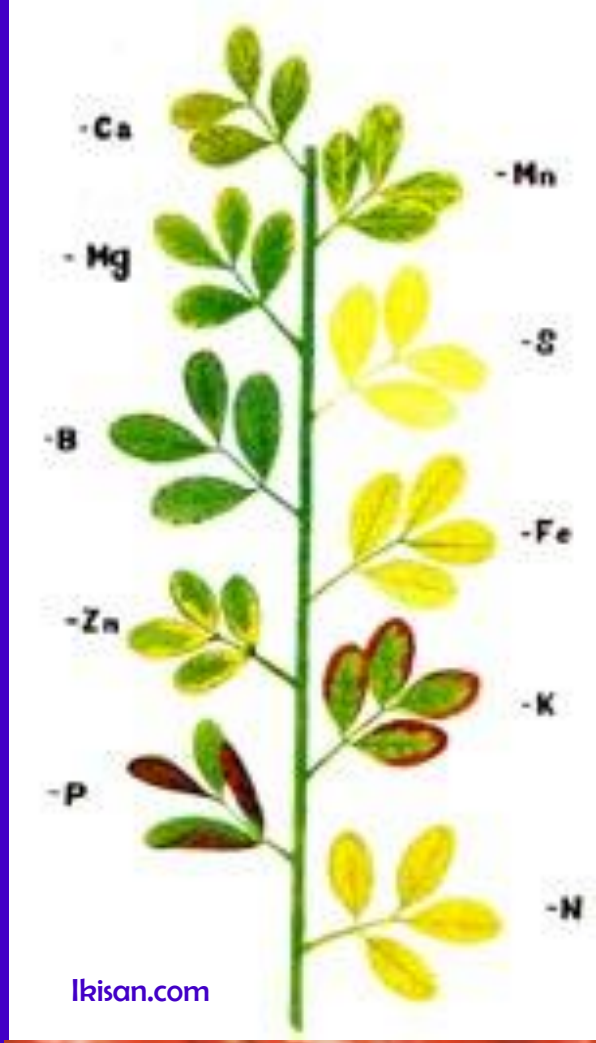
روش‌های ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه

- چگونه می‌توان عناصر غذایی مورد نیاز را در زمان مناسب و به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار داد؟

- چگونه می‌توان کمبود یا زیاد بود عناصر را در خاک و یا گیاه تشخیص داد؟



- در شرایط کمبود عنصر امکان تکمیل دوره رشد رویشی یا زایشی گیاه وجود ندارد
- برای برطرف کردن کمبود عنصر، کوددهی لازم است

تأمین عناصر غذایی به اندازه کافی و با حفظ تعادل تغذیه‌ای

↓

شرط لازم برای دستیابی به عملکردهای بالا و کیفیت مطلوب محصول

دو نکته مهم:

اول: وجود مقدار کافی هر یک از عناصر غذایی ضروری گیاه

دوم: حفظ تعادل بین عناصر

راهکارهای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه

- علائم ظاهری کمبود
- تجزیه گیاه
- آزمون‌های زیستی (گیاهان یا ریزجانداران)
- آزمون‌های شیمیایی خاک
- روش های بیوشیمیایی

علائم ظاهری

- یک روش ارزان
- عدم نیاز به امکانات و دستگاه ویژه
- برای تشخیص کمبود یا زیادبود عناصر در گیاهانی که قبلاً علائم ظاهری ویژه در آنها طور دقیق توصیف شده باشند.
- روش با ارزشی است چون گیاه برآیند همه عوامل رشد و محصول مورد نظر زارع می‌باشد

نشانه های ظاهری کمبود عناصر غذایی

- کاهش و یا تأخیر در جوانه‌زنی
- کوتاه شدن گیاه
- ایجاد نشانه های ویژه در طی فصل رشد برای اندام های مختلف
- نارسایی‌های داخلی نظیر بسته شدن بافت‌های آوندی
- تأخیر در رسیدگی یا رسیدگی غیر طبیعی
- اختلاف زیاد در عملکرد با و بدون ظاهرشدن علائم برگی
- کاهش کیفیت محصول نظیر تغییر نامحسوس در ترکیب شیمیایی گیاه (پروتیین، روغن یا مقدار نشاسته)
- کاهش خاصیت نگهداری و انبارداری
- اختلاف عملکرد که تنها با استفاده از آزمایش‌های دقیق قابل تعیین می‌باشد.
- مقدار و نوع رشد ریشه

کمبود عنصر غذایی به طور مستقیم علائم تولید نمی کند

- علایم کمبود ناشی از :
  - انباشت برخی ترکیبات آلی بینابینی
  - کمبود برخی ترکیبات دیگر
  - برهم خوردن توازن برخی فرایندهای طبیعی گیاه

مثال: انباشت دی آمین بوترسین در برخی بوته‌های فقیر از پتاسیم: ظاهر شدن علائم ویژه‌ای بر روی گیاه

اگر به گیاهی که پتاسیم کافی دارد نیز پوترسین تزریق کنیم، همان علائم را نشان می‌دهد.

مشکلات تشخیص علایم ظاهری کمبود

- ممکن است یک عنصر دارای نقش‌های متعدد می‌باشد
مثال:
  - زردی کمبود نیتروژن و منیزیم به دلیل کاهش کلروفیل و افزایش رنگدانه‌های زرد (کاروتن و زانتوفیل)
  - در چنین مواقعی توجه به الگوی علائم در برگ و مکان آنها بر روی گیاه مورد توجه می‌باشد.

- کمبود عناصر، نسبی بوده و کمبود یک عنصر بیانگر کافی بودن و یا زیادبود عناصر دیگر است.
مثال
  - تشدید کمبود منگنز با کوددهی زیاد آهن

- شباهت علائم کمبود عناصر کم مصرف با خسارت ناشی از حشرات یا عوامل بیماری‌زا

مثال

- کمبود بور با خسارت آفت در یونجه

- تفاوت علایم ظاهری کمبود عنصر در شرایط مختلف

مثال

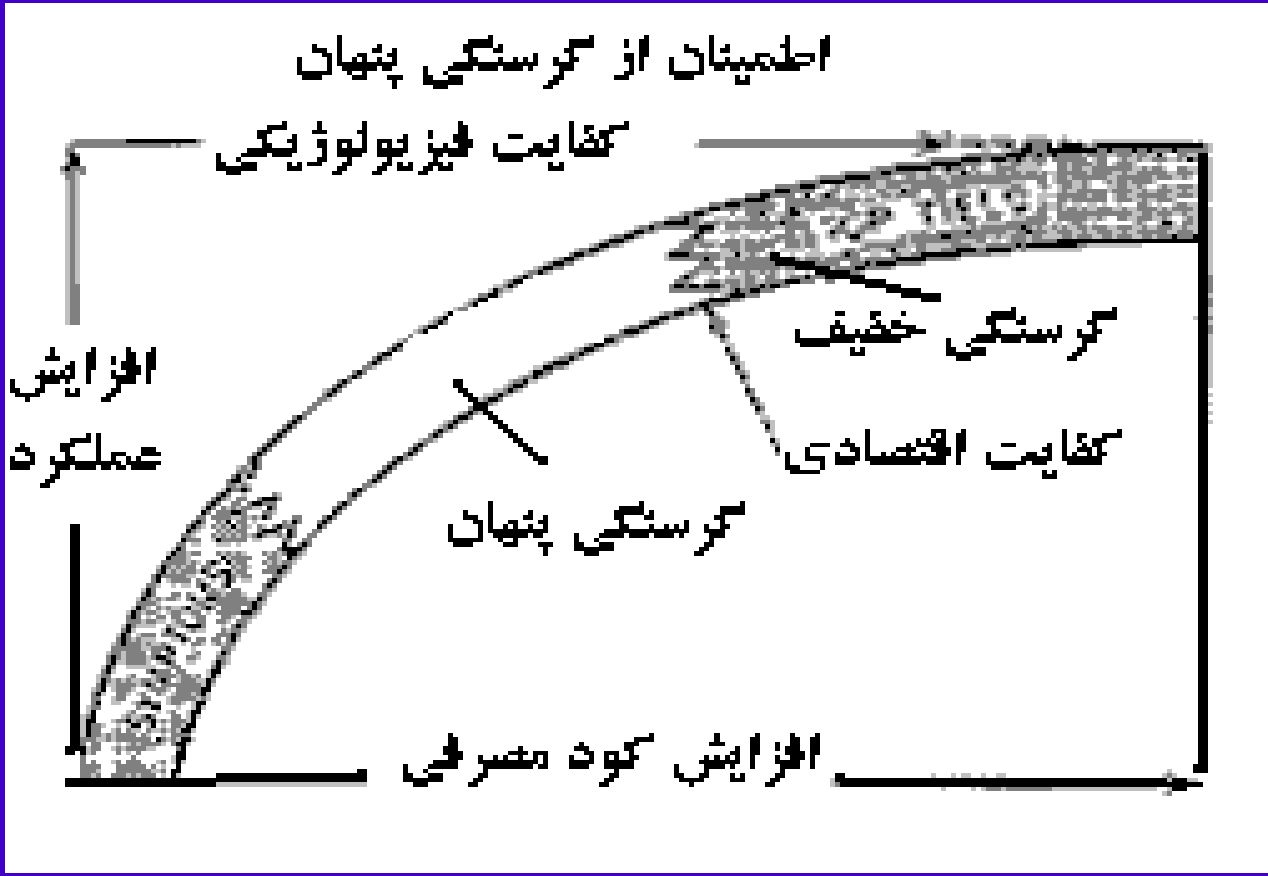
- وقتی پتاسیم کافی در اختیار گیاه قرار داده شده باشد، کمبود بور سبب ایجاد رنگ قرمز بر روی برگهای نزدیک منطقه رشد می‌شود. از سوی دیگر، وقتی مقدار پتاسیم کم باشد، برگهای یونجه زرد رنگ می‌شوند.

