



محور مقاله: پیدایش و رده‌بندی خاک

بررسی اشکال مختلف آهن به عنوان شاخصی از تکامل خاک در برخی از اراضی استان خوزستان

نگین قربان لوینه<sup>۱\*</sup>، سیروس جعفری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده

اشکال مختلف آهن و نسبت آن‌ها در خاک می‌تواند درجه تکاملی خاک‌ها را نشان دهد. این تحقیق با هدف بررسی اشکال مختلف آهن به عنوان شاخصی از تکامل خاک در برخی از اراضی شور استان خوزستان انجام گرفت. نتایج نشان داد مقدار آهن استخراج شده به روش سیترات بیکربنات دی تیونایت (Fed) در تمام نیمرخ‌ها با افزایش عمق افزایش یافت. آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم (Fe<sub>o</sub>) نیز در تمام نیمرخ‌ها در افق سطحی بیشتر از افق‌های زیرین بود. نمک‌هایی مثل کربنات سدیم، کربنات کلسیم و گچ و املاح موجود در عمق‌های سطحی مانع از تبدیل شدن آهن به فرم بلوری می‌شوند. وجود ماده آلی بیشتر نسبت به عمق نیز باعث افزایش Fe<sub>o</sub> نسبت به افق‌های زیرین است. همچنین پایین بودن میانگین آهن پدوژنیک (Fed) و آهن بلوری (Fed-Feo) که به عنوان شاخصی از تکامل خاک می‌باشد، با میزان تکامل این خاک‌ها هماهنگی دارد. مقایسه نسبت Fe<sub>o</sub> به Fed نشان داد که در تمام نیمرخ‌های مورد مطالعه با افزایش عمق نسبت  $\frac{Fe_o}{Fed}$  کاهش می‌یابد. که این امر می‌تواند به دلیل بالا بودن بلوری نیمرخ‌ها باشد که سبب کم شدن آهن بلوری در سطح شده است.

**کلمات کلیدی:** اکسیدهای آهن، اشکال آهن، آهن بلوری، تکامل خاک، نیمرخ خاک.

مقدمه

اکسیدهای آهن از مهم‌ترین ترکیبات موجود در اکوسیستم‌های کشاورزی و طبیعی هستند که به طور وسیعی در خاک‌ها، رسوبات و سنگ‌های مختلف گسترش دارند و یکی از پارامترهای مهم در بررسی تشکیل و توسعه خاک هستند (Bera و همکاران، ۲۰۰۵). این ترکیبات اثرات زیادی بر خصوصیت خاک‌ها دارند. فازهای مختلفی از آهن در خاک وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به آهن موجود در کانی‌های سیلیکاتی اولیه، اکسیدها و اکسی هیدروکسیدهای آهن با درجه تبلور متفاوت و آهن پیوند شده با مواد آلی اشاره نمود. اکسی هیدروکسیدهای آهن در دامنه‌ای از ترکیبات بی شکل تا بلورین وجود دارند. اکسیدهای آهن غیربلوری (Feo) توسط اگزالات آمونیوم و ترکیبات آهن پدوژنیک (Fed) توسط سیترات دی-تیونایت بیکربنات استخراج می‌شوند. تفاوت دامنه تغییرات (Fed - Feo) بعنوان اکسیدهای آهن بلوری است که با افزایش درجه تکامل و سن خاک افزایش می‌یابد همچنین نسبت آن‌ها در بررسی تشکیل و تکامل خاک‌ها به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sommer و Fiedler، ۲۰۰۴). تغییرات مقدار آهن و انتقال آن یکی از فرآیندهای کلیدی در تشکیل و رده‌بندی خاک است (Wiederhold و همکاران، ۲۰۰۷). پراکندگی و مقادیر ترکیبات گوناگون آهن در خاک تا حد زیادی به وسیله مواد مادری، شرایط اقلیمی، فرآیندهای خاکساز، نوسانات فصلی آب‌های زیرزمینی، شوری خاک، پتانسیل اکسایش-کاهش، مواد آلی و بر همکنش سایر عناصر تعیین می‌گردد. شرایط زهکشی به دلیل تأثیر بر فرآیندهای اکسایش-کاهش خاک، بر شکل‌های شیمیایی و ترکیبات آهن از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عناصر و توزیع آن‌ها در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارند (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸). Tasi و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه ترانس‌های رودخانه‌ای در تایوان نتیجه گرفتند که سن خاک را می‌توان به وسیله رابطه آن با نسبت آهن فعال (Fed/Feo) تخمین زد. پژوهان‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) نیز با مطالعه اثر نوسان‌ها و شوری آب زیرسطحی بر اشکال مختلف آهن در برخی از خاک‌های خوزستان نتیجه گرفتند که نسبت (Fed/Feo) در این خاک‌ها تحت تأثیر شوری، بافت خاک، مواد آلی، کشت و کار و سطح آب زیرزمینی متفاوت است. در مناطق شور، تجمع آهن بیشتر به صورت بی شکل و در منطقه غیرشور به شکل بلوری بود. تغییرات سطحی آب زیرزمینی پدیده‌ای متداول در خوزستان است که باعث ایجاد برخی از تغییرات در خصوصیات خاک‌ها به ویژه در فرآیند انتقال و تجمع اکسیدهای آهن و منگنز می‌شود. اثرات این عوامل بسته به سایر شرایط خاک از جمله شوری یا عدم آن، فعالیت میکروبی، وجود یا عدم وجود ماده آلی در خاک، بافت خاک و

