



پروفیک 4

فہرستہ علمی

انجمن علمی علوم و مہندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

Every great
tragedy
forms a
fertile soil in
which a great
recovery can
take root and
blossom...
but only if
you plant the
seeds.

سُبْحَانَكَ اللَّهُمَّ
رَبِّ السَّمَاوَاتِ
الْأَعْلَى

عنوان: پروخاک

زمینه انتشار: علمی

ترتیب انتشار: فصلنامه

شماره انتشار: شماره ششم

تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۰

صاحب امتیاز: انجمن علمی علوم و مهندسی خاک

مدیرمسئول: رویا کریم‌نیا

سردبیر: مریم رحمتی

ناظر علمی: دکتر آیدا عباسی

کارشناس نشریات: مهندس سعید بوداقتی

هیأت تحریریه: رویا کریم‌نیا، مریم رحمتی، هانیه امامی، آرزو رضازاده، نادیا صابری،

مریم بهروز دمیرچی، رضا رسول‌زاده

شماره و تاریخ مجوز: ۱۳۶۸۴/ف/م/۲۵/۰۸/۱۳۹۹

طراح جلد و صفحه‌آرایی: رویا کریم‌نیا





۶	تعریف حاصلخیزی خاک و اجزای آن
۱۸	چه عواملی در حاصلخیزی خاک گیاهان تاثیر دارد؟
۲۴	اصول حاصلخیز کردن خاک
۳۸	حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
۴۸	حاصلخیزی در خاک‌های ایران
۵۴	حاصلخیزی در خاک‌های جهان
۶۶	سیستم اینترنت اشیا مبتنی بر خاک هوشمند



۴
:

حاصلخیزی خاک و اجزای آن

(بیولوژیک، شیمیایی، فیزیکی)

...

هانیه امامی

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)





حاصلخیزی، ساده‌ترین و در عین

حال پیچیده‌ترین واژه برای توصیف یک خاک خوب زراعی است. ساده از این رو که می‌تواند به طور عام، تولید بیشینه‌ی محصول را برای همگان تداعی کند و پیچیده به این دلیل که هنوز بسیاری از جنبه‌های مرتبط با مدیریت آن، حتی برای خبرگان این رشته، ناشناخته مانده است. در واقع، حاصلخیزی انعکاسی از پیچیدگی‌های ذاتی ساختار اکوسیستم خاک - گیاه است، زیرا از یکایک و ویژگی‌های اجزای گوناگون این سیستم حیاتی و نیز از برهمکنش‌های بی شمار بین این اجزاء تأثیر می‌پذیرد و برآیند مجموع اثرات آنها را به صورت توان تأمین رشد گیاه و تولید محصول، عرضه می‌دارد. بنابراین، حفظ این توان در سطح تولید بهینه‌ی محصول به حالت پایدار، به مدیریتی جامع نگر و آگاه به تمامی جنبه‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک تأثیر گذار نه تنها بر کمیت تولید که بر کیفیت و سلامت منابع خاک و محیط زیست نیازمند است. متأسفانه،

طی سالهای متمادی پس از ظهور کودها و سموم شیمیایی، این فرضیه که کاربرد انواع این کودها و سموم، بهترین وسیله برای دستیابی به بالاترین سطح تولید محصول و حفظ سلامت گیاه است، بر برنامه‌های کشاورزی به اصطلاح مدرن، حاکم بوده است. بسیاری از کشاورزان فکر می‌کنند که عملکرد بالا نشان دهنده‌ی یک خاک بارور است، اما از نظر اکولوژی کشاورزی که در آن هدف حفظ و افزایش تشکیل خاک و فرآیندهای حفاظتی شامل مواد آلی است، یک خاک بارور لزوماً یک خاک حاصلخیز نیست. در کشاورزی پایدار، فرآیندهای خاک که امکان تولید را فراهم می‌سازند از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. افزودن کودها، تنها از طریق شناخت چرخه‌ی مواد و فرآیندهای اکولوژیکی خاک به خصوص پویایی مواد آلی و حفظ حاصلخیزی خاک، می‌توانند باعث افزایش تولید شوند. جدول حاصلخیزی خاک و اجزای آن:

تعاریف پیشنهاد شده و مورد استفاده از حاصلخیزی خاک و اجزای آن حاصلخیزی بیولوژیک خاک، حاصلخیزی شیمیایی خاک و حاصلخیزی فیزیکی خاک. این واژه‌ها فقط دارای اهمیت مفهومی هستند زیرا به طور دقیق قابل کمی شدن و یا توصیف با واحدهای مشخص نمی‌باشند. برای هر نقطه‌ی مشخص درجه‌ی حاصلخیزی خاک (و اجزای حاصلخیزی خاک) بستگی به خصوصیات ذاتی آن خاک دارد که با توجه به منشاء خاک و عملیات مدیریتی اراضی متفاوت می‌باشد.



تعریف	حاصلخیزی خاک و اجزای آن
ظرفیت خاک برای تأمین نیازهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مورد نیاز برای ریشه باروری، تولید مثل و کیفیت گیاهان (کیفیت گیاه برای غذای انسانها و تغلیف دام) که این مفاهیم بستگی به نوع گیاه، خاک، استفاده از اراضی و شرایط آب و هوایی دارد.	حاصلخیزی خاک
توان موجودات خاکزی (ریز جانداران، جانوران خاک و ریشه ها) برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان، تغلیف دام، تولید مثل 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 تغذیه ای خوب برای گیاهان و تغلیف دام، تولید مثل و کیفیت از دیدگاه انسان و دام) به نحوی که به فرآیندهای مفید فیزیکی و بیولوژیک که در چرخه عناصر غذایی نقش دارند، آسیبی وارد نشود	حاصلخیزی شیمیایی خاک
ظرفیت خاک برای ایجاد شرایط فیزیکی مناسب که سبب بهبود تولید گیاه، تولید مثل و کیفیت شود (از دیدگاه انسان و دام) بدون این که به تخریب ساختمان خاک و با فرسایش خاک منجر شود و بر فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیک خاک تأثیر مثبتی داشته باشند.	حاصلخیزی فیزیکی خاک



از دیدگاه کشاورزی، واژه‌ی قدیمی «حاصلخیزی خاک» در واقع توان تأمین کلیه‌ی کیفیت‌های مورد نیاز برای تولید محصولات گیاهی و دامی می‌باشد. در مطالعات اولیه، عموماً ویژگی‌های مربوط به شناسایی و طبقه بندی خاک‌ها، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیک خاک مورد مطالعه قرار گرفته است.

نکته‌ی قابل توجه این است که موجودات زنده‌ی خاک نقش واسطه‌ای عمده‌ای در برخی از فرآیندهای مهم پدولوژی، فیزیکی و شیمیایی خاک دارند. عموماً مفهوم حاصلخیزی خاک مرتبط با حاصلخیزی شیمیایی خاک و توانایی آن در تأمین نیازهای غذایی گیاهان تلقی شده است. برای سیستم‌های زراعی متکی بر نهاده‌های شیمیایی، می‌توان نیازهای کودی را براساسی شرایط گیاه، خاک و آب و هوا تعیین کرد و تحقیقات زیادی نیز برای تعیین این نیازها در بسیاری از مناطق زراعی انجام شده است. محدودیت‌های فیزیکی حاصلخیزی خاک نیز به خوبی شناخته شده اند و تلاش‌های زیادی صرف شناخت عملیات زراعی شده است تا از توسعه‌ی محدودیت‌های ساختاری مضر برای رشد گیاه جلوگیری به عمل آید و یا آنها را به حداقل رسانند. در این راستا تلاش شده است تا تلفات ناشی از

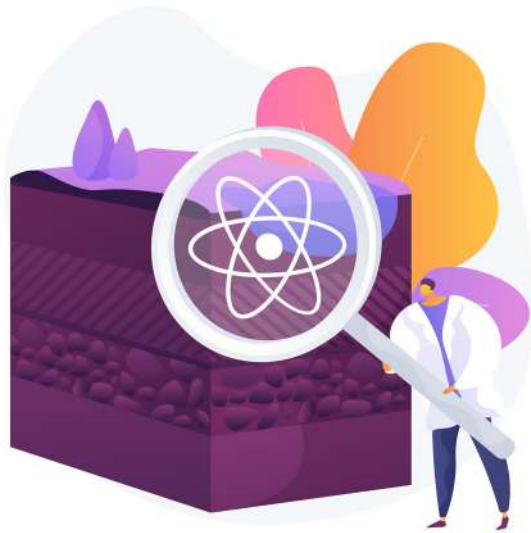
فرسایش آبی و بادی نیز کاهش یابد. در مقابل اطلاعات ناچیزی در موارد زیر وجود دارد:

- چگونه فواید ناشی از فرآیندهای بیولوژیک خاک (به استثنای تثبیت نیتروژن به روش همزیستی و کنترل بیولوژیک بیماری‌های گیاهی) را می‌توان افزایش داد.
- آیا بهره برداری از سایر فرآیندهای بیولوژیک خاک از نظر اقتصادی و زیست محیطی می‌تواند پایدار باشد.

به طور کلی کشاورزی مدرن با تکیه بر استفاده‌ی وسیع از کودهای شیمیایی، توان بالقوه بعضی از موجودات زنده خاک را نادیده گرفته است. این امر سبب آلوده شدن جدی برخی از مناطق با آفت کش‌ها و یا عناصر غذایی چون نیتروژن، فسفور و یا حتی عناصر کم مصرفی مانند مس شده است. افزون بر این، ارقام جدید گیاهی اغلب تحت شرایطی انتخاب میشوند که این شرایط برای بعضی از فرآیندهای مفید بیولوژیک (مثل فعالیت قارچ‌های میکوریزا) مطلوب نیست. این موضوع ممکن است منجر به پیدایش مناطقی شود که برخی از فرآیندهای مثبت حاصلخیزی بیولوژیک خاک به صورت زیان آور جلوه نمایند (رایان و گراهام، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، اثرات فرآیندهای بیولوژیک بر رشد گیاه، اغلب به صورت غیر مستقیم است (برای مثال، از طریق فراهم ساختن عناصر غذایی و یا تأثیر بر ساختمان خاک) و همین موضوع سبب دشواری نشان دادن فواید آن در رشد گیاه می‌شود. پیشرفت‌های اخیر امکان ارزیابی تأثیر فرآیندهای بیولوژیک بر کارکردهای مفید خاک را فراهم ساخته اند که این خود نسبت به روش‌های سنتی مبتنی بر تعیین نوع ریز جانداران خاک، پیشرفت قابل توجهی محسوب می‌شود.



حاصلخیزی بیولوژیک خاک



کیفیت خاک، حاصلخیزی خاک و سلامت خاک واژه‌هایی هستند که برای توصیف اهمیت منابع خاک استفاده شده‌اند. از دیدگاه کشاورزی، واژه تاریخی حاصلخیزی خاک در واقع توان تأمین تمامی کیفیت‌های مورد نیاز برای تولید گیاهی و دامی می‌باشد. در مطالعات اولیه معمولاً خاک بیشتر از نظر ویژگی‌های پدولوژی، فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژی مورد بررسی قرار گرفته است. نکته قابل بحث این است که موجودات زنده خاک نقش واسطه‌ای عمده‌ای در برخی از فرآیندهای مهم پدولوژی، فیزیکی و شیمیایی دارند. عموماً مفهوم حاصلخیزی خاک مرتبط با حاصلخیزی شیمیایی خاک و توانایی آن در تأمین نیازهای غذایی گیاهان تلقی شده است. برای سیستم‌های زراعی متکی بر نهاده‌های شیمیایی می‌توان نیازهای کودی را براساس شرایط گیاه، خاک و آب و هوا تعیین کرد و تحقیقات زیادی نیز برای تعیین این نیازها در بسیاری از مناطق زراعی انجام شده است. محدودیت‌های فیزیکی حاصلخیزی خاک نیز بخوبی شناخته شده‌اند و تلاش‌های زیادی صرف شناخت عملیات زراعی شده است تا از توسعه محدودیت‌های ساختاری مضر برای رشد گیاه جلوگیری کرده و یا آن را به حداقل برسانند. در این راستا تلاش شده است تا تلفات ناشی از فرسایش آبی و بادی نیز کاهش یابد. در مقابل اطلاعات ناچیزی در موارد زیر وجود دارد:

۱- چگونه فواید ناشی از فرآیندهای بیولوژیک خاک را افزایش دهیم (به استثنای تثبیت همزیستی نیتروژن و کنترل بیولوژیک بیماری گیاهی)

۲- آیا بهره‌برداری از سایر فرآیندهای بیولوژیک خاک از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی می‌تواند پایدار باشد یا خیر.

واژه حاصلخیزی خاک به تنهایی و بدون در نظر گرفتن عوامل بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی اطلاعات کافی درباره وضعیت خاک ارائه نمی‌دهد. این سه مورد اجازه می‌دهند تا تفسیر حاصلخیزی خاک با تاکید بر اجزاء یا ترکیبی از اجزاء حاصلخیزی باشد که تحت تأثیر تصمیمات مدیریتی خاک می‌باشند. متأسفانه به دلیل محدودیت‌هایی که وضعیت مواد مادری، عوامل مربوط به فاکتورهای آب و هوایی و بهره‌برداری از اراضی اعمال می‌کنند، برای هر یک از جنبه‌های حاصلخیزی

بیولوژیک خاک هیچ نوع اندازه‌گیری ساده، کمی و کارایی وجود ندارد. با این حال پیشنهاد می‌شود حاصلخیزی بیولوژیک خاک به طور گسترده‌ای در خصوص سیستم‌های کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. بدون توجه به این بخش از حاصلخیزی خاک، دخالت فرآیندهای بیولوژیک مفید خاک همچنان در متن حاصلخیزی فیزیکی و شیمیایی بررسی خواهند شد و به عنوان هویت مستقل و با اهمیت معادل با آنها در نظر گرفته نخواهند شد. تعاریف پیشنهاد شده و مورد استفاده از حاصلخیزی خاک و اجزای آن در ادامه آورده شده است. ذکر این نکته دارای اهمیت است که این واژه‌ها مفهومی می‌باشند زیرا دقیقاً قابل کمی شدن و یا توصیف با واحدهای مشخص نمی‌باشند. برای هر نقطه مشخص، درجه حاصلخیزی خاک و اجزای آن بستگی به خصوصیات ذاتی آن خاک دارد که با توجه به منشا خاک و عملیات زراعی متفاوت می‌باشند.

۱- حاصلخیزی خاک: ظرفیت خاک برای تأمین نیازهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مورد نیاز برای رشد، باروری، تولید مثل و کیفیت گیاهان (کیفیت گیاه برای غذای انسان‌ها و علوفه دام) که این مفاهیم بستگی به نوع گیاه، خاک، استفاده از اراضی و شرایط آب و هوایی دارد.

۲- حاصلخیزی شیمیایی خاک: ظرفیت خاک برای تأمین محیط شیمیایی مناسب و وضعیت تغذیه‌ای خوب برای گیاهان و تعریف دام، تولید مثل 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.



۳- حاصلخیزی فیزیکی خاک: ظرفیت خاک برای ایجاد شرایط فیزیکی مناسب که سبب بهبود تولید گیاه، تولید مثل و کیفیت شود (از دیدگاه انسان و دام) بدون اینکه به تخریب ساختمان خاک و یا فرسایش خاک منجر شود و تأثیر مثبتی بر فرایندهای شیمیایی و بیولوژیک خاک داشته باشند.

۴- حاصلخیزی بیولوژیک خاک: توان موجودات خاکزی (میکروارگانیسمها، جانوران خاک و ریشه ها) برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان، علوفه دام، تولید مثل و کیفیت (از دیدگاه انسان و دام) در عین حفظ فرایندهای بیولوژیک که تأثیر مثبتی بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک دارند.

اهمیت حاصلخیزی بیولوژیک خاک در تولیدات کشاورزی

چنانچه حاصلخیزی خاک منحصراً از دیدگاه تولید کشاورزی و در کوتاه مدت نگریسته شود، ممکن است در این صورت توجه چندانی به فرایندهای بیولوژیک نیاز نباشد؛ چون در بسیاری از کشورهای پیشرفته خاکها ذاتاً دارای مقادیر مناسبی از عناصر غذایی هستند. این امر به دلیل ذاتی وجود عناصر غذایی در خاک یا فراوانی و ارزانی کودهای شیمیایی است که بسیاری از فواید موجودات زنده خاک را تحت الشعاع قرار می دهد. بیماری های گیاهی و تثبیت بیولوژیک نیتروژن از این امر مستثنی هستند و می توانند بر تولیدات کشاورزی بویژه در سیستم های زراعی متکی بر نهاده های شیمیایی، تأثیر داشته باشند. بطور کلی کشاورزی مدرن با تکیه بر استفاده وسیع از کودهای شیمیایی، توان بالقوه مفید بعضی از موجودات زنده خاک را نادیده گرفته است. این امر سبب آلوده شدن جدی برخی از مناطق با آفت کشها و یا عناصر غذایی چون نیتروژن، فسفر و یا حتی عناصر

کم مصرفی مانند مس شده است. بعلاوه ارقام جدید گیاهی اغلب تحت شرایط انتخاب می شوند که این شرایط برای بعضی از فرایندهای مفید بیولوژیک مطلوب نیست. این امر ممکن است منجر به پیدایش مناطقی شود که برخی از فرایندهای مثبت حاصلخیزی بیولوژیک خاک بصورت زیان آور جلوه نماید.

فرایندهای بیولوژیک خاک باید برای هر اقلیم و محیط و شرایط خاصی بخصوص، تعریف شوند. بعلاوه عملیات مدیریت اراضی (مانند مصرف کود) می توانند با تغییر شرایط خاک، رشد گیاهان زراعی را که در شرایط عادی قادر به نمو در این خاک نیستند را افزایش دهند. چنانچه منابع انرژی برای موجودات زنده خاک تأمین شوند ممکن است این جانداران بتوانند سبب ایجاد تغییراتی در شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک شوند (مثال با افزودن کود دامی، مالچ و کود سبز میتوان تأمین انرژی کرد). اگرچه جانداران بزرگتر مانند کرمهای خاک و کهنهها تأثیرات زیادی بر خصوصیات ساختمانی خاک دارند ولی تأثیرات عمده بر خصوصیات شیمیایی خاک توسط میکروارگانیسمها اعمال میشود. برخی از فرایندهای فیزیکی و شیمیایی در خاک تأثیرات قابل ملاحظه ای بر روی یکدیگر و بطور مستقل از فرایندهای بیولوژیک دارند. بنابراین وابستگیهای ذاتی طبیعت و پیچیدگی فرایندهای خاک بدین مفهوم است که نگاه سطحی و ساده انگارانه برای ارزیابی آن کار درستی نیست.





است) بافت خاک را تشکیل می‌دهد درشت و سبک به خاک شنی و ریز و سنگین به خاک رسی اطلاق می‌شود. خاک لوم (loam) ما بین این دو نوع و دارای مخلوط مناسبی از شن و سیلت و رس است. خاک‌های شنی سریع‌تر از خاک‌های دیگر خشک و گرم می‌شوند و راحت‌تر قابل شخم زدن هستند. خاک‌های رسی آب بیشتری را در خود نگه می‌دارند و از بقیه خاک‌ها دیرتر خشک و گرم می‌شوند و از همه سخت‌تر قابل شخم زدن می‌باشند. خاک‌های لوم وضعیتی متوسط دارند یعنی قابلیت نگهداری آب در آنها خوب است و نسبتاً خوب شخم زده می‌شوند.

توصیه شرایط مناسب بیولوژیک خاک برای هر سیستم زراعی مشخص و برای هر منطقه بخصوص، امری معمول نیست اگرچه این امر در کشاورزی آلی مد نظر است. ممکن است با تغییر سیستم کشت، فرآیندهای بیولوژیک مختلف از مطلوبیت کم یا زیادی برخوردار شوند. اگر خاکی دارای مقادیر کافی نیتروژن و فسفر باشد به عنوان حاصلخیز در نظر گرفته می‌شود. اگر چه این سطح از حاصلخیزی شیمیایی با افزودن کودهای شیمیایی هم قابل دستیابی است. از دیدگاه دیگر این امر ممکن است از طریق فرآیندهای مؤثر بر اثرات متقابل بین جانداران دخیل در تجزیه مواد آلی و چرخه عناصر و یا ترکیبی از نهادهای آلی و معدنی افزوده شده بدست آید. اگر جانداران خاک سهم زیادی در حاصلخیزی شیمیایی خاک داشته باشند (از طریق اثرات متقابل آنها با مواد آلی افزوده شده)، انتظار اثرات مثبت آنها در وضعیت فیزیکی خاک نیز وجود دارد. بعلاوه فرآیندهای بیولوژیک خاک و مواد شیمیایی افزوده شده می‌توانند با داشتن ارتباط با یکدیگر بر حاصلخیزی شیمیایی خاک نیز تأثیرگذار باشند. برای مثال کاربرد مقادیر بیشتر کود شیمیایی سبب افزایش زیست توده گیاهی شده که چنانچه این بقایای گیاهی دارای عناصر مورد نیاز میکروارگاناسم‌ها بوده و بدرستی مدیریت شوند می‌توانند چرخه میکروبی عناصر در خاک را سرعت بخشند. ظرفیت خاک برای نگهداری این عناصر از نقطه نظر کارایی آنها برای تولیدات کشاورزی و عدم هدررفت آنها از طریق آبشویی و راههای دیگر، اهمیت زیادی دارد.

خواص فیزیکی خاک

خواص فیزیکی خاک در تعیین قابلیت استفاده از آن برای مقاصد گوناگون حائز اهمیت می‌باشد. استحکام و تحمل فشار، قابلیت زهکشی در حالت مرطوب و خشک، قدرت ذخیره رطوبت، سهولت نفوذ ریشه گیاهان در خاک، تهویه و قابلیت نگهداری عناصر غذایی گیاهان در خاک همگی ارتباط نزدیک با خواص فیزیکی خاک دارند.

بافت خاک

اندازه نسبی ذرات خاک را اصطلاحاً بافت خاک گویند که حاکی از ریزی و درشتی خاک می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار نسبی شن و سیلت و رس که ذرات کوچکتر از سنگریزه می‌باشد (قطرشان از ۲ میلی متر کوچکتر

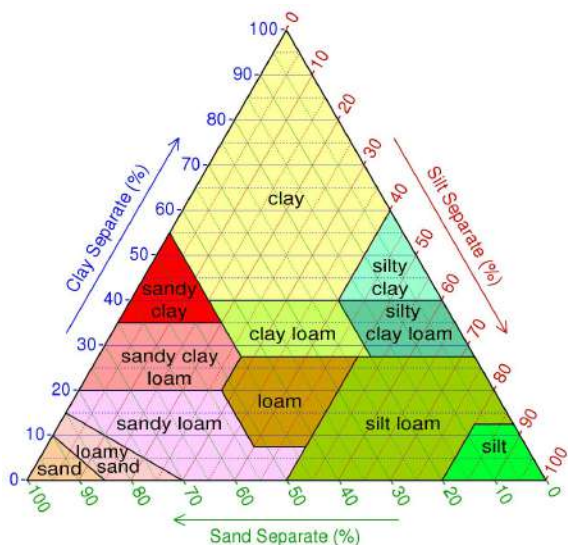


انواع ذرات تشکیل دهنده ی خاک (سیستم بین المللی)	
نام	اندازه برحسب میلی متر
ریگ و سنگ (Gravel)	بزرگتر از ۲ میلی متر
شن درشت (Coars sand)	۲ تا ۰/۲ میلی متر
شن ریز (Find sand)	۰/۲ تا ۰/۰۲ میلی متر
سیلت (Silt)	۰/۰۲ تا ۰/۰۰۲ میلی متر
رس (Clay)	کمتر از ۰/۰۰۲ میلی متر

انواع ذرات تشکیل دهنده خاک (سیستم آمریکایی)		
نام	اندازه برحسب میلی متر	تعداد ذرات در یک گرم
شن خیلی درشت (Very Coars sand)	۲ - ۱ میلی متر	۹۰
شن درشت (Coars sand)	۱ - ۰/۵ میلی متر	۷۲۲
شن متوسط (Medium sand)	۰/۵ - ۰/۲۵ میلی متر	۵۷۸۰
شن ریز (Fine sand)	۰/۲۵ - ۰/۱ میلی متر	۴۶۲۰۰
شن خیلی ریز (Very Fine sand)	۰/۱ - ۰/۰۵ میلی متر	۷۲۲۰۰۰
سیلت (Silt)	۰/۰۵ - ۰/۰۰۲ میلی متر	۵۷۸۰۰۰۰
رس (Clay)	کمتر از ۰/۰۰۲ میلی متر	۹۰۳۰۰۰۰۰

۴- لوم (loam): مقدار رس بین ۷ تا ۲۷ درصد و سیلت ۲۸ تا ۵۰ درصد و شن کمتر از ۵۲ درصد است.

