

پتاسیم

# مقدمه

- ✓ مقدار در پوسته زمین، هفتمین عنصر (حدود 2.5%)
- ✓ مقدار در خاک: 0.05-3%
- ✓ جزو عناصر پرنیاز (بشترین جذب بعد از N)
- ✓ مقدار کمتر در خاکهای درشت بافت از خاکهای رسی حاوی مواد مادری K
- ✓ مقدار کل پتاسیم معیار خوبی برای شاخص قابلیت استفاده نیست
- ✓ مقدار آن در خاک به اقلیم، بافت خاک، جنس کانی ها و عمق خاک بستگی دارد.
- ✓ پویا در خاک (حدواسط P و N)
- ✓ مقدار K کافی در خاک های آهکی بجز:
  - محصولات پرنیاز (مانند ذرت و سیب زمینی)
  - برداشت پتاسیم طی سالهای متمادی کشت توسط گیاه
  - لزوم افزایش عملکرد (قانون حداقل)

جدول ۱-۳ وضعیت پتاسیم خاکهای زراعی و میزان کودهای پتاسیمی مصرفی در استانهای مختلف کشور

در سال ۱۳۸۱

میزان مصرف کودهای پتاسیمی (تن)	اراضی با پتاسیم بالاتر از ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم (درصد)	نام استان	میزان مصرف کودهای پتاسیمی (تن)	اراضی با پتاسیم بالاتر از ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم (درصد)	نام استان
۵۰۰۰	۳۵	آذربایجان شرقی	۲۷۰۰۰	۳۰	کرمان
۲۰۰۰	۵۰	قم	۲۲۰۰۰	۲۹	خراسان
۳۰۰۰	۷۰	قزوین	۲۵۰۰	۵	شمال خوزستان
۲۰۰۰	۷۷	لرستان	۱۵۰۰۰	۴۷	فارس
۲۰۰۰	۴۱	ایلام	۱۶۰۰۰	۱۰	خوزستان
۲۰۰۰	۵۰	کردستان	۱۲۰۰۰	۶۷	آذربایجان غربی
۱۵۰۰	۲۰	سمنان	۱۳۰۰۰	۳۵	مازندران
۱۳۰۰	۵۰	مرکزی	۶۰۰۰	۵۰	همدان
۲۵۰۰	۱۰	بلوچستان (ایران شهر)	۵۰۰۰	۵۵	کرمانشاه
۲۵۰۰	۶۵	چهارمحال و بختیاری	۳۰۰۰	۱۰	یزد
۱۵۰۰	۱۰	بوشهر	۶۰۰۰	۴۶	زنجان

# چرخه پتاسیم در خاک: اشکال در خاک

▪ کانی (0.5-2.5%) (5000-25000 ppm)

▪ 95-98% کل پتاسیم خاک

▪ غیر تبادلی (50-750 ppm)

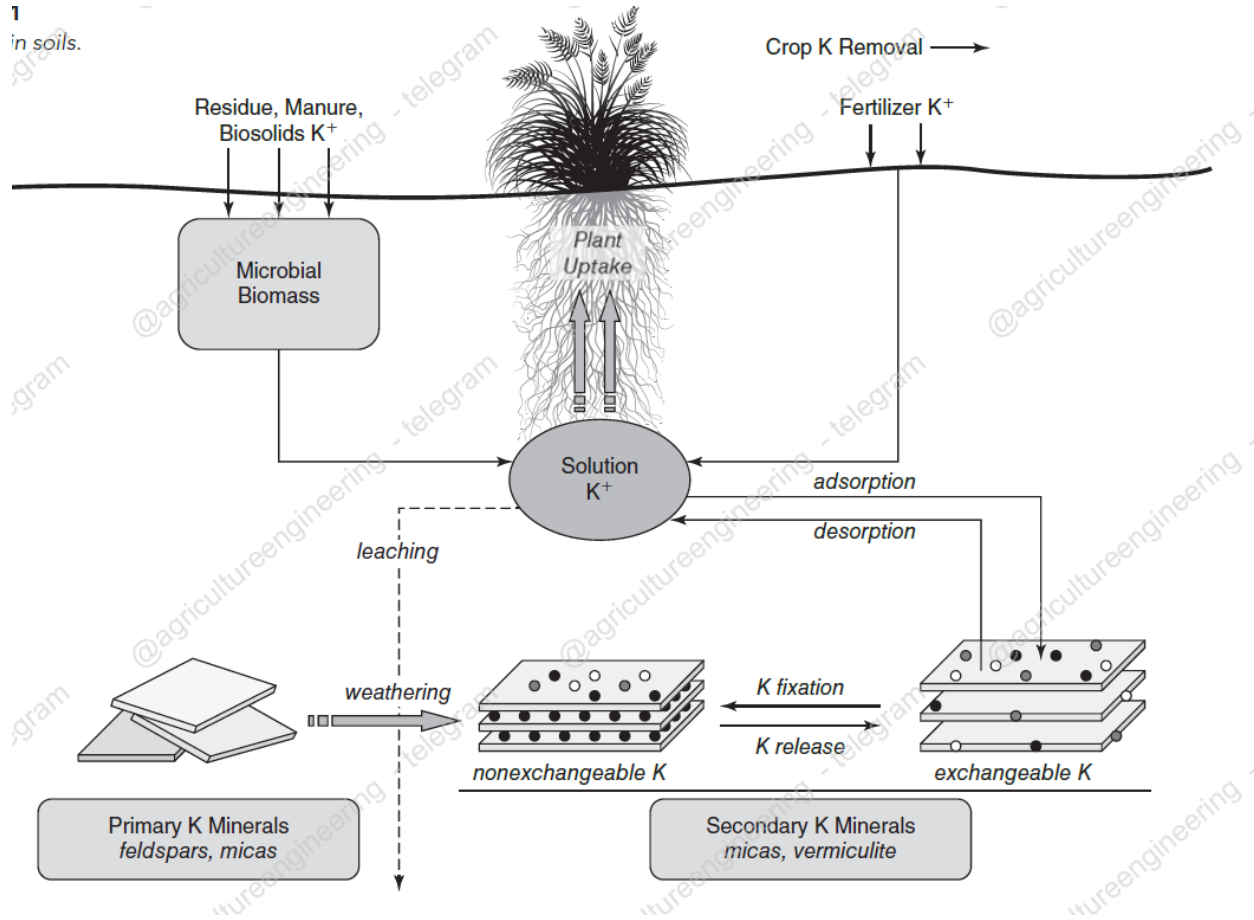
▪ تبادلی (40-600 ppm)

