



شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳

پژوهش‌های آبخیزداری  
(پژوهش و سازندگی)

## بررسی تثبیت ازت خاک‌های مرتعی لومی رسی شنی با لیگنین کرافت

### • کلثوم علی شائی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

### • قاسمعلی دیان‌تی تیلکی

دانشیار دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول)

### • ربیع بهروز

استادیار دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۹۲

Email: dianatig@modares.ac.ir

### چکیده

نیترژن یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر حاصل خیزی و بازدهی خاک و همچنین رشد و توسعه گیاهان کشت شده بوده، به عنوان یک ماده مغذی مهم، بیشترین محدودیت عملکرد تولید محصول را در بسیاری از خاک‌ها در سراسر جهان ایجاد می‌کند. در این تحقیق اثرات افزودن لیگنین بر نیتریفیکاسیون خاک لومی رسی شنی تیپ درمنه‌زار در شرایط گلخانه تحت تیمار مقادیر مختلف لیگنین (صفر، ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم به ازای کیلوگرم خاک) مورد بررسی قرار گرفت. لیگنین مورد استفاده در این تحقیق از لیکور سیاه حاصل از فرآیند خمیرکاغذسازی کرافت استخراج شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن لیگنین به خاک بر روی میزان  $+NH_4$ ،  $-NO_3$  و نیترژن کل خاک تاثیر معنی‌داری ( $>0p/05$ ) داشته است. افزودن لیگنین به میزان ۲۰۰ میلی گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک باعث افزایش بازداری از نیتریفیکاسیون و افزایش نیترژن کل خاک شد.

کلمات کلیدی: بازداری از نیتریفیکاسیون، لیگنین، لومی رسی شنی، نیترژن، خاک.

Watershed Management Research (Pajouhesh &amp; Sazandegi) No 105 pp: 27-33

**Investigation of Nitrogen Fixation in the Loam Clay Sandy Rangeland Soil with Kraft Lignin**

By: K. Alishahi, MSc. Student of Tarbiat Modares University. Gh.A. Dianati Tilaki, Associate Professor of Tarbiat Modares University (Corresponding Author). R. Behrooz, Assistant Professor of Tarbiat Modares University.

Nitrogen is one of the most important factors affecting the efficiency and soil fertility and the development of cultivated plants, as the most yield-limiting nutrient element in crop production in most soils worldwide. In this study the effects of lignin addition on nitrification in loamy clay sandy soil was investigated in the greenhouse. Therefore soil treated with different rate of lignin (0, 50 and 200 mg per kg soil). Lignin used in this study was obtained from black liquor the Kraft process. The results of this study showed that addition of lignin to soil pronouncedly affects the amount of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  and total soil nitrogen ( $p < 0.05$ ). Addition of lignin at rate of 200 mg lignin per kg of soil increasingly inhibited the nitrification as well total nitrogen of soil was ameliorated.

Keywords: Inhibition of Nitrification, Lignin, Loam Clay Sandy, Nitrogen, soil.

که از فرآیند کرافت برای تولید خمیر کاغذ استفاده می‌نمایند، هر ساله مقادیر قابل توجهی لیکور سیاه تولید می‌کنند که بیش‌تر آن به مصرف سوخت و تولید انرژی می‌رسد و تنها حدود دو درصد آن در کاربردهای صنعتی به کار می‌رود. با توجه به این‌که لیکور سیاه اگر وارد محیط زیست شود باعث آلودگی آب می‌شود، استفاده از لیگنین موجود در لیکور سیاه دارای منافع اقتصادی بوده، آلودگی زیست محیطی را نیز کاهش می‌دهد (میرشکرایی، ۱۳۷۱).

Wallmo و Theliander، ۲۰۰۹ بیان کردند لیکور سیاه حاصل از فرآیند خمیر کاغذسازی کرافت نقش کلیدی را در ایجاد یک منبع بالقوه از انرژی تجدیدپذیر و مواد اولیه برای صنعت شیمیایی بازی می‌کند. لیگنین کرافت به‌عنوان یک محصول جانبی به مقدار زیادی در لیکور سیاه فرآیند خمیر کاغذسازی کرافت وجود دارد و پیدا نمودن موارد کاربرد این ماده با ارزش افزوده بیش‌تر مورد توجه محققین قرار گرفته است (میرشکرایی، ۱۳۷۱).

