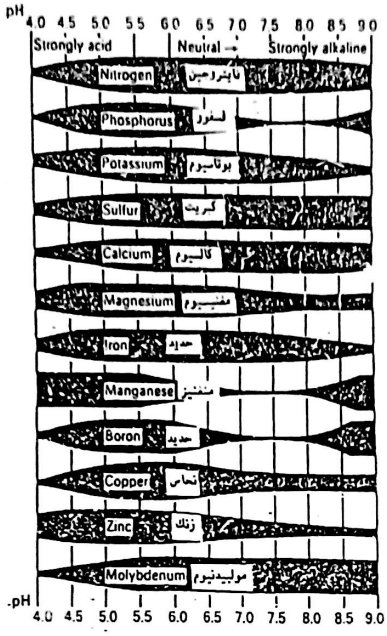


شكل يبين تأثير pH التربة على جاهزية المغذيات في التربة

مصادر الحموضة في التربة

1- تساهم المادة العضوية من خلال تحللها وانطلاق ايونات الهيدروجين في التأثير على درجة تفاعل التربة. ان ثا
اوكسيد الكاربون يتكون كناتج لعملية تحلل المادة العضوية ويرتبط بحالة اتزان مع ماء التربة مكونا ايون الهيدروج
والبيكاربونات

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

2- تحلل المادة العضوية من قبل احياء التربة المجهرية لتكوين الامونيا وكبريتيد الهيدروجين واللذان يتأكسدان ف
التربة منتجين احماض النتريك والكبريتيك وهذه الخطوة تخفض درجة تفاعل التربة.

3- تتأثر حموضة وقلوية التربة بحالة الاكسدة والاختزال التي يكون فيها بعض العناصر لها القدرة على تغيير تكافئ
تبعا لحالة التهوية فاكسدة الحديدوز الى الحديديك يرتبط بانتاج ايونات الهيدروجين التي تؤدي الى زيادة حموض
التربة.

4- تساهم جذور النبات بعد اطلاق ايونات الهيدروجين وايونات البيكاربونات في خفض درجة تفاعل التربة.

5-الترب في المناطق ذات المناخ الرطب تغسل طبقات التربة من الكاتيونات ويحل محلها الهيدروجين وتتكو الحامضية (درجة تفاعل اقل من7). وتقل الحموضة اذا كان الغسل متوسطا تاركا نسبة من الكاتيونات القاء سطوح الطين وتكون التربة حول التعادل. وفي المناطق الجافة ينعدم الغسل وتكون التربة مشبعة بالقواعد ويتـ نحو الجانب القلوي اذن ظروف التربة هي العامل الرئيسي في تكون تربة حامضية او متعادلة او قاعدية.

6- تركيز ثاني اوكسيد الكاربون اذ ان زيادته عن تركيزه في الهواء الجوي (0.03%) يؤدي الى خفضpH

طرق قياس الحموضة والقلوية

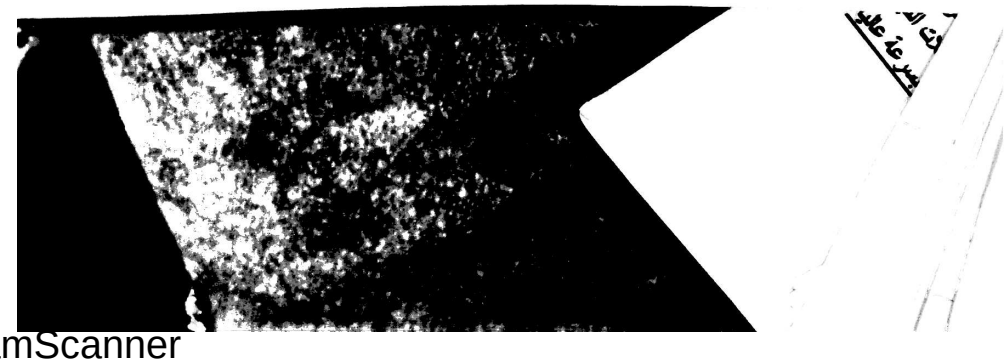
1- طريقة الادلة:- الادلة Indicators هي مواد يتغير لونها في المحاليل تبعا لدرجة حموضة او قلوية هذه ا وهناك المئات من الادلة الا ان كثيرا منهم لايمكن الاعتماد عليه تماما لان التغير يجب ان يكون حاد وفي مد من pH. من الامثلة عليها الفينونفثالين والمثيل الاحمر والمثيل البرتقالي وغيرها.

2- الطرق الكهربائية :- وهو من اكثر الطرق استعمالا وتعتمد على استخدام pH Meter وهو جهاز يعتـ قياس فرق الجهد بين قطبين احدهما يسمى القطب الزجاجي والثاني قياسي ويكون القطب الزجاجي حساس pH يوجد داخله محلول الكتروليتي وقطب من Hg ويكون تركيب الخلية الكاملة للقياس كالاتي:-

قطب قياس خارجي	محلول مجهول	غشاء زجاجي	محلول اليكتروليتي داخلي Hg_2Cl_2, KCl	قطب قياس داخلي Hg
—				

تأثير الpH على السعة التبادلية الكاتيونية CEC

ان السعة التبادلية الكاتيونية تزداد مع ارتفاع الpH وهذا يختلف باختلاف محتوى الترب من مصادر الشحنة ا على الpH اما الشحنة الدائمة الناجمة من الاحلال المتماثل تظل ثابتة في كل الظروف تقريبا اما الشحنة ا على الpH فانها تزداد مع زيادة درجة التفاعل (الpH) وتعتبر المادة العضوية المخزن الرئيسي للشحنة المتو الpH والتي تؤثر على السعة التبادلية الكاتايونية. تعرف الحموضة الفعالة active acidity بانها الpH لمخلوط التربة والماء. اما الحموضة الكلية total acidity هي الكمية المكافئة من القواعد اللازمة للوص نقطة التعادل. اما النسبة المئوية للتشبع بالقواعد%base saturation فهي النسبة المئوية من السعة التبادلية الـ

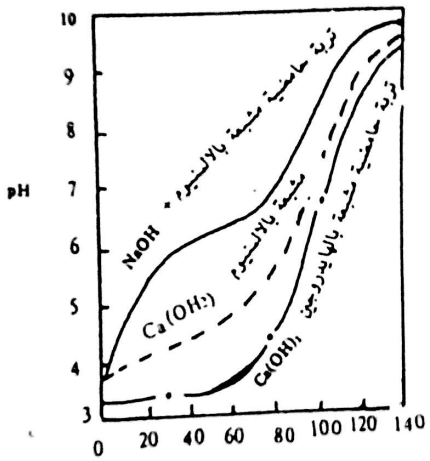


Scanned by CamScanner

المتعادلة بواسطة الايونات الفلزية مثل الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وتعتبر الترب ال
بالقواعد عكس الترب الحامضية التي تكون غير مشبعة بتلك القواعد.

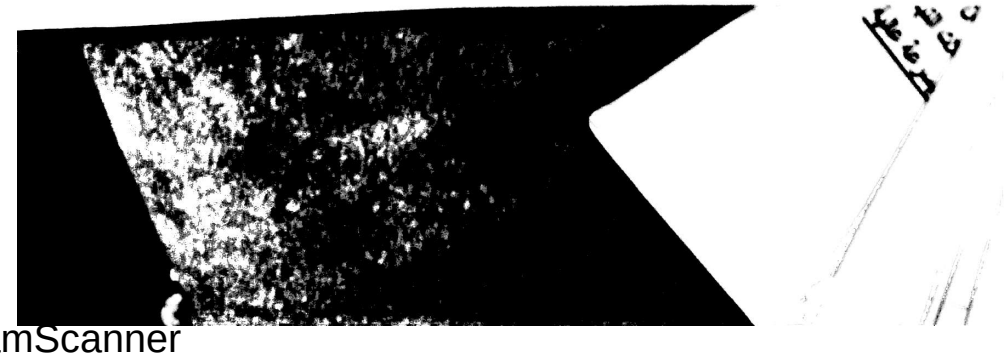
منحنيات التعادل او منحنيات تنظيم التربة neutralization or buffer curves

ان درجة التفاعل قيمة غير ثابتة وتتأثر بعمليات التجوية وفعالية الاحياء وفعالية الجذور مما يؤدي
حوامض اوقواعد كما ان اضافة الاسمدة تؤدي الى تغير درجة التفاعل احيانا او المصلحات المختلفة
الكلس للترب الحامضية تؤدي الى رفع درجة التفاعل . ان ظاهرة تنظيم التربة buffer phenomenon
بها قدرة التربة على مقاومة التغير في درجة تفاعلها سواء نحو القاعدية اوالحامضية. مثال على ذلك وجو
الكالسيوم بمنع تغيير درجة تفاعل التربة الى الحامضية لذا فان الترب الكلسية تتميز بسعة تنظيمية
التغيير في درجة التفاعل. اذا اضيف محلول قلوي من هيدروكسيد الصوديوم او الكالسيوم الى تربة ح
العلاقة البيانية بين عدد المليمكافئات من القاعدة المضافة وpH التربة تسمى بمنحنيات التعادل او منح
التربة كما في الشكل التالي :-



ملي مكافىء هايدروكسيد الكالسيوم المضاف لكل 100 غم

شكل يبين منحنيات تعادل تربة حامضية



Scanned by CamScanner

1- ارتفاع الحموضة او القلوية يؤدي الى تأثيرسام مباشر على جذور النبات عندما يكون pH اقل من 4 ا
ا يؤثر على الاخلال بالتوازن بين العناصر التي يمتصها النبات من خلال منافسة ايون الهيدروجين للعناد
اصة الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم.

