

## تأثیر حذف آهک بر ذرات و فرسایش پذیری خاک (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی جونقان استان چهارمحال و بختیاری)

مهدی پژوهش<sup>۱\*</sup>، معصومه لطفی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

### چکیده

تاریخچه مقاله:

بافت خاک یا در صد نسبی ذرات شن، سیلت و رس با توجه به اینکه برخی از خصوصیات خاک نظیر مقاومت خاک به فرسایش پذیری، نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، CEC و رفتار خاک در مقابل شخم و دیگر عملیات خاک‌ورزی را منعکس می‌سازد، اهمیت زیادی دارد. محدوده‌ی مورد مطالعه با مساحت حدود ۱۷۱۵/۴ هکتار، در کنار سد خاکی آبیج، شرق شهرستان جونقان استان چهارمحال و بختیاری واقع شده‌است. به منظور تحقیق، ۴۰ نمونه خاک دست خورده از منطقه جمع‌آوری، سپس نمونه‌ها در هوای آزاد خشک و کوبیده شد و بعد از عبور از الک ۲ میلی‌متری، آزمایش‌های موردنظر بر روی آنها صورت گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر حذف آهک بر درصد اجزای تشکیل دهنده‌ی خاک‌های سطحی و فرسایش‌پذیری منطقه‌ی مورد مطالعه است. برای بررسی تأثیر حذف آهک بر اجزای سازنده‌ی خاک‌ها، از روش آماری Paired-Samples T-Test در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که حذف آهک بر روی در صد ذرات رس، سیلت و شن خیلی ریز تأثیر معنی‌داری داشته، اما بر روی شن تأثیر معنی‌داری نداشته‌است. همچنین نتایج تجزیه‌ی مکانیکی خاک پس از حذف کربنات کلسیم، نشان داد که میزان رس و شن خیلی ریز خاک‌ها عموماً با حذف کلسیم کربنات به طور معنی‌داری کاهش یافته، در صورتی که میزان سیلت خاک‌ها افزایش و شن خاک نیز تغییر معنی‌داری پیدا نکرده‌است. این مسئله با این فرض قابل توجیه می‌باشد که کربنات کلسیم در این خاک‌ها عمدتاً جزء بخش رس و شن خیلی ریز خاک بوده‌است که با حذف کربنات کلسیم، ذرات شن خیلی ریز به ذرات سیلت تبدیل و آهک در حد ذرات رس، به علت حل شدن از بین رفته‌است. در نتیجه با حذف کربنات کلسیم، میزان رس و شن خیلی ریز کاهش و میزان سیلت، افزایش می‌یابد. لذا با حذف آهک، انتظار می‌رود فرسایش‌پذیری خاک افزایش و در پی آن مقاومت خاک کاهش یابد.

دریافت:

۹۴/۰۸/۰۴

اصلاح:

۹۵/۲/۲۵

پذیرش:

۹۵/۱۰/۰۶

واژگان کلیدی:

فرسایش‌پذیری خاک

سد آبیج

حذف آهک

چهارمحال و

بختیاری.

### ۱- مقدمه

پدیده‌ی فرسایش و رسوب سبب شست‌وشوی عناصر غذایی خاک‌های سطحی، کاهش حاصلخیزی و قدرت تولید اراضی فرسایش یافته، بروز سیلاب‌های مخرب، کاهش عمر مفید سدها و بناهای دیگر بر اثر رسوب‌گذاری، رها شدن اراضی کشاورزی به دلیل غیراقتصادی شدن آنها در اثر فرسایش شدید، افزایش مهاجرت روستاییان و توسعه‌ی حاشیه

\* نویسنده مسئول: [drpajooesh@gmail.com](mailto:drpajooesh@gmail.com)

نشینی شهرها و به دنبال آن، بروز مشکلات اجتماعی خواهد شد (تنگستانی، ۲۰۰۶). هدررفت خاک از اساسی‌ترین معضلات زیست محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان است که بر تمام اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان اثرات مخربی دارد (Sheklabadi et al, 2003). هدررفت خاک به عنوان یک مشکل جدی زیست محیطی شناخته شده است (Ekwue et al, 2009). این پدیده در اثر ایجاد رواناب و کاهش ماده‌ی آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب را کم می‌کند (Duran Zuazo and Rodriguez Pleguezuelo, 2008).

براساس گزارش یانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۰)، حساسیت خاک به فرسایش به ویژگی‌های متعدد آن بستگی دارد؛ از جمله ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی همراه با ویژگی‌های نیم رخ خاک مثل عمق و تأثیر آن بر رشد گیاه. بنابراین مفهوم فرسایش و ارزیابی آن پیچیده است.

دیوکر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۱) نیز در مطالعات خود نشان دادند که درصد سیلت و شن خیلی ریز، همبستگی معنی‌دار مثبتی با فرسایش‌پذیری دارد؛ زیرا این ذرات خاصیت چسبندگی کمی دارند و بر اثر خیس شدن خاکدانه‌ها به سهولت پراکنده و منتقل می‌شوند؛ بنابراین، تأثیر افزایش عمده‌ای بر فرسایش‌پذیری دارند. نتایج تحقیقات فتوحی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که بین عامل فرسایش‌پذیری خاک و درصدهای سیلت و شن خیلی ریز، همبستگی مثبت و بین عامل فرسایش‌پذیری و شن، ماده‌ی آلی و کربنات‌ها همبستگی منفی وجود دارد. شبانی و همکاران (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که بین عامل فرسایش‌پذیری خاک و درصد شن، شن خیلی ریز، ماده‌ی آلی و آهک همبستگی معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) وجود دارد. آنها همچنین بیان کردند که گنجاندن در صد کربنات‌ها و شیب در معادله‌ی برآورد عامل فرسایش‌پذیری خاک، باعث بهبود تخمین آن می‌شود. نتایج مطالعه‌ی هانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در برخی از خاک‌های تایوان نیز نشان داد که ماده‌ی آلی، بیشترین همبستگی را با فرسایش‌پذیری خاک دارد. بررسی‌های قربانی واقعی و بهرامی (۱۳۸۴) نیز حاکی از آن است که فرسایش‌پذیری خاک با درصد ذرات شن، سیلت و رس خاک بیشترین همبستگی را دارد.

هانگ و همکاران (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که فرسایش‌پذیری، با درشتی یا سبکی بافت خاک نسبت معکوس دارد. آنها دریافتند که بیشترین مقدار فرسایش‌پذیری، مربوط به بافت رس سیلتی و کمترین آن مربوط به خاک سنگریزه‌دار است. در مطالعه‌ی مانیوا و دایکانیا<sup>۴</sup> (۲۰۱۳)، همبستگی معنی‌داری بین شاخص فرسایش‌پذیری خاک، بافت و ماده‌ی آلی آن ایجاد شد؛ زیرا این دو ویژگی تأثیر بسزایی در پایداری خاکدانه و نفوذ آب به خاک دارد.

