

## حاصلخیزی خاکهای زراعی

نقش مواد آلی در افزایش سطح حاصلخیزی خاکهای زراعی

مقدمه: توان تولید و باروری خاک از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک است. توازن پایدار این فرایندها به همراه مدیریت مناسب بهره‌برداری از خاک موجب تداوم باروری میشود؛ هر گونه اقدام در جهت بر هم زدن این تعادل اثراتی جبرانناپذیر به دنبال دارد. از طرفی افزایش جمعیت با نرخ بیش از ۲ درصد در درازمدت شرایطی ناپایدار به وجود خواهد آورد. در بسیاری از کشورها، برای ۵۰ تا ۱۰۰ سال آینده، تولیدات کشاورزی باید دست کم سالانه ۳ درصد رشد داشته باشد. تحقق این اهداف نیاز به بهره‌برداری بیشتر از مواد غذایی خاک دارد. مشکل اساسی رسیدن به این مقدار رشد در تولیدات کشاورزی میباشد که در آن کمیت منابع محیط و ظرفیت تولید اراضی و منابع آبی حفظ شود. مدیریت پایدار منابع و کاربرد فناوری مناسب در ارتباط با بهره‌وری از منابع آب و خاک و منابع غذایی باید به گونه‌ای باشد که هدف فوق تحقق یابد .

اهمیت حاصلخیزی خاک: حاصلخیزی خاک توصیف‌کننده توانایی و قابلیت خاک برای تامین شرایط رشد پایا، بهینه و مطلوب گیاه است. در گذشته حاصلخیزی خاک، صرفاً تامین نیاز عنصری NPK بوده است. پس از آن اهمیت ماده آلی مورد توجه قرار گرفت و

سرانجام بحث ریز مغذیها مطرح شد. سپس سیستم دینامیکی زیستی (Biodynamic System) مورد بررسی قرار گرفت که توسط دانشمندی آلمانی به نام Roudolph Steuner ارائه شد و کشاورزی به عنوان یک سیستم پایدار درون اکوسیستم معرفی گردید و نام آن از واژه یونانی «بیو» که به معنی «انرژی‌زیستی» است، گرفته شده است. در این سیستم جانوران به عنوان یک قسمت از اکوسیستم کشاورزی در نظر گرفته شده‌اند. استانداردهای بیودینامیک محدودتر از کشاورزی آلی بود و در کشاورزی بیودینامیک متدهایی شبیه به هومیوپاتی کنونی رایج بوده است و سرانجام بحث کشاورزی آلی مطرح شد (Smith, 2002).

هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریعترین و مطمئنترین راه برای تامین حاصلخیزی خاک به شمار میرود، لیکن هزینه‌های زیاد مصرف کود، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک، نگرانکننده است. بنابراین، استفاده کامل از منابع گیاهی غذایی قابل تجدید موجود (آلی و بیولوژیکی) به همراه کاربرد بهینه‌ای از مواد معدنی، نقش مهمی در جهت حفظ باروری، ساختمان و فعالیت‌حیاتی خاک ایفا میکند. در ایران با اقلیم غالب خشک و نیمه خشک نه تنها خاکها عموماً از نظر مواد آلی فقیر بوده (کمتر از یک درصد) بلکه به جهت بالا بودن دما، ثابت نگهداشتن و حفظ مقدار ماده آلی خاک بسیار دشوار میباشد .

شکل ۱- دشواری حفظ مواد آلی در خاکهای زراعی مناطق خشک و نیمه خشک (Laegried) و همکاران، ۱۹۹۹).

علاوه بر آن با توجه مشکل یارانه‌های کودهای شیمیایی، هدف دستیابی به افزایش عملکرد هکتاری، علاوه بر ترمیم مواد آلی خاکها میباشد که مستلزم حمایت‌های عملی دولت و نیازمند عزم ملی میباشد چرا که علاوه بر ترویج فرهنگ مصرف کودهای آلی در کشاورزی، نیاز به تولید انبوه این کودها میباشد .

