نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد چهارم، شماره سوم، ۱۳۹۳
http://ejsms.gau.ac.ir

# بررسی توزیع خاکدانه‌ای آمیدوهیدرولازها در کاربری‌های مختلف اکوسیستم‌های جنگلی

*راحله‌سادات آل‌طه مکی[1] و فرشید نوربخش[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، [2]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۳۰

## چکیده

جای‌گیری آنزیم‌های برون‌یاخته‌ای در درون ساختمان خاک و وابستگی آن‌ها با ترکیبات خاک می‌تواند بر توان کاتالیتیکی آنزیم‌ها تأثیر بگذارد. آمیدوهیدرولازها شامل ال- گلوتامیناز، ال- آسپاراجیناز، اوره آز، آمیداز و ال- آسپارتاز کارکرد ویژه‌ای در معدنی کردن نیتروژن خاک بر عهده دارند. هدف این پژوهش، بررسی توزیع خاکدانه‌ای آنزیم‌های ال- گلوتامیناز، ال- آسپاراجیناز و اوره‌آز در اکوسیستم‌های جنگلی گیسوم و دلورا است. خاکدانه‌ها با بهره‌گیری از روش الک تر جدا شدند. اندازه خاکدانه‌های جدا شده ۲<، ۲-۱، ۱-۰/۵، ۰/۵-۰/۲۵ و ۰/۲۵-۰/۱ میلی‌متر است. فعالیت آمیدوهیدرولازها با منشأ مختلف و همچنین کربن آلی درون خاکدانه‌ها اندازه‌گیری شد. یافته‌ها نشان می‌دهد کاربری کاج جنگل گیسوم بیش‌ترین مقدارکربن را داراست. فعالیت دو آنزیم ال- گلوتامیناز و اوره‌آز در هر دو کاربری جنگل گیسوم برابر است. اما فعالیت ال- آسپاراجیناز در کاربری افرا بیش‌تر از کاج دیده شد. درجنگل گیسوم با افزایش اندازه خاکدانه، فعالیت آنزیم‌ها افزایش می‌یابد. در جنگل دلورا فعالیت آنزیم‌ها به دگرگونی شیوه بهره‌وری از زمین، پاسخ بهتری نشان می‌دهد، به‌طوری‌که فعالیت این سه آنزیم با جنگل‌زدایی کاهش می‌یابد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، مدیریت‌های مرسوم مانند شخم باعث افزایش ریز خاکدانه‌ها می‌شود که بر ویژگی‌های بیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک تأثیر می‌گذارد که در نهایت منجر به تغییر چرخه نیتروژن درون خاکدانه‌ها می‌شود.

