مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲، شماره ۲، سال ۱۳۸۰ (۳۴۳-۳۳۱)

بررسی تغییرات پتانسیل اکسایش و کاهش در اراضی شالیکاری، روی لندفرمهای مختلف شرق گیلان

حسین ترابی گل سفیدی[1]، دکتر مصطفی کریمیان اقبال[2] و دکتر محمود کلباسی[3]
۱ ، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دوره دکتری ، استادیار و استاد گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۹/۲۳

خلاصه

استان گیلان یکی از قطبهای مهم کشاورزی ایران است که شالیکاری زراعت عمده آن محسوب می‌شود. پتانسیل اکسایش و کاهش (Eh) در خاکهای غرقاب تأثیر زیادی بر قابلیت جذب عناصر غذایی به وسیله برنج و انحلال و رسوب انواع کانیها دارد. پتانسیل اکسایش و کاهش چهار نوع خاک شالیکاری در مناطق کوهستانی، جلگه ای، مردابی و ساحلی شهرستان لنگرود در بخش شرقی استان گیلان به مدت یکسال مورد مطالعه قرار گرفت. اندازه گیری پتانسیل اکسایش و کاهش با استفاده از الکترودهای پلاتینی در عمقهای ۲۵،۵۰ و ۱۰۰ سانتی متر ی به صورت نصب دائم و در عمقهای ۵ و ۱۰ سانتی متر ی به صورت به هنگام انجام گرفت. وضعیت احیایی علاوه بر Eh به وسیله شناگر آلفا، آلفا پرین دی پریدیل[1] نیز ارزیابی و علائم ظاهری مربوط به اکسایش و کاهش[2] در هنگام تشریح پروفیل‌ها مطالعه گردید. در خاک کوهستانی (آیریک اپی آکوآلفز[3])، سطح خاک علاوه بر فصل رشد برنج ۱ الی ۲ ماه از سال غرقاب و تنها دارای یک لایه احیایی در زیر لایه شخم است. خاکهای جلگه ای و ساحلی (آیریک اپی آکوپیتز[4]) دارای دو لایه کاملاً احیایی یکی در بالا (زیر لایه شخم) و دیگری در عمق حدود ۱۰۰ سانتی متر ی بوده و در حد فاصل این دو عمق شرایط هوازی تری وجود دارد. در خاک جلگه سطح خاک علاوه بر فصل رشد ۳ الی ۴ ماه از سال غرقاب بوده در حالیکه در خاک ساحلی این مدت کمتر از ۲ الی ۳ ماه است. خاک مرداب (فلوآکوآنتیک اندو آکوآلز[5]) تقریباً در تمام طول سال پوشیده از آب و اشباع است. مقدار Eh طی فصل رشد در هر چهار منطقه مورد مطالعه کاهش می یابد. میزان کاهش Eh در عمق ها و لندفرمهای مختلف متفاوت می باشد. تفاوت Eh در لندفرمهای مختلف اراضی شالیکاری در ارتباط با عمق سطح آب زیرزمینی و تغییرات آن در طول سال،و مدت زمان آب ایستی در سطح این خاکهاست، که این تفاوتها با پدیده های ردآکسی مورفیک هماهنگی دارد.

واژه های کلیدی: پتانسیل اکسایش و کاهش (Eh) ، پارامتر ردآکس، آکوییک و آنتراکوییک، علائم ظاهری اکسایش و کاهش، اراضی شالیکاری گیلان

مکاتبه کننده: حسین ترابی گل‌سفیدی

1. α, α, - dipyridyl
2. Redoximorphic
3. Aeric Epiaqualfs
4. Aeric Epiaquepts
5. Fluvaquantic Endoaquolls

مقدمه

شرایط اشباع و کاهش اکسیژن در خاک باعث می شود که موجودات زنده (مثل باکتریهای بی هوازی اختیاری) گیرندگان ثانویه الکترون مانند NO_3^-، Fe^{+3}، Mn^{+3}، Mn^{+4} را مورد استفاده قرار داده و سبب احیای آنها شوند، که درنتیجه پتانسیل اکسایش و کاهش (Eh) کاهش می یابد (۲۵و۱۹و۳). زئو و همکاران[1] (۱۹۹۶) و خان و فنتون[2] (۱۹۹۴) در مطالعات خود نشان دادند که کاهش Eh را می توان به عنوان یکی از شناساگرهای خاکهای با زهکشی ضعیف مورد استفاده قرار داد (۱۰و۸). همچنین از پتانسیل اکسایش و کاهش بعنوان شناساگر کمی احیای آهن ومنگنز و همچنین تشکیل علائم ظاهری آن استفاده شده است (۲). الکترود پلاتینی برای اندازه گیری تغییرات سریع در وضعیت اکسایش و کاهش مربوط به بالا آمدن سطح آب زیرزمینی توسط برخی محققین مورد استفاده قرار گرفته است (۱۵و۲۰).

پاتریک[3] خاکهای شالیزاری مورد مطالعه خود را به سه دسته خاکهای اکسیدی با پتانسیل بالای ۳۵۰ میلی ولت، نیمه احیایی با پتانسیل ۲۰۰ تا ۳۵۰ میلی ولت و احیایی با پتانسیل کمتر از ۲۰۰ میلی ولت در (pH=۷) تقسیم بندی نمود (۸). اسپوزیتو[4] در تحقیقات خود نشان داد که در سوسپانسیون خاک، Mn^{4+} و Fe^{3+} به ترتیب در پتانسیلهای ۲۲۰ + و ۱۲۰ + میلی ولت در (pH=۷) احیا می شوند (۲۳). pH و Eh آثار تعیین کننده ای بر انتقال آهن در خاکهای غرقاب دارند بگونه ای که هم آهن محلول و هم تبادلی با کاهش Eh و pH افزایش می یابد (۷). اندازه گیری Eh از آن جهت حائز اهمیت است که تغییرات الکتروشیمیایی و بیوشیمیایی حاصل از غرقاب شدن خاک، بطور مستقیم یا غیر مستقیم بر حلالیت و قابلیت دسترسی عناصر ریزمغذی در خاک تأثیر دارد. غرقاب شدن قابلیت جذب، آهن، منگنز و مولیبدن را افزایش داده و سمیت عناصر آهن و منگنز در خاکهای اسیدی را کاهش می دهد (۱۸).

اندازه گیری مستقیم Eh با الکترودهای پلاتینی به وسیله تعداد زیادی از محققین برای سنجش وضعیت اکسایش و کاهش در خاک مورد استفاده قرار گرفته است. اندازه گیری Eh با نصب دائمی الکترودها مزایایی از قبیل سرعت در اندازه گیری، حداقل بهم خوردگی خاک و قابلیت تکرار پذیری آن در محل های مشابه را داراست (۴). نصب دائمی الکترودها در مطالعات مورفولوژی و اشباع فصلی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد (۲۰). همچنین اندازه گیری Eh با قرار دادن الکترودها در آب یا آب زیرزمینی جمع آوری شده در ظرفهای متخلخل یا چاهک نیز انجام می شود (۲، ۱۶ و ۲۰). بعقیده مک کنزی واریکسون[5] تغییرات Eh خاک می تواند در ارتباط با عدم یکنواختی بافت خاک، ساختمان خاک، مقدار ماده آلی و شرایط رطوبتی باشد (۸). کاهش پتانسیل اکسایش و کاهش بستگی به مقدار و نوع ماده آلی، ماهیت و مقدار گیرندگان الکترون، دما و مدت زمان غرقاب شدن دارد (۱۹). علیرغم همه این تغییرات میک و گراس[6] معتقدند که Eh می تواند برای تشخیص وضعیت احیایی خاک مورد استفاده قرار بگیرد (۱۴).