- کمبود همزمان دو یا چند عنصر غذایی

مثال

- ترکیب قند انباشته شده در ذرت با فلاون ها و تشکیل آنتوسیانین (رنگدانه‌های زرد، قرمز و صورتی)
- ناشی از عوامل مختلفی نظیر ناکافی بودن فسفر، شب‌های سرد و روزهای گرم، خسارت حشرات به ریشه و کمبود نیتروژن

- استفاده از علائم ظاهری برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه همانند بستن در اصطبل بعد از فرار اسب می‌باشد.
- گرسنگی پنهان و لزوم کوددهی بیشتر برای دستیابی به سودآورترین عملکرد



اثرهای فصلی

- ممکن است در شرایط مناسب آب و هوایی مقدار کافی عناصر غذایی در دسترس گیاه باشد اما در شرایط تنش خشکی، رطوبت زیادی یا دمای غیر معمول گیاه قادر به جذب کافی عناصر نباشد.

مثال:

- کاهش جذب نیتروژن، پتاسیم و فسفر در دماهای پایین

- ظهور علایم کمبود در اوایل دوره رشد و برطرف شدن با گذشت زمان
- مصرف کودهای فسفردار رشد گیاه در اوایل فصل را بهبود داده اما عملکرد در زمان برداشت گیاه تغییر زیادی نکرده است.

دلایل:

اثرهای فصلی

نفوذ ریشه به مناطقی از خاک با فسفر قابل استفاده کافی

کاهش سرعت رشد و در نتیجه کاهش نیاز غذایی گیاه

علائم ظاهری

نکته:

برای اطمینان از علائم کمبود و ارائه روش های اصلاحی، آزمون خاک یا تجزیه گیاه لازم است. در زمان تهیه نمونه باید نوع محصول، محل گیاه با توجه به موقعیت توپوگرافی (جهت شیب)، ویژگی های خاک و مدیریت مزرعه ثبت شود.

تشخیص کمبود عناصر غذایی

علائم عمومی کمبود

- ✓ اولین قدم در تشخیص کمبود عناصر، توصیف علائم کمبود است.
- ✓ هر یک از علائم کمبود مرتبط با نقش عنصر در گیاه است.

علائم کمبود عناصر عموماً به پنج گروه دسته بندی می شود:

- ➢ کاهش رشد
- ➢ کلروز و رنگ پریدگی
- ➢ کلروز بین رگبرگ ها
- ➢ رنگ قرمز متمایل به بنفش
- ➢ نکروز و مرگ سلولی

کاهش رشد

- یک علامت مشخصه کمبود بسیاری عناصر با توجه به نقش آن ها در گیاه است.

به عنوان مثال کمبود عناصری که در طویل شدن ساقه، فتوسنتز و ساخت پروتئین شرکت دارند سبب کاهش رشد و کوچک تر شدن گیاه می شود.

کلروز و رنگ پریدگی

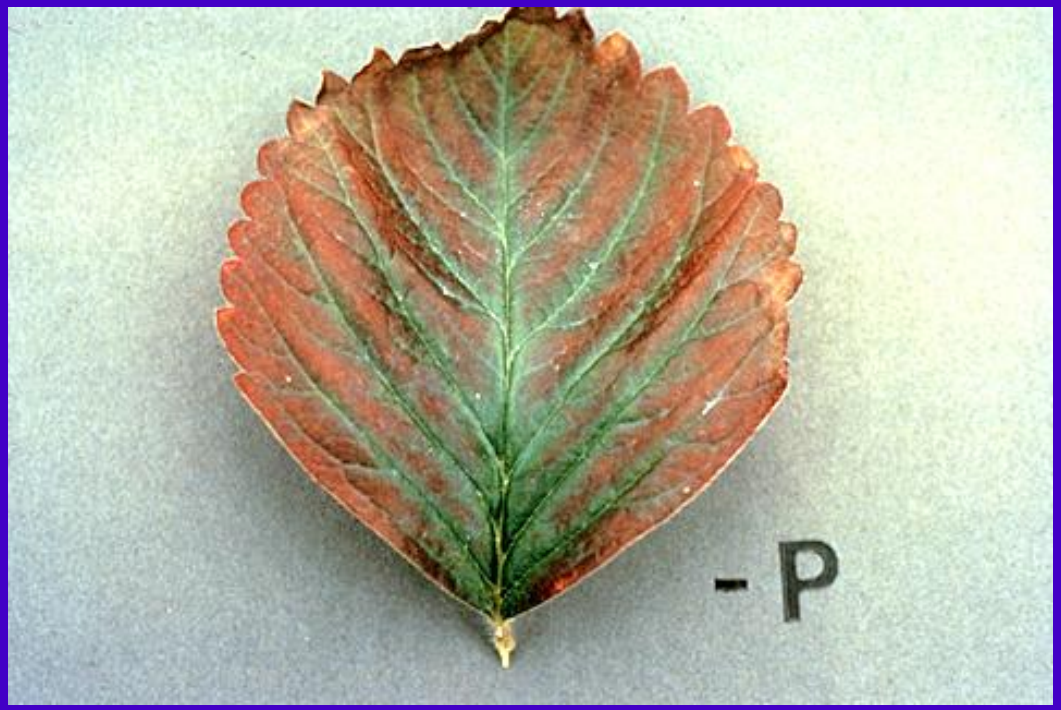
- کلروز بین رگبرگ ها و سبز ماندن رگبرگ ها
- کلروز یکنواخت

- کمبود عناصر دخیل در فتوسنتز و یا ساخت کلروفیل
- کمبود بور، آهن، منیزیم، منگنز، نیکل و روی

کلروز بین رگبرگ ها

تولید رنگ ارغوانی

- غلظت بالای آنتوسیانین
- در شرایط مختلف شامل دمای پایین، بیماری، خشکی و حتی بالغ شدن گیاه
- بنابر این تشخیص درست علت ظاهر شدن این رنگ مشکل است.
- در برخی ارقام گیاهی رنگ ارغوانی منشأ ژنتیکی دارد.



نکروزه شدن

- معمولاً در مراحل پیشرفته کمبود عناصر ایجاد شده و باعث قهـــوه ای شـــدن، ســـوختگی و مرگ بافت های گیاه می شود.
- **نکته:** با توجه به این که عناصر مختلف علائم یکسان کمبود ایجاد می کنند، توجه به الگوی ویـــژه ظهور کمبود بر روی برگ ها و یا محل علائم در کل گیاه برای تشخیص درست کمبود لازم است.

Nitrogen deficiency

Coffee in Brazil; left branch normal

Corn

Symptoms

- stunted
- older leaves or whole plants yellowish green
- sometimes all leaves become light green and chlorotic at the tip
- leaves die under severe N stress
- all leaves are narrow, short, erect, and lemon-yellowish green except for young leaves, which are greener
- entire field may appear yellowish
- reduced tillering
- reduced grain number

Potassium deficiency

Soybean

Corn

Symptoms

- mottled or marginal chlorosis, which then develops into necrosis on tips, margins and between veins
- symptoms initially on more mature ("older") leaves
- leaves may curl and crinkle
- stems may be slender and weak, with abnormally short internodal regions
- in K-deficient corn, nodes may have increased susceptibility to root-rotting fungus present in the soil
- this together with stem weakness results in bending of stems to the ground (lodging)

