بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

اثرات لجن بیولوژیک کارخانه پتروشیمی تبریز بر خصوصیات شیمیایی یک خاک آهکی، عملکرد و ترکیب شیمیایی جو بهاره

اساتید راهنما:

دکتر کاظم هاشمی مجد- دکتر شکراله اصغری

اساتید مشاور:

دکتر شاهین اوستان- دکتر فرشاد کیوان بهجو

توسط :

نیره حسینی خانمیری

دانشگاه محقق اردبیلی

شهریور 1390

پروردگارم ;

که در تنهاترين روزها تنهايم نگذاشت و شكيبايي را به من آموخت آن يگانه ;

که در بي‌تابترين لحظه‌ها نام اوآرامبخش جان است.

و به پدر و مادر عزيزم ;

نخستين تفسيركنندگان محبت و ايثارو در يک كلام زندگي براي من

و به خاطر ذره ذره‌ي آنچه که مي‌دانمو نمي‌دانم،از تمامي آنچه به من نثار كردند

و در برابر وجودشان زانوي ادب بر زمين مي‌نهم

و با دلي مالامال از عشق و محبت بر دستانشان بوسه مي‌زنم.

و به همسر مهربانم ;

درياي پهناور اقليم عشق، که در عين عطوفت و آسماني بودن، وجودش بالاترين پشتوانه زندگيم است.

سپاسگزاري

سپاس، يگانه‌اي که آموختن را آموخت تا از آموخته‌هايمان راز آفرينش را فراگيريم. سپاس، آفريننده عشق را و سپاس، کساني که آموختن را عشق مي‌دانند. سپاس، آنان را که روشنايي رداي علمشان نردبان ناجي ناداني است، آنان که معلم ميثاق مهرند و شکوفاگر شاخه‌هاي شباب انديشه. تحقيق بيش از آنچه يافتن باشد پي بردن به ندانم‌هاست و در مسير رسيدن به اين خودآگاهي، بي‌نهايت بودن احساس مي‌شود.

اکنون که به ياري ايزد مننان اين پژوهش به پايان يافته است، بر خود لازم مي‌دانم تا نام اساتيد فاضل خود را در سايه رهنمودهاي دلسوزانه و عالمانه‌شان توانسته‌ام گامي کوچک در دشت لايتناهي علم و معرفت بر دارم زينت بخش اين مقدمه مي‌نمايم.

از اساتيد راهنماي ارجمندم، جناب آقاي دكتر كاظم هاشمي‌مجد و دكتر شكراله اصغري كه همواره با راهنمايي‌هاي ارزشمند خويش مشوقم بودند و باعث استوار شدن قدم‌هايم در اين راه شدند، سپاسگزاري مي‌نمايم. از اساتيد مشاور بزرگوار، جناب آقاي دكتر شاهين اوستان و دكتر فرشاد كيوان بهجو با راهنمايي‌هايشان كمک شاياني به بنده مبذول داشتند نهايت تشكر و قدرداني را دارم، هر چند مي‌دانم كه اين جملات، ياراي بيان احساسات را ندارد اما بيان حس دروني، درچشمه‌سار بي‌رياي فروتني، خوشه‌هاي گندم‌زار مهررا به ضيافت زندگي دعوت مي‌كنند.
سپاس مي‌گويم و بوسه‌ي مهر بر قدوم پدر و مادر عزيزتر از جانم، و همسر عزيزم و برادر دلسوزم وخواهران مهربانم مي‌زنم كه فكرشان همواره شكفتن، بخشش و محبت است و حضورشان در زندگي آواي هلهله در ستارگان آسمان را نويد مي‌دهد و همواره دلگرمي راهم بودند.
همچنين از مدير گروه محترم علوم خاک جناب آقاي دكتر اسماعيل گلي و مسؤل آزمايشگاه جناب آقاي مهندس انوار نهايت تشكر را دارم. و در پايان سپاسگزاراز تک تک هم كلاسي-هايم، و همه كساني كه در اين راه ياري كردند مي‌باشم.

