فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول- مقدمه ۶

۱-۱ کلیات ۶

۱-۲ اهداف اصلی ۷

۱-۳ ارائه فرضیات ۷

۱-۴ ساختار پایان‌نامه ۸

فصل دوم- بررسی منابع ۹

۲-۱ معرفی ۹

۲-۲ تاریخچه ۹

۲-۳ گیاهشناسی ۱۰

۲-۴ اکولوژی ۱۰

۲-۴-۱ آب و هوا ۱۰

۲-۴-۲ خاک ۱۱

۲-۵ ترکیبات شیمیایی ۱۱

۲-۶ خواص و سنتز مواد ۱۲

۲-۷ موسیلاژ در اسفرزه ۱۲

۲-۸ استفاده دارویی ۱۳

۲-۹ کاربرد صنعتی موسیلاژ ۱۳

۲-۱۰ کود ۱۴

۲-۱۰-۱ کود شیمیایی ۱۴

۲-۱۰-۲ کود گاوی ۱۵

۲-۱۱ اثر کود شیمیایی بر ویژگی‌های خاک و گیاهان ۱۸

فصل سوم- مواد و روش‌ها ۲۴

۳-۱ مشخصات آب و هوایی منطقه ۲۴

۳-۲ مشخصات خاک و کود گاوی ۲۴

۳-۳ طرح آزمایشی و تیمارها ۲۵

عنوان صفحه

۳-۴ عملیات زراعی ۲۶

۳-۵ صفات مورد مطالعه ۲۶

۳-۶ محاسبات آماری ۲۷

فصل چهارم- نتایج و بحث ۲۸

۴-۱ ویژگی‌های آب و هوایی منطقه ۲۸

۴-۲ ویژگی‌های خاک و کود مورد استفاده ۲۹

۴-۳ ویژگی‌های کمی گیاه اسفرزه ۳۰

۴-۳-۱ تعداد پنجه در بوته ۳۰

۴-۳-۲ ارتفاع بوته ۳۱

۴-۳-۳ تعداد سنبله در بوته ۳۲

۴-۳-۴ طول سنبله ۳۳

۴-۳-۵ تعداد دانه در سنبله ۳۴

۴-۳-۶ وزن هزار دانه ۳۵

۴-۳-۷ عملکرد دانه ۳۵

۴-۳-۸ زیست‌توده اندام هوایی ۳۶

۴-۳-۹ شاخص برداشت ۳۸

۴-۴ ویژگی‌های کیفی دانه اسفرزه ۳۸

۴-۴-۱ درصد موسیلاژ ۳۸

۴-۴-۲ عملکرد موسیلاژ ۳۹

۴-۴-۳ فاکتور تورم بذر ۳۹

۴-۴-۴ نیتروژن دانه ۴۰

۴-۴-۵ فسفر دانه ۴۲

۴-۴-۶ پتاسیم دانه ۴۴

۴-۵ کارایی مصرف نیتروژن ۴۶

۴-۵-۱ کارایی زراعی نیتروژن ۴۶

۴-۵-۲ کارایی فیزیولوژیک نیتروژن ۴۶

۴-۵-۳ کارایی بازیافت نیتروژن ۴۶

عنوان صفحه

۴-۶ کارایی اقتصادی کوددهی ۴۹
نتیجه‌گیری ۵۰
پیشنهادات ۵۱
پیوست۱- ضرایب همبستگی ماده خشک و عملکرد دانه با صفات کمی و کیفی اسفرزه ۵۲
پیوست۲- ضرایب همبستگی ماده خشک و عملکرد دانه با غلظت و جذب عناصر اسفرزه ۵۳
منابع ۵۴

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۳-۱ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی قبل از انجام آزمایش ۲۵
جدول ۳-۲ برخی مشخصات کود گاوی مورد استفاده ۲۵
جدول ۴-۱ نتایج تجزیه واریانس تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد سنبله نابارور، تعداد سنبله بارور، تعداد کل سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه تحت تیمارهای مختلف کودی ۳۱
جدول ۴-۲ نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد دانه، زیست‌توده اندام هوایی، شاخص برداشت دانه، درصد موسیلاژ، عملکرد موسیلاژ و فاکتور تورم اسفرزه تحت تیمارهای مختلف کودی ۳۶
جدول ۴-۳ تجزیه واریانس غلظت و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم تحت تیمارهای مختلف کودی ۴۱
جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس کارایی زراعی نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی بازیافت نیتروژن اسفرزه تحت تیمارهای مختلف کودی ۴۷
جدول ۴-۵ جنبه‌های مختلف کارایی اقتصادی کوددهی یک هکتار اسفرزه ۴۹

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۴-۱ میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهیانه در نیمه اول سال ۱۳۹۰ و در دوره ۵ ساله از سال ۱۳۸۹-۱۳۸۵ ..... ۲۹

شکل ۴-۲ بارندگی ماهیانه در نیمه اول سال ۱۳۹۰ و در دوره ۵ ساله از سال ۱۳۸۹-۱۳۸۵..... ۲۹

شکل ۴–۳ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر تعداد پنجه در بوته (الف) و ارتفاع بوته (ب) اسفرزه ۳۱

شکل ۴–۴ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر تعداد سنبله بارور در بوته (الف)، تعداد سنبله نابارور (ب) و تعداد کل سنبله در بوته (ج) اسفرزه ۳۳

شکل ۴–۵ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر طول سنبله (الف) و دانه در سنبله (ب) اسفرزه ۳۴

شکل ۴-۶ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر وزن هزار دانه (الف)، عملکرد دانه (ب) و زیست‌توده اندام‌های هوایی (ج) اسفرزه ۳۷

شکل ۴–۷ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر شاخص برداشت دانه (الف)، درصد موسیلاژ (ب)، عملکرد موسیلاژ (ج) و فاکتور تورم (د) اسفرزه ۴۰

شکل ۴-۸ اثرات کوددهی بر غلظت نیتروژن (الف) و جذب نیتروژن (ب) دانه اسفرزه ۴۲

شکل ۴-۹ اثرات کوددهی بر غلظت فسفر (الف) و جذب فسفر (ب) دانه اسفرزه ۴۴

شکل ۴-۱۰ اثرات کوددهی بر غلظت پتاسیم (الف) و جذب پتاسیم (ب) دانه اسفرزه ۴۵

شکل ۴–۱۱ اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر کارایی زراعی نیتروژن (الف)، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (ب) و کارایی بازیافت نیتروژن (ج) اسفرزه ۴۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱ کلیات

از اواسط قرن بیستم به دنبال مشخص شدن عوارض سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی و داروهای گیاهی در بسیاری موارد جایگزین داروهای شیمیایی شدند (لطفی و همکاران، ۱۳۸۷). این گیاهان از منابع ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران نیز می‌باشند که زراعت آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی، جلوگیری از فرسایش ژنتیکی گونه‌های دارویی ارزشمند به علت برداشت غیراصولی آن‌ها از رویشگاه‌های طبیعی و صادرات غیر نفتی داشته باشد. از طرفی، گرایش روزافزون به سمت طب گیاهی در درمان بیماری‌ها چه در سطح جهانی و چه در داخل کشور لزوم کشت انواع گیاهان دارویی را نیز اجتناب ناپذیر می‌نماید (موسوی و همکاران، ۱۳۹۰).

اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk) متعلق به تیره بارهنگ (*Plantaginaceae*) به‌صورت خودرو بومی ایران بوده و دانه (حاوی ۳۰-۱۰ درصد موسیلاژ) آن به‌خاطر داشتن لعاب، اثر ملینی دارد که برای التیام زخم‌ها، آبسه‌ها و رفع تورم چشم استفاده می‌شود (خندان و همکاران، ۱۳۸۴). به‌علاوه موسیلاژ آن برای درمان سینه‌درد، سرفه، رماتیسم و نقرس، کاهش کلسترول خون، رفع یبوست، ناراحتی‌های مثانه و مجاری ادراری و کلیه‌ها به‌کار می‌رود (قاسمی سیانی، ۱۳۸۹). پوست دانه این محصول در درمان اختلالات روده و معده ارزش دارویی دارد (مادور و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین اهمیت این محصول حاکی از لزوم کشت آن در سیستم‌های زراعی است.

