تقدير الكربونات والبيكربونات فى المستخلص المائى الملون للأراضى القلوية بقياس فرق الجهد

المرحوم الدكتور أمين أحمد عبد البر - والدكتور جرجس روفائيل فهمى
والمهندس الزراعى عبد الغنى محمد عبد الغنى - والمهندس الزراعى محروس جورجى

مقدمة

تقدر الكربونات والبيكربونات فى المستخلص المائى عادة بالتنقيط بمحلول حامض معلوم القوة ، مثل حامض الكبريتيك أو الأيدروكلوريك أو محلول ملح حامضى ، مثل محلول بيكبريتات البوتاسيوم الحامضية ، مع استخدام الأدلة التى يتغير لونها بتغير رقم الـ pH عند نقطة انتهاء التنقيط ، أى نقطة التعادل ، مثل دليل الفينولفثالين فى تقدير الكربونات وبرتقالى الميثايل أو Bromo Cresol Green فى تقدير البيكربونات أو أية أدلة أخرى يتغير لونها عند رقم الـ pH الذى يصل إليه المحلول المنقط عند تمام نقطة التعادل . ولكن فى بعض الحالات مثل الأراضى القلوية عادة ما يتلون المستخلص المائى بلون بنى قد يصل من الدكنة إلى درجة استحالة استخدام الأدلة فى تقدير الكربونات والبيكربونات ، وذلك نتيجة لوجود المادة العضوية على صورة سهلة الذوبان فى الماء كهيومات الصوديوم .

ومن الدراسة والتجربة ، وجدنا أن أنسب وسيلة لتقدير الكربونات

- المرحوم الدكتور أمين احمد عبد البر : عميد المعهد العالى الزراعى بمشتهر واستاذ الاراضى سابقا .
- الدكتور جرجس روفائيل فهمى : باحث بالادارة العامة للاراضى ، بوزارة الزراعة .
- المهندس الزراعى عبد الغنى محمد عبد الغنى : اخصائى بقسم حصر الاراضى بوزارة الزراعة .
- المهندس الزراعى محروس جورجى : اخصائى بقسم حصر الاراضى ، بوزارة الزراعة .

والبيكربونات فى مستخلصات التربة الملونة ، هى الاعتماد على قياس فرق الجهد بدلا من استخدام الأدلة والاعتماد على تغيير اللون لمعرفة نقطة الانتهاء .

الطرق المقترحة لتقدير الكربونات والبيكربونات فى مستخلص التربة القلوية المائى الملون مع الاعتماد على قياس فرق الجهد :

هذه الطرق مبنية على أساس قياس فرق الجهد الكهربى بين قطبين منغمسين فى محلولين مختلفى التركيز فى الأيون المراد تقديره ، وعند نقطة التكافؤ (التعادل) تحدث قفزة حادة فى الجهد الكهربى تبين انتهاء عملية التنقيط . وعملية التنقيط مع قياس فرق الجهد يمكن تقديرها بطريقة المقابلة والتنقيط حتى التكافؤ (التوازن) أى التنقيط حتى الصفر التى فيها يغمس أحد القطبين (القطب الدليلى) فى المحلول المراد اختباره ، والقطب الآخر (قطب المقابلة) يغمس فى محلول سبق تنقيطه بالضبط بكل دقة لهذا الأيون المراد تقديره فى العينة ، وينقط حتى توازن (تكافؤ) جهد القطبين . وأبسط هذه الطرق :

أولا ـ طريقة قياس فرق الجهد باستخدام الأقطاب الكينهيدرونية ($C_{12}H_{10}O_4$) وجلفانوميتر شديد الحساسية أو مليفولتاميتر واستخدام سيفون الآجار باتباع الخطوات التالية :

(١) تؤخذ عينتان من أى مستخلص مائى شفاف (أو محلول كربونات نقية) بمقدار ٢٥ — ٥٠ سم٣ ، وتوضعان فى كأسين سعة ١٠٠ — ١٥٠ سم٣ ، تنقط محتويات أحدهما لتقدير الكربونات مع استخدام الفينولفثالين ، والآخر لتقدير القلوية الكلية (الكربونات والبيكربونات) مع استخدام دليل برتقالى الميثايل .

(٢) يؤخذ ٢٥ — ٥٠ سم٣ من مستخلص العينة المائى الملون ، ويوضع فى كأس بنفس السعة السابقة أى ١٠٠ — ١٥٠ سم٣ .