Wallberg و Jonsson سال ۲۰۰۶ بیان نمودند که لیگنین استخراج شده از لیکور سیاه این پتانسیل را دارد که به‌عنوان یک سوخت خارجی و یا در تولید مواد شیمیایی خاص، مورد استفاده قرار گیرد. Liebner و همکاران سال ۲۰۰۸ نتیجه گرفتند که ترکیب نیتروژن به همراه لیگنین نقش مهمی را در ساخت مواد آلی خاک در طول تجزیه زیستی مواد لیگنوسولولزی داشته است. این مواد منجر به ساخت پیش سازهایی از مواد هیومیکی شده که تاثیر زیادی در ساختمان و حاصل خیزی خاک داشت. در پژوهشی که به‌وسیله‌ی Huang و همکارانش، ۲۰۰۳ صورت گرفت، اثر دو نوع لیگنین که یکی با اسید و دیگری با قلیا تیمار شده بود، بر روی خاک دو منطقه در پکن و گانسو پراوینسی چین هر دو با بافت لومی مورد بررسی قرار گرفت، به این نتیجه رسیدند که استفاده از لیگنین بر روی میزان نیترات خاک تاثیر معنی‌داری داشته، باعث کاهش نیترات و افزایش آمونیوم شده است. همچنین در پژوهشی که به‌وسیله‌ی Li و همکارانش در سال ۲۰۰۶، صورت گرفت، نشان دادند که لیگنین می‌تواند هیدرولیز و نیتروژن‌سازی نیتروژن در خاک را محدود،

**مقدمه**

نیتروژن به‌عنوان یک ماده مغذی بیش‌ترین محدودیت عملکرد تولید محصول را، در بسیاری از خاک‌ها در سراسر جهان ایجاد می‌کند. این عنصر حاصل خیزکننده به مقدار زیادی به‌منظور اصلاح خاک مورد نیاز می‌باشد. Frye، ۲۰۰۵ نتیجه گرفت از میان عناصر، سه عنصر مغذی اصلی خاک (K و N، P) به راحتی از دسترس خارج شدند. کمبود نیتروژن در گیاهان باعث توقف رشد و زرد شدن برگ‌ها شده است. Fa-

Yun و همکاران سال ۲۰۰۶ نتیجه گرفتند که کوددهی با نیتروژن برای دستیابی به بازده بالا در زمین‌های کشاورزی بسیار ضروری می‌باشد. ولی متأسفانه به دلیل مشکلات شدید زیست‌محیطی از قبیل آبشویی نیترات، انتشار نیتروژن و تبخیر آمونیاک، بسیاری از سامانه‌های متمرکز رایج گیاهی از تولید پایداری برخوردار نیستند. نیتروژن اضافه شده به خاک در هر شکلی باشد، به راحتی تحت تاثیر فرآیندهای بیولوژیکی و شیمیایی قرار گرفته، در نهایت بسته به شکل موجود در خاک، از طریق نیتروفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌گردد. Garcia و همکارانش در سال ۱۹۹۶ به این نتیجه رسیدند که در طول فرآیندهای تبدیل، نیتروژن از طریق مسیره‌های مختلف از دست رفته، که در نهایت باعث کاهش نیتروژن قابل بهره‌برداری شده است. Castaldi و Aragosa سال ۲۰۰۲ بیان کردند که در واقع نیتروفیکاسیون و دنیتروفیکاسیون دو فرآیند اصلی در چرخه نیتروژن بوده که در تنظیم میزان  $\text{NO}_3^-$  قابل استفاده برای گیاهان و تلفات نیتروژن از سامانه از طریق تبخیر، آبشویی و تبدیل آن به  $\text{N}_2$  شرکت می‌کنند. Nielsen، ۲۰۰۶ نتیجه گرفت یکی از موارد کلیدی برای مدیریت هزینه‌های ناشی از کود-های از ته یا به حداکثر رساندن بازده استفاده از نیتروژن، مدیریت عاقلانه منابع نیتروژن به‌منظور به حداقل رساندن خطر از دست رفتن آن از طریق آبشویی و دنیتروفیکاسیون و یا تبخیر است. Huang و همکاران، ۲۰۰۳ نتیجه گرفتند کمبود انرژی و مواد شیمیایی خام نقطه عطفی را برای استفاده از منابع طبیعی تجدید پذیر فراهم نموده است. کارخانجاتی