رشد گیاهان بیش از هر عنصر دیگری به نیتروژن وابسته است و کمبود این عنصر بیش از هر عنصر دیگری، محدودکننده تولید محصول می‌باشد (اودلار و همکاران، ۲۰۰۷). در کشاورزی رایج، منبع تأمین کننده‌ی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کودهای شیمیایی هستند که در تولید آنها از منابع تجدیدناپذیر انرژی‌های فسیلی یا منابع معدنی استفاده می‌شود که هر دو از منابع غیر قابل تجدید هستند (پیمنتل و دازنگ، ۱۹۹۰). جهت تولید کودهای شیمیایی، انرژی سوختی زیادی مصرف می‌شود و نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به آسانی توسط آبشویی نیترات و فرآیند نیتراتزدایی از خاک خارج شده و در نتیجه باعث اتلاف انرژی و هزینه‌های مصرفی می‌شوند (ویلکینز، ۲۰۱۰). در این راستا، در سال‌های اخیر به دلیل افزایش هزینه‌ی کودهای شیمیایی و مشکلات زیست‌محیطی، کودهای دامی جهت رفع نیاز تغذیه‌ای گیاهان و اصلاح خاک مورد توجه قرار گرفته است (علیزاده، ۱۳۸۹). کودهای دامی یک منبع بیولوژیکی با ارزش هستند که دارای مزایای مثبت اکولوژیکی و محیطی می‌باشند (فلاح و همکاران، ۱۳۸۶). علاوه بر اثرات مثبت زیست-محیطی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت اینکه مواد غذایی موجود در آن‌ها به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، آلودگی کمتری در محیط‌زیست ایجاد می‌کنند (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲). کاربرد کود دامی در خاک باعث افزایش ماده آلی خاک، افزایش خاکدانه‌سازی و بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، افزایش زیست توده میکروبی و با فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز خصوصاً نیتروژن و فسفر باعث افزایش حاصلخیزی خاک شده و رشد محصول را زیاد کرده و در نتیجه کارایی مصرف آب و نیتروژن را ارتقا می‌دهد (فلاح و همکاران، ۱۳۸۶؛ اودلار و همکاران؛ ۲۰۰۷).

توسعه گیاه دارویی اسفرزه در مقیاس وسیع، زمانی میسر خواهد بود که مطالعات دقیق و جامعی در خصوص اثرات فاکتورهای زراعی به‌خصوص تغذیه بر عملکرد و میزان ماده مؤثره آن صورت پذیرد و در این زمینه توجه به نوع منبع تغذیه‌ای غیر شیمیایی برای نیل به عملکرد پایدار و حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک می‌تواند راهکار مناسبی باشد. از این رو، در این پژوهش اثرات مقادیر مختلف کود گاوی و اوره بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲ اهداف اصلی:

اهداف کلی آزمایش را به طور خلاصه می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

۱-۲-۱ تعیین مقدار کود آلی و یا شیمیایی مورد نیاز برای تولید مطلوب اسفرزه.

۱-۲-۲ بررسی تأثیر جایگزینی کود شیمیایی اوره با کود گاوی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه.

۱-۳ ارائه فرضیات:

در این بررسی فرضیات صفر ذیل مورد آزمون قرار گرفت:

H_0: عملکرد گیاه اسفرزه به مقدار کود آلی و یا شیمیایی واکنش نشان نمی‌دهد.

H_0: عملکرد کمی و کیفی اسفرزه در شرایط استفاده از مقادیر مختلف کود گاوی و اوره یکسان است.

۱-۴ ساختار پایان‌نامه

پس از ارائه کلیاتی در فصل اول، سه فصل دیگر به ترتیب با عنوان بررسی منابع، مواد و روش‌ها و نتایج و بحث و در آخر فهرست منابع مورد استفاده مشاهده می‌شود. فصل دوم مشتمل بر سه بخش اصلی می‌باشد، به‌طوری که در بخش اول به ترتیب به معرفی، تاریخچه، زراعت و جنبه دارویی گیاهان اسفرزه پرداخته شده است. در بخش دوم ابتدا در مورد کود شیمیایی و کود دامی توضیحاتی ارائه شده است و ارزش عناصر غذایی این منابع کودی به خصوص از لحاظ عنصر نیتروژن مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش سوم نیز مواردی از تحقیقات انجام شده قبلی که اثر کود شیمیایی، کود گاوی یا کودهای آلی دیگر بر ویژگی‌های رشد، عملکرد، جذب و کارایی عناصر را در گیاهان مورد بررسی قرار داده بودند، ارائه شده است. فصل سوم مشتمل بر چهار بخش اصلی می‌باشد. در بخش اول محل آزمایش تشریح شده است و در بخش دوم محل اجرای آزمایش و نحوه اجرای طرح آزمایشی ارائه گردید. در بخش سوم اندازه‌گیری صفات مورد نظر و در بخش چهارم به روش تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شد. فصل چهارم شامل نتایج آزمایشات انجام شده است که برای صفات رشدی گیاه (ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله)، اجزای عملکرد (تعداد سنبله بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه)، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده اندام هوایی و صفات کیفی دارویی (درصد موسیلاژ و تورم بذر)، غلظت و جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کارایی مصرف نیتروژن جداول تجزیه واریانس و شکل‌های مربوطه ارائه شده است و به تفکیک بحث مورد نیاز و مقایسه با نتایج دیگران نیز در این فصل انجام شده است. در انتهای فصل چهارم نتیجه‌گیری کلی از آزمایش و پیشنهاداتی در راستای تکمیل نتایج این مطالعه ارائه گردیده است.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ معرفی

اسفرزه گیاهی دو لپه از خانواده بارهنگ است و به دلیل به‌کارگیری دانه و پوسته آن جهت تولید ترکیبات مختلف شیمیایی در داروسازی از گیاهان دارویی ارزشمند جهان محسوب می‌شود (آستارایی، ۱۳۸۵). موسیلاژ در همه قسمت‌های گیاه یافت می‌شود ولی در دانه‌های گیاهی، مقدار و تنوع بیشتری دارد. این مواد لعابی در داروسازی و صنایع غذایی استفاده زیادی داشته و به‌علاوه در تهیه فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی هم مصارف زیادی دارد (بقالیان، ۱۳۷۸).

۲-۲ تاریخچه

هرچند گیاه اسفرزه در فلور ایران پراکنش طبیعی دارد اما قدمت کشت و کار تجاری گیاه اسفرزه به شبه قاره هند برمی‌گردد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲) و در حال حاضر هندوستان بزرگترین صادرکننده بذر این محصول در دنیا می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۰). این گیاه به‌صورت خودرو در نواحی خشک گجرات و غرب هند رشد می‌نماید اما به تازگی افزایش تقاضا موجب گسترش کشت آن به مناطق راجستان و مادهاپرادش شده است (مندال و همکاران، ۲۰۰۸). بین گونه‌های جنس *Plantago*، اسفرزه (*P.ovata*)

موسیلاژ بیشتری تولید می‌کند و با توجه به ویژگی‌های رشد آن می‌تواند جهت کشت در شرایط ایران مناسب باشد (دری و صالحی، ۱۳۸۸).

