اثر لحن فاضلاب و pH خاک بر قابلیت جذب عنصر کم‌صرف و فلزات سنگین

سکینه واثقی، مجید افونی، حسین شریعتمداری، مصطفی مبلي

چکیده

از فرآیند رشد و توسعه بالگردان، نشان می‌دهد که فرآیند میکروسکوپی‌بندی این سلول‌ها باعث تاثیر لحن فاضلاب و pH خاک می‌شود. هدف از پژوهش گلخانه‌ای بررسی تأثیر لحن فاضلاب بر قابلیت جذب عنصر کم‌صرف و فلزات سنگین در خاک‌های با pH p<0.05 نشان می‌دهد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در فاصله‌های 10 تا 100 و pH 6 تا 8 انجام شد. نتایج نشان دهنده شاهکاری لحن فاضلاب در پیشرفت این ترسه (pH = 6/8، انگرود) و اصفهان (pH = 7/8) در گیاه درخت (Zea mays L) می‌باشد.

لحن فاضلاب باعث افزایش میزان مقدار قابل استخراج (به روش DTPA آهن، روی، مس، سرب، کادمیوم و نیکل) در هزار خاک شد. این انزیم معنی‌دار به نحوی بود که در افزایش مقدار لحن رشد گیاه و تثبیت انرژی فلزات را در این نتیجه‌ها، مقدار لحن فاضلاب به و دراهمگی pH هواپیمایی در ناحیه. با توجه به این که این فیزیولوژی در لحن فاضلاب به عنوان کرد کلی در خاک، به ویژه خاک‌های اسیدی، ممکن است باعث کاهش قابلیت جذب فلزات سنگین حتی برخی سطحی گردند. بنابراین مقدار افزودن لحن فاضلاب به خاک بهبود در ارتباط با مصرف این فلزات در خاک ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: لحن فاضلاب، فلزات سنگین، عنصر کم‌صرف، خاک، اسیدی، خاک آمکی، ذرت

1. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشجو و استادیار دانشگاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
2. دانشیار بازنشسته، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

95
مقدمه

به رغم جنبه‌های مفید لجن فاصلاب به عنوان کرود آلتی، به دلیل وجود مقدار ترسیب‌های فازیات سنجین در لجن، کاربرد آن در کشاورزی ممکن است مشکل‌ساز باشد. و بعث انتقالش شدن به جای اولولیت لجن سنجین مانند سرب، کادمیوم و برای رفتار کرود در لجن کرود آلتی فاصلاب به عنوان یانش موجب رود آنها به زنجه‌های اطراف جاذب به وسیله گیاهی و ایجاد ممکن می‌گردد (6، 7، 8، 9). اگرچه بخشی از فازیات سنجین برای رشد بیولوژیکی اجزاء دارد، ولی فاصلاب‌های کمی بخش از جنین استوانه‌ی کردنی و جانوری سبب تغییر خطرافیان باشد. بنابراین، یکی از مسائل عملی زیست محیطی، که هنگام استفاده از لجن فاصلاب در اراضی کشاورزی شاید مورد توجه گردد، فاصلاب عناصر سمی به کامیون است (6، 7 و 8).

اولین و همکاران (1) گزارش کرده‌اند که افزودن لجن فاصلاب به کامیون افزایش مقاومت نسبت به عصاره‌ی بریری، سرب و سرب به وسیله EDTA در کامیون و افزایش خطرافیان باشد. این در جهت کمترین استفاده از فازیات سنجین برای فاصلاب، کاهش سرب و ورود نیاز استفاده از مصرف و فازیات سنجین به وسیله گیاهی در رفتار و افزایش مقدار می‌باشد این فازیات در کامیون مورد استفاده قرار گرفته است (6، 7 و 8).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال 1398 به صورت گلاشیان در دانشگاه کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. خاک‌های مورد استفاده از اصفهان، رشت، لنگرد و لاهاجان در گیلان انتخاب شد. ترمینال‌های خاک از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر برداشت شده و به محل انجام پژوهش انتقال یافت. برخی ویژگی‌های خاک‌ها در جدول 1 نشان داده شده است.

