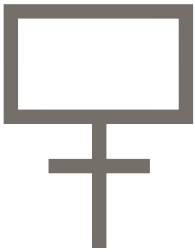
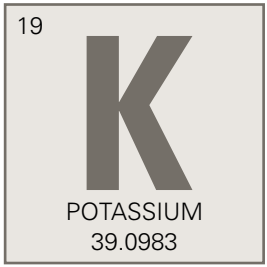
المعهد الدولي للبوتاس **IPI**

# البوتاسيوم
# عنصر غذائي رئيسي للحياة

INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE
60 ANNIVERSARY 1952-2012



الرمز الكيميائي **للبوتاسيوم**




الإسم: **بوتاسيوم**

الرمز: **K**

الرقم الذري: **19**

الوزن الذري: **39**

اسم المجموعة: **الفلزات القلوية**

اكتشف عنصر البوتاسيوم السير هامفري ديفي Sir Humphry Davy في عام 1807 بإنجلترا. يأتي الإسم من الكلمة الإنجليزية (pot ashes) *potash* والكلمة العربية قالي، بالنسبة للرمز K فيأتي من الكلمة اللاتينية *Kalium*.

## **البوتاسيوم** – عنصر غذائي رئيسي للحياة

يعتبر البوتاسيوم من العناصر الأساسية للحياة على كوكب الأرض. تحتاج كافة النباتات والحيوانات إلى كميات كبيرة من البوتاسيوم، وتحصل النباتات على عنصر البوتاسيوم من التربة التي تنمو فيها. أما بالنسبة للحيوانات فتحصل على البوتاسيوم من النباتات وذلك سواء بشكل مباشر أو من خلال إلتهامها لحيوانات أخرى (ومنتجات حيوانية) تغذت على النباتات.

إن عملية حصاد المواد النباتية مثل الحبوب أو الفواكه أو أوراق النباتات تتسبب في انتزاع عنصر البوتاسيوم الذي امتصته تلك المواد من التربة. ومع زيادة نسبة السكان العالمية وبالتالي زيادة الإنتاج الغذائي زاد أيضًا اجمالي كمية البوتاسيوم التي تفقدها الأرض، ومن ثم يجب التعويض عنها وذلك من أجل الحفاظ على خصوبة التربة وقدرتها الإنتاجية. والجدير بالذكر أن عملية التعويض المشار إليها إنما تلعب دورًا محوريًا في دعم الأمن الغذائي العالمي المستدام.

تتوفر نسبة من البوتاسيوم البديل عن طريق المخصبات المُعاد تدويرها وبقايا المحاصيل الموجودة في الأرض. بيد أن الجزء الأكبر من البوتاسيوم الموجود في غذاء الإنسان والذي يأتي من الأرض لا يعود إليها مرة أخرى بل ينتهي به المطاف في المحيطات عبر أنظمة الصرف الصحي الموجودة بمدن العالم. هذا البوتاسيوم غير المُعاد تدويره يحل محله استخدام أسمدة البوتاسيوم في الأراضي التي أنتجت الغذاء في المقام الأول.

# البوتاسيوم ... عنصر غذائي رئيسي للحياة

### نشأة عمليات الإنتاج والقياس

قبل بداية القرن العشرين كان يُشتق البوتاسيوم في أغلب الأحيان من رماد الأشجار المُستخلص بالرشح في القدور المعدنية مما أدى إلى ظهور المصطلح الإنجليزي *potash* (من أصل كلمة pot أي قِدر وash أي رماد) وذلك على الرغم من أن الكثير من ملح البوتاسيوم المُستخلص بالرشح كان يجري استخدامه في صناعة الصابون والمطلوب خصيصًا لغسل الأنسجة الصوفية. وتُستخدم في الأغلب كلمة بوتاس *potash* للإشارة إلى اسمدة البوتاسيوم.

تم اكتشاف حاجة النباتات إلى البوتاسيوم من خلال التحليل المعدني لرماد النبات، ومنذ بداية الأمر ويجري قياس محتوى البوتاسيوم بالأسمدة وفقًا لمستوى أكسدة البوتاسيوم $K_2O$. وفي أغلب الأحيان يتسبب ذلك في نوع من الإلتباس ويُعزى ذلك إلى أن هذا الأوكسيد نادرًا ما يتواجد في الأسمدة هذا إن تواجد بالفعل. لهذا تناقش هذه المطوية بادئ ذي بدء عنصر البوتاسيوم ضمن سياق الأسمدة، ومن أجل الإتساق يجري استخدام $K_2O$ في العموم لشرح الكميات عوضًا عن K كبديل، والذي يجري استخدامه أحيانًا.[1]

[1] من أجل تحويل قيمة $K_2O$ إلى $K$ يُضرب الرقم في *0.83*. أما لتحويل قيمة $K$ إلى $K_2O$ فيُقسم العدد على *0.83*.

## ما هي كمية البوتاسيوم التي يحتاج إليها الإنسان؟

يبلغ متوسط كمية البوتاسيوم الموجودة في جسم الإنسان نحو 140 جرام من K وهو ما يوازي 1 مليون طن $K_2O$ بالنسبة لإجمالي التعداد العالمي للسكان والبالغ 7 مليار نسمة. غير أنه يحتاج جسم الإنسان إلى كمية يومية من البوتاسيوم بمقدار موصى به وهو ما يعادل حوالي 2 كج من $K_2O$ للشخص سنويًا وذلك في ظل خسارة مقدار مماثل. من ثم يبلغ اجمالي المقدار السنوي الموصى به لسكان العالم حوالي 14 مليون طن من $K_2O$. مع الأخذ في الإعتبار الإتجاه نحو زيادة استهلاك الفواكه والخضروات الغنية بالبوتاسيوم وأوجه القصور التي تشهدها السلسلة الغذائية، فإن كمية البوتاس التي تفقدها مزارع العالم من الممكن أن تصل إلى ضِعف هذا الرقم على أقل تقدير. تستند هذه الكمية المُقدرة إلى حساب كميات البوتاس المتعلقة بعملية النقل السنوية من المَزارع إلى المستهلكين. يوضح الجدول 1 معدل البوتاس الذي يحتوي عليه الإنتاج العالمي السنوي لبعض المحاصيل والمواد الغذائية الأساسية.

