بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه زنجان
دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی
گرایش فیزیک و حفاظت خاک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.)

عنوان :

کارایی پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات در سله و جوانه‌زنی گندم تحت شبیه‌ساز باران

نگارش:

ساناز توحیدلو

استاد راهنما:

دکتر علیرضا واعظی

اساتید مشاور:

دکتر محمد حسین محمدی

دکتر ابراهیم احمدی

پاییز ۱۳۹۰

تشکر و سپاسگذاری

سپاس خدایی را که خدایی، تنها برازنده اوست. اویی که در سخت‌ترین روزها با ما می‌ماند، گلایه‌های ما را تحمل می‌کند و با شادی ما لبخند می‌زند. خدایی که با من بود تا برسم به جایی که باید.

اما در این راستا اگر نبود حمایتهای دلسوزانه و پشتوانه‌های معنوی عزیزانی که هر یک به نوعی باور شدن را در من تقویت کردند بی شک ماحصل کار به موفقیت نمی‌انجامید. لذا بر خود فرض می‌دانم دریای بی‌انتهای سپاس خود را هدیه کنم:

به روح پاک و بزرگوار مادر عزیزم

به همسر مهربان و فداکارم که وجودش مایه دلگرمی من بود و برگ برگ این دفتر ثمره زحمات بی‌دریغ اوست.

به استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر علی‌رضا واعظی که تجربیات ایشان چراغ راه شناخت و ادراک منطقی من در تدوین این پروژه بود.

به استادان ارجمند جناب آقایان دکتر محمد حسین محمدی و دکتر ابراهیم احمدی که مشاورت ایشان در به ثمر رساندن این طرح پژوهشی بسیار موثر و راهگشا بود.

همچنین در پایان لازم می‌دانم از داوران محترم پروژه جناب آقای دکتر محمدامیر دلاور و خانم دکتر پریسا علمداری به واسطه دقت نظر و تامل ایشان در متن پایان‌نامه، از گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان قدردانی نمایم.

استفاده از موادی مانند پلیمرها جهت بهبود ساختمان خاک و در نتیجه کاهش تراکم و مقاومت سطح خاک برای افزایش جوانه‌زنی بذرها ضروری است. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پلی‌وینیل‌استات و پلی‌اکریل‌آمید بر برخی ویژگیهای فیزیکی خاک و جوانه‌زنی گندم در خاکهای مارنی غرب استان زنجان در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. محلول پلی‌اکریل‌آمید (PAM) و پلی‌وینیل‌استات (PVAc) در چهار سطح شامل صفر(شاهد)، ۳۳/۳۴، ۶۶/۶۷ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با چهار تکرار به سطح ۳۲ نمونه خاک هر کدام به وزن ۱۵ کیلوگرم در قالب طرح کاملا تصادفی پاشیده شد. نمونه‌های خاک به داخل جعبه‌هایی نفوذپذیر به ابعاد ۳۰ سانتیمتر در ۵۰ سانتیمتر و عمق ۲۰ سانتیمتر ریخته شدند و بذرهای گندم به فاصله پنج سانتیمتر از هم در عمق ۲ سانتیمتری خاک کاشته شدند. جعبه‌ها تحت چهار رخداد باران شبیه‌سازی شده با شدت ۴۰ میلیمتر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه با فاصله زمانی چهار روز قرار گرفتند. تراکم خاک بر اساس جرم مخصوص ظاهری با استفاده از استوانه فلزی و مقاومت سطح به وسیله نفوذسنج اندازه‌گیری شدند. درصد جوانه‌زنی با محاسبه نسبت تعداد جوانه‌ها به تعداد بذر-های کاشته شده در هر جعبه مشخص گردید. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS,۱۸ استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر PAM بر تشکیل خاکدانه‌ها ($P<۰/۰۱$) و پایداری آن ($P<۰/۰۰۱$) معنی‌دار بود. اثر PVAc نیز بر تشکیل خاکدانه‌ها ($P<۰/۰۰۱$) و پایداری آن ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. مصرف PAM بر خلاف PVAc منجر به کاهش قابل توجه آب قابل دسترس گیاه شد ($P<۰/۰۵$). اثر PAM بر تراکم خاک ($P<۰/۰۰۱$) و مقاومت سطح خاک ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. همبستگی معنی‌دار مثبتی بین مقدار مقاومت سطح خاک و مقدار تراکم ($P<۰/۰۵$ و $R^2=۰/۷۲$) تحت تاثیر مصرف PAM وجود داشت. اثر PVAc بر تراکم خاک ($P<۰/۰۰۱$) و مقاومت سطح خاک ($P<۰/۰۰۱$) نیز معنی‌دار بود. همبستگی معنی‌دار مثبتی بین مقاومت سطح و تراکم خاک تحت تاثیر PVAc ($P<۰/۰۰۱$ و $R^2=۰/۹۷$) مشاهده شد. اثر PAM و PVAc بر جوانه‌زنی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). بیشترین جوانه‌زنی در تیمار ۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار PAM (۹۶ درصد) و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار PVAc (۹۵/۳۹ درصد) مشاهده شد. این تحقیق نشان داد که با مصرف PAM و PVAc به دلیل بهبود ساختمان خاک، اثر تخریبی قطرات باران بر سطح خاک کاهش یافت و جوانه‌زنی بذرهای گندم افزایش یافت. با توجه به اینکه PVAc بر خلاف PAM اثر منفی بر آب قابل دسترس گیاه نداشت و قابل تجزیه در طبیعت می‌باشد، می‌تواند به عنوان پلیمری جایگزین برای کاهش فرسایش خاک و افزایش تولید محصول در خاکهای مذکور باشد.

