المملكة المغربية
وزارة الفلاحة و التنمية القروية

نشرة شهرية للتواصل و الإخبار

التكنولوجيا الفلاحية

مديرية التعليم والبحث والتنمية | 2004 | البرنامج الوطني لنقل التكنولوجيا

92

مولّد حمض الكبريتيك

تكنولوجية جديدة لإستصلاح التربة المالحة الصودية

- تقديم مولد حمض الكبريتيك
- إختبار المولد على الحوامض في منطقة الحوز
- تأثير مولد حمض الكبريتيك على جودة ماء السقي
- تأثير مولد حمض الكبريتيك على جودة التربة

المقدّمة

إن مصادر الماء بالنسبة للفلاحة في المناطق الجافة وشبه الجافة محدودة، خصوصا إذا ما قارناها مع حاجيات الساكنة المحلية.ففي هذه المناطق، يتطلب توسيع وتنمية الفلاحة تطوير الزراعات المسقية. غير أنه، إذا كان السقي يساهم بكيفية عامة وسريعة في رفع الإنتاج الفلاحي وتحسين ظروف عيش الساكنة القروية للدول السائرة في طريق النمو، فإن توسيعه غالبا ما يكون مصحوبا بمخاطر كبيرة تهدد الحفاظ على البيئة وخصوصا جودة التربة.

في المناطق الجافة، يكتنف الانتقال إلى السقي خطر ملوحة و/أو تقلية التربة، التي تمّ تحديد مظاهرها في عدة أماكن مسقية في العالم. تتمثل النتيجة الرئيسية في تراجع الخصوبة، وإتلاف العديد من التربات على الأمدين القصير والمتوسط، مما يشكل خطرا على تنمية هذه المناطق.

في المغرب، أظهرت معظم الدراسات التي أجريت في مختلف الدوائر المسقية بعد إنجاز المشروع، بأن التربة الغير المالحة في الأصل أصبحت مالحة بعد عملية السقي. تقدّر حاليا مساحة التربة المالحة بالمغرب ب 350.000 هكتار، أي ما يناهز 35% من مجموع الأراضي المسقية حاليا.

يتمثل تحسين الخاصيات الفزيائية والكيميائية لتربة مصابة بأملاح قابلة للذوبان و/أو بتراكم انتقائي للصوديوم، في تخليص مركب ومحلول التربة من الأيونات المقلّية. بالنسبة للتربة الكلسية، كما هو الحال بالنسبة لمعظم الأراضي المغربية، يبقى حمض الكبريتيك أنجع وسيلة لاستصلاح هذه الأراضي. غير أن المشاكل المرتبطة بالمعالجة بهذا المحلول، تحدّ من استعماله في المغرب.

لقد طوّرت شركة "سويت واتر فارمينك" (يوطا، و.م.أ) تكنولوجية جديدة لتجاوز هذه الصعوبات. يتعلق الأمر بمعالجة ماء السقي في عين المكان بواسطة مولد حمض الكبريتيك.

جَرّب معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة هذه التكنولوجية على زراعات مختلفة (الذرة، الحوامض، الخوخ، والطماطم) في مناطق تادلة، والحوز، وسوس ماسة عن طريق استخدام أنظمة مختلفة للسقي (محوري أو بالتنقيط).

يتمثل الهدف من هذه النشرة في تقديم نتائج تجربة هذه التكنولوجية لاستصلاح تربة مالحة صودية في ضيعة فلاحية بمنطقة السويهلة. كما تتمثل الأهداف النوعية في:

- تأثير حمض الكبريتيك على جودة الماء.
- إزالة ملح الصوديوم من تربة السويهلة بواسطة حمض الكبريتيك،
- تحسين الخاصيات الفزيائية للتربة الصودية عن طريق معالجة ماء السقي.

تقديم مولّد حمض الكبريتيك

يعتبر مولد حمض الكبريتيك آلة تمّ تطويرها من طرف شركة "سويت واتر فارمينك".

وقد مَنحت هذه الشركة نموذجا منه لمعهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة من أجل اختبار استعماله بالمغرب لمعالجة ماء السقي القلائي، بغية استصلاح التربة القلائية.يتضمن الرسم 1 صورة للآلة وبيانات لطريقة تشغيلها.

كيفية اشتغال مولد حمض الكبريتيك

إنطلاقا من حاوية (أ) (الرسم 1) يصل الكبريت الأولي عن طريق الجاذبية إلى حجرة الاحتراق (ب). وفي درجة حرارة تفوق 205 درجة، يؤكسد الكبريت الأولي ليعطي ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2)، ينقل هذا الغاز إلى حجرة ثانية (ج1) حيث يتمّ مزجه بماء السقي.يعتبر ثاني أوكسيد الكبريت غازا قابلا للذوبان في الماء، وينتج عن تذويبه الحمض الكبريتي (H_2SO_3) وهو حمض قويّ.