آناچه<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، فاکتور فرسایش‌پذیری خاک را برای گروه‌های مختلف تاکسونومیکی محاسبه کردند. برای اطمینان یافتن از اینکه مدل ویشمایر و اسمیت (۱۹۷۸) فرسایش‌پذیری واقعی خاک را پیش‌بینی می‌کند، نتایج به دست آمده برای هر کلاس طبقه‌بندی را با ویژگی‌های خاک مربوط به آن کلاس مطابقت دادند. با توجه به اینکه هر

<sup>1</sup> Yuong

<sup>2</sup> Duiker

<sup>3</sup> Hang

<sup>4</sup> Manyiwa & Dikinya

<sup>5</sup> Anache

نوع خاک ویژگی‌های متمایزی دارد، مقدار فرسایش‌پذیری به دست آمده برای کلاس‌های مختلف طبقه‌بندی خاک نیز متفاوت می‌باشد.

واعظی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی عوامل مؤثر بر فرسایش‌پذیری، براساس رابطه‌ی جهانی فرسایش خاک در خاک‌های آهکی نشان دادند که آهک به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم خاک، در افزایش پایداری خاکدانه‌ها و نفوذپذیری و در نتیجه کاهش فرسایش‌پذیری تأثیر قابل توجهی دارد.

در رابطه‌ی جهانی فرسایش خاک، عامل فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از نمودار براساس پنج ویژگی خاک (شن درشت، شن خیلی ریز، سیلت ماده آلی، ساختمان و نفوذپذیری) برآورد می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این عامل، ممکن است تحت تأثیر سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قرار گیرد. چارمن و مورفی<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) نشان دادند که رس، معمولاً فرسایش‌پذیری خاک را کاهش می‌دهد. کاتیون کلسیم نیز نقشی مؤثر در به هم آمدن کلوئیدهای خاک و کاهش فرسایش‌پذیری آن دارد. براساس گزارش‌های گوپتا<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) نفوذپذیری و پایداری ساختمان خاک، دو ویژگی بسیار مهم آن هستند که بر عامل فرسایش‌پذیری تأثیر می‌گذارند. سانتوس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند، خاک‌هایی که دارای درصد بیشتری از ذرات شن هستند، اثر ضربه‌ی قطرات باران را بهتر کاهش می‌دهند و به دلیل سرعت بیشتر نفوذ آب، رواناب کمتری تولید می‌کنند. در پژوهشی توسط اورندلیک<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، تأثیر کربن آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی خاک، بر تخلخل خاک و ظرفیت آب قابل استفاده‌ی گیاه تأثیر مثبت دارد و فرسایش‌پذیری آن را کاهش می‌دهد. در آزمایشی زانگ<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که بین مقدار همبستگی USLE رس و عامل فرسایش‌پذیری خاک همبستگی معنی‌دار منفی وجود دارد. در ایران نیز پژوهش‌هایی در مورد عوامل مؤثر بر فرسایش‌پذیری خاک صورت گرفته است. در گزارشی، رفاهی (۱۹۹۶) بیان کرد که نمودار فرسایش‌پذیری در خاک‌های تقریباً غیرآهکی ارائه شده است؛ در حالی که در خاک‌های مناطق نیمه خشک از جمله بیشتر نقاط ایران، آهک در پایداری خاکدانه‌ها نقشی اساسی دارد. افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌تواند میزان فرسایش‌پذیری را کاهش دهد. بررسی‌های صورت گرفته توسط قاسمی و محمدی (۲۰۰۳) در حوزه‌ی آبخیز چغاخور در استان چهارمحال بختیاری، نشان داد که با افزایش درصد رس و ماده‌ی آلی، فرسایش‌پذیری خاک کمتر و با افزایش درصد سیلت، این فرسایش‌پذیری بیشتر می‌شود.

قادری و قدوسی (۲۰۰۵) نیز فرسایش‌پذیری خاک را در حوزه‌ی تلوارچای استان کردستان بررسی کردند و دریافتند که با افزایش نسبت رس به شن و سیلت، فرسایش‌پذیری خاک در واحدهای مختلف اراضی افزایش یافت. بررسی‌های کاسترو و لوگان<sup>۶</sup> (۱۹۹۱) نشان داد که آهک، از یک سو با افزایش PH موجب می‌شود گروه‌های هیدروکسیل سطح رس‌ها بیشتر یونیزه شود و در نتیجه بار منفی بیشتری تولید گردد. از سوی دیگر، وجود کاتیون کلسیم در هم‌آوری رس‌ها و پایداری آنها مؤثر است.

<sup>1</sup> Charman & Murphy

<sup>2</sup> Gupta

<sup>3</sup> Santos

<sup>4</sup> Evrendliek

<sup>5</sup> Zhang

<sup>6</sup> Castro & Logan

در پژوهشی که توسط صباح و همکاران (۱۳۷۸) در بررسی رابطه‌ی فرسایش‌پذیری خاک (k) و پایداری خاکدانه‌ها در سری‌های عمده خاک‌های دشت قزوین انجام شد، نتایج نشان داد که حذف کلسیم کربنات تأثیر معنی‌داری در کاهش میزان رس داشته‌است.

گزارش‌های کاسترانیگنانو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۰)، نشان داد که فرسایش‌پذیری خاک بر اثر ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی آن تغییر می‌کند.

در پژوهشی توسط اورندلیک و همکاران (۲۰۰۴)، اثر کربنات‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی خاک، بر تخلخل آن و ظرفیت آب قابل استفاده‌ی گیاه اثری مثبت دارد و فرسایش‌پذیری خاک را کاهش می‌دهد. در آزمایشی، زانگ و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که بین مقدار رس و عامل فرسایش‌پذیری خاک در USLE همبستگی معنی‌دار منفی وجود دارد.

لی بی سونایس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، نتیجه گرفتند که ذرات کربنات کلسیم در اندازه رس به همراه مقادیر کافی آن، بر پایداری ساختمانی خاک‌ها تأثیر قابل توجهی دارند. جعفرزاده و همکاران (۱۳۸۴) نیز اثر حذف آهک را بر روی اجزای بافت خاک مورد بررسی قرار دادند.

دویکر و همکاران (۲۰۰۱) و اورتس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که کاتیون کلسیم، در همآوری کلوئیدهای خاک و کاهش فرسایش‌پذیری نقشی مؤثر دارند.

خالید<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که کلسیم کربنات، عامل اصلی و مؤثر در فرسایش‌پذیری خاک است؛ به طوری که بالا بودن میزان فرسایش‌پذیری خاک می‌تواند با مقدار شن و کلسیم کربنات بالا در ارتباط باشد.

بافت خاک یا درصد نسبی ذرات شن، سیلت و رس با توجه به اینکه منعکس‌کننده‌ی تعدادی از خصوصیات یا رفتارهای خاک نظیر نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، CEC، مواد آلی و رفتار خاک در مقابل شخم و دیگر عملیات خاک‌ورزی است، اهمیت زیادی دارد. روش‌های مختلفی برای تعیین درصد ذرات خاک و کلاس بافت پیشنهاد شده‌است. علاوه بر روش ته‌نشینی در استوانه‌ی ویگنر که براساس تعیین چگالی تعلیق<sup>۵</sup> خاک می‌باشد، برای مشخص نمودن درصد ذرات خاک و کلاس بافت، روش‌های فوتوالکتریکی، پی‌پت و هیدرومتر مورد استفاده قرار می‌گیرد که از بین آنها دو روش پی‌پت و هیدرومتر مورد قبول بوده و متداول شده‌اند. روش هیدرومتر در سال ۱۹۲۷ توسط بایکاس، در تجزیه‌ی مکانیکی خاک استفاده شد. اساس این روش، بر پایه‌ی کاهش تدریجی چگالی تعلیق خاک در طول زمان است که بر اثر ته‌نشینی ذرات از محاذات حباب هیدرومتر حاصل می‌شود. والتر و همکاران نیز نشان دادند که نتایج حاصل شده از هیدرومتر و پی‌پت، با همدیگر همخوانی خوبی دارند (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۸۴).