۲-۳ گیاهشناسی

اسفرزه با نام علمی *Plantago ovata* Forssk و نام انگلیسی Flea wort از جنس *Plantago* متعلق به تیره بارهنگ (*Plantaginaceae*) و راسته (*Lamial*) می‌باشد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲). حدود ۲۰۰ گونه از این جنس به طور گسترده در سراسر مناطق معتدل جهان توزیع شده است (گوا و همکاران، ۲۰۰۹). نام Plantago از کلمه لاتین Planta گرفته شده است که به معنی " Sole " (کف پا) می‌باشد به این علت که برگ‌های این گیاه همانند کف پای انسان است (عسکری و همکاران، ۱۳۸۷). نام‌های متداول *Plantago ovata* Forssk شامل پسیلیوم بور، اسفرزه هندی، Ispaghula (به معنی " گوش اسب در هند") و Spagel می‌باشد (گوا و همکاران، ۲۰۰۹). این گیاه عمدتاً در هند، پاکستان، ایران و جنوب اروپا (صفایی خرم و همکاران، ۱۳۸۹) و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶-۲۶ درجه شمالی رشد می‌کند (کریم‌زاده و امیدبیگی، ۲۰۰۴). اسفرزه گیاهی علفی و یکساله است، ارتفاع آن به شرایط اقلیمی محل رویش گیاه و نوع بذر بستگی دارد. ارتفاع گیاهان خودرو بین ۳ تا ۱۵ سانتی‌متر و گاهی به ۲۰ سانتی‌متر می‌رسد، در حالی‌که ارتفاع گیاهان کشت شده بین ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر است. پیکر این گیاه، از کرک‌های غده‌ای کوتاه پوشیده شده است (امیدبیگی، ۱۳۸۸). برگ‌ها به صورت متناوب بر روی ساقه قرار گرفته‌اند. تعداد برگ‌ها متفاوت، بین ۸۶-۴۰ عدد و به طول ۲۵-۶ سانتی‌متر و عرض ۱/۹-۰/۳ سانتی‌متر می‌باشند. سطح برگ صاف و یا کمی زهاری است (کریم‌زاده و امیدبیگی، ۲۰۰۴). گل آذین گیاه به صورت سنبله‌های استوانه‌ای یا تخم‌مرغی شکل و به طول ۶-۵/۶ سانتی‌متر می‌باشد. گل‌ها روی سنبله در چهار ردیف مارپیچی قرار گرفته‌اند. تعداد کاسبرگ‌ها چهار عدد، به صورت مقعر، بدون کرک و بیضوی و گلبرگ‌ها نیز چهار عدد، بدون کرک و سفید رنگ می‌باشند (کریم‌زاده و امیدبیگی، ۲۰۰۴). روی هر سنبله ۴۵ تا ۷۰ گل کوچک قرار دارد. گیاه اسفرزه خودگشن بوده، گل‌ها دو جنسی‌اند و جام گل چهار دانه دارد. میوه کپسول، شکوفا و کم و بیش به شکل قایق است که محتوی دانه‌های کوچکی به رنگ قهوه‌ای روشن و با کناره‌هایی به رنگ قهوه‌ای سیر و براق به طول ۲ تا ۳ میلی‌متر و به ضخامت ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. وزن هزار دانه ۱ تا ۱/۵ گرم است. گیاه اسفرزه دارای عدد کروموزومی ۲n=۸ می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۸۸).

۲-۴ اکولوژی

۲-۴-۱ آب و هوا

گیاه اسفرزه برای رشد مطلوب نیاز به آب و هوای معتدل و خنک دارد، به طوری که در مناطق گرمسیری نظیر هند و استرالیا، کشت آن به ماه‌های خنک‌تر سال یعنی آبان، آذر، اسفند و فروردین موکول می‌گردد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲). این گیاه در بیشتر دوره رشد به اقلیم خشک و خنک نیاز داشته و شرایط اقلیمی در مرحله آخر رشد به میزان زیادی روی عملکرد دانه تأثیر دارد (بورد، ۲۰۰۲). درجه حرارت‌های بالا پس از کاشت، سبب کاهش جوانه‌زنی بذور (ابراهیم‌زاده معبود و همکاران، ۱۳۷۷) و کاهش استقرار گیاه می‌گردد (مک‌نل، ۱۹۸۹). به نظر می‌رسد تفاوت دمای شب و روز به هنگام جوانه‌زنی بذر به آن آسیب برساند

(ابراهیم‌زاده معبود و همکاران، ۱۳۷۷). نود درصد بذور در دمای ۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد سبز می‌شوند، با افزایش درجه حرارت رویش بذر کاهش می‌یابد، به طوری که در ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد رویش به ترتیب ۴۳ و ۵۵ درصد کاهش می‌یابد (امیدبیگی، ۱۳۸۸). مقدار بذر مورد نیاز برای کاشت هر هکتار، از ۴ تا ۱۰ کیلوگرم بسته به سیستم کاشت (سنتی تا مکانیزه) متغیر است. این محصول به یک تا دو بار وجین در طول دوره رشد نیاز دارد. طول دوره رشد این گیاه، کوتاه بوده و بسته به شرایط اقلیمی بین ۹۰ تا ۱۲۰ روز می‌باشد (بورد، ۲۰۰۲). در طی دوره رشد شبهای خنک (دمای پایین)، رشد و عملکرد دانه را افزایش و دمای بالای شبانه رشد گیاه و تعداد گل‌ها را کاهش می‌دهد. روزهای آفتابی و هوای صاف و گرم به‌خصوص طی دوره رسیدن و فصل برداشت لازم می‌باشد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲). زمان برداشت از تغییر رنگ سنبله‌ها مشخص می‌گردد. معمولاً مرحله رسیدگی بذور زمانی است که فشار دادن خوشه گیاه بین انگشتان منجر به آزاد شدن بذور شود (بورد، ۲۰۰۲). اسفرزه نیاز آبی متوسطی داشته و سیستم ریشه آن کم و سطحی بوده و ۵ تا ۶ آبیاری سبک برای حصول عملکرد مناسب، کافی است (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۴-۲ خاک

خاک مطلوب رویش اسفرزه، لومی شنی تا لومی با زهکشی خوب است که pH آن حدود ۷ الی ۸ باشد. در خاک‌هایی که از نظر نیتروژن چندان غنی نیستند ولی دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای پتاسیم می‌باشند، اسفرزه رشد قابل توجهی دارد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲). خاک‌های سنگین با زهکشی ضعیف و خاک‌های شور برای کشت این گیاه مناسب نیست (بورد، ۲۰۰۲). اسفرزه به مواد غذایی کم نیاز داشته و ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به عنوان کود پایه در آخرین شخم برای آن کفایت می‌نماید. معمولاً ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، ۳۰ روز بعد از کاشت به صورت سرک به مزرعه اسفرزه داده می‌شود (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۵ ترکیبات شیمیایی

دانه و برگ‌های اسفرزه حاوی تانن بوده و همچنین سرشار از ماده لعابی به نام موسیلاژ است (امیدبیگی، ۱۳۸۸). دانه اسفرزه حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات آلبومینی، یک گلوکوزید غیرفعال دارویی به نام آکوبین و قند پنتوز (افشارمنش و همکاران، ۱۳۸۷)، هیدروکلوئید، پروتئین و چربی (امیری عقدایی و همکاران، ۱۳۸۹)، سلولز و نشاسته (حسینی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۵)، روغن، استیگما استرول-کامپسترول، سیتواسترول، پلانتئوز (تری‌ساکارید)، آمیرین، تری‌ترپن، گلوکز، فروکتوز، ساکارز و اسیدهای چرب مانند لینولئیک، اولئیک، پالمتیک، استئاریک، لینولنیک و لیگنوسرلیک (تبریزی، ۱۳۸۳) می‌باشد. موسیلاژ دانه (در مقایسه با سایرین) دارای قدرت سوسپانسیونی و امولسیونی بهتری در مقایسه با تراگاکانت و متیل سلولز است (لیبستر، ۲۰۰۲). دانه بدون پوست گونه اواتا دارای میزان کمی روغن غنی از اسیدهای چرب آزاد، استرول‌ها و هیدروکربن‌های سازنده روغن غیرخوراکی می‌باشد. بخش فاقد روغن (روغن‌گیری شده) حاوی مقادیر زیادی پروتئین همراه با آلبومین و لیزین فراوان و متیونین در حد متوسط است (چاکرابورتی و پاتل، ۱۹۹۲) و موسیلاژ برگ نیز حاوی ترکیباتی از قبیل پلی‌ساکاریدهای رامنوز، ال-آرابینوز، مانوز، گالاکتوز و دکستروز می‌باشد

(درماردروسیان، ۲۰۰۱). دانه اسفرزه دارای ۶/۸۵ درصد خاکستر، ۷/۸ درصد پروتئین، ۲۳/۵ درصد فیبر خام و ۵۰/۶۵ درصد کربوهیدرات می‌باشد (آنونیمس، ۲۰۰۱).