۲۱ روز از هر تیمار سه نمونه از ژرمیناتور برداشته، پس از استخراج عصاره از نمونه‌های خاک، محتوای آن‌ها برای تعیین مقادیر نیترات و آمونیوم به روش فتومتر و با استفاده از دستگاه پالین تست (Wolf، 1944؛ فروزانو همکاران، ۱۳۸۷) و میزان ازت کل (میرشکرایی، ۱۳۷۱؛ Alban، 1959) اندازه‌گیری شدند. ابتدا از نمونه‌های خاک عصاره گرفته (با استفاده از KCl یک مولار)، سپس با استفاده از عصاره به دست آمده؛ میزان نیترات و آمونیوم خاک قرائت شد. از میزان نیترات موجود در خاک نیز برای محاسبه درصد بازداری از نیتریفیکاسیون با توجه به رابطه ۱ استفاده شد.

رابطه ۱

$$C = \frac{(C - S)}{C} \times 100 \quad \text{درصد بازداری از نیتریفیکاسیون (۶)}$$

C: میزان  $N^- - NO_3$  تولید شده در نمونه خاک شاهد (بدون لیگنین)

S: میزان  $N^- - NO_3$  تولید شده در نمونه خاک تیمار شده با لیگنین  
به منظور تعیین اثرات لیگنین نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از منطقه مورد مطالعه درون گلدان‌های آزمایشی ریخته، تحت تیمار با لیگنین به شرح زیر قرار گرفتند. تیمارها شامل افزودن ۵۰، ۲۰۰ و صفر میلی‌گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک، لیگنین در سطح خاک گلدان‌ها قرار داده شدند. در هر گلدان به میزان مساوی ۸۰ میلی‌گرم اوره محلول در ۱۲۰ سی‌سی آب به تمامی گلدان‌ها اضافه شد. درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد با طول دوره روشنایی و آبیاری به گلدان‌ها یکسان بود. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل کلی با استفاده از تحلیل واریانس و به‌منظور مقایسه میانگین‌های تیمارها از آزمون LSD استفاده شد. از نرم افزار SPSS 17.0 Statistics برای محاسبات آماری و نرم افزار Excel برای ترسیم نمودارها استفاده گردید.

### نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است که با توجه به نتایج این جدول منطقه دارای بافت خاک منطقه لومی رسی شنی بود.

تحلیل واریانس داده‌های آمونیوم خاک، اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد ( $p > 0.05$ )، با وجود این که اختلاف معنی‌داری بین میانگین داده‌ها مشاهده نشد، ولی میزان آمونیوم خاک در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک نسبت به دو تیمار دیگر دارای مقدار بیش‌تری بود (شکل ۱).

میزان نیتروژن معدنی را تنظیم، تلفات ناشی از آب‌شویی نیتروژن را کاهش و توانایی تبدیل نیتروژن را بهبود بخشید. Xiao در سال 2005 با بررسی اثر لیگنین کرافت بر خصوصیات خاک به این نتیجه رسید که افزایش مقدار لیگنین کرافت در خاک سبب افزایش EC خاک شده است ولی با توجه به این که افزایش فوق‌تر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود مشکلی را برای رشد گیاه ایجاد نکرد.

