



دانشگاه گوارز و منابع طبیعی گوارز

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد بیست و یکم، شماره سوم، ۱۳۹۳  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## اثر پلی‌وینیل استات بر تراکم، مقاومت و جوانه‌زنی گندم در خاک مارنی تحت شبیه‌ساز باران

\*ساناز توحیدلو<sup>۱</sup>، علی‌رضا واعظی<sup>۲</sup> و محمدحسین محمدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه زنجان، آستادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۲

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر پلی‌وینیل استات بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک و جوانه‌زنی گندم در خاک‌های مارنی غرب استان زنجان در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. محلول پلی‌وینیل استات در ۴ سطح شامل صفر (شاهد)، ۳۳/۳۴، ۶۶/۶۷ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۴ تکرار به سطح ۱۶ نمونه خاک پاشیده شد. خاک‌های پلیمری شده به داخل جعبه‌هایی نفوذپذیر به ابعاد ۳۰ در ۵۰ سانتی‌متر به عمق ۲۰ سانتی‌متر ریخته شدند. بذرهاى گندم به فاصله ۵ سانتی‌متر از هم کاشته شدند. جعبه‌ها تحت باران ۴ رخداده شبیه‌سازی شده با شدت ۴۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. تراکم خاک براساس جرم مخصوص ظاهری و مقاومت سطح به وسیله فروسنج اندازه‌گیری شدند. درصد جوانه‌زنی بذرها با محاسبه نسبت تعداد جوانه‌ها به تعداد بذرهاى کاشته شده در هر جعبه مشخص گردید. نتایج نشان داد که اثر پلی‌وینیل استات بر تراکم خاک و مقاومت سطح معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). رابطه معنی‌دار مثبتی بین مقدار مقاومت سطح و تراکم خاک تحت تأثیر پلیمر وجود داشت ( $R^2 = 0.99$ ). بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر مشاهده شد که به اندازه ۷/۵ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد بود. با مصرف پلیمر، خاکدانه‌سازی در خاک به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت و در نتیجه تراکم خاک و مقاومت سطح تحت تأثیر ضربات باران به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت. با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تأثیر پلیمر، میزان جوانه‌زنی در خاک نیز افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: تراکم خاک، مقاومت سطح، میزان جوانه‌زنی

\* مسئول مکاتبه: [tohidlo2012@gmail.com](mailto:tohidlo2012@gmail.com)

## مقدمه

سازندهای ماری از رس و املاح نمکی از جمله آهک و گچ تشکیل شده‌اند و به دلیل دارا بودن ترکیبات خاص زمین‌شناسی و کانی‌شناسی نسبت به فرسایش بسیار حساس می‌باشند (احمدی، ۱۹۹۶). پایداری خاکدانه‌ها در چنین خاک‌هایی بسیار پایین است. به‌طور کلی، مبنای یک ساختمان خوب برای رشد گیاه پایداری خاکدانه‌های آن در آب است (اخیانی، ۱۹۹۹). پایداری خاکدانه‌ها یعنی مقاومت آن‌ها در مقابل شکستن، موقعی که در معرض نیروهای مخرب قرار می‌گیرند. آب چه به‌صورت آبیاری بارانی و چه به‌صورت بارندگی باعث شکستن خاکدانه‌هایی می‌شود که به‌طور ضعیف به هم اتصال یافته‌اند و این کار موجب پراکنده شدن ذرات رس، کاهش تخلخل، افزایش مقاومت خاک، کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع، ایجاد سله و در نتیجه افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (نادلر و همکاران، ۱۹۹۶؛ بارتز و روز، ۲۰۰۲). خاک‌های با خاکدانه‌های ناپایدار به آسانی بر اثر بارندگی و آبیاری تخریب شده و بعد از خشک شدن سله را به‌وجود می‌آورند. 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.
- ۲- پراکنش شیمیایی رس‌ها به دلیل حضور کاتیون‌هایی مانند سدیم و حرکت آن‌ها به نواحی با تخلخل کوچک‌تر و مسدود نمودن خلل و فرج هدایت‌کننده که معمولاً به نوع و غلظت کاتیون‌های خاک وابسته است (شینبرگ و همکاران، ۱۹۹۲).

تراکم خاک<sup>۱</sup> عبارت از کاهش حجم خاک غیراشباع و در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر یک نیروی خارجی است. مقاومت خاک<sup>۲</sup> یکی از پویاترین ویژگی‌های مکانیکی خاک است و اطلاع از آن برای شخم، رشد گیاه و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک مهم است (بوسچر و بائور، ۲۰۰۳). تراکم خاک از یک‌سو باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود و از سوی دیگر باعث افزایش مقاومت خاک در مقابل نفوذ ریشه گیاه می‌گردد. تشکیل سله منجر به بروز مقاومت لایه سطحی در برابر سبزشدن بذرها می‌شود (کریمی، ۱۹۹۱). گزارش‌ها نشان می‌دهد در صورتی که خاک بعد از بذرداری سله ببندد مقدار گازکربنیک در زیر خاک افزایش و درصد اکسیژن در آن کاهش می‌یابد و از این‌رو جوانه زدن بذرها<sup>۳</sup> دچار مشکل می‌شود (کریمی، ۱۹۹۱).