<sup>1</sup> Castrignano

<sup>2</sup> Le Bissonais

<sup>3</sup> Orts

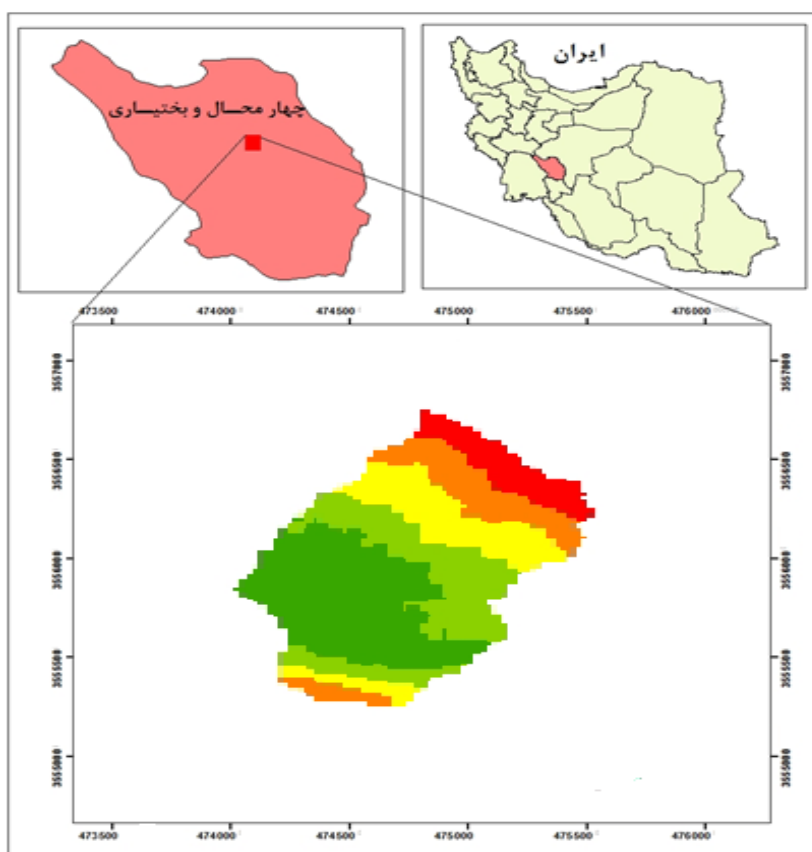
<sup>4</sup> Khalid

<sup>5</sup> Suspension

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه با مساحت حدود ۱۷۱۵/۴ هکتار، در کنار سد خاکی آبیچ، شرق شهرستان جونقان استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. کوه شیخ در جنوب غربی و کوه جهان‌بین در شمال شرقی منطقه قرار دارد و از سمت غرب به سد خاکی آبیچ محدود می‌گردد. این منطقه با ارتفاع متوسط ۲۱۴۰ متر از سطح دریا بین طول‌های جغرافیایی ۵۰ درجه، ۴۳ دقیقه، ۱۴ ثانیه و ۵۰ درجه، ۴۵ دقیقه و ۴۷ ثانیه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه، ۷ دقیقه، ۴۳ ثانیه و ۳۲ درجه، ۹ دقیقه و ۱ ثانیه شمالی قرار گرفته است. منطقه‌ی آبیچ در ارتفاعات زاگرس مرکزی، بین دو گسل اردل و ابر گسلی زاگرس قرار دارد و خود از نظر زمین‌شناسی نوعی گراین محسوب می‌شود. حداقل و حداکثر متوسط درجه‌ی حرارت ماهانه به ترتیب ۲/۵ و ۲۰/۲ درجه سانتی‌گراد، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه ۱۹۶۹/۵ میلی‌متر و نزولات جوی سالانه ۴۷۵/۵۲ میلی‌متر است و جزو مناطق نیمه‌خشک به شمار می‌رود (اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۸۹).



شکل ۱. موقعیت حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه

## ۳- یافته‌ها (نتایج)

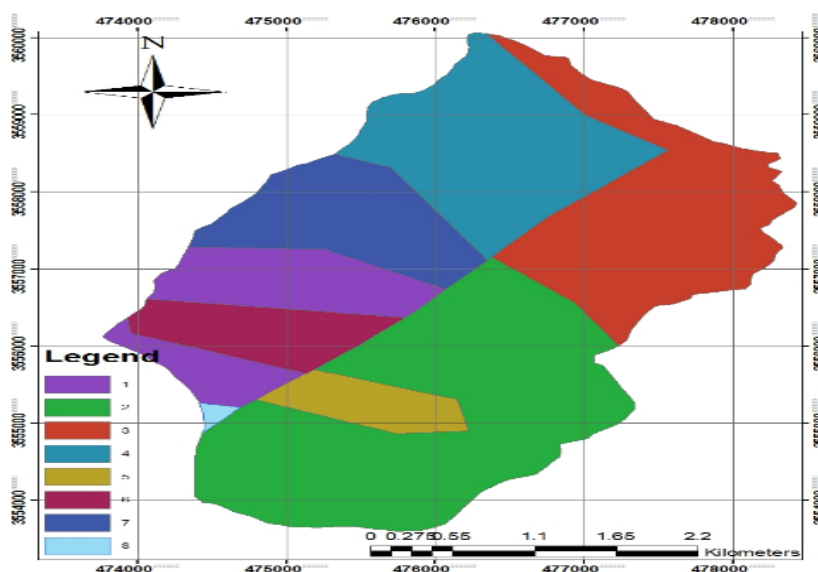
برای تهیه نقشه‌ی واحد همگن به روش دکتر مخدوم، ابتدا نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع (DEM) حوضه با استفاده از نقشه‌ی توپوگرافی در نرم‌افزار ARC GIS 9.3 تهیه، سپس با تلفیق نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت شیب و زمین‌شناسی حوضه با استفاده از دستور Intersect در محیط نرم‌افزار ARC GIS 9.3، نقشه‌ی واحد همگن تهیه شد (مخدوم، ۱۳۸۱).

پس از تقسیم منطقه به واحدهای کاری همگن، نقاط نمونه‌برداری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در هر واحد همگن مشخص، سپس در هر واحد به نمونه‌برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری پرداخته شد. در مجموع ۴۰ نمونه خاک از منطقه جمع‌آوری، سپس نمونه‌های دست‌خورده در هوای آزاد، خشک و کوبیده شد و پس از عبور از الک ۲ میلیمتری به منظور انجام عملیات آزمایشگاهی، به آزمایشگاه منتقل گشت.

