IPNI

العناصر الغذائية ـ حقائق

حقائق زراعية عن العناصر الغذائية للمحاصيل

رقم 7

البورون

خلال السنوات الثمانين الماضية صدرت مئات التقارير التي تحتوي على معلومات موثقة عن دور البورون في المحاصيل الزراعية في جميع أنحاء العالم، كما تم توثيق استجابة أنواع كثيرة من الفاكهة والخضراوات والمحاصيل الحقلية والبرسيم للتسميد بإضافة البورون.

البورون في النبات

في عام 1923 تم الكشف عن ضرورة وجود البورون في النباتات الراقية إضافة إلى اعتباره عنصراً أساسياً في النباتات الأولية مثل السرخسيات وبعض الطحالب.

يؤدي البورون أدواراً عديدة داخل النبات أهمها:

- دوره الأساسي في تركيب جدار الخلية وارتباط السكريات المتعددة مع بعضها البعض مما يعطي الجدار الشكل الهيكلي.
- دوره في تكوين السكريات المعقدة وانتقالها داخل النبات وكذلك تكوين البروتينات في النبات.
- الإعتماد على الكمية الكافية من البورون في أداء وظائف غشاء الخلية وعملية تكوين العقيدات ومراحل الإزهار ونمو البذور والثمار، كما أنها متطلب هام لبدء ظهور الأزهار ونمو حبوب اللقاح. لذلك فإن نقص البورون قد يؤدي إلى انخفاض مستويات إنتاج المحاصيل وجودتها معاً.

البورون في التربة

يتراوح تركيز البورون الكلي في الترب الزراعية بين 1 و467 ملغم/كغم في حين يوجد البورون الجاهز للامتصاص في النباتات على شكل حامض البوريك $B(OH)_3$ وأيون البورات $B(OH)_4^-$ وعادة يكون هذين المركبين محمولين في محلول التربة وقد يحدث لهما ادمصاص على سطح المواد الشائعة في تكوين التربة مثل هيدروكسيدات الحديد والألمنيوم، وجزيئات الطين والمادة العضوية. لذلك فإن كمية البورون الجاهزة للنبات تتأثر بعدة عوامل هي:

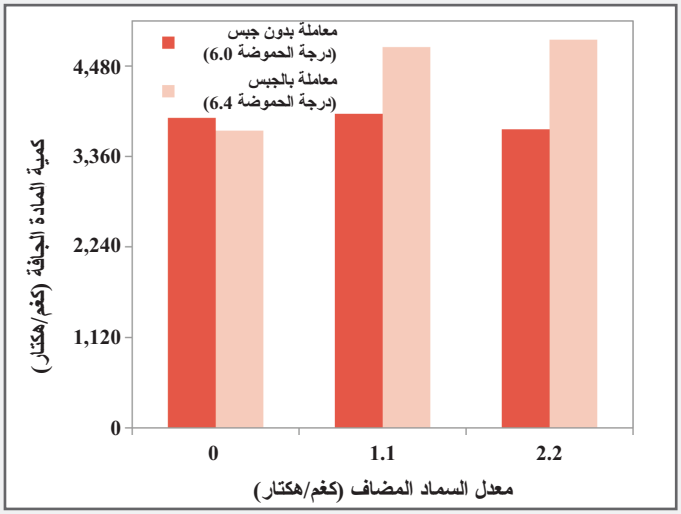
المادة العضوية: وتُعتبر أهم مخزن للبورون في التربة كما أن تحللها يؤثر على محتوى البورون. ففي الظروف الحارة والجافة وأيضاً الظروف الباردة تتباطأ سرعة تحلل المادة العضوية الموجودة على سطح التربة وبالتالي تقل كمية البورون المنطلقة. ونتيجة لذلك تظهر أعراض نقص البورون ويتأثر نمو النباتات سلبياً وبشكل خاص العديد من محاصيل كول (مثل بروسل سبراوت (Brussels Sprout) والفجل) وبعض الأنواع تزرع مبكرا.

الظروف الجوية: يساعد الطقس الجاف والبارد في الحدّ من نشاط الجذور في التربة السطحية مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقص البورون بشكل مؤقت. وقد تختفي هذه الأعراض مع هطول الأمطار على التربة ونمو الجذور مجدداً، ولكن كثيراً ما يتراجع معدل العوائد المحتملة خلال فترة نقص البورون.

درجة حموضة التربة: عادة يحدث أقصى امتصاص للبورون الجاهز للنبات عندما تكون درجة حموضة التربة بين 5 و 7.5 بينما يقل امتصاص البورون مع ارتفاع مستوى الحموضة أكثر من ذلك، كما أن إضافة الجير إلى الأراضي الحامضية تقلل من ذائبية البورون وبالتالي تزداد فرص استجابة النباتات لأسمدة البورون. وهذا ما أظهرته بالفعل التجربة التي أُجريت على التربة الحامضية للسهل الساحلي في جنوب الولايات المتحدة الأمريكية، حيث بينت النتائج حسب (**الشكل 1**) أن المحصول استجاب إيجابياً للتسميد بإضافة البورون فقط عندما تم استخدام الجير في نفس المعاملة أيضاً. فالجير المضاف رفع درجة الحموضة من 6 إلى 6.4 للتربة على عمق 5 سم كما أنه أعطى الحماية للنباتات ضد التأثيرات السامة للبورون الموجود بتراكيز عالية في التربة.