نام خانوادگی دانشجو: **حسینی خانمیری** نام: **نیره**

عنوان پایان نامه: **اثرات لجن بیولوژیک کارخانه پتروشیمی تبریز بر خصوصیات شیمیایی یک خاک آهکی، عملکرد و ترکیب شیمیایی جو بهاره**

اساتید راهنما: **دکتر کاظم هاشمی مجد- دکتر شکراله اصغری**

اساتید مشاور: **دکتر شاهین اوستان- دکتر فرشاد کیوان بهجو**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **علوم خاک** گرایش: **شیمی و حاصلخیزی خاک** دانشگاه:**محقق اردبیلی**

دانشکده: **کشاورزی** تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه: 106

کلید واژه‌ها: **اصلاح کننده خاک- خاک آهکی- خصوصیات شیمیایی- عملکرد- جو- لجن پتروشیمی**

چکیده:

استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود آلی ارزان قیمت در زمین‌های کشاورزی، مقرون به صرفه بوده و بر خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک اثر می‌گذارد. با توجه به اینکه خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک ایران، آهکی بوده و دارای pH بالا هستند، لذا قابلیت جذب برخی عناصر غذایی مثل فسفر و آهن در آنها پایین است. استفاده از اصلاح کننده‌های سهل‌الوصول مثل لجن فاضلاب می‌تواند یکی از راه حل‌های این مسأله باشد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر لجن فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی یک خاک آهکی شامل نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل، فلزات سنگین قابل جذب، هدایت الکتریکی (EC)، pH و نیز عملکرد و ترکیب شیمیایی جو بهاره شامل وزن هزار دانه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و فلزات سنگین گیاه در یک خاک منتخب از مزرعه تحقیقاتی بابلان دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی بود. تیمارها شامل صفر (شاهد)، 11/11، 22/22، 33/33، 44/44 گرم لجن بر کیلوگرم خاک هواخشک (به ترتیب معادل صفر، 25، 50، 75 و 100 تن لجن در هکتار) بودند. قبل کشت گیاه، گلدان‌های خاک حدود 50 کیلوگرمی تحت انکوباسیون در شرایط دمایی 4±22 درجه سلسیوس و رطوبت 75 درصد ظرفیت مزرعه‌ای به مدت شش ماه قرار گرفتند. سپس بذر جو بهاره (*Hordeum Vulgare*) رقم صحرا به تعداد 50 عدد داخل گلدان‌ها کشت شد و پس از رسیدن به مرحله سه برگی تعداد گیاه به 25 عدد کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها برای حفظ رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه‌ای به روش وزنی کنترل و به روش سطحی و به طور یکنواخت انجام شد. در انتهای فصل رشد عملکرد دانه و اندام هوایی و ریشه تعیین گردید. نمونه‌های گیاهی شامل دانه، اندام هوایی و ریشه از تیمارهای آزمایشی تهیه و غلظت عناصر غذایی پرمصرف و فلزات سنگین در آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کلیه مقادیر مصرفی لجن، کربن آلی (OC)، نیتروژن کل (TN)، فسفر و پتاسیم قابل جذب، ظرفیت تبادل کاتیونی، فلزات سنگین قابل جذب و هدایت الکتریکی به طور معنی‌دار در خاک قبل و بعد از کشت گیاه افزایش و کربنات کلسیم معادل و pH به طور معنی‌دار کاهش یافت. همچنین وزن خشک اندام هوایی و ریشه و وزن هزار دانه به ترتیب در تیمار 100 تن در هکتار 313، 1020 و 21 درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار یافت و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب در اندام هوایی 21/7، 44/3 و 22/9 درصد و در ریشه فقط میزان پتاسیم 492 درصد در تیمار 100 تن در هکتار در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌دار پیدا کرد و نیتروژن و فسفر ریشه غیرمعنی‌دار گردید. همچنین میزان آهن، روی در اندام هوایی و ریشه افزایش ولی میزان منگنز کاهش یافت و میزان مس و کادمیم در آنها بسیار ناچیز و خارج از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود. روند تجمع بیولوژیکی (BCF) و فاکتور انتقال (TF) فلزات سنگین، در گیاه جو به ترتیب عبارت بودند از: Mn> Zn> Fe ،Fe>> Zn> Mn. گیاه جو غلظت بیشتری از فلزات سنگین در ریشه نسبت به اندام هوایی انباشته کرد. به طور کلی نتایج نشان داد که لجن بیولوژیک کارخانه پتروشیمی تبریز دارای پتانسیل کودی قابل توجهی بوده و موجب افزایش عملکرد جو گردید و غلظت فلزات سنگین در اندامهای گیاه جو در کلیه تیمارها از 25 تا 100 تن در هکتار کمتر از حد آستانه مجاز بود.

