بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی آگرواکولوژی

عنوان پایان‌نامه:
اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود اوره و کود گاوی بر غلظت کادمیم و عملکرد گیاه دارویی خرفه

استاد راهنما:
دکتر سیف‌اله فلاح

استادان مشاور:
دکتر محمود رضا تدین
دکتر شهرام کیانی

پژوهشگر:
فتانه سلطانی نژاد

مهر ماه ۱۳۹۲

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

پایان‌نامه خانم فتانه سلطانی نژاد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی با عنوان: اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود اوره و کود گاوی بر غلظت کادمیم و عملکرد گیاه دارویی خرفه در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۳ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۸۵ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. **استاد راهنمای پایان‌نامه:**

دکتر سیف‌اله فلاح با مرتبه علمی دانشیار .....

۲. **استادان مشاور پایان‌نامه:**

دکتر محمود رضا تدین با مرتبه علمی دانشیار .....

دکتر شهرام کیانی با مرتبه علمی استادیار .....

۳. **استادان داور پایان‌نامه:**

دکتر عبدالرزاق دانش شهرکی با مرتبه علمی استادیار .....

دکتر رامین ایرانی‌پور با مرتبه علمی استادیار .....

دکتر محمد حسن طباطبایی
معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده کشاورزی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه

متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس به درگاه حضرت دوست که دیباچه ای دیگر از ایام را به روی ما گشود تا بار دیگر از خوان گسترده نعمتش بهره مند گردیم و شکر و سپاس از منت بی انتهایش که به من توفیق این پایان نامه را عطا کرد، از این رو بر خود وظیفه می دانم مراتب قدردانی و سپاس خود را نثار کسانی کنم که در این مسیر پرفراز و نشیب لحظه ای از راهنمایی، پشتیبانی و تشویق من دریغ نکردند،

از استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر سیف اله فلاح که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند نهایت تشکر را دارم و کمک های ایشان را سپاس می دارم. در پرتو روحیه پر از امید ایشان بود که تمام دلسردی ها رنگ می باخت و در سایه وجود خستگی ناپذیرشان، پرسش های گاه و بی گاهم پاسخ می یافت. همچنین از راهنمایی های دلسوزانه اساتید گرامی، آقایان دکتر محمود رضا تدین و دکتر شهرام کیانی که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می نمایم، همچنین از آقایان دکتر عبدالرزاق دانش و دکتر رامین ایرانی پور به دلیل قبول زحمت داوری پایان نامه و نیز از آقای دکتر حسین مهربان نماینده تحصیلات تکمیلی سپاسگزارم.

در پایان از دیگر اساتید گروه زراعت و دوستان عزیزم که هر کدام در این راه به نحوی یاری گرم بودند قدردانی می نمایم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

دو فرشته مهر و دوستی و مقدس ترین واژه های کتاب آفرینش

که وجودشان بهانه زندگیم است و عطر یاس دعاهایشان اعتبار زیستنم.

و تقدیم به

همسرم که در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

چکیده

به منظور ارزیابی سطوح مختلف نیتروژن (به فرم آلی و شیمیایی) بر غلظت کادمیم و عملکرد گیاه دارویی خرفه *(Portulaca oleracea)*، دو آزمایش (گلخانه‌ای و مزرعه‌ای) در دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. در آزمایش گلخانه‌ای، تیمارهای مختلف کودی شامل کاربرد جداگانه کود گاوی و اوره در دو سطح ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم، سه تیمار تلفیقی (۶۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره + ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع کود گاوی، ۴۵ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره + ۴۵ میلی‌گرم نیتروژن از منبع کود گاوی و ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره + ۶۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع کود گاوی) و تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به عنوان یک فاکتور و دو سطح کادمیم (عدم کاربرد کادمیم و کاربرد ۱۰ میلی‌گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک) به عنوان فاکتوری دیگر مورد مطالعه قرار گرفتند. تیمارهای کودی آزمایش گلخانه‌ای در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد کادمیم باعث کاهش تمامی صفات مورد بررسی شد. غلظت و جذب کادمیم در گیاه با افزایش نیتروژن خصوصاً از منبع کود گاوی کاهش یافت و تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع کود گاوی دارای کمترین میزان کادمیم بود. افزایش مصرف نیتروژن با افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، میزان کلروفیل و وزن ساقه و برگ باعث افزایش عملکرد گیاه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کادمیم گردید. همچنین مشاهده گردید که با افزایش مصرف کودهای اوره، گاوی و تلفیقی، غلظت و جذب نیتروژن افزایش یافت و بیشترین عملکرد در تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع کود گاوی حاصل شد. از طرفی تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره با ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع تلفیقی (۱:۱) اختلاف معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج این پژوهش در شرایط کاربرد کود گاوی نه تنها پتانسیل تولید افزایش می‌یابد بلکه از اثرات سمی کادمیم بر رشد و غلظت آن در گیاه کاسته می‌شود. علاوه بر این با کاربرد ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع تلفیقی (۱:۱) می‌توان با کاهش ۲۵ درصد نیتروژن مصرفی (شیمیایی) به حفظ محیط زیست و در نتیجه توسعه رویکرد کشاورزی پایدار کمک نمود

