

بررسی توزیع کربنات‌ها در اجزای اندازه‌ای برخی از خاک‌های استان خوزستان

سیروس جعفری^{۱*}، مریم کریم‌زاده^۱ و عباس عبدشاهی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۲۸)

چکیده

خصوصیات اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک متأثر از کربنات‌ها است. با هدف تعیین توزیع کربنات‌ها در اجزای اندازه‌ای برخی از خاک‌های استان خوزستان این مطالعه انجام شد. خاک‌های سرآب تا پایاب رودخانه‌های کارون، کرخه و جراحی در اعماق ۵۰-۱۰۰، ۱۰۰-۱۵۰ سانتی‌متری مطالعه شد. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر کربنات‌ها در خاک‌های حوضه رودخانه جراحی (۳۷٪) اختلاف معنی‌داری با میزان آن در خاک‌های دو رودخانه دیگر داشت (۳۳٪). کربنات‌ها در همه اجزای اندازه‌ای خاک ملاحظه شد ولی به بیشترین میزان در جزء رس وجود داشتند. بیشترین رابطه رگرسیونی بین ذرات خاک در جزء رس بود (۳۷۵/۰). بیشترین درصد کاهش ذرات پس از حذف کربنات‌ها، به ذرات سلیت درشت مربوط بود (۷۵/۰). بنابراین بافت خاک در جراحی از رسی، در کارون از رسی و رسی سیلتی و در کرخه از رسی سیلتی در اثر حذف کربنات‌ها به لوم شنی تغییر یافت. توزیع میزان کربنات‌ها در اعماق مختلف برای خاک‌های رودخانه‌ها و کل خاک‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نداشت. توزیع به نسبت یکسان اندازه کربنات‌ها در چهار جزء مورد بررسی در این خاک‌ها از سطح تا عمق، نشان داد که کربنات‌ها از مواد مادری یعنی رسوبات آبرفتی سیلابی این رودخانه‌ها نشأت گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: جراحی، رس، سیلت ریز، کارون، کربنات، کرخه

۱. گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: siroosjafari@asnruk.ac.ir

مقدمه

خصوصیات اکثر خاک‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت تأثیر کربنات‌ها قرار می‌گیرد. این خاک‌ها به‌عنوان خاک‌های آهکی شناخته می‌شوند که حدود ۱۲ درصد خاک‌های سراسر جهان را به‌خود اختصاص داده‌اند (۴) و از لحاظ فیزیکی و شیمیایی رفتاری متفاوت از خاک‌های غیرآهکی داشته و حاوی ۵ درصد یا بیشتر کربن غیرآلی یا کربنات کلسیم معادل هستند (۲۴). حدود ۶۵ درصد از خاک‌های ایران، به‌دلیل اقلیم و مواد مادری، آهکی هستند (۵). حضور کربنات‌های کلسیم در خاک به‌واسطه تأثیر بر پ‌هاش و قدرت تامپونی آن، توزیع اندازه‌ی ذرات، ساختمان خاک، ظرفیت نگهداشت آب و جریان آب در خاک، خصوصیات خاک‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵).

کانی‌های کربناته ممکن است به‌صورت اولیه از مواد مادری غنی از کربنات نشأت گرفته و یا به‌صورت پدوژنیک (ثانویه)، از رسوب مجدد کربنات‌های ثانویه شکل بگیرند. کلسیت و آراگونیت (CaCO_3)، دولومیت ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) و منیزیت (MgCO_3)، کانی‌های کربناته کلسیم و منیزیم موجود در خاک‌های آهکی هستند (۲). کلسیت از رایج‌ترین کانی کربناته در خاک است و می‌تواند به‌صورت پدوژنیک و یا به‌ارث رسیده از مواد مادری آهکی باشد. کربنات‌ها در خاک‌های خوزستان اغلب به‌صورت اولیه بوده و به‌دلیل اقلیم فراخشک و خاک جوان به‌میزان خیلی کمی آبشویی شده‌اند (۱۰).

دشت خوزستان، از رسوبات رودخانه‌های کارون، کرخه، دز و جراحی تشکیل شده است. به‌علت تنوع جنس سازنده‌های منشأ رسوبات این رودخانه‌ها، مواد مادری این خاک‌ها با یکدیگر متفاوت هستند (۲۷). مطالعات خاک‌های خوزستان نشان داده است که میزان کربنات‌ها در خاک‌های خوزستان، بین ۳۰ تا ۵۰ درصد متغیر است (۱۰). جعفری (۹) در بررسی اثر کشت و کار بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های دارای افق کلسیک در هفت تپه با استفاده از مطالعات مقاطع نازک و سی‌تی‌اسکن نشان داد که بخشی از کربنات‌های افق‌های کلسیک، در اثر کشت و کار متراکم، از این خاک‌ها حذف

شده‌اند. جعفری و نادیان (۱۲) در بررسی ردیف پستی و بلندی خاک‌های خوزستان به این نتیجه رسیدند که تکامل خاک‌های مذکور به میزان زیادی متأثر از حضور کربنات کلسیم با منشأ مواد مادری است. میزان زیاد کربنات‌ها در این خاک‌ها، مانع از پراکنش رس و انتقال آن و تشکیل افق آرجلیک شده است (۱۰). عسگری هفشجانی و جعفری (۱) در مطالعه توزیع اندازه ذرات خاک‌های غالب استان خوزستان، نشان دادند که در ۷۰ درصد نمونه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، کلاس بافت خاک تغییر کرده است. افزایش میزان رس در ۸۳ درصد از نمونه‌ها و کاهش درصد سیلت و شن خاک به‌ترتیب در ۸۳ درصد و ۱۰۰ درصد از نمونه‌ها، گواهی بر این ادعاست. این بدان معناست که کربنات‌ها با کلاته و سیمانی کردن ذرات ریز همچون رس، در اندازه‌های سیلت و شن در خاک ظاهر شده و پس از حذف آنها، میانگین اندازه ذرات تغییر می‌یابد. با حرکت از بخش‌های بالادست به پایین‌دست و همچنین با افزایش فاصله در مقطع عرضی از رودخانه‌ها در دشت خوزستان، بافت خاک‌ها سنگین و ذرات کربنات کلسیم ریزتر می‌شود (۲۷).

در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، کربنات‌های کلسیم و منیزیم به‌صورت پوشش کربنات‌های ثانویه و پل‌های کاتیونی، ذرات اولیه خاک را به‌هم متصل می‌کنند و معمولاً کلسیم در بهبود ساختمان خاک اثری بیشتر از منیزیم دارد (۲۸). کربنات‌ها در اندازه رس ظرفیت نگهداری آب بیشتری نسبت به سیلت دارند (۱۶). ایگو و اودگونام (۷) گزارش کردند که مقدار کافی یون کلسیم و ترکیبات چندظرفیتی در خاک، مقدار رس قابل انتشار را به‌مقدار قابل توجهی کاهش داده و همبستگی $-0/47$ را بین مقدار کلسیم و رس قابل انتشار ایجاد کرد. کربنات‌های اولیه که معمولاً در جزء شن خاک وارد می‌شوند، انرژی جذب سطحی کمتری از ذرات خاک داشته و رطوبت کمتری را جذب و نگهداری می‌کنند اما کربنات‌های ثانویه که اغلب در اندازه سیلت و رس قرار می‌گیرند، توانایی زیادی در نگهداری و جذب آب به‌خصوص

بیشتر متأثر از نمک‌های محلول کلرور سدیم است که منشأ آن از گنبد‌های نمکی سازند هرمز است. این گنبد‌های نمکی در مخازن سد گتوند علیا سبب شوری شدید آب این رودخانه از گذشته تاکنون شده است. برای رودخانه کرخه نیز سازندهای گچی و آهکی بالادست در استان‌های کردستان، کرمانشاه و ایلام منشأ رسوبات این رودخانه و در نتیجه خاک‌های پایین‌دست هستند. کیفیت آب این رودخانه نیز متأثر از نمک‌های محلول در سازند گچساران در بالادست است که کیفیت آب کرخه را متأثر از خود کرده است.