۲-۶ خواص و سنتز مواد

هیدروکلوئیدهای پلی‌ساکاریدی از غنی‌ترین و قدیمی‌ترین ذخایر شناخته شده پلیمری به شمار می‌روند و در دو گروه بزرگ صمغ‌ها و موسیلاژها و یک گروه کوچکتر به نام پکتین مورد مطالعه قرار می‌گیرند. موسیلاژها از روی خاصیت حلالیت صمغ‌ها در آب متمایز می‌گردند زیرا موسیلاژها در آب حل می‌شوند و مانند صمغ‌ها به صورت توده‌ای در آب در نمی‌آیند. برخی نیز برای تمایز بین این دو معتقدند که موسیلاژها از ترکیبات فیزیولوژیک گیاهان هستند ولی صمغ‌ها جزء ترکیبات پاتولوژیک می‌باشند (بقالیان، ۱۳۷۸). صمغ‌ها خاصیت چسبندگی داشته و موسیلاژها خاصیت ژله‌ای دارند. قندهای حاصل از موسیلاژ، گالاکتوز و آرابینوز می‌باشند و همچنین دارای اسید اورونیک نیز می‌باشد (تبریزی، ۱۳۸۳).

به طور کلی موسیلاژها پلیمرهایی با وزن مولکولی زیاد هستند که به‌طور طبیعی در گیاهان یافت می‌شوند و حاصل فعالیت‌های متابولیکی گیاهان می‌باشند (تبریزی، ۱۳۸۳). این مواد طی رشد عادی گیاه در کرک‌ها، کیسه‌ها، کانال‌ها و سلول‌های تولیدکننده موسیلاژ به‌وجود می‌آیند. عمومی‌ترین منابع موسیلاژ در گیاهان دانه‌ها می‌باشند، لیکن در پوسته، ریشه، برگ، گل و میوه نیز یافت می‌شوند. موسیلاژها از نظر واکنش خنثی بوده و با اضافه‌کردن الکل و جوشاندن در آب رسوب کرده ولی تغییر شیمیایی حاصل نمی‌کنند و فقط به مقدار خیلی کم در آب محلولند (بقالیان، ۱۳۷۸).

موسیلاژ بوسیله آسیاب کردن یا تراشیدن لایه خارجی دانه به‌دست می‌آید و تقریباً حدود ۲۵ درصد از کل دانه را تشکیل می‌دهد. موسیلاژ دانه، ماده‌ای فیبری سفید رنگ است که آب را به خود جذب کرده و تشکیل یک ژل بی رنگ شفاف را می‌دهد (فیشر و همکاران، ۲۰۰۴).

از جمله وظایف بیولوژیک موسیلاژها، کمک به نگهداری آب می‌باشد. در برخی گیاهان نظیر *Tsuga Canadensis* یک لایه موسیلاژی دیواره سلول را می‌پوشاند و تغییر آب سلول‌ها را به تأخیر می‌اندازد (کارایا و همکاران، ۱۹۹۸). مقدار موسیلاژ در اسفرزه قابل توجه بوده و ۱۰ تا ۳۰ درصد می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۷ موسیلاژ در اسفرزه

دانه و پوسته دانه اسفرزه حاوی موسیلاژ می‌باشد که در ترکیب آن پلی‌ساکاریدهایی مانند زایلوز، آرابینوز، گالاکتوز و گالاکتورونیک اسید و رامنوز می‌باشد (تبریزی، ۱۳۸۳). دو پلی‌ساکارید از ترکیب موسیلاژ جداسازی شده است. یک جزء (۷۰۰ اکی‌والان وزنی، اسید اورونیک ۲۰ درصد) در آب سرد قابل حل می‌باشد و جزء دیگر (۴۰۰ اکی‌والان وزنی، اسید اورونیک ۳ درصد) در آب داغ قابل حل است که ماده محلول آن بسیار چسبنده بوده که در دمای خنک به حالت ژل در می‌آید. یک قسمت بذر اسفرزه با ۲۰ قسمت آب تشکیل ژل بدون طعم می‌دهد. اهمیت دانه اسفرزه ناشی از کمیت و کیفیت موسیلاژ موجود در لایه‌های پوست آن است (شارما و کول، ۱۹۸۶).

۲-۸ استفاده دارویی

در طب سنتی از گیاه اسفرزه می‌توان جهت کاهش اوره خون، درمان سرفه، فشار خون بالا، کاهش دمای بدن، بهبود دستگاه ادراری و درد در هنگام ادرار، رفع اسهال خونی، اختلالات صفراوی دستگاه گوارش، رفع یبوست، درمان بیماری‌های چشمی (مانند آب مروارید، قرمزی، تورم و حساسیت به نور)، رفع اختلالات ریه با ایجاد عطسه و خلط و نیز جهت رفع مسمومیت و به‌صورت موضعی بهبود دمل‌ها اشاره نمود (شریفی و همکاران،۱۳۹۰؛ وان‌کرای‌ولد و همکاران، ۲۰۰۹؛ احمدی و همکاران، ۲۰۱۲). پوست اسفرزه به‌طور سنتی در برابر یبوست، اسهال، ناراحتی‌های معده یک منبع فیبر غذایی است و فعالیت هیپوکلسترولی دارد (مندال و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر این، پوست دانه در درمان اختلالات روده‌ای ارزش دارویی دارد و به‌صورت موضعی در رفع تحریکات پوستی، تهیه ماسک‌های صورت و تسکین التهابات پوستی استفاده می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۷۹؛ مادور و همکاران، ۲۰۰۶). توانایی دانه اسفرزه در کاهش تخلیه معدی ناشی از توانایی آن در افزایش ویسکوزیته مواد غذایی است. مواد با ویسکوزیته بالاتر فقط منجر به انقباضات سطحی معده می‌شود. همچنین دانه ممکن است در اثر دارویی کربوهیدراتها مثل لاکتوز، فروکتوز و سوربیتول که در درمان سندرم روده تحریک‌پذیر مصرف می‌شوند، تغییر ایجاد کند (لیبستر، ۲۰۰۲).

از موسیلاژ اسفرزه در فرآورده‌های بهداشتی به عنوان امولسیون‌کننده، جهت تثبیت بستنی، شکلات و بعضی مواقع از آن جهت آهار کتان استفاده می‌شود (لطفی و همکاران، ۱۳۸۷).

اخیراً مصرف آن به عنوان افزودنی به غذا در موادی مانند بیسکوئیت، بستنی، نان و غیره افزایش یافته است (مندال و همکاران، ۲۰۰۸). برخی تحقیقات نشان داده است که موسیلاژ حاصل از پوسته دانه اسفرزه به‌طور موفقیت‌آمیزی به‌عنوان یک ترکیب ژل مانند در تهیه محیط‌های کشت در آزمایشگاه برای کشت‌های میکروبی و یا کشت بافت به کار می‌رود و می‌تواند جایگزین مناسبی برای آگار باشد (تبریزی، ۱۳۸۳).

