذ، بُعد فرکتال خاکدانه و پایداری آن‌ها در این سازند کمتر بوده و این امر شرایط را برای حضور فون خاک و فعالیت حیوانی در این سازند فراهم کرده است و به همین علت منافذ محفظه‌ای و بسته مرکب در سازند آهکی به وفور دیده شد.

کلمات کلیدی: آنالیز تصویر، بُعد فرکتال خاکدانه، منافذ درشت، مقطع نازک

مقدمه

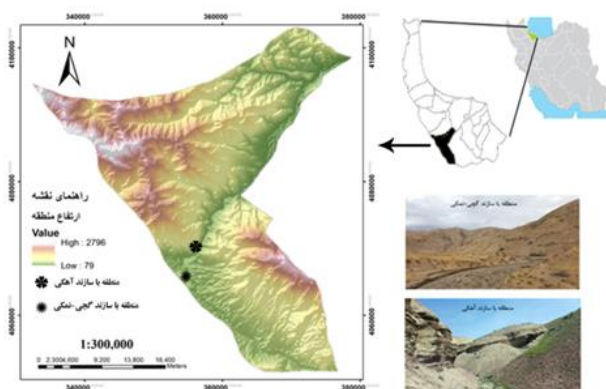
آنالیز تصاویر به دست آمده از مقاطع نازک با استفاده از روش‌های جدید سبب ارتقای دانش بشری و در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی و فرآیندهای موجود در خاک شده است (Rasa و همکاران ۲۰۱۲). آنالیز تصویر روشی پیشرفته برای کمی کردن ویژگی‌های خاک و افزایش دقت و درستی نتایج مطالعات مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی است. استفاده از تحلیل تصاویر می‌تواند به سرعت، دقت و قابلیت‌های مطالعات میکرومورفولوژی خاک بیافزاید (Bruneau و همکاران ۲۰۰۴). تکنیک پردازش تصویر با دقت قابل قبولی توانسته دانه‌های موجود در تصاویر را شناسایی و ارزیابی نماید. در نتیجه از این روش برای استفاده در مطالعات مهندسی خاک از جمله دانه‌بندی و نیز مطالعات ریخت‌شناسی می‌توان استفاده کرد (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). ریزساختار خاک عبارت است از طرز قرار گرفتن ذرات آن در کنار یکدیگر بوده که در نتیجه آن منافذ به‌وجود می‌آیند. منافذ به عنوان بخشی از فابریک خاک نقش مهمی در کلیه فرآیندهای روی داده در خاک داشته و آگاهی از سیستم منافذ خاک می‌تواند شناخت خوبی درباره کیفیت و قدرت آسیب‌پذیری خاک طی فرآیندهای تخریبی که به طور عمده با فعالیت‌های بشر مرتبط است، ارائه دهد (میرکریمی و همکاران، ۱۳۹۰). امروزه روش‌های جدید و دقیق‌تری برای تفسیر موارد مشاهده شده در فابریک خاک به‌کار برده می‌شود و اخیراً تلاش‌هایی برای استفاده از مفاهیم فرکتالی برای تفسیر مقاطع نازک میکروسکوپی به عمل آمده است. بسیاری از ویژگی‌های خاک به صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر توزیع اندازه‌ای ذرات خاک است. بُعد فرکتال شاخص مناسبی برای درک بهتر و بیان چگونگی این ویژگی‌ها با حداقل تعداد مؤلفه‌های مورد نیاز برای تعیین آن است (Filgueira و همکاران ۲۰۰۳).

\* ایمیل نویسنده مسئول: rahimimastane65@gmail.com

با توجه به اهمیت حفظ منابع طبیعی و کاهش فرسایش پذیری خاک نیاز به مطالعه در این زمینه همواره احساس می شود. از آنجایی که منافذ خاک و ریزساختارها به طور مستقیم بر ویژگی های فیزیکی خاک و به ویژه فرسایش پذیری آن تأثیر می گذارند و به عبارتی از پارامترهای مهم کیفیت خاک هستند، بنابراین مطالعات در این زمینه ضروری است. مطالعه حاضر بدین منظور در دو سازند گچی-نمکی و آهکی در جنوب استان گیلان انجام گرفت.