یکی از روش‌های تعیین درصد فراوانی ذرات خاک در آزمایشگاه، روش هیدرومتر است. هیدرومتر یک وسیله‌ی چگالی سنج یا غلظت سنج است که به کمک آن می‌توان غلظت ذرات را در سو سپانسیون خاک اندازه‌گیری کرد. سو سپانسیون خاک مخلوطی از مقدار مشخص خاک و آب است که با اضافه نمودن یک نمک حاوی سدیم، مثل هگزا متا فسفات سدیم استفاده می‌شود و ذرات ثانویه‌ی خاک متلاشی شده، به صورت ذرات اولیه‌ی شن، سیلت و رس در می‌آیند. با اندازه‌گیری غلظت سو سپانسیون خاک در زمان‌های معین، پس از به هم زدن کامل سو سپانسیون می‌توان درصد هر یک از این ذرات را به دست آورد. با وجود اینکه روش قرائت کامل هیدرومتر در تعیین بافت خاک از دقت بالایی برخوردار می‌باشد، از سوی دیگر مستلزم صرف وقت و امکانات است. به همین سبب دانشمندان به منظور صرفه‌جویی در وقت و هزینه، قرائت‌های متفاوت و کمتری را پیشنهاد داده‌اند؛ از جمله روش چهار قرائت، دو قرائت بایکاس، دو قرائت ۴۰ ثانیه و ۲ ساعت.

برای تعیین بافت خاک به روش حذف آهک، ابتدا ۲۰ گرم از نمونه خاک در یک لوله‌ی سانتریفیوژ ۲۵۰ میلی‌لیتری قرار دادیم و به آن ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر NaOH اضافه کردیم. سپس محلول را خوب به هم زدیم و آن را تا حدود ۸۰ درجه، برای نیم ساعت حرارت دادیم. محلول را از روی HOT Plate برداشتیم. پس از سرد شدن، آن را به مدت ۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ کردیم (Nelson, 1982).

در نهایت، بافت خاک شامل در صد رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس تعیین شد. برای تعیین درصد شن ریز (۰/۱-۰/۰۵ میلی‌متر) و شن درشت (۲-۰/۱ میلی‌متر) به وسیله‌ی الک، جداسازی صورت گرفت (Gee and Bauder, 1986)



شکل ۲: نقشه واحدهای همگن حوضه‌ی آبخیز جونقان

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

برای بررسی تأثیر حذف آهک بر درصد اجزای تشکیل دهنده‌ی خاک، از آزمون برابری میانگین‌های دو گروه وابسته‌ی Paired-Samples T-Test (مشاهدات زوجی) استفاده کردیم. هدف از این آزمون - که به آزمون قبل و بعد نیز معروف می‌باشد - برابری میانگین‌های دو گروه وابسته است. پیش فرض آزمون، نرمال بودن متغیر مورد مطالعه در دو گروه می‌باشد. اجرای این آزمون با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف<sup>۱</sup> صورت می‌گیرد که آزمونی ناپارامتری برای بررسی توزیع مشاهدات است. پیش فرض SPSS، انجام آزمون برای بررسی توزیع نرمال است. ویژگی‌های اجزای خاک و فرسایش پذیری ۴۰ نمونه‌ی آن، قبل از حذف آهک و بعد از آن به ترتیب در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

جدول ۱: برخی خصوصیات خاک و فرسایش پذیری آن قبل و بعد از حذف کلسیم کربنات خاک

شماره نمونه	قبل از حذف آهک					بعد از حذف آهک				
	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن خیلی ریز	فرسایش پذیری خاک	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن خیلی ریز	فرسایش پذیری خاک
۱	۱۸/۳۷	۴۰/۸۲	۴۰/۸۲	۵/۴۰	۰/۲۹	۳۱/۲۵	۲۹/۹۱	۳۸/۸۴	۴/۵	۰/۲۵
۲	۷/۴۳	۴۸/۹۸	۴۳/۵۹	۴/۲۰	۰/۲۸	۲۶/۵۴	۱۶/۳۲	۵۷/۱۴	۴/۲	۰/۲۶
۳	۳۰/۲۴	۴۹/۳۵	۲۰/۴۱	۸	۰/۲۷	۳۳/۵۱	۱۴/۶۶	۵۱/۸۳	۷/۲	۰/۲۶
۴	۱۴/۲۹	۴۲/۴۹	۴۳/۲۲	۲/۸	۰/۲۵	۳۸/۲۹	۱۵/۲۷	۴۶/۴۳	۲/۶	۰/۱۹
۵	۱۲/۲۴	۴۴/۹۰	۴۲/۸۶	۴	۰/۲۵	۳۹/۶۴	۱۸/۶۸	۴۱/۶۸	۴/۲	۰/۱۸
۶	۱۵/۷۶	۵۳/۶۳	۳۰/۶۱	۰/۴	۰/۱۷	۹/۲۸	۵۳/۶۱	۳۷/۱۱	۲/۴	۰/۱۵