**الجدول *1*:** المقدار السنوي للبوتاس *($K_2O$)* المُنتزع في حصاد المنتجات الزراعية العشر (محاصيل وحليب) والتي تتمتع بأعلى نسبة مخرجات مع استثناء العشب والعلف واللحم.

| السلعة | معدل الإنتاج العالمي وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) | كمية $K_2O$ المُقدرة في المنتجات |
|---|---|---|
| | مليون طن | مليون طن |
| فول صويا | 261.6 | 5.0 |
| قصب السكر | 1,685.4 | 4.7 |
| حبوب الذرة | 844.4 | 4.2 |
| خضروات طازجة | 1,036.3 | 4.0 |
| حبوب القمح | 650.9 | 3.6 |
| حبوب الأرز بالقشر | 672.0 | 2.2 |
| بطاطس | 324.2 | 1.9 |
| فاكهة | 602.9 | 1.5 |
| حليب ابقار طازج وكامل الدسم | 123.5 | 0.7 |
| حبوب الشعير | 123.5 | 0.7 |
| **الإجمالي** | | 28.9 |

مع استثناء البوتاس الموجود في العشب ومحاصيل العلف ومنتجات اللحوم يوضح الجدول 1 تدفق سنوي في عنصر البوتاسيوم الموجود في حصاد المحاصيل يبلغ 26 مليون طن $K_2O$. في حالة إضافة منتجات اللحوم من الممكن للتدفق الإجمالي أن يتعدى 30 مليون طن $K_2O$ سنويًا.

## ما هي كمية البوتاسيوم التي يحتاج إليها النبات؟

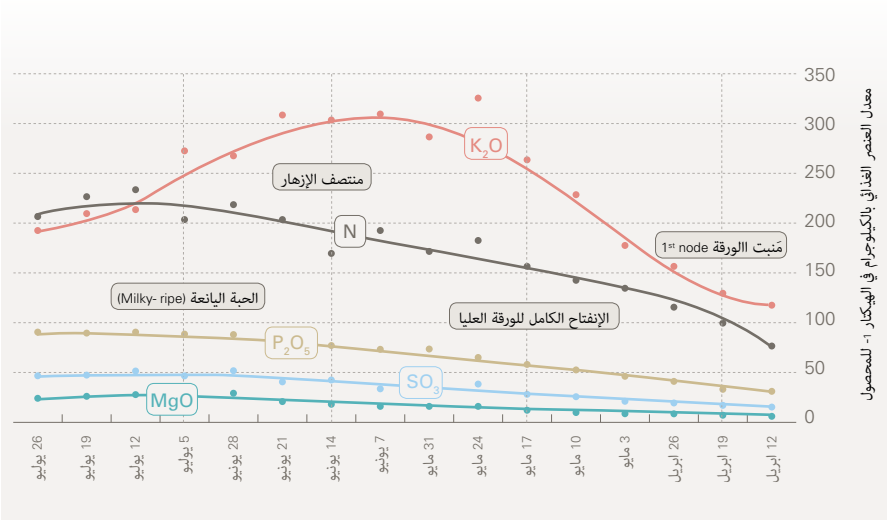
على الرغم من الكميات الكبيرة من البوتاسيوم التي يحتوي عليها حصاد المحاصيل (الموضحة بالجدول 1) إلا أن الكمية التي تحتاج إليها المحاصيل أثناء نموها تزيد عن ذلك. وتقريبًا في كل الحالات تكون كمية البوتاسيوم الموجودة في محصول ما أكثر بكثير من أي عنصر غذائي آخر بما في ذلك عنصر النيتروجين.

يلعب البوتاسيوم دورًا رئيسيًا في دعم قدرة النبات على تحمل اشكال الضغط الخارجي مثل الجفاف، والبرودة، ومستويات الإضاءة العالية، وهجمات الحشرات والأمراض. تكون المحاصيل التي تفتقر إلى عنصر البوتاسيوم أكثر عُرضة من غيرها للمعاناة من آثار اشكال الضغط سالفة الذِكر ذلك بينما تكون المحاصيل التي حصلت على عملية تسميد جيدة أقل تأثرًا بذلك. بالإضافة إلى ما سبق يعتبر البوتاسيوم عنصرًا اساسيًا لدعم الكثير من الوظائف الرئيسية للنبات والتي تتضمن تنشيط الإنزيمات، وانتاج البروتين وعملية التمثيل الضوئي فضلا عن تواجده في شتى اجزاء النبات.

يتواجد الجزء الأكبر من البوتاسيوم في النبات بالعصارة الخلوية cell sap حيث يضمن تماسك خلايا النبات وبقائها تحت الضغط الناتج عن المياه الممتصة في الخلايا عن طريق عملية الإرتشاح الغشائي (الأوزموزيس

Osmosis). وفي حقيقة الأمر فإن المياه الموجودة في خلايا النبات هي عبارة عن محلول البوتاسيوم بتركيز عام يبلغ حوالي 7.8 جرام K لتر -1 مياه. قد يوازي هذا التركيز حوالي 5.9 كج $K_2O$ لكل طن من مياه الأنسجة، وقد يحتوي المحصول ذات الكتلة الحيوية العالية على ما يزيد عن 60 طن من مياه الأنسجة في الهكتار.

حتى مع وجود مستويات أكثر انخفاضًا من تركيز البوتاسيوم يتضح إمكانية احتواء المحصول في طور النمو على كميات كبيرة للغاية من البوتاسيوم والتي تتعدى في أغلب الأحيان 300 كج $K_2O$ في الهكتار1- (أنظر الشكل 1). تعتبر هذه الكمية أكبر نوعًا ما من كمية السماد التي يوصى بإضافتها لمعظم المحاصيل، ذلك بخلاف التي يجري حصادها عند الحد الأقصى للكتلة الحيوية مثل الخضروات الخضراء وعشب العلف، وذلك لأن الكثير من هذا البوتاسيوم الموجود في مياه الأنسجة يعود مرة أخرى إلى التربة عندما تشيخ النباتات وتجف أو عند الإحتباس في ساق النبات. تتعرض كمية قليلة نسبيًا للهدر أثناء حصاد الحبوب وهذا الهدر الفعلي إنما يحدد المعيار الذي يوصى به من الأسمدة. تحتاج النباتات بشكل كبير إلى البوتاسيوم أثناء النمو وعليه يجب أن يتوفر




**الشكل 1** تراكم العناصر الغذائية لكل هكتار في محصول للقمح مع توضيح الحاجة المُلحة إلى عنصر البوتاسيوم (*N* = نيتروجين، $P_2O_5$ = فوسفات، $K_2O$ = بوتاس، *MgO*= مجنيسيوم، $SO_3$ = كبريت).
المصدر: *PDA (2012)* من بيانات *SCPA* و*MAP*، فرنسا). *www.pda.org.uk/news/nf76.php*

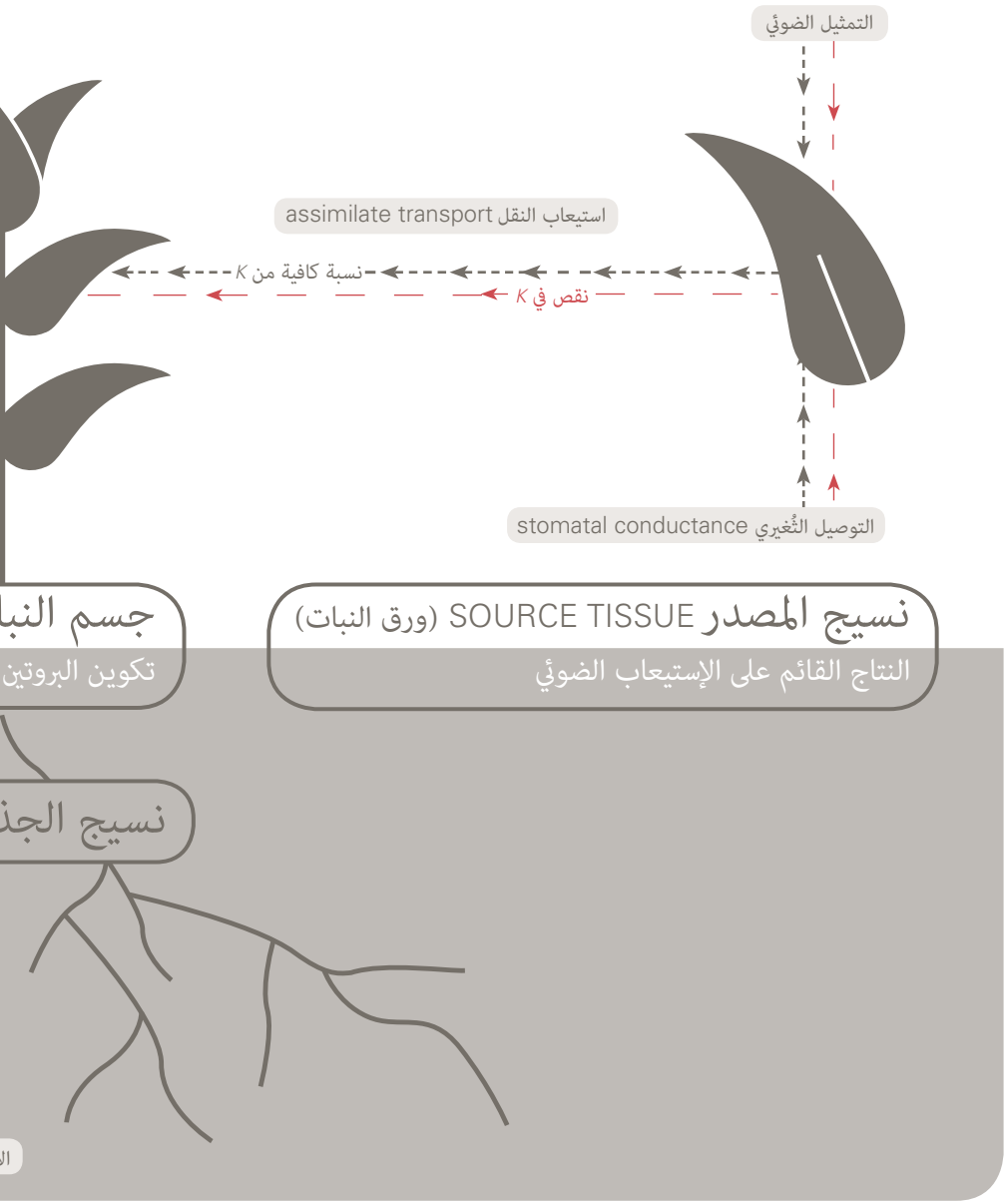
ذلك عن طريق المخزون المتوفر في التربة.يعتبر الإمداد الكافي من البوتاسيوم أمر حتمي من أجل الوصول إلى حصاد للمحصول عالي الجودة. كما يعتبر البوتاسيوم عنصرًا رئيسيًا من أجل عملية النقل وغيرها من العمليات الأخرى التي يمر بها النبات وعليه فإن القصور في وجود عنصر البوتاسيوم أثناء نمو النبات من شأنه أن يحد من كفاءة هذه العمليات ومن ثم التأثير بالسلب على آداء المحصول وجودة مخرجاته. يعتبر الإنخفاض في معدل نقل المواد الممتصة إلى الحبوب وما يترتب على ذلك من آثار سلبية على المحصول وجودته من أمثلة الآثار المترتبة على نقص البوتاسيوم وذلك كما هو موضح في الشكل 2.

**الشريحة *1***. الأعراض الشائعة لنقص عنصر البوتاسيوم في نبات الفول السوداني. الشكر للكيميائي سرينيفازا ريو *Srinivasa Rao* ، *CRIDA*، حيدراباد، الهند

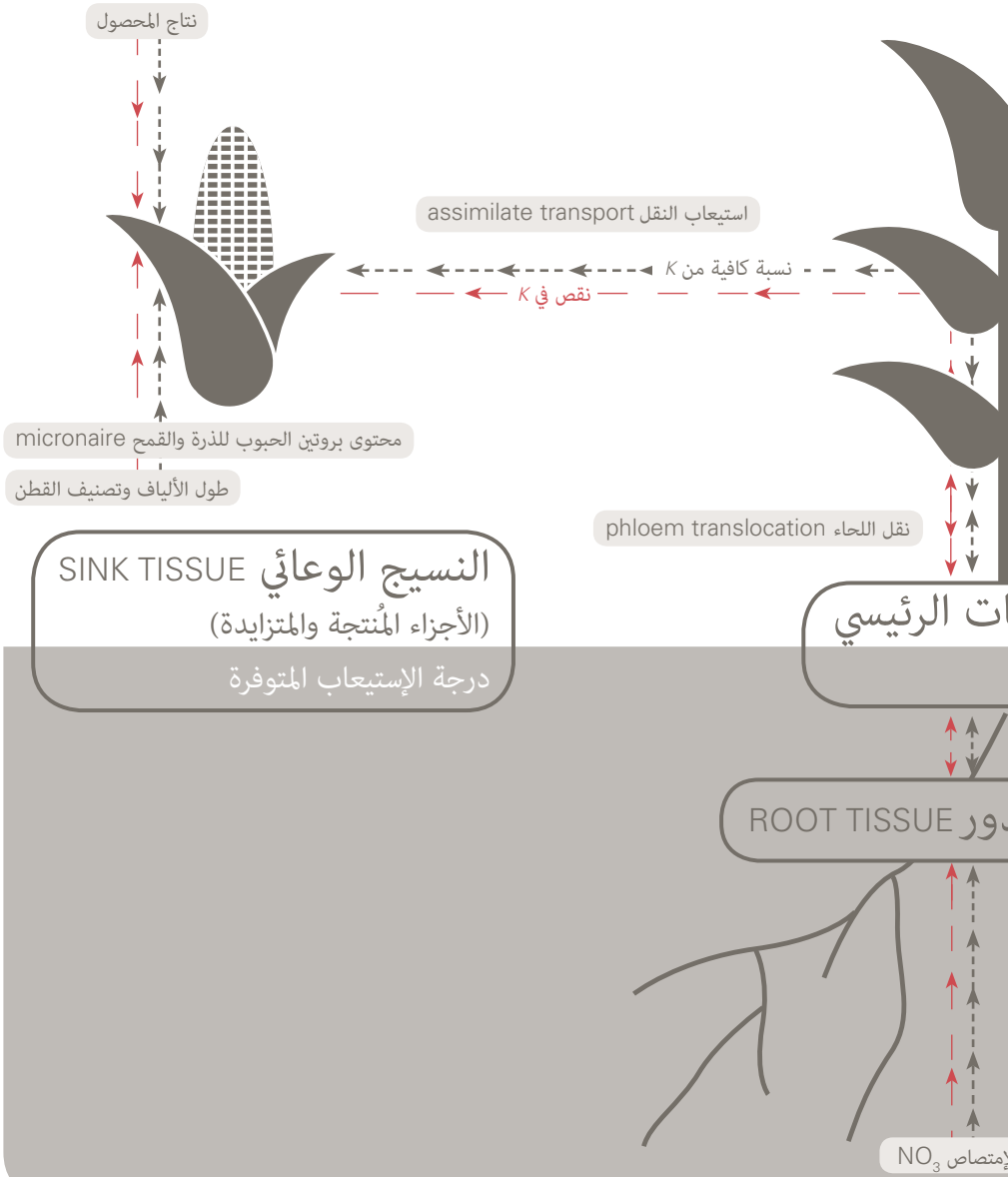
## نقص البوتاسيوم وأعراضه

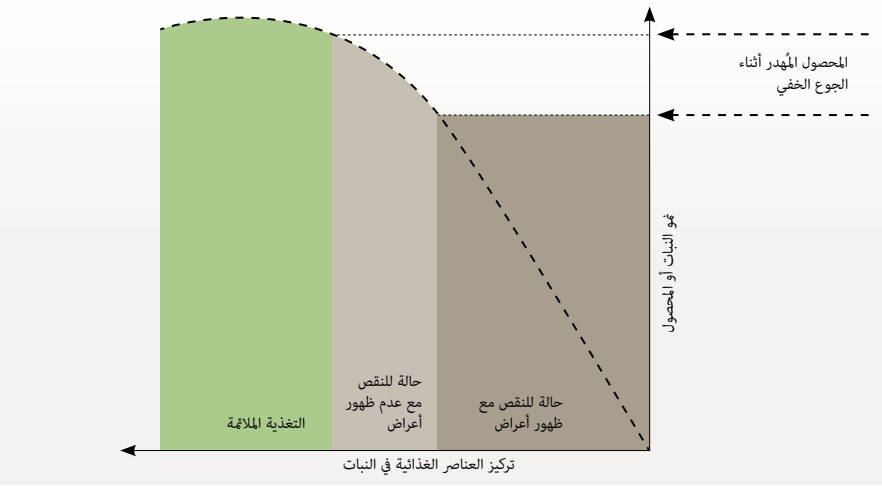
غالبًا ما تظهر أعراض نقص البوتاسيوم في شكل نخر في أطراف أوراق النبات أو حوافها كما هو موضح أعلاه في نبات الفول السوداني (الشريحة 1). غير أنه من الممكن أن تعاني المحاصيل من نقص في البوتاسيوم مع عدم ظهور أعراض لذلك وهي الحالة التي غالبًا ما يشار إليها بالجوع الخفي (أنظر الشكل 3). غير أنه من الممكن أن تعاني المحاصيل من نقص في البوتاسيوم مع عدم ظهور أعراض لذلك وهي الحالة التي غالبًا ما يشار إليها بالجوع الخفي (أنظر الشكل ٣). في حالة وجود اعراض واضحة على نقص البوتاسيوم سوف ينتج عن ذلك ظهور لآثار ملحوظة على المحصول ومستوى جودته، ومن الممكن الحد من تلك الآثار من خلال الإستخدام المباشر لأسمدة البوتاس على المحصول ولكن لن يؤدي ذلك إلى التصحيح الكامل لما وقع من آثار.

الشكل 2. رسم تخطيطي **للوظائف التي يقوم بها البوتاسيوم في النب**



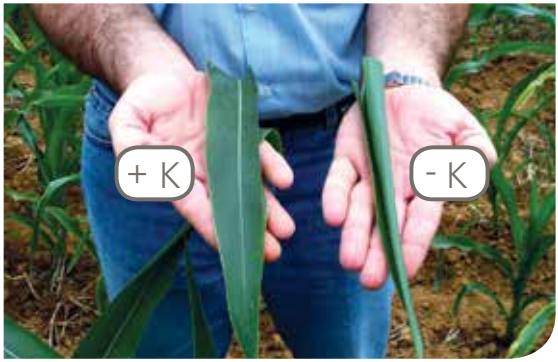

أعاد رسمها وقام بإعدادها بيتيجرو *Pettigrew، 2008، Physiologia Plantarum، 681 – 670 : (4) 133*


نتاج المحصول
استيعاب النقل assimilate transport
نسبة كافية من K
نقص في K
محتوى بروتين الحبوب للذرة والقمح micronaire
طول الألياف وتصنيف القطن
نقل اللحاء phloem translocation
النسيج الوعائي SINK TISSUE
(الأجزاء المُنتجة والمتزايدة)
درجة الإستيعاب المتوفرة
ROOT TISSUE
$NO_3$ إمتصاص




**الشكل 3.** توضيح لآثار نقص البوتاسيوم على المحصول أو نمو النبات مع مثال على ظهور للأعراض و آخر على عدم ظهورها

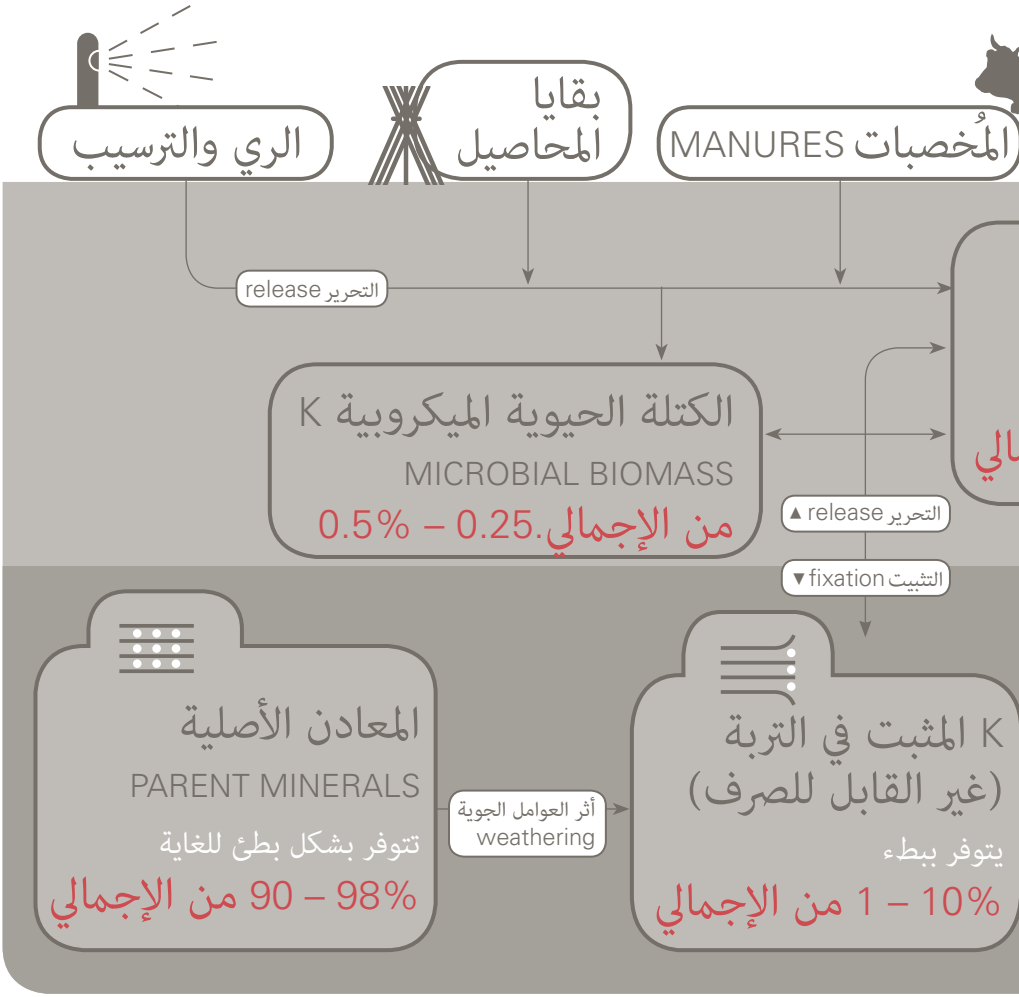
من الممكن في معظم الأحيان رؤية أعراض الإجهاد على النبات وهي الأعراض الناتجة عن نقص البوتاسيوم وذلك رغم أن النبات نفسه لا يبدو وأنه يعاني من هذا النقص. تظهر في الشريحة 2 أوراق لنبات الذرة لا تعاني من نقص في البوتاسيوم (+K) وأخرى تعاني من نقص فيه (-K)، حيث تظهر على الورقة التي تعاني من نقص في البوتاسيوم الشكل المعتاد للإلتفاف والذي يرتبط بالإجهاد الناتج عن الجفاف وهو الوضع الذي يزداد سوءًا بالنقص في عنصر البوتاس.




**الشريحة 2.** لا يظهر الإجهاد الناتج عن الجفاف على أوراق نبات الذرة عند استخدام *K* على المحصول.

الشكل 4. رسم **تخطيطي لدورة البوتاسيوم في التربة والزراعة**

المصدر: سيرس *Syers*، 1998، كروس *Krauss*، 2003، رومهيلد وكيركبي *Roemheld and Kirkby 2010 IPI*


الري والترسيب
بقايا المحاصيل
المُخصبات MANURES
التحرير release
الكتلة الحيوية الميكروبية K
MICROBIAL BIOMASS
من الإجمالي.0.25 – 0.5%
التحرير release ▲
التثبيت fixation ▼
المعادن الأصلية
PARENT MINERALS
تتوفر بشكل بطئ للغاية
90 – 98% من الإجمالي
أثر العوامل الجوية
weathering
K المثبت في التربة
(غير القابل للصرف)
يتوفر ببطء
1 – 10% من الإجمالي

## **البوتاسيوم** المتواجد في التربة

يجب أن تتمتع التربة بالخصوبة حتى تكون تربة مُنتجة، وهو الأمر الذي قد ينطبق إما على نتاج الغابات أو الأراضي العشبية أو المحاصيل الزراعية. تتمتع التربة الخصبة بالقدرة على الإحتفاظ بمخزون كبير من العناصر الغذائية الرئيسية المتوفرة للنبات ومنها عنصر البوتاسيوم. ويعتمد الإحتفاظ بهذا العنصر الغذائي على وجود الطمي والمواد العضوية في التربة، والجدير بالذكر أن البوتاسيوم لا يتعرض للإرتشاح إلا بقدٍر قليل وذلك في التربة الرملية للغاية. وبالتالي يمثل المخزون المتوفر من البوتاسيوم المقدار الآمن الذي يتواجد من أجل المحصول أثناء نموه.

بيد أن عملية حصاد المحاصيل وانتزاعها من الحقول لأمر من شأنه أن ينتزع أيضًا العناصر الغذائية التي تحتوي عليها المحاصيل ومن ثم استنزاف المخزون المتوفر في التربة (وهو ما يُطلق عليه أيضًا تجريد التربة). يعتبر وجود مخزون مناسب من البوتاسيوم في التربة أمرًا ضروريًا ويرجع ذلك إلى الكميات الكبيرة المطلوبة منه من أجل نمو المحصول وعليه فتتمثل وظيفة اسمدة البوتاس في سد النقص الذي يعاني منه المخزون المتوفر في التربة (الشكل 4).

من الممكن تحديد كمية البوتاسيوم الموجودة في التربة من خلال التحليل المعملي للتربة. يعتبر هذا الأمر بمثابة اجراء معياري ومن ضمن الممارسات الجيدة للزراعة وهو ما يساعد المَزارع في معرفة الكمية المطلوبة من اسمدة البوتاس أو مخصباته لضمان عدم معاناة المحاصيل من النقص في العناصر المطلوبة.

## انتاج البوتاسيوم ومخزونه

من الواضح أن مقدار انتاج اسمدة البوتاس واستخدامها كبير وضروري في ذات الوقت. من هنا خرج المسح الجيولوجي الأمريكي (USGS) بالمعدل العالمي السنوي للإنتاج والمخزون وذلك كما هو موضح في الجدول 2.

**الجدول 2.** انتاج البوتاس $K_2O$ ومخزونه من المصادر الحالية حسب الدولة المُنتِجة. المصدر: *USGS 2012. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/potash/mcs-20110potas.pdf.*

| | لإنتاج في 2010 | الإنتاج في 2011 | المخزون |
|---|---|---|---|
| | Kt $K_2O$ | | |
| كندا | 9.788 | 11.200 | 4.400.000 |
| روسيا | 6.280 | 7.400 | 3.300.000 |
| بيلاروس | 5.250 | 5.500 | 750.000 |
| البرازيل | 453 | 400 | 300.000 |
| الصين | 3.200 | 3.200 | 210.000 |
| ألمانيا | 3.000 | 3.300 | 150.000 |
| الولايات المتحدة | 930 | 1.100 | 130.000 |
| تشيلي | 800 | 800 | 130.000 |
| اسرائيل | 1.960 | 2.000 | 40.000 |
| الأردن | 1.200 | 1.400 | 40.000 |
| المملكة المتحدة | 427 | 430 | 22.000 |
| اسبانيا | 415 | 420 | 20.000 |
| دول أخرى | - | - | 50.000 |
| **الإجمالي (التقريبي) العالمي** | **33.700** | **37.000** | **9.500.000** |

إن كميات المخزون الموضحة في الجدول 2 هي الكميات المعروفة بتواجدها ضمن المصادر المنتجة في الوقت الراهن، وحسب معدل الإستخلاص الجاري من المحتمل استمرار هذه الكمية من المخزون لمدة حوالي 250 سنة. لكن من ناحية أخرى ونتيجة لأن تكلفة الإنتاج لن تكون اقتصادية وفقًا للأسعار الحالية توجد الكثير من موارد البوتاس التي لا تشترك في الإنتاج حاليًا. من المقدر لتلك الموارد أن تحتوي على نحو 250 مليار طن وهي الكمية التي من الممكن لها أن تمثل مصدر إمداد لفترة 5.000 سنة. علاوة على ذلك تحتوي مياه البحار على مقدار هام من البوتاسيوم يصل إلى 400 ppm وهذا يعني أن حوالي 2.000 طن من مياه البحار قد ينتج عنه 1 طن من $K_2O$. ومع انتشار محطات تحلية المياه التي تنتج مياه الشرب من المحتمل أن تصبح المعادن الموجودة في مياه البحار والتي تتضمن البوتاسيوم من مشتقات هذه العملية. من الواضح أنه لا يوجد قصور عالمي في عنصر البوتاسيوم ولكنه لازال أمرًا واجبًا أن يجري إعادة تدوير البوتاسيوم الذي يُنتزع من مَزارع العالم في حصاد المحاصيل والماشية وذلك حيثما أمكن من أجل إرجاعه مرة أخرى إلى الأراضي.

**الشريحة *3***. تخزين البوتاس والتعامل معه قبل الشحن

## البوتاسيوم والبيئة

تحتوي قشرة الأرض وتربتها على ما يبلغ 2.000 مج كج$^{-1}$ من البوتاسيوم (أي ما يوازي تقريبًا 2.400 مج $K_2O$ كج$^{-1}$). وفي الوقت الذي قد تتوفر فيه تقريبًا ٥٪ من هذه النسبة كي تمتصها النبات في أي وقت، تتواجد نسبة قليلة للغاية في المحلول بالتربة بل وتتواجد نسبة أقل من ذلك والتي تكون عُرضة للإرتشاح من التربة نتيجة لهطول الأمطار. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يكون للمستويات المرتفعة نسبيًا من البوتاسيوم في التربة أي آثار ضارة على مستوى جودة التربة والتنوع الحيوي بل ونادرًا ما يصل هذا المستوى في الأنهار إلى 10 مج K لتر$^{-1}$. يعتبر البوتاسيوم عنصرًا رئيسيًا من أجل صحة النبات والحيوان ولا توجد آثارًا سلبية على صحة الإنسان أو البيئة بسبب المستويات التي تكون أكثر ارتفاعًا من تلك المتواجدة في الأنهار والتربة بالمزارع. غير أنه من الممكن ظهور أثر سلبي على البيئة يرتبط بعنصر البوتاسيوم وذلك عندما يؤدي القصور في وجود هذا العنصر الغذائي الأساسي بالتربة إلى الإستخدام غير الفعال للنيتروجين نتيجة للإمداد غير المتوازن للعناصر الغذائية.

إن الغرض من الحفاظ على مخزون كافٍ من البوتاسيوم المتوفر في التربة لا يكمن فقط في تجنب الآثار السلبية المباشرة من نقص البوتاسيوم في المحصول ولكنه يعتبر ضروري أيضًا لضمان الإستعادة الفعالة للعناصر الغذائية الأخرى واستغلالها. ينطبق هذا الأمر على وجه الخصوص على عنصر النيتروجين حتى مع استخدام المعدل الصحيح والموصى به للنيتروجين. فإذا ما كانت التربة ومن ثم المحاصيل تعاني من نقص في البوتاسيوم فسوف يؤدي ذلك إلى الإعاقة الشديدة لعملية الإستعادة الفعالة للنيتروجين واستغلاله، وعليه فإن ذلك من شأنه أن يكون له أثرًا سلبيًا على مدى ربحية المحصول بل وسيعني وجود النيتروجين غير المستخدم في التربة والذي يكون عُرضة للهدر بسبب الإرتشاح أو أي طُرق أخرى ذات صلة.

## أسمدة البوتاس

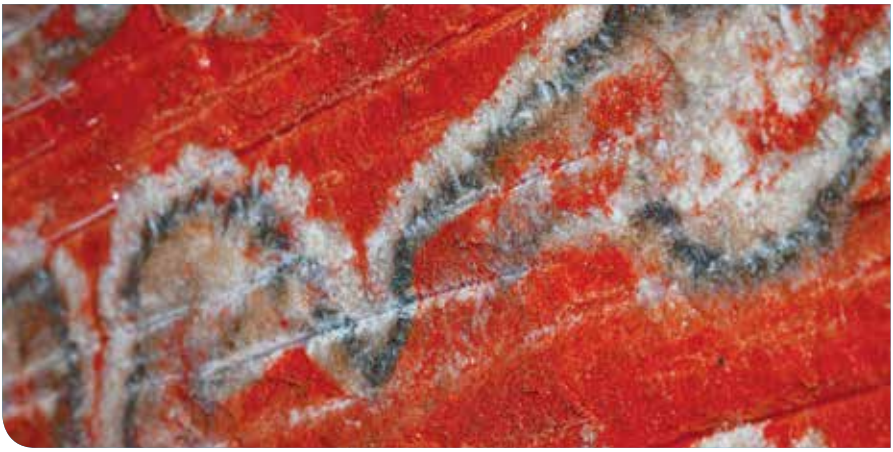
على الرغم من استخدام مخصبات المَزارع التي تحتوي على البوتاسيوم وبقايا المحاصيل في الحقول الزراعية حيثما أمكن ذلك إلا أنها ليست بمصدر فعلي للبوتاسيوم بل هي نظام لإعادة تدوير البوتاسيوم الموجود بالفعل في المَزارع. كما أوضح جاستيت فون ليبيج Justus von Liebig في عام 1840 أنه عند بيع حصاد المحاصيل من المَزارع يتوجب إحلال البوتاسيوم الذي تحتويه تلك المحاصيل. يحدث هذا الإحلال جزئيًا من خلال إعادة تدوير مخلفات المَزارع التي تحتوي على البوتاس مثل السماد الخليط والمواد الناتجة عن التحلل اللاهوائي وكذلك البوتاسيوم الموجود في مياه الري ولكن مبدئيًا يكون الإحلال باستخدام اسمدة البوتاس.

### موريات البوتاس (MOP)، كلورايد البوتاسيوم، KCl

تكون غالبية اسمدة البوتاس التي يستخدمها المزارعون في شكل كلورايد البوتاسيوم (موريات البوتاس). تتمثل كميات مخزون البوتاس الجاري استخلاصها في البقايا الموجودة في أعماق البحار الجافة من فترة ما قبل التاريخ. أما بالنسبة للبحار التي تمر حاليًا بمرحلة الجفاف وحيث يجري استخدام المياه المالحة كمصدر للبوتاس، مثل البحر الميت في اسرائيل وبحيرة كينجاي سولت في الصين، فإن كلورايد البوتاسيوم يرتبط بكلورايد الصوديوم. معظم كميات الكلورايد صوديوم الموجودة في المياه المالحة يمكن ترسيبها، أما في حالة سحق الخامات المستخلصة والفصل المادي لها فتُستخدم اساليب الطفو للتخلص تقريبًا من كل كميات الكلورايد صوديم. في العمليتين السابقتين يجري دمج الكريستالات الدقيقة لكلورايد البوتاسيوم وإعادة سحقها لتوفير سماد حبيبي يستطيع المزارعون نثره على النحو الدقيق. تُستخدم الكريستالات الدقيقة في تصنيع الأسمدة المركبة، وتخضع لعملية تكرير إضافية للخروج بمنتج ملائم لاستخدامه في الأسمدة السائلة والصناعة وملح الطعام منخفض الصوديوم.

### كبريتات البوتاس (SOP)، كبريتات البوتاسيوم، $K_2SO_4$

في الأماكن التي تنخفض فيها نسبة هطول الأمطار من الممكن لعنصر الكلورايد المتواجد في منتجات الأسمدة المعتادة أن يتراكم وعليه يزيد من نسبة الملوحة في التربة، وفي هذه المواقف تكون كبريتات البوتاس هي السماد المفضل. لا يظهر هذا المصدر من البوتاس بشكل كبير في الطبيعة ولهذا فيُصنع أغلبه من كلورايد البوتاسيوم من خلال عملية يُستخدم فيها حامض الكبريتيك، ألا وهي عملية مانهيم Mannheim Process. تحتوي كبريتات البوتاسيوم على نسبة من البوتاسيوم أقل من كلورايد البوتاسيوم مع احتواء الأول على ما يوازي 50% $K_2O$ مقارنة بنسبة 60% $K_2O$ في كلورايد البوتاسيوم المخصص للأسمدة.



**الشريحة *4***. خام يحتوي على *K* في طبقات عميقة من منجم للبوتاس في روسيا

### معادن أخرى تحتوي على البوتاس

يوجد الكثير من المعادن الأخرى التي تحتوي على البوتاس والتي تظهر بشكل طبيعي ومنها القينيت Kainite، والشونيت Schoenite، والبوليهاليت Polyhalite وكذلك خام السلفينيت Sylvinite والذي يستخرج منه معظم موريات البوتاس فضلا عن بعض المصادر الطبيعية لكبريتات البوتاسيوم. تحتوي الكثير من تلك الخامات على عناصر غذائية أخرى للنبات مثل المنجنيز والكبريت وكلورايد الصوديوم. حصلت معظم هذه المعادن على التصريح بالإستخدام في الإستزراع العضوي حيث تحددت الحاجة إلى استخدامها.

### نترات البوتاس (NOP)، نترات البوتاسيوم، $KNO_3$؛ الفوسفات أحادي البوتاسيوم (MKP)،

غالبًا ما يجري تصنيع مواد الأسمدة المشار إليها سابقًا من كلورايد البوتاسيوم والأحماض النيترية أو الفسفورية كما تعتبر مصادر خاصة للمغذيات. يجري استخدامها بشكل شائع حيثما تتوفر هذه العناصر الغذائية في مياه الري (fertigation) وذلك على سبيل المثال في الزراعة البستانية.

Arabic ver. IPI, 2013 ©

**Arab Fertilizer Association (AFA)**
9 Ramo Buildings, Omar Ibn El-Khattab St.
AL-Nasr Road, P.O.B. 8109
Nasr City 11371 Cairo, EGYPT
T +202 23054464 - 23054467, F +202 23054466
info@afa.com.eg, www.afa.com.eg

Baumgärtlistrasse 17, P.O. Box 260
CH-8810 Horgen, Switzerland
T +41 43 810 49 22, F +41 43 810 49 25
ipi@ipipotash.org, www.ipipotash.org
twitter.com/IPI_potash; facebook.com/IPIpotash
flickr.com/photos/ipi_potash/sets/