## مواد و روش ها

این مطالعه در دو لندفرم مجزا در منطقه علی آباد و اطراف سد سپیدرود واقع در جنوب استان گیلان انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه در دو رأس عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۲۶۱ میلیمتر و میانگین دما ۱۸/۶ درجه سانتی گراد است و این منطقه دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک است (Soil & Water Research Institute, ۲۰۰۲).



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه با دو ماده مادری مختلف

نمونه های مقاطع نازک خاک در چهار مرحله خشک و آماده کردن، تلقیح، برش و چسباندن نمونه ها روی لام و در نهایت تهیه برش نازک انجام شد. به منظور تلقیح نمونه ها از مخلوط رزین پلی استر از نوع وستاپل H، استون، سخت کننده کبالت اکتات و کاتالیزور سیکلو هگزان پراکساید استفاده شد. سپس مجموعه در دسیکاتور خلأ تحت مکش قرار گرفت. پس از تلقیح و سفت شدن، برای برش و ساییدن نمونه ها از دستگاه برش و پودرهای کاربورا کس استفاده شد و در نهایت به ضخامت مطلوب (۳۰ میکرون) رسانده شد. تشریح مقاطع نازک به وسیله میکروسکوپ پلاریزان ZISE، با توجه به دستورالعمل ارائه شده توسط Stoops (۲۰۰۳) صورت گرفت. پس از آماده شدن مقاطع نازک، نمونه ها به وسیله میکروسکوپ پلاریزان زیر نور پلاریزه و نور معمولی مورد مشاهده و بررسی کامل قرار گرفت.

از هر مقطع نازک تعدادی عکس با فرمت TIFF توسط دوربین متصل به میکروسکوپ تهیه گردید. برای متمایز کردن منافذ از کانی ها از تیغه رنگی لاندا استفاده شد، این تیغه منافذ را به رنگ ارغوانی و کانی ها را به رنگ های مختلف نمایش می دهد. به منظور کاهش خطا کانی هایی که رنگ مشابه با منافذ داشت (ارغوانی) شناسایی و همراه با متن خاک با استفاده از نرم افزار فتوشاپ به صورت سیاه رنگ آمیزی شدند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۰). پردازش این عکس ها در نرم افزار ImageJ2 نسخه Fiji صورت پذیرفت (Ferreira و Rasband، ۲۰۱۲). این عکس ها به صورت فرمت ۸ بیتی (مقیاس خاکستری) تبدیل و پس از آستانه سازی<sup>۱</sup> به صورت یک عکس تحت سیستم دودویی<sup>۲</sup> تبدیل شد. در نهایت تعداد و مساحت کل منافذ و درصد فراوانی مساحت و محیط منافذ در چهار کلاس ۵۰-۵۰۰، ۵۰۰-۱۰۰۰ و ۱۰۰۰-۵۰۰۰ میکرومتر مربع و میکرون تعیین شد (Pagliai، ۱۹۸۳). نمایه بُعد فراکتال هندسی (D) از معادله اندازه-تعداد (Turcotte، ۱۹۸۶) محاسبه گردید (رابطه ۱):

<sup>۱</sup>- Threshold

<sup>۲</sup>- Binary

$$N_i = c\bar{x}_i^{-D} \quad (1)$$

در این رابطه  $X_i$  همان تعریف معادله قبل را دارد،  $c$  یک ثابت می باشد و  $D$  بعد فرکتال می باشد که از طریق رگرسیون بین  $\log N_i$  و  $\log X_i$  بدست می آید. مقدار  $N$  نیز از داده های توزیع اندازه خاکدانه های پایدار در آب بدست می آید که بعد از الک کردن به صورت زیر محاسبه می گردد