تقسیم بندی بافت خاک



در روش مدرن، مثلث بافت خاک از دوازده کلاس تشکیل یافته است که اجزاء متشکله آن به قرار زیر می باشد:

۱- شنی (sand): حداقل مقدار شن ۸۵ درصد و مجموع و ۱/۵ برابر ذرات رس کمتر از ۱۵ درصد می باشد.

۲- شنی - لومی (loamy - sand): شن بین ۷۰ تا ۹۰ درصد و مجموع سیلت و ۱/۵ برابر ذرات رس بیش از ۱۵ درصد و مقدار رس از ۳۰ درصد کمتر می باشد.

۳- لومی - شنی (sandy - loam): رس کمتر از ۲۰ درصد یا مجموع درصد سیلت و دو برابر مقدار رس از ۳۰ درصد بیشتر می باشد. خاک هایی که مقدار شن آنها بین ۲۴ تا ۵۲ درصد باشد و مقدار رس شان کمتر از ۷ درصد و سیلت شان نیز کمتر از ۵۰ درصد است خاک لومی و شنی نامیده می شوند.



۵- لومی - سیلتی (silt - loam) : مقدار سیلت بیش از ۵۰ درصد و رس بین ۱۲ تا ۲۷ درصد بوده و یا مقدار سیلت بین ۵۰ تا ۸۰ درصد نوسان داشته و مقدار رس نیز کمتر از ۱۲ درصد است.

۶- سیلت (silt) مقدار سیلت کمتر از ۸۰ درصد و مقدار رس کمتر از ۱۲ درصد است.

۷- لوم رسی - شنی (sandy - clay - loam) : اینک ۲۰ تا ۳۵ درصد رس داشته و مقدار سیلت آن ۲۸ درصد کمتر و شن آن نیز بیش از ۴۵ درصد می باشد.

۸- لومی ورسی (clam - loam) مقدار رس تا ۲۷ تا ۴۰ درصد و مقدار لوم کمتر از ۲۰ درصد تا ۴۵ درصد در نوسان است.

۹- لوم رسی - سیلتی (silty - clam - loam) مقدار رس ۲۷ تا ۴۰ درصد و مقدار شن نیز از ۲۰ درصد کمتر است.

۱۰- رسی و شنی (sandy - clay) مقدار رس و شن آن از ۳۵ تا ۴۵ درصد بیشتر است.

۱۱- رسی و سیلتی (silty - clay) مقدار هر یک از رس و سیلت آن به ترتیب بیش از ۴۰ درصد است

۱۲- رسی (clay) مقدار رس بیش از ۴۰ درصد و مقدار شن و سیلت آن به ترتیب از ۴۵ تا ۴۰ درصد کمتر است.

۱۲- رسی (clay) مقدار رس بیش از ۴۰ درصد و مقدار شن و سیلت آن به ترتیب از ۴۵ تا ۴۰ درصد کمتر است.

تعیین بافت خاک در صحرا

بافت خاک را در صحرا بدین ترتیب معین می کنند که مقداری از خاک را مرطوب کرده بین انگشتان شصت و سیبانه فشار می دهند. از احساسی که به حس لامسه دست می دهد و از طرز تشکیل نوار خاک مرطوب بین

انشگتان می توان به بافت خاک پی برد. ذرات شن زیر و خشن بوده و در زیر انگشتان حس می شوند. ذرات سیلت در حالت خشکی آردی و شبیه پودر می باشند. رس در حالت خشکی سفت و سخت و در حالت مرطوب چسبنده و شکل پذیر است.

رفتار خاک های سبک :

خاک های سبک خاک هایی هستند که بیش از ۸۰٪ وزن خاک را شن تشکیل داده و مقدار رس کمتر از ۱۲ درصد و یا مجموع رس و سیلت آن ها کمتر از ۲۰ درصد است. رطوبت قابل استفاده در هر متر از عمق خاک کمتر از ۱۲۵ میلی متر است. زهکشی آنها آزادانه و به طور طبیعی صورت گرفته و با پیدایش یک دوره خشکی رطوبت خود را به سرعت از دست می دهد. در معرض فرسایش بادی قرار دارد و بارخیزی آنها ناچیز است. ساختمان خاک در این اراضی بسیار سست و شکننده بوده و با فشاری متلاشی شده و به ذرات اولیه تبدیل می شود. اگر در حالتی که خاک مرطوب است عملیات شخم و غیره انجام شود، سطح خاک متراکم شده ولی درز و ترکی در آن پدیدار نمی شود در نتیجه نفوذ آب در خاک مرطوب است گرفته و جوانه زدن بذرها و انتقال هوای خاک از هوا به درون خاک و یا بالعکس دچار وقفه می شود. این

ساختمان خاک :

شکل و نوع قرارگیری ذرات و اجزاء متشکله خاک که منجر به تشکیل توده‌های خاکی به هم پیوسته ریز و درشت (خاکدانه‌ها) می‌گردد، به نام ساختمان خاک بیان می‌گردد.

ساختمان خاک به اتصال ذرات اصلی خاک و تشکیل ذرات ثانوی اشاره دارد. اگر ذرات ریز رس و سیلت به هم متصل شوند، خاکدانه یا ساختمان ثانوی را تشکیل دهند، چنین خاکی دارای ساختمان مناسبی خواهد بود. ساختمان خرده (crumb) باعث نفوذ آب، کاهش وزن مخصوص ظاهری و نفوذ هر چه بهتر ریشه‌ها می‌گردد. بافت و ساختمان خاک تعیین کننده تعداد و اندازه منافذ موجود در بین و درون ذرات خاک، چه ذرات اولیه و چند ثانویه است.

اندازه خلل و فرج و شکل آنها و ممتد و غیر ممتد بودنشان بر انتشار اندام‌های عفونت زا و متحرک میکروارگانیزم‌های درون خاک اثر می‌گذارد. اتصال ذرات ریز خاک و تشکیل ذراتی بزرگتر توسط کلسیم،

عوامل به حاصلخیزی ناچیز خاک دامن می‌زند. وجود سنگ ریزه و فراوانی آن نیز از بارخیزی خاک کاسته و استهلاک ادوات کشاورزی نیز در مدت کوتاهی به وقوع می‌پیوندد. رطوبت قابل استفاده گیاه در این خاک‌ها ناچیز بوده و آبیاری بایستی به تناوب بیشتری صورت گیرد. آبشویی (leaching) املاح و کودهای شیمیایی نیز قابل توجه است و تلفات و ضایعات کودی بیشتر از سایر خاکها است.

رفتار خاک‌های سنگین :

خاک‌های سنگین یا رسی محتوی بیش از ۲۸ درصد رس بوده و چسبندگی آنها زیاد است.

ساختمان خاک در صورتی که مواد آلی خاک ناچیز باشد از پایداری مطلوبی برخوردار بوده و سطح خاک در اثر تناوب خشکی و رطوبت، ایجاد درز و ترک می‌کند که به انتقال آب و هوا به درون خاک کمک می‌کند. رطوبت قابل استفاده گیاه در این خاکها از کلیه خاک‌های دیگر بیشتر بوده و زهکشی آن نیز دشوارتر است چون در رطوبت‌های کمتری از اشباع نفوذ پذیری خاک بسیار ناچیز است لذا این خاکها به مدت طولانی مرطوب باقیمانده و بروز خشکی هوا در عملکرد گیاه چندان مؤثر نمی‌باشد. نکته دیگر اینکه رطوبت خاک‌های رسی در حد خمیرایی کاهش یابد. بنابراین انتخاب زمان شخم اهمیت به سزایی در بهبود یا تخریب ساختمان خاک دارد. بارخیزی در این خاکها نیز به علت ظرفیت تبادل کاتیونی قابل توجه آن، در حد مطلوبی بوده و تناوب آبیاری در این خاکها کمتر از سایر گروه‌های بافتی است.



تشکیل می‌دهند.

کروی ساده‌ترین شکل یک خاکدانه است. خاک‌هایی که بیشتر خاکدانه‌های آن کروی است دارای ساختمان دانه‌ای می‌باشند. ساختمان مکعبی از خاکدانه‌هایی تشکیل شده که شبیه مکعب و یا منشوره‌های کوتاه مستطیل شکل است. اگر گوشه خاکدانه‌ها گرد و صاف باشد به آن مکعبی بدون گوشه و اگر گوشه تیز باشد به آن مکعبی گوشه دار می‌گوییم. خاکدانه‌هایی که درازای آنها بیشتر از پهنای آنها باشد منشور بوده و در این حالت ساختمان خاک را منشوری می‌نامند. منشورها دارای لبه‌ها و سطح‌هایی زاویه دار هستند. هنگامی که سطح‌های کناری و بالایی بدون زاویه باشند. خاکدانه‌ها تشکیل ستون می‌دهند که به این ساختمانها ستونی گفته می‌شود. در برخی از خاک‌ها به ویژه در افاق‌های فشرده شده، خاکدانه‌ها، نازک، مسطح و بشقاب مانند هستند و بنابراین در این حالت خاک بشقابی یا صفحه‌ای نام دارد. برخی از خاک‌ها ساختمان مشخصی نداشته که آنها را بی ساختمان می‌نامند. خاک‌های بی ساختمان به دو گروه توده‌ای و تک دانه‌ای تقسیم می‌شود. وضعیت بی ساختمان توده‌ای نشان می‌دهد که همگی ذره‌ها به یکدیگر چسبیده اما هیچگونه خاکدانه‌ای در آنها دیده نمی‌شود.



منیزیوم و هوموس افزایش می‌یابد. سدیم هم پاشیدگی و تخریب ساختمان خاک را تشدید می‌کند.

به طور کلی هر خاکی بر اساس ترکیب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خود قادر است، ذرات جامد معدنی خود را در جوار هوا و آب به شکل واحدهای خاکی مخصوص در کنار هم مجتمع نموده و درون واحدهای خاکی مجتمع نیز، اتصال و ارتباط مجددی برقرار نماید. نتیجه این فرآیند مرحله‌ای، تشکیل واحدهای ریز ساختمانی یعنی خاکدانه‌ها و واحدهای درشت ساختمانی یعنی کلوخچه‌ها و کلوخه هاست.

ساختمان خاک اثرات بافت را در رابطه با آب و هوای خاک اصلاح می‌کند. اندازه بزرگ و ماکروسکوپی خاکدانه‌ها باعث پیدایش و فضای خالی در بین آنها می‌گردد که به مراتب بزرگتر از خلل و فرجی است که در فواصل ذرات شن، سیلت و رس در درون خاکدانه‌ها بوجود آید و در حقیقت همین تأثیر ساختمان خاک بر روی خلل و فرج خاک است که آن را در زمره یکی از خصوصیات مهم قرار می‌دهد.

خاکدانه‌ها بر اساس شکل ظاهری به ۴ گروه کردی (spheroidal)، ورقه‌ای (plate like) مکعبی (Block like) و منشوری (prismlike) تقسیم می‌شوند که با تقسیمات فرعی این چهار شکل، اشکال هفت گانه خاک را





۱۸
:

چه عواملی در حاصلخیزی خاک گیاهان تاثیر دارد؟

انواع ویژگی‌های موثر

...

آرزو رضازاده

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)

۱۹





_ این خاک حاوی ریز جاندارانی است که به رشد گیاه کمک میکنند.

_ خاک حاصلخیز غالباً مقدار زیادی خاک سطحی دارد.

ویژگی‌های فیزیکی مؤثر در حاصلخیزی خاک:

تأثیر بافت خاک

خاک‌های دارای بافت شنی تهویه خوبی دارند. عملیات شخم در آنها راحت است. اما به دلیل کمبود رس و لای حاصلخیزی کمی دارند. این خاک‌ها نمی‌توانند آب را نگهداری نمایند بنابراین عناصر غذایی آنها ناچیز است. خاک‌های رسی حاصلخیزند. آب و عناصر را به خوبی نگهداری می‌کنند. ولی به هنگام خشک شدن بسیار سخت و هنگام مرطوب بودن چسبنده شده، تهویه

باروری خاک شامل حاصلخیزی خاک و کلیه

عواملی است که بر رشد گیاه تأثیرگذار هستند. عواملی مانند عمق، بافت، ساختمان، ترکیب شیمیایی، موقعیت و شیب خاک، در باروری خاک اهمیت دارند. حاصلخیزی خاک که جزئی از باروری خاک است.

از لحاظ کاربردی همه اموری که در خاک شکل می‌گیرند در تقویت یا تضعیف حاصلخیزی خاک مؤثرند. به طور مثال، عملیات خاک ورزی می‌تواند ساختمان خاک را اصلاح و یا تخریب کند. حاصلخیزی خاک و عوامل مؤثر آن یکی از مهمترین اصول برای کشاورزی است. موارد بسیاری در حاصلخیزی خاک تأثیر دارند.

عوامل مؤثر بر حاصلخیزی خاک

۱- املاح شامل: پتاسیم، نیتروژن، فسفر، منیزیم، کلسیم، آهن و گوگرد و ...

۲- آب

۳- ترکیب شیمیایی خاک

۴- تجزیه کنندگان

۵- گازهای اتمسفری نظیر کربن دی اکسید و اکسیژن

۶- کلوئیدها شامل مواد آلی و غیر آلی (ذرات رس) می باشند.

خاک حاصلخیز دارای ویژگی‌های زیر است:

_ از نظر عناصر غذایی ضروری برای تغذیه گیاه غنی می باشد.

_ عناصر کم مصرف از قبیل بُر، کلسیم، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و روی به مقدار کافی برای تغذیه گیاه در آن وجود دارند.

_ حاوی ماده آلی می باشد که ساختمان خاک و ظرفیت نگهداری رطوبت آن را بهبود می بخشد.

_ دامنه پی اچ در این خاک‌ها در محدوده ۶/۸-۶ می باشد. پی اچ بهینه برای اکثر گیاهان در این محدوده قرار دارد، اما برخی از گیاهان شرایط اسیدی یا قلیائی را ترجیح می دهند.

_ دارای ساختمان خوب و زهکشی مطلوب می باشد، اما برخی از خاک‌ها مرطوب تر (مانند خاک‌های شالیزارها) و یا خشک تر هستند.

نواحی پر باران، بیشتر این عناصر در اثر شست و شو از خاک خارج شده، حاصلخیزی آن‌ها کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، pH خاک میزان فعالیت باکتری‌های مفید آن را هم کنترل می‌نماید. در خاک‌های کمی اسیدی فعالیت باکتری‌های جذب کننده ازت هوا و در خاک‌های خنثی تا حدود قلیایی $pH=5/6-5/7$ میزان فعالیت قارچ‌ها و اکتینومیست‌ها افزایش می‌یابد.

تأثیر شوری

وجود املاح و تجمع آن‌ها در خاک، حاصلخیزی خاک‌ها را کاهش می‌دهد، علت این امر، افزایش فشار اسمزی محلول خاک و عدم امکان جذب آب از سوی ریشه بسیاری از گیاهان است. به استثناء گیاهان مقاوم در برابر شوری که قدرت جذب آب در خاک‌های شور را دارند.

عوامل مهم و تاثیر گذار بر حاصلخیزی خاک

خاک به عنوان بستر پرورش گیاه مهم‌ترین عاملی است که باید قبل از هر چیز به آن توجه شود. برای داشتن یک باغچه ایده آل اولین موردی که در نظر قرار می‌گیرد ترکیب بافت خاک است.

بافت خاک

بهترین خاک، خاکی است که دارای ترکیب مناسبی از ماسه، رس و کود باشد. در خاک‌های ماسه‌ای یا سبک، نگهداری آب به سختی صورت می‌گیرد. زهکشی یا خروج آب‌های اضافی با مشکل رو به رو می‌شود. مخلوط مناسب این دو نوع خاک (شنی و رسی) و استفاده از کود حیوانی یا خاکبرگ ترکیب ایده آلی است که موجب حاصلخیزی زمین می‌شوند.

بهداشت خاک

اولین قدم برای حفظ سلامت گیاهان باغچه و پیشگیری از خسارات آفات و بیماری‌ها توجه به بهداشت خاک و نظافت باغچه است. حداقل هر دو هفته یک بار باید باغچه را تمیز کنیم.

تقویت خاک

گیاهان باغچه همزمان با رشد و گلدهی به مواد غذایی کافی احتیاج دارند. معمولاً کود حیوانی یا خاکبرگ به



در آنها کاهش می‌یابد. با این وصف، خاک‌هایی که بافت متوسط دارند مرغوب ترند.

تأثیر وزن مخصوص

وزن مخصوص ظاهری خاک، شاخص خوبی برای بیان میزان خلل و فرج آن است. هر چه این شاخص بیشتر باشد تخلخل آن کمتر و ساختمان آن نامناسب‌تر است.

خواص شیمیایی مؤثر در حاصلخیزی خاک

تأثیر واکنش یا Ph خاک

در نواحی کم باران، مجموعه کلویدهای خاک بیشتر حاوی کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم است. بنابراین، این خاک‌ها حاصلخیزی خوبی دارند در حالی که در



نیز توسط ریشه به کندی صورت می‌گیرد. به همین دلیل بهتر است در اواخر زمستان همراه با کودهای پتاسه به زمین داده شود تا به تدریج در آب حل شده و در بهار توسط ریشه جذب گردد. اوایل بهار در دو نوبت به وسیله کود اوره گیاهان را تقویت کنید. خوشبختانه کود اوره به آسانی در آب حل شده و توسط ریشه جذب می‌شود. اما اگر خوب با خاک مخلوط نشده باشد متصاعد شده و از دسترس ریشه خارج می‌شود.

سه نوع کود فسفات، پتاس و اوره را به دو یا سه قسمت مساوی تقسیم نموده و در دو یا سه نوبت به زمین بدهید اما فسفات و پتاس یک بار در طول کشت (ابتدای کاشت) کافی است.

عناصر کم مصرف

گیاهان به عناصر دیگری چوا آهن، مس، منگنز، روی و مولیبدن هم احتیاج دارند اما نیاز گیاهان به این عناصر به مقدار زیاد نیست به همین دلیل این‌ها را عناصر کم مصرف نامیده‌اند.

در صورتی که گیاهان، علایم کمبود را از خود نشان داده و دچار ضعف شوند هر دو هفته یکبار از کودهای کم مصرف استفاده کنید.

تنهایی جوابگوی نیازهای غذایی گیاه نیست به همین دلیل ضرورت دارد از کودهای شیمیایی نیز به مقدار کم استفاده می‌شود.

عناصر مورد نیاز گیاه

سه عنصر فسفر، ازت و پتاسیم به مقدار زیاد مورد نیاز گیاهان است اما در کنار این‌ها عناصری چون آهن، روی، منیزیم، منگنز و... نیز به مقدار کم باید استفاده شود.

علایم کمبود مواد غذایی

گیاهانی که با کمبود مواد غذایی رو به رو هستند علایمی از خود آشکار می‌کنند که از روی آن می‌توان به کمبودهای غذایی گیاه پی برد. معمولاً زردی و تغییر رنگ برگ‌ها، کوتاه ماندن گیاه و ریزش و کوچک شدن گل و میوه اناری از فقر مواد غذایی هستند.

برنامه کود پاشی

کود فسفات به سختی در آب حل می‌شوند و جذب آن



چال کود

چال کود روشی برای تغذیه درختان میوه است. در حالت چال کود ابتدا در اطراف ریشه (نزدیک به سایه انداز درخت) چهار چاله به عمق یک متر حفر نموده بعد از اینکه کود را به این چاله‌ها ریختیم درخت را آبیاری میکنیم.

خاک

وجود کلوئیدهای خاک (رس و مواد آلی) حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهد. زیرا به علت دارا بودن بار الکتریکی منفی می‌توانند کاتیون‌های (یون‌های مثبت) کلسیم، منیزیم، پتاسیم و آمونیوم را (که جزء عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اند) به خود جذب کنند. این کاتیون‌ها در صورت نیاز گیاه به راحتی از سطح ذرات کلوئیدی جدا شده و جذب می‌شوند.

فعالیت موجودات ذره بینی

شامل میکروارگانیسم‌ها است که انواع قارچ‌ها و باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها و ... می‌باشند. این موجودات با جذب ازت و با تجزیه باقی مانده گیاهان و جانوران موجب تشکیل هوموس در خاک می‌شوند. بنابراین هر چه تعداد و فعالیت آن‌ها در خاک بیشتر باشد آن خاک‌ها حاصلخیزتر خواهد بود. افزودن مواد آلی به خاک و وجود شرایط رطوبت و حرارت مناسب باعث ازدیاد تعداد این موجودات می‌شود. در حالی که دمای بالا و رطوبت بسیار کم، از تعداد آن‌ها می‌کاهد.

تناوب زراعی

در کشاورزی سنتی، کشت یک گیاه به صورت دایم و بدون رعایت تناوب، متداول است. کشاورزی تک کشتی، اثرات نامطلوبی را در حاصلخیزی خاک به همراه دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

گسترش امراض و آفات، توسعه و شدت عمل فرسایش و تخریب خاک

آیش زمین

نگاشت گذاشتن زمین (آیش) به منظور استراحت دادن در یک دوره رشد یا در سال‌های متمادی، تدریجاً باعث افزایش فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی آن می‌شود.



۲۴
:

اصول حاصلخیز کردن خاک

جهت کشت و زراعت گندم

...

نادیا صابری

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)

۲۵

•
•
•

خاک‌های اولیه‌ی غیر حاصلخیز معروف

به خاک مرده یا بکر که بر اثر عوامل فیزیکی و مکانیکی شیمیایی یا بیولوژیکی به وجود می‌آیند نام مرغوب اند و پس از کشت و کار مداوم محصولات کشاورزی به صورت خاک‌های زنده یا خاک‌های زراعی درمی‌آیند.

خاک‌های بکر به وجود آمده، با تغییر و تحول بسیار زیادی که به مرور زمان در آنها به وجود می‌آید، در حاصلخیز کردن خاک زراعی نقش عمده‌ای را بازی می‌کنند. نقل و انتقال مواد در خاک، در ساختمان شیمیایی اولیه‌ی خاک که بر اثر عملیات زراعی صورت می‌گیرد، تاثیر ویژه‌ای دارد. خاک‌های زراعی کشور ما اغلب درصد قابل توجهی آهک دارند، به همین دلیل این ماده در حاصلخیزی و بازدهی نقشی را دارا است. مثلاً آبیاری یا بارندگی زیاد انیدریدکربنیک موجود در خاک کربنات کلسیم را به بی کربنات قابل حل در آب تبدیل می‌کند و به انحاء مختلف از دسترس گیاه خارج می‌سازد و حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد.

