



18.08.2023



نویسنده: داکتر عبدالکریم وزیری  
زراعت و مالداري (بخش: کود های کیمیائی)

## پوتاسیم سمبول کیمیائی: K

انگلیسی: Potassium

آلمانی: Kalium

### 1. پوتاسیم چیست؟

پوتاسیم یک فلز القلی سبک و نرم بوده، در پهلوی نایتروجن و فسفورس از جمله مواد ضروری و عمده (Makroelement) غذائی نبات است که بدون آن رشد و انکشاف نبات امکان پذیر نیست.

نظر به نوشته کونراد منگل (Konrad Mengel) یکی از دانشمندان معروف آلمانی، در حدود 3 فیصد قشر بیرونی زمین را پوتاسیم تشکیل میدهد. نظر به نوشته آرنلد فینک (A. Fink) نام پوتاسیم از کلمه عربی ال کالی به معنی خاکستر گرفته شده است.

پوتاسیم معمولاً در لا به لا و یا بین اقلشار رسوبات میده دانه مینرالی (Clay mineral) و فلدسپار های اولیه، مخصوصاً موسکوویت (Muskovite)، بیوتایت (Biotite) و فلدسپارها (Feldspathic rocks) جا دارد که مقدار آن در این مینرالها به 3 الی 8 فیصد می رسد.

مهمترین مینرال های ثانوی که پوتاسیم را به شکل کاتیون ( $K^+$ ) به خود وصل و یا جذب می کنند، عبارت اند از ایلایت (Illite)، فرمیکولایت (Vermiculite) کلوریات (Chlorite) و مونتموریلینایت (Montmorillonite). به این اساس هر قدر که خاک یک زمین دارای رسوبات میده دانه مینرالی باشد، به همان اندازه مقدار کاتیون پوتاسیم ( $K^+$ ) به دسترس نبات قرار می گیرد.

### 1.1 موجودیت پوتاسیم در خاک به چهار دسته ذیل تقسیم می شود:

#### 1.1.1 پوتاسیم غیر قابل دسترس

این پوتاسیم در بلورهای فلدسپارها و در بین رسوبات میده دانه که بخشی از خاک را تشکیل می دهند، قید (immobilization) بوده، آزاد نیست. در چنین حالت نبات نمیتواند به طور مستقیم از این قسمت پوتاسیم مستفید شود. این پوتاسیم وقتی در دسترس نبات قرار می گیرد که مینرالهای مذکور به مرور زمان تجزیه شوند و قسمتی از پوتاسیم آزاد شده، در آب موجود در خاک حل گردد.

#### 1.1.2 پوتاسیم ثابت

پوتاسیم ثابت آن مقدار از پوتاسیم است که نبات در طی رشد و انکشاف خود به تدریج به آن دسترس دارد. رطوبت خاک تأثیر مستقیم بالای این مقدار پوتاسیم دارد. زمانی که خاک خشک می شود، قسمتی از پوتاسیم قید شده، در دسترس نبات قرار گرفته نمی تواند. لکن بعد از آنکه رطوبت دوباره به خاک می رسد، پوتاسیم آزاد شده، مورد استفاده نبات قرار می گیرد.

### 1.1.3 پوتاسیم قابل مبادله

این نوع پوتاسیم به سادگی در دسترس نبات قرار داشته، نبات آن را به سهولت جذب می کند. این مقدار از پوتاسیم بر روی سطح ذرات میله خاک و مواد عضوی داخل خاک، چسبیده اند و با محلول موجود در خاک در توازن هستند. زمانیکه نبات پوتاسیم را از محلول موجود در خاک جذب می کند، خالیگاه آن توسط پوتاسیم های که به مواد عضوی وصل هستند، دوباره پر شده، توازن برقرار می گردد.

### 1.1.4 پوتاسیم محلول در رطوبت خاک

این نوع پوتاسیم در محلول رطوبت خاک به شکل کاتیون آزاد ( $K^+$ ) موجود بوده و به دسترس مستقیم نبات قرار دارد. این قسمت از پوتاسیم، کوچک ترین مقدار مجموعی پوتاسیم خاک را تشکیل می دهد. از این رو مقدار اندازه شده آن نمیتواند تنها معیار تعیین مقدار کود باشد.

