

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

عنوان دوره: اصول کاربردی تغذیه گیاهان

قسمت اول: شناخت

علیرضا جعفرنژادی

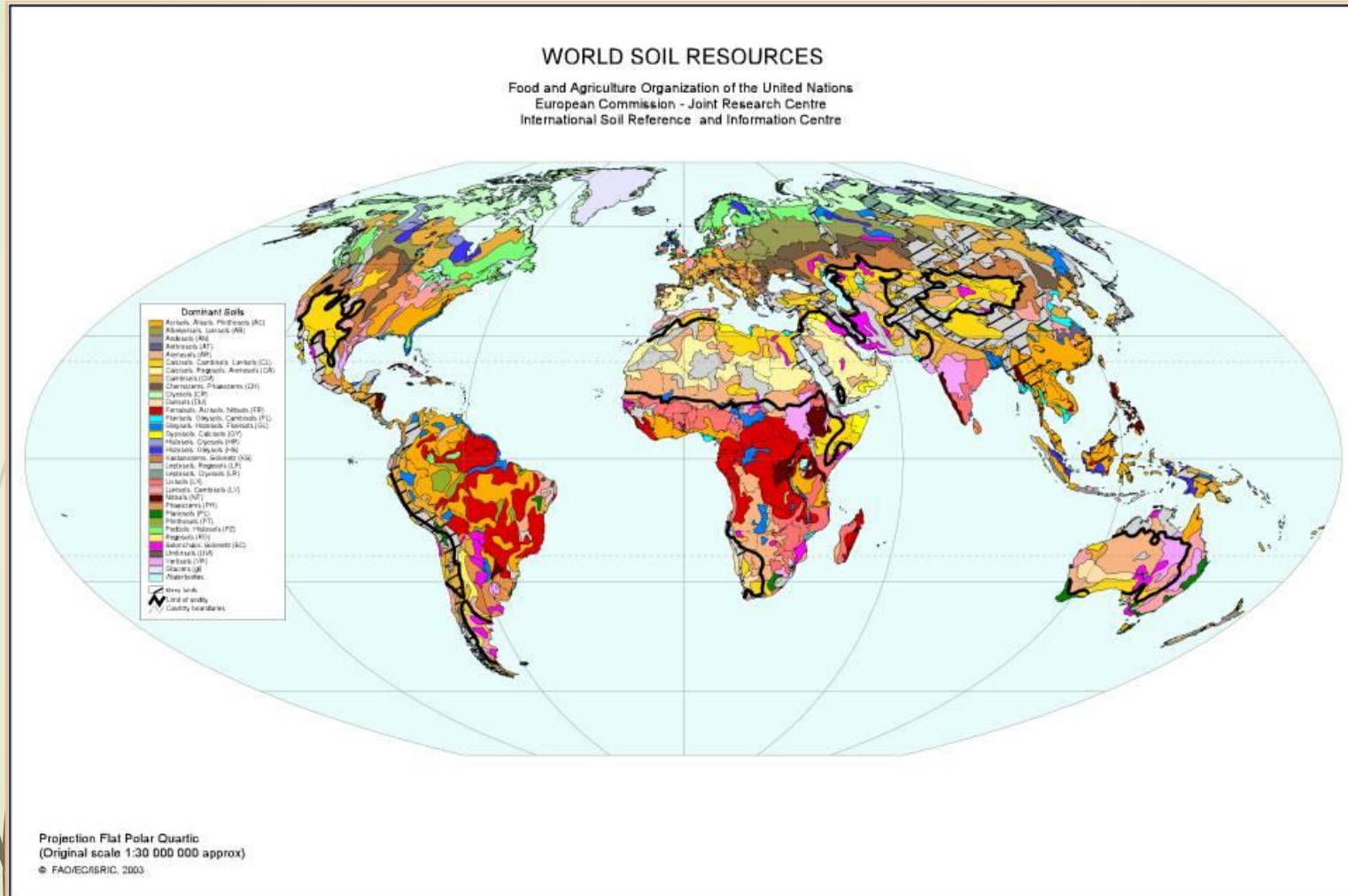
دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب

مرداد ۱۴۰۳



منابع تولید



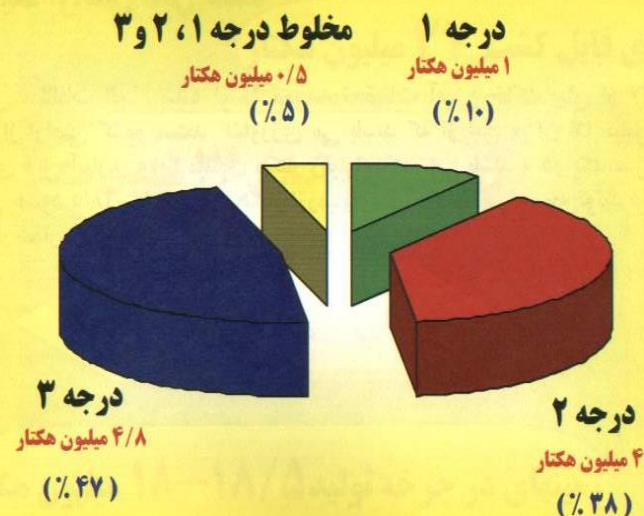


محدودیت های خاک برای کشاورزی

خاک های کشاورزی ایران

۲۸

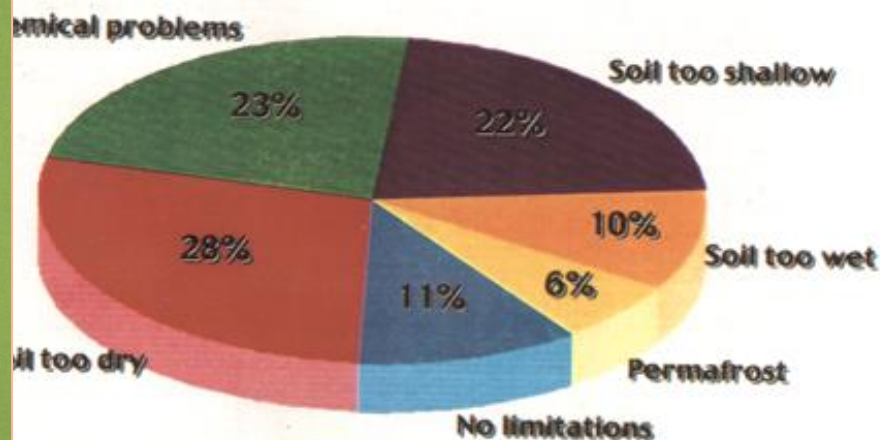
نمودار شماره ۳ - اراضی دارای قابلیت آبیاری ثقیل



ماخذ: موسسه تحقیقات خاک و آب - وزارت جهاد کشاورزی

خاک های کشاورزی جهان

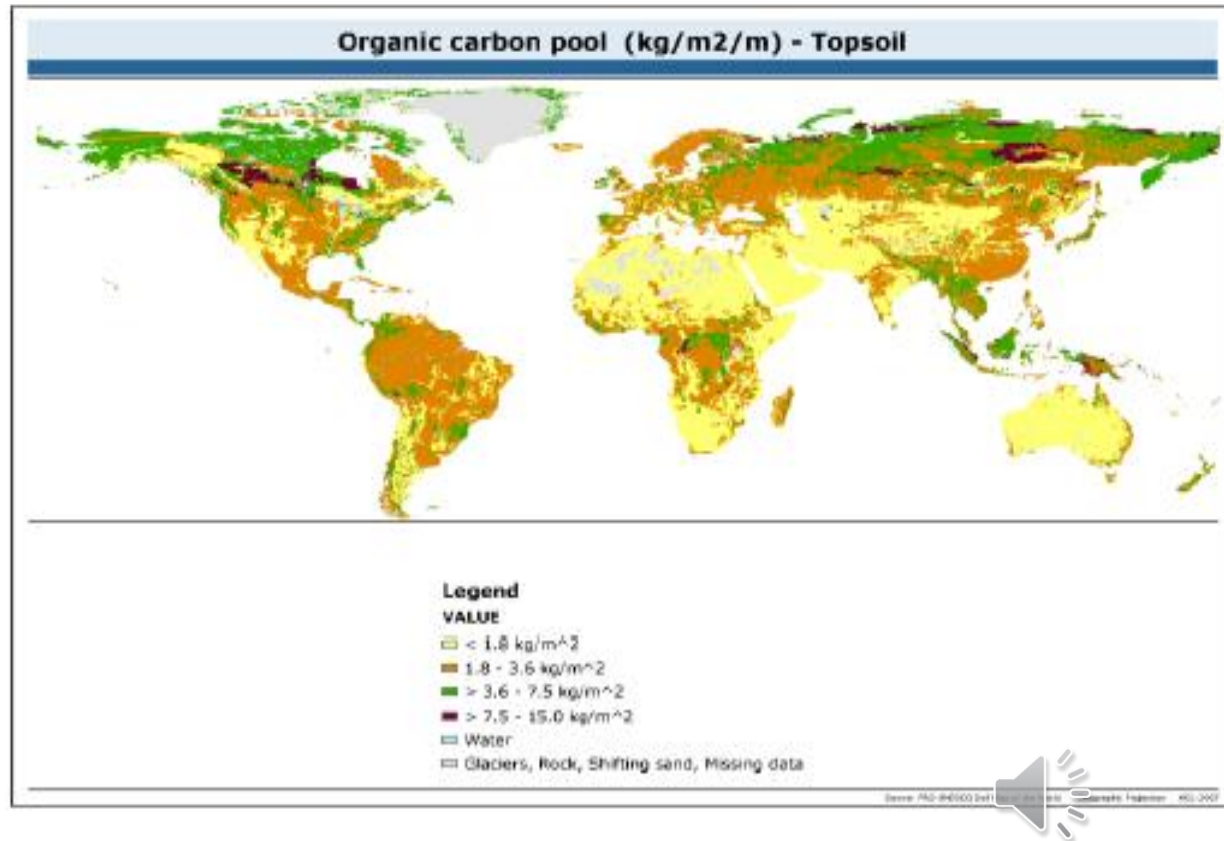
Soil Limits Agriculture



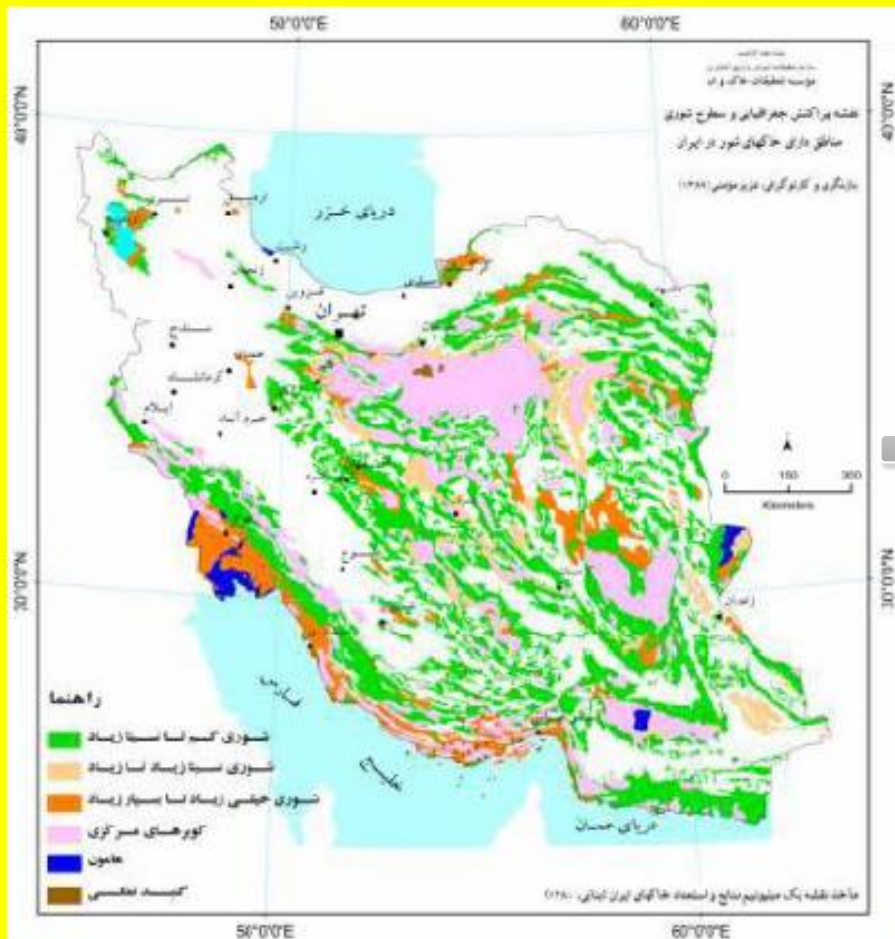
Source: FAO



واقع شدن ایران در کمر بند خشک کره زمین



محدودیت شوری خاک در ایران



SHORT MAP



نقشه پراکنش خاک های شور در کشور







میزان تولید و غذای مورد نیاز :

• حجم تولیدات کشاورزی موجود حدود دو برابر دهه ۱۳۴۰ می باشد که برای سه دهه آینده بایستی تکرار شود.

• جهت تأمین نیازهای تغذیه‌ای در حد مطلوب، بخش کشاورزی (با کمک یا بدون کمک واردات) باید عرضه کننده ۱۶/۵ میلیون تن گندم، ۲/۵ میلیون تن شلتوک، ۱/۲ میلیون تن قند و شکر، ۷/۴ میلیون تن سیب زمینی، ۲ میلیون تن انواع گوشت و تخم مرغ و ۱۲ میلیون تن شیر باشد.

• این در حالی است که در فاصله سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۷۷ یعنی ربع قرن تنها ۴۸۳ هزار هکتار افزایش سطح زیر کشت داشته‌ایم.

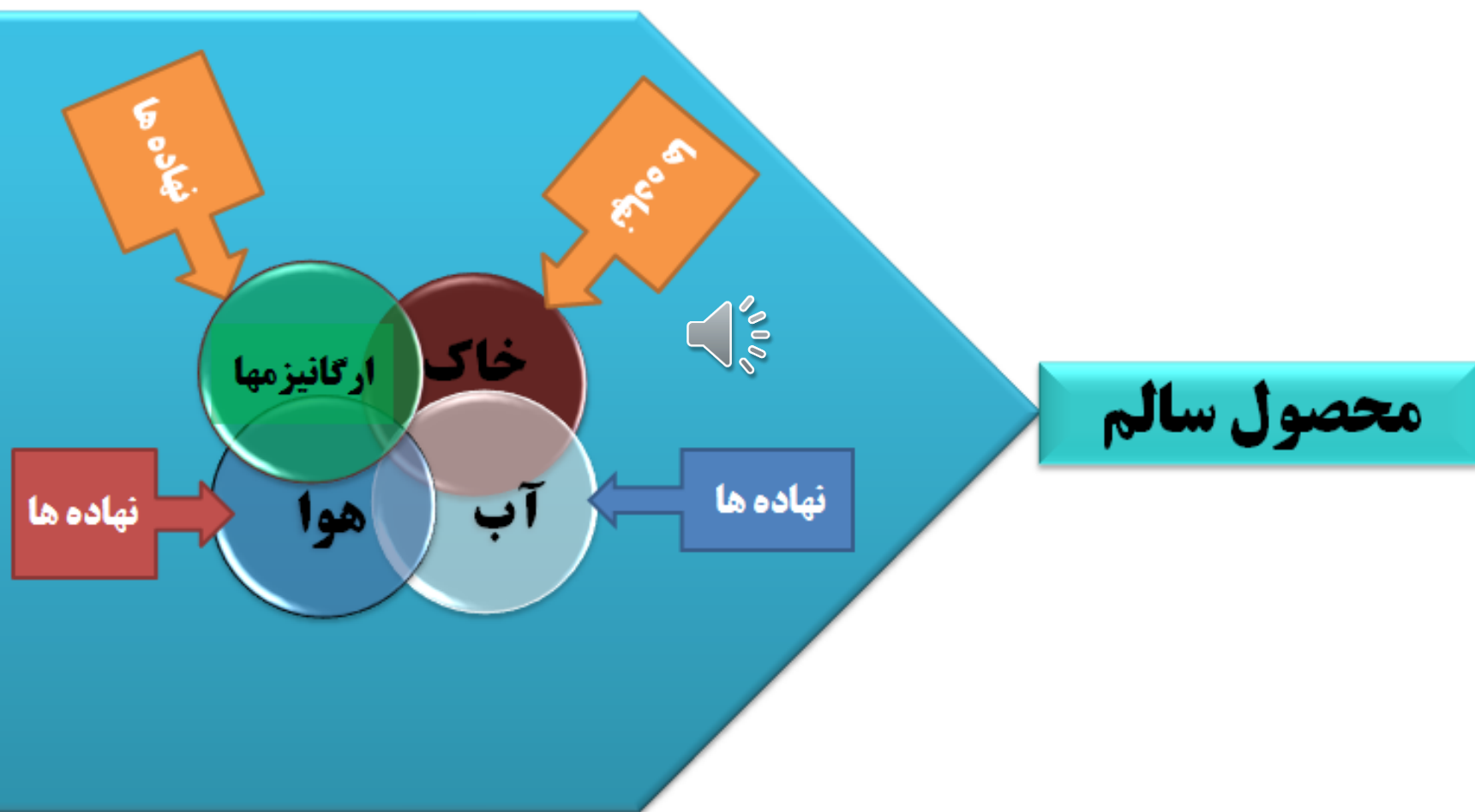
امنیت غذایی

➤ امنیت غذایی به معنی وضعیتی است که همه مردم در همه زمانها از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی دسترسی به غذای کافی، **ایمن** و مغذی برای تامین نیازهای رژیم غذایی و ترجیحات غذایی برای  گی فعال و سالم داشته باشند (FAO, 2013).

➤ غذای ایمن (Safe food) غذایی است که وقتی مطابق با استفاده موردنظر آماده یا خورده می شود باعث آسیب به مصرف کننده نگردد (FAO and WHO, 2009).

۶ عامل اصلی در تولید محصول سالم

مدیریت صحیح



مدیریت درست

- انتخاب زمین مناسب برای محصول مورد نظر
- استفاده درست از آب آبیاری با کیفیت مناسب
- استفاده نوع و مقدار مناسب ، در زمان و جایگذاری درست کودها
- انتخاب گونه و رقم مناسب
- زمان برداشت
- مدیریت نور و دما
- ...و



عوامل موثر بر تولید پایدار محصولات کشاورزی

(تولید حداکثر و با کیفیت با حفظ محیط زیست، حداکثر درآمد و سازگار با شرایط اجتماعی)

- شرایط مناسب اقلیمی (دما، نور، بارش)
- شرایط خاکی مناسب (خاک با توان تولید بالا)
- کشت ارقام پرمحصول (سازگار با شرایط اقلیمی و خاکی موجود و مقاوم در برابر آفات و بیماریها)
- رعایت تاریخ کشت توصیه شده
- رعایت آرایش مناسب کشت و تناوب زراعی
- مبارزه با آفات، بیماریها و علف های هرز (مبارزه مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی)
- آبیاری برنامه ریزی شده بر اساس حجم آب در دسترس (آبیاری با حداکثر راندمان، به کارگیری فن آوری در آبیاری)
- استفاده از ماشین آلات مناسب برای خاکورزی، کاشت، داشت و برداشت محصول
- مدیریت بهینه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه (۵۰-۳۰ درصد در تولید موثر است)
- شرایط مناسب بازار
- آموزش مستمر و آشنایی با فن آوری های جدید منطبق با شرایط اجتماعی
-



توان تولید خاک (Soil Productivity)

توانایی خاک در تولید محصول است که به ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن بستگی دارد.



- بافت خاک
- ساختمان خاک
- دمای خاک
- عمق خاک
- pH خاک
- شوری خاک (EC)
- ظرفیت نگهداری آب خاک
- فعالیت زیستی خاک
- کربن آلی خاک
- کربنات کلسیم خاک
- عناصر غذایی خاک



حاصلخیزی خاک (Soil Fertility)

یک عامل از توان تولید خاک است که بیانگر توانایی خاک در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می باشد. این توانایی به ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک وابسته است



تعریف

اجزاء حاصلخیزی خاک

توان موجودات خاکزی (میکروارگانیس‌ها، جانوران خاک و ریشه‌ها) برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان، تعلیف دام، تولیدمثل و کیفیت (از دیدگاه انسان و دام) در عین حفظ فرآیندهای بیولوژیک که تأثیر مثبتی بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک دارند.

حاصلخیزی بیولوژیک خاک

ظرفیت خاک برای تأمین محیط شیمیایی مناسب و وضعیت تغذیه‌ای خوب برای گیاهان و تعلیف دام، تولیدمثل و کیفیت (از دیدگاه انسان و دام) به نحوی که آسیبی به فرآیندهای مفید فیزیکی و بیولوژیک که در چرخه عناصر غذایی نقش دارند وارد نشود.

حاصلخیزی شیمیایی خاک

ظرفیت خاک برای ایجاد شرایط فیزیکی مناسب که سبب بهبود تولید گیاه، تولیدمثل و کیفیت شود (از دیدگاه انسان و دام) بدون اینکه به تخریب ساختمان خاک و یا فرسایش خاک منجر شود و تأثیر مثبتی بر فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیک خاک داشته باشد.