کلمات کلیدی: سلامت محصول، کادمیم، کشاورزی پایدار، کود شیمیایی، کود گاوی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول- مقدمه ۷

۱-۱ کلیات ۷

۱-۲ اهداف اصلی ۹

۱-۳ ارائه فرضیات ۱۰

۱-۴ ساختار پایان‌نامه ۱۰

فصل دوم- بررسی منابع ۱۱

۲-۱ تاریخچه خرفه ۱۱

۲-۲ خصوصیات گیاه‌شناسی خرفه ۱۱

۲-۳ اکولوژی خرفه ۱۲

۲-۳-۱ آب و هوا ۱۲

۲-۳-۲ خاک ۱۳

۲-۴ مورفولوژی خرفه ۱۳

۲-۵ فیزیولوژی خرفه ۱۳

۲-۶ فنولوژی خرفه ۱۳

۲-۷ ترکیبات شیمیایی خرفه ۱۴

۲-۸ اهمیت گیاه خرفه ۱۴

۲-۹ خواص دارویی خرفه ۱۵

۲-۱۰ فلزات سنگین ۱۶

۲-۱۱ جذب فلزات سنگین توسط گیاهان ۱۷

۲-۱۲ اثرات فلزات سنگین بر روی گیاهان ۱۸

۲-۱۲-۱ اثرات مورفولوژیکی فلزات سنگین ۱۸

۲-۱۲-۲ اثرات فیزیولوژیکی فلزات سنگین ۱۸

۲-۱۳ کادمیم ۱۹

۲-۱۴ کادمیم و اثرات آن روی گیاهان ۲۰

۲-۱۵ اثرات نیتروژن (از منبع شیمیایی و آلی) بر غلظت و جذب کادمیم توسط گیاه ۲۱

۲-۱۶ اثرات کوددهی و کادمیم بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه ۲۴

۲-۱۷ کود ۲۶

۲-۱۷-۱ کود شیمیایی و تأثیر آن بر خصوصیات گیاهان ۲۶

۲-۱۷-۱ کود دامی و تأثیر آن بر خصوصیات گیاهان ۲۸

عنوان صفحه

۲-۱۸ مدیریت تلفیقی عناصر غذایی ۳۰
۲-۱۹ تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای دامی، شیمیایی بر خصوصیات گیاه ۳۰
فصل سوم- مواد و روش‌ها ۳۲
۳-۱ مشخصات خاک و کود گاوی مورد استفاده ۳۲
۳-۲ آزمایش گلخانه‌ای ۳۳
۳-۲-۱ نوع طرح آزمایشی و تیمارها ۳۳
۳-۲-۲ عملیات کاشت و داشت ۳۳
۳-۲-۳ صفات مورد مطالعه ۳۴
۳-۲-۴ اندازه‌گیری کلروفیل ۳۴
۳-۲-۵ تجزیه شیمیایی اجزاء گیاه ۳۵
۳-۲-۵-۱ اندازه‌گیری غلظت کادمیم در گیاه ۳۵
۳-۲-۵-۲ اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در گیاه ۳۵
۳-۲-۵-۳ اندازه‌گیری جذب کادمیم و نیتروژن در گیاه ۳۵
۳-۳ آزمایش مزرعه‌ای ۳۵
۳-۳-۱ مشخصات آب و هوایی ۳۵
۳-۳-۲ مشخصات کود گاوی مورد استفاده ۳۶
۳-۳-۳ نوع طرح آزمایشی و تیمارها ۳۶
۳-۳-۴ عملیات کاشت و داشت ۳۶
۳-۳-۵ صفات مورد مطالعه ۳۶
۳-۴ محاسبات آماری ۳۷
فصل چهارم- نتایج و بحث ۳۸
۴-۱ آزمایش گلخانه‌ای ۳۸
۴-۱-۱ ویژگی‌های خاک و کود گاوی مورد استفاده ۳۸
۴-۱-۲ ارتفاع بوته ۳۸
۴-۱-۳ تعداد برگ ۴۱
۴-۱-۴ کلروفیل a ۴۳
۴-۱-۵ کلروفیل b ۴۶
۴-۱-۶ مجموع کلروفیل a و b ۴۷
۴-۱-۷ کارتنوئیدها ۴۹
۴-۱-۸ وزن تر برگ ۵۱

