بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

عنوان:

اثرات پلی‌آکریل‌آمید بر برخی خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی یک خاک لوم رسی

استاد راهنما:

دکتر شکراله اصغری

اساتید مشاور:

دکتر ناصر علی اصغرزاد

مهندس محمد حسین سدری

توسط:

نینا صفری

تابستان ۱۳۹۰

نام خانوادگی دانشجو: صفری **نام:** نینا

عنوان پایان نامه: اثرات پلی‌آکریل‌آمید برخی خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی یک خاک لوم رسی

استاد راهنما: دکتر شکراله اصغری

اساتید مشاور: دکتر ناصر علی اصغرزاد، مهندس محمد حسین سدری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** علوم خاک دانشگاه محقق اردبیلی

دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:**۱۳۹۰/٦/۲۲ **تعداد صفحات:** ۹۰

کلید واژه‌ها: پلی‌آکریل‌آمید، خاک لوم رسی، خصوصیات بیولوژیکی، خصوصیات فیزیکی

چکیده:

در مناطق خشک و نیمه خشک ایران به علت پایین بودن مقدار ماده آلی، ساختمان خاک ضعیف است. یکی از راه حل‌های این مسأله استفاده از پلیمرهای محلول در آب با سرعت تجزیه پایین می‌باشد. پلی‌آکریل‌آمید در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورها به عنوان یک اصلاح کننده مصنوعی خاک مورد استفاده قرار گرفته‌است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پلی‌آکریل‌آمید آنیونی بر برخی پارامترهای فیزیکی و بیولوژیکی و نیز تغییرات آنها با گذشت زمان در یک خاک لوم رسی بود. آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول مقادیر مصرفی پلی‌اکریل‌آمید شامل ۰، ۰/۱۲۵ و ۰/۲۵ گرم بر کیلوگرم خاک هوا خشک و فاکتور دوم زمان‌های انکوباسیون شامل ۳۰، ۹۰ و ۱۸۰ روز بودند. انکوباسیون تیمارها در دمای ٤±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت معادل ۷۰ تا ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه و به مدت ٦ ماه انجام گرفت. نتایج نشان داد که هر دو مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ، هدایت هیدرولیکی اشباع، رطوبت اشباع، تخلخل کل، رطوبت‌های حد روانی و خمیری، شاخص خمیرایی، تنفس پایه، تنفس تحریک شده با بستره، نیتروژن و کربن بیوماس میکروبی، نیتروژن کل و کربن آلی را به ترتیب و بطور متوسط حدود ۱۰۵، ۱۲، ۹، ۸، ۳۲، ۲۵، ٥٤، ۸، ۲۰، ۱۰٤، ۳۷، ۱۱۷ و ۱/٤۹ درصد نسبت به شاهد و بطور معنی‌دار افزایش و متوسط مقدار رس قابل انتشار، جرم مخصوص ظاهری و نسبت کربن به نیتروژن را به ترتیب ۳۷، ۸ و ٥۲ درصد نسبت به شاهد و بطور معنی‌دار کاهش دادند، ولی تأثیر معنی‌داری بر جرم مخصوص حقیقی و تعداد کل میکروارگانیسم‌های خاک نداشتند. همچنین اثر زمان انکوباسیون بر کلیه پارامترها بجز جرم مخصوص حقیقی معنی‌دار گردید. اثر پلی‌آکریل‌آمید بر بهبود خصوصیات فوق الذکر در ۱۸۰ روز نسبت به دو زمان قبلی به علت شسته شدن و تجزیه احتمالی آن در خاک کاهش یافت.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: ۱
۱-۱-۱ کلیات ۲
۱-۱-۲- اهمیت و ضرورت انجام طرح ۶
۱-۲- مروری بر تحقیقات گذشته ۷
۱-۲-۱-اصلاح کننده‌های طبیعی ۷
۱-۲-۱-۱- کودهای حیوانی ۷
۱-۲-۱-۲- بقایای گیاهی (کود سبز) ۸
۱-۲-۱-۳- زواید زندگی انسانی (لجن فاضلاب و کمپوست) ۹
۱-۲-۲- اصلاح کننده‌های مصنوعی ۱۰
۱-۲-۲-۱- پلیمرهای محلول در آب ۱۱
۱-۲-۲-۲- پلیمرهای ژلاتینی ۱۱
۱-۲-۳- تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر خصوصیات فیزیکی خاک ۱۳
۱-۲-۴- تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک ۲۳
۱-۳- اهداف ۳۰
فصل دوم: ۳۱
۲- مواد و روشها ۳۲
۲-۱- تهیه خاک و اندازه‌گیری برخی خصوصیات آن ۳۲
۲-۲- تهیه پلیمر ۳۲
۲-۳- آماده‌سازی خاک و پر کردن تشتها ۳۳
۲-۴- طرح آماری آزمایش ۳۳