نمونه‌برداری خاک

در این مطالعه، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی منطقه، از سراب تا پایاب هر کدام از رودخانه‌های کارون، کرخه و جراحی، ۲۵ نقطه با فواصل مشخص انتخاب شد. در هر نقطه، ۳ نمونه خاک از عمق‌های ۵۰-، ۱۰۰- و ۱۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری، برای انجام آنالیزهای آزمایشگاهی برداشته شد. همه نقاط انتخابی در واحد فیزیوگرافی دشت قرار داشت که برای همه رودخانه‌ها به صورت تدریجی از ارتفاع این دشت‌ها کاسته می‌شد. رده‌بندی خاک‌ها در این مناطق بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی صورت گرفت (۲۵). بر اساس این سیستم، در قسمت‌های شمالی رودخانه‌های کرخه و کارون، اغلب خاک‌ها (در ده نقطه اول) در تحت راسته Fluvents و در قسمت‌های جنوبی (۱۵ نقطه جنوبی) اغلب در تحت راسته Salids قرار داشتند (۱۷ و ۱۹). در حالی که برای رودخانه کارون، در قسمت‌های شمالی، غالب خاک‌ها (۱۷ نقطه شمالی)، در تحت راسته Ustepts و در قسمت‌های جنوبی در تحت راسته Salids (۸ نقطه جنوبی) قرار داشتند (۱۸).

آنالیزهای آزمایشگاهی

برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوا، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. آزمایش‌های لازم شامل تعیین میزان هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک با

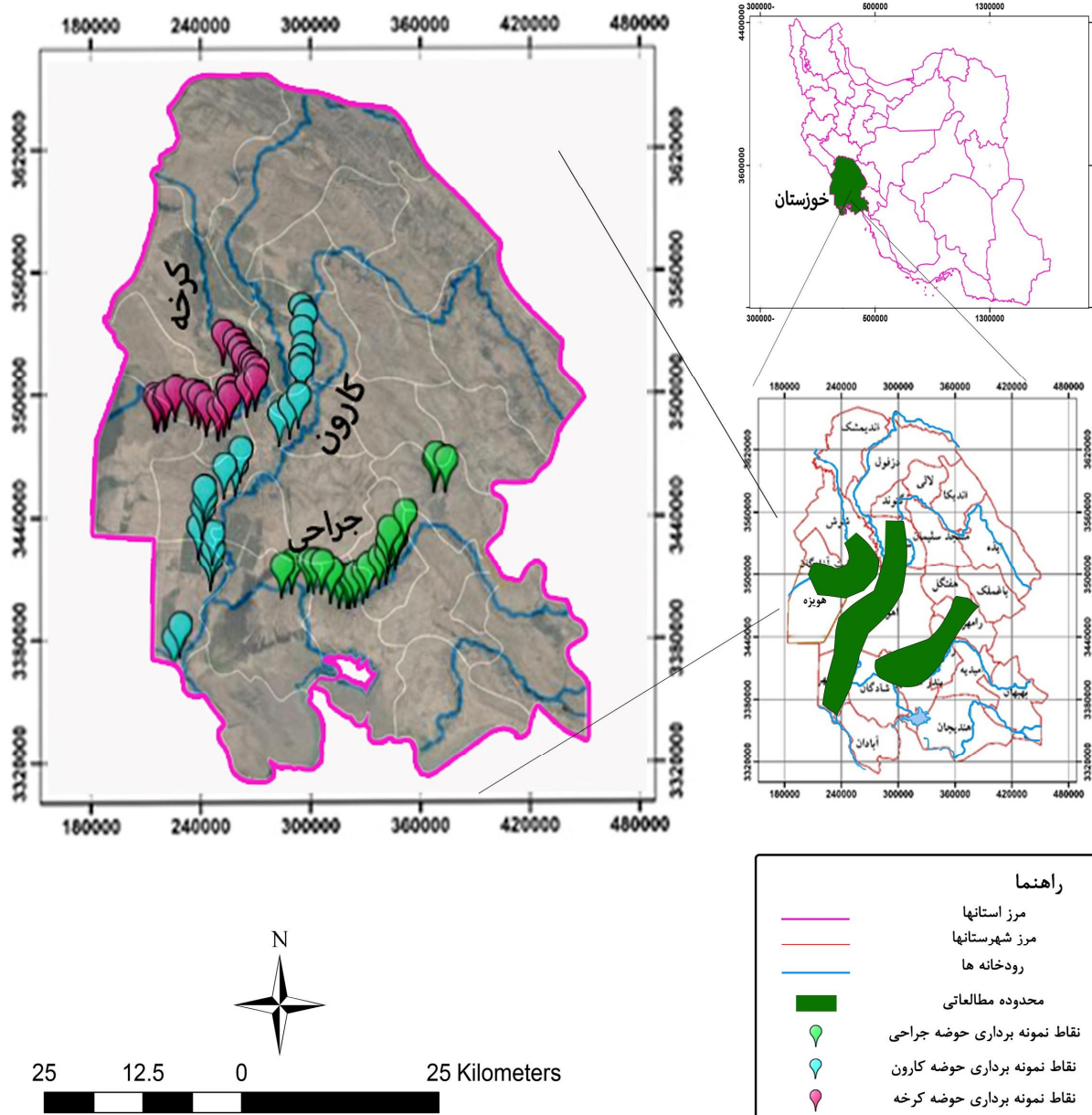
در مکش‌های زیاد دارند (۱۶). افزایش میزان کربنات‌ها موجب کاهش رطوبت در مکش‌های مختلف خاک می‌شود (۱). با افزایش میزان کربنات‌ها در خاک، افزایش میزان رطوبت در نقطه اشباع، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی مشاهده شده است (۱۶ و ۲۰).

نظر به اینکه تعیین توزیع اندازه ذرات کربناتی و غیرکربناتی خاک‌ها، کاربردهای زیادی برای تعیین ویژگی‌های مهمی چون حد رطوبت پژمردگی (۱)، تعیین کلاس اندازه‌ای خاک در سطح فامیل در سیستم رده‌بندی آمریکایی (۲۵)، برآورد تخمینی ظرفیت تبادل کاتیونی (۲۲)، تعیین ظرفیت تثبیت پتاسیم و آمونیم (۲۲) و بسیاری از خصوصیات دیگر دارد، تعیین توزیع کربنات‌ها در گستره زیادی از خاک‌های خوزستان می‌تواند برای رفع بخشی از نیازهای علمی و پژوهشی این خاک‌ها مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب، هدف از انجام این مطالعه، تعیین توزیع کربنات‌ها در اجزای اندازه‌ای مختلف خاک‌های استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

با توجه به اینکه در استان خوزستان، رودخانه‌ها منشأ رسوبات و ترکیب آنها بوده است و همچنین به دلیل گستره زیاد حوضه آبریز سه رودخانه کارون، کرخه و جراحی، خاک‌های حوضه‌های این سه رودخانه برای مطالعه انتخاب شد (شکل ۱). حوضه آبخیز جراحی در دنباله سلسله جبال زاگرس واقع شده و از ته‌نشست‌های دوره کرتاسه تا دوره پلیوسن تشکیل شده است. سنگ‌های غالب تشکیل دهنده آن، مارن، شیل، گچ، کنگلومرا و آهک و ته‌نشست‌های اخیر، شامل آبرفت‌های رودخانه‌ای، دشت‌های سیلابی و مخروط‌های افکنه است. رسوبات آن به میزان بیشتری متأثر از سنگ گچ و نمک‌های سولفات است. همچنین برای حوضه کارون نیز سازندهای بالادست شامل سروک، پایده، گورپی، آسماری، میشان و آغاچاری منشأ رسوبات رودخانه است (شکل ۱). این رودخانه



شکل ۱. موقعیت نقاط نمونه برداری شده در خاک‌های حوضه رودخانه‌های جراحی، کارون و کرخه

روش جکسون (۸)، حذف شد. نمونه‌های خاک پس از حذف کربنات‌ها، هواخشک شده و پس از آن، مجدد توزیع اندازه‌ای ذرات تعیین شد. تفاضل توزیع اندازه‌ای ذرات به میزان آهک در خاک نسبت داده شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS²⁶ و مقایسه بین دو متغیر از آزمون t و مقایسه بیش از دو متغیر از طریق تجزیه واریانس و با کمک آزمون F صورت گرفت.