عنوان صفحه

۴-۱-۹ وزن تر ساقه..... ۵۳
۴-۱-۱۰ وزن خشک برگ..... ۵۵
۴-۱-۱۱ وزن خشک ساقه..... ۵۷
۴-۱-۱۲ وزن تر اندام‌های هوایی..... ۵۸
۴-۱-۱۳ وزن خشک اندام‌های هوایی..... ۶۰
۴-۱-۱۴ مجموع وزن تر دو چین ۶۲
۴-۱-۱۵ مجموع وزن خشک دو چین..... ۶۳
۴-۱-۱۶ غلظت کادمیم..... ۶۴
۴-۱-۱۷ جذب کادمیم..... ۶۶
۴-۱-۱۸ غلظت نیتروژن..... ۶۸
۴-۱-۱۹ جذب نیتروژن..... ۷۰
۴-۲ آزمایش مزرعه‌ای ۷۲
۴-۲-۱ ویژگی‌های آب و هوایی منطقه..... ۷۲
۴-۲-۲ ارتفاع بوته..... ۷۳
۴-۲-۳ تعداد شاخه فرعی در بوته..... ۷۴
۴-۲-۴ شاخص سطح برگ..... ۷۵
۴-۲-۵ وزن تر برگ..... ۷۶
۴-۲-۶ وزن تر ساقه..... ۷۸
۴-۲-۷ نسبت سطح برگ..... ۷۸
۴-۲-۸ وزن تر اندام‌های هوایی..... ۷۹
۴-۱-۹ رطوبت اندام‌های هوایی..... ۸۱
۴-۳ ارتباط آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای..... ۸۲
۴-۴ نتیجه‌گیری..... ۸۲
۴-۵ پیشنهادات برای انجام آزمایش‌های تکمیلی..... ۸۳
ضمیمه۱ - ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه چین اول خرفه در آزمایش گلخانه‌ای. ۸۴
ضمیمه۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه چین دوم خرفه در آزمایش گلخانه‌ای ۸۵
ضمیمه۲- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف خرفه در آزمایش گلخانه‌ای ۸۶
منابع ۸۷

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۳-۱ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی قبل از انجام آزمایش..... ۳۲
جدول ۳-۲ برخی مشخصات کود گاوی مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای..... ۳۳
جدول ۳-۳ برخی مشخصات کود گاوی مورد استفاده در آزمایش مزرعه‌ای..... ۳۶
جدول ۴-۱-۱ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۳۹
جدول ۴-۱-۲ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر میزان کلروفیل a و کلروفیل b طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۴۳
جدول ۴-۱-۳ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر مجموع کلروفیل a و b و کارتنوئیدها طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۴۸
جدول ۴-۱-۴ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر وزن تر برگ و ساقه طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۵۲
جدول ۴-۱-۵ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر وزن خشک برگ و ساقه طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۵۶
جدول ۴-۱-۶ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۵۹
جدول ۴-۱-۷ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر مجموع وزن تر و وزن خشک دو چین اندام‌های هوایی گیاه دارویی خرفه..... ۶۲
جدول ۴-۱-۸ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر غلظت و جذب کادمیم طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۶۵
جدول ۴-۱-۹ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف کوددهی و کادمیم بر غلظت و جذب نیتروژن طی دو چین در گیاه دارویی خرفه..... ۶۹
جدول ۴-۲-۱ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و شاخص سطح برگ گیاه دارویی خرفه..... ۷۴
جدول۴-۲-۲ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر وزن تر برگ، وزن تر ساقه و نسبت سطح برگ گیاه دارویی خرفه..... ۷۷
جدول۴-۲-۳ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر وزن تر و درصد رطوبت اندام هوایی گیاه دارویی خرفه..... ۸۰

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۴-۱-۱ اثر سطوح مختلف کوددهی (الف) و کادمیوم (ب) بر ارتفاع بوته چین اول گیاه دارویی خرفه ۴۰

شکل ۴-۱-۲ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر ارتفاع بوته چین دوم گیاه دارویی خرفه ۴۱

شکل۴-۱-۳ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر تعداد برگ طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۴۲

شکل ۴-۱-۴ اثر سطوح مختلف کوددهی بر میزان کلروفیل a طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۴۴

شکل ۴-۱-۵ اثر سطوح مختلف کادمیم بر میزان کلروفیل a طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۴۵

شکل۴-۱-۶ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر میزان کلروفیل b طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۴۷

شکل۴-۱-۷ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر مجموع کلروفیل a و b طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۴۹

شکل ۴-۱-۸ اثر سطوح مختلف کوددهی بر میزان کارتنوئید برگ طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۵۰

شکل ۴-۱-۹ اثر سطوح مختلف کادمیم بر میزان کارتنوئید برگ طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۵۱

شکل۴-۱-۱۰ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن تر برگ طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۵۳

شکل ۴-۱-۱۱ اثر سطوح مختلف کوددهی (الف) و کادمیم (ب) بر وزن تر ساقه چین اول گیاه دارویی خرفه ۵۴

شکل ۴-۱-۱۲ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن تر ساقه چین دوم گیاه دارویی خرفه ۵۵

شکل۴-۱-۱۳ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن خشک برگ طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۵۶

شکل۴-۱-۱۴ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن خشک ساقه طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۵۸

شکل۴-۱-۱۵ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن تر اندام‌های هوایی طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۶۰

عنوان	صفحه

شکل۴-۱-۱۶ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر وزن خشک اندام‌های هوایی طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۶۱

شکل۴-۱-۱۷ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر مجموع وزن تر اندام‌های هوایی چین اول و دوم گیاه دارویی خرفه ۶۳

شکل ۴-۱-۱۸ اثر سطوح مختلف کوددهی (الف) و کادمیم (ب) بر مجموع وزن خشک اندام‌های هوایی چین اول و دوم گیاه دارویی خرفه ۶۴

شکل ۴-۱-۱۹ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر غلظت کادمیم طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۶۶

شکل ۴-۱-۲۰ اثر متقابل کوددهی با کادمیم برجذب کادمیم طی چین اول گیاه دارویی خرفه ۶۷