***واژه‌های کلیدی:*** آنزیم در خاکدانه، مدیریت و کاربری زمین‌ها، ال- گلوتامیناز، ال- آسپاراجیناز، اوره‌آز

* مسئول مکاتبه: rahelehaletaha@yahoo.com

**مقدمه**

باروری و پایداری اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی به فرایندهای میکروبی وابسته است. از سوی دیگر فرایندهای میکروبی به ساختمان توسعه‌یافته و خاکدانه‌های پایدار نیاز دارند. ساختمان خاک یکی از ویژگی‌های ضروری هر خاک است که به کمک این ویژگی می‌توان بسیاری از عملکردهای اکولوژیکی خاک را برآورد کرد. خاکدانه به‌عنوان مهم‌ترین جزء ساختمان خاک و با داشتن منافذ بزرگ و کوچک بسیار می‌تواند جایگاه مناسب و مکان امنی برای فعالیت‌های میکروبی به‌شمار آید. به سخن دیگر، فعالیت‌های بیولوژیکی و محیط فیزیکی خاک بسیار به هم وابسته هستند (سیکس و همکاران، ٢٠٠٤). بیش از ٩٠ درصد مواد آلی خاک درون خاکدانه‌ها نگه‌داری می‌شود. پس انتظار می‌رود بیش‌تر فعالیت‌های میکروبی نیز درون خاکدانه‌ها انجام شود (حجتی و نوربخش، ٢٠٠٩). کاربرد مدیریت‌های مختلف شامل انواع سیستم‌های خاک‌ورزی، به‌کار بردن کودهای آلی و معدنی مختلف، مدیریت‌های متفاوت کاشت محصولات و... بر روند خاکدانه‌سازی مؤثر است (سیکس و همکاران، ٢٠٠٤). کیانی و همکاران (٢٠٠٧) گزارش کردند تبدیل جنگل‌های زاگرس به زمین‌های کشاورزی می‌تواند پایداری خاکدانه را تا یک سوم اندازه نخست خود و ماده آلی خاک را تا ٦٦ درصد کاهش دهد. اکنلر و طباطبایی (٢٠٠٤) نوع سیستم خاک‌ورزی را بر فعالیت آنزیم‌های آریل آمیداز، ال- آسپاراجیناز، ال- گلوتامیناز و اوره‌آز مؤثر دانستند به‌گونه‌ای که فعالیت این آنزیم‌ها در تیمار بدون شخم با افزایش عمق، کاهش می‌یابد. کاهش یافتن فعالیت میکروبی و آنزیمی با افزایش عمق به همراه کاهش یافتن ماده آلی و کاهش خاکدانه‌سازی گواه آن است که آنزیم‌های خاک برای دور ماندن از حمله پروتئازهای خاک یا برای پایدار شدن به خاکدانه نیاز دارند. جمعیت میکروبی به سطوح درونی و بیرونی خاکدانه متصل شده، یا در منافذ ریز درون خاکدانه پناه می‌گیرند (بسویت و همکاران، ٢٠٠١). حجتی و نوربخش (٢٠٠٩) فعالیت آنزیم β- گلوکوزیداز و کربن آلی را در درشت خاکدانه‌ها بیش‌تر از ریزخاکدانه‌ها گزارش کردند. فنسلر و همکاران (٢٠٠٥) فعالیت دو آنزیم از چرخه کربن، β- گلوکوزیداز و ان- استیل- β- گلوکوزآمینیداز را در درشت‌خاکدانه‌های مرتع احیا شده بیش‌تر از مرتع طبیعی و زمین کشاورزی گزارش کردند. آنزیم‌های مهم خاک که در چرخه نیتروژن فعالیت دارند، به‌طور عمده از خانواده هیدرولازها و به ندرت از خانواده لیازها هستند، این آنزیم‌ها نیتروژن موجود در خاک را از قالب ملکول‌های آلی، معدنی کرده و ابتدا به‌صورت یون آمونیوم در خاک آزاد می‌کنند. آنزیم ال- آسپاراجیناز (EC 3.5.1.1)، کاتالیز واکنش هیدرولیز ال- آسپاراجین به

ال- آسپارتیک اسید و آمونیوم را بـر عهـده داشـته و اوره‌آز (EC 3.5.1.5)، نقـش مـشابهی را بـرای هیدرولیز اوره به دی‌اکسیدکربن و آمونیوم بازی مـی‌کنـد. آنـزیم ال- گلوتامینـاز (EC 3.5.1.2)، نیـز هیدرولیز ال- گلوتامین به ال- گلوتامیک اسید و آمونیاک را انجام می‌دهد (طباطبایی، ۱۹۹٤). با توجه به بررسی‌های انجام شده، کمبود اطلاعات در مـورد توزیـع خاکدانـه‌ای آنـزیم‌هـای چرخـه نیتـروژن نویسندگان این مقاله را بر آن داشت تا به بررسی، ۱- چگونگی پراکنش فعالیت اوره‌آز، ال- گلوتامیناز و ال- آسپاراجیناز درون خاکدانه‌ها و ۲- تأثیرپذیری توزیع خاکدانه‌ای آنـزیم‌هـا از تغییـر کـاربری در اکوسیستم‌های جنگلی بپردازند.

## مواد و روش‌ها

**معرفی مناطق نمونه‌برداری:** نمونه‌برداری خاک از دو اکوسیستم جنگلی ناهمانند انجام گرفت، در هـر اکوسیستم دو وضعیت کاربری یا دو پوشش گیاهی غالب مورد بررسی قرار گرفت. منطقه ۱- جنگـل گیسوم، در استان گیلان و دارای دو پوشش جنگلی کاج و افرا است. از این جنگل با پوشـش گیـاهی غالب کاج (*Pinus eldarica*) (۳۰ سال واکاری شده پس از افرا)، ارتفاع ٦/۱- متر از سـطح دریـا و پوشش گیاهی غالب افرا (*Acer Pseudopratanus*) با طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹/۵ متـر از سـطح دریـا نمونـه‌بـرداری شـد. ۲- اکوسیستم جنگلی دلورا در لردگان استان چهارمحال بختیاری مـی‌باشـد. منطقـه لردگـان ۱۵۰۰۰۰ هکتار است که ۵۵ درصد آن از جنگل پوشیده شده است (حاج‌عباسـی و همکـاران، ۱۹۹۷). در ایـن منطقه نیز دو کاربری، شامل جنگل دست‌نخورده بلوط (*Quercus brantii Lindl*) و جنگل تخریـب شده بلوط به زمین کشاورزی با کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، بررسی شد. طول جغرافیایی منطقه ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰۹۷ متر از سطح دریا است. در دو اکوسیستم بالا، از لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری هر کاربری یا پوشـش گیـاهی سه نمونه مرکب که هر یک شامل ۱۵ نمونه می‌باشند، آماده شد. پس از نمونه‌بـرداری، در هـر یـک از نمونه‌های مرکب، در آغاز کلوخه‌های بزرگ به قطعات کوچک‌تر در حدود با قطر ۱/۵ سانتی‌متر خـرد شدند، سپس خاک‌ها به‌مدت یک هفته در دمای اتـاق هـوا خـشک شـده و بـرای انجـام آزمـایش بـه آزمایشگاه منتقل شدند. بافت خاک به روش پیپت، اندازه‌گیری شد (گی و همکاران، ۱۹۸٦). آهک بـه روش تیتراسیون برگشتی با سود، هدایت الکتریکی و pH در سوسپانسیون ۲:۱ خـاک بـه آب توسـط