استفاده از دستگاه EC متر، اندازه‌گیری پ‌هاس در گل اشباع (۲۳) و تعیین میزان کربنات کلسیم معادل با هضم توسط اسید کلریدریک (۲۱) بود. به منظور بررسی توزیع اندازه‌ای کربنات‌ها در خاک، در مرحله اول اجزای اندازه‌ای تشکیل دهنده خاک شامل شن، سیلت ریز و درشت و رس به روش هیدرومتر (۶)، تعیین شد. سپس در بخش دیگری از نمونه، کربنات‌ها با استفاده از استات سدیم (پ‌هاس ۵) مطابق با

جدول ۱. شاخص‌های آماری خصوصیات خاک در رودخانه‌های مورد مطالعه

رودخانه	خصوصیت خاک	تعداد نقاط	میانگین	محدوده تغییرات	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	میان	نما	ضریب تغییرات
	کربنات (%)	۷۵	۳۶/۷۶	۲۵/۹-۳۹/۸	۲۵/۶	-۱/۷۹	۴/۷۲	۳۷/۱	۳۷	۰/۷
جراحی	شوری (dS/m)	۷۵	۱۲/۴۹	۱/۴-۲۹/۲	۷/۱۶	۰/۵۷	-۰/۷۵	۱۰/۸	۷/۶	۰/۵۷
	pHe	۷۵	۷/۶۸	۵/۷-۸/۱	۰/۳۴	-۱/۷۷	۹/۰۵	۷/۵	۷/۳	۰/۰۴
	کربنات (%)	۷۵	۳۵/۶	۵/۹-۳۹/۵	۷/۴	-۱/۳۷	۱/۷	۳۵/۹	۳۸/۸	۰/۲۱
کارون	شوری (dS/m)	۷۵	۱۷/۸	۱/۳-۶۱/۱	۱۶/۳	۰/۹۸	۰/۰۴	۱۱/۹	۲/۳	۰/۹۲
	pHe	۷۵	۸/۲	۷/۲-۸/۹	۰/۳۷	-۰/۱۴	-۰/۰۷	۸/۲	۸/۰۱	۰/۰۵
	کربنات (%)	۷۵	۳۲/۷	۱۴/۲-۳۸	۴/۵۴	-۱/۹۹	۵/۳۶	۳۳/۸	۳۴	۰/۱۴
کرخه	شوری (dS/m)	۷۵	۲۵/۵	۰/۱-۸۴	۲۰/۸۵	۱/۱۷	۰/۵۷	۱۹/۷	۱/۱	۰/۸۲
	pHe	۷۵	۸/۲۲	۷/۵-۸/۹	۰/۲۹	-۰/۶۴	۰/۸۷	۸/۳	۸/۳	۰/۰۳

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک حوضه رودخانه‌ها

برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های رودخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. مشاهده می‌شود که میزان آهک در خاک‌های دو رودخانه کارون و کرخه تقریباً مشابه بوده ولی کمتر از مقدار آهک در رودخانه جراحی است. علت آن را می‌توان به منشأ رسوبات رودخانه جراحی مربوط دانست که اغلب از هواپدگی مارن‌های آهکی بالادست حاصل شده است (جدول ۱). بیشترین میزان شوری در خاک‌های رودخانه کرخه و کمترین آن در رودخانه جراحی مشاهده شد. علت می‌تواند به سطح بالای آب زیرزمینی در بخش‌های انتهایی خاک‌های این رودخانه، در محدوده پایین‌تر از شهرهای سوسنگرد و حمیدیه مربوط باشد. کرخه تنها رودخانه خوزستان است که انتهای آن وارد دریای آزاد نمی‌شود و به هورالعظیم وارد می‌شود. زهش جانبی آب تالاب هورالعظیم (هویزه) و تبخیر آن از اراضی سیلاب‌گیر انتهایی، عامل شوری بیشتر این اراضی است. کمترین میزان pH نیز متعلق به رودخانه جراحی است که ممکن است به وجود ترکیبات سولفات بیشتر در آب رودخانه مربوط باشد.

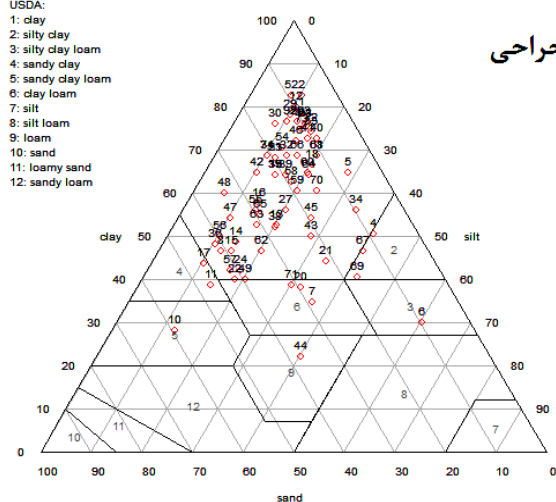
توزیع اندازه ذرات در خاک‌های حوضه رودخانه‌های مورد

مطالعه

تغییرات بافت خاک‌های رودخانه جراحی در مثلث بافت خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، بیانگر تغییرات چشمگیر توزیع اندازه ذرات در این دو حالت است (شکل ۲- الف). پس از حذف کربنات‌ها، کلاس بافت از رسی به لومی شنی تغییر یافته و بیانگر این است که غالب کربنات‌ها در حوضه این رودخانه، در اندازه رس هستند.

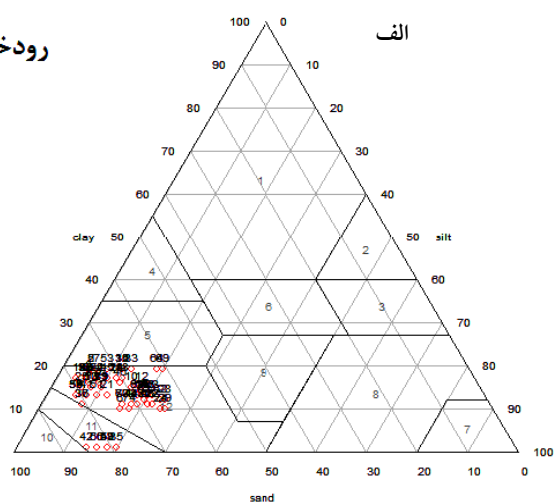
بافت اغلب خاک‌های کربنات‌دار در رودخانه کارون، در دامنه لوم با سیلت زیاد است. توزیع اندازه ذرات بعد از حذف کربنات، به شدت تغییر یافته و به لوم ماسه‌ای تبدیل شده است (شکل ۲- ب). در شکل ۲ مقایسه قسمت‌های الف و ب نشان می‌دهد که بافت خاک‌های دو رودخانه جراحی و کارون قبل از حذف کربنات‌ها تفاوت زیادی با یکدیگر داشته ولی با حذف کربنات‌ها، بافت‌های خاک دو رودخانه به یکدیگر نزدیک و به لوم ماسه‌ای تبدیل شده است. به عبارتی اگر چه کربنات‌ها در اجزای اندازه‌ای مختلف در خاک‌های این دو رودخانه توزیع یافته‌اند ولی ترکیب مواد غیرکربناتی در دو رودخانه مشابه هستند. مطالعات مختلف خاکشناسی در

- USDA:
 1: clay
 2: silty clay
 3: silty clay loam
 4: sandy clay
 5: sandy clay loam
 6: clay loam
 7: silt
 8: silt loam
 9: loam
 10: sand
 11: loamy sand
 12: sandy loam