۲-۹ کاربرد صنعتی موسیلاژ

موسیلاژها به علت دارا بودن ویژگی‌های با ارزش مانند پایدارکنندگی، سوسپانسیون‌کنندگی و امولسیون‌کنندگی در صنعت و داروسازی کاربردهای گسترده‌ای پیدا کرده‌اند. در داروسازی جهت تهیه امولسیون‌ها، سوسپانسیون‌ها و به عنوان یک عامل امولسیون‌کننده برای پودرهای نامحلول، روغن‌ها و رزین‌ها و به عنوان چسب در ساخت گرانول‌ها و قرص‌های مکیدنی و ساخت مسهل‌ها به کار می‌رود. اما بیشترین کاربرد آنها به عنوان جزء ضروری در داروها است. این پلیمرهای آبدوست به عنوان هم‌بند در قرص‌ها، امولسیون‌کننده، عوامل ژله‌کننده، عوامل سوسپانسیون‌کننده و پایدارکننده به کار می‌روند (میرمعصومی، ۱۳۷۱). موسیلاژها از بهترین هیدروکلوییدهای پلی‌ساکاریدی دارویی هستند چون با هیدروکلوئیدهای دیگر که منشأ گیاهی دارند همچنین نشاسته، قندها و پروتئین‌ها سازگاری دارند و برخلاف اکثر هیدروکلوئیدهای پلی‌ساکاریدی نسبتاً به pH پایین مقاوم هستند و در شرایطی که pH اسیدی است به کار می‌روند. از بعضی هیدروکلوئیدهای پلی‌ساکاریدی مخصوصاً نوع متوکسیله برای تهیه غذاهای کم کالری استفاده می‌شود. این مواد در ژله‌ها، چاشنی‌ها و نوشیدنی‌ها نیز به کار می‌روند و به همراه کاراژینان‌ها با آلژینات بیات شدن انواع نان را به تعویق می‌اندازند. موسیلاژها در ترکیبات غذایی نیز کاربرد داشته و به عنوان تغلیظ‌کننده و تثبیت کننده دسرها به کار برده می‌شوند. علاوه بر صنایع غذایی در تهیه فرآورده‌های آرایشی جهت مجعدکردن

موها و محلول‌های پوستی، همچنین در صنایع رنگ‌آمیزی پارچه، کاغذسازی، تهیه مرکب چاپ، تهیه واکس و صنایع نظامی (تهیه مواد منفجره ضد آب) نیز استفاده زیادی دارند (بقالیان، ۱۳۷۸). صنعت نفت هم از مصرف‌کنندگان بزرگ موسیلاژها به شمار می‌رود. موسیلاژ به عنوان روان‌کننده به خاک و آب اطراف تیغه های حفاری اضافه می‌شود و همچنین مقداری از آن به آب پمپ شده به داخل زمین اضافه می‌شود تا فشاری برای مهار نفت و گاز ایجاد نماید و به آب پایداری دهد و حرکتش را آرام کند. آب خالص به سرعت در بین سنگ‌ها نفوذ کرده و از طغیان چاه جلوگیری می‌نماید (سیمپسون و کونر، ۱۹۸۶).

به تازگی نیز، از موسیلاژ اسفرزه در تصفیه فاضلاب خانگی و صنعتی (از بین بردن مواد زائد جامد و رنگ چرم، فاضلاب نساجی و خانگی) و فضای سبز استفاده می‌شود (احمدی و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۱۰ کود

در کشاورزی از یک طرف عناصر غذایی به همراه محصول برداشت و از مزرعه خارج می‌شوند (جامی-الاحمدی و همکاران، ۱۳۸۵) و از سوی دیگر، رشد و تولید عملکرد گیاهان زراعی نیازمند حاصلخیزی و در دسترس بودن عناصر غذایی در خاک است (شان‌چن، ۲۰۰۶). کودها موادی‌اند که جهت افزایش عملکرد گیاهی جهت تأمین یک یا تعداد بیشتری از عناصر ضروری رشد گیاه استفاده می‌شوند (ایبوچی و همکاران، ۲۰۰۷) و از نظر منشأ به دو دسته کودهای طبیعی (آلی) و کودهای مصنوعی (معدنی) تقسیم‌بندی می‌شوند (مظاهری و مجنون‌حسینی، ۱۳۸۴). زمانی‌که حاصلخیزی خاک پایین باشد، می‌توان از طریق کاربرد مواد آلی و غیر آلی، میزان مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی را افزایش داد (ویلکینز، ۲۰۱۰). استفاده از کودهای شیمیایی و آلی هر کدام دارای مزایا و معایبی در زمینه تأمین عناصر غذایی، رشد محصول و کیفیت زیست‌محیطی هستند. به منظور استفاده مطلوب از هر نوع کود و دستیابی به مدیریت متعادل عناصر غذایی برای رشد گیاه، باید خصوصیات آن‌ها به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد (شان‌چن، ۲۰۰۶).

۲-۱۰-۱ کود شیمیایی

کودهای شیمیایی نهاده‌هایی هستند که برای جبران ضعف حاصلخیزی خاک و افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی به کار می‌روند (پورعزیزی، ۱۳۹۰). این کودها دارای یک یا چند عنصر لازم برای تغذیه گیاهان بوده و اکثراً شامل ترکیباتی از عناصر سه‌گانه نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند (مظاهری و مجنون‌حسینی، ۱۳۸۴). کودهای شیمیایی به لحاظ مقدار بالا و مشخص عناصر غذایی موجود در آن‌ها و حجم کم، حمل و نقل و نگهداری آسان، اثر فوری بر رفع کمبودهای آنی و عناصر غذایی گیاهان، قابلیت حل زیاد و جذب سریع، قابل دسترس بودن، قیمت پایین به دلیل یارانه دولتی و بالاخره کاربرد و مصرف بسیار ساده، در تولیدات کشاورزی رواج و توسعه زیادی یافته‌اند (مظاهری و مجنون‌حسینی، ۱۳۸۴؛ شان‌چن، ۲۰۰۶).

افزایش جمعیت دنیا و لزوم مقدار تولید بیشتر محصولات کشاورزی در ۵۰ سال اخیر، فشار بر زمین‌های کشاورزی از طریق کاربرد مقادیر بیشتر کودهای شیمیایی را به دنبال داشته است، به‌طوری که امروزه مصرف نیتروژن ۸ برابر، فسفر ۳ برابر و پتاسیم ۲ برابر شده است (پورآتشی، ۱۳۸۹ و گود و بتی، ۲۰۱۱). بنابراین طی سال‌های اخیر مصرف غیر اصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی تأثیر زیانباری بر جامعه کشاورزی و

محیط‌زیست تحمیل نموده است (شارما، ۲۰۰۲). از جمله اثرات زیان‌آور استفاده از کودهای شیمیایی را می‌توان به این صورت بیان کرد: کاربرد بیش از حد آن‌ها می‌تواند آبشویی، آلودگی منابع آبی، از بین رفتن ریزجانداران و حشرات مفید، حساسیت گیاه به هجوم بیماری‌ها، اسیدی یا قلیایی شدن خاک یا کاهش حاصلخیزی خاک را به دنبال داشته باشد، بنابراین تداوم این روند باعث وارد آمدن خسارت جبران ناپذیری به کل سیستم خواهد شد (شان‌چن، ۲۰۰۶).