حاصلخیزی فیزیکی خاک

اهمیت نظام مبتنی بر حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

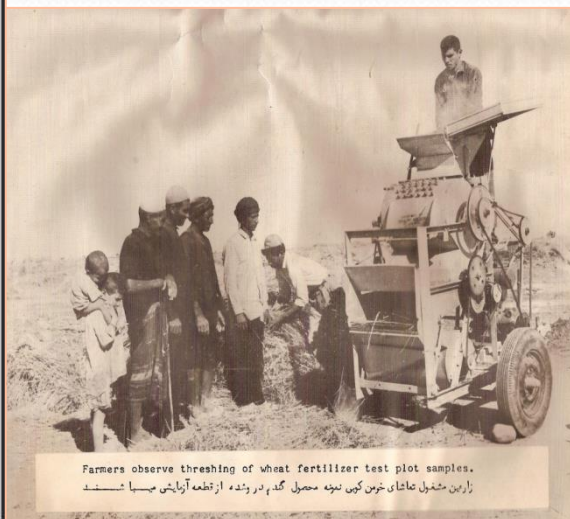
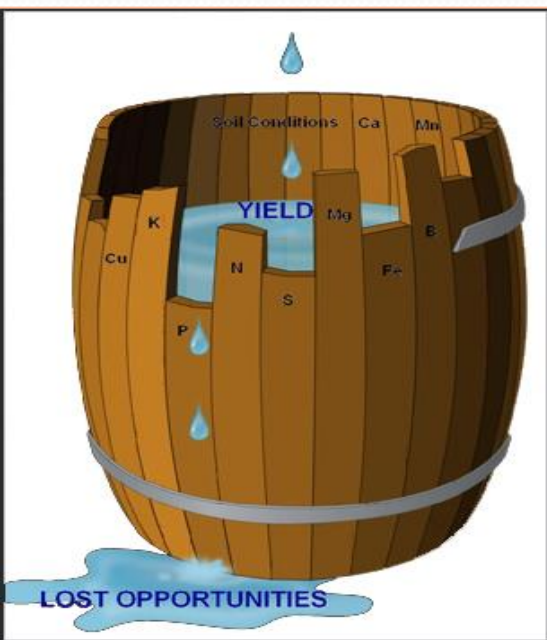
- حاصلخیزی خاک: توان کیفی خاک برای تامین عناصر غذایی به مقدار کافی و در توازن مطلوب برای رشد گیاهان یا محصولات معین (ابطحی و همکاران، ۱۳۷۹).
- مطالعات انجام شده طی سه دهه گذشته توسط سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد (FAO) بر روی جمع‌بندی ۴۰ هزار آزمایش بیانگر آن است که بیش از ۵۵ درصد افزایش تولیدات کشاورزی مرهون مصرف کودهای شیمیایی بوده است (Hamdallah، ۲۰۰۰).
- استوارت و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۳۶۲ فصل زراعی بیان نمودند که ۳۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد مزارع و باغها به مصرف کودهای تجاری وابسته است.

به طور کلی اولویت مشکلات کشاورزی در کشور

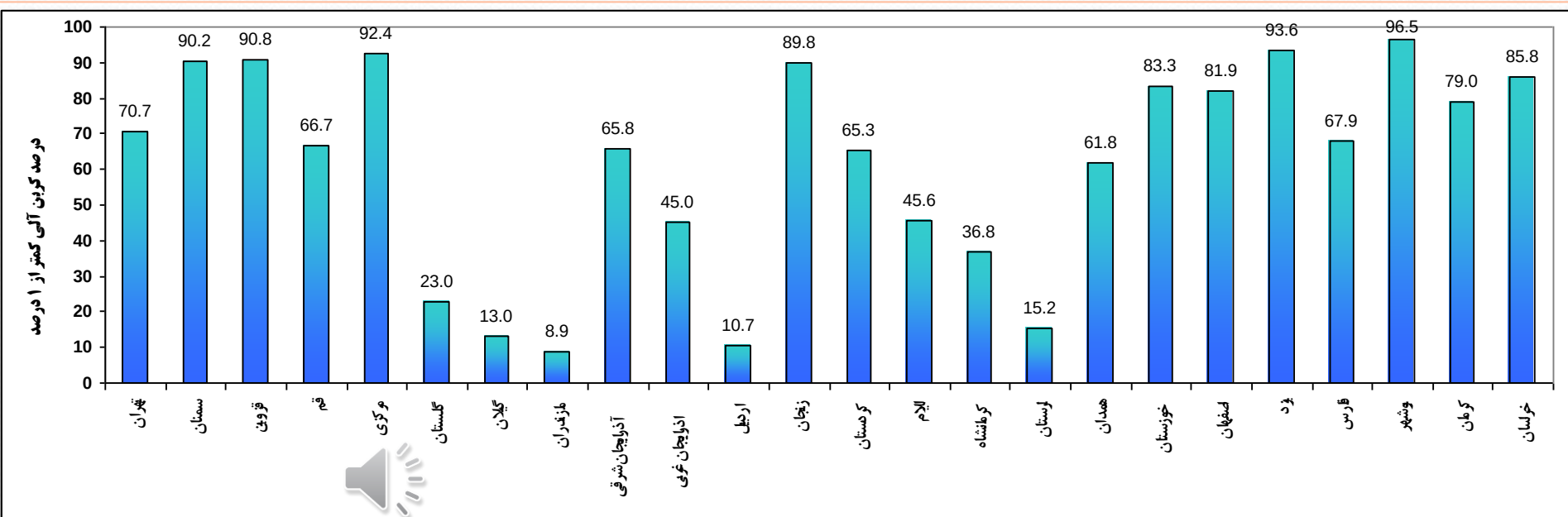
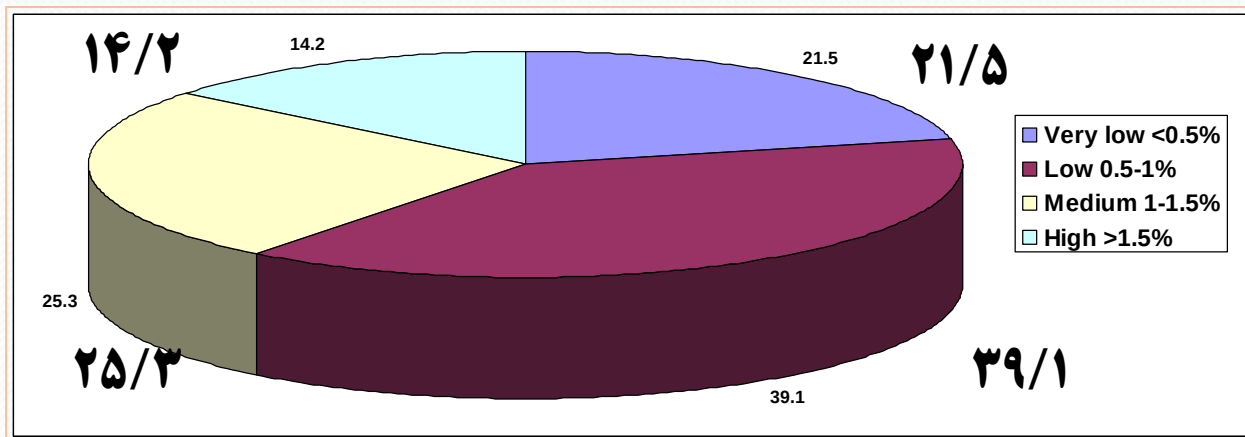
- عدم توجه به عناصر غذایی خاک و تخلیه خاک‌ها (تغذیه گیاه)
- عدم توجه به فیزیک خاک (وضعیت نامناسب ریشه)
- بیماری‌های گیاهی



وضعیت حاصلخیزی خاکهای کشور



وضعیت کربن آلی در خاکهای کشور



در ۶۰ درصد اراضی کشاورزی کشور میزان کربن آلی خاک کمتر از یک درصد می باشد

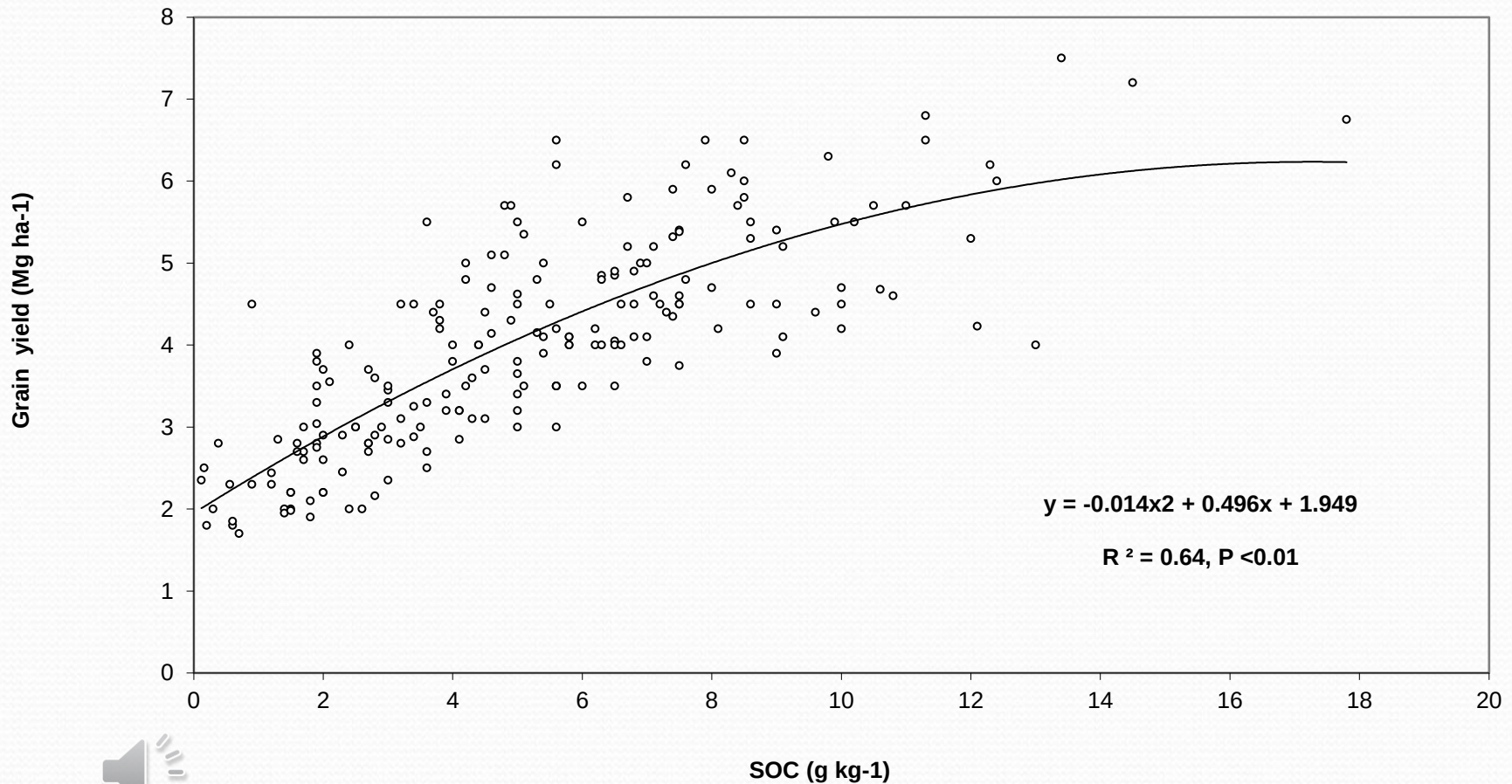
جدول ۱ - دامنه مقدار کربن آلی خاکهای زراعی کشور (بر حسب درصد)

Zone	استان	n	Min	Max	Mean	SD	Range (%)			
							Very low <0.5	Low 0.5-1	Medium 1-1.5	High >1.5
1	تهران	908	0.0	3.4	0.7	0.40	26.3	55.3	13.8	4.6
	سمنان	92	0.0	7.1	0.7	1.03	51.1	39.1	4.3	5.4
	قزوین	184	0.1	2.3	0.7	0.31	26.6	64.1	7.1	2.2
	قم	3	0.9	1.2	1.0	0.17	0.0	66.7	33.3	0.0
	مرکزی	458	0.2	2.8	0.6	0.35	41.3	51.1	4.4	3.3
2	کل منطقه	1645	0.0	7.1	0.7	0.44	31.9	54.2	9.9	4.0
	گلستان	2730	0.1	8.0	1.3	0.46	2.5	20.5	44.2	32.8
	گیلان	1162	0.0	7.8	2.1	0.97	3.1	9.9	12.1	74.9
	مازندران	1904	0.0	10.0	1.9	0.81	0.8	8.1	27.7	63.4
	کل منطقه	5796	0.0	10.0	1.7	0.78	2.1	14.3	32.3	51.3
3	آذربایجان شرقی	278	0.0	2.8	0.8	0.49	28.4	37.4	23.0	11.2
	آذربایجان غربی	1869	0.0	5.5	1.2	0.71	8.7	36.3	28.4	26.6
	اردبیل	75	0.1	2.5	1.3	0.35	2.7	8.0	66.7	22.7
	زنجان	719	0.1	2.2	0.7	0.29	27.8	62.0	8.3	1.8
	کرمانشاه	101	0.3	2.1	0.9	0.36	5.9	59.4	28.7	5.9
4	کل منطقه	3042	0.0	5.5	1.1	0.65	14.8	42.5	24.1	18.5
	ایلام	1035	0.0	8.0	1.2	0.65	10.6	35.0	27.4	27.0
	کرمانشاه	592	0.1	4.7	1.2	0.52	2.5	34.3	44.8	18.4
	لرستان	33	0.8	1.9	1.3	0.26	0.0	15.2	63.6	21.2
	همدان	1321	0.2	3.9	1.0	0.52	8.4	53.4	26.3	11.9
5	کل منطقه	2981	0.0	8.0	1.1	0.57	7.9	42.8	30.8	18.5
	خوزستان	5939	0.1	7.9	0.8	0.41	21.0	62.3	14.1	2.6
	کل منطقه	5939	0.1	7.9	0.8	0.41	21.0	62.3	14.1	2.6
	اصفهان	481	0.0	3.5	0.6	0.49	54.7	27.2	13.7	4.4
	یزد	202	0.0	2.9	0.5	0.37	62.4	31.2	4.5	2.0
6	کل منطقه	683	0.0	3.5	0.5	0.46	57.0	28.4	11.0	3.7
	فارس	418	0.0	3.0	0.9	0.40	17.5	50.5	27.3	4.8
	کل منطقه	418	0.04	3	0.8	0.40	17.5	50.5	27.3	4.8
	کرمان	39	0.3	3.2	1.2	0.59	10.3	30.8	38.5	20.5
	کل منطقه	39	0.3	3.2	1.2	0.59	10.3	30.8	38.5	20.5
7	خراسان	233	0.1	1.9	0.6	0.34	39.9	45.9	10.7	3.4
	کل منطقه	233	0.0585	1.94	0.64	0.34	39.9	45.9	10.7	3.4
	کل منطقه	233	0.0585	1.94	0.64	0.34	39.9	45.9	10.7	3.4
	کل منطقه	233	0.0585	1.94	0.64	0.34	39.9	45.9	10.7	3.4
	کل منطقه	233	0.0585	1.94	0.64	0.34	39.9	45.9	10.7	3.4
10	کل	20776	0.0	10.0	1.1	0.71	15.1	41.0	22.9	21.0

توجه: در استانهای چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان داده نبود

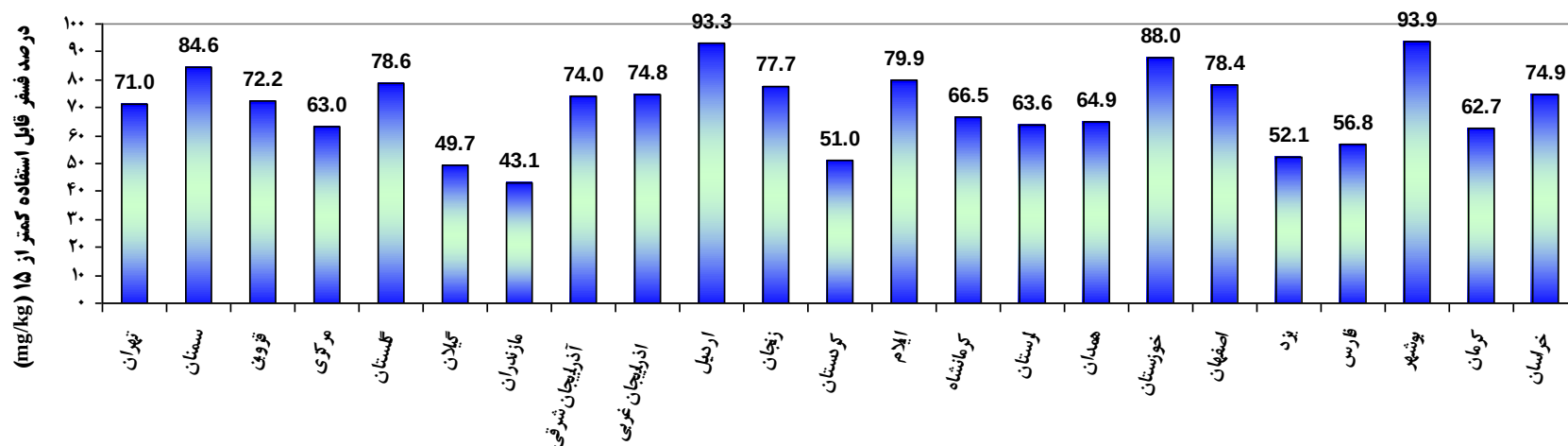
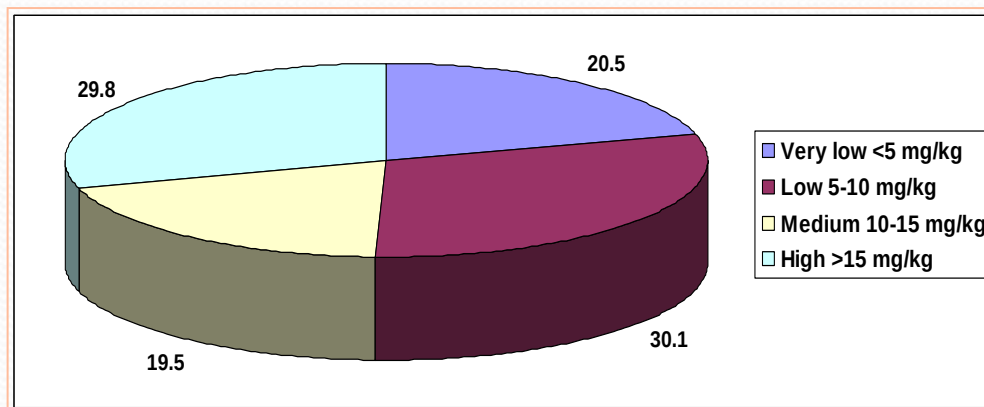


رابطه بین میزان کربن آلی خاک و عملکرد دانه گندم در ایران

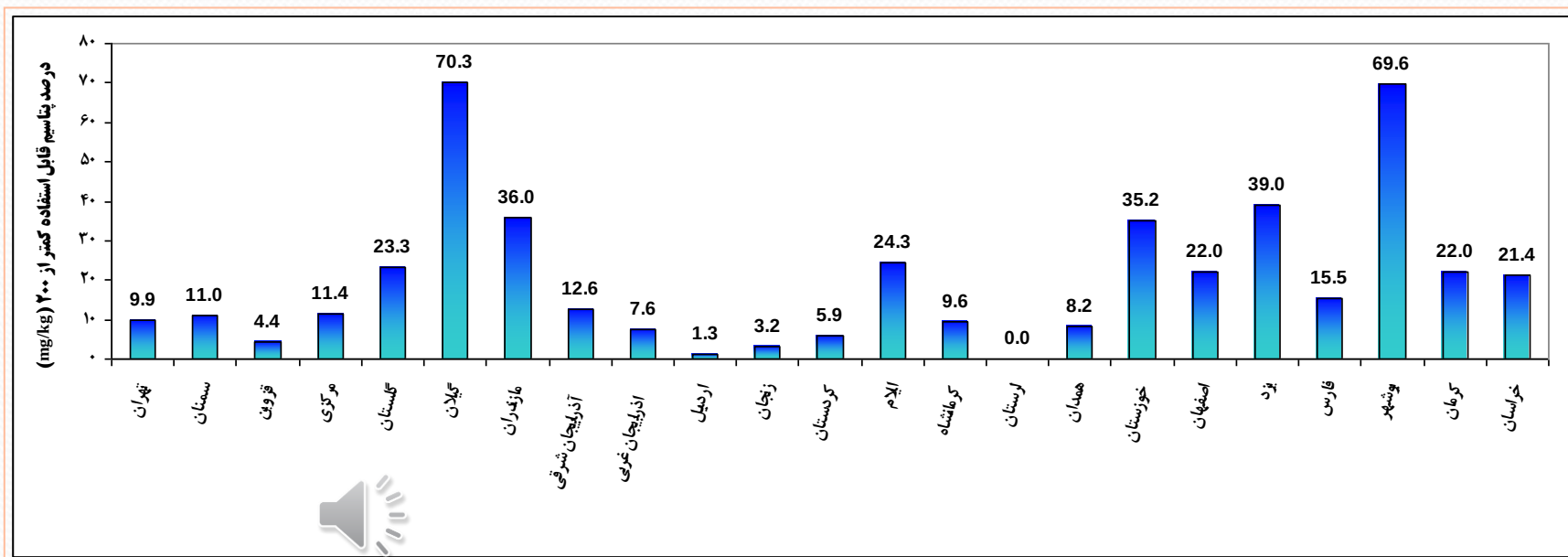
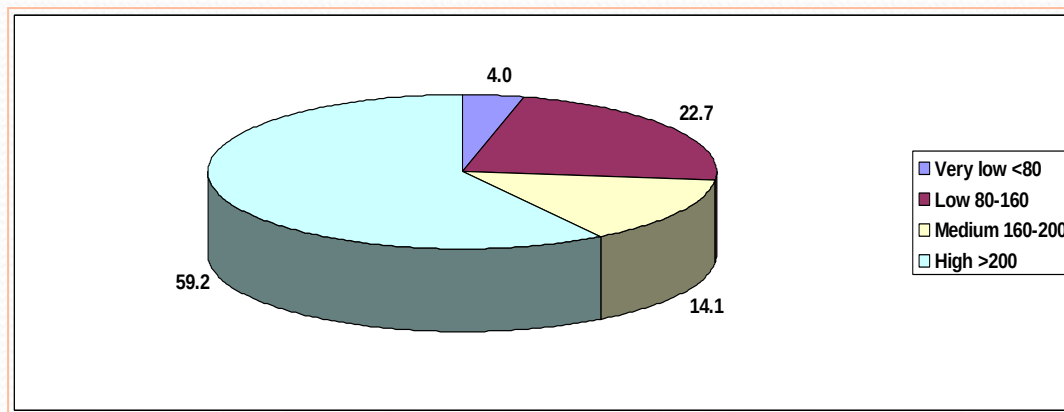


به ازای هر ۱٪ درصد افزایش کربن آلی خاک به طور میانگین ۲۸۶ کیلوگرم به عملکرد گندم اضافه شد (کشاوری و همکاران، ۱۳۹۲).