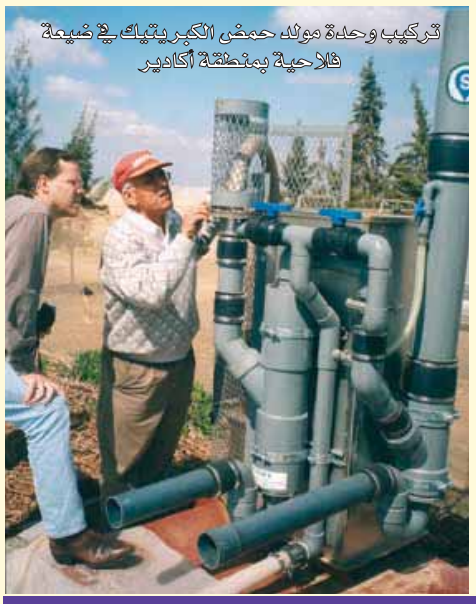
يَخرج الماء المحمل بالحمض الكبريتي من المنفذ (S_1). ويتحول الحمض الكبريتي إلى (H_2SO_4) بمجرد اتصاله بالأوكسجين الموجود في الهواء. ويذهب فائض الحمض الكبريتي إلى الحجرة (ج1). يتصل المنفذان S_1 و S_2 بشبكة السقي التي يمكن أن تكون محورية أو راشة أو موضعية (بالتنقيط). يتمّ السقي بالتنقيط في ضيعة السويهلة، ويمكن أن تعدل حموضة ماء السقي المرغوب فيها عن طريق التأثير في نسبة المزج بين الماء المعالج (أعلى صبيب للآلة هو 6 لتر/ثانية) والماء غير المعالج.

تأثير مولد حمض الكبريتيك على الماء والتربة

نسجل أن ثاني الكربونات وكالسيوم التربة تميلان إلى تكوين كربونات الكالسيوم في ماء السقي القلائي. وهكذا، وتبعا لترسب $CaCO_3$، تتزايد نسبة Na/Ca في محلول التربة، مما يجسد تراكم Na (الصوديوم) في مركب تبديل الأيونات في التربة. يتسبب هذا في تقليص مسامية وقابلية الرشح وكذا في ميل إلى تراكم الأملاح في التربة.

يسمح مولد حمض الكبريتيك للكالسيوم المترسب بالعودة إلى محلول التربة على إثر ذوبان الكربونات. يؤثر مولد حمض الكبريتيك في اتجاهين:

- يساعد ماء السقي المعالج على إزالة راسب كربونات الكالسيوم التي يمكن أن تسد فوهات أنابيب السقي.


تركيب وحدة مولد حمض الكبريتيك في ضيعة فلاحية بمنطقة أكادير

البرنامج الوطني لنقل التكنولوجيا في المجال الفلاحي، قسم الإرشاد الفلاحي، مديرية التعليم والبحث والتنمية، ص.ب: 6598 الرباط، http://www.iav.ac.ma/pntta
نشرة أنجزت بمعهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة، ص.ب: 6446 الرباط، هاتف/فاكس: 037 778063 - ا.ق 129/2002، رد 1114-5439

• يحسن ماء السقي المعالج مفعوله بتقليص الأثر الضار للصوديوم، مما يسمح بتحسين تهوية التربة ونسبة رشح الماء. ويتضح تأثير الماء المعالج بواسطة مولد حمض الكبريتيك على الماء والتربة من خلال التفاعلات الكميائية التالية:

$$H_2SO_4+2NaHCO_3 \text{---} NaSO_4+2H_2O+CO_2$$
$$H_2SO_4+Na_2CO_3 \text{---} Na_2SO_4+H_2O+CO_2$$

بالنسبة للتربة الكلسية:

$$H_2SO_4+CaCO_3 \text{---} CaSO_4+H_2O+CO_2$$
$$CaSO_4+2Na\text{-}sol \text{---} Ca\text{-}sol+Na_2SO_4$$

بالنسبة للتربة غير الكلسية:

$$H_2SO_4+2Na\text{-}sol \text{---} H\text{-}sol+Na_2SO_4$$

إختبار مولد حمض الكبريتيك على الحوامض في منطقة الحوز

الأشغال الميدانية

انطلقت الأشغال الميدانية باختيار موقع وضع مولد حمض الكبريتيك. وقد اخترنا حقلا تجريبيا يقع في ضيعة شركة سويهلة بالحوز المركزي. هذا الحقل مزروع بالحوامض (نوع نور).