Phosphorus deficiency

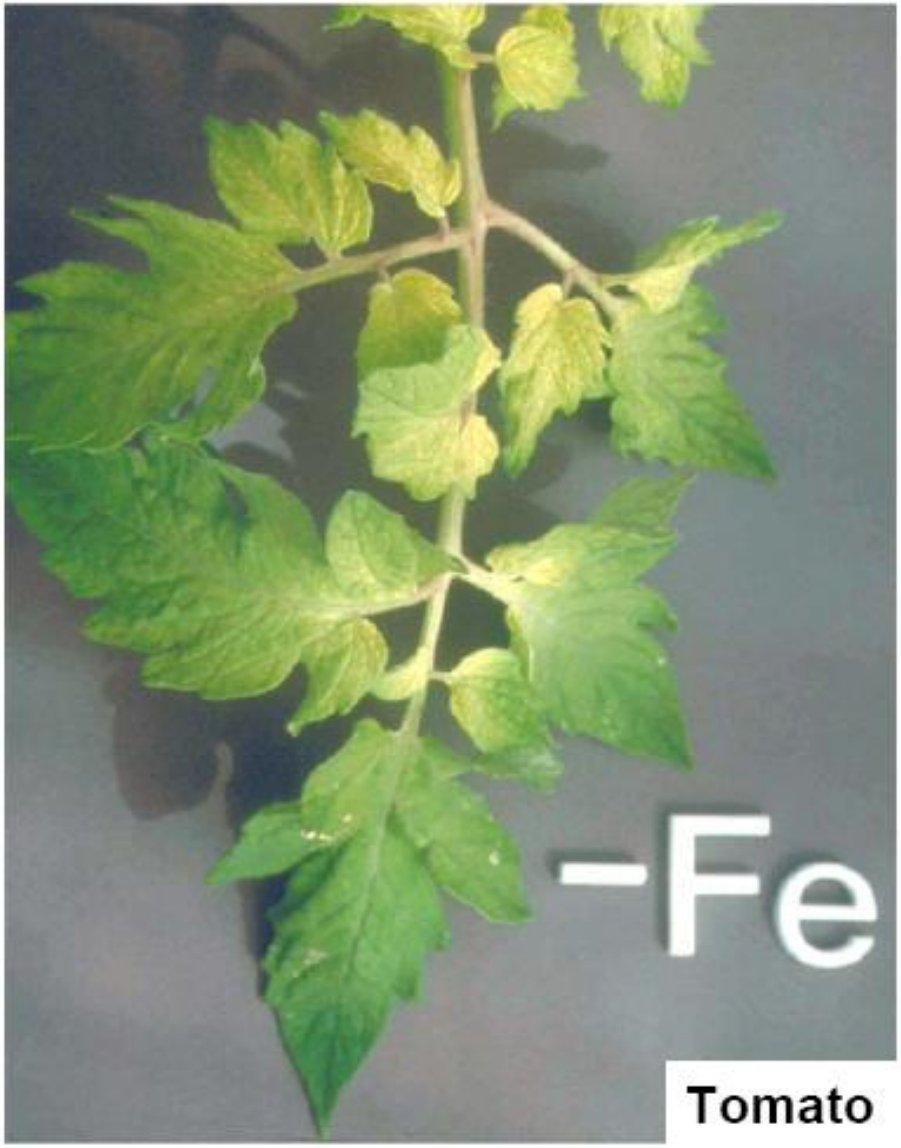
Cabernet sauvignon grapes, CA

Corn

Symptoms

- plants are dwarfed or stunted
- plants develop very slowly in relation to other plants growing without phosphorus deficiency
- some species such as tomato, lettuce, corn and crucifers develop a distinct purpling of the stem, petiole and the undersides of the leaves
- under severe deficiency conditions, there is also a tendency for leaves to develop a blue-gray luster
- in older leaves under very severe deficiency conditions, a brown netted veining of the leaves may develop
- necrotic spots = small spots of dead tissue

Iron deficiency

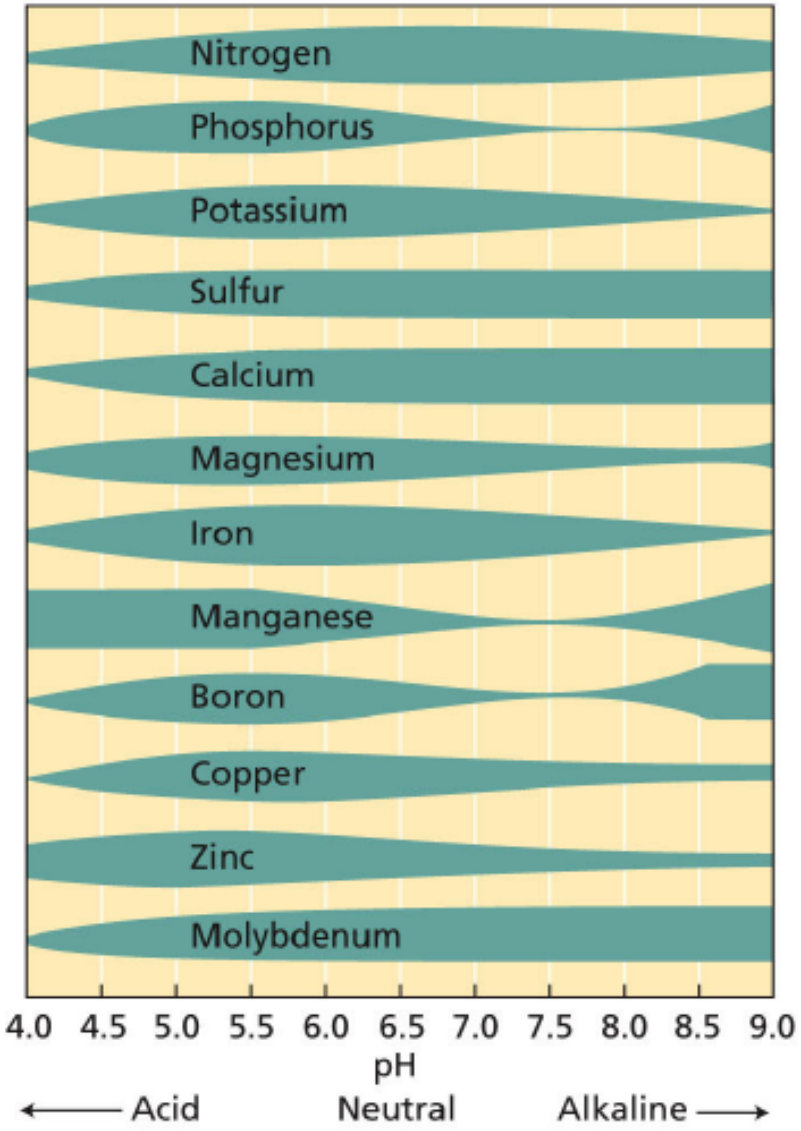


Tomato

Symptoms

- strong chlorosis at the base of the leaves with some green netting
- deficiency starts out with interveinal chlorosis of the youngest leaves, evolves into an overall chlorosis, and ends as a totally bleached leaf
- bleached areas often develop necrotic spots
- because iron has a low mobility, iron deficiency symptoms appear first on the youngest leaves
- iron deficiency is strongly associated with calcareous soils and anaerobic conditions, and it is often induced by an excess of heavy metals

Influence of the pH on the availability of nutrient elements in organic soils



- main losses of nutrients from agricultural systems is due to leaching that carries dissolved ions, especially nitrate, away with drainage water
- in acid soils, leaching may be decreased by the addition of lime – a mix of CaO, $CaCO_3$ and $Ca(OH)_2$ – to make the soil more alkaline, because many elements form less-soluble compounds when the pH is higher than 6

- width of the shaded areas in the graph indicates the degree of nutrient availability to the plant root