اهداف این مطالعه عبارت بودند از:۱) بررسی تغییرات پتانسیل اکسایش و کاهش در اراضی شالیکاری روی لندفرمهای مختلف و علل آن، ۲) ارزیابی تأثیر شرایط آنتراکوییک[7] (اشباع مصنوعی) روی مورفولوژی چهار نوع خاک، ۳) ارزیابی تاثیر شرایط آکوییک[8] بر پتانسیل اکسایش و کاهش.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

پس از مطالعات خاکشناسی منطقه شالیکاری شرق گیلان و تشریح حدود صد پروفیل خاک، چهار منطقه با ژئومورفولوژی متفاوت شناسایی گردید. این چهار نوع خاک در مناطق کوهستانی (اطاق ور)، جلگه ای (گل سفید)، مردابی (خالکیاسر) و ساحلی (گالشکلام) قرار گفته اند. از آنجایی که در شهرستان لنگرود در یک ترانسکت از دامنه های شمالی البرز تا سواحل جنوبی دریای خزر هر چهار منطقه مورد نظر وجود دارد این شهرستان به عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب گردید. شهرستان لنگرود در شرق استان گیلان با مساحت ۱۸۸۰۰ هکتار و

1. Hseu et al
2. Khan and Fenton
3. Patrick
4. Sposito
5. Mckenzie and Erickson
6. Meek and Grass
7. Anthraquic
8. Aquic

۱۲۰۰۰ هکتار شالیکاری قرار گرفته است (شکل ۱).

خصوصیات اقلیمی منطقه مورد مطالعه شامل میانگین دما و بارندگی ماهیانه در شکل ۲ نشان داده شده است.

روش نصب الکترودها و اندازه گیری پتانسیل اکسایش و کاهش

عمده ترین مشکل در نصب الکترودهای دائمی در خاکهای غرقاب نفوذ آب به داخل محفظه شیشه ای الکترود پلاتینی است. جهت جلوگیری از نفوذ آب، از دولایه رزین پتروپاکسی ۱۵۴ و رزین سه جزیی (شامل رزین، استایریک و کبالت) استفاده گردید. مراحل نصب دائمی الکترودها در شکل ۳ نشان داده شده است.

پتانسیل اکسایش و کاهش در خاک به راحتی و با استفاده از نصب دائمی الکترودهای پلاتینی و یک ولت متر جیبی یا pH متر صحرایی قابل اندازه گیری است. در این تحقیق Eh در سه عمق ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری با نصب دائمی الکترودهای پلاتینی و در عمقهای کمتر از ۵ و ۱۰ الی ۱۵ سانتی متری خاک به وسیله یک الکترود پلاتینی غیر دائمی (به صورت بهنگام) اندازه گیری شد. اندازه گیری Eh در مزرعه با استفاده از یک pH متر صحرایی و یک الکترود مرجع کالومل اشباع با قرار دادن الکترود مرجع در سطح خاک مرطوب یا خیس صورت گرفت. اگر خاک نسبتاً خشک باشد باید با چاقو حفره کوچکی در خاک ایجاد کرده و به آن آب اضافه کرد تا به شکل خمیری در آید. سپس الکترود مرجع را در این محل قرار داده و از اتصال خوب آن با محلول خاک اطمینان حاصل نمود (۱۹و۴).

در این مطالعه از الکترودهای پلاتینی ساخت شرکت آذر استفاده شده است. الکترودها قبل از نصب در خاک باید به وسیله یکی از محلولهای استاندارد زیر، آزمایش و از درستی و صحت آن اطمینان حاصل کرد.

۱- محلول ۰/۰۰۳۳ مولار K4Fe(CN)6 و K3Fe(CN)6 در ۰/۱ مولار کلرید پتاسیم (KCl).

۲ - سوسپانسیون اشباع هیدروکینون خالص در پتاسیم اسید فتالات ۰/۰۵ مولار. در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد Eh قرائت شده برای محلول اول و دوم به وسیله الکترود مرجع کالومل اشباع باید ۴۳۰ + و ۴۶۳ + میلی ولت باشد.

۳-سوسپانسیون اشباع هیدروکینون خالص در تامپون با pH=۴ و pH =۷. قرائت Eh با استفاده از الکترود مرجع کالومل اشباع در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد باید به ترتیب ۲۲۳ + و ۴۹ + میلی ولت باشد.

قرائت Eh در طی فصل رشد برنج در هر ۱۰ الی ۱۲ روز یک بار و پس از فصل رشد دو بار در هر ماه انجام و میانگین ماهیانه آن گزارش گردید. همچنین تست کیفی آهن دو ظرفیتی در شرایط مزرعه بلافاصله بعد از نمونه برداری به وسیله مته با استفاده از شناگر آلفا، آلفا پرین دی پریدیل انجام شد (۱).

تجزیه های خاک

خصوصیات مورفولوژی خاکهای چهار منطقه مورد مطالعه در اواخر شهریور ۱۳۷۶ تشریح و بر اساس سیستم رده بندی آمریکایی، رده بندی گردید (۲۲). همچنین از هر افق نمونه برداری و نمونه ها برای تجزیه های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه گیری pH در نمونه های خاک (کوچکتر از ۲ میلیمتر) هوا خشک، و در نسبتهای یک به یک (۱:۱) آب به خاک و یک به یک کلرور کلسیم ۰/۰۱ مولار و به وسیله الکترود شیشه انجام گرفت (۱۳). بافت خاک به روش پی پت (۶)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (۱۷)، کاتیون تبادلی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش استات آمونیوم در pH=۷ (۲۱) و اسیدیته تبادلی (هیدروژن و آلومینیوم تبادلی) به روش کلرید پتاسیم (۲۴) اندازه گیری شد. آهن، آلومینیوم، منگنز و سیلیس آزاد به وسیله سیترات بی کربنات دی تیونیت (CDB) (۹) و همچنین آهن، آلومینیوم و منگنز کل با استفاده از روش هضم با اسید فلوریدریک، اسید سولفوریک و اسید پرکلریک استخراج (۱۱) و غلظت آنها با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۳۰۳۰[1] اندازه گیری گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک و طبقه بندی آنها

تشریح پروفیلی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. خاکهای منطقه اطاق ور (آیریک اپی اکوآلفز) در ناحیه کوهستانی لنگرود قرار گرفته است. این خاکها عمدتاً در طی فصل رشد برنج غرقاب هستند و در بقیه سال بغیر از مواردی که نزولات جوی شدید باشد آب در سطح این خاکها وجود ندارد.

1. Atomic absorbtion, perkin Elmer model 3030

همچنین سطح آب زیرزمینی در این خاکها در اکثر طول سال پایین تر از ۷۵ سانتی متری سطح خاک است. خاکهای این منطقه از تکامل بیشتری نسبت به مناطق دیگر برخوردارند. وجود افق آرجلیک (افق تجمع رس) و همچنین آهن آزاد زیاد نشان دهنده تکامل بیشتر این خاکهاست (جدول ۲).