$$N_i = \sum_{i=1}^n n_i \quad (\text{رابطه های ۲ و ۳})$$

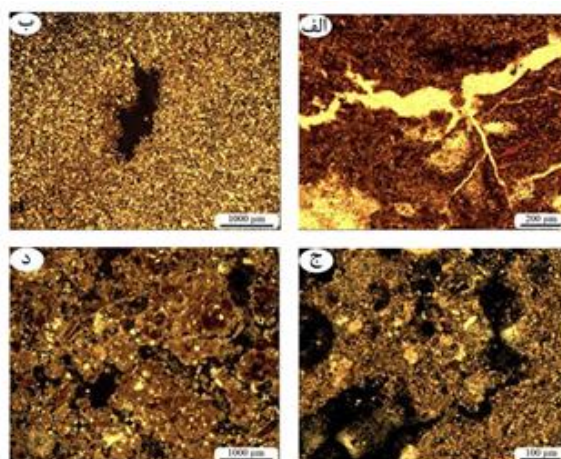
$$n_i = w_i \rho^{-1} \bar{x}_i^{-3} \quad (2)$$

$$\quad (3)$$

که  $n_i$ ،  $\rho$  و  $w_i$  به ترتیب تعداد خاکدانه ها، چگالی ظاهری خاکدانه ها و جرم خاکدانه های باقیمانده بر روی هر الک می باشد. نتایج ویژگی های خاک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام، تجزیه و تحلیل شد. به منظور تجزیه و تحلیل های آماری از نرم افزار SAS استفاده شد. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج مطالعه میکروسکوپی برای دو سازند مشخص گردید. در سازند گچی-نمکی منافذ خاک عمدتاً از نوع وُگ (Vugh)، کمی کانال و محفظه (Channel, Chamber) و صفحه ای (Plane) (شکل ۲. الف و ب) و در سازند آهکی منافذ عمدتاً از نوع وُگ، کانال و محفظه و منافذ بسته مرکب (Compound Packing, Void) (شکل ۲. ج و د) می باشند. کانال و محفظه نیز در سازندهای این منطقه کم و بیش مشاهده می شوند اما در سازند آهکی بسیار بیشتر قابل مشاهده هستند که تشکیل بیشتر این منافذ در سازند آهکی را می توان به حضور فون خاک و فعالیت جانوران نسبت داد. این محفظه ها در انتهای منافذ یا کانال های کرم خاکی ایجاد می شود و یا توسط مورچه ها یا موریه ها حاصل می شود (Brewer و Sleeman، ۱۹۶۰). وجود منافذ وُگ در این عمق ها در اثر تفاوت در هوادیدگی کانی ها و یا خروج کامل محصولات ناشی از هوادیدگی توسط آبشویی می باشد. از طرفی ذرات رس دارای خاصیت کلونیدی بوده و قادرند به یکدیگر و به ذرات معدنی بزرگ بچسبند. تجمع رس به همراه اتصال ذرات به یکدیگر موجب تشکیل منافذ وُگ می گردد. همچنین منافذ در سازند آهکی گاهی از نوع منافذ بسته مرکب می باشد. دلیل تشکیل این منافذ را می توان دو عامل ذکر کرد: یکی منشأ فضولات جانوری و دیگری سیستم ترک های حاصل از انقباض و انبساط. با توجه به فعالیت جانوری زیاد به خصوص در سطح این خاک ها، عامل اول منطقی تر به نظر می رسد (Brewer، ۱۹۶۷). علت تشکیل منافذ صفحه ای در سازند گچی-نمکی را می توان ناشی از انقباض و انبساط مواد خاکی در طی عمل خشک و مرطوب شدن دانست زیرا عمل انقباض، باعث می شود که مواد خاکی، تحت کشش قرار گرفته و در نتیجه با کاهش حجم پلاسما، موجب بروز سیستم درز و شکاف یا منافذ صفحه ای شود. هم چنین تشکیل منافذ صفحه ای را می توان به مقدار رس نسبت داد (Brewer، ۱۹۶۷).