مصرف بیش از حد نیتروژن منجر به نرم‌شدن بافت گیاه شده و بنابراین گیاه به بیماری‌ها و آفات، حساسیت بیشتری پیدا می‌کند. کودهای شیمیایی تجزیه مواد آلی خاک را افزایش می‌دهند که این منجر به تنزل ساختمان خاک نیز خواهد شد. استفاده از کودهای شیمیایی باعث می‌شود که عناصر غذایی به آسانی توسط تثبیت، آبشویی یا خروج گاز از بین روند و این می‌تواند منجر به کاهش حاصلخیزی خاک گردد (شان-چن، ۲۰۰۶). فریدونی ناغانی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی در مناطق خشک منجر به افزایش غلظت نمک در خاک می‌شود که خود عامل مهمی در مسمومیت ریشه گیاه محسوب می‌گردد. همچنین بیشتر مطالعات حاکی از آن است که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی می‌تواند باعث فرسایش خاک و پایین آمدن کیفیت محصول شود (کومار و کومار، ۲۰۰۴). آنچه امروزه کشورها را تشویق به تولید و مصرف کودهای آلی می‌نماید توجه جدی به عوارض ناشی از بکارگیری بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی می‌باشد (شارما، ۲۰۰۲). استفاده از کودهای شیمیایی عملکرد را افزایش داده و به دلیل افزایش بقایای حاصل از تولید محصولات و بازگشت آن‌ها به خاک، تحریک معدنی‌شدن عناصر غذایی و افزایش تلفات آن‌ها، کاهش هم‌آوری خاکدانه‌ها به دلیل متلاشی شدن این ذرات و پیوستن آن‌ها به کودهای شیمیایی، مصرف طولانی مدت این کودها ماده آلی خاک را بیشتر از آنچه بقایای گیاهی به خاک اضافه می-کنند، کاهش می‌دهد (جادید و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات درازمدت نشان می‌دهد که استفاده فشرده از کودهای شیمیایی سبب کاهش عملکرد گیاهان شده است. این کاهش عملکرد به دلایل اسیدی‌شدن خاک، کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی، تنزل ویژگی‌های فیزیکی خاک و فقدان عناصر کم مصرف در کودهای NPK بوده است (دانشیان و همکاران، ۲۰۱۱).

۲-۱۰-۲ کود گاوی

کود حیوانی یا دامی از مجموع فضولات جامد (پهن) و مایع (ادرار) گاو، گوسفند، بز، اسب، مرغ، شترمرغ و غیره یا مخلوط آن‌ها و موادی که زیر پای دام‌ها در اصطبل گسترانیده می‌شود (کاه و کلش، خاک اره، مواد گیاهی و غیره) تهیه می‌گردد (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۴).

تجمع زیاد کود دامی تولید شده توسط سیستم‌های فشرده دامپروری عموماً منجر به آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. به عنوان مثال، در ژاپن سالانه مقدار زیادی فضولات حیوانی تولید می‌شود که تخمین زده می‌شود این مقدار فضولات می‌تواند به میزان ۱۵۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در هر سال فراهم نمایند که این مقدار بیشتر از مصرف سالانه کود شیمیایی ژاپن می‌باشد (هایاکاوا و همکاران، ۲۰۰۹). مواد آلی با تأثیر بر رشد و عملکرد محصولات، همچنین به‌صورت مستقیم با فراهم کردن مواد غذایی و یا به‌صورت غیر مستقیم با تغییر در خصوصیات فیزیکی باعث بهبود محیط ریشه و تحریک رشد گیاه می‌شوند (هتی و همکاران، ۲۰۰۷). بهبود ساختمان خاکدانه‌ها بر اثر اضافه‌کردن مواد آلی نیز درصد جوانه‌زنی بذور، رشد و توسعه ریشه و ساقه گیاه را

تشدید می‌کند (سلیک و همکاران، ۲۰۰۴). کود دامی یکی از منابع کود آلی است که استفاده از آن در سیستم ارگانیک و مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد (تبریزی، ۱۳۸۳؛ دانشیان و همکاران، ۲۰۱۱). کود گاوی با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، عناصر مورد نیاز گیاه را فراهم نموده و سبب افزایش عملکرد گیاهان دارویی می‌گردد. همچنین علاوه بر افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات، می‌تواند بستر رشد ریشه را بهبود بخشد (مصدقی و همکاران، ۲۰۰۶). دام‌های نگهداری شده در اصطبل ۵۰ تا ۹۵ درصد از نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در علوفه مصرفی را از طریق فضولات دفع می‌کنند. بنابراین بازچرخش کودها می‌تواند منبع بزرگی از عناصر غذایی برای سیستم‌های کشاورزی فراهم کند (سینگ و همکاران، ۲۰۰۹). پتانسیل کود گاوی برای بازچرخش عناصر گیاهی، بهبود کیفی ساختمان خاک و افزایش تولید گیاهی خصوصاً در خاک‌های فرسایش یافته به خوبی اثبات شده است (چنگ و هائو، ۲۰۰۵). خاک دریافت کننده کود گاوی در مقایسه با خاکی که با کودهای معدنی تغذیه می‌شود، ریزجانداران، نیترات، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بیشتری دارد (دانشیان و همکاران، ۲۰۱۱). سونسن (۲۰۰۲) گزارش نمود که مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاهان رشد یافته تحت شرایط دریافت کود سبز به ترتیب ۷، ۰/۸ و ۶/۲ گرم در گیاه بود، در حالی‌که با کود گاوی به ترتیب ۵۵، ۲۹ و ۵۲ گرم در گیاه بودند. طبق گزارشات متعدد کود گاوی دارای هدایت الکتریکی ۱/۱۳-۱۰/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر، pH ۹-۶/۰۲، نسبت کربن به نیتروژن ۵۰-۹/۵۶، نیتروژن کل ۱۳-۳۲/۵۵ گرم بر کیلوگرم، کربن آلی ۲۰-۲۸/۸۵ درصد، فسفر ۰/۰۲-۱۰/۸ گرم بر کیلوگرم و پتاسیم ۰/۳-۴/۳گرم بر کیلوگرم می‌باشد (صباحی و همکاران، ۱۳۸۷؛ غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۷؛ پوریوسف و همکاران، ۱۳۸۹؛ توسلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ اقبال، ۲۰۰۲؛ هائو و چنگ، ۲۰۰۳؛ آلوارز و همکاران، ۲۰۰۶؛ هی و همکاران، ۲۰۰۶؛ بائو و همکاران، ۲۰۱۰).

کودهای آلی باعث افزایش کربن و نیتروژن آلی و تشکیل خاکدانه‌های پایدار در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌گردند (ژانگ و فانگ، ۲۰۰۷). به‌طوری که علاوه بر اثرات مثبت این کودها بر ویژگی‌های بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، عناصر غذایی موجود در آن به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، در نتیجه آلودگی کمتری را در محیط‌زیست ایجاد می‌کند (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). طبق بررسی‌های انجام شده، کودهای آلی به شدت تجمع مواد آلی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از این رو در اراضی ایران، استفاده مستمر از کودهای آلی به علت پایین بودن ماده آلی خاک، ممکن است بهبود نسبی عملکرد را به همراه داشته باشد (فلاح و همکاران، ۱۳۸۶).

استفاده از کودهای دامی باید به‌صورت پوسیده باشد، به دلیل اینکه کودهای تازه در برگیرنده میزان زیادی عناصر غذایی و نمک می‌باشند و در صورت استفاده برای گیاه می‌تواند اثری مشابه با کاربرد مازاد کودهای شیمیایی محلول داشته باشند و می‌تواند ریشه‌های گیاهچه‌ای را بسوزانند و ایمنی در برابر آفات را کاهش داده و عمر مفید گیاه را کوتاه نمایند. همچنین برخی کودهای دامی پوسیده نشده، اغلب به دلیل وجود مواد بستری همچون کلش دانه‌ریز، حاوی بذور علف هرز می‌باشند که در نتیجه باعث افزایش مشکلات مربوط به علف‌هرز می‌گردند (کوپر، ۲۰۰۳).

فضولات دامی منبع بالقوه نیترات در آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند و استفاده به میزان زیاد کودهای دامی در مزرعه نسبت به نیاز گیاه زراعی یکی از دلایل افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی می‌باشد (چینکویو و همکاران، ۲۰۰۲). هر چند که بورکات و استونر (۲۰۰۲) پی بردند که غلظت نیترات آب‌های

کشور ایالات متحده آمریکا با بهره‌برداری از کود گاوی، مرغی و گاو شیری مشابه بودند. با این وجود کودهای دامی ممکن است که از نظر مسائل زیست‌محیطی نسبت به کودهای غیرآلی پایدارتر باشند. به این دلیل که پدیده رواناب پس از کاربرد آن‌ها به سرعت اتفاق نمی‌افتد (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۷).