خاکهای منطقه گل سفید (آیریک اپی اکویپتز) در ناحیه جلگه‌ای و بدون شیب قرار گرفته که بعلت آبرفتی بودن، سن کم و همچنین شرایط غرقاب از تکامل کمتری نسبت به خاکهای کوهستانی برخوردارند. در این خاکها ناحیه اشباع و احیا هم در سطح (زیر لایه شخم) و هم در عمق وجود دارد که نشان دهنده سطح آب زیرزمینی بالا در این منطقه است (جدول ۱). و در سطح نیز علاوه بر فصل رشد برنج بین ۳ الی ۴ ماه از سال بسته به مقدار نزولات جوی غرقاب بوده و در بقیه سال اگر چه آب در سطح وجود ندارد اما خاک کاملاً مرطوب و در عمق حدود ۱۰ سانتی متری تقریباً اشباع است. خاکهای منطقه خالکیاسر (فلوآکوآنتیک اندوآکوآلز) در ناحیه مردابی و عمدتاً حاشیه مردابهای فعلی چاف، امیرآباد و خالکیاسر قرار گرفته اند. این خاکها در تمامی طول سال غرقاب و تنها در برخی سالها هنگام برداشت برنج حدود ۲ الی ۳ هفته پس از آن غرقاب نیست، اما سطح خاک عمدتاً در حالت اشباع است. تا عمق ۳۰ سانتی متری، سطح خاک کاملاً تیره و دارای مواد آلی زیاد می باشد. در زیر این افق لایه کاملاً خاکستری (گلی[1]) وجود دارد (Cg) و افق دفن شده A در عمق ۶۰ الی ۷۵ سانتی متری که دارای رنگ قهوه ای روشن است واقع شده که نشان دهنده شرایط هوازی تر در این افق و افق Bgb می باشد (جدول ۱و۲).

خاکهای منطقه گالشکلام (آیریک اپی اکویپتز) بر روی خاکهای آبرفتی نسبتاً تازه قرار گرفته است. این خاکها در مراحل شروع تحول قرار دارند و دارای افق کمبیک می باشند. اما تکامل آن به اندازه افق کمبیک خاکهای جلگه ای نیست سطح آب زیرزمینی در این خاکها در اکثر طول سال بالاتر از ۷۰ سانتی‌متری سطح خاک قرار گرفته و دارای یک افق کاملاً احیایی در زیر لایه شخم است. سطح خاک نسبت به خاک جلگه ای مدت کمتری از سال غرقاب است اما در عمق حدود ۲۰ سانتی متری تقریباً اشباع است. بطور کلی این خاکها دارای بافت سبکی هستند (جدول ۱و۲).

وضعیت احیایی خاکها

با توجه به اینکه مقدار pH خاک تحت شرایط مزرعه در طی فصل رشد اندازه گیری شده و تغییرات pH در عمقهای مختلف در خاکهای کوهستانی، جلگه ای، مردابی و ساحلی به ترتیب بین ۶/۷ تا ۷/۲، ۶/۶ تا ۷/۱، ۶/۶ تا ۷/۰ و ۶/۷ تا ۷/۲ می باشد و در هر عمق از تغییرات بسیار کمی برخوردار است. بنابراین پارامتر رداکس (pe+pH) مشابه پتانسیل اکسایش و کاهش (Eh) بوده و از بحث درباره پارامترردااکس صرفنظر شده است.

خاکهای منطقه کوهستانی (اطاق ور)

عمدتاً در طی فصل رشد برنج غرقاب هستند، مقدار Eh در هر سه عمق ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری در طی فصل رشد برنج که از اواخر اردیبهشت تا اواخر مرداد است کاهش یافته و به کمترین مقدار خود در طول سال می رسد (شکل ۴). مقدار Eh در عمق های ۲۵ و ۵۰ سانتی متری به پایین تر از صفر میلی ولت رسیده و تست آهن دو ظرفیتی با شناساگر دی پریدیل در افق های سطحی بعد از غرقاب مثبت بوده ولی به هنگام تشریح پروفیل این تست تنها در برخی از رگه های احیایی افق سطحی مثبت و در بقیه افق ها منفی است (جدول ۱). بعد از برداشت محصول یعنی شهریور مقدار Eh مجدداً افزایش یافته و به بیشترین مقدار خود رسیده است و پس از آن با شروع فصل بارندگی مجدداً روند کاهش تدریجی را تا شروع فصل کاشت نشان می دهد. نکته جالب توجه در این خاکها تأثیر شرایط آنتراآکوییک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری در طی فصل رشد است که باعث کاهش شدید Eh در عمق های صفر تا ۵۰ سانتی متری می گردد. بعلت تغییرات شدید سطح آب زیرزمینی و همچنین پایین بودن عمومی سطح آب در این منطقه لایه احیایی در عمق حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی متر تشکیل نشده است (جدول ۱) بنابراین مقدار Eh این عمق خاک در طی فصل رشد از آنجایی که چندان تحت تأثیر آنترآکوییک قرار نمی گیرد بیشتر از دو عمق دیگر است. اما از پایان شهریور که تأثیر آنترآکوییک بر عمق های صفر تا ۵۰ سانتی متری کاهش می یابد افزایش مقدار Eh این اعماق نسبت به عمق ۱۰۰ سانتی متری چشمگیرتر است (شکل ۴). روند تغییرات Eh در عمق های ۵ و ۱۰ سانتی متری مشابه سه عمق دیگر است اما در طی فصل رشد مقدار Eh در عمق کمتر از

1. Gley

۵ سانتی متر بین ۱۷۰+ تا ۲۰۰+ میلی ولت و در عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی متری بین ۱۶۰+ تا ۱۰۰+ میلی ولت است (شکل آن نشان داده نشده است). این امر نشان می دهد که علیرغم غرقاب بودن این خاکها در طول فصل رشد و بخشی از فصول دیگر، سطح این خاکها در طول سال از وضعیت هوازی تری برخوردار است. که علت آن غیر ماندابی شدن سطح خاک، نزدیکی به سطح تماس آب با اتمسفر و جریان آب می باشد. احتمالاً یکی از دلایل مهم تمایل پراکنش ریشه برنج در عمق حدود ۵ سانتی متری وجود اکسیژن بیشتر در این عمق است. پراکنش بیشتر ریشه به سمت سطح خاک غرقاب در مطالعات میکرومورفولوژی خاک نیز ثابت شده است.

در خاکهای مناطق جلگه ای (گل سفید)

علاوه بر فصل رشد برنج سطح خاک اکثراً پوشیده از آب (غرقاب) است و سطح آب زیرزمینی هم بالاتر از ۷۵ سانتی متری سطح خاک قرار دارد. اندازه گیری Eh در این خاکها نیز نشان دهنده کاهش Eh در طی فصل رشد برنج در هر سه عمق است (شکل ۵). اما در این خاکها بر خلاف خاکهای مناطق کوهستانی بعلت بالا بودن سطح آب زیرزمینی، Eh خاک در عمق ۱۰۰ سانتی متری در تمام طول سال کمتر از عمق های دیگر، و بغیر از دو ماه فروردین و اردیبهشت کمتر از صفر میلی ولت است. در احیایی ترین شرایط یعنی تیرماه به ۱۲۰- میلی ولت می‌رسد. وجود دو افق احیایی Bg3 و Bg4 در عمقهای ۸۰-۵۰ و ۱۲۰-۸۰ سانتی متر ی (جدول ۱) نشان دهنده تأثیر شرایط آکوییک (اشباع از پایین) در این خاکهاست. نکته قابل توجه در این خاکها، وجود یک لایه نسبتاً متراکم زیر لایه شخم در عمق ۱۵ الی ۲۰ سانتی متر ی است که با کاهش جریان عمودی آب سطحی باعث ایجاد یک لایه کاملاً احیایی با رنگ زمینه 5BG4/1 در این عمق می شود که بیانگر تأثیر شرایط آنتراکوییک در این خاکها نیز می باشد (جدول ۱).