اسلامت و کیفیت خاک: مواد آلی به علت اثرات سازندهای که بر خصوصیات فیزیکی (پایداری خاکدانهها)، شیمیایی (افزایش ظرفیت نگهداری عنصری) و بیولوژیکی (اکتیویته بیوماس میکروبی) دارد، به عنوان رکن باروری خاک شناخته شده است. به طور خلاصه نقش ماده آلی در تامین سلامت و کیفیت خاک را میتوان به شرح زیر بیان داشت:

1- منبع کربن و انرژی برای میکروارگانیسمهای خاک، 2- منبع عناصر غذایی نظیر نیتروژن، گوگرد، فسفر و ...، 3- پایداری و نگهداری ذرات خاک به عنوان خاکدانه یا خاک واحد و کاهش خطر فرسایش خاک، 4- توسعه تخلخل خاک و افزایش ظرفیت نگهداری هوا و آب و تسهیل توسعه و رشد ریشههای، 5- حفظ و ابقای عناصر غذایی و جلوگیری از هدررفت آنها با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و ظرفیت تبادل آنیونی (AEC)، 6- جلوگیری از فشردگی و تراکم خاک با پائین نگهداشتن وزن مخصوص ظاهری و ممانعت از ایجاد قشرها و پوستههای سخت، ترک و گسل، 7- افزایش قابلیت خاکورزی و تغییر در خصوصیات خاک مثل کاهش چسبندگی، افزایش نفوذپذیری و نرمی خاک، 8- ابقای کربن از اتمسفر و دیگر منابع، 9- کاهش اثرات محیطی منفی مثل اثر حشرهکشها، فلزات سنگین و بسیاری از آلایندههای دیگر، 10- افزایش قدرت بافری خاک و مقابله با تغییرات سریع اسیدیته خاک و 11- افزایش سرعت نفوذ آب در خاک و کاهش تولید رواناب.

اثر مواد آلی بر حاصلخیزی و باروری خاک: همانگونه که ذکر شد توان باروری خاک حاصل اثرات سازنده فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. لذا مناسب خواهد بود تا به طور اختصار اثرات مواد آلی بر این ویژگیها مورد بررسی قرار گیرد.

اویژگیهای فیزیکی خاک: ویژگیهای فیزیکی خاک که از عوامل مهم و مشخصکننده رشد گیاهان میباشند، خود تابع عوامل مختلف است. در این بحث اثر متقابل مهمترین خواص فیزیکی خاک و ماده آلی مورد بررسی قرار میگیرد.

1- رنگ خاک: رنگ خاک شاخص دقیقی برای تعیین حاصلخیزی نیست زیرا شاخصی کیفی به شمار میرود. در برخی موارد رنگ تیره خاک میتواند نشاندهنده میزان ماده آلی مناسب و کافی باشد. هر چه رنگ خاک زراعی تیرهتر باشد به دلیل گرمتر شدن زودتر سطح خاک، در بهار زمان کشت تسریع میشود.

2- ساختار خاک: آرایش ذرات خاک در تشکیل خاکدانهها، اندازه و پایداری خاکدانهها، بر روی تخلخل، نفوذپذیری و مقاومت آنها بسیار مؤثر است و ماده آلی به دلیل ایجاد هسته مرکزی در تشکیل خاکدانهها در پایداری و قوام آنها بسیار مؤثر است (رجوع به نشریه فنی شماره ۲۹۷).

3- تخلخل خاک و نفوذپذیری آن: تخلخل خاک مبین حجم منافذ و روزنههای خاکی است و معیری برای جریان آب و هوا محسوب میشود. میزان تخلخل خاک (۶۰-۳۰ درصد)، تابعی از ساختمان، بافت و محتوای ماده آلی خاک میباشد. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانهسازی، وضعیت تخلخل خاک و نفوذپذیری آن را بهبود میدهد.

4- بافت خاک: بسیاری از خواص خاک مثل تخلخل، نفوذپذیری، قابلیت فراهمی و ابقای عناصر غذایی تابعی از بافت خاک میباشد. ذرات شنی با اندازه  $mm^2$

05/0 بر توزیع هوادهی و زهکشی خاک بسیار مؤثرند اما در حاصلخیزی خاک نقش کمتری دارند. رس که اندازه ذرات آن کوچکتر از mm002/0 است واجد بار

منفی، سطح ویژه وسیع و خاصیت ابقای عناصر غذایی میباشد اما در کلاسه بندی بافت خاک خواص فیزیکی کم رنگتری در نفوذ پذیری و زهکشی دارد. ماده آلی دارای خاصیت اصلاح کننده بافت در خاکهای سبک و سنگین است.