۲-۵- انکوباسیون تیمارها ۳۳
۲-۶- خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در هر یک از تیمارها ۳٤
۲-۶-۱- میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها ۳٤
۲-۶-۲- رس قابل انتشار ۳۵
۲-۶-۳- جرم مخصوص ظاهری ۳۵
۲-۶-۴- جرم مخصوص حقیقی ۳٦
۲-۶-۵- هدایت هیدرولیکی اشباع ۳٦
۲-۶-۶- رطوبت اشباع ۳۷
۲-۶-۷- تخلخل کل ۳۷
۲-۶-۸- رطوبت حد روانی ۳۷
۲-۶-۹- رطوبت حد خمیری ۳۸
۲-۶-۱۰- شاخص خمیرایی ۳۸
۲-۷- خصوصیات بیولوژیکی اندازه‌گیری شده ۳۸
۲-۷-۱- تعداد کل میکروارگانیسم‌ها ۳۸
۲-۷-۲- تنفس پایه ۳۹
۲-۷-۳- تنفس تحریک شده با بستره (SIR) ۳۹
۲-۷-۴- کربن بیوماس میکروبی ٤۰
۲-۷-۵- نیتروژن بیوماس میکروبی ٤۰
۲-۷-۶- کربن آلی ٤۱
۲-۷-۷- نیتروژن کل ٤۲
۲-۷-۸- نسبت کربن به نیتروژن $(\frac{C}{N})$ ٤۳
۲-۸- تجزیه‌های آماری ٤۳

فصل سوم: ٤٣
٣- نتایج و بحث ٤٤
٣-١- خصوصیات خاک ٤٤
٣-٢- اثرات پلی‌آکریل‌آمید و زمان انکوباسیون بر خصوصیات فیزیکی خاک ٤٤
جدول ٣-٢- تجزیه واریانس (F جدول) پارامترهای فیزیکی اندازه گیری شده در آزمایش ٤٦
٣-٢-١- میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) ٤٧
٣-٢-٢- رس قابل انتشار (DC) ٤٨
٣-٢-٣- جرم مخصوص ظاهری (D_b) ٥٠
٣-٢-٤- جرم مخصوص حقیقی (D_p) ٥٢
٣-٢-٦- رطوبت اشباع خاک (θ_s) ٥٤
٣-٢-٧- تخلخل کل ٥٧
٣-٢-٨- رطوبت حد روانی (LL) ٥٨
٣-٢-٩- رطوبت حد خمیری (PL) ٦١
٣-٢-١٠- شاخص خمیرایی خاک (PI) ٦٢
٣-٣- اثرات پلی‌آکریل‌آمید و زمان انکوباسیون بر خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک ٦٣
٣-٣-١- تعداد کل میکروارگانیسمها ٦٦
٣-٣-٢- تنفس پایه ٦٧
٣-٣-٣- تنفس تحریک شده با بستره (SIR) ٦٩
٣-٣-٤- کربن بیوماس میکروبی ٧٠
٣-٣-٥- نیتروژن بیوماس میکروبی ٧٢
٣-٣-٦- کربن آلی ٧٤
٣-٣-٧- نیتروژن کل ٧٥

۳-۳-۸- نسبت کربن به نیتروژن $\frac{C}{N}$ ۷۷

۳-۴-۱- نتیجه‌گیری ۷۸

۳-۴-۲- پیشنهادات ۷۸

منابع مورد استفاده: ۷۹

فهرست اشکال

عنوان صفحه

۳-۱- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید و زمانهای انکوباسیون بر میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها ۴۸

۳-۲- اثر اصلی مقادیر مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) بر میانگین رس قابل انتشار (DC) خاک ۴۹

۳-۳- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین رس قابل انتشار (DC) خاک ۵۰

۳-۴- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین جرم مخصوص ظاهری (Db) ۵۲

۳-۵- اثر اصلی مقادیر مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) بر میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع (Ks) ۵۳

۳-۶- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع (Ks) ۵۴

۳-۷- اثر اصلی مقادیر مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) بر میانگین رطوبت اشباع (θs) ۵۶

۳-۸- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین رطوبت اشباع (θs) ۵۷

۳-۹- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین درصد تخلخل (n) ۵۸

۳-۱۰- اثر اصلی مقادیر مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) بر میانگین رطوبت حد خمیری (LL) ۵۹

۳-۱۱- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین رطوبت حد خمیری (LL) ۶۰

