



تعریف کود: به هر نوع ماده معدنی یا آلی یا بیولوژیک که دارای عناصر غذایی باشد و باعث بالا بردن حاصل خیزی خاک و همچنین با تیمار گیاهی باعث افزایش عملکرد کیفی و کم محصول شود کود اطلاق میشود.

کود ها به چند دسته تقسیم میشوند که عبارتند از :

شیمیایی - آلی یا ارگانیک - بیولوژیک یا زیستی

### کودهای شیمیایی

که برخی از آنها جز عناصر پر مصرف گیاه یا ماکرو المنت و برخی نیز جز عناصر کم مصرف گیاه ( میکرو المنت ) میباشد.

عناصر پر مصرف (ماکرو) شامل: ازت - فسفر - پتاس - کلسیم - منیزیم

عناصر کم مصرف (میکرو) شامل: آهن - روی - منگنز - مس - بر

به کود هایی که مجموع عناصر فوق را با هم و به نسبت متناسب دارا باشد اصطلاحاً کود کامل اطلاق میشود.

گیاهان مختلف بر حسب نیاز و با توجه به نتایج آزمایش برگ و خاک به کود های فوق نیازمند خواهند بود .

ترکیب شیمیایی و درصد خلوص کودهای مختلف حاوی یک عنصر، بسیار متفاوتند. این تفاوتها بر مورد مصرف، نحوه

پخش، زمان کوددهی و اثر بخشی کودها تاثیر بسیار مهمی دارند. بنابراین شناخت کافی از انواع کودهای شیمیایی قبل از

انتخاب و یا مصرف آنها ضرورت دارد.

### کودهای ازت

ازت به صورت های نیترات، یون آمونیم و اوره قابل جذب گیاه است. **نیترات آمونیم** ۳۳ درصد ازت داشته و هر دو فرم ازت

آن قابل جذب گیاه می باشند. چون دارای بار منفی است جذب کلوئیدهای خاک نشده و در معرض شستشو از خاک است.

اما چون دارای بار مثبت است جذب کلوئیدهای خاک می گردد. **اوره** رایج ترین کود ازت در ایران است. اوره از ترکیبات

آلی بشمار رفته و به همین فرم قابل جذب گیاه می باشد. از محلول اوره در محلول پاشی برگ گیاهان نیز استفاده

میشود. **اوره نیترات آمونیم** را می توان قبل از کاشت محصول و یا بصورت سرک و بعد از آن که گیاه مقداری رشد نمود به

خاک داد. **سولفات آمونیم** علاوه بر ازت دارای ۲۴ درصد گوگرد است. **هیدرات آمونیم** را که از حل شدن آمونیاک در آب

بدست می آید قبل از کاشت بوسیله سرنگهای مخصوص در زیر لایه ای از خاک قرار می دهند.

**نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم** درصد ازت کمی داشته و کمتر بعنوان منبع کود ازت در خاک مصرف می شوند. این کودها

غالباً در محلول های غذایی بعنوان منابع کلسیم یا پتاسیم مورد استفاده قرار می گیرند.

### کودهای فسفر

غالباً درصد فسفر کودهای شیمیایی را بصورت درصد اکسید فسفر ذکر می نمایند. **اسید فسفریک** که از تجزیه مواد آلی

خاک حاصل می شود قابل جذب گیاه است، اما بصورت کود شیمیایی مصرف نمی شود. قسمت اعظم کود فسفره ای که به

خاک داده می شود. بوسیله کلسیم در خاک های قلیائی و بوسیله آهن و آلومینیم در خاکهای اسیدی تثبیت می گردد.



معمولاً تا کود فسفره ای که به خاک داده می شود در سال اول بصورت قابل جذب گیاه باقی می ماند و بخش کمی نیز طی سالهای آینده قابل جذب گیاه می گردد. میزانهای فوق الذکر با روش کوددهی، بافت و ترکیب خاک، سوابق مصرف کود فسفره در خاک و مقدار کود فسفری که مصرف می شود بستگی دارد. چون میزان محلول بودن و حرکت کود فسفره در خاک بسیار محدود است می بایستی کودهای فسفره را قبل از کاشت به خاک داد و آنها را مستقیماً در ناحیه توسعه ریشه قرار داد. حداکثر میزان محلول فسفر در **pH 6** تا **۵/۶** مشاهده می شود. بنابراین رساندن **pH** خاک به این حدود می تواند در افزایش محلول بودن و جذب فسفر موثر باشد. تغییر **pH** خاک در خاکهای اسیدی با اضافه کردن آهک و در خاکهای قلیائی با اضافه کردن گوگرد یا کودهای اسیدی انجام پذیر است. مصرف مقدار زیادی کود حیوانی نیز می تواند در نقصان **pH** خاک مفید باشد. میزان محلول بودن کودهای فسفره نیز متغیر است

### کودهای پتاسیم

کمبود پتاسیم بیشتر در خاک های اسیدی و خاک های شنی دیده می شود، اما کمبود آن در سایر خاک ها تحت شرایط آبیاری و برداشت مقدار زیادی محصول (بخصوص بونجه) نیز مشاهده می گردد. اغلب کودهای پتاسیم در آب محلول هستند و نحوه اضافه آنها به خاک نقش زیادی در اثر بخشی کود ندارد **کلرورپتاسیم** فراوانترین ترکیب پتاسیم در طبیعت است. کلرورپتاسیم دارای مقدار زیادی (۶۰ تا ۶۲ درصد) می باشد با این حال مصرف کلرورپتاسیم در مواردی که به مقدار زیادی پتاسیم نیاز است چندان مطلوب نیست، زیرا احتمال مسمومیت ناشی از فراوانی کلر پیش می آید با این که مقدار کمی کلر برای محصولاتی مانند توتون و پنبه لازم است، اما زیادی کلر در خاک موجب آبدار شدن غده سیب زمینی و نقصان کیفیت توتون می گردد. **نیترات پتاسیم** دارای ۴۴٪ اکسید پتاسیم است، اما کودی گران قیمت می باشد. **سولفات پتاسیم** معمولترین کود پتاسیم است که در زراعت مصرف می شود پتاسیم از تجزیه اولیه بقایای گیاهی نیز به خاک اضافه می شود، اما هوموس خاک بعنوان منبع قابل توجه پتاسیم بشمار نمی رود، زیرا پتاسیم بوسیله مواد آلی تثبیت نمی گردد. خاکهایی که مقدار زیادی رس از نوع ورمی کولایت و ایلیت دارند پتاسیم را تثبیت می کنند. پتاسیم واقع در محلول خاک در حال تعادل است و بعنوان ذخیره پتاسیم خاک محسوب می شود در صورتی که شدت تثبیت زیاد است می بایستی پتاسیم را بصورت نواری و قبل از کاشت در خاک قرار داد.

### کودهای گوگرد

کمبود گوگرد در خاک هایی که به شدت در معرض شستشو قرار دارند مشاهده می شود. در این صورت می بایستی گوگرد را بصورت کود به خاک اضافه کرد. مقدار گوگرد کودها را بصورت درصد عنصر گوگرد (S) ذکر می کنند انتخاب نوع کود گوگرد دار به **pH** خاک بستگی دارد. در خاک های اسیدی می توان از **سولفات کلسیم** یا جیپس بعنوان منبع گوگرد استفاده نمود. این ترکیب دارای ۱۸ درصد گوگرد و ۲۲ درصد کلسیم است جیپس علاوه بر تامین گوگرد و کلسیم باعث افزایش **pH** خاک نیز می گردد.

از پودر گوگرد نیز می توان بعنوان کود گوگرد استفاده کرد. عنصر گوگرد در اثر فعالیت باکتریهای اکسید کننده بصورت **تاسید سولفوریک** سرانجام سولفاتها در می آید. هر چه ذرات عنصر گوگرد ریزتر و توزیع آن در خاک یکنواخت تر باشد، سرعت اکسیده شدن گوگرد بیشتر خواهد بود. اکسیداسیون عنصر گوگرد موجب اسیدی شدن خاک گشته و به همین دلیل از آن



در اصلاح خاکهای قلیائی استفاده می شود. اکسیده شدن گوگرد در حرارت و رطوبت مناسب حدود ۳ تا ۴ هفته طول می کشد. بعضی از کودهای گوگرد را (مانند  $So_2$  و پلی سولفیدها) در آب آبیاری حل و به خاک اضافه می کنند

### کودهای کلسیم و منیزیم

کلسیم و منیزیم کمتر بعنوان کود مصرف می شوند، زیرا کمبود آنها در بسیاری از خاکها (به استثنای خاکهای نواحی مرطوب) دیده نمی شود. خاکهای نواحی مرطوب اسیدی بوده و برای اصلاح آنها از کلسیم و منیزیم استفاده می شود. در خاکهای اسیدی مقدار زیادی **کربنات کلسیم**، **کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم** و یا **سولفات کلسیم** برای اصلاح خاکهای اسیدی مصرف می شود. در نتیجه کمبود احتمالی کلسیم و منیزیم نیز مرتفع می گردد. در صورتیکه تغییر **pH** خاکهای اسیدی مورد نظر نباشد و صرفاً تامین کلیسم مورد نیاز گیاه هدف باشد می توان از کودهای فسفره حاوی کلسیم استفاده نمود. برای رفع کمبود منیزیم از **سولفات منیزیم** و یا **سولفات مضاعف منیزیم و پتاسیم** استفاده می شود.

### کودهای مخلوط

عناصر ازت، فسفر و پتاسیم بیش از سایر عناصر بعنوان کود مصرف می گردند. گاهی کودهای تجارتي را بصورت مخلوطی از عناصر فوق تهیه می کنند. درصد عناصر این کودها معمولاً پایین است و قسمت اعظم حجم را مواد دیگری به غیر از عناصر فوق تشکیل می دهند. ترکیب این گونه کودها را با درصد ازت (N)، اکسید فسفر و اکسید پتاسیم و به همین ترکیب ذکر می کنند مثلاً کود ۲۰-۱۰-۱۰ دارای ۲۰ درصد ازت، ۱۰ درصد اکسید فسفر و ۱۰ درصد اکسید پتاسیم می باشد گاهی درصد گوگرد (S) را بصورت عدد چهارم ذکر می نمایند مانند ۱۵-۱۰-۱۰-۵ که ۵ درصد گوگرد دارد. کود مخلوط ممکن است فاقد یکی از سه عنصر اصلی باشد. مانند ۱۳-۰-۴۴ که فاقد فسفر است و در حقیقت همان **نیترات پتاسیم** است و یا **فسفات دی آمونیم** که می توان آن را بصورت ۱۸-۴۶-۰ بیان نمود.

### کودهای عناصر کم مصرف

در خاک های نواحی خشک کمبود آهن، مس، منگنز و روی و در خاکهای نواحی مرطوب کمبود مولیبدن، کلر و بر محتمل است. گاهی نیز مقداری زیادی کلر و بر در خاکها و آب آبیاری نواحی خشک وجود داشته و می توانند باعث مسمومیت گیاه گردند. نکته مهم در مصرف کودهای عناصر کم مصرف آن است که مرز بین میزان مورد نیاز و حد مسموم کننده گیاه بسیار باریک است. به عبارت دیگر مصرف زیاد این کودها باعث مسمومیت گیاه می گردد.

در اغلب موارد مقدار عناصر مس، آهن، منگنز و روی در خاک بیش از نیاز گیاه است، اما به فرم قابل جذب گیاه نیستند. از طرف دیگر چون این عناصر عمدتاً به صورت کاتیون به خاک اضافه می گردند، احتمال تثبیت آنها توسط خاک زیاد است. کاتیونها را بهتر است بر روی برگها محلول پاشی نمود.