اسید سولفوریک محتوی خاک که بر اثر تجزیه‌ی مواد آلی به دست می‌آید، می‌تواند آهک موجود در خاک به آهک غیر قابل جذب تبدیل کند و سولفات کلسیم ایجاد شده، چون نمی‌تواند جذب کلوئیدهای خاک گردد، به وسیله‌ی خاک از سطح خاک به اعماق برده می‌شود. کلوئیدهای خاک ذرات و یا مولکول‌هایی با

منشا معدنی یا آلی هستند که در آب به حالت‌های بین تعلیق و محلول حقیقی در می‌آیند.

کمپلکس رس و هوموس در خاک مهمترین عامل تنظیم کننده ساختمان خاک و زندگی میکروارگانیسم، PH خاک، مواد غذایی مورد نیاز گیاه‌های محتوی خاک به شمار می‌رود.

تهیه‌ی زمین برای زراعت عمومی

برای کشت هر گیاه، قبل از هر چیز لازم است که محیط مناسبی وجود داشته باشد تا بذر کاشته شده بتواند جوانه بزند و رشد و نمو کند.

عملیاتی که جهت تهیه چنین محیطی در خاک صورت می‌گیرد تهیه زمین نامیده می‌شود؛ به طور کلی می‌توان گفت که هدف از تهیه‌ی زمین عبارت است از ایجاد محیط مناسب برای رشد و نمو گیاهان و همچنین جلوگیری از عوامل نامساعد طبیعت.



خاک‌های خنثی بین ۶.۷ تا ۵.۴ و خاک‌های اسیدی ضعیف بین ۵.۳ تا ۴.۶ و خاک‌های اسیدی بین ۴.۴ و ۵.۲. قدرت اسیدی خاک باید در حد خنثی باشد. بهترین خاک برای گندم آن است که اضافه بر مطلوب میزان مواد آلی، بافت، و قابلیت PH نفوذ هوا در آن نیز در حد مطلوب باشد. دانه‌ی گندم در اراضی خیلی اسیدی جوانه نمی‌زند.

خاک شنی

به علت پایین بودن میزان رس و هوموس در خاک‌های شنی، در زمینه‌ی اضافه کردن کود شیمیایی به این نوع خاک‌ها باید توجه زیادی مبذول شود.

عملیات کشاورزی در خاک‌های شنی به علت مقاومت کمتر آن در مقابل ادوات کشاورزی آسان و کم خرج است؛ آماده ساختن زمین شنی جهت کشت و کار به علت زود خشک شدن آنها-زودتر از سایر زمین‌ها مقدور می‌شود با دادن کود دامی، کود سبز، کود شیمیایی مناسب می‌توان درصد حاصلخیزی خاک را افزایش داد.



عملیات مربوط به تهیه‌ی زمین را می‌توان به دودسته تقسیم کرد: یک عملیات اساسی یعنی تهیه‌ی فیزیکی و مکانیکی و دیگری تهیه و تامین مواد غذایی خاک در قسمت اول، یعنی تهیه‌ی فیزیکی و مکانیکی خاک، عملیاتی از قبیل زدن شخم (انواع مختلف) دیسک، دندان (در صورت لزوم) و همچنین تسطیح یا مال‌کشی، نهر کشی ردیف‌کاری و مرزکشی (در صورت لزوم) انجام می‌شود؛ در قسمت دوم، عملیاتی مانند: تقویت خاک از جنبه‌ی مواد غذایی چون کودهای شیمیایی و دیگر کودها (دامی و سبز) صورت می‌گیرد.

بذر گیاهان برای اینکه بتوانند جوانه بزنند و سبز شوند باید در زمینی که دارای رطوبت، گرما و هوای کافی باشد قرار گیرند. هدف از شخم زدن و سایر عملیات مربوط به تهیه فیزیکی و مکانیکی زمین، ایجاد چنین محیطی برای سبز شدن بذر و رشد و نمو جوانه هاست.

مهمترین هدف‌ها عبارتند از:

۱) نرم کردن خاک، تا بذر به خوبی با آن مخلوط شود و بتواند هر چه بیشتر از رطوبت زمین استفاده کند و براحتی سبز شود.

۲) زیاد کردن خلل و فرج خاک، تا هوا و حرارت در خاک بهتر نفوذ یابد و جریان پیدا کند و آب به مقدار بیشتر در آن ذخیره شود.

۳) برگرداندن خاک، جهت انتقال مواد به قسمت‌های تحتانی زمین.

۴) ایجاد محیط مناسب برای فعالیت‌های موجودات ذره بینی خاک.

۵) مبارزه با گیاهان هرز مزرعه.

۶) برهم زدن لوله‌های مویین خاک.

۷) استفاده از دستگاه عمیق کار در کشت دیم.

واکنش خاک

مایعات خاک خالص نیستند و معمولاً تعداد OH^- یا H^+ بیشتری از یون‌های آزاد را دارند که باعث واکنش اسیدی یا قلیایی خاک می‌گردد. به طور کلی، خاکها را بر حسب شدت واکنشهای قلیایی یا اسیدی به خاک‌های بیش از ۸.۵ و خاک‌های PH خیلی قلیایی (با کمتر از ۵.۴) می‌شناسند. PH خیلی اسیدی (با خاک‌های مختلف از این PH قدرت اسیدی یا قرارند:



زیاد آب را دارند. رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه تا سیاه، از مشخصات خاک‌های هوموسی است.

خاک‌های هوموسی، همان طور که گفته شد قدرت ذخیره‌ی رطوبت زیاد را به مدت طولانی دارند و به همین دلیل زود گرم نمی‌شوند و جزء خاک‌های سرد محسوب می‌گردند. عملیات زراعی در خاک‌های هوموسی به دلیل پوک بودن زمین به آسانی صورت می‌گیرد. کلیه‌ی خاک‌های هوموس دار، مرغوب و حاصلخیز و جهت زراعت گیاهان بسیار مناسب هستند.

موجودات بی شماری که در خاک مزروعی زندگی می‌کنند عامل بسیار مهمی در تبادلات و ذخیره‌ی مواد غذایی هستند و نقش ارزنده‌ای در زندگی گیاه بازی می‌کنند.

عده‌ای از باکتری‌های هوازی خاک به کمک اکسیژن سبب سوخت و ساز بطنی و تجزیه مواد آلی خاک می‌شوند. با تجزیه مواد آلی، از یک سو انیدرید کربنیک، متان و اکسیژن متصاعد می‌شود و از سوی دیگر مواد معدنی قابل جذب گیاه تولید می‌شود که در زمین باقی می‌ماند. از جمله‌ی این مواد ازت را باید نام برد که در مرحله‌ی اول به صورت آمونیاک است و سپس به



خاک رسی

برای حاصلخیز کردن خاک‌های رسی، باید به طرق مختلف قابلیت نفوذ خاک، ایجاد خاکدانه‌ها، وامکان وجود موجودات ذره بینی را بالا برد؛ این کار را با دادن کودهای دامی پوسیده یا دادن شن، کود سبز، و همچنین ایجاد تناوب صحیح و مناسب زراعی، یا در صورت نیاز با زه‌کشی، می‌توان انجام داد.

خاک آهکی

خاک‌های آهکی، در فصل زمستان یخ می‌زنند و بر حجم آن‌ها اضافه می‌شود.

از دیاد حجم خاک، و پس از بر طرف شدن یخبندان نشست خاک، موجب پاره شدن ریشه‌ی گیاهان می‌شود و صدمه جبران ناپذیری را به وجود می‌آورد. بهتر است این نوع خاک‌های آهکی را اختصاص به کشت غلات داد و در پائیز هر چه زودتر اقدام به کشت آن‌ها کرد.

خاک‌های آهکی نسبت به خاک‌های رسی و شنی، چسبندگی کمتری دارند و تهویه به وضع بهتری در آن‌ها صورت می‌گیرد.

مقدار پتاسیم و اسید فسفریک خاک‌های آهکی اغلب کم است.

خاک هوموسی

اراضی هوموسی، شامل خاک‌هایی با مواد آلی زیاد هستند که بر اثر پوسیدن طی زمان‌های طولانی آن‌ها را حاصلخیز کرده است.

خاک‌های هوموسی پوک هستند و قدرت نگهداری



نشاهای جوان گندم در خاکی که دمای آن ۲۴ تا ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد خیلی سریعتر سر از خاک در می‌آورند و پنجه‌های گندم خیلی زودتر در این دما تکامل می‌یابند. بالا بودن زیاد دمای خاک باعث طویل شدن زیر طوقه می‌شود؛ با طویل شدن نسبی طوقه‌ی گندم، حساسیت بوته‌ها در برابر خشکی و سرمای زمستان زیادتر می‌شود.

میزان اکسیژن خاک یکی از عوامل مهم رشد و نمو گیاه است. خلل و فرج خاک، پراکندگی اندازه‌ی ذرات، خواص فیزیکی خاک با هوادهی خاک ارتباط دارند.

میزان آب داخل خاک یکی از عوامل کنترل‌کننده‌ی قدرت ذخیره‌ی اکسیژن خاک برای گیاهان است. گندم در خاک‌های رسی، حتی در مواقع اشباع، با مقایسه‌ی سایر گیاهان رشد و نمو می‌کند ولی چنانچه در زیر آب قرار گیرد به سهولت از بین می‌رود.

گندم در هر خاکی عمل می‌آید ولی هر چه خاک حاصلخیزتر و مرغوب‌تر باشد میزان محصول و عملکرد آن در واحد سطح افزایش می‌یابد. خاک‌های لیمونی یا آهکی لیمونی و یا هوموسی که محتوای مواد غذایی باشند بهترین خاک برای گندم هستند. گندم در خاک‌هایی با واکنش خنثی و قلیایی و در رسوبات رودخانه‌ای بهترین محصول را می‌دهد.

خاک‌های سیاه هوموسی به نوبه‌ی خود مزایای زیادی برای گندم دارد. خاک‌های رسی شنی، به علت نگهداری رطوبت می‌توانند در مواقع خشکی رطوبت قابل جذب را در اختیار ریشه‌های گندم قرار دهند.

واکنش‌های نسبتاً خنثی و قلیایی برای گندم مطلوب است، لذا این گیاه در خاک‌های اسیدی حساسیت خاصی از خود نشان می‌دهد. گندم در خاک‌های نسبتاً رسی یا شنی مرطوب با بودن مواد غذایی کافی عملکرد رضایتبخش دارد.

زمینهای سنگین را می‌توان یا با دادن آهک و کود سبز، یا زهکشی، و یا تامین رطوبت کافی آماده‌ی کشت گندم کرد. زمین‌های سبک را پس از اصلاح یا انتخاب صحیح تاریخ کشت می‌توان برای گندم در نظر گرفت.

خاک‌های بیش از حد شنی، رسی سنگین و مرطوب، اسیدی و همچنین زمین‌هایی که علف هرز زیاد داشته باشند، مناسب کشت گندم نیستند. گندم در آب و هوای بیش از حد مرطوب یا در اراضی که آب تحت الارض

نیتريت و نیترات تبدیل و قابل جذب گیاهان می‌شود. عده‌ای دیگر از باکتریهای هوازی به طور همزیستی روی ریشه‌ی گیاهان خانواده پروانه آسا زندگی می‌کنند.

خاک مزرعه‌ی گندم

خاک مزرعه‌ی گندم ضمن حاصلخیز بودن باید شرایط فیزیکی خاصی را داشته باشد. رطوبت خاک اثر مستقیم و غیر مستقیم در رشد و نمو گندم دارد. اثر مستقیم مربوط به موجود بودن رطوبت قابل جذب اطراف ریشه است که از ریشه‌ها جذب می‌شود. اثر غیر مستقیم رطوبت خاک در رشد و نمو گیاه مربوط به خصوصیات خاک است. قدرت گیاه نسبت به جذب رطوبت خاک بستگی به گسترش سیستم ریشه‌ها دارد.

ریشه‌ی گندم در شرایط کاملاً مناسب آب و هوایی و در شرایط مساعد بودن خاک ممکن است تا بیش از دو متر در زمین نفوذ کند. به طور کلی، رطوبت خاک در زمان بذر کاری اهمیت خیلی زیادی برای گندم دارد. هر چه بارندگی یک منطقه کمتر باشد به همان اندازه‌ی رطوبت خاک در تاریخ بذرکاری اهمیت پیدا می‌کند نسبت مستقیمی بین میزان بارندگی سالانه و محصول گندم طی آزمایش‌های مختلف به دست آمده است.





آنها بالاست به هیچ وجه عملکرد خوبی ندارد. گندم بر خلاف محصولات و جینی به علت داشتن ریشه‌های افشان احتیاجی به شخم عمیق ندارد. بیشتر ریشه‌های افشان گندم در عمق حدود ۲۰ سانتی متری خاک قرار دارند. چنانچه به طریقی بتوان با زدن شخم صحیح، نفوذ پذیری خاک بکر یا تحت الارض را نسبت به ذخیره‌ی آب یا مواد غذایی بالا برد می‌توان امیدوار بود که در نقاط خشک یا در دیمزارهای مملکت ریشه‌ی گندم بتواند از رطوبت و مواد غذای تحت الارض بیشتر استفاده کند. به همین دلیل در اراضی دیمزار معمولاً شخم با سوسولن را توصیه می‌کنند که نتیجه‌ی بسیار خوبی می‌دهد. البته باید توجه داشت که خاک طبقه‌ی زیرین با خاک طبقه‌ی زراعی مخلوط نشود.

گیاهان و جینی زمین را از لحاظ مواد غذایی غنی و ساختمان خاک را اصلاح می‌کنند و علفهای هرز آنرا کاهش می‌دهند بدین ترتیب، مناسبترین زمین برای کشت گندم در تناوب زراعی زمینی است که پس از برداشت گیاهان و جینی آماده می‌شود. زمین‌هایی که قبلاً در آنها سیب زمینی، چغندر قند یا پنبه کشت شده است، به علت اسفنجی و پوک بودن، داشتن رطوبت کافی و مواد غذایی نسبتاً کافی و نیز به دلیل کم بودن علفهای هرز در آنها کاملاً برای کشت گندم مناسب هستند. گندمی که در زمین پس از محصولات و جینی کشت شده باشد نسبت به گندمی که در زمین پس از گیاهان ذخیره کننده‌ی ازت کشت شده باشد،

دانه‌های بزرگتر و پر قوت‌تری تولید می‌کند. گندمی که بعد از یونجه کاشته می‌شود، به علت اینکه ازت توسط ریشه‌های یونجه در زمین ذخیره شده است، پر پشت خواهد شد؛ رطوبت کافی و موجود بودن ازت بیش از اندازه سبب خوابیدگی گندم می‌شود. گندم کشت شده در چنین خاکی، نسبت به دمای پایین مقاومت کمتری دارد. در نواحی مرطوب یا در سالهای مرطوب به خوبی می‌توان گندم را بعد از یونجه کشت کرد و حداکثر عملکرد را بدست آورد، زیرا ریشه‌های

دامی از کودهای شیمیایی استفاده می‌شود. کودهای شیمیایی به علت بالا بودن انحلال پذیرشان و همچنین به علت آسان بودن دسترسی به آنها، امکانات زیادی را از لحاظ زمان مصرف به وجود می‌آورند. کودهای شیمیایی فسفردار و کلسیک، علاوه بر داشتن خاصیت غذایی، در حاصلخیزی خاک نیز موثر هستند. دادن کودهای شیمیایی مناسب به زمین، مقدار محصول را تا حد زیادی افزایش می‌دهد، جانشین مواد غذایی کسب شده از خاک می‌شود و نیز کمبودهای خاک‌های زراعتی را جبران می‌کند. این نکته را باید در نظر داشت که کودهای شیمیایی نمی‌توانند تامین کننده‌ی مواد غذایی برای ادامه‌ی حیات موجودات ذره بینی خاک باشند. دادن مداوم و یک جانبه‌ی کودهای شیمیایی به خاک سبب کاهش هوموس خاک و احتمالاً ایجاد خسارت به خواص فیزیکی و شیمیایی آن می‌گردد.

کیفیت مربوط به پخت آرد گندم بستگی به محتوی پروتئین دانه آن دارد. گندم با محتوی درصد پروتئین کم بطور عمده مورد استفاده برای غذای دام می‌باشد. یکی از عواملی که تاثیر بسزایی در میزان پروتئین دانه را دارد، ازت می‌باشد. با عرضه ناکافی ازت به خاک هم عملکرد و هم کیفیت مطلوب گندم کاهش می‌یابد. گلوتن عبارت از یک گروه از پروتئین‌های اختصاصی برای گندم می‌باشد که مقدار و کیفیت آن دارای اهمیت خاص در تعیین کیفیت پخت گندم را دارد. در رابطه با بررسی اثرات کودهای آلی و نیز کودهای دارای عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر عملکرد و کیفیت محصولات واقع در یک دوره‌ی تناوب که شامل کشت (گندم، آفتابگردان روغنی، چغندر قند و گندم) آزمایشی از سال ۱۳۷۵ به مدت ۵ سال با ۱۴ تیمار و ۳ تکرار به مورد اجراء گذاشته شد. میانگین نتایج حاصل از دو نوبت کشت گندم در سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ نشان می‌دهد اثر تیمارها سبب افزایش در میزان عملکرد وزن دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه و وزن کاه و درصد پروتئین دانه گندم گردید. ولیکن این افزایش تنها در مورد عملکرد وزن دانه، وزن کاه و درصد پروتئین دانه گندم با احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است. حداکثر وزن دانه ۲/۲۶۶ تن در هکتار و پروتئین گندم (۲۲/۸۵) درصد مربوط به تیمار مصرف ۴۰ تن کود حیوانی (از نوع گاوی) بوده است که این تیمار از لحاظ آماری به تنهایی در گروه قرار گرفته و در مقایسه با تیمار شاهد A (بدون مصرف کود) ۲/۵۰۵ تن از لحاظ عملکرد دانه و ۸/۹۵ درصد از نظر پروتئین دانه افزایش



گندم در کانال‌هایی که ریشه‌ی یونجه درست کرده است جای می‌گیرند. در تناوب زراعی، زمان برداشت گیاهان وجینی یا گیاهانی که پیش از گندم کاشته شده اند باید طوری باشد که منجر به کرپه شدن گندم نشود. غیر از چغندر قند، پنبه، سیب زمینی، باقلا، یونجه و شبدر؛ که با گندم در تناوب قرار می‌گیرند، نباتاتی مانند توتون، کتان، کنف، شاهدانه و سایر دانه‌های روغنی را نیز به خوبی می‌توان در تناوب با گندم جای داد. امروزه در زراعت غلات، به جای کود

یافته است.

پروتئین دانه گندم تحت تأثیر ازت تحتانی خاک

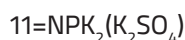
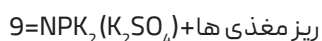
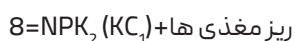
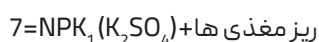
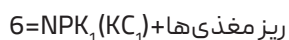
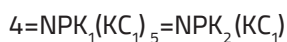
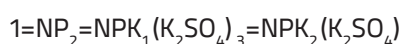
کمبود ازت یک فاکتور اصلی در کاهش کمی و کیفی محصول گندم به شمار می‌رود. هنگامی که ازت در لایه‌ی سطحی خاک به علت کمبود رطوبت غیر قابل استفاده باشد نیترات خاک تحتانی ممکن است منبع خوبی برای گیاهان باشد. شستشوی ازت معدنی شده (افزوده شده به سطح خاک) مهمترین عامل تشکیل نیترات در خاک تحتانی می‌باشد. شواهدی وجود دارد که در شرایط مزارع استرالیای جنوبی ازت نیتراتی به طور عمقی شسته شده و در پروفیل خاک فرورفته ولی هنوز در ناحیه‌ی فعال ریشه است و ممکن است بعداً توسط گیاه جذب شده و در صد پروتئین را افزایش دهد. اندازه گیریهای اولیه در مزرعه در دانشکده ویت در آدلاید استرالیا حاکی از کاهش ازت معدنی از افق سطحی خاک در طول دوران رشد گیاه بوده که قسمتی از آن مربوط به شستشوی ازت به لایه‌های عمقی است. در این تحقیق جذب ازت از خاک تحتانی بعد از گلدهی و اثر آن روی درصد پروتئین مورد بررسی قرار گرفته است. اهداف این مطالعه بررسی ازت معدنی خاک تحتانی و تحقیق در مورد قابلیت گندم در جذب ازت از خاک تحتانی بعد از گلدهی در شرایط مختلف افزایش ازت و آب است. برای تحقیق در مورد اهمیت ازت معدنی خاک تحتانی و اثر آن روی درصد پروتئین دانه گندم و عوامل موثر در جذب ازت آزمایش گلخانه‌ی طراحی شد. بازیافت ازت از خاک تحتانی، مورد مطالعه قرار گرفت. در این آزمایش قابلیت گیاه گندم در جذب ازت معدنی خاک تحتانی و اثر آن بر روی پروتئین دانه بررسی گردید. گندم در گلدانهایی به قطر اسانتی متر و عمق ۵۰ سانتی متر و در خاک شنی و فقیر از ازت کاشته شد. در طول دوره رشد وزن خشک ریشه و شاخه، طول ریشه، تراکم نیترات، ازت کل و محصول دانه و درصد پروتئین اندازه گیری شد. دو هفته بعد از گلدهی ۵۰ امیلی گرم ازت بصورت محلول نیترات پتاسیم به عمق ۶۰ سانتی متری اضافه شد و سرنوشت آن مطالعه شد. اضافه کردن ازت بعد از گلدهی بطور معنی دار رشد ریشه را در نواحی افزایش ازت در خاک تحتانی اضافه کرد و محصول دانه، جذب ازت توسط ریشه و درصد پروتئین افزایش یافت. بازیافت ازت افزوده شده توسط گیاه خیلی بالا بود (حدود ۷۲ درصد). مقدار ازت منتقل شده بعد از

۳۲



گلدھی از ریشه هاوساقه هادر گیاهان شاهد خیلی بالا بود (معادل ۸۱ درصد ازتی که در دانه بود). نتایج این آزمایش نشان داد که ازت معدنی خاک تحتانی در اواخر فصل جذب می شود و پروتئین دانه را افزایش می دهد. بررسی اثرات مقادیر و منابع کودهای شیمیایی این آزمایش به منظور بررسی تاثیر کودهای شیمیایی حاوی عناصر پتاسیم، منیزیم و ریز مغذیها بر عملکرد و کیفیت محصول گندم آبی در سال ۱۳۷۹ در اراضی استان قزوین به مدت یک سال زراعی به مرحله اجرا در آمد.

تیمارهای کودی آزمایش به ترتیب شامل:



و تیمار کودی ریز مغذی بود که در سه تکرار به صورت MgSO₄ + -

فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با مجموع ۳۳ تیمار به مرحله اجرا در آمد. در این طرح پتاسیم از دو منبع سولفات و کلرور در سه سطح: صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار و منیزیم از منبع سولفات در دو سطح صفرو ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار استفاده گردید. و کودهای ریز مغذی بر اساس حدود بحرانی آنها شامل سولفات روی، سولفات منگنز، اسیدبوریک، سولفات آهن و سولفات مس ترتیب: ۴۰، ۴۰، ۳۰، ۱۵۰ و ۲۰ کیلو گرم در هکتار استفاده شد. نتایج حاصله از آزمایش نشان داد که کودهای شیمیایی حاوی پتاسیم و منیزیم و ریز مغذی ها تاثیر معنی داری بر میزان (شاخص HISP عملکرد دانه، وزن هزار دانه، برداشت سنبله)، عملکرد گاه و کلش و درصد پروتئین داشتند. همچنین، تیمار عناصر ریز مغذی همراه با پتاسیم، غلظت عناصر ریز مغذی را در دانه به طور معنی داری افزایش داد. به منظور بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر رشد و عملکرد گندم آزمایشی در قالب طرح



بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در طی دو سال زراعی در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان (طرق) بر روی خاکی با بافت لوم به مورد اجرا گذاشته شد. منابع کودی مورد استفاده عبارت از کود گاوی، کود مرغی و کود کمپوست بود به نسبت‌های ۵/۵، ۵ و ۱۰ تن در هکتار قبل از کشت به خاک اضافه گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱۰×۶ متر و رقم گندم مورد استفاده مهدوی بود. پس از برداشت محصول عملکرد دانه، گاه و وزن هزار دانه تعیین گردید. نتایج به دست آمده حاکی از این است که مصرف ۵ تن کود مرغی در هکتار در هر دو سال آزمایش بیشترین عملکرد گاه و دانه را داشته است. در سال دوم آزمایش وزن هزار دانه به دست آمده در کلیه تیمارها بالاتر از میانگین وزن هزار دانه گزارش شده برای رقم مهدوی است. بیشترین وزن هزار دانه به مقدار ۵۸ گرم مربوط به تیمار مصرف ۵ تن کود گاوی در هکتار می‌باشد.