▪ 1-3% کل

▪ محلول (1-10 ppm)

▪ 0.02-2%

# چرخه پتاسیم در خاک



# اشکال و نقش پتاسیم در گیاه

**شکل در گیاه:**

**یونی**

**غلظت: 1-5%**

- نبودن در ترکیبات بیوشیمیایی گیاه (برخلاف P و N)
- به شکل محلول یا تبادل

**نقش در گیاه:**

- در قدرت یونی محلول سلول
- روابط آب
- توازن بار
- فشار اسمزی سلول و طرفین غشا

■ **پویایی در گیاه**

# نقش پتاسیم در گیاه

▪ عنصر کلیدی کیفیت:

- انتقال مواد فتوسنتزی به اندام های زایشی و ذخیره (دانه، میوه، غده)
- تبدیل مواد فتوسنتزی به کربوهیدرات، پروتئین، روغن و ...

مثال:

▪ بهبود کیفیت انبارداری سبزیجات و میوه

▪ مرکبات، آناناس، گوجه فرنگی، سیب زمینی، پیاز

▪ اندازه میوه

▪ رنگ

▪ مزه

▪ ضخامت پوست

«نقش پتاسیم در فتوسنتز و سنتز و انتقال آنزیم ها»

## نقش پتاسیم در گیاه: فتوسنتز و روابط انرژی

▪ نقش از طریق:

▪ سنتز ATP

▪ تولید و فعالیت برخی آنزیم های فتوسنتز

▪ جذب CO<sub>2</sub> از طریق روزنه برگ

▪ حفظ بار خنثی کلروپلاست طی فرآیند فتوسنتز

▪ مصرف ATP

▪ در فتوسنتز: لزوم تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی

▪ فرآیندهای متابولیکی تولید کربوهیدرات، پروتئین، چربی، روغن،

ویتامین و سایر ترکیبات موثر بر کیفیت و عملکرد



# نقش پتاسیم در گیاه: فتوسنتز و روابط انرژی

## تعیین نقش K در فتوسنتز:

▪ از طریق اندازه گیری جذب CO<sub>2</sub>

▪ بسته به نوع گیاه

▪ ذرت حدود ۲٪ پتاسیم برگ

▪ در یونجه حدود ۳٪

## تأثیر بر عملکرد روزنه ها:

▪ افزایش جذب CO<sub>2</sub>

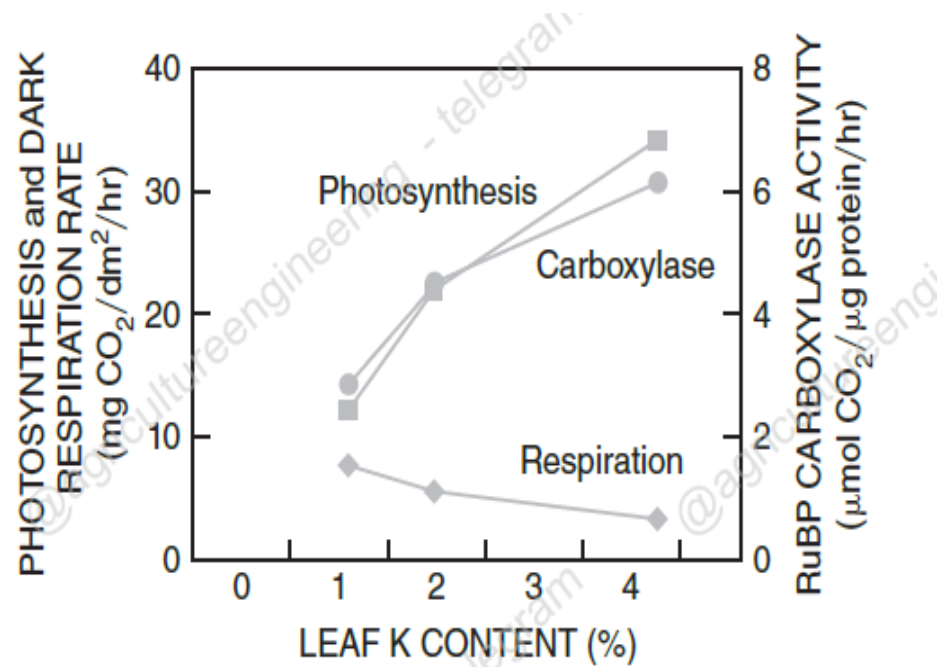
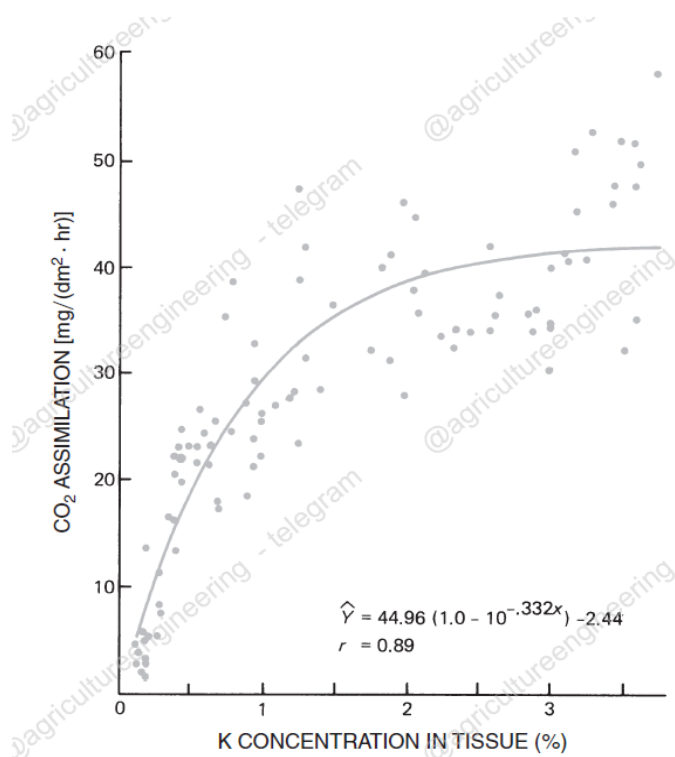
▪ افزایش فعالیت آنزیم کربوکسیلاز RuBP