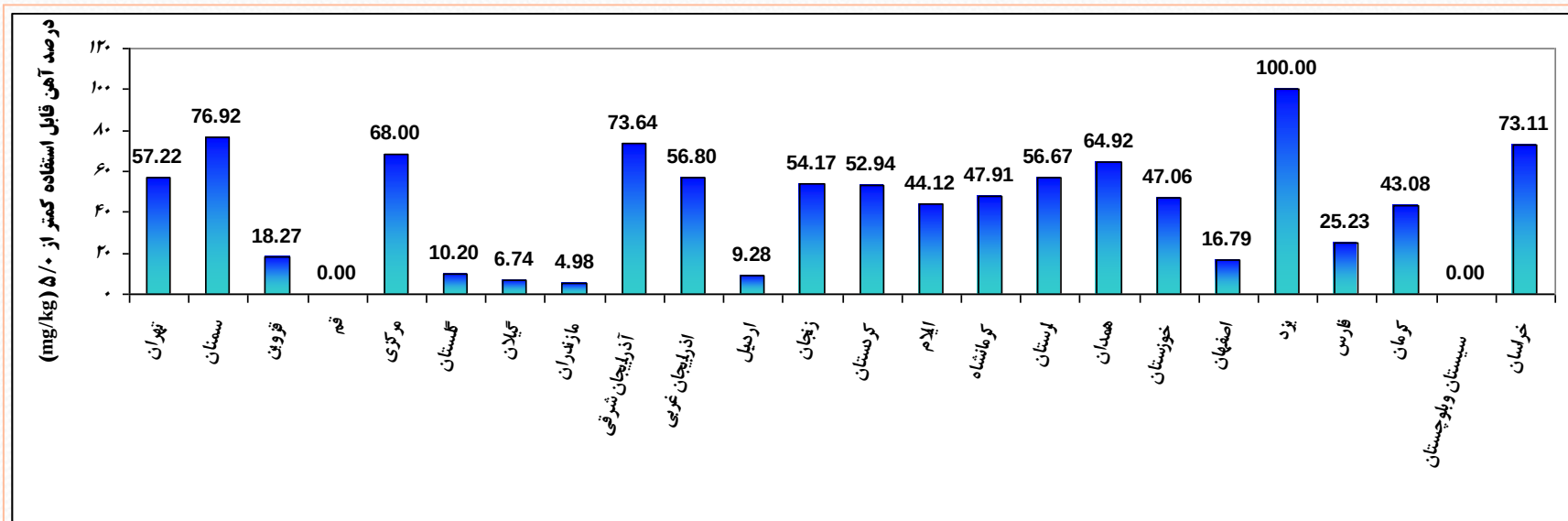
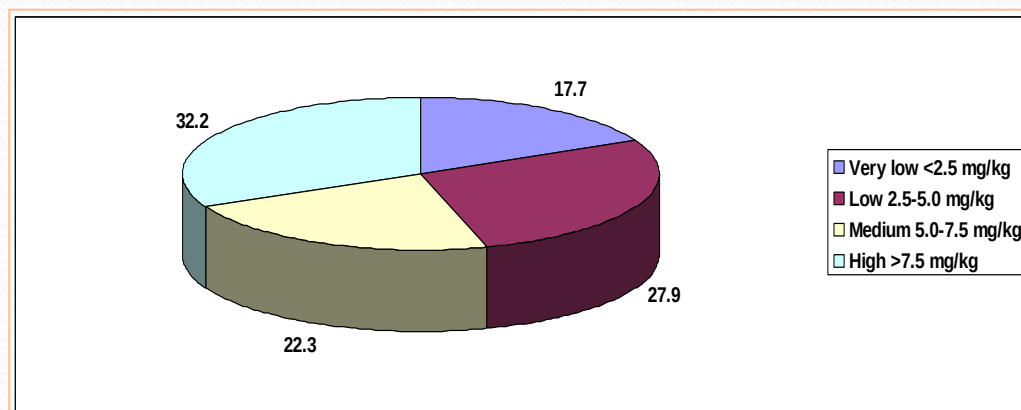
وضعیت عنصر فسفر در خاکهای کشور



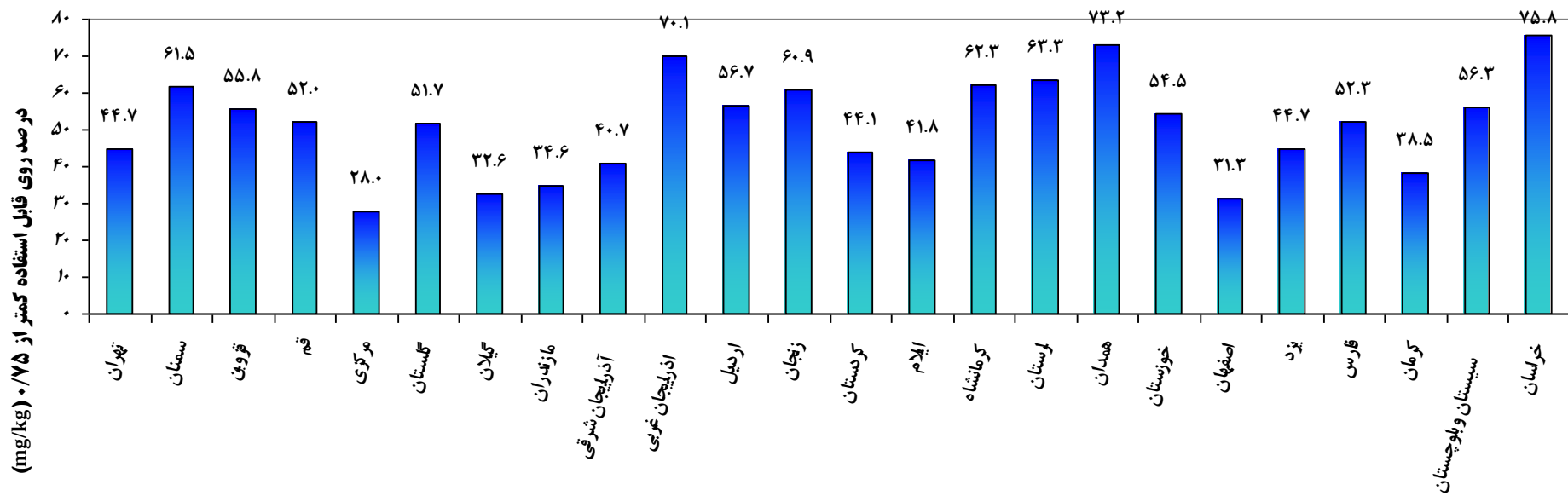
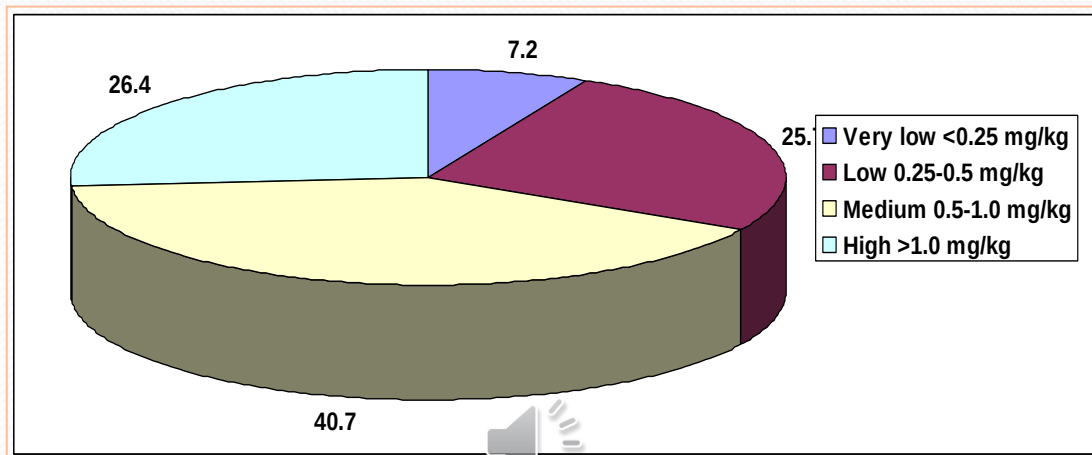
وضعیت عنصر پتاسیم در خاکهای کشور



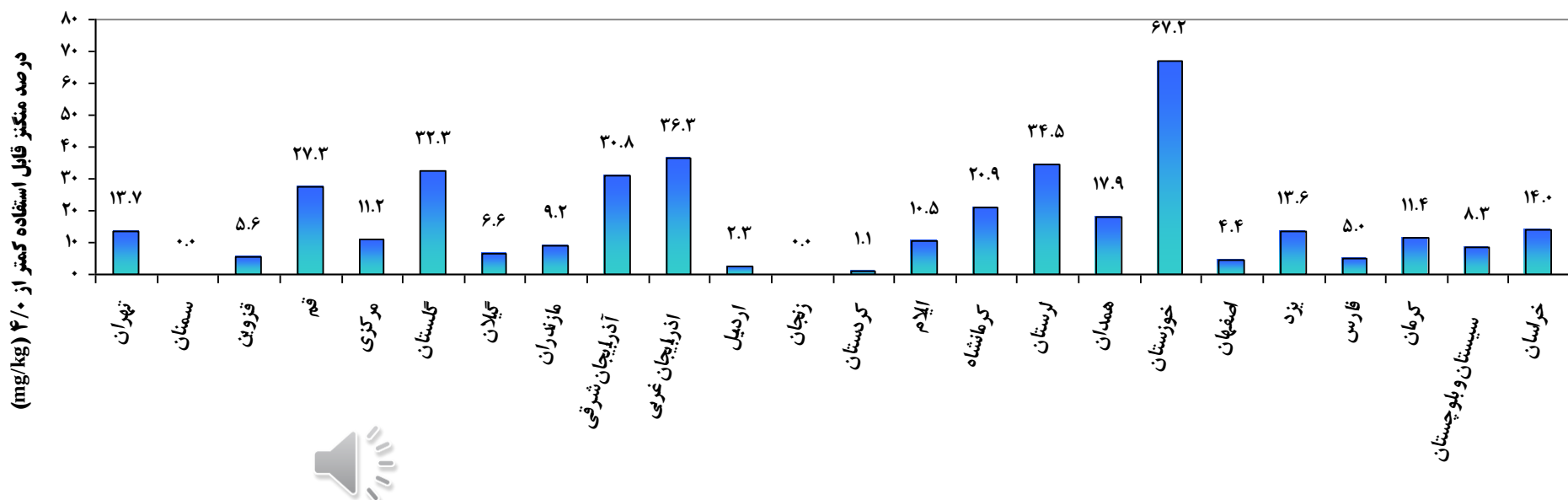
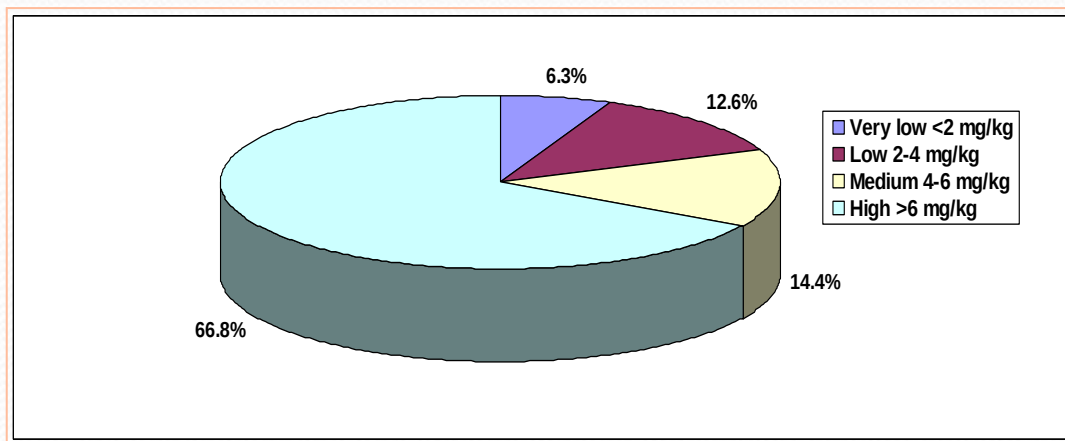
وضعیت عنصر آهن در خاکهای کشور



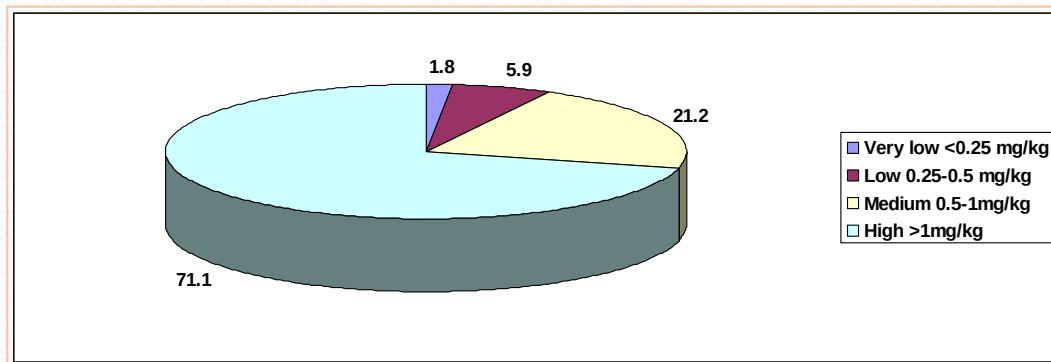
وضعیت عنصر روی در خاکهای کشور



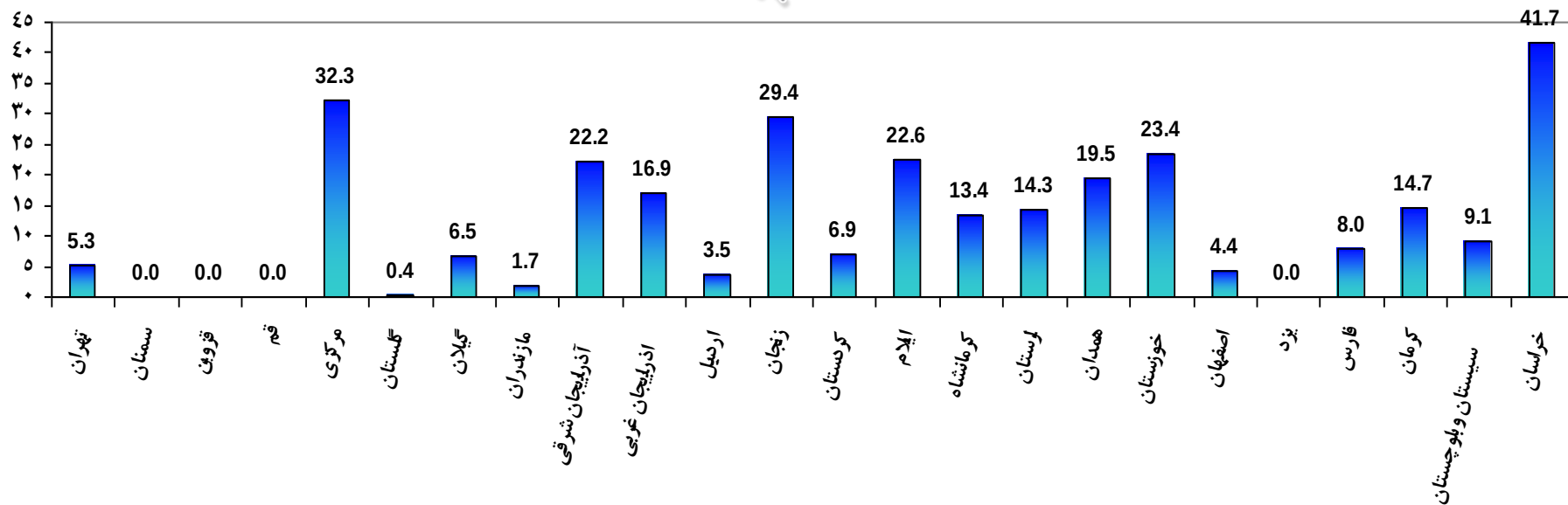
وضعیت عنصر منگنز در خاکهای کشور



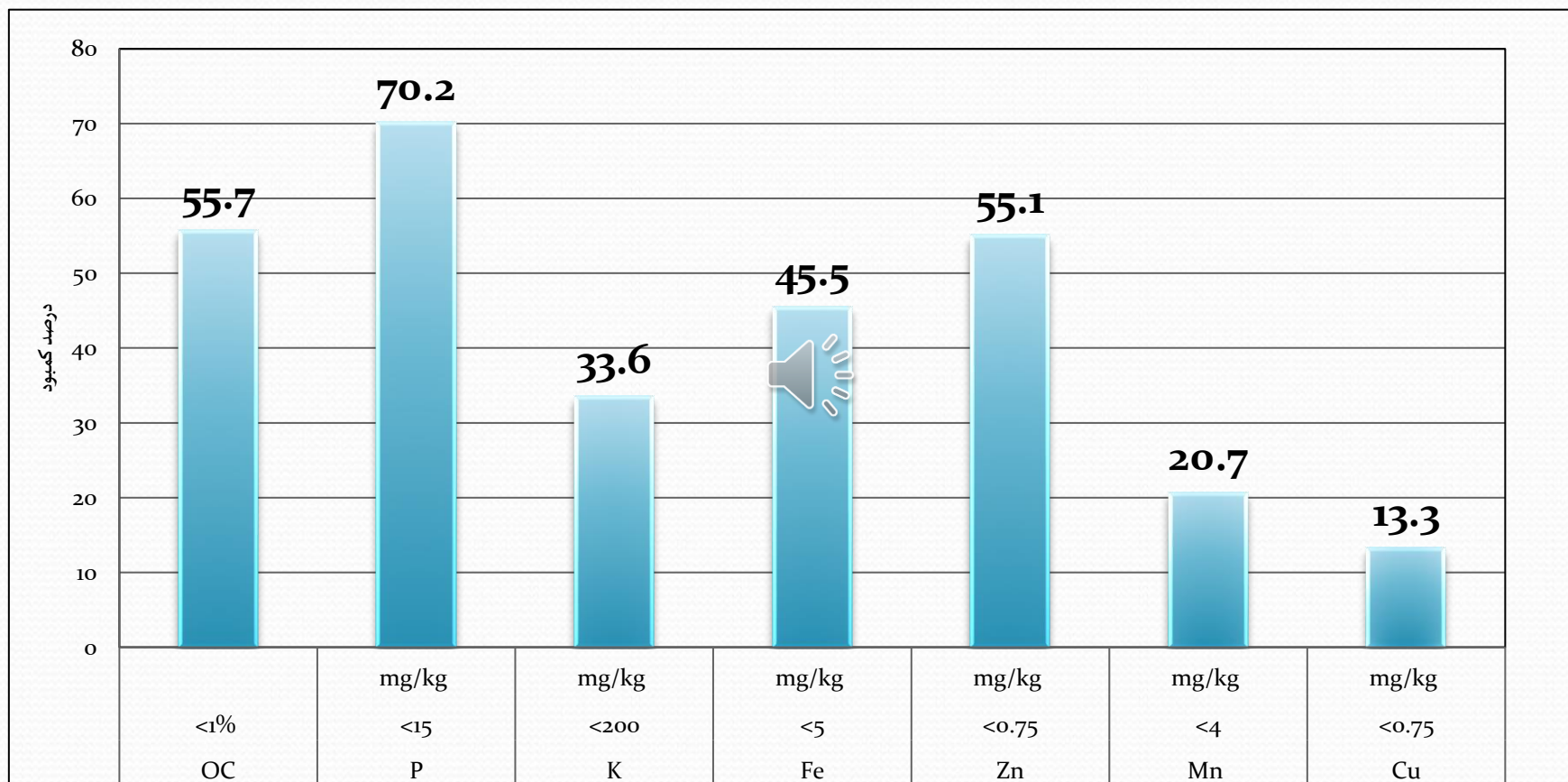
وضعیت عنصر مس در خاکهای کشور



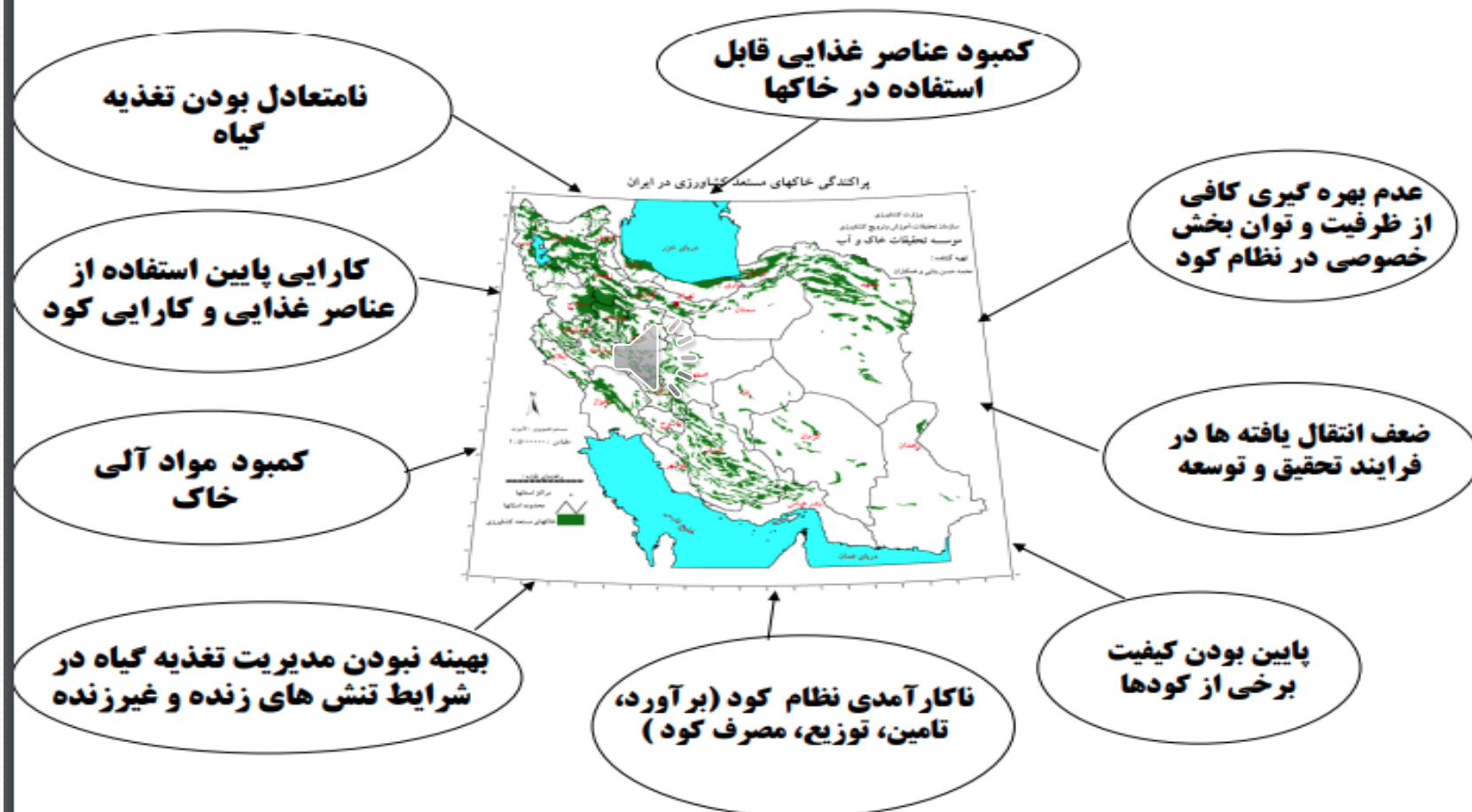
درصد مس قابل استفاده کمتر از ۰/۷۵ (mg/kg)