عمق بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی متر ی بیشتر متأثر از تغییرات سطحی آب زیرزمینی است هر چند تأثیرشرایط آنتراکوییک در این عمق غیر قابل انکار است. تأثیر شرایط آنتراکوییک در عمق ۲۵ سانتی متری در طی فصل رشد باعث کاهش شدید Eh در این عمق گردید اما پس از اتمام تأثیر انتراکوییک در شهریور ماه و بعد از آن مقدار Eh عمق ۲۵ سانتی متری افزایش یافته در حالیکه عمق ۵۰ سانتی متری هنوز متأثر از سطح آب زیرزمینی است (شکل ۵). Eh اندازه گیری شده در عمق های کمتر از ۵ و ۱۰ الی ۱۵ سانتی متری از نظر روند تغییرات مشابه سه عمق دیگر است اما مقدار آنها همانند خاکهای کوهستانی بیشتر از عمق ۲۵ سانتی متری در طی فصل رشد است (شکل آن نشان داده نشده است).

خاکهای منطقه مردابی (خالکیاسر)

در حواشی مرداب یا در اراضی پست قرار گرفته اند و در تمام طول سال بغیر از یک ماه (شهریور) پوشیده از آب است. در برخی از سالها اگر در هنگام برداشت برنج باران ببارد این خاکها در تمام طول سال غرقاب می باشند. در عمق ۳۰ الی ۵۵ سانتی متری یک لایه کاملاً احیایی (گلی) بهمراه مقداری مواد آلی پوسیده و یا در حال تجزیه وجود دارد. در زیر این لایه کاملاً احیایی افقهایی با رنگهای قهوه ای روشن که نشان دهنده وضعیت هوازی تر این افقها نسبت به افق بالایی است وجود دارد (جدول ۱). مقدار Eh اندازه گیری شده در عمق ۱۰۰ سانتی متری مطلب فوق را تایید می کند (شکل ۶). مانند خاکهای دیگر، Eh هر سه عمق در طی فصل رشد نسبت به فصول دیگر کاهش چشمگیری نشان می دهد. هوازی تر بودن عمق ۱۰۰ سانتی متری نسبت به عمق ۵۰ سانتی متری و حتی در برخی از ماهها نسبت به عمق ۲۵ سانتی متری می تواند بدلایل زیر باشد :

۱-در رسوبات آبرفتی توالی لایه های با بافت درشت و ریز و حتی با بافت تقریباً مشابه اما با فاصله زمانی قابل توجه ، پدیده ای بسیار معمول می باشد. وجود یک لایه متراکم تر در حد فاصل دو لایه با بافت درشت تر و یا غیر متراکم تر می تواند باعث کاهش شدید سرعت نفوذ عمودی آب و تجمع آن در لایه فوق و احیا آن گردد در حالی که لایه زیرین هنوز می تواند هوازی و یا اکسیژن محلول بیشتری داشته باشد (۵).

۲- مواد آلی زیاد و متعاقب آن فعالیت برخی میکروارگانیسم‌ها در عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی متری می تواند یکی دیگر از دلایل غیر هوازی بودن لایه ۵۰ و گاهاً ۲۵ سانتی متری باشد. پونامپروما[1] تاثیر فاکتورهای دیگر بر روی سرعت و شدت کاهش Eh را وابسته به مقدار و نوع مواد آلی، ماهیت و مقدار

1. Ponnamperuma

گیرندگان الکترون ، دما و مدت زمان غرقاب شدن می‌داند او در تحقیقات خود نشان داد که در خاکهای با فعالیت کم منگنز و آهن با بیش از ۳ درصد ماده آلی مقدار Eh طی دو هفته غرقاب شدن به ۲۰۰- تا ۳۰۰- میلی ولت می رسد (۱۹). وجود جریانهای افقی و عمودی در عمق ۱۰۰ سانتی متری متاثر از نوسانات سطح آب زیر زمینی که حاوی اکسیژن محلول بیشتر نسبت به آب راکد است می تواند دلیل دیگر هوازی تر بودن عمق ۱۰۰ سانتی متری باشد. در این خاکEh اندازه گیری شده در هر سه عمق ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری در اغلب ماههای سال پایین تر از صفر میلی ولت است (شکل ۶). در عمق ۲۵ سانتی متری تنها در شهریور بعلت خشک شدن مزرعه و ایجاد شکافهایی در سطح خاک Eh آن به حدود ۲۰۰+ میلی ولت افزایش پیدا کرده است. احیایی‌ترین شرایط در عمق ۵۰ سانتی‌متری و در خرداد حاصل شده که Eh آن به ۲۱۰- میلی ولت رسیده است. کوگر و همکاران در مطالعه خود مقدار Eh ۲۳۰- میلی ولت را در ماههای فوریه و آوریل در خاکهای اشباع فصلی اراضی پست اندازه گیری کرده اند(۳). در تحقیقی دیگر بر روی آلفی سولهای [1] با غرقاب فصلی در تایوان ، Eh کمتر از ۱۵۰ - میلی ولت را در ماه ژانویه گزارش نمودند (۸). مقدار Eh در دوعمق ۵ و ۱۰ سانتی متری در طی فصل رشد برنج بین ۳۰+ تا ۲۳۰+ میلی ولت متغیر و اختلاف Eh در این دو عمق ناچیز بوده است. مانند دیگرخاکها سطوح چند سانتی متری سطح خاک از وضعیت هوازی تری برخوردار است. پارامتر رداکس (pe+pH) در عمق ۵۰ سانتی متری این خاک با توجه به اندازه گیری ۶/۹ = pH در صحرا حدود ۳/۳ است که تحت این شرایط و با در نظر گرفتن اینکه در فشار جزء $CO_2(g)$ ۰/۰۰۰۳ اتمسفر و غلظت سولفات 10^{-3} مولار در pe+pH = ۴/۲۴ پیریت [2] (FeS_2) پایدار است، امکان تشکیل آن در این خاکها وجود دارد (۱۲). وجود پیریت در مطالعات میکرومورفولوژی نیز به اثبات رسیده است . در این خاکها اشباع از بالا (طبیعی و مصنوعی) و هم اشباع از پایین (طبیعی یا اکوییک) باعث اشباع کلی این خاک در تمام طول سال می گردد که اندازه گیری Eh مطلب فوق را تایید و باعث قرار گرفتن این خاک در گروه بزرگ اندواکوآلز شده است.

