دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

آزمایشگاه خاکشناسی عمومی

تهیه و تنظیم

حیدر غفاری

اندازه گیری واکنش (اسیدیته) خاک

مقدمه

واکنش خاک در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که در آن صورت میگیرد، به وجود می آید. تعیین اسیدیته خاک در تشخیص امراض، جذب عناصر غذایی و اختلالات مربوط به رشد گیاه بسیار حائز اهمیت است؛ به عنوان مثال چنانچه برگ های سبز گیاه تغییر رنگ دهند ابتدا باید واکنش خاک بررسی شود. واکنش خاک را میتوان به درجه حرارت بدن انسان تشبیه کرد. به نحوی که اندازه‌گیری آن اولین قدم در راه تشخیص امراض و یا اختلالات موجود در اعمال حیاتی انسان است. مناسب ترین pH خاکهای زراعی حدود ۶/۵ است در این pH گیاه با عوامل محدودکننده رشد مواجه نمی شود و بیشتر عناصر غذایی در حد مطلوب جذب می شوند.

خاکشناسان اسیدیته خاک را تحت عنوان واکنش خاک می شناسند و آن را اختصارا با pH نشان میدهند.

pH معیاری از غلظت یون هیدروژن در محلول خاک است و رابطه عکس با آن دارد. هر چه Ph بیشتر باشد یعنی غاظت یون هیدروژن کمتر است.

طبق فرمول زیر pH عبارتست از منفی لگاریتم فعالیت H+

$$pH = -log[H^+] = log\frac{1}{[H^+]}$$

مفهوم pH براساس تفکیک یا تجزیه ملکول آب استوار است. ملکول های آب طبق واکنش زیر به مقدار خیلی کم (از هر ۵۵۵ میلیون مولکول فقط یک مولکول) در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد تفکیک (یونیزه) می شوند.

$$H_2O \rightleftharpoons [H]^+ + [OH]^-$$

ثابت یونیزاسیون آب همیشه مقداری ثابت برابر با 1×10^{-14} است. از طرفی ثابت یونیزاسیون آب برابر است با:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

از آنجایی که در حالت خنثی غلظت هر دو یون هیدروژن و یون هیدروکسیل با هم برابرند، پس:

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}\ mol/L$$
$$[OH^-] = 1 \times 10^{-7}\ mol/L$$

برای همین است که در حالت خنثی PH برابر ۷ است. و با افزایش غلظت یکی از یونها، به همان اندازه غلظت یون دیگر کاهش می یابد. چون باید جمع آنها برابر ۱۴ با شد. یعنی اگر PH محلولی برابر ۸ بود یعنی منفی لگاریتم غلظت یون هیدروکسیل برابر ۶ است.

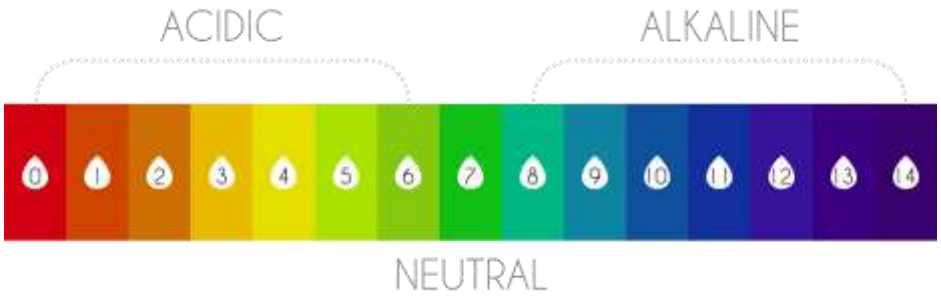
اگر محیط خنثی باشد در محلول حالت تعادل بین یون های هیدروژن و هیدروکسید (OH) حاصل از تجریه آب به وجود می آید. در این صـــورت می گویند محیط خنثی اســـت. وقتی در محلول مقدار یون هیدروژن بیشتر از یون هیدروکسید باشد محیط اسیدی است و برعکس در حالتی که یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدروژن باشد محیط قلیایی است. بنابر آنچه ذکر شد pH آب خالص در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد برابر ۷ خواهد بود به همین ترتیب pH اسیدها کمتر از ۷ و pH قلیاها یا بازها بیشتر از ۷ می باشد. pH در محدوده ۰ تا ۱۴ تغییر میکند.

در صـورتیکه دما تغییر کند pH نیز تغییر می نماید. به طور مثال برای آب خالص در دمای ۱۰۰ سـانتیگراد pH آن ۶ و در صفر درجه سانتیگراد PH آن به ۷/۵ افزایش می یابد. علت آن ست که با افزایش دما، غلظت یون H زیاد میشود. بنابراین در اندازه گیری pH اثر دما را باید مد نظر داشت.