در صورتی که این کاتیونها بصورت ترکیبات معدنی به خاک داده می شوند می بایستی بصورت نواری در خاک قرارداد شوند و یا همراه با کودهای دارای واکنش اسیدی به خاک اضافه گردند. در صنعت این کاتیونها را با مواد کلات کننده ترکیب و آنها را بصورت غیر قابل تثبیت در آورده اند. کلاتها به سهولت در خاک حرکت کرده و عنصر را در دسترس گیاه قرار می دهند. در صورت عدم دسترسی به کلاتها، از سولفاتهای کاتیونها بعنوان کود استفاده می شود.



از گروه آنیون ها، کمبود کلر بندرت مشاهده می شود. زیرا معمولاً مقدار کافی کلر همراه با آب باران (بخصوص در نواحی ساحلی)، کودهای شیمیایی عناصر اصلی (به صورت ناخالصی) و آب آبیاری به خاک اضافه می شود. در صورت لزوم می توان از کلرورپتاسیم برای رفع کمبود کلر استفاده نمود. برای رفع کمبود بر از بورات سدیم یا بوراکس استفاده می کنند. بوراکس در آب بسیار محلول بوده و در خاک به سهولت حرکت می کند و می بایستی مواظب شسته شدن آن از خاک بود. بوراکس را مستقیماً به خاک اضافی می نمایند.

برای اضافه کردن مولبیدن از مولبیدات سدیم یا مولبیدات آمونیم استفاده می شود. مولبیدات را ممکن است با مواد دیگری مخلوط و به خاک اضافه کرد و یا آن را محلول پاشی نمود. در صورتی که عناصر کم مصرف بصورت نواری در خاک قرار داده می شوند مقدار مصرف آنها چند کیلوگرم (از هر یک) در هکتار خواهد بود. در صورتی که این کودها را بر سطح خاک پخش می نمایند و با خاک مخلوط می کنند، مقدار آنها را چند برابر می گیرند در این روش سولفات کاتیونها رابه میزان ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار می پاشند. مقدار معمول مصرف بورات حدود ۵ کیلوگرم در هکتار است. مولبیدات به مقدار حدود ۱ تا ۲ کیلوگرم در هکتار پاشیده می شود. در صورتی که از روش محلول پاشی عناصر بر روی برگها استفاده میشود، می بایستی غلظت محلول را مورد دقت قرار داد. پاشش سولفات عناصر کم مصرف با غلظت ۲ تا ۳ در هزار معمول است.

در بازار ایران مخلوطی از کودهای عناصر کم مصرف به نامهای تجاری مختلفی وجود دارند. محلول تهیه شده از این کودها را می توان روی برگ پاشید و یا با سموم مختلف مخلوط کرد و همزمان با سمپاشی مصرف نمود. کود های شیمیایی موجب تقویت رشد گیاه می شوند و از طریق فرایند های شیمیایی این کود ها تولید می گردند. کود های شیمیایی در مقایسه با کود های آلی حجم کمتری دارند. انواع زیادی کود های شیمیایی وجود دارند که به شکل های پودی، گرانوله، مایع و گاز تولید می شوند.

### کود های شیمیایی عبارتند از:

**نیترا ت سدیم** این کود ۱۶ درصد ازت دارد و برای خاک های اسیدی مفید هستند.

**نیترا ت کلسیم** این کود ۱۶ درصد ازت دارد و به تلفات از طریق آب شویی و نیترا ت زدایی بسیار حساس است. به عنوان منبع کلسیم قابل حل در برخی زراعت ها کاربرد دارد.

**سولفا ت آمونیوم** این کود به شکل بلور سفید و شبیه به نمک است. این کود ۲۰ درصد ازت دارد و اثر اسید سازی در خاک ها دارد. سولفا ت روی این کود به دو صورت خشک ( $ZnSo4H2o$ ) با ۳۴ درصد روی و یا ابدار ( $ZnSo4 7H2o$ ) با ۲۴ درصد روی تولید و بسته بنی شده و به صورت پودر عرضه میشود.

**سولفا ت منگنز** با فرمول شیمیایی  $MnSo4.H2o$  حاوی ۲۴ درصد منگنز است که به صورت پودری تولید و در بسته بندیهای ۲۵ کیلوگرمی عرضه می گردد

**نیترا ت آمونیوم** این کود شبیه به کود سولفا ت آمونیوم می باشد و حدود ۳۴ درصد ازت دارد. در خاک سریع عمل می کند اما به مدت طولانی در خاک دوام ندارد.

**نیترا ت پتاسیم** نیترا ت پتاسیم با فرمول شیمیایی  $Kno3$  است که دارای ۲۶ درصد پتاسیم و ۱۹ درصد ازت میباشد.

**آمو نیاک** این کود به شکل گاز یا مایع می باشد و حدود ۸۰ درصد ازت دارد. این کود گران می باشد.



**کلرور آمونیوم** این کود به شکل بلور سفید است و حدود ۲۶ درصد ازت دارد و شبیه به کود سولفات آمونیوم عمل می کند. **اوره** این کود هم به شکل بلور سفید است و ازت زیادی دارد. این کود سریع در خاک عمل می کند اما توسط آب دچار آبشویی می شود و به مدت طولانی در خاک دوام ندارد. **سوپرفسفات تریپل** این کود ۴۶ درصد **P205** دارد.

**فسفات دی آمونیوم** این کود ۱۸ درصد ازت و ۴۶ درصد **P205** دارد. این کود در آب بسیار قابل حل می باشد. این کود اثر اسید سازی روی خاک دارد. این کود به علت داشتن آمونیوم زیاد می تواند به جوانه زنی بذر در هنگام تماس با آن آسیب برساند.

کود های دارای پتاسیم دو نوع از این نوع کود ها کاربرد وسیع دارند **سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم** می باشند. هر دو این کود ها در آب بسیار قابل حل هستند و به خاک قبل یا در حین کشت افزوده می شوند. کود های پتاسیمی برای خاک های شنی خوب هستند. این کود ها به بهبود کیفیت محصولات کشاورزی کمک می کنند.

#### سولفات روی

#### اهمیت:

عنصر روی برای فعالیتهای آنزیمی تولید هورمونهای رشد تلقیح باروری و تشکیل میوه ضروری بوده و کمبود آن باعث ریز برگیتاخیر در باز شدن برگها و گلها ریزش میوه سر خشکیدگی و محدودیت رشد می شود. این عنصر فعال کنندهی بیش از ۳۰۰ نوع آنزیم در انسان دام و گیاه است و در مجموعه مکنیسم های حفاظتی بدن نقش کلیدی دارد.

#### مشخصات کود:

آهکی بودن خاکها **ph** بالا ماده آلی کم و مصرف زیاد کودهای فسفات از عواملی هستند که قابلیت استفاده این عنصر را برای گیاهان محدود کرده و خسارات جبران نا پذیری را بر میزان تولید و کیفیت محصولات وارد می نماید. استفاده از کودهای شیمیایی حاوی این عنصر به خصوص به همراه ماده آلی گوگرد و باکتریهای مر بوطه باعث بهبود شرایط تغذیه ای گیاهان شده و بسیاری از نا رسائیهای تغذیه ای را بر طرف می سازد. این کود به دو صورت خشک (**ZnSo4H2o**) با ۳۴ درصد روی و یا ابدار (**ZnSo4 7H2o**) با ۲۴ درصد روی تولید و بسته بندی شده و به صورت پودر عرضه میشود.

#### روش زمان و مقدار مصرف:

این کود از طریق جایگذاری عمقی (موضعی چالکود و نواری) و محلول پاشی قلابل استفاده است. در خاکهای سبک بت آبیاری نیز قابل استفاده می باشد اما تحت این شرایط باز یافت آن کمتر خواهد بود. محلولپاشی پنج در هزار آن به همراه اوره و اسید بوریک در پاییز و اوایل بهار قبل از باز شدن شکوفه ها در افزایش تشکیل میوه بسیار مفید است.

**درختان:** در زمستان در قسمت میانی سایه انداز به همراه کوود حیوانی و گوگرد به صورت چالکود یا کانال کود به میزان ۲۰۰۰ تا ۳۰۰ گرمه ازاء هر درخت بارور استفاده می شود.

**نباتات زراعی:** هنگام تهیه بستر بذر همراه با سایر کودهای زمستانه به میزان ۶۰ تا ۸۰ کیلو گرم در هکتار در زیر خاک مصرف می شود.

**محلولپاشی:** در درختان میوه به نسبت ۳ تا ۵ در هزار و در محصولات زراعی به نسبت ۳ تا ۴ هزار محلولپاشی می شود.



**گیاهان و مناطق مورد مصرف:** کمبود روی در خاکهای آهکی با **ph** بالا در ایران شایع و علائم و عوارض ناشی از کمبود این عنصر در اکثر نقاط ایران به چشم می خورد. مصرف کودهای حاوی روی در این اراضی برای اکثر محصولات مفید است مصرف این کود به تدریج عوارض ناشی از کمبود روی را بر طرف و گلدهی تشکیل میوه میزان عملکرد را افزایش خواهد داد.

**نکات فنی:** مصرف این کود به صورت ۱ تا ۲ سال در میان از کمبود این عنصر جلوگیری می کند. مصرف این کود مخلوط با کود حیوانی خصوصاً در محدوده فعلیت ریشه باعث افزایش کارایی کود سولفات روی می شود.

#### سولفات منگنز

**اهمیت:**

منگنز نقش کلیدی در تشکیل کلروپلاست و سیستمهای آنزیمی گیاه داشته و مصرف این کود باعث بهبود فتوسنتز گیاه و افزایش تولید محصول خواهد شد. منگنز فعال کننده ی تعداد زیادی آنزیم در انشان است.

#### مشخصات کود:

آهکی بودن خاکها **PH** بالا ماده آلی کم و مصرف نامتعادل کودها از عواملی هستند که قابلیت استفاده این عنصر را برای گیاهان محدود کرده و خسارات جبران ناپذیری را بر میزان تولید و کیفیت محصولات وارد می کنند علائم و عوارض ناشی از کمبود این عنصر در اکثر نقاط ایران و در اغلب محصولات به چشم می خورد. استفاده از کبودهای شیمیایی حاوی این عنصر به خصوص همراه ماده آلی گوگرد و باکتریهای مربوطه باعث بهبود شرایط تغذیه ای گیاهان شده و بسیاری از نا رسائیهای تغذیه ای را بر طرف می سازد. سولفات منگنز با فرمول شیمیایی **MnSo4.H2o** حاوی ۲۴ درصد منگنز است که به صورت پودری تولید و در بسته بندیهای ۲۵ کیلوگرمی عرضه می گردد.

#### روش زمان و مقدار مصرف:

این کود از طریق جایگذاری عمقی (موضعی چالکود و نواری) و محلولپاشی قابل مصرف است. در خاکهای سبک با اب آبیاری نیز قابل مصرف است اما تحت این شرایط باز یافت آن کمتر خواهد بود.

**درختان:** در زمستان در قسمت میانی سایه انداز به همراه کود حیوانی و گوگرد به صورت چالکود یا کانال کود به میزان ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرمه ازاء هر درخت بارور مصرف می شود.

**نباتات زراعی:** هنگام تهیه بستر بذر همراه با سلیر کودهای زمستانه به میزان ۵۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار زیر خاک مصرف می شود.

**محلولپاشی:** در درختان میوه به نسبت ۳ تا ۴ در هزار و در محصولات زراعی به نسبت ۲ تا ۳ در هزار محلولپاشی می گردد.

#### گیاهان و مناطق مورد مصرف:

کمبود منگنز در خاکهای آهکی با **PH** بالا و خصوصاً با بافت سبک در اکثر نقاط ایران و محصولات گزارش شده است. مصرف کودهای حاوی منگنز در این اراضی به تدریج عوارض ناشی از کمبود را بر طرف و میزان کلروفیل فتوسنتز و عملکرد را افزایش خواهد داد.

**نکات فنی:**



مصرف این کود به صورت ۱ تا ۲ سال در میان از کمبود این عنصر جلوگیری می کند..  
مصرف این کود مخلوط با کود حیوانی خصوصاً در محدوده فعالیت ریشه باعث افزایش کار آیی کود سولفات منگنز می شود.