\* ایمیل نویسنده مسئول: [n.lovineh@gmail.com](mailto:n.lovineh@gmail.com)

بسیاری از خصوصیات دیگر دارد. لذا این مطالعه با هدف بررسی اشکال مختلف اکسیدهای آهن به عنوان شاخصی از روند تکامل خاک‌ها در برخی از اراضی شور استان خوزستان انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی جنوب استان خوزستان است که شامل جزیره آبادان با موقعیت طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه است. میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۲۱۹/۳ میلیمتر و ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد است. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک با توجه به داده‌های هواشناسی و نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک ایران به ترتیب هایپرترمیک و اریدیک، یوستیک و اکوییک است. اراضی منطقه مورد مطالعه شامل یک واحد فیزیوگرافی دشت آبرفتی سیلابی می‌باشد که دارای شیب کلی خیلی کم (۰-۲ درصد) و بدون پستی و بلندی است. با استفاده از نقشه توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرائی ۱۰ نیمرخ خاک حفر و تشریح گردید. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی نیمرخ‌های مورد مطالعه را روی نقشه نشان می‌دهد. نمونه‌برداری از کلیه افق‌های مشخصه نیمرخ‌ها صورت گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از آماده‌سازی، توزیع اندازه ذرات کمتر از ۲ میلی‌متر با روش پی‌پت پس از حذف ماده آلی و کربنات کلسیم تعیین شد (جی و بلوادر، ۱۹۸۶). مقادیر pH در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، ماده آلی با استفاده از روش هضم تر(جکسون، ۱۹۷۵)، کربنات کلسیم معادل با هضم توسط اسید کلریدریک (نلسون، ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیون با استفاده از استات سدیم یک مولار در  $pH=8.2$  (چاپمن، ۱۹۶۵) و جرم مخصوص ظاهری نمونه‌ها به وسیله روش کلوخه و پارافین اندازه‌گیری شد. برای تعیین آهن کل از عصاره گیری با سیترات بی کربنات دی تیونات سدیم و برای آهن غیر بلوری از روش اگزالات آمونیوم اسیدی استفاده شد(مک فادن و هندریکز، ۱۹۸۵). این اندازه‌گیری‌ها در برخی از نیمرخ‌های صورت گرفت.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی نیمرخ‌های مورد مطالعه نتایج و بحث



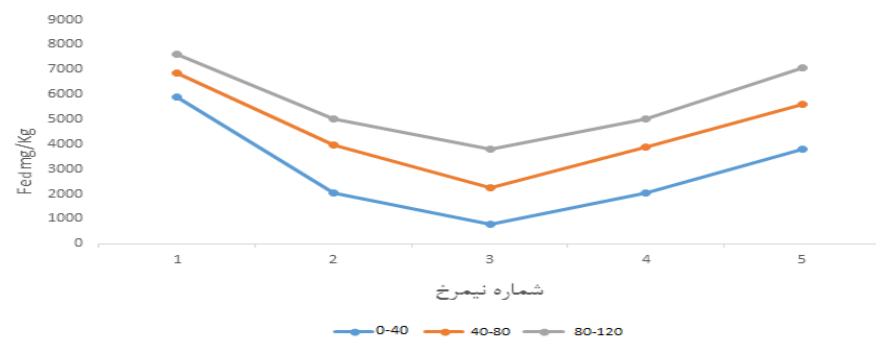
## آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی نیمرخ‌ها

