بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم زراعی

گروه علوم خاک

رساله پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

عنوان

تاثیر کاربرد ۵ ساله کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست) با و بدون کود شیمیایی بر فراهمی عناصر غذایی در خاک و جذب آن در گیاه گندم

استاد راهنما

جناب دکتر مهدی قاجار سپانلو

استاد مشاور

جناب دکتر محمد علی بهمنیار

نگارنده

اکرم احمدپور سفیدکوهی

زمستان ۹۰

سپاسنامه

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید، و

سپاس نعمتهای عزیزش پدر و مادرم را که اسطوره های مهربانی و فداکاری اند و خواهرم که شادابی زندگی است. به خاطر فراهم نمودن آرامش روحی و آسایش فکری در محیطی مطلوب، که توانسته ام مراتب تحصیلی و نیز پایان نامه ام را به نحو احسن به اتمام برسانم، از حضورشان سپاسگزاری می نمایم، و

سپاس بزرگوارانی را که خدا بر سر راهم قرار داد که درهای علم و پیشرفت را بر من بگشایند و راه را بر من هموار نمایند.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب دکتر مهدی قاجار سپاسگزارم به خاطر تمام راهنمایی های عالمانه، زحمات و حمایتهایش در اتمام و اکمال پایان نامه ام صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

از استاد مشاور گرانقدرم جناب دکتر محمد علی بهمنیار که پیشرفت امروزم مدیون زحمات و امکاناتی است که بی دریغ در اختیارم نهادند و همواره راهنما، پشتیبان و مشوقم بودند و به تلاش هایم ارزش بخشیدند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید محترمی که داوری پایان نامه ام را بر عهده گرفتند جناب دکتر محمد علی اسماعیلی و جناب دکتر فرهمند فر سپاسگذارم.

از مسئولان محترم آزمایشگاه خاکشناسی آقایان مهندس بحرالعلومی، فیروزی و مومنی نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

از تمامی همکلاسی ها و دوستان خوبم خانمها مهندس کریمی، مسعودی، محمدی، حسن زاده، اصغری، برومند، تقوی و کاشانی به خاطر همراهی هایشان صمیمانه تشکر می نمایم.

در پایان از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که درهای علم را بر من گشود و شیرینی و لذت تحقیق را به من هدیه داد، سپاسگذارم.

تقدیم

به همه عزیزانی که دلشان، همواره برای افزایش تولید، بهبود کیفیت محصول، پایداری تولید و حفظ محیط زیست در راستای تأمین امنیت غذایی و ارتقای سطح سلامت مردم کشورمان می تپد.

چکیده

بمنظور بررسی اثرات کاربرد ۵سالهٔ کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست) با و بدون کودشیمیایی بر فراهمی عناصر غذایی در خاک و جذب آن در گیاه گندم،، تحقیقی با طرح بلوک کامل تصادفی و در قالب اسپلیت‌پلات، در ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸، بصورت گلدانی در گلخانه پژوهشی گروه علوم‌خاک اجرا گردید. در این طرح فاکتور اصلی ۱۰ سطح کودی شامل: شاهد (عدم مصرف کودهای آلی و شیمیایی)، کودشیمیایی طبق آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰کیلوگرم سولفات‌پتاسیم درهکتار)، ۴ سطح کمپوست زباله شهری (۲۰ و۴۰ تن در هکتار بدون کودشیمیایی و همراه با نصف کودشیمیایی طبق آزمون خاک) و ۴ سطح ورمی‌کمپوست (۲۰ و۴۰ تن در هکتار بدون کودشیمیایی و همراه با نصف کودشیمیایی طبق آزمون خاک) و فاکتور فرعی نیز دوره‌های کوددهی (۳ دوره کوددهی طی سالهای ۸۷-۸۵ و ۲ دوره عدم کوددهی بعد از آن و ۵ دوره کوددهی متوالی طی سالهای ۸۸-۸۵) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی در کلیه سطوح، سبب افزایش هدایت الکتریکی، میزان کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم و عناصر کم‌مصرف (روی، آهن، منگنز و مس) قابل‌جذب خاک و افزایش تجمع عناصر مذکور در اندام‌های مختلف (برگ‌پرچم، کاه و کلش و دانه) گندم نسبت به تیمار شاهد گردید. مقایسه تعداد دفعات کوددهی نشان داد که با افزایش دوره‌های کوددهی از ۳ به ۵ دورهٔ متوالی، غلظت روی قابل‌جذب خاک، میزان تجمع فسفر، آهن و مس در برگ‌پرچم، کاه و کلش و دانه، میزان تجمع روی و منگنز در برگ‌پرچم و دانه و میزان تجمع پتاسیم در برگ‌پرچم گندم بطور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت ($p \leq ۰/۰۱$). همچنین عکس‌العمل تیمارهای کودی در برابر دوره‌های کوددهی بر برخی از فاکتورها از قبیل پی‌هاش خاک و میزان فسفر جذب شده در کاه و کلش گیاه تحت کشت تأثیر معنی‌داری گذارده است ($p \leq ۰/۰۱$). بیشترین میزان اسیدیته خاک با کاربرد ۵ دورهٔ متوالی ۲۰ و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و بالاترین مقدار هدایت الکتریکی، کربن آلی و نیتروژن کل خاک در اثر کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی تجمع یافت. ضمناً حداکثر غلظت فسفر قابل‌جذب خاک در اثر کاربرد ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی و بالاترین غلظت پتاسیم، روی، آهن، منگنز و مس قابل‌جذب خاک در اثر کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار حاصل شد که بترتیب نسبت به تیمار شاهد ۱/۶، ۰/۶۴، ۵/۴، ۱/۹۳، ۳/۲ و ۴/۲۴ برابر افزایش یافت. در برگ‌پرچم گندم بیشترین غلظت نیتروژن (۴/۶۱ درصد) در اثر کاربرد ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بهمراه نصف کودشیمیایی، فسفر (۰/۲۱ درصد)، پتاسیم (۱/۳۵ درصد)، روی (۴۶/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، آهن (۱۳۵۳/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مس (۸/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در اثر کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی حاصل شد. علاوه برآن کاربرد ۵ دورهٔ متوالی ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی بالاترین غلظت منگنز برگ‌پرچم (۴۵/۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را حاصل نموده است. همچنین نتایج نشان داد که حداکثر جذب نیتروژن و فسفر کاه و کلش بترتیب با کاربرد ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی و کاربرد ۵ دورهٔ متوالی همین تیمار حاصل شد. بیشترین میزان پتاسیم و عناصر کم‌مصرف (روی، آهن، منگنز و مس) جذب شده توسط کاه و کلش نیز در تیمار ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی مشاهده شد. در دانه بیشترین جذب نیتروژن (۵۸۶/۱ میلی-گرم در گلدان)، فسفر (۴۳/۶ میلی‌گرم در گلدان) و پتاسیم (۱۲۵/۲ میلی‌گرم در گلدان) با کاربرد ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی و نیز بیشترین جذب روی (۱/۱۶ میلی‌گرم در گلدان)، آهن (۱/۱۴ میلی‌گرم در گلدان)، منگنز (۰/۵۶ میلی‌گرم در گلدان) و مس (۰/۲۵ میلی‌گرم در گلدان) با کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با نصف کودشیمیایی حاصل شد.