تمّ أخذ عينات التربة (تربة قليلة التطور) من الضيعة لتحديد أولي بواسطة مثقب على خمس مستويات من العمق: 0-20، 20-40، 40-60، 60-80، 80-100 سنتم.

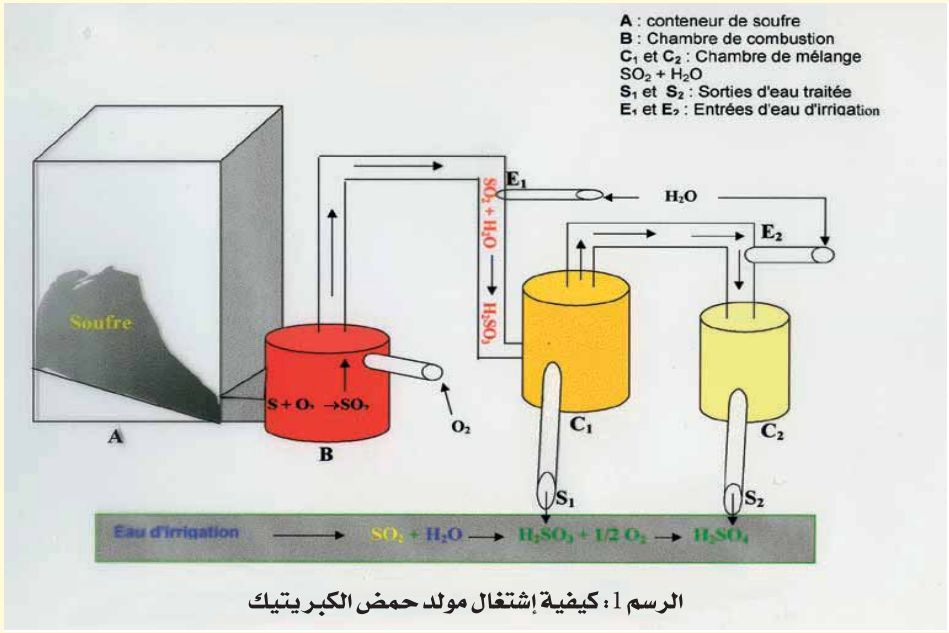
لقد أنجز أخذ عينات الماء قبل وبعد المعالجة بمولد حمض الكبريتيك. يُسقى الحقل يوميا بنظام التنقيط. تعرض تواريخ أخذ عينات التربة في الجدول رقم 1، وكمية الماء المستعملة يوميا في الجدول رقم 2.

لقد تمّ قياس النفاذية العمودية في الطبقات السطحية للتربة والتوصيلية المائية لعمق التربة. أنجزت ثلاث محطات لقياس النفاذية "موتز" والتوصيلية المائية "بورشي" في الوضعية الأصلية والنهائية.

أظهرت المعطيات المناخية الصادرة عن محطة شركة السويهلة انعدام التساقطات خلال الفترة التجريبية من 21 أبريل إلى 26 مايو 1999. وقد سجلت تساقطات ضعيفة (2 مم في 6 أبريل) قبل بداية التجربة.

سجلت درجات الحرارة المتوسطة خلال أشهر أبريل إلى مايو على التوالي 18,8 و22,4 درجة. وتتراوح درجات الحرارة ما بين 5,5 كدرجة دنيا و36 كدرجة عليا لشهر أبريل، و7,5 كدرجة دنيا و41 كدرجة عليا لشهر مايو.

ملوحة الأرض الناتجة عن عملية السقي (شجر الخوخ في منطقة مراكش)



الرسم 1: كيفية إشتغال مولد حمض الكبريتيك

التحاليل المختبرية

أنجزت التحاليل التالية، من أجل تقييم جودة ماء السقي:

• **الحموضة (Ph)**: قيست بواسطة مقياس الحموضة ذي الإلكترود الزجاجي.

• **التوصيلية الكهربائية (CE)**: تمّ قياسها بواسطة مقياس التوصيل.

• **أملاح قابلة للذوبان**: الأيونات المحددة هي Na^+، $SO4^{--}$، HCO_3^-، Cl^-، Mg^{++}، Ca^{++}، K^+.

أنجزت التحاليل التالية، لتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة:

الحموضة، التوصيلية الكهربائية لمحلول العجينة المشبعة، نسبة الكلس الإجمالي، قدرة التبادل الكاتيوني، قواعد قابلة للتبادل، حصيلة أيونية لمحلول العجينة المشبعة، قياس التركيبة الحبيبية للتربة والاحتياطي النافع من الماء. تمّ تحديد تطور جودة تربة الحقل المسقي بالماء المعالج عن طريق قياس الحموضة، والتوصيلية الكهربائية للعجينة المشبعة، ونسبة امتزاز الصوديوم في محلول العجينة المشبعة، ونسبة الصوديوم القابل للتبادل.