خاکهای منطقه ساحلی (گالشکلام)

نسبت به خاکهای جوان مجاور ساحل که اخیراً (طی ۲۰ سال اخیر) زیر کشت برنج رفته اند ، نسبتاً قدیمی هستند. در این خاکها نیز مانند خاکهای جلگه ای یک لایه با نفوذ پذیری کم در زیر لایه شخم در عمق ۲۰ الی ۳۰ سانتی متری تشکیل شده که با کاهش نفوذ آب سطحی به شکل احیایی (گلی) درآمده است (جدول ۱)، در حد واسط لایه احیایی فوق و سطح آب زیر زمینی که بین ۱۰۰ تا حدود ۵۰ سانتی متری سطح خاک در نوسان است شرایط هوازی تری وجود دارد. Eh اندازه گیری شده در عمق ۵۰ سانتی متری که در تمام طول سال بیشتر از دو عمق دیگر است وجود شرایط هوازی تر در این افق را تایید می کند (شکل ۷). همچنین آهنی که در افق B_{g2} (لایه احیایی) احیا می شود به افق BC انتقال یافته و بعلت وجود شرایط هوازی در این افق اکسید شده و رنگ قرمزی به آن داده است. مقدار آهن آزاد بیشتر در افق BC نسبت به افق Cg موید همین واقعیت است (جدول۱و ۲). وجود لایه کاملاً احیایی در عمق حدود ۲۵ سانتی متری باعث شده است که مقدار Eh در ۸ ماه از سال کمتر از صفر میلی ولت باشد. علاوه بر تاثیر شرایط آنترآکوییک بنظر می رسد که آبگیریهای غیر فصل رشد نیز بر استمرار شرایط احیایی عمق ۲۵ سانتی متر موثر باشد. همچنین وجود مواد آلی در این عمق نسبت به عمق ۱۰۰ سانتی متری که کاملاً شنی است و تقریباً فاقد مواد آلی است می تواند دلیل دیگری برای احیایی تر شدن عمق ۲۵ سانتی متری باشد (جدول۲). تغییر در مقدار Eh عمق ۱۰۰ سانتی متری را می توان به نوسانات سطح آب زیر زمینی ربط داد . مقدار Eh در عمق کمتر از ۵ سانتی متر در طی فصل رشد بین ۱۰۵+ تا ۲۲۰+ میلی ولت و در عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر بین ۵۰+ تا ۸۵+ میلی ولت متغیر بوده است.

نتیجه گیری

آبیاری اراضی شالیکاری بهمراه سطح آب زیرزمینی بالا بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و بسیاری از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاکها در این منطقه تأثیر گذاشته است. از آنجاییکه خصوصیات مورفولوژیکی با نوع اشباع شدن تغییر می کند نتایج مطالعه نشان می دهد که مکانیسم اشباع شدن اراضی شالیکاری در همه لندفرمها مشابه هم نیست. خاکهای مناطق کوهستانی

2. Alfisols
3. Pyrite

جدول ۱-خصوصیات پروفیلی چهار نوع خاک در مناطق کوهستانی، جلگه‌ای، مردابی و ساحلی

افق	عمق (سانتی‌متر)	رنگ زمینه (مرطوب)	پدیده‌های ظاهری اکسایش و کاهش (۴) (Redoximorphic features)	بافت (۳)	ساختمان (۲)	تست (۱) Fe^{2+}کیفی
			منطقه کوهستانی - اطاق رو			
Apg	۰-۱۲	2.5Y3.5/2	CD7.5YR5/6Fe masses arounds of roots and CF5Y4.5/1 Fe depletion SiC	C	۱Vfgr	——
Abg	۱۲-۲۵	5Y4.5/1	CD7.5YR5//6Fe masses arounds of rools	C	1fabk	——
Btg1	۲۵-۴۵	5Y 5/1		C	1f&mabk	——
Btg2	۴۵-۸۰	7.5YR 4/6	FF 5Y5/1 Fe depletion	C	1f&mabk	——
Btg3	۸۰-۱۰۰	10 YR4/3.5	CF 5Y 5/1 Fe depletion	C	2f&mabk	——
Btcg	۱۰۰-۱۵۰	7.5YR 5/7	CF 5Y 5/1 Fe depletion	C	2fqmabk	——
			منطقه جلگه‌أی - گل سفید			
Apg	۰-۱۵	7.5YR 4/6	CD5GY4/1 Fe depletion and 5YR5/8 masses around of roots	CtoCl	massive	+
Bg1	۱۵-۲۰	5 BG 4/1	CD 7.5 YR5/6 Fe masses and FF 10 YR4/4	CltoSic	massive	+
Bg2	۲۰-۵۰	10YR 4/3	CD5GY 4.5/1 Fe depletion and 5YR5/8 around of roots	Sic	2f&mabk	—
Bg3	۵۰-۸۰	5Y 4/1	CD 5Y 4.5/1 Fe masses and some nodules	Sic	1fbak	+
Bg4	۸۰-۱۲۰	5BG4/1		Sic	1fabk	+
			منطقه مردابی - خالکیاسر			
Apg	۰-۱۵	10YR3/1		Cl to SiCl	1fgr&sg	+
ABg	۱۵-۳۰	10YR3/1.5	CD 7.5 YR 4.5/6 Fe masses around of roots	SiC to	1fgr&sg	+
Cg	۳۰-۶۰	5G 6/1	FF 7.5 YR 4.5/6 Fe masses and 5Y5.5/1 Fe-depletion	SiCl	massive	+
Agb	۶۰-۷۵	10YR4.5/2		SiC	1fabk	+
Bgb	۷۵-۱۲۰	10YR3.5/3	MF5Y5/1 Fe depletion, mixed with matrix	SiC	1f&mabk	+
			MF 5Y5/1 Fe depletion mixed with matrix	SiC		
Apg	۰-۱۰	2.5Y3/1	**مناطق ساحلی - گالشکلام**		1vf&fgr-Sg	+
Bg1	۱۰-۲۰	10YR4/4	CD 2.5 Y 4 .5/0 Fe depletion and 7.5 R5/6Fe- masses around of roots	LS	1f&mabk	+
Bg2	۲۰-۳۰	2.5Y3.5/2	MDN4/Fe depletion and Cd 7.5YR5/6Fe masses around of roots	LS	1vf&fabk	+
BC	۳۰-۵۰	7.5YR 5/6	MD2.5YR 4/6 Fe masses and Cd 5Y4/1 Fe depletion	SL	Sg	—
C	۵۰-۱۵۰	5Y 3/2	MF2.5 YR 4/6	S	Sg	—
				S		

۱- تست آهن دو ظرفیتی با dipyridyl، α و α+ وجود آهن فرو ، - عدم وجود آهن فرو در هنگام تشریح پروفیل

۲- ساختمان: ۳ قوی، ۲ متوسط، ۱ ضعیف، vf خیلی ریز، f ریز، m متوسط،c درشت: Sg دانه‌های مجزا، abk بلوکی زاویه‌دار، gr کروی.