▪ ترکیب ریبولوز بیس فسفات با CO<sub>2</sub> ... تولید 3-

Phosphoglycerate (اولین محصول تثبیت CO<sub>2</sub> در برگ)

▪ کاهش تنفس نوری

# رابطه پتاسیم با تثبیت CO2 (شاخص فتوسنتز) و تنفس تاریکی



## نقش پتاسیم در گیاه: انتقال مواد فتوسنتزی (Assimilates)

مصرف انرژی (ATP):

انتقال قندها به مکان های مصرف: نیازمند انرژی  
سرعت در شرایط کمبود نصف کفایت (2.5 cm/min)  
تأثیر K بر:

سرعت جریان آب،

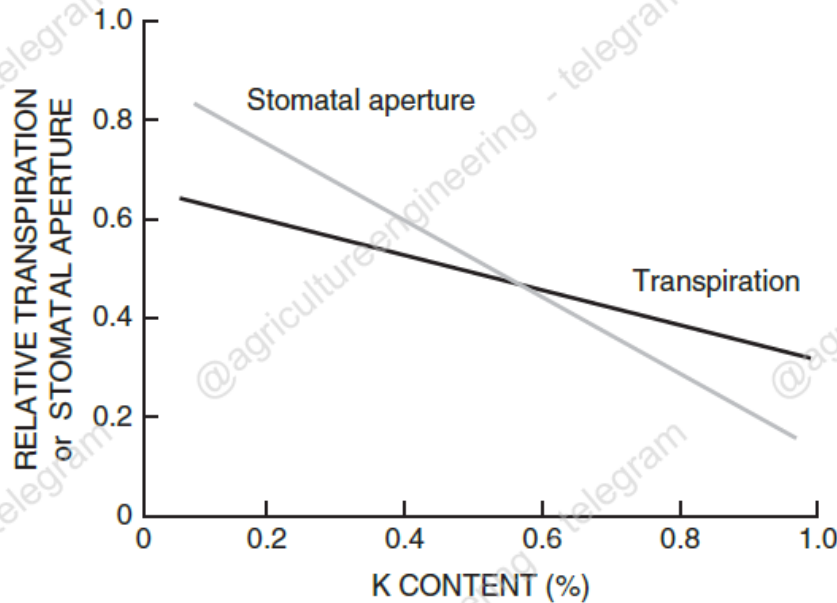
پتانسل اسمزی شیره آبکش

غلظت قندها

کاتیون همراه آنیون ها (مثلا  $\text{NO}_3^-$ )

# نقش پتاسیم در گیاه: روابط آب

- ❖ ایجاد مکش جذب آب توسط ریشه
  - ❖ مصرف بهینه آب قابل استفاده
  - ❖ حفظ آماس سلولی: لازم برای فتوسنتز و متابولیسم بهینه
  - ❖ باز شدن روزنه ها (Stomata): افزایش فشار آماس سلولهای محافظ با ورود پتاسیم
- تنظیم مصرف آب و تعرق و : عملکرد روزنه ها



# نشانه های کمبود پتاسیم در گیاه

**پویا در گیاه: کمبود ابتدا در برگهای پیر**

■ در برگهای جوان گیاهان سریع الرشد مثل گندم و پنبه

❖ ضعیف شدن ساقه و خوابیدگی بوته (ذرت و سورگوم)

❖ لکه های سفید لبه برگ یونجه

❖ کلروز و نکروز حاشیه برگ ذرت و گراس ها

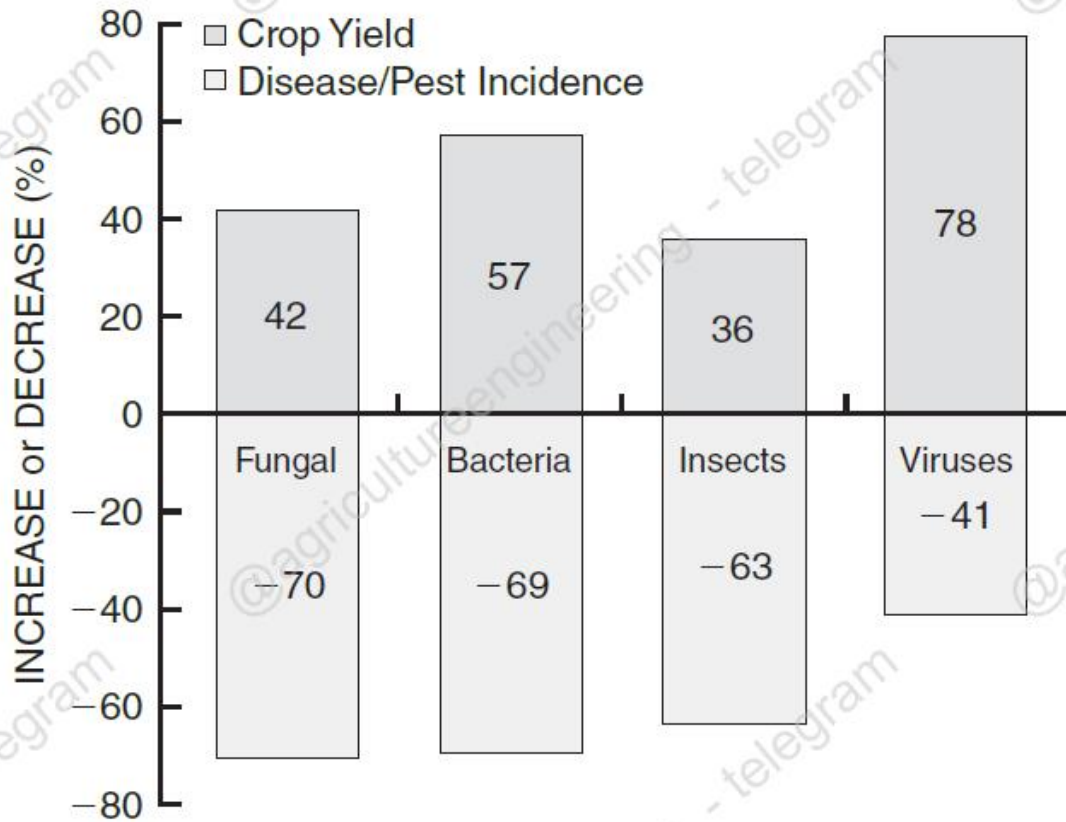
❖ کاهش ضخامت پوست میوه، افزایش ترک خوردگی میوه

