



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته علوم خاک

اثر کاربرد لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی
یک خاک آهکی

به کوشش :
فاطمه سادات علوی

استاد راهنما:
دکتر عبدالمجید ثامنی

تیرماه 92

صلى الله عليه وسلم

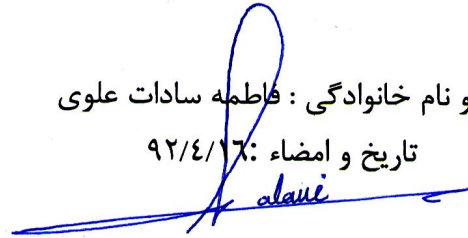
به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب فاطمہ سادات علوی دانشجوی رشته مهندسی کشاورزی (علوم خاک) دانشکده کشاورزی اظہار می‌کنم کہ این پایان نامہ حاصل پژوهش خودم بوده و در صورت استفادہ از منابع دیگران، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان نامہ ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه، نتایج آن را منتشر نکرده و یا در اختیار دیگران قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین نامہ مالکیت فکری و معنوی مربوط بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : فاطمہ سادات علوی

تاریخ و امضاء : ۹۲/۴/۱۶

alaui

تقدیم به :

پدر و مادرم

که نه می توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دست
های پینه بسته‌شان، که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پرودگارا
توفیقم ده که هر لحظه شکرگزارشان باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست
بودنشان بگذارم.

سپاسگزاری

سپاس و ستایش بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و معرفت رهنمونمان شد و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

سپاس از استاد مهربانم، دکتر ثامنی که در خوبی ها تمام است. استاد عزیزی که برای سپاس از ایشان قلم را بی جهت رنج می دهم، چرا که هر کسی مانند ایشان استاد راهنمای علم و اخلاق باشد، وصف ناشدنی است. الگوی بی مثال تواضع و محبت، کسی که به من آموخت تلاش در مسیر رضایت پروردگار چقدر لذت بخش است. پروردگار تو خود دانی که او راهنمایم در زندگی است، راهنمایم در همه لحظات پربار زندگیش باش.

از همه اساتید بخش کشاورزی دانشگاه شیراز که از آغاز تحصیل در این رشته از دریای علم و معرفت آنان بهره جستیم، خصوصا آقای دکتر نجفعلی کریمیان ، دکتر سید علی اکبر موسوی و دکتر مهدی زارعی که در این پژوهش به عنوان اساتید مشاور از راهنمایی های ایشان بهره مند شوم، آقای دکتر سید علی ابطحی، دکتر مجید باقرنژاد، دکتر عبدالمجید رونقی، دکتر جعفر یثربی که در طول دوره کارشناسی ارشد با دلسوزی و زحمات فراوان افق جدیدی از رشته مهندسی کشاورزی (علوم خاک) را برایم باز کردند، آقای دکتر رضا قاسمی که زحمت بررسی و داوری این پژوهش را پذیرفتند و در کل از تمامی دوستان و خانواده عزیزم که هم در بخش اجرایی و هم بخش نگارش پایان نامه به من کمک کردند و در پیمودن این راه دشوار سهیم بودند با تمام وجود سپاسگزارم و برای قدردانی از آنان، راهی جز دعا برای سلامتی و سعادتشان نمی شناسم.

به نام خدا

اثر کاربرد لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی یک خاک
آهکی

به کوشش:

فاطمه سادات علوی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای
اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

علوم خاک

از دانشگاه شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی: عالی

.....دکتر عبدالمجید ثامن، دانشیار بخش علوم خاک (استاد راهنما)

.....دکتر نجف علی کریمیان، استاد بخش علوم خاک (استاد مشاور)

.....دکتر سید علی اکبر موسوی، استادیار بخش علوم خاک (استاد مشاور)

.....دکتر مهدی زارعی، استادیار بخش علوم خاک (استاد مشاور)

.....دکتر رضا قاسمی، دانشیار بخش علوم خاک، داور (متخصص داخلی)