CCC اثر کلروکلین کلراید

اثر ماده‌ی تنظیم کننده رشد کلروکلین کلراید بر جوانه زنی بذر، طول گیاهچه، وزن خشک هوایی و ریشه و میزان فتو سنتز در گیاهچه گندم دیم، رقم سرداری مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور ابتدا بذرهای گندم به مدت ۲۴ ساعت در محلول ۰/۲ و یا آب مقطر برای شاهد، CCC درصد ماده آغشته گردیدند. بذرهای پس از خشک شدن در معرض هوا، در گلدانهای پلاستیکی کشت و در شرایط اتاقک رشد قرار داده شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که درصد جوانه یکسان CCC و بدون CCC زنی بذر در تیمار با نسب CCC بود، اما سرعت جوانه زنی در تیمار به شاهد کاهش یافت. بعلاوه طول گیاهچه به طور معنی داری کمتر شد CCC در اثر مصرف که بعلت ممانعت از سنتز اسید جیبرلیک می‌باشد. همچنین عرض برگ، وزن خشک بخش هوایی و ریشه، سبزینه برگ و تبادلات گازی در اثر افزایش یافت که نشانه فعالیت CCC مصرف بیشتر فتو سنتز در گیاهچه گندم تیمار شده است. از نتایج بدست آمده در این CCC با پژوهش میتوان نتیجه گرفت که چنانچه بذر CCC گندم رقم سرداری قبل از کاشت به ماده آغشته گردد، گیاهچه‌های محتملتری نسبت به کم آبی برای کشت دیم بوجود خواهد آمد.

بررسی بالانس (توازن) پتاسیم

تا کنون در مصرف کودهای پتاسیمی در مقابل

کودهای ازته و فسفات‌ها کم توجهی شده است و عامل این کم توجهی را غالبیت رس‌های ایلیت در خاک‌های زراعی کشور می‌دانند و چنین تصور می‌نمایند که در خاک‌های آهکی بارس ایلیت، پتاسیم مورد نیاز برای تولید کافی است. نظر به اینکه این کود عامل مهمی در بهبود کمی و کیفی محصول می‌باشد برای حفظ تعادل بین عناصر غذایی و لزوم مصرف بهینه کودهای شیمیایی این طرح به اجراء درآمد، به منظور بررسی توازن پتاسیم در خاک‌های زیر کشت گندم و نیاز به کود پتاسه این محصول در استان خراسان تعداد ۲۰ مزرعه‌ی گندم در مناطق مختلف استان انتخاب و در دو مرحله از خاک قبل از کشت و بعد برداشت نمونه برداری مرکب انجام شد. پتاسیم قابل جذب خاک با استفاده از عصاره گیر استات آمونیم اندازه گیری و تغییرات پتاسیم قبل از کشت و بعد از برداشت مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها تحت مطالعه بوده و غلظت پتاسیم آبهای آبیاری اندازه گیری شد در ضمن برای اندازه گیری پتاسیم برداشتی به وسیله‌ی محصول نمونه برداری از قسمت‌های هوایی گندم انجام و پتاسیم گاه و دانه بعد از آسیاب کردن با استفاده از اسید کلریدریک دو نرمال اندازه گیری شد.



اکتینومیسیت) و عناصر معدنی و آلی (ازت، فسفر، پتاسیم و کربن آلی) در ریز و سفر اولین و سومین گیاه گندم در تناوب بود. نتایج نشان داد که تفاوت‌های بیولوژیکی و شیمیایی آشکاری بین جایگاه زمانی گندم در تناوب وجود دارد. حضور گندم در ابتدای تناوب کلیه پارامترهای بیولوژی و شیمیایی ریزوسفر را در مقایسه با خاک شاهد تغییر داد. به طور مشابه، بیولوژی ریزوسفر گندم تحت تاثیر نوع گیاه قبلی نیز قرار گرفت. حضور سورگوم قبل از گندم باعث غالبیت قارچ رایزوپوس شد. تنوع جوامع میکروبی در این توالی بیشتر از شرایط حضور ذرت قبل از گندم بود. در صورتیکه جنس اکتینومیسیت تحت تاثیر تناوب قرار نگرفت. همچنین اختلافی بین توالی سورگوم یا ذرت قبل از گندم به لحاظ جمعیت قارچها دیده نشد ولی جمعیت کل جوامع میکروبی، باکتریها و اکتینومیسیتها در توالی سورگوم قبل از گندم بیشتر از ذرت قبل از گندم بود. از سوی دیگر مقدار کل ازت و فسفر موجود در ریزوسفر گندم در توالی ذرت- گندم بیشتر از توالی سورگوم- گندم بود. در مقابل مقدار کربن آلی ریزوسفر گندم در توالی سورگوم- گندم بیشتر از توالی ذرت- گندم بود. ولی به لحاظ مقدار پتاسیم قابل دسترس تفاوتی دیده نشد. این نتایج نشان داد که گندم علاوه بر اثرات مشخص بر خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی خاک، تحت تاثیر نوع گیاهان قبلی نیز قرار می‌گیرد. در صورت کمبود هوموس و کلسیم خاک، بنیانهای اسیدی و قلیایی کودهای شیمیایی (که معمولا نمی‌توانند به وسیله گیاهان خاک PH جذب شوند) باعث تغییرات فاحش در می‌شوند که برای زندگی گیاهان بسیار مضر است. در خاکهای هوموس دار می‌توان کود شیمیایی بیشتری را به کار برد؛ در خاکهای با مواد آلی کمتر کود شیمیایی کمتری مصرف می‌شود. استفاده از کودهای شیمیایی توأم با آبیاری، مسلما در بالا بردن مقدار محصول بسیار موثر است؛ اما استفاده از آنها برای بالا بردن محصول زراعت‌های دیم، یا غلات کم آب در مناطق خشک و نیمه خشک، در بیشتر موارد نتیجه‌ی مهمی همراه نخواهد داشت. در مناطق خشک و نیمه خشک کشور ما در صورت وجود بارندگی کافی و به موقع دادن کودهای شیمیایی به غلات دیم عامل مهمی در ازدیاد محصول به شمار می‌آید. چنانچه این عامل، یعنی بارندگی کافی و به موقع، وجود نداشته باشد استفاده از کودهای شیمیایی در این مناطق در بالا بردن محصول موثر واقع نخواهد شد. در خاک‌های

نتایج حاصله نشان داد که خاک‌های منطقه آهکی بوده فسفر قابل جذب این خاکها زیاد و مواد آلی کم بوده و پتاسیم آبیاری در حد پایین بوده است. نتایج توازن پتاسیم حاکی از آن است که در اکثر موارد پتاسیم قابل جذب کاهش یافته، بدین ترتیب توازن در این مزارع منفی بوده و نیاز به کودهای پتاسیمی احساس می‌شود.

اثر تناوب گیاهان زراعی بر خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی ریزوسفر گندم

به منظور بررسی اثر تناوب گیاهان زراعی بر وضعیت جوامع میکروبی و عناصر معدنی و آلی در ریزوسفر گندم، یک آزمایش مزرعه‌ای دو ساله با چهار گیاه گندم، کلزا، سورگوم علوفه‌ای به صورت تناوب کشت مضاعف در مشهد اجرا شد. طرح آماری، بلوک کامل تصادفی با تیمار تناوب در چهار سطح و با سه تکرار بود. تناوب‌ها شامل ۱- کلزا- ذرت - گندم- ذرت، ۲- کلزا- سورگوم- گندم- سورگوم، ۳- گندم - سورگوم - کلزا - ذرت و ۴- گندم- ذرت - کلزا- سورگوم بودند. پارامترهای مورد مطالعه شامل بررسی و مقایسه وضعیت جوامع بیولوژیکی (جمعیت و جنسهای غالب باکتری، قارچ و





سنگین، به دلیل بالا بودن قابلیت نگهداری آب، دادن کودهای زود حل شونده توصیه می‌شود. فسفر در این نوع خاکها می‌تواند نقش حاصلخیز کننده‌ای داشته باشد. از دادن کودهای شیمیایی که دارای یون سدیم باشند باید اجتناب کرد زیرا یون سدیم موجب سفت و سخت شدن سطح خاک می‌گردد. در خاک‌های سبک شنی، به علت اینکه جذب کلوئیدی و تعادل واکنش مطلوبی ندارد و همچنین به علت اینکه نفوذپذیری در این نوع خاکها زیاد است، ذخیره‌ی مواد در خاک جهت افزایش حاصلخیزی آنها فقط در مورد فسفر امکانپذیر خواهد بود. کودهای شیمیایی را در این نوع خاکها باید به مقدار کم ولی در چند نوبت و حتی المقدور به صورت کودهای کند حل شونده مصرف کرد، زیرا مصرف کودهای شیمیایی به مقدار زیاد در این خاکها باعث تغییرات خاک می‌شود. PH سریع و شدید به علاوه، چون یون‌های موجود در کودهای مصرف شده نمی‌توانند جذب کلوئیدها شوند (به علت کمی کلوئیدها) به صورت محلول در می‌آیند که قسمتی از آنها بر اثر شسته شدن از دسترس گیاهان خارج می‌شود؛ قسمت دیگر نیز به علت زیاد بودن نسبت آن در مایعات خاک و بدون داشتن مصرف واقعی، به سرعت جذب گیاهان می‌شود (مصرف لوکس مواد). فسفر در زراعت غلات اهمیت ویژه‌ای دارد. به وسیله‌ی کودهای فسفردار، میتوان حاصلخیزی خاک را که بر اثر کشته‌های متمادی کاهش پیدا کرده است جبران کرد. فسفر، در اعمال حیاتی و ساختمانی گیاهان نقش بسیار مهمی را بازی می‌کند. اهمیت فسفر در ایجاد ریشه‌های فراوان، پنجه زدن، بالا بردن وزن دانه و کیفیت پخت، تشکیل مواد قندی در محصول و حاصلخیزی خاک است. کودهای فسفر دار را باید حتما قبل از کشت، و برای غلات در پاییز وارد خاک کرد. فسفر به صورت کودهای سوپر فسفات و فسفات آمونیوم مورد استفاده قرار می‌گیرد. از کود سوپر فسفات حتی المقدور نباید

در خاک‌هایی که دارای کلسیم زیاد هستند استفاده شود زیرا بنیان این نوع کود است که باعث زیاده‌تر شدن کلسیم در خاک می‌شود؛ در این نوع خاکها باید از فسفات آمونیوم استفاده شود. منتهی به علت اینکه در بنیان کودهای مذکور مقداری ازت نیز وجود دارد باید در موقع مصرف کودهای ازت دار درصدازت موجود در این کود نیز منظور شود. پتاسیم عنصر دیگری است که مورد نیاز گیاهان است و در خاک‌های سنگین اغلب به مقداری قابل توجه و قابل استفاده وجود دارد. دادن پتاسیم به خاک‌های شنی، در مقایسه با اضافه کردن این عنصر به خاک‌های سنگین، موجب افزایش محصول خیلی بیشتری خواهد شد. تمام کودهای دارای پتاسیم به راحتی قابل حل در آب هستند، مانند پتاسیم کلرید و پتاسیم سولفات که اغلب مقداری سدیم و منگنز نیز همراه دارند. کودهای دارای پتاسیم موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر سرما، خشکی، خوابیدگی و همچنین موجب ذخیره‌ی مواد نشاسته‌ای می‌شود. به کاربردن پتاسیم سولفات در خاک‌های

آهن اروپایی است. اثرات مصرف کود حیوانی بر افزایش میزان پروتئین دانه گندمگندم عضو تیره غلات از مهمترین گیاهانی است که حدود ۱۷ درصد از زمینهای زراعی زیر کشت در جهان را بخود اختصاص داده است و از طرفی گندم غذای اصلی بیش از ۳۵ درصد از مردم فقیر جهان به دلیل داشتن بیشترین انرژی و پروتئین در مقایسه با سایر گیاهان می باشد. بطوریکه برای تولید عملکردهای بالا همراه با کیفیت مطلوب گندم عرضه مواد غذایی کافی به خاک کاملاً ضروری می باشد. همچنین ارقام پیشرفته امروزی در مقایسه با ارقام سنتی جهت تولید بیشتر همراه با کیفیت بالا احتیاج به مواد غذایی بیشتری دارند. بطوریکه عملکرد این ارقام زمانیکه مواد غذایی کافی در اختیار نداشته باشند همانند ارقام معمولی میباشند.



قلیای نتیجهی خوبی می دهد و حتی می توان آن را به صورت سرک به زمین اضافه کرد. به طوری کلی، طرز مصرف کودهای شیمیایی برای زراعت گندم بدین نحو است که ابتدا در خاکهای سنگین رسی و یا خاکهای رسی معمولی ۲ تا ۳ هفته قبل از بذر پاشی تمام کودهای لازم را روی زمین می پاشند و به وسیلهی شخم یا دیسک وارد خاک می کنند. در خاکهای سبک، مثل خاکهای شنی اگر سوپر فسفات تریپل مصرف می شود، بهتر آن است که تمام سوپر فسفات تریپل را به علاوه نصف کود ازت دار، و در مواردی که آمونیوم فسفات می دهند این کود را منحصراً قبل از کشت و مطابق دستور فوق به زمین اضافه کنند و بقیه کود ازت دارد اوره یا (آمونیوم نیترات) را به عنوان کود سرک در اوایل بهار یا ۲ بار به مزرعهی گندم بدهند. امروزه وسایل کشت و کار گندم دیم طوری ساخته شده است که بقایای گندم را در سطح خاک باقی می گذارد. در این سیستم زراعی، به جای به کار گرفتن گاوهن فرنگی از ماشینی با پره های پهن استفاده می شود که سطح خاک را تا عمق ۵ الی ۱۰ سانتی متر نرم می کند؛ این ماشین به منظور از بین بردن علفهای هرز، کاهش تبخیر رطوبت خاک، باقی گذاردن تمام بقای گیاهی در سطح زمین، و جلوگیری از فرسایش خاک نیز به کار گرفته می شود. امروزه در نواحی دیمکاری امریکا، استرلیا و دیگر نقاط جهان ماشین مذکور به کار می رود و کاملاً می توان آن را با شرط مناطق دیمکاری ایران وفق داد.

به طور کلی مزایای این روش در دیمزارها به این شرح است:

(الف) نگهداری رطوبت به وسیلهی کاهش تبخیر آب موجود در خاک زراعی.

(ب) حفاظت خاک از فرسایش ناشی عوامل جوی مثل باد و باران.

(ج) بالا بردن میزان نفوذ آب در خاک در نتیجهی کاهش سرعت جریان آب در سطح زمین.

(د) صرف هزینهی کمتر جهت خرید ماشین آلات و همچنین پرداخت بهای کمتر جهت اداره کردن آنها.

پس، باید در دیمزارهای کشور از به کار بردن گاوهنهای اروپایی و دیسک اجتناب و به جای آنها از کولتیواتور یا سوسولز استفاده کرد. این ابزار ارزانه تر، کار با آنها آسانتر و هزینهی نگهداریشان کمتر از هزینه نگهداری گاو





۳۸
:

حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

...

مریم بهروز دمیرچی

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)

۳۹





خاک

بنیه غذائی اراضی کشاورزی عامل بسیار مهمی است که ظرف تولید کشاورزی و دستیابی به کشاورزی پایدار و امنیت غذایی را با مخاطره مواجه نموده است. حاصلخیزی خاک، به عنوان یکی از ارکان پایداری منابع تولید، در صورت عدم اعمال مدیریت مناسب، به مخاطره افتاده و توان بارخیزی خاک‌های کشاورزی کاهش می‌یابد. برای دست‌یابی به یک عملکرد پایدار، مستمر و مطلوب، افزون بر حفظ حاصلخیزی خاک، تغذیه مناسب گیاه نیز از ضروریات است. برای اینکه بتوان از خاکی که برای رشد گیاهان استفاده می‌کنیم، بیشترین میزان بهره‌وری را داشته باشیم باید از روش‌های حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه استفاده کنیم. یکی از این روش‌ها استفاده از کود به حالت‌های مختلف است. کود به مواد جامد، مایع یا گازهایی که حاوی یک یا چند مواد مغذی گیاهی هستند گفته می‌شود. آنها به منظور حفظ باروری، بهبود محصول، بهبود کیفیت محصول، به خاک اعمال می‌شود که برای استفاده از آنها به طور مستقیم بر روی گیاه (شاخ و برگ) و یا به محلول‌های آب اضافه می‌شود هدف استفاده از کودها تامین مواد مکمل و مغذی خاک به صورت طبیعی، افزایش باروری خاک به منظور رفع نیاز محصولات و جبران مواد مغذی مصرف شده توسط محصولات برداشت شده یا از دست رفتن کیفیت خاک بنا بر عوامل طبیعی محیط زیستی است.

۴۰



مواد مغذی گیاه چیست؟

گیاهان برای رشد، سلامت و تولید غذای مغذی نیاز به مواد مغذی ضروری به مقدار لازم دارند. برای رشد گیاهان به هفتاد عنصر نیاز است که مهمترین آنها عبارت هستند از: کربن (C)، هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، گوگرد (S)، منیزیم (Mg)، کلسیم (کلسیم)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، روی (Zn)، مس (Cu)، بور (B)، مولیبدن (Mo)، کلر (Cl)، نیکل (Ni). علاوه بر این، ممکن است برای برخی از گیاهان مواد دیگری مانند سدیم (Na) و کبالت (Co) نیاز باشد. کربن، H و O از هوا و آب دریافت می‌شود و به عنوان عناصر معدنی در نظر گرفته نمی‌شوند. عناصر ضروری باقی مانده را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: مواد مغذی اولیه (K و N، P)، مواد مغذی ثانویه (Ca و S، Mg) و مواد مغذی (Ni و Fe، Mn، Zn، Cu، B، Mo، Cl). اگر یکی از این مواد مغذی ضروری گیاهی کم و زیاد شوند، تاثیر مستقیمی روی کیفیت گیاه مشاهده می‌شود. نیمی از مواد غذایی که امروز غذا می‌خوریم به لطف کود معدنی برای حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه تولید می‌شود. با استفاده از همین مواد است که می‌توانید مواد مغذی را در اختیار گیاهان قرار دهید و گیاه خوبی را پرورش دهید. پیش بینی می‌شود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹٫۷ میلیارد نفر برسد، بنابراین بخش کشاورزی باید ۶۰٪ تولیدات خود را در مقایسه با سال‌های ۲۰۰۵ افزایش دهد تا بتواند تقاضا برای غذا





ارزشمند است، اما مواد مغذی موجود در آن بسیار تنوع دارد. بنابراین قبل از استفاده از آن‌ها حتما در مورد نوع آن تحقیق کنید.

(۵) بقایای محصولات :

باقی مانده‌های گیاهان (مانند برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها) مواد مغذی موجود در خاک را افزایش می‌دهند که منبع بسیار ارزشمندی هم در نظر گرفته می‌شود.

(۶) کمپوست

کمپوست (ماده آلی که تجزیه شده است) می‌تواند به خاک اضافه شود تا مواد مغذی مورد نیاز در دسترس گیاه قرار داده شود. کیفیت این ماده با توجه به فرآیندی که تولید شده است، متفاوت است. خاک به عنوان بستر پرورش گیاه مهم‌ترین عاملی است که باید قبل از هر چیز به آن توجه شود. برای داشتن یک خاک ایده آل اولین موردی که در نظر قرار می‌گیرد ترکیب بافت آن است.



را پوشش دهد. به همین دلیل است که باید به دنبال روش‌های استفاده از حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه بود. در حال حاضر میلیاردها نفر، بیشتر در کشورهای در حال توسعه، از سوء تغذیه در رابطه با مواد مغذی رنج می‌برند، که گاهی اوقات به عنوان "گرسنگی پنهان" شناخته می‌شوند. کمبود مواد مغذی که اغلب با مشکلات سلامتی انسان در سطح جهانی در ارتباط است مربوط می‌شود به موادی مانند: آهن، روی و ید، اما کمبود سلنیوم و فلوئور نیز گسترده است. استفاده از کود به عنوان روشی برای حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه باعث افزایش چرخه حیاتی مواد غذایی شده، روند برداشت را بهبود می‌بخشد و در نتیجه هدررفت مواد غذایی را کاهش می‌دهد. کودهایی که پایه آن‌ها از کلسیم است، دارای همین ویژگی‌ها هستند.

انواع مواد مورد نیاز برای حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه:

کود معدنی :

این نوع کود توسط صنعت تولید می‌شود و بنا بر گیاهی که شما قصد رشد آن را دارید و همچنین شرایط آب و هوایی و زمین باید یکی از آن‌ها انتخاب شود. **کودهای صنعتی برای حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، بر اساس معیارهای مختلف زیر تقسیم می‌شوند :**

(۱) مقدار مواد مغذی موجود در آن :

کودی که تنها دارای یک ماده مغذی است کودهای مرکب و تشکیل شده از چند مواد مغذی.

(۲) نوع ترکیب :

کودهای مخلوط یا "مخلوط‌های فله" که تشکیل شده از مخلوط‌های فیزیکی دو یا چند کودهای تک مواد مغذی و یا مرکب هستند.

(۳) شرایط فیزیکی :

جامد به صورت پودری یا دانه‌ای در اندازه‌های مختلف

مایع (محلول در آب)

گاز (مایع تحت فشار، به عنوان مثال آمونیاک)

(۴) کود حیوانی :

کود حیوانی یک منبع مواد مغذی

رنگ برگ‌ها، کوتاه ماندن گیاه و ریزش و کوچک شدن گل و میوه آثاری از فقر مواد غذایی هستند.

برنامه کودپاشی:

کود فسفات به سختی در آب حل می‌شود و جذب آن نیز توسط ریشه به کندی صورت می‌گیرد. به همین دلیل بهتر است در اواخر زمستان همراه با کودهای پتاسه به زمین داده شود تا به تدریج در آب حل شده و در بهار توسط ریشه جذب گردد. اوایل بهار در دو نوبت به وسیله کود اوره گیاهان را تقویت کنید. خوشبختانه کود اوره به آسانی در آب حل و توسط ریشه جذب می‌شود. اما گر خوب با خاک مخلوط نشده باشد متصاعد شده و از دسترس ریشه خارج می‌شود. سه نوع کود فسفات، پتاس و اوره را به دو یا سه قسمت مساوی تقسیم نموده و در دو یا سه نوبت به زمین بدهید اما فسفات و پتاس یک بار در طول کشت (ابتدای کاشت) کافی است

عناصر کم مصرف:

گیاهان به عناصر دیگری چون آهن، مس، منگنز، روی و مولیبدن هم احتیاج دارند اما نیاز گیاهان به این عناصر به مقدار زیاد نیست به همین دلیل اینها را عناصر کم مصرف نامیده اند.

در صورتی که گیاهان، علائم کمبود را از خود نشان داده و دچار ضعف شوند هر دو هفته یک بار از کودهای کم مصرف استفاده کنید.