(٣) يغمس قطبا بلاتين نظيفان أحدهما فى الكأس المحتوى على المستخلص المائى للتربة الملون المراد تنقيطه (١ فى شكل ١) والآخر فى الكأس المحتوى على المستخلص الشفاف الذى سبق فيه تنقيط (معادلة) الكربونات (٢ فى شكل ١)

يوصل محتوى الكأسين بسيفون الآجار(*) (٣ فى شكل ١) . ويوصل أحد القطبين بطرف مفتاح مقطع التيار (٤ فى شكل ١) والطرف الآخر يوصل بجلفنوميتر ذو حساسية A^{-6} ١,١٠ أو ملليفولتميتر (٥ فى شكل ١) وطرف الجلفنوميتر الثانى يوصل بالقطب البلاتينى الآخر .

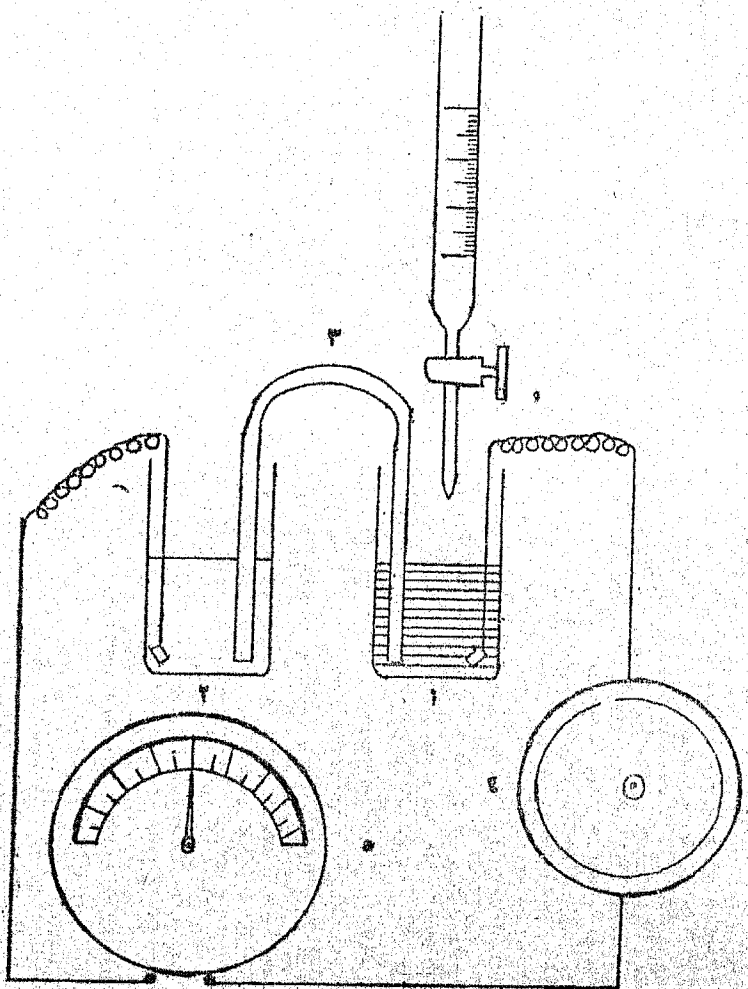
(٤) يوضع فى كلا الكأسين كينهيدرون بمعدل حوالى ٠,٠٥ جرام (أو يحضر محلول منه ، وذلك بأن يوضع ١ جم كينهيدرون فى ١٠ سم^{3} ماء مقطر خال من ك$_{2}$ ا$_{2}$ ويرج جيداً ، ثم يرشح ، ثم تضاف نقطة من أحمر الميثايل ، ثم نقطة واحدة فقط من محلول ٠,١ س ص ا يد ، فيتحول لون الميثايل من الأحمر إلى الأصفر . يوضع الكينهيدرون المحضر فى وعاء قاتم اللون) على ٢٥ سم^{3} من المستخلص مع تحريك المحلول فى الكأس بتمرير تيار هواء خلال أنبوبة زجاجية منحنية بزاوية قائمة عن طريق منفاخ من المطاط .