اندازه گیری PH خاک

pH یک محلول را میتوان به دو طریق تعیین کرد: ۱- از طریق روش های رنگ سنجی که البته روش دقیقی نیست و نمی تواند مقادیر کم تغییر pH را مشخص سازد ۲- با استفاده از دستگاه pH متر که بر اساس اندازه گیری پتانسیل الکتریکی حاصل از یونهای هیدروژن کار می‌کند (روش الکترومتری).

رنگ سنجی:



الکترومتری

در این روش از دستگاهی به نام PH متر استفاده میشود.

PHسنج چگونه کار می کند؟

زمانیکه دو فلز باهم تماس پیدا می‌کنند با توجه به تفاوت تحرک الکترون درآنها اختلاف ولتاژ بوجود می آید. مشابه با این وقتی که یک فلز با یک مایع اسیدی یا نمکی تماس پیدا کند پتانسیل الکتریکی بوجود می آید که منتج به اختراع باطریها شد. به همین ترتیب در تماس دو مایع با یکدیگر نیز پتانسیل الکتریکی ایجاد میشود. اما برای جداسازی دو مایع از یکدیگر نیاز به یک غشا (membrane) می‌باشد.

یک PH سنج در ا صل پتانسیل الکترو شیمی بین یک مایع معلوم در داخل الکترود شیشه ای و یک مایع مجهول در بیرون را اندازه گیری میکند. بدلیل اینکه حباب شیشه ای نازک حاوی فلزات به خصوصی است

اجازه عبور به یونهای کوچک و سریع الانتقال هیدروژن را از آن میدهد. جابجایی یون ها باعث ایجاد و تغییر پتانسیل الکتریکی می شود که توسط الکترود شیشه ای اندازه گیری میشود. اما این پتانسیل اندازه گیری شده باید با یک پتانسیل مرجع مقایسه شود تا قابل بیان باشد. بنابراین برای تکمیل مدار الکتریکی به یک الکترود مرجع نیز نیاز می باشد. همانطور که میدانید اختلاف پتانسیل یک نقطه باید نسبت به اختلاف پتانسیل یک نقطه دیگر که پتانسیل مرجع یا رفرنس نامیده میشود اندازه گیری شود. میزان ولتاژ تولید شده در الکترود شیشه‌ای نسبت به ولتاژ الکترود مرجع سنجیده می‌شود. اختلاف پتانسیل شیمیایی اندازه گیری شده بر اساس معادله نرنست Nernst به PH تبدیل می شود.

$$\frac{E_{cell} - E_{ref}}{0.0592\ V} = pH$$

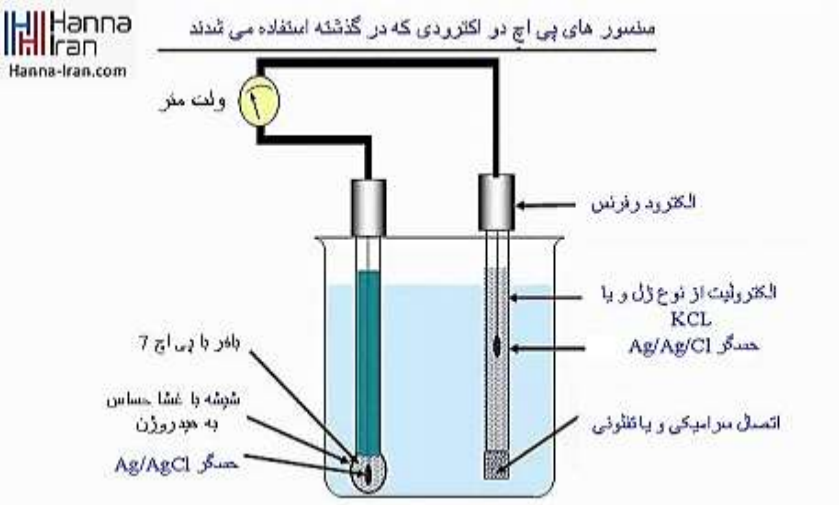
الکترود شیشه ای از اتصال یک حباب شیشه‌ای نازک به ضخامت ۰٫۱mm و حساس به غلظت یون هیدروژن (جنس سیلیکات سدیم) به انتهای یک لوله شیشه‌ای معمولی با دیواره ضخیم ساخته شده است. درون حباب کوچک توسط محلول ۰٫۱mol/L کلرید پتاسیم با pH =7 و یا هیدروکلرید اسید ۰٫۱mol/L با pH = 1 به عنوان بافر پر شده است. یک سیم از جنس نقره آغشته به کلرید نقره از دیواره های شیشه ای عبور کرده و وارد محلول شده و توسط یک هادی خارجی به یکی از دو پایانه و سیله اندازه گیری پتانسیل متصل می شود.