کمبود عناصر غذایی خاکهای تحت کشت کشور (بر حسب درصد)



عوامل ناپایداری حاصلخیزی خاک و بهینه نبودن مدیریت تغذیه گیاه در ایران



سه عامل اصلی کمبود کربن آلی در خاکهای ایران

• شرایط اقلیمی

- به جز مناطق شمالی و برخی مناطق غربی ایران به دلیل حاکمیت شرایط خشک و نیمه خشک شرایط برای تجمع کربن آلی در خاک فراهم نمی باشد.

• وجود خاکهای جوان و شرایط نامناسب خاکی

• مدیریت نامناسب خاک و عملیات زراعی

- کاربرد محدود مواد آلی در خاک
- سوزاندن بقایا
- عدم رعایت تناوب زراعی صحیح
- تغییر کاربری اراضی (۲۳ تا ۵۸ درصد کاهش در میزان کربن ناشی از تغییر کاربری از مرتع به دیم زار در نواحی غرب ایران گزارش شده است)
- خاکورزی شدید

اثرات فرسایش روی حاصلخیزی خاک

- ✓ مادامی که عوامل فرساینده خاک از قبیل رواناب و باد کنترل نشوند، انسان شاهد هدرروی عناصر غذایی از این طریق خواهد بود.
- ✓ میزان هدرروی عناصر غذایی از طریق فرسایش تحت تاثیر عواملی مانند نظام کشت، حفاظت خاک و شیب زمین است، لذا با اعمال مدیریت صحیح می توان میزان این هدرروی را تا حد زیادی کاهش داد.
- ✓ میزان هدرروی عناصر غذایی از طریق فرسایش با میزان تلفات خاک ارتباط مستقیم دارد، اما حجم این هدرروی تابع مقدار عناصر غذایی خاک نیز است.



اثر آبشویی بر حاصلخیزی خاک

✓ حجم هدرروی عناصر غذایی از طریق آبشویی تحت کنترل اقلیم، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نوع محصول و نوع عنصر غذایی و غلظت آن در خاک است.

✓ اثرات متقابل این عوامل موجب می‌شود که تلفات عناصر غذایی از راه آبشویی دارای دامنه‌ای وسیع باشد. از آنجا که عناصر غذایی به وسیله آب از محدوده ریشه و نهایتاً از چرخه خارج می‌شوند، لذا نوع نزولات جوی و نحوه توزیع آنها بر میزان هدرروی عناصر غذایی از طریق آبشویی تاثیر می‌گذارد.



روش‌های پایدار برای حفظ حاصلخیزی خاک

- ✓ حاصل‌خیزی پایدار خاک، به مفهوم قابل دسترسی بودن دائمی عناصر غذایی برای گیاه است.
- ✓ حاصل‌خیزی پایدار هنگامی تحقق می‌یابد که تمامی عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک برگردد، به طوری که این عناصر بتوانند مجدداً مورد استفاده این گیاهان قرار گیرند، در چنین وضعیتی است که چرخه عناصر غذایی شکل می‌گیرد.
- ✓ در سیستم‌های فعلی چرخه عناصر غذایی، به طور کامل بسته نمی‌شود، زیرا این عناصر دائماً به چرخه یادشده اضافه شده و یا از آن خارج می‌شوند. به حداقل رساندن تلفات عناصر غذایی در چرخه مذکور و تامین نهاده‌های ضروری برای گیاه رمز موفقیت حاصلخیزی خاک در نظام‌های کشاورزی پایدار است.

مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در ایران

استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و زیستی عناصر غذایی در کنار سازگاری با شرایط محیطی و محلی با هدف بهینه سازی استفاده از منابع ذاتی خاک در یک سیستم زراعی برای دستیابی به پایداری حاصلخیزی خاک، ارتقای کارایی استفاده از عناصر غذایی و تولید مطلوب بدون آسیب رساندن به زیست بوم خاک تعریف می شود.



A close-up photograph of a pair of weathered, brown hands cupping a small green seedling with several leaves. The seedling is growing out of a mound of dark, rich soil. The background is a soft, out-of-focus green field.

با شکر فراوان

به امید بهره گرفتن از علوم در
راستای تولید محصولات کشاورزی

پایدار

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

عنوان دوره:
اصول کاربردی تغذیه گیاه

قسمت دوم: نقش عناصر غذایی
علیرضا جعفرنژادی

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب

مرداد ۱۴۰۳



گیاهان همانند سایر موجودات زنده احتیاج بر ترکیبات مختلفی از عناصر غذائی دارند تا بتوانند چرخه زندگی خود را کامل کنند.

عناصر از دید تغذیه گیاهی به سه دسته قابل تقسیم می شوند.

✓ عناصر ضروری؛

✓ عناصر مفید و یا بی ارتباط؛

✓ عناصر مضر و یا سمی.



به طور کلی عنصری برای گیاه ضروری است که دارای
خصوصیات زیر باشد:

✓ بدون حضور این عنصر گیاه قادر نباشد چرخه زندگی خود
را کامل کند؛

✓ نقش عنصر در گیاه یگانه  باشد و عنصر دیگری نتواند
جایگزین آن شود؛

✓ عنصر به طور مستقیم در سوخت و ساز گیاه شرکت داشته
باشد.

با توجه به سه خصوصیت حداکثر ۲۰ عنصر زیر برای گیاه ضروری است:

عناصر کمیاب	عناصر کم مصرف	عناصر پر مصرف
Se	Zn	C
Co	Fe	H
Ni	Cu	O
V	Mn	N
	B	P
	Cl	K
	Mo	S
		Mg
		Ca

از نظر نقش عناصر عناصر غذایی در گیاه :

✓ نقش **ساختمانی** (Structural) : عناصر کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر از عناصر ساختمانی هستند.

✓ نقش **اسمزی** (Osmotic effect) : این عناصر در رابطه با آب سلولی و حفظ فشار تورژسانس سلول نقش بازی می کنند.

✓ نقش **خنثی کننده بار الکتریکی** (Electro neutrality) : این عناصر در رابطه با حفظ موازنه یونی و pH شیره سلولی فعال هستند.

✓ نقش **ترابری** (Transport) : این عناصر در انتقال مواد آلی و تحرک آنها از منبع به مخزن دخالت دارند.

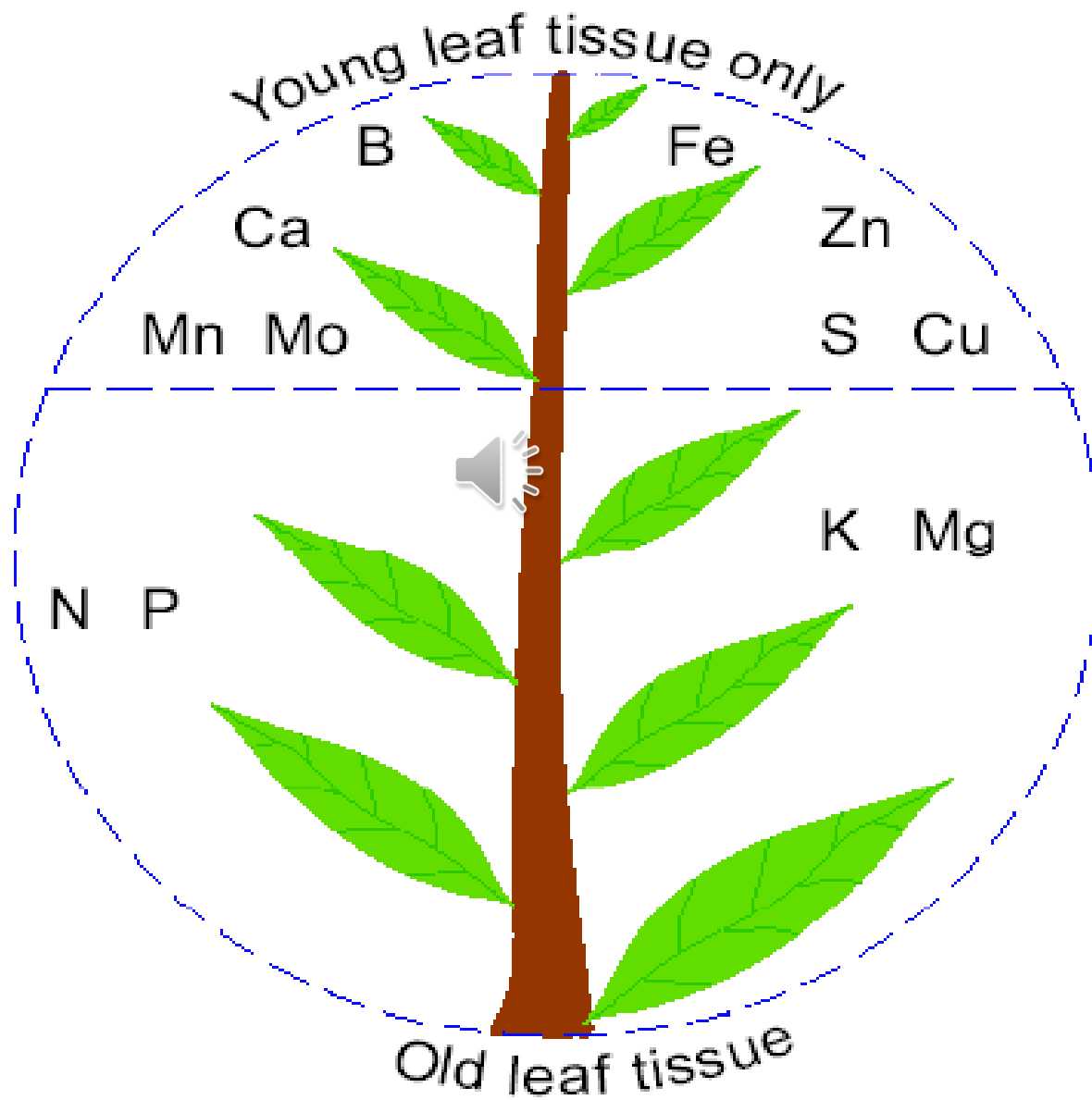
✓ نقش **آنزیمی** (Cofactor) : به عنوان کوفاکتور اجزا آنزیمی در واکنشهای بیوشیمیایی شرکت می کنند.



تحرک عناصر غذایی در گیاهان

متحرک (۱)	تحرک متغیر (۲)	بدون تحرک (۳)
نیتروژن	مس	کلسیم
فسفر	روی	منگنز
پتاسیم	گوگرد	
	مولیبدن 	
	منیزیم	
	بور	
	آهن	

- ۱- انتقال از برگهای پیر به بخشهای جوان گیاه تحت هر شرایطی، ۲- انتقال از برگهای پیر به بخشهای جوان گیاه تنها تحت برخی شرایط، ۳- انتقال از برگهای پیر به بخشهای جوان گیاه تحت هیچ شرایطی وجود ندارد.



Factors Affect Nutrient Uptake

Atmospheric factors

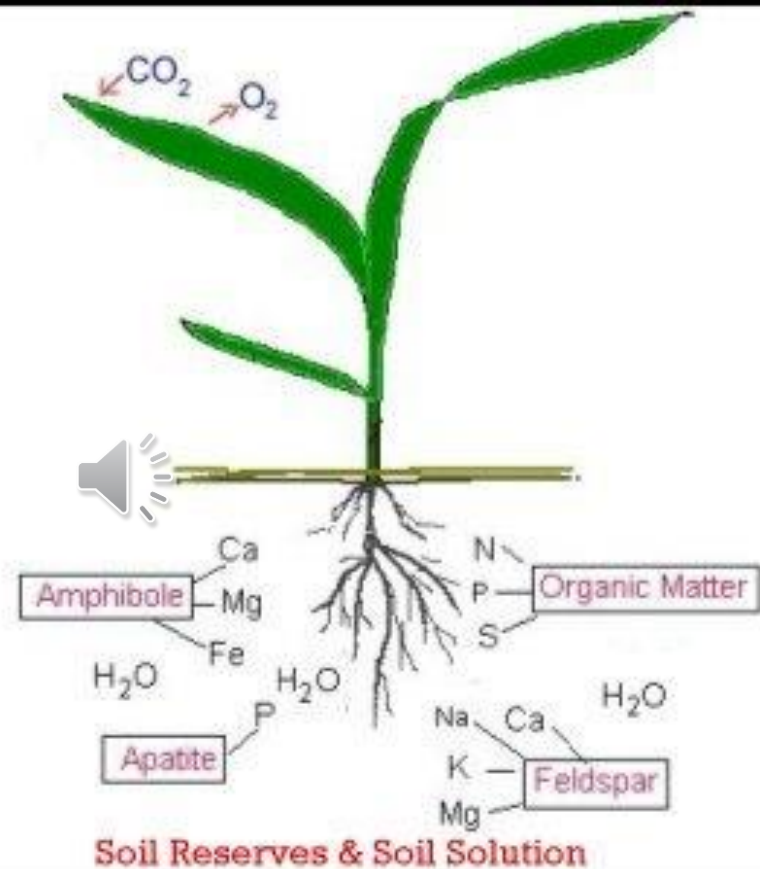
- a. temperature
- b. relative humidity
- c. heat
- d. wind
- e. radiation

Plant factors

- f. root system
- g. leaves
- h. stomatal features
- i. growth stages

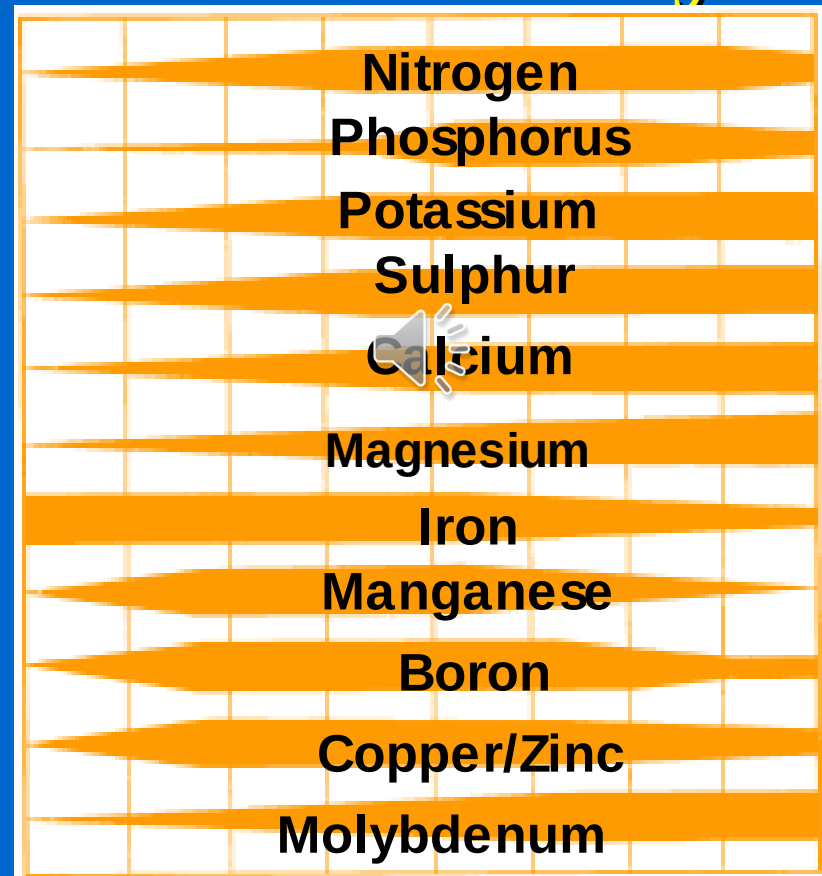
Soil factors

- j. CEC
- k. pH
- l. soil conditions
- m. buffering capacity
- n. soil solution
- o. fertility
- p. Oxygen



Who are main players in nutrient uptake?

Soil pH and Nutrient Availability



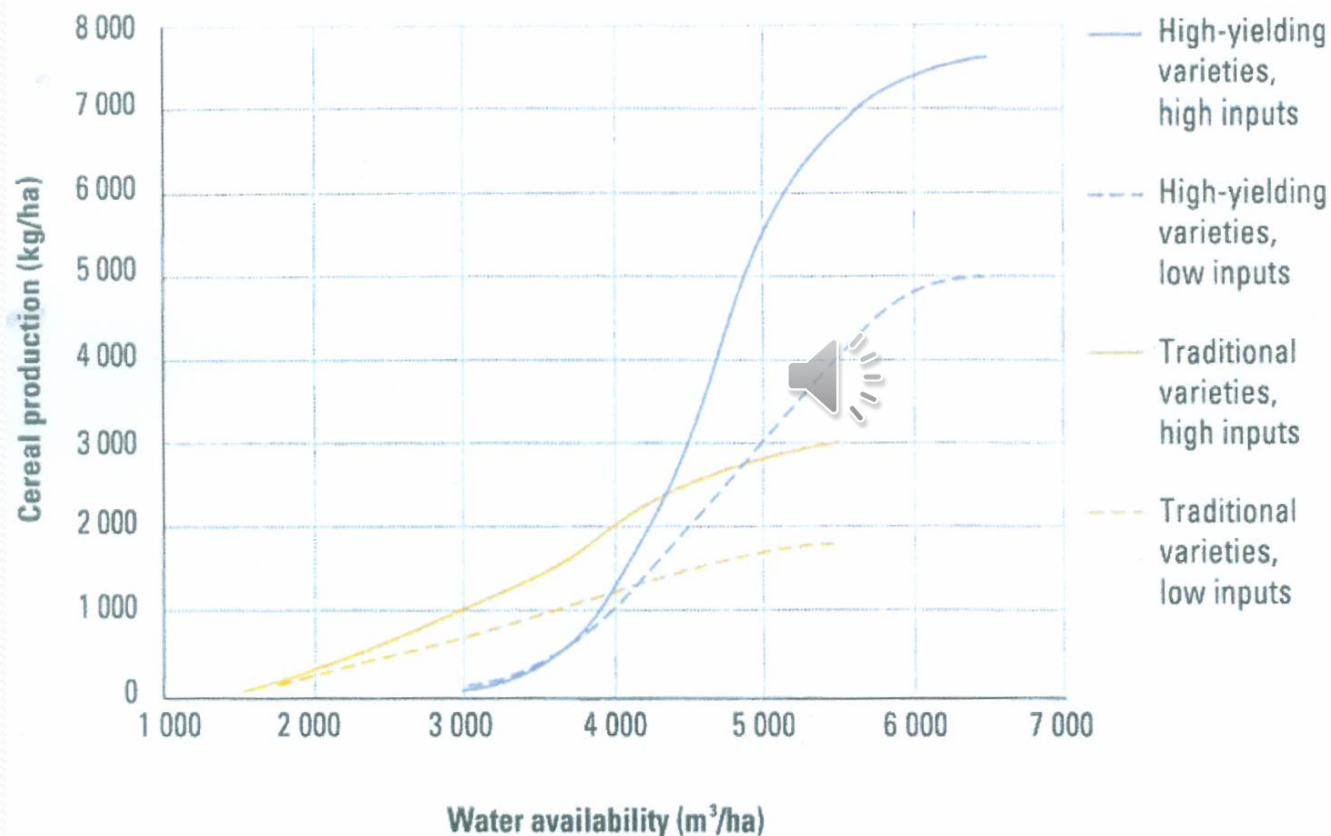
4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0



MOST LIMITING FACTOR

The most limiting factor determines the yield potential.