لجن فاصلاب مورد استفاده از تصفیه‌خانه شاهین‌شهر اصفهان تهیه شده، که از نوع هضم شده بسیار بسیاری بوده کاربرد لجن فاصلاب از ایجاد از تیماری‌های صفر یا بدون شاهد. ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰ تن در هکتار در خاک‌های روستا به عنوان کامیون اضافه شده است. اکسیژن مصرف، فاصلاب عناصر سمی به خاک است (6، 7 و 8).

که از مهم‌ترین آنها می‌توان به pH خاک اشاره کرد. pH اساساً رفتار و دسترسی یک‌سانی را به فازیات سنجین در خاک تعیین می‌کند. قابلیت دسترسی فازیات سنجین رابطه مکرو‌س با خاک‌های اطراف و سرب عناصر به صورت هیدرولیسی و کریستال‌های نامحلول و کم‌بکس‌های

۹۷
جدول 1. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش

<table>
<thead>
<tr>
<th>CEC (cmol+/kg)</th>
<th>مقدار آن (%)</th>
<th>ECe (dS/m)</th>
<th>pH</th>
<th>بافت</th>
<th>رده‌بندی خاک</th>
<th>منطقه نمونه‌برداری</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>31/6</td>
<td>0/5</td>
<td>1/4</td>
<td>6/8</td>
<td>لوم رست</td>
<td>Calcic Argiudolls</td>
<td>رست</td>
</tr>
<tr>
<td>14/5</td>
<td>0/1</td>
<td>1/0</td>
<td>4/8</td>
<td>لوم رست شنی</td>
<td>Typic Hapludults</td>
<td>لگردود</td>
</tr>
<tr>
<td>19/5</td>
<td>0/0</td>
<td>0/0</td>
<td>5/7</td>
<td>لوم رست</td>
<td>Typic Hapludults</td>
<td>لاهیجان</td>
</tr>
<tr>
<td>13/4</td>
<td>0/6</td>
<td>0/0</td>
<td>7/9</td>
<td>رسی</td>
<td>Typic Haplargids</td>
<td>اصفهان</td>
</tr>
</tbody>
</table>

اصطخافی که مربوط به الگوی گلخانه‌ای آن در اثر بروز در دمای حدود 35 درجه سانتی‌گراد به مدت 88 ساعت خشک شدن در بر یار دیده می‌گردد. میزان غلظت فلزات، مربوط به الگوی گلخانه‌ای بیش از حد اسید نترپسیک غلیظ و اسید کاربردی به 70 درصد و اسید اکسیژن به 30 درصد هضم شدن (32). سپس غلظت فلزات مذکور در عصاره‌های حاصل به وسیله دستگاه غذاب‌های مدل پرکین مدل سال 2013 در طول موج خاص هر عصاره‌ای انتخاب گردید. SAS نمونه‌برداری با استفاده از نرم‌افزار آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار غرب. منبع: خاک‌های مورد آزمایش.

نتایج و بحث

تأثیر لجن فاصلاب و قابلیت جذب عناصر در خاک یکی از شاخص‌های که در ارزیابی اثر مواد همچون لجن فاصلاب و آلودگی خاک به فلزات سنگین به کار می‌رود. مقدار کل و قابل جذب این عناصر در خاک پس از کاربرد لجن است. لجن اثر افزودن لجن به خاک بر غلظت عناصر کم‌صرف و فلزات سنگین قابل جذب خاک‌های تحت کشت قابلیت در برابر 3 نشان‌های شده است. به طور کلی، کاربرد لجن فاصلاب در همه خاک‌ها غلظت قابل جذب عناصر کم‌صرف و فلزات سنگین را افزایش داد؛ البته این تأثیر در خاک‌های توده را افزایش

در نتیجه، چگونه خاک‌های مورد آزمایش، با استفاده از شاخص‌هایی که در ارزیابی اثر مواد همچون لجن فاصلاب و آلودگی خاک به فلزات سنتی به کار می‌رود، مقدار کل و قابل جذب این عناصر در خاک پس از کاربرد لجن است. لجن اثر افزودن لجن به خاک بر غلظت عناصر کم‌صرف و فلزات سنگین قابل جذب خاک‌های تحت کشت قابلیت در برابر 3 نشان‌های شده است. به طور کلی، کاربرد لجن فاصلاب در همه خاک‌ها غلظت قابل جذب عناصر کم‌صرف و فلزات سنگین را افزایش داد؛ البته این تأثیر در خاک‌های توده را افزایش
جدول 2. برخی ویژگی‌های لجن فاضلاب مورد استفاده

