اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک

محمدرحیم بهره‌مند، مجيد افیونی، محمدرضا حاج عباسی و بهرام رضایی نژاد

چکیده
در این پژوهش اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، و همچنین اثر گذشت زمان پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک برای ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار در جواهرپور طرح لیزرهای کامپیوتری مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های گردیده با استفاده از تکنیک‌های آماری مورد بررسی و تجزیه و تحلیل گردیدند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان پس از افزودن لجن فاضلاب ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل پایداری خاک‌های یک جرم مخصول ظاهری، هدایت هیدرولیکی اشباع، نفوذیتی، برداشت، رطوبت در ۱/۱۵ بار و آب کابال استفاده گیاه در خاک از یک‌پاره‌گیری گردید.

لجن فاضلاب در خاک باعث افزایش می‌شود که توسط پایداری خاک‌دهانه‌ها، هدایت هیدرولیکی اشباع، سرعت نفوذ، نهایی، درصد رطوبت در ۱/۱۵ بار و آب کابال استفاده گیاه در خاک و کاهش معنی‌دار جرم مخصول ظاهری آن گردید. برای خواص فیزیکی اندامگی شده، بهترین نتایج در زمان ۹۲ تا ۱۸۰ روز در هکتار مشاهده شد. گفته شد زمان پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث شده که کمبود این ویژگی‌ها در تمام میزانهای به سوی افزایش شده، میل کند. ولی حتی ۲۴۰ روز پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار، ویژگی‌های فیزیکی نامناسب شده به شاهد داشتند. تجربه این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن لجن فاضلاب به خاک اثر مطلوب بر ویژگی‌های فیزیکی آن دارد.

واژه‌های کلیدی: هدایت هیدرولیکی، آب کابال جذب، نفوذیتی، برداشت، رطوبت در ۱/۱۵ بار و آب کابال استفاده گیاه و نفوذیتی خاک، میزانهای آن دارد.
خاک‌های مناطق مرکزی ایران با اقلیمی خشک و تبریز نامیده می‌شوند. اغلب دارای کمتر از یک درصد ماده آلی می‌باشند. بنابراین، و با توجه به محدود بودن منابع کودهای دامی، استفاده از منابع کودهای آلی دیگر نظیر لجن فاضلاب امری ضروری است (13-15). لجن فاضلاب منبع غنی عناصر مورد نیاز گیاه‌پروری می‌باشد و به همین علت به عنوان کودی ارزان قیمتی مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (16،17). اخیراً در ایران پژوهش‌های در مورد چنی‌های شیمیایی و آلودگی استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی صورت گرفته و لیک نتیجه‌گیری کردی که اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی خاکی بهبودی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند جرم مخصوص شده و تخلخل خاک می‌شود.

پژوهش‌های فوق و سیستمی پژوهش‌های دیگر نشان دهنده تأثیر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک است. ولی به تأثیر گذشته زمان پس از ذوب ویژگی‌های فیزیکی کمتر توجه شده است. بنابراین، هدف از این پژوهش تعیین اثر لجن فاضلاب بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک و تعیین گذشته زمان پس از ذوب ویژگی‌های فیزیکی خاکی بهبودی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند جرم مخصوص شده و تخلخل خاک می‌شود.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش به صورت بلکهای کامل تصادفی با سه تکرار و پنج سطح لجن فاضلاب (صفر، 25، 50 و 100 در درصد) در کرت‌هایی به اندازه 5×5 متر، در مرزهای پویه‌های دانشگاه صنعتی شهید رجایی واقع در ناحیه آبادان اجرا گردید. خاک محل Fine Loamy, mixed, thermic (Typic Haplorgids) است. لجن هوا خشک ژوئی، و در سطح کرت مربوط به طور یکنواخت یک‌شقی، و با مقدار 20 سانتی‌متری با خاک خشک ژوئی، برخی ویژگی‌های شیمیایی لجن فاضلاب استفاده شده در این پژوهش در جدول 1 نشان داده شده است.