شکل ۴-۱-۲۱ اثر سطوح مختلف کوددهی (الف) و کادمیم (ب) برجذب کادمیم طی چین دوم گیاه دارویی خرفه ۶۸

شکل ۴-۱-۲۲ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر غلظت نیتروژن طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۷۰

شکل ۴-۱-۲۳ اثر متقابل کوددهی با کادمیم بر جذب نیتروژن طی چین اول (الف) و چین دوم (ب) گیاه دارویی خرفه ۷۲

شکل۴-۲-۱ میانگین بارندگی ماهیانه سال ۹۰ و دوره ۵ ساله قبل از آن (۸۵ تا ۸۹) ۷۳

شکل ۴-۲-۲ میانگین حداقل و حداکثر دما در سال ۹۰ و دوره ۵ ساله قبل از آن (۸۵ تا ۸۹) ۷۳

شکل ۴-۲-۳ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته گیاه دارویی خرفه ۷۴

شکل ۴-۲-۴ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر تعداد شاخه فرعی گیاه دارویی خرفه ۷۵

شکل ۴-۲-۵ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ گیاه دارویی خرفه ۷۶

شکل ۴-۲-۶ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن (الف) و اثر چین (ب) بر مقدار وزن تر برگ گیاه دارویی خرفه ۷۷

شکل ۴-۲-۷ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر مقدار وزن تر ساقه گیاه دارویی خرفه ۷۸

شکل ۴-۲-۸ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن (الف) و چین (ب) بر نسبت سطح برگ گیاه دارویی خرفه ۷۹

شکل۴-۲-۹ اثر منابع و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد تر اندام هوایی (تن در هکتار) گیاه دارویی خرفه ۸۱

شکل ۴-۲-۱۰ اثر چین بر میزان رطوبت اندام‌های هوایی گیاه دارویی خرفه ۸۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱ کلیات

انسان در طول تاریخ وابسته به گیاهان دارویی بوده و در عصر حاضر نیز علی‌رغم پیشرفت‌های وسیع و فراگیر علمی و صنعتی تمایل انسان برای استفاده از این گیاهان نه تنها کاهش نیافته، بلکه در مواردی نیز افزایش نشان می‌دهد. زیرا که داروهای شیمیایی دارای اثرات جانبی بوده و آثار نامطلوبی را به بار می‌آورند، همین امر باعث شده که مردم به تدریج از آنها روی‌گردان شده و به داروهای گیاهی علاقه بیشتری نشان دهند (جوادی، ۱۳۸۷). بنابراین امروزه گیاهان دارویی در تأمین سلامت جامعه از جایگاه خاصی برخوردارند و در دهه‌های اخیر اغلب این گیاهان به شکل فرآورده‌های دارویی عرضه شده و مصرف آنها به طور مداوم در حال افزایش است (ارنست، ۲۰۰۲).

خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* گیاهی علفی، یکساله از خانواده پرتولاسه (Portulacaceae) می‌باشد (چائوهان و جانسون، ۲۰۰۹). این گیاه بومی ایران بوده و در اغلب نقاط کره زمین می‌روید و امروزه هم به‌صورت خودرو و هم به‌صورت زراعی در اغلب کشورها وجود دارد (زرگری، ۱۳۸۰ و استفان، ۱۹۹۴). در ایران تقریباً در تمام نقاط پراکندگی دارد و در مناطق جنوبی ایران به عنوان سبزی کشت می‌شود (آخوندزاده، ۱۳۷۹ و رادهاکرشنان و همکاران، ۲۰۰۱). استفاده از خرفه به عنوان یک گیاه خوراکی و دارویی سابقه طولانی دارد، به طوری که در لیست سازمان بهداشت جهانی به عنوان گیاهی که دارای مصارف دارویی بسیاری می‌باشد، معرفی شده است (سامی و همکاران، ۲۰۰۵).

از آنجا که هر گیاه برای رشد مناسب خود نیاز به عناصر غذایی داشته که باید به میزان کافی در اختیارش قرار گیرد. یکی از این عناصر پرمصرف غذایی که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است نیتروژن می‌باشد. نیتروژن مهمترین عنصر در اصلاح وضعیت مواد غذایی خاک بوده که به مراتب بیشترین اثرات را از نظر افزایش تولید محصول داشته است (جوادی، ۱۳۸۷). کمبود این عنصر بیش از دیگر عناصر غذایی خاک، تولید محصولات غذایی را محدود می‌کند (اودلار و همکاران، ۲۰۰۸).

نیتروژن چهارمین عنصر اصلی تشکیل دهنده وزن خشک گیاهان و یکی از اجزاء تشکیل دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است (هوپکینز، ۲۰۰۴). اگر نیتروژن به میزان مطلوب در اختیار گیاه باشد، باعث

افزایش عملکرد گیاه شده و آلودگی‌های کمتری نیز در محیط زیست به وجود می‌آید (ابرتسدر و همکاران، ۲۰۰۳).