2- زيادة تركيز ايونات الهيدروجين تؤثر على مكونات التربة وبالاخص معادن الطين واحياء التربة . ز
يدروجين تؤدي الى تجوية المعادن وانطلاق ايونات المغنسيوم والكالسيوم والمنغنيز والنحاس والالمنيوم وا

3- زيادة ايونات الهيدروجين تؤدي الى زيادة ذوبان الاملاح مثل الكاربونات والكبريتات والفوسفات.

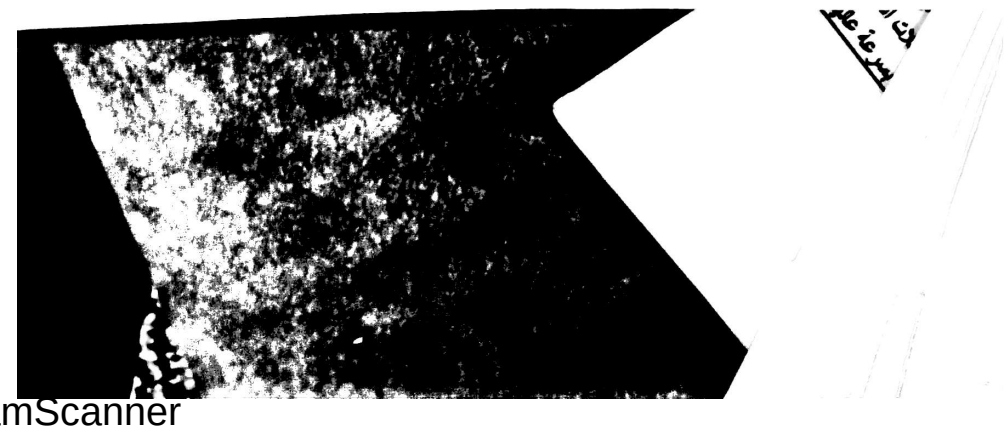
4- تتأثر جاهزية بعض العناصر الغذائية بدرجات تفاعل التربة مثل الفسفور فهو اكثر ما يكون بصورته الوسط المتعادل وارتفاع pH يعمل على ترسيب الفسفور مع كاتيونات الوسط ويسلك المولبيدنيوم سل اما بقية العناصر الغذائية مثل الحديد والمنغنيز والزنك والبورون فتزيد جاهزيتها للامتصاص بزي التربة .

يتطلب نمو النبات درجة تفاعل معينة لكل نبات بعض النباتات لاتتحمل الحموضة وتفضل الوس صورة عامة يمكن القول ان مدى درجة تفاعل 4.5-9 يمكن ان تنمو معظم المحاصيل الا انه يفضل الا يق بد عن 8.5 حتى تكون معظم العناصر صالحة للامتصاص.

تسود البكتريا في الترب التي تتصف بتفاعل متعادل او قليل القلوية اما الترب ذات التفاعل الحامضي طريات.

جدول يبين علاقة المحاصيل الزراعية مع درجة تفاعل الوسط

المحصول	ينمو المحصول في حدود
الجت	7.5 _ 6.5
الشعير	7.4 _ 5.3
البنجر	7.4 _ 6.4
البرسيم	7.4 _ 5.3
الحنطة	7.4 _ 4.1
الشيلم	7.4 _ 5.3
الشوفان	7.0 _ 4.0
البطاطا	7.4 _ 4.1
الترمس	5.5 _ 4.1
الكتان	7 _ 4.0



Scanned by CamScanner

محفوظ ٢٨

كيمياء تربة / ثالث تربة / نظري م ٦

Soil Chemistry Lecture

Soil Acidity and Alkalinity

حموضة وقلوية التربة

تقدرحموضة التربة acidity او القلوية alkalinity اي محلول ماني او مخلوط من التربة والماء بمقدار ما يحتو
ايونات الهيدروجين [H^+] والهايدروكسيل [OH^-] . فاذا كانت ايونات الهيدروجين اكثر من ايونات الهايدروكسيل فا
حلول يسمى محلول حامضي وبالعكس فاذا زادت ايونات الهايدروكسيل عن ايونات الهيدروجين فان المحلول يكون ف
الحالة قلوي اما المحاليل التي تتساوى فيها ايونات الهيدروجين مع ايونات الهايدروكسيل فانها تسمى محاليل متعادل
neut وتنتج هذه الايونات من تأين ionization جزيئات الماء:-

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

ز ء الذي يتأين من جزيئات الماء الذي يتأين على هذه الصورة بسيط جدا كما هو واضح من ثابت تأين الماء :-

$$\frac{(H+)(OH-)}{(H2O)} = K_W \qquad (1)$$

وغالبا ما تكون فعالية الماء تساوي 1 لذلك ثابت التأين يساوي:-

$$(H^+)(OH^-) = K_W \qquad (2)$$

عند درجة حرارة 22 م° تكون قيمة K_w تساوي 1×10^{-14} حيث ان هذا الثابت يتأثر بالحرارة
ي انه في درجة حرارة 22 م° يكون الماء النقي حاصل ضرب تركيز ايونات الهيدروجين والهيدروكسيل مساويا ثابت
الماء نفرض ان معامل الفعالية =1 اي انه اذا زاد احدهما نقص الاخر للمحافظة على التوازن والعكس صحيح اي في
ء النقي

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \qquad (3)$$

استنبط العالم الدانماركي Sorenson سنة 1909 نظام يسمى pH للتعبير عن حموضة وقلوية
حاليل

$$pH = -\log (H)^+$$

ن ان pH هو اللوغاريتم السالب لفعالية (تركيز) ايون الهيدروجين في المحلول وعليه فمن المعادلة 2 يمكن استنتاج
ي:-

$$pH + pOH = pk_w = 14$$

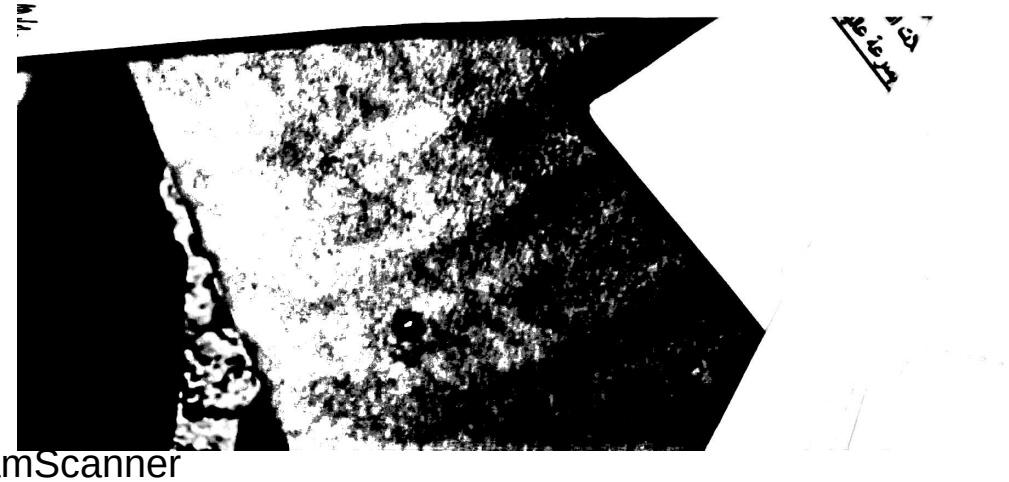
وفي الماء المتعادل يكون :

$$pH = pOH = 7$$

مقياس pH يتدرج من صفر الى 14 وعند منتصف القياس اي pH= 7
ساوى تركيز ايون الهيدروجين وايون الهايدروكسيل وعند pH اقل من 7 فان تركيز ايون الهيدروجين اعلى من ايون
يدروكسيل ويكون المحلول حامضي اما اذا كان pH اعلى من 7 فان تركيز ايون الهايدروكسيل اعلى من تركيز
دروجين ويكون المحلول قلوي .