پس از اعمال تیمارهای لجن فاضلاب، گندم (رقم روشن) به طور روزی در فصل‌های دیده 15 سانتی‌متر و عمق کاشت 5 سانتی‌متر (در ناحیه آبادان) با دست کاشت شده آب‌یاری به‌صورت کریتی و با توجه به نیاز گیاه انجم شد. چهار ماه بعد نمونه‌برداری از عمق‌های مختلف 20 سانتی‌متری خاک به ترتیب مقدمه
توضیحات و بحث
یافته‌های آزمایشگاهی

با افزایش میزان لجن فاضلاب افزوده شده به خاک، پایداری خاک دانه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته (جدول ۲). نتایج نشان داده شد که با افزایش میزان لجن فاضلاب بین ۱۰۰ و ۲۰۰ تن در هکتار است، به‌طور متوسط برای تاکار لجن بر پایداری خاک دانه‌ها زمان بخصوصی مورد نیاز می‌باشد. به طوری که، پس از افزودن لجن فاضلاب به خاک، با گذشت زمان، نسبت پایداری خاک دانه‌ها به طور معنی‌داری بالا گرفته، بعد از مدتی افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی لجن فاضلاب مورد استفاده

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>واحد</th>
<th>مقدار</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>pH</td>
<td></td>
<td>۶/۵</td>
</tr>
<tr>
<td>هدایت الکتریکی</td>
<td>dS/m</td>
<td>۱۳/۵</td>
</tr>
<tr>
<td>ماده آلی</td>
<td>درصد</td>
<td>۲۵</td>
</tr>
<tr>
<td>نیتروژن کل</td>
<td>درصد</td>
<td>۱/۸</td>
</tr>
<tr>
<td>فسفر کل</td>
<td>درصد</td>
<td>۰/۳۶</td>
</tr>
<tr>
<td>آهن</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۱۳۶۵</td>
</tr>
<tr>
<td>روی</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۹۵۰</td>
</tr>
<tr>
<td>مس</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۴۰۴</td>
</tr>
<tr>
<td>منگنز</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۲۰۵</td>
</tr>
<tr>
<td>کادمیوم</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۴/۵</td>
</tr>
<tr>
<td>سرب</td>
<td>mg/kg</td>
<td>۷۳/۲</td>
</tr>
</tbody>
</table>

روش کرد مرطوب، آب قال می‌باشد که به‌صورت فاضلاب ۱/۵ بار توسط دستگاه صفحه فشاری (Pressure plate) (۱۸)، و نفوذ آب به داخل خاک در مزرعه با آندازه‌گیری شد (Single-ring method). هدایت الکتریکی لجن استفاده از این روش، جلوگیری از ایجاد دراز و شکاف‌ایافی در خاک بوده است؛ به‌دست از فرآوری استاندهای اضافی در خاک بوده است; باعث یکی از این روی افزودن لجن فاضلاب به سطح خاک و یکی از ایجاد عایقی اضافی در خاک قرار دارد. با این حال، شکل‌گیری خاک، به شکلی که در نوشتار آن می‌باشد، توجه شد که پیش‌تر در این رقابت قرار داشته‌ها حذف می‌گردد (۱۷).

از دیگر عامل‌های افزایش ویژگی‌های سرشار از پیشگیری از پدیدار شدن خاکانه‌ها شامل محفظه مناسب و مناسب بودن بیشتر است، در غارهای و در هنگام نمونه‌برداری دوم، هوا نسبتاً سرد (فصل زمستان)، و در نهایت نمونه‌برداری سوم به بیشتر شرایط ویژگی‌های مورد استفاده تجربه که عوامل محیطی مانند درجه حرارت است. در گزارش و در هنگام نمونه‌برداری دوم، هوا نسبتاً سرد (فصل زمستان)، و در نهایت نمونه‌برداری سوم به بیشتر شرایط ویژگی‌های مورد استفاده تجربه که عوامل محیطی مانند درجه حرارت است.
جدول 2. تغییرات ویژگی‌های فیزیکی خاک در اثر افزودن مقدار مختلف لجن فاضلاب به خاک

<table>
<thead>
<tr>
<th>رطوبت</th>
<th>پایداری</th>
<th>ظاهر</th>
<th>هدایت</th>
<th>نفوذ</th>
<th>تیمار</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>بار</td>
<td>درصد</td>
<td>(cm/h)</td>
<td>(Mg/m³)</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>12/5⁴</td>
<td>4/8⁵</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20/8¹</td>
<td>4/8⁵</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>23/7²</td>
<td>6/8⁶</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>18/9³</td>
<td>7/8⁷</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>22/8⁴</td>
<td>9/8⁸</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>14/3⁵</td>
<td>1/37⁴</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

شایع

۲۵ تن در هکتار
۵۰ تن در هکتار
۱۰۰ تن در هکتار

اعداد هر سالن به حروف مشابه نیاز دارد، دارای اختلاف معنی‌دار (p<0.05) هستند.