نتایج آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی نیمرخ‌ها نشان داد که این خاک‌ها دارای بافت رسی سیلتی و لوم رسی سیلتی هستند. میزان ماده آلی خاک‌ها در محدوده ۱/۰۲ - ۰/۱۵ درصد قرار دارند. بیشترین قابلیت هدایت الکتریکی اشباع خاک‌ها مربوط به نیمرخ ۳ با مقدار ۹۸/۵ دسی زیمنس بر متر و کمترین قابلیت هدایت الکتریکی مربوط به نیمرخ ۲ با مقدار ۳۸/۱۸ دسی زیمنس بر متر تعلق داشت. میزان کربنات کلسیم معادل در این خاک‌ها نیز در محدوده ۳۹/۹۸ - ۳۸/۵۸ درصد بود. خاک‌های منطقه نیز به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی دارای کلاس زهکشی ضعیف می باشد که متاثر از جریان جذر و مدی است که سبب بروز علائم اکسید و احیایی شدید در این خاک‌ها شده است. خاک‌های مورد مطالعه بر اساس کلید رده‌بندی خاک در سیستم آمریکایی (۲۰۱۴) در دو راسته‌های اریدی-سولز و اینسپتی-سولز قرار گرفتند.

## تعیین اکسیدهای آهن

آهن استخراج شده به روش سیترات بیکربنات دی تیونایت (Fe<sub>d</sub>)