کلمات کلیدی: برگ‌پرچم، کاه و کلش و دانه گندم، خصوصیات شیمیایی خاک، دوره‌های کوددهی، عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست

فهرست مطالب

عناوین **صفحه**

فصل اول – مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف پژوهش ۴

۱-۳- کودهای آلی ۴

۱-۳-۱- کمپوست زباله شهری ۵

۱-۳-۲- ورمی کمپوست ۷

۱-۴- گندم و اهمیت آن در ایران و جهان و تغذیه آن ۸

۱-۴-۱- سطح زیر کشت و تولید گندم ۹

۱-۴-۲- شرایط اکولوژیکی گندم ۱۰

۱-۴-۳- شرایط خاکی مناسب برای رشد گندم ۱۰

۱-۴-۴- تاثیر عناصر غذایی بر رشد و نمو و تولید دانه گندم ۱۰

فصل دوم – سابقه پژوهش

۲-۱ تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک ۱۳

۲-۱-۱ pH خاک ۱۳

۲-۱-۲ هدایت الکتریکی خاک (EC) ۱۵

۲-۱-۳ کربن آلی خاک (OC) ۱۶

۲-۲ تاثیرکودهای آلی بر سطح عناصر پرمصرف خاک ۱۸

۲-۲-۱ نیتروژن ۱۸

۲-۲-۲ فسفر ۲۰

۲-۲-۳ پتاسیم ۲۳

۲-۳ تاثیر کودهای آلی بر سطح عناصر کم مصرف خاک ۲۴

۲-۴ تاثیر کودهای آلی بر سطح عناصر پرمصرف گیاه ۲۹
۲-۴-۱ ازت ۲۹
۲-۴-۲ فسفر ۳۱
۲-۴-۳ پتاسیم ۳۳
۲-۵ تاثیر کودهای آلی بر سطح عناصر کم مصرف گیاه ۳۶

فصل سوم – مواد و روش ها

۳-۱ مکان اجرای آزمایش ۴۰
۳-۲ چگونگی اعمال تیمارهای کودی ۴۰
۳-۳ طرح آماری و تیمارها ۴۲
۳-۴ چگونگی انجام عملیات زراعی ۴۲
۳-۴-۱ تعیین مشخصات خاک تحت آزمایش ۴۳
۳-۴-۱-۱ بافت خاک ۴۳
۳-۴-۱-۲ اسیدیته و هدایت الکتریکی ۴۳
۳-۴-۱-۳ کربن آلی خاک ۴۴
۳-۴-۱-۴ نیتروژن کل خاک ۴۴
۳-۴-۱-۵ فسفر قابل جذب خاک ۴۵
۳-۴-۱-۶ پتاسیم قابل جذب ۴۵
۳-۴-۱-۷ عناصر کم مصرف قابل جذب خاک ۴۶
۳-۴-۲ تعیین غلظت برخی از عناصر پر مصرف و کم مصرف نمونه های گیاهی ۴۷
۳-۴-۲-۱ درصد نیتروژن ۴۷
۳-۴-۲-۲ غلظت فسفر، پتاسیم، روی، آهن، منگنز و مس ۴۷
۳-۵ تجزیه آماری داده ها ۴۹