فهرست مطالب :

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول : مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته 1

1-1-مقدمه 2

1-1-1-کلیات 2

1-2-2-اهمیت و ضرورت انجام طرح 6

1-2 - مروری بر تحقیقات گذشته 8

1-2-1- نقش مواد آلی در خاک 8

1-2-2- اصلاح کننده های طبیعی 9

1-2-2-1 کودهای حیوانی 10

1-2-2-3- مواد زاید زندگی انسانی (لجن فاضلاب و کمپوست) 11

1-2-2-3-1- مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده لجن فاضلاب 12

1-2-2-3-2- ترکیب شیمیایی لجن فاضلاب 12

1-2-2-3-3- برهم‌کنش خاک و لجن فاضلاب 13

1-2-2-3-4- مراحل تصفیه فاضلاب 14

1-2-2-3-4-1-تصفیه اولیه فاضلاب 14

1-2-2-3-4-2-تصفیه ثانویه فاضلاب 15

1-2-2-3-4-3-تصفیه پیشرفته فاضلاب 15

1-2-2-3-5- دفع لجن 16

1-2-3- جو و جایگاه تولید آن در ایران و جهان 16

1-2-4- تأثیر لجن فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک 17

1-2-4-1- کربن آلی (OC) و ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) 18

1-2-4-2- کربنات کلسیم معادل ($CaCo_3$)، هدایت الکتریکی(EC)، و pH 20

1-2-4-3- نیتروژن کل ،فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب 23
1-2-4-4- فلزات سنگین 25
1-2-5- اثر لجن فاضلاب بر رشد و نمو گیاهان 28
1-2-6- اثر لجن فاضلاب بر نیتروژن ، فسفر و پتاسیم گیاه 32
1-2-7- اثر لجن فاضلاب بر فلزات سنگین در گیاه 34
1-3- اهداف 39
فصل دوم : مواد و روشها 40
2-1- تهیه خاک و اندازهگیری برخی خصوصیات آن 41
2-2- تهیه لجن و اندازه گیری برخی خصوصیات آن 41
2-3- آماده سازی خاک و پر کردن تشتها 41
2-4- عملیات زراعی 42
2-5- طرح آماری 42
2-6- آزمایشهای خاک 43
2-6-1- کربن آلی 43
2-6-2- کربنات کلسیم معادل 44
2-6-3- ظرفیت تبادل کاتیونی 44
2-6-4- هدایت الکتریکی (EC) 45
2-6-5- pH 45
2-6-6- نیتروژن کل 45
2-6-7- فسفر قابل جذب 46
2-6-8- پتاسیم قابل جذب 46
2-6-9- فلزات سنگین قابل جذب 46
2-7- آزمایشهای گیاه 47