دستگاه هدایت‌سنج و pH متر اندازه‌گیری شدند. کربن آلی به روش سوزاندن تر اندازه‌گیری شد (نیلسون و سامرز، ١٩٩٦).

**جداسازی خاکدانه‌ها:** برای جداسازی خاکدانه‌ها از روش الک تر بهره‌گیری شد (جاسترو و همکاران، ١٩٩٦). الک‌های به‌کار برده شده با مش ٠/١، ٠/٢٥، ٠/٥، ١ و ٢ میلی‌متر بودند، بنابراین خاکدانه‌های جدا شده به‌ترتیب ٢ < ٢-١، ١-٠/٥، ٠/٥-٠/٢٥ و ٠/٢٥-٠/١ می‌باشند و خاکدانه‌های کوچک‌تر از ٠/١ که از دست می‌روند، آزمایش نشدند. الک‌ها را به‌ترتیب اندازه از بزرگ در بالا تا کوچک در پایین بر روی هم محکم شده و داخل جایگاه مشخص در دستگاه اندازه‌گیری MWD قرار می‌گیرد. دستگاه را طوری تنظیم کرده که وقتی در حالت پایین است، آب تا ١ سانتی‌متری سیم‌های الک ٢ میلی‌متر بالا بیاید سپس، دستگاه در حالت بالا قرار می‌گیرد و از هر کاربری یا پوشش گیاهی ١٠٠ گرم خاک روی الک بالایی ریخته و ٥ دقیقه به حالت ثابت می‌ماند تا آب با نیروی موئینگی تمام خاک را مرطوب کند. سپس دستگاه را با سرعت ٥٠ بار در دقیقه روشن کرده، پس از زمان فوق دستگاه را خاموش کرده و ١٠ دقیقه به همان حالت می‌ماند. سپس الک‌ها را از آب خارج کرده و خاکدانه‌ها، روی الک‌ها، هوا خشک شدند.

**اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها:** فعالیت آنزیم‌های مورد نظر به روش زیر در هر بخش جدا شده از خاکدانه‌ها اندازه‌گیری شد؛ فعالیت آنزیم ال- آسپاراجیناز و ال- گلوتامیناز توسط روش فرانکنبرگر و طباطبایی (١٩٩١a) و فرانکنبرگر و طباطبایی (١٩٩١b)، فعالیت اوره‌آز از روش طباطبایی و برمنر (١٩٧٢) تعیین شد. برای اندازه‌گیری فعالیت ال- آسپاراجیناز ابتدا ٥ گرم خاک به‌وسیله ٠/٢ میلی‌لیتر تولوئن تیمار می‌شود و سپس ٩ میلی‌لیتر محلول بافر تریس هیدروکسی متیل آمینو متان (THAM) ٠/١ مولار با pH=١٠ اضافه می‌شود و سپس ١ میلی‌لیتر محلول سوبسترا (ال- آسپاراجین یا ال- گلوتامین ٠/٥ مولار) به سوسپانسیون بالا افزوده می‌شود و به‌مدت ٢ ساعت در دمای ٣٧ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون می‌شود. پس از انکوباسیون ٣٥ میلی‌لیتر محلول (KCl-$Ag_2SO_4$ ٢/٥ مولار نسبت KCl و ١٠٠ میلی‌گرم در لیتر نسبت به $Ag_2SO_4$) به آن اضافه می‌شود تا فعالیت آنزیم متوقف گردد. مقدار آمونیوم آزاد شده در سوسپانسیون به روش تقطیر با بخار آب تعیین و پس از کسر نمودن مقدار آمونیوم از تیمار شاهد بر حسب $mg\ NH_4^+\text{-}N\ Kg^{-1}h^{-1}$ (میلی‌گرم آمونیوم آزاد شده از هر کیلوگرم خاک در ساعت) گزارش شد. برای اندازه‌گیری اوره‌آز هم از روشی مشابه استفاده می‌شود با

این تفاوت که pH بافر THAM روی ۹ تنظیم می‌شود و به‌عنوان سوبسترا از محلول ۰/۲ مـولار اوره استفاده می‌شود.