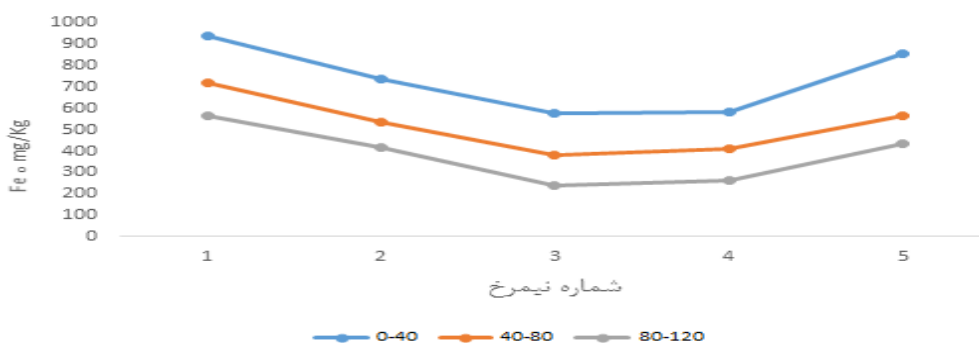
شکل ۲ تغییرات آهن سیترات بیکربنات دی تیونایت را در نیمرخ‌های انتخابی اندازه گیری شده نشان می‌دهد. بر اساس این شکل مقدار آهن استخراج شده به روش سیترات بیکربنات دی تیونایت (Fe<sub>d</sub>) در تمام نیمرخ‌ها با افزایش عمق افزایش می‌یابد. بیشترین میزان آهن استخراج شده با سیترات دی تیونایت در نیمرخ شماره ۱ با مقدار ۷۶۳۱ میلی گرم در کیلوگرم و در عمق ۱۲۰-۸۰ سانتی متری مشاهده شد. همچنین الگوهای رنگی و عوارض اکسید و احیاء مهم‌ترین خصوصیت این خاک تحت تأثیر نوسان سطح آب زیرزمینی می باشد. با توجه به زهکشی ضعیف و تلاطم سطح آب زیرزمینی متاثر از اثرات جزر و مدی خلیج فارس بر رودخانه اروندرود، عمق‌های اشباع و زهکشی شده و در افق‌های پایینی علائم ماتلینگ مشاهده شد. وجود رنگدانه‌های واقع بر سطوح بیرونی خاکدانه‌ها در هنگام تشریح خاک، شاهدهی بر این مدعاست. دب و لی (۲۰۱۲) بیان کردند که Fe<sub>d</sub> با افزایش عمق و متاثر از سطح بالای آب زیرزمینی و همچنین کاهش ماده آلی از سطح به عمق افزایش می‌یابد. کمترین میزان آهن استخراج شده به وسیله سیترات دی تیونایت در نیمرخ شماره ۳ با مقدار ۷۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و در عمق ۴۰-۰ سانتی متری مشاهده شد. شوری و سدیمی بودن اراضی از یک سو و نبود رطوبت کافی در سطح علت این نتیجه است. میزان شوری و تأثیر آن بسته به ساختمان، بافت خاک، قابلیت هدایت الکتریکی و زهکشی بر روی خاک متفاوت است. شوری می تواند بر میزان بلوری شدن اثر گذارد. تفاوت زیادی در غلظت آهن، در امتداد عمودی خاکرخ وجود دارد که ممکن است به دلیل تجمعات پدوژنیک، نوسانات فصلی سطح آب باشد. در درون خاک با زهکشی محدود به طور معمول در طی فرآیندهای تر و خشک شدن در قسمت زیرین خاک تجمع می‌یابد. با توجه به اینکه در نیمرخ ۳ قابلیت هدایت الکتریکی آن بیشتر از سایر نیمرخ‌ها است می‌توان نتیجه گرفت که آهن در این نیمرخ کمتر به سمت بلوری شدن تمایل داشته و آهن در این نیمرخ با تبلور کم و در پیوند با ترکیباتی چون کربنات‌ها و یا کلریدها وجود دارد. همچنین نتایج نشان می دهد که از شمال به جنوب با تغییر شرایط زهکشی و نبود تلاطم سطح آب زیرزمینی میزان آهن کل در نیمرخ ۳ رو به کاهش گذاشته ولی با افزایش تلاطم سطح آب و اثرات آن بر رهاسازی آهن منجر به آزادسازی آن از کانی‌ها شده است. مقادیر آهن و اشکال اکسیدهای آهن فرآیندهای تکاملی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از طرفی مقایسه مقدار آهن در افق‌های مختلف خاک بیانگر میزان آبشویی این عنصر در خاک می‌باشد که در تشخیص انواع خاک به طور اجمالی اهمیت دارد. با توجه به اینکه رده‌های خاک در این نیمرخ‌ها بر اساس کلید رده‌بندی خاک در سیستم آمریکایی (۲۰۱۴) اریدی-سول و اینسپتی-سول تشخیص داده شد، بیشترین درجه تکامل خاک مربوط به تشکیل افق سالیک و کمبیک می باشد و بجز اپی‌پدون اکریک فاقد سایر افق‌های مشخصه دیگر بود که نشانه تکامل پایین خاک و جوان بودن این خاک‌ها می باشد که با نتایج حاصله از اندازه گیری آهن در این افق‌ها هم‌مانگی دارد.



شکل ۲- تغییرات آهن سیترات بیکربنات دی تیونایت در نیمرخ‌های مورد مطالعه

### آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم (آهن غیربلوری یا $Fe_o$ )

شکل ۳ تغییرات آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم را در نیمرخ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. مقدار آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم ( $Fe_o$ ) در تمام نیمرخ‌ها با افزایش عمق کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار آهن استخراج شده به وسیله اگزالات آمونیوم در نیمرخ ۱ و در عمق ۰-۴۰ سانتی متری با مقدار ۹۴۰ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین آن در نیمرخ شماره ۳ و در عمق ۸۰-۱۲۰ سانتی متری و به مقدار ۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم بود. افزایش  $Fe_o$  در سطح این نیمرخ‌ها (۰-۴۰) می‌تواند به دلیل نمک‌هایی مثل کربنات سدیم، کربنات کلسیم و گچ و یا املاح موجود در سطح باشد که مانع از تبدیل آهن به شکل بلوری می‌شود. بنابراین مقدار آهن غیربلوری در سطح به حداکثر میزان خود می‌رسد. همچنین با افزایش عمق مقدار  $Fe_o$  کم شده است که این نیز به دلیل کم شدن ماده آلی از سطح به عمق می‌باشد. برخی محققان نشان دادند که بین مقدار ماده آلی و مقدار آهن بی شکل رابطه وجود دارد، مقدار آهن قابل استخراج با اگزالات آمونیوم در افق‌های سطحی حاوی مواد آلی بالا، بیشتر از افق‌های تحتانی می‌باشد و با افزایش عمق کاهش پیدا می‌کند که به دلیل امکان هوادیدگی بیشتر در سطح خاک، تشدید فرآیندهای اکسیداسیون و احیاء و وجود ماده آلی بالا می‌باشد که مانع تبلور آهن بی‌شکل می‌شود (راهب و حیدری، ۱۳۹۰).