قبل از حذف کربنات

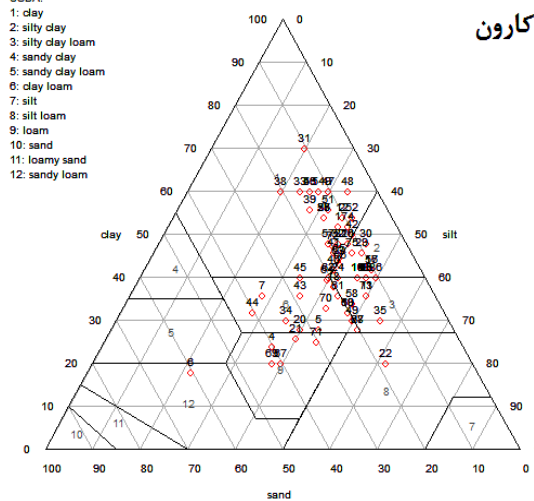
رودخانه جراحی



بعد از حذف کربنات

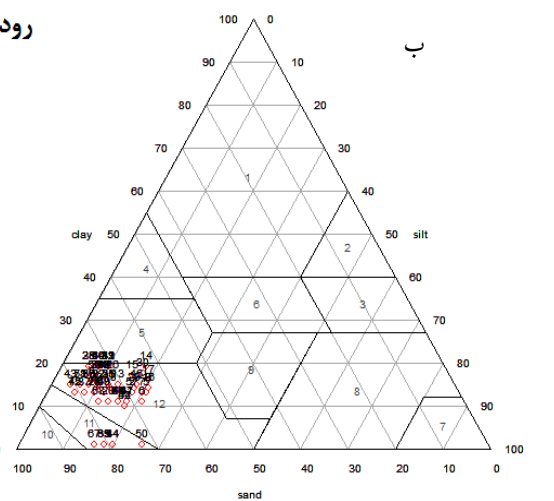
الف

- USDA:
 1: clay
 2: silty clay
 3: silty clay loam
 4: sandy clay
 5: sandy clay loam
 6: clay loam
 7: silt
 8: silt loam
 9: loam
 10: sand
 11: loamy sand
 12: sandy loam



قبل از حذف کربنات

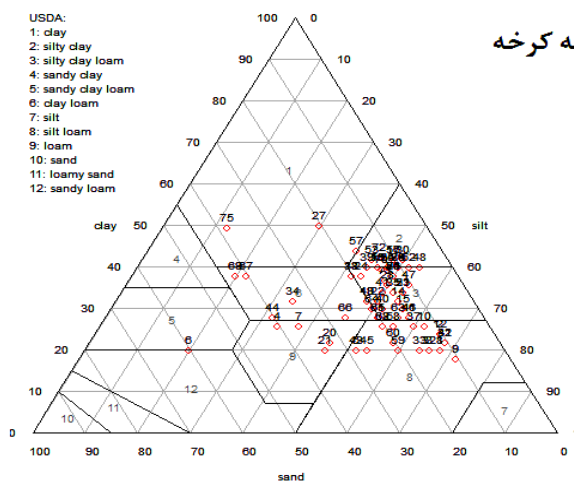
رودخانه کارون



بعد از حذف کربنات

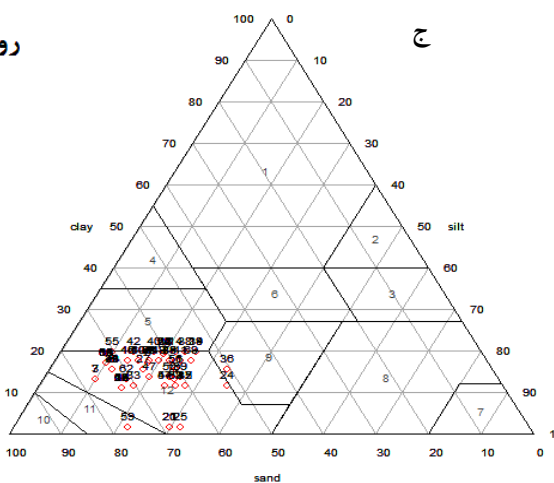
ب

- USDA:
 1: clay
 2: silty clay
 3: silty clay loam
 4: sandy clay
 5: sandy clay loam
 6: clay loam
 7: silt
 8: silt loam
 9: loam
 10: sand
 11: loamy sand
 12: sandy loam



قبل از حذف کربنات

رودخانه کرخه



بعد از حذف کربنات

ج

شکل ۲. تغییرات کلاس بافت خاک‌های حوضه رودخانه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از حذف کربنات‌ها

جدول ۲. مقایسه میانگین متغیرها در حوضه رودخانه‌ها در اعماق مورد مطالعه

رودخانه کرخه			رودخانه کارون			رودخانه جراحی			متغیرها قبل و بعد از
سطح	آماره F	میانگین	سطح	آماره F	میانگین	سطح	آماره F	میانگین	حذف کربنات‌ها (درصد)
معنی‌داری			معنی‌داری			معنی‌داری			
۰/۹۹	۰/۰۱	۳۱/۱	۰/۵۶	۰/۵۹	۴۱/۶	۰/۲۲	۱/۵	۳۰/۷	رس قبل
۰/۴۳	۰/۸۴	۱۸/۵	۰/۹۹	۰/۰۱	۱۶/۶	۰/۷۲	۰/۳۳	۱۷/۴	رس بعد
۰/۰۶	۲/۹۸	۷/۰۵	۰/۵۹	۰/۵۲	۱۲/۴	۰/۷۹	۰/۲۳	۱۲/۳	سیلت ریز قبل
۰/۵۹	۰/۵۲	۳/۹	۰/۵۹	۰/۵۲	۳/۹	۰/۵۳	۰/۶۳	۳/۶	سیلت ریز بعد
۰/۵۸	۰/۵۵	۳۸/۷	۰/۷۷	۰/۲۷	۲۷/۴	۰/۷۳	۰/۳۱	۳۵/۴	سیلت درشت قبل
۰/۷۴	۰/۳۱	۱۱/۷	۰/۷۳	۰/۳۲	۶/۱	۰/۴۴	۰/۸۳	۵/۸	سیلت درشت بعد
۰/۵۶	۰/۶	۱۸/۴	۰/۶۱	۰/۴۹	۱۸/۶	۰/۴	۰/۹۳	۲۱/۷	شن قبل
۰/۶۲	۰/۴۹	۶۵/۹	۰/۷	۰/۳۵	۷۳/۴	۰/۹۶	۰/۰۴	۷۳/۱	شن بعد

آماره‌ی بین چهار جزء اندازه‌ای تشکیل دهنده خاک، قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، در اعماق مورد مطالعه مشاهده نشد. در حوضه رودخانه جراحی، کمترین سطح معنی‌داری متعلق به میزان شن قبل از حذف کربنات‌ها است (۰/۱۱) که در سطح ۱۰ درصد هم معنی‌دار نیست. در خاک‌های حوضه رودخانه کارون، کمترین سطح معنی‌داری معادل ۰/۵۲ بوده و حاکی از توزیع یکنواخت‌تر ذرات خاک در اعماق مختلف این رودخانه است. یکنواختی بیشتر این خاک‌ها را می‌توان به طول بیشتر این رودخانه و همگن شدن اندازه رسوبات مربوط دانست. در رودخانه کرخه وضع کمی متفاوت بوده و سطح معنی‌داری مربوط به درصد سیلت ریز قبل از حذف کربنات‌هاست (کمتر از ۱۰ درصد). البته سطح معنی‌داری این متغیر هم از سطح معنی‌داری قابل قبول (در این مطالعه ۰/۵) بیشتر است. خاطرنشان می‌شود که در مطالعات این چنینی بیشتر روند تغییرات مهم هستند و کمتر به سطوح معنی‌داری توجه می‌شود. علت نیز آن است که عوامل متعددی در طبیعت سبب تغییرات می‌شوند و این عوامل در مطالعات محیطی قابل کنترل نیستند. بررسی دقیق‌تر داده‌ها نشان می‌دهد که درصد رس بعد از حذف کربنات‌ها در عمق ۱۰۰-۱۵۰ بیشتر از دو عمق دیگر است. نکته مهم و اثرگذار

خاک‌های این دو رودخانه نشان داد که کربنات‌ها به صورت اولیه در این خاک‌ها وجود دارند و افق کلسیک (وجود کربنات ثانویه) در آنها ملاحظه نشد (۱۸). همچنین تفاوت در اندازه ذرات کربناتی می‌تواند به عوامل فیزیکی تولید اندازه ذرات، فاصله رسوبگذاری از ورود رودخانه به دشت، اثرات سدسازی در بالادست، رخداد سیل و تعداد دفعات آن در سال و غیره مربوط باشد که سبب برخی از این تفاوت‌ها شده است.