**آنالیز آماری:** این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در ۳ تکرار تجزیه و تحلیل آماری شد. فاکتورها شامل مدیریت در دو سطح و کلاس خاکدانه در ۵ سطح است. مقایسه میانگین به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد درون هر منطقه و تنها بین دو کاربری هر یک از اکوسیستم‌ها و نیز میان بخش‌های گوناگون اندازه‌ای خاکدانه انجام گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم‌افزار SAS و STATISTIX، انجام شد.

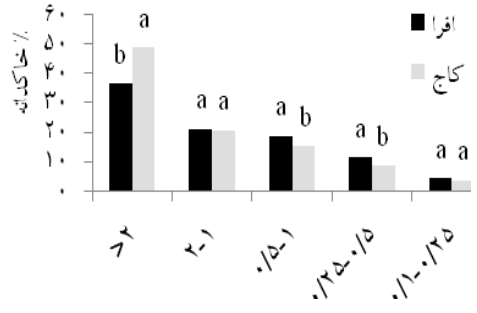
## نتایج و بحث

بیش‌ترین مقدارکربن آلی اندازه‌گیری شده (٤٠ گرم بر کیلوگرم)، در خاک جنگل گیسوم است که این وابسته به ناهمانندی آب و هوایی و پوشش گیاهی آن‌ها می‌باشد. طبق آمار ایستگاه هواشناسی رشت، در جنگل گیسوم دمای میانگین سالیانه ١٦/٥ درجه سانتی‌گراد، میانگین رطوبت نسبی ۸۲ درصد و میانگین درازمدت سالانه بارندگی ۱۳۵۹ میلی‌متر است. طبق آمار ایستگاه هواشناسی، در منطقه دلورا دمای میانگین سالیانه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین رطوبت نسبی ٤٠ درصد و میانگین درازمدت سالانه بارندگی ٥٦٧ میلی‌متر است. جنگل دلورا با داشتن مواد مادری آهکی، بیش‌ترین اندازه آهک را داشت. خاک‌های بررسی شده از دیدگاه شوری در خاک‌های غیرشور دسته‌بندی می‌شوند (جدول ۱).

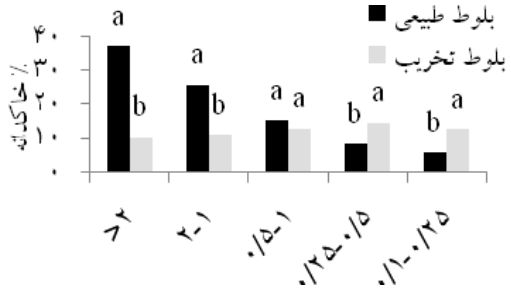
**جدول ۱- خلاصه‌ای از خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک‌های مورد مطالعه.**

| منطقه نمونه‌برداری | بافت خاک | رس | شن | N | pH | EC | آهک | کربن آلی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | گرم بر کیلوگرم | گرم بر کیلوگرم | میلی‌گرم بر کیلوگرم | _ | دسی‌زیمنس بر متر | گرم بر کیلوگرم | گرم بر کیلوگرم |
| گیسوم- جنگل افرا | لوم رسی سیلتی | ۳۵۲ | ١٤٠ | ٤٧٤ | ۷ | ۰/۳۵ | ۲۵ | ۳٤ |
| گیسوم- جنگل کاج | رسی سیلتی | ٤١٢ | ۳۹ | ٤۳۸ | ٦/٥ | ۰/۲۳ | ۳۰ | ٤٦ |
| دلورا- جنگل بلوط | لوم رسی | ۲۸۸ | ۲٤۸ | ٥۳۰ | ۷/۸ | ۰/۲۸ | ٥۰٥ | ۲٦ |
| دلورا-جنگل تخریب‌شده | لوم رسی | ۳۲۸ | ۲۳۲ | ٤٤۰ | ۷/۸ | ۰/۱۷ | ٤٤۰ | ۱۱ |

**الف- توزیع اندازه خاکدانه‌ها در اکوسیستم‌های بررسی شده:** در جنگل گیسوم، با جداسازی خاکدانه‌ها به روش الک مرطوب، درصد جرمی مربوط به هر خاکدانه اندازه‌گیری شد. در هر دو کاربری جنگل افرا و جنگل کاج، با کاهش اندازه خاکدانه، درصد آن‌ها نیز کاهش می‌یابد (شکل ۱). درصد درشت خاکدانه‌ها (۲<) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بقیه گروه‌های خاکدانه‌ای می‌باشد. بین دو کاربری جنگل گیسوم به غیر از خاکدانه‌های ۲-۱ و ۲< میلی‌متر، بین تمام اندازه‌های خاکدانه‌ای تفاوت معنی‌دار دیده شد. در همه اندازه‌های خاکدانه‌ای، به غیر از خاکدانه‌های ۲< میلی‌متر، درصد خاکدانه در کاربری جنگل افرا بیش‌تر از جنگل کاج است (شکل ۱). درصد بالاتر درشت خاکدانه‌ها در کاربری جنگل کاج ناشی از وجود ماده آلی بیش‌تر در خاک سطحی این جنگل است.