اهمية دراسة pH التربة

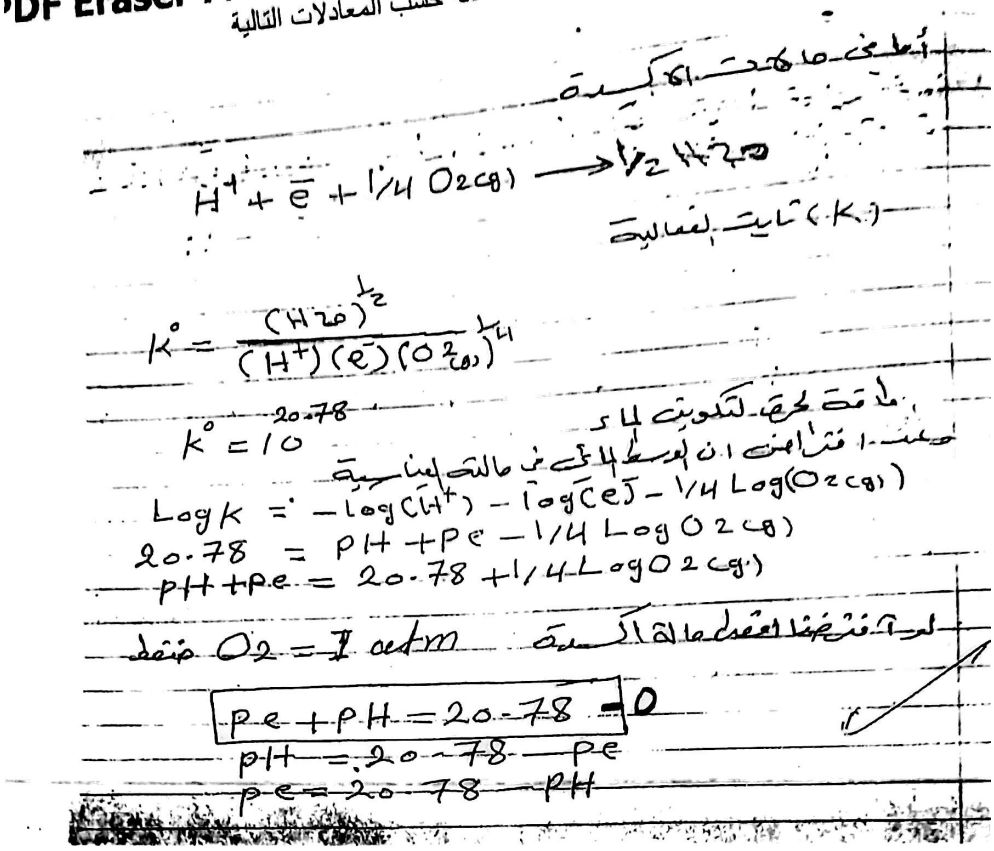
عتبر تقدير pH امرا هاما من الناحية الزراعية نظرا لتأثيره على كثير من العوامل الخاصة بصلاحية التربة لنمو
ت وكما يلي:-



Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free

ما في حالات الاكسدة في التربة فيمكن وصف الحالة حسب المعادلات التالية



وعند افتراض ان الوسط المائي في حالته القياسية فأن قيمة الـ Pe عند التوازن تكون حسب المعادلة التالية $Pe = 20.78 + 0.25 \text{ Log } O_{2(g)} - pH$ وعند التعويض عن ضغط الاوكسجين (0.21) ضغط جوي والذي يمثل ضغط الغاز الاعتيادي في الهواء الجوي . فأن المعادلة ستكون كالاتي $\mathbf{Pe = 20.61 - pH}$

هذه المعادلة توضح لنا طبيعة العلاقة بين Pe و pH الوسط . وهذا يشير الى أهمية الربط في وصف سلوكية الحال الواقعي حيث يشير الرسم (2) الى العلاقة بين **Pe** و **pH** الوسط مع تغير مستوى كل من $(O_2)_g$ و $(H)_g$.

اي انه سنيحدد العلاقة بين ضغطي الهايدروجين والاوكسجين في أي وسط مع حساب قيم **Pe +pH** مع تغير الظروف . فعند ظروف الاكسدة القوية يكون ضغط الاوكسجين مساوي الى (1) ضغط جوي وهذا يعني ان ضغط الهايدروجين سيساوي ($10^{-41.56}$) وان Pe +pH =20.78 . عندما يكون ضغط الاوكسجين مساويا الى ($10^{-23.12}$) ضغط جوي ينحدر

$\log(0.21) = (-0.677)$

Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free
Eraser Free

ن الاستنتاج مما سبق بان تركيب محلول التربة يحدده عده عوامل من الصعب فصلها مثل
توى الرطوبي ومعدل نمو المحاصيل ونشاط احياء التربة وتجمعاتها .

ـدول (7) يبـين متوسـط محتـوى الايونـات الذائبـة لمختلـف التـرب
مقدرة في مستخلص مائي مشبع)

جدول (7) متوسط محتوى الايونات الذائبة لمختلف الترب (والمقدرة في مستخلص مائي مشبع ملي مول / لتر (Fried and Shepiro, 1961)

العنصر	المدى في مختلف الترب	ترب حامضية	ترب كلية
الكالسيوم	38 ـ 0.5	3.8	14
المغنيسيوم	160 ـ 0.7	1.9	7
البوتاسيوم	10 ـ 0.2	0.7	1
الصوديوم	150 ـ 0.4	1.0	29
النايتروجين	55 ـ 0.16	12.1	13
الفسفور	اقل من 1.0 ـ 0.001	0.007	اقل من 0.03
الكبريت	اقل من 150 ـ 0.1	0.5	24
الكلوريد	230 ـ 0.2	1.1	20

تركيب محلول التربة يعتمد أيضا على محتوى التربة الرطوبي . الجدول (8) يوضح لنا نتائج
ة طينية جففت هوائيا ثم رطبت الى مستويين من الرطوبة وحضنت لفترة 53 يوم

جدول (8) تأثير محتوى التربة الرطوبي وفترة الحضن على تركيب المحلول
طينية PH = 5.7 (Russell, 1973)

	$Si(OH)_4$	SO_4	HCO_3	Cl	NO_3	Na	K	Ca+Mg	
									محتوى الرطوبي
	0.6	17.0	1.8	3.8	30.4	5.6	1.7	47.8	% 18.5
	0.6	14.4	1.6	2.6	22.1	4.3	1.5	37.9	% 24.0
									بعد 53 يوم
									محتوى الرطوبي
	0.8	14.3	1.9	3.5	53.1	6.6	1.5	68.9	% 18
	0.7	13.0	1.9	2.5	41.6	5.2	1.6	59.2	% 24

Scanned by CamScanner

Eraser Free
r Free

ج الجدول الى ما يلي :-

تغير تركيز النترات والكلورايد عكسيا مع المحتوى الرطوبي للتربة عندم
لايونات موجودة أصلا في التربة

يتأثر تركيز البوتاسيوم قليلا بتغيرات المحتوى الرطوبي . في حين يسلك
يسلك نفس سلوك الكلورايد والنترات وهذه الخاصية سائدة بالنسبة للصوديو
أنواع التربة .

ان ايون البيكاربونات لا يتأثر بالتخفيف وقد يتأثر بعوامل أخرى أهمها شد
الاكسدة والاختزال وتركيز ثاني أوكسيد الكاربون الناتج من فعاليات الاحياء
وتنفس جذور النباتات . وقد يحافظ ايون البيكاربونات على مستوى عال
التركيزات في الترب الجيرية (الكلسية) وذلك بسبب ذوبان الكاربونات اما
فأنه يتغير قليلا مع اختلاف المحتوى الرطوبي للتربة وقد يكون السبب هو ق
الامدصاص على اسطح الغرويات .

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

الظروف الهوائية في التربة يؤدي الى زيادة احياء التربة والتي تساهم في ع
م الى النتريت (NO_2^-) أولا ومن ثم الى ايون النترات (NO_3^-) ويطلق على ه
نترجة Nitrification والتي تحتاج الى الظروف الهوائية ، لذا فأن الرطو
بة سوف تعرقل التهوية وبذلك تخلق ظروف غير مناسبة لهذه العملية .
الغذائية في المحلول تحت ظروف الرطوبة العالية .

الاكسدة والاختزال

لاختزال :- هي عملية اكتساب المادة المختزلة الكترونا او اكثر وتأخذ أشارة

لاكسدة :- هي فقدان المادة المؤكسدة اليكرونا او اكثر وتأخذ أشارة (موجب

موعات التأكسد والاختزال يجب التمييز بين الصورة المؤكسدة للعنصر حيث
عالي القيمة مثل (MnO_4^- , CL_2 , Fe^{+3}) والصورة المختزلة للايون حيث ي
منخفضا وكلما زادت القوة المؤكسدة للصورة المؤكسدة قلت القوة المختزا
ة فمثلا يعتبر ايون القصديروز Sn^{++} عاملا مختزلا قويا ، اذ يفقد الاليكرون
الى ايون القصديريك Sn^{+4} ويتبع ذلك ان قابلية ايون القصديريك عل