کودهای آلی یکی از منابع نیتروژن در تولیدات محصولات زراعی هستند که کاربرد آن‌ها باعث افزایش ریزجانداران مفید خاک مانند اکتینومیست‌ها می‌شود. علاوه بر این، با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی باعث افزایش فعالیت بیولوژیکی در خاک می‌شوند (بولاک و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع این کودها با افزایش عناصر پرمصرف و برخی عناصر کم‌مصرف، افزایش پایداری خاکدانه‌ها و میزان آب قابل استفاده و افزایش جمعیت میکروبی باعث افزایش عملکرد محصول می‌شوند (شوئنان، ۲۰۰۶). از طرفی، این کودها می‌توانند جهت کاهش فلزات سنگین در گیاهان استفاده شوند (یاسن و همکاران، ۲۰۰۷).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که منابع زیستی (ارگانیک) مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این نظام تغذیه‌ای اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارایی جذب مواد غذایی توسط گیاه را افزایش می‌دهد (بائور و بلک، ۱۹۹۴ و پارمار و شارما، ۱۹۹۸). همچنین کودهای دامی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیکی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت اینکه عناصر آنها به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند آلودگی کمتری را در محیط ایجاد می‌کنند (رو و همکاران، ۱۹۹۷).

لائور (۱۹۷۵) اظهار داشته است که با مصرف کودهای دامی می‌توان حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۵۷ درصد پتاسیم را در خاک‌های زراعی تأمین کرد. این موضوع موجب به دست آمدن حداکثر عملکرد محصول شده و بازده مصرف کود شیمیایی را نیز افزایش می‌دهد. با این حال به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از اکوسیستم‌های زراعی حذف نمود. زیرا لازمه پایداری در کشاورزی اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه کاربرد توأم کودهای معدنی و آلی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط و بهبود شرایط فیزیکی خاک کمک خواهد نمود (حسن زاده قورت تپه و همکاران، ۱۳۷۹؛ سینگ و همکاران ۱۹۹۲ و مالاناگولا، ۱۹۹۵). در حال حاضر برای توسعه کشاورزی پایدار در طی گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار اجرای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی و آلی به عنوان راهکاری برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطحی قابل قبول مؤثر می‌باشد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷).

علی‌رغم افزایش استفاده روز افزون از فرآورده‌های گیاهی در کشور تحقیقات کافی در مورد آلودگی شیمیایی این فرآورده‌ها صورت نگرفته است. از جمله آلودگی‌های شیمیایی حضور فلزات سنگین مانند کادمیم در آنهاست که اثرات بیوشیمیایی آن در انسان شامل شکسته شدن اکسیدهای فسفر، تداخل در فعالیت آنزیم‌ها و توانایی در واکنش با اسیدهای نوکلئیک و بروز سرطان می‌باشد (یارقلی، ۱۳۸۶).

هم زمان با پیشرفت و توسعه صنایع، استخراج معادن، ذوب فلزات و مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر سنگین، آلودگی خاک به فلزات سنگین به یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری تبدیل شده است (تاجی و گلچین، ۱۳۸۹). تجمع عناصر سنگین مانند کادمیم، نیکل و کروم در خاک، به ویژه در زمین‌های کشاورزی، امری تدریجی بوده و غلظت عناصر می‌تواند به سطحی برسد که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید. علاوه بر این، وجود مقادیر زیاد فلزات سنگین در خاک، فعالیت‌های زیستی و حاصلخیزی خاک را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش عملکرد، افت کیفیت محصولات و افزایش غلظت آنها در

تولیدات کشاورزی می‌شود که برای سلامتی انسان یا دام مصرف‌کننده خطرناک می‌باشد (داس و همکاران، ۱۹۹۷).

در بین فلزات سنگین، کادمیم دارای اهمیت ویژه‌ای است زیرا به راحتی توسط سیستم گیاه جذب شده و سمیت آن برای گیاه دو تا بیست برابر سایر فلزات سنگین می‌باشد. این فلز سنگین که از طریق آبیاری با پسابها، استفاده از کودهای فسفاته، سوختهای فسیلی و حشره‌کشها در کشاورزی و از طریق فاضلاب‌های شهری و صنعتی وارد خاک می‌شود به دلیل تحرک زیاد در خاک و جذب توسط گیاه، سمیت قابل توجه و نیمه عمر بیولوژیکی حدود ۲۰ سال و بروز عوارضی از جمله نارسایی کبد و کلیه، بیماریهای قلبی- عروقی، استخوانی، ریوی و غیره در انسان دارای اهمیت خاصی می‌باشد (رابینسون و همکاران، ۲۰۰۰؛ کرخام، ۲۰۰۶ و موسکر، ۲۰۰۷). در اراضی کشاورزی، کادمیم موجود در کودهای فسفره یکی از منابع عمده آلودگی خاک با این عنصر سمی است. نقش کودهای فسفره در آلودگی خاک با کادمیم و سمیت آن در گیاه در تحقیقات متعددی گزارش شده است (کریمیان، ۱۳۷۷).

کاربرد کودها می‌تواند قابلیت دسترسی کادمیم را مستقیماً از طریق کادمیم موجود در کودهای فسفره و یا غیر مستقیم از طریق تغییر شرایط خاک تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این، کودها می‌توانند روی کمپلکس‌های کادمیم اثر گذاشته که در جذب کادمیم توسط ریشه و حرکت کادمیم در ریشه گیاه تأثیرگذار است. همچنین محیط ریشه و به طور کلی رشد گیاه تحت تأثیر کاربرد کود قرار می‌گیرد (وانگسترند و همکاران، ۲۰۰۷).