چکیده

اثر کاربرد لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک آهکی

به کوشش

فاطمه سادات علوی

کمبود ماده آلی در خاک‌های مناطق خشک سبب کاهش کیفیت فیزیکی-خاک و در نتیجه افزایش رواناب و فرسایش می‌شود، از این رو کاربرد ترکیبات آلی در این مناطق سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. به منظور مطالعه اثر کاربرد لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک آهکی، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و دو تیمار کودی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) که شامل سه سطح صفر، 30، 60 تن در هکتار در یک خاک آهکی بود، اجرا و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پس از گذشت 30، 60، 120 روز از خوابانیدن انجام شد. نتایج نشان داد سه عامل افزایش سطوح لجن فاضلاب، ورمی کمپوست و گذشت زمان (30، 60، 120 روز) پس از کاربرد هر کدام از این دو ماده آلی تغییرات برجسته‌ای در میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها، رطوبت حد بالا و پایین خمیرایی و شاخص خمیرایی ایجاد کرد و مقاومت خاک به نفوذ ریشه و چگالی ظاهری را کاهش، اما پتاسیم و سدیم عصاره اشباع و نیتروژن کل خاک را افزایش داد. در این تحقیق افزایش سطوح ورمی کمپوست بر خلاف دو عامل دیگر تغییر معنی‌داری در قابلیت هدایت الکتریکی ایجاد نکرد. پهاش خاک با افزودن لجن فاضلاب کاهش، با گذشت زمان افزایش و با افزودن ورمی کمپوست تغییر معنی‌داری نکرد. کربن آلی با کاربرد دو کود ذکر شده افزایش یافت، اما با گذشت زمان رفتار متفاوتی نشان داد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1.....	فصل اول.....
1.....	مقدمه.....
2.....	1-1 لجن فاضلاب.....
4.....	2-1 ورمی کمپوست.....
6.....	هدف از انجام تحقیق.....
7.....	فصل دوم.....
7.....	مروری بر پژوهش‌های گذشته.....
7.....	1-2 لجن فاضلاب.....
7.....	1-1-2 اثر کاربرد لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک.....
11.....	2-1-2 اثر کاربرد لجن فاضلاب بر ویژگی‌های شیمیایی خاک.....
12.....	3-1-2 اثر کاربرد لجن فاضلاب بر ویژگی‌های زیستی خاک.....
13.....	2-2 ورمی کمپوست.....
13.....	1-2-2 اثر کاربرد ورمی کمپوست بر ویژگی‌های فیزیکی خاک.....
14.....	2-2-2 اثر کاربرد ورمی کمپوست بر ویژگی‌های شیمیایی خاک.....
15.....	3-2-2 اثر کاربرد ورمی کمپوست بر ویژگی‌های زیستی خاک.....
17.....	فصل سوم.....
17.....	1-3 نمونه برداری و آماده سازی خاک.....

- 2-3 تهیه نمونه ماده آلی و تعیین ویژگی‌های آن 19
- 3-3 اختلاط خاک با ماده آلی 22
- 4-3 اندازه گیری برخی از ویژگی‌های فیزیکی 23
- 3-4-1 آزمایش تعیین پایداری خاکدانه‌ها به روش الک خشک 23
- 3-4-2 آزمایش تعیین حدود پایداری (آتربرگ) خاکدانه‌ها: 24
- 3-4-2-1 آزمایش تعیین رطوبت حد بالای خمیرایی خاک: 24
- 3-4-2-2 آزمایش تعیین حد پایین خمیرایی خاک: 25
- 3-4-2-3 تعیین شاخص خمیرایی خاک: 26
- 3-4-3 اندازه گیری چگالی ظاهری: 26
- 3-4-4 تعیین مقاومت خاک به نفوذ ریشه: 26
- 3-5 اندازه گیری برخی از ویژگی‌های شیمیایی 27
- 3-6 محاسبات آماری 27
- فصل چهارم 28
- نتایج و بحث 28
- 4-1 ویژگی‌های فیزیکی خاک 28
- 4-1-1 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن (30 ، 60 و 120 روز) بر معیارهای پایداری خاکدانه‌ها 28
- 4-1-1-1 میانگین وزنی قطر خاکدانه ها 28
- 4-1-1-1-1 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها 29
- 4-1-1-1-2 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها 33