**شکل ۱- توزیع اندازه خاکدانه در جنگل گیسوم.**
**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**




**شکل ۲- توزیع اندازه خاکدانه در جنگل بلوط دلورا.**
**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**

در جنگل دلورا با پوشش بلوط، با افزایش اندازه خاکدانه‌ها، درصد آن‌ها نیز افزایش یافته است. اما با تراشیدن جنگل وتبدیل آن به زمین کشاورزی روند برعکس شده و با افزایش اندازه خاکدانه درصد آن‌ها کاهش می‌یابد. بین دو کاربری در این اکوسیستم جنگلی بین تمام اندازه‌های خاکدانه به غیر از خاکدانه‌های ۱-۰/۵ میلی‌متر، تفاوت معنی‌دار دیده می‌شود (شکل ۲). مطالعات قبلی در جنگل‌های تخریب شده بلوط لردگان افزایش ۲۰ درصدی در وزن مخصوص ظاهری و کاهش ۵۵ درصدی در خاکدانه‌های پایدار در آب را نشان داده است (حاج‌عباسی و همکاران، ۱۹۹۷). در واقع خاک‌ورزی از مهم‌ترین مواردی است که باعث کاهش مقدار و پایداری خاکدانه می‌شود، به‌خصوص زمانی که اکوسیستم‌های طبیعی به کشاورزی تبدیل می‌شوند (آلیسون و همکاران، ۲۰۰۶). بیان شده است که در پوشش طبیعی جنگل نسبت به جنگل تخریب شده، مقدار درشت خاکدانه‌ها از ریزخاکدانه‌ها بیش‌تر است. زیرا ریشه و شرایط خاکی جنگل، از خاکدانه محافظت می‌کند (آن و همکاران، ۲۰۱۰). در بررسی تأثیر ریشه گندم بر خاکدانه‌سازی، گزارش شده است که نفوذ ریشه باعث کاهش درصد درشت‌خاکدانه‌ها و افزایش ریزخاکدانه‌ها می‌شود. ساختار ریشه مانند انشعابات ریشه‌ای و ضخامت ریشه‌ها می‌تواند تعیین‌کننده تأثیر نفوذ ریشه بر خاکدانه باشد (دنف و همکاران، ۲۰۰۲).

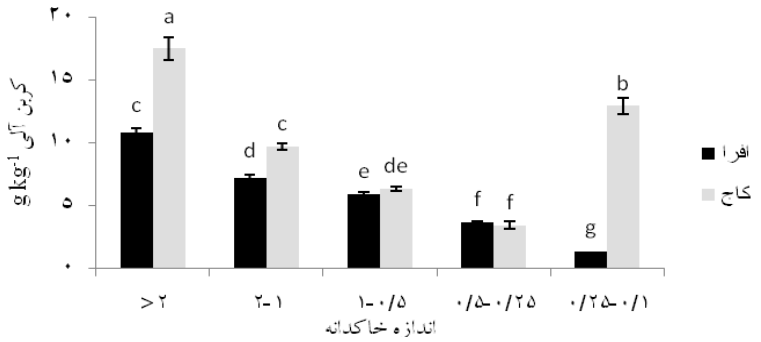
**ب- فعالیت‌های آنزیمی:** پس از جداسازی خاکدانه‌ها و هوا خشک کردن آن‌ها فعالیت سه آنزیم مورد نظر و مقدار کربن آلی در تمام اندازه‌های خاکدانه‌ای اندازه‌گیری شد. با انجام آنالیز واریانس هر یک از مناطق به‌طور جداگانه، اثرات مدیریت‌های مختلف و خاکدانه‌های مختلف و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیمی بررسی شد (جدول ۲). تمام داده‌های فعالیت آنزیمی و کربن آلی پس از اعمال کسر جرمی خاکدانه‌ها، گزارش شده است.

**جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر مدیریت و اندازه خاکدانه بر فعالیت‌های آنزیمی.**

| منطقه مطالعاتی | منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | اوره‌آز | ال- گلوتامیناز | ال- آسپاراجیناز | کربن آلی |
| جنگل گیسوم | مدیریت | ۱ | ۰/۰۱۷$^{ns}$ | ٦٤$^{ns}$ | ۱۷/۵$^{***}$ | ۱۳۱$^{**}$ |
| | خاکدانه | ٤ | ۱۰۰$^{***}$ | ٦٥۰۱$^{***}$ | ۱۰۱/۵$^{***}$ | ۹۲$^{***}$ |
| | مدیریت × خاکدانه | ٤ | ۵$^{***}$ | ۱۷۷$^{***}$ | ۲/۵$^{***}$ | ۳٦$^{***}$ |
| جنگل دلورا | مدیریت | ۱ | ۳۷۲$^{***}$ | ۷۳۸۳$^{***}$ | ۱۲۷$^{***}$ | ۱۰۰$^{***}$ |
| | خاکدانه | ٤ | ۷۸$^{***}$ | ۱۱۸٤$^{***}$ | ۱٦$^{***}$ | ۱۸$^{***}$ |
| | مدیریت × خاکدانه | ٤ | ۹۲$^{***}$ | ۹٦۵$^{***}$ | ۱۸$^{***}$ | ۱۹/٤$^{***}$ |

$^{*}$ معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، $^{**}$ معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و $^{ns}$ غیرمعنی‌دار.