در حوضه کرخه، توزیع بافت خاک در کلاس‌های رسی سیلتی و لومی رسی سیلتی قرار دارد که مشابه با کلاس‌های آن در حوضه کارون است. پس از حذف کربنات‌ها، محدوده کلاس بافت خاک به لومی شنی و لوم شنی رسی تغییر یافته که تا حدودی با بافت خاک‌های بدون کربنات در دو رودخانه دیگر تفاوت دارد (شکل ۲-ج). میزان ذرات رس پس از حذف کربنات‌ها، در خاک‌های حوضه کرخه از جراحی بیشتر شده است.

بررسی آماری توزیع اندازه ذرات

شاخص‌های آماری متغیرها در خاک‌های حوضه رودخانه‌های مورد بررسی در جدول ۲ آمده است. ملاحظه می‌شود که در حوضه هر سه رودخانه، تفاوت معنی‌دار

بر این نتایج اثرات سدسازی بر روند رسوبگذاری در دشت است که برای سه رودخانه متفاوت است. سدسازی یکی از عوامل مهمی است که بر رخداد سیل در فرودست رودخانه ها اثرات جدی دارد و مانع از سیلابی شدن رودخانه‌ها در پایاب می‌شود. نبود سیل در خاک‌های پایاب رودخانه، منجر به افزایش نسبت ذرات ریز به درشت در این اراضی می‌شود. به عبارتی در اثر سیل و در نتیجه اثرات آن بر سرعت بیشتر آب در رودخانه، ذرات درشت‌تری توسط رودخانه انتقال یافته و در پایاب جمع می‌شود. این درحالی است که با احداث سد و کاهش اثرات سیل بر توزیع اندازه ذرات خاک‌ها، توزیع ذرات به سمت ذرات ریزتر می‌رود. این امر همراه با لایه‌بندی متفاوت خاک‌های گفته شده که بیشتر آبرفت‌های سیلابی هستند عامل مهمی در تغییرات توزیع اندازه ذرات در این خاک‌ها است. در رودخانه کارون بیشترین تعداد سدها احداث شده و رخداد سیلاب کمتر صورت می‌گیرد. این در حالی است که تا قبل از سال ۱۳۷۸، رودخانه کرخه از سیلاب‌های زیادی برخوردار بوده و سدی در بالادست وجود نداشت و در رودخانه جراحی تا ۸ سال اخیر سدی در بالادست احداث نشده بود.

مطابق جدول ۲، میزان سیلت ریز قبل از حذف کربنات‌ها در عمق ۵۰- سانتی متری بیشتر از دو عمق دیگر است. سیلت جزء اندازه‌ای است که بیشتر در اثر فرسایش و نیروهای مکانیکی حاصل می‌شود. از طرفی، لایه سطحی، بیرونی‌ترین لایه خاک‌های مورد مطالعه است که از رسوبات اخیر تشکیل شده است. بنابراین، اثرات سدسازی و دخالت‌های انسانی بر این لایه و توزیع اندازه ذرات به بیشترین میزان است. با وجود این، پس از حذف کربنات‌ها، میانگین درصد رس، سیلت ریز و درشت در هر سه رودخانه به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و نشان‌دهنده آن است که کربنات‌ها بیشتر در این بخش‌های ریز قرار دارند. در مقابل، با کاهش این نسبت‌ها، میزان شن به حدود ۴ برابر نسبت به قبل از حذف کربنات‌ها افزایش یافت. بیشترین میزان کاهش رس در اثر حذف کربنات‌ها، در رودخانه کارون و بیشترین میزان

کاهش سیلت درشت در رودخانه جراحی رخ داد. میزان اجزای مختلف خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، اختلاف زیادی با یکدیگر دارند. نتایج بررسی آماری این تفاوت با استفاده از آزمون t برای هر جزء خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها در جدول ۳ آمده است. بر اساس نتایج، مقادیر همه اجزای خاک رودخانه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، در سطح ۱ درصد معنی‌دار هستند. به عبارتی، با حذف کربنات‌ها، همه اندازه‌های ذرات مورد بررسی، در مقایسه زوجی، تفاوت معنی‌داری در سطح کمتر از ۱ درصد یافته‌اند. این نتایج به این معنی است که کربنات‌ها در همه اندازه‌های مورد مطالعه در خاک‌های منطقه توزیع شده و با حذف کربنات‌ها، همه اندازه‌های خاک به‌طور معنی‌داری دست‌خوش تغییر شده‌اند. علت این موضوع را می‌توان به منشأ کربنات‌های رسوبات رودخانه‌ای، عوامل مؤثر در انتقال اجزای اندازه‌ای ذرات خاک، سیلاب و اثرات انسانی و یا آبیاری نسبت داد که منشأ اجزای اندازه‌ای مختلف کربنات‌ها در بالادست این رودخانه‌ها هستند. نظر به اینکه کربنات‌های موجود در این مناطق بیشتر از نظر منشأ موروثی بوده و انتقال ثانویه از افق‌های سطحی و به پایین و یا برعکس بسیار محدود است، بنابراین این تغییرات تابع جریان‌های سیلابی، سدسازی، موقعیت در دشت و اثرات رسوبات بادی ریز یا درشت است. نتایج مطالعات اخیر نشان داد که رسوبات لسی نقش مهمی در رسوبات جدید بین‌النهرین و خوزستان دارد (۱۱). بنابراین این رسوبات نیز ذرات کربناتی در اندازه سلیت و یا ریزتر را به بخش‌هایی از دشت اضافه کرده‌اند.

بررسی ویژگی‌های کلی خاک‌های مورد مطالعه

میانگین اندازه ذرات برای کل منطقه مورد مطالعه در اعماق مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج، برای کلیه نمونه‌های خاک مورد مطالعه، میزان رس به‌طور میانگین، از ۳۵ درصد در نمونه کربنات‌دار به ۱۷ درصد پس از حذف کربنات‌ها کاهش یافت. این میزان کاهش برای سیلت ریز و

جدول ۳. نتایج آزمون مقایسه مقادیر توزیع اندازه ذرات قبل و بعد از حذف کربنات‌ها در رودخانه‌های مورد مطالعه

رودخانه کرخه		رودخانه کارون		رودخانه جراحی		متغیرها قبل و بعد از حذف کربنات‌ها (درصد)		
سطح معنی‌داری	آماره t	اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری	آماره t	اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری	آماره t	
۰/۰۰۰	۱۴/۳	۱۲/۶	۰/۰۰۰	۲۰/۱	۲۵	۰/۰۰۰	۱۰/۹۵	رس
۰/۰۰۰	۶/۴	۳/۲	۰/۰۰۰	۹/۸	۸/۵	۰/۰۰۰	۹/۱۳	سیلت ریز
۰/۰۰۰	۲۲/۰۴	۲۷	۰/۰۰۰	۲۰/۳	۲۱/۳	۰/۰۰۰	۲۶/۷	سیلت درشت
۰/۰۰۰	-۳۵/۵	-۴۷/۵	۰/۰۰۰	-۵۰/۲۵	-۵۴/۸	۰/۰۰۰	-۳۲/۸۴	شن

جدول ۴. میانگین اندازه ذرات خاک برای کل منطقه مورد مطالعه در عمق‌های مختلف

عمق خاک (سانتی‌متر)			پارامتر
۱۰۰ - ۱۵۰	۵۰ - ۱۰۰	۰ - ۵۰	
۳۴۱/۰a	۳۴۷/۶a	۳۳۱/۲a	کربنات‌ها (g/kg)
۱۸/۰۴b	۱۸/۴۱b	۱۹/۳۶b	شوری (dS/m)
۷/۹۵c	۷/۹۵c	۷/۹۹c	پ‌هاش
۳۵۳/۰d	۳۳۳/۶d	۳۴۷/۹d	رس قبل از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۱۷۶/۶e	۱۷۴/۹e	۱۷۳/۸e	رس بعد از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۹۹/۳f	۱۰۹/۵f	۱۰۸/۵f	سیلت ریز قبل از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۳۸/۱g	۳۹/۶g	۳۶/۰g	سیلت ریز بعد از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۳۳۴/۳h	۳۴۴/۵h	۳۳۶/۴h	سیلت درشت قبل از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۷۹/۷i	۸۰/۷i	۷۶/۰i	سیلت درشت بعد از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۱۹۴/۲j	۱۹۴/۸j	۱۹۹/۲j	شن قبل از حذف کربنات‌ها (g/kg)
۷۰۵/۵k	۷۰۴/۸k	۷۱۴/۲k	شن بعد از حذف کربنات‌ها (g/kg)

علائم با حروف انگلیسی نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد هستند.