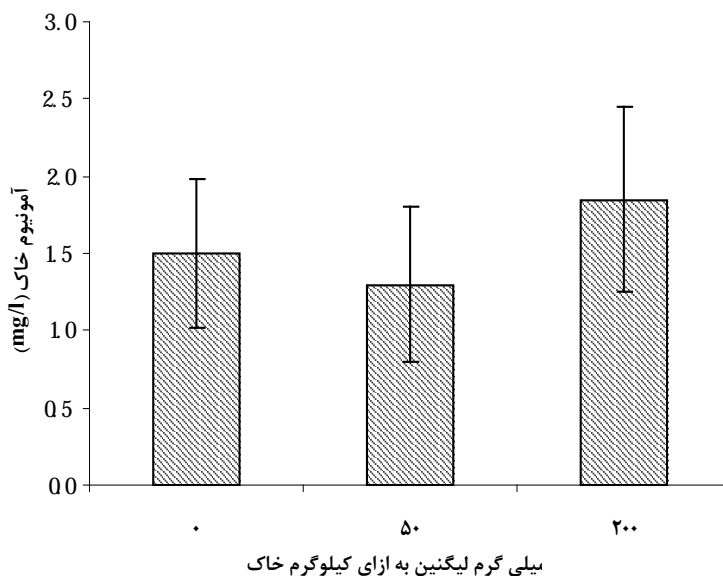
با توجه به تحقیقات صورت گرفته ازت یکی از مهم‌ترین عنصر غذایی برای گیاهان محسوب می‌شود، از طرف دیگر سالانه مقادیر زیادی نیتروژن از طروق مختلف در خاک‌های مراتع ایران هدر می‌رود، ارائه راهکارهایی که بتوان ازت خاک را تثبیت و یا از هدر رفت آن‌ها جلوگیری نمود، یکی از اهداف مهم مدیریت و اصلاح و احیاء مراتع محسوب می‌گردد. با توجه به تحقیق صورت گرفته توسط علشایی و همکاران سال ۱۳۹۱ و تحقیقات صورت گرفته در کشورهای دیگر روی لیگنین و نقش این ماده در افزایش تولید گیاهان و حفظ ازت خاک، تحقیق فوق بر خاک‌های مراتع درمنه زار که یکی از وسیع‌ترین جامعه گیاهی مراتع ایران را تشکیل می‌دهند، صورت گرفته است.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه از درمنه زارهای کوه سغلی با مختصات جغرافیایی  $36^{\circ} 15'$  عرض شمالی و  $52^{\circ} 33'$  طول شرقی با میزان متوسط بارندگی دوره آماری ده ساله ۲۴۶/۱ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۰/۶ از طبقات ارتفاعی ۱۷۰۰ - ۱۵۰۰ متری، واقع در حوزه‌ی آبخیز هراز از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌های خاک به تعداد ۱۵ نمونه دو کیلوگرمی به طور تصادفی برداشت شدند که در نهایت جهت همگن‌سازی خصوصیات خاک، نمونه‌ها با هم مخلوط شدند سپس یک نمونه جهت انجام آزمایش و تعیین خصوصیات خاک به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه خاک حاصله پس از خشک شدن در آزمایشگاه، از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. در آزمایشگاه خصوصیات مختلف خاک از جمله بافت (درصد رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری بایکاس، درصد کربن آلی به روش والکلی و بلاک، میزان نیتروژن با استفاده از دستگاه کجلدال و pH و EC خاک به ترتیب با استفاده از دستگاه pH و EC متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (غازان شاهی، ۱۳۸۵). لیگنین مورد استفاده در این مطالعه در آزمایشگاه با استفاده از روش Lin and Denece سال ۱۹۹۲، از طریق جداسازی آن از لیکورسیاه تهیه شده از کارخانه خمیر و کاغذ کرافت استخراج شد. به منظور تعیین اثرات لیگنین بر نیتریفیکاسیون در خاک در شرایط آزمایشگاهی، ۲۰ گرم نمونه از خاک را در ارلن‌مایر ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته، شش میلی‌لیتر آب حاوی چهار میلی‌گرم ازت مانند کود اوره به خاک اضافه و با مقادیر مختلف لیگنین شامل صفر، ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک تیمار می‌شوند (Huang، 2003). پس از اعمال تیمار بر نمونه‌های خاک آن‌ها را به ژرمیناتور منتقل نموده، در درجه حرارت ۳۰ قرار می‌گیرند. پس از هفت، ۱۴ و