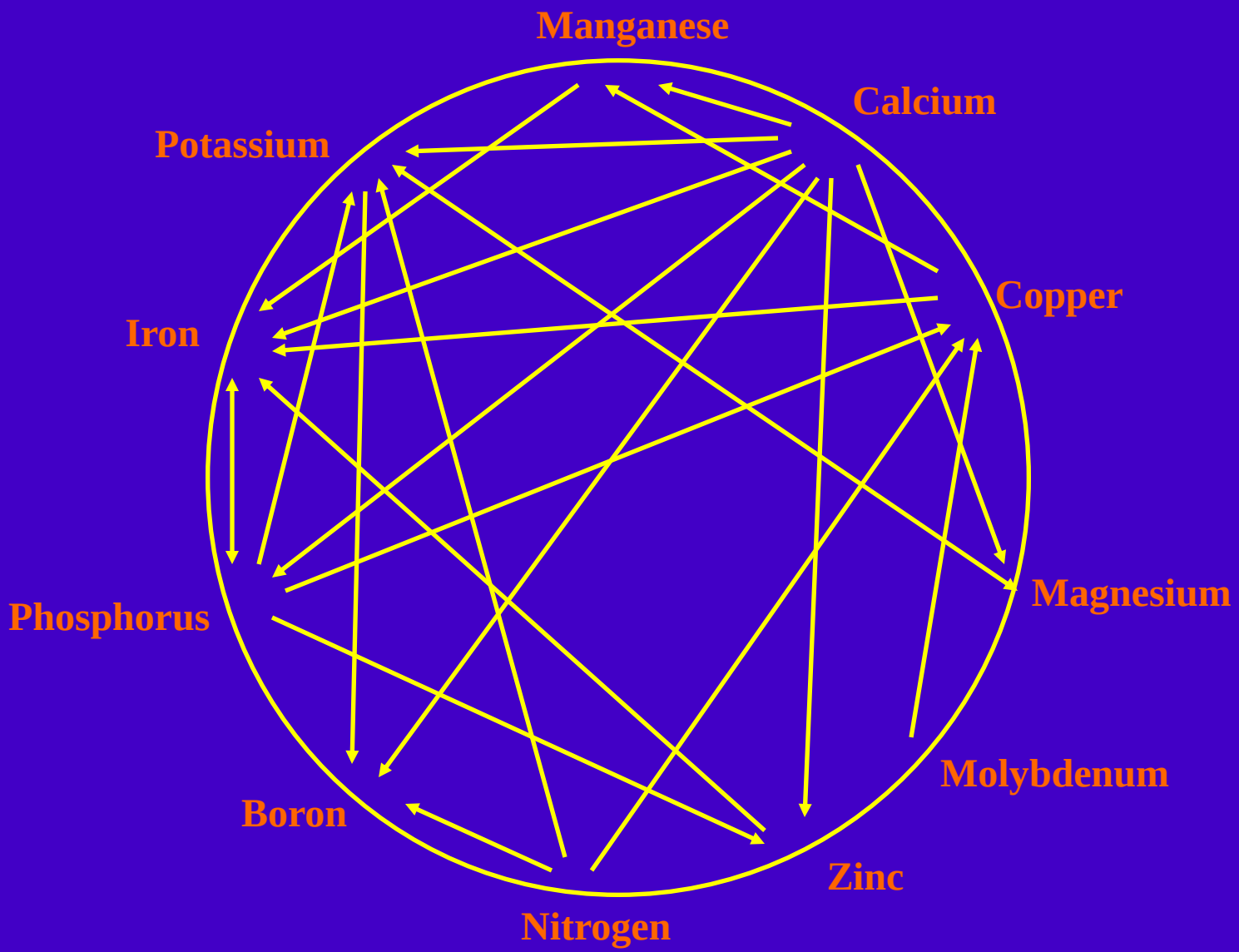
CROP SENSITIVITY

CROP	Ca	Mg	S	Mn	B	Zn	Cu	Fe	Mo
Apple									
Cereals									
Citrus									
Maize									
O.S.R.									
Peach									
Peas									
Potatoes									
Strawberries									
Sugar Beet									
Sunflower									
Vines									

Soil Types and Problem Nutrients

	pH < 6.0	**pH 6 - 7**	**pH > 7.0**
Sandy	N,P,K,Ca,Mg, Mo,Cu,Zn	N,Mg,Mn,B, Cu,Zn	N,Mg,Mn,B, Cu,Zn,Fe
S.Loam	N,P,K,Ca,Mg, Mo,Cu	N,Mg,Mn,B, Cu	N,Mg,Mn,B, Cu,Fe
Loam	P,K,Mo	B,Mn	B,Mn,Cu,Fe
C.Loam	P,K,Mo	Mn	B,Mn
Clay	P,Mo		B,Mn
Organic	P,Zn,Cu	Mn,Zn,Cu	Mn,Zn,Cu
Chalky	Mg	Mg,Cu	Mg,Cu

MULDER'S CHART- element interactions



تجزیه گیاه یا تجزیه برگ

- تعیین مقدار عنصر در یک اندام یا بافت مشخص گیاه
- تجزیه گیاه: تجزیه آزمایشگاهی بافت گیاه نمونه‌برداری شده
- آزمون بافت: تجزیه شیرهٔ عصاره‌گیری شده سلول‌ها که معمولاً در مزرعه و با استفاده از کاغذهای ویژه، مواد شیمیایی و کیت‌های آزمایشی انجام می‌شود.

آزمون بافت:

تجزیه شیرهٔ عصاره‌گیری شده سلول‌ها که معمولاً در مزرعه و با استفاده از کاغذهای ویژه، مواد شیمیایی و کیت‌های آزمایشی انجام می‌شود.

کاربرد تجزیه گیاه

- رایج‌ترین کاربرد: اطمینان از علائم کمبود
- برای تشخیص سطح حاصلخیزی خاک
- تعیین این که آیا میزان کود مصرفی برای برطرف کردن نیاز گیاه کافی هستند یا نه
- تغییرات لگاریتمی [Track or log] در غلظت عناصر غذایی گیاه در طی فصل رشد و تعیین زمان کوددهی

مراحل مختلف تجزیه گیاه

- نمونه‌برداری
- آماده‌سازی نمونه
- تجزیه آزمایشگاهی
- تفسیر نتایج

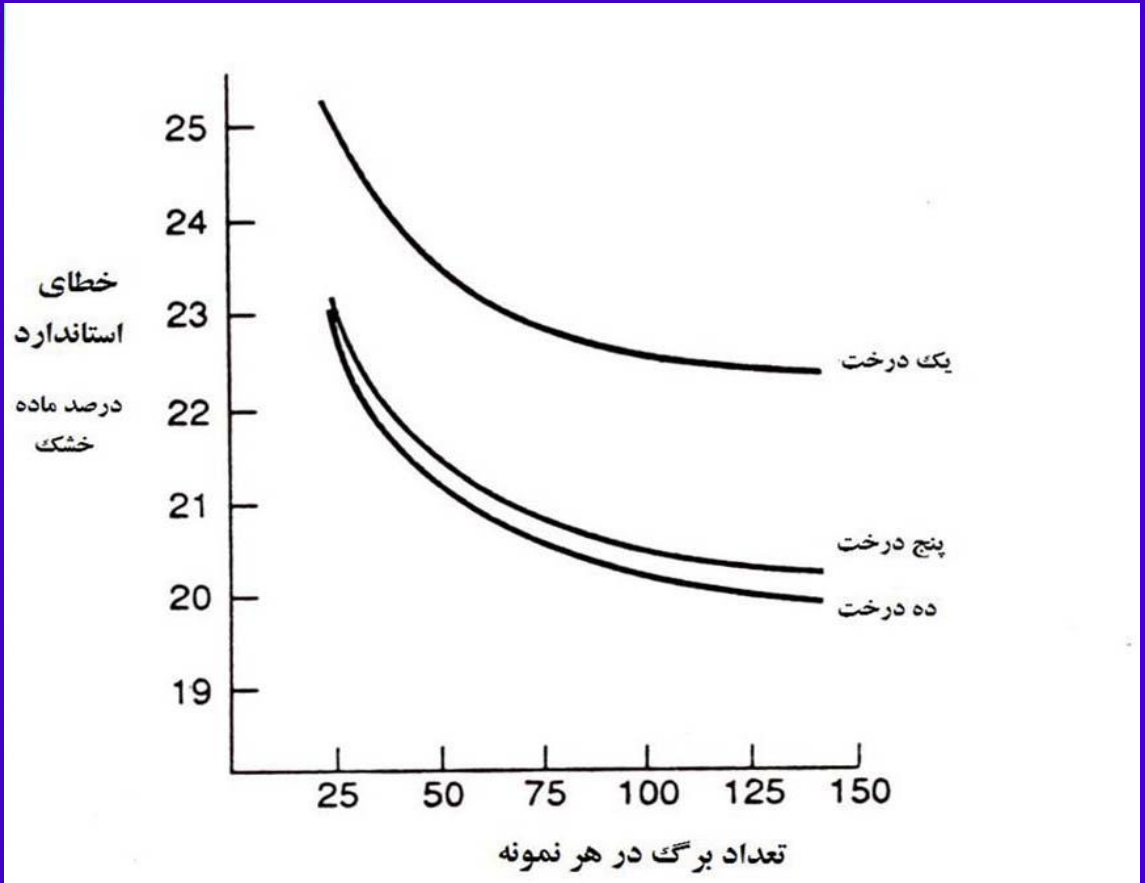
برخی نکات لازم در نمونه برداری گیاه:

عدم نمونه برداری از:

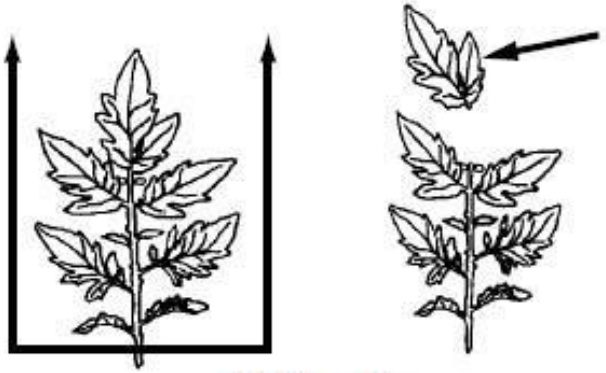
- گیاهانی تحت تنش های طولانی مدت محیطی یا تغذیه‌ای
- گیاهان آسیب دیده توسط حشرات، بیماری و خسارت مکانیکی
- گیاهان آلوده به گرد و غبار یا خاک یا مواد شیمیائی
- گیاهان ردیف‌های حاشیه‌ای یا برگهای سایه‌اندازی شده داخل کاناپی
- بافت‌های گیاهی مرده

تعداد برگ، تعداد بوته (درخت) یا تعداد نمونه مرکب مورد نیاز:

- بسته به هدف و دقت کار
- با افزایش تعداد برگ نمونه برداری شده از هر درخت و یا تعداد گیاه، واریانس نتایج تجزیه کاهش می یابد (شکل 2).