روش مصرف کودهای شیمیایی:

۱) کود شیمیایی را ابتدا روی زمین پاشیده سپس با چنگک یا بیلچه زیر و رو کنید تا در اعماق زمین قرار بگیرد.

۲) بعد از کودپاشی حتما زمین را آبیاری کنید.

۳) در صورتی که کود را در آب حل کنید و با آبیاش پای بوته‌ها بریزید بهتر جذب می‌شود

۴) یکی دیگر از روش‌های استفاده از کودهای شیمیایی محلول پاشی روی برگ‌هاست.

برای این منظور باید کود را به دقت در آب حل نموده و روی برگ‌ها اسپری کنید.

در این روش اگر غلظت کود زیاد باشد، برگ‌ها دچار سوختگی شدید می‌شوند.



بافت خاک:

بهترین خاک خاکی است که دارای ترکیب مناسبی از ماسه، رس و کود باشد. در خاک‌های ماسه‌ای یا سبک، نگهداری آب به سختی صورت می‌گیرد. از طرفی در خاک‌های رسی که ظرفیت بالایی برای نگهداری آب دارند زهکشی یا خروج آب‌های اضافی با مشکل روبه رو می‌شود. مخلوط مناسب این دو نوع خاک (شنی و رسی) و استفاده از کود حیوانی یا خاک‌برگ ترکیب ایده آلی است که موجب حاصلخیزی زمین می‌شود.

تقویت خاک:

معمولا کود حیوانی یا خاک‌برگ به تنهایی جوابگو نیست و نیازهای غذایی گیاه نیست به همین دلیل ضرورت دارد از کودهای شیمیایی نیز به مقدار کم استفاده شود.

عناصر مورد نیاز گیاه:

سه عنصر فسفر، ازت و پتاسیم به مقدار زیاد مورد نیاز گیاهان است اما در کنار اینها عناصری چون آهن، روی، مولیبدن، منیزیم، منگنز و... نیز به مقدار کم باید استفاده شود.

علائم کمبود مواد غذایی:

گیاهانی که با کمبود مواد غذایی رو به رو هستند علائمی از خود آشکار می‌کنند که از روی آن می‌توان به کمبودهای غذایی گیاه پی برد. معمولا زردی و تغییر

برخی عوامل مهم در جذب عناصر توسط خاک در گیاه

عوامل موثر در میزان جذب فسفر خاک در گیاه:

پی اچ خاک: پی اچ های بالاتر از ۷٫۲ و یا کمتر از ۶٫۵ میزان فسفر در دسترس گیاه را کاهش خواهند داد.

-دمای خاک:

دمای پایین خاک باعث کاهش جذب فسفر خواهد شد.

-اکسیژن موجود در خاک:

کاهش میزان اکسیژن خاک بر اثر عواملی مانند رطوبت بیش از حد و یافشره شدن خاک باعث کاهش میزان فسفر خاک خواهند شد.

-افزایش نسبت کلسیم/فسفر:

افزایش میزان کلسیم موجود در خاک باعث افزایش میزان جذب فسفر قابل جذب آن خواهد شد ام در کشت یونجه که به افزایش پی اچ حساس است، افزایش میزان کلسیم باعث افزایش میزان قلیائیت خاک شده و اثرات نامطلوبی بر کشت برجای می‌گذارد.

-برهمکنش فسفر با عناصر ریز مغذی:

افزایش بیش از حد عناصر ریز مغذی در خاک که در مواردی میتواند بر اثر استفاده بیش از حد این عناصر و یا حتی استفاده از پسماند فاضلاب شهری باشد میزان جذب فسفر را تا حدود زیادی کاهش خواهد داد.

عوامل موثر در میزان جذب پتاسیم خاک در گیاه:

-میزان پتاسیم موجود در خاک:

در خاک‌هایی که ظریب تبادل کاتیونی بالاتری دارند، پتاسیم بیشتری را نیاز دارند.

-رطوبت خاک:

با توجه به اینکه پتاسیم گیاهان را در مقابل شرایط تنش خشکی مقاوم میکند، خشکی خاک باعث کاهش جذب پتاسیم خواهد شد.

-تعادل کاتیونی:

مقادیر بالای منیزیم، کلسیم و سدیم در خاک باعث کاهش جذب پتاسیم میشوند.

-نوع خاک:

خاک‌های سنگین با درصد رس بالا باعث تثبیت پتاسیم شده و جذب آن را در گیاه کاهش خواهند داد.

-دمای خاک:

جذب پتاسیم در خاک‌هایی با دمای پایین کمتر خواهد شد.

عوامل موثر در میزان جذب کلسیم خاک در گیاه:

-پی اچ خاک:

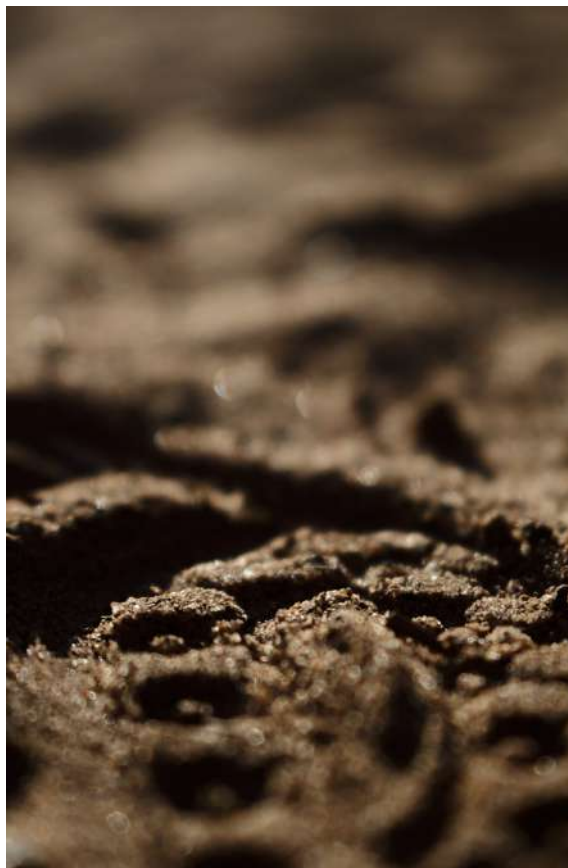
خاک‌های اسیدی قاعدتا دارای میزان کلسیم کمتر و خاک‌های قلیایی کلسیم بیشتری دارند هرچند که در پی اچ های بالاتر از ۷٫۲ کلسیم اضافی جذب نخواهد شد. بیش بود کلسیم باعث عدم حلالیت سایر عناصر از جمله فسفر خواهد شد.

-ظرفیت تبادل کاتیونی خاک:

خاک‌هایی با CEC پایین‌تر حاوی کلسیم کمتری هستند.

-رقابت کاتیونی:

بیش بود سایر کاتیون‌ها (بطور اخص منیزیم و پتاسیم) باعث کاهش جذب کلسیم خواهند شد.



به میزان کلسیم مورد نیاز دست پیدا کرد. توجه داشته باشید که این فرمول یک حالت کلی است و در خاک‌های مختلف نیاز به کلسیم متفاوت است.

عوامل موثر در میزان جذب منیزیم خاک در گیاه:

- پی اچ خاک:

پی اچ پایین خاک دسترس پذیری منیزیم را کاهش می‌دهد و این امر با افزایش پی اچ افزایش می‌یابد.

- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک: CEC

پایین باعث حفظ مقادیر کمتری از منیزیم می‌شوند در حالی که پی اچ‌های قلیایی منیزیم را در حد بیشتری حفظ کرده و نگه می‌دارند. با این حال اگر خاکی با CEC بالا منیزیم بالایی نداشته باشد، همین مقدار را در خود حفظ میکند تا به مصرف گیاه برسد.

- رقابت کاتیونی:

خاک‌های غنی از کلسیم یا پتاسیم، منیزیم قابل جذب کمتری را در اختیار گیاه قرار خواهند داد.

استفاده بیش از حد کاتیون‌ها: مصرف بیش از اندازه کودهای حاوی کاتیون‌ها بالاخص پتاسیم مانع جذب منیزیم خواهد شد.

- نسبت منیزیم/ منگنز خاک:

بیش بود منگنز باعث کاهش جذب منیزیم خواهد شد. این امر مستقل از شرایط اسیدیته خاک بوده و کملاً به حرکت آزاد منگنز در خاک ارتباط دارد.

- نسبت کلسیم/ منیزیم:

نسبت مناسب کلسیم به منیزیم، ۱:۵ تا ۱:۸ است، چرا که باعث اثرات مثبت ذیل خواهد شد:

بهبود ساختمان خاک:

کاهش جمعیت علف‌های هرز مانند دم روباهیو بیدگیاه و بهبود کیفیت بافت سبز گیاه.

کاهش آبشویی سایر عناصر و افزایش تعادل اکثر عناصر غذایی دیگر.

عوامل موثر در میزان جذب گوگرد خاک در گیاه:

- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک:

سولفور به راحتی آبشویی میشود در نتیجه در خاک‌هایی که CEC پایینی دارند گوگرد از لایه‌های بالایی خاک به طرف پایین منتقل می‌شود.



- مواد تشکیل دهنده خاک:

خاک‌های آهکی نسبت به خاک‌های شنو سایر انواع خاک‌های دیگر محتوی کلسیم بیشتری هستند.

محاسبه میزان کلسیم مورد نیاز:

کلسیم به دو منظور به خاک اضافه می‌شود.

- کاهش سدیم اضافی خاک:

جهت کاهش میزان مشخصی از سدیم در خاک: بطور مثال اگر خاکی حاوی ۴۰٪ سدیم است و میخواهیم آن را به ۱۰٪ برسانیم (۳۰٪ از ۲۰ میلی اکی والان/۱۰۰ گرم = ۶ میلی اکی والان از سدیم قابل تبادل در ۱۰۰ گرم خاک). مقدار میلی اکی والان سدیم تبادل یافته (۶٪) را در خلوص گچ ضرب کنید (۰,۸۵) مقدار (۶ × ۰,۸۵ = ۰,۵۱ تن در صورتی که از گچ کشاورزی استفاده شود) و با توجه به اینکه این ماده ۸۰٪ کارایی دارد ۰,۸/۵,۱ = ۶,۳۸ تن گچ کشاورزی در هکتار.

لازم به ذکر است که افزودن کلسیم به تنهایی کافی نیست و باید زمین آبشویی هم بشود.

- تامین کلسیم خاک:

هرچند که اشباع کردن ظرفیت کلسیم خاک در حالت کلی توصیه نمی‌شود اما با روش استاندارد که توسط دانشگاه کالیفرنای شمالی تهیه شده است میتوان



- مواد آلی خاک:

مواد آلی به عنوان منبع ذخیره ی گوگرد هستند.

- دما و تهویه ی خاک:

تبدیل انواع فرم های گوگرد مانند سولفات به وضعیت میکروبی خاک وابسته است که دمای پایین خاک و عدم تهویه مناسب مانعی در فعالیت میکروبی است.

عوامل موثر در میزان جذب نیتروژن در خاک در گیاه:

- پی اچ خاک:

پی اچ بالا باعث کاهش تحرک پذیری و پی اچ پایین باعث افزایش تحرک نیتروژن می شود.

- آبشویی:

با توجه به تحرک بالای نیتروژن، احتمال دارد که خاک های مناطق پر باران تحت تاثیر کمبود موقت نیتروژن قرار گیرند.

- مواد آلی:

مواد آلی بعنوان منبعی برای نیتروژن و سایر عناصر شناخته می شوند.

رطوبت: شرایط خشکی باعث کاهش جذب نیتروژن خواهد شد چرا که جذب این عنصر بشدت به آب وابسته

است. در بیشتر مواقع که مسمومیت نیتروژن پیش می آید با افزودن کود کلسیم به خاک و افزایش پی اچ میتوان علامت مسمومیت نیتروژن را کاهش داد.

- تعادل پتاسیم/نیتروژن:

برخی مطالعات نشان دهنده این امر بوده اند که مقادیر بالای پتاسیم همزمان با کاهش نیتروژن عملکرد را کاهش خواهد داد.

- تعادل روی و فسفر و نیتروژن:

مطالعات انجام شده در جو نشان داده اند که استفاده از روی میتواند در کاهش تجمع نیتروژن مفید باشد، همزمان با این امر استفاده بیش از حد فسفر هم باید افزایش نیتروژن جمع می شود.

تنش نیتروژن: کاهش نیتروژن محیط باعث ناتوانی گیاه در جذب بسیاری از عناصر از جمله نیتروژن می شود.

عوامل موثر در میزان جذب نیتروژن در خاک در گیاه:

- شرایط پی اچ خاک:

در دسترس بودن نیتروژن با افزایش پی اچ کاهش میابد.

- تعادل روی/فسفر:

سطوح بیشینه فسفر در خاک باعث القای علامت کمبود روی می شود.

- مواد آلی:

مواد آلی خاک میتوانند به عنوان منبع نیتروژن در نظر گرفته شوند که به آرامی عنصر نیتروژن را در خاک آزاد کرده و در دسترس گیاه قرار خواهند داد.

- تنش نیتروژن:

کاهش نیتروژن محیط باعث ناتوانی گیاه در جذب بسیاری از عناصر از جمله نیتروژن می شود.

خاک های غرقاب شده: تبادل یونی عنصر نیتروژن در شرایط غرقاب به خوبی عناصری مانند منگنز نیست در نتیجه در خاک های غرقابی نیتروژن به خوبی جذب نخواهد شد.

- تعادل روی/مس:

شیوه جذب عناصر مس و روی در سیستم ریشه مشابه یکدیگر بوده و در نتیجه بیش بود هر کدام از این عناصر در محیط ریشه باعث تداخل در جذب دیگری میشود.

-تعادل روی / منگنز:

تعادل آهن / منگنز:

تحقیقات نشان دهنده رابطه متقابل و تنگاتنگ روی و منگنز است این دو عنصر در شرایطی رابطه ضدیت و در برخی شرایط رابطه هم افزایی دارند در نتیجه باید همیشه در حالتی متعادل قرار بگیرند و هیچ کدام نباید به حالت بیش بود قرار گیرند تا اثرات منفی برهمکنش آنها پدیدار شود.

شواهد بسیاری در دست است که این دو عنصر بر همدیگر اثر آنتاگونیست داشته و باعث کاهش کارایی همدیگر بصورت متقابل خواهند شد.

-تعادل روی / منیزیم:

تعادل آهن / مولیبدن:

بیش بود منیزیم در محیط باعث افزایش جذب روی می شود.

مقادیر زیاد مولیبدن در خاک به دلیل رسوب مولیبدات آهن بر روی ریشه ها باعث کاهش جذب آهن خواهد شد. این امر مخصوصا در خاک های قلیایی، جایی که جذب آهن کاشه یافته و جذب مولیبدن بیشتر می شود مشهودتر است.

-تعادل روی / آرسنیک:

-بیکربنات (HCO_3^-):

وجود سطوح بالای آرسنیک در خاک هرچند که مورد بسیار نادری است اما میتواند در خاک باغات مسن پدیدار گردد و میتواند باعث بصورت بسیار جدی باعث عدم جذب فسفر و روی شود.

کمبود آهن در حضور یون بی کربنات (خاک های شور و قلیا) بیشتر خواهد شد.

عوامل موثر در میزان جذب آهن خاک در گیاه:

عوامل موثر در میزان جذب مولیبدن خاک در گیاه:

-خاک های دارای زهکش بالا:

-پی اچ خاک:

با توجه به این که مولیبدن آنیون است، به راحتی ابشویی شده و از دسترس گیاه خارج می شود.

در خاک های اسیدی آهن تحرک بالایی دارد و در خاک های قلیایی، فشرده شده با تهویه نامناسب و آبیاری غرقابی تحرک آن بشدت کاهش می یابد و از دسترس گیاه خارج خواهد شد.

-پی اچ خاک:

-مواد آلی خاک:

مولیبدن تنها ریز مغذی ای است که با بالتر رفتن پی اچ خاک جذب آن در گیاه افزایش می یابد. در پی اچ های بالای ۵,۶ استفاده غیر ضروری از کودهای حاوی مولیبدن اثرات سمی بر جای خواهد گذاشت. در پی اچ های پایین تر از ۶ مولیبدن با اتصال به مولکول هایی مانند $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ، $\text{Al}(\text{OH})_3$ ، Fe_2O_3 بسرعت از دسترس گیاه خارج خواهد شد.

مواد آلی خاک قابلیت تبدیل آهن خاک به شکل قابل مصرف آن برای گیاه را دارن و وجود این مواد در خاک باعث دسترس پذیری آهن می شود.

-فسفر:

-تعادل مولیبدن / گوگرد:

بیش بود فسفر در خاک باعث جلوگیری از جذب آهن در خاک خواهد شد.

نتایج برخی از تحقیقات نشان دهنده اثر منفی استفاده کودهای سولفات در جذب مولیبدن هستند.

-نوع نیتروژن مصرفی:

-تعادل مولیبدن / فسفر:

مصرف کودهای نیتروژنه به فرم نیتراته باعث کاهش جذب آهن به دلیل عدم تعادل آنیون کاتیونی در گیاه خواهد شد.

استفاده کودهای فسفره باعث افزایش جذب مولیبدن خواهد شد.

-تعادل آهن / روی:

-تعادل آمونیوم / نیترات:

در بسیاری از گیاهان کمبود روی باعث افزایش جذب آهن خواهد شد بصورتی که در برخی موارد باعث بروز علائم مسمومیت می شود.

در شرایطی کمبود مولیبدن در خاک، میتوان با افزودن کودهای آمونیومی به خاک (بر عکس نیترات) میتوان رشد گیاهان را بهبود بخشید.



۴۸
:

حاصلخیزی در خاک‌های ایران

...

مریم رحمتی

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)

۴۹





حاصلخیزی خاک به قابلیت خاک برای

تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به میزان کافی و نسبت مناسب در طی دوره رشد گیاه گفته می‌شود. حاصلخیزی خاک شامل همه عواملی است که بر رشد گیاه و تولید محصول تأثیرگذار هستند. بنابراین هدف اصلی حاصلخیزی خاک، تهیه مناسب و متعادل عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است. با توجه به آنکه نیاز گیاهان به عناصر غذایی متفاوت می‌باشد، خاکی که برای یک گیاه حاصلخیز تلقی می‌شود، الزاماً نمی‌تواند برای گیاه دیگر نیز حاصلخیز باشد. باروری خاک شامل حاصلخیزی خاک و کلیه عواملی است که بر رشد گیاه تأثیرگذار هستند. عواملی مانند عمق، بافت، ساختمان، ترکیب شیمیایی، موقعیت و شیب خاک، در باروری خاک اهمیت دارند. حاصلخیزی خاک که جزئی از باروری خاک است، فاکتوری متغیر بوده و به شدت تحت تأثیر مدیریت خاک می‌باشد. عوامل مؤثر در باروری خاک، به ویژه شیب و عمق خاک، تغییرات سالیانه ندارند. این عوامل به همراه شرایط آب و هوایی، تعیین‌کننده حد باروری خاک هستند و تولید محصول بالاتر از این حد حتی با استفاده از کودهای شیمیایی امکان‌پذیر نیست. لازم است به این نکته اشاره شود که چنانچه یک خاک به دلایلی مثل محدودیت عمق، بالا بودن میزان سنگریزه و یا وجود سخت لایه در عمق شخم بارور نباشد، در این صورت حتی با افزودن کودهای شیمیایی نیز نمی‌توان وضعیت باروری آن را بهبود داد.

یکی دیگر از عوامل مهم باروری خاک، مدیریت خاک می‌باشد. مدیریت خاک شامل استفاده از دانش، تکنیک و امکانات موجود در جهت تولید محصول است. به طور خلاصه، محدودیت آب و یا شرایط آب و هوایی، توانایی خاک‌ها در تولید محصول را کاهش می‌دهد. مدیریت ضعیف، وجود علف‌های هرز، تراکم و فرسایش خاک و عوامل دیگر، حتی با وجود حاصلخیزی خاک منجر به کاهش راندمان تولید می‌گردند. در حالی‌که در خاک‌هایی با حاصلخیزی متوسط، اعمال مدیریت مناسب باعث افزایش راندمان تولید محصول می‌شود. بنابراین با در نظر گرفتن عوامل مؤثر در باروری خاک‌ها و همچنین مدیریت صحیح عناصر غذایی، می‌توان راندمان تولید محصول را افزایش داد. عواملی نظیر استفاده از ارقام اصلاح شده، مدیریت عناصر غذایی (حاصلخیزی خاک)، مدیریت کنترل آفات، حفاظت آب و خاک و اجرای صحیح عملیات زراعی، به افزایش عملکرد کمک می‌نمایند. افزایش بهره‌وری محصول، ارتباط مستقیمی با توسعه و کاربرد کودها و آفت‌کش‌ها دارد. بدون مدیریت مؤثر و کارآمد حاصلخیزی خاک، برای حفظ سطح تولید به اراضی بیشتری نیاز خواهد بود. بنابراین تولیدکنندگان می‌بایست از تکنولوژی‌های پیشرفته برای افزایش بهره‌وری استفاده نمایند. صرف نظر از پایداری تولیدات کشاورزی، لازم است مواد غذایی دارای کیفیت بوده و عاری از عناصر سنگین و سموم شیمیایی باشند. همچنین تولید آن‌ها نبایستی آثاری



اند. همچنین ۶.۷ درصد خاکها در گروه پتاسیم کم، ۶.۳۳ درصد در گروه متوسط و ۸.۵۸ در گروه پتاسیم بالا قرار دارند.

مقدار پتاسیم خاکهای استانهای گیلان و مازنداران به دلیل بارندگی زیاد و همچنین کشت متراکم برای مدت طولانی، نسبت به مناطق دیگر که دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک میباشند کمتر بوده و لذا استفاده از کودهای پتاسیمی در این مناطق دارای اهمیت بیشتری می باشد. در بین خاکهای هر ناحیه میزان پتاسیم با بافت خاک ارتباط دارد. در استانهایی مانند بوشهر و هرمزگان به دلیل داشتن خاکهایی با بافت سبک نیاز به مصرف پتاسیم نسبت به استانهای دیگر بیشتر مشاهده میشود. با وجود آنکه مقدار کافی پتاسیم در غالب خاکهای کشور وجود دارد ولی فقر نسبی خاکها از نظر فسفر کاملاً مشهود می باشد به همین دلیل این عنصر چهارم نظر اقتصاد تهیه مواد خام، تولید داخلی و واردات کود و چه از نظر بررسیهای خاکشناسی حائز اهمیت فوق العادهای نسبت به سایر عناصر می باشد. در حالی که اهمیت استفاده متعادل از کودهای شیمیایی بسیار زیاد بوده و به شدت بر آن تاکید شده، ولی در بسیاری از زمینهای کشاورزی ایران مورد غفلت واقع شده است. پتاسیم یکی از سه ستون اصلی استفاده متعادل از کودها همراه با نیتروژن و فسفر می باشد. تاکید چندباره بر اهمیت پتاسیم در تولید محصول ضروری است زیرا استفاده متعادل از کودها تاثیر مستقیم در توانایی کشورها در افزایش غذا، فیبر و دیگر مالاهایی دارد که اساس آن کشاورزی است که این نه تنها برای یک جمعیت در حال رشد لازم است بلکه باعث بهبود استانداردهای غذایی آنها و

سوء بر محیط زیست داشته باشد. خاکها، حاصلخیزی خود را از مواد مادری که از آن منشأ گرفته اند به ارث می برند، اما پس از آن، حاصلخیزی خاکها به وسیله اقلیم و توپوگرافی تغییر می کند.