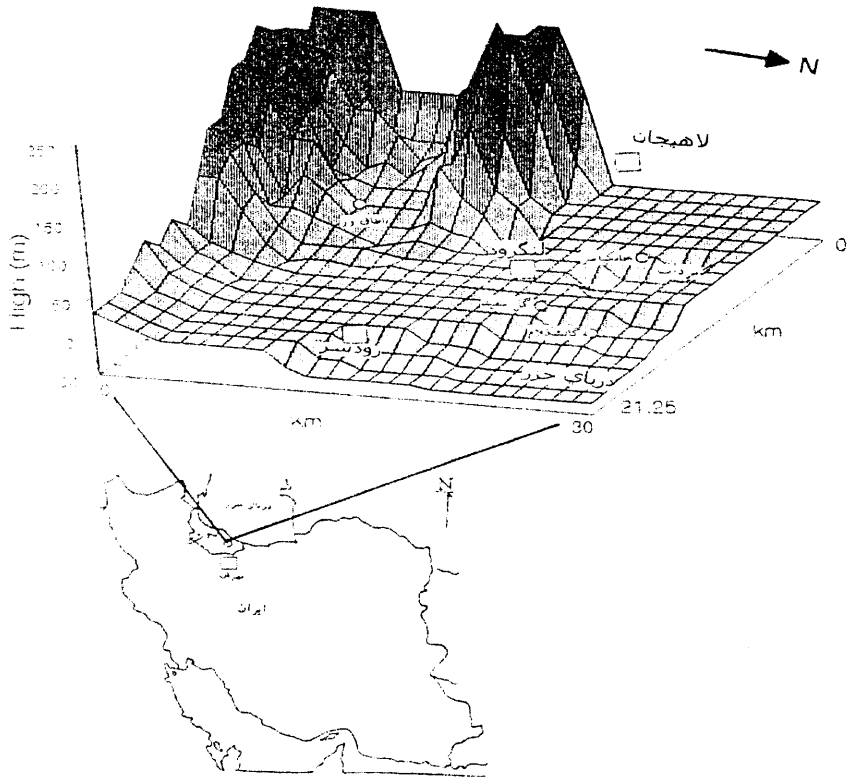
۳- کلاسهای بافت خاک: cرسی، SiC رسی سیلتی، SiCl لومی رسی سیلتی، SL لوم شنی، LS شن لومی،S شنی، CL لوم رسی.

۴- فراوانی پدیده‌های اکسایش و کاهش:M زیاد، C متوسط، F کم. تباین پدیده‌های اکسایش و کاهش: P خیلی مشخص، D مشخص، F نامشخص [۸].

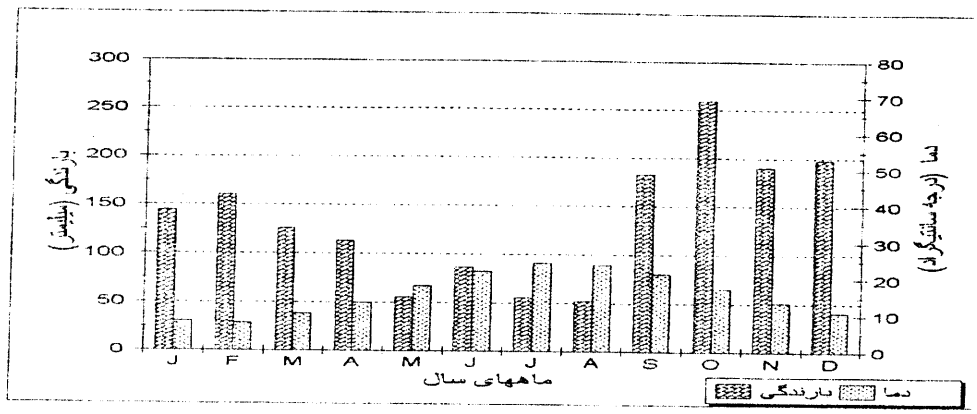
جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی وشیمیائی خاکهای مورد مطالعه

افق	عمق (سانتی متر)	PH (1:1H2O)	کربن آلی	بافت			اشباع بازی (B.S)	CEC Cmol $(+)kg^{-1}$	Fe-d (gr/kg)	Fe-t (gr/kg)
				شن	سیلت	رس				
				٪						
منطقه کوهستانی – اطاق ور										
Apg	۰-۱۲	۶/۵۰	۲/۲۶	۱۵/۴	۴۰/۶	۴۴/۰	۷۲/۹	۳۴/۰	۱۶/۷	۴۳/۰
ABg	۱۲-۲۵	۶/۸۲	۱/۲۵	۱۷/۶	۳۸/۴	۴۴/۰	۷۵/۸	۳۱/۸	۲۱/۶	۴۳/۰
Btg1	۲۵-۴۵	۶/۹۶	۰/۶۲	۱۸/۸	۲۵/۲	۵۶/۰	۷۷/۴	۳۳/۷	۲۱/۶	۴۹/۰
Btg2	۴۵-۸۰	۶/۹۱	۰/۲۳	۹/۰	۳۷/۰	۵۴/۰	۸۷/۹	۲۸/۵	۳۷/۲	۴۹/۰
Btg3	۸۰-۱۰۰	۶/۹۱	۰/۱۸	۱۱/۷	۲۸/۳	۶۰/۰	۸۲/۲	۳۴/۶	۲۶/۶	۶۲/۰
Btcg	۱۰۰-۱۵۰	۶/۹۹	۰/۰۹	۸/۲	۳۱/۸	۶۰/۰	۸۷/۳	۲۶/۹	۴۳/۳	۶۲/۰
منطقه جلگه ای-گل سفید										
Apg	۰-۱۵	۵/۴۵	۲/۶۸	۲۶/۸	۳۳/۲	۴۰/۰	۶۶/۰	۳۸/۸	۲۲/۵	۵۶/۰
Bg1	۱۵-۲۰	۵/۶۸	۲/۴۲	۲۴/۴	۳۲/۰	۴۳/۶	۷۵/۱	۳۵/۶	۲۰/۱۵	۵۱/۰
Bg2	۲۰-۵۰	۶/۳۰	۱/۷۷	۱۱/۵	۴۰/۵	۴۸/۰	۶۵/۷	۳۵/۲	۱۳/۸	۴۸/۰
Bg3	۵۰-۸۰	۵/۷۵	۱/۸۹	۰/۸	۵۳/۲	۴۶/۰	۷۰/۵	۴۵/۰	۱۲/۳	۵۸/۰
Bg4	۸۰-۱۲۰	۵/۴۳	۱/۸۱	۰/۸	۵۱/۲	۴۸/۰	۶۴/۳	۴۵/۰	۱۹/۸۰	۶۲/۰
منطقه ای مردابی-خالکیاسر										
Apg	۰-۱۵	۶/۱۹	۳/۰۸	۲۱/۴	۳۸/۶	۴/۰	۷۰/۰	۴۸/۳	۱۸/۹	۳۷/۰
ABg	۱۵-۳۰	۶/۲۲	۳/۰۹	۱۸/۳	۴۱/۷	۴/۰	۷۴/۰	۴۶/۸	۱۵/۲	۳۴/۰
Cg	۳۰-۶۰	۶/۷۳	۲/۳۶	۰/۸	۵۴/۲	۴۵/۰	۱۰۰/۰	۲۷/۸	۳/۸	۳۸/۰
Agb	۶۰-۷۵	۷/۳۰	۱/۰۵	۰/۳	۵۱/۷	۴۸/۰	۱۰۰/۰	۲۰/۹	۶/۸	۴۰/۰
Bgb	۷۵-۱۲۰	۷/۲۳	۱/۱۱	۰/۳	۴۳/۷۸	۵۶/۰	۱۰۰/۰	۲۶/۱	۷/۱	۴۴/۰
منطقه ساحلی-گالشکلام										
Apg	۰-۱۰	۵/۴۶	۱/۱۹	۷۸/۵	۱۳/۵	۸/۰	۱۰۰	۱۰/۱	۱۲/۱۰	۳۲/۰
Bg1	۱۰-۲۰	۵/۵۷	۱/۱۳	۷۴/۵	۱۷/۴	۸/۰	۱۰۰	۱۰/۸	۱۴/۶	۴۶/۰
Bg2	۲۰-۳۰	۵/۰۹	۰/۸۷	۷۴/۷	۱۵/۳	۱۰/۰	۷۵/۴	۱۵/۵	۱۸/۳	۴۸/۰
BC	۳۰-۵۰	۶/۷۵	۰/۲۳	۹۰/۰	۶/۰	۴/۰	۱۰۰	۷/۷	۱۴/۱	۳۳/۰
Cg	۵۰-۱۵۰	۷/۸۵	۰/۰۷	۹۱/۰	۶/۵	۲/۵	۱۰۰	۶/۴	۱۰/۷	۳۲/۰