قوام التربة: تمتاز الترب الرملية خشنة القوام والتي تتكون من نسبة كبيرة من معدن الكوارتز باحتوائها على كميات قليلة من المعادن الأخرى الحاملة للبورون، ولذلك من الشائع أن تظهر أعراض نقص البورون على النباتات المزروعة في هذه الترب.

غسيل التربة: يُعتبر البورون الجاهز للامتصاص في النبات عنصراً متحركاً في التربة كما أنه عُرضة للغسيل من المنطقة الجذرية، وهذا الأمر يجب مراعاته والاهتمام به أكثر في الترب الرملية و/أو في المناطق ذات الأمطار الغزيرة.



جدول 1. استجابة أزهار البرسيم لإضافة سماد البورون مرتبطة باستخدام الجير لرفع درجة حموضة التربة.[1]

تكتسب الطريقة بإضافة البورون

كتسب الطريقة الصحيحة لإضافة أسمدة البورون أهمية خاصة لأن المدى بين حدود النقص والسُمية قليل. كما أن تشخيص الاحتياجات للتسميد بالبورون يتطلب الأخذ بالاعتبار العوامل المذكورة سابقاً وتأثيرها على وجود البورون في التربة. لذلك غالباً ما تكون تحاليل النبات ومشاهدة أعراض نقص البورون ذات فائدة أكبر من فحص التربة عند إجراء التشخيص.

IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

3500 PARKWAY LANE, SUITE 550
PEACHTREE CORNERS, GEORGIA 30092-2844 USA
PHONE (770) 447-0335 | WWW. IPNI.NET

هذه الأوراق عن حقائق العناصر الغذائية هي واحدة من سلسلة أوراق عن حقائق كتبها العلماء الأعضاء في المعهد الدولي لتغذية النبات وتركز على العناصر الغذائية الأساسية واستخداماتها. وهذه السلسلة موجودة بشكل ملفات PDF على شبكة www.ipni.net/nutrifacts

ظهور أعراض نقص البورون على نبات البرسيم غالباً في الظروف البيئية القاحلة

صورة خاصة بالمعهد الدولي لتغذية النبات- مايلز

يتم إضافة أسمدة البورون بإحدى الطرق التالية:

1. مباشرة على سطح التربة باستخدام إما طريقة النثر الذي يتطلب معدلات تسميد أعلى، أو يضاف على خطوط. كما أن المحاصيل تختلف في درجة استجابتها لإضافة السماد على التربة، حيث تصل الاستجابة العالية إلى 3.4 كغم/هكتار بينما تتراوح الاستجابة المتوسطة والمنخفضة بين 0.56 و 1.12 كغم/هكتار (جدول 1).
2. رش السماد السائل على الأوراق.

ويبين جدول 2 أسمدة البورون الشائعة ومستوى ذائبيتها في الماء. ومن الجدير بالذكر بأن الأسمدة الذائبة هي المفضلة عادة لدى المزارعين ولكن في الترب الرملية يتم استبدالها بالأسمدة غير الذائبة باعتبارها أقل عُرضة للغسيل.

جدول 1. استجابة المحاصيل للتسميد بإضافة البورون.

أقصى استجابة	استجابة متوسطة	أقل استجابة	
البرسيم	الجزر	الهيليون	الفلفل
التفاح	برسيم نفل	الشعير	النعنع الفلفلي
البروكلي	القطن	الفاصولياء	البطاطا
ملفوف بروكسل	بندورة تشيري	التوت	توت العُليق
ملفوف	الخس	الحبوب	حبوب الجاودار
قرنبيط	الجزر الأبيض	الحمضيات	الفاصولياء الخضراء
الكرفس	الأجاص (الكمثرى)	الذرة	الذرة البيضاء
الفول السوداني	الفجل	الخيار	فول الصويا
عبّاد الشمس	السبانخ	الكتان	النعنع المدبب
الشمندر الأحمر	الشمندر السكري	الأعشاب	الفراوله
اللفت	الذرة الحلوة	الشوفان	أعشاب السودان
	البطاطا الحلوة	البصل	القمح
	البندورة	البازيلاء	

أعراض نقص البورون

يُعد البورون من العناصر المتحركة في التربة ورغم ذلك فإن طبيعة حركته داخل النبات تختلف باختلاف الأنواع، فمثلاً ينتقل البورون بسهولة في جميع أجزاء النبات في محاصيل معينة مثل التفاح واللوزيات. ولكن عموماً تبدأ أعراض النقص بالظهور أولاً على الأوراق الحديثة أو نقاط النمو.