2-7-1- آماده سازی نمونه های گیاهی 47
2-7-2- تعیین فسفر 47
2-7-3- تعیین پتاسیم 47
2-7-4- تعیین نیتروژن 48
2-7-5- تعیین فلزات سنگین 48
2-8- اندازه گیری وزن خشک اندام هوایی،ریشه و عملکرد دانه 48
2-9- تعیین فاکتور تجمع بیولوژیکی (BCF) 48
2-10- تعیین فاکتور نقل و انتقال (TF) 49
2-11- تجزیه های آماری 49
فصل سوم : نتایج و بحث 50
3-1- خصوصیات خاک 51
3-2- خصوصیات لجن 51
3-3-1- کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک 59
3-3-1-1- کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک قبل از کشت 59
3-3-1-2- کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بعد از برداشت 60
3-3-2- کربنات کلسیم معادل، هدایت الکتریکی(EC) و pH 61
3-3-2-2- کربنات کلسیم معادل، هدایت الکتریکی(EC) و pH خاک بعداز برداشت گیاه جو 63
3-3-3-نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک 64
3-3-3-1-نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک قبل از کشت گیاه 64
3-3-3-2-نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک بعد ازبرداشت گیاه 66
3-3-4-فلزات سنگین 68
3-3-4-1- فلزات سنگین خاک قبل از کشت گیاه 68
3-3-4-1-1-آهن 68

3-3-4-1-2- روی 69
3-3-4-1-3-مس 70
3-3-4-1-4- منگنز 71
3-3-4-1-5- کادمیم 71
3-3-4-2- فلزات سنگین خاک بعد از برداشت گیاه 72
3-3-4-2-1- آهن 72
3-3-4-2-2- روی 73
3-3-4-2-3- مس 74
3-3-4-2-4- منگنز 75
3-3-4-2-5-کادمیم 75
3-4- اثر لجن بر عملکرد و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه جو 77
3-4-1- اثر لجن بر عملکرد گیاه 79
3-4-1-1- عملکرد وزن خشک اندام هوایی و ریشه 79
3-4-1-2- وزن هزار دانه 80
3-4-2- اثر لجن بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه جو 82
3-4-2-1- درصد نیتروژن گیاه 82
3-4-2-2- درصد فسفر گیاه 82
3-4-2-3- درصد پتاسیم گیاه 83
3-5- اثر لجن فاضلاب بر فلزات سنگین مورد مطالعه در گیاه 85
3-5-1- آهن 89
3-5-2- روی 90
3-5-3- منگنز 91
3-6- تجمع بیولوژیکی (BCF) و نقل و انتقال (TF) فلزات سنگین در گیاه جو 93

3-7- نتیجه‌گیری 95
3-8- پیشنهادات 96
منابع 97

فهرست اشکال

عنوان .....صفحه

شکل 2-1- گیاهان جو کشت شده در تشت‌ها (گلدان‌های خاک) 42

شکل 3-1- اثر لجن بیولوژیک بر کربن آلی (A) و ظرفیت تبادل کاتیونی (B)خاک قبل کشت گیاه. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند (آزمون دانکن)..... 58

شکل 3-2- اثر لجن بیولوژیک بر کربن آلی (A) و ظرفیت تبادل کاتیونی (B)خاک بعد از برداشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 60

شکل 3-3- اثر لجن بیولوژیک بر کربنات کلسیم معادل (A)، هدایت الکتریکی و pH (B)خاک قبل از کشت گیاه. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 62

شکل 3-4- اثر لجن بیولوژیک بر کربنات کلسیم معادل (A) و هدایت الکتریکی و pH (B)بعد از برداشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 63

شکل 3-5- اثر لجن بیولوژیک بر نیتروژن کل (A) و فسفر قابل جذب (B)خاک قبل از کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). . 64

3-6 - اثر لجن بیولوژیک بر پتاسیم قابل جذب خاک قبل ازکشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد شکل می‌باشد (آزمون دانکن)..... 65

شکل 3-7- اثر لجن بیولوژیک بر نیتروژن کل (A) و فسفر قابل جذب (B)بعد کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 66

شکل 3-8- اثر لجن بیولوژیک بر آهن قابل جذب خاک قبل کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 67

شکل 3-9- اثر لجن بیولوژیک بر روی قابل جذب خاک قبل کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 68

