بسم الله الرحمن الرحيم

۱۰۹۸۰۲

۸۷/۱/۱۰۷۰۳۱
۸۷/۱۲/۱۱

دانشکدهٔ کشاورزی

پایان نامهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی آبیاری و زهکشی

بررسی اثر پلی اکریل امید در آبیاری بارانی با پساب و آب معمولی روی رواناب، فرسایش و نفوذ آب در سه بافت خاک

به وسیله‌ی:

وحید شهابی زاد

استاد راهنما:

دکتر علیرضا سپاسخواه

۱۳۸۷/۱۱/۱۰

شهریور ۸۷

اطلاعات مدارک علمی
تهیه مدارک

۱۰۹۸۰۳

به نام خدا

بررسی اثر پلی اکریل امید در آبیاری بارانی با پساب و آب معمولی روی رواناب، فرسایش و نفوذ آب در سه بافت خاک

به وسیله‌ی:

وحید شهابی زاد

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه : عالی

دکتر علیرضا سپاسخواه – استاد بخش مهندسی آب (رئیس کمیته).....

دکتر شاهرخ زند پارسا – استادیار بخش مهندسی آب .....

دکتر مسعود نوشادی – استادیار بخش مهندسی آب .....

شهریور ۸۷

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم،

به پاس زحمات فراوان،

حمایتها و مهر بی‌دریغشان

سپاسگزاری

سپاس خدای راکه همگان در عظمتش حیرانند. انسان را به نعمت تفکر و تعقل بر سایر موجودات برتری داد و وسایل امن و آسایش زندگی او را فراهم آورد تا پروردگار خویش را عبادت کند. امید که در عبادت و شکر نعمت هایش غفلت نکنیم.

بر خود فرض می دانم از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر سپاسخواه استاد راهنمای محترم این پایان نامه، که در طول این تحقیق با کمال صبر و حوصله مرا راهنمایی کردند تشکر و قدرانی نمایم. همچنین از اساتید محترم آقایان دکتر کامگار، دکتر زندپارسا و دکتر نوشادی که در طول این تحقیق از راهنمایی های بیدریغ ایشان بهره مند شده ام نیز سپاسگزارم.

در طول زندگی همواره از محبت های بی دریغ پدر و مادر عزیزم ، راهنمایی و همدلی برادرانم بسیار بهره برده ام که هرگز توان جبران آنها را در نمی بینم. امیدوارم این محبت ها هرگز از ذهن و قلبم خارج نگردند.

همچنین از آقای مهندس امیدی، رئیس مرکز خدمات جهاد کشاورزی بخش درودزن و تمامی کارشناسان و کارمندان آن مرکز که طی نگارش این پایان نامه مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدرانی را دارم.

چکیده

بررسی اثر پلی اکریل امید در آبیاری بارانی با پساب و آب معمولی، روی رواناب ، فرسایش و سرعت نفوذ در سه بافت خاک

بوسیله ی:

وحید شهابی زاد

کمبود منابع آب بواسطه خشکسالی های اخیر باعث شده است تا از پساب ها نیز در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از این پژوهش بررسی اثر دو سطح کاربرد پلی اکریل امید (۲و ۶ کیلوگرم بر هکتار) به همراه دو نوع آب آبیاری (آب معمولی و پساب) در آبیاری بارانی با دستگاه شبیه ساز باران روی کنترل رواناب ، فرسایش و سرعت نفوذ در سه بافت خاک می باشد. این پژوهش در آزمایشگاه و با دستگاه شبیه ساز باران انجام شد. بارانی با شدت پاشش ۶۴/۳ میلی متر بر ساعت و مدت زمان ۲۵ دقیقه و انرژی جنبشی کل ۲۷/۷ ژول بر متر مربع و قطر میانه ۳/۶ میلی متر و ضریب کریستانسن ۶۷ درصد شبیه سازی گردید. سه بافت خاک لوم شنی گربایگان ، لوم کوی اساتید و لوم رس سیلتی کوشکک به مقدار لازم تهیه گردید و از خاک های عبور داده شده از الک ۸ میلی متری جهت پر کردن سینی ها استفاده شد. شیب سینی های خاک ۲/۵ درصد تنظیم گردید. آب معمولی از آب چاه دانشکده کشاورزی و پساب مورد نیاز از تصفیه خانه فاضلاب شیراز تهیه شد. هر سینی سه بار آبیاری شد که تنها در آبیاری اول از پلی اکریل امید استفاده شد. در هنگام آبیاری حجم آب خروجی در واحد زمان اندازه گیری نموده و پارامترهای سرعت نفوذ لحظه ای، سرعت نفوذ نهایی، زمان شروع رواناب تعیین شد. مقدار رواناب در انتهای مدت زمان آزمایش و همچنین رسوب و مقدار خاک فرسایش یافته نیز در انتهای مدت زمان آزمایش تعیین شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در خاک لوم شنی گربایگان کاربرد ۲و ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید به همراه آب معمولی و پساب نتوانست رواناب و فرسایش را کنترل کند و در این خاک به بیش از ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید نیاز است. در خاک لوم کوی اساتید کاربرد ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید می تواند به طور موثری رواناب و فرسایش را کنترل کند که در آبیاری با آب معمولی اثر آن تا آبیاری دوم و در آبیاری با پساب اثر آن تنها در آبیاری اول محسوس می باشد. در خاک کوشکک و آبیاری با آب معمولی در آبیاری اول به بیش از ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید نیاز است و کاربرد ۶ کیلوگرم بر هکتار آن توانسته است تا آبیاری دوم رواناب و فرسایش را کنترل کند و در آبیاری با پساب خاک کوشکک کاربرد ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید توانسته است تنها در آبیاری اول محسوس باشد و با کاربرد ۶ کیلوگرم بر هکتار آن نیز تفاوت چشمگیری نداشت. آبیاری با پساب باعث کاهش سرعت نفوذ و سرعت نفوذ نهایی و افزایش مقدار رواناب و خاک فرسایش یافته به طور مشخصی نسبت به تیمارهای متناظر آبیاری شده با آب معمولی گردید. آبیاری های متوالی باعث کاهش شدید سرعت نفوذ گردید بطوریکه منحنی های سرعت نفوذ در آبیاری متوالی به طور مشخصی پایین تر از یکدیگر قرار گرفت که عمدتاً به دلیل تشکیل سله ناشی از آبیاری اول می باشد و متعاقب آن رواناب و مقدار خاک فرسایش یافته در آبیاری های متوالی نیز افزایش یافت.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱- مقدمه ۱

۱- ۱- اهمیت استفاده از پساب در کشاورزی ۱
۱-۲- تاثیر آبیاری با پساب روی خصوصیات خاک ۲
۱-۳- استفاده از پلی آکریل امید (PAM) در کشاورزی ۴
۱-۴- تاثیر خصوصیات خاک و آب بر جذب پلی اکریل آمید ۸
۱-۵- هدف پژوهش ۹

۲- پژوهش های پیشین ۱۰

۲-۱- اثر پساب بر خصوصیات خاک ۱۰
۲-۲- استفاده از پلی آکریل امید (PAM) محلول در آب آبیاری ۱۱
۲-۲-۱- مطالعه ۱ : اثر کاربرد مقادیر مختلف پلی اکریل امید ۱۳
۲-۲-۲ مطالعه ۲: پلی اکریل امید و استفاده از بقایای گیاهی ۱۳
۲-۲-۳ – مطالعه ۳: مصرف متعدد و یک جا پلی اکریل امید ۱۴
۲-۳- کاربرد پلی اکریل آمید محلول در آب و افزایش بازده آبیاری سطحی ۱۵

۳- روش پژوهش ۱۷

۳- ۱- عملیات لازم قبل از شروع آزمایش ها ۲۱
۳-۱-۱- مشخصات خاک های بکار رفته ۲۱
۳-۱-۲- آماده سازی کرت ها ۲۲
۳-۱-۳- مشخصات آب آبیاری و پساب ۲۳
۳-۱-۴ تهیه محلول پلی اکریل امید ۲۴

۳-۲- عملیات آزمایشگاهی ۲۵
۳-۲-۱- اندازه گیری حجم رواناب و مقدار رسوب ۲۵
۳-۲-۲- اندازه گیری سرعت نفوذ ۲۵
۳-۲-۳- آبیاری و فاصله زمان بین آبیاری ها ۲۵
۳-۲-۴- تعیین دانه بندی خاک فرسایش یافته ۲۶