❖ تشدید خسارت آفات و بیماری ها

■ درلوبیا: گسترش بلایت (Blight) گره و ساقه *Diaporthe sojae* L.

■ برنج (لکه قهوه ای برگ، بلایت ساقه و پوسیدگی ساقه)

# تأثير پتاسيم بر عملکرد و آسیب پذیری گیاه



# اشکال پتاسیم در خاک: پتاسیم تبادلی

انواع سایت جذب:

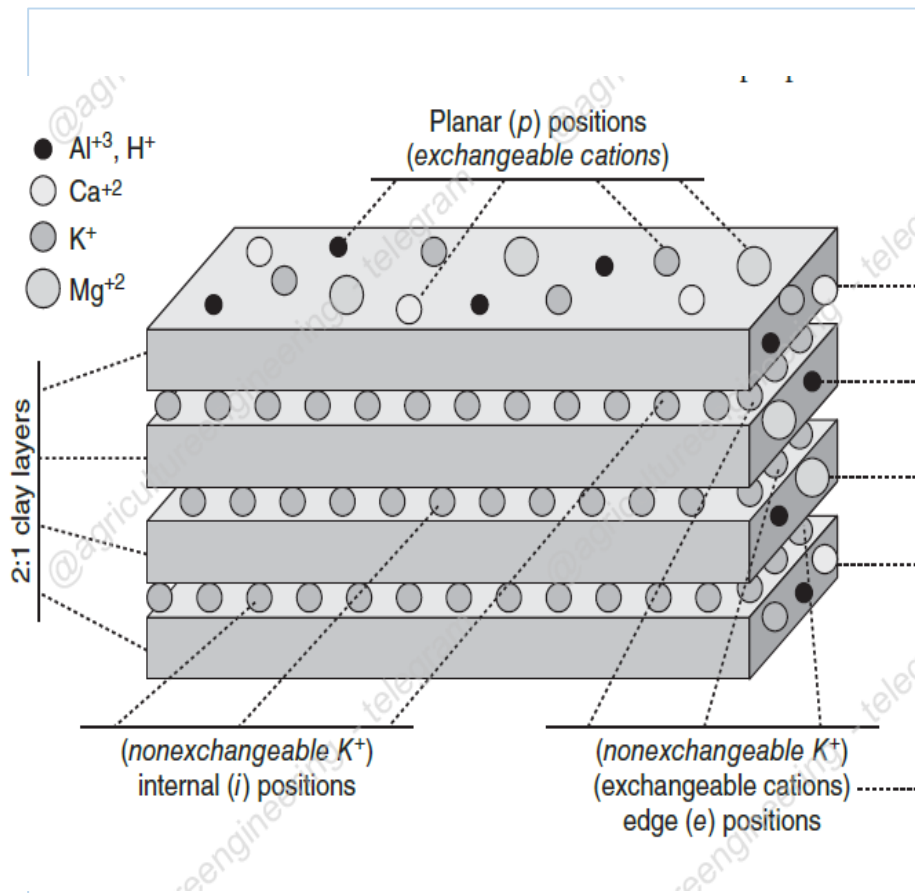
سطحی (Planar; p):

نقش اصلی در قدرت بافری

لبه ای (Edge; e):

وابسته به pH

بین لایه ای (Inter layer; i):