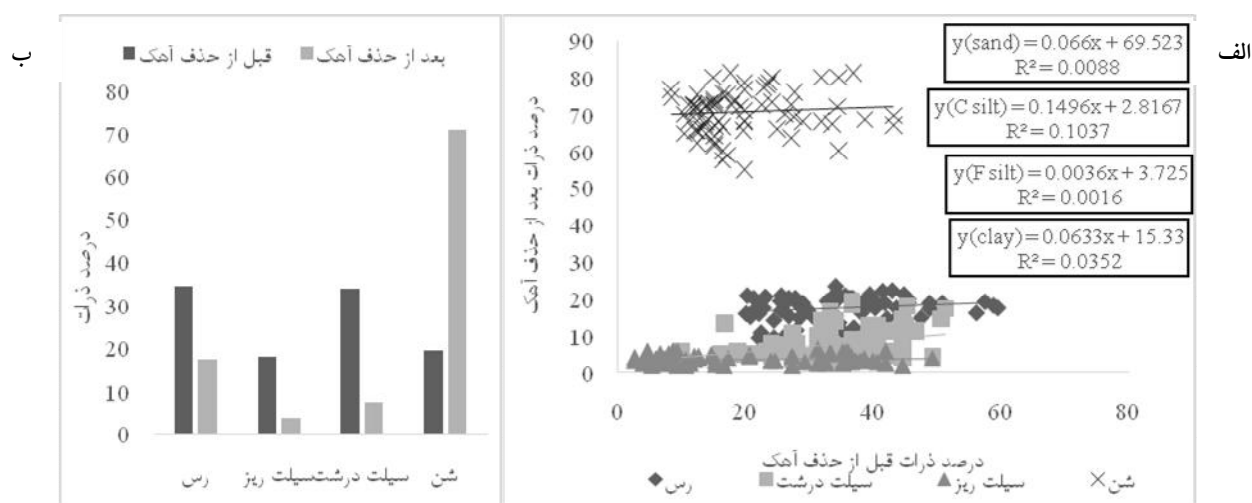
نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک‌های سه رودخانه مورد مطالعه در جدول ۵ آمده است. ملاحظه می‌شود که رودخانه جراحی دارای بیشترین میزان کربنات‌ها بوده و تفاوت حدود ۴ درصدی را با دو رودخانه دیگر نشان می‌دهد. اگرچه میزان رس‌های کربناتی در رودخانه کارون در حدود ۱۰ درصد از دو رودخانه دیگر بیشتر است، با وجود این پس از حذف کربنات‌ها، میزان رس به کمتر از دو رودخانه دیگر کاهش یافته است. به این ترتیب، این نتایج نشان از آن دارد که جنس بیشتر ذرات رس این رودخانه از ترکیبات کربناته است. طول رودخانه

درشت قبل و بعد از حذف کربنات‌ها به ترتیب، از ۱۰ و ۳۳ به ۴ و ۸ درصد و در مقابل، برای شن از ۲۰ به ۷۰ درصد افزایش یافت. این روند هم‌نوا با تغییرات ملاحظه شده برای خاک‌های سه رودخانه مورد بررسی است. تغییرات ایجاد شده در اجزاء اندازه‌ای خاک، باعث ایجاد تغییر در کلاس‌های بافت خاک در همه مناطق مورد مطالعه شده است. نتایج تحلیل واریانس که در جدول ۴ آمده است، نشان می‌دهد که میانگین متغیرهای مورد بررسی در سه عمق مختلف، تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر ندارد.

جدول ۵. مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک حوضه‌های مختلف رودخانه‌ای

پارامتر	رودخانه		
	جراحی	کارون	کرخه
کربنات‌ها (%)	۳۶/۷۶a	۳۲/۵۹b	۳۲/۶۸b
شوری (dS/m)	۱۲/۴۹c	۱۷/۸۲b	۲۵/۵۰a
پ‌هاش	۷/۴۷b	۸/۲۰a	۸/۲۲a

علائم با حروف انگلیسی نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد هستند.



شکل ۳. الف) مقادیر درصد ذرات خاک قبل و بعد از حذف آهک و ب) رابطه و ضریب همبستگی در نمونه خاک‌های رودخانه‌ها

تفاوت معنی‌دار آماری ندارند. این موضوع می‌تواند به دلیل تفاوت زیاد در سازندهای زمین‌شناسی رسوبات منشأ رودخانه‌ها باشد. ترکیب سازندهایی چون ماسه سنگ بیشتر از جنس کوارتز بوده و کربنات کمتری دارد. این درحالی است که سازندهایی چون آسماری و یا سروک به‌میزان بیش از ۹۵ درصد کربنات دارند (۳).

روابط رگرسیونی برای اجزای اندازه‌ای ذرات قبل و بعد از حذف کربنات‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که بیشترین همبستگی میان درصد اندازه ذرات قبل و بعد از حذف کربنات در خاک‌های رودخانه‌ها به ذرات سیلت درشت ($R^2 = 0/1037$) و پس از آن به رس ($R^2 = 0/0352$) اختصاص یافته است.

با توجه به اینکه، ضریب همبستگی جذر ضریب تعیین

کارون ۹۵۰ کیلومتر و طول رودخانه کرخه و جراحی به ترتیب ۹۰۰ کیلومتر و ۵۲۰ کیلومتر است. از آنجا که رودخانه کارون دارای طول بسیار بیشتری از دو رودخانه دیگر است، لذا اثرات نیروی مکانیکی وارد شده به ذرات خاک و تبدیل آنها به ذرات در اندازه رس، می‌تواند بخشی از علت امر باشد. علت دیگر می‌تواند به اثرات سد بر رسوب ذرات درشت در پشت آنها و انتقال مواد ریز به صورت تعلیق در آب مربوط باشد. سدسازی همچنین سبب کاهش سیلاب‌ها و انتقال ذرات درشت به دشت نیز می‌شود. نتایج همچنین نشان می‌دهد که اگرچه میزان سیلت ریز در خاک‌های دو حوضه جراحی و کارون مشابه بوده (حدود ۱۲٪) و در حوضه کرخه به مراتب کمتر از این دو است (حدود ۷٪)، ولی در اثر حذف کربنات‌ها، این میزان برای هر سه رودخانه به‌میزان قابل ملاحظه‌ای به یکدیگر نزدیک شده و

برخوردارند. وجود شبکه‌های زهکشی مصنوعی، شیوه آبیاری، فصل کاشت، راندامان آبشویی و غیره بر میزان شوری خاک مؤثر است (۱۴). به دلیل میزان بالای کربنات‌ها در این خاک‌ها، میزان پهاش خاک در اثر کربنات‌ها بافر شده است. علاوه بر اثرات مؤثر کربنات‌ها، پهاش این خاک‌ها از شوری نیز متأثر است. پهاش خاک‌های با شوری بیش از ۸ دسی‌زیمنس بر متر، به دلیل اثرات رقابت یونی به ۷/۵ کاهش می‌یابد (۲۶). نکته مهم در نتایج این جدول این است که همه سه جزء اندازه‌ای رس، سیلت ریز و درشت در اثر حذف کربنات‌ها کاهش یافته ولی به جزء شن اضافه می‌شود. علت این است که بافت به صورت نسبتی از اجزا بیان می‌شود. به این ترتیب، با کاهش نسبت اجزای ریز به نسبت جزء درشت اضافه می‌شود. به همین ترتیب، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که مواد غیرکربناتی بیشتر در جزء شن و مواد کربناتی بیشتر در بخش ریز خاک قرار دارند.