### کود اوره با پوشش گوگردی

کود اوره با پوشش گوگردی (SCU) به عنوان یک نوع کود آهسته رهش که دارای راندمان بالا و مزایای بسیار زیادی برای خاک و گیاهان است، در صنایع کشاورزی کاربرد زیادی دارد. اخیراً در کشور ما نیز با توجه به راندمان پایین کود شیمیایی اوره اتلاف آن، آلودگی شدید خاکها و منابع زیرزمینی آب به نیترات و نیتريت، کاهش جذب عناصر ریزمغذی بدلیل بالا بودن PH خاکها و... استفاده از این نوع کود نه تنها برای مزارع شالیزار که بطور کامل در آب غوطه ورنند بلکه برای تمام اراضی کشاورزی توصیه شده است. زیرا صرف نظر از مزایای فوق گوگرد نیز به عنوان یک ماده حیاتی در ساختمان پروتئین ها، به عنوان کاهنده PH خاکها و در نتیجه ایجاد شرایط جذب عنصر ریز مغذی خصوصاً آهن و روی که مردم کشور ما در فقدان میزان آهن و روی رکورد دار می باشند، دارد.

در کشور ما سالانه بیش از یک میلیون و ششصد هزار تن اوره جهت تامین نیاز ازت گیاهان در صنایع کشاورزی استفاده می شود. متأسفانه با توجه به راندمان پایین آن (اتلاف بیش از پنجاه درصد ازت)، کشاورزان مجبورند جهت تامین نیاز گیاهان مقادیر بیشتری کود استفاده نمایند. البته ازدست دادن این مقدار از کود نه تنها باعث اتلاف هزینه های بسیار زیادی می شود بلکه بخاطر وجود بیوره و همچنین تشکیل نمکها و کمپلکسهای دیگر در خاک، کاهش راندمان خاک و آلودگی شدید آن (سفت شدن خاکها) و آلودگی منابع زیر زمینی آب را نیز بدنبال دارد. از طرفی با توجه به نقش ارزشمند گوگرد در کشاورزی خصوصاً در کشور ما که بیش از نود درصد از زمینهای کشاورزی آهکی و با pH بالا بوده و این مسئله باعث کاهش راندمان جذب عناصر ریز مغذی که از اهمیت بالایی در رشد و نمو گیاهان برخوردار می باشند، استفاده از کودهای اوره با پوشش گوگردی از هر دو جهت باعث افزایش راندمان کشاورزی کشور خواهد شد.

همچنین با توجه به فرآیند اوره با پوشش گوگردی با تغییر پارامترهای عملیاتی و شرایط فرآیند استفاده از سیلنت های مختلف، امکان تولید محصولات اوره با پوشش گوگردی با درصدهای مختلف گوگرد و سرعت انحلالهای متفاوت وجود دارد و همانطور که از نمودارهای ارائه شده مشخص است استفاده از اوره با پوشش گوگردی با حداقل کیفیت (حداکثر سرعت انحلال هفت روزه) به مراتب مفیدتر و کاراتر از اوره (با سرعت انحلال پنجاه ثانیه ای) می باشد.

در خصوص کاربرد گسترده گوگرد، استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی با درصد پوشش های متفاوت (سرعت انحلالهای متفاوت) به تنهایی و یا بصورت مخلوط با اوره جهت تامین بموقع ازت مورد نیاز گیاه در دوره رشد از کاربرد اوره مناسب تر خواهد بود. این مسئله اگر بصورت دقیق بررسی و براساس نوع کشت و نیازهای آن در طی دوره رشد (نیاز هر گیاه به عناصر مغذی متفاوت است)، شرایط آب و هوایی منطقه و آنالیز دقیق خاک اعمال گردد، باعث افزایش چشمگیر راندمان محصولات کشاورزی، بهبود کیفی خصوصیات خاک، جلوگیری از آلودگی منابع آب و کاهش مصرف اوره می گردد و با توجه به پرداخت یارانه جهت کود اوره از لحاظ اقتصادی کمک بزرگی به اقتصاد کشور خواهد شد.



لذا لزوم ترویج و آشنایی کشاورزان با کود اوره با پوشش گوگردی و همچنین تعیین استانداردهای لازم جهت تولید و مصرف آن در سطحی وسیع در نقاط مختلف کشور و با توجه به نوع کشت ضروری بنظر می رسد.

### نیترات پتاسیم

#### اهمیت:

ازت و پتاسیم از عناصری هستند که به مقدار قابل توجهی توسط گیاه از خاک برداشت شده و بایستی در طول دوره رشد همواره به مقدار کافی از خاک در اختیار گیاه قرار گیرد. نیترات پتاسیم یک کود کاملا محلول در آب است که می توان از آن در هر مرحله از رشد گیاه استفاده نمود. ازت موجود در این کود باعث بهبود رشد رویشی می شود و پتاسیم آن در بهبود کیفیت، افزایش مقاومت به خشکی، شوری و آفات و بیماریها بسیار موثر است. نیترات پتاسیم کود بسیار مناسبی برای برطرف کردن کمبود پتاسیم در هر مرحله از رشد گیاه است.

#### مشخصات کود:

کشت های مترکم وعدم استفاده از عنصر پتاسیم طی سالیان گذشته و از طرفی کمبود آب آبیاری و کیفیت نا مناسب آب و خاک در اکثر اراضی کشاورزی از عواملی هستند که قابلیت استفاده این عنصر را برای گیاهان محدود کرده و خسارات جبران نا پذیری را بر میزان تولید و کیفیت محصولات وارد می کند. استفاده از کودهای حاوی این عنصر باعث بهبود شرایط تغذیه ای گیاهان و افزایش کمی و کیفی محصولات می شود. نیترات پتاسیم با فرمول شیمیایی  $KNO_3$  است که دارای ۲۶ درصد پتاسیم و ۱۹ درصد ازت میباشد.

#### روش زمان و مقدار مصرف:

نیترات پتاسیم یک کود کاملا محلول در آب است که به صورت مصرف خاکی، کود آبیاری و محلول پاشی قابل استفاده میباشد.

**مصرف خاکی:** به میزان ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت

**کود آبیاری و سرک:** به میزان ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ تا ۳ نوبت در طول فصل رشد

**محلول پاشی:** به میزان ۵ تا ۸ در هزار

#### گیاهان و مناطق مورد مصرف:

این کود را می توان در هر مرحله از رشد گیاه خصوصا برای باغات پسته، درختان میوه، محصولات صیفی و سبزی، سیب زمینی، نیشکر و کشت های گلخانه ای استفاده نمود.

#### محاسن کاربرد:

افزایش میزان تولید و بهبود کیفیت محصول

افزایش مقاومت گیاه در مقابل خشکی، آفات و بیماریها

## کود آلی (ارگانیک)





به کود هایی اطلاق میشوند که منشا طبیعی دارند.

### کودهای حیوانی

به مجموعه ای از مواد بستری، ادرار و مدفوع گاو، گوسفند، مرغ یا هر حیوان دیگری است که از محل نگهداری آنها بدست می آید اطلاق می شود. درصد مواد غذایی کود حیوانی و کیفیت فیزیکی آن به عواملی مثل نوع حیوان، کیفیت مواد بستری، میزان پوسیدگی کود، تغذیه دام، میزان سدیم و مقدار بذر علفهای هرز، اسپور بیماریها، لارو و تخم حشرات، شن و خاک دارد. درصد ازت کود گاوی بیشتر از کود گوسفندی و مرغی است. ولی درصد فسفر و پتاسیم کود مرغی از کودهای گاو و گوسفندی بیشتر است.

درصد مواد غذایی کودها به تغذیه دام بستگی دارد. مثلاً چنانچه جیره غذایی دام از نظر یک عنصر ضعیف باشد، کود حاصله نیز به طریق اولی از نظر آن عنصر ضعیف خواهد بود و یا مثلاً هر چه درصد فیبر جیره غذایی بیشتر باشد درصد فیبر مدفوع نیز زیادتر خواهد بود. فراوانی ترکیبات آلی ازت دار ساده در کود حیوانی تازه بسیار مساله ساز است. تجزیه سریع این مواد سبب آزاد شدن آمونیاک و تجمع آن در مجاورت ریشه ها گشته و موجب مسمومیت گیاه می گردد. پوسیدگی اولیه کود این مشکل را مرتفع می سازد بهمین جهت هیچ گاه نباید کود حیوانی تازه را به محصول کاشته شده داد.

زیادی املاح در کود نیز می تواند از طریق ایجاد پتانسیل اسمزی و یا مسمومیت مستقیم گیاه مساله ساز باشد. بنابراین وجود مقدار متعادلی از عناصر غذایی و عدم زیادی عناصری مثل سدیم در کود دامی مطلوب می باشد. کیفیت مواد بستری نیز نقش مهمی در کیفیت و حالت فیزیکی کود حیوانی دارد. معمولاً اصطبل گوسفند فاقد بستر است. بدین لحاظ سرعت تجزیه و پوسیدگی کود گوسفندی زیاد و دوام آن در خاک کمتر از سایر کودها می باشد. کود گوسفندی را کود گرم گویند. در مرغداری ها بیشتر از خاک اره و در گاو داریها معمولاً از کاه بعنوان مواد بستری استفاده می کنند. سرعت تجزیه و پوسیدگی کاه بیش از خاک اره می باشد. و بالعکس دوام خاک اره در خاک بیش از کاه است. زرا خاک اره از ترکیبات مقاومتری در مقایسه با کاه تشکیل شده است. بطور کلی، هر چه مقدار مواد نامطلوب مثل بذر علفهای هرز، شن، خاک، اسپور بیماریها و تخم و لارو حشرات در کود کمتر و تجزیه اولیه آن بیشتر باشد، ارزش کیفی کود بیشتر است. پوسیدگی کود سبب می شود که از میزان بذر علفهای هرز و آلودگی به امراض و حشرات نیز کاسته شود. برای پوسیدگی اولیه کود حیوانی می توان آن را در شرایطی مشابه تهیه کمپوست قرارداد و یا کود حیوانی را مدتی قبل از کاشت در خاک مزرعه اختلاط داد. تجزیه کود در خاک و تبدیل آن به هوموس نیز مستلزم کفایت تهویه، حرارت و رطوبت در خاک می باشد این عوامل از طریق انجام عملیات مناسب زراعی تامین می شوند.

کود حیوانی را در زراعت گیاهان پر ارزشی مانند سبزیجات، سیب زمینی، ذرت، پنبه و چغندر قند. به مقدار تقریبی ۲۰ تا ۵۰ تن در هکتار به خاک می دهند. کود حیوانی را معمولاً در زمان شروع عملیات تهیه بستر تا حداقل یک ماه قبل از کاشت بر سطح خاک می باشند و با وسایلی مانند گاو آهن، دیسک یا کولتیواتور با خاک سطحی و تا عمق حدود ۱۵ سانتیمتری مخلوط می نمایند.

در زراعت‌های کوچک و سنتی کود حیوانی را بصورت کپه هائی در مزرعه قرار می دهند و سپس آنرا با بیل بر سطح خاک پراکنده ساخته و با خاک مخلوط می کنند. در زراعت‌های مکانیزه از دستگاه کودپاش حیوانی استفاده می نمایند دستگاه کودپاشی حیوانی مانند یک تریلر است که در کف آن یک نوار نقاله قرار دارد. نوار نقاله کود را به سمت عقب و خارج از تریلر هدایت کرده و روی یک ماریپیچ گریز از مرکز می ریزد. چرخش ماریپیچ کود را به اطراف پرتاب می کند. از آنجائی که هزینه خرید، حمل و نقل و پاشیدن کود حیوانی بسیار زیاد است و بخصوص در زراعت‌های وسیع می تواند مشکلاتی را در برنامه ریزی و زمان بندی عملیات زراعی پیش آورد، لازم است به باقی گذاردن بقایای گیاهی بر خاک و تلاش در حفظ هوموس خاک توجه کافی مبذول گردد.