جودة ماء السقي

يعرض الجدول رقم 3 جودة ماء السد المستعملة في السقي.

نستخلص انطلاقا من هذا الجدول ما يلي:

• حسب تصنيف المختبر الأمريكي للملوحة، يصنف الماء المستعمل في السقي في رتبة C2 S1. يكون هذا الماء جيدا في الظروف الملائمة (نفاذية وصرف جيد للماء في التربة) لأنها تشكل خطر تقلية ضئيلة وملوحة متوسطة.

• يجب القضاء على المشاكل المتعلقة بثاني الكربونات والكلور.

الجودة الأصلية للتربة

تبرز تربة الحقل الخاضع للتجربة تركيبة حبيبية متوازنة إلى دقيقة وقدرة التبادل الكايتوني متوسطة (تفوق 11,5 وتقل عن 14,0)، ومحتوى ضعيف من الكلس (أقل من 5%)، وقاعدية متوسطة بتغيّر بسيط مع العمق.

تعتبر نفاذية الماء ضعيفة إلى ضعيفة جدا (0,37 إلى 0,63 سنتم/ساعة) بسبب المحتوى المرتفع من Na القابل للتبادل (نسبة الصوديوم القابل

الجدول 1: عدد وتواريخ أخذ عينات التربة

	أخذ العينات					
	1	2	3	4	5	6
التواريخ	D*1 21/04/99	D2 29/04/99	D3 05/05/99	D_4 12/05/99	D_5 16/05/99	D_6** 26/05/99

× الوضعية الأصلية، ×× الوضعية النهائية.

الجدول 2: كمية المياه المجلوبة في الحقل المعالج

عدد النبتات	مساحة الحقل بالهكتار	عدد عمليات السقي	عدد الساعات	الصبيب المتوسط للمقطرة الواحدة	كمية المياه المجلوبة ل/هـ.س	كمية المياه المجلوبة م³/هـ.س
2.496	4,5	مرة/يوم	ساعتان	3,75 ل/هـ	12.480	12,48

الجدول 3: التركيبة الأيونية لماء السقي في الوضعية الأصلية

Eau	pH	CE dS/m	Ca^{++} méq/l	Mg^{++} méq/l	Na^+ méq/l	K^+ méq/l	SAR $(méq/l)^{1/2}$	Cl^- méq/l	SO_4^{--} méq/l	HCO_3^- méq/l
	8,40	0,56	3,60	2,30	1,18	0,07	0,69	1,60	3,64	3,50

تركيب وحدة مولد حمض الكبريتيك على شبكة الري السطحي وشحن الوحدة بالكبريت المسحوق (أعلاه) و كيس الكبريت (أسفله)

للتبادل تفوق 15% على السطح). لذا يعود تراكم الأملاح في هذا الحقل أساسا إلى تركيز الأملاح عن طريق التبخر وإلى ضعف نفاذية هذه التربة.

لا تُظهر الوضعية الأصلية المعروضة أعلاه الوضعية الحقيقية للملوحة والصودية في الضيعة. تمّ أخذ العينة المستعملة لتحديد الوضعية الأصلية قبل السقي تحت منقطات، أي في وسط بصلة الإشباع بالماء. يبين أخذ العينات خارج البصلة تركيزا مرتفعا من حيث الأملاح وإرتفاع في نسبة الصوديوم القابل للتبادل (الجدول 4) في نفس الحقل.

وبالفعل، يتراوح تغيّر التوصيلية الكهربائية مابين 6,2 dS/m على السطح و2,7 dS/m في العمق. تتراوح نسبة الصوديوم القابل للتبادل مابين 31% في 60 سنتمترات الأولى و18,4 % مابين 80 و100 سنتم في العمق.

نشير إلى أن الحقل المعالج مهيئ على شكل أثلام من أجل صرف فائض الملح والصوديوم. يبرز الحقل الغير مهيئ، والغير مسقي قيما صودية وملحية أكثر خطرا (الجدول 4) وتعتبر نسبة الصوديوم القابل للتبادل مرتفعة جدا، إذ تتراوح ما بين 9,73 % على السطح و26 % في العمق. كما أن التوصيلية الكهربائية مرتفعة جدا، إذ تتراوح ما بين 10,6 % dS/m على السطح و5,8 % dS/m في العمق.

تبين الملاحظات المتعلقة بالحقل بأن تسرب الماء ضعيف جدا في هذه المناطق. فمشكل الملوحة والصودية مهم جدا. يعتبر عدم تسرب الماء بعد التساقطات المطرية أو بعد السقي ظاهرة شائعة.