آزمون زوجی برای مقادیر اجزای اندازه‌ای خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها برای کل خاک‌های سه رودخانه نشان می‌دهد که چهار جزء اندازه‌ای مورد بررسی قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، تفاوت آماری معنی‌داری دارند (جدول ۷). این نتیجه بیانگر این است که کربنات‌ها بخش مهمی از همه اجزای اندازه‌ای خاک‌های خوزستان هستند که اندازه آنها در نواحی مختلف تا حدودی متفاوت است ولی در همه خاک‌ها، بر همه ویژگی‌های خاک اثر گذارند.

همچنین نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که اگرچه سازندهای زمین‌شناسی در بالادست رودخانه‌ها دارای تفاوت قابل توجهی هستند، اما توزیع کربنات‌ها در بخش‌های مختلف اندازه‌ای خاک‌ها، تفاوت قابل توجهی نداشته و انحراف معیارهای تقریباً مشابه برای چهار جزء اندازه‌ای این خاک‌ها مؤید این امر است.

نتیجه‌گیری کلی

تغییرات میزان کربنات‌ها در بخش‌های شمالی تا جنوبی و از

رگرسون‌های برآورد شده است بنابراین ضریب همبستگی بین خصوصیات خاک قبل و بعد از حذف کربنات به این صورت است: شن = ۰/۱۱-، رس = ۰/۳۵۷**، سیلت درشت = ۰/۰۷۱، سیلت ریز = ۰/۰۰۸- . همان‌طور که این شکل نشان می‌دهد بیشترین همبستگی میان درصد اندازه ذرات قبل و بعد از حذف کربنات در خاک‌های رودخانه‌ها به ذرات رس و پس از آن به سیلت درشت اختصاص دارد.

اگرچه رژیم حرارتی خاک برای کل منطقه هایپرترمیک است ولی رژیم‌های رطوبتی یوستیک (از دارخوین تا بخش‌های شمالی اندیمشک) و اریدیک (از آبادان تا دارخوین) و رژیم رطوبتی شرایط ماندابی (Aquic) در بخش‌های جنوبی منطقه سبب تحولات متفاوتی در خاک‌ها شده است. همچنین عملیات آبیاری، سمت و سوی این تحولات را در این خاک‌ها نسبت به بخش‌های دیگر تغییر داده است. خاک تمام رودخانه‌ها، از بخش شمالی تا جنوبی، به دلیل توزیع اندازه ذرات دارای اختلافاتی هستند. اختلاف ارتفاع همراه با سطح آب زیرزمینی متغیر در بسیاری از بخش‌های دشت خوزستان، کاتناپی از خاک‌ها را از شمال تا جنوب در امتداد مسیر این رودخانه‌ها ایجاد کرده است. فرایندهای فیزیکی و رسوب ذرات درشت بیشتر در بخش‌های بالادست دشت سبب تشکیل این خاک‌ها شده‌اند (۱۲). در حالی که فرایند رسوب‌گذاری شیمیایی بیشتر در اثر افزایش غلظت الکترولیت و هم‌آوری (۲۶)، سبب رسوب میزان بیشتری از رس‌ها در بخش‌های جنوبی در مصب ورود به خلیج فارس شده‌اند (۱۳). جدول ۴ نشان می‌دهد که تغییرات روند کلی وضعیت کل خاک‌ها در مقایسه قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، با آنچه برای هر یک از حوضه‌های رودخانه‌ها ملاحظه شد، تطابق داشت (جدول ۴).

در جدول ۶ شاخص‌های آماری برای کل خاک‌های مورد مطالعه آمده است. بر این اساس، توزیع شوری در کل منطقه تفاوت قابل توجهی دارد که می‌تواند به اثرات متفاوت در زهکشی اراضی و یا به اثرات آبیاری مربوط شود. اراضی خوزستان بسته به شرایط زهکشی از میزان متفاوتی از شوری

جدول ۶. شاخص‌های آماری برای کل خاک‌های مورد مطالعه

متغیر	تعداد نقاط	میانگین	محدوده تغییرات	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	میان	نما	ضریب تغییرات
کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۳۴	۵/۹-۳۹/۸	۵/۵۷	-۱/۹۲	۴/۷	۳۵/۸	۳۸/۸	۰/۱۶
شوری (dS/m)	۲۲۵	۱۸/۶	۰/۱-۸۴	۱۶/۶۵	۱/۶۱	۲/۵۴	۱۴/۳	۳/۴	۰/۸۹
پ‌هاش	۲۲۵	۷/۹۶	۵/۷-۸/۹	۰/۴۸	-۰/۵۶	۰/۹۹	۸/۱	۸/۳	۰/۰۶
رس قبل از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۳۴/۵	۱۰/۵-۶۹/۵	۱۱/۴۵	۰/۳۹	-۰/۳۷	۳۳/۵	۳۹/۵	۰/۳۳
رس بعد از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۱۷/۵	۵-۳۱/۵	۴/۳۸	-۰/۲۵	۰/۴	۱۷/۵	۲۱	۰/۲۵
سیلت ریز قبل از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۱۰/۶۸	۰-۴۴	۶/۹۳	۱/۹۲	۵/۴۸	۱۰	۱۰	۰/۶۵
سیلت ریز بعد از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۳/۷۹	۲-۱۴	۲/۱۴	۱/۸۶	۴/۵۳	۴	۲	۰/۵۶
سیلت درشت قبل از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۳۳/۸۴	۴-۶۲	۱۰/۴۲	-۰/۱۴	-۰/۹	۳۴	۳۰	۰/۳۱
سیلت درشت بعد از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۷/۹	۲-۲۴	۴/۵۳	۱/۱۹	۰/۹۳	۶	۴	۰/۵۷
شن قبل از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۱۹/۶	۶/۵-۶۰/۵	۱۰/۶	۱/۴۶	۱/۹۴	۱۶	۱۴/۵	۰/۵۴
شن بعد از حذف کربنات‌ها (%)	۲۲۵	۷۰/۸	۵۰/۵-۸۵	۶/۴۴	-۰/۴۴	-۰/۰۵	۷۲/۵	۷۳	۰/۰۹

جدول ۷. آزمون زوجی برای مقادیر اجزای اندازه‌ای خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها برای کل خاک‌ها

حذف کربنات‌ها (درصد)	اختلاف میانگین	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری
رس	۱۶/۹۷	۱۱/۲۵	۲۲/۶	۰/۰۰۰
سیلت ریز	۶/۸	۷/۳۲	۱۳/۹	۰/۰۰۰
سیلت درشت	۲۵/۹	۱۰/۳۵	۳۷/۶	۰/۰۰۰
شن	-۵۱/۲	۱۱/۹۷	-۶۴/۲	۰/۰۰۰

به دلیل تغییر منشأ مواد مادری، میزان میانگین کربنات‌ها کاهش داشت. بالاترین همبستگی بین ذرات خاک به میزان رس خاک قبل و بعد از حذف کربنات‌ها مربوط بود و پس از آن سیلت درشت و شن قرار داشت. سیلت ریز نیز با شیب خط منفی، کمترین همبستگی را قبل و بعد از حذف کربنات‌ها نشان داد. میانگین کربنات‌های حوضه رودخانه کرخه از ۳۰ تا ۴۰ درصد متغیر بود. بافت خاک این حوضه از رسی سیلتی و لومی رسی سیلتی پس از حذف کربنات‌ها به لومی شنی تبدیل شد. اندازه ذرات کربنات‌ها در این رودخانه، بیشتر در اندازه رس و سیلت

سطح به عمق خاک‌رخ‌ها در رودخانه جراحی مشابه با خاک‌های سایر حوضه‌ها، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. بر این اساس، کربنات‌های موجود در این خاک‌ها، به منشأ مواد مادری نسبت داده شد. قبل از حذف کربنات‌ها، بافت خاک‌ها، رسی تا رسی سیلتی و پس از حذف کربنات‌ها، به لومی شنی تغییر یافت. اندازه غالب کربنات‌ها در این رودخانه، رس بوده و در سطح بعد به ترتیب به اجزای شن، سیلت درشت و سیلت ریز تعلق داشت. در حوضه رودخانه کارون، میانگین تغییرات کربنات‌ها از ۲۰ تا ۴۰ درصد متغیر بود که در برخی نقاط

آن به سیلت درشت اختصاص داشت. نظر به اثرات میزان کربنات‌ها بر ظرفیت تبادل کاتیونی، پیشنهاد می‌شود که اثرات توزیع اندازه ذرات بر میزان ظرفیت تبادل کاتیونی در این خاک‌ها بررسی شود. همچنین از نتایج این تحقیق، برای تعیین کلاس اندازه‌ای ذرات خاک در سطح فامیل برای رده‌بندی در سیستم آمریکایی و یا تعیین کربناتی بودن خاک‌ها در کلاس مینرالوژی در سیستم جهانی رده‌بندی خاک‌ها استفاده شود.