<sup>۱</sup> Kolmogorov-smirnov

بعد از حذف آهک					قبل از حذف آهک					شماره نمونه
فرسایش پذیری خاک	درصد شن خیلی ریز	درصد سیلت	درصد رس	درصد شن	فرسایش پذیری خاک	درصد شن خیلی ریز	درصد سیلت	درصد رس	درصد شن	
۰/۲۷	۳/۱	۵۳/۴۱	۱۹/۰۲	۲۷/۵۶	۰/۳۲	۳/۸	۱۸	۲۶/۵۳	۵۵/۴۷	۷
۰/۳۵	۵	۵۵/۷۸	۲۲/۶۲	۲۱/۶	۰/۳۹	۲/۴	۲۲/۸۲	۲۷/۸۴	۴۹/۳۵	۸
۰/۲۳	۳/۲	۳۸/۶۱	۵۳/۴۳	۲۵/۹۶	۰/۳۳	۴/۴	۴۹/۳۵	۳۶/۷۳	۱۳/۹۲	۹
۰/۲۹	۲/۱	۴۷/۵۵	۱۹/۴۲	۳۳/۰۳	۰/۳۴	۲	۲۰/۹۸	۳۲/۶۵	۴۶/۳۷	۱۰
۰/۲۳	۱/۹	۴۵/۰۱	۴۱/۱۳	۱۳/۸۶	۰/۲۷	۲/۲	۴۵/۶۳	۴۲/۸۶	۱۱/۵۱	۱۱
۰/۱۸	۴/۲	۳۸/۵۳	۴۸/۰۹	۱۳/۳۸	۰/۲۶	۹/۸	۴۰/۸۲	۴۳/۴۳	۱۵/۷۶	۱۲
۰/۲۱	۴/۶۲	۶۴/۸۵	۱۳/۷۳	۲۱/۴۲	۰/۳۲	۴/۶	۵۱/۰۲	۴۷/۵۱	۱/۴۷	۱۳
۰/۲۵	۳/۹	۴۲/۰۸	۴۳/۴۸	۱۴/۴۴	۰/۳۳	۵/۲	۳۹/۵۱	۴۰/۰۸	۲۰/۴۱	۱۴
۰/۲۱	۴/۶۰	۳۷/۳۵	۴۱/۳۰	۲۱/۳۵	۰/۲۸	۴/۸	۳۴/۵۳	۴۱/۷۱	۲۳/۷۶	۱۵
۰/۱۹	۲/۷۰	۳۸/۲۵	۴۳/۷۵	۱۸	۰/۲۸	۳/۶	۳۲/۶۵	۴۱/۳۹	۲۵/۹۶	۱۶
۰/۲۱	۵	۴۵/۶۴	۳۴/۱۹	۲۰/۱۷	۰/۲۷	۵/۶	۴۱/۹۲	۵۰/۲۹	۷/۸۰	۱۷
۰/۲۰	۳/۶۰	۴۴/۹۰	۳۴/۶۹	۲۰/۴۱	۰/۲۷	۲	۳۸/۷۸	۵۳/۶۳	۷/۵۹	۱۸
۰/۳۴	۲/۹۰	۵۷/۸۹	۲۱/۱۰	۲۱/۰۱	۰/۳۸	۳/۸	۱۹/۶۷	۲۷/۸۴	۵۲/۴۹	۱۹
۰/۲۱	۵/۸۰	۳۷/۳۳	۳۸/۷۱	۲۳/۹۶	۰/۲۵	۹/۸	۴۲/۸۶	۴۳/۴۳	۱۳/۷۱	۲۰
۰/۲۴	۴/۲۰	۵۰/۹۷	۲۸/۱۲	۲۰/۹۱	۰/۲۷	۶/۴	۴۵/۹۲	۴۸/۵۳	۵/۵۵	۲۱
۰/۲۰	۲/۲۰	۳۹/۸۸	۴۰/۸۲	۱۹/۳۱	۰/۱۹	۵/۶	۳۷/۸۴	۵۲/۳۳	۹/۸۴	۲۲
۰/۲۰	۲/۴۰	۵۰/۷۵	۲۵	۲۴/۲۵	۰/۲۷	۳/۲	۴۰/۸۲	۴۶/۲۰	۱۲/۹۸	۲۳
۰/۲۲	۱/۱۰	۳۸/۱۱	۳۵/۷۸	۲۶/۱۱	۰/۲۶	۱/۶	۴۳/۴۳	۴۵/۸۰	۱۰/۷۸	۲۴
۰/۲۳	۲/۶۰	۴۳/۵۸	۳۴/۵۶	۲۱/۸۶	۰/۲۳	۳/۸	۴۲/۸۶	۴۵/۴۷	۱۱/۶۷	۲۵
۰/۲۲	۴/۲۰	۴۱/۹۶	۳۷/۵۳	۲۰/۵۱	۰/۲۹	۴	۳۵/۲۷	۳۸/۷۸	۲۵/۹۶	۲۶
۰/۲۲	۳/۴۰	۴۳/۰۳	۳۵/۰۸	۲۱/۸۹	۰/۲۹	۵	۱۳/۱۸	۳۹/۱۴	۴۷/۶۷	۲۷
۰/۲۴	۴/۷	۳۷/۵۷	۳۵/۱۵	۲۷/۲۸	۰/۲۵	۳	۴۰/۸۲	۵۳/۶۳	۵/۵۵	۲۸
۰/۲۱	۴/۸۷	۵۷	۲۲/۹۲	۲۰/۰۸	۰/۳۱	۴/۶	۴۲/۸۶	۴۴/۱۶	۱۲/۹۸	۲۹
۰/۱۸	۳/۴	۳۷/۳۷	۴۹/۴۹	۱۳/۱۴	۰/۲۳	۳/۲	۳۹/۵۱	۴۸/۲۴	۱۲/۲۴	۳۰
۰/۲۸	۳/۶	۴۲/۰۴	۲۴/۲۵	۳۳/۷۱	۰/۲۵	۴	۴۴/۹۰	۴۵/۴۷	۹/۶۳	۳۱
۰/۲۸	۲/۰۸	۴۹/۷۰	۴۳/۷۳	۶/۵۷	۰/۲۳	۱/۸۶	۴۲/۹۸	۴۷/۸۱	۹/۲۱	۳۲
۰/۱۹	۲/۰۷	۳۶/۹۰	۵۷/۹۶	۵/۱۴	۰/۲۲	۳/۱۲	۳۹/۸۸	۴۷/۹۰	۱۲/۲۲	۳۳
۰/۱۴	۴/۱۷	۳۰/۴۳	۶۰/۶۳	۸/۹۷	۰/۱۸	۴/۶۴	۳۴/۴۸	۴۹/۲۵	۱۶/۲۷	۳۴
۰/۱۷	۲/۵۲	۳۶/۳۵	۵۳/۰۷	۱۰/۵۸	۰/۲۱	۳/۹۷	۳۸/۸۵	۴۵/۷۲	۱۵/۴۴	۳۵
۰/۱۹	۱/۲۲	۳۸/۲۵	۵۳/۳۲	۸/۴۳	۰/۲۸	۳/۲۶	۴۶/۹۶	۴۱/۹۸	۱۱/۰۶	۳۶
۰/۱۷	۱/۸۰	۳۵/۵۵	۵۸/۸۸	۵/۵۶	۰/۲۲	۲/۵۸	۴۰/۴۰	۵۰/۶۸	۸/۸۲	۳۷
۰/۱۵	۶/۸۴	۳۵/۳۷	۳۶/۷۹	۲۷/۸۴	۰/۱۸	۸/۰۳	۳۸/۴۳	۳۲/۷۷	۲۸/۸۰	۳۸
۰/۲۴	۳/۱۴	۳۹/۷۳	۵۵/۴۶	۴/۸۱	۰/۳۱	۳/۸۸	۴۳/۷۴	۴۲/۲۸	۱۳/۹۸	۳۹



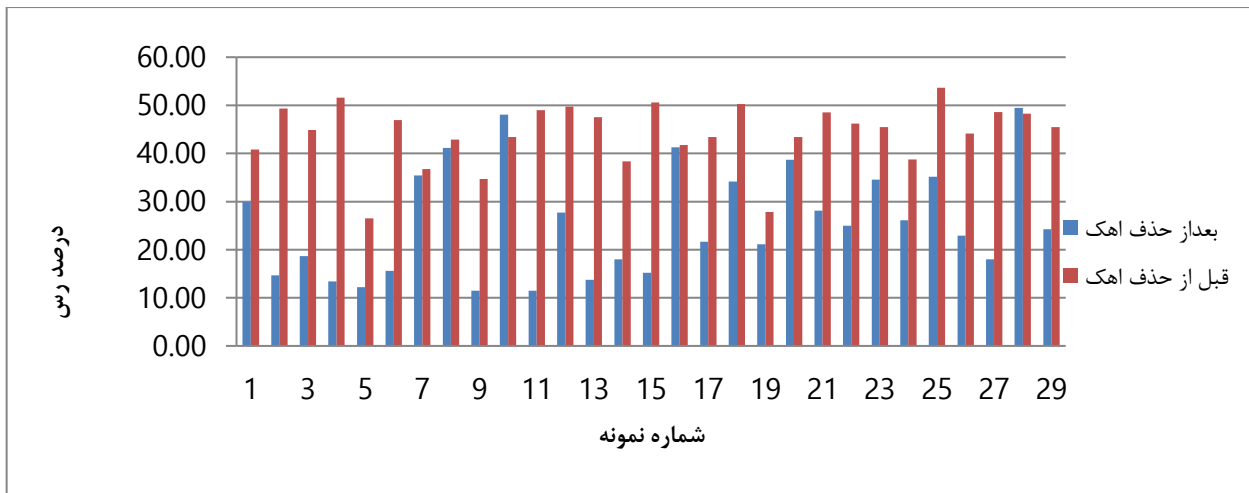
شماره نمونه	قبل از حذف آهک					بعد از حذف آهک				
	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن خیلی ریز	فرسایش پذیری خاک	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن خیلی ریز	فرسایش پذیری خاک
۴۰	۱۵/۰۵	۴۶/۱۹	۳۸/۷۶	۳/۳۶	۰/۲۵	۶/۹۵	۴۷/۷۸	۴۵/۲۷	۴/۱۹	۰/۲۳

براساس آزمون t جفتی، تفاوت بین اجزای خاک قبل و بعد از حذف آهک بررسی و در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آماری و نتایج آزمون t به ترتیب در جدول ۳ نشان داده شده است.