جدول ۱ - خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه

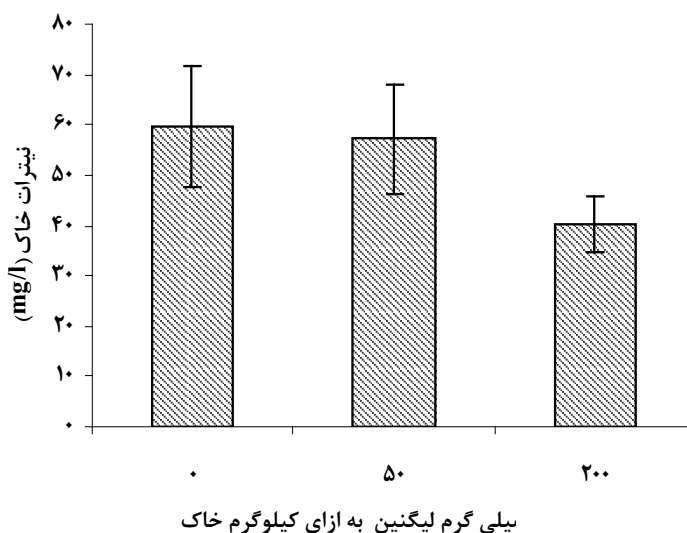
(Ms Ec)	pH	درصد Nکل	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	درصد ماده آلی
۰.۳	۷/۸۱	۰/۱۷۵	۵۰	۲۶	۲۴	۲/۱۵۷



شکل ۱- تاثیر مقادیر مختلف لیگنین بر میزان آمونیم خاک

باعث کاهش نیترات خاک شده است. تیمار صفر دارای بیشترین میزان نیترات نسبت به دو تیمار ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک، است (شکل ۲).

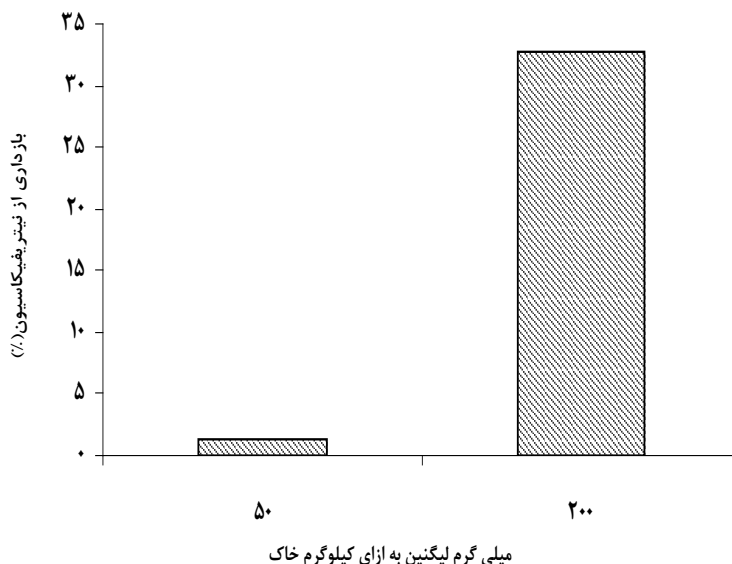
تحلیل داده‌های نیترات خاک، اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان داد ( $p < 0.05$ ). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های نیترات خاک در تیمارهای مختلف مشخص شد که افزودن لیگنین به خاک



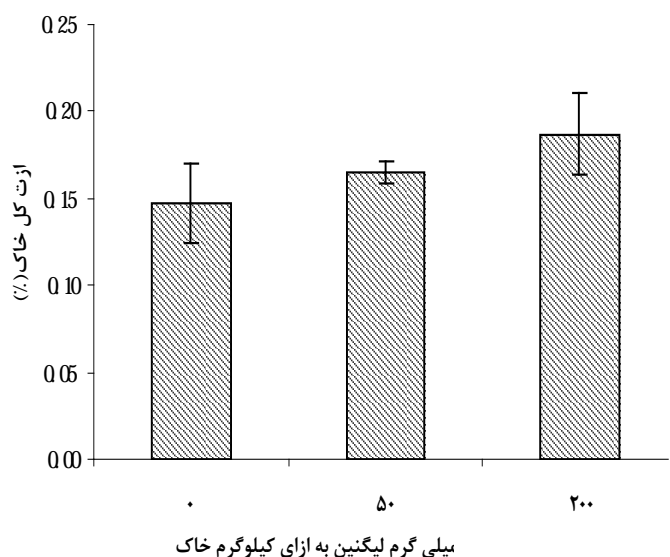
شکل ۲- تاثیر مقادیر مختلف لیگنین بر میزان نیترات خاک