بود. بیشترین همبستگی میان درصد اندازه ذرات قبل و بعد از حذف کربنات‌ها، به ذرات رس و پس از آن سیلت ریز اختصاص یافت. برای خاک کل رودخانه‌های مورد بررسی نیز، بافت خاک قبل از حذف کربنات‌ها از سنگین‌تر (رسی، سیلتی رسی و لومی رسی) به بافت سبک‌تر (لومی شنی) تغییر کرد. بیشترین همبستگی بین درصد اندازه ذرات قبل و بعد از حذف کربنات‌ها برای کل خاک‌های رودخانه‌ها به ذرات رس و پس از

منابع مورد استفاده

1. Asgari Hafshejani, N. and S. Jafari. 2017. The study of particles size distribution of calcium carbonate and its effects on some soil properties in Khuzestan province. *Iran Agricultural Research* 36(2): 71-80.
2. Brown, P. H., R. M. Welch and E. E. Cary. 1987. Nickel: A micronutrient essential for higher plants. *Journal of Plant Physiology* 85: 801-803.
3. Darvishzadeh, A. 1992. Geology of Iran. Danesh Emroz Organization. Amir Kabir Publisher, Iran. (In Farsi)
4. FAO. 1996. Guidelines: Agroecological zoning. FAO. Soils Bultin 73. FAO, Rome.
5. FAO/UNDP. 1972. Calcareous soils. Report of the Regional Seminar on Reclamation and Management of Calcareous Soils. 27 Nov., Cairo. Egypt.
6. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-Size analysis. PP. 383-411. In: Klute, A. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 7*. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
7. Igwe, C. A. and O. N. Udegbunam. 2008. Soil properties influencing water-dispersible clay and silt in an Ultisol in southern Nigeria. *International Agrophysics* 22(4): 319-325.
8. Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis-advanced course. University of Wisconsin, College of Agric., Department of Soils, Madison, WI.
9. Jafari, S. 2005. Study of changes in structural, physicochemical, potassium fixation and clay minerals transformation of soils under sugarcane, rotational cropping and non-cultivated soils (Khuzestan), Iran. PhD thesis, Department of Soil Science, Shiraz University, Shiraz. (In Farsi)
10. Jafari, S. 2014. Identification and classification of soils diversity in Khuzestan province. Final Report Research Project, No. 911-81. Khuzestan University of Agriculture Science and Natural Resources. (In Farsi).
11. Jafari, S. and Z. Liu. 2017. Study of characteristics of loess soils in Khuzestan province. Research Project, No. 27/961, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran. (In Farsi).
12. Jafari, S. and H. Nadian. 2012. Study of a toposequence soil series in some soils of Khozestan province. *Journal of Water and Soil Science* 69: 151-163. (In Farsi).
13. Jafari, S., H. Nadian and M. Chorom. 2011. Study of clay mineralogy in Fars formations group and soil genies from this parent material. Final Report Research Project, No. 86-28. Khuzestan University of Agriculture science and Natural Resources. (In Farsi).
14. Jahani, B., A. Soltani, A. Mohammadi, A. A. Nasser, P. R. Van Oel and A. Sadeghi Lari. 2017. Reduction of Sugarcane Water Footprint by Controlled Drainage, in Khuzestan, Iran. *Irrigation and Drainage* 66(5): 884-895.
15. Keshavarzi, A., F. Sarmadian, R. Labbafi and A. Ahmadi. 2011. Developing pedotransfer function for estimating field capacity and permanent wilting point using fuzzy table look-up scheme. *Computer and Information Science* 4: 130-141.
16. Khodaverdiloo, H., M. Homae, M. T. Van Genuchten and D. S. Ghorbani. 2011. Deriving and validating pedotransfer functions for some calcareous soils. *Journal of Hydrology* 399: 93-99. (In Farsi).
17. Khuzestan Water and Power Authority. 2008. Semi-detailed soil survey studies east and west of North Hofel's land. Sazabpardazan Consult Engineering, Ahvaz. Iran. (In Farsi).
18. Khuzestan Water and Power authority. 2009. Semi-detailed soil survey studies east and west of Karun River's land. Sazabpardazan Consult Engineering, Ahvaz. Iran. (In Farsi).
19. Khuzestan Water and Power Authority. 2011. Semi-detailed soil survey studies east and west of Mekser's land. Sazabpardazan Consult Engineering, Ahvaz. Iran. (In Farsi).
20. Motallebi, E., M. Homae, Gh. Zarei and S. Mahmoodi. 2011. Studying effect of lime on hydraulic properties using

- pedotransfer functions in, Garmsar. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 4: 426-439. (In Farsi).
21. Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. PP. 181-199. *In*: Page, A. L. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
 22. Pishgir, M. and S. Jafari. 2014. Comparison between potassium and ammonium fixation by clays in different agriculture systems. *Journal of water and soil science, Isfahan University of Technology* 18(69): 237-249. (In Farsi).
 23. Rhoades, J. D. 1982. Soluble salt. PP. 167-179. *In*: Page, A. L. (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Chemical and Mineralogical Properties* (2nd Ed). Agronomy series. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
 24. Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy*. Second Edition. USDA, NRCS.
 25. Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Second Edition. USDA, NRCS.
 26. Sposito, G. 2008. *The Chemistry of Soil*. 2nd ed., Oxford University Press.
 27. Zaker Moshfegh, A. and S. Jafari. 2016. Relation between origin and diversity of clay minerals with dust haze in the surface horizons of some Khuzestan soils. *In*: *Proceeding of 2014 1th International Conference on Dust Haze*, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran. (In Farsi).
 28. Zhang, X. C. and L. D. Norton. 2002. Effect of exchangeable Mg on saturated hydraulic conductivity, disaggregation and clay dispersion of disturbed soils. *Journal of Hydrology* 260: 194-205.

Investigating Carbonate Distribution in Particle Size Components of Some Soils of Khuzestan Province

S. Jafari^{1*}, M. Karimzadeh² and A. Abdeshahi³

(Received: March 28-2020; Accepted: October 19-2020)

Abstract

Characteristics of most soils in arid and semi-arid regions affected by carbonates. The study aimed to determine the distribution of carbonates in the size components of some soils in Khuzestan province. Upward to the bottom of Karun, Karkheh, and Jarahi rivers were studied at depths of 0-50, 50-100, and 150-100 cm. The results showed that the average amount of carbonates in the soils of the Jarahi river basin (37%) was significantly different from the amount in the soils of the other two rivers (33%). Carbonates were observed in all soil size components but the maximum was present in the clay component. The highest regression relationship between soil particles was in the clay component (0.375). The highest percentage of particle reduction after carbonate removal was related to coarse silt particles (0.75). Therefore, the soil texture changed from clay in Jarahi, from clay and silty clay in Karun, and silty clay in Karkheh due to the removal of carbonates to sandy loam. There was no significant difference in the distribution of carbonates at different depths for river soils and all studied soils. The relatively uniform distribution of carbonates in the four components studied in these soils from the surface to the depth showed that the carbonates originated from the parent material, namely alluvial flood sediments of these rivers.

Keywords: Carbonate, Clay, Fine silt, Jarahi, Karkheh, Karoon

1. Soil Science Department, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran.

2. Agricultural Economics Department, Agriculture Sciences and Natural Resources, University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran.

Corresponding author, Email: siroosjafari@asnruk.ac.ir