بررسی عوامل موثر بر حاصلخیزی در ایران

فسفر و پتاسیم

نیتروژن، فسفر و پتاسیم غالباً عناصر غذایی محدود کننده برای تولیدات گیاهی در خاکهای ایران می باشند. فسفر بعد از نیتروژن مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است. گرچه میزان فسفر مورد نیاز گیاه در مقایسه با مقدار سایر عناصر اصلی کم است با این وجود این عنصر جزء عناصر پر نیاز محسوب میشود. توزیع پتاسیم و فسفر قابل استفاده در خاکهای مناطق مختلف کشور بسیار متفاوت می باشد. برای مثال با وجود اینکه ۶.۵۱ و ۶.۴۶ درصد اراضی در استانهای گیلان و بوشهر در گروه پتاسیم کم قرار گرفته اند این مقدار برای استانهایی مانند قزوین و آذربایجان شرقی کمتر از یک درصد می باشد به همین ترتیب در مورد فسفر، ۳.۸۶ و ۰.۶۹ درصد نمونهها در استانهای بوشهر خوزستان در گروه پایین قرار گرفته در حالی که این مقدار برای استان مازنداران ۷.۲۳ درصد می باشد. ۵۱.۳ درصد اراضی شاورزی ایران در گروه فسفر کم، ۵.۳۰ درصد فسفر متوسط و ۲.۱۸ درصد فسفر بالا قرار گرفته



افزایش درآمدهای ناشی از صادرات می‌گردد.

مواد آلی خاک

به طور کلی مواد آلی خاک یکی از شاخص‌های عمومی شناخت حاصلخیزی خاک می‌باشد. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک متأثر از کمیت و کیفیت مواد آلی خاک است. بنابراین بایستی به وضعیت مواد آلی خاک توجه جدی گردد. سوالی که در اینجا مطرح است این است که مقدار بهینه مواد آلی خاک چه مقدار است؟ متأسفانه، جواب ساده‌ای برای آن وجود ندارد. لیکن، فاکتورهایی که در این جواب موثرند بخوبی شناخته شده است تا بتوان برای یک مکان خاص جواب داد.

حدود ۶۳٪ درصد خاک‌های کشورهای کمتر از یک درصد کربن آلی دارند، این مسئله با توجه به اهمیت ماده آلی در تولید محصولات کشاورزی و محیط زیست می‌تواند چالشی مهم برای آینده کشاورزی ایران باشد. عدم توجه به افزایش و نگهداری مواد آلی خاک می‌تواند در آینده نزدیک خسارات جبران ناپذیری به تولید پایدار کشاورزی وارد آورد. درصدی از اراضی کشاورزی که کمتر از یک درصد کربن آلی دارند در استان‌های مختلف متفاوت بوده و از ۱.۹٪ در استان‌های مازندران تا بیش از ۹۵٪ در استان‌های بوشهر و کرمان تغییر می‌کند. وضعیت ماده آلی در استان‌های شمالی مانند گلستان، مازندران و گیلان مناسب‌تر بوده و با حرکت به طرف جنوب و شرق کشور مقدار آن به شدت کاهش می‌یابد. به طور متوسط حدود ۱۵٪ اراضی استان‌های گیلان، مازندران و گلستان ۱٪ می‌باشد. کربن آلی کمتر از یک درصد داشته در حالی که این میزان برای سایر



استان‌های در حدود ۷۰٪ می‌باشد.

مقدار مواد آلی خاک تابعی از عوامل مختلف از جمله اقلیم، خصوصیات خاک و مدیریت زراعی می‌باشد. واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک (به استثنای استان‌های شمالی کشور) سبب گردیده تا بخش قابل توجهی از اراضی کشور از نظر مواد آلی وضعیت مطلوبی نداشته باشند بنابراین توجه به حفظ و افزایش میزان ماده آلی خاکها برای افزایش و پایداری تولید و همچنین تولید محصول سالم، امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

عناصر کم مصرف

آهن

ارزیابی آهن قابل جذب خاکها بخصوص خاک‌های نواحی خشک که دارای مقدار قابل توجهی مواد آهنی هستند با عصاره گیری خاک به روش DTPA که لیندزی و نرول (۱۹۷۸) آن را پیشنهاد کرده اند، انجام میشود. حدود بحرانی با این روش ۰.۲ تا ۰.۴ میلی گرم آهن بر کیلوگرم گزارش شده است. حدود ۴۰٪ درصد خاک‌های کشور کمتر از ۰.۴ میلی گرم بر کیلوگرم آهن داشته و احتمال پاسخگویی به کود در آنها وجود دارد. مقدار آهن قابل جذب در بیش از ۳۴٪ درصد



۵۲



دسته خاک‌هایی که اسیدیته آنها بین ۵.۷-۵.۸ است بسیار بیش از ۹۷٪ خاک‌های کشور حالت قلیایی دارند. در این بین استان گیلان با توجه به شرایط خاص آن یک استثنا محسوب می‌شوند که در آن حدود ۴۸٪ خاکها اسیدی هستند.

بافت خاک

بافت خاک مهمترین خصوصیت فیزیکی خاک می‌باشد که بر تولید محصول و مدیریت مزرعه موثر است. گروه بافتی یک خاک با اندازه گیری درصد ذرات شن، سیلت و رس تعیین میشود. در بین گروههای بافتی، بافت Loam در خاک‌های کشور غالب میباشد. و پس از آن بافتهای ClayLoam و Silty Clay Loam قرار دارند.

کربنات کلسیم

کربنات کلسیم یکی از خصوصیات مهم خاک می‌باشد که اغلب بایستی در زمان تفسیر نتایج برای ارزیابی حاصلخیزی، اصلاح و طبقه بندی خاکها مورد توجه قرار گیرد. اکثر خاک‌های ایران متأثر از کربنات کلسیم بوده و بیش از ۸۷٪ درصد خاک‌های اراضی کشاورزی بیشتر از ۵٪ کربنات کلسیم معادل دارند. در بین استانها، در استان گیلان به دلیل شرایط خاص اقلیمی حدود ۶۴٪ درصد خاکها دارای کربنات کلسیم کمتر از ۵٪ می‌باشند. حدود ۵۸٪ خاکها بین ۱۰ تا ۴٪ کربنات کلسیم معادل دارند. کانیهای کربناتی به دلیل حلالیت نسبتا بالا، واکنش پذیری و خاصیت قلیایی، به صورت بافر عمل کرده و مقدار pH بیشتر خاک‌های آهکی در دامنه‌ای بین ۵.۷ تا ۵.۸ قرار دارد. به همین دلیل کربنات‌ها نقش مهمی در فرایندهای خاکسازی، واکنش‌های شیمیایی و خصوصیات ریزوسفر در این خاکها بازی می‌کنند.



اراضی کشاورزی بین ۵.۴ تا ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

روی

برای ارزیابی وضعیت روی خاک همانند آهن میتوان از روش لیندزی و نرول (۱۹۷۸) استفاده کرد که در این صورت اگر مقدار روی بر حسب میلی گرم در کیلوگرم کمتر از ۵۰ باشد حتما در غالب گیاهان و بین ۵۰ تا ۱۰۰ در بعضی از گیاهان کمبود روی ظاهر می‌شود ولی اگر مقدار روی قابل جذب با این روش بیش از ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد کمبود این عنصر مشاهده نمی‌شود. ۳.۵۶ درصد از خاک‌های ایران کمتر از ۰.۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم روی قابل استفاده داشته و تنها ۳۱٪ از خاکها بیشتر از یک میلی گرم بر کیلوگرم روی قابل استفاده دارند.

مس

حد بحرانی مس از ۰.۲ تا ۱ میلی گرم بر کیلوگرم متفاوت می‌باشد. در خاک‌های ایران نمیتوان کمبود مس را انتظار داشت. تنها ۲۰ درصد اراضی کمتر از ۰.۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم مس قابل استفاده دارند.

منگنز

در اراضی کشاورزی که کمتر از یک میلیگرم بر کیلوگرم منگنز دارند اکثر گیاهان نسبت به اضافه کردن منگنز پاسخ نشان میدهند. بعضی از محققان نشان داده‌اند که این سطح بحرانی برای بعضی از گیاهان تا ۰.۴ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. کمبود منگنز نیز همانند مس در ایران قابل انتظار نیست. حدود ۸۲٪ اراضی کشاورزی ایران بیش از ۴ میلی گرم منگنز داشته و تنها ۲.۲ درصد اراضی دارای منگنز قابل استفاده کمتر از یک میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشند.

اسیدیته

خاک احتمالا مهمترین خصوصیت شیمیایی یک pH یک "شاه متغیر" بوده pH، خاک می‌باشد. در یک خاک برای دانستن فرآیندهای شیمیایی از قبیل pH و شناخت تحرک یون، تعادل‌های رسوب و انحلال، سینتیک رسوب و انحلال، و تعادل اکسیداسیون- احیاء ضروری است. برای درک قابلیت استفاده عناصر pH همچنین آگاهی از غذایی برای گیاهان و پاسخ منفی بسیاری از گونه‌های گیاهی به اسیدیته خاک لازم می‌باشد. بیش از ۹۷٪ خاک‌های کشور Ph بین ۵.۶-۵.۸ دارند که سهم



۵۴
:

حاصلخیزی در خاک‌های جهان

...

رویا کریم‌نیا

(دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک)

۵۵

⋮



چکیده

مطالعه‌ای برای بررسی وضعیت حاصلخیزی خاک در ارتفاعات جنوب شرقی اتیوپی واقع در عرض جغرافیایی ۷° و ۷° دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۰° و ۱۰° دقیقه شرقی در ارتفاع ۲۲۰۰ متری تا ۲۴۰۰ متری از سطح دریا انجام شد. بیست و پنج کشاورز که در مورد خاک‌های منطقه آگاه هستند، به طور هدفمند انتخاب شده‌اند تا بینشی در مورد شیوه‌های مختلف مدیریت حاصلخیزی خاک ارائه دهند. روش‌های محلی برای شناسایی خاک‌های مختلف و ارزیابی وضعیت حاصلخیزی استفاده می‌شود. کشاورزان از رنگ خاک، بافت، ظرفیت نگهداری آب، نیاز کود (باروری ذاتی) و کارایی به عنوان معیاری برای شناسایی انواع مختلف خاک استفاده کردند. با این حال، رنگ و بافت خاک معمولاً توسط کشاورزان برای توصیف کیفیت خاک استفاده می‌شود. کشاورزان به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب و حاصلخیزی ذاتی، خاک‌های سیاه و رسی را به خاک‌های سفید و شنی ترجیح می‌دادند. همچنین نمونه‌های خاک به طور تصادفی از مزرعه کشاورز تحت سیستم‌های تولید مداوم غلات جمع‌آوری شد. این مطالعه سی و دو سایت را تشکیل داد و هر سایت ۴۰۰ متر مربع منطقه نمونه برداری را پوشش داد. نمونه‌های مرکب از خاک‌های سطحی و زیرسطحی با استفاده از ماریج مخصوص از سه عمق (۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ سانتی متر) جمع‌آوری شد. نتایج تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی نشان داد که خاکها دارای ظرفیت تبادل کاتیونی کم، مواد آلی کم تا متوسط، کمی اسیدی تا خنثی، اشباع باز بسیار زیاد، در بازهای تبدلی کم تا متوسط و نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس متوسط هستند. این خاکها از نظر حاصلخیزی کم تا متوسط هستند که نیاز به مدیریت کاملاً منطقی دارد. به طور خلاصه، اثر ترکیبی اطلاعات کیفی (شاخص‌های محلی حاصلخیزی خاک) و کمی (شاخص‌های فنی حاصلخیزی خاک) به ارزیابی بهتر الگوی حاصلخیزی خاک و استراتژی‌های مدیریت حاصلخیزی خاک برای اطمینان از برنامه امنیت غذایی منجر می‌شود.

کلمات کلیدی:

مدیریت مواد مغذی امنیت غذایی Highland Sampling
بررسی خاک حاصلخیزی خاک

مقدمه:

در سیستم‌های کشاورزی دائمی، حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کود، سایر مواد آلی، کودهای معدنی، آهک و گنجاندن حبوبات در سیستم‌های زراعی یا ترکیبی از آنها حفظ می‌شود. در بسیاری از نقاط جهان در دسترس بودن، استفاده و سودآوری کودهای معدنی کم بوده است در حالی که استفاده از زمین و گسترش کشت محصولات به خاک‌های حاشیه‌ای تشدید شده است. در نتیجه، حاصلخیزی خاک کاهش یافته است و به نظر می‌رسد که به طور گسترده، به ویژه در جنوب صحرای آفریقا از جمله اتیوپی [۱-۳] گسترده است. به طور مشابه، حاصلخیزی پایین خاک به عنوان یک محدودیت مهم برای افزایش تولید غذا و درآمد مزرعه در بسیاری از مناطق جنوب صحرای آفریقا شناخته شده است [۴].

کاهش حاصلخیزی خاک به عنوان یک عامل مهم برای بهره‌وری پایین بسیاری از خاکها در نظر گرفته می‌شود [۵، ۶]. به اندازه فرسایش خاک مورد توجه تحقیقاتی قرار نگرفته است. احتمالاً زیرا کاهش حاصلخیزی خاک کمتر قابل مشاهده و دیدنی تر است و ارزیابی آن دشوارتر است. ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک دشوار است زیرا اکثر خواص شیمیایی خاک یا بسیار آهسته تغییر می‌کنند یا دارای نوسانات فصلی زیادی هستند. در هر دو مورد، به تعهد پژوهشی طولانی مدت نیاز دارد. رشد محصولات کشاورزی به این معنی است که مواد مغذی (N, P, K و غیره) از طریق محصولات کشاورزی (غذا، فیبر، چوب) و بقایای محصول از خاک حذف می‌شوند. حذف عناصر غذایی منجر به کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود، زمانی که پر کردن مجدد با ورودی‌های معدنی یا آلی ناکافی باشد. حدود ۸۵ درصد از جمعیت اتیوپی به تولیدات کشاورزی اشتغال دارند و سهم قابل توجهی در ارزش کل صادرات دارند. مطالعات قبلی روی خاک‌های استوایی نشان داد که نیتروژن و فسفر کم هستند و بنابراین تولید محصول را محدود می‌کنند [۷]. در حال حاضر اطلاعات کمی در مورد وضعیت حاصلخیزی خاک و مدیریت مواد مغذی در اختیار کشاورزان و کارگران ترویجی است. اگرچه، فولمر و همکاران [۸] از برخی مدل‌های ریاضی مبتنی بر واحدهای زمین و سیستم زمین به منظور پیش‌بینی مشکلات بالقوه مواد مغذی استفاده کرد، که تصویر روشنی از وضعیت مواد مغذی ارائه نکرده است. هدف

گروهی متمرکز و خبرچینان کلیدی، برخی از کارهای میدانی محدود نیز برای راستی‌آزمایی برخی اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری‌شده در طول بحث‌ها و مصاحبه‌ها انجام شد. در شناسایی شاخص‌های محلی حاصلخیزی خاک، خاک‌ها به طور کلی به دو گروه خاک‌های حاصلخیز (خوب) و خاک‌های نابارور (بد) از نظر عملکرد محصول طبقه‌بندی شدند.

مصاحبه با خانوار:

اطلاعات مربوط به ادراک کشاورزان از حاصلخیزی خاک و شاخص‌هایی که آنها برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی مزارع خود استفاده می‌کنند از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته انفرادی که در خانه مصاحبه‌شونده انجام شد جمع‌آوری شد. ۲۵ کشاورز برای جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد ارزیابی باروری مورد بررسی قرار گرفتند. موضوعات تحت پوشش شامل شیوه‌های مدیریت حاصلخیزی خاک، روش‌های محلی مورد استفاده برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی یک مزرعه و روندهای درک شده در حاصلخیزی خاک بود. اطلاعات در یک دفترچه یادداشت ثبت می‌شد و یک چک لیست از پوشش همه موضوعات مطمئن می‌شد. در صورت لزوم، خانواده‌ها چندین بار برای تأیید و بررسی مجدد اطلاعات یا صحبت با سایر اعضای خانواده بازدید می‌شدند. مراقبت‌های ویژه‌ای انجام شد تا اطمینان حاصل شود که با تجربه‌ترین عضو خانواده مصاحبه شده است.

فقط مزارع تحت مالکیت و کار کشاورزان مورد بحث قرار گرفت. زمین‌هایی که به کشاورزان دیگر اجاره داده شده بود یا زمین‌هایی که توسط مصاحبه‌شونده اجاره داده می‌شد، به دلیل عدم آگاهی احتمالی در مورد مدیریت این مزارع، برای به حداقل رساندن اشتباهات، از بحث خارج شدند.

تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی

تجزیه و تحلیل خاک:

نمونه‌های خاک به صورت تصادفی از زمین‌های زراعی بر اساس پتانسیل بالا برای تولید محصولات کشاورزی جمع‌آوری شد. هر یک از ۳۲ سایت با مساحت ۴۰۰ متر مربع با استفاده از اسکرو خاک نمونه برداری شد. نمونه‌ها از سه عمق خاک یعنی ۰-۱۰ سانتی‌متر، ۱۰-۲۰ سانتی‌متر و ۲۰-۳۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. ارزیابی فنی حاصلخیزی خاک شامل نمونه برداری و تجزیه

اصلی این مطالعه ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک‌ها با استفاده از شاخص‌های محلی بومی حاصلخیزی خاک و داده‌های تحلیلی آزمایشگاهی خاک بود. بنابراین این اطلاعات و داده‌ها به توسعه استراتژی‌های مدیریت حاصلخیزی خاک و گزینه‌های مناسب برای الگوی حاصلخیزی خاک در منطقه کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

سایت مطالعه:

جنوب شرقی اتیوپی به دلیل تولیدات کشاورزی فشرده با منطقه بالقوه وسیع، مشخصه آن بارندگی دو وجهی و داشتن دو فصل رشد متمایز، «Ganna» (مارس-ژوئیه) و «Bona» (اوت-دسامبر) شناخته شده است. منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۰۷ درجه و ۰۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی در ارتفاع ۲۲۰۰ متری تا ۲۴۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه ۶۳،۴۸ میلی‌متر و میانگین سالانه حداکثر و حداقل دما برای سال آزمایشی به ترتیب ۲۱،۲۳ درجه سانتی‌گراد و ۹،۵۷ درجه سانتی‌گراد است.

مشاهدات میدانی:

شناسایی شاخص‌های محلی حاصلخیزی خاک (LISF) در سایت مورد مطالعه با استفاده از ابزار PRA، یعنی مشاهده مستقیم، انجام شد. بحث غیررسمی، مصاحبه‌های



و تحلیل خاک بود. نمونه برداری از خاک بر اساس گروه‌های حاصلخیزی خاک شناسایی شده بود. در هر گروه خاک، یک نمونه خاک مرکب از ۱۰ نمونه فرعی از هر عمق خاک برداشت شد. از نمونه‌های کامپوزیت خاک، پارامترهای مورد تجزیه و تحلیل شامل pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، CEC، توزیع اندازه ذرات، بازهای قابل تعویض و اشباع پایه بود. pH نمونه‌های خاک مرکب به روش الکترومتری در سوسپانسیون آب خاک ۱:۲٫۵ اندازه گیری شد [۹]. محتوای کربن آلی با روش هضم مرطوب Walkley and Black [۱۰] و نیتروژن کل با روش نیمه میکرو کج‌دال [۱۱] تعیین شد. مقدار فسفر موجود با روش اولسن تعیین شد [۱۱]. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها با روش اشباع استات آمونیوم خنثی ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) تعیین شد [۱۲]. توزیع اندازه ذرات با روش هیدرومتر [۱۳] تعیین شد. بازهای قابل تعویض در فیلترهای استات آمونیوم جمع آوری شده در بالا با جذب اتمی پکتروفتومتر اندازه گیری شد [۱۲].

نتایج و بحث

ارزیابی از دیدگاه کشاورزان: کشاورزان منطقه مورد مطالعه معیارهای مشترکی برای ارزیابی و شناسایی خاک خود دارند. آنها از رنگ خاک، بافت، ظرفیت نگهداری آب، کارایی و نیاز کودی (باروری) به عنوان معیاری برای طبقه بندی در گروه‌های مختلف استفاده کردند. بر اساس این معیارها کشاورزان مناطق مرتفع خاک‌های خود را به دو دسته: کوتیچا/گوراچا، آمبوچا/دالاچا، گالی و دارو طبقه بندی کردند (جدول ۱).

Talawar و Rhoades [۱۴] در تجزیه و تحلیل انتقادی خود

از نحوه طبقه بندی و مدیریت خاک توسط کشاورزان در محیط‌های مختلف دریافتند که کشاورزان بهره‌وری خاک را یک مفهوم چندوجهی می‌بینند. این شامل عواملی مانند ظرفیت خاک برای بهره‌وری پایدار، نفوذپذیری آن، ظرفیت نگهداری آب، زهکشی، خاک ورزی و نیاز کود و نحوه کار آسان است. کوریبلز و همکاران [۱۵] در مطالعه خود در Tigray، اتیوپی، همچنین نشان داد که برداشت کشاورزان از حاصلخیزی خاک به وضعیت مواد مغذی خاک محدود نمی‌شود، بلکه شامل تمام عوامل خاک مؤثر بر رشد گیاه می‌شود. Mitiku [۱۶] همچنین نشان داد که طبقه بندی خاک محلی مورد استفاده در Tigray فقط تا حدی وضعیت مواد مغذی خاک را منعکس می‌کند، زیرا کشاورزان معتقدند که سطح مواد مغذی تنها یکی از چندین عامل تعیین کننده حاصلخیزی خاک است.