نیتروفیکاسیون در خاک را داشته است (شکل ۳). تحلیل واریانس داده‌ها اختلاف معنی داری را بین مقادیر نیتروژن کل خاک در سه تیمار نشان داد ( $p < 0/05$ )، نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های نیتروژن کل خاک در تیمارهای مختلف (شکل ۴) نشان داد که افزودن لیگنین به خاک باعث افزایش نیتروژن کل خاک شده است.

با استفاده از نتایج مربوط به میزان نیترات و رابطه ۱، درصد بازداری از نیتروفیکاسیون محاسبه شد. مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون  $t$ -test نشان داد که اختلاف معنی داری بین میزان بازداری از نیتروفیکاسیون در دو تیمار ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک را در سطح اطمینان پنج درصد وجود دارد و تیمار ۲۰۰ میلی گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک بیش‌ترین بازداری از



شکل ۳- تاثیر مقادیر مختلف لیگنین بر درصد بازداری از نیتروفیکاسیون



شکل ۴- تاثیر مقادیر مختلف لیگنین بر میزان ازت کل خاک

## بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که با افزایش میزان لیگنین به خاک، کاهش قابل توجهی در میزان نیترات خاک مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Huang و همکاران 2003، مطابقت دارد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند، هنگامی که لیگنین به میزان ۱۰، ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک به کار برده شد، میزان نیترات خاک با افزایش میزان لیگنین به کار برده شده کاهش یافت. فلیچ، ۱۹۸۴ و Garcia و همکاران، 1996 ثابت نمودند که لیگنین می‌تواند نیتروفیکاسیون اوره را کاهش داده و این ترکیب قادر است به مدت طولانی در خاک باقی بماند. همچنین در تحقیقی که به وسیله Li و همکارانش در سال 2006 و Liebner و همکاران 2008 صورت گرفت، نشان دادند که لیگنین توانست هیدرولیز و نیتروفیکاسیون نیتروژن در خاک را محدود، میزان نیتروژن معدنی را تنظیم، تلفات ناشی از آب‌شویی نیتروژن را کاهش و توانایی تبدیل نیتروژن را بهبود بخشد Garcia و همکاران 1996، ترکیب ازت - لیگنین به دلیل وزن مولکولی بالای اجزای تشکیل دهنده‌اش، همانند کودهای معدنی نیتروژن‌دار به راحتی به وسیله بارندگی شسته نمی‌شود. لیگنین و مشتقات آن پتانسیل افزایش مواد هیومیکی خاک را داشته بنابراین باعث بهبود دانه‌بندی خاک می‌شوند. استفاده از آن‌ها در عرصه ممکن است یک جایگزین مناسب به جای دفع لیگنین و مشتقات آن که از فرآیند پخت برای ساخت کاغذ تولیدی، می‌باشد. اسیدهای هیومیک می‌تواند در تنظیم نیترات قابل استفاده موجود در خاک به دلیل خصوصیات جذباتی نقش مهمی داشته باشند.

همان‌طور که نتایج نشان داد با کاهش میزان نیترات خاک با بافت لومی رسی شنی، درصد بازداری از نیتروفیکاسیون افزایش یافت و میزان ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم خاک، میزان مناسب لیگنین برای افزایش بازداری از نیتروفیکاسیون است. Huang و همکاران در سال 2003 نیز به این نتیجه رسیدند که استفاده از لیگنین باعث افزایش درصد بازداری از نیتروفیکاسیون شده، میزان ۵۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم، میزان مناسب لیگنین برای افزایش بازداری از نیتروفیکاسیون است. همچنین گزارش نمودند که تاثیر لیگنین بر درصد بازداری از نیتروفیکاسیون در خاک با مواد آلی کم‌تر، بیش‌تر از خاکی است که مواد آلی بیش‌تری دارد.