اندام نمونه برداری



گوجه فرنگی

مزرعه

بالاترین برگ بالغ
یا ساقه اصلی

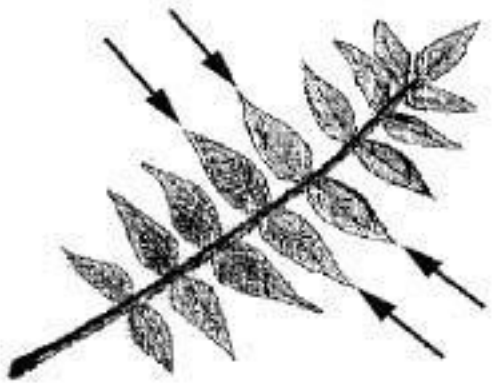
گلخانه

برگچه انتهایی یا برگ
مجاور تازه ترین خوشه

بیشتر سبزیجات

بالاترین برگ بالغ

گردو



جفت برگهای میانی شاخه انتهایی

تفسیر نتایج تجزیه گیاه

- غلظت‌های استاندارد یا بحرانی
- گسترهٔ بسندگی عناصر
- روش تلفیقی تشخیص و توصیه

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)

Soil testing آزمون خاک

- یک روش شیمیایی برای تخمین توان یک خاک در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه

محاسن:

- سریع‌تر از روشهای زیستی
- امکان پیش بینی و تعیین وضعیت تغذیه‌ای خاک قبل از کاشت گیاه

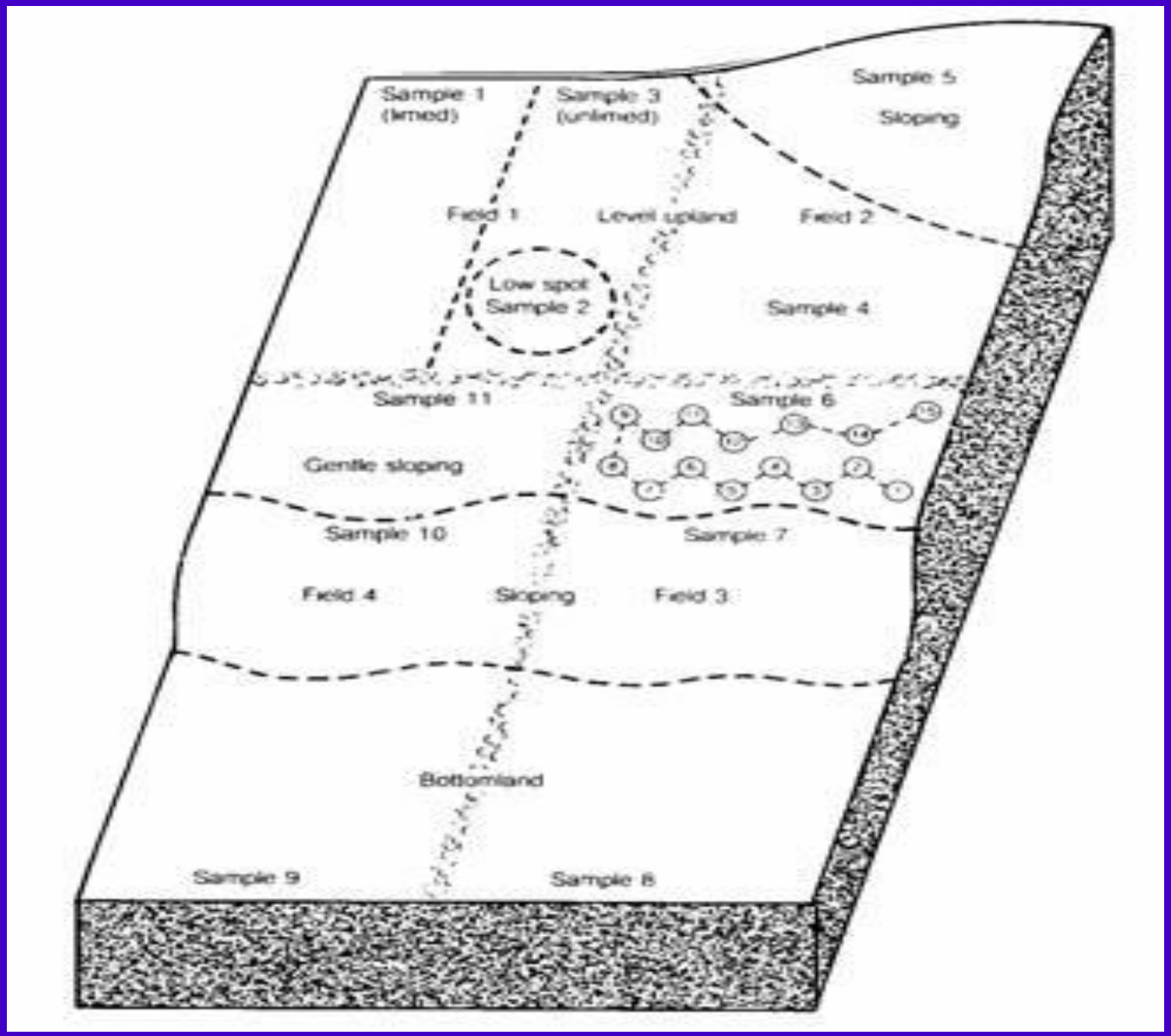
مراحل آزمون خاک

- نمونه برداری خاک
- تجزیه خاک و همبستگی (Correlation)
- تفسیر نتایج آزمون خاک و ارائه توصیه کودی

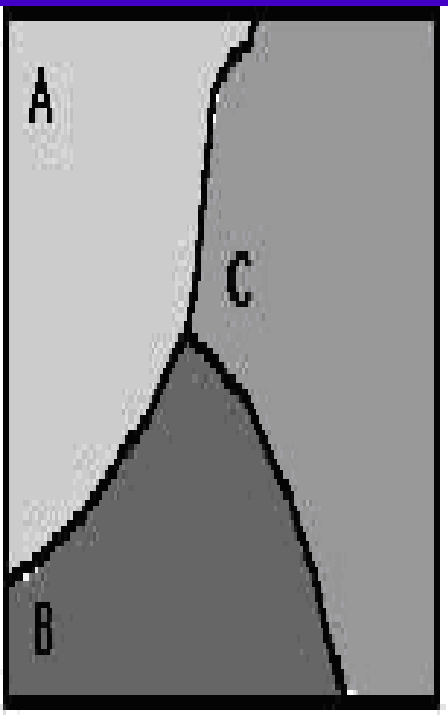
نمونه برداری خاک
Soil Sampling

تهیه نمونه واقعی از خاک مزرعه:

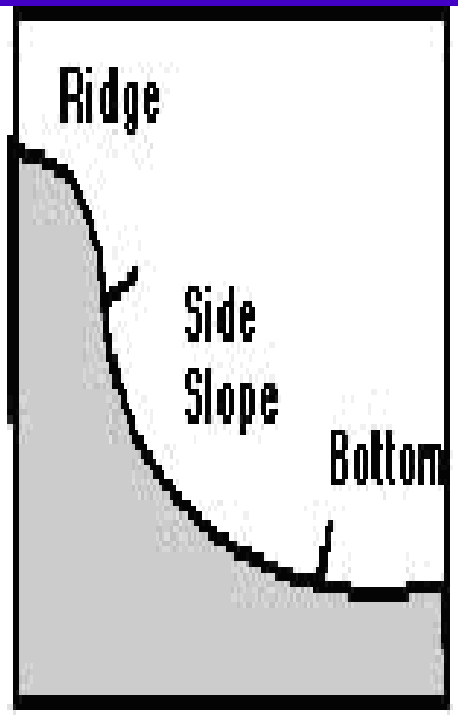
ارزیابی وضعیت مزرعه (یکنواختی و غیریکنواختی زمین، شیب، رنگ، کاربری قبلی)