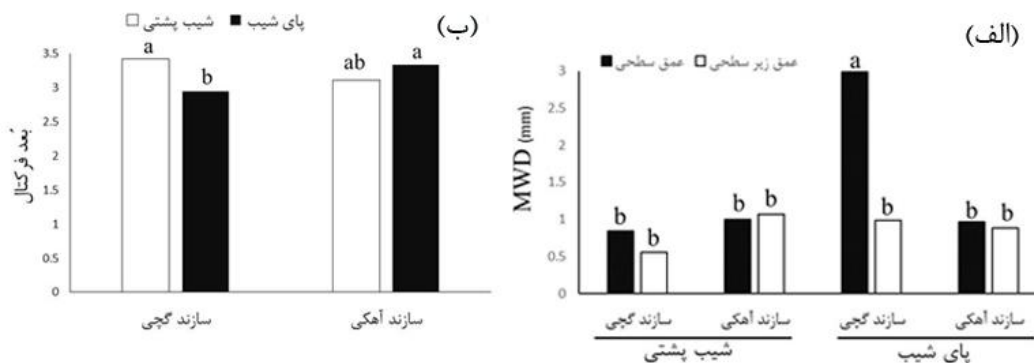


طبق نتایج حاصل شده بیشترین فراوانی منافذ با مساحت  $500-50 \mu m$  (میکروپور) در عمق سطحی پای شیب سازند گچی-نمکی و کمترین آن در شیب پستی عمق زیرسطحی سازند گچی-نمکی است. بیشترین فراوانی منافذ با مساحت  $1000-500 \mu m$  (مزوپور) در عمق زیرسطحی شیب پستی سازند گچی-نمکی و کمترین آن در عمق سطحی شیب پستی سازند گچی-نمکی است. بیشترین فراوانی منافذ با مساحت بیش از  $1000 \mu m$  (ماکرو-پور) در عمق زیرسطحی پای شیب سازند آهکی و کمترین آن در عمق سطحی پای شیب سازند گچی-نمکی است (شکل ۳). اندازه منافذ یکی از ویژگی‌های مهم فابریک خاک است. منافذ در اندازه  $50-500 \mu m$  منافذ ذخیره‌ای هستند. منافذ در اندازه  $500-50 \mu m$  از نوع انتقالی هستند و برای رابطه آب، خاک و گیاه مهم است. منافذ در اندازه  $500-1000 \mu m$  منافذی که بر نفوذ ریشه و حرکت آب موثرند و منافذ بیش از  $1000 \mu m$  منافذ زیستی که جانوران خاک نقش مهمی در تشکیل آن‌ها دارد (Pagliai, ۱۹۸۸).



شکل ۳. فراوانی منافذ با مساحت میکرو، مزو و ماکرو در دو ماده مادری مختلف

به منظور ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها پارامتری با عنوان "میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها" معرفی شده است که به اختصار به صورت MWD بیان می‌شود. هرچه کمیت MWD بزرگتر باشد، پایداری نسبی خاکدانه‌ها نیز بیشتر است (بایوردی، ۱۳۷۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات همزمان نوع سازند، موقعیت شیب و عمق خاک بر تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) نشان داد که بیشترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) در عمق سطحی سازند گچی-نمکی در پای شیب و کمترین مقدار آن در عمق زیرسطحی سازند گچی-نمکی در شیب پستی است (شکل ۴. الف). در بررسی شاخص پایداری خاکدانه‌ها (میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها) مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین خاک با سازند گچی-نمکی و خاک با سازند آهکی وجود دارد که این امر به دلیل وجود منافذ ریز بیشتر در سازند گچی-نمکی قابل توجیه است. Civelekoglu و Yilmaz (۲۰۰۹) پس از انجام مطالعاتی در مورد پایداری خاک‌های رسی متورم شونده به این نتیجه رسید که گچ می‌تواند تأثیر بسزایی بر پایداری این نوع خاک‌ها داشته باشد. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات همزمان نوع سازند و موقعیت شیب بر بُعد فرکتال خاکدانه نشان داد که بیشترین مقدار بُعد فرکتال در شیب پستی سازند گچی-نمکی و کمترین مقدار آن در پای شیب سازند گچی-نمکی است (شکل ۴. ب). نمایه‌های فرکتالی که در واقع با نسبت تعداد و اندازه منافذ تعریف می‌شوند (Barrett و Heilbronner, ۲۰۱۴). بُعد فرکتال بافت خاک با افزایش درصد رس و گاهی سیلت خاک به صورت غیرخطی افزایش و با افزایش درصد شن خاک به صورت خطی کاهش می‌یابد (Su و همکاران ۲۰۰۴).