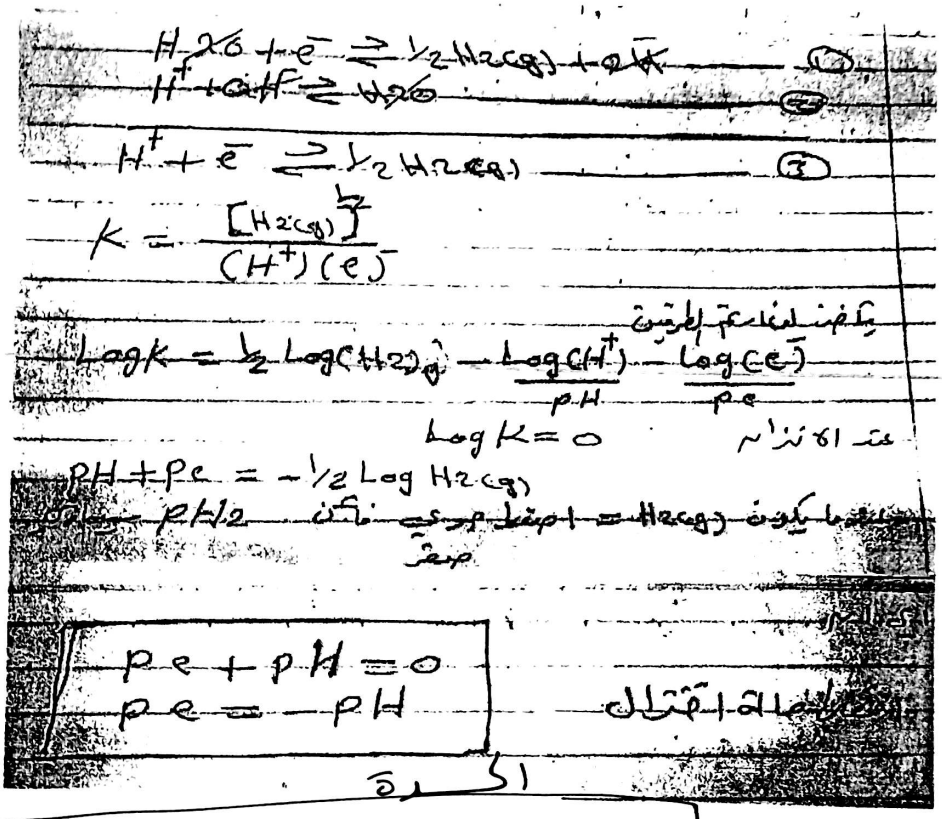
$$+ Sn^{2+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$$

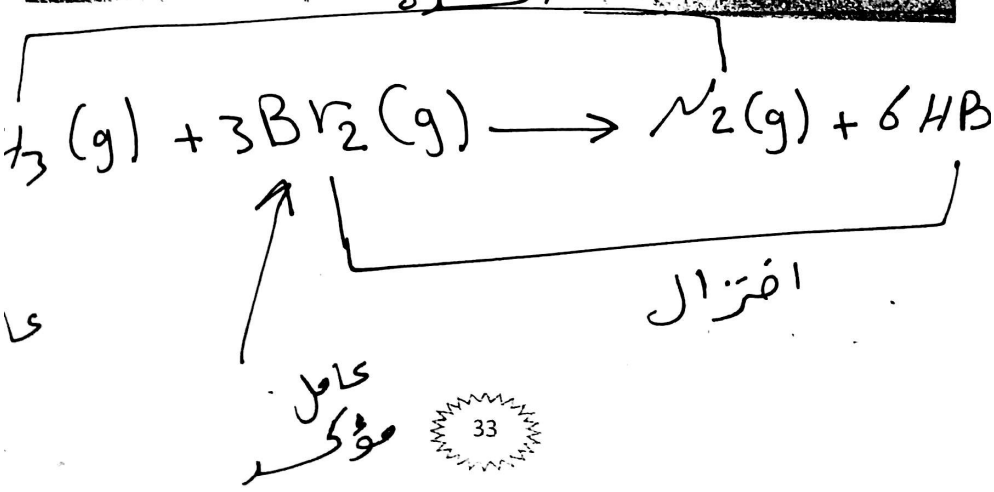
Scanned by CamScanner

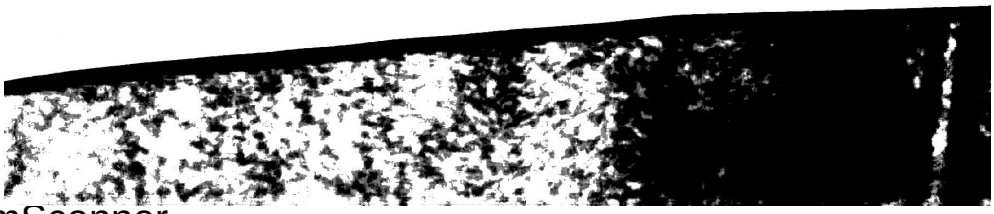
PDF Eraser Free
F Eraser Free

الاليكترونات ضعيفة ولذلك تكون عاملا مؤكسدا ضعيفا . تعتبر تفاعلات الاكسدة والاختزال شائعة في التربة . لذا اصبح أمر دراستها يتصف بالأهمية التطبيقية العلمية . لقد سبق ان اوضحنا ان pH التربة هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايونات الهيدروجين في محلول التربة . اما جهد الاكسدة والاختزال potential redox فيعبر عنه بـ Pe أي اللوغاريتم السالب لفعالية الاليكترون الحر ويقاس بـ (ملي فولت) ويكون موجب في التربة جيدة التهوية وسالب في التربة رديئة التهوية (الغدقة) . ان حدود الـ Pe في محلول التربة يحددها التحلل المائي .

في حالة الاختزال في التربة يمكن وصف الحالة حسب المعادلات التالية







Scanned by CamScanner

العينة	PH	E. C. ملي موز / سم	ملي مكافيء / لتر					
			Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^{-}	$SO^{=}_{4}$	HCO^{-}_{3}
1	7.7	0.25	0.15	0.18	2.0	0.9	0.70	0.06	2.5
2	7.7	0.30	0.20	0.25	2.5	0.4	0.95	0.0	2.25
3	7.6	0.55	0.41	0.28	2.8	0.2	1.60	0.18	2.85
4	7.0	0.63	0.43	0.30	3.4	1.5	1.48	0.40	3.3
5	7.0	0.76	0.70	0.26	4.6	1.4	2.52	0.60	3.2

Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free
F Eraser Free

وبصورة عامة ان تركيز محلول التربة في الترب غير الملحية قليل لا يتعدى الغرام او بعض الغرامات في اللتر ، بينما يكون في الترب الملحية عاليا ويقدر بعشرات الغرامات وبعض الأحيان بمئات الغرامات في اللتر الواحد .

أهمية دراسة محلول التربة

1. يمكن اعتبار محلول التربة المصدر الرئيسي للماء و العناصر الغذائية التي يحصل عليها النبات من التربة
2. لدراسة تركيب وخصائص محلول التربة أهمية كبيرة في وصف سلوك العناصر الغذائية في التربة
3. يعتبر وسط لكثير من العمليات الكيمياوية والحيوية التي تحدث في التربة

مكونات محلول التربة

1. الكاتيونات وتشمل

$Ca , Mg , Na , K , NH_4^+ , H^+$

2. الانيونات وتشمل

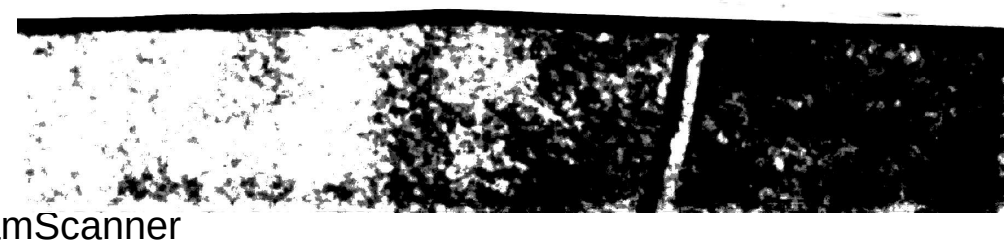
$NO_3^- , HCO_3^- , H2PO_4^- HPO_4^= , SO_4^= , CL^-$

في الترب الحامضية تسود الايونات التالية AL, Fe ,Mn , Si اما في الترب القاعدية تسود الايونات التالية $Na , Ca , Mg , CL , SO_4^=$

3. مواد صلبة معدنية وعضوية في حالة غروية
4. غازات ذائبة
5. مواد عضوية ذائبة
6. كائنات حية دقيقة

الغرويات

هي جزيئات صلبة ذات درجة ذوبان قليلة جدا وصغيرة الحجم (0.1 – 0.001 مايكرون) وقد تكون غرويات معدنية ، عضوية، اكاسيد الحديد وتمتاز بكبر المساحة السطحية لها بالإضافة الى وجود الشحنات على السطح .



Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free
F Eraser Free

العمليات (الكيمياء) المستقلة

مثال (4) احسب الكمية النشطة من البوتاسيوم في محلول كلوريد البوتاسيوم والذي تركيزه (500ppm) اذا علمت ان الوزن الذري لـ K^{+} (39) و Cl^{-} (35.5) .