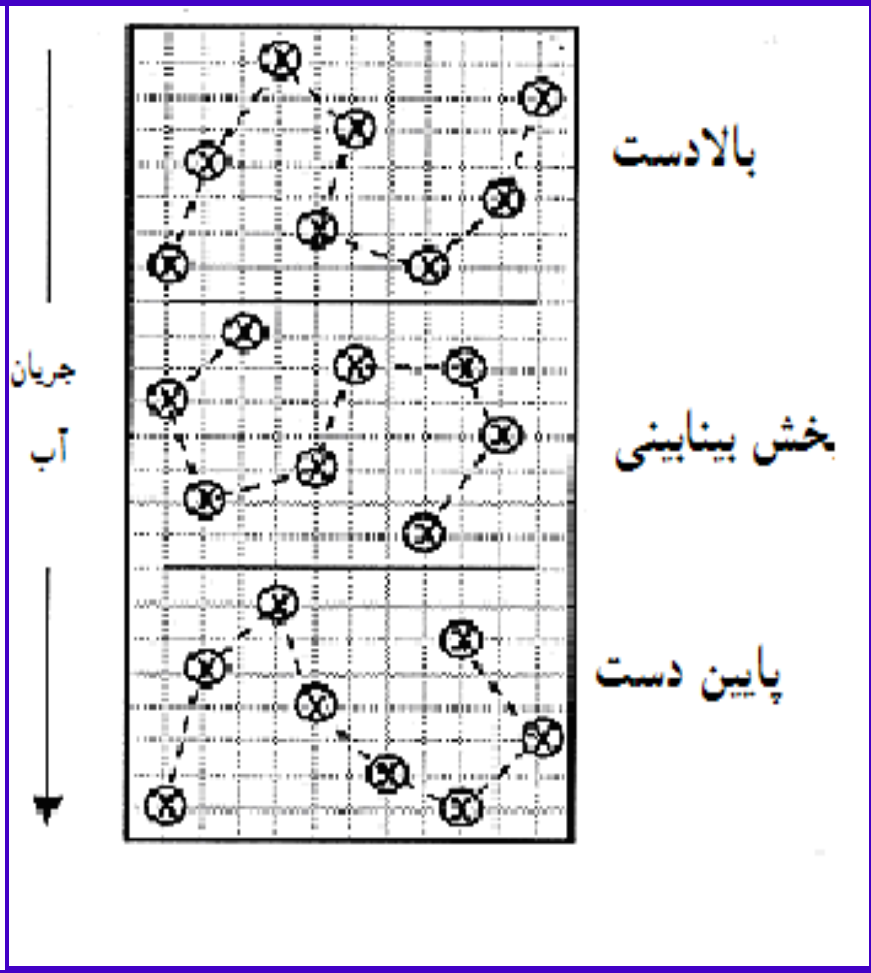
نمونه برداری جداگانه از قسمت های مختلف زمین در امتداد جهت آبیاری، شیب زمین یا واحدهای نقشه



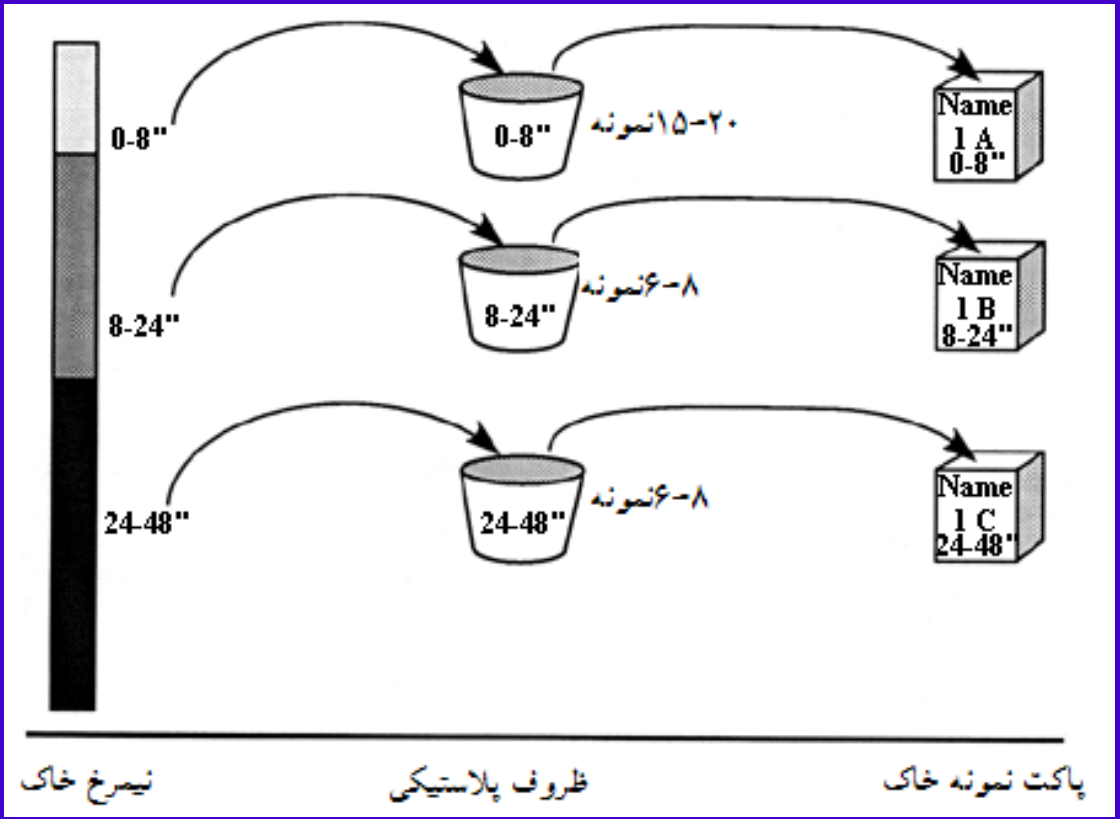
تیپ خاک



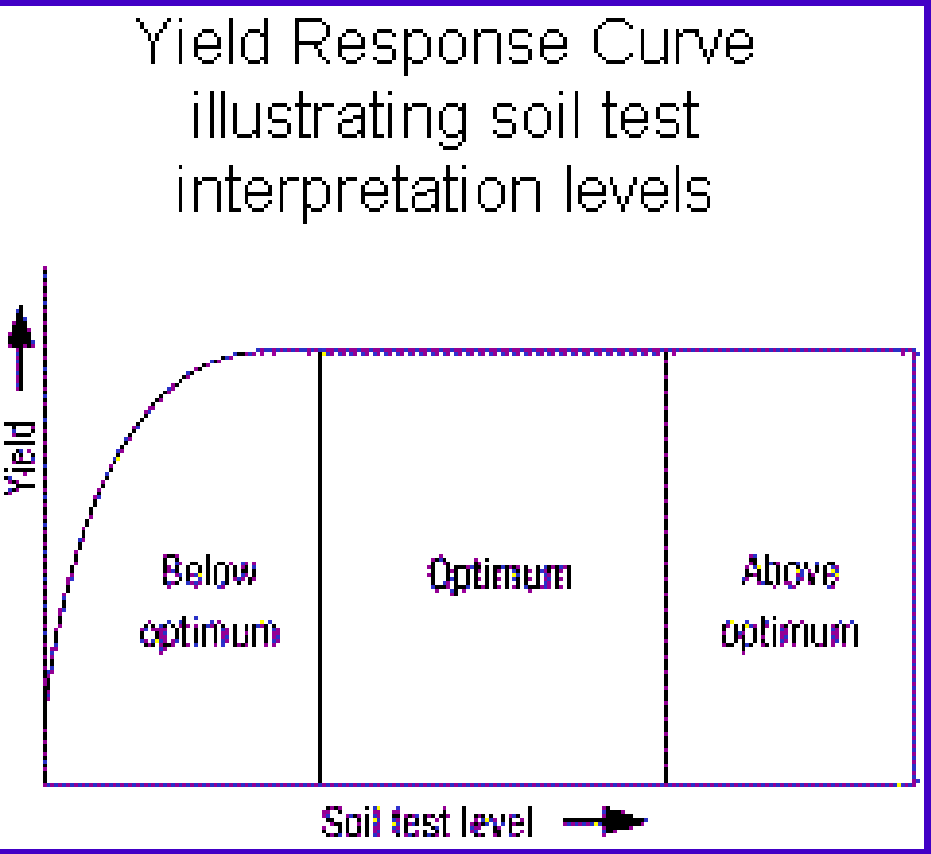
موقعیت بر روی شیب



تهیه یک نمونه مرکب



Correlation همبستگی



- انتخاب یک عصاره گیر
- همبستگی بین مقدار عنصر عصاره گیری شده (مقدار آزمون) با مقدار جذب شده به وسیله گیاه
- واسنجی مقدار آزمون در رابطه با اثرهای آن بر ویژگی‌های گیاهی مورد نظر که معمولاً عملکرد یا کیفیت می‌باشد.