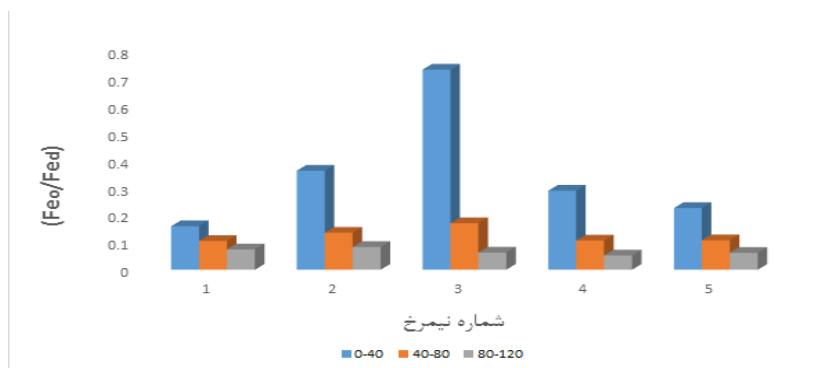
شکل ۳- تغییرات آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم در نیمرخ‌های مورد مطالعه

افزایش آهن بی شکل ( $Fe_o$ ) در سطح نسبت به عمق را می‌توان به امکان هوادیدگی بیشتر کانی‌های اولیه و رس‌ها و وجود ماده آلی و در نتیجه ایجاد شرایط اسیدی بیشتر ناشی از تجزیه مواد آلی در افق‌های سطحی دانست که مانع تبلور آهن اگزالات می‌شود. علت کمتر بودن  $Fe_o$  در عمق، این است که آهن در منطقه شور چون شرایط مناسبی برای رسوب به صورت متمرکز را ندارد لذا به صورت مجزا و بی‌شکل رسوب می‌کند و باعث افزایش مقدار

شکل غیربلوری نسبت به بلوری می‌شود. با افزایش سن خاک، میزان Feo در عمق نیز افزایش یافته و در نتیجه میزان آهن آزاد اغلب می‌تواند به عنوان شاخصی برای تعیین سن نسبی خاک‌ها به کار برده شود.