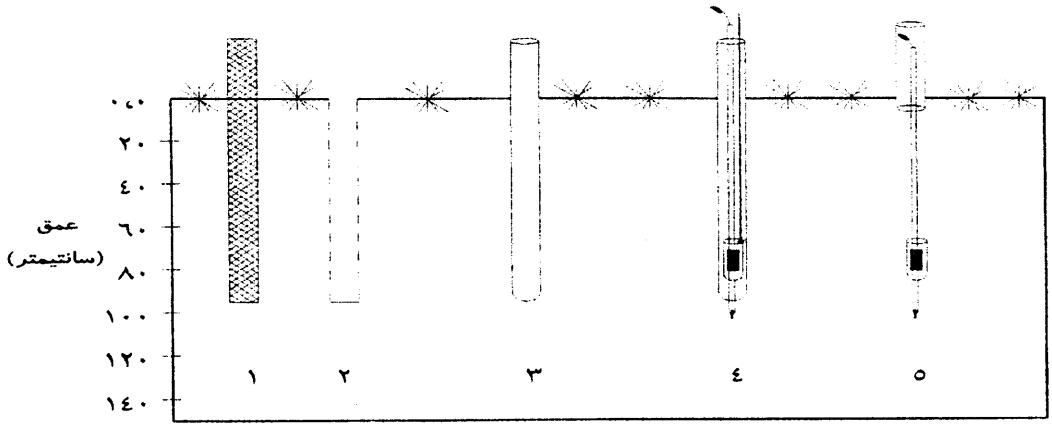
Fe-t ، آهن کل Fe-d ، آهن استخراج شده بوسیله سیترات بی کربنات دی تیونیت



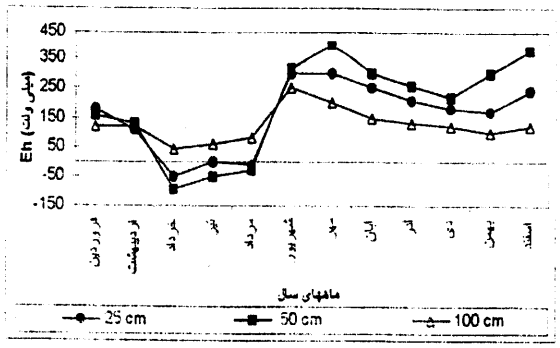
شکل ۱- موقعیت استان گیلان و منطقه مورد مطالعه (لنگرود)



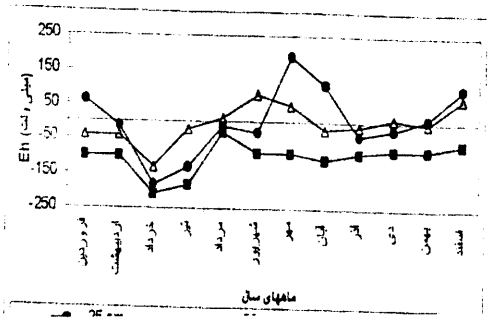
شکل ۲- میانگین دما و بارندگی ماهانه از سال ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ در ایستگاه هواشناسی لاهیجان (هواشناسی استان گیلان – بندر انزلی)



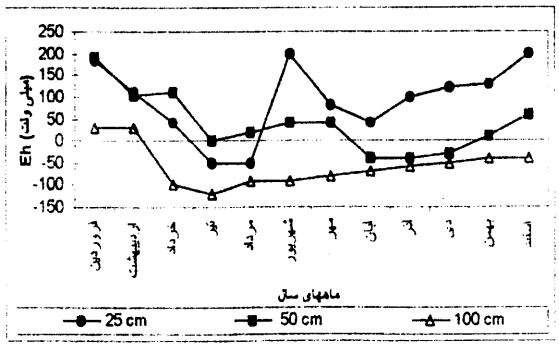
شکل ۳- مراحل نصب الکترود پلاتینی بصورت دائم در خاک:
۱)ایجاد سوراخی به عمق حدود ۹۸ سانتی‌متر با میله فلزی یا چوبی. ۲)خروج چوب یا میله و آماده نمودن سوراخ ۳)انتقال لوله‌ای هم قطر حفره ایجاد شده در داخل سوراخ ۴)انتقال الکترود پلاتینی از داخل لوله تا عمق مورد نظر و فرو بردن آن بوسیله یک میله نازک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری ۵) پرکردن سوراخ و خروج لوله از خاک و نصب یک لوله پلی اتیلنی در سطح خاک بمنظور مشخص نمودن محل الکترود در مزرعه



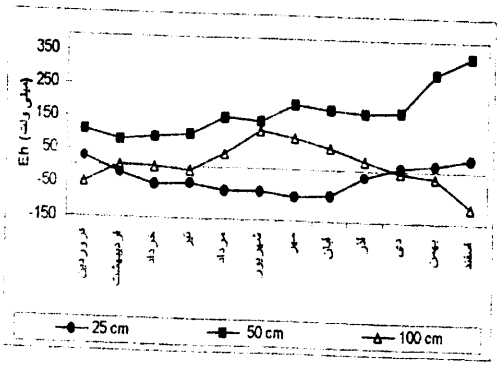
شکل ۴- پتانسیل اکسایش و کاهش در عمقهای مختلف خاکهای منطقه کوهستانی – اطاق‌رو