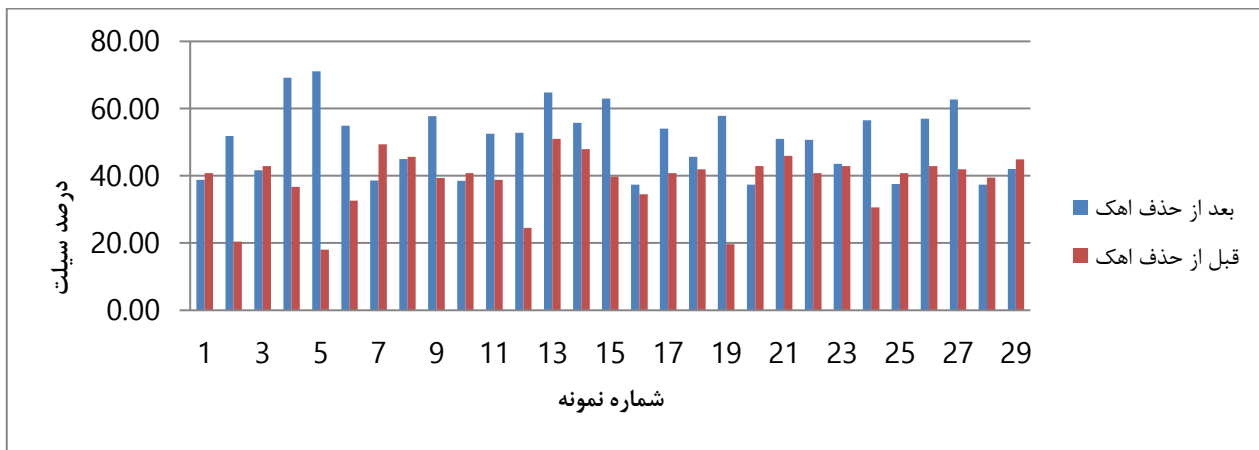
جدول ۳: نتایج آزمون t جفتی

معنی داری	t	حداکثر	حداقل	میانگین خطای استاندارد	واریانس	میانگین	عامل
۰/۰۰۱	۳/۶۹	۱۱/۸۸	۳/۴۶	۲/۰۸	۱۳/۱۷	۷/۶۷	رس
۰/۰۰۵	-۲/۹۶	-۱/۸۸	-۱۰/۰۲	۲/۰۱	۱۲/۷۳	-۵/۹۵	سیلت
۰/۴۶۵	-۰/۷۴	۲/۹۹	-۶/۴۴	۲/۳۳	۱۴/۷۵	-۱/۷۲	شن
۰/۰۱۰	۲/۶۹	۱/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۴	۱/۴۹	۰/۶۴	شن خیلی ریز
۰	-۸/۵	-۰/۳۵	-۰/۵۷	۰/۰۰۵	۰/۳۴	-۰/۴۶	فرسایش پذیری خاک

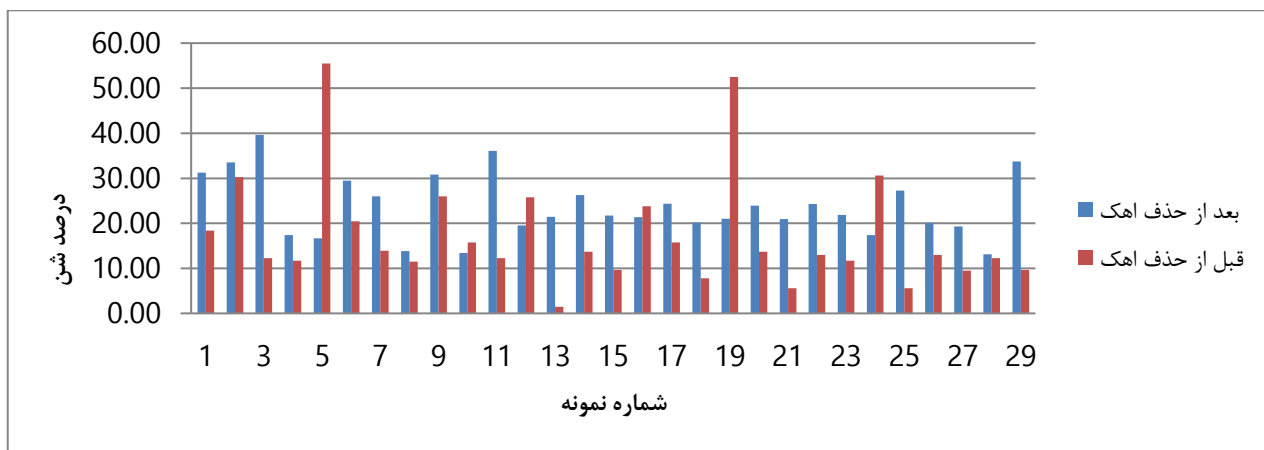
همان طور که در جدول فوق مشاهده می شود؛ حذف آهک در سطح احتمال ۵ درصد، بر درصد رس، سیلت و شن خیلی ریز اثر معنی داری دارد. از آنجا که در محاسبه ی فرسایش پذیری خاک، عوامل فوق نقش تأثیر گذاری دارند؛ لذا حذف آهک سبب می شود درصد واقعی ذرات خاک و در نتیجه مقدار عامل فرسایش پذیری آن تغییر یابد. نمودار ۳ - ۷، درصد رس، شن خیلی ریز، سیلت، شن و فرسایش پذیری خاک را قبل و بعد از حذف آهک خاک نشان می دهد. با توجه به جدول بالا و نمودارهای زیر، حذف آهک علاوه بر تغییر در درصد شن، سبب شده تغییر معنی داری در درصد ذرات خاک نیز صورت گیرد. پس از حذف آهک، میزان رس کاهش چشمگیر و میزان سیلت به طور معنی داری افزایش یافته است.