Figure 3 Typical response to water for cereal crops



The graph shows the yield response of crops to water availability. High yielding varieties produce more than rainfed varieties only when provided with adequate amount of water.

Source: Smith et al., 2001.

نیتروژن

- ✓ نیتروژن گلوگاه رشد گیاه است که برای رشد و تولید ضروری می باشد جذب عمده نیتروژن به صورت یون NO_3^- و گاهی هم به صورت یون NH_4^+ صورت می گیرد.
- ✓ عمده نیترات جذب شده در ریشه گیاه احیا می شود و به صورت NH_4^+ در آمده و در نهایت به صورت اسیدهای آمینه و آمیدها به برگ منتقل می گردد.

نقش نیتروژن در گیاه

در ساختمان پروتئین

در ساختمان اسیدهای نوکلئیک DNA, RNA

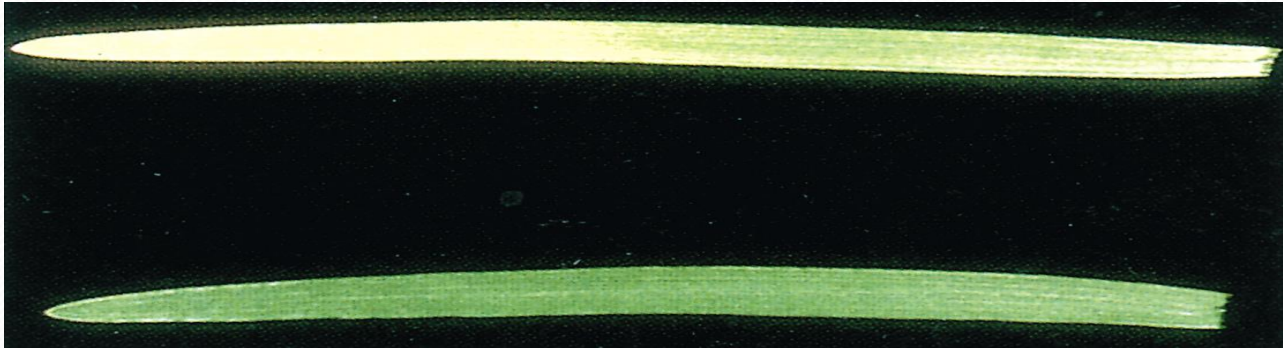
ساخت کلروفیل گیاه

نیترات و آمونیم در گیاه سبب موازنه کاتیون ها و آنیون ها می شوند.

افزایش تولید پلی آمینها (پلی آمینها نقش بسیار کلیدی در گیاه به عهده دارند که تقسیم سلولی، جنین زائی، گلدهی و توسعه آن، سنتز اتیلن ... از این جمله اند)

اثر بر رشد ریشه و در نتیجه روی مقدار هورمون سیتوکنین که توسط مریستمهای انتهای ریشه ساخته می شود نقش دارد.





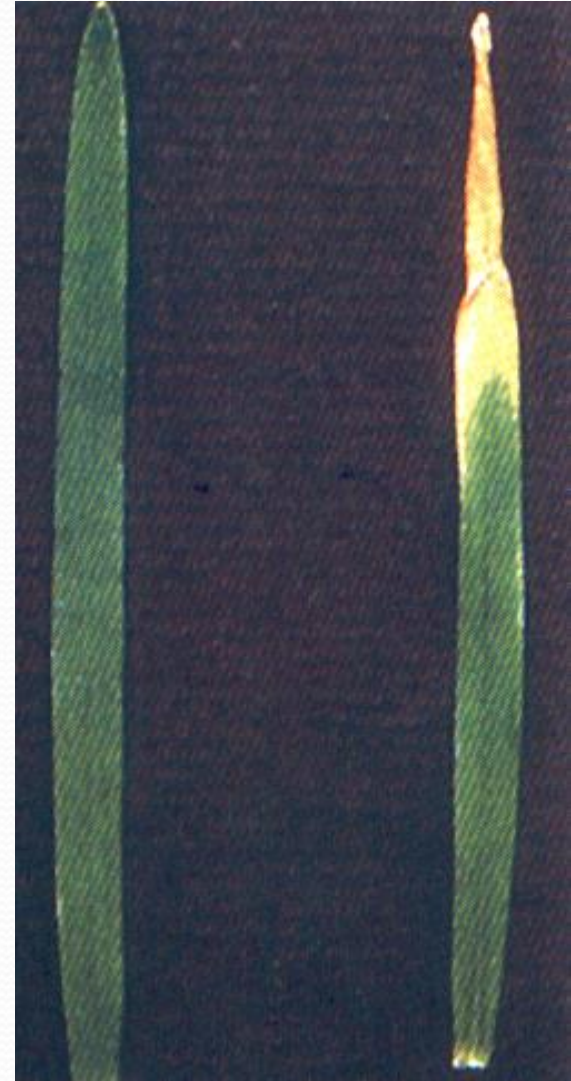


فسفر

- ✓ از عناصر پر مصرف و ضروری است که به صورت معدنی و آلی در گیاه وجود دارد.
- ✓ فسفر به صورت آنیونهای $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} توسط ریشه جذب می‌شود.
- ✓ فسفر در درون گیاه متحرک بوده و از بافت‌های پیرتر به سرعت به سمت بافت‌های جوانتر و فعال حرکت می‌کند. ذخیره کافی فسفر در خاک، گیاه را قادر می‌سازد تا یک سیستم ریشه‌ای قوی و سالم در مراحل ابتدای رشد تشکیل دهد.
- ✓ وجود انشعاب زیاد ریشه و توسعه ریشه‌های ثانویه سبب افزایش سطح تماس بیشتر ریشه با خاک می‌شود. این سطح ریشه گسترده به گیاه فرصت می‌دهد تا بتواند مواد غذایی و رطوبت را از حجم بیشتر و عمق زیادتری از خاک به دست آورد.

نقش فسفر در گیاه

- ✓ در تمام فرایندهای بیوشیمیایی، در ترکیبات انرژی زا و در مکانیسمهای انتقال انرژی دخالت دارد.
- ✓ جزئی از پروتئین سلول بوده، نقش ویژه‌ای به عنوان جزئی از پروتئین هسته سلول، غشاء سلولی و نوکلئوتیدها (RNA-DNA) ایفا می‌کند.





نقش پتاسیم در گیاه

بر خلاف نیتروژن و فسفر که نقش ساختمانی در گیاه دارند، پتاسیم این نقش را نداشته ولی با نقشهای آنزیمی و کوانزیمی که دارد نقش حساسی را در گیاه ایفا می کند.

فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، فعال کردن آنزیم ها
کاهش جذب اضافی یون ها مانند نمک و آهن در خاک های شور
در تنظیم اسمزی و باز و بسته شدن روزنه ها

افزایش تحمل گیاه به تنش های محیطی (همچون تنش خشکی و تنش دمایی)

پتاسیم

مقدار جذب پتاسیم توسط غالب گیاهان از جذب هر عنصر دیگری به غیر از نیتروژن بیشتر است.



پتاسیم به صورت کاتیونی و به صورت جذب فعال و انتخابی جذب گیاه می‌شود. از ویژگیهای پتاسیم تحرک زیاد در سطح گیاه است.



عنصر	نقش آن در گیاه	منبع اولیه	غلظت تقریبی در گیاه
کلسیم	جزء ساختاری دیواره سلولی، رشد و طویل شدن سلول، تأثیر بر قابلیت نفوذ پذیری سلول،	کانی های خاک، سنگ آهک	0.1 - 3%
منیزیم	جزئی از کلروفیل، فعال کننده آنزیم ها، تقسیم سلولی	کانی های خاک	0.05 - 1%
گوگرد	جزء ساختمان پروتئین، در تنفس ریشه و تشکیل نودل ها گره ها در ریشه نقش دارد	ماده الی خاک، آب باران	0.05 - 1.5 %



آهن (Fe)

✓ آهن عنصری غیر پویاست بنابراین کمبود آنرا در برگهای جوان ظاهر می شود

✓ کمبود آهن به بالا بودن pH خاک ارتباط داده شده است

✓ کلروز ناشی از کمبود آهن بیشتر مربوط به بالا بودن pH، زیادی فسفر در خاک، آهک زیاد و زیادی مقدار بی کربنات (HCO_3^-) در محیط ریشه است.

✓ آهن در فرایندهای اکسیداسیون و احیاء نقش داشته و در متابولیسم گیاهی بسیار مهم است

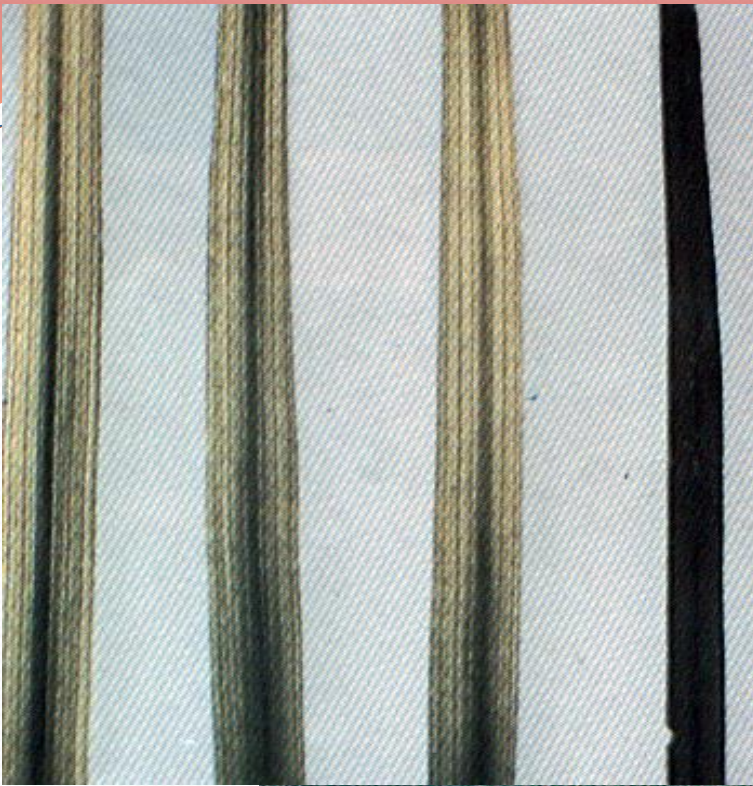
✓ در سنتز پروتئین دخالت دارد

✓ در شرایط خاکهای غالب مناطق استان به علت بالا بودن پهاش خاک و همچنین زیاد بودن یون بی کربنات، علائم کمبود شدیدتر است چرا که در این شرایط آهن به فرم غیر قابل استفاده گیاه می باشد

علائم کمبود آهن در گیاه

از آنجائیکه کمبود آهن همانند کمبود منیزیم باعث ایجاد اختلال در تولید کلروفیل گیاهان می شود، علائم ناشی از کمبود آنها برای اکثر گیاهان مشابه بهم هستند. هر دو کمبود، برگهای جوان گیاه تحت تاثیر قرار گرفته و زرد می شوند، اما در کمبود آهن، تضاد بین سبزی برگهای مسن و زردی برگهای جوان مشخص تر و واضح تر از هر عنصر غذایی دیگر نسبتاً غیر متحرک است.

بهترین کود برای رفع کمبود آهن استفاده از کودهای کلات آهن است
Fe-EDDHA



روی Zn

✓ عنصری غیر پویا

✓ فعال سازی تعداد زیادی آنزیم گیاهی

✓ گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت پروتئین کاهش یافته

ولی غلظت آمیدها و آمینواسیدها افزایش می‌یابد

✓ کمبود این عنصر در خاکهای قلیایی و با آهک فراوان و

مقدار اندک مواد آلی شایع است

نقش روی در گیاه

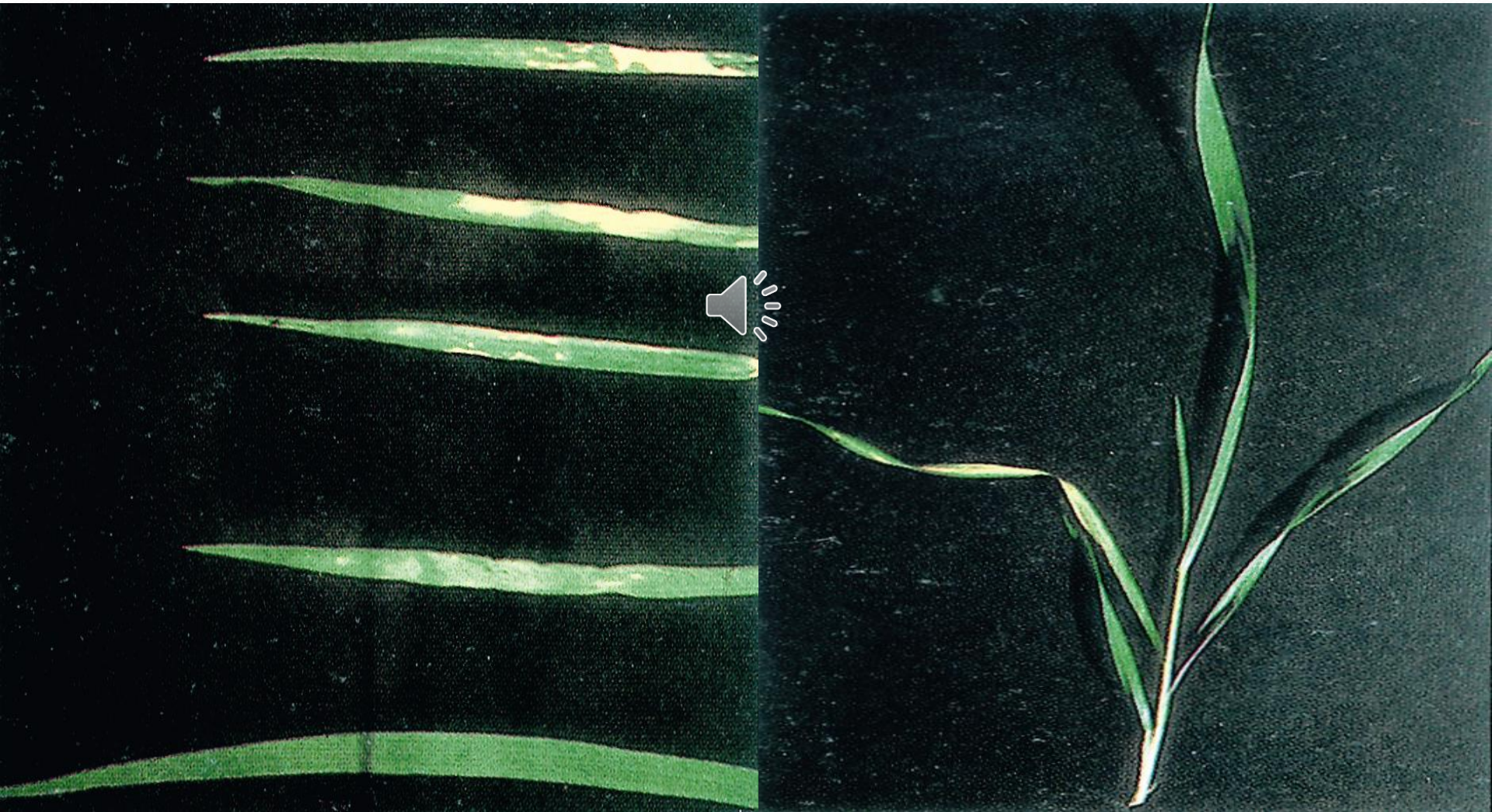
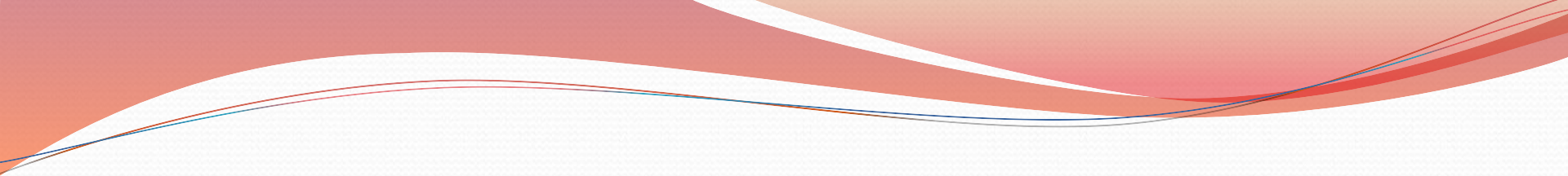
- ✓ نقش اساسی روی در فعال سازی تعداد زیادی آنزیم گیاهی می باشد که یا مستقیماً در ساختمان آنها شرکت دارد و یا اینکه برای فعال سازی آنزیمها لازم است.
- ✓ روی در ساختمان تعداد زیادی از آنزیمها نظیر الکل دهیدروژناز، کربونیک آنهیدراز، روی - مس سوپر اکسید، سیتوتاز و آر - ان - ا پلیمراز شرکت داشته و در نقل و انتقالات زیست شیمیایی سلول نقش مهمی را ایفا می کند.
- ✓ در گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت پروتئین کاهش یافته ولی غلظت آمیدها و آمینواسیدها افزایش می یابد. کاهش ساخت پروتئین به دلیل کاهش اسید ریبونوکلیک (RNA) است که این خود به علت کاهش غلظت روی از نوع آر - ان - ا پلیمراز می باشد.



✓ در گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت تریپتوفان و جبرلین کاهش می‌یابد و نهایتاً باعث کاهش فعالیت هورمونهای رشد نظیر Indole acetic acid (IAA) می‌شود.

✓ کمبود این عنصر در خاکهای قلیایی و با آهک فراوان و مقدار اندک مواد آلی شایع است. متأسفانه اکثر خاکهای کشور از کمبود این عنصر رنج می‌برند.

✓ استفاده از کودهای روی (سولفات روی) یا کلات آن







Mn منگنز

✓ مهمترین نقش منگنز در گیاه در مرحله فتوسنتز و تولید اکسیژن می باشد

✓ شرکت داشتن این عنصر در آنزیمهای آنتی اکسیدان است و جلوگیری از فعالیت رادیکالهای آزاد

✓ دخالت در ستر قندها

✓ چوبی شدن ساقه گیاه بستگی به مقدار منگنز دارد و در صورتیکه میزان آن کافی باشد گندم در برابر حمله امراض و قارچها و همچنین آفات مقاوم می شود



نقش منگنز در گیاه

✓ مهمترین نقش منگنز در گیاه در مرحله فتوسنتز و تولید اکسیژن (در همان ابتدای مرحله فتوسنتز در سیستم نوری (II) نقش گیرنده و انتقال دهنده الکترون)

✓ نقش در آنزیمهای آنتی اکسیدان: جلوی فعالیت رادیکالهای آزاد را می گیرد (مانع از تخریب و انهدام چربیهای از جمله گلیکولیپیدها و اسیدهای چرب موجود در غشاء می شود).

✓ در ستر قندها: با کمبود آن قند تولید شده در فتوسنتز کاهش می یابد.

✓ چوبی شدن ساقه گیاه: در صورتیکه میزان آن کافی باشد گندم در برابر حمله امراض و قارچها و همچنین آفات مقاوم می شود.

✓ منگنز نقشهای موثر دیگری نیز در فعالیتهای اکسایش و احیاء گیاه ایفاء می کند و عنصری موثر برای ساخت ATP و آنزیم فسفوکیناز و فسفوترانسفراز نیز می باشد.





مس Cu

✓ در ساخت و یا ثبات کلروفیل و رنگدانه‌های گیاهی

✓ شرکت در کار بسیاری از آنزیمهای اکسید کننده که نقشی در تنفس
به عهده دارند

✓ مس در سوخت و ساز قند و نیتروژن دخالت دارد

✓ **گندم‌های** مبتلا به کمبود مس دارای تعداد اندکی دانه هستند

✓ دانه‌های گرده گیاهانی که مبتلا به کمبود مس هستند، باروری بسیار
کم داشته و تعداد دانه کمی تولید می‌شود



نقش مس در گیاه

- ✓ مس در ساخت و یا ثبات کلروفیل و رنگدانه‌های گیاهی نقش ایفاء می‌کند.
- ✓ در کار بسیاری از آنزیمهای اکسید کننده که نقشی در تنفس به عهده دارند
- ✓ مس قابل استفاده گیاه با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد.
- ✓ مس در سوخت و ساز قند و ازت دخالت دارد.
- ✓ در گندم، پس از باز شدن گلها، هنگامی که دانه‌ها به یک مخزن برای انتقال مواد به درون آنها تبدیل شده‌اند گیاهان مبتلا به کمبود مس دارای تعداد اندکی دانه هستند.
- ✓ با توجه به نقش مس در فتوسنتز، پائین بودن میزان قندهای حل شدنی قابل انتظار است که اندک بودن میزان قندها در انتهای ساقه و نبود نشاسته در دانه‌های گرده گیاهانی که مبتلا به کمبود مس هستند، باروری بسیار کم بوده و تعداد دانه کمی تولید می‌شود

✓ نقش مهم دیگر مس دخالت در چوبی شدن دیواره‌های سلولی است

✓ در گیاهانی که کمبود مس دارند آوندهای چوبی به اندازه کافی چوبی نمی‌شود در شرایط تعرق زیاد که مکش منفی بالائی در طول آوند چوبی رخ می‌دهد این عدم استحکام آوند سبب فروپاشی آن می‌شود که کار انتقال آب و املاح با مشکل مواجه می‌شود به همین دلیل یکی از علائم کمبود مس پژمردگی گیاه است در حالیکه مزرعه آبیاری شده است.