5- ظرفیت نگهداری آب خاک: میزان ظرفیت نگهداری آب خاک متأثر از نوع بافت و میزان ماده آلی میباشد. در حالت های مختلف میزان آب خاک متفاوت است .

6- عمق خاک: عمق ریشه ها بر مقدار خاک در دسترس ریشه ها که آب و مواد غذایی را برای گیاه تأمین میکند، مؤثر است و بوسیله سطح ایستایی، سنگ بستر، کفها و سخت لایها و pH پائین محدود میشود.

7- شیب خاک: میزان رواناب تابعی از شیب خاک است، زیرا میزان فرسایش در آن بالاتر است و برای کاهش فرسایش خاک، عملیات مدیریتی خاصی را طلب میکند. ماده آلی با افزایش نفوذ پذیری خاک باعث کاهش رواناب ایجاد شده و کاهش فرسایش میشود.

اخصاوص شیمیایی خاک :

1- کلونیدهای خاک: کلونیدهای خاک از بخشهای فعال شیمیایی خاک میباشد که شامل رس، هوموس و اکسیدهای آهن و آلومینیوم میباشد. کلونیدها دارای بار منفی هستند و مجموع این بارهای منفی ظرفیت تبادل کاتیونی نامیده میشود CEC. مبین مقدار کاتیون ابقا شده در ۱۰۰ گرم خاک (آون خشک) میباشد که بر حسب سانتیمول در کیلوگرم (Cmol/kg) بیان میشود. جدول یک میزان CEC کلونیدهای خاکی آلی و برخی رسهای لایهای نشان داده شده است.

جدول ۱- مقادیر CEC چند کلونید خاکی در مقایسه با ماده آلی هوموس (Brady)، (1990)

کلونید خاکی	CEC (Cmol/kg)
هوموس	۳۰۰
ورمیکولیت	۱۲۰
اسمکتایت	۹۰
میکای ریزدانه	۲۵
کائولینیت	۵
اکسیدهای آبدار	۳

میزان جذب کاتیونی تابعی از بار، اندازه و غلظت کاتیون است. اگر دو کاتیون همبار باشند، کاتیون واجد شعاع بزرگتر، قویتر جذب میشود زیرا کاتیونهای بزرگتر، شعاع آبدگری کوچکتری دارند CEC. در تمام خاکها تابع میزان رس، نوع رس، ماده آلی، pH و اکسیدهای آهن و آلومینیوم میباشد. علاوه بر تاثیر مواد آلی در ویژگیهای شیمیایی، از اثرات مهم این مواد تامین عناصر غذایی و برقراری توازن تغذیهای میباشد. عدم مصرف مواد آلی در اراضی زراعی باعث لطمات غیر قابل جبرانی در حاصلخیزی خاکها میشود. متأسفانه مصرف کودهای آلی در جامعه کشاورزی ما، تقریباً به پوته فراموشی سپرده شده است. علیرغم دشواریهای اجرایی، وزارت جهاد کشاورزی برای نیل به کشاورزی پایدار، در نظر دارد تهیه مواد آلی را مورد توجه و حمایت قرار دهد. خوشبختانه منابع تامین کودهای آلی در ایران دارای تنوع زیادی است و شامل کودهای حیوانی، کمپوست حاصل از بقایای شاخه و برگ گیاهان، کمپوست حاصل از تخمیر سیبوس برنج و کلش گندم، کمپوست حاصل از ضایعات کشت و صنعتهای تولید قارچخوراکی، از تخمیر سیبوس برنج و کلش گندم، کمپوست حاصل از ضایعات کشت و صنعتهای تولید قارچ خوراکی، کمپوست حاصل از ضایعات کارخانجات دخانیات و جای خشک کنی، کمپوست حاصل از ضایعات کارخانجات قند، کمپوست حاصل از تخمیر زبالههای شهری، شاخههای هرس شدهجای، خرما، کمپوست حاصل از تخمیر فاضلاب شهری، کمپوست حاصل از ضایعات حاصل از ضایعات نیشکر، کودهای آلی حاصل از ضایعات بسته و پودر استخوان و سایر مواد مشابه که علاوه بر اصلاح نسبت کربن به ازت، غلظت عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان زراعی را افزایش میدهد. در

جدول ۲ چند نمونه از مواد کودهای آلی با درصد عناصر غذایی موجود در آنها گنجانده شده است .

