اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک

محمد رحمی بهره‌مند، مجید افونی، محمدعلی حاج‌عباسی و یحيی رضایی‌نژاد

چکیده
در این پژوهش اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، و همچنین اثر گذشت زمان پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک بر این ویژگی‌ها بررسی گردید. جهان سطح لجن فاضلاب (صفر، ۰:۲۵، ۰:۵۰ و ۱۰۰ تکرار در هکتار) در چارچوب طرح یک‌طرفه کاملاً تصادفی با سه تکرار به خاک افزوده و تا رصد سیستم جغرافیای هندسی شد. خاک مورد آزمایش جزو کامیاب فاقد لومو می‌باشد، ترمیم های عاجل است. پس از افزودن لجن فاضلاب، کل درصد کشت شد و ۳۲:۵ و ۳۳:۱ روز بعد از افزودن لجن فاضلاب ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل پایداری خاک دانه‌ها، جرم مخصوص ظاهری، مداوم به‌درستی اشباع، نفوذ‌پذیری بری، درصد رطوبت در ۰:۱ و ۰:۵ بار و آب قابل استفاده گیاه در خاک و کاهش معنی‌دار پایداری خاک دانه‌ها. مداوم به‌درستی اشباع، سرعت نفوذ نهایی و درصد رطوبت در ۰:۳ و ۰:۵ بار و آب قابل استفاده گیاه در خاک کاهش یافته و در کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری آن کرد. برای خواص فیزیکی اندام‌گذاری شده، بهترین نتایج در تیمار ۰:۰۵ تکرار مثبت‌تر و در ۰:۵۰ در مقدارهای مشابه شد. در این پژوهش زمان پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث شد که کمیت این ویژگی‌ها در تمام تیمارها به سوی کاهش شرکت کند. ولی حتی ۲۲ رووز پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک در تیمارهای ۰:۰۵ و ۰:۵۰ تکرار مسیرهای ویژگی‌های فیزیکی تفاوت مشاهده نمی‌شود. بهترین نتایج در تیمار چهار گزارش و در افزودن لجن فاضلاب به خاک اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی آن دارد. و این موضوع مخصوصاً در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه و نفوذ‌پذیری بری خاک در مناطق مرکزی ایران که کم‌آبی آب رو به هستند، بسیار به‌غایت دارد.

واژه‌های کلیدی: مداوم به‌درستی، آب قابل جذب، نفوذ‌پذیری، جرم مخصوص ظاهری، لجن فاضلاب

1. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲۱ تن در هکتاژ به یک خاک رسید. خاک‌ده‌های پایدار در آب دو درصد افزایش یافت. مانند و فرانک‌برگ (۲۵) گزارش کردند که با افزودن لجن فاضلاب به یک خاک بهره‌مند در قطعات آزمایشی بنا نارنج بی‌پره سالانه دریافت و در یک برای ساخته خاک‌ده‌ای به‌طور مداوم در آزمایش‌های مورد نیاز. لگانگ و بیلبیر (۳۱) در آزمایشی از این است. ۱۰ و ۱۷. اخیراً در آریان پژوهش‌های بی‌پره در دوره جنبشی شیمیایی و آزمایشگاه استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های چاپروری صرورت گرفت، ولی توجه کمتری به اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های ویژگی‌های خاک ریشه‌های خاک، رطوبت خاک، طرح اضطراب کردن (سطحی با محفظه کردن با خاک) و مقدار آن در خاک است (۱۴). ایستین (۸) گزارش کرد که با افزودن ۵ درصد و دست لجن فاضلاب به خاک با بافت لوم‌الیتی (Sily loam) از روز انکوپاسین افزایش می‌یابد، ولی پس از ۷۹ روز افزونه کرده و به مقدار متوسط می‌رسد. کلای و هکمان (۷) نشان دادند که نفوذ‌پذیری خاک با افزودن ۵۰ و ۱۴۰ تن لجن فاضلاب در یک خاک به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. مانند و فرانک‌برگ (۱۵) در سرعت نفوذ‌پذیری خاک که و را با کاربرد لجن فاضلاب، کود مرغی، کاه و پونجه اصلی کرده‌ها ارتباطی بین ریال فیزیک کردن لجن فاضلاب با کاه و پونجه نسبت به کود مرغی شاهد بود. میز و هکمان (۱۶) گزارش کردند که اضطراب کردن لجن فاضلاب به خاک سبب کاهش ترکیب مخصوص ظاهری خاک می‌شود. آنها ابن اوضاع خاک‌ده‌ای و تغییرات خاک را به شکلی که طرح یافته کردن (سطحی با محفظه کردن با خاک) و مقدار آن در خاک است (۱۴). ایستین (۸) گزارش کرد که با افزودن ۵ درصد و دست لجن فاضلاب به خاک با بافت لوم‌الیتی (Sily loam) از روز انکوپاسین افزایش می‌یابد، ولی پس از ۷۹ روز افزونه کرده و به مقدار متوسط می‌رسد. کلای و هکمان (۷) نشان دادند که نفوذ‌پذیری خاک با افزودن ۵۰ و ۱۴۰ تن لجن فاضلاب در یک خاک به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. مانند و فرانک‌برگ (۱۵) در سرعت نفوذ‌پذیری خاک که و را با کاربرد لجن فاضلاب، کود مرغی، کاه و پونجه اصلی کرده‌ها ارتباطی بین ریال فیزیک کردن لجن فاضلاب با کاه و پونجه نسبت به کود مرغی شاهد بود. میز و هکمان (۱۶) گزارش کردند که اضطراب کردن لجن فاضلاب به خاک سبب کاهش ترکیب مخصوص ظاهری خاک می‌شود. آنها ابن اوضاع خاک‌ده‌ای و تغییرات خاک را به شکلی که طرح یافته کردن (سطحی با محفظه کردن با خاک) و مقدار آن در خاک است (۱۴). ایستین (۸) گزارش
از لحیال فاصله‌پر برسی ویژگی‌های فیزیکی خاک

<table>
<thead>
<tr>
<th>جدول 1</th>
<th>برخی ویژگی‌های شیمیایی لجن فاصله‌پر مورد استفاده</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>واحد</td>
</tr>
<tr>
<td>pH</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>عناصر الکتریکی</td>
<td>1 ds/m</td>
</tr>
<tr>
<td>ماده آلی</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>نیتروژن کل</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>فسفر کل</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>آهن</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>روی</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>مس</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>منگنز</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>کادمیم</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>سرب</td>
<td>mg/kg</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. نیترات: آب از طریق دمایی وحشتناک 21 است.
2. غلظت کل فلزات: 10 میلی‌گرمی به سیالات نیتریک 4 میلی‌مولار (1)
3. قریب 148 و 221 روز از افزودن لجن فاصله‌پر انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی خاک، شامل جرم مخصوص ظاهری با روش نمونه‌گیری دست نخورده (12)، هدایت هیدرولیکی اشباع به روش آزمایش‌گاهی از نتایج (Constant head method) (1)
4. روی کردن مرطوب، قابل استفاده با محاسبه نهایی مقدار آب 1/3 بر بار توزیع شده
5. پرس (Pressure plate) و نفوذ آب به داخل خاک در زیر زیره با
6. روی نک استوانه‌ای (Single-ring method) (18)
7. استفاده از این روش در یکی از ایجاد در درک اضافی در خاک بوده است، اما از فرآیند استوانه در خاک اطراف آن به فاصله 20 سانتی‌متری چوبی جدایکاهی سابقه شد و نخست اطلاع استوانه از آشیب گردیده، سپس آب به داخل استوانه ریخته و میزان نفوذ در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شد (5 و 11)
8. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفته. در این پژوهش روند تغییرات ویژگی‌های فیزیکی خاک هر تیمی کوچی در طول فصل زراعی در جهار نیست (23، 24، 26 و 27) روی 148 و 221 روز پس از افزودن لجن فاصله‌پر، و اختلاف میان تیم‌های کوچی مختلف بحث و بررسی گردیده است.

نتایج و بحث

پایداری خاک‌دانها

با افزایش میزان لجن فاصله‌پر افزودن شده به خاک، پایداری خاک‌دانها به طور معنی‌داری افزایش یافته و در نمونه‌برداری سوم (148 روز پس از افزودن لجن فاصله‌پر) در تیم‌هایی 50 و 100 تن در هکتار جن نشا داده شد. ویژگی‌های فیزیکی خاک در نمونه‌برداری چهارم (221 روز پس از افزودن لجن) پایداری به حالت اول بازگشت. این نتایج در تمام تیم‌های و در کل بیشتر زمان‌ها پایداری خاک‌دانها به طور معنی‌داری بیش از تیم‌های شاهد است (شکل 1).
جدول ۲. تغییرات ویژگی‌های سیزیکی خاک در اثر افزودن مقادیر مختلف لجن فاضلاب به خاک

<table>
<thead>
<tr>
<th>جرم مخصوص</th>
<th>تیمار</th>
<th>ظاهری</th>
<th>هیدرولیکی نهایی</th>
<th>خاکدانه</th>
<th>نفوذ رطوبت</th>
<th>درصد</th>
<th>رطوبت</th>
<th>اب قابل</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>۸/۲۵  جای ۸/۲۵</td>
<td>۱۲/۵۶  جای ۱۳/۵۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
</tr>
<tr>
<td>۱۱/۱۱  جای ۱۱/۱۱</td>
<td>۱۲/۱۱  جای ۱۲/۱۱</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
<td>۴/۸۶  جای ۴/۸۶</td>
</tr>
</tbody>
</table>

نوبت دوم بردار

**شکل ۱. تغییرات پایداری خاکدانه‌ها در تیمارهای مختلف لجن فاضلاب در طول فصل زراعی**

ظاهری خاک روند افزایشی دارد (شکل ۳). در آغاز فصل رشد، به‌خاطر اثر رفت و رجوع کندنگی لجن، جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش یافت. ولی پس از آن روند افزایشی دانست (شکل ۳)، یکی از عوامل جرم مخصوص ظاهری مدنتی پس از افزودن لجن به خاک (مقایسه نمونه‌برداری به‌سوی اول با دوم، سوم و چهارم، بیشینت پایداری خاکدانه‌ها در دسترس قرار گرفتن آنها، و سپس جایگزینی شدن ذرات در خاک و فرک خاک، و در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک به‌طور است. (۷۱).

از دیگر علل افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در کلیه تیمارها تراکم طبیعی خاک پس از عملیات کاشت است.
اثر لحن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک

پژوهش‌هایی بیشتری نشان داده که خاک پس از تخته‌سازی آب‌داری نست می‌کند. این نشانست باعث افزایش کشش کر-defined مخصوص ظاهری به ویژه در عمل‌های اولیه خاک (200 سانتی‌متر) می‌شود (17).

**ساختار فیزیکی خاک در زمان‌های مختلف در شکل 4 نشان داده شده است. لحن فاضلاب به طور معنی‌داری سرعت نفوذ به خاک تعیین شده است. افزایش سرعت سرعت نفوذ به خاک به دلیل افزایش پایداری خاک آنها و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در کره‌های تیمار شده باید افزایش سرعت نفوذ به خاک در تیمارهای فاسلاب اول (2 و 3) در طول فصل زراعی، نفوذی‌پردازی خاک، هم‌اکنون هیدرولوژی‌کی، روندی کاهش‌نشین نشان داد و لیتی از تیمارهای فاسلاب هزار به صورت معنی‌داری بیش از سرعت سرعت نفوذ به شاهد است. در آب‌داری فصل رشد، معمولاً فاز‌های دیگر می‌کنند که سرعت نفوذ به شاهد است. افزایش در سطح خاک، سرعت سرعت سرعت به شاهد افزایش می‌یابد (10). با گذشت میان سرعت سرعت سرعت به شاهد افزایش می‌یابد (10). با گذشت میان سرعت سرعت به شاهد افزایش می‌یابد (10). با گذشت میان سرعت سرعت به شاهد افزایش می‌یابد (10).

**مدت حیات هیدرولوژیکی**

شکل 3 روند تغییرات مدت حیات هیدرولوژیکی را از راه تیمارهای مختلف لحن فاضلاب نشان می‌دهد. این روند نسبت معنی‌داری با تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در زمان‌های مختلف تیمارهای فاسلابی دارد. به طور کلی، افزودن لحن فاضلاب باعث افزایش هیدرولوژیکی اشباع خاک شده و لیتی افزایش می‌یابد. این تغییرات نشان داده که تعداد افزایش شده این مدل را در تیمارهای اول، تیمار 100 تنا لحن در هکتار هیدرولوژیکی اشباع را به میزان 3/4 در به میزان 5/7 در به شاهد افزایش دارد. در هنگام نمونه‌برداری تیمارهای 500 و 100 تنا در هکتار لحن فاضلاب تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد با شاهد دارد.

در تیمارهای هیدرولوژیکی سوم و چهارم نژاد هنوز تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای لحن با شاهد وجود دارد و این مورد
شکل ۴: تغییرات نفوذ نهایی تیمارهای مختلف لجن فاضلاب در طول فصل زراعی

امتیاز ۱۰۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب به طور معنی‌داری سرعت نفوذ نهایی خاك را نسبت به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار افزایش داد (جدول ۲). نتایج مشاهده توسط کلاپ و همکاران (۷) در باره تأثیر لجن فاضلاب در افزایش سرعت نفوذ آب در خاك گزارش شده است.

روطیت خاک

با افزودن مواد آلی به خاک قدرت تغییرات رطوبت خاک افزایش یافت. این افزایش به خاطر کاهش جرم مخصوع ظاهری، افزایش تخلخل کل، تغییر در اندازه خاکدانه و افزایش سطح جذب آب می‌باشد (۸). در جدول ۱ درصد رطوبت خاک در مکان‌های ۱ و ۱۵ بار نشان داده شده است.

با افزایش میزان لجن درصد رطوبت در ۱/۲ بار به صورت معیار دار نسبت به شاهد افزایش یافت، ولی این افزایش بین تیمارهای لجن معنی‌دار نبود. به طور کلی، تیمار ۱۰۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب دارای درصد رطوبت بیشتری در ۱/۲ بار نسبت به تیمارهای دیگر لجن فاضلاب است (جدول ۲). شکل ۵ روند تغییرات آب قابل استفاده در تیمارهای مختلف لجن فاضلاب را در طول فصل زراعی نشان می‌دهد.
۳. افزودن لجن فاصلاب به خان موجب افزایش هدايت هیدرولیکی ایجاد می‌شود و سرعت نفوذ نهایی گردد. ولی در طول فصل زراعی هیدرولیکی ایجاد می‌شود و سرعت نفوذ نهایی کاملاً پایان نمی‌یابد. حتی افزایش بالاتری خاک دهانه‌ها هم این روند کاملاً را کنترل نکرده در هر صورت، هدايت هیدرولیکی و سرعت نفوذ نهایی خاک به شاهد یکدیگر می‌شود.

۲. تیمار ۱۰۰۰ نشان دهنده هریکی از تأثیرات افزایش سرعت نفوذ نهایی و هدايت هیدرولیکی خاک دارد.

۳. تیمارهای لجن فاصلاب تغییراتی رطوبت خاک را در مکش ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ بار نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین، آب قابل استفاده که با افزودن لجن به خاک افزایش یافته و این امر باعث می‌شود که با کاربرد کودهای آلی مصرف آب آبیاری کمتر شده و نیز در مناطق خشک گاهان در شرایط نشین کم آبی از آب خاک استفاده بهتر شود.

۴. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که لجن فاصلاب ممکن است اثر مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک دارد، و تأثیر تیمار لجن فاصلاب در برخی از موارد حتی از یک فصل زراعی باقی ماند.

سیاستگازیار

اعتبارات این پژوهش از طریق طرح ملی تحقیقاتی باکد (M12) ۱۱۵۱ با حمایت شرکت پژوهش‌های علمی کشور تأمین شده است که بدون وسیله‌نگار و قدردانی می‌شود.

۱۵۱ در مکش های ۱ و ۲ و ۱۵ بار سیاستگازیار می‌گردد.

۷
متناوی‌های استفاده

1. آفونی، م.، ی. رضائی‌نژاد و ب. خیامی‌پاشی. 1371. اثر لجن فلزات سنگین به وسیله کاهو به جذب فلزات سنگین. دانشگاه سمنان.

2. بیکی هرچگانی. 1378. اثر رطوبت اولیه و بارآب در فرآیند نفوذ سده بافت خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آیاری، دانشگاه کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

3. سالار ونی، ع. 1371. حساسیت خاک‌های رویه‌ای به نفوذ واکنش‌های. انتشارات دانشگاه تهران.

4. محبوبی، ع. 1370. تاثیر خاک‌های اسپرایزی و انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان.