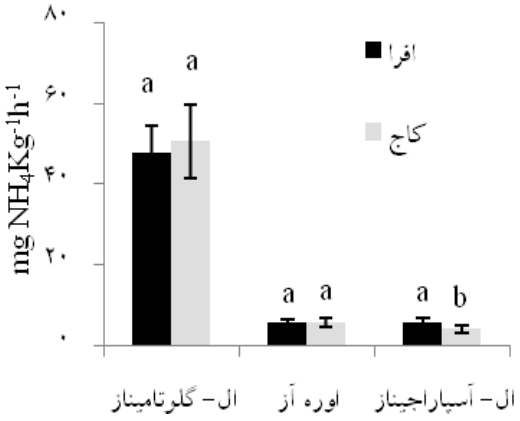
در جنگل گیسوم دو کاربری کاج و افرا از دیدگاه میزان کربن آلی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نشان دادند. با توجه به شکل ٣ دیده می‌شود مقدار کربن آلی در جنگل کاج به‌خصوص در درشت خاکدانه‌ها (٢<) و ریزخاکدانه‌ها (٠/٢٥-٠/١)، بیش‌تر از جنگل افرا است. جنگل کاج به این دلیل که دارای مواد آلی لیگنینی با ماهیت خشبی است، میزان C/N در مانده‌های آن (١٣١ گرم بر کیلوگرم) نسبت به مانده‌های جنگل افرا (٦٦ گرم بر کیلوگرم) بالاتر است (نوربخش و دیک، ٢٠٠٥). بالا بودن C/N بقایا باعث تحریک فعالیت قارچ‌ها می‌شود (سارکوییز و همکاران، ٢٠٠٤). باس و همکاران (٢٠٠٩) گزارش کردند که اگر نسبت جمعیت قارچ به باکتری بیش‌تر باشد (جنگل کاج)، پویایی کربنی آهسته‌تر انجام می‌گیرد به سخن دیگر ذخیره کربنی در خاک افزایش می‌یابد.




**شکل ٣- اثر متقابل اندازه خاکدانه و مدیریت بر کربن آلی در جنگل گیسوم.**
**میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ٥ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند**

اندازه‌گیری مقدار کربن آلی در خاکدانه‌های جنگل گیسوم، نشان می‌دهد که خاکدانه‌های ٢< در هر دو کاربری بیش از دیگر گروه‌ها دارای کربن آلی است (شکل ٣). بنا به رای‌جان و همکاران (٢٠٠٥) با کاهش اندازه خاکدانه، تجزیه ماده آلی افزایش می‌یابد و کربن، در خاکدانه‌های درشت کم‌تر تجزیه یافته و نسبت به کربن، در خاکدانه‌های ریز تازه‌تر می‌باشد و با کاهش اندازه خاکدانه، میزان کربن آلی نیز کاهش می‌یابد. در اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها در دو کاربری جنگل گیسوم مشاهده شد، فعالیت اوره‌آز و ال- گلوتامیناز در دو کاربری جنگل کاج و افرا تفاوت معنی‌داری ندارند، اما فعالیت آنزیم ال- آسپاراجیناز در جنگل افرا بیش‌تر از جنگل کاج است (شکل ٤). این

موضوع به‌طور مستقیم به کیفیت ماده آلی بر می‌گردد. تارتار (۲۰۱۰) نیز غلظت نیتروژن معدنی در خاک جنگل گیسوم با کاربری افرا را بیش‌تر از کاربری کاج گزارش کرد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها در خاکدانه‌های جنگل گیسوم نشان می‌دهد هر یک از اندازه‌های خاکدانه‌ای اختلاف معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌ها دارند به‌طوری‌که فعالیت هر سه آنزیم در خاکدانه‌های درشت بیش‌تر از خاکدانه‌های ریز است (شکل ۵).