۳-۱۲- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌اکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین حد خمیری (PL) ۶۲

۳-۱۳- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین شاخص خمیرایی (Pi) ۶۳

۳-۱۴- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین تعداد کل میکروارگانیسم‌های خاک ۶۶

۳-۱۵- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین تنفس پایه خاک ۶۹

۳-۱۶- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین تنفس تحریک شده با بستره(Ri) ۷۰

۳-۱۷- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین کربن بیوماس میکروبی خاک ۷۲

۳-۱۸- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین نیتروژن بیوماس میکروبی خاک ۷۳

۳-۱۹- اثر اصلی مقادیر مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) بر میانگین درصد کربن آلی خاک ۷۴

۳-۲۰- اثر اصلی زمان انکوباسیون بر میانگین درصد کربن آلی خاک ۷۵

۳-۲۱- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌آکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین درصد نیتروژن کل خاک ۷۶

۳-۲۲- اثرات متقابل مقدار مصرفی پلی‌اکریل‌آمید (PAM) و زمانهای انکوباسیون بر میانگین نسبت کربن به نیتروژن ($\frac{C}{N}$) خاک ۷۷

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۳-۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه ۴۴
جدول ۳-۲- تجزیه واریانس (F جدول) پارامترهای فیزیکی اندازه‌گیری شده در آزمایش ۴۶
جدول ۳-۳- تجزیه واریانس (F جدول) پارامترهای شیمیایی و بیولوژیکی اندازه‌گیری شده در آزمایش ۶۵

فصل اول:

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱ کلیات

از آنجا که بخش وسیعی از ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده و به دلیل اقلیم خاص حاکم بر چنین محیطی، خاک‌های آن از ماده آلی مناسب و خصوصیات فیزیکی چندان مطلوبی برخوردار نیست. همچنین در این مناطق، بخش اعظم بارندگی اغلب در یک دوره زمانی خاص و با شدت زیاد رخ می‌دهد. بنابراین وقوع رواناب در دقایق اولیه بارش محتمل‌تر است (قربانی واقعی و همکاران، ۱۳۸۷). بعلاوه وقوع بارندگی در فصل‌های غیر زراعی است که سبب می‌شود این نزولات به راحتی از دسترس گیاه خارج شده و حتی موجب بروز خساراتی از جمله فرسایش خاک، تخریب خاکدانه‌ها و پراکنش ذرات رس گردد. این عمل نهایتاً ممکن است ظرفیت نفوذپذیری خاک را تا بیش از ۴۰ درصد نیز کاهش دهد (بن هور و همکاران، ۱۹۹۰). یکی از راه‌های افزایش ثبات خاکدانه‌ها، جلوگیری از تشکیل سله، ممانعت از ایجاد رواناب در مزرعه و کاهش فرسایش خاک، استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در خاک است (بن هور و همکاران، ۱۹۹۰). پلیمرها گروه خاصی از مواد آلی با وزن مولکولی بالا می‌باشند که از به هم پیوستن مونومرها در اثر پیوند کووالانسی به وجود می‌آیند. خواص هر پلیمر به ساختمان فیزیکی و شیمیایی آن بستگی دارد. یکی از رایجترین پلیمرهای بکار رفته در کنترل فرسایش خاک و حفاظت از ساختمان خاک، از پلی‌آکریل‌آمید[1] است (خایتان و همکاران، ۲۰۰۳؛ شکفته وهمکاران، ۲۰۰۴؛ سوجکا و همکاران، ۲۰۰۴ و وانکو، ۲۰۰۱). پلی‌آکریل‌آمید از طریق خاکدانه‌سازی باعث افزایش سرعت نفوذ آب به درون خاک و در نتیجه کنترل فرسایش آبی می‌شود (بوشر و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷). به طور کلی پلی‌آکریل‌آمیدها به سه صورت آنیونی، کاتیونی و خنثی تولید می‌شوند. پلی‌آکریل‌آمید خنثی، به دلیل نداشتن بار الکتریکی از نظر هماوری ذرات خاک چندان قابل توجه

1-Polyacrylamide

نمی‌باشند. اما پلی‌آکریل‌آمید آنیونی به دلیل داشتن بار منفی، خاصیت بهتری در هماوری ذرات موجود در محلول خاک از خود نشان می‌دهد. استفاده از پلی‌آکریل‌آمید کاتیونی به دلیل تولید سم و یا ایجاد مانع در برابر نفوذ آب به خاک در کشاورزی و منابع طبیعی در عمل توصیه نمی‌شود (هلالیا و همکاران، ۱۹۸۸ و وانکو، ۲۰۰۱). شینبرگ و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که پلی‌آکریل‌آمید آنیونی سبب استحکام خاکدانه‌ها در سطح خاک شده و پراکنش ذرات رس را کاهش می‌دهد که خود سبب کاهش تشکیل سله می‌شود. افزایش پایداری خاکدانه‌ها در خاکهایی با کلاس بافتی مختلف در اثر بکارگیری پلی‌آکریل‌آمید آنیونی توسط گرین و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است. پلی‌آکریل‌آمید با کاهش نیروهای دافعه بین ذرات با بار منفی رس و به عنوان یک پل مابین ذرات کلوئیدی در درون خاکدانه‌ها باعث پایداری آنها می‌گردد (نیشی‌هارا و شوک، ۲۰۰۱). پلی‌آکریل‌آمید (PAM) با فرمول شیمیایی $(H_2\text{-}CH\text{-}CO\text{-}NH_2)_n$ یک پلیمر مصنوعی محلول در آب است که از مونومرهای آکریل‌آمید ساخته شده است. یک راه برای تهیه PAM آنیونی هیدرولیز کردن پلی‌آکریلونیتریل است (هال‌ورسون و پانزر، ۱۹۸۰) ولی یکی از اقتصادی‌ترین و معمول‌ترین روش تهیه PAM آنیونی کوپلیمریزه کردن اکریل‌آمید و اکریلیک اسید یا یکی از نمک‌های آن می‌باشد (مرتیمر، ۱۹۹۱). pH محلول ۰/۵ درصد PAM در آب ۸/۵–۶/۵ و جرم مخصوص ظاهری آن ۰/۷۵–۰/۸۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد (سوجکا و همکاران ۲۰۰۴). PAM، ذرات معلق در خاک را به هم چسبانده و از تخریب خاکدانه‌های سست جلوگیری می‌کند. پلیمرهای قابل حل در آب نظیر PAM عموماً برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک از جمله هدایت هیدرولیکی، تخلخل، ظرفیت نگهداری آب و کاهش فرسایش و مقاومت سله مفید شناخته شده‌اند (نیشی هارا و شوک، ۲۰۰۱). نوع آنیونی پلی‌آکریل‌آمید به خاطر نداشتن اثر سوء بر محیط زیست بیشتر مورد توجه است (سیبولد، ۱۹۹۴). نگرانی‌های زیست محیطی درباره PAM مربوط به نوعی مونومر به نام آکریل‌آمید است، که احتمالاً برای انسان و حیوان سرطانزا باشد (گارلند و پاترسون، ۱۹۶۷). البته بر اساس گزارش مک ویلیامز (۱۹۷۸) PAM در حین تجزیه به آکریل‌آمید تبدیل نمی‌شود. بعلاوه آکریل‌آمید به آسانی توسط میکروارگانیسم‌های فعال در آب و خاک متابولیسم می‌شود (لند و همکاران، ۱۹۷۹؛ شانکر و همکاران، ۱۹۹۰). بارونیک و همکاران (۱۹۹۶) و بلوگنا و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند

که آکریل‌آمید توسط بافت‌های گیاهی جذب نمی‌شود و وقتی که در معرض بافت‌های زنده گیاهی قرار می‌گیرد به سرعت شکسته می‌شود.

پلی‌آکریل‌آمید در هنگام تماس با آب صدها برابر وزن خود آب جذب نموده و به صورت ژل حامل آب در می‌آید با این حال تمام ذرات به صورت مجزا باقی می‌مانند (بومن و اوانس، ۱۹۹۱؛ پترسون، ۲۰۰۲). علت قدرت بالای جذب آب در PAM، داشتن گروه‌های قطبی در داخل زنجیره هیدروکربن در ساختمان پلیمر است (والاس و تری، ۱۹۹۸). پلی‌آکریل‌آمید زمانی که تحت شرایط مناسب، کاملاً منبسط شود حداقل ۹۵ درصد از آب ذخیره شده آن که از پتانسیل‌های یک دهم تا یک بار نگهداری می‌شود قابل دسترس برای جذب گیاه می‌باشد. همچنین مطالعه ساختمان میکروسکوپی پلیمر جاذب رطوبت نشان می‌دهد که در شرایط منبسط شده، ساختمان داخلی پلیمر به صورت حفره‌های متصل به هم بوده که توسط پلهای چند وجهی احاطه شده‌است (جانسون و ولتکامپ، ۱۹۸۴). اهمیت دیگر پلیمرهای مصنوعی از جمله پلی‌آکریل‌آمید به دلیل کمتر تجزیه شدن آنها در آب نسبت به پلیمرهای طبیعی به کار برده شده می‌باشد (پترسون، ۲۰۰۲). تخریب پلی‌آکریل‌آمید عمدتاً به اشکال مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی صورت می‌گیرد (هلالیا و همکاران، ۱۹۸۸ و ریچارد، ۲۰۰۶). شینبرگ و همکاران (۱۹۹۲) با مطالعه بر روی خاکهای شور–سدیمی دریافتند که اضافه نمودن PAM به خاک، پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه سرعت نفوذ آب به خاک را افزایش داد. لنتز و همکاران (۱۹۹۲) اعلام نمودند که PAM آنیونی در یک خاک لوم سیلتی شدیداً فرسایش پذیر بهتر از کوپلیمر نشاسته، فرسایش را کنترل کرده و علاوه بر آن، پلی‌آکریل‌آمید نفوذپذیری خاک را نیز افزایش داد. والاس و والاس (۱۹۸۶) پلی‌آکریل‌آمید را در خاکهای سدیمی به روشهای مختلف بکار بردند و آنها متوجه شدند که نفوذ آب به درون خاک سدیمی به طور وسیعی با اضافه نمودن اصلاح کننده پلی‌آکریل‌آمید بهبود یافت. بکارگیری اصلاح کننده پلی‌آکریل‌آمید در مقایسه با کاه و کلش موجب کاهش بیشتر تراکم لایه سطحی در آبیاری بارانی نسبت به آبیاری غرقابی گردید (صادقیان و همکاران، ۱۳۸۵). کوک و نلسون (۱۹۸۶) گزارش کردند که کاربرد پلی‌آکریل‌آمید به صورت محلول در سطح خاک به طور معنی‌داری میزان تخریب خاکدانه‌ها و در نتیجه تشکیل سله را کاهش داد و به واسطه بالا نگه داشتن سرعت نفوذپذیری و بهبود بخشیدن به تهویه خاک

بستر مناسبی برای جوانه زنی و سبز کردن بذر را فراهم کرد. سوجکا و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که بکارگیری پلی‌آکریل‌آمید به مقدار ۰/۷ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول در آب آبیاری در یک خاک لومی سیلتی، فرسایش را به طور متوسط ۹۴ درصد کاهش و میزان نفوذ را به طور متوسط ۱۵ درصد افزایش داد.

میزان تأثیر مثبت پلیمرهای کشاورزی بر روی وضعیت فیزیکی خاک بستگی به نوع پلیمر، وزن مولکولی، مقدار و روش مصرف آن، نوع بافت خاک، کانی‌شناسی[۱] و وضعیت خاک در هنگام مصرف پلیمر دارد (میلر و گیفورد، ۱۹۷۰). خاک رسی به دلیل دارا بودن درصد بالاتر خلل و فرج ریز، نیاز کمتری به سوپـرجاذب‌ها نسبت به خاک شنی و لومی دارد در نتیجه میزان کاربرد آن در خاکهای رسی، کمتر از خاکهای شنی و لومی است (جوری، ۱۹۹۷). در عین حال استفاده از پلی‌آکریل‌آمید آنیونی در خاک‌های غنی از شن و یا فاقد ذرات ریز توصیه نمی‌شود (قربانی، ۲۰۰۴؛ خایتان و همکاران، ۲۰۰۳؛ نلسون و سامرز، ۱۹۸۲ و سوجکا وهمکاران، ۱۹۹۸). مقدار مصرف پلی‌آکریل‌آمید در نواحی گرم و خشک بیشتر از نواحی مرطوب می‌باشد و کاربرد پلیمرها در نواحی مرطوب عمدتاً در گیاهان مستقر در شیب‌ها توصیه شده است. کاربرد بیش از حد پلیمرها توصیه نشده زیرا این مواد در اثر جذب آب متورم می‌شود و ممکن است موجب خروج ریشه‌ها و گیاه از خاک شود. همچنین با توجه به قیمت بالای پلی‌آکریل‌آمید، استفاده از مقایر کم اصلاح کننده از نظر اقتصادی به صرفه‌تر است (جوری، ۱۹۹۷). تخریب زیستی پلی‌آکریل‌آمیدهای آنیونی فرآیندی کند و زمان‌بر است و سالانه به طور متوسط ۱۰ درصد تخریب می‌یابد. اما تخریب زیستی ترکیبات آلی طبیعی به سرعت انجام می‌شود و حتی مقاومترین آنها نیز بعد از سه سال در خاک تقریباً بیش از ۹۰ درصد تخریب می‌یابند (قربانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ حقایقی‌مقدم، ۲۰۰۴). پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند به روش کپه‌ای (درون گودال)، نواری و اختلاط کامل با خاک به کار روند (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به اینکه PAM به مقدار زیادی حساس به تجزیه شدن توسط اشعه ماورای بنفش خورشید می‌باشد لذا در صورتیکه این اصلاح کننده به منظور کنترل فرسایش، در لایه سطحی خاک اضافه گردد، ممکن است شدت تجزیه آن بیشتر از مقدار

۱-Mineralogy

گزارش شده فوق باشد. بنابراین برای جلوگیری از این عمل و به منظور تجزیه بیولوژیکی PAM، محققان توصیه می‌کنند که آن را با حجم زیادی از خاک مخلوط کنند (سوجکا و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به مطالب گفته شده، پلی‌آکریل‌آمیدهای آنیونی به دلیل نقش بالای خود در هماوری ذرات ریز خاک می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیبات آلی طبیعی مانند کود دامی و کاه و کلش در مناطق خشک و نیمه خشک باشند.

۱-۱-۲- اهمیت و ضرورت انجام طرح

با توجه به اینکه ۹۰ درصد کشور ایران جزء اقلیم‌های خشک و نیمه خشک بوده (مصداقی، ۱۳۷۴) و از آنجا که حدود ۹۰ درصد آب مصرفی در کشور صرف تولیدات کشاورزی می‌شود و با توجه به محدودیت منابع آب کشور، ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد. یکی از راهکارهای افزایش بازده آبیاری و استفاده بهینه از بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب است (سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۸). لذا پلیمرها به عنوان مخازن ذخیره آب وقتی در داخل خاک قرار می‌گیرند آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب کرده و از فرونشست آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و به این ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد مرطوب می‌ماند (کوچک‌زاده و همکاران، ۱۳۷۹)، زمانیکه پلیمر آب را جذب و رها می‌کند در اثر انبساط و انقباض ساختمان خاک بهبود می‌یابد و منافذ حاوی هوا در خاک جهت توسعه ریشه به ویژه در خاکهای ریز بافت افزایش می‌یابد (پلاب و کراوس، ۱۹۹۱). همچنین پلیمرهای آنیونی از جمله پلی‌آکریل‌آمید اگر در مقادیر کم بتوانند سبب پایداری ساختمان خاک شوند یکی از اقتصادی‌ترین اصلاح کننده‌های خاک به حساب می‌آیند (نادلر و همکاران، ۱۹۹۶). لذا می‌توان به ضرورت مطالعه در مورد پلیمرهای جاذب رطوبت به ویژه پلی‌آکریل‌آمید برای نگهداری آب خاک از طریق تأثیر آن در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک پی برد. همچنین بر اساس یکسری مطالعات محدود یک ارتباط قوی بین فعالیت‌های میکروبی مثل تنفس خاک و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل تخلخل و توزیع اندازه منافذ وجود دارد (مارینری و همکاران، ۲۰۰۰؛ اوزتورک و همکاران، ۲۰۰۵).

با توجه به بافت نسبتاً ریز خاک لوم رسی مزرعه تحقیقاتی گریزه واقع در استان کردستان که احتمال وقوع رواناب بالاخص پس از باران‌های شدید در آن زیاد می‌باشد، لذا مطالعه در زمینه تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر امکان بهبود خصوصیات فیزیکی و نیز بیولوژیکی خاک مذکور از طریق رفع و یا کاهش محدودیت‌های آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد که تحقیق حاضر با این هدف انجام گرفت.

۱-۲- مروری بر تحقیقات گذشته

اصلاح کننده‌های خاک[1] دارای ماهیت طبیعی و مصنوعی هستند لذا مکانیسم تأثیرآنها بر خاکدانه‌سازی و ساختمان خاک متفاوت می‌باشد. همچنین از نظر هزینه تولید و صرفه اقتصادی و در نتیجه مقدار مصرف در خاک نیز با هم فرق دارند. در زیر اصلاح کننده‌های طبیعی به اختصار معرفی گردیده سپس اصلاح کننده‌های مصنوعی مانند PAM به‌طور مفصل از نظر تأثیر بر خصوصیات خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۱-اصلاح کننده‌های طبیعی

کودهای آلی طبیعی به سه گروه حیوانی، گیاهی و زواید انسانی (لجن فاضلاب و کمپوست) تقسیم می‌گردد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

۱-۲-۱-۱- کودهای حیوانی

کودهای حیوانی شامل فضولات جامد و مایع (مدفوع و ادرار) و کاه و کلش موجود در بستر دام‌ها (اعم از گاو، گوسفند، بز، شتر و غیره) بوده و عده‌ای کود مرغی (شامل فضولات و پرهای داخل لانه مرغ، بوقلمون، کبوتر و غیره) را نیز جزء کودهای حیوانی به حساب می‌آورند (ثامنی، ۱۳۷۴). ارزش غذایی کودهای حیوانی بستگی به نوع دام، علوفه مصرفی، نوع بستر و روش نگهداری دام‌ها دارد. کود گوسفندی ۰/۹۵ درصد نیتروژن، ۰/۳۵ درصد پنتااکسید فسفر و یک درصد پتاسیم دارد در صورتی‌که این ارقام برای کود گاوی به ترتیب ۰/۶، ۰/۱۵ و ۰/۴۵ می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

فتح‌اله طالقانی و همکاران (۱۳۸۵) مقادیر ۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی را در مزرعه آزمایشی

1 - Soil Conditioners

مؤسسه تحقیقات چغندرقند واقع در کرج، طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ بکار بردند و گزارش کردند که عملکرد ریشه در چغندرقند با مصرف کود دامی بطور معنی‌دار افزایش یافت و تولید شکر از ۵/۷۸ تن در هکتار در تیمار شاهد به ۶/۷۳ و ۷/۵۹ تن در هکتار در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار افزایش یافت که نشان دهنده بهبود شرایط فیزیکی خاک مزرعه مانند افزایش پایداری خاکدانه بود.

اصغری و همکاران (۱۳۸۹)، تأثیر کود دامی را بر خصوصیات یک خاک لوم شنی با ساختمان ضعیف در شرایط گلخانه‌ای بررسی کردند. برای این منظور کود گاوی در دو سطح ۱۲/۵ و ۲۵ گرم بر کیلوگرم خاک هوا خشک با خاک مخلوط و به طور یکنواخت در تشت‌های پلاستیکی و در در دمای ۴±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۰/۷ تا FC ۰/۸ به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. نتایج مطالعه این محققان نشان داد که هر دو سطح مصرفی کود دامی باعث کاهش معنی‌دار مقاومت فروروی[1] (PR) در مقایسه با شاهد گردید ولی فقط مقدار ۲۵ گرم بر کیلوگرم کود دامی باعث افزایش معنی‌دار آب قابل استفاده[2] (AWC) گردید.

۱-۲-۱-۲- بقایای گیاهی (کود سبز)

گیاه تازه دفن شده در خاک را کود سبز می‌گویند که در بیشتر مواقع از گیاهان خانواده بقولات به دلیل رویش سریع و دارا بودن ریشه‌های قوی و قابلیت تثبیت نیتروژن به عنوان کود سبز استفاده می‌شود. دادن کود سبز به خاک فواید بسیاری دارد که مهمترین آنها، افزایش مواد آلی، افزایش نیتروژن، ازدیاد فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

حیدری (۱۳۸۳) به منظور بررسی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و حاصلخیزی خاک، آزمایشی به مدت چهار سال (۱۳۷۸-۱۳۸۱) در یک خاک لوم سیلتی در همدان انجام داد. در این تحقیق از چهار مدیریت بقایای ذرت شامل: ۱) خرد کردن بقایا با ساقه خرد کن ۲) خرد کردن بقایا با دیسک ۳) خرد کردن بقایا با روتیواتور و ۴) خارج کردن بقایا به همراه دو عمق متفاوت شخم یعنی ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. تناوب ذرت دانه‌ای- گندم آبی دو بار طی چهار سال تکرار

1- Penetration Resistance
2 - Available Water Content

شد. بر اساس نتایج حاصل، دستگاه ساقه خرد کن ذرت نسبت به دو دستگاه دیگر (دیسک و روتیواتور) تأثیر بهتری در خرد کردن ساقه‌های ذرت نشان داد همچنین معلوم شد که بعد از گذشت حدود ۱۸ ماه، در کرتهایی که بقایای ذرت به خاک برگردانده شده بود، کربن آلی خاک حدود ۷/۲ درصد افزایش یافته است در حالی که در کرتهایی که بقایای ذرت خارج شده بود کربن آلی تغییری پیدا نکرد. همچنین بعد از گذشت حدود چهار سال آشکار شد که در کرتهایی که بقایای ذرت و گندم به خاک برگردانده شده بود کربن آلی در حدود ۲۵ درصد و در کرتهایی که بقایای ذرت خارج و تنها بقایای گندم با خاک مخلوط شده بود کربن آلی حدود ۱۶ درصد افزایش یافته است. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و دانه ذرت معنی‌دار نشد، اما عملکرد گندم در سال ۱۳۸۱ نسبت به سال ۱۳۷۹ معنی‌دار بود و حدود ۴۰ درصد افزایش یافت.

مسکرباشی و همکاران (۱۳۸۵) تأثیر بقایای مختلف گیاهی را بر عملکرد گندم در یک خاک لوم شنی در اهواز بررسی کردند. تیمارها شامل ۱) کاه گندم+کلزا ۲)بقایای گندم+جو ۳) کاه گندم ۴) بقایای گندم ۵) کاه گندم+جو ۶) سوزاندن بقایای گندم ۷) بقایای گندم+کلزا ۸) بدون بقایای گندم بودند این محققان گزارش کردند که بیشترین مقدار ماده آلی خاک ۰/۸۲۴درصد در تیمار (کاه گندم+کلزا) و کمترین آن ۰/۶۸۱ درصد در تیمار (سوزاندن بقایای گندم) بود.

۱-۲-۱-۳- زواید زندگی انسانی (لجن فاضلاب و کمپوست)

کمپوست با داشتن ماده آلی فراوان، محل بسیار مناسبی برای رشد و نمو میکروارگانیسم‌های خاک است. این میکروارگانیسم‌ها در بهبود ساختمان و تعدیل اثر بافت خاک نقش عمده‌ای بازی می‌کنند (بهره‌مند و افیونی، ۱۳۷۸). به‌طور کلی فاضلاب به ضایعات حاصل از مصرف آب روزمره انسان (مصرف صنعتی، کشاورزی و خانگی) گفته می‌شود که دارای حدود ۹۹/۹ درصد آب و ۰/۱ درصد مواد جامد می‌باشد. بخش جامد فاضلاب بعنوان لجن و بخش مایع تحت عنوان پساب شناخته می‌شود (کی‌نژاد و ابراهیمی، ۱۳۷۶).

فاضلاب‌ها معمولاً به دو گروه تقسیم می‌شوند: فاضلاب صنعتی و فاضلاب شهری. خواص فاضلاب صنعتی بستگی به نوع صنعت دارد. فاضلاب شهری حاوی آلاینده‌های بسیاری است، ترکیب این

فاضلاب مطابق با تغییر فصل ممکن است تغییر کند که ناشی از استفاده‌های مختلف از آب می‌باشد (کی‌نژاد و ابراهیمی، ۱۳۷۶).

اپستین و همکاران (۱۹۷۶) دریافتند که اضافه کردن ۶۵ و ۱۰۳ تن در هکتار لجن فاضلاب به خاک، منجر به کاهش جرم مخصوص ظاهری از ۱/۱۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب به ۱/۰۵ و ۰/۹۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌گردد.

بهره‌مند و همکاران (۱۳۸۱) اثر لجن فاضلاب را بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک بررسی کردند. برای این منظور لجن فاضلاب در چهار سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار به خاک افزوده و تا عمق ۲۰ سانتی‌متری مخلوط شد. نتایج نشان داد که لجن فاضلاب در خاک باعث افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها (روش الک تر)، هدایت هیدرولیکی اشباع (روش بار ثابت)، سرعت نفوذ نهایی (روش تک استوانه‌ای)، درصد رطوبت در ۱/۳ و ۱۵ بار و آب قابل استفاده در خاک و کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری گردید. برای ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده، بهترین نتایج در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار مشاهده شد.

۱-۲-۲- اصلاح کننده‌های مصنوعی

این اصلاح کننده‌ها شامل کلیه ترکیبات شیمیایی آلی مصنوعی است که در ابتدا به‌منظور تثبیت ساختمان و کنترل تلفات خاک از طریق فرایندهای فرسایش و نیز بهبود حاصلخیزی خاک تولید گردیده و بعدها به پلیمرهای کشاورزی معروف شدند (جوری، ۱۹۹۷؛ اوزتورک و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از اصلاح کننده‌های پلیمری خاک از حدود سال ۱۹۵۰ متداول گردید. اولین پلیمری که برای فروش به بازار عرضه شد یک کوپلیمر متشکل از واحدهای وینیل استات و مالیک آنهیدراید (VAMA[1]) با نام تجارتی کریلیوم[2] بود ولی به علت هزینه بالای تولید، مشکلات بکارگیری و توزیع کم آن در خاک مقرون به صرفه نبود (والاس و والاس، ۱۹۹۰). پیشرفت در شیمی پلیمر امکان استفاده از نسل جدید پلیمرهای محلول در آب را فراهم ساخت که با استفاده از روشهای بکارگیری جدید آنها، مشکلات همراه با بکارگیری کریلیوم برطرف گردید. برخی از پلیمرهای جدید دارای وزن مولکولی ۱۰۰ برابر و یا

1 - Vinyl acetate and maleic anhydride
2 - Krilium