# فرایند و سرعت انتقال پتاسیم

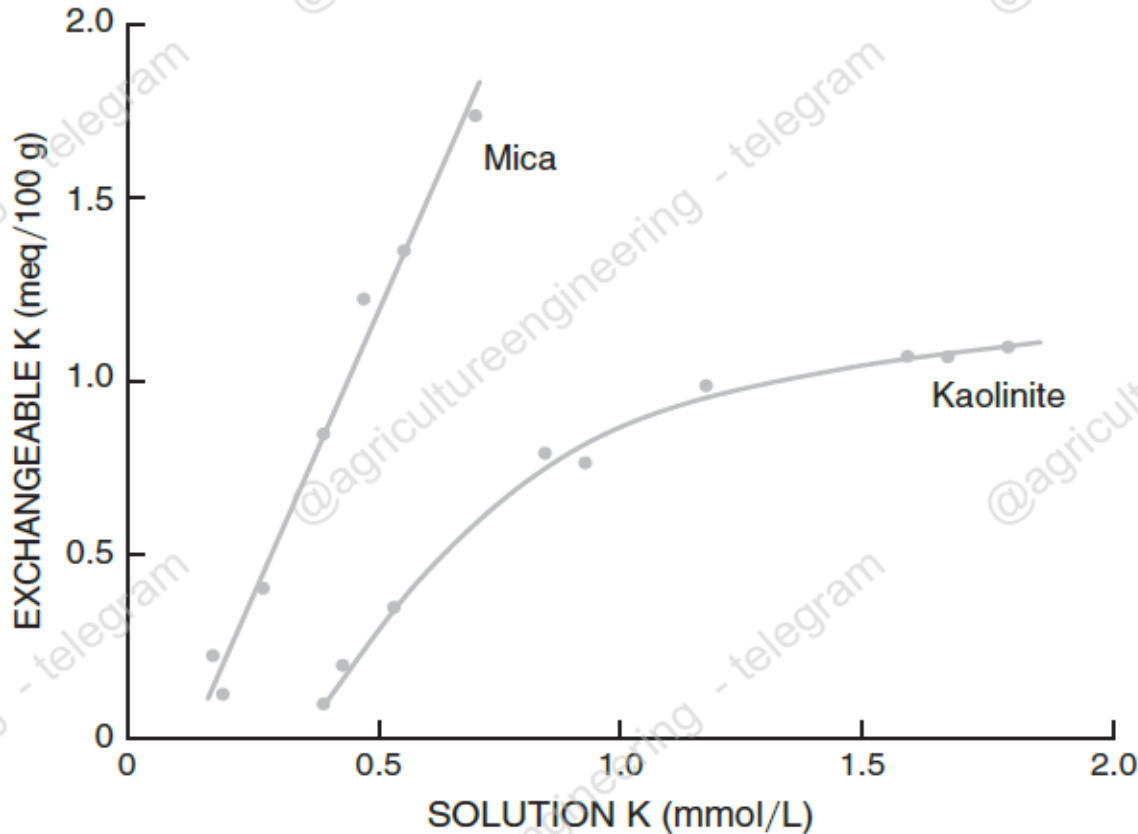
سرعت cm/day	فرایند	محل
تا 10	عمدتاً جریان توده ای	در پروفیل خاک
0.1	جریان توده ای + پخشیدگی	اطراف کود
0.01-0.1	عمدتاً پخشیدگی	اطراف ریشه
$10^{-7}$	پخشیدگی	در خارج از لایه های رسی