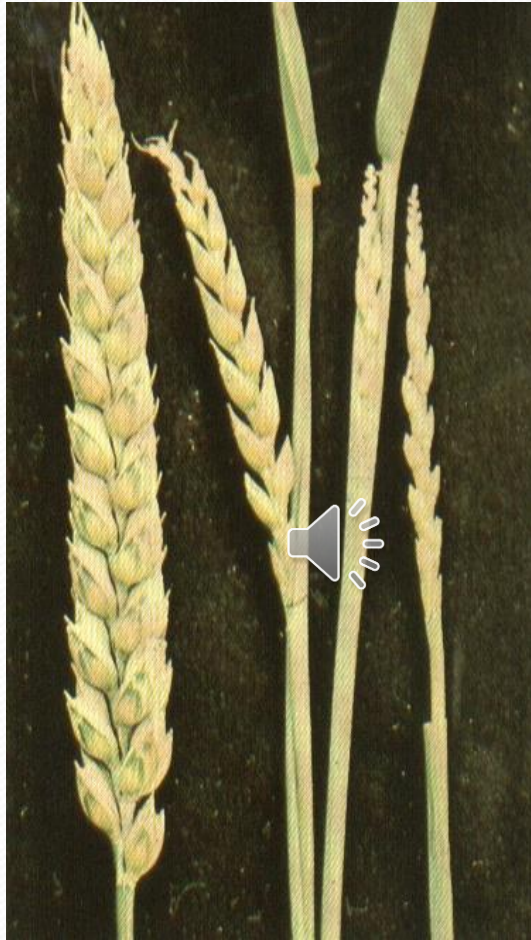
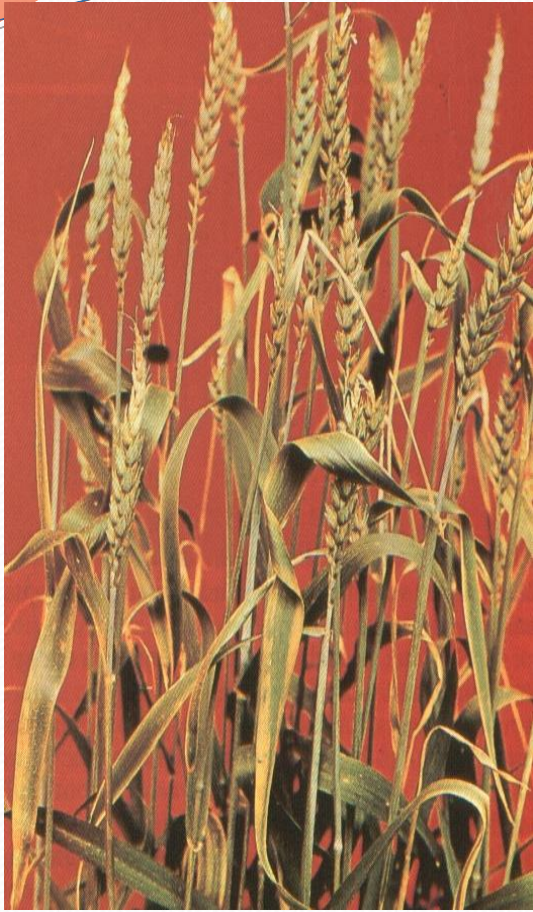
نقش مس در گیاه

مس در ساخت و یا ثبات کلروفیل و رنگدانه‌های گیاهی نقش ایفاء می‌کند. همچنین مس در کار بسیاری از آنزیمهای اکسید کننده که نقشی در تنفس به عهده دارند موثر است. مس قابل استفاده گیاه با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد بنابراین در شرایط خاکهای ما می‌بایستی کمبود مس مشاهده گردد.

مس در سوخت و ساز قند و ازت دخالت دارد. در گیاهانی که به کمبود مس مبتلا هستند میزان قند حل شدنی در مرحله رشد رویشی به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از حالت معمولی است. در گندم، پس از باز شدن گلها، هنگامی که دانه‌ها به یک مخزن برای انتقال مواد به درون آنها تبدیل شده‌اند گیاهان مبتلا به کمبود مس دارای تعداد اندکی دانه هستند. با توجه به نقش مس در فتوسنتز، پائین بودن میزان قندهای حل شدنی قابل انتظار است که اندک بودن میزان قندها در انتهای ساقه و نبود نشاسته در دانه‌های گرده گیاهانی که مبتلا به کمبود مس هستند، باروری بسیار کم بوده و تعداد دانه کمی تولید می‌شود.

نقش مهم دیگر مس دخالت در چوبی شدن دیواره‌های سلولی است. در گیاهانی که کمبود مس دارند آوندهای چوبی به اندازه کافی چوبی نمی‌شود در شرایط تعرق زیاد که مکش منفی بالائی در طول آوند چوبی رخ می‌دهد این عدم استحکام آوند سبب فرو پاشی آن می‌شود که کار انتقال آب و املاح با مشکل مواجه می‌شود به همین دلیل یکی از علائم کمبود مس پژمردگی گیاه است در حالیکه مزرعه آبیاری شده است.





بور (B)

نقش بور در گیاه:

- ✓ نقش در توازن نشاسته (قند)
- ✓ انتقال قند و نشاسته
- ✓ تقسیم سلولی
- ✓ متابولیسم نیتروژن، فسفر و تشکیل پروتئین
- ✓ تشکیل دانه گرده
- ✓ نقش موثر در چغندر قند



علائم کمبود بور در گیاه:

✓ ایجاد ترک خوردگی برگهای جوان در نزدیک رگبرگ اصلی در گندم

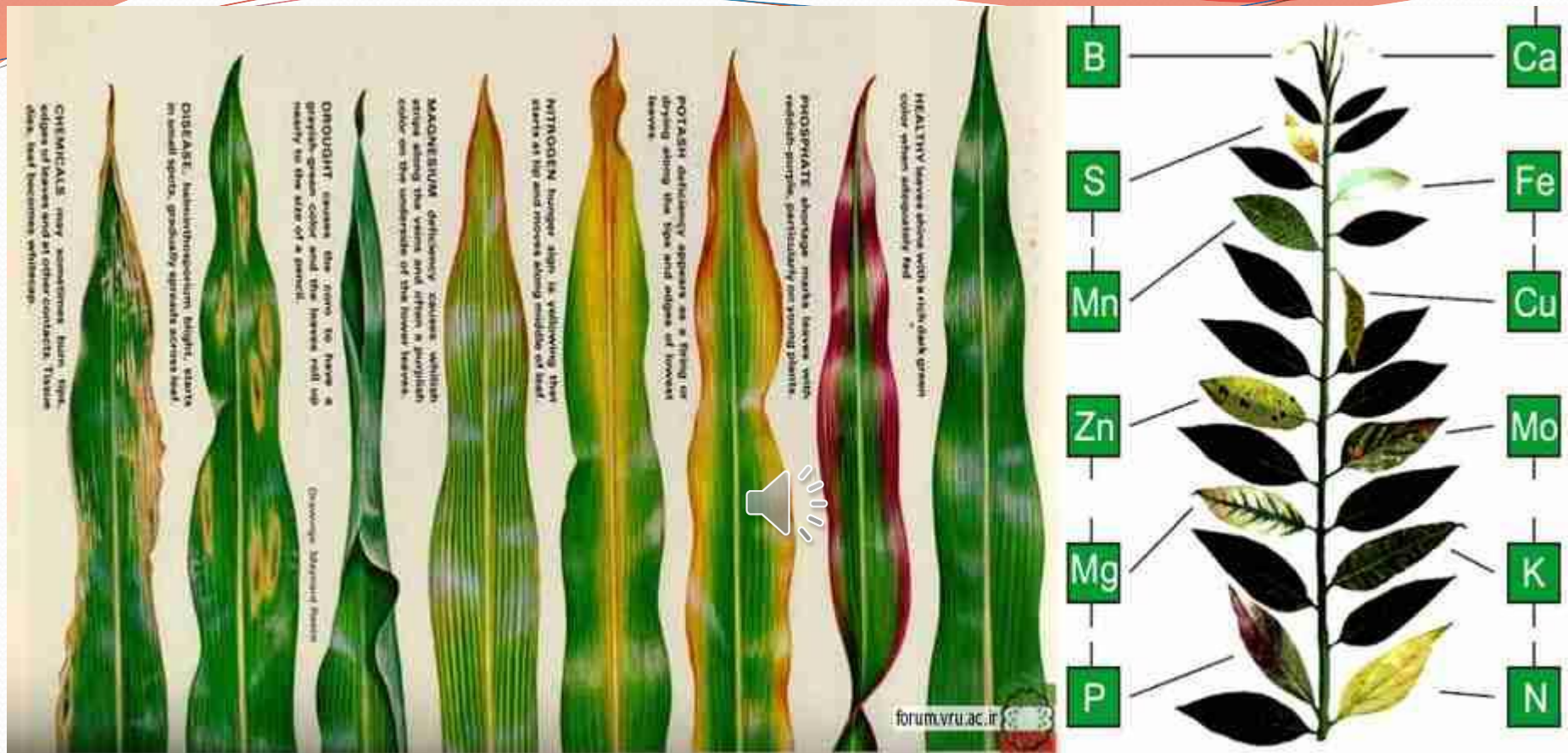
✓ ایجاد دندانه‌های غیرطبیعی در حاشیه برگ در طول رگبرگ

✓ عقیم شدن گل ها (در بعضی مواقع کل خوشه)

✓ کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی دانه ها

✓ در چغندر قند کمبود بور به صورت قلب سیاه





رنگ و علائم ظاهری کمبود عناصر غذائی

✓ **علایم کمبود نیتروژن: توقف رشد، زردی برگهای پایین؛**

✓ **علایم کمبود فسفر: توقف رشد، برگهای کوچک و با رنگ سبز تیره، ارغوانی شدن برگهای پایینی؛**

✓ **علایم کمبود پتاسیم: رنگ پریدگی، زرد شدن حاشیه برگهای پایینی؛**

✓ **علایم کمبود گوگرد: توقف رشد، زردی برگهای جوان؛**

✓ **علایم کمبود آهن: نازک و شفاف شدن و حتی سفید شدن برگهای جوان (مرکبات)، زرد شدن پهنک برگهای جوان و سبز باقی ماندن رگبرگهای آن؛**

✓ **علایم کمبود روی: نقاط زرد کرمی در زمینه سبز تیره برگهای میانی و ریزبرگی؛**

✓ **علایم کمبود منگنز: لکه و نقاط برنزی کمرنگ در قاعده برگهای جوان، زردی و قرمزی روی برگهای جوان؛**

✓ **علایم کمبود مس: پژمردگی عمومی گیاه و اختلال در لقاح و تولید دانه.**

A close-up photograph of a pair of weathered, brown hands cupping a small green seedling with four leaves. The seedling is growing out of a mound of dark, rich soil. The background is a soft-focus green field.

با شکر فراوان

به امید بهره گرفتن از علوم در
راستای تولید محصولات کشاورزی

ماید
پ

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

عنوان دوره: اصول کاربردی تغذیه گیاه

قسمت سوم: چه باید کرد

علیرضا جعفرنژادی

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب

مرداد ۱۴۰۳

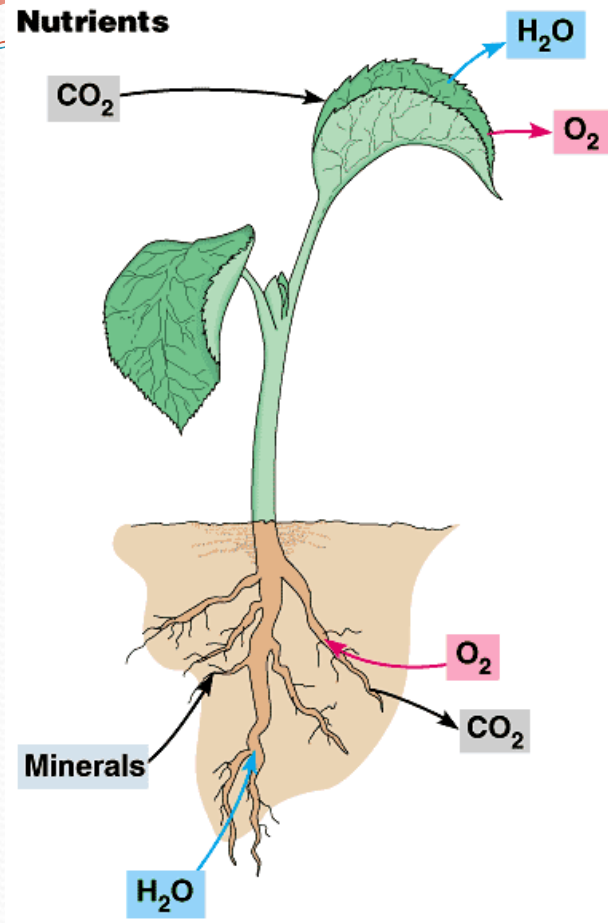


۱- اطلاع از پراکنش عناصر غذایی در خاک های تحت کشت می تواند ما را
در برآورد و توزیع علمی کود یاری نماید (مدیریت منابع خاک و تعیین توان
تولید خاک)

پهنه بندی برخی ویژگی ها و عناصر
غذایی

تغذیه گیاه

Plant Nutrition



فراهم شدن و جذب ترکیبات شیمیایی حاوی
عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد و متابولیسم
گیاه را تغذیه می نامند.



Factors Affect Nutrient Uptake

Atmospheric factors

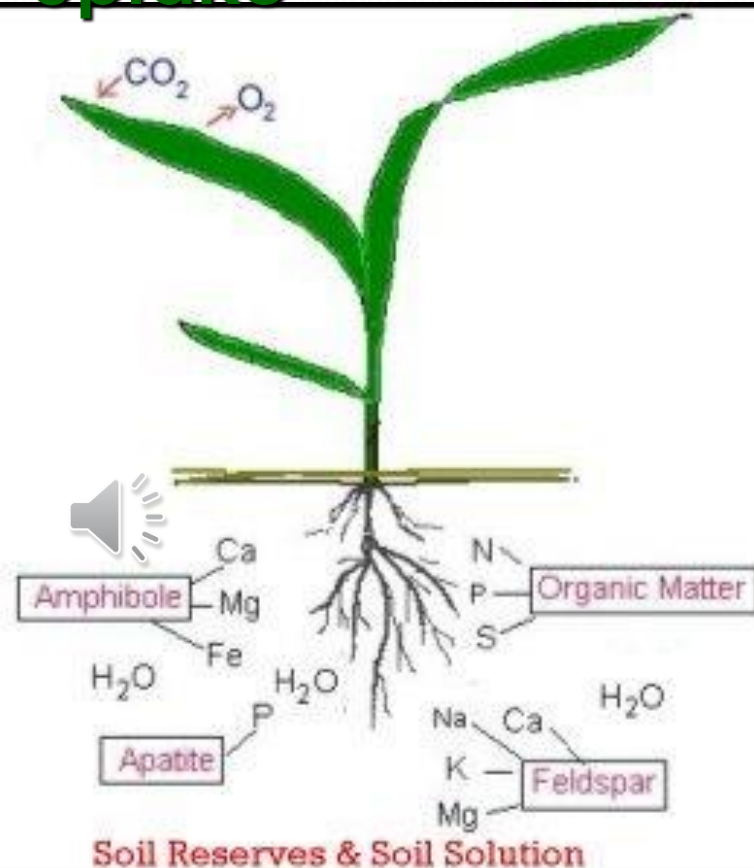
- a. temperature
- b. relative humidity
- c. heat
- d. wind
- e. radiation

Plant factors

- f. root system
- g. leaves
- h. stomatal features
- i. growth stages

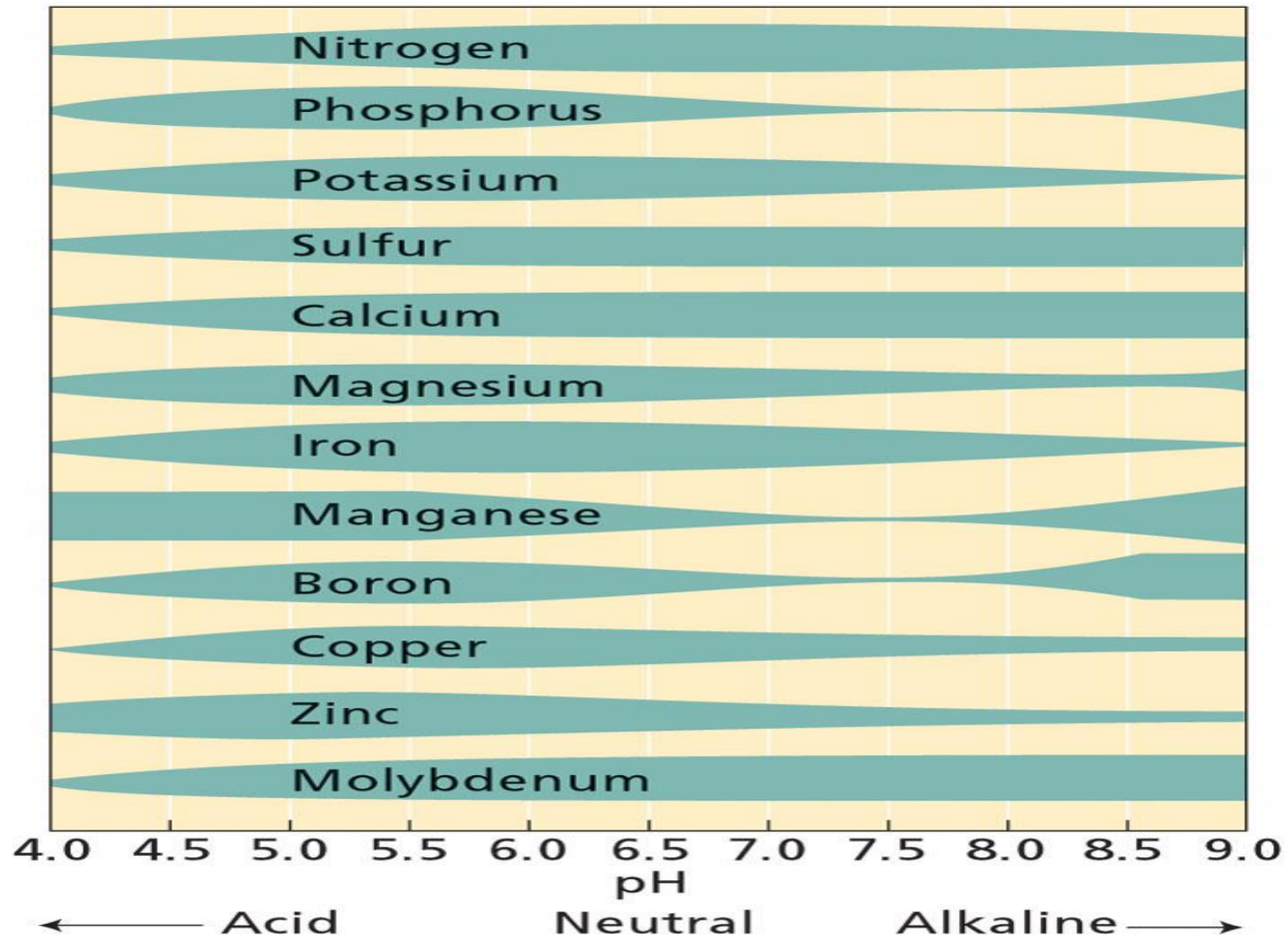
Soil factors

- j. CEC
- k. pH
- l. soil conditions
- m. buffering capacity
- n. soil solution
- o. fertility
- p. Oxygen



Who are main players in nutrient uptake?