جدول ۲- درصد عناصر غذایی موجود در شماری از مواد و

کودهای آلی (بایوردی و همکاران، ۱۳۷۹)

منبع کود آلی	ازت	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	گوگرد	کلر
لجن فاضلاب فعال شده	۶/۰	۲/۲	—	۲/۵	۱/۵	۰/۴	۰/۵
خون خشک شده	۱۳/۰	—	—	۰/۵	—	—	۰/۶
آرد استخوان (خام)	۳/۵	۲۲/۰	—	۳۱/۵	۱/۰	۰/۲	۰/۲
آرد پوسته کاکائو	۲/۵	۱/۰	۳/۰	۱/۵	۰/۵	—	—
آرد پنبه دانه	۶/۶	۲/۵	۱/۵	۰/۵	۱/۵	۰/۲	—
پسمانده ماهی (اسیدی شده)	۵/۷	۳/۰	—	۸/۵	۰/۵	۱/۸	۰/۵
پسمانده ماهی (خشک شده)	۹/۵	۶/۰	—	۸/۵	۰/۵	۰/۲	۱/۵
کود زیاله خانگی	۲/۵	۱/۵	۱/۰	۴/۵	۰/۵	۰/۴	۱/۳
آرد پوست بادام	۷/۲	۱/۵	۱/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۸
آرد پوست بادامزمینی	۱/۲	۰/۵	۰/۸	—	—	—	—
بیت	۲/۷	—	—	۱/۰	۰/۵	۱/۰	۰/۸
آرد سویا	۷/۰	۱/۲	۱/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲	—
کود مایع، حیوانی	۷/۰	۱۰/۰	—	۱۵/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۷
ساقه توتون	۱/۵	۰/۵	۵/۰	۵/۰	۰/۵	۰/۴	۱/۲

۱۱ برقراری توازن تغذیه‌ای: باروری و حاصلخیزی یک خاک علاوه بر وابسته بودن به مقدار عناصر غذایی به توازن و تعادل آنها نیز شدیداً وابسته است. به طوری که در حالت عدم توازن و تعادل تغذیه‌ای، مصرف کودها نه تنها موثر واقع نمیشود، حتی در بعضی مواقع در جهت عکس عمل کرده و کشاورزان را متحمل ضررهای اقتصادی فراوانی میکنند. مثلاً در سطح ثابت K، افزایش کود ازتی نه تنها افزایش عملکردی را به دنبال نداشته بلکه در بعضی مواقع منجر به کاهش آن نیز شده است، لذا اهمیت توازن تغذیه‌ای در بعضی موارد و در مورد بعضی عناصر بیش از خود آنهاست بطوریکه متخصصین تغذیه اغلب برای آگاهی از وضعیت تغذیه‌ای گیاهان نسبتهای بین عناصر را به غلظت واحد آنها ترجیح میدهند، اما از طرفی هم ایجاد توازن تغذیه‌ای و مصرف متعادل کودهای شیمیایی کاری بسیار دشوار و وقتگیر است و نیازمند صدها آزمایش کودی در مناطق مختلف میباشد که غالباً هم به خاطر شرایط پیچیده خاک، نیاز و قدرت متفاوت گیاهان، رفتارهای متفاوت عناصر در خاک، عوامل متغیر محیطی و شرایط مدیریتی مزرعه نتایج مطلوبی نمیدهند. بنابراین استفاده از کودهای دامی که اکثریت عناصر مورد نیاز گیاهان را تقریباً به نسبتی که آنها جذب میکنند دارا هستند دامنه موفقیت را افزایش میدهند. چرا که در یک تن کود دامی خوب ۴ کیلوگرم N-3، ۳ کیلوگرم P2O5-3/5، ۴ کیلوگرم K2O-4، ۲ کیلوگرم Cao-2، ۵ کیلوگرم MgO-5/0، ۵ کیلوگرم گوگرد و به مقداری کمتر ریزمغذیها وجود دارد و خاک را در درازمدت در جهت تعادل پیش خواهد برد. بنابراین با افزودن ۳۰ تن کود دامی مرغوب به یک هکتار خاک زراعی حدود 120 کیلوگرم ازت، ۹۰ کیلوگرم فسفر، ۱۶۰ کیلوگرم پتاسیم و ... به خاک افزوده میشود که تقریباً با نیاز گیاهان مطابقت دارند و البته بسته به نوع خاک و گیاه بایستی کاستنرها را توسط کودهای شیمیایی جبران نمود.