گزارش‌های متناقضی از تأثیر کودهای نیتروژنه بر غلظت کادمیم در گیاه وجود دارد، به عنوان مثال لاندبرگ و گریگر (۲۰۰۳) بیان کردند با افزایش مقدار نیتروژن غلظت کادمیم در دانه گندم کاهش یافت. ولی جانسون و اریکسون (۲۰۰۳) اعلام کردند که بین نیتروژن و تجمع کادمیم در دانه گندم زمستانه و گندم بهاره همبستگی مثبتی وجود دارد. در مقابل جاوی و همکاران (۱۹۹۷) اثری از کودهای نیتروژنه روی غلظت کادمیم در گیاه گندم مشاهده نکردند.

روند مصرف کودهای فسفره در اراضی کشاورزی کشور (که راندمان جذب فسفر در آن‌ها به‌دلیل کمبود مواد آلی پایین است) و به تبع آن افزایش کادمیم موجود در خاک (رابینسون و همکاران، ۲۰۰۰)، این نکته را به همراه دارد که ممکن است گیاهان دارویی کشت شده در چنین شرایطی نیز حاوی کادمیم باشند. از طرفی، تحقیقات کافی در مورد گیاهان دارویی و غلظت کادمیم در آن‌ها صورت نگرفته است، بنابراین در این تحقیق اثر سطوح مختلف نیتروژن (به شکل آلی و شیمیایی) بر غلظت کادمیم و عملکرد گیاه دارویی خرفه بررسی گردید.

۱-۲ اهداف اصلی طرح

این پژوهش با اهداف زیر انجام شد:

۱-۲-۱ بررسی اثر مقادیر کود شیمیایی اوره بر تولید اندام‌های هوایی خرفه و غلظت کادمیم در آن.

۱-۲-۲ بررسی اثر مقادیر کود گاوی بر تولید اندام‌های هوایی خرفه و غلظت کادمیم در آن.

۱-۲-۳ بررسی اثر کود گاوی به همراه کود شیمیایی اوره بر تولید اندام‌های هوایی خرفه و غلظت کادمیم در آن.

۱-۳ فرضیات

در این بررسی فرضیات صفر ذیل مورد آزمون قرار گرفتند:

H_0: افزایش مصرف کود شیمیایی اوره بر میزان تولید اندام‌های هوایی خرفه و غلظت کادمیم در آن اثری ندارد.

H_0: تولید اندام‌های هوایی خرفه و غلظت کادمیم در آن در سطوح مختلف کود گاوی یکسان است.

H_0: غلظت کادمیم و تولید اندام‌های هوایی خرفه در شرایط تلفیق کود اوره با کود گاوی با شرایط کاربرد جداگانه آنها برابر است.

۱-۴ ساختار پایان نامه

این پایان نامه مشتمل بر چهار فصل است که در فصل اول به اهمیت موضوع تحقیق و ارائه مختصر نتایج مطالعات علمی و پژوهش‌های انجام شده پرداخته شده است. فصل دوم در بر گیرنده مطالبی پیرامون کلیات و بررسی منابع در ارتباط با موضوع تحقیق است. بیان کامل روش پژوهش به نحوی که منعکس کننده چگونگی انجام کار و اصول به کار گرفته شده می‌باشد، در فصل سوم گنجانده شده است. در فصل چهارم تشریح کامل روش تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج همراه با جداول و شکل‌های مربوطه و سایر اطلاعات به دست آمده و همچنین مقایسه با نتایج دیگر تحقیقات مشابه انجام شده است. در پایان فصل چهارم علاوه بر نتیجه‌گیری کلی جهت تکمیل نتایج این آزمایش پیشنهاداتی نیز ارائه شده است و سپس لیست منابع مورد استفاده در این پایان‌نامه درج شده است.

فصل دوم

بررسی منابع

در این بخش ابتدا تاریخچه خصوصیات گیاهشناسی، اکولوژی، فنولوژی و جنبه‌های دارویی خرفه شرح داده شده است، سپس در مورد فلزات سنگین، کادمیم و اثرات آن روی گیاهان توضیحاتی ارائه شده است در بخش بعدی به اثرات کوددهی و کادمیم روی غلظت و جذب کادمیم و نیتروژن پرداخته شده است و سپس اثرات کودهای دامی و شیمیایی و تلفیق آنها بر روی گیاهان شرح داده شده است.

۲-۱ تاریخچه خرفه

خرفه به عنوان منبع مواد غذایی بشر، غذای دام و همچنین مصارف دارویی تاریخچه‌ای طولانی دارد، به‌طوری که در لیست سازمان بهداشت جهانی به عنوان گیاهی که دارای مصارف دارویی بسیار می‌باشد، معرفی شده است (سامی و همکاران، ۲۰۰۵). درباره خاستگاه و مرکز پیدایش خرفه اختلاف نظرهایی وجود دارد. دامنه گسترده حضور این گیاه از شمال آفریقا تا خاورمیانه و همچنین از شبه قاره هند تا مالزی و استرالیا حاکی از تنوع گونه‌ای بالا و تعدد مرکز پیدایش می‌باشد. از دیرباز خرفه در کشورهای ایران، استرالیا، هند، آفریقای شمالی و در آمریکا رشد می‌کرده است (کلمنت و نوریس، ۱۹۸۲).