(٥) ينقط مستخلص التربة الملون ببطء نقطة نقطة بحامض كبريتيك ٠,١ أو ٠,٠٢ أساسى من سحاحة مثبتة فوق الكأس المحتوى على المستخلص مع التحريك بالطريقة السابقة ، وعن طريق مفتاح مقطع التيار يلاحظ انحراف إبرة الجلفنوميتر أو الملليفولتميتر ، وينقط بالحامض حتى النقطة التى لا تنحرف عندها إبرة الجلفنوميتر بالضغط على المفتاح . أى عندما يصبح فرق الجهد مساويا للصفر ، ومن معرفة مقدار الحامض الذى لزم لعملية التنقيط ، يمكن حساب مقدار الكربونات فى المستخلص .

(٦) يستمر فى التنقيط لتقدير القلوية الكلية (الكربونات والبيكربونات)

(*) يصحن ٣ جم آجار ثم تنقل الى دورق مخروطى ويضاف اليها ١٠٠ سم^{3} ماء مقطر ويوضع فوق حمام مائى مع تغطية الدورق بقمع صغير ليعمل كمكثف . وبعد تمام ذوبان الآجار وتحويله الى محلول غروى يضاف ١٠ جم كلوريد بوتاسيوم مصحونة جيدا على دفعات صغيرة مع التحريك بمحرك زجاجى حتى تمام الذوبان ، ثم ينقل المحلول الى كأس ويوضع فوق حمام مائى وتملأ السفونات الزجاجية التى على شكل حرف U وبقطر ٣ — ٥ مم وبطول اضلاع ٥٠ — ٦٠ مم بالمحلول الساخن . ويجب أن يملأ السفونات تماما وبدون وجود فقاقيع وتحفظ السفونات فى محلول كلوريد بوتاسيوم مشبع .

فى نفس العينة التى تقدر فيها الكربونات بأن يرفع قطب المقابلة من الكأس المحتوى على محلول الكربونات الشفاف المنقط مع الفينولفثالين ، وبعد غسله بالماء المقطر يغمس فى الكأس المحتوى على المحلول المنقط فيه القلوية الكلية مع برتقالى الميثايل،



شكل (١) : الدائرة الكهربائية عند التنقيط على أساس قياس فرق الجهد فى حالة استعمال سيفون الآجار .

تم يوضع فى هذا الكأس كينهيدرون ويحرك المحلول بتمرير الهواء فيه كما سبق ثم يوصل بعد ذلك بمحتويات الكأس الآخر المحتوى على المستخلص الداكن اللون المراد تقدير الكربونات والبيكربونات فيه بواسطة سيفون الآجار .

(٧) ينقط بحامض الكبريتيك ٠,١ أو ٠,٠٢ س حتى يقف انحراف إبرة الجلفانوميتر أو المليفولتميتر دلالة على الوصول إلى نقطة التكافؤ ، ومن معرفة حجم الحامض الذى لزم لعملية التنقيط ، يمكن حساب مقدار القلوية الكلية ومنها يمكن حساب البيكربونات .

ثانيا — ويمكن الاستعاضة عن القطب الكينهيدرونى Quinhydrone electrode وسيفون الآجار مع استخدام الجلفانوميتر أو المليفولتميتر بالأقطاب الزجاجية Glass electrode مع استخدام أجهزة قياس الجهد الكهربى الحديثة Potentioicmeter أو المستخدم منها لقياس الـpH المعروفة تحت اسم pH Meter وفى الحالة الأخيرة تتبع الخطوات التالية :

(١) يضبط جهاز قياس رقم الـ pH على pH ٧ باستخدام محلول منظم الـ pH له = ٧ مع مراعاة تعديل درجة الحرارة على الجهاز بواسطة المفتاح الخاص بذلك بالنسبة لدرجة حرارة المستخلص .

(٢) يقرأ pH محلول الكربونات عديم اللون المنقط بالحامض مع استخدام دليل الفينولفثالين .

(٣) يرفع قطبا الجهاز من الكأس ويغمسان فى الكأس المحتوى على المستخلص الملون المراد تنقيطه مع قياس فرق الجهد .

(٤) تنقط محتويات الكأس بالحامض نفسه نقطة نقطة مع التحريك بفقاعات الهواء ومع قراءة الجهاز بعد كل نقطة حتى تصل القراءة إلى رقم الـ pH الذى دل عليه الجهاز عند قياس المحلول عديم اللون المنقط سابقا ، فيكون المقدار المستنفد من الحامض أثناء التنقيط هو المقدار الذى لزم لمعادلة الكربونات .

أما فى حالة تقدير الكربونات والبيكربونات معا ، فتعاد نفس الخطوات السابقة فقط ، مع استخدام المحلول الشفاف المنقط فيه الكربونات والبيكربونات بالحامض ، ومع استخدام دليل برتقالى الميثايل للمقابلة ، ومن معرفة مقدار الحامض المستنفد فى التنقيط ، يمكن حساب الكربونات والبيكربونات .