شکل 1. تغیرات پایداری خاک‌داهنامه در تیمارهای مختلف لجن فاضلاب در طول فصل زراعی

زمان نمونه برداری

ظاهری خاک روند افزایش دارد (شکل ۲). در آغاز فصل نسبت به خاک ترکیب‌های کننده لجن، جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش داشته، ولی پس از آن روند افزایشی داشت (شکل ۲). کاهش از علل افزایش جرم مخصوص ظاهری مدتی پس از آفزودن لجن به خاک (مقاومت نمونه‌برداری‌های اول با دوم، سوم و چهارم)، به‌بینی پایداری خاک‌داهنامه و در دسترس قرار گرفتن آنها و پس جایگیری شدن ذرات در خاک و در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک بوده است (۷۷).

چرم مخصوص ظاهری

به طور کلی، افزایش ۱۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب به خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد گردد. ولی گذشت زمان باعث از بین رفتن این اثر، در تیمارهای ۱۰ و ۲۵ تن در هکتار این ویژگی تا سطح شاهد شده است. کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری ۱/۹۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب، مریبو به تیمار ۱۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب می‌باشد. ولی در طول فصل زراعی و پس از برداشت محصول، تغییرات جرم مخصوص

(نابیست) باعث کاهش فعالیت فارغ‌ها، کاهش پایداری خاک‌داهنامه، و در نتیجه در دسترس قرار گرفتن آنها گردد.
شکل 2. تغییرات غرم مخصوص ظاهری تیمارهای مختلف لجن فاضلاب در طول فصل زراعی

به ویژه در تیمار 100 تن لجن فاضلاب آنگار است (شکل ۳). بنابراین، نتایج گزارش هیدرولوژی خان به مقدار لجن فرورده شده به تغییرات آب در این تیمار (۸) بستگی دارد.

سرعت نفوذ نهایی آب در حاک

روند تغییرات نفوذ نهایی خان در زمانهای مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. لجن فاضلاب به طور معنی‌داری سرعت نفوذ نهایی خان را افزایش داد (جدول ۲). افزایش سرعت نفوذ نهایی خان به دلیل افزایش پایداری خانادانها و کاهش جرم مخصوص ظاهری خان در هر گروه تیمار داشته باشد در لجن فاضلاب است (۲ و ۳). در طول فصل زراعی، نفوذپذیری خان به همراه با تغییرات هیدرولوژی، روندی کاهشی نشان داد ولی حتی در تیمارهای سرماءه و چهار مربع سرعت نفوذ نهایی خان در تیمارهای لجن فاضلاب هنوز به صورت معنی‌داری بیش از سرعت نفوذ نهایی در شاهد است.

همچنین، این مسئله در آغاز فصل رشد، بسیاری قرار دارد و باعث تغییراتی می‌شود که این حفره‌هایی در سطح خان سرعت نفوذ نهایی خان را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (۱۱). با گذشت زمان، روند کاهشی سرعت نفوذ نهایی خان به علت تغییر مواد آلی و کاهش پایداری خانادانه‌ها

پژوهش‌های بسیاری نشان داده که حاک پس از تختیت آب‌رانی نهایی نتیجه می‌گیرد و نسبت داده شده در تغییرات جرم مخصوص ظاهری، به ویژه در عموم‌های اولیه حاک (۲۰۰-۱۲۰ سانتی‌متر) می‌شود (۱۷).

هیدرولوژی

شکل ۳. تغییرات هیدرولوژی اشباع را در تیمارهای مختلف لجنهای خان در زمانهای مختلف در شکل ۴ نشان داده است. تغییرات جرم مخصوص ظاهری خان در فصل زراعی مختلف تیمارهای برداری دارد. به طور کلی، افزودن لجن فاضلاب به تغییرات هیدرولوژی اشباع خان شده، ولی گذشت زمان پس از تختیت نمونه‌برداری باعث کاهش این پارامتر گردید (جدول ۲ و ۳). این نتایج مشابه با نتایج گزارش شده ایستیم (۸) است.