واسنجی (Calibration) مقدار آزمون

آزمایش های کوددهی

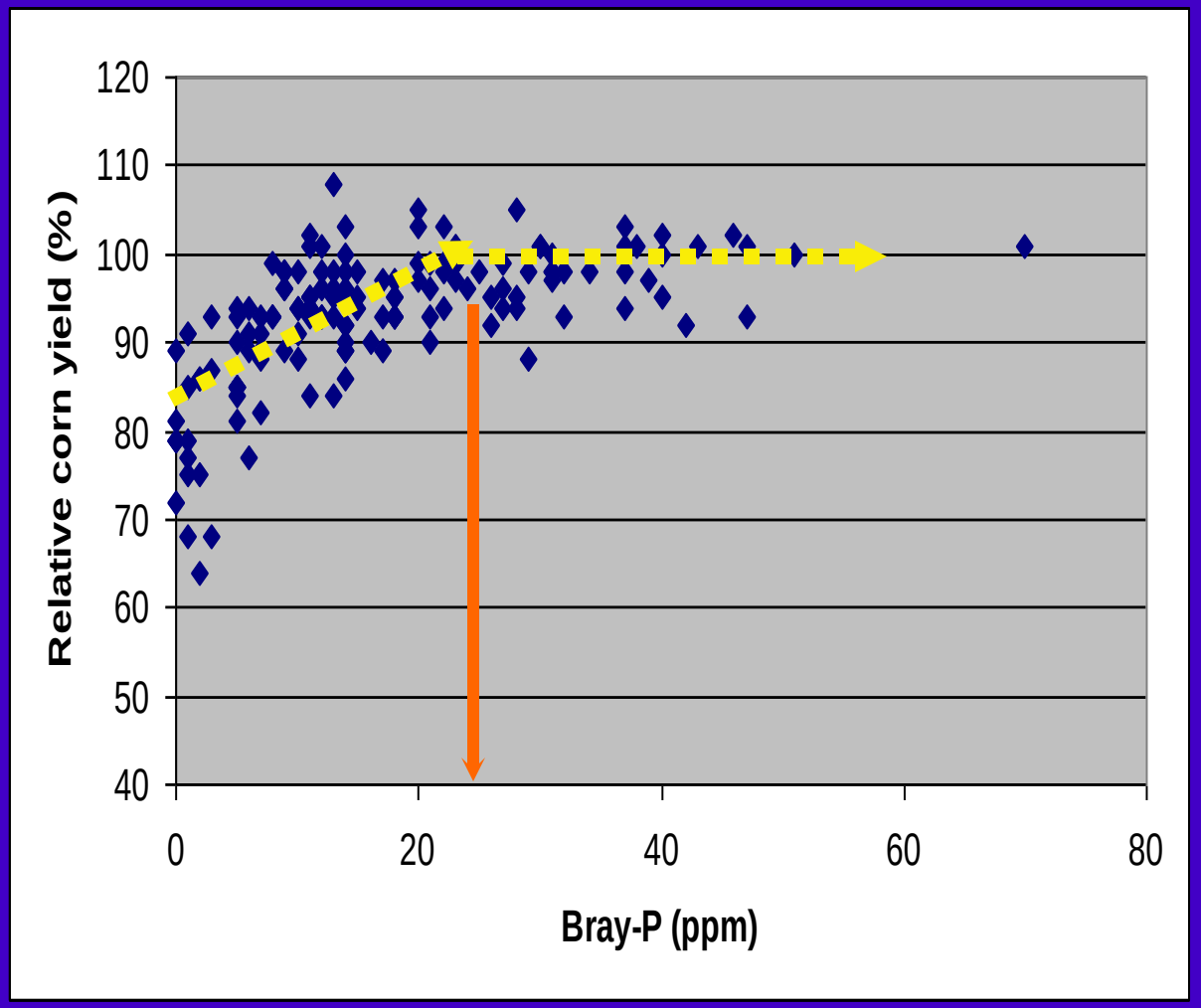
- گلخانه ای
  - خاک همگن
- مزرعه ای
  - با تعداد محدودی خاک

همبستگی (تعیین حد بحرانی)

- روش کیت–نلسون

Cate-Nelson method

- تعیین درصد عملکرد نسبی به ازای مقادیر مختلف کود مصرفی یا مقادیر مختلف عنصر در خاک



تفسیر نتایج آزمون خاک و ارائه توصیه کودی

- تفسیر نتایج آزمون خاک: تعیین وضعیت حاصلخیزی خاک بر اساس یکسری عوامل مشخص به ویژه نتایج تجزیه های شیمیائی و روابط خاک و گیاه

- تفسیر نتایج آزمون خاک بر اساس:
  - پتانسیل تولید
  - کیفیت محصول
  - ویژگی های مختلف خاک
  - شرایط اقلیمی منطقه
  - سیستم های خاکورزی
  - کیفیت محیط زیست

- پیچیده بودن ارائه توصیه کودی در آزمون خاک
- متأثر از سایر مراحل (نمونه برداری، تجزیه شیمیائی و ...)
- تفاوت تفسیر نتایج آزمون خاک و روش توصیه کودی در مناطق مختلف

روش های تفسیر نتایج آزمون خاک:

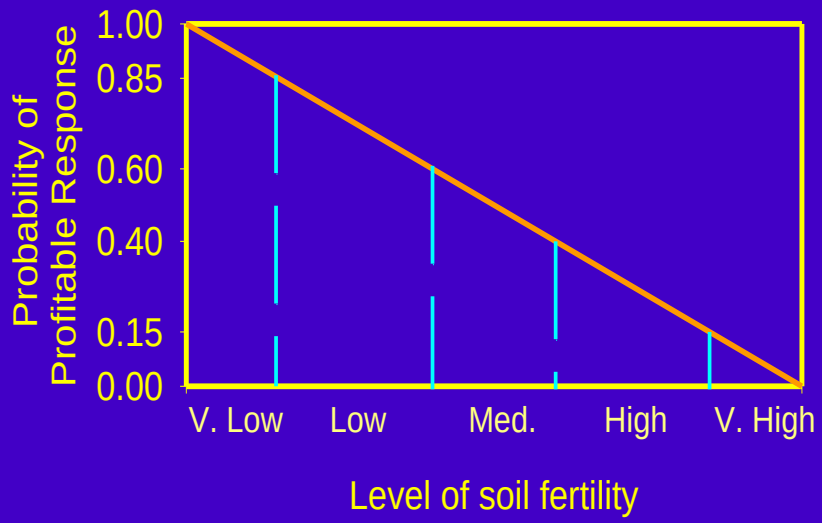
- سطح کفایت (Basic Cation Saturation Ratio (BCSR
- نسبت اشباع کاتیون بازی

سطح کفایت : گستره ای از غلظت عناصر در خاک که در غلظتهای کمتر از آن احتمال پاسخ گیاه به کاربرد کود وجود داشته ولی در غلظتهای بالاتر، مصرف کود تأثیری بر رشد و عملکرد گیاه ندارد.

در نسبت اشباع کاتیون بازی: فرض بر این است که با ایجاد یک نسبت ایده ال کلسیم، منیزیم و پتاسیم در خاک می توان به حداکثر محصول دست یافت. در این روش، نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف در نظر گرفته نشده اند