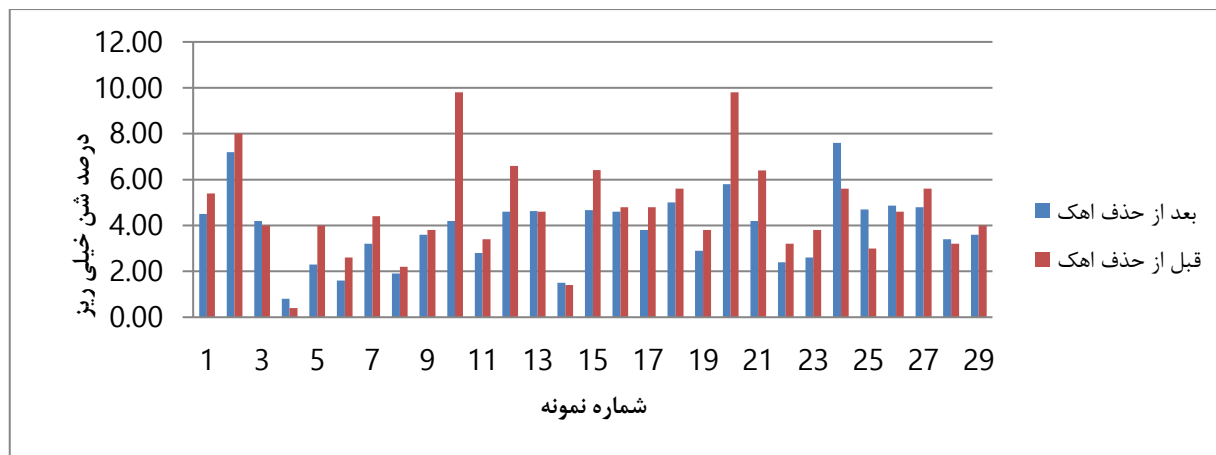
شکل ۳: درصد رس قبل و بعد از حذف آهک



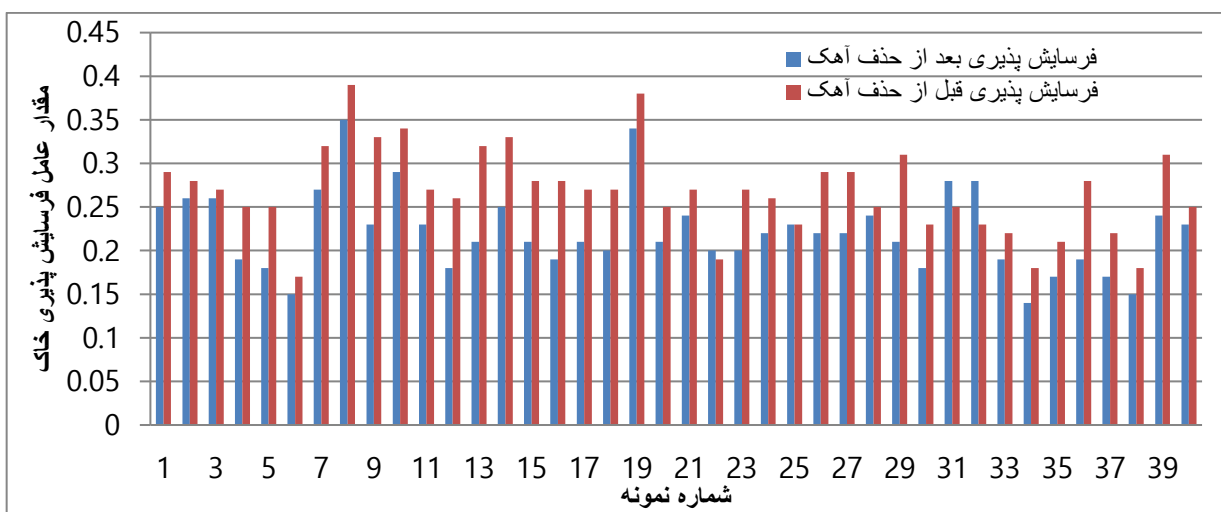
شکل ۴: درصد سیلت قبل و بعد از حذف آهک



شکل ۵: درصد شن قبل و بعد از حذف آهک



شکل ۶: درصد شن خیلی ریز قبل و بعد از حذف آهک



شکل ۷: مقدار عامل فرسایش پذیری خاک قبل و بعد از حذف آهک

شکل ۷، مقدار عامل فرسایش پذیری خاک در ۴۰ نمونه‌ی گرفته شده در واحدهای همگن را نشان می‌دهد. از آنجا که آهک موجود در خاک می‌تواند به اندازه‌ی ذرات شن و سیلت و رس تبدیل شود؛ لذا با حذف آهک، تغییر چشمگیری در درصد این ذرات رخ می‌دهد.

### ۵- پیشنهادها

با توجه به تأثیر فراوان سازندهای زمین‌شناسی بر تولید رسوب، بایستی این عامل مهم در اجرای برنامه‌های حفاظت خاک قابل توجه قرار گیرد. احداث هرگونه سازه برای کاهش رسوب، باید با شناسایی واحدهای زمین‌شناسی مناطق مورد مطالعه صورت گیرد. یکی از مشکلات پیش روی کاربران مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب در ایران، استفاده از مدل‌هایی است که برای خارج از کشور تهیه شده و بالطبع در این مدل‌ها به خصوص در مورد عامل زمین‌شناسی، بسته به تنوع سنگی کشور مبدع امتیازاتی به لیتولوژی‌ها نسبت داده‌اند که به دلایلی چند در مورد کشور

پهناور ایران با این همه تنوع لیتولوژیکی همخوانی ندارد. در راستای کاهش مشکلات مدل‌های تجربی یاد شده، افزایش بهره‌وری و بومی‌سازی، شناسایی کانی‌ها و سازندها ضروری می‌باشد.

### منابع

۱. اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری. ۱۳۸۹. آمار ماهانه و سالانه‌ی داده‌های هواشناسی ایستگاه دزک.
۲. جعفرزاده، ع. ا.؛ فرج‌زاده، د. و م. ر. نیشابوری، ۱۳۸۴. مقایسه‌ی بافت و کلاس بافت خاک تعیین شده به روش هیدرومتر با تعداد قرائت‌های مختلف، نهمین کنگره‌ی علوم خاک ایران، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
۳. صباح، آ.؛ گرجی، م.؛ رفاهی، ح. و ص. شاهوئی، ۱۳۷۸. بررسی رابطه‌ی فرسایش‌پذیری خاک (k) و پایداری خاکدانه‌ها در سری‌های عمده یخاک‌های دشت قزوین. *مجله‌ی علوم کشاورزی ایران*. ۳، ۶۰۹-۵۹۵.
۴. قربانی واقعی ح. و ح. ع. بهرامی، ۱۳۸۴. ارزیابی تغییرات عامل فرسایش‌پذیری خاک به روش وزنی در دو مدل USLE و RUSLE به کمک GIS در خاک‌های شمال شرق استان لرستان. سومین همایش فرسایش و رسوب. ۶ تا ۹ شهریورماه. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. تهران.
۵. واعظی، ع. ر.؛ بهرامی، ح.؛ صادقی، ح. ر. و م. ح. مهدیان، ۱۳۸۸. عدم قطعیت عامل فرسایش‌پذیری (k) برآوردی با استفاده از نمودار USLE در خاک‌های آهکی شهرستان هشتگرد، شمال غربی ایران. *مجله‌ی تحقیقات آب و خاک ایران* (۴۰) ۱. ۲۷-۳۴.
۶. مخدوم، م. ۱۳۸۱. شالوده‌ی آمایش سرزمین. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.
7. Anache, J. A. A.; acchi, C. G. V.; Panachuki, E. & Alves, T. 2015. Assessment of methods for predicting soil erodibility in soil loss modeling. *Geociencia* 34, 32 - 40.
8. Castrignanoo, A.; Giugliarini, L.; Risaliti, R.; & Martinelli, N. 2000. Study of spatial relationships among some soil Physico-Chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics, *Geoderma*, 97, 39 - 60.
9. Castro, C. F.; & T. J. Logan, 1991. Limming effectson the stability and erodibility of some Brazilian oxisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55, 1407 - 1413.
10. Charman, P. E. V.; & B. W. Murphy, 2000. Soils (their properties and management). Second edition, Land and Water Conservation, New South Wales, Oxford. 206 – 212 PP .
11. Duiker, S. W.; Flanagan, D. C. & R. Lal. 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five majorsoils of southwest Spain. *Catena*, 45, 103 - 121.
12. Duran Zuazo, V. H.; & C. R. Rodriguez Pleguezuelo, 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agron. For Sust. Develop.* 28, 65 - 86.
13. Evrendliek, F.; Celik, I.; & S. Kilic, 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil Properties along adjacent Mediterranean forests, grassland and cropland ecosystems. *Journal of Arid Environment*, 59, 743 - 752.
14. Ekwue, E. I.; Bharat, C.; & K. Samaroo, 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. *Bios. Engine.* 102, 236 - 243.
15. Fotouhi, F.; Azimzadeh, H. R.; Talebi, A.; & M. R. Ekhtesasi, 2012. Analyzing the Changes of Soil Erodibility Index (K) in the Soils of Arid Regions and the Effective Factors in Central Iran (Case Study: Yazd - Ardakan Plain). *DESERT* 17, 65 - 75.