- 3-1-1-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها 35
- 2-1-1-4 میانگین هندسی قطر خاکدانه ها 37
- 1-2-1-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها 37
- 2-2-1-1-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها 38
- 3-2-1-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها 39
- 2-1-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن (30 ، 60 و 120 روز) بر حدود آتربرگ خاک 41
- 1-2-1-4 رطوبت حد بالای خمیرایی 42
- 1-1-2-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر رطوبت حد بالای خمیرایی 42
- 2-1-2-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر رطوبت حد بالای خمیرایی 44
- 3-1-2-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر رطوبت حد بالای خمیرایی 45
- 2-2-1-4 رطوبت حد پایین خمیرایی 47
- 1-2-2-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر رطوبت حد پایین خمیرایی 47
- 2-2-2-1-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر رطوبت حد پایین خمیرایی 48
- 3-2-2-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر رطوبت حد پایین خمیرایی 50
- 3-2-1-4 شاخص خمیرایی 51
- 1-3-2-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر شاخص خمیرایی 51
- 2-3-2-1-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر شاخص خمیرایی 53
- 3-3-2-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر شاخص خمیرایی 55

- 3-1-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن (30، 60 و 120 روز) بر چگالی ظاهری خاک 56
- 1-3-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان بر چگالی ظاهری خاک 56
- 2-3-1-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر چگالی ظاهری خاک 59
- 3-3-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر چگالی ظاهری 61
- 4-1-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن (30، 60 و 120 روز) بر مقاومت خاک به نفوذ ریشه 62
- 1-4-1-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر مقاومت خاک به نفوذ ریشه 62
- 2-4-1-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر مقاومت خاک به نفوذ ریشه 64
- 3-4-1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر مقاومت خاک به نفوذ ریشه 66
- 2-4 ویژگی های شیمیایی خاک 67
- 1-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر پهاش خاک 67
- 1-1-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان بر پهاش 68
- 2-1-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر پهاش 69
- 3-1-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر پهاش 71
- 2-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 72
- 1-2-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 73
- 2-2-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 74
- 3-2-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 76

- 3-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر پتاسیم عصاره اشباع خاک78
- 1-3-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر پتاسیم عصاره اشباع خاک78
- 2-3-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر پتاسیم عصاره اشباع خاک80
- 3-3-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر پتاسیم عصاره اشباع خاک81
- 4-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر میزان سدیم عصاره اشباع خاک83
- 1-4-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر میزان سدیم عصاره اشباع خاک84
- 2-4-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر سدیم عصاره اشباع خاک85
- 3-4-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر سدیم عصاره اشباع خاک86
- 5-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر نسبت جذب سدیم خاک87
- 1-5-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر نسبت جذب سدیم خاک88
- 2-5-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر نسبت جذب سدیم خاک89
- 3-5-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر نسبت جذب سدیم خاک91
- 6-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر میزان نیتروژن کل خاک92
- 1-6-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر میزان نیتروژن کل خاک93
- 2-6-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر نیتروژن کل خاک94
- 3-6-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر نیتروژن کل خاک95
- 7-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و مدت زمان خوابانیدن بر میزان کربن آلی خاک96
- 1-7-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر میزان کربن آلی97

99.....	2-7-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر کربن آلی
101.....	3-7-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر کربن آلی
102.....	8-2-4 اثر کاربرد مواد آلی (لجن فاضلاب و ورمی کمپوست) و زمان خوابانیدن بر میزان کربنات کلسیم معادل خاک
103.....	1-8-2-4 اثر کاربرد لجن فاضلاب و زمان خوابانیدن بر کربنات کلسیم خاک
104.....	2-8-2-4 اثر کاربرد ورمی کمپوست و زمان خوابانیدن بر کربنات کلسیم معادل خاک :
105.....	3-8-2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در زمان های مختلف خوابانیدن بر کربنات کلسیم معادل خاک :
107.....	فصل پنجم
107.....	نتیجه گیری و پیشنهادها
114.....	پیوست
118.....	منابع

فهرست جداول

عنوان	شماره صفحه
جدول 1-3 برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد استفاده	18
جدول 2-3 برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی لجن فاضلاب مورد استفاده	20
جدول 3-3 برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده	21
جدول 1-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (میلی متر) در زمان های مختلف خوابانیدن	30
جدول 2-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (میلی متر) در زمان های مختلف خوابانیدن	33
جدول 3-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (میلی متر) در زمان های مختلف خوابانیدن	36
جدول 5-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها (میلی متر) در زمان های مختلف خوابانیدن	39
جدول 6-4 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها (میلی متر) در زمان های مختلف خوابانیدن	41
جدول 7-4 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر رطوبت حد بالای خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن	43