گروه بندی بر اساس آزمون خاک
Soil test categories

گروه	احتمال پاسخ (٪)
بسیار کم	90
کم	75
بینابینی	50
زیاد	30
خیلی زیاد	10



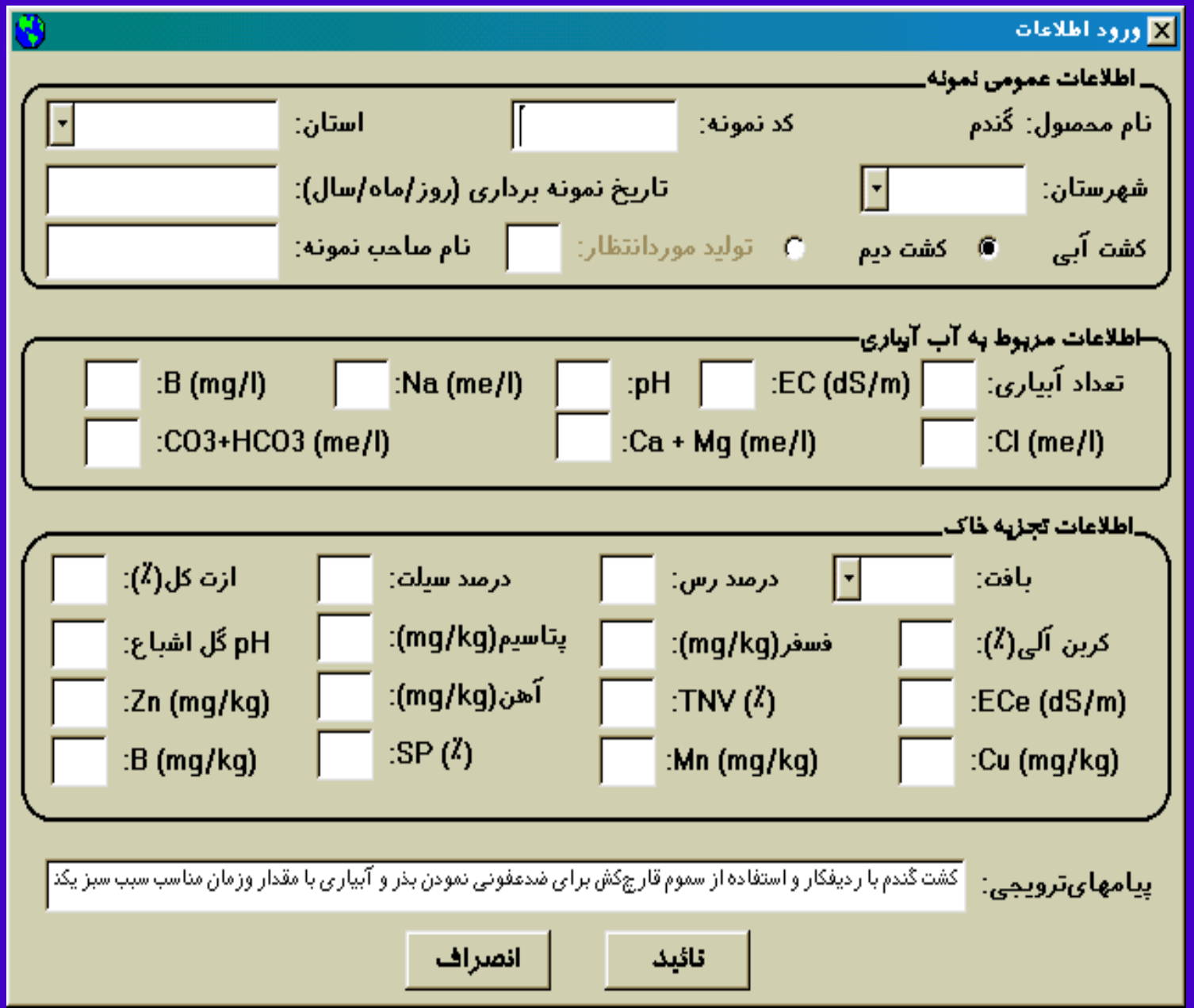
مدل های رایانه ای توصیه کودی

وارد کردن کلیه اطلاعات لازم از جمله:

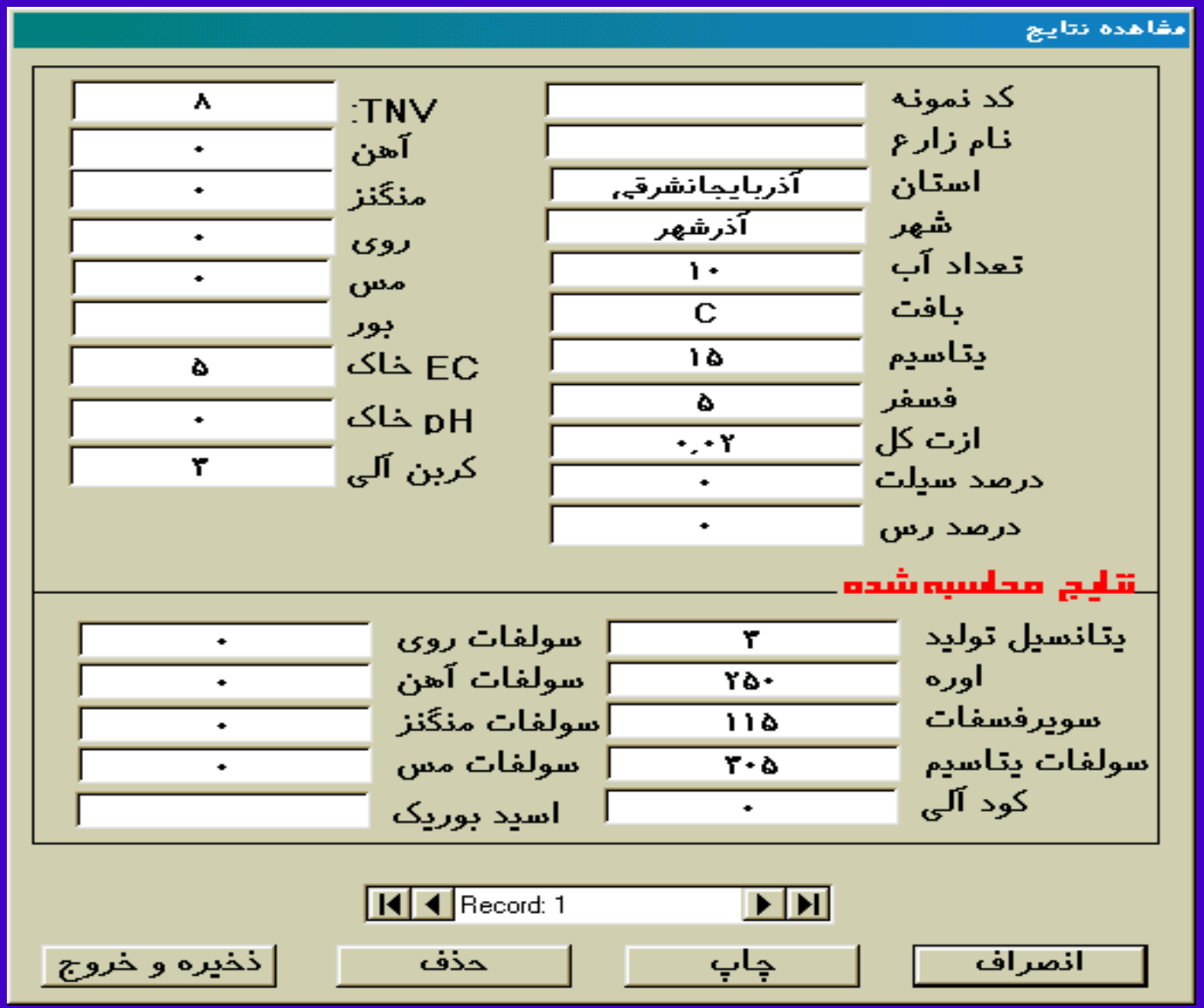
- پتانسیل تولید منطقه و خاک
- شوری
- کربنات کلسیم معادل خاک
- بافت خاک
- قابلیت استفاده فسفر و پتاسیم
- درصد نیتروژن خاک
- شوری آب آبیاری
- پ –هاش خاک
- مقدار قابل استفاده عناصر کم مصرف

در برخی برنامه ها علاوه بر توصیه کودی، اطلاعات مربوط به رقم، زمان کاشت، مقدار بذر و برخی برنامه های اصلاحی لازم برای افزایش تولید محصول بر روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود.

صفحه ورودی مدل توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب



صفحه خروجی مدل توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب



آزمون‌های زیستی

- **آزمون‌های مزرعه‌ای**
  - گران و زمان‌بر
  - شرایط اقلیمی و سایر عوامل رشد را نمی‌توان کنترل کرد

- **آزمون‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی**
  - کشت گلدانی میتچرلیخ
    - کشت جو دو سر در گلدان‌های دارای شش پوند خاک تا رسیدگی کامل
    - عملکرد گیاه در تیمارهای N-P و N-K به شکل درصد عملکرد در تیمار کامل N-P-K
    - مثال اگر در تیمار N-P-K 80 گرم و در تیمار N-K 60 گرم ماده خشک تولید شده باشد، عملکرد 75 درصد خواهد بود
  - روش جوانه‌زنی نیوبائر [Neubauer seeding method]
    - بر پایهٔ جذب عناصر غذایی به وسیلهٔ تعداد زیادی از گیاهان رشد کرده در یک مقدار کم خاک
    - محاسبه برداشت عنصر با تجزیهٔ شیمیایی کل گیاه
  - روش کوتاه مدت[Short-term Method]
    - تلفیقی از عصاره‌گیری شیمیایی و روش‌های گلخانه‌ای
    - گیاه فقیر از عنصر غذایی در شن رشد می‌کند. در فاصله زمانی دو تا سه هفته، یک توده به هم فشرده ریشه‌ای در قسمت زیر تشکیل می‌شود. سپس ریشه‌ها را در جعبه دیگری در تماس با خاک و یا خاک کوددهی شده قرار می‌دهند. بعد از یک هفته که عناصر غذایی به وسیلهٔ ریشه جذب شد، گیاهان را تجزیه می‌کنند

• روش‌های میکروبیولوژیکی

راهکار ساکت و استوارت [Sakett and Stewart technique]

رشد ازتوباکتر

بر پایه کار وینوگراودسکی بنا شده برای مطالعه وضعیت فسفر و پتاسیم در خاک‌های کلرادو
تهیه محیط کشت از خاک و افزودن فسفر، پتاسیم و هر دو عنصر به محیط
تلقیح محیط کشت با ازتوباکتر به مدت 72 ساعت

آسپرژیلوس نیجر [*Aspergillus niger*]

وزن چهار توده میسلیومی (گرم)	پتاسیم جذب شده به وسیله آسپرژیلوس نیجر در 100 گرم خاک (میلی گرم)	درجه کمبود پتاسیم
کمتر از 4/1 4/1 -0/2 بیشتر از 0/2	< 50/12 5/12 -6/16 > 6/16	خیلی کمبود کمبود ملایم یا بینابینی بدون کمبود

راهکارهای سبز در بهبود حاصلخیزی خاک
'green' way

- اهمیت بکارگیری روشهای تولید پایدار از لحاظ زراعی و اقتصادی

Legume intercropped with maize in Wenchi, Ghana, Africa

imants