# قدرت بافري: رابطه شدت-كميت (Q/I)

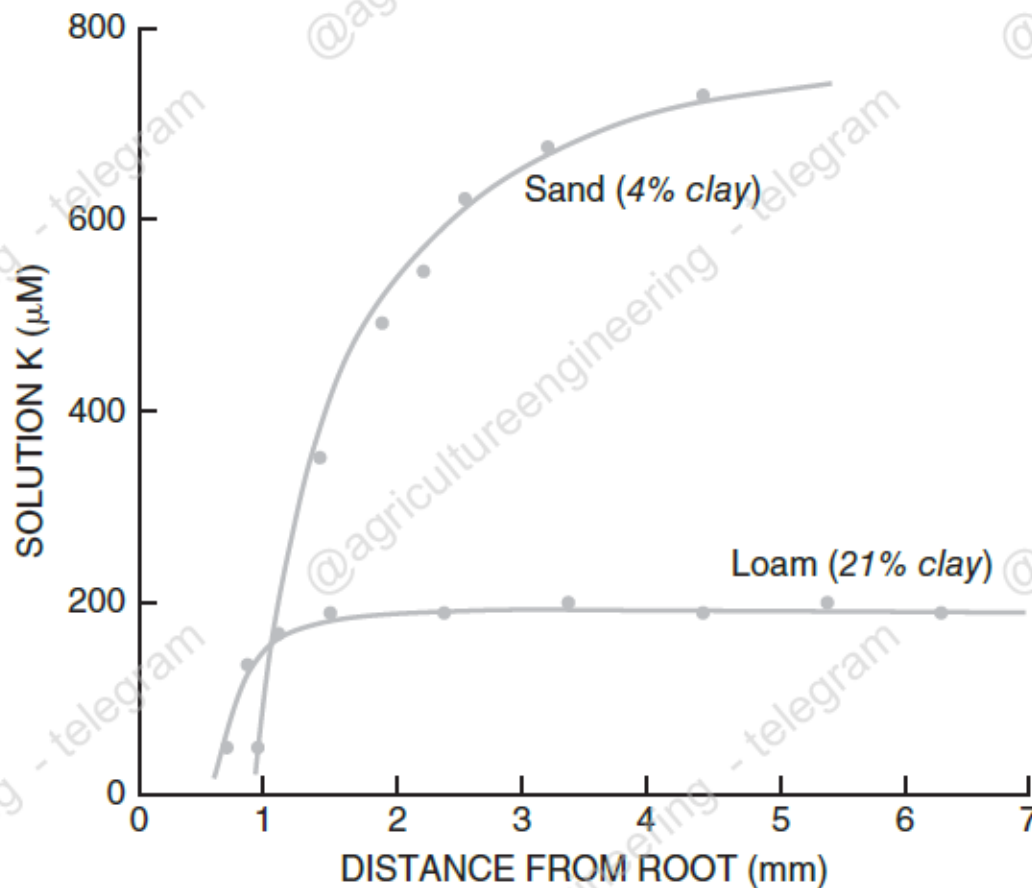
Q/I بالا: قدرت بافري بالا مثلا رس ميكا

Q/I كم: قدرت بافري كم مثلا رس كائولنيت

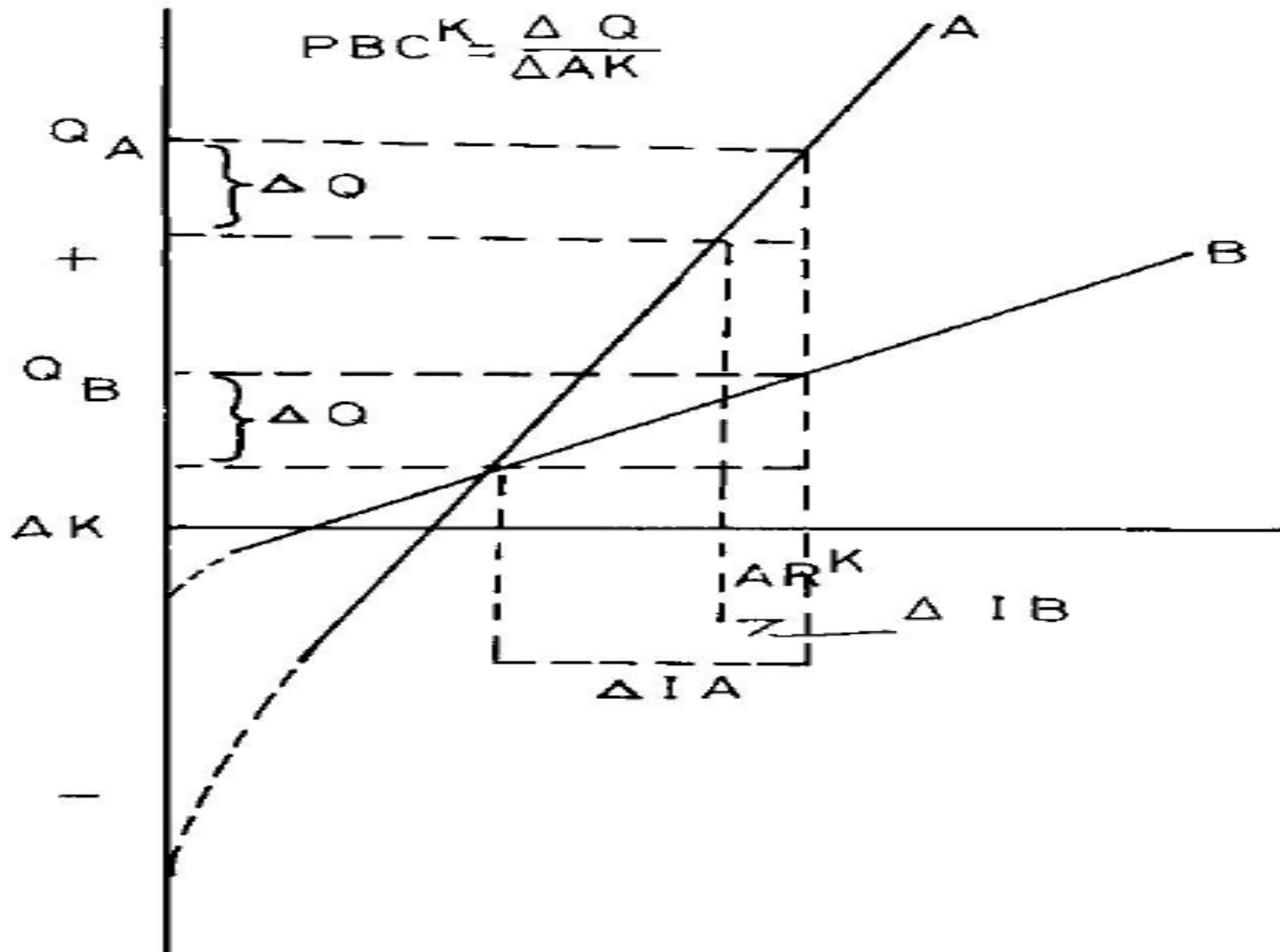


# اشکال پتاسیم در خاک: پتاسیم غیر تبادلی و کانی

انواع سایت جذب:



# قدرت بافري: رابطه شدت-كميت (Q/I)

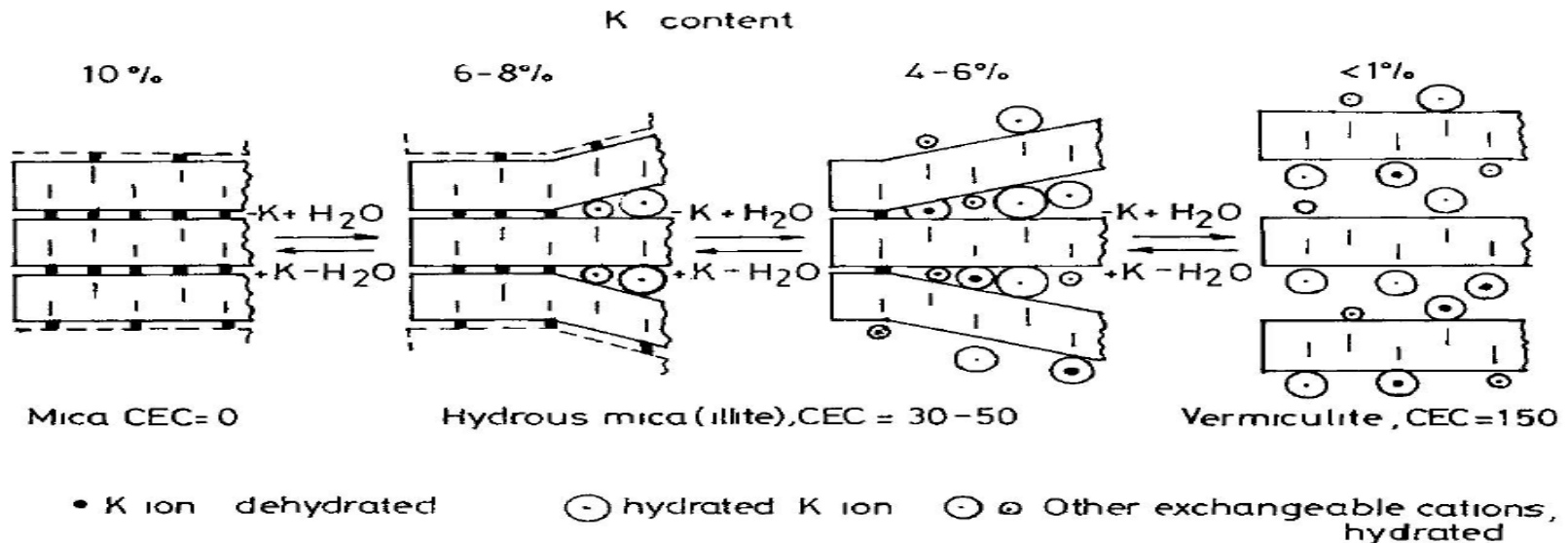


# آزادسازی پتاسیم

قابلیت استفاده: سرعت هوادیدگی

Biotite > Muscovite > Feldspars

feldspars	→	orthoclase, microcline	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
micas	→	muscovite	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
		biotite	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
		phlogopite	$\text{KMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$