فصل چهارم – نتایج و بحث

۴-۱ خصوصیات شیمیایی خاک ۵۱

۴-۱-۱ اسیدیته خاک ۵۱

۴-۱-۲ هدایت الکتریکی خاک ۵۳

۴-۱-۳ درصد کربن آلی خاک ۵۵

۴-۱-۴ عناصر پر مصرف خاک ۵۷

۴-۱-۴-۱ نیتروژن کل خاک ۵۷

۴-۱-۴-۲ فسفر قابل جذب خاک ۵۹

۴-۱-۴-۳ پتاسیم قابل جذب خاک ۶۱

۴-۱-۵ عناصر کم مصرف خاک ۶۳

۴-۱-۵-۱ روی ۶۳

۴-۱-۵-۲ آهن ۶۵

۴-۱-۵-۳ منگنز ۶۷

۴-۱-۵-۴ مس ۶۸

۴-۱-۶ همبستگی ساده میان برخی پارامترهای شیمیایی خاک ۶۹

۴-۲ تأثیر اصلاح کننده های آلی بر جذب برخی از عناصر غذایی در گندم ۷۲

۴-۲-۱ عناصر پرمصرف ۷۲

۴-۲-۱-۱ نیتروژن ۷۴

۴-۲-۱-۲ فسفر ۷۷

۴-۲-۱-۳ پتاسیم ۸۰

۴-۲-۲ عناصر کم مصرف ۸۳

۴-۲-۲-۱ روی ۸۶

۴-۲-۲-۲ آهن ۸۸

۴-۲-۲-۳ منگنز ۹۱

۴-۲-۲-۴ مس ۹۴

۴-۲-۳- همبستگی ساده میان برخی از پارامترهای شیمیایی خاک و تجمع برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف در اندام‌های مختلف گندم ۹۷

۴-۳- نتیجه گیری ۱۰۰

۴-۴- پیشنهادات ۱۰۳

فصل پنجم– منابع و مآخذ ۱۰۵

فهرست جداول

عناوین **صفحه**

جدول ۳-۱ برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش ۴۱

جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف ۵۱

جدول۴- ۲- مقایسه میانگین اثرمتقابل کود در زمانهای متفاوت مصرف بر میزان پی - هاش خاک ۵۳

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان شوری و کربن آلی خاک ۵۶

جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس برخی عناصر پر مصرف خاک در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف ۵۷

جدول ۴-۵- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان برخی عناصر پرمصرف خاک ۶۰

جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس عناصر کم مصرف قابل‌جذب خاک در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف (میلی‌گرم بر کیلوگرم) ۶۳

جدول ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان عناصر کم مصرف قابل استفاده خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم) ۶۶

جدول ۴-۸- ضرایب همبستگی بین پارامترهای شیمیایی خاک (n=۸۰) ۷۱

جدول ۴-۹- تجزیه واریانس برخی از عناصر پرمصرف اندام‌های مختلف گندم در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف ۷۳

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان نیتروژن برگ‌پرچم و نیتروژن جذب شده در کاه و کلش و دانه گندم ۷۶

جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان تجمع فسفر در برگ پرچم و جذب فسفر در کاه و کلش و دانه گندم ۷۷

جدول۴-۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود در زمانهای متفاوت مصرف بر میزان فسفر جذب شده توسط کاه و کلش گندم (میلی‌گرم در گلدان) ۷۹

جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان پتاسیم برگ‌پرچم و پتاسیم جذب شده در کاه و کلش و دانه گندم ۸۲

جدول ۴-۱۴- جدول تجزیه واریانس عناصر روی و آهن برگ‌پرچم و میزان جذب آنها در کاه و کلش و دانه گندم در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف ۸۴

جدول ۴-۱۵- جدول تجزیه واریانس عناصر منگنز و مس برگ‌پرچم و میزان جذب آنها در کاه و کلش و دانه گندم در اثر کاربرد چند دورهٔ متوالی تیمارهای کودی مختلف ۸۵

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان روی برگ‌پرچم و جذب آن در کاه و کلش و دانه گندم ۸۸

جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان تجمع آهن در برگ‌پرچم و جذب آن در کاه و کلش و دانه گندم ۹۰

جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثرمتقابل کود در زمانهای متفاوت مصرف بر غلظت منگنز برگ‌پرچم گندم (میلی‌گرم در کیلوگرم) ۹۲

جدول ۴-۱۹- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر جذب منگنز در گندم (میلی‌گرم در گلدان) ۹۳

جدول ۴-۲۰- مقایسه میانگین اثرات ساده کاربرد تیمارهای کودی مختلف در چند دورهٔ متوالی بر میزان تجمع مس در برگ‌پرچم و جذب آن در کاه و کلش و دانه گندم ۹۶

جدول ۴-۲۱- همبستگی ساده بین برخی پارامترهای شیمیایی خاک و تجمع عناصر پرمصرف در برگ‌پرچم، کاه و کلش و دانه گندم (n=۸۰) ۹۸