شکل ۴. بررسی تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) در دو ماده مادری مختلف

با توجه به نتایج (جدول ۱)، همبستگی منفی و معنی‌داری بین میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه (GMD) و بُعد فرکتال خاکدانه وجود دارد. همچنین میزان میانگین هندسی قطر خاکدانه (GMD) رابطه منفی و معنی‌داری با بُعد فرکتال خاکدانه دارد. با توجه به بالا بودن مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) در سازند گچی- نمکی و همبستگی منفی و معنی‌داری که با میانگین هندسی قطر خاکدانه (GMD) و بُعد فرکتال خاکدانه دارد می‌توان گفت که پایداری خاکدانه‌ها در این سازند بیشتر است.

جدول ۱. جدول ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکی خاک

بُعد فرکتال	GMD	MWD	تخلخل	رس ریز	شن	سیلت	رس
رس						۱	۰/۸۰۳**
سیلت						۱	۰/۹۶۲**
شن					۱	۰/۹۳۵**	۰/۷۹۰**
رس ریز				۱	۰/۷۷۷**	۰/۶۷۲**	۰/۷۹۰**
تخلخل			۱	۰/۱۰۹	۰/۱۶۱	۰/۰۸۵	۰/۲۰۵
MWD		۱	۰/۳۶۲	۰/۴۹۸*	۰/۲۶۹	۰/۲۸۵	۰/۲۳۳
GMD	۱	۰/۸۸۹**	۰/۳۰۰	۰/۲۷۶	۰/۰۶۳	۰/۰۹۹	۰/۰۳۰
بُعد فرکتال	۱	۰/۹۲۶**	۰/۸۲۳**	۰/۱۵۰	۰/۰۲۷۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲

\* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و \*\* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و MWD- میانگین وزنی قطر خاکدانه، GMD- میانگین هندسی قطر خاکدانه

## نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که نوع منافذ موجود در خاک متأثر از میزان مساحت کل منافذ و ابعاد فرکتالی آن است. با توجه به نتایج به دست آمده در منطقه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که با بیشتر بودن منافذ ریز ( $500-1000 \mu m$ ) در سازند گچی- نمکی، میزان مساحت کل منافذ، بُعد فرکتال و پایداری خاکدانه‌ها در این سازند بیشتر بوده و منافذ مشاهده شده در این سازند عمدتاً وِوگ و صفحه‌ای می‌باشد. اما به دلیل درشت بودن ذرات (بیش از  $1000 \mu m$ ) در سازند آهکی میزان مساحت کل منافذ، بُعد فرکتال و پایداری خاکدانه‌ها در این سازند کمتر بوده و این امر شرایط را برای حضور فون خاک و فعالیت حیوانی در این سازند فراهم کرده است و به همین علت منافذ از نوع کانال و منافذ بسته مرکب در سازند آهکی به وفور دیده شد. به طور کلی تکنیک پردازش تصویر می‌تواند به عنوان فناوری خوبی برای نشان دادن ویژگی‌های شکل منافذ خاک باشد. همچنین با استفاده از نرم افزار فتوشاپ می‌توان پردازش تصویر مقاطع نازک میکروسکوپی را انجام داده و اطلاعات سودمندی در رابطه با فراوانی



منافذ و طبقه‌بندی آن‌ها ارائه کرد. بنابراین توصیه می‌شود تکنیک پردازش تصویر و نرم افزارهای مرتبط و همچنین شاخص‌های کمی در مطالعات میکرومورفولوژیکی خاک مورد استفاده قرار گیرند.