شکل ۶- پتانسیل اکسایش و کاهش در عمقهای مختلف خاکهای منطقه مردابی - خالکیاسر



شکل ۵- پتانسیل اکسایش و کاهش در عمقهای مختلف خاکهای منطقه جلگه‌ای – گل سفید



شکل ۷- پتانسیل اکسایش و کاهش در عمقهای مختلف خاکهای منطقه ساحلی – گالشکلام

عمدتاًدارای اشباع مصنوعی (آنتراکوییک) بوده و بعلت پایین بودن سطح سفره آب زیرزمینی تنها دارای خصوصیات اشباع از بالا هستند. در حالیکه در خاک های جلگه ایی و ساحلی علاوه بر دارا بودن خصوصیات اشباع ازبالا (مصنوعی-طبیعی) دارای خصوصیات اشباع از پایین تحت شرایط سطح آب زیرزمینی بالا نیز هستند. خاکهای مردابی دارای شرایط متفاوتی بوده و علاوه بر تأثیر آنتراکوییک تقریباً در تمام طول سال بطور کامل اشباع هستند. بگونه ای که در این خاکها و تا حدودی دیگر خاکها تفکیک کامل تأثیر شرایط آنتراکوییک از آکوییک مشکل است. همچنین مطالعه فوق نشان می دهد که تغییرات Ehدر عمق های سطحی مخصوصاً ۱۵ و ۲۵ سانتیمتری شدیدتر از عمق های ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری است. تفاوت Eh در لندفرمهای مختلف اراضی شالیکاری در ارتباط با سطح آب زیرزمینی، تغییرات آن در طول سال و مدت زمان آب ایستی در سطح این خاکهاست، که این تفاوتها با پدیده‌های ردوکسی مورفیک هماهنگی دارد. بنابراین جمع آوری داده های صحیح و قابل اعتماد از پتانسیل اکسایش و کاهش می تواند به شناسایی و رده بندی خاکهای اراضی خیس این مناطق کمک می نماید. از آنجاییکه مقدار Eh متأثر از یکی از فاکتورهای مهم اقلیمی یعنی دما و احتمالاً برخی عوامل ناشناخته دیگر نیز هست پیشنهاد می گردد جهت حصول نتایج مطمئن تر آزمایش فوق طی چند سال همراه با ۲ الی ۳ تکرار در هر عمق انجام بگیرد.

سپاسگزاری

از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی که هزینه اجرای این طرح را تأمین نموده است تشکر وقدردانی می نماییم.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

1. Childs, C. W. 1981. Field test for ferrous iron and ferric organic complexes (on exchange sites in water-soluble forms) in soils . Aust. J. soil Res.Vol: 19,175-180.
2. Cogger, C. D., D. E. Kennedy and D. Carlson. 1992. Seasonally saturated soils in the Pugot lowland II. Measuring and interpreting redox potentials. Soil Sci. Vol. 154 NO:1,50-58.
3. Elless, M.P., M. C. Rabenhorst and B. R. James. 1996. Redoximorphic features in soils of the triassic Culpeper basin. Soil Sci. Vol. 161, NO. 1,59-69.
4. Faulkner. S. P., W. H. Patrick, Jr. and R. P. Gambrell. 1989. Field techniques for measuring wetland soil parameter. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 53, 883-890.
5. Fanning, D. S., and M. C. B. Fanning. 1989. Soil morphology, genesis and classification. John Wiley and Sons. P: 110-125.
6. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1982. Particle-Size analysis. P. 383-411. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
7. Gotoh, S. and W. H. Patrick, Jr. 1974. Tranformation of iron in a waterlogged soil as influenced by redox potential and pH. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Vol. 38:66-70.
8. Heseu, Zeng-yei and Zueng-sangchen. 1996. Saturation, reduction and redox morphlology of seasonally flooded Alfisols in Taiwan. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 941-949.
9. Jackson, M. L. and C. h. Lim, and L. W. Zelazny. 1982. Oxides, hydroxides, and aluminosilicates. P. 101-150. In A. Klute (ed.) Methods of soils analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison WI.
10. Khan, F. A., and T. E. Fenton. 1994. Saturated zones and soil morphology in a Mollisols catena lowa. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:1457-1464.
11. Lim C. H. and M. L. Jackson, 1982. Dissolution for total elemental analysis P:1-110. In A. L. Page et al. (ed.). Methods of soil analysis . Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA. Madison WI.
12. Lindsay. E. L. 1976. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons. Inc.
13. Mclean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. P. 199-224. In A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison WI.
14. Meek, B. D. and L. B. Grass. 1975. Redox potential in irrigated desert soils as an indicator of aeration. Soil Sci. Soc. Am . Proc. Vol. 39:870-875.
15. Megonigal, J. P., W. H. Patrick, J. R, and S. P. Faulkner. 1993. Wetland identification in seasonally flooded forest soils: Soil morphology and redox dynamic. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:140-149.
16. Michalyna, W. and R. H. Rust. 1984. Influence of drainage regim on the chemistry and morphology

of some Manitoba soils: Sandy Chernmozemic and Gleysols of the lower Assiniboin delta. Can. J. Soil Sci. 64:587-604.

17. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P. 539-577. In A. L. page et al (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison WI.
18. Neue, H. E. and C. P. Mamaril. 1985. Zinc, Sulfur and other micronutrients in wetland rice soil: characterization, classification and utilization. Proceeding of a workshop held 26 March to 5 April. 1984. Manil Philippines, IRRI. 1985.
19. Ponnamperuma, F. N. 1972. The chemistry of submerged soils. Adv. Agron. 24:29-96.
20. Ransom, M. D. and N. E. Smeck. 1986. Water table characteristics and water chemistry of seasonally wet soils of southwestern Ohio. Soil. Soc. Am. J. Vol. 50: 1281-1289.
21. Rhoades. J. D. 1982. Cation - exchange capacity . P. 149-157. In A. L. page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron . Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison WI.
22. Soil survey staff. 1998. Keys to soil taxonomy. Soil conservation service. Eighth Edition. 1998.
23. Sposito, G. 1989. The chemistry of soils. Oxford Univ. Press, New York.
24. Thomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. P. 159-165. In A. L. Page et al (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
25. William, J. M., and J. G. Gosseling. 1993. Wetlands. Second edition. Van Nostrand Reinhold, New York P:115-163.

Reduction and Redox Morphology of the Paddy Soils on Different Landforms in Gilan Province, Northern Iran

H. TORABI[1], G., M. K. EGHBAL [2], AND M. KALBASI[3]

1,2,3-Ph.D. Student, Assistant Prof. and Prof. Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Accepted,Dec.13, 2000

SUMMARY

Rice is the most important agricultural product in Gilan Province. Nutrient availability in wetland soils is influenced by redox potential. This study was conducted in Langroud area, located in eastern Gilan Province, Northern Iran. During the study year changes in redox potential were studied on four sites in rice paddy fields, located on mountain , basin, marsh and seashore landforms. The Eh values were measured through permanently installed platinum electrodes and a voltmeter at 25, 50 , 100 cm depths, but redox potential for the depths < 5 cm and 10-15 cm were recorded by intermittent measurments. Redoximorphic features were evaluated by both measurments of redox potential and reaction to α, α` - dipyridyl dye. Soils on the mountains (Aeric Epiaqualfs) are submerged by irrigation water during the growing period and may be saturated for 1 to 2 months during the year by rain water. In these soils the reduced layer extends to the base of the top soil. The soils in the basins and seashores (Aeric Epiquepts) exhibit two reduced layers, one at the base of tillage layer and the other within about 75-100 cm. Excluding the grwoing period, the surface of these soils are saturated for about 2 to 4 months during the year. The soils in the marshy areas (Fluvaquantic Endoaquolls) were permanently saturated, thus reduced all year round. Toward the end of the growing period, the Eh varied , but lower vaules were obtained for all soils studied on different landforms. The Eh variations in different landforms could be related to redoximorphic features of the soils being developed under the influence of ponded water at soil surface and fluctuations in water table. During the growing period the lowest Eh values were recorded for the months of Khordad and Tir (June and July). During these months the recorded Eh Values, were +170, +100, +30, -100 and +60 mV in mountain soils; +110, +80, -50, 0 and -120 mV in basin soils; +50 , +30 , -180 , -210 and -130 m V in marsh soils; +105, +65, -50, +96 and +5 mV in seashore soils for depths 5, 10 , 25 , 50 and 100 cm respectively.

Key words: Redox potential, Paddy soils , Redoximorphic features, Aquic, Anthraquic, Gilan.