- جدول 4-8 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر رطوبت حد بالای خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....45
- جدول 4-9 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر رطوبت حد بالای خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....46
- جدول 4-10 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر رطوبت حد پایین خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....48
- جدول 4-11 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر رطوبت حد پایین خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....49
- جدول 4-12 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر رطوبت حد پایین خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....51
- جدول 4-13 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر شاخص خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....53
- جدول 4-14 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص خمیرایی (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن.....55
- جدول 4-16 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) در زمان های مختلف خوابانیدن.....58
- جدول 4-17 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) در زمان های مختلف خوابانیدن.....60
- جدول 4-18 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) در زمان های مختلف خوابانیدن.....62
- جدول 4-19 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر مقاومت به نفوذ به ریشه (پاسکال) در زمان های مختلف خوابانیدن.....64
- جدول 4-20 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر مقاومت به نفوذ به ریشه (پاسکال) در زمان های مختلف خوابانیدن.....65

- جدول 4-21 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر مقاومت به نفوذ به ریشه (پاسکال) در زمان های مختلف خوابانیدن 67
- جدول 4-22 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر پهاش در زمان های مختلف خوابانیدن 69
- جدول 4-23 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر پهاش در زمان های مختلف پس از خوابانیدن 71
- جدول 4-24 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر پهاش در زمان های مختلف خوابانیدن 72
- جدول 4-25 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) در زمان های مختلف خوابانیدن 74
- جدول 4-26 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) در زمان های مختلف خوابانیدن 76
- جدول 4-27 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) در زمان های مختلف خوابانیدن 77
- جدول 4-28 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر پتاسیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 79
- جدول 4-29 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر پتاسیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 81
- جدول 4-30 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر پتاسیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 83
- جدول 4-31 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر سدیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 85
- جدول 4-32 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر سدیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 86

- جدول 4-33 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر سدیم عصاره اشباع خاک (میلی گرم در لیتر) در زمان های مختلف خوابانیدن 87
- جدول 4-34 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب برنسبت جذب سدیم خاک در زمان های مختلف خوابانیدن 89
- جدول 4-35 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست برنسبت جذب سدیم خاک در زمان های مختلف خوابانیدن 90
- جدول 4-36 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست برنسبت جذب سدیم خاک در زمان های مختلف خوابانیدن 92
- جدول 4-37 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر نیتروژن کل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 94
- جدول 4-38 اثر کاربرد سطوح مختلف و ورمی کمپوست بر نیتروژن کل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 95
- جدول 4-39 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر نیتروژن کل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 96
- جدول 4-40 اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر کربن آلی خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 99
- جدول 4-41 اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر کربن آلی خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 101
- جدول 4-42 مقایسه اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر کربن آلی خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 102
- جدول 4-43 اثر لجن فاضلاب بر کربنات کلسیم معادل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 104
- جدول 4-44 اثر ورمی کمپوست بر کربنات کلسیم معادل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 105
- جدول 4-45 مقایسه اثر کاربرد سطوح لجن فاضلاب و ورمی کمپوست بر کربنات کلسیم معادل خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن 106

فصل اول

مقدمه

اهمیت وجایگاه منابع طبیعی و معضل از بین رفتن و تغییر آن برکسی پوشیده نیست. افزایش جمعیت و نیاز روزمره بشر برای تامین مواد غذایی، ظهور فناوری‌های نوین، توسعه انواع فعالیت‌های صنعتی، زیربنایی و تغییر در عادات و الگوهای مصرف از یک سو و ایجاد پسمان‌ها و فاضلاب و مشکل دفع آن از سوی دیگر، علاوه بر بوجود آوردن انواع معضلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجب بروز اختلالات و بهم ریختگی‌هایی در طبیعت و زندگی سایر موجودات شده است. از طرفی کمبود ماده آلی در بسیاری از خاک‌های ایران مشهود است. اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دارای کم‌تر از یک درصد ماده آلی هستند و دلیل آن تابش خورشیدی زیاد، رطوبت کم خاک، زراعت متراکم به مدت طولانی و بهره برداری بی‌رویه از خاک‌ها است.