خاک قرار می گیرد pH قابلیت استفاده عناصر غذایی تحت تاثیر



عناصر غذایی در خاک به دو شکل عمده یافت می شوند

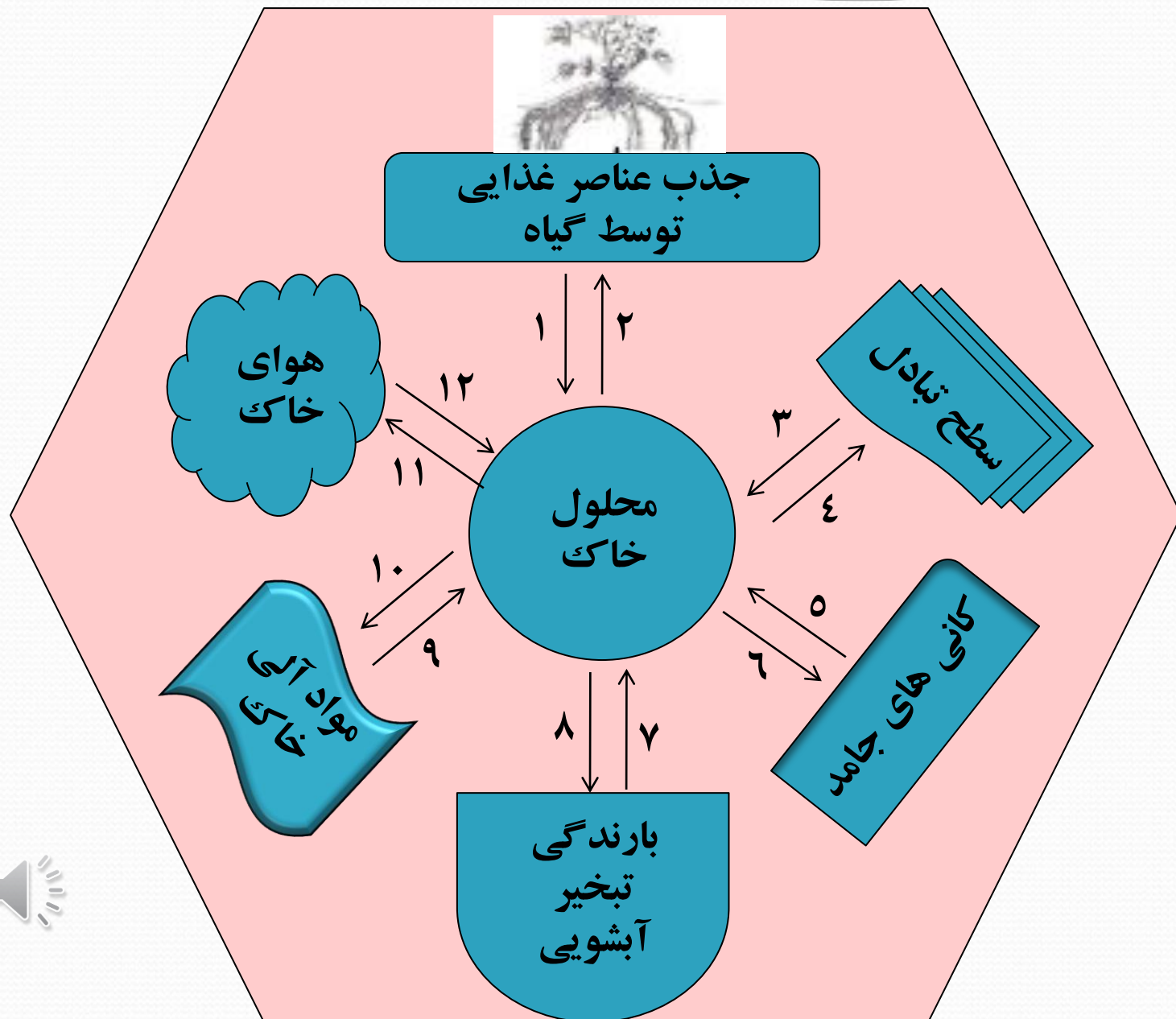
۱- قابل استفاده برای گیاه (محلول، قابل تبادل)

۲- غیر قابل استفاده برای گیاه (در ترکیب کانیهای معدنی)

قابل استفاده  غیر قابل استفاده

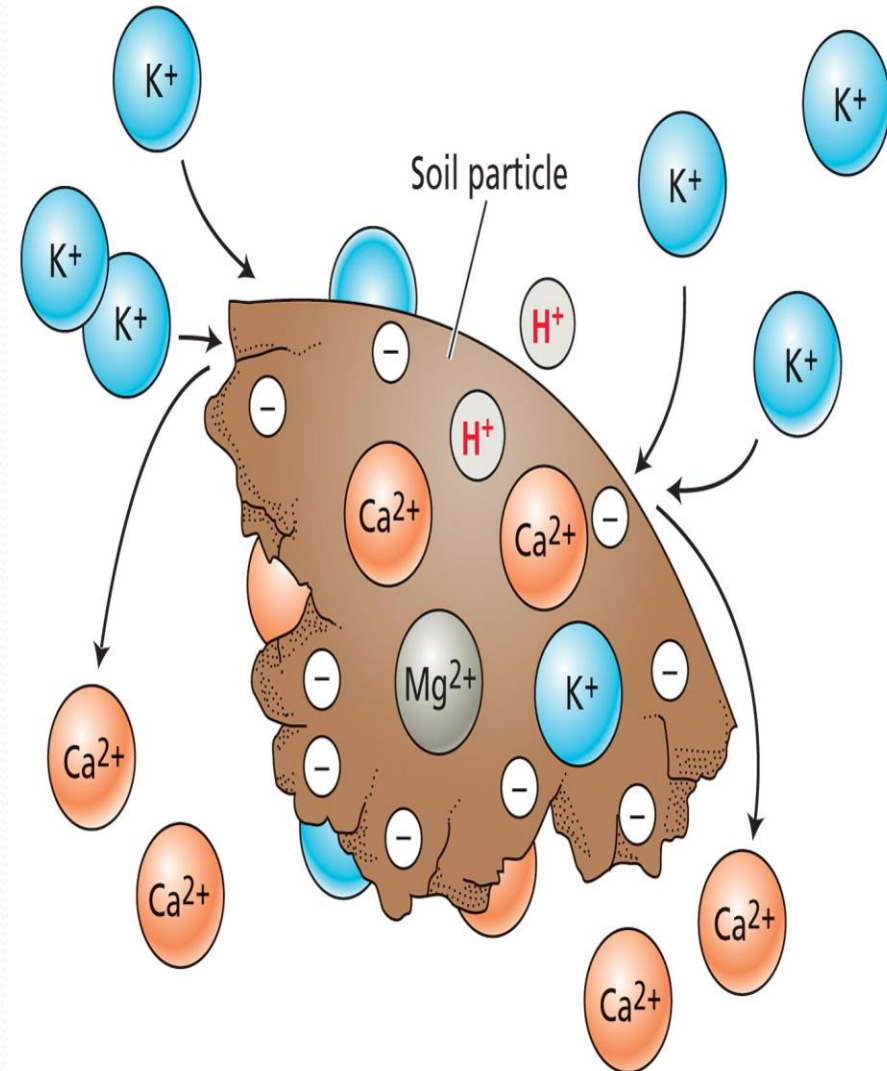


رابطه خاک و گیاه



ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بر حاصلخیزی آن تاثیر گذار است.

- ذرات خاک با بار منفی سبب جذب سطحی و نگه داشت عناصر غذایی در خاک می شود.
- تبادل کاتیونی در سطح ذرات خاک اتفاق می افتد.
- اگر پتاسیم با ذرات خاک پیوند یابد می تواند جایگزین کلسیم شده و آن را برای جذب توسط گیاه آزاد نماید.

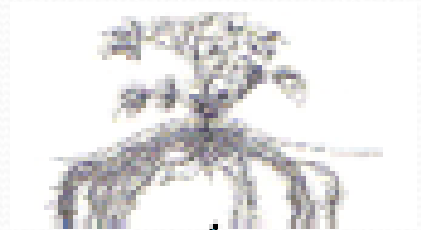


ظرفیت بافری خاک

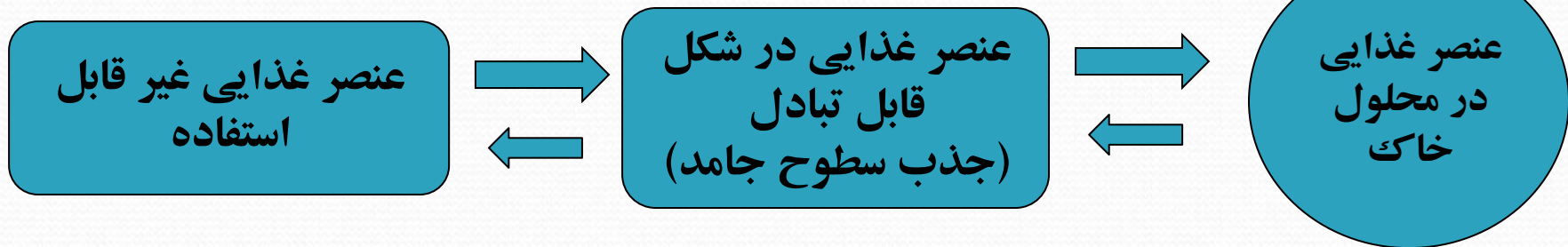
توانایی خاک در بازفرامی یون ها (منفی و مثبت) به محلول خاک

وابستگی ظرفیت بافری خاک به:

- مقدار و نوع رس
- ظرفیت تبادل کاتیونی و آنیونی
- مقدار و نوع ماده آلی خاک



جذب توسط
گیاه



۲- شناخت عناصر شامل
الف: نقش عناصر در گیاه
ب: چگونگی حرکت در خاک
ج: منابع تامین عناصر
د: زمان مصرف آنها در خاک



۱۶ عنصر ضروری گیاه

عناصر کم مصرف

- آهن (Fe)
- منگنز (Mn)
- روی (Zn)
- مس (Cu)
- بُر (B)
- مولیبدن (Mo)
- کلر (Cl)



عناصر پر مصرف

- کربن (C)
- اکسیژن (O)
- هیدروژن (H)
- نیتروژن (N)
- فسفر (P)
- پتاسیم (K)
- گوگرد (S)
- کلسیم (Ca)
- منیزیم (Mg)

ضرورت عناصر غذایی برای گیاه

ضروری: برای همه گیاهان

- کمبود آن چرخه حیات گیاه را مختل می کند
- کمبود آن علائم خاصی به دنبال دارد
- برای متابولیسم گیاه لازم است

مفید: برای برخی گونه های گیاهی

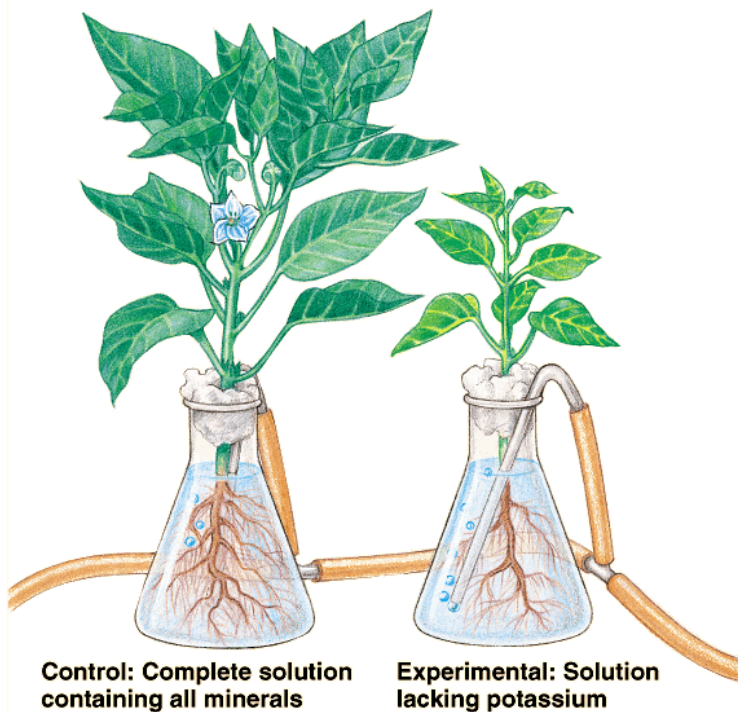
- رشد و تکامل گیاه را تسریع می کند
- برای بعضی از گونه ها لازم است

(، واندیم Ni)، نیکل (I)، (، ید Co)، کبالت (Si)، سیلیسیوم (Na مانند: سدیم)
(V)



کمبود عناصر غذایی در گیاه

کمبود عناصر غذایی هنگامی که غلظت عنصر کمتر از حد مطلوب آن در گیاه باشد اتفاق می افتد.



کمبود یک عنصر غذایی اغلب به ایج علائمی می انجامد که منحصر به آن عنصر بوده و بازتاب نقش آن در متابولیسم گیاه می باشد.



توزیع علائم کمبود در گیاه

- کمبود یک عنصر غذایی اغلب به ایجاد علائمی می انجامد که منحصر به آن عنصر بوده و بازتاب نقش آن در متابولیسم گیاه می باشد. محل ایجاد علائم کمبود یک عنصر به تحرک آن در گیاه بستگی دارد
- برگ‌های مسن = متحرک (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)
- برگ‌های جوان = غیر متحرک یا با تحرک کم (آهن، روی، کلسیم، بر)



N
nitrogen
deficiency

K
potassium
deficiency

P
phosphorus
deficiency

NaCl
salt
toxicity

Mg
magnesium
deficiency

Zn
zinc
deficiency

Fe
iron
deficiency

S
sulphur
deficiency

Mn
manganese
deficiency

Cu
copper
deficiency

Ca
calcium
deficiency

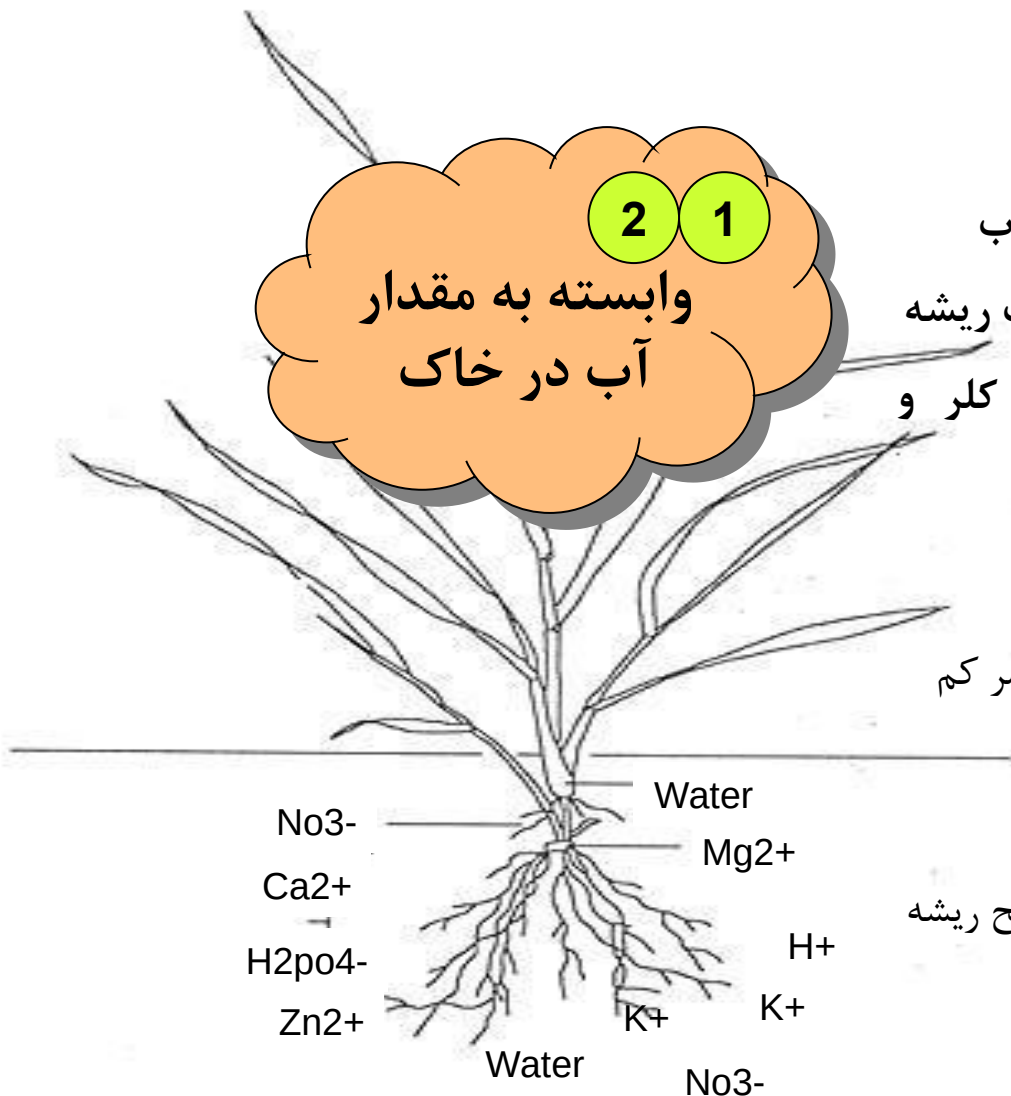


چگونه عناصر غذایی توسط گیاه جذب می شوند؟

- جذب به وسیله ریشه (راه اصلی جذب عناصر غذایی)
- جذب از طریق برگ (راه کمکی برای جذب سریع عناصر غذایی)



مکانسیم های حرکت عناصر به سمت ریشه گیاه



1 جریان توده ای-حرکت عناصر غذایی به همراه آب
متاثر از غلظت عنصر و شیب حرکت آب به سمت ریشه
ترکیبات و عناصر با غلظت زیاد (نترات، کلر و
سولفات....)

2 پخشیدگی-حرکت عناصر در جهت شیب غلظت
حرکت عناصر با غلظت کم نظیر پتاسیم، فسفر و عناصر کم
مصرف

3 تماس ریشه ای-تبادل الکترواستاتیکی عناصر در سطح ریشه
حرکت عناصر با بار مثبت زیاد نظیر کلسیم و منیزیم



۳- مدیریت حاصلخیزی و تغذیه علمی خاک

(تغذیه بر اساس نیاز فنولوژیک گیاه)



۱- کیفیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

- یکی از مهمترین مولفه ها که بر عملکرد اثر می گذارد، **حاصلخیزی خاک** است که در حال حاضر از وضعیت نامطلوبی برخوردار است.
- از سوی دیگر **۳۰ تا ۵۰ درصد** از عملکرد مزارع و باغها مربوط به مصرف کودهای تجاری وابسته است.
- باید پیش از هر تلاشی برای بهبود دیگر متغیرها در ابتدا لازم است وضعیت حاصلخیزی خاک را بهبود یابد. ارتقای کیفیت حاصلخیزی سبب بهبود کارایی مصرف آب می شوند (دنگ و همکاران، ۲۰۰۶)
- در شرایط فعلی توصیه کودی به صورت **یکنواخت و بدون در نظر گرفتن ویژگی های خاک و نیاز گیاه** انجام میشود.

نتیجه: باقی ماندن شرایط کمبود عناصر در مناطقی که دچار کمبود هستند و بیش بود (و در برخی موارد سمیت) عناصر در مناطق با حد کفایت عناصر – در چنین شرایطی افزایش عملکرد متناسب با انتظار نیست – هزینه تولید بالا بوده و اقتصادی نیست

۲- تغییر دیدگاه از توصیه کودی یکنواخت به مدیریت تغذیه خاص- مکان

◀ مدیریت تغذیه خاص- مکان (SSNM):

ارتقای مدیریت حاصلخیزی و تغذیه گیاه با در نظر گرفتن تغییرات مکانی و زمانی عناصر غذایی در سیستمهای زراعی

❖ علت این رویکرد:

- عناصر غذایی خاک از مزرعه  ای به مزرعه دیگر فرق می کنند
- عناصر غذایی خاک از سالی به سال دیگر به علت نوسانات اقلیمی و شرایط فصلی فرق می کنند.
- بنابر این لازم است مقدار و زمان مصرف کود با در نظر گرفتن شرایط مکان- زمان و نیاز گیاه باشد.

تغییر دیدگاه از توصیه کودی یکنواخت به مدیریت تغذیه خاص – مکان

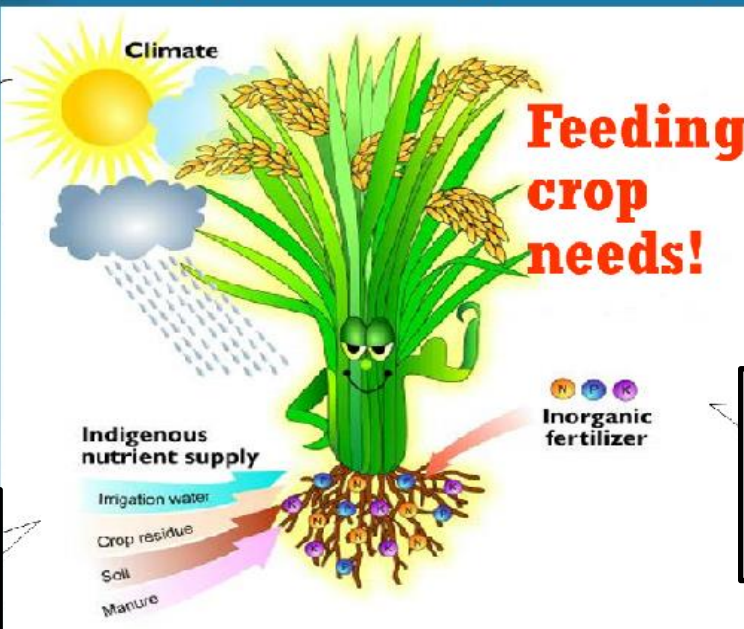
❖ مهم ترین دستاوردهای SSNM:

- افزایش توانایی کشاورزان در تنظیم آگاهانه مصرف کود برای رسیدن به عملکرد مطلوب
- بهینه سازی مقدار و زمان مصرف کود
- افزایش راندمان و متوازن کردن مصرف کود
- هدف اصلی در SSNM: نه افزایش و نه کاهش مصرف کود؛ بلکه مصرف متوازن کود

سه مرحله اساسی در SSNM

Site-specific nutrient management (SSNM)