# ثبیت پتاسیم

نوع رس:

ثبت در کانیهای ۲:۱ عمدتاً میکای (بیوتیت سریعتر از موسکویت)

عدم ثبیت در کائولینیت

تأثیر کاتیون ها:

رقابت  $\text{NH}_4^+$  (شعاع یونی)

شعاع  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Na}^+$  بزرگتر از  $\text{K}^+$ : عدم رقابت

تأثیر آمونیوم بر: کاهش ثبیت و افزایش آزادسازی  $\text{K}$

خشک شدن خاک (مهم در آزمون خاک):

اگر CEC بالا: افزایش ثبیت

اگر CEC کم: کاهش ثبیت

بازشدن لبه کانی و رهاسازی لبه ای و بین لایه ای

ذوب و انجماد: آزادسازی در میکا

جدول ۸. کانی‌های شناسایی شده در بخش رس ریز و رس درشت

کانی‌های شناسایی شده <sup>۱</sup>		نام	شماره
رس ریز	رس درشت	سری	خاک
I, Sm, Vm, Ch, Q, K	I, Ch, Q, K	آشجرد	۱۵
I, Pa, Ch, Sm, Vm, Q, K	Q, K, I, Ch	اصفهان	۱۰
I, Pa, Ch, Sm, Q, K	I, Ch, Q, K	زاینده رود	۱۱

۱. I = ایلیت، Ch = کلریت، Sm = اسمکتیت، Vm = ورمی کولیت، K = کائولینیت، Q = کوآرتز، Pa = پالی گورسکایت

شماره خاک	میانگین تثبیت پتاسیم	میانگین تثبیت پتاسیم در حالت تر	میانگین تثبیت پتاسیم در حالت خشک
$\text{cmol kg}^{-1}$			
۱	۹/۱۳	۵/۵۳	۱۲/۷۳
۲	۶/۵۰	۴/۳۵	۸/۶۶
۳	۷/۶۹	۵/۴۵	۹/۹۳
۴	۵/۴۲	۲/۹۰	۷/۹۴
۵	۵/۸۹	۴/۱۰	۷/۶۹
میانگین	۶/۹۲	۴/۴۶	۹/۳۹

# عوامل موثر بر قابلیت استفاده پتاسیم

نوع رس:

کانیهای ۲:۱ میکا، مونت موریلونیت و ورمیکولایت بیشتر از کائولینیت

پتاسیم تبادلی:

مقدار پتاسیم لازم برای افزایش 1ppm پتاسیم تبادلی: ۵-۵۰ پوند در ایگر بسته به ظرفیت تثبیت خاک

محیط:

رطوبت خاک

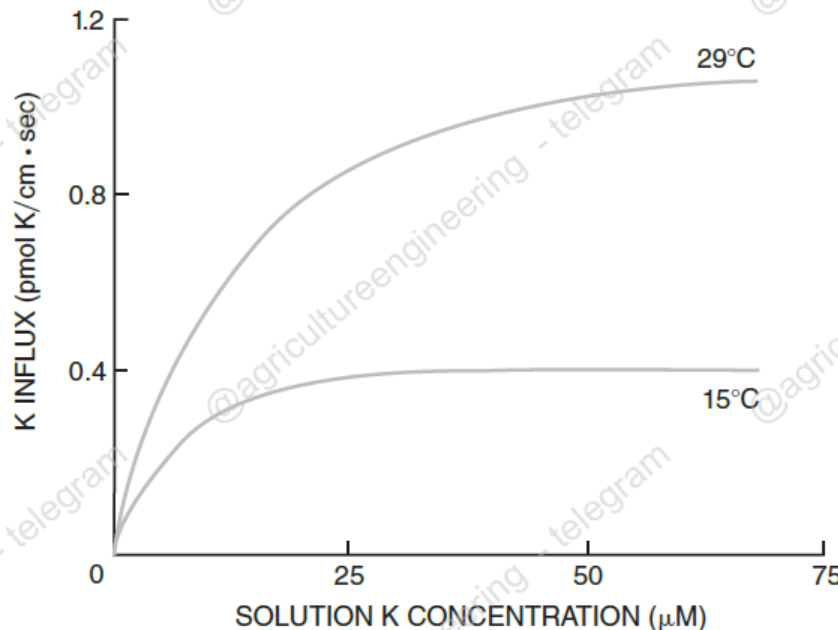
رابطه رطوبت و پخشیدگی  
نیاز بیشتر گیاه در تنش خشک