الحـــل

$$\frac{ppm}{\text{الجزيئي الوزن}} = \text{mmole / L} \quad , \quad \frac{mmole}{1000} = \text{mole/L}$$

$$\frac{500}{39+35.5} = 6.711 \text{ mmole / L} \quad , \quad 6.711/1000 = 6.711 \times 10^{-3}$$

$$I = 1/2\ \Sigma\ (C_i Z_i^2) \quad , \quad I = 1/2[6.711 \times 10^{-3} \times (1)^2 + 6.711 \times 10^{-3} \times (-1)^2]$$

$$I = 6.711 \times 10^{-3} \text{ mole / L}$$

$$\text{Log } f_i = -AZ_i^2 \left(\frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}} - 0.3\ I\right)$$

$$\text{Log } f_i = -0.509 \times (1)^2 \left(\frac{\sqrt{6.71\times10-3}}{1+\sqrt{6.71\times10-3}} - 0.3\times 6.711 \times 10^{-3}\right)$$

العمليات

$$f_i = 0.91$$

~~النشاط~~ التركيز × معامل النشاط

~~النشاط~~ $= 0.917 \times 6.711 \times 10^{-3} = 6.153 \times 10^{-3}$ m/L

واجب (1) احسب القوة الايونية للمحاليل التالية

1. $0.01M$ CaCL2 + $0.03M$ NaCL
2. محلول تربة يحتوي على (60 % ملح)

تركيب محلول التربة

يحتوي محلول التربة على ايونات ذائبة تكون في حالة توازن مع مثيلاتها في الطور الصلب في التربة . وهذا يجعل محلول التربة في حالة تغير وتبدل لذا فأن دراسة محلول التربة في لحظة ما لا يمكن ان تعطي فكرة حول تلك التغيرات التي تجري بفعل الظروف المناخية ونمو النبات والعمليات الزراعية (الحراثة والتسميد ..... الخ).

ان اول من درس تركيب محلول التربة هو الباحث (Schloesing , 1866) وقد أشار الى ان ايون الكالسيوم الموجب هو السائد كمقارنة مع الايونات الموجبة الأخرى ، في حين يعتبر ايون النترات هو الايون السالب السائد ثم يليه ايون البيكاربونات وايون الكبريتات .

Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free
F Eraser Free

قوة الايونية Ionic Strength (I)

عظم الايونات تكون ازدواجات ايونية والتي تؤثر على ديد من التفاعلات الكيميائية الفيزيوكيميائية مثل تفاعلات الامتزاز والترسيب وقد وضعت عدة نظريات حول حساب الكمية شطة من الايونات في المحلول ولحساب الكمية النشطة من الايونات يتطلب الامر حساب القوة **ايونية (I) والتي تعرف بأنها مقياس لشدة الحقن الكهربائي في المحلول وتقاس بوحدة المول الملي مول / لتر .**

معرفة القوة الايونية يجب ان نعرف جميع الايونات السالبة والموجبة الداخلة في تركيب طول التربة .

ث ان

$$I = 1/2 \Sigma c_i z_i^2$$

. القوة الايونية للمحلول (مول / لتر)
. تركيز الايون (مول / لتر)
. تكافؤ الايون

ل (1) احسب القوة الايونية لمحلول ملح الطعام الذي تركيزه (0.01 *M* NaCL)

$$NaCL \longleftrightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$
$$0.01M \qquad 0.01M \quad 0.01M$$

$$I= 1/2 \Sigma (0.01 \times (1)^2 + 0.01 \times (-1)^2 \longrightarrow I= 0.01 Mol/L$$

ل (2) احسب القوة الايونية لمحلول $CaCL_2$ الذي تركيزه (0.01*M*)

$$CaCl_2 \longleftrightarrow Ca^{+2} + 2Cl^{-}$$
$$0.01 \qquad 0.01 \quad 0.01$$

$$I= 1/2 \Sigma (0.01 \times (2)^2 + 2\times 0.01 \times (-1)^2 \longrightarrow I= 0.03 Mol/L$$

Scanned by CamScanner

PDF Eraser Free
Eraser Free

ان حساب القوة الايونية بواسطة هذا القانون تكون طريقة جيدة في حالة الترب غير الملحية ام في الترب الملحية فلا يستخدم هذا القانون لان الترب الملحية تحتوي على تراكيز عالية من الايونات لذلك فعملية حساب تركيز جميع هذه الايونات عملية صعبة جدا . لذلك يستخدم القانون التالي لحساب القوة الايونية في حالة الترب الملحية .

$$I = 0.013 \times E.C$$

E.C : التوصيل الكهربائي (ملي موز /سم)

مثال(3) احسب القوة الايونية عندما يكون التوصيل الكهربائي لمحلول التربة EC (3.5 ملي موز / سم)

$$I = 0.013 \times EC \longrightarrow I = 0.013 \times 3.5 \longrightarrow I = 0.045 \text{ Mole /L}$$

التنشيط الايوني : مقدار او فعالية الايون في الحركة او الارتباط داخل المحلول او على السطح والذي يمكن ان يستفاد منه النبات عكس هذا يسمى الايون الخامل

التركيز = النشط + غير النشط

التركيز دائما اعلى من النشاط ويتساويان في حالة المحاليل المخففة جدا

التركيز (مول / لتر) × معامل الفعالية الايونية = النشاط
(مجرد من الوحدات ويسمى معامل الإعاقة)

ومن المعادلات التي وضعت لحساب معامل النشاط (fi)

1. **Debye & Huckel (1923)**

$$\text{Log fi} = - AZi \sqrt{I}$$

حيث ان

A . ثابت وقيمته 0.509 (Zi) . تكافؤ الايون (I) . القوة الايونية بـ(مول / لتر)
(f). معامل الفعالية للايون (i)

هذه المعادلة تستخدم للمحاليل الأقل تركيزا والتي تكون فيها القوة الايونية اقل من (0.001 مولاري) . اما اذا كانت القوة الايونية اكبر من (0.001 مولاري) فتستخدم المعادلة التالية والتي يدخل فيها حجم الايون المتأدرد

$$2.\ \text{Log fi} = -AZi^2 \frac{\sqrt{I}}{1+Bdi\sqrt{I}}$$

Scanned by CamScanner

mg /kg	وزن / وزن

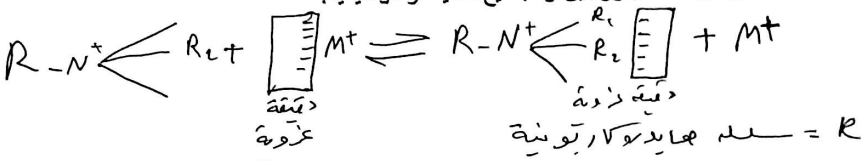
Scanned by CamScanner

وهو الجزء من المواد الدبالية الذي لايستخلص من التربة بالمحاليل القاعدية والحامضية . وهو عبارة عن معقد من المواد الدبالية يتكون من حوامض الفولفيك والهيوميك الا انها تختلف عن حامض الهيوميك الاعتيادية بكونها تحتوي على نسبة اوطأ من الكاربون ونسبة اعلى من الاوكسجين والهيدروجين.

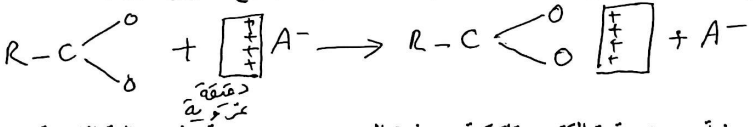
التداخل بين الغرويات المعدنية والغرويات العضوية في التربة

1- الاتحاد مع الايونات المتبادلة على سطوح معادن الطين او الذائبة في محلول التربة : تتفاعل احماض الهيوميك والفولفيك مع العناصر المعدنية الذائبة والمتبادلة مكونة هيومات وفولفات تلك العناصر.
2- الارتباط مع الاكاسيد الثلاثية الذائبة في الماء والغروية ايضاً.
3- الاتحاد والتفاعل مع معادن الطين :- ان اهم اشكال الروابط او الاواصر للمواد الدبالية مع معادن الطين هي :-

أ- االتبادل الايوني الموجب :- يحصل بين غرويات التربة السالبة الشحنة وبين المجاميع العضوية الحاوية على ذرات النايتروجين ومجاميع حلقية او اليفاتيكية.

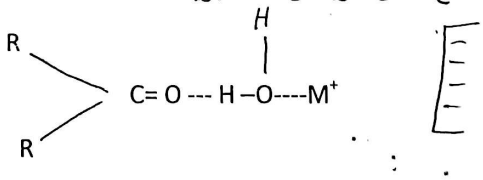


ب - التبادل الانيوني :- ويحدث في درجات التفاعل مناسبة عند انحلال المجاميع الكاربوكسيلية:-

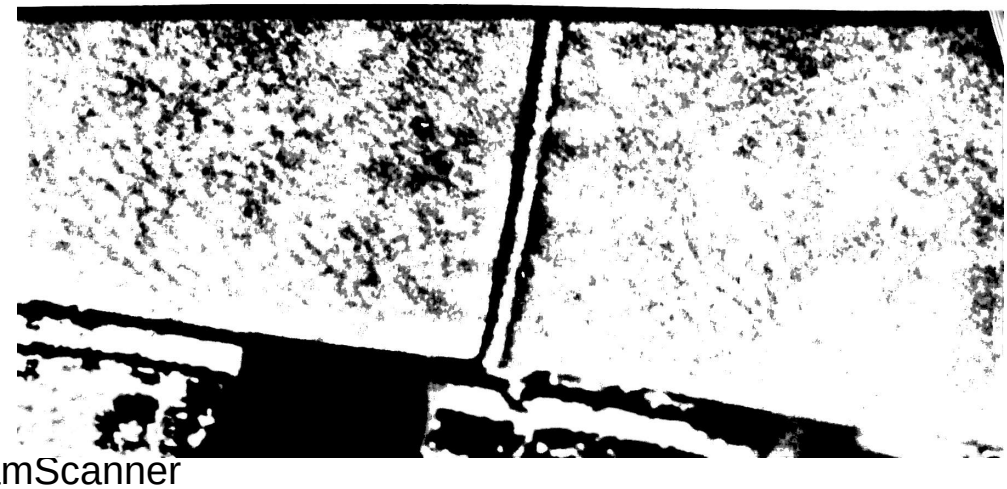


ج- الاصرة الهيدروجينية :- وهي قوة الكتروستاتيكية بين ذرة الهيدروجين من جهة وذرة سالبة الشحنة مثل الاوكسجين وذرة سالبة اخرى او مجموعة من الذرات المختلفة من جهة اخرى حيث تكون ذرة الهيدروجين جسرا بين الذرات وكما يأتي:- OH---O او OH---N, او NH---O او NH---N

د- معقدات جسر الماء :- وهي المعقدات التي تحتوي على اصرة بين الجزيئات العضوية والايونات الموجبة الممدصة على سطح معادن التربة من خلال جزيئات الماء



قوى فاندرفال :- تلعب قوى فاندرفال دورا كبيرا في تغطية سطح الدقائق المعدنية بالجزيئات العضوية ويعتقد ان اساس هذه الرابطة الضعيفة هو استقطاب اي انها ذات طبيعة الكتروستاتيكية .