جدول (١)

مقابلة بين نتائج تقدير الكربونات والقلوية الكلية
باستخدام الأدلة وتقديرها بقياس فرق الجهد

رقم العينة	المقدار المأخوذ من محلول كربونات الصوديوم سم٣		مقدار الحامض المستهلك لتمام التنقيط مع استخدام الأدلة				مقدار الحامض المستهلك لتمام التنقيط مع قياس فرق الجهد			
			٠٢, س		٠١, س		٠٢, س		٠١, س	
	٠٢, س	٠١, س	كربونات	قلوية كلية	كربونات	قلوية كلية	كربونات	قلوية كلية	كربونات	قلوية كلية
١	٥	٥	٥,٠٠	٩,٨٥	٥,٠٠	٩,٩٠	٥,٠٠	٩,٩٥	٤,٩٥	١٠,٠٠
٢	١٠	١٠	١٠,٠٥	١٩,٩٠	٩,٩٥	١٩,٨٥	٩,٩٠	١٩,٩٠	١٠,٠٠	١٩,٨٥
٣	١٥	١٥	١٥,٠٠	٢٩,٨٠	١٥,٠٠	٢٩,٩٠	١٥,٠٥	٢٩,٧٥	١٥,١٠	٢٩,٩٠
٤	٢٠	٢٠	١٩,٩٥	٣٩,٩٠	٢٠,٠٠	٣٩,٨٠	٢٠,١٠	٣٩,٩٠	١٩,٩٠	٤٠,٠٥
٥	٢٥	٢٥	٢٥,٠٠	٤٩,٧٥	٢٥,٠٥	٤٩,٨٥	٢٤,٩٥	٥٠,١٠	٢٥,٠٥	٤٩,٨٠

مقابلة بين نتائج تقدير الكربونات ، والكربونات والبيكربونات معا باستخدام الأدلة وتقديرها بقياس فرق الجهد:

يحتوى جدول (١) على نتائج تجربة لمقابلة نتائج تقدير $-ك_{ا}$ ، $-ك_{ا}+يدك_{ا}$ إما بالتنقيط بحامض فى وجود الأدلة (عندما يكون المحلول رائقا وعديم اللون) وإما باستعمال قياس فرق الجهد (عندما يكون المحلول ملونا باللون البنى الداكن).

ولإجراء التجربة أخذت محاليل عيارية من كربونات الصوديوم النقية ٠,٠٣ ، ٠,٠١ س بالضبط ونقطت بمحلول حامض كبريتيك ٠,٠٢ ، ٠,٠١ س بالضبط مع استخدام دليل الفينولفثالين لتقدير الكربونات ودليل برتقالى الميثايل لتقدير القلوية الكلية (الكربونات والبيكربونات) . ثم أجريت عملية التنقيط للمقابلة فى عينات أخرى عن طريق قياس فرق الجهد للاطمئنان إلى مدى دقة كل من الطريقتين .

ومن دراسة النتائج المعروفة فى جدول (١) تتضح شدة تقارب نتائج تقدير الكربونات والبيكربونات باستخدام الأدلة من نتائج تقديرها بقياس فرق الجهد دون استخدام الأدلة فى حدود الخطأ التجريبى المسموح به .

الخلاصة

فى الأراضى القلوية عادة مايتلون المستخلص المائى بلون بنى نتيجة لوجود المادة العضوية على صورة سهلة الذوبان فى الماء القلوى وقد يصل من الدكانة لدرجة استحالة استخدام الأدلة فى تقدير الكربونات والبيكربونات، وفى مثل هذه الحالات ينصح بمعرفة نقطة انتهاء عملية التنقيط بقياس فرق الجهد ، بدلا من استخدام الأدلة مع ضمان دقة النتيجة فى حدود الخطأ التجريبى المسموح به .

المراجع

(١) اليكسندروفا ، نايدينوفا : دراسات عملية معملية عن الأراضى ، موسكو ١٩٥٧ باللغة الروسية .

(٢) أرينوشكينا : القيادة للتحليـــل الكيماوى للأراضى ، موسكو ١٩٦١ باللغة الروسية .

(٣) طرق الكيمياء الزراعية لأبحاث الأراضى ، أكاديمية العلوم بالاتحاد السوفيتى . موسكو ١٩٥٤ باللغة الروسية .