دمای خاک

اثر بر پخشیدگی  
اثر بر رشد ریشه

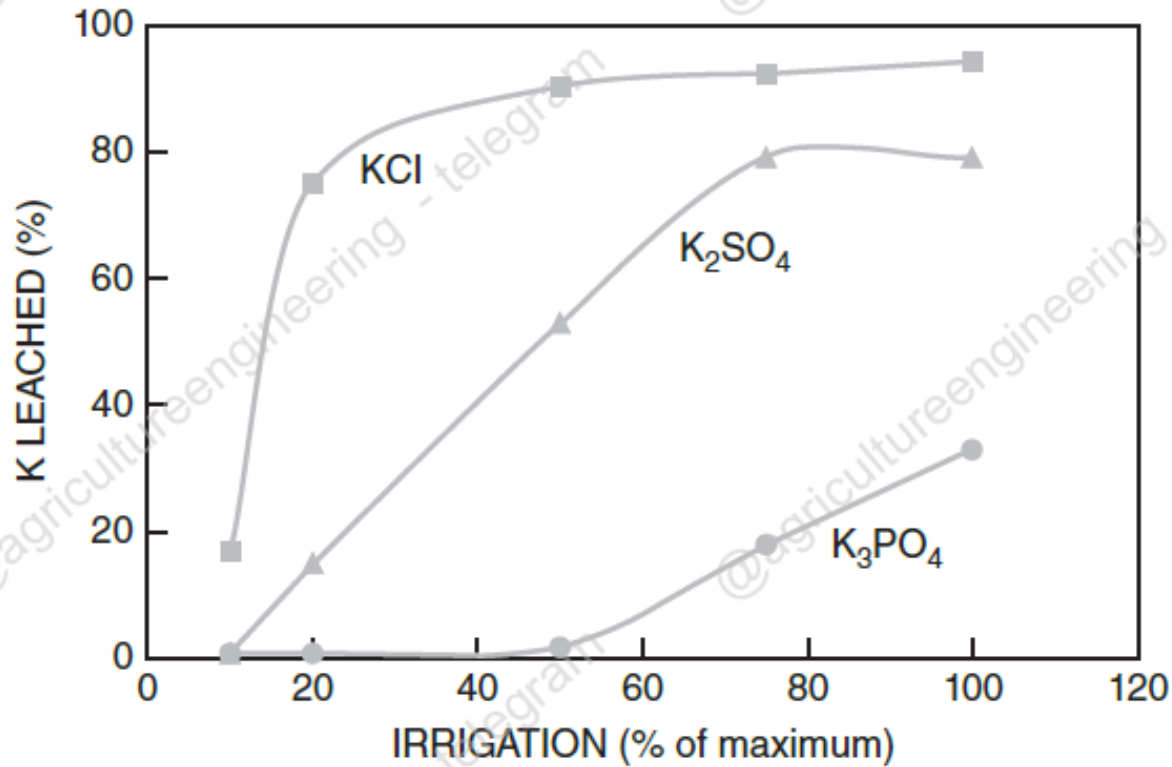
تهویه خاک

pH خاک



# آبشویی پتاسیم

بافت خاک  
منبع پتاسیم





# روش های ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه

## ○ روش شیمیایی

- ✓ استات آمونیوم
- ✓ بیکربنات سدیم ۰/۵ نرمال (سلطانپور و شواب)
- ✓ اسیدهای معدنی (کلریدریک، نیتریک، سولفوریک)

## ○ اندازه گیری انرژی لازم برای تبادل K با کاتیون های دو ظرفیتی

✓ در شرایط تعادل در محلول : انرژی یون های موجود در محلول = انرژی یون های جذب شده در سطح خاک

## ○ روش EUF (Electron Ultra Filtration)

✓ عناصر غذایی در اثر جریان برق با اختلاف ولتاژ متغیر از حالت تعلیق خاک با عبور از یک غشاء نیمه تراوا جدا می شوند.

✓ جدا کردن سه جزء پتاسیم } با تغییر در مدت جداسازی  
تغییر در اختلاف پتانسیل

# منابع پتاسیم: منابع معدنی

Source	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg
	%				
<i>Inorganic</i>					
Potassium chloride	—	—	60–62	—	—
Potassium sulfate	—	—	50–52	17	—
Potassium magnesium sulfate	—	—	22	23	11
Potassium nitrate	13	—	44	—	—
Potassium hydroxide	—	—	83	—	—
Potassium carbonate	—	—	68	—	—
Potassium orthophosphates	—	30–60	30–50	—	—
Potassium polyphosphates	—	40–60	22–48	—	—
Potassium thiosulfate	—	—	25	17	—
Potassium polysulfide	—	—	22	23	—
Greensand	—	1	6	—	—
<i>Organic</i>					
Cottonseed hull ash	1	—	27	—	—
Manure <sup>1</sup> —cattle	1.5	1.5	1.2	—	0.1
—poultry	1.5–3	1–3	0.5–2	0.2	0.4
—swine	0.5–1.2	0.3–0.7	0.2–0.3	—	—
Wood ashes	—	2	6	—	1
Yard compost	1–2	0.1–0.3	0.5–0.7	0.3–0.5	0.4–0.6

# منابع پتاسیم: منابع معدنی

$$\%K = \%K_2O * 0.84, \quad \%K_2O = \%K * 1.2$$

کلرید پتاسیم 50-53% K (60-63% K<sub>2</sub>O)

بسته به منبع و رو تولید: صورتی و قرمز تا سفیدرنگ

محلول در آب

سولفات پتاسیم 42-44% K (50-53% K<sub>2</sub>O) و 17% S

واکنش KCl با نمکهای سولفات یا H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

برای گیاهان حساس به کلر (درختان میوه، تنباکو و درختان میوه)

شاخص شوری کم

سولفات منیزیم-پتاسیم: 18% K (22% K<sub>2</sub>O) و 11% Mg و 22% S

# منابع پتاسیم: منابع معدنی

نیتрат پتاسیم (44% K<sub>2</sub>O) و 37% K و 13% N  
برای سبزیجات و پنبه و درختان میوه

فسفات پتاسیم

آنالیز مناسب

شاخص شوری کم

مفید برای تولید کودهای مایع غنی از پتاسیم  
پلی فسفاتها به عنوان منبع فسفر  
مناسب سیب زمینی و گیاهان حساس به کلر

کربنات پتاسیم و بی کربنات پتاسیم

هیدروکسید پتاسیم

تیوسولفات پتاسیم و پلی سولفید پتاسیم

محلول در آب، کود آبیاری و محلولپاشی

(K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) و KSx

0-0-25-17 و 0-0-22-23

# منابع پتاسیم: منابع آلی

عمدتاً به شکل یون محلول  $K^+$

ضایعات حیوانی:  $K$  0.22%

مقدار بالاتر در لجن فاضلاب