### مقایسه نسبت Fe<sub>o</sub> به Fe<sub>d</sub>

در ارزیابی تعیین درجه تکامل نیمرخ‌های خاک از نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  (Feo آهن قابل استخراج با اگزالات آمونیوم و Fed آهن قابل استخراج با دی-تیونایت) استفاده می‌شود. در مراحل اولیه تکامل خاک، میزان آهن عصاره‌گیری شده با تیمار اگزالات از میزان آهن بلوری بیشتر گردد و موجب شود که نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  افزایش یابد. در شکل ۴ تغییرات نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  نیمرخ‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. با توجه به شکل ۴ در تمام نیمرخ‌های مورد مطالعه با افزایش عمق نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  کاهش می‌یابد. بیشترین نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  با مقدار ۰/۷ مربوط به نیمرخ شماره ۳ و عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری می‌باشد، که می‌تواند به دلیل بالا بودن شوری این نیمرخ باشد که سبب کم شدن آهن بلوری در سطح شده است. کمترین نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  با مقدار ۰/۰۵ مربوط به نیمرخ شماره ۴ و عمق ۸۰-۱۲۰ سانتی‌متری می‌باشد که به دلیل کم شدن ماده آلی و شوری در عمق می‌باشد. افزایش میزان نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  به همراه تغییر شکل در شرایط مورفولوژی خاک، گواهی بر وجود فرآیند گلی شدن می‌باشد (Fenton و Khan، ۱۹۹۶). در نیمرخ شماره ۳ به دلیل تفاوت عمده در بافت و شوری میزان آهن اندازه‌گیری شده تغییر بیشتری نسبت به سایر نیمرخ‌ها وجود داشت. در سطح این نیمرخ میزان آهن اندازه‌گیری شده به روش اگزالات آمونیوم بالاتر از بقیه نیمرخ‌ها بود که می‌توان آن را به بالا بودن هدایت الکتریکی سطح این نیمرخ در مقایسه با سایر نیمرخ‌ها نسبت داد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، با افزایش عمق نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  کم شده است. که به دلیل افزایش نسبت آهن بلوری و کاهش آهن غیر-بلوری با افزایش عمق می‌باشد. خاک‌های منطقه مورد مطالعه تفاوت‌های مختلفی از غلظت آهن را در حالت عمودی نشان دادند که این ممکن است به دلیل تجمعات پدوژنیک و نوسانات فصلی سطح آب باشد. در درون خاک با زهکشی محدود، به طور معمول در طی فرآیندهای تر و خشک شدن در قسمت زیرین خاک تجمع این نوع آهن مشاهده می‌شود. الگوی توزیع عمودی اگزالات آهن با افزایش عمق تقریباً کاهش می‌یابد. حضور مقدار بیشتر ماده آلی در خاک سطحی برخی نیمرخ‌ها و کاهش آهن قابل استخراج با اگزالات آمونیوم نشان می‌دهد که این نوع آهن در پیوند با ماده آلی به خصوص در عمق‌های سطحی است (رضاییان و همکاران (۲۰۰۱)). نتایج نشان داده است با افزایش سن خاک و مقدار رس این نسبت کوچکتر شده که نشان از تکامل بیشتر خاک‌های منطقه غیرشور دارد. بر طبق نظر Anderson و Schaeztl (۲۰۰۵) نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  در خاک‌های توسعه یافته و قدیمی کمتر از ۰/۳۵ و در خاک‌های جوان بیشتر از ۰/۳۵ است. با توجه به اینکه روند تکاملی در این خاک‌ها به دلیل شوری بالا و عدم امکان فعالیت موجودات زنده کمتر می‌باشد و قرار گرفتن تمامی نیمرخ‌های مورد مطالعه در خاک‌های با املاح بالا، نشان دهنده تکامل کمتر این خاک‌ها است و نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  در تمامی نیمرخ‌ها تأییدی بر این مدعاست.



شکل ۴- تغییرات نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  در نیمرخ‌های مورد مطالعه





## نتیجه‌گیری

نیمرخ‌های مورد مطالعه در دو راسته اریدی-سولز و اینسپتی-سولز قرار داشتند که نشان دهنده درجه تکامل پایین خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه است. مطالعه حاضر نشان داد مقدار آهن استخراج شده به روش سیترات بیکربنات دی‌تیونایت ( $Fe_d$ ) در تمام نیمرخ‌ها با افزایش عمق افزایش می‌یابد. وجود رنگدانه‌های واقع بر سطوح خاکدانه‌ها و نوسانات آب زیرزمینی و ایجاد شرایط اکسیداسیون و احیا در افق‌های زیرین دلیل بالا بودن  $Fe_d$  در این خاک‌ها است. آهن استخراج شده به روش اگزالات آمونیوم ( $Fe_o$ ) نیز در تمام نیمرخ‌ها در افق سطحی بیشتر از افق‌های زیرین است. که دلیل آن نمک‌هایی مثل کربنات سدیم، کربنات کلسیم و گچ و یا املاح موجود در عمق‌های سطحی باشد که مانع از تبدیل شدن آهن به فرم بلوری می‌شوند، همچنین وجود ماده آلی بیشتر نسبت به عمق نیز باعث افزایش  $Fe_o$  نسبت به افق‌های زیرین است. مقایسه نسبت  $Fe_o$  به  $Fe_d$  نشان داد که در تمام نیمرخ‌های مورد مطالعه با افزایش عمق نسبت  $\frac{Fe_o}{Fe_d}$  کاهش می‌یابد. که این امر می‌تواند به دلیل بالا بودن شوری نیمرخ‌ها باشد که سبب کم شدن آهن بلوری در سطح شده است که این ویژگی‌ها با توجه به جوان بودن این خاک‌ها هماهنگی دارد.