#### منابع:

- بایبوردی، م (۱۳۷۲)، «خاک: پیدایش و رده‌بندی»، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۶۷۱ صفحه.
- فرامرزی، ج، حافظی مقدس، ن، گلزاریان، م. و غفوری، م. ۱۳۹۴. برآورد منحنی دانه‌بندی خاکدانه‌ای بر اساس تکنیک پردازش تصویر. نوزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و نهمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور. آذر ۱۳۹۴.
- میرکریمی، م، خرمالی، ف، کیانی، ف. و عاکف، م. ۱۳۹۰. مطالعه میکرومورفولوژیک تخلخل افقی مالیک خاک‌های مالی سولز جنوب گرگان رود تحت تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی، دانش آب و خاک، ۱۸(۱)، ۱۸۱ - ۱۹۷.
- نوروزی، م، رضانیور، ح، ربیعی، ب. و اسدی، ح. ۱۳۹۰. استفاده از نرم افزار فتوشاپ جهت پردازش تصویر مقاطع نازک میکروسکوپی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تخریب خاک و مدیریت پایدار اراضی. شهریور ماه ۱۳۹۰. دانشگاه تبریز، تبریز.
- Bruneau, P. M., Davidson, D. A., and Grieve, I. C. 2004. An evaluation of image analysis for measuring changes in void space and excremental features on soil thin sections in an upland grassland soil. *Geoderma*, 120(3), 165-175
- Brewer, R. 1976. *Fabric and mineral analysis of soils*, Robert E. Krieger Pub. Co., New York.
- Brewer, R., and Sleeman, J. R. 1960. Soil structure and fabric", *European Journal of Soil Science*, 11(1), 172-185.
- Ferreira T and Rasband, WS. 2012. ImageJ user guide, IJ 1.46r. In: U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- Filgueira, R. R., Y. A. Pachepsky and L. L. Fornier. 2003. Time-mass scaling in soil texture analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 1703-1706.
- Heilbronner, R., and Barrett, S. 2014. *Image analysis in earth sciences: microstructures and textures of earth materials*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pagliai M, La Marca M, and Lucamate G, 1983. Micromorphometric and micromorphological investigation of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. *Journal of Soil Science*, 34, 391-403.
- Rasa, K., Eickhorst, T., Tippkötter, R., and Yli-Halla, M. 2012. Structure and pore system in differently managed clayey surface soil as described by micromorphology and image analysis. *Geoderma*. 173, 10-18.
- Soil and Water Research Institute. 2002. The map of soils moisture and temperature regimes of Iran. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Ministry of Agriculture Iran.
- Stoops, G. 2003. *Guideline for analysis and description of soil and regolith thin sections*, SSSA, Madison, WI.
- Su, Y. Z., H. L. Zhao, W. Z. Zhao. and T. H. Zhang. 2004. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma* 122, 43-49.
- Yilmaz, I., and Civelekoglu, B. 2009. Gypsum: an additive for stabilization of swelling clay soils. *Applied Clay Science*, 44(1), 166-172.





# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



**Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science**

## **Soil pore types and their relations with total area using image analysis technique in some dry soils in the south of Guilan province**

Rahimi Mashkaleh<sup>\*1</sup>, M., Ramezanpour<sup>2</sup>, H., Nourozi, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

<sup>2</sup> Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Guilan, Iran

<sup>3</sup> Former Ph.D student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

### **Abstract**

Image analysis is one of the most popular and useful sciences in engineering techniques, and extensive researches and studies have been carried out in this field for a long time and abundant progress has been made. For this purpose, this research was carried out to study the soil pores and its relation with fractal dimensions and using image processing technique in two different formations in south of Guilan province. Soil sampling from two gypsiferous-salty and calcareous formations, with three replications under two slope positions (back slope and foot slope) and surface (20-0 cm) and subsoil (40-20 cm) depths was performed. Results showed that due to the large number of small pores (500-1000  $\mu\text{m}$ ) in the gypsiferous-salty formation, the total area of the pores, fractal dimension and the stability of aggregates in these formations are higher and the observed pores in this formation are mainly vugh and platy. Due to the coarseness of the pores (more than 1000  $\mu\text{m}$ ) in calcareous formations, the number of pores total area, the fractal dimension of the aggregate and the stability of the aggregates in this formation is less, and this status has provided conditions for the presence of soil fauna and animal activity in this formation. For this reason, chambers and compound packing voids pores were abundantly found in calcareous formations.

**Keywords:** Aggregate fractal dimension, Image analysis, Macro-pores, Thin section

---

\* Corresponding author, Email: rahimimastane65@gmail.com