<table>
<thead>
<tr>
<th>عنصر</th>
<th>غلظت قابل جذب (mg/kg)</th>
<th>غلظت کل (mg/kg)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>نیکل</td>
<td>2/5</td>
<td>6/0/5</td>
</tr>
<tr>
<td>کادمیم</td>
<td>0/2</td>
<td>3/4</td>
</tr>
<tr>
<td>سرب</td>
<td>18/0</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>کالیتم</td>
<td>0/8</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>منگنز</td>
<td>4/1/7</td>
<td>375</td>
</tr>
<tr>
<td>مس</td>
<td>5/7</td>
<td>540</td>
</tr>
<tr>
<td>روی</td>
<td>9/9/7</td>
<td>119/10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

[dS/m] 13/5
EC 
[pH] 7/5

جدول 3. اثر تیمارهای لجن فاضلاب بر غلظت فلزات (میلی‌گرم در کیلوگرم) قابل عصاره‌گیری از خاک‌های تحت کشت ذرت

<table>
<thead>
<tr>
<th>غلظت فلزات (t/ha)</th>
<th>خاک</th>
<th>لجن فاضلاب</th>
<th>کالیتم</th>
<th>نیکل</th>
<th>کادمیم</th>
<th>سرب</th>
<th>منگنز</th>
<th>مس</th>
<th>روی</th>
<th>آهن</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>رشت</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
<td>18/0/5</td>
</tr>
<tr>
<td>لکورد</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
<td>39/2/3</td>
</tr>
<tr>
<td>لاهیجان</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
<td>5/0/7/7</td>
</tr>
<tr>
<td>اصفهان</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
<td>3/0/6/6</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. در هر حاک و در هر ستون، اعدادی که دارای حروف یکسان هستند، در صفحه استفاده یا درصد قابل عصاره‌گیری آن می‌باشد.
گزارش کرده که افزودن لجن فاضلاب به خاك، روی قابل جذب خاكها را افزایش داده است. اين افزایش به بايد به دليل افزایش مستقيم روی در افزودن لجن به خاك باشد.

همچنين، كاشت pH خاك در اثر تجزيه مواد آلی حاصل از افزودن لجن، ولي نيز تشکيل كلاه‌هاي رو به سواي تكسيابات آلي اضافه شده، در افزایش میزان روي محلول خاك مؤثر خواهد بود.(16)

تقاوت مقايسه گروهی pH خاك تحت كشت (جدول 4) تفاوت معنی‌داری را در مقدار روی قابل جذب در چهار خاك مورد باعث نمی‌شود که به عنوان مترنی عملي می‌توان به pH برشي‌ها كليبي (11) ندان داد که در خاك‌های آبی روی چسبندگي روی روس فرسودگي در از مدت‌ها گياب می‌شود. به همين دليل، كمبود روی قابل جذب نيز يكي ديگر از مشکلات تغذيه گياه در خاك‌های اصطناعي است، و همچنین تغذیه غلظت روی قابل جذب در خاك pH بس را به روهي واحد كاهش خاك pH آهن 1000 بار افزایش می‌یابد. نظر لجن به كاهش خاك

مقدار مست قابل جذب در هر چهار خاك تحت كشت ذرت، مناسب با مقدار لجن فاضلاب به طور معنی‌دار افزایش یافتن (جدول 3). مقدار مست قابل جذب در خاك‌های رست و لنگورد به ترتيب از مقدار 2/45 و 2/87 ميلي گرم در کيلوگرم در تيمار شاهد به 9/11 و 12/45 ميلي گرم در کيلوگرم در تيمار 200 تن لجن در هكتار افزایش پافت، و نيز در خاك‌های لايهجان و اصفهان از 1/93 و 1/14 ميلي گرم در کيلوگرم در تيمار شاهد به 18/84 و 24/83 ميلي گرم در کيلوگرم در تيمار 200 تن در هكتار رسيبد. اين افزایش در خاك‌های لايهجان، لايهجان و اصفهان به ترتيب از 100 و 200 تن لجن در هكتار، و در خاك رست و تيمار 100 و 200 تن لجن در هكتار نسبت به شاهد معنی‌دار است. اين نتایج نشان مي‌دهد لجن فاضلاب کود مناسب برای تأمین مس مورد نياز گياه در خاك‌ها، به ويزه در خاك‌های آبی منطقه اصطناعي به شمار مي‌رود.
جدول 4: نتایج مقایسه گروهی میانگین غلظت فلزات (میلی گرم در کیلوگرم) قابل عصاره‌گیری از خاک‌ها