**شکل ٤- اثر کاربری بر فعالیت آنزیم‌ها در جنگل گیسوم.**

**شکل ۵- توزیع خاکدانه‌ای آمیدوهیدرولازها در جنگل گیسوم.**

در پـژوهش‌هـای فنـسلر و همکـاران (۲۰۰۵)، حجتـی و نـوربخش (۲۰۰۹) فعالیـت آنـزیم β- گلوکوزیداز در درشت خاکدانه‌ها، بیش‌تر از ریزخاکدانه‌ها گزارش شد. خاک‌های جنگلی بـه‌دلیـل داشتن شرایط مناسب محیطی و ریشه‌ای دارای خاکدانه‌های قوی هستند. وجود مقادیر بیش‌تـر کـربن آلی ذره‌ای در درشت خاکدانه‌ها، به‌دلیل فراهم کردن کـربن و انـرژی بـرای جامعـه میکروبـی، باعـث افزایش فعالیت‌های بیولوژیک خاک و تولید آنزیم بیش‌تر می‌شود (خرسندی و نـوربخش، ۲۰۰۷). بـا توجه به جدول ۲ اثر متقابل مدیریت و خاکدانه در مورد هر سه آنزیم وکربن آلی بسیار معنی‌دار است. پس هم مدیریت جنگل و هم اندازه خاکدانه بر فعالیت آنزیم‌ها اثر زیادی دارند. در جنگل افرا فعالیت آنزیم ال- گلوتامیناز فقط در خاکدانه‌های ۲< و ۰/۵-۰/۲۵ تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد (جـدول ۳). اما در جنگل کاج فعالیت این آنزیم در سه گروه خاکدانه‌ای ۱- ۰/۵، ۰/۵-۰/۲۵ و ۲< میلی‌متر تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد. بیش‌ترین فعالیت در گروه خاکدانه‌ای ۱-۰/۵ میلی‌متـر کـاربری کـاج مـشاهده شد. با توجه به این‌که جنگل کاج دارای موادی با لیگنین زیاد است مـی‌توانـد جایگـاه مناسـبی بـرای قارچ‌های ساپروفیتی به حساب آید. این در حالی است که آنزیم ال- گلوتامیناز بیش‌ترین فعالیت را در کاربری کاج دارد. پس شاید بتوان گفت در این اکوسیستم، ال- گلوتامیناز بیش‌تر منـشأ قـارچی دارد. مهم‌تـرین قـارچ‌هـای تولیدکننـده ایـن آنـزیم *Penicillium urticae*، *Tilachlidium humicola* و *Verticillium malthousei* هستند (فرانکنبرگر و طباطبایی، ۱۹۹۱b).

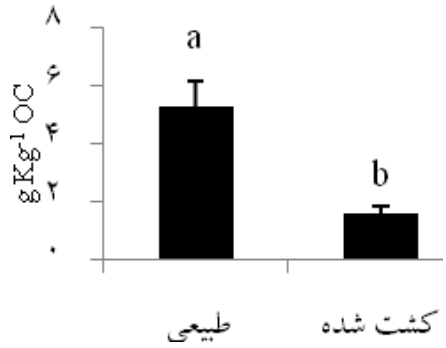
**جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربری و اندازه خاکدانه بر آنزیم ال- گلوتامینـاز ($mg\ NH_4^+-N\ Kg^{-1}h^{-1}$) در جنگل گیسوم.**

| کاربری | اندازه خاکدانه‌ها (میلی‌متر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | >۲ | ۱-۲ | ۰/۵-۱ | ۰/۲۵-۰/۵ | ۰/۱-۰/۲۵ |
| افرا | $۲۳۹^{cd}$ | $۲۶۳^{bc}$ | $۲۵۸^{bcd}$ | $۲۷۸^{ab}$ | $۲۷۷^{abc}$ |
| کاج | $۲۲۱^{d}$ | $۲۹۵^{ab}$ | $۳۱۰^{a}$ | $۲۷۲^{bc}$ | $۲۹۳^{ab}$ |

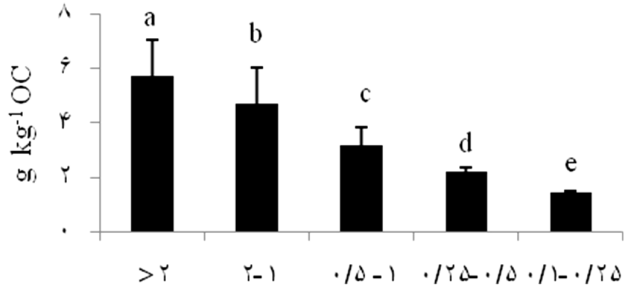
میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بررسی مقدار کربن آلی در جنگل دلورا، کاربری بلوط طبیعی بیش‌ترین میزان ماده آلی را نسبت به کاربری دیگر یعنی جنگل تخریب شده و زیر کشت گندم، نـشان داد (شـکل ٦). جنگـل بلـوط بـا داشتن درشت خاکدانه‌ها از ماده آلی حفاظت می‌کند. اما جنگل‌تراشی و عملیات شخم باعث افـزایش سرعت تجزیه و از دست رفتن کربن می‌شود. طبق نظـر سـیکس (۲۰۰۰) سیـستم بـدون خـاک‌ورزی

نسبت به خاک‌ورزی سنتی، باعث کم‌تر شدن سرعت تشکیل و تخریب خاکدانه‌های درشت می‌شود، همچنین خاکدانه‌های ریز پایدار می‌شوند و کربن درون آن‌ها حفظ می‌شود. در بررسی توزیع کربن آلی درون خاکدانه‌ها مشخص شد، کربن آلی روند مشخصی را در خاکدانه‌ها طی می‌کند به این صورت که با افزایش اندازه خاکدانه، کربن آلی نیز افزایش می‌یابد (شکل ۷).