### کودهای گیاهی

#### کود سبز

یکی دیگر از راههای افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می باشد. منظور از کود سبز شخم زدن گیاه در خاک پس از رشد کافی و بدون برداشت محصول است. اثر کود سبز بر خصوصیات فیزیکی خاک همانند کود حیوانی می باشد.

ولی کود سبز عملاً مواد غذایی به خاک اضافه نمی کند، بلکه آن چه را که طی رشد خود از خاک جذب کرده و در خود ذخیره نموده است به خاک بر می گرداند اما در صورتی که از گیاهان تیره بقولات بعنوان کود سبز استفاده شود تمام ازت تثبیت شده را به خاک بر می گرداند. از طرف دیگر کود سبز با جذب و ذخیره مواد غذایی در خود از شسته شدن آنها جلوگیری می نماید. گیاه مورد استفاده بعنوان کود سبز می بایستی اثرات فیتوتوکسینی بر رشد محصول بعدی نداشته باشد، فصل رشد کوتاهی داشته، تراکم بوته بالا را تحمل کند و رشد سبزینه ای زیادی داشته باشد تا علاوه بر این که مقدار زیادی ماده آلی به خاک اضافه می کند، پوشش کامل خاک را تامین نماید. پوشش کامل خاک برای جلوگیری از فرسایش خاک و بازداری رشد علفهای هرز ضرورت دارد. بنابراین اهداف کود سبز را می توان در افزایش ماده آلی خاک، حفظ مواد غذایی خاک (و در صورت استفاده از گیاهان تیره بقولات افزایش ازت خاک)، جلوگیری از فرسایش خاک و مبارزه با علفهای هرز خلاصه نمود. توجه به اهداف فوق روشن می سازد که کود سبز قبل از گیاهان وجینی در تناوب قرار می گیرد. کود سبز در سیکل تناوبی فقط می تواند جایگزین آیش فصلی گردد. چنانچه طول آیش فصلی موجود برای تولید یک محصول کفایت می نماید، استفاده از کود سبز طی آن آیش فصلی مجاز نیست. نوع آیش فصلی (زمستانه یا تابستانه) که در شرایط کشت آبی توسط کود سبز جایگزین می شود به شرایط اقلیمی بستگی دارد. در نواحی اقلیمی که با زمستان سرد مشخص می شوند، گیاهان وجینی (مانند چغندر قند، پنبه، ذرت و سیب زمینی) در بهار کاشته می شوند و آیش زمستانه می تواند توسط کود سبز اشغال گردد.

در آن نواحی اقلیمی که با زمستان ملایم مشخص می شوند گیاهان وجینی ممکن است در پائیز (مانند چغندر قند و سیب زمینی) یا در بهار (مانند ذرت، پنبه و آفتابگردان) کاشته شوند و کود سبز می تواند محصولی تابستانه یا پائیزه (عکس دوران رشد محصول اصلی) باشد. مهمترین گیاهانی که بعنوان کود سبز در کشت آبی ممکن است مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از خلر، لوبیا روغنی، انواع لوبیا، چاودار، شبدر، جو و گندم سیاه. یونجه بعنوان کود سبز کاشته نمی شود، اما در



صورتی که پس از حصول رشد کافی سبزینه ای به خاک برگردانده شود، بعضی از هدفهای کود سبز را تامین می کند. گیاهانی مثل گندم سیاه چاودار و شبدر ایرانی به خوب در خاکهای فقیر رشد می کنند و در بهبود باروری و ساختمان خاکها موثر می باشند.

کود سبز را حداقل دو هفته قبل از کاشت محصول اصلی به خاک برگردانند. هرچه درصد مواد خشبی کود سبز بیشتر و ازت آن کمتر باشد، می بایستی با فاصله زمانی طولانی تری از کاشت محصول اصلی به خاک برگردانده شود. در صورتی که از گیاهانی مثل یونجه یا شبدر بعنوان کود سبز استفاده می شود می بایستی ابتدا آنها را با ماشین آلاتی مانند کولتیواتور پنجه غازی از پائین طوقه قطع نمود تا خشک گردند و یا آنها را با علف کش راند آپ یا توفوردی خشک کرد و ۳ تا ۴ هفته بعد از طوقه کن کردن یا تیمار با علف کش در وضعیت گاورو بودن خاک شخم شوند. در غیر این صورت رشد مجدد این گیاهان به وقوع پیوسته و به صورت علف هرز در خواهند آمد. هیچگاه نبایستی کود سبز را بعنوان علوفه برداشت و یا مورد چرای دام قرار داد. این عمل باعث خروج مواد غذائی از خاک گشته و ممکن است رشد و عملکرد محصول بعدی را نقصان دهد. چرای دام یا یک برداشت مختصر علوفه از کود سبز هنگامی امکان پذیر است که کود شیمیائی کافی به خاک داده شود و آیش فصلی موجود اجازه رشد مجدد و کافی را به کود سبز بدهد.

به کار گیری کود سبز در شرایط دیم ایران به نواحی پر باران ساحل خزر محدود می شود. در این نواحی می توان از گیاهانی مانند جو و چاودار بعنوان کود سبز برای محصولات وجینی بهاره مانند پنبه ذرت و آفتابگردان استفاده نمود. در این شرایط کود سبز را می بایستی حدود یک ماه قبل از کاشت در خاک شخم زد تا پوسیدگی مناسبی اتفاق افتاده و رطوبت کافی برای رشد محصول اصلی در خاک ذخیره شود.

#### کمپوست

کمپوست عبارت از بقایای گیاهی و حیوانی، زباله های شهری و یا لجن فاضلاب است که تحت شرایط پوسیدگی قرار گرفته باشند، بطوری که مواد سمی آنها از بین رفته، مواد پودر شده و فرم اولیه خود را از دست داده باشند. برای تهیه کمپوست می توان از بقایای چوب بریها، زباله شهری، بقایای کشتارگاهها و کارخانه های کنسرو ماهی، لجن فاضلاب و اجساد گیاهان پست غیر آوندی استفاده نمود. بطور کلی، کمپوست ها از نظر مواد غذائی ضعیف هستند (به استثناء بقایای کشتارگاهها و کارخانه های کنسرو ماهی که از نظر ازت غنی می باشند) و معمولاً برای بهبود ساختمان خاک مورد استفاده قرار می گیرند. اثر فیزیکی کمپوست به مقدار ماده آلی آن و اثر شیمیائی کمپوست به ترکیب شیمیائی آن بستگی دارد. تهیه کمپوست از زباله های شهری و لجن فاضلاب راه مفیدی برای مصرف مجدد و دفع بهداشتی این مواد است. مواد اخیر از این نظر که دارای املاح کم، فاقد مولدین امراض و آفات گیاهی، بذر علفهای هرز و خاک می باشند مناسب بوده و به سرعت در خاک می پوسند. لجن فاضلاب را پس از تخمیر غیر هوازی و حرارت دادن (برای کشتن عوامل بیماریزای آن) مورد استفاده قرار می دهند برای تهیه کمپوست روش کلی زیر انجام پذیر است. موادی را که می خواهند. کمپوست نمایند بصورت لایه ای به ضخامت ۷ تا ۱۰ سانتیمتر روی سطح زمین یا حفره ای که در زمین تهیه نموده اند قرار می دهند و به ازاء هر سطل از مواد کمپوست شونده حدود ۱۰۰ گرم فسفات دی آمونیم یا سوپر فسفات بر روی مواد می باشند (در صورتی که از سوپر فسفات استفاده می شوند بهتر است حدود ۴۰ گرم اوره به ازاء هر ۱۰۰ گرم سوپر فسفات اضافه شود) پس از پاشیدن کود شیمیائی

اقدام به آبپاشی این لایه نموده و سپس لایه های جدید را به همین روش اضافه می کنند. ممکن است لایه هائی از کود حیوانی و یا خاک را بطور متناوب با لایه های مواد کمپوست شونده قرار دهند. در صورتی که از لایه های کود حیوانی استفاده می شود به اضافه کردن کود ازت در زمان انباشتن مواد کمپوست شونده نیازی نیست، اما به فسفات و همچنین سولفات کلسیم ممکن است نیاز باشد. ترکیب کود شیمیائی که برای تحریک و تکمیل پوسیدگی و تعادل عناصر به کمپوست اضافه می شود به نسبت کربن به ازت و ترکیب شیمیائی مواد کمپوست شونده بستگی دارد. پاشیدن چند کیلوگرم اوره به ازاء هر تن مواد کمپوست شونده روی توده کمپوست قبل از هر بار آبپاشی مفید است در مورد بقایای چوب بریها لازم است کلیه عناصر غذائی به کمپوست اضافه شود. مواد کمپوست شونده را می بایستی همیشه مرطوب نگهداشت و هر ۲ تا ۴ هفته یکبار آن را مخلوط و زیرورو نمود تا به خوبی تهویه و یکنواخت گردد. زیرورو کردن زیاد توده موجب می شود که حرارت کمپوست بالا نرفته و آفات و عوامل بیماریزای موجود در مواد از بین نروند.

کمپوست هنگامی آماده مصرف است که مواد کمپوست شونده پوسیده و پودر شده باشند. مدت لازم برای کمپوست شدن با مواد مصرفی و شرایط کار فوق می کند. زباله های شهری پس از مدتی حدود ۶ هفته کمپوست می شوند. کمپوست شد کامل خاک اره گاهی چندین ماه طول می کشد. معمولاً خاک اره را حدود ۶ هفته در شرایط مناسب می پوسانند تا ترکیبات سمی محلول آن پوسیده شوند و سپس مصرف می کنند. از مسائل تهیه کمپوست توسعه و تجمع مگس و پشه و بوی نامطلوب تخمیر آن است. افزایش تهویه مواد از شدت بو می کاهد. برای مبارزه با مگس و پشه می بایستی از حشره کشها استفاده نمود. کمپوست را می توان به جای کود حیوانی مورد استفاده قرار داد.

#### فواید استفاده از کمپوست:

- در ایجاد کشاورزی پایدار مناسب است و از کاهش محصول جلوگیری کرده و باعث افزایش آن می گردد.
- ذخیره کننده بزرگی از عناصرو آب بوده و به این ترتیب اعتماد و دلگرمی کشاورزان با استفاده از آن در مزارع بیشتر می شود و قابلیت ذخیره آب در خاک را افزایش می دهد.
- باعث بهبودی ساختمان خاک شده و عملیات شخم را آسانتر می کند همچنین قابلیت ذخیره آب در خاک را افزایش می دهد.
- هوموس و مواد آلی خاک را افزایش داده و بعضی از ویتامین ها، هورمونها و آنزیمهای مورد نیاز را تأمین می کند که این مواد نمی توانند بوسیله کودهای شیمیایی تأمین گردند. بنابراین در خاکهای با کمبود مواد آلی بسیار مفید و مناسب می باشد.
- در جلوگیری از تغییر اسیدیته خاک همانند یک بافر عمل می کند.
- وقتی که در هنگام مرحله کمپوست شدن درجه حرارت به ۶۰ درجه یا بیشتر می رسد، عوامل پاتوژن و بیماریزا، تخم انگلها، بذور علفهای هرز را از بین برده و آنها را نابود می کند.
- کمپوستی که کاملاً آماده شده و رسیده باشد، براحتی با خاک در حال تعادل قرار می گیرد و تهویه خاک را بهبود

می‌بخشد.