جدول ۴-۲۲- همبستگی ساده بین برخی پارامترهای شیمیایی خاک و تجمع عناصر کم مصرف در برگ پرچم، کاه و کلش و دانه گندم (n=۸۰) ۹۹

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

۱-۲- اهداف پژوهش

۱-۳- کودهای آلی

۱-۴- گندم و اهمیت آن در ایران و جهان و تغذیه آن

۱-۱- مقدمه

یکی از مهمترین مشکلات خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک، حاصلخیزی کم و داشتن خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی فقیر می‌باشد (کمپبل و بکت[1]، ۱۹۸۸). همچنین خاکهای این نواحی بدلیل داشتن شرایط خشک، جزء خاکهای با ماده آلی کم طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین افزودن کودهای آلی بمنظور بالابردن سطح ماده آلی این خاکها ضروری است، که می‌تواند بعنوان تأمین کنندهٔ عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان جهت افزایش رشد و نمو آنها و به حداقل رساندن آلودگی آبهای زیرزمینی عمل نماید (ماهدین[2]، ۲۰۰۹).

بدنبال افزایش جمعیت در دهه‌های اخیر تقاضا برای مواد غذایی افزایش یافته است که مستلزم افزایش بهره‌وری از اراضی و یا افزایش تولید در واحد سطح است. محدودیت منابع آب و خاک بدلیل حضور اقلیم گرم و خشک در اغلب مناطق کشور ، توسعه سطح زیر کشت در ایران را با مشکلات جدی مواجه ساخته است و برای تامین نیاز غذایی انسانها باید میزان تولید در واحد سطح را افزایش دهیم (زرین کفش، ۱۳۶۸). استفاده از کودهای شیمیایی یک راه حل آسان و سریع افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح می‌باشد که در سالهای اولیهٔ مصرف آن، میزان تولید در واحد سطح افزایش یافته که سبب افزایش میزان مصرف کودهای شیمیایی در چند سال اخیر شده است. کشاورزان نیز در کشتهای مرسوم، بمنظور بالابردن عملکرد گیاهان از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند (نلسون[3]، ۱۹۹۷ و بنت و مارتنسون[4]، ۲۰۰۳). مصرف بی رویهٔ کودهای شیمیایی به ویژه کودهای ازتی و فسفاتی طی چند سال اخیر، و رعایت نکردن اصول ابتدایی دانش کشاورزی که در آن حفظ تعادل عناصرغذایی گیاه در خاک الزامی می‌باشد، خساراتی جبران ناپذیر به تولید وارد کرده است. متاسفانه مصرف نادرست کودهای ازتی و فسفاتی، و منظور نکردن دیگر عناصر غذایی در ترکیبات کودی، موجب تشدید برخی از کمبودها و کاهش حاصلخیزی خاک گردیده است. در حالیکه هم اکنون استفاده از کودهای شیمیایی در سطح کشور در حد متوسط جهانی است، لیکن مقدار تولید در واحد سطح به مراتب کمتر از کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد. کمبود آب، آگاهی ناکافی کشاورزان در مورد نیاز کودی گیاهان، عدم عرضهٔ به موقع انواع کودها به تناسب نیاز غذایی گیاه و عدم رعایت تعادل میان عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف و از همه مهمتر مصرف نامتعادل کودها، از دلایل این وضع بشمار می‌آیند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). از طرف دیگر استفاده از کودهای شیمیایی سبب افزایش شوری، اسیدیته و غیر قابل‌جذب شدن عناصر غذایی میکرو و آبشویی عناصر غذایی ماکرو خاک و نتیجتاً آلوده شدن منابع آب و خاک گشته است (کاظمینی و

[1] Campbell and Beckett
[2] Mahadeen
[3] Nilsson
[4] Bengt and Martensson

همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین تنها راه حل عملی دستیابی به خودکفایی در محصولات کشاورزی و تهیه غذای کافی برای جمعیت به سرعت در حال رشد کشور، همان افزایش بازدهی محصولات کشاورزی در واحد سطح است که این خود، مستلزم ارتقاء سطح باروری خاک است و چون مواد آلی به علت اثر سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها دارد، یکی از ارکان باروری خاک شناخته می‌شوند. لذا افزایش سطح باروری خاک از طریق کاربرد کودهای آلی یکی از اصولی‌ترین روش‌های افزایش محصولات کشاورزی در واحد سطح است.

در واقع کودهای آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و نیاز به هر دو نوع برای ایجاد شرایط مناسب جهت رشد گیاهان است. یکی از مهمترین عوارض نامطلوب مصرف درازمدت و بی رویه کودهای شیمیایی، کاهش باروری خاک بدنبال از بین رفتن هوموس می‌باشد. آزمایش های پرشمار که در این مورد انجام شده نشان داده اند که کودهای آلی گذشته از نداشتن این عوارض نامطلوب، موجب افزایش هوموس خاک و نگهداری آن در سطحی مناسب می‌گردند. بعبارت دیگر، کودهای آلی بطور غیر مستقیم هوموس تولید می‌کنند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).