۴- نتایج و بحث ۲۹

۴-۱-رواناب ۲۹
۴-۱-۱- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر رواناب در خاک سری گربایگان ۲۹
۴-۱-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر رواناب در خاک سری کوی اساتید ۳۲
۴-۱-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر رواناب در خاک سری کوشکک ۳۳
۴-۱-۴- اثر بافت خاک بر مقدار رواناب ۳۵
۴-۲- فرسایش خاک ۳۶
۴-۲-۱ - اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر فرسایش خاک در خاک سری گربایگان ۳۷
۴-۲-۲ - اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر فرسایش خاک در خاک کوی اساتید ۳۸
۴-۲-۳ - اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر فرسایش در خاک کوشکک ۴۰
۴-۳- تحلیل کلی اثر پلی اکریل امید در کنترل رواناب و فرسایش در سه بافت مختلف خاک و با دو نوع آب آبیاری ۴۲
۴-۴- رابطه بین فرسایش و رواناب ۴۵
۴-۵- تخمین مقدار فرسایش و رواناب خاک ۵۰
۴-۵-۱- تخمین میزان خاک فرسایش یافته ۵۰
۴-۵-۲- تخمین میزان رواناب ۵۱
۴-۶- دانه بندی خاک فرسایش یافته ۵۲
۴-۶-۱- اثر مقادیر پلی اکریل امید و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر درصد ذرات رسوب در خاک فرسایش یافته گربایگان ۵۲
۴-۶-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر درصد ذرات رسوب در خاک فرسایش یافته کوی اساتید ۶۰

۴-۶-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر درصد ذرات رسوب در خاک فرسایش یافته کوشکک ۶۳
۴- ۷- سرعت نفوذ آب در خاک ۶۶
۴-۷-۱- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ لحظه ای در خاک گربایگان ۶۷
۴-۷-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ لحظه ای در خاک کوی اساتید ۶۸
۴-۷-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ لحظه ای در خاک کوشکک ۶۹
۴- ۸- سرعت نفوذ نهایی آب در خاک ۷۹
۴-۸-۱- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ نهایی در خاک گربایگان ۷۹
۴-۸-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ نهایی در خاک کوی اساتید ۸۱
۴-۸-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر سرعت نفوذ نهایی در خاک کوشکک ۸۲
۴- ۹- زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی ۸۴
۴-۹-۱- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در خاک گربایگان ۸۴
۴-۹-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در خاک کوی اساتید ۸۴
۴-۹-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در خاک کوشکک ۸۵
۴- ۱۰-زمان شروع رواناب ۸۸
۴-۱۰-۱- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان شروع رواناب در خاک گربایگان ۸۸
۴-۱۰-۲- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان شروع رواناب در خاک کوی اساتید ۸۹
۴-۱۰-۳- اثر مقدار پلی اکریل امید کاربردی و آبیاری های متوالی با دو نوع آب آبیاری بر زمان شروع رواناب در خاک کوشکک ۹۰

۵- نتیجه گیری ۹۳

۶-منابع : ۹۵

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱- ۱- ساختمان شیمیایی پلی اکریل امید آنیونی..... ۵
شکل۱-۳- درصد نسبی حجم قطرات باران شبیه سازی شده در هر کلاس..... ۲۰
شکل ۲-۳- نمودار درصد تجمعی حجم قطرات باران شبیه سازی در هر کلاس..... ۲۰
شکل ۱-۴- رواناب در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر
روی خاک لوم شنی گربایگان برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۳۲
شکل ۲-۴- رواناب در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر
روی خاک لوم سری کوی اساتید برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۳۵
شکل ۳-۴- رواناب در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر
روی خاک کوشکک برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۳۶
شکل ۴-۴- مقدار خاک فرسایش یافته در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی
به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لومی شنی گربایگان برای سه تیمار پلی اکریل
امید بکار رفته..... ۳۸
شکل۵-۴- مقدار خاک فرسایش یافته در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی
به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لومی سری کوی اساتید برای سه تیمار پلی اکریل
امید بکار رفته..... ۴۰
شکل ۶-۴- مقدار خاک فرسایش یافته در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی
به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم رس سیلتی کوشکک برای سه تیمار پلی اکریل
امید بکار رفته..... ۴۱
شکل ۷-۴- عکس الکترونی از ذرات خاک بدون استفاده از پلی اکریل امید در آبیاری
و بعد از استفاده از پلی اکریل امید در آبیاری..... ۴۲
شکل ۸-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک گربایگان در آبیاری
با آب معمولی..... ۴۷
شکل ۹-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک گربایگان در آبیاری
با آب پساب..... ۴۷