شکل 3-10- اثر لجن بیولوژیک بر مس قابل جذب خاک قبل از کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌داردر سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 69

شکل 3-11- اثر لجن بیولوژیک بر منگنز قابل جذب خاک قبل از کشت گیاه. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن) 70
شکل 3-12- اثر لجن بیولوژیک بر کادمیم قابل جذب خاک قبل از کشت گیاه. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 71
شکل 3-13- اثر لجن بیولوژیک بر آهن قابل جذب خاک بعد از برداشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 72
شکل 3-14- اثر لجن بیولوژیک بر روی قابل جذب خاک بعد از برداشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌داردر سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 73
شکل 3-15- اثر لجن بیولوژیک بر مس قابل جذب خاک بعد کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 74
شکل 3-16- اثر لجن بیولوژیک بر کادمیم قابل جذب خاک بعد کشت گیاه.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزموندانکن). 75
شکل 3-17- اثر لجن بیولوژیک بر وزن خشک اندام هوایی (A) و ریشه(B)گیاه جو.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 78
شکل 3-18- اثر لجن بیولوژیک بر وزن هزار دانه گیاه جو.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 79
شکل 3-19- اثر لجن بیولوژیک بر نیتروژن (A) و فسفر اندام هوایی (B)گیاه جو.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 82
شکل 3-20- اثر لجن بیولوژیک بر پتاسیم گیاه جو.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصدمی‌باشد (آزمون دانکن)..... 83
شکل 3-21- اثر لجن بیولوژیک بر آهن اندام هوایی جو.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 87
شکل 3-22- اثر لجن بیولوژیک بر مقدار روی اندام هوایی و ریشه جو. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن)..... 88

شکل 3-23- اثر لجن بیولوژیک بر مقدار منگنز اندام هوایی و ریشه جو. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 89
شکل 3-24- اثر لجن بیولوژیک بر تجمع بیولوژیکی فلزات سنگین در گیاه جو. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 91
شکل 3-25- اثر لجن بیولوژیک بر نقل و انتقال فلزات سنگین در گیاه جو. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). 92

فهرست جداول

عنوان .....صفحه

جدول 1-1- حدود مجاز غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب در کشورهای مختلف (میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک) 13

جدول 1-2- غلظت (mg/kg) معمول بعضی از فلزات در ماده خشک اندام هوایی گیاهان..... 37

جدول 3-1 برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه..... 51

جدول 3-2- برخی خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب مورد استفاده و مقایسه غلظت (mg/kg) برخی عناصر سنگین آن با استانداردهای USEPA 503..... 52

جدول 3-3- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده در خاک قبل کشت گیاه (بعد شش ماه انکوباسیون) 54

جدول 3-4- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده در خاک بعد از برداشت گیاه..... 56

جدول 3-5- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر لجن بر عملکرد و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه جو..... 77

جدول 3-6- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فلزات سنگین مورد مطالعه در گیاه 85

جدول 3-7- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فاکتورهای تجمع بیولوژیکی و نقل انتقال فلزات سنگین..... 86

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

1-1-مقدمه

1-1-1-کلیات

جو یکی از مهم‌ترین غلات کشور است که در سطحی معادل 1/5 میلیون هکتار (آبی و دیم) کاشته می‌شود. از این میزان بیش از 60 درصد آن به صورت دیم است که قسمت عمده اراضی دیم در مناطق سرد و سرد معتدل قرار دارد. متوسط عملکرد جو دیم در ایران 700 الی 900 کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (بینام، 1383).

قدرت جوانه در جو به مراتب بیشتر از گندم است و علوفه سبز آن غذای مناسبی برای دام‌ها می‌باشد. همچنین جو، عوامل نامساعد جوی و محیط را بهتر از گندم تحمل می کند. به علاوه مقاومت جو در مقابل شوری، خشکی و گرما بهتر و بیشتر از گندم است، پس برای اصلاح زمین‌های شور می‌توان در اول تناوب این محصول را قرار داد. pH مناسب برای جو مانند گندم حدود 7 می‌باشد (خدابنده ، 1382).