- 
- 1- Soil Compaction
  - 2- Soil Resistance
  - 3- Grain Germination

امروزه به خوبی کاربرد مواد آلی مانند بقایای محصول در افزایش پیوند ذرات معدنی و تشکیل خاکدانه‌های پایدار به منظور کاهش سله شناخته شده است. در نواحی که امکان تهیه مواد آلی و مصرف آن وجود ندارد، استفاده از پلیمرها برای بهبود سریع ساختمان خاک و افزایش جوانه‌زنی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. پلیمرهای محلول در آب مانند پلی‌اکریل‌آمید<sup>۱</sup> کاربرد زیادی در افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش رواناب و رسوب دارند. این پلیمرها بر اثر نیروهای کولمب و واندروالس موجب تشکیل پیوند بین ذرات رس و در نتیجه همآوری ذرات و خاکدانه‌سازی می‌شوند (ارتس و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج کاربرد سطحی مقادیر کم پلی‌اکریل‌آمید بر سرعت نفوذ یک خاک ورتی‌سول با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت ۸۰ میلی‌متر در ساعت نشان داد که تیمارهای پلی‌اکریل‌آمید، سرعت نفوذ نهایی را ۷ برابر در مقایسه با خاک بدون تیمار افزایش دادند. تشکیل سله در این خاک‌ها به دلیل بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها به دنبال استفاده از پلی‌اکریل‌آمید کاهش یافت (شینبرگ و همکاران، ۱۹۹۰). مطالعه بر روی یک خاک لومی سیلتی واقع در زمینی با شیب ۲/۴ درصد نشان داد که افزودن ۲ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید، هدررفت خاک و تولید رواناب را به ترتیب ۷۵ درصد و ۷۰ درصد کاهش داد (آسه و همکاران، ۱۹۹۸). طبق مطالعات صورت گرفته در خاک‌های سدیمی، مصرف پلی‌اکریل‌آمید مقدار رسوب را به میزان ۵۴-۲۲ درصد کاهش داد (تنگ و همکاران، ۲۰۰۶). پژوهش‌ها نشان داد که مصرف پلی‌اکریل‌آمید به مقدار ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت ۸۰ میلی‌متر در ساعت در یک خاک لومی سیلتی زمان شروع رواناب را ۷۰ درصد افزایش داد (ابوزریج، ۲۰۰۶). نتایج مصرف پلی‌اکریل‌آمید در خاکی با بافت رسی که در معرض شبیه‌ساز باران با شدت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر در ساعت قرار گرفته بود، نشان داد که غلظت رسوب و شدت رواناب به ترتیب ۸۲-۴ درصد و ۸-۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. همچنین به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، تشکیل سله نیز کاهش یافت (اکبرزاده و همکاران، ۲۰۰۹).

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که مطالعات در مورد کاربرد پلیمرها در فرسایش آبی به طور عمده در ارتباط با سرعت نفوذ آب به خاک و کاهش فرسایش بوده است و پلی‌اکریل‌آمید به عنوان پلیمر رایج در این بررسی‌ها معرفی شده است. پلی‌وینیل‌استات<sup>۲</sup> پلیمری جدید است که به دلیل نبود خطرهای

1- Polyacrylamide

2- Polyvinylacetate

زیست‌محیطی اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. پلی‌وینیل‌استات پلیمری است که از مونومر وینیل‌استات از طریق پلیمری شدن یک رادیکال آزاد تشکیل می‌شود. این پلیمر می‌تواند مقدار کمی آب جذب نماید (نوا و همکاران، ۲۰۰۴). از آن‌جا که مطالعه‌ها در مورد تأثیر پلیمرها بر بهبود ویژگی فیزیکی خاک و جوانه‌زنی بذرها محدود می‌باشد، این پژوهش به منظور بررسی اثر پلی‌وینیل‌استات بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و جوانه‌زنی گندم در خاک مارنی حساس به فرسایش آبی انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

**نمونه‌برداری خاک و تعیین ویژگی‌های آن:** آزمایش در یک نوع خاک مارنی حساس به فرسایش آبی تحت تأثیر پلیمر پلی‌وینیل‌استات با ۴ سطح پلیمری در ۴ تکرار انجام شد. خاک مورد آزمایش از منطقه سردهات در غرب استان زنجان که به‌عنوان منطقه تحت سازندهای مارنی حساس به فرسایش آبی می‌باشد، در سال ۱۳۸۹ تهیه گردید. پس از عبور دادن خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری و خشک کردن آن‌ها در آون، فراوانی ذرات خاک به روش هیدرومتری (بایکوس، ۱۹۶۲)، ماده آلی به روش والکلی بلاک (نلسون و سامر، ۱۹۸۲)، آهک به روش خنثی‌سازی با اسید (گوه و همکاران، ۱۹۹۳) و گچ به روش استون (اداره کشاورزی امریکا، ۱۹۷۵) تعیین شد.