مواد آلی خاک تحت تاثیر سیستم زراعت متراکم به سرعت از بین می‌رود؛ این مسئله سبب کاهش کیفیت فیزیکی خاک به ویژه از نظر پایداری ساختمان خاک (مصدقی و همکاران، 2000؛ شیرانی و همکاران، 2002) و موجب مستعد شدن این خاک‌ها در برابر انواع فرسایش آبی و بادی می‌شود و بسیاری از مسایل و مشکلات

عمده‌ی جامعه بشری را به وجود می‌آورد. منابع سنتی و محدود مواد آلی، جواب‌گوی نیاز روز افزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (بای بوردی و همکاران، 1379) از این رو استفاده از موادی نظیر ضایعات کشاورزی و مواد زائد صنعتی، به عنوان منابع تأمین کننده مواد-آلی خاک رو به گسترش است. برخی از این مواد زائد پیش از استفاده در زمین‌های کشاورزی، به منظور کاهش خطرات زیست محیطی آنها، بایستی مورد بررسی قرار گیرند. اخیراً فرایند تولید کمپوست با استفاده از انواعی از کرم‌های خاکی، به عنوان یک فناوری آسان و دوست‌دار طبیعت برای تولید کود آلی از مواد زائد و تثبیت این گونه مواد مورد توجه قرار گرفته است (جبال و همکاران 2001). کود ورمی‌کمپوست حاصل از این فرآیند، متشکل از فضولات کرم‌های خاکی، مواد به کار رفته در تهیه بستر کشت، مواد زائد آلی در مراحل مختلف تجزیه، کرم‌های خاکی در مراحل مختلف تکامل و هم‌چنین ریزجانداران مربوط به فرآیند کمپوست سازی است (دیگرسون، 1999).

استفاده از این مواد و سایر مواد آلی دیگر مانند بقایای گیاهی، کودهای حیوانی و فاضلابی در باروری خاک‌های زراعی، از دیرباز در تمام نقاط جهان متداول بوده است با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، کاربرد ترکیبات آلی در این مناطق سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌شود. ارزش کودی پسمان‌های آلی مانند کودهای حیوانی، کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب در تحقیقات متعدد در کشورهای مختلف مشخص شده است .

1-1 لجن فاضلاب

یکی از روش‌های ارتقای کیفیت فیزیکی خاک ، استفاده از اصلاح کننده‌های آلی ارزان قیمت و سهل الوصول مانند لجن فاضلاب شهری و یا صنعتی می باشد که در مقایسه با

کود دامی و گاه و کلش می تواند مقرون به صرفه تر باشد. امروزه تبدیل زباله‌های شهری و لجن فاضلاب به کمپوست و استفاده از آن‌ها به عنوان کود آلی هم از نظر اصلاح خاک و افزایش سطح حاصلخیزی آن و هم از نظر جلوگیری از انتشار مواد آلاینده محیط زیست، بسیار مورد توجه است.

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده آلی (لجن فاضلاب) از دیرباز به منظور بهینه‌سازی مقدار و نوع مصرف مطالعه شده است، ولی در این میان ویژگیهای زیستی آن نادیده گرفته شده، بنابراین بررسی اثرات زیستی و زیست محیطی کاربرد لجن فاضلاب اهمیت زیادی دارد (اپستین 1976).

لجن فاضلاب و کمپوست بسته به سرچشمه‌ی آن، اغلب دارای مقادیر نسبتاً زیادی عناصر سنگین مانند کادمیم، سرب و نیکل می باشند. هنگامی که این مواد به خاک افزوده می‌شوند، گیاه همراه با عناصر غذایی مورد نیاز، این عناصر سمی را نیز جذب و وارد زنجیره‌ی غذایی انسان و حیوان می‌کند (رضایی نژاد، 1379) اما از طرفی لجن فاضلاب سرشار از مواد مغذی مورد نیاز گیاهان (مانند نیتروژن و فسفر) است و می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد گیاهان (مکابرایک، 1998)، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک داشته باشد.

لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مقدار زیاد مواد آلی، می‌تواند بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل پایداری خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی، تهویه و رطوبت خاک (اپستین، 1975) چگالی ظاهری خاک و تخلخل آن اثر داشته باشد. همچنین استفاده از لجن فاضلاب برای احیای خاک می‌تواند به عنوان روشی مناسب در برابر فرایند فرو پاشی خاک تلقی شود. بنابراین به نظر می‌رسد پیشنهاد استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی پیشنهاد مطلوبی باشد، چرا که از یک طرف مشکل دفع این ماده مرتفع شده و از طرف دیگر این ماده به عنوان یک کود آلی ارزشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد (استبهاور، 2003).