اندازه‌گیری میزان آمونیوم خاک نشان داد که تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم لیگنین به ازای کیلوگرم خاک با بافت لومی رسی شنی، باعث افزایش آمونیوم خاک شده است. ولی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده نشد. نتایج Huang و همکاران در سال 2003 نشان داد هنگامی که لیگنین به میزان ۱۰، ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم به کار برده شود، آمونیوم افزایش می‌یابد. همچنین Dehan و همکاران در سال 2003 نیز به این نتیجه رسیدند که لیگنوسولفونات باعث افزایش ازت آمونیومی خاک شده است. نتایج حاصل از تحقیق Xiao و همکاران در سال ۲۰۰۷ نیز نشان دادند که لیگنین در هر دو مقدار ۱/۶۷ و ۳/۳۴ گرم کربن به ازای کیلوگرم به طور قابل توجهی غلظت آمونیوم را در هفته دوم انکیباسیون افزایش داد. گزارشات مختلفی

نشان داده‌اند که ازت آمونیومی ممکن است به صورت غیر زیستی در مواد آلی خاک، لیگنین، ذغال‌سنگ نارس و ذغال‌سنگ هنگامی که نسبت C/N بقایای گیاهی در طول هیومیفیکاسیون بیش‌تر از ۱۰ باشد، تثبیت شود. Dong سال 2009 نتیجه گرفت اسیدهای هیومیک نقش مهمی را در چرخه‌ی جهانی نیتروژن از طریق تاثیر بر توزیع، دسترسی زیستی و سرنوشت نهایی رسوب نیتروژن داشتند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری نیتروژن کل خاک نشان داد، با افزایش میزان لیگنین به کار برده شده، نیتروژن کل خاک نیز افزایش یافت. Xiao در سال ۲۰۰۵ نیز گزارش نمود که میزان نیتروژن کل خاک با افزایش میزان لیگنین به کار برده شده، افزایش یافت. Dong سال ۲۰۰۹، نتیجه گرفت افزایش میزان نیتروژن کل خاک با افزایش لیگنین ارتباط داشته و در اثر افزایش فعالیت میکروبی در خاک بوده است، که در نهایت باعث افزایش در فعالیت میکروبی خاک، افزایش هدایت الکتریکی و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی گردید. مواد هیومیکی می‌توانند نیتروژن را در ساختارشان چه به طور مستقیم از طریق واکنش‌های شیمیایی و یا به طور غیرمستقیم از طریق فعالیت‌های میکروبی و پس از آن تجزیه بیوماس میکروبی ترکیب نمایند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش لیگنین کرافت در خاک لومی رسی شنی مراتع درمنه زار منطقه مورد مطالعه به میزان ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم خاک سبب افزایش ازت کل خاک گردید و در میزان بازداری از نیتروفیکاسیون نیز موثر بوده است. با توجه به نتیجه این تحقیق لازم است کاربرد لیگنین در مقادیر متفاوت و در اقلیم‌ها و در مراتع با خاک‌های مختلف نیز مورد بررسی قرار گیرد تا تاثیر لیگنین علاوه بر مقدار ازت خاک بر سایر پارامترهای خاک نیز مشخص شود

## منابع مورد استفاده

- ۱- فروزان‌ش، بنی حبیب الف، رحیمی راد الف، معتمدیان ن، محمدی د، و یگانه س. ۱۳۸۷. بررسی وجود فلزات سنگین، مقادیر نیتريت و نیترات و ویژگی‌های میکروبی آب‌های معدنی موجود در بازار استان اذربایجان غربی. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- ۲- علیشایی ک، دیانته تیلکی ق ع، ربیع ب. ۱۳۹۱. بررسی اثرات لیگنین کرافت بر ویژگی‌های جوانه زنی گونه *Festuca aurandinacea*، مجله علمی-پژوهشی مرتع، ۲: ۱۲۹-۱۲۰.
- ۳- غازان‌شاهی، ج. ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات آبیژ، ۲۷۲ صفحه.
- ۴- میرشکری س. ا.، ۱۳۷۱. مبانی و کاربرد های شیمی چوب. دانشگاه تهران، ۲۵۷ صفحه.
- 5- Alban, L. A. (1959). Methods of Soil Analysis as Used in the OSC Soil Testing Laboratory. Agricultural Experiment Station, p. 10.
- 6- Castaldi, S., and Aragosa, D. (2002). Factors influencing nitrification and denitrification variability in a natural and fire-disturbed Mediterranean shrubland. Biology and