Scanned by CamScanner

$$aA + bB \underset{Kr_2}{\overset{Kr_1}{\rightleftharpoons}} cC + d\,D$$

معدل التفاعل نحو اليمين

$S1 = Kr_1 [A]^a [B]^b$

يساوي معدل التفاعل للاتجاه المعاكس

$S2 = Kr2 [C]^c [D]^d$

$S1 = S2$

[ ] تمثل تركيز المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل

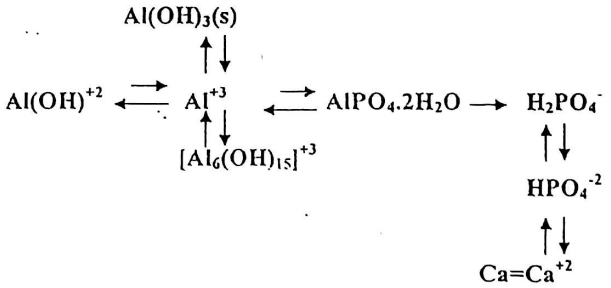
kr_1 وkr_2 هي معامل التفاعل reaction coeffcients عملية توضحها العلاقة التالية :-

$$\frac{Kr_1}{Kr_2} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

ثابت الاتوازن

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Equilibrium constent للتفاعل وهو يرتبط بدرجة الحرارة والضغط ويطلق على هذه الصيغة قانون فعل الكتلة. ان ادخال الفعالية الايونية في حساب ثابت التوازن سيمثل activity constent ثابت الفعالية او ادخال التركيز سيمثل concentration conestent .ان حساب ثابت الاتزان بصيغة الفعالية يتطلب قياس التركيز والقوة الايونية للمحلول لذلك فان هذا الثابت يمثل الوضع الحقيقي للمحلول.الا ان طبيعة الواقع تجعل امر حسابه صعبا ومعقدا بسبب تعدد الصور التي يوجد بها اي ايون في محلول التربة ولتوضيح هذا الامر اذا اخذنا ايون Al^{+3} في محلول.التربة يكون في حالة اتزان مع ايونات الالمنيوم كما هو في المخطط:-



يتضح من المخطط ان الايونات المتواجدة في التربة تأخذ صور متعددة تبعا لتحلل املاحها وجميع هذه التفاعلات تعتمد على درجة التفاعل للمحلول الى حد كبير. وتتوزع هذه الايونات وفق قواعد الثرموداينمك .لذا فاستخدام ثابت التوازن بصيغة التركيز هو امرا مألوفا .الا انه لابد من الاشارة الى ان ثابت التركيز يتغير.مع القوة الايونية لذلك يجب ان يكون النظام المدروس والمراد حساب ثابت اتزانه تحت قوة ايونية ثابتة او مستقرة او تجري عملية تصحيح للقوة الايونية المقاسة.

يمكن تعديل السلوك غير المثالي بواسطة استخدام الفعالية بدلا من التركيز. ويمكن التعبير عن الفعالية بالمعادلة:- 2.

$$a = cf$$

a = فعالية الايون
C = التركيز
f = معامل الفعالية

3

Scanned by CamScanner

Ameer

(1)

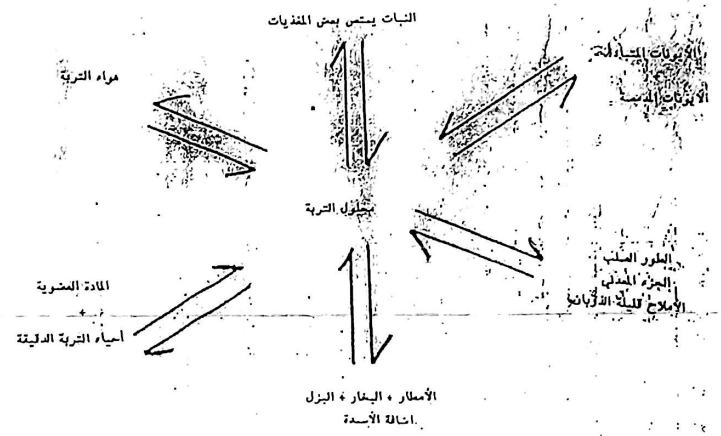
Lecture 2
Chemistry of Soil Solution

Text Book :- مبادئ كيمياء التربة \د.كاظم مشحوت عواد

محلول التربة Soil Solution

تركيب وخصائص محلول التربة

يتكون الطور السائل في التربة من ماء التربة والعناصر والاملاح المختلفة في قابلية ذوبانها .وهو يعتبر المصدر الرئيسي للماء والعناصر الغذائية التي يحصل عليها النبات من التربة .وان هذه الصفة تحدد الدور الهام للطور السائل في تغذية النبات. تركيب محلول التربة هو محصلة عدد من العمليات البايولوجية والفيزيوكيمياوية التي تجري في التربة والتي ترتبط مباشرة بدرجة حرارة ورطوبة وتهوية التربة. والشكل ١ يوضح التوازن الديناميكي بين الطور السائل ومكونات الاطوار الاخرى .



التوازن الديناميكي بين أطوار مكونات التربة

هذه الظروف تجعل محلول التربة في حالة تغير وتبدل وتتطلب دراسته في الحالة الطبيعية لذلك فان دراسة محلول التربة في لحظة ما لايعطي فكرة حول التغيرات التي تجري بفعل الظروف المناخية ونمو النبات والعمليات الزراعية (الحراثة والتسميد).

طبيعة الاتزان الديناميكي

هنالك بعض القواعد التي تتحكم في طبيعة الاتزان الكيميائي بين المكونات المختلفة وغالبا ما يحدد وضع التوازن طبيعة المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل .عند الوصول الى حالة الاتزان فان سرعة التفاعل باي اتجاه وما يعاكسة يكون في حالة ثابتة . ان حالة التوازن الكيميائي هي مؤشر للتنبوء في طبيعة التغيرات الكيميائية التي حصلت او التي ستحصل بين الاطوار المختلفة ويمكن وصف التوازن الكيميائي لاي تفاعل كالتالي :-

1-

2

ج- السكريات الثلاثية مثل الرافينوز

2

1-

Scanned by CamScanner

الدبال فيهاومثل هذه التربة قليلة الخصوبة ايضا. ويلعب المناخ دورا هاما في تحليل المادة العضوية وبالتالي في كمية الدبال الذي يتراكم في التربة فهو يوجد بكثرة في الترب الحامضية في المناطق الباردة مثل الغابات والتي تسمى بالترب الدبالية peaty soil اما في المناطق الحارة فتتحلل المواد العضوية بسرعة وبذلك لايتراكم فيها الدبال. وتختلف نسبة الدبال في الترب الزراعية فقد تقل عن 1% وقد تزيد فتصل الى 20% في الترب الدبالية وتعتبر التربة فقيرة بالدبال اذا احتوت اقل من 1% في الترب الرملية و2% في الترب الطينية . ويحتوي الدبال على نسبة من الكاربون اكبر مما يوجد في النباتات او الحيوانات المتكونة منها فتصل نسبة الى 55-60% ونايتروجين 3-6% ونسبة كاربون الى نايتروجين C:N ratio هي حوالي 10 ونسبة الكاربون ،النايتروجين، الكبريت، الفسفور هي 100، 10، 1، 2.