الکترود مرجع به دو صورت ساخته می شود. نوع اول آن از یک سیم نقره یا پلاتین نقره اندود شده تشکیل شده است که روی آن به روش الکتریکی با لایه نازکی از کلرید نقره پوشانده شده و آن را در محلول کلرید پتاسیم اشباع قرار داده اند. تهیه این الکترودها ساده بوده و مدت ها سالم می ماند. نوع دیگری از الکترود مرجع که مناسب ترین نوع آن است، الکترود کالومل است که در آن از الکترود جیوه سفید در محلول کلرید پتاسیم استفاده شده است. پایه کار این الکترود واکنش جیوه و کلرید جیوه یا همان کالومل است. فاز آبی که بین این دو ارتباط برقرار می کند کلرید پتاسیم اشباع در آب است، یک مفتول پلاتینی نیز ارتباط جیوه با مدار الکتریکی را برقرار می کند. پتانسیل الکترود مرجع چون درون محفظه ای با غلظت ثابت نمک قرار داده شده، برابر صفر است.

کالیبره کردن دستگاه:

ابتدا دستگاه PH متر را باید کالیبره یا تنظیم کنیم. برای این کار دستگاه را روشن کرده، الکترود آن را داخل ظرف آب مقطر گذاشته تا برای مدتی کار کند. سپس محلول های استانداردی که PH آنها مشخص است را زیر دستگاه گذاشته و عدد صفحه نمایش را بررسی می کنیم. برای کالیبره کردن PH متر معمولا از دو محلول استاندارد استفاده می‌کنند. اگر PH قلیایی بود از دو استاندارد ۷ و ۹ و برای محلولهای اسیدی از دو

استاندارد ۷ و ۴ استفاده می شود. این استانداردها به صورت آماده وجود دارند و یا می‌توان آنها را با استفاده از اسید ستریک ۰,۱ مولار تهیه کرد.



روش کار:

واکنش خاک را معمولا در عصاره گل اشباع اندازه گیری می‌کنند که نحوه تهیه گل اشباع و عصاره گیری از آن قبلا توضیح داده شده است. علاوه بر عصاره گل اشباع برخی از محققین ترجیح می دهند واکنش خاک را در سوسپانسیون با نسبت ۱:۲,۵ خاک و محلول ۰,۰۱ مولار کلرید کلسیم ($CaCl_2$) اندازه گیری کنند. در این آزمایش، هر گروه ۴ بشر ۵۰ یا ۱۰۰ میلی لیتری برداشته و براساس جدول زیر درون آنها محلول‌های مورد نظر تهیه گردد.

شماره‌ی بشر	سوسپانسیون	خاک (gr)	آب مقطر (ml)	$CaCl_2$ ۰/۰۱ مولار (ml)	KCL ۰/۱ مولار یا ۰/۱ نرمال (ml)
۱	۱:۱	۱۵	۱۵	-	-
۲	۳:۱	۱۵	۴۵	-	-
۳	۲/۵ :۱	۱۵	-	۳۷/۵	-
۴	۱:۱	۱۵	-	-	۱۵

نکته: خاک مورد آزمایش باید خشک و از الک ۲ میلیمتر عبور داده شده باشد. در تمام آزمایشات خاکشناسی ابتدا خاک را با الک نمره ۱۰ یا همان ۲ میلی متر الک می‌کنند.

عصاره تهیه شده از هر کدام را درون یک بشر تمیز ریخته و زیر دستگاه ph متر قرار دهید. الکترود دستگاه را تا مکان معین (تا بالای روزنه ای که در بغل الکترود قرار دارد) در سوسپانسیون خاک وارد نموده و واکنش خاک را قرائت کنید. الکترود را خارج کرده و آن را با آب مقطر تمیز نموده، با دستمال کاغذی خشک کرده

و سوسپانسیون دیگر را به همین صورت اندازه گیری کنید. مقدار pH را در حالت های مختلف با هم مقایسه کنید.

نکته: پس از حدود ۵۰ بار اندازه گیری، دستگاه را باید مجدداً کالیبره نمود.

انتظار می رود که با افزایش نسبت آب، به دلیل اثر رقت مقدار pH افزایش یابد. چون غلظت H کم میشود. همچنین در صورتی که از کلرید کلسیم یا کلرید پتاسیم استفاده شود، pH اندازه گیری شده کاهش می‌یابد. چون کلسیم و پتاسیم جایگزین هیدروژن موجود در مکان‌های تبادلی ذرات خاک شده و بنابراین، هیدروژن بیشتری وارد محلول خاک می‌شود.