**مصرف پلی‌وینیل‌استات:** پلی‌وینیل‌استات در ۴ سطح با ۴ تکرار به ۱۶ نمونه خاک در قالب طرح کاملاً تصادفی مصرف گردید. پلی‌وینیل‌استات استفاده شده در این پژوهش دارای رنگ سفید مایل به شیری و از نوع بدون بار (خنثی) بود. pH این پلیمر حدود ۷ و مقدار مواد جامد آن ۵۰ درصد بود. این پلیمر در پژوهشگاه پلیمر ایران تهیه می‌گردد و به‌دلیل نبود خطرات زیست‌محیطی و قیمت پایین آن مورد توجه قرار گرفت. تصور بر این بود که این پلیمر می‌تواند در هم‌آوری ذرات و کاهش مقاومت سطح مؤثر باشد. برای مصرف پلی‌وینیل‌استات، ابتدا تعداد ۱۶ نمونه ۱۵ کیلوگرمی خاک غربال شده با الک ۲ میلی‌متری در آزمایشگاه به‌طور جداگانه روی پلاستیک‌ها ریخته شدند. فرض اولیه بر این بود که خاک‌های عبور یافته از الک ۲ میلی‌متر دارای کم‌ترین فراوانی ساختمان باشند. محلول پلی‌وینیل‌استات در ۴ سطح شامل صفر (شاهد)، ۳۳/۳۴، ۶۶/۶۷ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به سطح خاک‌ها در ۴ تکرار پاشیده شد. سطوح مصرف پلیمر براساس پژوهش‌های انجام شده توسط برخی پژوهشگران از جمله سوچکا و همکاران (۲۰۰۷) انتخاب شد. خاک مزرعه دارای جرم مخصوص ظاهری ۱/۰۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود و عمق گسترش ریشه در آن بین ۳۰-۲۰ سانتی‌متر بود.

سپس بخشی از خاک‌های پلیمری شده به آرامی به جعبه‌های پلاستیکی به ابعاد ۳۰ در ۵۰ سانتی‌متر و عمق ۱۸-۲۰ سانتی‌متر ریخته شدند. پیش از این کار در کف جعبه‌ها یک لایه فیلتر شنی برای زهکشی آسان به عمق ۲ سانتی‌متر قرار داده شد.

**کاشت بذرها و اعمال باران‌ها:** بذره‌های گندم رقم آذر ۲ به فاصله ۵ سانتی‌متری از هم روی خاک داخل جعبه‌ها قرار گرفته و دوباره بخش باقی‌مانده خاک‌های پلیمری شده تا ضخامت ۲ سانتی‌متری روی جعبه‌ها ریخته شدند به طوری که عمق خاک داخل جعبه‌ها به ۲۰ سانتی‌متر رسید. با احتساب جرم مخصوص ظاهری خاک‌های پلیمری شده (به‌طور میانگین ۱/۰۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، حدود ۳۰ کیلوگرم بود. مطابق با بسیاری از منابع مانند بررسی‌های واچر و همکاران (۲۰۰۳) و سوچکا و همکاران (۲۰۰۷)، پیش‌بینی می‌شد که محلول پلیمری در خاک مرطوب در زمانی کوتاه بتواند وارد واکنش‌های شیمیایی با اجزای خاک به‌ویژه کلئیدهای معدنی و آلی گردد و بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند ساختمان تا حد امکان اثر بگذارد. از این‌رو پس از گذشت ۷۲ ساعت، تعداد ۴ تکرار از هر تیمار به‌طور هم‌زمان تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ثابت ۴۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. بارندگی به تعداد ۴ رخداد با فاصله زمانی ۴ روز به جعبه‌ها اعمال شد.

**تعیین ویژگی‌های خاک پس از بارندگی:** پس از خشک شدن خاک سطح جعبه‌ها، برای تعیین جرم مخصوص ظاهری از استوانه فلزی و برای تعیین جرم مخصوص حقیقی از پیکنومتر استفاده شد. بر مبنای جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، تخلخل خاک محاسبه شد. میزان تراکم خاک نیز به‌عنوان کسری از تخلخل خاک به‌دست آمد (تخلخل-۱ = تراکم). برای تعیین میزان مقاومت سطحی از دستگاه فروسنج مدل 16-T0171 (شکل ۱) استفاده شد. برای تعیین تأثیر پلیمر بر پایداری خاکدانه‌ها در آب از شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه پس از عبور از الک تر (دی، ۱۹۶۵) استفاده شد. برای این منظور خاکدانه‌ها بر روی سری الک‌ها (۶، ۴، ۲، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر) در داخل سطل آب مقطر به مدت ۱ دقیقه حرکت داده شدند. با محاسبه نسبت تعداد جوانه‌ها به تعداد بذره‌های کاشته شده، درصد جوانه‌زنی بذرها در هر جعبه مشخص گردید.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** اثر سطوح مختلف پلی‌وینیل استات بر ویژگی‌های خاک و جوانه‌زنی گندم با آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. قبل از تحلیل داده‌ها نرمال بودن آن‌ها براساس روش توزیع فراوانی داده‌ها به‌صورت هیستوگرام بررسی شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS, ۱۸ استفاده شد.



شکل ۱- اندازه‌گیری مقاومت خاک به وسیله فروسنج پس از اعمال بارندگی.

### نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه به شرح جدول ۱ است. براساس نتایج، خاک منطقه دارای بافت حد واسط لوم رسی و لومی بود. میزان ماده آلی آن بسیار پایین (۰/۷۵ درصد) بود. خاک منطقه دارای مقدار بسیار زیادی آهک (۳۶/۲۵ درصد) و مقدار به نسبت زیادی گچ (۱۵/۲ درصد) بود. وجود گچ در خاک و پایین بودن میزان ماده آلی در آن، در افزایش حساسیت خاک به تخریب و تراکم تحت باران می‌توانست مؤثر باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ماری مورد مطالعه.

| شن     | سیلت   | رس     | جرم مخصوص حقیقی         | جرم مخصوص ظاهری         | ماده آلی | آهک    | گچ     |
|--------|--------|--------|-------------------------|-------------------------|----------|--------|--------|
| (درصد) | (درصد) | (درصد) | (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | (درصد)   | (درصد) | (درصد) |
| ۳۲     | ۴۰     | ۲۸     | ۲/۴۷                    | ۱/۰۷                    | ۰/۷۵     | ۳۶/۲۵  | ۱۵/۲   |

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تأثیر پلی‌وینیل استات بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و جوانه‌زنی گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف پلی‌وینیل استات بر پایداری خاکدانه‌ها در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. با افزایش مصرف پلیمر، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در حالت مرطوب افزایش یافت. دلیل این امر این بود که پلیمرها با ایجاد پل‌هایی بین ذرات خاک، سبب چسبیدن آن‌ها

به هم شدند که این امر باعث ایجاد خاکدانه‌های درشت در خاک شد که در عین حال از پایداری بیش‌تری برخوردار بودند. این نتایج با بررسی‌های کوکال و همکاران (۲۰۰۷) و نیز اکبرزاده و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. این پژوهشگران نشان دادند که با مصرف مقادیر مختلف از پلی‌اکریل‌امید پایداری خاکدانه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. اثر سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر رطوبت خاک معنی‌دار (در سطح ۰/۰۵) نبود. از آن‌جا که این پلیمر جزو پلیمرهای سوپرجاذب آب نبود بنابراین تأثیری معنی‌دار در افزایش رطوبت خاک نداشت. اثر سطوح مختلف پلی‌وینیل‌استات بر میزان تراکم و مقاومت در سطح ۰/۰۰۱ و اثر آن بر جوانه‌زنی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. بر این اساس با افزایش مقدار مصرف پلیمر، میزان تراکم خاک و مقاومت سطح کاهش یافت. با افزودن پلیمر به خاک، تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها تقویت شده و مقاومت آن‌ها در برابر تخریب افزایش یافت. با وجود آن‌که پلی‌وینیل‌استات، قابلیت جذب آب دارد ولی در این پژوهش ذخیره رطوبتی خاک تحت تأثیر مقدار مصرف پلیمر قرار نگرفت. به‌عبارت دیگر افزایش جوانه‌زنی بذرها به‌دلیل بهبود ساختمان خاک در اثر مصرف پلی‌وینیل‌استات بود. نتایج این پژوهش بر خلاف نتایج به‌دست آمده از مصرف پلیمرهای فراجاذب بود. همان‌طور که بررسی‌های کوچک‌زاده (۲۰۰۰) نشان داد پلیمرهای فراجاذب مقادیر زیادی آب را جذب نموده و متورم می‌شوند و به این ترتیب خاک به‌مدت طولانی مرطوب می‌ماند. بررسی‌های واجر و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که پس از گذشت ۱۲ ساعت از مصرف پلی‌اکریل‌امید، با افزایش مقدار پلی‌اکریل‌امید مصرفی سرعت نفوذ افزایش یافت. افزایش سرعت نفوذ به‌دنبال بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش مقاومت خاک‌ها در برابر تخریب بود. در مطالعه‌ای آجوا و تروت (۲۰۰۶) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که پس از گذشت ۴۸ از زمان مصرف پلی‌اکریل‌امید، این پلیمر باعث افزایش خاکدانه‌سازی و افزایش پیوستگی منافذ خاک شد. در پژوهشی سوجکا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان مصرف پلی‌اکریل‌امید، این پلیمر با بهبود ساختمان خاک و کاهش سله و در نتیجه افزایش نفوذپذیری خاک باعث افزایش رشد گیاهان در شیب‌های تند شد.

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد (۲۱)، شماره (۳) ۱۳۹۳

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر پلی‌وینیل استات بر پایداری خاکدانه، تراکم، مقاومت، رطوبت و جوانه‌زنی گندم.

| متغیر  | درجه آزادی | میانگین مربعات | F       | معنی‌داری |
|--|------------|----------------|---------|-----------|
| میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر) | ۳          | ۰/۴۱۱          | ۴/۲۳    | ۰/۰۲۹     |
| تراکم  | ۳          | ۰/۰۱۲          | ۱۳۴/۱۴۲ | ۰/۰۰۰     |
| مقاومت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)                   | ۳          | ۰/۰۹۸          | ۲۳/۰۷۱  | ۰/۰۰۰     |
| رطوبت جرمی (درصد)                                    | ۳          | ۰/۰۰۶          | ۰/۸۸۲   | ۰/۴۹      |
| جوانه‌زنی (درصد)                                     | ۳          | ۵۰/۳۹۱         | ۲/۸۲۵   | ۰/۰۴      |

اثر سطوح مختلف پلی‌وینیل استات بر تراکم، مقاومت سطح، رطوبت و جوانه‌زنی در جدول ۳ ارایه شده است. با توجه به این جدول، بیش‌ترین تراکم (۰/۴۴) و بیش‌ترین مقاومت  $۸۷ \times ۱۰^۳$  کیلوپاسکال (۰/۸۷) کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۸/۲ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر کم‌ترین تراکم (۰/۳۱) و کم‌ترین مقاومت ۰/۴۹۹۸ کیلوپاسکال (۰/۵۱) کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) را در خاک ایجاد نمود و با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک درصد جوانه‌زنی را نیز نسبت به شاهد به میزان ۷/۵ درصد افزایش داد. اگرچه این پژوهش نشان داد که شاید مصرف مقادیر بالاتر پلیمر منجر به بهتر شدن وضعیت فیزیکی خاک گردد، با این حال آنچه از این پژوهش به‌طور قطع می‌توان نتیجه گرفت این بود که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر مناسب‌ترین سطح برای کاهش تأثیر باران بر ویژگی‌های فیزیکی خاک از نظر تراکم و مقاومت بود. دلیل این امر این بود که پلی‌وینیل استات در خاک مرطوب از طریق برقراری پیوند با کلونیدهای خاک موجب اتصال ذرات خاک به یکدیگر شد. از آن‌جا که پلی‌وینیل استات پلیمری خنثی است نوع پیوندهای ایجاد شده غالباً هیدروژنی بود. هر چند قدرت این پیوندها بسیار قوی نیست ولی به نوبه خود در استحکام نسبی خاکدانه‌ها و جلوگیری از تخریب بیش‌تر آن‌ها مؤثر بود. بنابراین با افزایش سطح مصرف پلی‌وینیل استات اثر عوامل تخریبی در خاک کاهش یافته و در نتیجه با افزایش درصد جوانه‌زنی، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد.

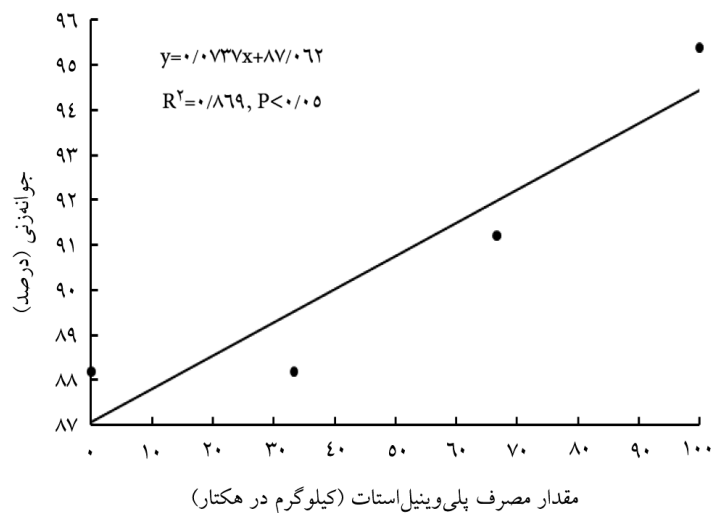


## ساناز توحیدلو و همکاران

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح پلی‌وینیل استات بر تراکم، مقاومت، رطوبت و جوانه‌زنی گندم.

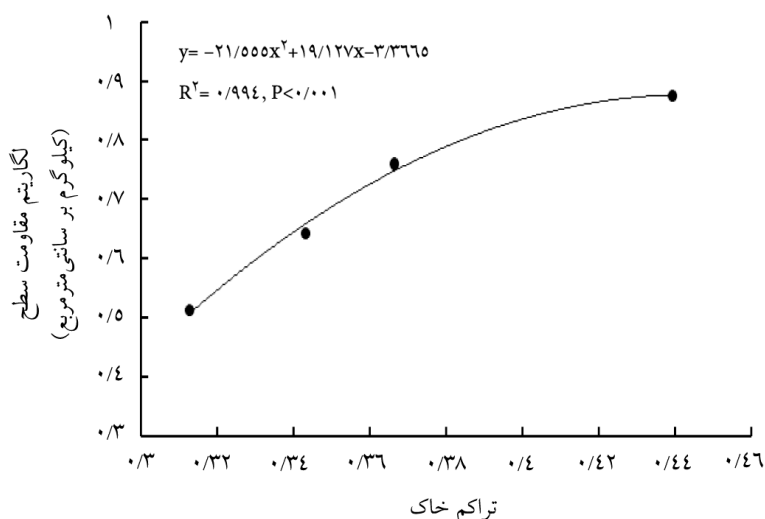
| مقدار مصرف پلیمر<br>(کیلوگرم در هکتار) | میانگین وزنی قطر<br>خاکدانه‌های پایدار (میلی‌متر) | تراکم               | مقاومت سطح<br>(کیلوگرم در هکتار) | رطوبت جرمی<br>(درصد) | جوانه‌زنی<br>(درصد) |
|--|---|---------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| ۰/۰۰                                   | ۰/۵۲۷ <sup>b</sup>                                | ۰/۴۳۹۳ <sup>a</sup> | ۰/۸۷۵۴ <sup>e</sup>              | ۱/۲۱ <sup>k</sup>    | ۸۸/۲ <sup>n</sup>   |
| ۳۳/۳۳                                  | ۰/۹۴۵ <sup>ab</sup>                               | ۰/۳۶۶۴ <sup>b</sup> | ۰/۷۶۱۷ <sup>f</sup>              | ۱/۲۶ <sup>j</sup>    | ۸۸/۲ <sup>n</sup>   |
| ۶۶/۶۶                                  | ۱/۰۰۹ <sup>ab</sup>                               | ۰/۳۴۳۱ <sup>c</sup> | ۰/۶۳۹۹ <sup>g</sup>              | ۱/۱۸۷۹ <sup>l</sup>  | ۹۱/۲۰ <sup>mn</sup> |
| ۱۰۰/۰۰                                 | ۱/۳۰۵ <sup>a</sup>                                | ۰/۳۱۲۸ <sup>d</sup> | ۰/۵۱۱۹ <sup>h</sup>              | ۱/۲۸۱ <sup>i</sup>   | ۹۵/۳۹ <sup>m</sup>  |

بررسی رابطه بین میزان جوانه‌زنی و مقدار مصرف پلی‌وینیل استات نشان داد که با افزایش مقدار مصرف پلیمر، درصد جوانه‌زنی به‌طور خطی ( $R^2=0/87$ ) افزایش یافت (شکل ۲). با توجه به افزایش ۷/۵ درصد میزان جوانه‌زنی در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد و وجود همبستگی مثبت و قابل ملاحظه بین جوانه‌زنی و مقدار پلیمر می‌توان نتیجه گرفت که مصرف پلی‌وینیل استات می‌تواند گامی مؤثر در افزایش جوانه‌زنی و بهبود عملکرد گندم در اراضی دیم حساس به فرسایش آبی باشد. در پژوهشی والاس (۱۹۸۷) مشاهده نمود که افزودن ۲/۲ کیلوگرم در هکتار، پلی‌اکریل‌آمید باعث افزایش جوانه‌زنی بذرهای گوجه‌فرنگی و کاهو شد و وزن خشک دانه را ۸ برابر نسبت به شاهد افزایش داد.



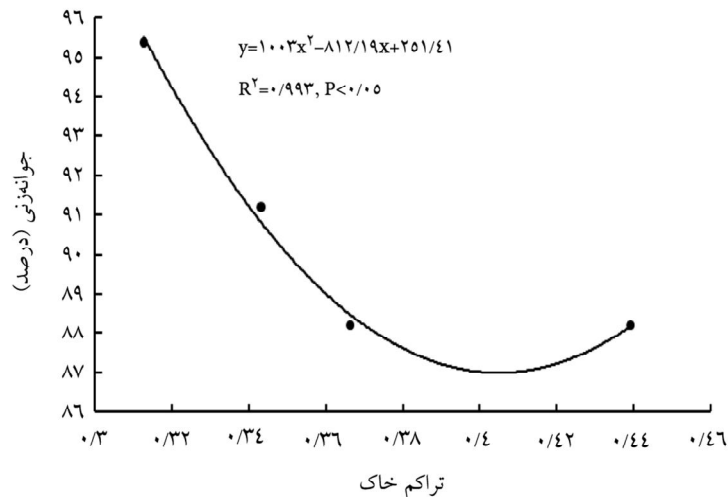
شکل ۲- رابطه بین جوانه‌زنی و مقدار پلی‌وینیل استات در خاک مارنی.

براساس نتایج، رابطه مثبت معنی‌داری بین مقاومت سطح و تراکم خاک ( $R^2=0/99$ ) تحت تأثیر مصرف پلیمر وجود داشت (شکل ۳). از آنجایی که داده‌های مقاومت سطح نرمال نبودند از لگاریتم داده‌های مقاومت سطح در برقراری همبستگی آن با تراکم استفاده شد. علت وجود همبستگی بین تراکم و مقاومت این بود که مصرف پلی‌وینیل استات با افزایش پایداری خاکدانه‌ها و کاهش سله، باعث شد که تراکم خاک کم شود و از آنجا که تراکم خاک با مقاومت خاک رابطه مستقیمی دارد در نتیجه مقاومت سطحی خاک نیز کاهش یافت. در پژوهشی فلاناگان و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها و کاهش پراکنش ذرات و در نتیجه کاهش سله و مقاومت سطح می‌شود.



شکل ۳- رابطه بین مقاومت سطح و تراکم تحت تأثیر پلی‌وینیل استات در خاک ماری.

پلی‌وینیل استات، مقاومت سطح خاک را به دلیل بهبود ساختمان خاک و در نتیجه کاهش تراکم کاهش داد و به این دلیل درصد جوانه‌زنی را افزایش داد. بنابراین رابطه معنی‌دار منفی بین تراکم خاک و جوانه‌زنی ( $R^2=0/99$ ) مشاهده شد. شکل ۴ رابطه بین جوانه‌زنی با تراکم خاک و مقاومت سطح خاک را به روشنی نشان می‌دهد.



شکل ۴- رابطه بین تراکم و جوانه‌زنی تحت تأثیر پلی‌وینیل استات در خاک مارنی.

### نتیجه‌گیری کلی

بررسی نتایج نشان داد که مصرف پلی‌وینیل استات اثری معنی‌دار بر رطوبت خاک نداشت. افزودن پلیمر به خاک با افزایش پایداری خاکدانه‌ها و کاهش تخریب خاک موجب شد تراکم خاک و مقاومت سطح کاهش یابد. به این دلیل با افزایش مصرف پلیمر، جوانه‌زنی بذرها بهبود پیدا کرد. به‌طورکلی این پژوهش نشان داد که پلی‌وینیل استات به‌عنوان نهاده‌ای مهم برای کاهش اثر منفی ضربات باران بر تخریب خاکدانه‌ها و در نتیجه افزایش تراکم و مقاومت سطح در خاک مارنی است. کاهش این دو مشخصه فیزیکی خاک می‌تواند در افزایش نفوذ آب به خاک، افزایش تهویه خاک و آسانی جوانه‌زنی بذرها مؤثر واقع شود. با توجه به نبود خطرات زیست‌محیطی این پلیمر، مصرف آن در خاک‌های کشاورزی دیم حساس به فرسایش می‌تواند در کاهش فرسایش خاک و افزایش عملکرد محصول مؤثر واقع شود.

### منابع

1. Ahmadi, H. 1996. Applied geomorphology. Second edition, Tehran University Press, 417p. (In Persian)
2. Akhyani, A. 1999. Effect of manure organic matter in remediation of salty-sodic soils. M.Sc. Thesis. Shahid Chamran University. (In Persian)

3. Aase, J.K., Bjorneberg, D.L., and Sojka, R.E. 1998. Sprinkler irrigation run off and erosion control with polyacrylamide-laboratory tests. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1681-1687.
4. Abu-Zreig, M. 2006. Runoff and erosion control of silt clay soil with land application of polyacrylamide. *Archives of Agr. Soil Sci.* 52: 289-298.
5. Ajwa, H.A., and Trout, T.J. 2006. Polyacrylamide and water quality effects on infiltration in sandy loam soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 643-650.
6. Akbarzadeh, A., Taghizadeh Mehrjardi, R., Refehi, G.H., Rouhipour, H., and Gorji, M. 2009. Application of soil conditioners and man-made erosion control materials to reduce erosion risk on sloping lands. *Afr. J. Plant Sci.* 3: 74-84.
7. Barthes, B., and Roose, E. 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion validation at several levels. *Catena*, 77: 133-149.
8. Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 56: 464-465.
9. Busscher, W.J., and Bauer, P.J. 2003. Soil strength, cotton growth and lint yield in southeastern USA coastal loamy sand. *Soil Till. Res.* 74: 151-159.
10. Day, R. 1965. Particle fraction and particle size analysis. In: C.A. Black et al. (ed.) *method of soil analysis. Part 1.* 545-566. 5cr. No. 9. ASA. Madison, WI.
11. Flanagan, D.C., Chaudhari, K., and Norton, L.D. 2002. Polyacrylamide soil amendment effects on runoff and sediment yield on steep slopes: Part I. Simulate Rainfal Conditions. *Transactions of the ASAE*, 45: 5. 1327-1337.
12. Flanagan, D.C., Chaudhari, K., and Norton, L.D. 2002. Polyacrylamide soil amendment effects on runoff and sediment yield on steep slopes: Part II. Natural Rainfal Conditions. *Transactions of the ASAE*, 45: 5. 1339-1351.
13. Goh, T.B., Arnaud, R.J.S.T., and Mermut, A.R. 1993. Aggregate stability to water. In: Cartner, M.R. (Ed.), *Soil sampling and methods of analysis.* Can. Soc. Soil Sci. Lewis Publishers, Boca Raton, Canada, Pp: 177-180.
14. Karimi, H. 1991. *Farming crops.* Tehran University Press, 21p. (In Persian)
15. Kouchakzadeh, M. 2000. Effect of some polymers on soil physical properties. *J. Soil Water Sci.* 14: 2. 176-186. (In Persian)
16. Kukal, S.S., Manmeet, K., Bawa, S.S., and Gupta, N. 2007. Water-drop stability of PVA-treated natural soil aggregates from different land uses. *Catena*, 70: 475-479.
17. Nadler, A., Perfect, E., and Kay, B.D. 1996. Effect of polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 555-561.
18. Nelson, D.W., and Sommer, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: A.L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis.* 2<sup>nd</sup> Ed. ASA Monogr. Amer. Soc. Agron. Madison, 9: 2. 539-579.