16. Gupta, O. P. 2002. Water in relation to soils and plants. Agrobios, India. 31 - 34 PP.
17. Ghaderi, N., & J. Ghoddosi, 2005. Study of soil erodibility in lands units from Telvarchai watershed. Proceedings of the Third National Conference of Erosion & Sediment (In Persian). Tehran. Iran. 367 - 372.
18. Ghasemi, A.; & J. Mohammadi, 2003. Study of spatial variation of soil erodibility, a case study in Cheghakhor watershed in Chaharmahal-e-Bakhtiyari province. Proceedings of the Eighth Soil Science Congress of Iran (In Persian). Rasht. Iran. Pp: 864 - 865
19. Gee, G. W. & J. W. Bauder, 1986. Particle size analysis. In: Klute A. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison. Wisconsin. USA. pp. 383 - 411.
20. Hang, J. J.; Lin, C. P. & Y. M. Wang, 2012. Soil loss and erodibility factor for improving conservation specification design in South Western Taiwan. *International Journal of Physical Sciences* 17, 216 - 2628.
21. Hang, J. J.; Lin, C. P. & Y. M. Wang, 2013. Determination of soil erodibility index for Taiwan mountainous area. Research Journal of Applied Sciences. Engineering and Technology. Department of Civil Engineering. *National Pingtung University of Sciences and Technology* 17, 4343 - 4348.
22. Khalid, F., & D. A. Hassan Moatasim. 2012. Effect of calcium carbonate on the erodibility of some calcareous soils by water erosion. Soil and Water Resource Dept. / College of Agri. and Forestry /Mosul Univ./Iraq .Vol. ( 40 ) No.( 4 ).
23. Le Bissonnais, Y. D.; Blavet, G.; Denoni, Asseline, J., & C. Chenu, 2007. Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *Eur. J. Soil Sci.* 58, 188 – 195.
24. Manyiwa, T., & O. Dikinya, 2013. Using universal soil loss equation and soil erodibility factor to assess soil erosion in Tshesebe villag, Northeast Botswana. *African Journal of Agricultural Research* 30, 4170 - 4178.
25. Mermut, A. R.; & R. J. Aranaud, 1981. A micromorphology study of calcareous soil horizons in Saskatchewan soil. Can.
26. Nelson R. E. 1982. Carbonate and Gypsum. In: Page A.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2<sup>nd</sup> ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI. USA. pp. 181 - 197.
27. Orts, J. W.; Sojka, R. E. & G. M. Glenn, 2000. Biopolymer additives to reduce erosion-induced soil losses during irrigation. *Industrial Crops and Products*, 11, 19 - 26.
28. Rafahi, H. G, 1996. Soil erosion by water and conservation (In Persian). *Tehran University Publication*, Pp: 141 - 147.
29. Santos, F. L.; Reis, J. L.; Martins, O. C.; Castanheria, N. L., & R. P. Serralherio, 2003. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. *Biosystems Engineering*, 86 (3), 355 - 364.
30. Shabani, F.; Kumar, L. & A. Esmaeili, 2014. Improvement to the prediction of the USLE K factor. *Geomorphology* 204, 229 - 234.
31. Sheklabadi, M.; Khademi, H., & A. H. Charkhabi, 2003. Runoff and sediment generation in soils with different parent material in Gelabad watershed. *J. Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour.* 7: 2. 85 - 100. (In Persian).
32. Tangestani, W. H. 2006. Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment, Afzar Catchment, Fars Province, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*. 27, 585 - 597.
33. Yuong, R. A.; Romkens, M. J. M., & D. K. McCool, 1990. Temporal variations in soil erodibility. In: Bryan, R.B. (Ed.), *Soil Erosion- Experiments and Models*. Catena, supplement 17, Verlag, Cremlingen –Destedt, Pp: 101 - 111.

34. Zhang, K.; Li, S.; Peng, W., & B. Yu, 2004. Erodibility of agricultural soils and loess plateau of China Soil & Tillage Research, 76, 157 - 165.

---

## Lime removal impacts on the soil particles and erodibility Case study :( watershed Jooneghan, chaharmahal va bakhtiari province)

Pajouhesh, M<sup>1\*</sup>. Lotfi, M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Rangeland & Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources & Earth Science,  
University of Shahrekord*

---

### Article History:

**Received:**

26.10.2015

**Revised:**

14.5.2016

**Accepted:**

26.12.2016

---

### Keywords:

*Soil erodibility*

*Ayej dam*

*Lime removal  
chaharmahal va  
bakhtiari*

### Abstract

Soil or relative percentage of sand, silt and clay reflects some texture characteristics such as permeability, water holding capacity, CEC, and soil behavior in return to the plow and other tillage operations is very important.

The study area covers an area of 1715.4 hectares, near the Aiej soil dam, East of Jooneghan city, Chaharmahal and Bakhtiari Province. For this study, 40 disturbed soil samples were collected from the area. Air dried samples were crushed and passed through a 2 mm sieve. The aim of this study is to evaluate the effect of lime removal on the particle size percentage of surface soils in some parts of studied area. In this study, tissue was determined by gauging Baykas. To evaluate the impact of the removal of lime on the soil components, Paired-Samples T-Test statistical method was used at level 0.05. The results showed that the removal of lime has a significant influence on the amounts of clay, silt and very fine sand particles, but does not have such a significant effect on the sand grains. Mechanical analysis of the soil after the removal of calcium carbonate also showed that very fine clay and sandy soils, significantly decreased, while the silt soils increase. Sand has not significantly changed. The problem can be solved with this assumption that the calcium carbonate clay and sand very fine soils are mostly dissolved within lime removal process. Therefore, the amount of clay and fine sand gains reduce, but the silt increases.

---