استفاده مؤثر از کودهای آلی به عنوان کود نیتروژنه به درک درست و کامل از چگونگی چرخش آمونیوم و اجزای نیتروژن آلی بستگی دارد (چادویک و همکاران، ۲۰۰۰؛ آزیز و ون‌آوربک، ۲۰۱۰). تبدیلات آمونیوم به میزان زیادی بر قابلیت دسترسی زیستی نیتروژن کود آلی تأثیر می‌گذارد. در مقایسه با آن، قابلیت دسترسی نیتروژن آلی پیچیده‌تر و نامشخص‌تر است. گزارش‌های در این زمینه بسیار متغیر می‌باشند. نیتروژن آلی موجود در کودهای آلی، می‌تواند به دو صورت گروه‌بندی شود: یک منبع سهل‌الوصول شامل ترکیبات ناپایدار و دیگر منبع که به کندی قابل دسترس است و شامل مولکول‌های مقاوم، که نقش آن‌ها در تأمین و یا تجمع نیتروژن در درازمدت بیشتر از تأمین سریع نیتروژن برای گیاه می‌باشد (چادویک و همکاران، ۲۰۰۰). نهاده‌های آلی با کنترل الگوی آلی‌شدن– معدنی‌شدن بر فراهمی عناصر خاک برای گیاه تأثیر می‌گذارند (نگاسا و همکاران، ۲۰۰۷). تبدیل نیتروژن درون کود، معمولاً توسط عوامل زنده و غیرزنده کنترل می‌شود. عوامل غیر زنده مانند جذب و انحلال ممکن است انتقال عناصر بین بخش غیر زنده و شکل محلول را کنترل نماید، در حالی‌که عوامل زنده، فرآیندهای میانی میکروبی هستند که نیتروژن آلی را به شکل‌های قابل دسترس گیاه تغییر می‌دهند. نیتروژن معدنی‌شده در طول تجزیه کود، ممکن است در خاک باقی بماند و توسط میکروب‌ها به بخشی از نیتروژن معدنی‌شده خالص تبدیل شود و یا به شکل N_2O از دست برود (آزیز و ون‌آوربک، ۲۰۱۰). ریزجانداران باید نیتروژن آلی را قبل از اینکه گیاه بتواند از آن استفاده کند، به آمونیوم یا نیترات تبدیل کنند، بسته به بافت خاک و شرایط آب و هوایی، آزادسازی معمول نیتروژن قابل دسترس از ماده آلی خاک در سال اول ۱ تا ۴ درصد می‌باشد (ابوزهرا و تهبوب، ۲۰۰۸). معمولاً فرض می‌شود نیتروژن بعضی از کودهای آلی تنها پس از چند سال قابل دسترس می‌شود. این آزادسازی در کوتاه مدت با نسبت کربن به نیتروژن و در درازمدت با میزان مولکول‌های مقاوم به تجزیه مانند لیگنین که مانع از معدنی‌شدن می‌شود، ارتباط دارد (قاسمی سیانی، ۱۳۸۹). نتایج تحقیق غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد، علی‌رغم اینکه کل نیتروژن جذب شده در سیستم ارگانیک کمتر از سیستم شیمیایی است ولی آزادسازی مداوم نیتروژن از منبع آلی باعث شد، جذب نیتروژن از آن تداوم بیشتری نسبت به کود شیمیایی داشته باشد. در نتیجه یک همزمانی بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس وجود داشته باشد (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲).

در اکثر آزمایشات به هنگام مصرف کودهای دامی اثرات آن‌ها مانند کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد در سال اول چشمگیر نبوده است، بلکه تأثیر آن‌ها با گذشت زمان مشهود می‌باشد. در حالت کلی سرعت آزاد شدن نیتروژن و سایر عناصر غذایی در کودهای آلی کندتر است و برای تجزیه و معدنی شدن به زمان نیاز دارد، اما پتانسیل برگشت عناصر غذایی به سیستم‌های کشاورزی ارگانیک از طریق کاربرد کودهای آلی بالا می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

۲-۱۱ اثر کود شیمیایی بر ویژگی‌های خاک و گیاهان

نتایج اغلب مطالعان نشان می‌دهد که مصرف کودهای آلی و شیمیایی اغلب بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی خاک را به همراه دارد ولی میزان اثر آن‌ها به نوع و ترکیب کود و یا چگونگی مصرف آن‌ها و وضعیت خاک بستگی دارد (فریدونی ناغانی و همکاران، ۱۳۸۸). ژانگ و فانگ (۲۰۰۷) اثر افزودن کود اوره را بر جمعیت میکروبی مطالعه کردند. نتایج حاصل از ۳ سال افزودن کود اوره منجر به افزایش تدریجی نیتروژن آمونیومی و نیتراتی و نیترات‌سازی شد. همچنین کاهش pH در اثر افزودن سطوح بالای نیتروژن اثرات مخربی بر جمعیت میکروبی ایجاد کرد که این کاهش فعالیت منجر به کاهش زیست‌توده میکروبی در سطوح بالای نیتروژن شد. این کودها علاوه بر تخریب کربن آلی و هوموس، باعث تخریب ساختمان خاک نیز می‌شوند (خندان و آستارایی، ۱۳۸۴). با این حال، رئیسی (۲۰۰۴) گزارش کرد که افزودن کودهای نیتروژن‌دار نه تنها باعث بهبود کیفیت خاک می‌شود بلکه تغییر و تبدیل مواد آلی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد که به دلیل اثرات مثبت آن‌ها بر فعالیت میکروبی می‌باشد. کودهای شیمیایی علاوه بر تغذیه گیاهان، ریزجانداران خاک را به‌طور مستقیم تغذیه کرده (ویلکینز، ۲۰۱۰) و با تأثیر بر رشد و عملکرد محصولات، باعث بهبود در محیط ریشه و تحریک ترشحات ریشه و رشد گیاه شده که به‌طور غیر مستقیم بر موجودات زنده و خصوصیات فیزیکی خاک اثر می‌گذارد (هتی و همکاران، ۲۰۰۷).

اسفرزه به مواد غذایی کمی نیاز داشته و ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به عنوان کود پایه در آخرین شخم برای آن کفایت می‌کند و معمولاً ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۲۰ روز پس از کاشت به‌صورت سرک به مزرعه داده می‌شود، هر چند که افزایش نیتروژن، فاکتور تورم را کاهش می‌دهد (بورد، ۲۰۰۲). آیشواث و همکاران (۲۰۰۵) هیچ پاسخی از نیتروژن در یک خاک با حاصلخیزی متوسط ۲۰۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نکردند. این نتیجه حاکی از آن است که خاک با حاصلخیزی متوسط، میزان کافی عناصر غذایی را برای این گیاه دارد. در تحقیقی مشخص شد که ارتفاع گیاه، تعداد پنجه‌های بارور و طول سنبله‌ها در گیاه اسفرزه با کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و بدون استفاده از فسفر در مقایسه با شاهد افزایش یافتند (مهشواری و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج تحقیقات مان و وایاز (۱۹۹۹) حاکی از آن است که در اسفرزه کاربرد ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و تجمع ماده خشک گردید. کالیاناسوندارام و همکاران (۱۹۸۲) افزایش عملکرد کاه و کلش اسفرزه را با افزایش نیتروژن تا ۴۵ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند در حالی‌که گوپتا (۱۹۸۷) مقدار کود نیتروژنه ۳۰-۲۵ کیلوگرم را برای کشت اسفرزه مناسب دانست.

اشرف و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایشی گلخانه‌ای نشان دادند رشد و عملکرد اسفرزه در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن با هم تفاوت زیادی نداشتند و کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل هزینه کمتر، به عنوان سطح بهینه معرفی گردید. ولی امیدبیگی و محبی (۲۰۰۲) با کاربرد ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای گیاه دارویی اسفرزه نشان دادند که بلندترین ارتفاع بوته، بیشترین تعداد پنجه، تعداد گل، وزن هزار دانه و عملکرد دانه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. پاریهار و سینگ (۱۹۹۵) گزارش نمودند که کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر درصد موسیلاژ دانه نداشته است. این در حالی است که نتایج تحقیق مرادی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی واکنش گیاه دارویی

اسفرزه به سطوح نیتروژن از منبع کود شیمیایی اظهار داشتند که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد موسیلاژ با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد.