در تیمارهای اول، تیمار ۲۵ تن لجن در هکتار هیدرولوژی اشباع را ۲/۷ برابر، و تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار را ۵/۷ برابر نسبت به شاهد افزایش داد. در هنگام تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تغییر معناداری در سطح پنجم درصد به شاهد دارند. در تیمارهای سرماءه و چهار مربع هنوز تغییرات معناداری بین تیمارهای لجن با شاهد وجود دارد، و این مورد
اب قابل استفاده با افزودن لجن فاصلاب به صورت معنی‌داری افزایش یافته (جدول 1). بیشترین درصد آب قابل استفاده در تیمار 100 تن در هکتار لجن فاصلاب دیده شد. در هنگام نمونه‌برداری دوم (کاهش در آب قابل استفاده و وجود دارد. این کاهش ممکن است به خطر کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها باشد. بیشترین میزان آب قابل استفاده در هنگام نمونه‌برداری سوم کاهش دیده شد. که به عنوان افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها و پوسیدن بیشتر مواد آلی موجود در لجن فاصلاب (افراش سطح جذب کننده آب) است. (8). تیمار 100 تن در هکتار لجن فاصلاب آب قابل استفاده را به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای 15 و 50 تن در هکتار افزایش داد و نفوذ معنی‌داری بین تیمارهای 25 و 50 تن در هکتار مشاهده شد. (جدول 2).

نتیجه‌گیری کلی

1. افزودن لجن فاصلاب به شاک باعث پایداری کلی خاک‌دانه‌ها می‌شود. که می‌تواند سبب کاهش مقدار فرسایش خاک گردد.

2. افزودن لجن فاصلاب به شاک باعث کاهش جرم محصول ظاریح گردید. ولی پس از مدتی در طول فصل زراعی، جرم محصول ظاریح خاک روی افزایش داشت.

است. تیمار 100 تن در هکتار لجن فاصلاب به طور معنی‌داری سرعت نفوذ به شاک را نسبت به تیمارهای 25 و 50 تن در هکتار افزایش داد (جدول 2). نتایج مشابه توسط کلاب و همکاران (7) در باره تأثیر لجن فاصلاب در افزایش سرعت نفوذ آب در خاک گزارش شده است.

روطیت خاک

با افزودن مواد آلی به شاک قدرت تغهداری رطوبت خاک افزایش یافته، این افزایش به خاطر کاهش جرم محصول ظاهری، افزایش تخلخل کل، تغییر در اندازه خاک‌دانه‌ها و افزایش سطح جذب آب می‌باشد. (8). در جدول 2 درصد رطوبت خاک در مکش‌های 1 و 15 پار تسان داده شده است.

با افزایش میزان لجن، درصد رطوبت در 1/3 بار به صورت معنی‌دار نسبت به شاک افزایش یافته و در این افزایش بین تیمارهای متوافق نیست. به طور کلی، تیمار 100 تن در هکتار لجن فاصلاب دارای درصد رطوبت بیشتری در 1/3 بار نسبت به تیمارهای دیگر لجن فاصلاب است (جدول 2). شکل 5 روند تغییرات آب قابل استفاده در تیمارهای مختلف لجن فاصلاب را در طول فصل زراعی نشان می‌دهد.
شکل ۵. تغییرات آب قابل استفاده تیمارهای مختلف لجن فاضلاب در طول فصل زراعی

تیمارهای لجن فاضلاب نگهداری رطوبت خاک را در مکش آب ۱۵ بار نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین، آب قابل استفاده گیاه با انرژی لجن به خاک افزایش یافت. این امر باعث می‌شود که با کاربرد کودهای آلی عصر ایام آبیاری کمتر شده و نیز در مناطق خشک گاهان در شرایط نشک کم آب از آب خاک استفاده بیشتر برند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که لجن فاضلاب اثر مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک دارد و تأثیر تیمار لجن فاضلاب در برخی از موارد حتی بیش از یک فصل می‌باشد.
متابع‌های مورد استفاده

۱. افروپیان، م. ۱۳۶۷. گزارش آزمایشی: ۱۳۶۷. اثر برخی از عوامل بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و استفاده علوم کشاورزی و متاب‌های طبیعی (۲)؛ ۱۹۸۳ -۲۰۰۳.

۲. میکروب‌های گیاهی، ج. ۱۳۸۸. اثر روش‌های اولیه و باران در فراوانی نفوذ سه بافت خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آیا. دانشگاه کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. سالاری، م. ۱۳۸۳. حساسیتی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۴. محیوی، ع. ۱۳۷۰. نهایی خاک کاربردی. انتشارات دانشگاه بومی سیستان، همدان.