الخواص الفيزيائية والكيميائية للدبال

تمتاز المواد الدبالية بخواص فيزيائية وكيميائية عديدة اهمها :-

1- يعتبر الدبال مخزن للعناصر الغذائية التي تنطلق تدريجيا في صورة صالحة لامتصاص النباتات.
2- للدبال سعة تبادلية كاتايونية تبلغ حوالي 300 سنتمول شحنة كغم$^{-1}$ اي اكثر بكثير من السعة التبادلية الكاتايونية للطين وذلك بسبب الانحلال والتأين للمجاميع الحامضية في الدبال مثل المجاميع الكاربوكسيلية والفينولية كما في المعادلة الاتية :-

$$-COOH \longrightarrow -COO^- + H^+$$

$$-OH \longrightarrow -O^- + H^+$$

وهذه الشحنة يطلق عليها اسم الشحنة المعتمدة على قيمة pH التربة (pH-dependent charge)

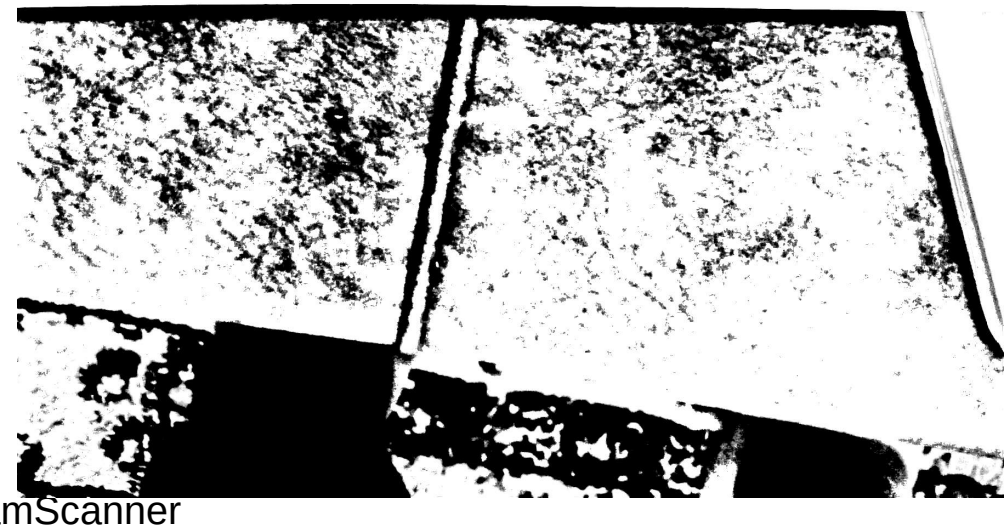
كما انه يحمل شحنة موجبة ناتجة عن التأين للمجاميع المعروفة باسم المجاميع الامينية وايضا المجاميع الفينولية :-

$$-NH_2 + H^+ \longrightarrow -NH_3^+$$

$$-OH + H^+ \longrightarrow -OH_2^+$$

وتتوقف السعة التبادلية للدبال بشدة على درجة حموضة وقلوية التربة.

3- نظرا لارتفاع السعة التبادلية الكاتايونية للدبال واحتوائه على مجاميع فعالة كالمجاميع الكاربوكسيلية والفينولية فانها تعمل على خلب بعض العناصر الغذائية الصغرى وبالتالي تحميها من الضياع وتجعلها في صورة جاهزة لامتصاص النبات.
4- له مقدرة كبيرة على مسك الماء لارتفاع سطحه النوعي لذلك يزيد من قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء لذا يضاف للترب الرملية ذات القابلية المنخفضة على مسك الماء.
5- يعمل الدبال على تحسين خصائص التربة الفيزيائية عن طريق تكوين مجاميع التربة فيسبب تماسك دقائق التربة الرملية وزيادة قابليتها على الاحتفاظ بالماء ويعمل على تفكيك التربة الطينية الثقيلة مما يؤدي الى تحسين نفاذية الترب للماء والهواء والجذور وهو تأثير مفيد من الناحية الزراعية .



Scanned by CamScanner

العنصر	حامض الهيوميك	حامض الفولفيك
الكاربون	56.4	50.9
الهيدروجين	5.5	3.3
النايتروجين	4.1	0.7
الكبريت	1.1	0.3

Scanned by CamScanner

لاتمثل من الناحية الكيميائية حوامض محددة كما انها ليست ذات تركيب كيميائي ثابت ومحدد وهي تمثل مصدر احتياطي للعناصر المغذية للنبات وخاصة النتروجين.
يتكون النموذج العام للبناء التركيبي لحوامض الهيوميك من شبكة مستوية لذرات الكاربون المتجمعة حلقيا وفي وفي الجذور الجانبية والتي هي عبارة عن سلاسل جانبية متفرعة من ذرات الكاربون ومتحدة بصورة سلاسل مستقيمة الشكل وتحتوي على المجاميع الحلقية الاروماتيكية والاليفاتيكية ولايوجد شك في الطبيعة غير البلورية لحوامض الهيوميك ويمكن اعتباره من الغرويات الكروية ذات التركيب الهيكلي المسنن.

- تحديد الوزن الجزيئي معقد جدا وتتفاوت من 500- 300,000 بسبب تنوع حجم دقائقها وعدم تجانسها 4- تحتوي على مجاميع فعالة عبارة عن السلاسل الجانبية لذرات الكاربون مثل الكاربوكسيل COOH-والهيدروكسيل OH-والكاربونيل CO– وان قابلية هايدروجين المجاميع الكاربوكسيلية وبدرجة اقل المجاميع الهيدروكسيلية على التبادل مع الايونات الموجبة تحدد الى درجة كبيرة السعة التبادلية الكاتايونية لحوامض الهيوميك.

5- بسبب احتواء المواد الهيوميكية على المجاميع الكاربوكسيلية تصنف كحوامض وان درجة تفاعل معلقات المائية لهذه المواد حوالي 3.

6 – حوامض الهيوميك لها دور فعال في تحسين بناء التربة.

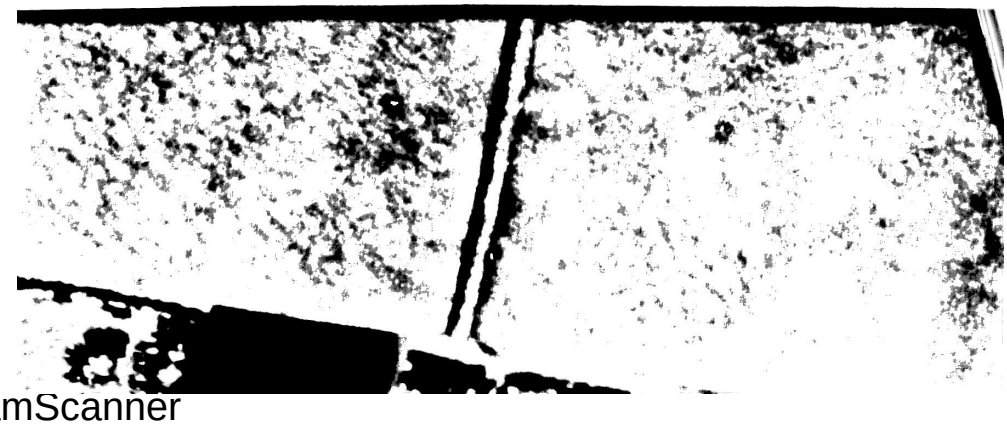
7- تمتاز املاح حوامض الهيوميك لعناصر القواعد الاحادية التكافؤ مثل البوتاسيوم والصوديوم والامونيوم والليثيوم بانها ذائبة ذات انتشارية عالية وتكون محاليل غروية ذات لون داكن.
8- وجود الحوامض الامينية في نواتج التحليل الحامضي لحوامض الهيوميك .

ب- حوامض الفولفيك Fulvic acids

يطلق على المواد الدبالية ذات اللون الاصفر او الاحمر الخفيف والتي تبقى في المحلول بعد التحميض للمستخلص القاعدي وترسيب حوامض الهيوميك منه ويتصف بالخصائص الاتية:-

1- يحتوي على نسبة اقل من الكاربون والنايتروجين ونسبة اكبرمن الهيدروجين والاوكسجين .
2- تحتوي على المجاميع الحلقية الاروماتيكية والاليفاتيكية وتتميز بانها اكثر حبا للماء من حوامض الهيوميك .
3- تحتوي على مجاميع فعالة مثل الكاربوكسيل والهايدروكسيل
4- تحتوي نواتج حوامض الفولفيك على الحوامض الامينية .
5- تعتبر ذائبة بالماء والحموضة الكلية اعلى نسبيا من حوامض الهيوميك.
6- تكون املاح حوامض الفولفيك مع العناصر الفلزية القلوية والقلوية الارضية ذائبة في الماء عند ظروف التربة الاعتيادية.

ج- الهيومين



Scanned by CamScanner

مكتبة كلية الزراعة

ثالث نربة / كيمياء / نظري

١٢

محاضرات

Lecture 1

Soil Organic Matter

Text Book :- مبادئ كيمياء التربة \د.كاظم مشحوت عواد

المادة العضوية في التربة Soil Organic Matter

تكون الطور الصلب في التربة من شقين احدهما معدني ينتج من تحلل وتفتت الصخور والمعادن والاخر عضوي وهو ما يطلق عليه بالمادة العضوية . ويمكن تعريف المادة العضوية بانها عبارة عن خليط من مواد المتبقية من الكائنات الحية نباتية كانت ام حيوانية والكائنات الحية الدقيقة الاخرى التي نتجت خلال عملية تحلل decompositionاخذت فترة طويلة.