با توجه به Corbeels و همکاران [۱۵]، رنگ خاک یک معیار مهم برای کشاورزان است، زیرا اغلب منعکس کننده مواد مادری پنهان خاک است که ویژگی‌های خاص خاک را تعیین می‌کند. بافت لایه سطحی تا حدی بر بسیاری از خواص دیگر خاک تأثیر می‌گذارد و به کشاورزان نشان می‌دهد که آیا می‌توان خاک را پس از اولین بارندگی‌های فصل کشت کرد یا خیر. کشاورزان حاصلخیزی خاک را به صورت نسبی می‌بینند و اغلب آن را با میزان بارندگی در یک سال مشخص مرتبط می‌کنند. کشاورزان کوتیچا یا گوراچا (به معنی خاک سیاه) را به عنوان بهترین خاک از نظر بهره‌وری در سال‌های بارندگی متوسط ارزیابی کردند. به گفته کشاورزان منطقه، این خاک به دلیل ظرفیت

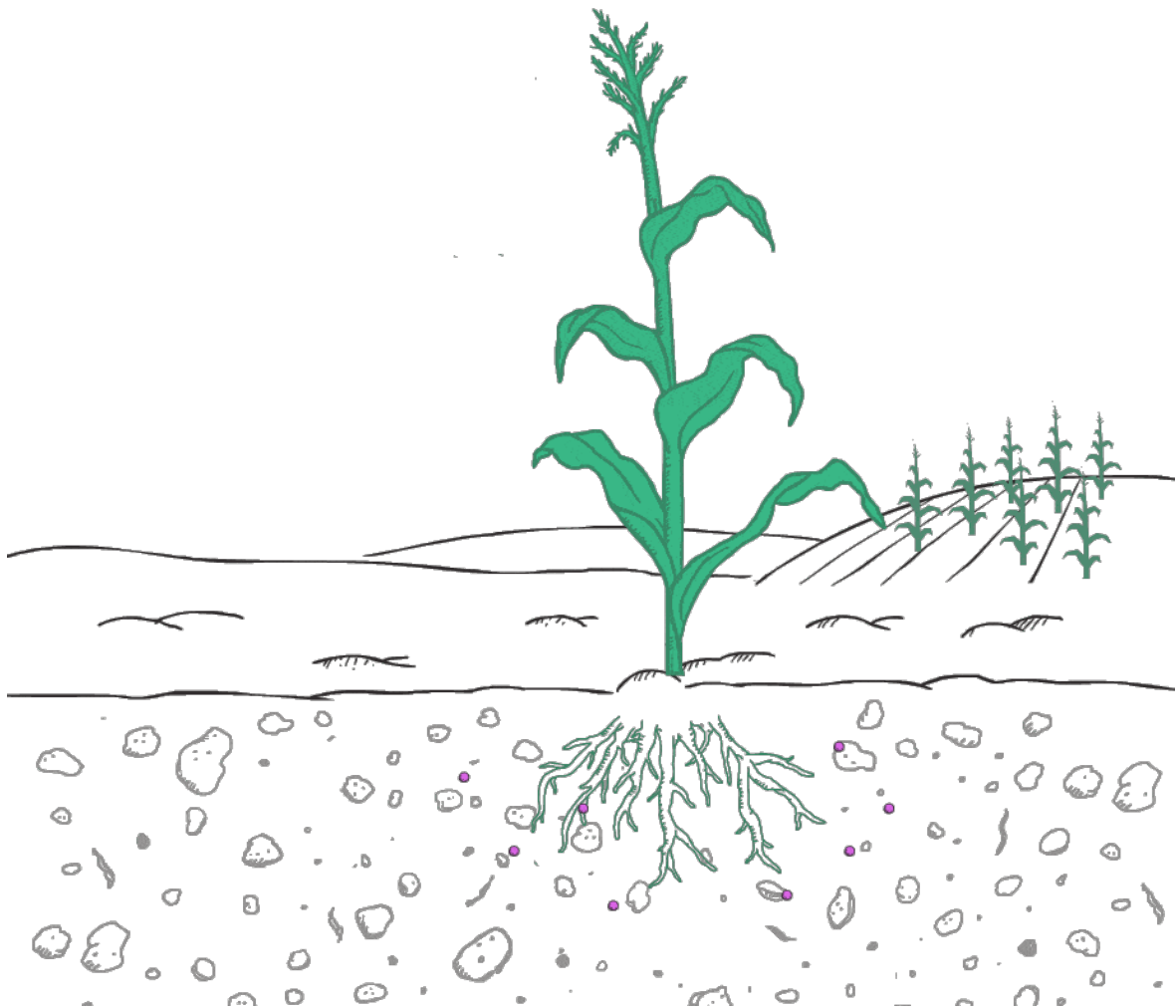
جدول ۱: انواع خاک شناسایی شده توسط کشاورزان با استفاده از شاخص‌های ممکن

محدودیت‌ها	امر عملی	وضعیت باروری	ظرفیت نگهداری آب	انواع خاک	
				شاخص‌ها	رنگ
غرقابی، سختی در هنگام خشک شدن	سخت	زیاد	زیاد	سیاه	کوتیچا
نیاز به آب بیشتر	خیلی آسان	زیاد	کم	متغیر	گالی/آزادا
حاصلخیزی ضعیف خاک	متوسط	کم-متوسط	متوسط	خاکستری	آمبوچا/دالاچا
حاصلخیزی ضعیف خاک	آسان	متوسط	کم	سفید	دارو

«گالی» است. خاک‌های «دارو» قبلاً مناطقی بوده و توسط انسان با افزودن کود و خاکستر اصلاح شده و می‌توان آن را خاک‌های ساخته دست بشر به حساب آورد. گری و مورانت [۲۴] همچنین گزارش دادند که کشاورزان بورکینافاسو حاصلخیزی خاک را با شرایط محیطی خاص مرتبط می‌کنند. پیدایش خاک‌های روشن و قرمز رنگ به میزان بسیار کم مواد آلی و مقادیر قابل توجهی اکسیدهای آهن و آل و هیدروکسید در خاک مربوط می‌شود. محتوای بالای اکسیدهای آهن و آل به دلیل وجود مقادیر زیاد آهن و آل در مواد مادری خاک است. این خاک‌های قرمز و روشن دارای رطوبت خاک و ظرفیت نگهداری مواد مغذی پایین، واکنش خاک اسیدی و درصد اشباع پایه پایین هستند، از این رو آنها را به عنوان خاک‌های بد طبقه بندی می‌کنند. خاک‌ها فقط می‌توانند گیاهانی را با نیاز کم به مواد مغذی و آب که شرایط خاک اسیدی را تحمل می‌کنند، حمایت کنند. این خاک‌ها ممکن است در هر موقعیتی از چشم

بالای نگهداری آب، در زمان کم بارندگی نسبت به سایر خاک‌ها عملکرد بهتری دارد. رنگ‌های سیاه یا تیره خاک‌ها به عنوان شاخص خاک‌های خوب (خاک حاصلخیز) بازتابی از مقادیر بالای مواد آلی در خاک‌ها، در نتیجه دسترسی بالا به عناصر غذایی گیاهی، ظرفیت بالا برای حفظ عناصر غذایی به اشکال قابل تعویض، حفظ رطوبت بالا و ذخیره و منبع انرژی و کربن برای میکروارگانیسم‌های خاک [۱۷-۲۳]. محدودیت اصلی این خاک، چسبندگی زمانی که مرطوب است و سخت در هنگام خشک است. کار را دشوار می‌کند.

از سوی دیگر، گالی در فصول پر بارندگی بهترین است. محدودیت اصلی آن ظرفیت کم نگهداری آب است. باعث کاهش بهره‌وری آن در سال‌های کم باران (فصول) می‌شود. خاک «آمیوچا/دالاچا» از نظر ظرفیت نگهداری آب و حاصلخیزی، خاک میانی بین «گالی» و «کوئیچا» است. معیار اصلی طبقه بندی دارو رنگ سفید آن است. اما از نظر باروری تقریباً شبیه



تحت تأثیر نیروی گرانشی (پتانسیل گرانشی) است و از این رو آزادانه و سریع از طریق بسیاری از منافذ ماکرو موجود در خاک تخلیه می‌شود.

شیوه‌های مدیریت حاصلخیزی خاک

شیوه‌های خاک ورزی: کشاورزان از گاو برای کشیدن گاوآهن محلی «Maresha» استفاده می‌کردند. اکثر کشاورزان در مناطق مرتفع قبل از کاشت غلات، زمین‌های خود را ۴ تا ۵ بار کشت می‌کنند. آنها استدلال می‌کنند که افزایش دفعات خاک ورزی راهی برای بهبود بهره‌وری خاک است. از سوی دیگر، حیوانات در زمین‌های حاشیه‌ای یا با حداقل خاک ورزی (اغلب یک بار شخم) کاشته می‌شوند. آنها ادعا کردند که افزایش دفعات خاک ورزی برای این محصولات می‌تواند منجر به اسکان و در نهایت کاهش عملکرد شود. اگرچه، دو فصل زراعی وجود دارد، تنها تعداد کمی از کشاورزان یک قطعه زمین را برای هر دو فصل کشت می‌کنند. در عوض، آنها زمین خود را به زمین‌های کشت «بونا» و «گانا» تقسیم کردند. عمده‌ترین دلایلی که کشاورزان برای عدم استفاده از زمین در هر دو فصل مطرح کردند، کمبود زمان برای آماده‌سازی زمین پس از برداشت محصول و ترس از کاهش حاصلخیزی خاک در نتیجه کشت مضاعف بود.

بقایای گیاهی:

کشاورزان منطقه مورد مطالعه به خوبی از مزیت بازگرداندن بقایای گیاهی به حاصلخیزی خاک آگاه هستند. عمل تجزیه بقایای گیاهی در محل به طور

انداز ایجاد شوند، اما بیشتر در موقعیت‌های بالا و میانی روی چشم انداز یافت می‌شوند. مناطقی با خاک‌های قرمز و روشن عمدتاً برای چرای دام یا جنگل‌کاری در مناطقی که در دسترس بودن زمین برای شرکت‌های مختلف کشاورزی یا کشاورزی محدود نیست، محفوظ است. کشاورزان بیشتر از رنگ و بافت خاک استفاده می‌کردند

برای توصیف کیفیت خاک Zinck و Barrera-Bassols [۲۵]. بر اساس بررسی نتایج نظرسنجی از ۲۵ کشور در آفریقا، آمریکا و آسیا، همچنین گزارش دادند که رنگ و بافت خاک رایج‌ترین توصیف‌کننده خاک در بیشتر فرهنگ‌ها است. کشاورزان منطقه مورد مطالعه ذکر کردند که خاک‌های سیاه حاصلخیز و دارای ظرفیت نگهداری آب بالا هستند، در حالی که خاک‌های سفید و قرمز بیشتر برای توصیف خاک فقیر استفاده می‌شوند. سایتو و همکاران [۲۶] همچنین در مطالعه دانش بومی کشاورزان شمال لائوس توضیحات مشابهی از رنگ خاک پیدا کردند. با توجه به بافت خاک، کشاورزان خاک‌های سنگین (خاک‌های رسی) را به خاک‌های ماسه‌ای ترجیح می‌دهند، زیرا ظرفیت نگهداری آب بالایی دارند. خاک‌های شنی عمدتاً هوازدگی بالایی دارند و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حاصلخیزی خاک بسیار محدود است. خاک‌ها به سرعت خشک می‌شوند، زیرا فرآیندهای جذب فیزیکی، مقادیر محدودی آب را در خود نگه می‌دارند، بنابراین به راحتی از طریق اعمال نیروهای خارجی از سطوح خارج می‌شوند. علاوه بر این، بیشتر آب در خاک‌های شنی



کودهای معدنی:

کشاورزان به دلیل افزایش قیمت فعلی کودهای شیمیایی از میزان پایین کودهای معدنی استفاده کردند. ۸۷٪ کشاورزان فقط ۵۰ کیلوگرم DAP در هکتار را برای غلات مصرف می‌کنند. این نرخ بسیار کمتر از توصیه کلی (۱۰۰ کیلوگرم DAP و ۵۰ کیلوگرم اوره) برای منطقه است. برخی از کشاورزان بذرها را با محلول‌های کود می‌پوشانند، زیرا توزیع یکنواخت این میزان کم کود با پخش دشوار است. استفاده از کود اوره بسیار نادر و ناچیز است. کشاورزان گزارش کردند که کود اوره فقط برای خاک «کوئیچا (گوراجا)» ضروری است. این می‌تواند به دلیل از دست دادن نیتروژن در این خاک به دلیل شستشو و نیتروژن زدایی باشد، زیرا خاک اغلب غرقاب است.

آیش:

مطالعه به وضوح نشان می‌دهد که به دلیل فشار روزافزون جمعیت، آیش طولانی مدت در حال حاضر در منطقه مورد مطالعه رها شده است. اما، کشاورزان می‌دانند که او از آیش برای بازگرداندن حاصلخیزی خاک سود می‌برد. در حال حاضر، عمل رایج در این منطقه آیش فصلی است یعنی یک یا دو فصل آیش

محلی «شمسو» (به معنی تجزیه) نامیده می‌شود. کشاورزان همچنین متوجه شدند که اگر بقایای محصول قبل از کاشت به خوبی تجزیه نشوند، می‌توانند برای مواد مغذی رقابت کنند و محصول را بسوزانند (به معنای توقف رشد). اما، تنها تعداد کمی از کشاورزان در حدود ۱۲٪ بیشتر بقایای محصول را در مزرعه خود حفظ می‌کنند. زیرا از بقایای گیاهی به عنوان مصالح ساختمانی، سوخت و منبع خوراک دام استفاده می‌شود.

تناوب زراعی:

اکثر کشاورزان کشت تک غلات (گندم/جو) را انجام می‌دهند. ماهیت آسان مکانیزه شدن گندم و جو سهم عمده‌ای در کشت تک غلات دارد. عدم تناوب زراعی منجر به ایجاد و ایجاد زنگ زدگی شد که گلوگاه اصلی تولید محصول است. عمل عمده کشاورزان در این منطقه چرخاندن جو و گندم در یک قطعه زمین است. با این حال، تعداد کمی از کشاورزان در برخی از مناطق مرتفع غلات را با عدس، نخود مزرعه، باقلا و بذر کتان در تناوب قرار دادند. این حدود ۷۴ درصد است. در عوض، کشاورزان در این منطقه کود کم مصرف می‌کنند زیرا پیش سازهای آن حبوبات هستند.



را ترک می‌کنند. اما این دوره کوتاهی برای احیای حاصلخیزی خاک است. آلن [۲۷] معتقد است که دوره آیش در بهترین خاک‌ها نباید کمتر از هشت سال باشد. از سوی دیگر، منسفیلد [۲۸] مدعی است که دوره آیش مورد نیاز برای بازیابی خاک حدود ۲۰-۱۵ سال است.

تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی:

توزیع اندازه ذرات و تجزیه و تحلیل بافت خاک نشان می‌دهد که خاک‌های با عمق پایین‌تر به شدت تحت سلطه خاک‌های رسی هستند که برخلاف خاک‌های سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متر) توسط سیلتی-رسی نشان داده می‌شوند. مربوط به تمام اعماق خاک، میانه کسر ماسه، سیلت و رس به ترتیب ۱۰،۳، ۲۰،۲ و ۶۹،۵ درصد بود. میزان رس از ۴۷ درصد در سطح بالایی تا ۸۷،۷ درصد با افزایش پی در پی در امتداد عمق خاک متغیر بود. نسبت سیلت به رس خاک سطحی نسبتاً بالا بود. همانطور که توسط Ribeiro [۲۹] گزارش شده است، نسبت بیشتر از ۱،۲ به عنوان خاک‌های کمتر هوازده در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، میزان کمتر رس در خاک سطحی نشان دهنده تخلیه خاک رس است [۳۰].

واکنش خاک:

pH آب به طور قابل توجهی در بین سابت‌های نمونه متفاوت بود. دامنه از ۶،۳ تا ۷،۱ (واکنش خاک خنثی) و میانه ۶،۷ گزارش شد. pH خاک در محدوده داده شده کمی اسیدی تا خنثی [۳۱] در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند برای تولید محصول ایمن‌ترین باشد. با این حال، احتمالاً در درازمدت باعث ایجاد کاتیون‌های قوی اسیدی می‌شود، زیرا بارندگی زیاد در منطقه که باعث شسته شدن کاتیون‌های تشکیل دهنده پایه از سطح و تجمع آنها در عمق خاک می‌شود، مطلوب است.

تقریباً ۸۸ درصد از نمونه‌ها در سطوح مناسب pH (۶،۳-۶،۹) قرار داشتند و ۱۲ درصد از نمونه‌ها دارای pH بیشتر از ۶،۵ و بالاتر از ۷،۳ بودند. در لایه زیرسطحی (۳۰-۲۰ سانتی متر)، ۲۴ درصد از نمونه‌های خاک دارای pH کمتر از خاک بالایی بودند.

مواد آلی خاک:

محدوده مواد آلی خاک از ۱،۳۴٪ تا ۲،۹۲٪ نشان دهنده کم تا متوسط است. میانگین ۱،۹۳ درصد بود. این مقادیر به عنوان متوسط رتبه بندی می‌شوند [۳۱]. معادل ۳۶/۴ درصد از نمونه‌ها سطح پایین تا بسیار

پایین برای نمونه‌های زیرسطحی داشتند در حالی که ۸۶ درصد نمونه‌های گرفته شده از سطح در محدوده متوسط (۲/۰ تا ۴/۰ درصد) بودند [۳۱]. همانطور که انتظار می‌رفت، مقدار کربن کل با افزایش عمق کاهش یافت.

ظرفیت تبادل کاتیونی:

ظرفیت تبادل یونی گربه عامل غالب در اندازه گیری حاصلخیزی خاک است که بر تبادل یون‌ها در سطح رس تأثیر می‌گذارد. ارزش پایین CEC در منطقه بر تولید غلات تأثیر می‌گذارد زیرا عملکرد گندم در واحد سطح به مرور زمان به دلیل تخریب حاصلخیزی کاهش می‌یابد. میانه CEC ۴،۳۹ سانتی‌مول بر کیلوگرم بود که از ۳،۶۷ تا ۴،۸۵ سانتی‌مولک بر کیلوگرم در محدوده پایین تا متوسط قرار داشت [۳۱]. به طور مشابه، مقدار CEC تجزیه و تحلیل شده از یافته‌های داده شده کمتر از ۷،۵ سانتی‌مول بر کیلوگرم [۳۱]، حداقل سطح ظرفیت تبادل کافی طبق INIA [۳۱]، سیستم طبقه بندی قابلیت حاصلخیزی خاک، داشت. اما، نمونه‌ها برای اعماق ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متر به مراتب بیشتر و معنی دارتر از نمونه خاک سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متر) تجزیه و تحلیل شدند، اگرچه از نظر آماری در سطح هم‌تراز بودند که احتمالاً به دلیل غلظت قابل توجه کاتیون‌های تشکیل دهنده پایه به قسمت پایین منتقل شده است. از خاک CEC پایین تا متوسط خاک‌ها را می‌توان به محتوای کم ماده آلی و همچنین سطوح پایین تا متوسط رس در سطح بالایی خاک نسبت داد.

پایه‌های قابل تعویض و فسفر موجود:

تفسیر پایه‌های قابل تعویض خاک نشان داد که میانه کلسیم قابل استخراج ۳،۱۲ سانتی متر بر کیلوگرم بود که از ۲،۴۱ تا ۳،۵ سانتی متر بر کیلوگرم برای کل عمق ریشه زایی متغیر بود. غلظت کلسیم در تمام اعماق خاک پایین ارزیابی شد [۳۱]. به طور مشابه، منیزیم قابل استخراج از ۰،۶۶ تا ۰،۷۳ cmolc کیلوگرم بر ۱ بود. میانگین آن ۰،۶۸ cmolc کیلوگرم بود. نمونه‌های جمع‌آوری شده از تمام اعماق تقریباً تمام اندازه‌گیری‌های کاهش منیزیم را در سطح متوسط نشان داد. با توجه به پتاسیم کمترین سطح ۰/۳ سانتی‌مول بر کیلوگرم و حداکثر آن ۰/۴۳ سانتی‌مول بر کیلوگرم بود. چنین محدوده‌ی al در پایین‌ترین سطح

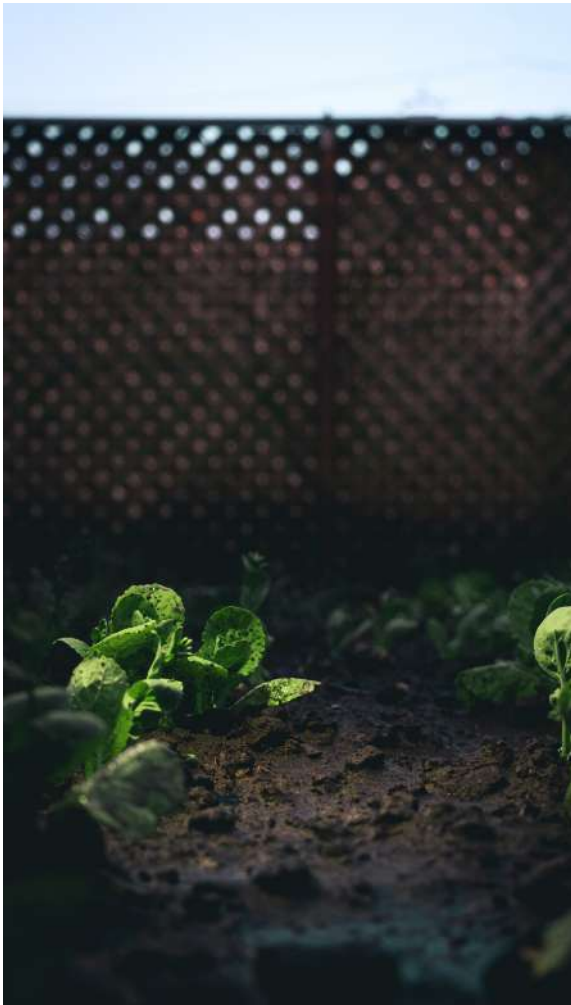
کم تا متوسط مواد آلی، متوسط در نیتروژن کل و فسفر موجود و CEC پایین. هر گونه استراتژی مدیریت خاک برای تولید پایدار گندم باید بر این اساس به ویژگی‌های فوق توجه کند. شاخص محلی حاصلخیزی خاک (LISF) و شاخص‌های فنی حاصلخیزی خاک (TISF) با ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک مطابقت دارد. LISF از نظر کیفی مستعد تفسیر نادرست توسط کشاورزان بی تجربه، کارکنان ترویج و محققان است. اما اثر ترکیبی اطلاعات کیفی و کمی منجر به ارزیابی الگوی حاصلخیزی خاک و استراتژی‌های مدیریت حاصلخیزی خاک می‌شود. اطلاعات خط پایه نشان داد که LISF حس گسترده‌ای از ارزیابی حاصلخیزی خاک برای تولید محصول ارائه می‌دهد. مهمتر از همه، ترکیب LISF و داده‌های تحلیلی خاک، طبقات زمین مناسبی را تولید کرد. محدودیت‌های عمده حاصلخیزی خاک در منطقه مورد مطالعه شامل محتوای کم تا متوسط ماده آلی، متوسط نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس و CEC پایین است.

برای K قرار می‌گیرد که قطعاً نشان دهنده پاسخ آن به کاربردهای کود شیمیایی است. با توجه به غلظت سدیم، با افزایش پی در پی با افزایش عمق خاک قابل تشخیص است. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، در محدوده ۰.۱۴ تا ۰.۲۱ سانتی متر بر کیلوگرم قرار می‌گیرد که در پایین ترین سطح ممکن وجود داشت [۳۱]. این می‌تواند به عنوان یک فرصت مورد استفاده قرار گیرد، زیرا غلظت سدیم به حد بالا توصیه نمی‌شود زیرا ساختار خاک را خراب می‌کند و خاک را در معرض فرسایش خاک و عاری از ارگانیک‌های مفید می‌کند.

فسفر موجود (Olsen P) در ۰.۵ میلی گرم در کیلوگرم به عنوان آستانه‌ای برای پایین ترین سطح قرار می‌گیرد و این به طور متوسط در دسترس است زیرا مقدار تجزیه و تحلیل شده در تمام اعماق خاک در محدوده ۰.۵-۰.۱۰ میلی گرم در کیلوگرم است [۳۱]. از سوی دیگر، pH خاک در لایه زیرین به طور قابل توجهی پایین بود، در مقایسه با خاک رویی، احتمالاً به دلیل ظرفیت جذب فسفر خاک در لایه زیرین، تأثیر خود را بر روی دسترسی به فسفر به روشی مشابه در لایه زیرین نشان داد.

محدود کننده ترین ماده غذایی در خاک‌های استوایی را می‌توان نیتروژن خاک و به دنبال آن فسفر در نظر گرفت [۷]. یافته‌های این مطالعه بر اساس آنالیز خاک در اعماق مختلف خاک نشان داد که نیتروژن کل در سطح متوسطی پیشنهاد می‌شود، اگرچه مقادیر از نظر آماری در حد همتراز بود. این ماده مغذی است که عملکرد محصول را در شرایط مزرعه تعیین می‌کند زیرا غلات طبیعتاً قادر به تثبیت نیتروژن آزاد اتمسفر به طور قابل ملاحظه‌ای مانند حبوبات نیستند.

چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد که سطح نیتروژن دقیقاً در محل اتصال پایین‌ترین سطح قرار دارد که نشان دهنده پتانسیل آن برای محدود کردن عملکرد محصول مزرعه در منطقه است. چنین خطری ممکن است با مدیریت نادرست منابع تحت کشاورزی معیشتی و ماهیت فرار ذاتی عنصر در خاک‌های گرمسیری مرتبط باشد. به عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک، اشباع پایه مکان‌های مورد مطالعه از ۹۸/۶ تا ۹۹/۶ درصد در سطح بسیار بالا طبقه‌بندی شد (جدول ۲). در نتیجه، بر اساس داده‌های آزمایش خاک، ویژگی‌های حاصلخیزی خاک در ارتفاعات جنوب شرقی اتیوپی برای تولید محصول محدود می‌شود، از جمله محتوای



7. Asgelil Dibabe, 2000. Effect of fertilizer on the yield and nodulation pattern of Faba bean on a Nitosol of Adet North Western Ethiopia. Ethiopian J. Natural Resources, 2: 237-244.