19. Novoa, G.A.G., Heinamaki, J., Mirza, S., Antikainen, O., Colarte, A.I., Paz, A.S., and Yliruusi, J. 2004. Physical solid-state properties and dissolution of sustained-release matrices of polyvinylacetate. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 59: 343-350.
20. Orts, W.J., Sojka, R.E., and Glenn, G.M. 2000. Biopolymer additives to reduce soil erosion-induced soil losses during irrigation. *Ind. Crops Prod.* 11: 19-29.
21. Shainberg, I.D., Warrington, N., and Rengasamy, P. 1990. Water quality and PAM interaction in reducing surface sealing. *Soil Sci.* 149: 301-307.
22. Shainberg, I., Levy, G.J., Rengasamy, P., and Frenkel, H. 1992. Aggregate stability and seal formation as affected by drops impact energy and soil amendment *Soil Sci.* 54: 113-119.
23. Sojka, R.E., Bjerneberg, D.L., Enrty, J.A., Lentz, R.D., and Orts, W.J. 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Adv. Agron.* 92: 75-162.
24. Tang, T., Yu, Z., Lei, J., Shainberg, I.A., Mamedov, A.I., Ben-Hur, M., and Levy, G. 2006. Runoff and erosion in sodic soils treated with dry PAM and phosphogypsum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 679-690.
25. USDA. 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey SCS-USDA, Handbook No, 436: 446.
26. Vacher, C.A., Loch, R.J., and Raine, S.R. 2003. Effect of polyacrylamide addition on infiltration and erosion of disturbed lands. *Aust. J. Soil Res.* 41: 1509-1520.
27. Wallace, A. 1987. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling and emergence growth. *Hort. Sci.* 22: 5. 951.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 21(3), 2014*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Effect of polyvinylacetate on soil compaction, surface resistance, and wheat germination in a marl soil under rainfall simulator**

**\*S. Tohidlou<sup>1</sup>, A.R. Vaezi<sup>2</sup> and M.H. Mohammadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc., Dept. of Soil Science, University of Zanjan,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Zanjan

Received: 05/23/2012; Accepted: 06/02/2013

### **Abstract**

The study was conducted to investigate the effect of polyvinylacetate on some physical properties and wheat grain germination in a marl soil in the west Zanjan province in 2011. Polyvinylacetate (PVAc) solution was sprayed at four levels (0.00, 33.34, 66.67 and 100.00 kg ha<sup>-1</sup>) with four replications on 16 soil samples. The polymerized soils were put in the boxes with a dimension of 30 cm × 50 cm and 20 cm- height. Wheat grains were planted in 2 cm -depth with an interval of 5 cm each other. The polymerized soils were affected by four rainfall events with an intensity of 40 mm h<sup>-1</sup>. Soil compaction was determined based on the bulk density and soil surface resistance was measured by a penetrometer. Germination percentage was computed using the ratio of germinated grains to total planted grains. Results showed that the PVAc significantly affected the soil compaction and surface resistance (P<0.001). There was a positive relationship between the soil surface resistance and the soil compaction and affected by the PVAc (R<sup>2</sup>=0.99). The highest germination rate (95.39%) obtained with application of 100 kg ha<sup>-1</sup> polyvinylacetate level which was 7.5% higher than the control treatment (88.2%). By using the PVAc, soil aggregation was remarkably improved and consequently soil compaction and surface resistance considerably decreased. The wheat germination rate significantly enhanced in the polymerized soils due to improvement of the soil physical properties.

**Keywords:** Soil compaction, Surface resistance, Germination rate

---

\* Corresponding Author; Email: tohidlo2012@gmail.com