## 1.2 جذب یا گرفتن پوتاسیم توسط نبات از زمین:

نبات تنها در صورتی می تواند پوتاسیم را از زمین بگیرد که پوتاسیم به شکل کاتیون ( $K^+$ ) آزاد در محلول خاک موجود و یا به کلونید های خاک متصل باشد. کلونید ها ذرات کوچکی خاکی اند که معمولاً دارای چارج منفی بوده، توانمندی آنها را دارند تا کاتیونها را که آیون پوتاسیم هم شامل آن می باشد، به خود جذب نموده و به دسترس نبات قرار دهند. پوتاسیم در خاک آنتاگونیست ها ( $Antagonist$ ) و یا رقبای زیاد دارد. آمونیوم ( $NH_4^+$ ) و یا کاتیون های دوقیمته مانند مگنیزیم ( $Mg^{++}$ ) و کلسیم ( $Ca^{++}$ ) می توانند پوتاسیم را که یک قیمته است از کلونید های زمین رانده و جاگزین شان شوند. در این صورت از مبادله پوتاسیم سخن گفته می شود.

پوتاسیم در خاک تحرک کم داشته و شست و شوی آن از خاک توسط آب نسبتاً کم است، معمولاً 1 الی 2 فیصد پوتاسیم خاک در محلول زمین وجود داشته و مستقیم در دسترس نبات قرار دارد.

## 2. معاینه لابراتواری پوتاسیم در خاک:

در کشور های صنعتی با زراعت پیشرفته و مدرن، زارعین سعی می کنند، که خاک کشتزار های خویش را به صورت منظم به لابراتوار برده و تجزیه کنند تا بر اساس آن مقدار کود مورد نیاز قطعات شان به شکل مؤثر تعیین گردد. این معاینات در آلمان معمولاً هر سه سال صورت میگیرد و شامل پارامترهای pH، پوتاسیم اوکساید ( $K_2O$ )، مگنیزیم اوکساید ( $MgO$ )، کلسیم اوکساید ( $CaO$ ) و مواد عضوی ( $Humus$ ) می باشد.

مقدار مناسب و ایدیال پوتاسیم قابل دسترس در 100 گرم خاک سخت و یا سنگین (خاکی که مقدار کلای ( $Clay$ ) آن نسبت به ریگ و مواد عضوی آن زیادتر باشد) 13 الی 25 ملی گرم بوده و در زمین نرم و یا سبک 8 الی 10 ملی گرم در 100 گرم خاک است.

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو ( $Torgu$ ): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس ( $Osmose$ ): حرکت یک جهت یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز ( $Chlorosis$ ): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز ( $Necrosis$ ): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

برای اندازه گیری مقدار پوتاسیم در خاک طرق و متود های مختلف وجود دارد. یکی از این میتود ها به نام متود CAL معروف است که طراح آن یک کیمیدان آلمانی به نام شیولر (H. Schüler) می باشد. طوری که در زیر در قوس دیده می شود CAL (0,1 M Calcium Lactate + 0,1 M Calcium Acetate + Acetic acid + aqu. dest) محلولی است که از ترکیب 0,1 مول کلسیم لکتات و 0,1 مول کلسیم اسیتات با تیزاب سرکه و آب مقطر تشکیل شده و دارای بافر (Buffer) قوی بین 3,7 – 4,1 pH می باشد.

دستور العمل این میتود طوریست که نخست از قطعه مورد نظر در هر 3 هکتار زمین مطابق پلان تا عمق 30 سانتی متر به تعداد 16 نمونه گرفته شده، نمونه های مذکور خوب باهم مخلوط و در هوا خشکانده میشوند. بعداً 100 گرم این مخلوط با 400 ملی لیتر محلول CAL یکجا در بوتل ها توسط ماشین مخصوص 90 دقیقه شور داده می شود. بعداً محلول مذکور فلتر شده، پوتاسیم خاک توسط فوتومتر در فلترات اندازه می شود.

## 2.1 وظایف پوتاسیم در نبات:

پوتاسیم در نبات خیلی متحرک بوده، برعکس مواد غذائی دیگر، به مالیکول های پیچیده و مغلق عضوی تبدیل نمیشود. پوتاسیم در وظایف ذیل در نبات سهیم می باشد:

- تنظیم تعادل آب، ساخت جدار های حجره، تنظیم فشار تورگور<sup>(1)</sup> (Torgur) و فشار اوسموسس (Osmosis<sup>2</sup>) در حجره، رشد طول حجره، تنفس نبات، گرفتن آب و جهت دادن برگها به سمت نور
- فعال ساختن انزایم ها
- تشکیل و انتقال مواد عضوی مانند مواد قندی، امینو اسید ها و نشایسته از حجره به حجره و از برگ به ریشه
- تنظیم تیزابیت (pH) در داخل حجرات
- اتصال کاربن دای اوکسید در جریان پروسه فتوزینتیز (ترکیب ضیائی)
- تنظیم و کنترل چارج های برقی ایونها در حجره
- کاهش استرس و تقویه سیستم دفاعی نبات در مقابل امراض نباتی به خصوص حشرات مضره
- تشکیل پروتین ها
- کاهش استرس و مقاومت در مقابل امراض
- مقاوم و استوار بودن نبات
- ایجاد مقاومت در مقابل خشکسالی و کمبود آب
- 