عقیده بر این است که خرفه گیاهی بومی ایران یا هند می‌باشد و در این مناطق به‌صورت وحشی گسترش یافته است (اسدی و همکاران، ۱۳۸۵). از طرفی، به نظر می‌رسد منشأ اولیه این گیاه منطقه‌ای بومی در استرالیا به‌نام توکورو باشد. در دنیای جدید، قبل از ورود کریستف کلمب به آمریکا وجود داشته و در اروپا از قرن ۱۶ یافت شده است (ویک، ۲۰۰۱).

۲-۲ خصوصیات گیاه‌شناسی خرفه

خرفه (Purslane) با نام علمی *Portulaca Oleracea* گیاهی علفی، یکساله و گوشتی است (رادهاکریشنان و همکاران، ۲۰۰۱) که هر بوته آن فضایی به قطر ۶۰ سانتی‌متر را اشغال می‌کند. در این گیاه، ساقه‌ها بدون کرک، گوشتی و اغلب قرمز مایل به بنفش هستند و طول شاخه‌های فرعی (اولیه و ثانویه) ممکن است به اندازه ساقه اصلی یا حتی بیشتر از آن باشد. ساقه‌های این گیاه چندین بار منشعب می‌شوند و به طوری که ممکن است دفعات انشعاب به ۸ بار هم برسد، برگ‌ها به صورت متناوب یا شبه متقابل آرایش یافته و اغلب در رئوس شاخه‌ها به صورت مجتمع دیده می‌شوند. علاوه بر این، برگ‌ها کوچک و بیضی شکل بدون کرک،

ضخیم، گوشتی با حواشی صاف و بدون دمبرگ می‌باشند. درازای برگ‌ها ۲۸-۴ میلی‌متر و پهنای آن ۱۳-۲ میلی‌متر است. گوشوارک‌ها تحلیل رفته و به پرز تبدیل شده‌اند. گل‌های خرفه بسیار کوچک و زرد رنگ و به صورت منفرد و یا گرزن در بین شاخه‌های چنگال مانند و در میان برگ‌های بالایی گیاه قرار دارند که معمولاً در روز باز و در بعد از ظهر بسته می‌شوند. این گلها خودگشن و کلیستوگام (یعنی گرده‌افشانی قبل از باز شدن گل‌ها اتفاق می‌افتد) و دارای کمی پروتندری (رسیدن پرچم قبل از مادگی) می‌باشند (انی و همکاران، ۱۹۹۷). هر گل ۲ کاسبرگ گوشتی ارغوانی مایل به سبز به طول ۴ میلی‌متر به علاوه ۶-۴ گلبرگ زرد رنگ که کمی از کاسبرگ‌ها کوتاه‌ترند و همچنین ۱۲-۶ پرچم و ۶-۴ خامه دارد، تخمدان تا حدی تحتانی بوده و میوه از نوع کپسول است. تشخیص میوه نارس از جوانه گل دشوار است. بعد از بلوغ، میوه از قسمت میانی به صورت عرضی شکوفا شده و تعداد زیادی بذر براق سیاه رنگ مایل به قهوه‌ای را آزاد می‌نماید که تکثیر گیاه به‌وسیله این بذرها انجام می‌شود. قطر بذر ۰/۵ تا ۰/۸ میلی‌متر و قوه نامیه ۹۵ تا ۹۸ درصد است (انی و همکاران، ۱۹۹۷). تعداد کروموزوم‌ها در سلولهای غیر جنسی (2n) اکوتیپ‌های آمریکای شمالی، اروپا و آفریقا، ۵۴ عدد و در اکوتیپ‌های آسیایی ۱۸ عدد گزارش شده است (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). گیاهچه‌های خرفه در ابتدا ایستاده و سپس به صورت خوابیده روی سطح زمین در می‌آیند. قسمت خوراکی آن، اندامهای جوان بالاخص برگ‌ها و ساقه‌های ترد آن می‌باشند که مزه‌ای شبیه اسفناج دارد (چن و همکاران ۲۰۰۰ و اسدی و حسندخت، ۱۳۸۵).

۲-۳ اکولوژی خرفه

۲-۳-۱ آب و هوا

خرفه در مناطق بالاتر از عرض جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی نمی‌روید. بذور خرفه برای جوانه‌زنی به دمای بالا نیاز دارند. دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی خرفه مطلوب می‌باشند و در دماهای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی به‌شدت کاهش می‌یابد. بوته‌های خرفه در مقابل سرما حساس هستند و در شرایط هوای سرد از بین می‌روند. با این حال، بذور خرفه در مناطقی که دمای هوا در زمستان به زیر ۳۰- درجه سانتی‌گراد تقلیل می‌یابد، به‌خوبی زنده می‌مانند. در آمریکای شمالی بوته‌های خرفه در طیف گسترده‌ای از درجات حرارت قادر به تولید کپسول هستند. با این حال، در آسیا تأثیر منفی دماهای پایین بر تولید بذر را گزارش نموده‌اند (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲).