منابع کودهای آلی در ایران محدود است و عمدتاً شامل کودهای حیوانی، کمپوست زباله شهری، کمپوست لجن فاضلاب، کمپوست ضایعات کارخانجات مختلف از قبیل قند و دخانیات، ضایعات گیاهی نظیر سبوس برنج، کاه و کلش گندم و سرشاخه‌های نیشکر است (زرین کفش، ۱۳۶۸).

از طرف دیگر افزایش جمعیت، بهبود روند زندگی و افزایش موج مصرف‌زدگی موجب شده است تا میزان تولید زباله های صنعتی و شهری رو به فزونی گذارد و اثرات نگران‌کننده دفع غیر بهداشتی مواد زائد نظیر بیماری‌های همه‌گیر ظاهر شود (ملکوتی، ۱۳۷۹). با افزایش تقاضا برای مواد غذایی و کاهش حاصلخیزی خاک میتوان از مواد زاید به منظور بالا بردن عملکرد محصولات کشاورزی استفاده نمود (پرورش و شاهمنصوری، ۱۳۷۳). استفاده از این مواد زاید بعنوان یک کود آلی صرف‌نظر از آنکه هیچ زیان و اثر سویی در کشاورزی و امور وابسته به آن ندارد، از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه است (ملکوتی، ۱۳۷۹). امروزه از خاکروبه‌ها و مواد زاید شهری در تهران، اصفهان و سایر شهرهای بزرگ کمپوست تهیه می‌شود (صدقی مقدم و میرزایی، ۱۳۸۷). کمپوست کردن ۷۳۰۰۰۰۰ تن زباله تولیدی در ایران، سالانه ۲ میلیون تن کود آلی کمپوست را تقدیم کشاورزی ایران خواهد کرد که در صورت دفن غیربهداشتی آن، منابع آب و خاک و سلامتی عمومی جامعه را به خطر می‌اندازد (ملکوتی، ۱۳۷۹). کود کمپوست شده به دلیل داشتن مواد آلی فراوان دارای این قابلیت است که خاک‌های فرسوده و لم یزرع را احیا نماید. تبدیل مواد قابل بازیافت به کودهای آلی یکی از بهترین راه‌های مقابله با پتانسیل آلوده‌کنندگی آنها و بازگرداندن این مواد زاید به چرخه طبیعت است (صدقی مقدم و میرزایی، ۱۳۸۷).

۱-۲- اهداف پژوهش

۱) تعیین میزان عناصر غذایی (ماکرو و میکرو) خاک در اثر کاربرد مستمر کمپوست و ورمی کمپوست

۲) بررسی میزان جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در اندام‌های مختلف گندم (کاه و کلش و دانه) در تیمارهای کود آلی (کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست) با و بدون کاربرد کودشیمیایی

۱-۳- کودهای آلی

ماده آلی کلید حاصلخیزی و باروری خاکهاست. برای حفظ سطح حاصلخیزی و قدرت تولید یک خاک، میزان ماده آلی آن باید در سطح مناسبی حفظ شود (برازینی و دلزان، ۱۹۹۲). متاسفانه سطح ماده آلی خاک‌های زراعی کشور عمدتاً کمتر از یک درصد است که این امر معلول مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بخصوص کودهای ازته و عدم استفاده از کودهای آلی در طی چند سال اخیر می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۹). امروزه با توجه به مشکلاتی که بعلت مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بوجود آمده است، کاربرد کودهای آلی به‌طور جدی توصیه می‌شود. یک راه حل برای افزایش مقدار ماده آلی خاک‌های زراعی کشور، استفاده از کودهای آلی از قبیل کودهای حیوانی، سبز، فاضلاب و انواع کمپوستها می‌باشد (رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹) و بدون شک استفاده از این کودهای طبیعی علاوه بر مزایای مربوطه در کشاورزی از جنبه‌های زیست محیطی و اقتصادی نیز قابل اهمیت می‌باشد (زرولی و همکاران، ۱۳۸۸). در این تحقیق دو نوع کود آلی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست استفاده گردید که در زیر بطور مختصر به شرح آنها پرداخته می‌شود:

۱-۳-۱- کمپوست زباله شهری

تاکنون تعاریف متعددی برای کمپوست ارائه شده است. بطور کلی بر اساس یک تعریف ایده آل به هر محصولی که تحت فرآیند کمپوست‌شدن که همان به پایداری رسیدن ترکیبات آلی تحت شرائط هوازی است و باعث تولید حرارت بر اثر فعالیت موجودات زنده ریز می‌شود، اطلاق می‌گردد. محصول تولیدی باید عاری از عوامل بیماری‌زا و بذور علفهای هرز باشد. تمام کمپوستها شبیه به هم نیستند اگرچه در نظر اول ممکن است شبیه به نظر برسند ولی از لحاظ خصوصیات با هم متفاوت هستند. اندازه گیریهای pH، شوری، خصوصیات فیزیکی، رسیدگی و پایداری از خصوصیات بارزی جهت تعیین کیفیت یک کود کمپوست می‌باشد.