مصادر المادة العضوية

1- بقايا المحاصيل الزراعية من جذور وسيقان واوراق والتي تتحلل ببطءويمكن اسراع تحللها باضافة مصدر للنايترجين يكفي لفعالية الاحياء الدقيقة.
2- محاصيل السماد الاخضر التي تزرع لغرض حرثها في التربة وهي خضراء وهي في الغالب محاصيل بقولية مثل مثل البرسيم.
3- الاسمدة العضوية مثل السماد الحيواني (سماد الحقل) والدم المجفف من مجازر االحيوانات وبقايا الاسماك.
4- الاسمدة العضوية الصناعية compostالتي تصنع من مخلفات المحاصيل مثل القش والذرة والحشائش اذ يضاف سماد نتروجيني وفوسفاتي الى هذه البقايا ووضعها في هينة اكوام كبيرة ويضاف الماء اليها والوقت اللازم للحصول على سماد عضوي متحلل يعتمد على درجة الحرارة والرطوبة والتهوية ونوع المواد المستخدمة.
5- الخلايا الميتة للكائنات الحية الدقيقة والراقية .
6- المخصبات العضوية مثل اليوريا.

التركيب العام للمواد العضوية

اولا- مواد عضوية لاتحتوي على عنصر النايتروجين:- مثل الكاربوهيدرات والتي تتكون من الكاربون والاوكسجين والهيدروجين ويوجد الهيدروجين والاوكسجين فيها بنسبة وجودهما في الماء وامثلة عليها

أ-السكريات الاحادية مثل الكلوكوز والكالاكتوز والمانوز

ب-السكريات الثنائية مثل السكروز والمالتوز

ج- السكريات الثلاثية مثل الرافينوز

Scanned by CamScanner

د-السكريات المتعددة مثل النشا والسليلوزوالهيموسيلولوز والبكتين والاصماغ التي تتكون بعد تحلل المائي للسكريات البسيطة وحامض اليورونيك.وكذلك اللكنين والذي يوجد متحدا مع السيلولوز والهيموسليلوز بشكل مركبات تعرف باللكنوسيلولوز.

هـ- الاحماض العضوية مثل حامض الخليك واللاكتيك والبيوتاريك والاوكزاليك والستريك واملاحها مثل اوكزالات الكالسيوم وغيرها.

و- الدهون والزيوت وهي سترات الاحماض الدهنية والكليسرول او الكحولات العالية.

ثانيا –المركبات العضوية النتروجينية

أ-البروتينات والبروتينات النووية

ب- الاحماض الامينية

ج- الامينات

د-البيورينات

هـ- الاحماض النووية

تحلل المواد العضوية

تضاف المواد العضوية الى التربة اما طبيعيا مثل جذور النباتات المتبقية بعد حصاد المحصول او عن طريق اضافة الاسمدة العضوية للتربة وتتحول هذه المركبات المختلفة في التربة اذا كانت الظروف ملائمة لنمو ونشاط الاحياء الدقيقة وخاصة من ناحية الرطوبة والحرارة والتهوية حيث تقوم الاحياء الدقيقة سواء كانت بكتريا او فطريات او اكتينومايسيت بتحلل المركبات البسيطة مثل السكريات والنشا والاحماض العضوية والاحماض الامينية واليوريا اولا ثم يتبع ذلك انحلال المركبات صعبة الانحلال كالبروتينات واللكنين . ينتج عن انحلال المواد العضوية في التربة تجزئة كثير من العناصر الداخلة في تركيبها مثل الكاربون والنايتروجين والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والحديد وغيرها من العناصر الضرورية في صورة صالحة لاستعمال النباتات النامية.

اولا –تحلل المركبات العضوية غير النايتروجينية

تنقسم المركبات العضوية غير النايتروجينية حسب سرعة تحللها الى قسمين:-

أ- مركبات سريعة التحلل مثل السكريات والنشا والسيلولوز والهيموسيلولوز وهي تكثر في النباتات الطرية او الحديثة.

ب- مركبات بطيئة التحلل مثل اللكنين والدهون والاصماغ وهي تكثر في النباتات المسنة

تتضمن عملية تحلل المواد العضوية غير النايتروجينية اولا تحلل مائي hydrolysis بواسطة الاحياء المجهرية في التربة سواء كانت بكتريا او فطريات او اكتينومايسيت. ويتوقف ذلك على انتاج الانزيم الخارجي الذي يساعد على احداث التحلل المائي. والخطوة الثانية استعمال نواتج التحلل المائي بواسطة

Scanned by CamScanner

الاحياء المجهرية التي قامت بعملية التحلل او غيرها ممن ليست لها القدرة على عملية التحلل كمصدر للكاربون والطاقة اللازمة لنموها.

ثانيا – تحلل المواد العضوية النتروجينية

وتقسم الى قسمين :-

أ- مركبات عضوية بروتينية :- تتحلل بفعل احياء التربة المجهرية سواء كانت بكتريا او فطريات او اكتينومايسيت ويعتمد ذلك على قدرتها على انتاج الانزيم الخارجي الخاص بعملية التحلل الماني للمادة ووفق مايلي :-

(بروتينات) ← الزيم proteinase (بولي ببتيدات) ← تحلل ماني + انزيم polypeptidase (احماض امينية)

(احماض امينية) ← الزيم deaminase (احماض عضوية وامونيا)

والتحلل الماني للاحماض الامينية يتم في الظروف الهوائية بواسطة الفطريات والاكتينومايسيتات والبكتريا الهوائية. اما في الظروف اللاهوائية فيحدث بواسطة البكتريا اللاهوائية.

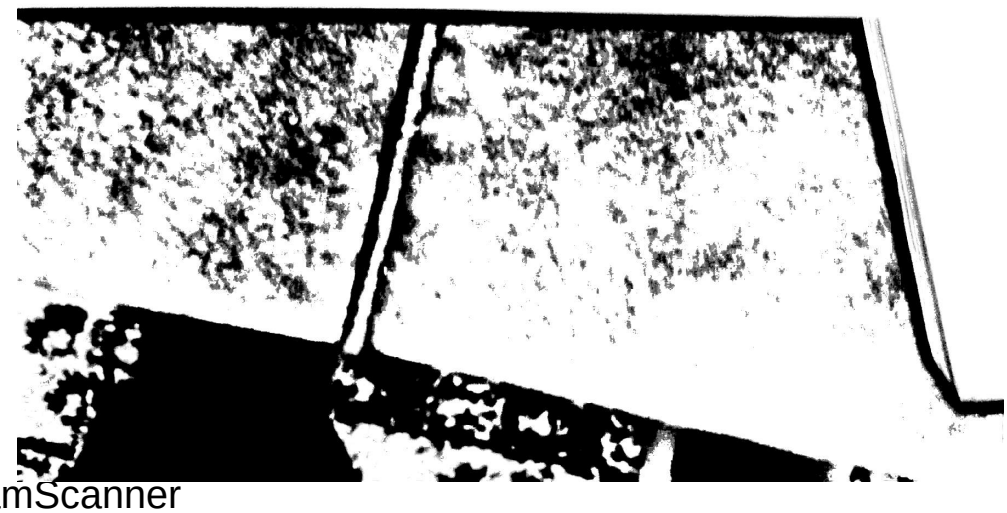
ب- تحلل المركبات العضوية النتروجينية غير البروتينية

مثال عليها اليوريا وتحلل مائيا بواسطة انزيم اليوريز الى ثاني اوكسيد الكاربون وغاز الامونيا

$$CO(NH_2)_2 \xrightarrow[H_2O]{\text{يوريز}} CO_2 \uparrow + 2NH_3 \uparrow$$

تكوين الدبال

عند اضافة المواد العضوية الى التربة تبدأ عملية التحلل بواسطة الاحياء الدقيقة وتقوم هذه الاحياء باكسدة وتكسير المركبات البسيطة التركيب الكيميائي اولا كالسكريات والاحماض العضوية. بعد ذلك تبدأ في تحليل المركبات الاكثر تعقيدا كالنشا والسيلولوز وهناك مركبات مثل اللكنين والبروتينات المعقدة التركيب لاتتحلل بسهولة ولذلك تميل الى التجمع في التربة. وعندما يختفي التركيب الاصلي او الاساس للمواد العضوية الاصلية او عندما يصعب التعرف عليه وتصبح المادة المتبقية بنية اللون ومقاومة للتحلل نسبيا فان هذه البقايا تسمى بالدبال humus. والدبال مخلوط معقد من المركبات صعبة الانحلال كاللكنين والبروتين متحدا مع القواعد الموجودة في التربة. ويحتوي الدبال على 40-45% لكنين وعلى 30-35% مواد بروتينية وكذلك تحتوي المواد الدبالية على كمية من السكريات المتعددة ومواد اخرى (مثل الاصماغ والاحماض اللووية) والدبال مادة غنية بالمركبات الحلقيةaromatic rings. في الترب الغدقة حيث تكون الظروف غير الهوائية سائدة نسبيا يستمر الدبال بالتراكم حيث لاتوجد فرصة للاحياء الدقيقة الهوائية لكي تحلل هذه المواد وتؤكسدها. ومثل هذه التربة قليلة الخصوبة لعدم تحليل المواد الغذائية الى صورة صالحة لتغذية النبات . اما في الترب الخفيفة والرملية فان المواد العضوية تتحلل بسرعة مما يؤدي الى قلة تراكم



Scanned by CamScanner