## منابع

- اولیایی، ح.، ادحمی، ر.، جعفری، س.، قاسمی، ر. و رجایی، م. ۱۳۸۸. توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاک‌های انتخابی استان فارس. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) جلد ۲۳، شماره ۲، ۲۰۴-۱۹۱.
- پژوهان نیا، م.، چرم، م. و جعفری، س. ۱۳۹۵. اثر نوسان‌ها و شوری آب زیرسطحی بر اشکال مختلف آهن در برخی از خاک‌های خوزستان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰، شماره ۵، ۱۵۴۲-۱۵۳۱.
- Bera, R., Seal, A., Banerjee, M. and Dolui, A.K. 2005. Nature and profile distribution of iron and aluminium in relation to pedogenic processes in some soils developed under tropical environment in India. *Environ Geol* 47:241-245.
- Fiedler, S. and Sommer, M. 2004. Water and Redox Conditions in Wetland Soils-Their Influence on Pedogenic Oxides and Morphology. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:326-335.
- Gee, G. W., and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis in: a. Klute et al. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. 2nd ed. Am. Soc. Agron. Madison, WI. 383-411.
- Jackson, M.L 1975. *Soil chemical analysis*. Prentic-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ. 448p.
- Khan, F. A. and Fenton, T. E. 1996. Saturated zones and soil morphology in a Mollisol catena of central Iowa. *Soil Science Soc Am J.* 58: 1457-1464.
- McFadden L.D., and Hendricks D.M. 1985. Changes in the content and composition of pedogenic iron oxyhydroxides in a chronosequence of soils in southern California. *Quaternary Research*, 23: 189-204.
- Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter In D. L. Sparks et al. *Methods of Soil Analysis*. Part 3. 3rd ed. Soil Sci. Soc. Am, Am. Soc. Agron. Madison, WI. 961- 1010.
- Schaetzl, R. J. and Anderson, Sh. 2005. *Soils genesis and geomorphology*. Cambridge University Press.
- Soil Survey Staff. (2010). *Keys to Soil Taxonomy*, United States Department of Agriculture. 11nd ed. Natural Resources Conservation Service.
- Tsai, H., Huang, W. S., Hseu, Z. Y. and Chen, Z. S. 2006. A river terrace soil chronosequence of the pakua tableland in central Taiwan. *Soil Sci.* 171: 167-179.
- Wiederhold, J., Teutsch, N., Kraemer, S. and Halliday, A. 2007. Iron isotope fractionation during pedogenesis in reoxomorphic Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71 :1840-1850.



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

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



**Topic for submission: Soil Genesis and Classification**

## **Investigating different forms of iron as an indicator of soil evolution in some lands of Khuzestan province**

Ghorban lovineh<sup>1</sup>, N. Jafari<sup>2</sup>, S

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

<sup>2</sup> Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of agriculture and natural resources university of khuzestan, Iran

### **Abstract**

Different forms of iron and their ratio in soil can indicate the degree of evolution of soils. This research was carried out with the aim of investigating various forms of iron as an indicator of soil evolution in some saline lands in Khuzestan province. The results showed that the amount of iron extracted by the citrate bicarbonate dithionite (Fed) in all profiles increased with increasing depth. The iron extracted by the method of oxalate ammonium (FeO) was also higher in all profiles on the surface than the lower horizons. Salt such as sodium carbonate, calcium carbonate, and gypsum and salts in the depths of the surface prevent the formation of iron into crystalline form. The presence of organic material more than the depth, also increases Feo compared with the lower horizons. Also, the low average of Pedogenic Fe and Crystalline Fe which is an indicator of soil evolution, is consistent with the evolution of these soils. Comparison of Feo to Fed ratio showed that in all studied profiles The ratio of  $\frac{Feo}{Fed}$  decreases, with increasing depth. This could be due to the high salinity of the profiles, which led to a decrease in crystalline iron content on the surface.

**Keywords:** Crystal iron, Iron forms, Iron oxides, Soil profiles, Soil development.

---

\* Corresponding author, Email: n.lovineh@gmail.com