- کودهای اضافه شده را براحتی و با جلوگیری از تلف شدن و هدر روی در اختیار گیاه قرار می‌دهد.
- بسیاری از عناصر و مواد غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را که در خود داشته است در خاک آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد.
- وزن مخصوص ظاهری خاک را به شدت کاهش داده و بنابراین برای خاک سنگین و رسی بسیار مناسب و مفید است.
- چون ظرفیت نگهداری عناصر در سطح آن زیاد می‌شود، بنابراین در کاهش عناصر و مواد غذایی گیاه در خاکهای سبک و شنی بسیار مناسب و مفید است.
- آذولا گیاهی مفید برای شالیزار می‌باشد در صورتیکه رشد مناسب و معقولی در منطقه داشته باشد. ولی اقلیم و شرایط منطقه و همچنین افزایش آلودگی آبها در منطقه به عناصر مختلف خصوصاً ازت و فسفر باعث رشد زیاد و بی‌رویه آن شده است بطوریکه امروزه تهدیدی بسیار جدی برای شالیزارها، استخرها، آب‌بندانه‌ها و تالابها شده و رشد برنج و جمعیت آبیان را در معرض خطر قرار داده است.

### گیالوش

گیالوش (پیت) یا تورب عبارت از بقایای گیاهان آبی، باتلاقها و مردابهاست که زیر آب به حالت نیمه پوسیده و تجزیه شده بجا مانده است و خرد شده آن را پس از استخراج در ترکیبات خاکی بکار می‌برند. ترکیبات گیالوش‌های مختلف بر حسب نوع گیاهی که از آن بوجود آمده اند مقدار پوسیده بودن، مقدار مواد معدنی و درجه اسیدی بودن، متفاوت است. از میان انواع گیالوش در ایران خزه لوش (پیت خزه **peat moss**) از همه معروف تر است که دارای رنگ قهوه ای میباشد و ظرفیت نگهداری آبی حدود ده برابر وزن خشکش را دارد. این ماده، اسیدی و با **pH** برابر ۳/۸ تا ۴/۵ بوده، مقدار کمی ازت دارد و فسفر و پتاس آن ناچیز است. بنابراین بیشتر برای نگهداری آب و خاک افزوده میشود. قبل از افزودن خزه لوش به خاک باید در صورت لزوم آنرا تکه تکه کرد و لازم است که مرطوب شود.

### خاکبرگ

خاکبرگ که از پوسیده شدن موادی مانند دم‌برگ درختان، چمن‌های قیچی شده و غیره حاصل می‌شود ارزش غذایی چندانی ندارد و تنها به منظور سبک و قابل نفوذ کردن خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تهیه خاک برگ در فصل پائیز برگهای خشک درختانی که رگبرگهای ضخیم و خشن ندارند (مانند درختان میوه، افرا و نارون و ...) را در محلی در روی سطح زمین یا در یک گودال بصورت یک لایه جمع آوری کرده پس از آنکه با آب پاشی رطوبت لازم را تامین کردند برای تسریع در پوسیده شدن آنها مقداری کود ازته مانند اوره بدان اضافه می‌کنند. سپس یک لایه دیگر برگ ریخته و با تکرار عمل آب پاشی و کودپاشی به انباشتن مقدار مورد نظر برگ می‌پردازند در اثر رشد و نمو باکتریها، برگها بتدریج پوسیده می‌شوند، معمولاً هراز چندی این توده را از هم می‌پاشند و دوباره در محل دیگری روی هم می‌ریزند این کار به منظور جلوگیری از ایجاد گرمای بیش از حد در درون توده که باکتریها را از بین می‌برد و هوا رسانی به باکتریهای موازی انجام میگردد.



به هم خوردن توده خاکبرگ مراحل پوسیده شدن را تسریع می کند. در شرایط عادی خاکبرگ پس از ۸ تا ۱۲ ماه قابل استفاده می گردد. ولی خاک برگهایی که ۳ تا ۴ سال مانده باشند، ترجیح داده می شوند. خاکبرگ آماده شده را باید الک کرد تا چوبها و قسمت‌های زاید آن جدا شود خاک برگ ممکن است محتوی بذرهای علفهای هرز، آفات و امراض باشد، لذا باید قبل از مصرف گندزائی گردد.

#### ورمی کولایت

این ماده معدنی از نوع میکاست که وقتی گرما ببیند حجمش زیاد می شود مواد شیمیایی آن سیلیکاتهای منیزیم، آلومینیوم و آهن است که آب خود را از دست داده اند از نظر واکنش اسیدی خنثی است و قادر است به میزان زیادی آب جذب کند. از آنجا که ورمی کولایت ظرفیت تبادل کاتیونی نسبتاً بالایی دارد می تواند مواد غذایی را به صورت ذخیره نگهداشته و بعد آزاد سازد. نکته مهم در مورد ورمی کولایت آنست که وقتی مرطوب است و حجمش زیاد میشود نباید تحت فشار قرار گیرد، چون ساختار متخلخل خود را از دست میدهد.

#### پرلایت

این ماده به رنگ سفید خاکستری است منشأ آتشفشانی دارد و از گدازه های آتشفشانی سرد استخراج میشود. پرلایتی که در باغبانی مصرف می شود دارای ذاتی به قطر ۱/۵ تا ۳ میلی متر است. پرلایت بین ۳ تا ۴ برابر وزنش آب جذب می کند و واکنشی بین ۶ تا ۸ دارد. خاصیت تبادل کاتیونی نداشته، فاقد مواد غذایی معدنی است. افزودن آن به خاک بیشتر به منظور افزایش میزان هوای مخلوط های خاکی صورت می گیرد.

#### خزه اسفاگنوم

خزه اسفاگنوم بقایای خشک شده گونه های مردابهای اسیدی جنس اسفاگنوم می باشد که ظرفیت جذب آب زیادی دارد. یعنی ۱۰ تا ۲۰ برابر وزنش آب جذب می کند. این خزه شامل کمی مواد معدنی و دارای واکنشی در حدود ۳/۵ می باشد. از ویژگیهای این ماده اینست که استریل بوده و حاوی چند ماده اختصاصی قارچ کش است که از مرگ گیاهچه جلوگیری می کند.

#### بهترین زمان تهیه کود سبز

بهترین زمان تهیه کود سبز، پس از به گل رفتن گیاهان است.

گیاه کودی انتخاب شده باید در زمان گلدهی یا خوشه بستن به زیر خاک برده شود. زیرا که قبل از این زمان، رشد و نمو قسمت های سبزینه ای گیاه کافی نبوده و از برگرداندن آن ماده آلی زیادی به خاک اضافه نخواهد شد. کود سبز به منظور تقویت زمین از لحاظ مواد آلی غذایی مورد استفاده قرار می گیرد که بدین منظور گیاهان، برای مدت زمانی معین در مزرعه کاشته شده و بعد از رشد کافی به زمین برگردانده می شوند.

از گیاهان زراعی گوناگون اعم از علوفه ای و بقولات مانند انواع شبدر، عدس، باقلا و ... و همچنین گیاهان خودروی مانند ختمی، گل بنفشه، مرغ و حتی بعضی از اجزای گیاهی مانند ساقه و برگ سیب زمینی و شلغم می توان به عنوان کود سبز استفاده کرد.

### گیاهانی برای تهیه کود سبز مناسب هستند که

- ۱- دارای رشد سریعی بوده و مدت کوتاهی زمین زراعی را اشغال کنند.
- ۲- پرشاخ و برگ، شاداب و سرشار از مواد غذایی باشد تا هم با سایه خود مانع سبز شدن بذر علف های هرز شوند و هم زیر خاک بردن آنها به سادگی انجام گیرد.
- ۳- کم توقع بوده و برای حداکثر رشد خود به کود حیوانی یا شیمیایی کمتری احتیاج داشته باشند.
- ۴- نیاز آبی آنها بسیار کم باشد که این ویژگی در مناطق گرمسیری و خشک اهمیت بیشتری دارد.

### مزایای استفاده از کودهای سبز

- ۱- **تأمین ماده آلی:** یکی از اثرات استفاده از کودهای سبز تأمین ماده آلی خاک است. به خصوص زمانی که کود حیوانی کافی در دسترس نبوده و یا بقایای گیاهی به جا مانده در زمین به حدی نباشد که بتواند مقدار هوموس خاک را در حد مطلوبی نگاه دارد. پس از برگرداندن کود سبز در خاک، هم قسمت های هوایی و هم ریشه های آن پوسیده شده و ماده آلی خاک را افزایش می دهد. کود سبز در زمین های سبک (شنی) ایجاد چسبندگی می کند و در زمین های سنگین (رسی) خاک را پوک و سبک می کند.
- ۲- **افزایش ازت:** کود سبز علاوه بر کربن آلی، مقداری ازت آلی به خاک اضافه می کند. این مقدار ازت بر حسب شرایط، ممکن است ناچیز یا قابل توجه باشد. برای مثال چنانچه یک گیاه لگومینه (گیاهان خانواده بقولات) به خاک برگردانده شود، با توجه به این که بیشتر این گیاهان در شرایط مساعد، آمادگی و قدرت جذب و تثبیت ازت آزاد هوا را دارند. احتمال افزایش ذخیره ازت خاک زیاد است، حال آن که با برگرداندن گیاهی غیرلگومینه به خاک فقط در شکل ازت اولیه اک تغییر حاصل شده (ازت معدنی به آلی تبدیل می شود) و در مقدار آن افزایشی به وجود نخواهد آمد.
- ۳- **حفاظت خاک:** در ماه هایی از سال که خطر فرسایش خاک وجود دارد، برای آن که خاک بی حفاظ نباشد، از یک گیاه پوششی استفاده می شود. این گیاهان در مناطقی که باران های زمستانه زیاد است از نشست خاک های سنگین و همچنین از فرسایش خاک های سبک جلوگیری می کند. این گیاهان در مناطق بادخیز با پوشاندن خاک، سرعت باد را در سطح کم کرده و خاک را در مقابل کنده شدن حفظ و در جای خود نگه می دارد. بهترین نمونه از گیاهان پوششی، چاودار زمستانه و یولاف بهاره است.
- ۴- **تأمین مواد بیوشیمیایی خاک:** کود سبز به عنوان ماده غذایی مورد استفاده میکروارگانیزم های خاک قرار می گیرد و گاز کربنیک، گاز آمونیاک، ترکیبات نیتراته و بسیاری از ترکیبات ساده و پیچیده دیگر را تولید کرده و مورد استفاده نباتات زراعی قرار می دهد.

### روش های کشت کودهای سبز

کودهای سبز را بر حسب شرایط مختلف می توان به طور کلی به دو صورت اصلی و فی مابین کشت کرد. از جمله مزایای انتخاب روش صحیح کشت این است که هم از فاصله زمانی موجود بعد از برداشت و کاشت نباتات زراعی استفاده بیشتر شده و هم از خاک و از رطوبت موجود در آن به طور کامل استفاده می برند و ادوات و ماشین آلات کمتری هم به کار گرفته می شد.

منظور از کشت اصلی آن است که، مانند گیاهان زراعی، کود سبز هم در فصل معین و به صورت یک زراعت اصلی یا تنها کاشته شود. زمان کشت اصلی می تواند پاییز و یا در بهار باشد. جز در مورد گیاهانی مثل ذرت، ذرت خوشه ای و یا یونجه که در بهار کشت می شوند، کشت دیگر کودهای سبز در پاییز انجام می گیرد. قابل ذکر است در مواردی که کشت یک کود سبز نتیجه مطلوبی به دست نمی آید، توصیه می شود که دو گیاه را به صورت مخلوط با هم به عنوان کود سبز کشت کرد. لازم است که این دو گیاه از نظر خصوصیات زراعی مثل رشد و نمو شاخه، برگ و ریشه و همچنین خصوصیات آب و هوایی و نیازهای غذایی هماهنگی خاصی با یکدیگر داشته باشند. بهترین مثال از کشت مخلوط یولاف و نخودفرنگی و یا چاودار و ماشک است. کشت فی مابین در فاصله زمانی بین برداشت و کشت دو گیاه زراعی متوالی انجام می گیرد. اگر این کود سبز بعد از یک گیاه صیعی در اواخر تابستان یا اوایل پاییز کشت شده و دوران رشد آن تا زمستان یا حتی بهار سال آینده که زمین برای زراعت گیاه اصلی بعدی آماده می شود، ادامه یابد به آنها کشت فی مابین زمستانه می گویند. مانند انواع غلات به خصوص جو، چاودار، ماشک گل خوشه ای، چچم ریشک دار، شبدر گل میخکی و...