## 2.2 فقدان پوتاسیم در نبات:

همان طوری که پوتاسیم فواید زیادی برای نبات به بار می آورد، به همان اندازه فقدان آن در نبات باعث بطی شدن رشد نبات شده، سرانجام منجر به کاهش حاصل می شود. عوارض کمبود پوتاسیم در نبات عبارت اند از:

- رشد ضعیف گیاه
- کاهش حجم برگ
- و خشک شدن برگها<sup>(3)</sup> (Necrosis) و زرد شدن<sup>(4)</sup> (Chlorosis)

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو (Torgu): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس (Osmose): حرکت یک جبهه یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز (Chlorosis): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز (Necrosis): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

- کاهش تحمل نبات نسبت به شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی، سرما، حرارت، شوری خاک و غیره
- کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها و آفات نباتی

طوری‌که تصاویر 1-3 در زیر نشان می‌دهند علائم تیپیک کمبود پوتاسیم در نبات پیدایش نکروز ( $Necrosis^4$ ) و کلروز ( $Chlorosis^3$ ) در حاشیه برگ است که اول برگهای مسن و بعداً برگهای جوان را مصاب نموده، بلاخره منجر به خشک شدن برگ می‌شود. پژمرده شدن و بلاخره خشک شدن برگها ناشی از تشدید ترانسپیریشن ( $Transpiration$ ) و یا ضیاع آب بر اثر کمبودی پوتاسیم در حجرات است. یعنی نبات توانمندی نگهداشتن آب در حجرات را نداشته، فشار تورگور ( $Torgur$ ) داخل حجره کم شده، برگ پژمرده می‌شود. همچنان برگ بر اثر کلروز کلروفیل خود را از دست داده قادر به اجرای عملیه فوتوسینتز ( $photosynthesis$ ) نیست.



تصاویر 1-3 از راست به چپ: نکروز در برگ سیب، شرمش و جواری

### 3. کود پوتاسیم :

برای تولید کود های پوتاسیم مواد کیمیائی به کار برده می‌شوند که حاوی پوتاسیم به شکل گتیون ( $K^+$ ) و یا به شکل ماده که بعد از مینرالیزیشن به کاتیون ( $K^+$ ) تبدیل شده بتواند، باشند. کودهای کیمیائی پوتاسیم معمولاً از نمک هائی تشکیل شده اند که به سهولت در آب حل میشوند. این نمکها، مثلاً در المان، بقایای رسوبات بحری اند که در حدود 200 میلیون سال قبل بر اثر خشک شدن ابحار به جا مانده و نظر به درجه انحلالیت شان، طبقات تحتانی چنین رسوبات از سودیم کلورید ( $NaCl$ ) و طبقات فوقانی آن از مینرالهای پوتاسیم تشکیل شده است. این دو طبقات به مرور زمان تحت رسوبات دیگر جیولوجیک قرار گرفته به سنگهای نمکی تبدیل شده اند. بعد از طبقات مینرالهای سودیم و پوتاسیم در بعضی از قسمت ها به نزدیک سطح زمین بالا آمده، ذخایر یا معادن بزرگ نمک های سودیم و پوتاسیم را تشکیل داده اند.

تولید کود های پوتاسیم طوری صورت می‌گیرد که سنگهای معدنی در فابریکات مخصوص توسط ماشین خرد و سائیده میشوند و یا نمکهای پوتاسیم که صرف توسط جدا کردن مواد بیگانه از آنها (غنی سازی) مورد استفاده قرار می

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو ( $Torgu$ ): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می‌کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس ( $Osmose$ ): حرکت یک جهت یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز ( $Chlorosis$ ): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز ( $Necrosis$ ): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

گیرند. مینرالهایی که در سنگ های معدنی موجود اند و برای تولید کود های پوتاسیم مورد استفاده قرار می گیرند قرار ذیل اند:

شماره	اسم مینرال	اسم مینرال	فرمول
1	سیلواين	Sylvine	KCl
2	کاینایت	Kainite	KMg[Cl SO <sub>4</sub> ].3H <sub>2</sub> O
3	کرنالایت	Carnallite	KMgCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O
4	کیزرایت	Kieserite	Mg[SO <sub>4</sub> ].H <sub>2</sub> O
5	هالایت	Halite	NaCl

تا جائیکه مطالعات نشان می دهند، استعمال کود پوتاسیم برای کشت در افغانستان در همه جا مروج نیست، دلیل آن این است که این خاکها حاوی مقدار کافی پوتاسیم می باشند.