<table>
<thead>
<tr>
<th>موارد مقایسه</th>
<th>آهن</th>
<th>روی</th>
<th>مس</th>
<th>سنگر</th>
<th>سرب</th>
<th>کادمیوم</th>
<th>نیکل</th>
<th>کالکت</th>
<th>رشت</th>
<th>لنگرود</th>
<th>لاهیجان</th>
<th>اصفهان</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>خاک</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>لیج فاضلاب (t/ha)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. در هر ستون و در هر مورد مقایسه، میانگین هایی که دارای هر پیکان هستند، در سطح احتمال ۰/۰۵ پیدا نموده اند. درصد فاقد مقایسه معنادار می‌باشد.
پیشرفت کمی در مصرف و فشار سطح

خاک بر یک بلیط جذب عناصر کم مصرف و فشار سطح به عنوان مقدار لجنس فعالیت (افراشی) نشان داد (جدول 3). افزایش سرب قابل جذب در خاک‌های لگرو و لاهمیان بین مقادیر مختلف لجنس فعالیت و شاهد متعلق دارد. مقدار سرب قابل جذب در خاک‌های رست و اصفهان نیز روند افزایشی داشت. این افزایش در خاک اصفهان بین همه تیمارهای لجن فعالیت و شاهد معنادار شد. در خاک رست، تیمارهای 100 و 200 تن لنج در هکتار نسبت به شاهد افزایش معنادار نشان داده. افزایش (1) نیز گزارش کرده که افزایش میزان لجنس فعالیت باعث افزایش معنادار و فشار سرب در خاک شده است.

مقایسه گروهی خاک‌ها (جدول 4) نشان می‌دهد که فشار سرب قابل جذب در خاک‌های لگرو و لاهمیان اختلاف معنادار ندارد. ولی این خاک‌های افزایش معنادار نسبت به خاک‌هایی بدون افزایش رست و اصفهان نشان داده. در این چرخه موارد، قابلیت جذب فلزات سنجش در بررسی‌های مختلف از قبیل ملکی، نگهداری و نوع رس، سرب و سرب زیان‌زا در نکاتی به ثبت می‌رسد. موارد خاک‌ها و شاخص مورد استفاده در این گزارش در جدول 2 نشان داده شده است (18). در حضور مواد آبی قابلیت کلیت شدن دارد. در این صورت، قابلیت جذب خاکنشی که فعالیت افزایشی می‌یابد و می‌تواند سبب افزایش احتمال کشیدن باشد. این افزایش باید در این نکات به حساب در بررسی نیز می‌رود.

کلیه بودن خاک در جدول تا حدودی زیادی از پژوهشگاه معین است. این پژوهشگاه که میزان لجنس فعالیت باعث افزایش معنادار و فشار سرب در خاک شده است کوچک کرده که در نظر می‌گیرد.

جدول 3: مقدار لجنس فعالیت (افراشی) نشان داد (جدول 3). این نشان می‌دهد که افزایش سرب قابل جذب در خاک‌های لگرو و لاهمیان بین مقادیر مختلف لجنس فعالیت و شاهد متعلق دارد. مقدار سرب قابل جذب در خاک‌های رست و اصفهان نیز روند افزایشی داشت. این افزایش در خاک اصفهان بین همه تیمارهای لجن فعالیت و شاهد معنادار شد. در خاک رست، تیمارهای 100 و 200 تن لنج در هکتار نسبت به شاهد افزایش معنادار نشان داده. افزایش (1) نیز گزارش کرده که افزایش میزان لجنس فعالیت باعث افزایش معنادار و فشار سرب در خاک شده است.