اگر کود سبز در فاصله بین برداشت زراعت اصلی پاییزه سال قبل و کاشت زراعت اصلی پاییزه سال بعد کشت شود، به آن کشت فی مابین تابستانه می گویند. (کاشت در اواخر بهار و برداشت در اواخر تابستان یا اوایل پاییز) مانند انواع شبدر، شلغم، چغندر علوفه ای، ذرت خوشه ای و...

#### شرایط برگرداندن کود سبز به زمین

بهبتر است کود سبز را پیش از برگرداندن، غلطک زده و اگر طول ساقه ها بلند است، آنها را درو کرد. در نتیجه ی این عمل ساقه های بلند، روی زمین خوابیده و زیر خاک کردن آنها به وسیله گاواهن آسانتر صورت می گیرد. شخم باید در جهت خط غلطک انجام گیرد زیرا در غیر این صورت گیاه کاملاً دفن نشده و مقدار زیادی از آن در مجاورت هوا خشک شده و از بین می رود.

پس از شخم و دفن کود سبز باید زمین را نیز غلطک زد تا با مساعد شدن شرایط تهویه زمین، پوسیدن کود تسریع شود. برای بهبود وضع تهویه در مناطق پر آب هم لازم است که زمین زهکشی شود.

در بعضی مواقع در صورت امکان می توان کود سبز را در جایی کاشته و پس از برداشت آن را در جای دیگری به زیر خاک برد.

## کودهای بیولوژیک یا زیستی

که نسل جدیدی از کود های موجود میباشند در حقیقت میکرو ارگانیسم های مفیدی هستند که در تغذیه گیاهان نقش همزیستی داشته و به تثبیت و جذب بهتر عناصر کمک میکنند.

کودهای زیستی (کود بیولوژیک) به مواد حاصل خیز کننده ای گفته می شود که دارای تعداد کافی از یک یا چند گونه از میکروارگانیسم های سودمند خاکزی هستند. کودهای زیستی، **ریزاندامگان** هایی (میکروارگانیسم هایی) هستند که قادرند





عناصر غذایی خاک را در یک فرآیند زیستی تبدیل به مواد مغذی همچون ویتامینها و دیگر مواد معدنی کرده و به ریشه خاک برساند. مصرف کودهای زیستی کم هزینه تر هستند و در اکوسیستم آلودگی به وجود نمی آورد. کودهای زیستی مواد نگه دارنده میکروارگانیسمهای سودمند خاک می باشند.

عواملی که باعث کاهش جمعیت میکروارگانیسم های مورد نظر در خاکهای یک منطقه می شوند:

۱- تنش های محیطی بلند مدت ( خشکی - حرارت زیاد و یخبندان - غرقاب ... )

۲- استفاده بی رویه از سموم شیمیایی

۳- عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی

دسته بندی با توجه به نوع میکروارگانیسم ها کودهای زیستی:

۱- ریزاندامگان کارآ ( میکروارگانیسم های سودمند EM )

۲- کودهای زیستی باکتریایی ( ریزوبیوم - ازتوباکتر - آزوسپریلیوم - ... )

۳- کودهای زیستی قارچی (میکوریزا)

۴- کودهای زیستی جلبکی (جلبک های سبز - آبی و آزولا)

۵- کودهای زیستی اکتینومیست ها (فرانکیا)

نخستین کود بیولوژیک با نام تجاری نیتراژین تولید شد که در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت

ارگانیزم هایی که در تولید کودهای بیولوژیک مورد استفاده قرار می گیرند عمدتاً از خاک جداسازی می شوند. در شرایط آزمایشگاه در محیط های کشت مخصوص تکثیر و پرورش پیدا می کنند و بعد به صورت پودرهای بسته بندی شده و آماده، مصرف می شوند.

انواع کودهای بیولوژیک با توجه به اعمالی که میکروارگانیسم ها انجام می دهند

مهم ترین کودهای بیولوژیک عبارتند از:

۱) تثبیت کننده ازت هوا؛

۲) قارچ های میکوریزی، که با ریشه بعضی از گیاهان ایجاد همزیستی کرده و اثرات مفیدی ایجاد می کند؛

۳) میکرو ارگانیسم های حل کننده فسفات، که فسفات نامحلول خاک را به فسفر محلول و قابل جذب گیاه تبدیل می کنند؛

۴) اکسید کننده گوگرد (تیو باسیلوس)، کودی که دارای باکتری تیو باسیلوس بوده و باعث اکسایش بیولوژیکی گوگرد

می شود؛

۵) کرم های خاکی، در تولید هوموس مورد استفاده قرار می گیرند و نوعی کود کمپوست به نام ورمی کمپوست ( Wermly

compost) تولید می کنند.

تثبیت کننده های ازت مولکولی :

با سابقه ترین و در حال حاضر رایج ترین انواع کودهای زیستی مربوط به تثبیت کننده های ازت است که در سطح جهانی مجموع مقدار ازتی که از این طریق به خاک اضافه می شود حدود ۱۷۵ میلیون تن در سال بر آورد شده است. در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون برای مواد غذایی از کودهای شیمیایی به عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده بی رویه شده که از جمله زیان ها و پیامدهای آن علاوه بر اتلاف سرمایه و خسارت مالی . شامل آلودگی منابع آبی و خاک. به هم خوردن تعادل عناصر غذایی خاک . کاهش بازده محصولات کشاورزی در اثر کمبود یا سمی بودن عناصر. تجمع مواد آلاینده ( نظیر نیترات ) در اندام های مصرفی محصولات زراعی و بطور کلی به خطر افتادن حیات و سلامتی انسانها و سایر موجودات زنده بوده است. امروزه رایج ترین کودهای میکروبی عرضه شده در سطح وسیع تجارتي مربوط به باکتری های تثبیت کننده ازت و مهمترین آنها مورد توجه برای استفاده های علمی شامل ریزوبیوم ها در همزیستی با لگومینوزها. فرانکیا با انواعی از گیاهان چوبی غیر لگومینوز. آزوسپریلیوم برای غلات و سیانو باکترها به حالت آزاد و یا همزیست با آزولا برای شالیزارهاست

#### قارچهای میکوریزا:

واژه میکوریزا اولین بار از سوی فرانک در سال ۱۸۸۵ ارائه شد. میکوریزا از دو کلمه ( **Myco** ) به معنی قارچ و ( **Rhiza** ) به معنی ریشه تشکیل شده است. میکوریزا نشان دهنده مشارکت در همزیستی بین قارچ و ریشه گیاه میزبان می باشد . در این سیستم قارچ پوشش گسترده ای از رشته های نخ مانند به هم تابیده به نام میسیلیوم را در اطراف ریشه گیاه میزبان تشکیل می دهد در این همزیستی قارچ قند، اسید های آمینه ، ویتامین ها و برخی مواد آلی دیگر را از میزبان دریافت و در مقابل معدنی و بیشتر از سایر مواد فسفات را خاک جذب و در اختیار گیاه قرار می دهد. اکثر گیاهان قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی هستند بطور کلی ۸۳ درصد از دولپه ای ها و ۷۹ درصد از تک لپه ایها قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی هستند. تعداد محدودی از گیاهان زراعی قادر به تشکیل سیستم میکوریزایی نیستند و بیشتر این گیاهان از خانواده های ( **Cruciferae** ) نظیر جنس های ( **Brassica, Sinpsis** ) و خانواده **Chenopodiaceae** جنس **Beta** و خانواده **Polygonaceae** جنس **Fagopyrum** میباشند.

جنبه های زیست شناختی میکوریزا: میکوریزا بر اساس وضعیت قرار گرفتن میسیلیوم های آنها روی ریشه گیاهان میزبان به دو گروه کلی تقسیم می شوند.

#### الف ( میکوریزای بیرونی ( **Ectomycorrhizae** )

این نوع میکوریزاها بیشتر در اکوسیستم های جنگلی که دارای مخلوطی از درختان پهن برگ و سوزنی برگ هستند مشاهده می شود . در این نوع همزیستی قارچ تولید میسیلیوم انبوه و متراکمی روی سطح ریشه می کند ولی با این نوع قارچ آلوده شده اند با پوشش متراکمی از ریشه قارچها پوشیده شده اند و مستقیم با خاک تماس ندارند. این نوع میکوریزا از راه افزایش سطح جذب ریشه باعث افزایش تحمل به خشکی گیاه میزبان به خصوص در مناطق خشک می شوند

#### ب ( میکوریزای درونی ( **Endomycorrhizae** )

در این نوع میکوریزا آثار قارچی روی ریشه میزبان قابل مشاهده نیست و از نظر ظاهری فرقی بین ریشه های آلوده و غیر آلوده ندارد. هیف این قارچها از راه تارهای کشنده یا از راه سلول های اپیدرمی ریشه وارد سلول میزبان می شوند. هیف

پس از ورود به سلول میزبان تولید شبکه ای می کند که این شبکه از رشته های نازک دو شاخه ای بنام آربا سکول تشکیل شده که دارای ساختاری شبیه اندام های مکنده می باشد تبادل متابولیت ها بین قارچ و سیتوپلاسم میزبان از طریق همین مناطق آرباسکول ها انجام می گیرد. آرباسکول معمولا ۲۰ الی ۴۰ درصد حجم سلول را در بر می گیرند پس از مدتی از بین رفته و هضم می شوند. انشعابات میسیلیوم های درونی ساختمان های کیسه ماندی با دیواره ضخیم ایجاد می کنند که به آنها وزیکول می گویند. وزیکول اندام های ذخیره ای مواد غذایی و همچنین شکل پایدار قارچ هستند وجود ساختمان های وزیکول و آرباسکول در این نوع میکوریزاها سبب شده است که آنها را قارچهای وزیکولار آربا سکولار بنامند.

#### مراحل تشکیل سیستم میکوریزایی

پس از آن که کلامیدوسپور در محیط مناسبی قرار گرفت جوانه زده و تشکیل میسیلیوم اولیه را می دهد اسپور قارچهای همزیست با ریشه گیاهان همگامی جوانه می زنند که ریشه های گیاهان میزبان تشکیل شده باشند ترشح مواد از سطح ریشه گیاه میزبان می تواند جوانه زنی اسپور را تحریک کند و سبب رشد جهت دار میسیلیوم به سمت ریشه گیاهان میزبان شود. این مواد همچنین در سرعت رشد هیف، منشعب شدن آن و تشکیل کلاف میسیلیومی تاثیر دارند. ترشحات ریشه اش بسته به نوع گیاهان ممکن است مواد فرار، مواد قابل حل در آب و یا مواد متصل به سطح ریشه باشند. هنگامی که لوله هیف کنار ریشه گیاه میزبان قرار می گیرد تحریک می شود و به سطح ریشه گیاه میزبان می چسبد و در مرحله پایانی هیف در سطح ریشه گیاه میزبان نفوذ می کنند و وارد سلولهای ریشه می شوند.