ماده آلی خاک به کلیه ترکیبات آلی، به استثنای بافت‌های گیاهی و جانوری تجزیه نشده، محصولات حاصل از تجزیه ناقص آنها و بیوماس میکروبی خاک اطلاق می‌شود (اوستان، 1383). ماده آلی خاک به دلیل اینکه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد، یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود و نقش به سزایی در مقدار عناصر غذایی در خاک و قابلیت دسترسی آنها برای گیاه و در نهایت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی دارد (اسپاسینی و همکاران، 2004).

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران به علت کمبود پوشش گیاهی و بازگشت کم بقایای گیاهی به خاک مقدار ماده آلی اندکی داشته و عموماً آهکی می‌باشند. در نتیجه، بسیاری از گیاهان در این خاک‌ها با مشکل تغذیه عناصر پرمصرف و کم مصرف روبرو هستند. از جمله روش‌های افزایش مقدار قابل جذب این عناصر در خاک استفاده از مواد آلی است (عرفان منش، 1376). با توجه به کمبود مواد

آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین اثرات سوء ناشی از کشاورزی فشرده، استفاده از کودهای آلی مناسب و ارزان قیمت می‌تواند اثرات مفیدی بر خواص فیزیکی و تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه بگذارد. این خاک‌ها، عموماً دارای ماده آلی کمتر از یک درصد هستند که این مسأله باعث ایجاد ساختمان خاک ضعیف و ناپایداری خاکدانه‌ها شده است (حاج عباسی و همت، 2000؛ شیرانی و همکاران، 2002).

کمبود مواد آلی در خاک‌های کشاورزی از یک سو و تولید انبوه مواد زائد و مشکلات زیست محیطی حاصل از آنها از سوی دیگر، ایجاب می‌کند که این مواد به نحو مطلوب و آگاهانه به عنوان کود آلی مورد استفاده قرار بگیرد (حجتی و همکاران، 1385). تحقیقات متعدد در کشورهای مختلف نشان داده است که پسماندهای آلی مانند کود حیوانی، کمپوست و لجن فاضلاب دارای ارزش کودی بالایی هستند (افیونی، 1987). در این بین لجن فاضلاب به دلیل ارزان بودن و دارا بودن اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اسمیت، 1992). پس در صورتی که لجن فاضلاب به خاک اضافه شود می‌تواند اثرات سودمند زیادی داشته باشد. از جمله این اثرات می‌توان به تأمین عناصر غذایی (عناصر ماکرو و میکرو)، بهبود شرایط فیزیکی و افزایش مقدار موادآلی خاک اشاره نمود (کلی و همکاران، 1984).

بنابراین کاربرد لجن فاضلاب باعث افزایش مواد آلی و ارتقای حاصلخیزی خاک می‌شود و در مناطق خشک و نیمه خشک که مواد آلی خاک کمتر از 1/7 درصد هست مفید می‌باشد (کاسادوولا و همکاران،2007؛ گاسکوولوبو، 2007). همچنین به کارگیری لجن باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب، تهویه، تخلخل، ظرفیت تبادل کاتیونی و هدایت الکتریکی و کاهش pH و تغییرات عمده‌ای در خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک می‌گردد (انگلهارت و همکاران،2000).