8. Folmer, E.C. R., P.M.H. Guerts and J.R. Francisco, 1998. Assessment of soil fertility depletion in Mozambique. Agriculture, Ecosystem and Environment, 71: 159-169.

9. McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Methods of soil analysis, Part 2. (Edited by A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney). American Society of Agronomy, Madison, Wisc. pp: 199-224.

10. Nelson, D.W. and L.E. Sommers, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter: In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney) Methods of soil analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties, pp: 539-579.

11. Okalebo, J.R., K.W. Gathua and P.L. Woomer, 1993. Laboratory methods of soil and plant analysis: A working manual - KARI - UNESCO - ROSTA, pp: 88.

12. Rhoades, J.D., 1982. Cation exchange capacity. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties (A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), (Eds.) American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, pp: 149-157.

13. Gee, G.W. and J.W. Bauder, 1986. Particle Size Analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 1. A. Klute (ed.), 2nd Ed., Vol. 9. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp: 383-411.

14. Talawar, S. and R.E. Rhoades, 1998. Scientific and local classification and management of soils. Agriculture and Human Values, 15: 3-14.

15. Corbeels, M., Abebe Shiferaw and Mitiku Haile, 2000. Farmers knowledge of soil fertility and local management strategies in Tigray, Ethiopia. Managing Africa's soil No. 10. IIED, London.

16. Mitiku Haile, 1996. Soil resources of central



منابع :

1. Pieri, C., 1989. Fertilité Des Terres De Savanes; Ministère De La Cooperation et CIRAD-IRAT: Paris.

2. Henao, J. and C. Baanante, 1999. Estimating Rates of Nutrient Depletion in Soils of Agricultural Lands of Africa; IFDC: Muscle Shoals.

3. Smaling, E.M.A., 1993. An Agro-ecological Framework for Integrated Nutrient Management with Special Reference to Kenya; Agricultural University: Wageningen, pp: 250.

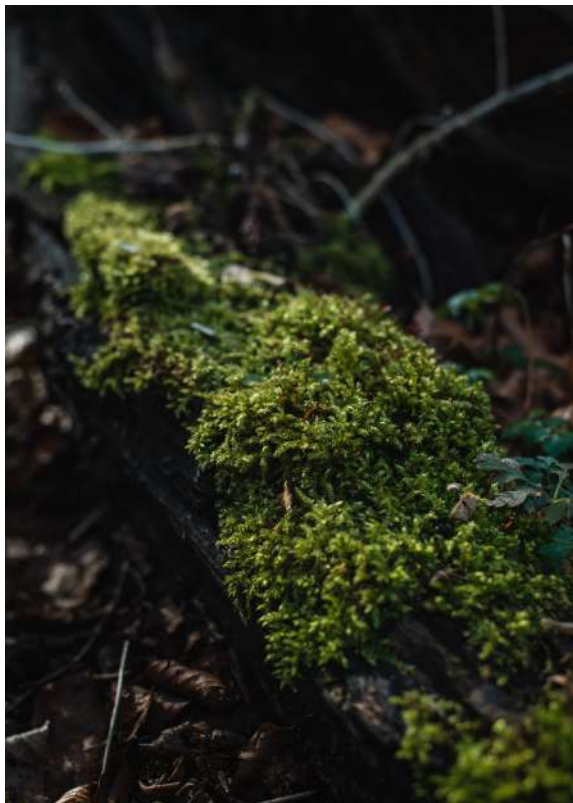
4. Shepherd, K.D. and M.J. Soule, 1998. Soil fertility management in West Kenya: Dynamic simulation of productivity, profitability and sustainability at different resources endowment levels. Agric. Ecosystem, Environment, 71: 133-147.

5. Lal, R., 1989. Land Degradation and Its Impact on Food and Other Resources; Food and Natural Resources, pp: 85-140.

6. Sanchez, P.A., 2002. Soil fertility and hunger in Africa. Sci., 295(5562):2019-2020.

26. Saito, K., B. Linqvist, B. Keobualapha, T. Shiraiwa and T. Horie, 2006. Farmers' knowledge of soils in relation to cropping practices: A case study of farmers in upland rice based slash-and-burn systems of northern Laos. *Geoderma*, 136: 64-74.
27. Allan, W., 1965. *The African Husbandman*. Oliver and Boyd, Edinburgh and London.
28. Mansfield, J.E., 1973. Summary of agronomic research findings in Northern Province of Zambia. Land Research Division, England.
29. Ribeiro, L., 1976. Introdução ao estudo da mineralogia dos solos de Ibitiara, BA, in *Anais do décimo quinto congresso Sociedade Brasileira de Ciência do solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, Brazil, pp: 423-427.
30. Whittig, L.D., 1959. Characteristics and genesis of a Solodized-Solonetz of California. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 765-773.
31. Zonas Agro-ecológicas and De Mocimboa do Castelo, 1980. Instituto de Investigação Agronómica de Mocimboa do Castelo (INIA).
- Tigray: A case study of selected farms in seven weredas. pp 19-73. A.O. Øyhus and G. Gebru (eds.), *Rural explanatory studies in the central zone of Tigray*, Northern Ethiopia. Proceeding of a workshop. Norgaic, Addis Ababa, Ethiopia.
17. Stevenson, F.J., 1982. *Humus chemistry, Genesis and composition, reactions*. New York, USA: Wiley Interscience.
18. Oades, J.M., 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, 76: 319-37.
19. Hue, N.V., G. Craddock and F. Adams, 1986. Effect of organic acids on aluminum toxicity in sub soil. *Soil Science Society of America J.*, 50: 28-34.
20. Lal, R., 1986. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained productivity. In: Steward, B.A. (eds) *Advance in soil science (Vol 5)* New York, USA: Springer-Verlag.
21. Lavelle, P., 1988. Earthworm activities and the soil system. *Biology and Fertility of Soils*, 6: 237-51.
22. Sanchez, P.A., C.A. Palm, L.T. Szott, E. Cuevas and R. Lal, 1989. Organic input management in tropical agroecosystems. In: D.C. Coleman, J.M. Oades and G. Uehare, (eds) *Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems*. Honolulu, Hawaii, USA: University of Hawaii Press.
23. Brady, N.C. and R.R. Weil, 1996. *The nature and properties of soils*. 11th edition. Prentice Hall Int., pp: 740.
24. Gray, L.C. and P. Morant, 2003. Reconciling indigenous knowledge with scientific assessment of soil fertility changes in southwestern Burkina Faso. *Geoderma*, 111: 425-437.
25. Barrera-Bassols, N. and J.A. Zinck, 2003. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people; *Geoderma*, 111: 171-195.

45





۴۴

⋮

سیستم اینترنت اشیا مبتنی بر خاک هوشمند

برای پایش حاصلخیزی خاک و پیش‌بینی محصول

...

رضا رسول‌زاده

(دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم)

۶۷

•
•
•





اینترنت اشیا نقشی حیاتی در زندگی روزمره یک انسان دارد که تقریباً در هر دامنه‌ای استفاده می‌شود. هر ساله رشد محصولات زراعی به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی و حمایت ناکافی از مواد مغذی کاهش می‌یابد. حاصلخیزی خاک مهم‌ترین عواملی است که باید در هنگام رشد یک محصول مورد توجه قرار گیرد. به همین منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی خاک برای رشد بهتر گیاه مورد نیاز است. همه خاک‌ها برای همه انواع محصولات مناسب نیستند. در این کار، مکانیسم پیشنهادی پیش‌بینی مؤثر محصولی است که برای آن خاک مناسب است. در فرآیند معمولی آزمایش خاک از مواد شیمیایی برای آزمایش حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود و این یک فرآیند زمان‌بر است. این مشکل با پیشنهاد مکانیزمی حل شده است که با در نظر گرفتن تمام پارامترهایی که می‌تواند محصول را با توجه به pH، رطوبت، دما و رطوبت پیش‌بینی کند، نظارت می‌کند. هدف اصلی این کار این است که نتایج دقیق و قابل اعتماد و همچنین مقرون به صرفه در مقایسه با سایر مکانیسم‌های موجود ایجاد کند. این به کشاورز کمک می‌کند تا حاصلخیزی مزرعه خود را تجزیه و تحلیل کند و محصول بهتری را بکارد تا بهره‌وری و سود خود را افزایش دهد.



در ۹٫۷ میلیارد نفر باشد. طبق گفته سازمان کشاورزی ملل متحد، جهان نیاز به تولید ۷۰ درصد مواد غذایی بیشتر از سال ۲۰۰۶ دارد. دلیل اصلی افزایش درآمد، افزایش تولیدات کشاورزی است که با انقلاب سبز به وجود آمد. پیش‌بینی محصول یک مشکل گسترده است کشاورزان را با مشکل روبرو می‌کند. تغییرات در بهره‌وری محصول همچنان منطقه را با مشکل مواجه می‌کند و ناراحتی شدید ایجاد می‌کند. کشاورزان دیده می‌شوند و از علاقه‌ای که در اقتصاد کنونی رخ می‌دهد که منجر به بدبختی کشاورزان می‌شود اطلاعی ندارند. امروزه محصولات زراعی تولیدی کشاورزان وابسته به تجربه‌ای است که از سن گذشته خود به دست آورده‌اند. بنابراین، برای بهبود، بسیاری از کشاورزان استفاده از فن‌آوری‌ها و روش‌های جدید را آغاز کرده‌اند. هنگامی که کشاورزان اطلاعات به روز را جمع‌آوری می‌کنند، می‌توانند درک کنند که وضعیت در آینده چگونه خواهد بود، به طوری که می‌توانند برخی از مشکلاتی را که ممکن است ایجاد شود پیش‌بینی کنند [۴]. اما مردم نسبت به کشت محصولات در زمان و مکان مناسب آگاهی ندارند. این امر مستلزم برنامه‌ریزی برای حاصلخیزی خاک با تامین مقدار کافی مواد مغذی به محصول است.

تعداد کمی از محققان معماری‌های مختلفی را بر اساس اینترنت اشیا برای پیش‌بینی نوع محصولات و گیاهان کوچک پیشنهاد کرده‌اند. محصول کشاورزی به پارامترهای مختلفی مانند آب و هوا، خصوصیات خاک، رطوبت خاک و دما بستگی دارد [۵]. آزمایش خاک مهم است زیرا آزمایش خاک به تعیین حاصلخیزی خاک کمک می‌کند و بنابراین می‌توان محصول را پیش‌بینی کرد. روش موجود آزمایش خاک یک روش دستی است که با نمونه برداری از خاک شروع می‌شود و سپس برای آزمایش به آزمایشگاه‌ها ارسال می‌شود. این فرآیند دستی زمان بر است و همیشه امکان‌پذیر نیست. به دلیل دخالت انسان، احتمال خطاهای انسانی وجود دارد، بنابراین کشاورزان ممکن است خروجی‌های صحیح را دریافت نکنند. بنابراین، نیاز به توسعه یک فرآیند خودکار برای آزمایش خاک و پیش‌بینی محصول وجود دارد.

سیستم پیشنهادی عمدتاً متشکل از حسگرهایی است که مقدار pH، مقدار رطوبت، دما و رطوبت را از خاک می‌دهد و وضعیت آن را تحلیل می‌کند. سنسورها

در دنیای امروز، اینترنت اشیا تغییرات عظیمی را در فعالیت‌های روزمره ما ایجاد می‌کند. اینترنت اشیا میلیون‌ها دستگاه فیزیکی را در جهان به هم متصل می‌کند که از طریق اینترنت قابل دسترسی هستند. یک سیستم اینترنت اشیا متشکل از دستگاه‌های هوشمندی است که از پردازنده‌ها، حسگرها و اجزای سخت‌افزاری برای جمع‌آوری، ارسال و حس داده‌ها از طریق حسگرهای محیط خود استفاده می‌کنند. برنامه‌های کاربردی مبتنی بر اینترنت اشیا برای نظارت و کنترل در حوزه‌های مختلف از جمله شهرهای هوشمند، خانه‌های هوشمند و کشاورزی توسعه یافته‌اند. از آنجایی که اینترنت اشیا یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها در زندگی روزمره ما است، انتظار می‌رود که اینترنت اشیا تا سال ۲۰۵۰ حدود ۷۵ میلیارد دستگاه متصل داشته باشد و اکنون به حدود ۲۳ میلیارد رسیده است. IoT با خودکارسازی تکنیک‌های کشاورزی به کشاورزان در کشاورزی کمک می‌کند [۱]. سنسورها داده‌ها را از دما، رطوبت، سطح رطوبت خاک و سایر عوامل جمع‌آوری می‌کنند که کار کشاورزان را آسان می‌کند.

پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان حدود





به برد Arduino UNO متصل می‌شوند که یک برد میکروکنترلر مجهز به مجموعه‌ای از پایه‌های ورودی یا خروجی دیجیتال و آنالوگ است که برای خواندن ورودی و نمایش خروجی روی صفحه LCD متصل به آن استفاده می‌شود. سنسورها با استفاده از نرم‌افزار آردوینو سفارشی شده برای برد آردوینو برنامه‌ریزی می‌شوند، زبان‌های برنامه نویسی مورد استفاده C و Python هستند. سیستم پیاده‌سازی شده که از داده‌های در لحظه شرایط محیطی، رطوبت خاک و سطوح pH از زمین‌های کشاورزی استفاده می‌کند. پروفیسور D.S. Zingade اپلیکیشنی توسعه و ارائه داد که با کمک GPS مکان کاربر را به عنوان ورودی می‌گیرد. داده‌های اولیه پیش‌بینی آب و هوا در مورد مکان، مانند دما، بازندگی، سطح رطوبت در خاک و مواد مغذی خاک از IMD (دپارتمان هواشناسی هند) به دست آمده است. با در نظر گرفتن تولیدات قبلی محصولات، داده‌های به دست آمده در سمت سرور تجزیه و تحلیل شده و در نتیجه سودآورترین محصول به برنامه اندرویدی کاربر ارسال می‌شود.

Lokesh.K و همکاران [۷] یک سیستم خودکار پیشنهاد کردند که با استفاده از حسگر مناسب‌ترین محصول را برای خاک پیشنهاد می‌کند. این نرم‌افزار از حسگر NPK برای پیش‌بینی محصول استفاده می‌کند. کشاورزان حسگر NPK را با سرور ثبت می‌کنند. Admin پایگاه داده را با مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و محصولی که در آن شرایط به خوبی رشد می‌کند نگهداری می‌کند. کشاورز حسگر NPK را در خاک قرار می‌دهد. آن حسگر سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در آن خاک اندازه‌گیری می‌کند و آن مقادیر را از طریق Raspberry Pi به سرور برمی‌گرداند. پردازش سرور آن مقادیر NPK در پایگاه داده و محصول مناسب با آن شرایط خاک به عنوان یک پیام از طریق مودم GSM برای کشاورز ارسال می‌شود.

P. S. Vijayabaskar و همکاران [۸] سیستمی را پیشنهاد کردند که از دو فناوری اصلی مانند اینترنت اشیا و یادگیری ماشینی استفاده می‌کند. این سیستم از اینترنت اشیا برای کار با حسگرها و از یادگیری ماشینی برای کار با داده‌های جمع‌آوری شده توسط آن حسگرها استفاده می‌کند. تمام سنسورها به Raspberry Pi متصل هستند که به آداپتور بی‌سیم متصل است. Raspberry pi مقدار دما، مقدار رطوبت و مقدار PH را

از سنسورهای مختلف جمع‌آوری کرده و با استفاده از پروتکل MQTT در سرور ذخیره می‌کند. این سیستم از برخی الگوریتم‌های داده کاوی مانند خوشه‌بندی k-means و مدل KNN و ARIMA برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در سرور و پیش‌بینی نوع محصول مناسب برای شرایط داده شده استفاده می‌کند.

پراچی شارما و همکاران [۹] سیستمی را پیشنهاد کردند که قابل حمل باشد تا بتوان با حداقل تلاش پیش‌بینی محصول را انجام داد. این سیستم یک دستگاه دستی را پیاده‌سازی می‌کند که می‌تواند داده‌ها را از حسگرها جمع‌آوری کند و داده‌ها را پردازش کرده و نتایج را به دست آورد. این یک دستگاه مبتنی بر میکروکنترلر است. سنسور EC، سنسور PH، سنسور رنگ و LCD به میکروکنترلر متصل هستند. این میکروکنترلر بافت رنگ، رسانایی الکتریکی و مقدار PH خاک را جمع‌آوری کرده و از طریق فناوری بلوتوث به اپلیکیشن اندروید ارسال می‌کند. برنامه اندروید داده‌ها را روی سرور آپلود می‌کند. داده‌ها در سرور تجزیه و تحلیل می‌شوند و محصول حاصل که برای آن خاک مناسب است به LCD ارسال می‌شود.

تامال آدیکاری و همکاران [۱۰] سیستمی را پیشنهاد کردند که سطوح مواد مغذی در خاک را با استفاده از منابع نور اندازه‌گیری می‌کند. محققین یک واحد سنجش برای اندازه‌گیری پارامترهای خاک ایجاد کردند که این واحد از قطعاتی مانند دیود عکس، دیود ساطع نور، میکروکنترلر، مبدل AD تشکیل شده است. مواد شیمیایی به محلول خاک اضافه می‌شود تا مواد مغذی موجود در آن خاک با معرفها واکنش نشان دهند. پرتوهای نور LED از آن محلول خاک عبور می‌کند. غلظت هر ماده غذایی در خاک بر اساس شدت رنگ محلول خاک اندازه‌گیری می‌شود. پرتوهای نوری که از محلول خاک خارج می‌شود توسط فتودیود جمع‌آوری می‌شود که می‌توان از آن برای محاسبه مقدار مواد مغذی موجود در خاک بر اساس شدت رنگ استفاده کرد. این پارامترها بر اساس نمودارهای رنگی موجود که استاندارد هستند تجزیه و تحلیل می‌شوند تا محصول مناسب با آن شرایط خاک به راحتی قابل پیش‌بینی باشد.

Radhika A، و همکاران [۱۱] سیستمی را پیشنهاد کردند که حتی گیاهان کوچک قابل کاشت را پیش‌بینی می‌کند تا کشاورز بتواند سود بیشتری کسب کند.





ب. مکانیسم پردازش داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها از حسگرها، داده‌ها باید پردازش شده و تجزیه و تحلیل شوند و نتایج حاصل شود. داده‌های جمع‌آوری شده از آردوینو را می‌توان در فضای ابری یا پایگاه داده پردازش کرد. این سیستم از یک پایگاه داده برای ذخیره مجموعه داده استفاده می‌کند که شامل شرایط خاک مانند PH، مقدار رطوبت و مقادیر دما و رطوبت و محصول مناسبی است که در آن شرایط رشد می‌کند. میانگین ۴۰ مقدار PH محاسبه شده و مقدار PH حاصل به عنوان مقدار PH نهایی خاک در نظر گرفته می‌شود. داده‌های دیجیتال آردوینو مانند PH خاک، سطح رطوبت خاک، دمای محیط، درصد رطوبت هوا با استفاده از مقادیر SQL به پایگاه داده ارسال می‌شود. داده‌های جمع‌آوری شده با

این مدل محصول را بر اساس پارامترهای خاک و همچنین شرایط محیطی پیشنهاد می‌کند. مقادیر مواد مغذی خاک به طور منظم اندازه‌گیری می‌شود و شرایط محیطی در زمان اندازه‌گیری پارامترهای خاک در نظر گرفته می‌شود و محصول مناسب با آن شرایط بر اساس مجموعه داده‌های قبلی پیش‌بینی می‌شود و این نتیجه به مجموعه داده‌ها اضافه می‌شود. این مدل از فناوری‌های Zig Bee و GPS برای ارسال داده‌های جمع‌آوری شده در سرور استفاده می‌کند. این مدل همچنین از الگوریتم رگرسیون بردار پشتیبانی برای تجزیه و تحلیل مجموعه داده استفاده می‌کند. این داده‌های جمع‌آوری شده در طول زمان برای تجزیه و تحلیل آینده استفاده می‌شود.

سیستم پیشنهادی

برای پیش‌بینی نوع محصول مناسب برای رشد در خاک‌های خاص، این سیستم پیشنهادی پارامترهای مختلف مربوط به خاک را برای تعیین محصول مناسب برای آن خاک اندازه‌گیری می‌کند. این سیستم پیشنهادی در شکل ۱ بیان شده است که از اجزای مختلفی مانند سنسور PH، سنسور دما و رطوبت به همراه آردوینو UNO تشکیل شده است. این حسگرها برای اندازه‌گیری PH و درشت مغذی‌ها مانند سطح رطوبت خاک، درجه حرارت و سطح رطوبت در محیط استفاده می‌شوند [۱۶]. این سنسورها روی آردوینو یکپارچه شده‌اند. مجموعه داده‌های مورد استفاده شامل انواع مختلف محصولات زراعی همراه با پارامترهای مختلف مانند دما، PH، مقادیر رطوبت و رطوبت است که برای رشد بهتر گیاه مفید است. این دستگاه می‌تواند مقدار PH خاک، مقدار رطوبت، دما و رطوبت را از محیط جمع‌آوری کند، سپس بر اساس این عوامل محصول مناسب آن خاک را پیش‌بینی کند.

الف. رویکرد داده محور برای جمع‌آوری پارامترهای خاک

تمام پارامترهای خاک و محیطی با استفاده از حسگرهای متصل به آردوینو اندازه‌گیری می‌شوند. این سیستم آردوینو از شبکه حسگر بی‌سیم برای جمع‌آوری داده‌ها از حسگرها استفاده می‌کند. انواع مختلفی از حسگرهای ناهمگن وجود دارد که نوع متفاوتی از داده‌ها را تولید می‌کند، مانند داده‌های آلودگی یا داده‌های دیجیتال.



یک پیش‌بینی محصول مؤثر برای افزایش ویژگی‌ها در فرآیند کشاورزی ایجاد شده است. مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن مسائل در فرآیند آزمایش خاک معمولی توسعه یافته است. با استفاده از برنامه مبتنی بر اینترنت اشیا، از حسگرها برای جمع‌آوری اطلاعاتی مانند رطوبت، مقدار pH، دما و رطوبت استفاده می‌شود که به پیش‌بینی محصول مناسب برای کشت در فصل کمک می‌کند. این مجموعه آزمایشی ساده اطلاعات لازم را در مدت کوتاهی به روشی دقیق در اختیار کشاورزان قرار می‌دهد. در آینده، یک پیشرفت احتمالی بزرگ می‌خواهد با گنجاندن ویژگی‌های ذخیره‌سازی در فضای ابری برای تجزیه و تحلیل داده‌های موجود، کیت را قابل حمل‌تر کند.

استفاده از مجموعه داده‌های موجود در پایگاه داده با استفاده از مکانیزم جستجو تجزیه و تحلیل می‌شوند و گیاه مناسب به عنوان خروجی از پایگاه داده به آردوینو با استفاده از پرس و جو SQL ارسال می‌شود. نهایتاً آردوینو گیاه حاصل را در LCD نمایش می‌دهد.

هدف اصلی از اجرای این طرح، پیشنهاد محصول مناسب به خاک است تا کشاورز بتواند بازده بیشتری داشته باشد و بار نزدیک شدن به آزمایشگاه برای آزمایش خاک را کاهش دهد. این سیستم چهار پارامتر اصلی را که برای پیشنهاد محصول مورد نیاز است اندازه‌گیری می‌کند. آنها سطح PH خاک، سطح رطوبت خاک، دمای محیط، درصد رطوبت هوا هستند.

Fertility of the
soil is the future
of civilization



LET'S
TAKE CARE
OF OUR
HOME
TOGETHER