تأثير مولّد حمض الكبريتيك على جودة ماء السقي

يتعلق الأمر بمعالجة ماء السقي بآلة مولدة لحمض الكبريتيك انطلاقا من الكبريت الخام. تعالج الآلة صبيبا متوسطا يقارب 6 لترات/ث. يتمّ ضخ الماء المعالج في القناة الرئيسية للسقي التي تربط بين الوحدة الأمامية وحاملة الصفيف عن طريق مخرجين. المخرج 1 وهو الماء الرئيسي المعالج والمخرج 2 ويعتبر مكملا لاستغلال فائض الكبريت الغازي الذي لم يتم تحليله. تمّ عرض خصوصيات المياه المعالجة في الجدول رقم 5.

يتمّ مزج المياه التي تمّ ضخها في القناة من طرف المخرجين 1 و2 بالماء الخام (غير المعالج) للحصول على صبيب إجمالي يقارب 30 ل/ث. تقارب نسبة المزج 6 ل/ث من الماء المعالج، و24 ل/ث من الماء غير المعالج، أي بنسبة تقارب ربع الحجم.

تمّ عرض المقارنة بين خصوصيات المياه الأصلية والمعالجة والممزوجة في الجدول 6.

يشكل تقلص حموضة ماء السقي الهدف الرئيسي لاستعمال مولد حمض الكبريتيك. بالفعل، نلاحظ من خلال النتائج المحصل عليها بأن الماء الذي كانت قاعديته متوسطة (8,4 من الحموضة)، قد أصبح ضعيف الحموضة (6,0 من الحموضة) بعد أن تمت معالجته ومزجه (الجدول 5). تستفيد المياه القاعدية المعالجة من تخفيض نسبة الحموضة، الأمر الذي يُيسر ذوبان وامتصاص النبات لبعض العناصر المغذية، وعلى الخصوص الدقيقة منها. بالإضافة إلى ذلك، يوصى باستعمال الماء القليل الحموضة في السقي التسميدي، الذي يشكل تحضير محلوله المغذي مرحلة أساسية. بالفعل، تشكل المياه القليلة الحموضة بيئة مناسبة لذوبان العناصر المضافة. يمكن أن تعدل حموضة ماء السقي عن طريق التحكم في نسبة المزج بين ماء معالج وماء غير معالج.

نستنتج من خلال الجدول 6 زيادة طفيفة في التوصيلية الكهربائية. بالفعل، يتسبب تغير التركيبة الأيونية للماء أثناء المعالجة في هذه الزيادة الضعيفة. تجدر الإشارة إلى أن المياه تنتمي إلى نفس صنف الملوحة (C2).

في الختام، تمكن معالجة ماء السقي، التي هي في الأصل قلائية (محتوى مرتفع من ثاني الكربونات ومن الحموضة 8,4)، من ضبط تقلية وتخفيض الحموضة. إلا أنه تمّ تسجيل ارتفاع طفيف للتوصيلية الكهربائية بعد إضافة SO_4^{2-}. سيخلف هذا التغيير الذي طرأ على جودة الماء أثرا على التربة.

تأثير حمض الكبريتيك على جودة التربة

تمّ اعتماد خمسة وسائط لتتبع ومراقبة أثر معالجة ماء السقي على الخاصيات الفيزيائية والكيميائية للتربة.

التأثير على الملوحة

انخفضت الملوحة الإجمالية بشكل كبير في مقطع التربة كلها (الرسم 2). انطلاقا من 3 dS/m في السطح، استقرت التوصيلية الكهربائية في حوالي 1 dS/m. تفسر هذه الانخفاضات في الملوحة بكون معالجة ماء السقي بحمض الكبريتيك يؤثر على التربة عن طريق تحسين نفوذيتها (أنظر التأثير على النفاذية). وبما أن التربة لازالت رطبة من جراء السقي الأخير، يمكّن فائض الماء ذو الجودة العالية من إزالة الملح من التربة وبالخصوص من الطبقتين الأوليين (10-20 و20-40 سنتم).

التأثير على نسبة الصوديوم الموجودة في التربة

يتمثل الأثر الأكبر في انخفاض نسبة الصوديوم القابل للتبادل في 40 سنتم الأولى من التربة على الخصوص (الرسم 3). وبالفعل، لاحظنا في السطح (0-20 سنتم) بأن النسبة الأصلية للصوديوم القابل للتبادل جد منخفضة بكيفية ملحوظة بعد أسبوع واحد من السقي بالماء المعالج. فلقد انتقلت قيمة نسبة الصوديوم القابل للتبادل من 17,4 % إلى 5,5 %. نتج هذا الانخفاض مباشرة عن تبديل Na–Ca وغسيل الصوديوم الى عمق يفوق 100 سنتم.

الجدول 4: الوضعيات الأصلية للحقل المنتظم في أثلام خارج المنقطة وللحقل الغير مهيىء

الحقل المنتظم في أثلام			الحقل الغير مهيئ		
العمق	CE	CEC	ESP	CE	CEC	ESP
سم	dS/m	Méq/100 g	(%)	dS/m	Méq/100 g	(%)
0-20	6,2	16,6	31,8	10,6	14,3	39,7
20-40	4,4	15,5	31,8	9,3	14,3	37,0
40-60	5,0	14,3	31 1	7,9	13,2	35,3
60-80	3,3	12,1	26,6	6,9	14,3	29,5
80-100	2,7	15,5	18,4	5,4	13,2	26,2

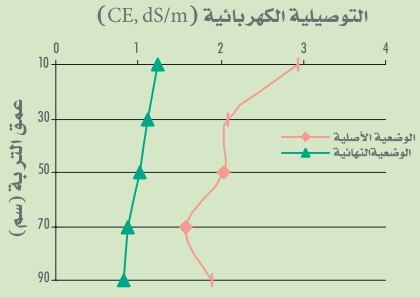
الجدول 5: التركيبة الأيونية لمياه السقي قبل وبعد المعالجة

	ماء السقي الأصلي	ماء السقي المعالج والممزوج	الوحدة
pH	8,40	6,00	وحدة
CE	0,56	0,64	dS/m
Ca^{++}	3,60	4,60	méq/l
Mg^{++}	2,30	2,20	méq/l
Na^{+}	1,18	1,18	méq/l
K^{+}	0,07	0,07	méq/l
S^{+}	7,15	8,05	méq/l
SAR	0,69	0,64	$(méq/l)^{1/2}$
Cl^{-}	1,60	1,55	méq/l
SO_4^{--}	3,64	4,89	méq/l
HCO_3^{-}	3,50	0,95	méq/l
S^{-}	8,74	7,39	méq/l

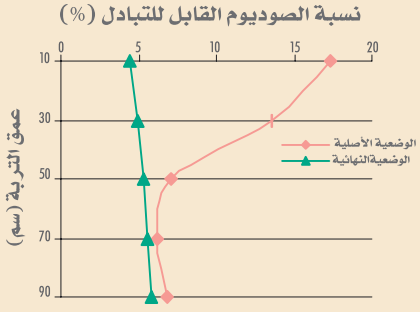
الجدول 6: التركيبة الأيونية لمياه السقي المعالجة والغير معالجة

	ماء السقي الأصلي	ماء السقي المعالج المخرج 1	ماء السقي المعالج المخرج 2	الوحدة
درجة الحرارة	25	45	25	°C
pH	8,40	2,28	6,75	وحدة
CE	0,56	1,46 (0,73)**	0,60	dS/m
Ca^{++}	3,60	3,60	3,70	méq/l
Mg^{++}	2,30	2,20	2,20	méq/l
Na^{+}	1,18	1,28	1,18	méq/l
K^{+}	0,07	0,07	0,07	méq/l
SAR	0,69	0,75	0,69	$(méq/l)^{1/2}$
Cl^{-}	1,60	0,25	1,05	méq/l
SO_4^{-}	3,64	9,85	5,38	méq/l
HCO_3^{-}	3,50	0,15	2,15	méq/l

×× التوصيلية الكهربائية المصححة لحرارة 25 درجة مئوية



الرسم 2: تطور التوصيلية الكهربائية في الحقل المعالج



الرسم 3: تطور نسبة الصوديوم القابل للتبادل في الحقل المعالج

وبالنسبة لباقي المقطع، لا يمثل تغير نسبة الصوديوم القابل للتبادل دلالة قوية، لأن القيم المحصل عليها تتأرجح دائما حوالي 5. ويمكن تفسير تراجع نسبة الصوديوم القابل للتبادل في الحقل المسقي بالماء المعالج (مولد حمض الكبريتيك) بالتفاعلات الكميائية التالية:

$H_2SO_4 + CaCO_3$ --- $CaSO_4 + H_2O + CO_2$

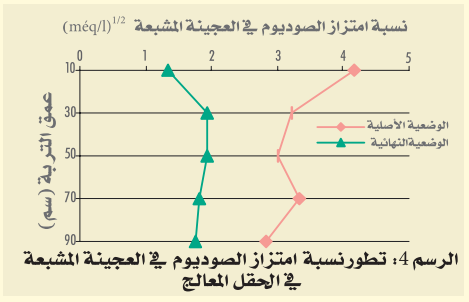
$CaSO_4 + 2Na\text{-sol}$ ---$Ca\text{-sol} + NaSO_4$ (بالنسبة للتربة الكلسية)

وهكذا، يمكن أن نستخلص بأن تراجع نسبة الصوديوم القابل للتبادل يعود إلى الاستفادة المستمرة لمحلول التربة من الكالسيوم المذوب انطلاقا من كلس التربة، بفعل تأثير الماء القليل الحموضة.

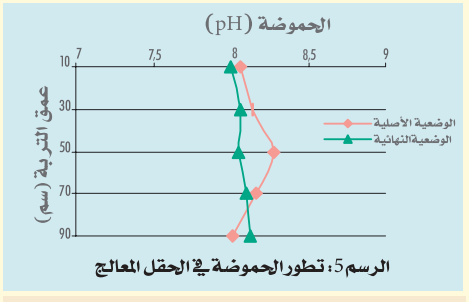
التأثير على نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة للتربة

سجل تراجع هام في نسبة امتزاز التربة للصوديوم (الرسم 4) في كل مقطع التربة. وهذا التراجع ناتج عن انخفاض نسبي الأهمية ل Na^+ مقارنة مع Ca^{++} و Mg^{++}.

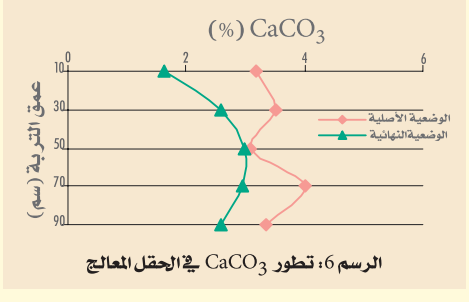
يترجم ذوبان $CaCO_3$ (أنظر الوضعية النهائية، الرسم 6) بواسطة الماء المعالج باستفادة نسبية لمحلول التربة بأيونات الكالسيوم والمنغنيزيوم. وقد لاحظنا خلال التجربة على 20 سنتمترات الأولى تراجع نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة بشكل هام بعد الأسبوع الأول للسقي بالماء المعالج. بينما لم يكن هذا التغيير مهما في باقي المقطع. تمت ملاحظة هذه الظاهرة المؤقتة في العمق بعد الأسبوع الأول من السقي وهي ناتجة عن استفادة محلولة التربة من Na^+ الصادر عن المركب الإمتزازي لطبقة السطح. ستؤدي متابعة السقي بالماء المعالج إلى تراجع نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة، حتى في العمق.



الرسم 4: تطور نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة في الحقل المعالج



الرسم 5: تطور الحموضة في الحقل المعالج



الرسم 6: تطور $CaCO_3$ في الحقل المعالج

يمكننا أن نستخلص إذن بأن معالجة الماء بواسطة مولد حمض الكبريتيك يسمح للكالسيوم المترسب بالعودة إلى محلول التربة والتأثير على نسبة Ca/Na لهذا المحلول. ويمكننا أن نسجل كذلك بأن هذه النسبة، والتي كانت في الأصل تفوق 1 (1,06)، تقلصت إلى 0,61 بعد الأسبوع الأخير للسقي.

التأثير على حمض التربة

لم تسجل نسبة الحموضة تراجعا هاما بعد 5 أسابيع من السقي بالماء المعالج (الرسم 5). أبطل ذوبان كربونات الكالسيوم مفعول البروتونات المضافة عن طريق الماء المعالج. أظهرت هذه النتيجة أنه بالرغم من السقي بماء ذي حمض 6 طيلة 5 أسابيع، فإن حمض التربة لم يتراجع بشكل ملحوظ. وتبطل الكربونات فائض البروتون H^+ المجلوب بواسطة ماء السقي.

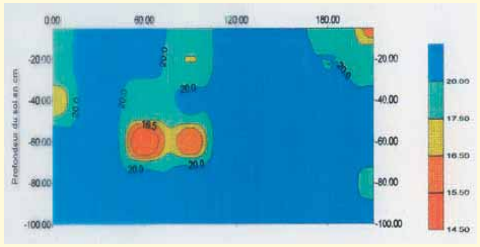
التأثير على نفاذية التربة

كان تأثير السقي بالماء المعالج مهما على النفاذية. فبالفعل، قدرت القيمة المتوسطة في الوضعية الأصلية ب0,46 سنتم/س. وقد تزايدت هذه القيمة في الوضعية النهائية لتصل لمعدّل 21,5 سنتم/س. وبصيغة أخرى، انتقلت النفاذية العمودية من وضعية ضعيفة جدا إلى وضعية مرتفعة (تفوق 20 سنتم/س). وأظهر تغيّر التوصيلية المائية تحسنا مهما. فقد انتقل من معدل 0,63 متر/يوم في الوضعية الأصلية إلى قيمة تصل إلى 2,38 م/ي في الوضعية النهائية، بعد السقي بالماء المعالج.