جدول 2. المصادر الشائعة لأسمدة البورون

اسم السماد	الصيغة الكيميائية	نسبة البورون (٪)	الذائبية في الماء
بوراكس	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	11	ذائب
حامض البوريك	$B(OH)_3$	17	ذائب
خامس بورات الصوديوم	$Na_2B_{10}O_{16} \cdot 10H_2O$	18	ذائب
رابع بورات الصوديوم	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	14-15	ذائب
سوليبور	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	20-21	ذائب
بورون فريت	اكسيد البوريك الزجاجي	2-11	ذابيته قليلة جداً

سوليبور هو العلامة التجارية المسجلة للشركة الأمريكية لصناعة البوراكس.

وفيما يلي أهم أعراض نقص البورون في أنواع محددة من المحاصيل:

البرسيم: السلاميات والسيقان قصيرة وتميل الأوراق الحديثة إلى اللون الأحمر أو الأصفر، كما تموت البراعم الطرفية.

اللوز: يتوقف نمو البراعم ويظهر اللون البني والإفرازات الصمغية على الثمار.

التفاح: الثمار صغيرة ومشوهة الشكل، كما تظهر بقع فلينية داخل الثمار تؤدي إلى تكسيرها وتحوّل قشرتها إلى اللون الخمري (Russetting). وتشمل الأعراض أيضاً موت البراعم الطرفية وتكسّر الأوراق بسهولة وانتفاخ الأزهار.

الكرفس: السيقان ملتوية.

الذرة: تظهر على الأوراق خطوط طولية رفيعة بيضاء اللون أو شفافة، أما السنابل فيتضاعف عددها ولكنها تبقى صغيرة الحجم وغير طبيعية وتحتوي على خيوط حريرية قصيرة جداً، كما تظهر الشرابات صغيرة وبعض الفروع الناشئة ميتة والأعضاء الذكرية صغيرة وذابلة وخالية من حبوب اللقاح.

القطن: تظهر على أعناق الأوراق حلقات أو خطوط كثيفة وتموت البراعم الطرفية، ونتيجة لذلك يتوقف إنتاج الأزهار وتأخذ الأوراق في الجزء العلوي من النبات شكل الوردة (Rosetting). أيضاً تظهر البراعم الصغيرة ممزقة والأوراق الخضراء السميكة تحافظ على لونها الأخضر حتى فترة الصقيع، كما يصعب تساقطها.

الفول السوداني: القلب فارغ.

الشمندر السكري وشمندر المائدة (الأحمر): القلب أسود (مرض عفن القلب).

أعراض سُمية البورون

بصفة عامة يحدث تراكم للبورون السام في العديد من المناطق الجافة التي يتم فيها استخدام كميات كبيرة من مياه الري، مما يتسبب في غسيل البورون نحو أسفل المنطقة الجذرية. وعادة تظهر أعراض سُمية البورون أولاً على حواف وقمم الأوراق القديمة.

استجابة المحصول لإضافة البورون

تتباين المحاصيل كثيراً في درجة استجابتها للتسميد بإضافة البورون، لذلك يمكن تصنيف هذه العلاقة من الجدولين (1 و 3) كما يلي:

- محاصيل ذات استجابة عالية للبورون وتشمل معظم البقوليات والعديد من الخضراوات والفاكهة.
- محاصيل ذات استجابة أقل نوعاً ما (متوسطة) في بعض الخضراوات.
- محاصيل ذات استجابة قليلة جداً وتشمل الحبوب والأعشاب بشكل عام.

كما تختلف المحاصيل في درجة حساسيتها وايضاً تحمّلها لزيادة تركيز البورون، فالمحاصيل ذات الاحتياجات العالية من البورون لا يعني بالضرورة أن لديها درجة تحمّل عالية، ومثال على ذلك نباتات البرسيم والملفوف التي تُعتبر ذات درجة تحمّل متوسطة لمستويات البورون المرتفعة.

المراجع

1. Haby, V.A. et al., 1995. In Plant-Soil Interactions at Low pH: Principles and Management. Developments in Plant and Soil Sciences 64:505510-.
2. Ross, J.R., N.A. Slaton et al. 2006. Agron J 98:198205-.
3. Dordas, C. 2006. Agron J 98:907913-
4. Haby, V.A. et al. 1998. Better Crops with Plant Food 82(1):2223-.
5. Hanson, E.J. 1991. HortScience 26(9):11421145-.

قراءات إضافية

Brown, P.H. et al. 2002. Plant Biol. 4: 205223-.

جدول 3. أمثلة على مدى استجابة المحاصيل لإضافة أسمدة البورون.

المحصول	مصدر السماد	معدل إضافة السماد	وقت الإضافة	مكان الإضافة	استجابة المحصول	المرجع
فول الصويا	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	0.3-1.1كغم/هكتار	V2-R2	على الأوراق	0 - 130٪	2
بذور البرسيم	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	0.5-1.2 كغم/هكتار	بعد القصة الأولى	على الأوراق	37٪	3
علف البرسيم	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	3.4-4.5كغم/هكتار	سنوية	على سطح التربة	46 - 62٪	4
الكرز الحامض	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	1.2 كغم/لتر/هكتار	أيلول-تشرين أول	على الأوراق	0 - 100٪	5