خرفه مقاومت زیادی به گرما و خشکی نشان می‌دهد (سو و همکاران، ۲۰۰۴؛ سیموپولز، ۲۰۰۸). با افزایش شدت نور، سرعت رشد و در نتیجه عملکرد ماده خشک خرفه افزایش می‌یابد. در شرایط شدت پایین نور، رسیدگی نیز به تأخیر می‌افتد. بین میزان نور دریافت شده توسط بوته‌های خرفه و تعداد کپسول‌های تولید شده توسط آن‌ها رابطه مستقیم وجود دارد. در هر صورت، بوته‌های خرفه در دامنه گسترده‌ای از شرایط می‌توانند به تعداد کافی کپسول تولید نمایند (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). خرفه هر چند برای رشد و نمو مناطق گرم و مرطوب را ترجیح می‌دهد ولی به آسانی در آب و هوای خشک رشد می‌کند و در برابر شرایط شوری خاک نیز پایدار است. دمای مناسب برای رشد این گیاه ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و صفر فیزیولوژیک آن ۱۱ درجه سانتی‌گراد و در مجموع روز برای جوانه‌زنی آن ۴۸ درجه روز ذکر شده است (اسدی و حسندخت، ۱۳۸۵).

۲-۳-۲ خاک

خرفه به سهولت در خاک‌های خشک و شور رشد می‌کند و به این دلیل در لیست گیاهان هالوفیت قرار گرفته است (یازیسای و همکاران، ۲۰۰۷). بذور خرفه در شوری بالا جوانه زده و می‌توانند به چرخه زندگی خود ادامه داده و بذر تولید کنند (کراس و همکاران، ۲۰۰۶). به طور کلی ژنوتیپ‌های این جنس در خاک‌های سبک فقیر به بهترین شکل رشد می‌کنند اما رشد خرفه در خاک‌های غنی از عناصر غذایی بیشتر است ضمن اینکه وضعیت فسفر خاک در استقرار خرفه یک عامل تعیین کننده بسیار مهم محسوب می‌شود. رویش خرفه در خاک‌هایی با اسیدیته ۵/۶ تا ۷/۸ همراه با غلظت‌های بسیار زیاد کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم گزارش شده است. تراکم جمعیت خرفه در بسترهای هموار و یکنواخت بیش از بسترهای ناهموار خواهد بود (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲).

۲-۴ مورفولوژی خرفه

بر خلاف بسیاری از گیاهان خشکی پسند دیگر، خرفه روزنه‌هایش را در مدت روز باز نگه می‌دارد و تراکم روزنه‌ها (۳۶ روزنه در میلی متر مربع) در بشره‌های فوقانی و زیرین برگ برابر است. با این حال، بوته‌های خرفه از ویژگی‌های دیگری برای سازش با خشکی برخوردار هستند که از جمله آن می‌توان به کوتیکول‌های ضخیم، روزنه‌های نسبتاً کوچک، بافت‌های ویژه ذخیره آب در ساقه و برگ‌ها، نسبت کوچک سطح به وزن و ریشه‌های اصلی بسیار منشعب همراه با تعداد زیادی ریشه ثانویه افشان که در نزدیکی سطح خاک گسترش پیدا می‌کنند اشاره کرد (فرحمند، ۱۳۹۱). سیستم ریشه خرفه در محیطی به قطر ۱۵۳ سانتی‌متر گسترش می‌یابد و این امکان جذب کارآمد رطوبت خاک را فراهم می‌نماید. تقریباً تمام مزوفیل برگ‌های خرفه به صورت یک‌دست از بافت آبکی تشکیل شده است که به تقریب فاقد کلروفیل بوده و به ذخیره آب می‌پردازند. هنگامی که بوته‌های خرفه با تنش رطوبتی مواجه می‌شوند اقدام به ریزش برگ‌های خود می‌کنند. بوته‌های فاقد برگ می‌توانند تا فراهم شدن آب قابل استفاده زنده بمانند (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲).

۲-۵ فیزیولوژی خرفه

خرفه گیاهی چهار کربنه می‌باشد (چائوهان و جانسون، ۲۰۰۹) . این گیاه بسیاری از ویژگی‌های معمول گیاهان چهار کربنه از جمله تنفس نوری کم، اشباع فتوسنتزی در شدت‌های بسیار زیاد نور، حساسیت به دماهای کم و مصرف پربازده رطوبت را دارا می‌باشد. به نظر می‌رسد که مکانیسم فتوسنتزی این گیاه قابل تبدیل به CAM می‌باشد. همچنین بوته‌های خرفه آناتومی تیپ کرانز را دارند. (کوک و کندی، ۱۹۸۱).

۲-۶ فنولوژی خرفه

اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد، بعد از فراتر رفتن دمای هوا از ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بعد از باران در صورتی که زمین خاکورزی شده و تمام پوشش گیاهی آن از بین رفته باشد، نخستین گیاهچه‌ها مدتی بعد از شروع فصل رشد ظاهر می‌شوند، رویش گیاهچه‌ها در ماه‌های تیر، مرداد و اوایل شهریور ادامه می‌یابد.