- Environment Science, Vol, 2. pp: 463-458
- 15- Liebner, F., Tyhoda, L., Ninnemann, H., Fischer, K., Brendler, E. and Ragab T. (2008). Amoxidized lignin – are there any similarities in nitrogen binding compared to natural humus? In: EWLP Executive Committee, Proceedings of 10th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp, PII10-, pp: 307-304.
- 16- Lin, Y. S. and Denece, C. V. (1992). Methods in lignin chemistry. Springer- verlas, pp: 61-33.
- 17- Nielsen, R.L.) 2006). N loss mechanisms and nitrogen use efficiency. Purdue Nitrogen Management Workshops, p. 5.
- 18- Wallberg, O. and Jonsson, A.S. (2006). Separation of lignin in kraft cooking liquor from a continuous digester by ultrafiltration at temperatures above 100°C. Desalination, Vol, 195. pp: 200-187 .
- 19- Wallmo, H. and Theliander, H. (2009). The influence of hemicelluloses during the precipitation of lignin in Kraft black liquor. Nordic Pulp and Paper Research Journal, Vol, 24, No.2. pp: 171-165.
- 20- Wolf, B. (1944). Determination of nitrate, nitrite, and ammonium nitrogen rapid photometric determination in soil and plant extracts. Industrial and Engineering Chemistry, Vol, 16, No.7. pp: 447-446.
- 21- Xiao, C. (2005), Black liquor from crop straw pulping as a potassium source and soil amendment. Washington State University. Department of Crop and Soil Sciences. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- 22- Xiao, C., Bolton, R. and Pan W. L. (2007). Lignin from rice straw kraft pulping: Effects on soil aggregation and chemical properties. Bioresource Technology, Vol, 98. pp: 1448-1428.
- Fertility of Soils, Vol, 36, No.6. pp: 425-418.
- 7- Dehan, W., Junjie, P., Huidong, L. and Zongwen, L. (2003). Effect of lignosulfonates on controlling of urea nitrogen transformation and nitrate accumulation in vegetable. Environmental Science and Resources Utilization: Environmental Science, p. 5.
- 8- Dong, L., Luci, A., Kreylos, C., Yang, J., Yuan, H. and M. Scow, K.(2009). Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. Soil Biology and Biochemistry, Vol, 41, pp: 1621-1612.
- 9- Espinoza, L., Norman, R., Slaton, N. and Daniels, M. (1914). The nitrogen and phosphorous cycle in soils. University of Arkansas, Agriculture and Natural Resources, p. 4.
- 10- Fa-Yun, H., Qiu-Ming, X., Bin, Y. and Gui-Xin, C. (2006). Denitrification losses and N<sub>2</sub>O emissions from nitrogen fertilizer applied to a vegetable field. Soil Science Society of China, Vol, 16, No.3. pp: 397-390.
- 11- Frye, W. (2005). Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers Frankfurt, p. 8.
- 12- Garcia, M. C., Diez, J. A., Vallejo, A., Garcia, L. and Ma, C. (1996). Use of kraft pine lignin in controlled-release fertilizer formulations cartagena. Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol, 3. pp: 249-245
- 13- Huang, Y. Z., Feng, Z. W., Zhang, F. Zh. and Liu, Sh. Q. 2003. Effects of lignin on nitrification in soil. Environmental Sciences, Vol, 15, No.3. pp: 366-363.
- 14- Li, X. J., Wang, D., Zhang, Y., Huang, X. and Liao, Z. (2006). Effects of lignin on the nitrogen migration, transformation and accumulation of compound fertilizer coated with lignin in multimedia environment. Agro-

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □