

## بررسی حرکت نیکل، کادمیوم و سرب در خاکهای جنوب تهران حسن توفیقی و رامین سلماسی

دراراضی کشاورزی جنوب تهران از فاضلابهای انتقالی از مناطق مختلف تهران بعنوان آب آبیاری و از لجن این فاضلابها بعنوان کود آلی استفاده می‌گردد. این فاضلابها آلوده به عناصر سنگین بوده و استفاده ناصحیح از آنها در این منطقه مسائل زیست محیطی عدیده‌ای را ایجاد نموده است. در این اراضی سطح آب زیرزمینی بالا بوده و بر اثر نفوذ عمقی آب آبیاری، بخشی از پساب مصرفی به آب زیرزمینی می‌پیوندد. در چنین شرایطی مسأله آلودگی آبهای زیرزمینی این مناطق به عناصر سنگین بعنوان یک خطر مهم زیست محیطی مطرح می‌گردد. ولی پاسخ به مسأله امکان آلودگی به چگونگی عمقی عناصر سنگین در این خاکها بستگی دارد.

در این تحقیق چگونگی حرکت عناصر سنگین نیکل، کادمیوم و سرب در این خاکها در اثر آبیاری با فاضلابهای جنوب تهران در شرایط آزمایشگاهی و نیز امکان کاهش حرکت این عناصر در خاک در اثر افزودن مواد اصلاحی مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

برای انجام این بررسی، شش نمونه مرکب از خاکهای جنوب تهران که بافت آنها در دامنه رسی تا شنی قرار داشت و نیز دو نمونه خاکهای اطراف زنجان که درصد مواد آلی و آهک آنها بسیار کم (نزدیک به صفر) بود تهیه گردید. خصوصیات خاکها از قبیل CEC, SP, pH, درصد آهک، درصد مواد آلی و بافت خاک تعیین گردید. از هر نمونه خاک (دو تکرار) ستون‌های خاکی در لوله‌های PVC به قطر ۴/۶ و طول ۱۰۰ سانتی‌متر تهیه گردید. این ستونها با فاضلاب برداشت شده از نهر امین آباد جنوب تهران (که هر هفته یکبار برداشت و پس از صاف کردن به منظور افزایش غلظت تا حدود ۲۵ برابر، با محلول حاوی سه عنصر نیکل، کادمیوم و سرب تیمار می‌گردید) آبیاری شدند علاوه بر این در دو خاک سبک بافت ستونهای جداگانه‌ای از این خاکها با فاضلاب خام (بدون تیمار با محلول حاوی عناصر فوق) آبیاری گردیدند. آبیاری ستونهای خاک با گذاشتن ۱۰ سانتی‌متر آب روی خاک انجام و آبیاری مجدد دو روز پس از ناپدید شدن آب از سطح خاکها انجام گرفت. پس از اتمام دوره آبیاری (که طی آن معادل ۳۰۰۰۰ متر مکعب فاضلاب در هر هکتار مصرف گردید) ستونهای خاک به قطعاتی به ضخامت ۱cm (تا عمق ۱۰cm)، ۲cm (تا عمق ۲۰cm) و ۵cm (تا انتهای ستون) بریده شده و غلظت سه عنصر سنگین موجود در قطعات (برحسب  $mgkg^{-1}$ ) اندازه‌گیری شد. علاوه براین، درآزمایش دیگری ظرفیت نسبی جذب یا نگهداری عناصر فوق‌الذکر توسط نمونه‌های خاک و نیز مواد اصلاحی شامل کربنات کلسیم، سدیم زئولایت، سدیم بنتونایت، ایلایت و اکسید آهن اندازه‌گیری و مقایسه شدند. نتایج حاصل از این بررسی به شرح زیر است.

- ۱- سه عنصر نیکل، کادمیوم و سرب بیشتر در قسمتهای سطحی خاک (تا دو سانتی متر سطح) تجمع یافته و حرکت زیادی به قسمتهای پائین پروفیل (حتی در خاکهای شنی) نداشته‌اند. حرکت عمودی این سه عنصر بر اثر مصرف فاضلاب تیمار شده بسته به نوع خاک برای نیکل در ۵ تا ۹، برای کادمیوم در ۶ تا ۱۰ و برای سرب در ۹ تا ۱۲ سانتی متر از سطح خاک متوقف شده است. این موضوع نشان دهنده سرعت و ظرفیت جذب بالای این خاکها - حتی خاکهای شنی - برای این عناصر می‌باشد.
- ۲- مقایسه حرکت این سه عنصر در خاکهای سبک بافت در دو تیمار فاضلاب خام و فاضلاب تیمار شده با عناصر سنگین نشان می‌دهد که روند تجمع این سه عنصر در دو تیمار با یکدیگر مشابه ولی عمق حرکت در تیمار دوم یعنی تیماری که به فاضلاب سه عنصر فوق‌الذکر اضافه شده اندکی افزایش یافته است، اما این افزایش با افزایش غلظت متناسب نبوده و بسیار کمتر است.
- ۳- در خاکهای بدون آهک و مواد آلی، نیکل، کادمیوم و سرب مانند سایر نمونه‌ها در قسمتهای سطحی خاک تجمع یافته‌اند و حرکت زیادی به پائین پروفیل خاک نداشته‌اند.
- ۴- با توجه به اینکه روند حرکت و تجمع سه عنصر در خاکهای با بافت مختلف تفاوت زیادی با هم نداشته، می‌توان گفت که بافت خاک اثر قاطع و تعیین کننده‌ای بر روند تجمع و حرکت این سه عنصر ندارد.
- ۵- در بین سه عنصر، سرب حرکت بیشتری به قسمتهای پائین پروفیل تمام خاکها داشته است و کمترین حرکت مربوط به نیکل می‌باشد.
- ۶- در بین پنج ماده اصلاح کننده کربنات کلسیم، سدیم زئولایت، ایلایت، همتایت و سدیم بنتونایت، دو ماده کربنات کلسیم و سدیم بنتونایت بیشترین درصد جذب سه عنصر و ایلایت کمترین درصد جذب را داشته است.
- ۷- بیشترین تفاوت جذب سه عنصر فوق در بین سه ماده سدیم زئولایت، ایلایت و همتایت، کمترین تفاوت در بین کربنات کلسیم و سدیم بنتونایت دیده می‌شود.
- ۸- در صورت اضافه شدن کربنات کلسیم و سدیم بنتونایت به تمام خاکها، ظرفیت جذب کادمیوم این خاکها بالا می‌رود، ولی برای سرب و نیکل، این دو ماده اصلاحی فقط قادر به بالابردن ظرفیت جذب خاکهای لومی بدون کربنات کلسیم و مواد آلی و نیز خاکهای سبک بافت می‌باشند.
- ۹- در بین دو ماده کربنات کلسیم و سدیم بنتونایت، کربنات کلسیم، بعثت و فسور و قیمت مناسب که دارد نسبت به سدیم بنتونایت ارجحیت دارد. بنابراین کربنات کلسیم بعنوان بهترین ماده برای افزودن به خاکهای دارای ظرفیت کم جذب نیکل، کادمیوم و سرب پیشنهاد می‌گردد.
- ۱۰- این بررسی نشان می‌دهد که با توجه به تحرک<sup>۱</sup> بسیار کم و ظرفیت جذب زیاد عناصر سنگین در خاکهای جنوب تهران، به احتمال زیاد مصرف فاضلابهای جنوب تهران به‌نوع آب آبیاری

<sup>1</sup>. Mobility

(حتی در دراز مدت در صورت ثابت بودن شرایط) موجب آلوده شدن آبهای زیرزمینی این مناطق به این سه عنصر نمی‌گردد، البته این موضوع بمعنی تأیید شیوه کنونی مصرف فاضلاب بعنوان آب آبیاری در این مناطق نیست، زیرا این طریق مصرف موجب مشکلات عدیده بهداشتی و زیست محیطی می‌گردد، بلکه صرفاً مبین آنست که آلوده شدن آبهای زیرزمینی این مناطق به عناصر سنگین از این طریق غیر محتمل می‌باشد. البته بهترین شیوه آنست که اجازه داده نشود پسابهای شهری به فلزات سنگین آلوده شوند و برای اینکار لازمست مبادی آلوده کننده پسابهای شناسائی و کنترل گردند.