از دیگر مشکلات خاک‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می‌توان به بالا بودن pH و کربنات کلسیم آنها اشاره کرد که باعث کاهش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی مثل فسفر، آهن و روی توسط گیاه می گردد (ملکوتی و همایی، 1373). مصرف لجن فاضلاب در برخی موارد در برطرف کردن نیاز گیاهان به عناصر کم مصرف بسیار مؤثرتر از سایر منابع عمل کرده است، برای مثال رفع کمبود

روی در ذرت به وسیله لجن فاضلاب بسیار مؤثرتر از مصرف سولفات روی بوده است (سامرس، 1977). در جهان سالانه حدود 30 میلیون تن لجن فاضلاب تولید می‌شود که بیش از هفتاد درصد آن به عنوان کود به زمین‌های کشاورزی اضافه می‌گردد (حسن ومشیر، 1994). این در حالی است که حضور غلظت‌های بالای عناصر غذایی کم مصرف و نیز عناصر سمی مانند سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک، سلنیوم و نیکل، استفاده بی‌رویه از لجن در زمین‌های کشاورزی را محدود می‌کند (آداما و همکاران، 1989)، زیرا کاربرد زیاد لجن منجر به انباشت بیش از حداین عناصر در خاک گردیده و احتمالاً جذب بیش از اندازه این عناصر به وسیله گیاه و انتقال آنها به چرخه غذایی را به دنبال خواهد داشت (چانگ و همکاران، 1982). اگر چه برخی از فلزات سنگین برای رشد لازم‌اند، ولی غلظت‌های کمی بیش از حد آستانه آنها می‌تواند برای حیات گیاهی و جانوری بسیار خطر آفرین باشد. بنابراین یکی از مسائل عمده زیست محیطی، که هنگام استفاده از لجن فاضلاب در اراضی کشاورزی باید مورد توجه قرار گیرد، افزایش عناصر سمی به خاک است (چانگ و همکاران 1997؛ مک گراسو همکاران،2000).

از سویی دیگر لجن‌های فاضلاب شهری و صنعتی ممکن است حاوی مقادیری از آلودگی‌های سمی از قبیل املاح، ترکیبات آلی سمی، ارگانیسم‌های بیماری‌زا و غیره باشد. بنابراین انواع لجن فاضلاب، محتوی باکتری‌های بیماری زا، پروتوزوآ و تخمهای انگل می‌توانند منشأ بیماریهای خطرناک برای سلامتی انسانها، حیوانات و گیاهان باشند. این گزارش‌ها نیز بیانگر آن است که تعدادی از عوامل بیماریزای موجود در لجن می تواند قبل از مصرف لجن در مزارع با انجام روشهای خاص مانند کمپوست کردن به طور مطمئنی کاهش پیدا کند. علاوه بر این، کاهش خطرات بیماری‌های موجود در لجن بعد از مصرف آن در خاک از طریق اثرات آب و هوایی بر روی آن و میکروارگانیسم‌های خاک با گذشت زمان امکان پذیر می‌باشد (هاروتا، 2002). روش کمپوست کردن بیولوژیکی لجن فاضلاب باعث پایدار شدن مواد آلی آن شده و جمعیت عوامل بیماری زا نیز به مقدار زیادی کاهش می‌یابد (بورگ و اینکری، 1978).

شایان ذکر است که رفتار فلزات سنگین افزوده شده به خاک از طریق لجن فاضلاب تحت تأثیر عوامل مختلفی است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به pH خاک اشاره کرد. pH اساساً رفتار و دسترسی گیاهان را به فلزات سنگین در خاک تعیین می‌کند. قابلیت دسترسی فلزات سنگین رابطه معکوس با pH خاک دارد (واثقی و همکاران، 1382). به طوری که با افزایش هر واحد pH تقریباً 100 برابر از حلالیت روی کاسته می شود (مجللی، 1366). بسیاری از پژوهشگران که جذب فلزات سنگین و رفتارهای خاک‌هایی که لجن فاضلاب به آنها اضافه شده است را بررسی کرده اند عقیده دارند که سمّیت فلزات سنگین می-تواند نتیجه استفاده از مقادیر زیاد لجن فاضلاب باشد، ولی زیاد بودن pH خاک تا حدود زیادی ممکن است از بروز سمّیت جلوگیری کند (کاباتا و پندیاس،2000).