۱- مشخص کردن هدف عملکردی



۲- استفاده موثر از عناصر غذایی خاک (منبع بومی خاک) یا آزمون خاک

۳- پر کردن فاصله بین منبع بومی خاک و نیاز گیاه با کود



ارزیابی نیاز غذایی گیاه

اولین قدم در مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

➤ روش مستقیم

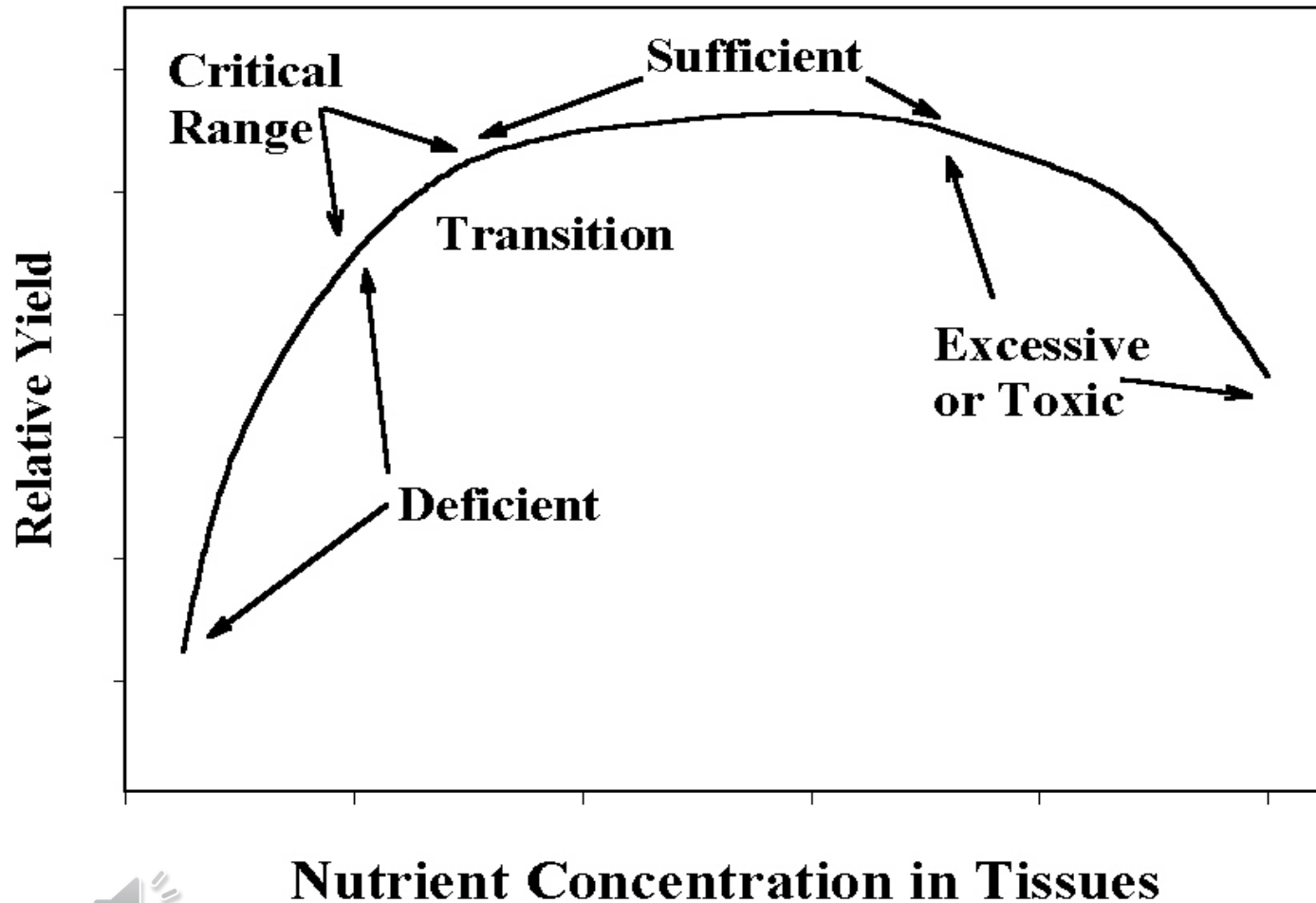
- آزمایشات مزرعه ای کاربرد کود

➤ روش غیر مستقیم



- علائم کمبود عناصر غذایی (در صورت بروز علائم کمبود بخشی از کاهش تولید قابل جبران نیست)
- تجزیه گیاه (پیشگیرانه بوده و امکان مدیریت تغذیه گیاه قبل از وقوع کمبود وجود دارد)
- آزمون خاک (پیشگیرانه بوده و سبب حفظ حاصلخیزی خاک و پایداری تولید می گردد)

رابطه غلظت با عملکرد گیاه



آزمون خاک

ارزیابی توانایی خاک در فراهمی یک عنصر غذایی مشخص برای گیاه



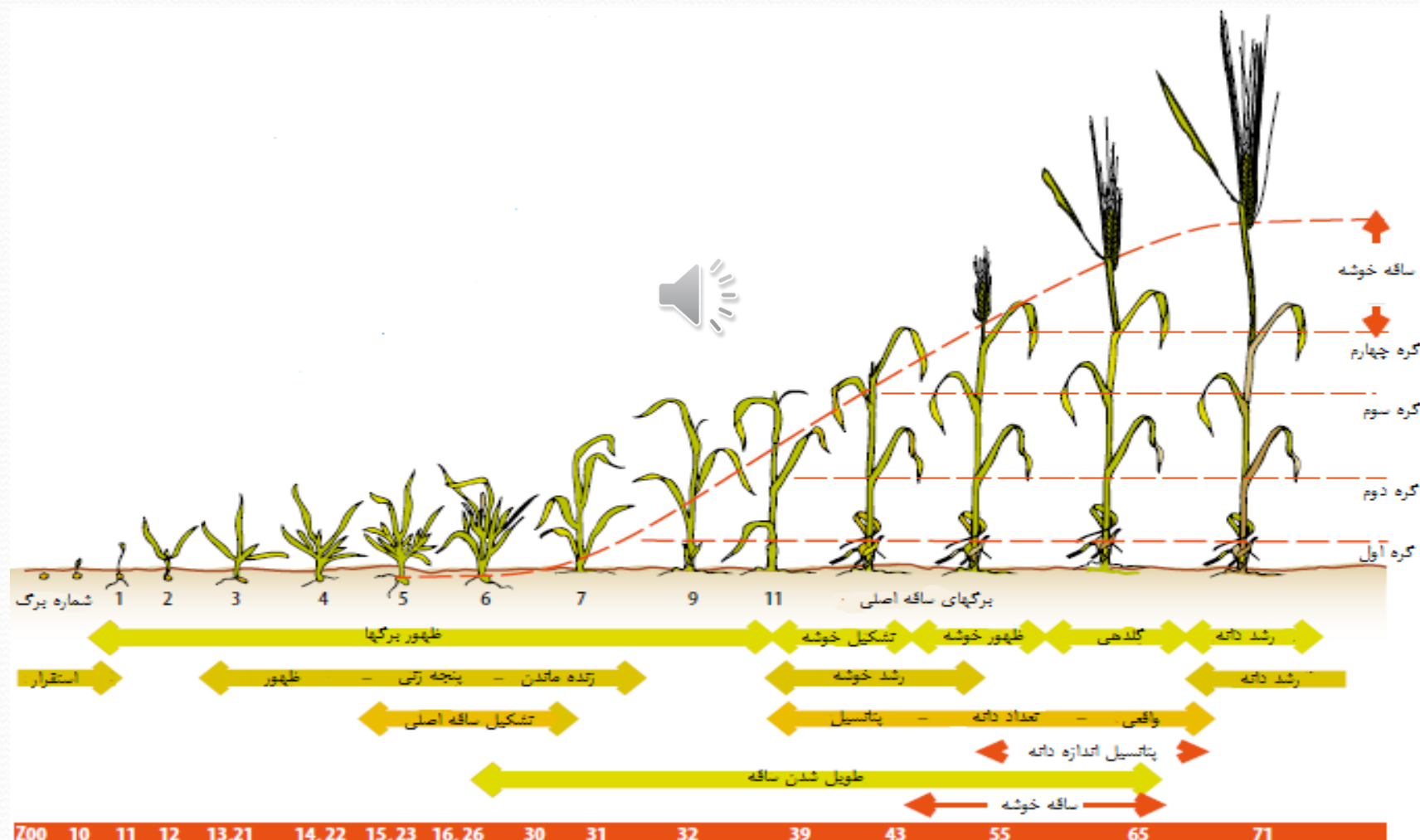
آزمون خاک

- تعیین می کند که چه عناصری و به چه مقدار در خاک وجود دارد
- قابلیت دسترسی عناصر غذایی را برای گیاه تعیین می کند
- به شما نشان می دهد که چه عناصری در خاک دچار کمبود است و برای رفع این کمبود چه نوع کود و به چه مقدار باید مصرف شود (توصیه کودی)

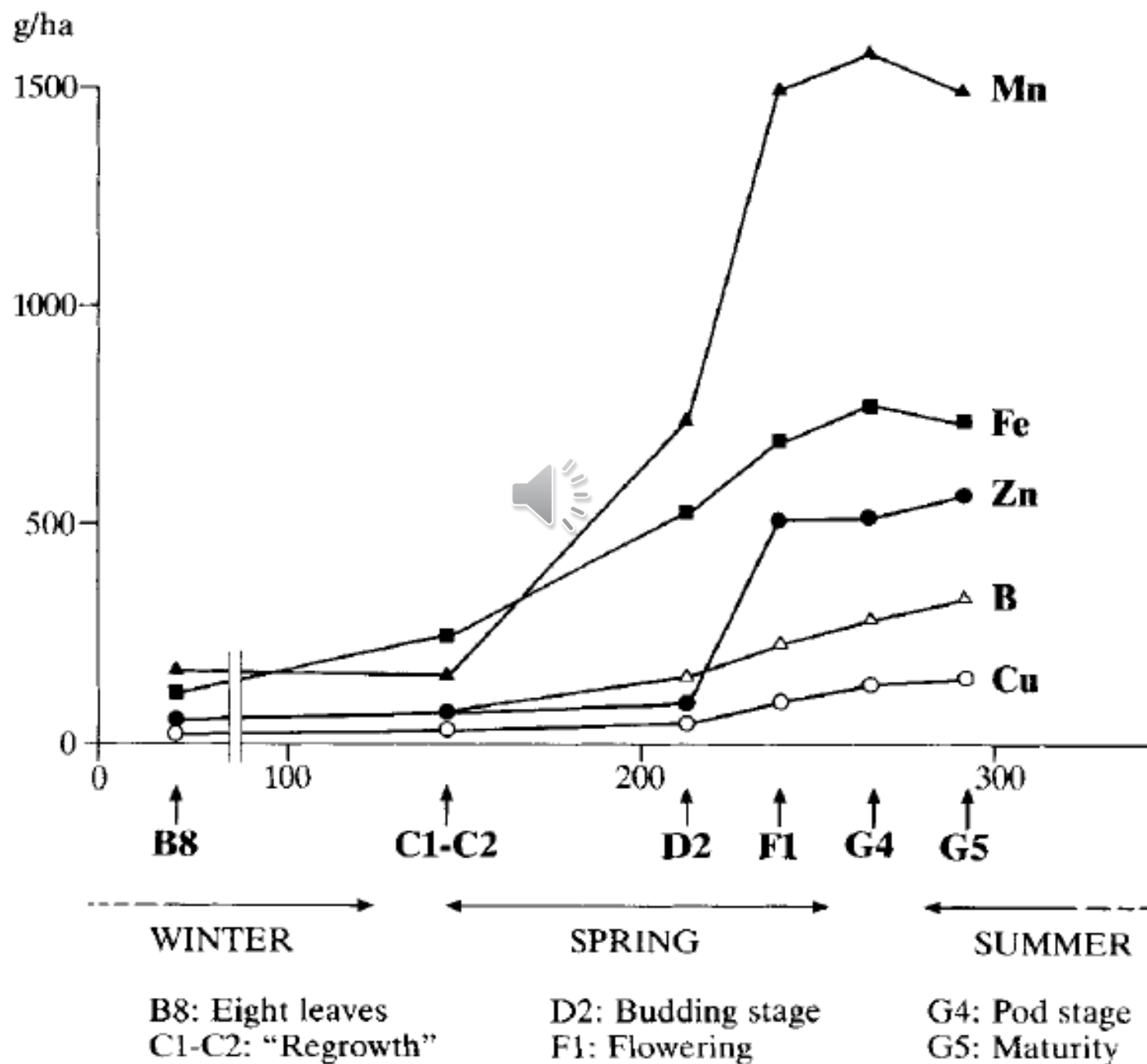
۳- شناخت مراحل فنولوژیکی گیاه



زمان مصرف کود منطبق با نیاز غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه

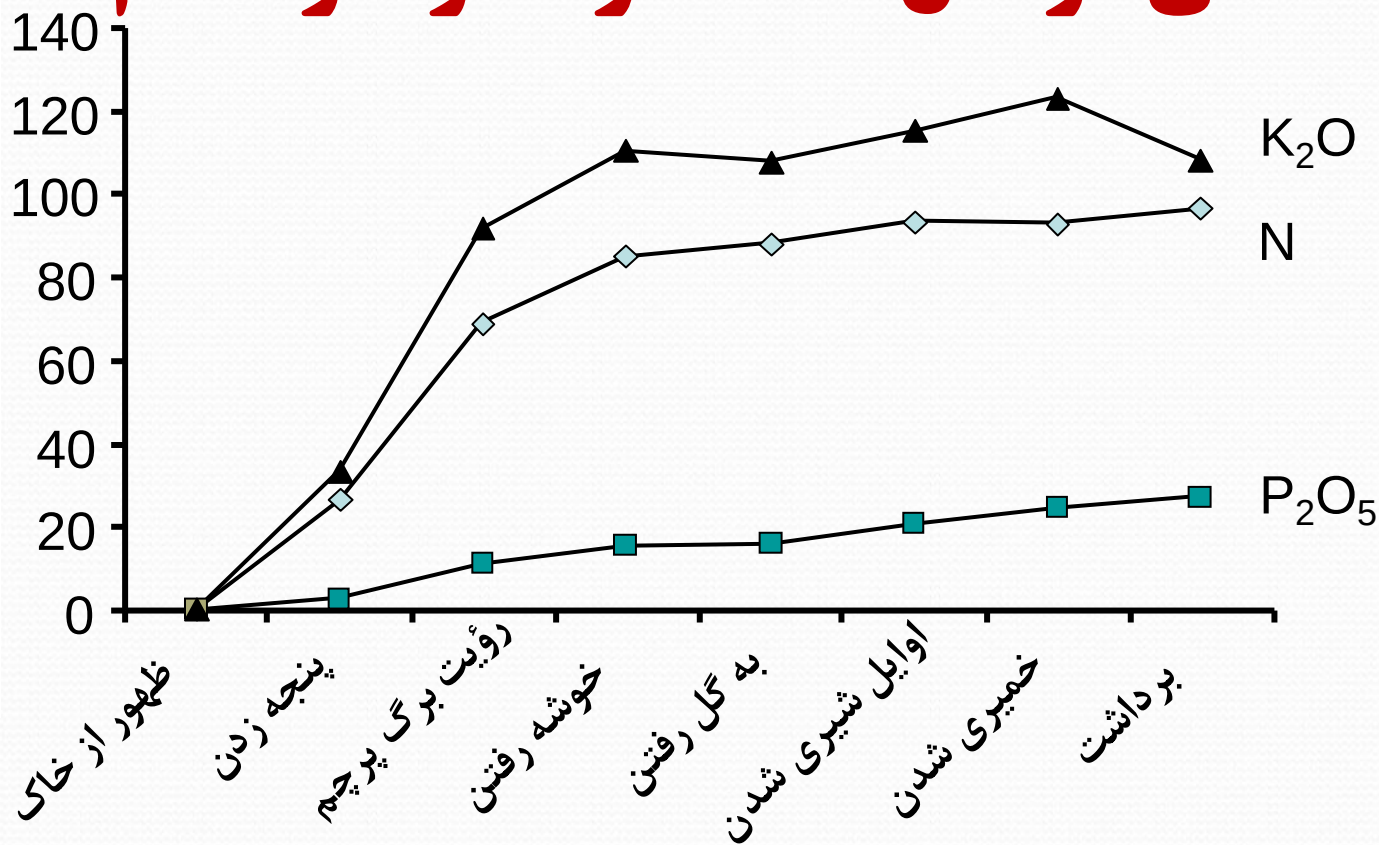


Kinetic of micronutrient absorption in oilseed rape (3.5 t/ha)



روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو گندم

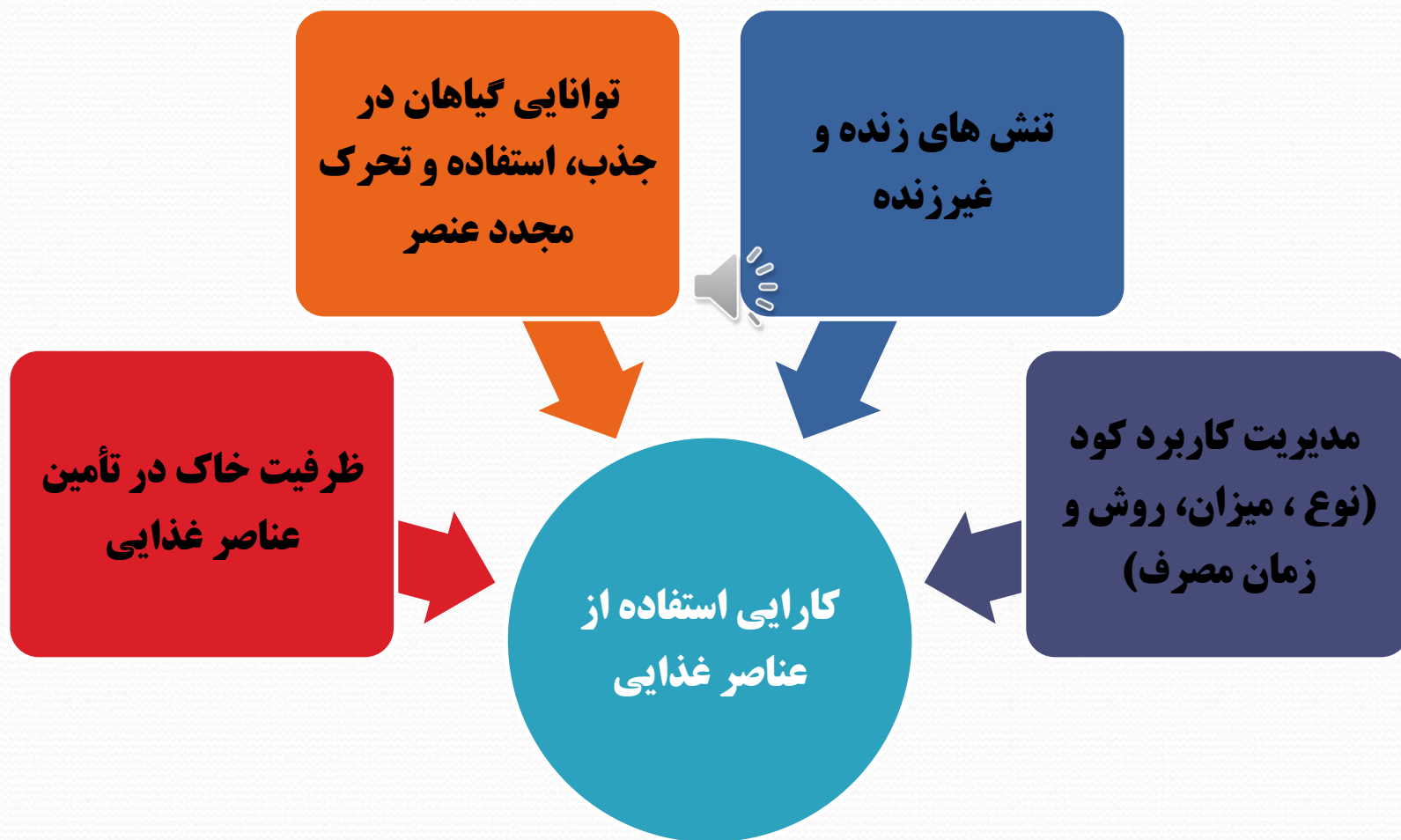
جذب عناصر غذایی (کیلوگرم بر هکتار)



مراحل رشد



(FUE, NUE) عوامل موثر در کارایی کود و استفاده از عناصر غذایی



کودها مهمترین ترکیبات حاصلخیز کننده خاک می باشند.

- کود هر ماده آلی یا معدنی با منشأ طبیعی یا مصنوعی است که به خاک یا گیاه اضافه می شود تا یک یا چند عنصر غذایی را برای رشد گیاه تامین نماید.
- کود آلی فرآورده ای جانبی به دست آمده از فرآوری ماده های جانوری و گیاهی است که دارای مقدار کافی عناصر غذایی بوده و ارزش کودی دارد.
- کود زیستی ماده ای است جامد، مایع یا نیمه جامد که حاوی تعداد مکفی از یک یا چند موجود زنده مفید خاکزی بوده و قادر است به نحوی در تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موثر باشد.

کارایی استفاده از کود مهمترین مساله ای که در مدیریت کوددهی مطرح می باشد. کارایی استفاده از کود، افزایش عملکرد محصول به ازای کاربرد یک واحد از کود در شرایطی است که عملکرد های بالا به دست آید.



منابع کودی:

انتخاب بر اساس قیمت واحد عنصری، روش مصرف، مقدار مصرف، شرایط خاک

نیتروژن: اوره (۴۶٪) - نترات آمونیوم (۳۶٪) - سولفات آمونیوم (۲۴٪)

فسفر: سوپرفسفات تریپل (۴۶٪) - فسفات آمونیوم (۴۶٪) - سوپرفسفات ساده (۱۶٪) - کودهای فسفوری با حلالیت بالا (۱۰-۵۲-۱۰)



پتاسیم: کلرید پتاسیم (۶۰٪) - سولفات پتاسیم (۵۰٪) - کودهای پتاسیمی با حلالیت بالا (۱۲-۱۲-۳۶)

عناصر کم مصرف: سولفات (۲۰-۳۰٪) - کلات آلی (۶-۱۴٪) - کودهای مرکب حاوی عناصر کم مصرف (مایع و یا جامد)

کودهای آلی: کودهای حیوانی، کمپوست گیاهی، کمپوست زباله شهری (مجموع عناصر غذایی بیش از ۵ درصد) - کودهای آلی غنی شده

مقدار مصرف کود:

■ نیاز غذایی گیاه

■ مقدار عنصر در خاک و راهبردهای کوددهی بر اساس آزمون خاک

■ نوع کود مصرفی

■ روش کاربرد کود (در روش مصرف نواری مقدار مصرف از ۲۵ تا ۵۰ درصد کاهش

می یابد)



■ شرایط خاک (شوری و خشکی)

روش مصرف کود:

■ پخش سطحی

■ کاربرد نواری



■ بذرمال و یا مصرف همراه با بذر (کودهای میکروگرانوله)

■ کود آبیاری

مدیریت تکمیلی تغذیه گیاهی

✓ استفاده از کودهای محلول در آب (کود آبیاری)

✓ استفاده از کودهای محلول در آب به صورت محلولپاشی

✓ استفاده از محرک های رشد به ویژه در هنگام سمپاشی



✓ استفاده از کودهای حاوی مواد آلی محلول

جمع بندی نهایی

کاربرد برنامه‌های کودی و استفاده از
کودهای با کیفیت و مشاوره با
کارشناسان مرتبط



با شکر فراوان

به امید بهره گرفتن از علوم در
راستای تولید محصولات کشاورزی

ماید
پ