جدول 4: مقایسه گروهی خاک‌ها (جدول 4) نشان می‌دهد که افزایش سرب قابل جذب در خاک‌های لگرو و لاهمیان اختلاف معنادار ندارد. ولی این خاک‌های بدون افزایش رست و اصفهان نشان داده. در این چرخه موارد، قابلیت جذب فلزات سنجش در بررسی‌های مختلف از قبیل ملکی، نگهداری و نوع رس، سرب و سرب زیان‌زا در نکاتی به ثبت می‌رسد. موارد خاک‌ها و شاخص مورد استفاده در این گزارش در جدول 2 نشان داده شده است (18). در حضور مواد آبی قابلیت کلیت شدن دارد. در این صورت، قابلیت جذب خاک‌ها که فعالیت افزایشی می‌یابد و می‌تواند سبب افزایش احتمال کشیدن باشد. این افزایش باید در این نکات به حساب در بررسی نیز می‌رود.

کلیه بودن خاک در جدول تا حدودی زیادی از پژوهشگاه معین است. این پژوهشگاه که میزان لجنس فعالیت باعث افزایش معنادار و فشار سرب در خاک شده است کوچک کرده که در نظر می‌گیرد.
جدول 5. اثر تیمارهای لجن فاضلاب بر غلظت فلزات (سالیم در هاگیا) در ادامه نحوه گیاه درخت در لجن‌های مختلف 1

<table>
<thead>
<tr>
<th>لجن فاضلاب</th>
<th>کالری</th>
<th>سم سرب</th>
<th>مس</th>
<th>کالری</th>
<th>نیکل</th>
<th>مس</th>
<th>کالری</th>
<th>نیکل</th>
<th>غلظت فلزات (پر)</th>
<th>لجن</th>
<th>غلظت فلزات (پر)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>شاهد</td>
<td>8/6</td>
<td>7/1</td>
<td>5/4</td>
<td>5/8</td>
<td>5/4</td>
<td>8/4</td>
<td>34/6</td>
<td>5/4</td>
<td>34/6</td>
<td>5/4</td>
<td>34/6</td>
</tr>
<tr>
<td>رشت</td>
<td>5/0</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
<td>5/1</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. در هر لجن و در هر ستون، اعداد همان دارای جرم هستند، در سطح احتمال 0.05 درصد قاچاق معنادار می‌باشد.

جدول 6. اثر تیمارهای لجن فاضلاب بر وزن خشک (گرم) گیاه درخت در لجن‌های مختلف 1

<table>
<thead>
<tr>
<th>لجن فاضلاب</th>
<th>وزن خشک (گرم)</th>
<th>وزن خشک ریشه</th>
<th>(t/ha)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>شاهد</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
</tr>
<tr>
<td>رشت</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
</tr>
<tr>
<td>لنگرود</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
</tr>
<tr>
<td>لاهیجان</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
<td>5/0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. در هر لجن و در هر ستون، اعداد همان دارای جرم هستند، در سطح احتمال 0.05 درصد قاچاق معنادار می‌باشد.
سیاستگرایی

این پژوهش از طریق طرح ملی پژوهشی با کد M12، با حمایت شهری تحقیقات علمی کشور به شماره ثبت 1146 انجام گرفته است. که بدين وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

دارد، ضمن این که در رفع کمبود شماری از عناصر کم‌صرف خاک همچون آهن، روی و مس می‌تواند مؤثر باشد. البته با توجه به اثر مفید لجن فاضلاب در خاک، پیشنهاد می‌شود در هر منطقه راه‌های ورود فلزات سنگین به این ماده بررسی و با کاهش ورود این فلزات در فاضلاب‌های شهری ارزش کوچیک لجن فاضلاب افزایش یابد.

میانگ مورد استفاده

1. افرويین، م. ی. رضایی نژاد و ب. خیامیابی. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و استفناج

2. خیامیابی، ب. ۱۳۷۶. اثر استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود در آلبان و ایجاد عناصر سنگین در خاک و کیفیت. پایان‌نامه

3. عرفانی، م. ۱۳۷۶. اثر تیمارهای لجن فاضلاب بر برخی خصوصیات خاک و تراکم عناصر سنگین به وسیله استفناج و

4. مجله، ج. ۱۳۷۷. شبیه خاک (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

References