۱۲ اثر مواد آلی بر خواص بیولوژیکی خاک: خاک یک محیط زنده است که بسته به نوع آن در هر سانتیمتر مکعب آن میلیونها موجود زنده از جمله قارچها، باکتریها و ... زندگی میکنند و مهمترین نقش را در تخریب و تحول مواد آلی در خاک بر عهده دارند و به مراحل هوموسی و معدنی شدن مواد آلی سرعت میبخشند.

با مطالعه بیولوژی ارگانسمهای خاک میتوان دریافت که با افزایش مواد آلی خاک، محیط جهت رشد آنها مساعدتر شده و بر جمعیت آنها افزوده میشود، طوری که هر چه مواد آلی خاک (تا حدی) افزایش یابد ارگانسمهای آن زیاد شده و خاک شکل زندهتری به خود میگیرد و هر چه خاک زندهتر باشد به دلایل زیر حاصلخیزتر خواهد بود:

تولید هوموس (هوموس به خاطر خواص کلونیدی یکی از ارکان حاصلخیزی خاک است.)

معدنی شدن و گردش سریع عناصر غذایی،

افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان به خصوص در مورد فسفر،

افزایش تثبیت ازت (باکتریهای آزاد-ریزوبیومها و ...)

کسیداسیون گوگرد و تبدیل آن به شکل قابل جذب ( $SO_2-4$ ) که این مسئله در خاکهای آهکی کشور ما اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد، چون که در این نوع خاکها به علت بالا بودن pH تیوباسیلوسها جمعیت کمی داشته و افزایش عنصری به خاکها اغلب بیشتر بوده و به شکل قابل جذب آن تبدیل نمیشود، لذا با وجود ماده آلی میکروارگانسمهای دیگر وارد عمل شده و در نتیجه گوگرد را به سولفات که قابل استفاده برای گیاهان است تبدیل مینمایند (Moody). (1994) در سطور گذشته راجع به اثرات مواد آلی به خواص سه گانه خاک بحث شد. حال این سؤال مطرح است که چه عواملی میزان مواد آلی خاک را کنترل میکنند؟

1- عوامل کنترلکننده ماده آلی در خاک: مقدار ماده آلی خاک به وسیله تعادل بین اضافه شدن مواد آلی گیاهی و جانوری و مقدار هدررفت و تجزیه آن کنترل میشود. مکانیسمهای اضافه شدن و کاهش یافتن ماده آلی به وسیله عوامل و فعالیتهای مدیریتی به شدت تحت کنترل قرار میگیرند. مقدار آب قابل دسترسی برای رشد گیاه اولین فاکتور کنترلکننده در تولید مواد گیاهی است. حاصلخیزی خاک و میزان دمای هوا دو عامل عمده دیگر به شمار میآیند. سرعت تجزیه ماده آلی در دمای نزدیک به صفر درجه خیلی پائین است اما با افزایش دما سرعت تجزیه ماده آلی به شدت افزایش مییابد. استرس و تنشهای اعمال شده و وجود مواد شیمیایی سمی در خاک میتوانند از عوامل محدودکننده تولید بیوماس گیاهی باشند. میزان شدت تابش نور خورشید، محتوی دیاکسید کربن در اتمسفر و رطوبت نسبی از عوامل کنترلی دیگر میباشند. مقدار ماده آلی که در خاک باقی میماند به جمعیت مصرفکننده هتروتروف وابسته است. مجموعه عملیات مدیریتی که موجب افزایش مقدار مواد آلی میشود شامل اقداماتی برای افزایش تولیدات گیاهی، جلوگیری از هدررفت و اقداماتی برای جلوگیری از تجزیه و تخریب سریع مواد آلی میشود که شامل موارد زیر میباشد:

1- افزایش عملکرد و تولیدات گیاه با اعمال:

آبیاری،

کوددهی مناسب و افزایش تولید بیوماس گیاهی،

استفاده از گیاهان پوشاننده (Cover crop) ،

بهبود و اصلاح زیستی گیاهان ایستا،

حیاء جنگلداری و

حیاء چمنزارها و مراتع .