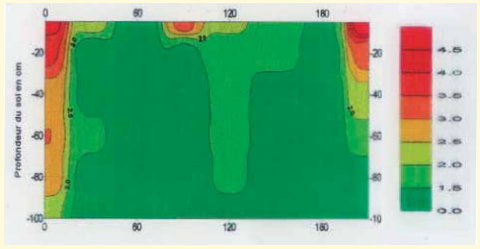
وانطلاقا مما سبق، نلاحظ أن معالجة ماء السقي بمولد حمض الكبريتيك يؤثر كثيرا على الخاصيات الفيزيائية والكيميائية التالية للتربة: التوصيلية الكهربائية، ونسبة الصوديوم القابل للتبادل، والتركيب الأيوني لمحلول التربة (نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة) والنفاذية. ويرجع هذا التأثير بالأساس إلى جودة ماء السقي المعالج. وقد تسبب السقي بهذا الماء المعالج، مع مرور الوقت، في إزالة الأملاح والصوديوم من التربة، مع تحسين نفاذية التربة وتجمعها، مما سيسهل غسل الأملاح.

إلا أن إزالة الأملاح والصوديوم تتم في الجزء المبلل فقط، في السقي بالتنقيط (الرسوم7 و8 و9)، وتتراكم الأملاح خارج المناطق المبللة. ويصبح السقي بواسطة الغمر أو الأمطار القوية ضروريا لغسل الأملاح والصوديوم المتراكمين في المناطق غير المسقية.

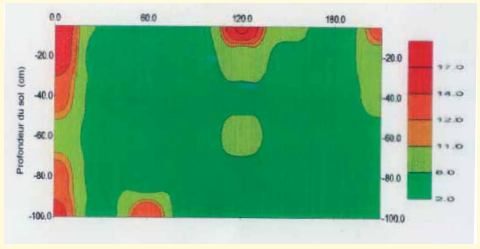
يمكن للماء المعالج أن يضخ مباشرة في شبكة السقي سفله) او يخزن في أحواض السقي (أعلاه)



الرسم 7: تغير الرطوبة حسب عمق التربة ما بين قطارتين



الرسم 8: تغير التوصيلية الكهربائية حسب عمق التربة ما بين قطارتين



الرسم 9: تغير نسبة الصوديوم القابل للتبادل حسب عمق التربة ما بين قطارتين

الملخص

يمثل مولّد حمض الكبريتيك طريقة عملية لمعالجة ماء السقي. وقد تمّ ابتكاره خصيصا لتحسين جودة المياه والتربة الملوّثة بالصوديوم. وبالفعل، يسمح تحليل النتائج التجريبية لهذه الدراسة باستنتاج الخلاصات المتعلقة بتأثير هذه المعالجة على تطور جودة الماء والتربة.

- تراجع نسبة الملوحة بعد أسبوع من السقي بالماء المعالج.
- تقلص مهم في نسبة الصوديوم القابل للتبادل بعد أسبوع واحد من السقي بالماء المعالج.
- في السطح، تمّ تقليص وباستمرار نسبة امتزاز الصوديوم في العجينة المشبعة بعد كل أسبوع من السقي بالماء المعالج.
- لم يحدث السقي بالماء المعالج النسبي الحموضة أي تأثير معنوي على حموضة التربة.
- الاستفادة المستمرة لمحلول التربة من أيونات الكالسيوم الناتج عن ذوبان الكلس الموجود في التربة حسنت إلى حدّ كبير نفاذية التربة.
- أظهرت التغيرات المجالية للرطوبة في السقي بالتنقيط بأنه لا يمكن استصلاح إلا الجزء الموجود تحت المنقطات.
- خلاصة أخرى لم تحلل ولكن تمّ ملاحظتها في الميدان، تتجلى في ارتفاع الصبيب بعد تسريح المنقطات. كما لاحظنا إزاحة الطحالب التي تنتشر في شبكة السقي السطحي.

م. بدراوي وج. بوراخوادار
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة
د. تيسيي
المعهد الوطني للبحث الزراعي بفرساي، فرنسا
إ.و. جاكسون
شركة سويت وايت واتر، وم أ

تصميم وإنجاز: الأستاذ احمد بكوح 061-374115، ترجمة: الأستاذ عز الدين الكتاني الإدريسي بمساعدة فاطمة الديلمي، فلاشاج وطبع: مطبعة "إليت"، سلا 037-814145