#### میکوریزا و اثرات غذایی ای آن در گیاه میزبان

تحقیقات متعدد نشان می دهد که فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزا جذب می شوند و به گیاه منتقل می شوند. بطور کلی مکانیسم جذب از طریق افزایش حجم خاک قابل دسترس توسط ریشه های قارچ است. در بین عناصر غذایی بیشترین نقش مایکوریزا در جذب فسفر است. نقش میکوریزا در تغذیه از ته گیاه به دلیل دارا بودن ضریب پخش زیاد آن ناچیز است. افزایش جذب ازت بوسیله سیستم های میکوریزایی بخصوص در میکوریزاهای بیرونی همزیست با گیاهان جنگلی مشاهده شده است. هنگامی که فسفر خاک در سطح پایینی باشد سیستم میکوریزا جذب فسفر و در نتیجه رشد گیاه را به نحوه چشمگیری افزایش می دهد. هیف ها قادر هستند که فسفات را از ۱۵ سانتی متر سطح ریشه تا چند متری عمق خاک زیر ریشه دریافت کنند. همچنین هیف ها در منافذی از خاک نفوذ می کنند که امکان نفوذ تارهای کشنده ریشه وجود ندارد ( قطر تارهای کشنده حداقل ۲۰ میکرومتر است در حالیکه هیف ها حداکثر ۱-۲ میکرومتر می باشند ) بعلاوه هیف ها از راه افزایش سطح تماس یا از راه افزایش طول موثر ریشه جذب عناصر غذایی را به شدت افزایش می دهند. طبق اظهارات آلن و همکاران ( ۱۹۹۲ ) هر یک سانتیمتر مکعب خاک دارای ۲ الی ۴ سانتیمتر ریشه، ۱ تا ۲ متر تارهای کشنده و بیش از ۵۰ متر هیف می باشد. قسمت اعظم فسفر موجود در خاک غیر محلول و غیر قابل استفاده مستقیم گیاه است. مطالعات متعدد نشان داده است که میکوریزاها می توانند آنزیم فسفاتاز سنتز کنند و از این راه امکان دسترسی به فسفر را افزایش دهند. برخی از انواع میکوریزاها اسیدهای کلات کننده تولید می کنند و از این راه حلالیت فسفر را برای جذب افزایش می دهند.

### نقش میکوریزا در بهبود جذب آب

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که نشانگر این است که میکوریزا می تواند سبب تغییراتی در روابط آبی گیاه و بهبود مقاومت به خشکی و یا تحمل در گیاه میزبان شود. بسیاری از محققین این خصوصیت را یک واکنش ثانویه در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی می دانند. افزایش هدایت هیدرولیکی آب در درون گیاهان میکوریزایی به شرح ذیل می باشد.

- ۱- افزایش مجموع سطح ریشه به دلیل ایجاد پوشش وسیع میسلیومی در منطقه ریشه و تارهای کشنده
- ۲- نفوذ هیف به درون کورتکس ریشه و از آنجا به منطقه آندودرم یک مسیر کم مقاومتی را در عرض ریشه برای حرکت آب فراهم می آورد و آب با مقاومت کمتری در عرض ریشه تا رسیدن به آوند چوبی روبرو می شود.
- ۳- هیف از راه افزایش جذب عناصر غذایی مقاومت به انتقال آب را در درون ریشه کاهش می دهد.
- ۴- میکوریزا رشد ریشه را افزایش داده و به دنبال آن یک سیستم گسترده از ریشه را برای جذب آب فراهم می نماید. در مطالعات دیگری مشخص شد که جذب  $Co_2$  در حضور نور در گیاهان میکوریزایی بیشتر است لذا فتوسنتز بالاتری دارند. افزایش جذب  $Co_2$  در گیاهان میکوریزایی مربوط به کاهش مقاومت فاز مایع سلول های مزوفیلی برای عبور  $Co_2$  می باشد. هرایدولیتون (۱۹۸۸) روابط آبی گیاه را در سطوح مختلف غلظت فسفر مورد بررسی قرار دادند در این مطالعه مشخص شد که با افزایش میزان فسفر خاک تاثیر مفید میکوریزا کاهش می یابد و حداکثر تاثیر میکوریزا در سطوح پایین فسفر ظاهر می شود. میلر (۲۰۰۰) گزارش نموده است که در گیاهان میکوریزایی به دلیل افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی به ازای واحد آب مصرفی کارایی مصرف آب افزایش می یابد. قاضی و کاراکی (۱۹۸۸) بیان داشتند که گیاهان میکوریزایی به ازای تولید هر واحد ماده خشک آب کمتری مصرف می کنند. بنابراین ( $WUE$ ) بالاتری دارند و  $WUE$  در گیاهان میکوریزایی در شرایط تنش خشکی محسوس تر است.

### میکوریزا و اختصاص مواد فتوسنتزی

شواهد بسیار زیادی وجود دارد که گیاهان می توانند سرعت فتوسنتز خود را افزایش دهند تا نیازهای همزیست خود را تامین نمایند این عمل از طریق افزایش سطح برگ و افزایش مقدار تثبیت  $Co_2$  به ازای واحد وزن برگ انجام می گیرد. گیاهان میکوریزایی در دوره های خشکی بهتر از گیاهان غیر میکوریزایی  $Co_2$  را جذب می نمایند. آلن و همکاران بیان داشتند (۱۹۸۶) که با وجود انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه ها در گیاهان میکوریزایی این انتقال تاثیری بر وزن خشک نمی گذارد این محققین تایید کردند که بخشی از فتوسنتز اضافی در گیاهان میکوریزایی به وسیله خود میکوریزا مصرف می شود.

### میکوریزا و واکنش های مرفوفیزیولوژیکی

گاهی اوقات سیستم های میکوریزایی تغییرات مرفولوژی را در گیاه ایجاد می نمایند که سرانجام آن بهبود بقاء و رشد مناسب تر گیاه می باشد. کریشنا و همکاران و (۱۹۸۱) بیان داشتند که میکوریزا پیچش و زایه برگها را تغییر می دهد و گیاه این واکنش را در جهت تنظیم و محدودیت جذب تشعشع و برقراری تعادل انرژی در برگ انجام می دهد. در این شرایط

گیاهان غیر میکوریزایی از زیادی جذب تشعشع و گرما بشدت آسیب دیده و کاهش رشد نشان دادند. آلن و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کردند که تغییرات هورمونی در گیاه با آلودگی میکوریزایی در ارتباط است و تغییرات مرفولوژیک برگ را در نتیجه واکنش به تغییرات هورمونهای گیاهی گزارش کردند. همچنین این دانشمندان در سال ۱۹۸۰ افزایش غلظت سیتوکنین را در برگ ها و ریشه کراس ها که همزیستی میکوریزایی داشتند گزارش کردند. در ضمن در سال ۱۹۸۶ نشان دادند که در شرایط تنش خشکی میکوریزا فنولوژی گل را به تاخیر می اندازد. دز ضمن دانشمندان دیگری افزایش میزان کلروفیل را در گیاهان میکوریزایی گزارش کرده اند.

#### میکروارگانسیم های حل کننده فسفاتهای نامحلول

میکرو ارگانسیم های حل کننده فسفات بصورت ساپروفیت در منطقه ریشه (ریزوسفر) فعالیت نموده و با مصرف ترشحات ریشه ترکیبات نامحلول فسفات (مانند تری کلسیم فسفات) را بصورت محلول قابل جذب گیاه در می آورند. این میکروارگانسیم ها با تولید و ترشح اسیدهای عالی اعم از مالیک، سوکسینیک، پیروپیونیک، لاکتیک، سیتریک، کتوگلوئیک، در حلالیت فسفاتهای معدنی و کم محلول موثر می باشند و بعلاوه بسیاری از آنها با تولید آنزیم فسفاتاز آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی فسفر دار را موجب می شوند.

#### باکتری های ریزوسفری افزایش دهنده رشد گیاه:

باکتریهای ریزوسفری مواد سیدروفور بعنوان ریزوباکتری های افزایش دهنده رشد گیاه توصیف می شوند. این گروه از حاصلخیز کننده ها با تولید ترکیبات آلی خاص که قادر به تشکیل کلات با آهن فریک هستند و می توانند در تامین آهن مورد نیاز موثر باشند. سیدروفورهای میکروبی مولکولهای آلی نسبتاً درشتی هستند که میل ترکیبی شدیدی برای پیوند شدن با  $Fe^{3+}$  دارند و نوعی کلات آهن قابل جذب فراهم میکنند. این باکتریها بیشتر از جنس پَسودوموناس بوده اما لیت انواع دیگر آنها در حال گسترش است. ثابت شده است که تولید و ترشح سیدروفورهایی مانند ریزوباکتین می تواند در شرایط کمبود آهن محیط در قابلیت جذب آن برای لگومینوزها موثر باشد. همچنین مشخص شده است که باکتری ریزوبیوم تریفولی در گره های ریشه شبدر علاوه بر تثبیت ازت خاک توانایی تولید سیدروفور داشته و تلقیح آنها به گیاه میزبان می تواند بطور چشمگیری در قابلیت جذب آهن خاک موثر باشد. گروه دیگر باکتریهای ریزوسفری به عنوان عامل بیو کنترل مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال برخی از سوبه های ریزوبیوم می توانند با تولید متابولیت های سمی (ریزوبیوتوکسین) از ایجاد بیماری ریشه توسط قارچهای مانند فیتوفتورا و ریزوکتونیا جلوگیری کرده و در حفظ سلامتی گیاه موثر واقع شوند.

#### سایر نقش های مفید باکتریهای ریزوسفری

- ۱- تولید هورمون های رشد گیاه که نتیجه آن بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه است.
- ۲- تاثیر روی بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهک: این تاثیر روی دانه گیاهانی مانند سویا و کلزا پی از تلقیح با پَسودوموناس در کانادا گزارش شده است.
- ۳- تاثیر سینرژیستی با ریزوبیوم ها: مشاهده شده است که بذر لگومهای مختلف هنگامی که ضمن تلقیح با ریزوبیوم با باکتری های ریزوسفری تلقیح گردد موجب افزایش تعداد غده های ریشه و وزن آنها، همین طور افزایش تثبیت ازت و بالا

رفتن تولید محصول گیاهان لگومینوز شده است.

۴- تولید بذر ترکیبهای آنتی بیوتیک مانند باکتریوسین ها برای حذف عوامل بیماریزا و نیز تحریک ژنهای دفاع گیاه برای فعال شدن مکانیسم های انواع طبیعی

#### میکروارگانیسم های تبدیل کننده مواد آلی زاید به کمپوست

میکروارگانیسم ها شامل انواعی از قارچها و باکتری هاست که برای تبدیل سریعتر بازمانده های آلی و تولید کمپوست مورد استفاده قرار می گیرند. کمپوست یک کود آلی و حاصل از مجموع تغییر و تبدیلهایی است که روی انواع بازمانده های گیاهی و جانوری در نتیجه توالی فعالیتهای مختلف میکروارگانیسم ها بوجود می آید به این ترتیب فرآورده این فرآیند میکروبی می تواند یک کود بیولوژیکی (زیستی) محسوب شود. تولید کود آلی کمپوست بطریقه بیوتکنولوژیکی و از کلیه منابع آلی از جمله زباله های خانگی، ضایعات کشاورزی (باگاس نیشکر، ضایعات پسته، چای و کاه و کلش غلات، سبوس برنج و ...) و بازیافت فاضلاب های شهری و خانگی صورت می گیرد. در تولید آلی از اکتیواتورها یا تخمیر کننده های آلی استفاده می شود که شامل قارچهای جنس تریکودرها به عنوان عنصر تلقیح بر روی کمپوست و کود برگی است. گاهی از قارچها هومیکولا و آسپریلوس نیز به عنوان اکتیواتور استفاده می شود. این قارچها می توانند براحتی و به طور وسیع عمل تخمیر و تجزیه سلولز، همی سلولز و لیگنین را انجام داده و تولید کمپوست بسیار مفید باشند. باکتریهای مانند سلولرموناس و سیتوناگا نیز در تهیه کمپوست موثر هستند. شیرابه زباله نیز تولید می شود که برای تقویت خاک و افزایش عملکرد گیاهان بطور معنی داری موثری است. تهیه کمپوست از ضایعات کشاورزی نیز حائز اهمیت است به عنوان مثال اگر مقدار کلش برنج بطور متوسط حدود ۵ تن در هکتار باشد با کمپوست کردن آن حدود ۳۰ کیلوگرم ازت، ۵ کیلوگرم فسفر خالص، ۵ کیلوگرم گوگرد، ۷۵ کیلوگرم پتاسیم خالص و ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به خاک بر می گردد.