به همین منظور در سال 2007 از خاک های اطراف فابریکه قند بغلان به تعداد 50 نمونه گرفته شده، در انستیتوت معاینات و تحقیقات (LUFA) در آلمان برای معاینه فرستاده شدند. نتایج معاینات این سمپل ها نشان میدهند که مقدار پوتاسیم قابل دسترس در خاک این منطقه آنقدر بلند است که نیاز به دادن کود پوتاسیم در این منطقه موجود نیست.

در کشورهای همجوار افغانستان مانند ایران، پاکستان، تاجکستان که در شرایط شبیه جیولوجیک و اقلیمی قرار دارند، از کود پوتاسیم برای کشت استفاده صورت میگیرد. در این کشور ها هم همان کودهای کیمیائی پوتاسیم مروج است که در کشورهای اروپائی، مانند آلمان نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

نباتاتی که برای رشد و انکشاف خود به مقدار زیاد پوتاسیم نیاز دارند، عبارت اند از بادنجان رومی، کدو، کچالو، خیار یا بادرنگ و نباتات زینتی. گلهای زینتی که در منزل نگهداری می شوند به 49 گرام پوتاسیم فی کیلوگرام خاک نیاز دارند. مخصوصاً در وقت شکوفه و تولید میوه نیازمندی نبات به پوتاسیم از همه بیشتر است.

### 3.1 انواع مختلف کود های کیمیائی پوتاسیم که در آلمان تولید و عرضه می شوند قرار ذیل اند:

#### 3.1.1 پوتاسیم سلفیت - مگنیزیم سلفیت (MgSO<sub>4</sub>)-(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):

این کود که در آلمان تحت نام تجاری Patentkali تولید می شود، یک ترکیبی از پوتاسیم سلفیت (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ، مگنیزیم (MgSO<sub>4</sub>) سلفیت و سلفرمی باشد که از 30 % پوتاسیم اوکساید (K<sub>2</sub>O)، 10 % مگنیزیم و اکساید (MgO) و 15 % سلفر تشکیل شده است. بقیه از مواد اضافی و یا بیگانه تشکیل شده است. این کود در آب خوب حل شده، مواد آن به سرعت به دسترس نبات قرار می گیرد. این کود از مینرال کیزریت (Kieserite) تولید شده، برای نباتاتی که در مقابل کلوراید حساس اند، قابل سفارش است. این کود کیمیائی به شکل دانه ئی عرضه می گردد و برای کوددهی سهولت پیش می کند. این کود به صورت کود مایع مناسب نیست.

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو (Torgu): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس (Osmose): حرکت یک جهت یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز (Chlorosis): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز (Necrosis): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

### 3.1.2 پوتاسیم سلفیت ( $K_2SO_4$ )

این کود یک نمک تیزاب سلفر بوده از 42 % پوتاسیم خالص و 18 % سلفرخالص تشکیل شده است. بقیه از مواد اضافی و یا بیگانه تشکیل شده است. رنگ آن سفید و به شکل پودر عرضه می شود. همچنان میتوان آنرا به شکل مایع استعمال کرد. این کود هم برای نباتاتی مانند انواع توت و کچالو که در مقابل کلوراید حساسیت دارند، استعمال می شود. با استفاده از این کود در پهلوی پوتاسیم نیازمندی نبات به سلفر نیز تکافو می شود. این ماده، علاوه بر این به شکل پودر در تداوی هومیوپاتی و برای مجادله با حریق به کار برده می شود.

### 3.1.3 پوتاسیم کلوراید (20 % KCl):

این کود مسمی به کیانیت (Kainit) بوده، در پهلوی 11 % پوتاسیم خالص، سودیم کلوراید (NaCl) و مگنیزیم کلوراید ( $MgCl_2$ ) نیز دارد و به سرعت در زمین حل شده، به دسترس نبات قرار میگیرد. این کود به نسبت کم بودن مقدار پوتاسیم و داشتن مواد بیگانه، به ندرت عرضه می شود. یک نوع آن در گذشته ها به خاطر داشتن خاصیت تیزابی به حیث دوی ضد علف هرزه استفاده می شد.

### 3.1.4 پوتاسیم کلوراید (63 % KCl):

این کود هم با داشتن تقریباً 33 % پوتاسیم خالص و داشتن 20 الی 30 % سودیم کلوراید (NaCl) و بقیه متشکل از مواد اضافی و یا بیگانه یک نوع از کود های پوتاسیم است که به نسبت داشتن مقدار زیاد پوتاسیم برای تولید کود های مکمل و یا چند عنصری (NPK) مورد استفاده قرار میگیرد.

### 3.1.5 پوتاسیم کلوراید (80 % KCl):

مقدار پوتاسیم خالص این کود به 42 % رسیده، رنگ آن سفید و یا کمی رنگدار می باشد. انحلالیت آن بلند و از جمله کود های است که سهم فروش آن در بازار بلند است. مقدار سودیم کلوراید (NaCl) آن به 10 - 15 % می باشد. بقیه از مواد اضافی و یا بیگانه تشکیل شده است

### 3.1.6 پوتاسیم کلوراید (96 % KCl):

مقدار پوتاسیم خالص این کود به 50 % رسیده، رنگ آن سفید و یا کمی رنگدار می باشد. انحلالیت آن بلند و از جمله کود های است که سهم فروش آن در بازار بلند است. مقدار سودیم کلورید (NaCl) آن 1-3 % می باشد. بقیه از مواد اضافی و یا بیگانه تشکیل شده است

### 3.1.7 پوتاسیم نایتریت ( $KNO_3$ ):

پوتاسیم نایتریت نمک تیزاب شوره ( $HNO_3$ ) بوده، در طبیعت در چین و جنوب آسیا پیدا شده، ولی امروز به شکل مصنوعی تولید می شود. در مزارعی که سطح نمک شان طبیعتاً بلند است، استعمال پوتاسیم نایتریت بهتر است. به خاطر موجودیت پوتاسیم و نایتروجن در این کود، این کود هم تحت نام NK یاد می شود. چون هردو جزو این کود یعنی پوتاسیم و نایتروجن از مواد عمده و ضروری نبات بوده و در آب زود حل می شوند، بیشتر در زراعت مورد استفاده قرار می گیرند.

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو (Torgu): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس (Osmose): حرکت یک جهت یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز (Chlorosis): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز (Necrosis): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

### 3.1.8 پوتاسیم فوسفیت ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ):

پوتاسیم و فاسفورس (PK) مواد مغذی مهم و ضروری هستند که نباتات آنها را به مقدار زیاد گرفته مصرف میکنند تا رشد طبیعی و سالم داشته باشند. مزایای پوتاسیم قبلاً در بالا تشریح شد. فاسفورس در ساختمان ATP و DNA نقش بارزی بازی نموده، در پروسه القاح، فوتوسنتیز (ترکیب ضیائی)، گلدهی و تشکیل میوه رول کلیدی دارد. کود های معدنی PK بعد از کوددهی به اسرع وقت در محلول زمین حل می شوند. با این حال مقادیر زیاد فاسفورس هم به سرعت به صورت کلسیم فوسفیت ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) و یا آلومینیوم فوسفیت ( $\text{AlPO}_4$ ) دوباره قید میشود. جالب این است که نباتات و موجودات زنده در زمین با ترشح اسید های عضوی، خاک را اسیدی می کنند تا فاسفورس بدست آرند.

### 3.1.9 پوتاسیم در کود های مکمل یا چند عنصری NPK

طوریکه جدول زیر نشان می دهد کود های مکمل یا سه عنصری هر سه مواد مهم و ضروری نبات را به تناسب مختلف دارا بوده و به بازار عرضه می شوند. به علاوه مواد ذکر شده، مواد دیگری هم در بین این کود ها وجود دارند که در این جا قابل تذکر نیستند.

پوتاسیم	فوسفیت	نایتروجن	نوع کود NPK
%	%	%	
21	13	13	21+13+13
15	15	15	15+15+15
21	12	12	21+12+12

Source of photos: [https://www.google.de/advanced\\_image\\_search](https://www.google.de/advanced_image_search)

1: فشار تورگو (Torgu): فشاری است که عصاره و یا مایعات داخل حجره تولید نموده و بالای جدار های حجره وارد می کنند تا حجره استوار بماند

2: اوسموسیس (Osmose): حرکت یک جبهه یا حرکت یک مایع رقیق مانند آب به سمت یک مایع غلیظ از بین یک غشا از یک حجره به حجره دیگر

3: کلروز (Chlorosis): کاهش کلروفیل در برگ و زرد شدن آن، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم

4: نکروز (Necrosis): خشک شدن برگ در حاشیه، در این مقاله ناشی از فقدان پوتاسیم