اصولاً لجن فاضلاب دارای مقادیر زیادی از فلزات سنگین نظیر کادمیوم، سرب، نیکل و دیگر فلزات سمی می‌باشد. هنگامی که لجن فاضلاب به خاک اضافه می‌شود، گیاه همراه با عناصر غذایی ضروری این عناصر را نیز جذب می‌کند (افیونی و همکاران، 1377). برای پیشگیری از جذب بیش از حد فلزات سمی توسط گیاه و ورود این فلزات به زنجیره غذایی انسان و دام، برخی از کشورها قوانینی برای اضافه کردن لجن فاضلاب به زمین های کشاورزی وضع کرده‌اند. برای مثال، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا[1] حد مجاز فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس را در لجن فاضلاب که به عنوان کود در زمین‌های کشاورزی مصرف می شود به ترتیب 85 ، 845 ، 750 ، 4300 میلی گرم در کیلوگرم لجن تعیین کرده است (چینی، 1989).

از سوی دیگر کاربرد لجن فاضلاب در خاک های آهکی از نظر آلودگی فلزات سنگین خطر کمتری دارد، ضمن اینکه در رفع کمبود شماری از عناصر کم مصرف این گونه خاک ها همچون آهن، مس و روی می‌تواند مؤثر باشد (واثقی وهمکاران، 1382). در ایران به علت نبودن سیستم گسترده تصفیه فاضلاب، هنوز لجن فاضلاب به مقدار زیاد تولید نمی‌شود، اما با توسعه این سیستم‌ها در شهرهای مختلف، در آینده نه چندان دور مقدار لجن فاضلاب تولید شده افزایش خواهد یافت (افیونی و همکاران، 1377).

1- USEPA

فلزات سنگین عناصری هستند که جرم اتمی آنها بین 63/54 و200/59 گرم بر مول و دارای چگالی بیشتر از چهارg/cm^3 می‌باشند. این عناصر از اجزای طبیعی تشکیل دهنده پوسته زمین هستند و فرآیند-های طبیعی و همچنین فعالیت‌های انسان باعث آزاد سازی آنها در محیط زیست می‌شود. فعالیت‌های آتشفشانی، آتش سوزی جنگل‌ها، هوازدگی کانی‌ها از جمله عوامل طبیعی هستند که باعث آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین می‌شوند (کنیش، 1992). فعالیت‌های حفاری و معدنی، کارخانجات ذوب فلز، سوزانیدن زباله و مواد زائد، تردد ماشین آلات، مصرف سوختهای فسیلی در کارخانجات و مصرف حشره‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب در کشاورزی از جمله منابع انسانی آلاینده محیط زیست به فلزات سنگین به حساب می‌آیند. پس می‌توان گفت که در حال حاضر مقدار فلزات سنگین آزاد شده در محیط زیست از منشأ انسانی به مراتب بیشتر از منشأ طبیعی می‌باشد (آلووی، 1995).

پس با توجه به حفظ سلامت مصرف کنندگان، کنترل وضعیت فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. دراین راستا دو عامل "مقدار تجمعی" لجن به کار رفته و "زمان سپری شده" از کاربرد لجن دارای اثرات مهمی بر غلظت، قابلیت دسترسی و تحرک فلزات سنگین در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب می‌باشد. اهمیت موضوع از آنجا روشن می‌شود که مقدار تجمعی لجن، شدت افزایش فلزات سنگین موجود در آن به خاک را نشان می‌دهد و زمان سپری شده از کاربرد لجن بیانگر واکنش‌هایی است که فرصت وقوع داشته و بسته به ویژگی‌های خاک منجر به جذب و رسوب عناصر در خاک و یا افزایش حلالیت و قابلیت جذب آنها شده است (کرمی و همکاران، 1386).

1-2-2-اهمیت و ضرورت انجام طرح

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران معمولاً دارای مقدارماده آلی کمی می‌باشند که این امر باعث کاهش حاصلخیزی و خصوصیات مطلوب شیمیایی و فیزیکی این خاک‌ها می شود. این مسأله محققان را بر آن داشته تا در زمینه استفاده از کودهای آلی ارزان قیمت و سهل الوصول حاصل از فعالیت