شکل ۱۰-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک سری کوی اساتید در آبیاری با آب معمولی..... ۴۸
شکل ۱۱-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک سری کوی اساتید در آبیاری با آب پساب..... ۴۸
شکل ۱۲-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک سری کوشکک در آبیاری با آب معمولی..... ۴۹
شکل ۱۳-۴- رابطه بین خاک فرسایش یافته و رواناب در خاک سری کوشکک در آبیاری با آب پساب..... ۴۹
شکل ۱۴-۴- درصد رس فرسایش یافته خاک گربایگان در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۵۷
شکل ۱۵-۴- درصد سیلت ریز فرسایش یافته خاک گربایگان در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۵۷
شکل ۱۶-۴- درصد سیلت متوسط فرسایش یافته خاک گربایگان در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و دو تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۵۸
شکل ۱۷-۴- درصد سیلت درشت فرسایش یافته خاک گربایگان در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و دو تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۵۸
شکل ۱۸-۴- درصد شن ریز فرسایش یافته خاک گربایگان در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۵۹
شکل ۱۹-۴- درصد رس فرسایش یافته خاک کوی اساتید در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۱
شکل ۲۰-۴- درصد سیلت ریز فرسایش یافته خاک کوی اساتیددر سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۱
شکل ۲۱-۴- درصد سیلت متوسط فرسایش یافته خاک کوی اساتید در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۲
شکل ۲۲-۴- درصد سیلت درشت فرسایش یافته خاک کوی اساتید در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۲
شکل ۲۳-۴- درصد رس فرسایش یافته خاک کوشکک در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۴
شکل ۲۴-۴-درصد سیلت ریز فرسایش یافته خاک کوشکک در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۴
شکل ۲۵-۴- درصد سیلت متوسط فرسایش یافته خاک کوشکک در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۵
شکل ۲۶-۴- درصد سیلت درشت فرسایش یافته خاک کوشکک در سه آبیاری متوالی همراه با دو نوع آب آبیاری و سه تیمار پلی اکریل امید به کار رفته..... ۶۵

شکل ۲۷-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با آب معمولی و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۰
شکل ۲۸-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۱
شکل ۲۹-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۱
شکل ۳۰-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با پساب و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۲
شکل ۳۱-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با پساب و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۲
شکل ۳۲-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری گربایگان و آبیاری با پساب و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۳
شکل ۳۳-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با آب معمولی و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۳
شکل ۳۴-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۴
شکل ۳۵-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۴
شکل ۳۶-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با پساب و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۵
شکل ۳۷-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با پساب و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۵
شکل ۳۸-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوی اساتید و آبیاری با پساب و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۶
شکل ۳۹-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با آب معمولی و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۶
شکل ۴۰-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۷
شکل ۴۲-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با آب معمولی و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۷
شکل ۴۳-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با پساب و مقدار صفر کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید..... ۷۸
شکل ۴۴-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با پساب و مقدار ۲ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۸

شکل ۴۵-۴- سرعت نفوذ در زمان های مختلف برای سه آبیاری متوالی در خاک سری کوشکک و آبیاری با پساب و مقدار ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید ۷۹
شکل ۴۶-۴- مقادیر سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم شنی گربایگان برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۸۱
شکل ۴۷-۴- مقادیر سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم سری کوی اساتید برای سه تیمار پلی اکریل امیدبکار رفته ۸۲
شکل ۴۸-۴- مقادیر سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم رس سیلتی کوشکک برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۸۳
شکل ۴۹-۴- زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر در خاک گربایگان برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته ۸۵
شکل ۵۰-۴- زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک کوی اساتید برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته ۸۷
شکل۵۱-۴- زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک کوشکک برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته ۸۷
شکل ۵۲-۴- زمان شروع رواناب (min) در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم شنی گربایگان برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته ۹۰
شکل ۵۳-۴- زمان شروع رواناب در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم سری کوی اساتید برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۹۲
شکل ۵۴-۴- زمان شروع رواناب در سه آبیاری متوالی با پساب و آب معمولی به مقدار ۲۶/۸ میلی متر روی خاک لوم رس سیلتی کوشکک برای سه تیمار پلی اکریل امید بکار رفته..... ۹۲

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

جدول ۱-۳ –تعیین درصد توزیع نسبی و تجمعی کلاس های قطرات باران ۱۹
جدول ۲-۳- خلاصه مشخصات باران شبیه سازی شده ۲۰
جدول ۳-۳- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد استفاده ۲۱
جدول ۴-۳- درصد رطوبت جرمی خاک قبل از آبیاری در تیمارهای مختلف ۲۲
جدول ۵-۳- مشخصات پساب و آب معمولی به کار رفته ۲۴
جدول ۶-۳- مقدار تصحیح درجه حرارت برای قرائت هیدرومتر ۲۷
جدول ۷-۳- نامگذاری ذرات خاک بر اساس اندازه آنها بر حسب میلی متر ۲۸
جدول ۱-۴- مقدار رواناب (mm) در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید و دو نوع آب
آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۳۰
جدول ۲-۴- مقدار فرسایش خاک (g) در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید و دو نوع
آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۳۱
جدول ۳-۴- درصد کاهش رواناب برای تیمارهای ۲و ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید
به کار رفته در آبیاری اول نسبت به تیمار شاهد در سه آبیاری متوالی و با آب معمولی ۴۴
جدول ۴-۴- درصد کاهش فرسایش برای تیمارهای ۲و ۶ کیلوگرم بر هکتار پلی اکریل امید
به کار رفته در آبیاری اول نسبت به تیمار شاهد در سه آبیاری متوالی و با آب معمولی ۴۵
جدول ۵-۴- روابط بین خاک فرسایش یافته و رواناب ۴۶
جدول ۶-۴- درصد رس فرسایش یافته در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۵۳
جدول ۷-۴- درصد سیلت ریز فرسایش یافته در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۵۴
جدول ۸-۴- درصد سیلت متوسط فرسایش یافته در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۵۵

جدول ۹-۴- درصد سیلت درشت فرسایش یافته در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۵۶
جدول ۱۰-۴- درصد ذرات شن ریز فرسایش یافته برای مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری در سه آبیاری متوالی خاک گربایگان ۵۶
جدول ۱۱-۴- معادلات سرعت نفوذ لحظه ای(mm/h) بر حسب زمان (min)
در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید به همراه دو نوع آب آبیاری در سه
بافت خاک و در سه آبیاری متوالی ۶۷
جدول ۱۲-۴- مقدارسرعت نفوذ نهایی (mm/h) در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۸۰
جدول ۱۳-۴- زمان رسیدن به سرعت نفوذ نهایی (min) در مقادیر مختلف کاربرد
پلی اکریل امید و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی در سه بافت خاک ۸۶
جدول ۱۴-۴-زمان شروع رواناب (min) در مقادیر مختلف کاربرد پلی اکریل امید
و دو نوع آب آبیاری برای سه آبیاری متوالی ۸۹

۱- مقدمه

۱- ۱- اهمیت استفاده از پساب در کشاورزی

با توجه به رشد جمعیت ونیاز روز افزون جامعه بشری به مواد غذایی و کمبود منابع آب، لازم است که در استفاده از منابع آب موجود حداکثر استفاده بعمل آید و به فکر منابع آب جایگزین نیز باشند .جهت داشتن کشاورزی پایدار جهت تامین نیاز جامعه باید به سه نکته مهم توجه اساسی داشت.

۱- افزایش میزان عملکرد در واحد سطح

۲- افزایش بهره وری از منابع آب و بازده آبیاری وبه طور کلی بهینه سازی مصرف آب.

۳- استفاده ازمنابع جایگزین آب و موادی که با عث اصلاح ساختمان خاک(پلی اکریل امید و زئولیت و...) می شود، مد نظر قرارگیرد .

یکی از مهمترین منابع جایگزین آب، استفاده از پساب ها در کشاورزی است.در فلسطین اشغالی حدود ۳۰٪ اراضی کشاورزی با پساب آبیاری می شود و این نسبت در سا لهای آتی افزایش پیدا می کند (آقاسی و همکاران، ۲۰۰۳). قسمت عمده ای از صادرات این رژیم به کشورهای اروپایی همین محصولات کشاورزی است که با پساب آبیاری می شود.

اهمیت استفاده از پساب بیشتر در مناطق بیابانی ونیمه بیابانی مشخص می شود.این مناطق دارای فصل خشک طولانی وفصل بارش کوتاه می باشند.کشاورزی در این گونه مناطق بر پایه آبیاری استوار است زیرا این گونه مناطق با کمبود آب مناسب[1] برای آبیاری مواجه بوده لذا استفاده از پساب در این گونه مناطق یک گزینه مناسب است.

اخیراً به علت آلودگی های زیست محیطی، استفاده از سیستم دفع فاضلاب خانگی (چاه های فاضلاب) ویا ریختن فاضلاب به رودخانه ها ودریاچه ها جلوگیری می شود و سیستم جمع آوری فاضلاب شهری جایگزین آن شده است .پس از تصفیه کردن (تصفیه ثانویه وبیولوژیکی) فاضلاب خام، از پساب حاصله در اهداف کشاورزی و آبخیز داری استفاده می گردد. استفاده از پساب به طور غیر مستقیم از آلوده شدن منابع آب سالم جلوگیری می کند.

[1] Fresh water

اساسی ترین مشکل برای کاربرد پساب در کشاورزی، کیفیت پساب است. پساب ها دارای غلظت بالای مواد جامد معلق[۲] و مواد آلی محلول[۳] و مواد شیمیایی محلول (نظیر کلرید سدیم، بر، نیتروژن، ...) و فلزات سنگین (نظیر کرم، نیکل، سرب، ...) است .

در تصفیه ثانویه معمولاً حدود ۸۵ درصد مواد آلی و۳۰ درصد نیتروژن و فسفر فاضلاب گرفته می شود. شوری موجود درپساب تغییر چندانی نمی کند و تنها راه منطقی کاهش شوری، کنترل کردن عواملی است که باعث شوری پساب می شود(آقاسی و همکاران، ۲۰۰۳).

به طور خلاصه استفاده از پساب در کشاورزی محاسن و معایبی در بر دارد که محاسن استفاده از پساب در کشاورزی شامل موارد زیر می باشد:

۱- باعث بقاء کشاورزی در شرایط کم آبی می شود.

۲- با توجه به رشد جمعیت میزان این منبع آب دائماً افزایش می یابد.

۳- هزینه تصفیه ثانویه نسبت به دیگر منابع آب (نمک زدایی آب دریا ...) کمتر است (هاروی و همکاران، ۲۰۰۰).

۴- استفاده مجدد از پساب در کشاورزی بهترین گزینه برای مصرف آن است.

۵- مواد شیمیایی موجود در آن (نیتروژن) در خاک ذخیره و نقش کود را ایفا می کند(هاروی و همکاران، ۱۹۹۹).

۶- مواد آلی (OM) موجود در پساب باعث بهبود ساختمان خاک می شود.

معایب استفاده از پساب در کشاورزی شامل موارد زیر می باشد:

۱- تاثیر زیست محیطی که سلامت انسان را تهدید می کند.

۲- تاثیرات منفی که روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند سله بستن، رواناب ،فرسایش و ... می گذارد.

۳- باعث آلوده شدن منابع آب زیرزمینی می شود (هاروی و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۲- تاثیر آبیاری با پساب روی خصوصیات خاک

آبیاری دراز مدت (بیش از ده سال) با پساب باعث تغییرات اساسی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک می شود. در این گونه خاک ها درصد سدیم قابل تبادل (ESP) و مواد آلی (OM) افزایش قابل توجهی خواهد یافت. که این دو عامل در ساختمان و پایداری خاک نقش تعیین کننده ای دارند و متعاقباً روی هدایت هیدرولیکی اینگونه خاک ها نیز تاثیر می گذارند(لادو و همکاران، ۲۰۰۵ و مامدو و همکاران، ۲۰۰۱).

---

[2] Suspended solid

[3] Dissolved organic matter

نفوذ آب در خاک یکی از مهمترین رویدادها در چرخه هیدرولوژیکی است که مقدار آب ذخیره شده نیمرخ خاک را تعیین می کند. همچنین مقدار رواناب و فرسایش را با دقت قابل قبولی تخمین می زند. در مناطق بیابانی ونیمه بیابانی مهمترین عاملی که روی سرعت نفوذ آب درخاک تاثیر می گذارد تشکیل سله در سطح خاک است .کاهش سرعت نفوذ در اینگونه مناطق عموماً به دلیل تشکیل سله در سطح خاک می باشد.

سله عبارت است یک لایه نازک سطحی به ضخامت ۲ الی ۳ میلی متر که دارای چگالی ظاهری بیشتر، نیروی برشی بالاتر و هدایت هیدرولیکی کمتر نسبت به لایه زیرین خاک می باشد. آقاسی و همکاران(۱۹۸۱) پیشنهاد کردند که تشکیل سله در سطح خاک حاصل دو فرایند پیچیده می باشد:

۱- خرد شدن فیزیکی خاکدانه ها که در اثر برخورد قطرات پر انرژی باران به سطح خاک حاصل می شود.

۲- پراکندگی فیزیکی- شیمیایی و حرکت ذرات رس و قرار گرفتن در عمق ۰/۱ الی ۰/۵ میلی متری بطوری که منافذ سطحی خاک را مسدود می کند.

دربعضی از مقالات علاوه بر دو عامل فوق مکانیسم دیگری را در فرایند تشکیل سله سطحی موثر می دانند و آن پدیده شل شدگی[4] است(لادو و همکاران، ۲۰۰۵). این پدیده زمانی اتفاق می افتد که خاکدانه ها در برابر فشار ناشی از تورم و هوای حبس شده وگرمای سریع ازاد شده در هنگام خیس شدن نتواند مقاومت کند. عامل کنترل کننده این پدیده سرعت خیس شدن خاک می باشد. هرچه سرعت خیس شدن سریع تر باشد نیروی شل شدگی بیشتر است و خاکدانه های بیشتری تحت تاثیر این نیرو قرار می گیرند. خاک هایی که با پساب آبیاری می شوند زمینه مساعدتری برای سله بستن دارند.

معمولاً در پساب ها حد متعارف نسبت جذب سدیم (SAR) بین ۴ تا ۶ است. آبیاری مداوم با چنین آبی باعث افزایش درصد سدیم قابل تبادل خاک (ESP) تا حدود ۴ تا ۶ می شود. در فصل آبیاری با پساب، اثرمنفی ESP بالای خاک روی نفوذ آب در خاک مشخص نیست. به عبارت دیگر سرعت نفوذ آب تغییر چندانی نمی کند زیرا شوری پساب بالا است لذا این حد شوری از پراکندگی ذرات خاک جلوگیری می کند. اما در فصل بارندگی، سطح بایر خاک با ESP بالا (۶-۴) در معرض فشردگی قطرات باران (آب مقطر) قرار می گیرد و متعاقباً باعث تشکیل سله، کاهش نفوذ، افزایش رواناب و فرسایش خواهد شد.

هرچه شوری محلول خاک (EC) کاهش و درصد سدیم قابل تبادل خاک (ESP) افزایش یابد سله بستن ناشی از فرایند فیزیکی- شیمیایی (عامل دوم سله بستن) بارزتر است.

تاثیر مواد آلی محلول (DOM) موجود در پساب روی پایداری خاکدانه ها یکی از موضوعات بحث بر انگیزاست. برخی از محققان معتقدندکه DOM باعث افزایش پایداری

---

[4] Slaking

خاکدانه ها دربرابر فرایند پراکنش ناشی ازفشردگی قطرات آب وESP بالای خاک و EC پایین محلول خاک می شود. اما برخی دیگر معتقدند که DOM موجود در پساب باعث افزایش پراکندگی ذرات رس خاک و باعث کاهش بیشتر هم آوری ذرات رس خاک[5] و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک های سبک بافت می شود.

مواد آلی موجود در خاک یکی از پارامترهای مهم است که نقش مهمی در پایداری و هدایت هیدرولیکی خاک دارد. هر چه مواد آلی خاک افزایش یابد مانع از فرایند شل شدگی، پراکندگی ذرات خاک ، سله بستن وکاهش سرعت نفوذ در هنگام بارش می شود.

آبیاری با پساب در فلسطین اشغالی از ۳۰ سال قبل آغاز گشته است و درصد سدیم قابل تبادل اولیه خاک از مقدار اولیه تقریبی (۳-۲) به مقدار (۶-۴) افزایش پیدا کرده است اما تاکنون گزارشی مبنی بر کاهش نفوذ و متعاقباً افزایش رواناب و فرسایش توسط کشاورزان ارائه نشده است. در این مورد آقاسی و همکاران (۲۰۰۳) دو فرضیه ارائه کرده اند:

۱- اثر منفی SAR بالای پساب توسط اثر مثبت DOM موجود در پساب در مورد پایداری خاکدانه خنثی می شود.

۲- افزایش ESP ناشی از آبیاری با پساب یک فرایند برگشت پذیر است. در ابتدای فصل بارندگی به صورت محسوسی ESP سطح خاک کاهش پیدا می کند. اما اگر ESP خاک ذاتاً بالا باشد و یک حالت تعادلی بین Na و Ca+Mg بوجود آمده باشد با شستن آب (مقطر) نمی توان ESP را کاهش داد.

از مطالعه مقالاتی که در این زمینه کار شده است می توان نتیجه گرفت محدوده وسیعی از عامل ها روی نفوذ پساب در خاک تاثیر گذار است و باید مورد توجه قرار گیرد.که عبارتند از:

۱- بافت خاک ومقدار رس خاک (مخصوصا رس مونت موریلیت)

۲- شرایط اولیه خاک از نظر رطوبت یعنی خشک وخیس بودن (از لحاظ بررسی پدیده شل شدگی و...)

۳- مقدار کربنات کلسیم خاک و مواد آلی ومقدار ESP خاک (ذاتی ومصنوعی)

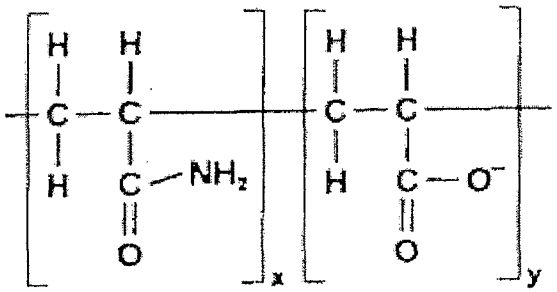
۴- نوع پساب- شوری پساب– مقدار سدیمی بودن پساب (SAR) و میزان املاح موجود در آن

۱-۳- استفاده از پلی آکریل امید (PAM) در کشاورزی

پلی اکریل امید نام واژه ای در ترکیبات شیمی آلی می باشد که تاکنون صدها گونه از پلی اکریل امید با فرمول های مشخص و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی متفاوت ساخته شده است.

[5] Clay flocculation-value

پلی اکریل امید در صنایع مختلف نظیر کشاورزی، لنزسازی و ... کاربرد دارد. نوع خطی با فرمول آنیونی – محلول در آب[6] نوع شناخته شده پلی اکریل امید جهت کاهش مسائل فرسایش در کشاورزی می باشد. برای اولین بار در جنگ جهانی دوم دانشمندان آلمان نازی ماده ای پلی مری تهیه نمودند که از این ماده پلی مری در احداث خاکریزها و سنگرها در جاهایی که از پایداری نسبتاً کمی برخوردار بود استفاده می کردند(ویلسون و همکاران، ۱۹۷۵). در آن زمان دانشمندان آلمانی در علم شیمی آلی پیشرو بودند که می توان به تهیه د.د.ت نیز اشاره نمود. بعدها از این ایده در کشاورزی پایدار جهت کاهش مسایل فرسایش و پایداری ساختمان خاک استفاده گردید. تحقیقات جهت استفاده از پلی الکترولیت و پلی مرها به منظور اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک از سال ۱۹۵۰ شروع شد. در اوائل که به صورت خشک و دانه ایی مصرف می شد توجیه اقتصادی نداشت ولی در اواخر ۱۹۸۰ از پلی آکریل امید وپلی مرهای محلول در آب برای بهبود شرایط فیزیکی خاک به صورت جدی پیگیری شد. هم اکنون محدوده وسیعی از پلی اکریل آمیدها با جرم ملکولی ۸ الی ۲۰ مگا گرم بر مول و بار الکتریکی خنثی، کاتیونی و آنیونی در دسترس است. پلی آکریل امید نوع خنثی و کاتیونی سمی است و برای انسان مضر است اما برای نوع آنیونی، مدرکی مبنی بر مضرر بودن آن تاکنون یافت نشده است. در شکل ۱-۱ فرمول شیمیایی پلی اکریل امید آنیونی آورده شده است.



شکل ۱-۱- ساختمان شیمیایی پلی اکریل امید آنیونی قسمت x نشان دهنده فرمول اکریل امید و قسمت y، بخش جدا شونده پلی اکریل امید در آب می باشد که با ترک کردن قسمت y و جایگزین شدن با سدیم و یا پروتون دیگر باعث ایجاد بار منفی روی ساختار پلی اکریل امید می گردد .

بواسطه جرم ملکولی بزرگ، پلی آکریل امید نمی تواند از غشا زنده عبور کند واگر به صورت مستقیم به بافت گیاهی تزریق شود به سرعت شکسته می شود. اضافه کردن کاتیونهای دو ظرفیتی به صورت محلول کلرید کلسیم ($CaCl_2$) ویا کود فسفوژیپس (PG) و... در مقایسه با آب مقطر خاصیت پلی آکریل امید را بهبود می بخشد. جهت تاثیر بهتر پلی آکریل امید باید آن را برای خاک با ساختمان خوب به کار برد مثلاً بعد از عملیات شخم.

[6] Linear, water-solube anionic formulation