#### کرمهای خاکی تولید کننده ورمی کمپوست

ورمی کمپوست بطوریکه پیشوند این اصطلاح اشاره می دارد نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرمهای خاکی است که در نتایج تغییر و تبدیل و هضم نسبی بازمانده های آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران بوجود می آید. تولید ورمی کمپوست فن آوری استفاده از انواع خاصی از کرمهای خاکی است که بدلیل توان رشد و تکثیر بسیار سریع و توانایی قابل توجه برای مصرف انواع مواد آلی زائد، این قبیل مواد غالباً مزاحم را به یک کود آلی با کیفیت بالا تبدیل می کنند عبور آرام مداوم و مکرر از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی همراه با اعمال خرد کردن، سائیدن، بهم زدن و مخلوط کردن که در بخش های مختلف این مسیر انجام می شود آغشته کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات کلسیم، آنزیم ها، مواد مخاطی، متابولیت های مختلف میکروارگانیسم ها دستگاه گوارش و بالاخره ایجاد شرایط مناسب برای سنتز اسیدهای هومیک در مجموع مخلوطی را تولید می کند که خصوصیات کاملاً متفاوت با مواد فرو برده شده پیدا کرده است. فرآورده ای که ورمی کمپوست خوانده می شود و از لحاظ کیفی ماده ای آلی با PH تنظیم شده سرشار از مواد هومیک و عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاه دارای انواع ویتامین ها، هورمون های محرک رشد گیاه و آنزیم های مختلف است. از لحاظ ظاهری به صورت دانه ای شکل با رنگ تیره، بدون بوی نامطبوع و دارای قابلیت عرضه تجارتي

است. وجود ۱۰۰ عدد کرم خاکی در متر مربع قادر به عبور دادن حدود ۲۵۰ تن خاک در سطح یک هکتار در سال و حفر ۴ تا ۵ هزار کیلومتر راه و کانال در هکتار در سال است. در ضمن تولید کمپوست کرمها هم به مقدار بسیار زیاد تکثیر می شوند که پس از جدا کردن کود از این کرمها به عنوان یک ماده غذایی سرشار از پروتئین (۵۴ تا ۷۲ درصد پروتئین بر حسب وزن خشک بدن) و حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع (۲/۵ الی ۳ درصد وزن خشک بدن) املاح مفید مانند ید در صنایع مرغداری، پرورش ماهی و یا مخلوط کردن در جیره غذایی دام استفاده می شود.

مهمترین گونه مورد استفاده برای تولید ورمی کمپوست ایسینیا فتیدا است که به دلیل سرعت رشد و تکثیر و توانایی کافی برای مصرف انواع مواد آلی زاید بیش از سایر انواع، مورد استفاده قرار می گیرد علاوه بر آن از یک گونه اودریلوس که منشاء آن آفریقاست نیز استفاده می شود، تولید ورمی کمپوست بیشتر با استفاده از گونه های محلی از جنس های متافیر و آمینس انجام گرفته است از ورمی کمپوست فعلا بیشتر در سبزیکاریها، خزانه و نهالستانها و به عنوان کود گلدانی برای پرورش گیاهان زینتی استفاده می شود. در هند برای تولید قارچ خوراکی نیز توصیه شده است.

در دهه های گذشته بدلیل مصرف کودهای شیمیایی اثرات زیست محیطی متعددی از جمله انواع **آلودگی های آب و خاک** مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده به وجود آمد. سیاست **کشاورزی پایدار** و توسعه پایدار کشاورزی، متخصصین را بر آن داشت که هر چه بیشتر از موجودات زنده در خاک در جهت تأمین نیازهای غذایی گیاه کمک بگیرد و بدین سان بود که تولید کودهای زیستی آغاز شد. نخستین کود زیستی در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت و از آن تاریخ به بعد سایر کودهای بیولوژیک ساخته شدند. **اندامگان** (ارگانیزم هایی) که در تولید کودهای بیولوژیک مورد استفاده قرار می گیرند عمدتاً از محیط زیست جداسازی می شوند. در شرایط آزمایشگاه در محیط های کشت مخصوص تکثیر و پرورش پیدا می کنند، آماده و مصرف می شوند. البته مصرف کودهای زیستی دیرینگی زیادی دارد. تولیدکنندگان محصولات برای تقویت زمین های کشاورزی، گیاه تیره ای به نام **لگومینوز** را کشت می کردند و بر این باور بودند که با کشت آن باروری خاک افزایش پیدا می کند.

امروزه با افزایش تولید کشاورزی به جهت رفع نیازمندی های رو به رشد جمعیت در حال گسترش، نگرانی در مورد آینده تأمین غذا برای مردم مطرح گردیده است. آلودگی های آب، خاک، هوا و فرسایش خاک، مقاومت آفات به سموم و گسترش کود شیمیایی سبب گردید تا به جهت حفظ منابع به گذشته و کشت های صنعتی برگردیم. پس برای تولید محصولات سالم و پاک و در نتیجه انسان هایی سالم و با نشاط، هیچ راهی جز کشاورزی زیستی نداریم، کشاورزی زیستی و دامی. استفاده از فرآورده های گیاهی زیستی رابطه تنگاتنگ با تندرستی افراد جامعه دارد.

با توجه به تقاضای روزافزون برای مصرف فرآورده های **کشاورزی زیستی**، که بنمایه آن بر مدیریت درست خاک و محیط رشد گیاه و درخت بنیان است، به گونه ای عمل می شود که در تغذیه گیاهان و درختان، تعادل بین عناصر مورد نیاز در خاک به هم نخورد و در هنگام رشد نیز، نیازی به استفاده از سموم و آفت کش ها نباشد. و در تغذیه خاک کشاورزی، به جای استفاده از کود شیمیایی از کودهای طبیعی نظیر **خاک برگ، جلبک و کودهای حیوانی** و بیولوژیکی استفاده شود. در صورت نیاز به مبارزه با آفت ها نیز به جای کاربرد سموم و آفت کش های شیمیایی، از شیوه های زیستی همچون **ریزاندامگان**



**کارآ، کفشدوزک، زنبورها و باکتری‌ها** و یا از ارقام مقاوم به آفت‌ها در کشت و زرع، بهره‌برداری می‌شود و در این نوع کشاورزی از دانه‌های اصلاح شده ژنتیکی و در معرض تابش پرتو قرار گرفته استفاده نمی‌شود. از اینسو، محصول نهایی که به دست مصرف کننده می‌رسد بدور از باقیمانده‌های سمی و شیمیایی و ماده نگه‌دارنده خواهد بود. از سوی دیگر، فرآورده‌های خوراکی با کیفیت، که محصول کودهای زیستی است نه تنها باعث رضایت مصرف کنندگان می‌شود بلکه تأمین و تضمین سلامت جسمی آنان را نیز در پی دارد.

گیاهان نیز مانند انسانها برای رشد و نمو به مواد غذایی نیاز دارند. فتوسنتز تأمین کننده کربوهیدرات است و به علاوه لازم است عناصر معدنی خاصی از محیط ریشه جذب گیاه شود. جذب عناصر توسط ریشه گیاهان به صورت اختصاصی نیست، به این معنی که وود عناصر در گیاه دلیل بر ضروری بودن آن برای رشد و نمو نیست. گیاه قادر به تشخیص مواد جذب شده از خاک نیست، چون اگر چنین بود علف کش‌ها را جذب نمی‌کرد. شرایط ضروری بودن عناصر این است که فقدان عنصر، رشد زایشی و رویشی را با مشکل مواجه کند. با به کار بردن عنصر علایم کمبود بر طرف شود و عنصر مستقیماً در تغذیه گیاه نه در فعالیت‌های شیمیایی یا میکروبیولوژی خاک یا محیط کشت موثر باشد. برخی از حشره کش‌ها که به خاک اضافه می‌شود از طریق سیستم آوندی به تمام قسمت‌های گیاه منتقل و در اثر تغذیه حشره از شیره گیاه منجر به مرگ آن می‌شود.

۹۰ درصد وزن گیاه را آب و ۹۰ درصد وزن ماده خشک را کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل می‌دهد و ۱۰ درصد باقی مانده را ۱۴ عنصر ضروری تشکیل می‌دهد. این عناصر شامل عناصر پر مصرف و کم مصرف و کلر و سدیم می‌باشد.

**عناصر پر مصرف: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد.**

**عناصر کم مصرف: آهن، بر، منگنز، مس، روی، مولیبدن، کلر.**

**توزیع مواد معدنی در گیاه:** اگر برگ در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شود مشخص می‌شود که ۹۵-۹۰ درصد برگ را آب تشکیل داده است و دارای ۱۰-۵ درصد ماده خشک می‌باشد و ۲۵-۱ درصد ماده خشک را مواد معدنی تشکیل می‌دهد. میزان مواد معدنی بستگی به نوع اندام یا بافت و سن آن دارد. میزان مواد معدنی در بذر بیشتر از میوه و در ریشه کوچک، بیشتر از ریشه بزرگ می‌باشد. دی‌اکسید کربن خاک در ترکیب با آب تشکیل اسید کربنیک می‌دهد که باعث شکستن مواد آلی خاک، ذرات خاک، کودها می‌شود و باعث آزاد شدن یون‌ها و جذب آن‌ها توسط ریشه می‌گردد.

**ظرفیت تبادل کاتیونی:** ظرفیت تبادل کاتیونی به میزان بار منفی ذرات خاک مربوط می‌شود. بر حسب واحد اکی والان بر ۱۰۰ سانتی متر مکعب بیان می‌شود. چون غلظت اکثر عناصر غذایی در داخل ریشه بیشتر از محیط رشد است. برای جذب مقادیر اضافی نیاز به انرژی است که از طریق شکستن قند حاصل می‌گردد. میزان تبادل کاتیونی رس بیشتر از مواد آلی است.

**شاخص شوری:** اصولاً کودها حاوی نمک هستند و وقتی به خاک اضافه می‌شود میزان نمک خاک را افزایش می‌دهند.

انتخاب کود مناسب کمک می‌کند تا غلظت نمک خاک در حد پایین حفظ شود. منظور از شاخص شوری اثری است که کود





های مختلف روی میزان شوری خاک دارند. شاخص شوری نیترات سدیم را ۱۰۰ در نظر می گیرند و شاخص شوری سایر کودها را بر اساس آن رتبه بندی می کنند .

**صدمه شوری به گیاهان:** میزان غلظت املاح موجود در خاک و سلول های ریشه تعیین کننده انتقال مواد از محلول به داخل گیاه است و جریان آب به طرف غلظت بیشتر املاح بوده که معمولا میزان آن در محیط خاک بیشتر از سلول های ریشه بوده و از این جهت جریان مواد از محیط ریشه به داخل سلول های گیاه است . معمولا صدمه شوری اسمزی است . در اثر افزایش غلظت نمک در محیط ریشه آب از سلول های ریشه به محیط ریشه کشیده می شود در نتیجه محتوایی سلول به خارج از آن کشیده می شود و گیاه دچار پلاسمولیز می شود . وقتی که پلاسمولیز در تعداد زیادی از سلول های گیاه روی می دهد خشکی فیزیولوژی اتفاق می افتد و سلولهای ریشه دچار کم آبی شدید می شود .

**روشهای کاهش نمک بستر محیط ریشه :** برای کاهش میزان شوری خاک باید کود های شیمیایی را به مقدار مناسب مصرف کرد . اگر غلظت نمک به حدی برسد که باعث کاهش رشد شود ، باید خاک را شستشو داد تا نمک اضافی از خاک خارج شود . میزان آب مورد نیاز ۲۰۳,۸ - ۱۲۲,۸ لیتر آب در هر متر مربع بستر می باشد و پس از ۳۰ دقیقه دومین آبیاری باید انجام شود تا نمک ها از خاک خارج شود. اگر میزان نمک خاک خیلی زیاد باشد سومین و چهارمین آبیاری نیز مورد نیاز می باشد . زهکشی مناسب خاک باعث خروج نمک ها می شود . به طور کلی میزان نمک های قابل حل در خاک می تواند توسط آبیاری کافی و استفاده از محیط کشت با زه کشی مناسب کنترل کرد .