2-افزایش فراهمی مواد آلی :

حفاظت از آتشفسوزی و عدم آتش زدن مزارع بعد از درو،

کنترل آفات، حشرات، جونندگان،

استفاده از کود دامی و فاضلاب غنی از کربن،

کنترل شخم،

استفاده کنترل شده گیاهان به منظور چرا در موقع مقتضی و

ممانعت از چرای بیرویه .

3-کاهش تجزیه یا تخریب ماده آلی:

کاهش یا حذف شخم غیر ضروری،

استفاده از گیاهان پوشاننده (Cover crop) و

نگهداری حالت اشباع خاک در برخی موارد خاص، هر چند ممکن است باعث برخی مشکلات دیگر شود (White) . (1997)

11مروری بر کودهای آلی: تاکنون در مورد اهمیت ماده آلی در خاکها بحث و گفتگو شد، در ایجاد مروری بر منابع کودهای آلی و انواع آن ضروری به نظر میرسد.

کودهای آلی شامل کودهای حیوانی، سبز، ضایعات کشاورزی و زباله شهری (کمیوست) میشوند .

- کودهای دامی: کودهای دامی یا حیوانی را سرگین و گمیز دامها و گاه و کلشی که برای تهیه بیستر آنها به کار میرود، تشکیل میدهند، این کود شامل دو بخش مایع و جامد میباشد که از لحاظ وزنی، تولید کود اصطیلبی جامد سه برابر مقدار مایع آن است. حدود نیمی از ازت و پتاسیم و تمام فسفر کود اصطیلبی در قسمت جامد آن متمرکز شده است، ولی از آنجا که فضولات دامی دارای مقدار زیادی ازت قابل جذب است، این مواد دارای جنبه اقتصادی با ارزش میباشد و به همین دلیل کودهای حیوانی باید پیش از خشکیدن در کشتزار پخش و در خاک دفن شوند تا ازت آنها به صورت آمونیاک به هدر نرود .

جدول ۳- ترکیب متوسط کودهای مختلف دامی (Antoun)، (1982)

کود گاوی					
	گوسفندی				
ازت (N)	درصد	۲/۲۳	۳/۰۹	۳/۶۲	۳/۶۱
فسفر (P)	درصد	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۶۸	۱/۹۹
پتاسیم (K)	درصد	۱/۳۷	۱/۳۷	۲/۹۷	۱/۶۶
کلسیم (Ca)	درصد	۱/۴۲	۰/۳۲	۱/۸۱	۷/۰۹
منیزیم (Mg)	درصد	۰/۴۴	۲/۳۰	۰/۴۷	۰/۸۹
سدیم (Na)	درصد	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۳۶
گوگرد (S)	درصد	۰/۴۰	۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۶۱
روی (Zn)	میلیگرم در کیلوگرم	۲۰۹/۸۵	۱۵۴/۹۱	۱۵۴/۹۱	۴۶۸/۳۱
مس (Cu)	میلیگرم در کیلوگرم	۵۴/۷۸	۶۱/۶۷	۶۱/۶۷	۱۲۴/۹۲
منگنز (Mn)	میلیگرم در کیلوگرم	۲۳۸/۱۸	۴۰۲/۹۴	۴۰۲/۹۴	۵۲۸/۳۹
آهن (Fe)	میلیگرم در کیلوگرم	۱۸۵۶/۱۳	۶۱۹۳/۱۰	۶۱۹۳/۱۰	۱۶۸۱/۲۲
ماده آلی	درصد	۸۵/۱۹	۷۹/۸۵	۷۷/۳۰	۷۳/۶۳
ماده خشک	درصد	۲۰/۰۹	۳۴/۲۶	۳۰/۳۲	۴۸/۴۱
EC	دسیزیمنس بر متر	۱۹/۷۴	۱۵/۸۰	۱۵/۸۰	۴۶/۰۰
PH	-	۷/۵	۷/۳۰	۸/۰	۷/۵

با ملاحظه جدول ۳ و ارزیابیهای مشابه میتوان گفت که کود مرغی از نظر عناصر N, P, Ca, Mg, Na و S از قویترین کودهاست. کود گوسفندی هم از نظر N مشابه کود مرغی ولی از نظر K غنیتر از آن میباشد در مجموع میتوان در میان کودهای دامی متداول ترتیب: کود مرغی < کود گوسفندی < کود گاوی را از نظر غنای عناصر مورد نیاز گیاهان قائل شد. طوری که از نظر ریز مغذیها هم عناصر Zn, Cu و Mn کود مرغی غنی بوده و عنصر آهن هم در کود اسبی بالاترین مقدار



را دارد و در این میان کود گاوی حالت بینابین را داراست. بیشتر محققان این اختلافات را به نوع تغذیه حیوانات ربط می‌دهند و بر این باورند که علفخشک، سیلو، علف تازه و غده‌ها غنی از پتاسیم هستند و تغذیه با آنها موجب زیاد شدن K در کود دامی میشود، دانه‌ها و بذرها هم محتوی ازت و فسفر زیادند، به همین دلیل هم کودهای مرغی (به علت تغذیه طیور از دانه) محتوی ازت و فسفر بالایی هستند. البته قابلیت جذب هر یک از عناصر غذایی در کودهای دامی را نباید از نظر دور داشت و علاوه بر مقدار مطلق آنها باید این عامل را نیز در بیلان غذایی دخیل دانست. بطوریکه مقدار P و K را تقریباً میتوان صددرصد در بیلان قرار داد. در صورتی که این مطلب برای ازت صادق نیست. در کودهای دامی سه فراکسیون مختلف ازت تمیز داده میشود :

زتی که مستقیماً قابل جذب است مانند ازت معدنی و اوره.

زتی که به آهستگی قابل جذب میشود مانند پروتئینها و اسیدهای آمینه و

زتی که عملاً غیر قابل جذب است مانند ازتی که در ساختمان مواد آلی سخت تجزیه شونده وارد شده‌اند .

فراکسیون ازتی که به آسانی قابل جذب است در کود دامی برابر ۱۰ درصد و در کود دامی مایع تقریباً برابر ۵۰ درصد است و تاثیر آن تقریباً سریع و مشابه کودهای ازتی معدنی میباشد. اما ازت آلی کودهای دامی به سختی قابل جذب گیاه هستند و بیشتر در ساختمان اسیدهای فولویک، هومیک و هومینها یافت میشوند. در حالت کلی فقط ۵۰ درصد ازت موجود در کود دامی را میتوان در بیلان کودی منظور کرد. در این رابطه باید زمان مصرف کود و سرعت به زیر خاک بردن آن نیز مورد توجه قرار گیرد. به طوریکه افت ازت در صورت به زیر خاک بردن کود دامی برابر ۱۰ درصد و در صورتی که به زیر خاک برده نشوند برابر 40-90 درصد آمونیاک موجود است که این عمل از طریق متصاعد شدن آمونیاک حاصل میشود. بنابراین در یک مدیریت کودی صحیح باید تمام عوامل ذکر شده بالا را در نظر داشت و با توجه به نوع گیاه- تجزیه خاک و نوع کود دامی کم و کاستهای کود دامی را از کودهای شیمیایی جبران کرد طوری که امروزه برای رسیدن به عملکردهای بالا مخصوصاً در واریتهای پر محصول چارهای جز مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی نیست چرا که کودهای آلی با توجه به سرعت کم معدنی شدن نمیتوانند تمام نیاز غذایی گیاهان پر محصول را تامین نمایند و استفاده مطلق هم از کودهای شیمیایی، خاک را در جهت تخریب و پسرفت حاصلخیزی سوق خواهد داد. بهتر است در مزارع از کودهای دامی پوسیده استفاده کرد چرا که استفاده از کودهای دامی تازه علاوه بر افزایش علفهای هرز و بیماریها، گیاهان را در اوایل رشد با کمبود ازت (زردی عمومی مزرعه) مواجه میسازند. لذا توصیه میشود حتیالامکان در این حالت همراه ماده آلی از کودهای ازتی استفاده نمایند و برای رهایی از خطر بیماریها و علفهای هرز بهتر است کودهای دامی را به مدت ۶-3 ماه در شرایط مناسب نگه داشت تا در اثر تولید حرارت اکثریت این عوامل از بین بروند .

2- کود سبز : کشاورزان سالیان مدیدی است که با چگونگی تهیه کودهای سبز آشنایی دارند و معمولاً در سالهای گذشته که کشاورزی به این حد متمرکز نبود و بشر ینقدر خاک را تحت فشار قرار نداده بود با این مسئله و رعایت آیش، انس بیشتری داشت. در هر حال کود سبز از کشت گیاهان علوفهای با رشد سریع به ویژه از خانواده بقولات و زیر خاک کردن محصول سبز به دست میآید. به علت قابلیت زیاد تجزیه و تخریب این مواد، مقدار هوموس حاصله از کود سبز تا حدودی تحتالشعاع سایر محاسن قرار میگیرد. فواید بسیاری برای دادن کودهای سبز به خاک قابل شده‌اند که مهمترین آنها افزایش مواد آلی، افزودن خاک، ازدیاد فعالیتهای زیستی و بالاخره نگهداری و قابل جذب نگهداشتن عناصر غذایی خاک میباشد. یک هکتار کود سبز معمولاً بین ۵۰-۲۵ تن شاخ و برگ و انساج گیاهی تازه را وارد خاک میکند که این خود برابر با ۲۰-۱۰ تن کود حیوانی بوده و میتواند بین ۲-۱ تن هوموس به خاک بیفزاید که در صورت کمبود کود دامی یکی از بهترین راههای

جبران تلفات مواد آلی خاک دادن کود سبز میباشد. در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات به عنوان کود سبز استفاده میشود که در این میان معمولاً نزدیک به ۲۰۰ کیلوگرم ازت هوا به وسیله غدهها در ریشههای یونجه، ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ریشههای شبدر و نصف این مقدار در سویا تثبیت میشود. شبدر بین ۲/۵-۲ درصد ازت در شاخ و برگ و غدهخود دارد بنابراین هنگامی که یک هکتار از این گیاه در خاک برگردانده شود نزدیک به ۱۰۰-۸۰ کیلوگرم ازت به خاک افزوده میشود. پیامد افزایش کود سبز تشدید فعالیت میکروبیهای مفید خاک میباشد که این خود تصعید گازکربنیک و آزاد شدن نیترات و دیگر ترکیبات غذایی را باعث میشود. میکروبیهای مانند ازتوباکتر که ازت خاک را زیاد میکنند حساسیتی فوقالعاده به مقدار کربن خاک دارد، هر چه مقدار این ماده بیشتر باشد فعالیت آنها نیز فراوانتر خواهد بود. کودهای سبز به خاطر دارا بودن رویش فوقالعاده و ریشههای قوی میتوانند مقدار زیادی از عناصر محلول را که در شرایط عادی بر اثر شستشو به اعماق پایین خاک حرکت دادهاند جذب خود کنند و با تجزیه و تحلیل سریع خود در زیر خاک آنها را در افقهای سطحی در اختیار زراعت بعدی قرار دهند. همچنین این گیاهان قادرند از فسفاتهای غیر محلول پتاسیم تثبیت شده و عناصر کممصرف، تا حدی زیاد استفاده کنند. بنابراین برگرداندن این گیاهان به خاک علاوه بر بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و زیستی سبب تسهیل آزاد شدن عناصر غذایی پرمصرف و کممصرف میشود. لازم به ذکر است در مناطقی که برای افزایش مواد آلی خاک از کاه و کلش استفاده میشود چرا که کربن بالای کلش موجب تثبیت شدید ازت معدنی میشود و قابلیت جذب ازت در خاک را شدیداً کاهش میدهد به همین دلیل توصیه میشود با استعمال کودهای کلشی همیشه مقداری ازت اضافی به خاک داده شود و در خاکهایی که از نظر ازت مخصوصاً نیترات فقیر هستند برای هر ۱۰۰ کیلوگرم کلش یک کیلوگرم ازت توصیه میشود. تاثیر مثبت کوددهی با کلش در مقدار کربن آلی خاک بستگی زیادی به قابلیت ازت خاک دارد به طوریکه بوش و گوستر (1985) توانستند با آزمایشهای درازمدت خود نشان دهند که ازدیاد کربن آلی در خاک با استفاده از کودهای ازتی همراه کلش افزایش مییابد. بدینوسیله معلوم میگردد که ایجاد مواد آلی در خاک نه فقط به کربن آلی بلکه به ازت نیز نیازمند است. اما شدت تجزیه مواد آلی در خاک به مقدار لیگنین آنها بستگی دارد. به طوریکه ۵۰ درصد کود دامی، ۶۰ درصد کلش و ۸۰ درصد مواد سبز گیاهی .