کلمات کلیدی: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، تراکم خاک، مقاومت سطح خاک، گندم

فصل اول- مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- فرسایش آبی و عوامل موثر بر آن ۲

۱-۲-۱- فرسایش بارانی ۳

۱-۲-۲- پیامدهای فرسایش بارانی ۴

۱-۲-۱-۱- تراکم خاک ۴

۱-۲-۱-۲- مقاومت سطح ۵

۱-۲-۱-۳- تشکیل سله ۵

۱-۲-۱-۴- کاهش تهویه خاک ۶

۱-۲-۱-۵- کاهش نفوذپذیری خاک ۶

۱-۲-۱-۶- کاهش جوانه‌زنی ۷

۱-۳- پلیمرها ۱۱

۱-۳-۱- مصرف پلیمرها در خاک ۱۱

۱-۳-۲- چگونگی تاثیر پلیمرها در خاک ۱۳

۱-۳-۳- انواع پلیمرهای مورد مصرف در خاک ۱۴

۱-۳-۴- پلی‌اکریل‌آمید ۱۴

۱-۴-۳-۱- خصوصیات پلی‌اکریل‌آمید ۱۴
۲-۴-۳-۱- انواع پلی‌اکریل‌آمید ۱۵
۳-۴-۳-۱- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر ویژگی‌های خاک ۱۷
۵-۳-۱- پلی‌وینیل‌استات ۱۹
۱-۵-۳-۱- خصوصیات پلی‌وینیل‌استات ۱۹
۲-۵-۳-۱- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر ویژگی‌های خاک ۲۰
۴-۱- سازندهای مارنی ۲۰
۱-۴-۱- فرسایش خاک در سازندهای مارنی ۲۲
۲-۴-۱- اهمیت مصرف پلیمرها در سازندهای مارنی جهت حفاظت خاک ۲۳

فصل دوم- بررسی منابع

۲-۱- تحقیقات انجام شده در ایران ۲۵
۱-۱-۲- تاثیر پلیمرها بر ویژگی‌های خاک و تولید رواناب و رسوب ۲۵
۲-۱-۲- تاثیر پلیمرها بر جوانه‌زنی و عملکرد محصول ۳۲
۲-۲- تحقیقات انجام شده در خارج از ایران ۳۴
۱-۲-۲- تاثیر پلیمرها بر ویژگی‌های خاک و تولید رواناب و رسوب ۳۴
۲-۲-۲- تاثیر پلیمرها بر جوانه‌زنی و عملکرد محصول ۴۴

۳-۲- جمع‌بندی تحقیقات پیشین و بیان پرسش‌های تحقیق ۴۵

فصل سوم- مواد و روش‌ها

۳-۱- منطقه مورد مطالعه ۴۹

۳-۲- نمونه‌برداری خاک ۵۱

۳-۳- پیاده‌سازی آزمایش ۵۳

۳-۳-۱- آماده‌سازی نمونه‌های خاک ۵۴

۳-۳-۲- افزودن پلیمرها به خاک ۵۵

۳-۳-۳- کاشت بذرها در خاک ۵۵

۳-۴- اعمال رخدادهای باران شبیه‌سازی شده ۵۷

۳-۵- بررسی تاثیر پلیمرها بر تشکیل خاکدانه‌ها ۵۹

۳-۶- بررسی تاثیر پلیمرها بر پایداری خاکدانه‌ها در آب ۶۰

۳-۷- تاثیر پلیمرها بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۶۱

۳-۸- تاثیر پلیمرها بر رطوبت خاک ۶۲

۳-۹- تاثیر پلیمرها بر آب قابل دسترس گیاه ۶۲

۳-۱۰- تاثیر پلیمرها بر تراکم خاک ۶۳

۳-۱۱- تاثیر پلیمرها بر مقاومت سطح خاک ۶۴

۳-۱۲- تاثیر پلیمرها بر جوانه‌زنی بذرها ۶۵

۳-۱۳- تعیین ویژگی‌های خاک ۶۶

۳-۱۳-۱- تعیین ویژگی‌های فیزیکی خاک ۶۶

۳-۱۳-۱-۱- آزمایشات انجام شده در نمونه‌های خاک دست خورده ۶۶

۳-۱۳-۱-۲- آزمایشات انجام شده در نمونه‌های خاکدانه ۶۷

۳-۱۳-۲- تعیین ویژگی‌های شیمیایی خاک ۶۹

۳-۱۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۷۶

فصل چهارم- نتایج و بحث

۴-۱- ویژگی‌های خاک ۷۸

۴-۱-۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک ۷۸

۴-۱-۲- ویژگی‌های شیمیایی خاک ۷۸

۴-۲- توزیع مکانی بارندگی ۷۹

۴-۳- اثر پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات بر ویژگی‌های خاک ۸۰

۴-۳-۱- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر تشکیل خاکدانه‌ها (MDW_{dray}) ۸۰

۴-۳-۲- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر تشکیل خاکدانه‌ها (MDW_{dray}) ۸۲

۴-۳-۳- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر پایداری خاکدانه‌ها در آب (MWDwet) ۸۴

۴-۳-۴- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر پایداری خاکدانه‌ها در آب (MWDwet) ۸۶
۴-۳-۵- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۸۸
۴-۳-۶- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۹۰
۴-۳-۷- اثر پلی‌اکریل‌آمید بر رطوبت خاک ۹۱
۴-۳-۸- اثر پلی‌وینیل‌استات بر رطوبت خاک ۹۲
۴-۳-۹- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر آب قابل دسترس گیاه ۹۳
۴-۳-۱۰- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر آب قابل دسترس گیاه ۹۵
۴-۳-۱۱- اثر پلی‌اکریل‌آمید بر تراکم خاک ۹۶
۴-۳-۱۲- اثر پلی‌وینیل‌استات بر تراکم خاک ۹۸
۴-۳-۱۳- اثر پلی‌اکریل‌آمید بر مقاومت سطح خاک ۱۰۰
۴-۳-۱۴- اثر پلی‌وینیل‌استات بر مقاومت سطح خاک ۱۰۲
۴-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات بر جوانه‌زنی بذرها ۱۰۴
۴-۴-۱- اثر پلی‌اکریل‌آمید بر جوانه‌زنی ۱۰۵
۴-۴-۲- اثر پلی‌وینیل‌استات بر جوانه‌زنی ۱۰۶
۴-۵- نتیجه‌گیری ۱۰۸
۴-۶- پیشنهادها ۱۱۲

منابع ۱۱۳

جدول ۲-۳- مشخصات پلیمرهای مورد استفاده ۵۴

جدول ۱-۴- خصوصیات فیزیکی خاک مارنی مورد مطالعه ۷۸

جدول ۲-۴- خصوصیات شیمیایی خاک مارنی مورد مطالعه ۷۹

جدول ۳-۴- میزان عناصر غذایی در خاک مارنی مورد مطالعه ۷۹

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس توزیع مکانی بارندگی در حالت چهار تیمار و سه تکرار ۷۹

جدول ۵-۴- تجزیه واریانس توزیع مکانی بارندگی در حالت سه تیمار و چهار تکرار ۷۹

جدول ۶-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید برتشکیل خاکدانه ۸۱

جدول ۷-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر تشکیل خاکدانه ۸۱

جدول ۸-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر تشکیل خاکدانه ۸۳

جدول ۹-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر تشکیل خاکدانه ۸۳

جدول ۱۰-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر پایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۵

جدول ۱۱-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید برپایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۵

جدول ۱۲-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر پایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۷

جدول ۱۳-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات برپایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۷

جدول ۱۴-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۸۹

جدول ۱۵-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۸۹

جدول ۱۶-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۹۰

جدول ۱۷-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۹۱

جدول ۱۸-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر رطوبت خاک ۹۲
جدول ۱۹-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر رطوبت خاک ۹۳
جدول ۲۰-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر آب قابل دسترس ۹۴
جدول ۲۱-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر آب قابل دسترس ۹۵
جدول ۲۲-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر آب قابل دسترس ۹۶
جدول ۲۳-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر تراکم خاک ۹۷
جدول ۲۴-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر تراکم خاک ۹۸
جدول ۲۵-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر تراکم خاک ۹۹
جدول ۲۶-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر تراکم خاک ۹۹
جدول ۲۷-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر مقاومت سطح خاک ۱۰۱
جدول ۲۸-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر مقاومت سطح خاک ۱۰۱
جدول ۲۹-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر مقاومت سطح خاک ۱۰۳
جدول ۳۰-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر مقاومت سطح خاک ۱۰۳
جدول ۳۱-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر جوانه‌زنی بذرها ۱۰۵
جدول ۳۲-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر جوانه‌زنی بذرها ۱۰۵
جدول ۳۳-۴- تجزیه واریانس تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر جوانه‌زنی بذرها ۱۰۷
جدول ۳۴-۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر جوانه‌زنی بذرها ۱۰۷
شکل ۱-۱- روزنه‌ها در خاک شنی و رسی ۷
شکل ۲-۱- ساختار پلی‌اکریل‌آمید ۱۵
شکل ۳-۱- ساختار پلی‌وینیل‌استات ۲۰

شکل ۴-۱- گسترش سازندهای مارنی در ایران ۲۱

شکل ۱-۲- اثر تیمارهای پلیمر بر پایداری خاکدانه‌ها در خاک مارنی ۲۷

شکل ۲-۲- اثر تیمارهای پلیمر بر پایداری خاکدانه‌ها در خاک لوم رسی سیلتی ۲۷

شکل ۳-۲- اثر تیمارهای پلیمر بر پایداری خاکدانه‌ها در خاک سدیمی ۲۸

شکل ۴-۲- غلظت رسوب در بارانهایی با شدت مختلف و شیبهای مختلف ۲۹

شکل ۵-۲- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید و گچ در کاهش رسوب در شیب ۱۵ درصد (الف) و ۳۰ درصد (ب) ۳۰

شکل ۶-۲- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید و گچ در کاهش رواناب در شیب ۱۵ درصد (ج) و ۳۰ درصد (د) ۳۰

شکل ۷-۲- تعداد قطرات لازم جهت انهدام کامل خاکدانه‌ها در غلظت ۰/۰۵ درصد (الف)،

۰/۱درصد (b) و ۰/۲ درصد (c) پلی‌وینیل‌آلکوهول در کاربریهای مختلف. ۴۱

شکل ۱-۳- نقشه منطقه مورد مطالعه ۴۹

شکل ۲-۳- فرسایش شیاری و خندقی در سازندهای مارنی غرب زنجان ۵۰

شکل ۳-۳- وضعیت پوشش گیاهی در سازندهای مارنی غرب زنجان ۵۱

شکل ۴-۳- منطقه مورد مطالعه ۵۲

شکل ۵-۳- نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر ۵۳

شکل ۶-۳- تهیه خاکدانه‌هایی با قطر ۶ و ۸ میلیمتر ۵۳

شکل ۷-۳- قرار دادن توری و فیلتر شنی در جعبه مورد آزمایش ۵۴

شکل ۸-۳- محلول پاشی پلیمر بر نمونه‌های خاک ۵۵

شکل ۹-۳- کاشت بذرهای گندم به فاصله ۵ سانتیمتری از هم ۵۶

شکل ۱۰-۳- اعمال باران شیبه‌سازی شده بر تیمارها ۵۷

شکل ۱۱-۳- دستگاه شبیه‌ساز باران ۵۸

شکل ۱۲-۳- چگونگی اندازه‌گیری شدت و توزیع مکانی بارندگی ۵۸

شکل ۱۳-۳- اندازه‌گیری قطر قطره توسط سرنگ ۱۰ میلی‌لیتر ۵۹

شکل ۱۴-۳- تعیین پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر ۶۱

شکل ۱۵-۳- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۶۲

شکل ۱۶-۳- اندازه‌گیری مقاومت خاک با استفاده از نفوذسنج ۶۵

شکل ۱۷-۳- جوانه‌زنی بذرهای گندم ۶۵

شکل ۱۸-۳- انهدام خاکدانه‌ها توسط قطرات آب ۶۹

شکل ۱-۴- توزیع مکانی شدت بارندگی در سطح صفحه بارش در دستگاه شبیه ساز باران ۸۰

شکل ۲-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر تشکیل خاکدانه ۸۲

شکل ۳-۴- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر تشکیل خاکدانه ۸۴

شکل ۴-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر پایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۶

شکل ۵-۴- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر پایداری خاکدانه‌ها در آب ۸۸

شکل ۶-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک مارنی ۹۰

شکل ۷-۴- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک مارنی ۹۱

شکل ۸-۴- اثر پلی‌اکریل‌آمید بر آب قابل دسترس گیاه ۹۵

شکل ۹-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر تراکم خاک مارنی ۹۸

شکل ۱۰-۴- تاثیر پلی‌وینیل‌استات بر تراکم خاک مارنی ۱۰۰

شکل ۱۱-۴- رابطه بین مقاومت سطح و تراکم خاک تحت تاثیر مصرف پلی‌اکریل‌آمید ۱۰۲

شکل ۱۲-۴- اثر پلی‌وینیل‌استات بر مقاومت سطح خاک ۱۰۴

شکل ۱۳-۴- رابطه بین مقاومت سطح و تراکم تحت تاثیر پلی‌وینیل‌استات در خاک مارنی ۱۰۴

شکل ۱۴-۴- تاثیر پلی‌اکریل‌آمید بر جوانه‌زنی بذرهای گندم در خاک مارنی ۱۰۶

شکل ۱۵-۴- اثر پلی‌وینیل‌استات بر جوانه‌زنی در خاک مارنی ۱۰۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

انسان برای ادامه حیات خود به مواد غذایی نیاز دارد که در اثر وجود آب و خاک به دست می‌آید. فرسایش خاک[1] و بیابانی شدن از جمله فرآیندهایی هستند که منابع آب و خاک کشور ما را به صورت مستقیم و غیر مستقیم تهدید می‌کنند هر چند این دو، پدیده‌های طبیعی بوده و جلوگیری از آنها امکان پذیر نمی‌باشد ولی کاهش سرعت یا شدت آنها امکان‌پذیر است. این هدف جز با شناخت فنی این فرآیندها و اندازه‌گیری‌های کمی به دست نخواهد آمد (احمدی، ۱۳۷۵). در خاکهای کشاورزی ذرات خاک بر اثر مواد و ترکیبات مختلف به یکدیگر چسبیده و خاکدانه یا خاک‌واحد را می‌سازند (بای بوردی، ۱۳۷۲). پایداری خاکدانه مقاومت آن را در برابر جدا شدن نشان می‌دهد. این شاخص به دلیل تاثیر بر نفوذپذیری خاک و مقاومت ذرات در برابر قطرات باران، در رشد گیاه و فرسایش خاک اهمیت دارد. خاکهایی با خاکدانه‌های ناپایدار به آسانی بر اثر بارندگی و آبیاری تخریب شده و بعد از خشک شدن سله را به وجود می‌آورند. سله ممکن است در خاکهای بدون پوشش در اثر بارندگی طبیعی و یا آبیاری بارانی به وجود آید که سبب کاهش نفوذ آب باران در خاک و افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (جین[2] و همکاران، ۲۰۰۳). در صورتی که خاک و زمینهای سنگین بعد از بذرکاری سله ببندد مقدار گازکربنیک زیر خاک افزایش پیدا می‌کند و درصد اکسیژن خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه جوانه‌زدن در بذرهای کاشته شده دچار مشکل می‌شود. از سوی دیگر کاهش نفوذ آب در خاکهای سله بسته منجر به کاهش رطوبت لازم برای جوانه‌زنی بذرها می‌شود. چرا که در هنگام جوانه‌زدن، بذر به ۵۰ درصد وزن خود آب احتیاج دارد (کریمی، ۱۳۷۰).

امروزه کاربرد موادآلی مانند بقای محصول و کود دامی در افزایش پیوندهای ذرات معدنی و تشکیل خاکدانه‌های پایدار در آب به خوبی شناخته شده است. متاسفانه در برخی نواحی مواد آلی طبیعی، کمیاب و غیرقابل دسترس هستند. بنابراین خاکهای این نواحی مستعد تخریب بوده و با توجه به این که تخریب ساختمان خاک منجر به تراکم خاک، کاهش نفوذپذیری خاک، افزایش رواناب و هدررفت خاک و در نتیجه کاهش تولید محصول می‌شود، استفاده

[1] Soil erosion
[2] Gain

از پلیمرها[3] جهت بهبود ساختمان خاک و کاهش تراکم آن ضروری می‌باشد. برخی پلیمرها مانند پلیمرهای فراجاذب[4] می‌توانند مقادیر زیادی آب جذب نموده و متورم شوند، پس از آن در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه می‌شود و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد مرطوب می‌ماند (کوچک‌زاده، ۱۳۷۹) پلیمرهای محلول در آب مانند پلی‌اکریل‌آمید کاربرد زیادی در افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش رواناب و رسوب دارند. این پلیمر با تشکیل پیوند بین ذرات رس از پراکندگی آنها جلوگیری کرده و باعث هماوری ذرات و خاکدانه‌سازی می‌شوند. از جمله پلیمرهای دیگر پلی‌وینیل‌استات است که به دلیل فقدان خطرات زیست محیطی اخیرا مورد توجه قرار گرفته است (ارتس[5] و همکاران، ۲۰۰۰). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پلی-وینیل‌استات و پلی‌اکریل‌آمید بر برخی ویژگیهای خاک و جوانه‌زنی گندم در خاکهای مارنی غرب استان زنجان در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت.

۲-۱- فرسایش آبی[6] و عوامل موثر در آن

به طور کلی فرسایش به فرآیندی گفته می‌شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می‌شوند. در صورتی که عامل جدا کننده ذرات و انتقال آنها آب باشد به آن فرسایش آبی گفته می‌شود (هیز[7] و همکاران، ۲۰۰۵). فرسایش آبی در نتیجه برداشته شدن و انتقال مواد خاکی به وسیله جریان آب پدید می‌آید. از جا کنده شدن مواد در اثر برخورد قطرات باران بخشی از این فرآیند است. مواد در رواناب به حالت تعلیق درآمده و به جای دیگری منتقل می‌شوند (متقی، ۱۳۷۷). فرسایش خاک توسط آب یکی از بزرگترین مشکلات دنیا است که باعث هدررفت خاک و کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود (لادو[8] و همکاران، ۲۰۰۵).

[3] Polymers
[4] Absorbtion polymers
[5] Orts
[6] Water erosion
[7] Hayes
[8] Lado

عوامل موثر در فرسایش آبی عبارت از عوامل اقلیمی، فرسایش‌پذیری خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی و مدیریت خاک است. مهمترین خصوصیات باران که در فرسایش و حفاظت خاک اهمیت دارند عبارت از اندازه قطرات باران، توزیع اندازه قطرات باران، سرعت نهایی قطرات باران، مدت بارندگی، شدت بارندگی، فرسایندگی باران و توزیع بارندگی است (رفاهی، ۱۳۷۵).

۱-۲-۱- فرسایش بارانی[9]

توان ذاتی قطرات باران در جداسازی ذرات خاک و انتقال آنها را فرسایندگی[10] باران می‌گویند. فرسایندگی باران نقش زیادی در فرسایش خاک داشته و می‌تواند نشان دهنده توان فرسایش در مناطق مختلف باشد. اگر سایر خصوصیات موثر بر فرسایش ثابت در نظر گرفته شود، میزان تلفات خاک مستقیما با میزان فرسایندگی باران در ارتباط خواهد بود. این عوامل معمولا در غالب شاخصهای فرسایندگی که مبتنی بر خصوصیات بارندگی هستند بیان می‌شوند (ترو[11] و همکاران، ۱۹۸۰). مهمترین خصوصیات باران که در قدرت آن موثر است عبارت از شدت و مدت بارندگی است. هر چه شدت بارندگی بیشتر باشد انرژی جنبشی و در نتیجه قدرت فرسایندگی آن بیشتر است. همچنین شدت بارندگی در صورتی سبب فرسایش شدید می‌شود که مدت ریزش آن نسبتا طولانی باشد. به عبارت دیگر فرساینده‌ترین بارانها آنهایی هستند که شدت زیاد و مدت زمان بارش کافی داشته باشند (رفاهی، ۱۳۷۵). فرسایش پذیری خاک[12] بیانگر مقاومت ذرات خاک در برابر جدا شدن و انتقال می‌باشد (واعظی و همکاران، ۲۰۱۱). فرسایش پذیری خاک تابعی از قابلیت جدا شدن ذرات و انتقال آنها می‌باشد. بنابراین هر خاصیتی از خاک که بتواند مانع جدا شدن ذره خاک و انتقال آن شده یا آن را مشکل سازد، فرسایش پذیری خاک را کاهش خواهد داد (قدیری، ۱۳۷۲).

[9] Rainfall erosion
[10] Erosivity
[11] Troeh
[12] Soil erodibility

۲-۲-۱- پیامدهای فرسایش بارانی

فرسایش بارانی باعث تراکم خاک[۱۳]، مقاومت سطح[۱۴]، تشکیل سله[۱۵]، کاهش تهویه خاک، کاهش نفوذپذیری خاک و کاهش جوانه‌زنی در خاک می‌شود.

۱-۱-۲-۱- تراکم خاک

تراکم خاک عبارت از کاهش حجم خاک غیر اشباع و در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تاثیر یک نیروی خارجی است. از جمله عوامل موثر بر تراکم خاک، باران است. هنگامی که بارندگی روی می‌دهد، خاکدانه‌ها در اثر ضربه قطرات باران، به طور فیزیکی تخریب شده و متراکم می‌شوند و آرایش ذره‌های خاک بر اثر وزنی که روی سطح قرار می‌گیرد بهم می‌خورد (شینبرگ[۱۶] و همکاران، ۱۹۹۲). وزن یاد شده از سطح خاک تا ژرفایی که در آن ذره‌ها بار سنگینی را تحمل می‌کنند، منتقل می‌شود. هنگامی که ذره‌های خاک در اثر فشار به هم نزدیک می‌شوند، جرم در واحد حجم خاک افزایش یافته و خاک فشرده می‌شود. وزن مخصوص ظاهری ویژه‌ای را نمی‌توان یافت که در مقداری بالاتر از آن همه رشد گیاه کاهش یابد. اما وجود ۵۰ درصد روزنه معمولا مطلوب و رضایت‌بخش است. خاکی که بخش کانی آن دارای میانگین ۲/۶۵ مگاگرم بر مترمکعب و ۵۰ درصد روزنه باشد وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۳۲ مگاگرم بر متر مکعب خواهد بود. وزن مخصوص ظاهری خاکهای فشرده زیرین اغلب از ۱/۶ مگاگرم بر مترمکعب فراتر می‌رود. دشواری اصلی برای گیاهانی که در خاکهای دارای وزن مخصوص بالا رشد می‌کنند، گسترش ریشه است. زیرا گیاهان به آسانی نمی‌توانند ریشه‌های خود را به درون خاکهای فشرده وارد کنند. هنگامی که در خاک واقعی یا خاک زیرین تراکم روی می‌دهد تهویه خاک نیز مختل می‌شود. بنابراین تراکم خاک از یک سو باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود و از سوی دیگر باعث افزایش مقاومت خاک در مقابل نفوذ ریشه گیاه می‌شود (حق-نیا، ۱۳۷۰).

---

[13] Soil compaction
[14] Soil resistance
[15] Crusting
[16] Shainberg

۲-۱-۲-۱- مقاومت سطح

مقاومت خاک یکی از پویاترین ویژگیهای مکانیکی خاک است و اطلاع از آن برای شخم، رشد گیاه و فعالیتهای بیولوژیکی خاک مهم است. مقاومت خاک ناشی از پیوندهای اتصال دهنده و ذرات رس از یک طرف و پیوند بین مجموعه رسهای موجود در خاک از طرف دیگر می‌باشد. این پیوندها شامل نیروی واندروالس و جاذبه بین سطوح مختلف با بار مخالف، مواد آلی مختلف و مواد سیمان کننده غیر آلی می‌باشد. با افزایش رطوبت خاک این پیوندها ضعیف می‌شوند. با افزایش درصد رس، پیوند بین ذرات خاک افزایش یافته و فضای خالی بین ذرات لای و شن پر شده و در نتیجه مقاومت خاک افزایش می‌یابد (بوسچر و بائور[۱۷]، ۲۰۰۳).

۳-۱-۲-۱- تشکیل سله

سله[۱۸] در اثر برخورد قطرات باران و تکه تکه شدن و پراکندگی رسها به وجود می‌آید. سله دارای نفوذپذیری کم بوده و باعث افزایش رواناب می‌شود. تشکیل سله خاک تابع پایداری ساختمان خاک می‌باشد. با افزایش خاکدانه-های پایدار فرسایش‌پذیری کاهش یافته و در نتیجه تشکیل سله و ایجاد رواناب در خاکهایی با خاکدانه‌های درشت‌تر کمتر از خاکهایی با خاکدانه‌های ریز می‌باشد. پراکنده شدن ذرات رس، تشکیل سله را افزایش می‌دهد (لادو[۱۹]و همکاران، ۲۰۰۴). خاک دارای مقدار رس بیشتر از ۴۰/۲ درصد، مستعد تسکیل سله می‌باشد (مامدو[۲۰]و همکاران، ۲۰۰۱). سله تشکیل شده در خاکهایی که در معرض بارندگی قرار می‌گیرند از دو فرآیند که مکمل یکدیگرند ناشی می‌شود:

۱- تخریب فیزیکی خاکدانه‌ها و متراکم نمودن آنها که در اثر ضربه قطرات باران انجام می‌گیرد، که این فرآیند به انرژی جنبشی قطرات و پایداری خاکدانه‌ها وابسته است.

---

[17] Busscher and Bauer
[18] Crust
[19] Lado
[20] Mamedove