مصرف کودهای کمپوست بر روی تعداد زیادی از محصولات کشاورزی موفقیت آمیز بوده است که در وهله نخست ارزش غذایی کود کمپوست مورد نظر می‌باشد. در حالیکه با عرضه این کود علاوه بر جنبه‌های غذایی، ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز تأمین می‌گردد (مرجوی، ۱۳۸۲).

میزان مصرف کمپوست در کشاورزی به مقدار، نوع و جنس خاکی بستگی دارد که قرار است کمپوست در آن مصرف شود. مصرف زیاده از حد کمپوست در خاکهای سبک منجر به شستشوی مواد می‌گردد که نتیجه آن ایجاد آلودگی در آبهای زیرزمینی است. اگر کمپوست در خاکهای سنگین به اندازه کافی مصرف نشود، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. بدین‌جهت قبل از مصرف کمپوست در کشاورزی باید تمام جوانب کار از نظر نوع خاک، تغذیه گیاهی و رعایت موازین بهداشتی مد نظر قرار گیرد.

علاوه بر کربن، هیدروژن، اکسیژن، سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان به دو دسته تقسیم می‌شوند: ماکروالمنت‌ها شامل ازت، فسفر، پتاس، گوگرد، کلسیم، منیزیم و آهن می‌باشد که برای رشد و تغذیه گیاهان ضروری است. این هفت عنصر به مقدار نسبتاً زیادی برای تغذیه گیاهان ضروری است و فقدان آنها موجب پژمردگی و نابودی گیاهان می‌شود. میکروالمنت‌ها شامل هفت عنصر مورد نیاز دیگر شامل مس، منگنز، روی، سدیم، بر، مولیبدن و کلر می‌باشند که به میزان نسبتاً کمتری برای تغذیه گیاهان مورد نیاز است. یکی از فواید کمپوست در خاک تأمین این عناصر برای تغذیه گیاهی است.

مطالعات انجام شده مؤید این است که وجود مقادیر میکرو المنتها در کود کمپوست به مراتب بیشتر از مقدار آنها در کود حیوانی است. در واقع ترکیب آلی که از مواد زاید و پس‌مانده زباله و دیگر مواد آلی بدست می‌آید برای رشد گیاهان و حاصلخیزی خاک بسیار ارزشمند است.

مزایای استفاده از کود کمپوست در بهبود وضعیت خاک زمین شامل: اصلاح ساختار فیزیکی خاک، اصلاح pH، حاصلخیز نمودن خاک، منبع تغذیه‌ای برای گیاه، افزایش مبادلات یونی و فعالیت ریشه‌ای و افزایش ریشه زایی، بهبود فعالیت‌های ریشه‌زایی در خاک، جذب و نگهداری رطوبت در خاک، افزایش ایجاد تخلخل در خاک، افزایش نفوذ هوا به خاک، بهبود کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی، افزایش مقاومت گیاه در مقابل آفات و تغییرات آب و هوایی و باد می‌باشد. مطالعات نشان داده است که مصرف کمپوست تازه سبب ازدیاد کرم‌های خاکی می‌گردد. کرم‌های خاکی نقش مؤثری در بهبود وضعیت خاک دارند (زززولی و همکاران، ۱۳۸۸).

در تحقیق یکساله که در دانشگاه صنعتی اصفهان به انجام رسید مشخص گردید که اضافه کردن کود کمپوست شهری به خاک باعث افزیش مقدار ماده آلی خاک، بویژه در خاکهای فقیر از نظر مواد آلی می‌شوند. همچنین باعث افـزایش مقـدار قابل جذب تعدادی از عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در خاک می‌گردد. علاوه بر آن، غلظت مقدار جـذب عناصـر روی، آهن، منگنز و مس توسط گیاه کشت شده در این تحقیق (ذرت) در مقادیر بالا عرضه کـود کمپوسـت افـزایش یافتـه اسـت (مرجوی، ۱۳۸۱).

در فرآیند تهیه کمپوست معمولاً ازتی که برای تشکیل پروتوپلاسم باکتریها بـه کـار مـی‌رود بـه صـورت نـامحلـول در می‌آید. این مواد با گذشت زمان بالاخره به صورت ترکیبی از بدن باکتریهای مرده مورد استفاده سایر موجودات قرار گرفته و تجزیه می‌شود. نامحلول شدن ازت، از به هدر رفتن ازت معدنی محلول جلوگیری کرده و به صورت آمونیاک آزاد می‌شود که آن هم به نیتریت اکسید شده و سپس به نیترات تبدیل می‌شود. ترکیبات آلـی موجـود در کمپوسـت بـرای افـزایش ازت و تثبیت ازت هوا در خاک بسیار مؤثر است (زرولی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۳-۲- ورمی‌کمپوست

ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک است که بسیار نرم، سبک وزن، ترد، تمیز، بی‌بـو بـوده و ظـاهری شـبیه بـه پـودر گرانول قهوه دارد. لغت verm مشتق از کلمه لاتین vermis به معنای کرم می‌باشد و ورمی‌کمپوسـت حاصـل یـک فرآینـد نیمه هوازی است که به مساعدت گونـه‌هـای خـاص از کـرم‌هـا، قارچهـا، بـاکتری‌هـا و اکتینومیسـت‌هـا انجـام مـی‌پـذیرد. ورمی‌کمپوست مواد حاصل از بستر رشد کرم‌ها بوده که پس از دفع شدن از سیستم گوارشی این موجودات در محیط بـاقی می‌ماند. این ماده شامل فضولات کرم‌ها به همراه مواد آلی تجزیه شده و اجساد کرم‌ها می‌باشد که برای گیاهان ارزش غذایی فراوانی دارد و خاک را حاصلخیز می‌نماید. مواد دفع شده توسط کرم‌ها اغلب دارای ازت، فسفر و پتاسیم به مراتب بیشـتر از خاکهای بدون کرم است و میزان عناصر میکرو نیز در این خاکها بیش‌تر می‌باشد (زرولی و همکاران، ۱۳۸۸). پسماند و مواد دفعی کرم‌های کمپوستی اغلب دارای نیتروژن و فسفر به میزان ۵ تا ۱۱ برابر بیش از خـاک بـوده و سـایر عناصـر غـذایی ماکرو و میکرو نیز در آن بیش از خاک معمولی می‌باشد و ترشحات درون سیستم هاضـمه کـرم‌هـا، عناصـر غـذایی را بـه عناصر با قابلیت دسترسی بیشتر تبدیل می‌سازد (یقطین و همکاران، ۱۳۸۸).

ورمی‌کمپوست در اصلاح شرایط فیزیکی خاک نقش بسزایی دارد و خاک را سبک می‌نماید. بعلاوه آب را بهتر نگه می‌دارد و از تبخیر سطحی و یا نفوذ سریع آب به داخل عمق خاک جلوگیری می‌نماید. از سایر مزایای ورمی‌کمپوست می‌توان به موارد زیل اشاره کرد (زرولی و همکاران، ۱۳۸۸):

- در ایجاد تعادل نسبت مواد معدنی به مواد مغذی در خاک نقش مهمی را ایفا نموده و با داشتن ترکیباتی چون ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و ... کود بسیار قوی بحساب می آید.
- بعلت داشتن میزان قابل توجهی چربی، کود کاملی بحساب می‌آید و احتیاجات متابولیکی گیاه را بخوبی برآورده می‌نماید.
- تلفیق ورمی‌کمپوست با کودهای معمولی از طریق رهاسازی تدریجی مواد غذایی موجب می‌گردد تا در طول دورهٔ کاشت و داشت گیاه دیگر احتیاجی به افزودن کود اضافی نباشد.
- ورمی‌کمپوست یک کود صد در صد آلی است و بطور مستقیم جذب ریشه گیاه می‌شود و محیط مناسبی را برای رشد موجودات ذره‌بینی خاک فراهم می‌آورد.
- ارزشمندترین خاصیت این کود در عملکرد آنزیم‌ها، میکروارگانیسم‌ها و همچنین هورمونهای مختلف موجود در آن است. ورمی کمپوست حاوی آنزیم‌هایی چون پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کیتاز می‌باشد که در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قرار دادن مواد مغذی مورد لزوم ریشه گیاه نقش مؤثری را دارا می‌باشد. خصوصیات فوق باعث می‌شود تا ورمی‌کمپوست بعنوان بهترین و اساسی ترین کود برای احیای زمین‌های فقیر و لم یزرع بحساب آید.

۱-۴- گندم و اهمیت آن در ایران و جهان و تغذیه آن:

گندم جزء مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان بویژه در کشورهای در حال توسعه بشمار می‌آید. در مقایسه با سایر محصولات و غلات بیشترین سطح زیر کشت را بخود اختصاص داده است. گندم از نظر ارزش غذایی با سایر غلات عمده قابل رقابت بوده و پروتئین محتوی دانه آن بیش‌تر از آنهاست و بطورکلی حدود ۷۵ درصد گندم جهان به مصرف خوراک انسان، ۱۵ درصد بمصرف خوراک دام و ۱۰ درصد بقیه برای مصارف بذری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف سرانه گندم در کشورهای توسعه‌یافته با درآمد کافی میل به سوی مصرف دامی و در کشورهای در حال‌توسعه بیشتر به مصرف خوراک انسان می‌رسد که در ایران نان حاصل از گندم مهم‌ترین منبع غذای روزانه مردم است (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

گندم گیاهی تک لپه‌ای،علفی، یکساله، خودگشن و از تیره غلات، خانواده گندمیان، جنس Triticum و دارای گونه-های بسیار زیادی می‌باشند. گندم دارای ریشه‌های افشان یا سطحی بوده که ریشه های فرعی و اصلی از محل طوقه خارج می‌شوند و همگی هم‌قطر می‌باشند. عمق فعالیت آنها در خاک حدود ۳۰ سانتی متر می‌باشد. ساقهٔ گندم مانند تمامی گیاهان تیرهٔ غلات بندبند و توخالی و استوانه‌ای است، بطوریکه شکل استوانه‌ای آن به همراه دسته‌های فیبر موجب استحکام ساقه می‌شود. گندم دارای تعدادی پنجه در کنار ساقهٔ اصلی می‌باشد (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۴-۱- سطح زیر کشت و تولید گندم:

از مجموع زمین‌های زیر کشت دنیا، ۱۶ درصد آن به کشت گندم اختصاص دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۵). سطح زیر کشت گندم در دنیا طی سالهای ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۰ از ۲۱۷ تا ۲۳۱ میلیون هکتار متغیر بوده است و طی سالهای اخیر مساحت زیر کشت آن کاهش یافته و در سال ۲۰۰۰ به حداقل میزان طی ده سال اخیر به حدود ۲۱۷ میلیون هکتار رسیده است (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

در ایران سطح زیر کشت گندم ۶۹۴۱۲۸۶ هکتار می‌باشد که از این مقدار ۲۴۲۷۹۱۶ هکتار به صورت آبی و ۴۵۱۳۳۷۰ هکتار آن به صورت دیم است. سطح کل زیر کشت گندم در استان مازندران ۴۸۳۲۳ هکتار است که ۱۷۴۵ هکتار به صورت آبی و ۴۶۵۷۷ هکتار آن به صورت دیم می‌باشد (سالنامه آماری، ۱۳۸۷).

در حال حاضر بزرگترین تولیدکنندگان گندم جهان به ترتیب عبارتند از: ۱- چین، با ۱۱۴ میلیون تن ، ۲- اتحادیه اروپا، با ۹۷ میلیون تن، ۳- هند، با ۷۱ میلیون تن، ۴- آمریکا، با ۶۳ میلیون تن و ۵- روسیه با ۳۱ میلیون تن.

میزان تولید گندم در جهان، طی سالهای ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۰ بین ۵۰۰ تا ۶۱۰ میلیون تن بوده که در سال ۱۹۹۸ به بیشترین مقدار یعنی، ۶۱۰ میلیون تن رسیده است. لیکن این میزان، طی سالهای ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ به ترتیب به ۵۸۷ و ۵۹۰ میلیون تن کاهش یافته است. میزان عملکرد گندم نیز در جهان همواره رو به افزایش بوده و میزان آن از ۲۲۹۷ کیلوگرم در هکتار به ۲۷۱۰ کیلوگرم در هکتار (در سال ۲۰۰۰) افزایش یافته است (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

در ایران میزان تولید گندم حدود ۱۲-۱۱ میلیون تن می‌باشد که گندم آبی ۷۱ درصد و گندم دیم ۲۹ درصد تولید را بخود اختصاص داده است (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

حجم صادرات گندم در دهه ۱۹۹۰ در جهان سالیانه ۱۰۶ میلیون تن و ۹۵٪ صادرات گندم جهان در اختیار آمریکا، کانادا، اتحادیه اروپا، استرالیا و آرژانتین می‌باشد. عمده‌ترین وارد کنندگان در سال ۲۰۰۰ عبارتند از برزیل (۷/۲ میلیون تن)، ایران (۶/۵ میلیون تن)، ایتالیا (۶ میلیون تن)، ژاپن (۶ میلیون تن)، مصر (۵/۸ میلیون تن)، روسیه (۵/۲ میلیون تن)، مراکش (۲/۸ میلیون تن) و جمهوری خلق چین (۲ میلیون تن) (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۴-۲- شرایط اکولوژیکی گندم:

کشت و کار و رشد و نمو این گیاه در تمامی نقاط دنیا و در آب و هوا های مختلف امکان‌پذیر است. گندم گیاهی است که در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی رشد می‌کند. لیکن برای هر محیط و آب و هوا، نژاد بخصوصی سازگار شده که باید آن را کشت کرد و به همین دلیل است که نژادهای بیشماری از گندم در تمامی نقاط دنیا وجود دارد (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۴-۳- شرایط خاکی مناسب برای رشد گندم:

گندم گیاهی است که کشت آن در هر خاکی امکان پذیر می باشد مشروط به اینکه خاک شور و باتلاقی نباشد. مناسبترین اراضی برای کشت گندم خاکهای لومی، شنی لومی و لومی رسی عمیق با زهکشی خوب می باشد. در زراعتهای آبی، نوسانات عملکرد گندم تاحد نسبتاً کمی تحت تأثیر بافت خاک می باشد ولی در زراعتهای دیم خاکهای ریزبافت مناسبتر هستند. بهترین واکنش اسیدیته خاک (pH) برای گندم محیط خنثی تا نسبتاً قلیایی است (یعنی ۸/۵ - ۷ = pH) (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۴-۴- تاثیر عناصر غذایی بر رشد و نمو و تولید دانه گندم:

تغذیه گیاه گندم عامل مهم در تعیین عملکرد و سوددهی محصول می‌باشد. عرضه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به حداکثر تولید ضروری می‌باشد. دستیابی به عملکرد بالا با کیفیت عالی ممکن است در اثر کمبود ریز مغذی‌ها محدود گردد. ازت، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف یا ریز مغذی‌ها نظیر روی و مس مهمترین عناصر غذایی لازم برای گندم می‌باشند. هرچه عناصر اصلی ازت، فسفر و پتاسیم به گندم بهتر عرضه گردد، نیاز گندم به ریز مغذی‌ها بیشتر می‌شود. ریز مغذی‌ها به نوبه خود نقش مهمی در بالا بردن تاثیر عناصر اصلی جذب شده توسط گیاه دارند. جذب عناصر