تحقیقات بسیاری توسط محققین مختلف در مورد واکنش سایر گیاهان دارویی به مقادیر مختلف کودهای شیمیایی صورت گرفته است که برخی از آن‌ها در ذیل ارائه شده است.

کروماک (۱۹۹۸) در بررسی اثر کودهای شیمیایی بر روی عملکرد و اسانس گیاه زیره سبز نتیجه گرفت که کودهای شیمیایی باعث افزایش بذر و عملکرد اسانس در واحد سطح گردید. جوادی (۱۳۸۷) گزارش نمود گیاه سیاهدانه با دریافت ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، نیتروژن مورد نیاز خود را دریافت نموده و مقادیر بالاتر نیتروژن بیشتر جنبه تجملی داشته و تأثیر آن بر عملکرد گیاه ناچیز بوده است.

اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقات خود روی گشنیز گزارش کردند که در میان تیمارهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار با مصرف نیتروژن تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش و با کاربرد بیشتر آن عملکرد دانه کاهش یافت، در حالی‌که بیشترین درصد و عملکرد اسانس از تیمار ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌دست آمد.

رحمانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر روی گل همیشه بهار گزارش نمودند که افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش تعداد ساقه در بوته، وزن خشک گلبرگ در واحد سطح، وزن خشک گل در واحد سطح، تعداد گل در واحد سطح و عملکرد اسانس گردید اما اثر سطوح نیتروژن بر درصد اسانس بی‌تأثیر بود. بیشترین درصد و عملکرد اسانس از سطح ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد.

اکوت و دروم (۲۰۰۵) در تحقیق خود بر واکنش گیاه گشنیز به مقادیر نیتروژن از صفر تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار دریافتند که تعداد چتر در هر بوته و عملکرد دانه در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. میرشکاری (۱۳۸۹) نیز نشان داد که افزایش میزان نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد گل بابونه را ۷/۵ درصد فزونی بخشید. سیدالاهل (۲۰۰۹) نیز در مطالعه خود بر روی گیاه مرزنجوش، اثرات مثبت افزایش مقادیر مناسب کود، بر عملکرد تر و خشک اندام هوایی را تأیید کرد.

در آزمایشی که توسط گوجار و همکاران (۲۰۰۵) در مورد تأثیر سطوح کود نیتروژن صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر روی گشنیز انجام شد، مشخص گردید که تمام صفات مورد بررسی گیاه به نیتروژن واکنش نشان داد و بیشترین عملکرد بذر با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. آرگانوسا و همکاران (۱۹۹۸) نیز در بررسی های خود بر روی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) با کاربرد ۶ سطح نیتروژن خالص به ترتیب صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار دریافتند که بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد.

در مطالعه باقری (۲۰۰۵) میزان عملکرد دانه زیره سبز در واکنش به مصرف نیتروژن از ۲۰۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتایج مطالعه امونگور و همکاران (۲۰۰۶) روی گیاه دارویی بابونه آلمانی حاکی از آن است که کوددهی نیتروژن درصد اسانس گل و عملکرد اسانس در هکتار را افزایش داد. همچنین افزایش نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد اسانس گل را از ۰/۶۳ به ۱/۰۴ (۶۵ درصد افزایش) و عملکرد اسانس را از ۵/۸۵ به ۱۶/۶۴ کیلوگرم در هکتار (۱۸۴ درصد) بالا برد و مصرف کود نیتروژنه بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش عملکرد اسانس روغنی گردید.

مرادی مرجانه (۱۳۹۰) در آزمایش خود رشد و نمو کدوی تخم کاغذی را در منطقه مشهد در واکنش به کود نیتروژن (۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) مورد بررسی قرار داد. بر اساس نتایج گزارش شده این آزمایش، کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد میوه و وزن هزار دانه نداشت. بیشترین وزن دانه در میوه با میانگین ۸۱/۹۲ گرم، مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و با افزایش نیتروژن مصرفی وزن دانه در میوه کاهش یافت. بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۵۳۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره بود.

۲- ۱۲ تأثیر کودهای دامی بر ویژگی‌های خاک و گیاهان

استفاده از کودهای دامی در حفظ ماده آلی خاک، یکی از عملیات رایج در کشاورزی سراسر جهان است (آزیز و ون آوربک، ۲۰۱۰). این کودها به عنوان منبعی از مواد آلی برای بهبود وزن مخصوص ظاهری خاک، هم‌آوری خاکدانه‌ها، افزایش فعالیت و زیست‌توده میکروبی و نهایتاً عملکرد گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، همچنین می‌توانند با افزایش ماده آلی خاک، موجب افزایش ذخیره کربن و نیتروژن آلی خاک شوند (نیرانیزا و اسنپ، ۲۰۰۷). افزودن کودهای آلی به علت وجود کربنات و مواد آلی و همچنین تولید اسیدهای آلی و دی اکسید کربن در طی تجزیه باعث بافری شدن خاک و کاهش تغییرات pH می‌شوند (اشوئنو، ۲۰۰۶). تحقیقات اخیر نشان داده است که تأمین عناصر غذایی گیاهان زراعی با استفاده از کودهای آلی می‌تواند نقش کلیدی در حاصلخیزی خاک و پایداری کشاورزی ایفا نماید (سینگ و شرما، ۲۰۰۰؛ گاورنوگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ ارهارت و همکاران، ۲۰۰۵). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از کودهای آلی رشد گیاه را به طور عمده افزایش می‌دهد، زیرا آنها حاوی مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی گیاهی، از جمله عناصر کم مصرف هستند که منافعی بالا برای رشد گیاه دارند (ایبووچی و همکاران، ۲۰۰۶).

اسفرزه معمولاً نیاز کودی بالایی ندارد اما در صورتی که حاصلخیزی خاک کم باشد، کود دامی پوسیده شده یا کمپوست کود آلی در طی مراحل آماده‌سازی بستر بذر به خاک اضافه می‌شود. برتری استفاده از کود دامی نسبت به کودهای شیمیایی بر رشد گیاهان در آزمایش‌های مختلف نشان داده شده است. خندان و همکاران (۱۳۸۴) گزارش نمودند بیشترین ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن دانه در بوته، وزن کاه و کلش در بوته و عملکرد کاه و کلش در ۸ تن در هکتار کمپوست و بیشترین درصد موسیلاژ دانه در تیمار کود گاوی مشاهده شد. افشارمنش و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش نمودند اثر کود گاوی بر عملکرد اسفرزه معنی‌دار بود به‌طوری که بالاترین عملکرد دانه در شرایط گلخانه به میزان ۲۳۲ کیلوگرم در هکتار از ۲۰ تن کود دامی در هکتار به‌دست آمد. به‌طور کلی، مواد آلی چون حاوی غلظت کمتری از عناصر نسبت به کودهای معدنی می‌باشند، احتمالاً همین مسئله یکی از عواملی است که سبب استفاده از آن‌ها در مقادیر زیاد می‌گردد (ایبوچی و همکاران، ۲۰۰۷).

سئو و همکاران (۲۰۰۰) عملکرد ماده خشک هیبرید سورگوم- سودان‌گراس را با کاربرد کود گاوی، خوکی و مرغی به ترتیب ۷/۷۳، ۸/۸۷ و ۹/۸ تن در هکتار گزارش کردند. کارلا (۲۰۰۳) گزارش کرد برای افزایش کیفیت محصولات بویژه گیاهان دارویی و معطر استفاده از کودهای آلی بهتر از کودهای شیمیایی است. در این ارتباط قاسمی سیانی (۱۳۸۹) در مطالعه کمیت و کیفیت اسفرزه تحت سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری مشاهده کرد که کود مرغی نسبت به شاهد ۳۶/۸ عملکرد دانه را افزایش داد و بیشترین ماده