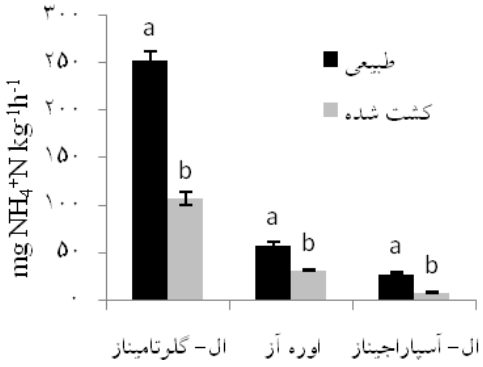

**شکل ٦- اثر کاربری بر کربن آلی در جنگل دلورا.**
**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**




**شکل ۷- توزیع خاکدانه‌ای کربن آلی در جنگل دلورا.**
**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**

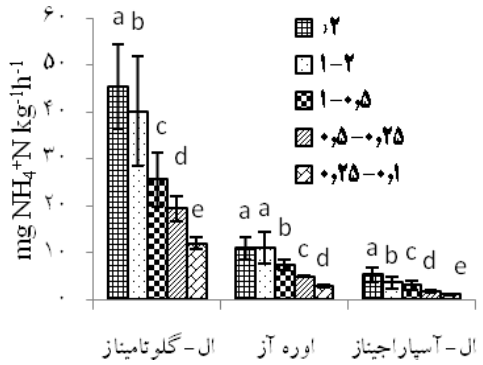
طبق مدل سلسله مراتبی تشکیل خاکدانه، خاکدانه‌های درشت از گردهمایی خاکدانه‌های ریز تشکیل شده‌اند. ذرات ورودی ماده آلی به درشت خاکدانه‌ها تجزیه شده و به ذرات خیلی‌ریز تبدیل می‌شوند و درون خاکدانه‌های ریز که داخل درشت خاکدانه‌ها هستند تمرکز پیدا می‌کنند و از ذرات

ماده آلی دیگر که وارد درشت خاکدانه می‌شوند، قدمت بیش‌تری دارند. به این صورت است که غلظت ماده آلی با افزایش درشت خاکدانه‌ها، افزایش می‌یابد (تیسدال و ادز، ۱۹۸۲). این موضوع که با افزایش اندازه خاکدانه، کربن آلی نیز افزایش می‌یابد، توسط پوگت و همکاران (۱۹۹۹)، سیکس و همکاران (۲۰۰۰)، لگاتو و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها در جنگل بلوط، تفاوت بین دو کاربری را به وضوح نشان می‌دهد. هر سه آنزیم در دو کاربری این جنگل دارای اختلاف معنی‌دار هستند و بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم‌ها مربوط به جنگل بلوط طبیعی است (شکل ۸).




**شکل ۸- اثر کاربری بر فعالیت آنزیم‌ها در جنگل دلورا.**

**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**




**شکل ۹- توزیع خاکدانه‌ای آمیدوهیدرولازها در جنگل دلورا.**

**(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)**

نوربخش (۲۰۰۷) کاهش شدید فعالیت آنزیم ال- آسپاراجیناز را در جنگل‌های بلوط تخریب گزارش کرد. بدیهی است که فعالیت آنزیم‌ها به دنبال افزایش کربن آلی اتفاق می‌افتد و کربن آلی به دنبال مدیریت مناسب افزایش می‌یابد. در مدیریت‌های کشت و کار که شخم و تهیه بستر جز لاینفک آن است، عملیات خاک‌ورزی و زیر و رو کردن خاک، عامل اصلی تخریب خاکدانه‌ها و کاهش کربن آلی محسوب می‌شود (سیکس و همکاران، ۲۰۰٤). اندازه‌گیری آنزیم‌ها درون خاکدانه‌های جنگل بلوط لردگان نشان می‌دهد، فعالیت هر سه آنزیم در درشت‌خاکدانه‌ها، بیش‌تر از ریزخاکدانه‌ها است و با کاهش اندازه خاکدانه کاهش می‌یابد (شکل ۹) که دلیل این مطلب، کاهش یافتن ماده آلی با کاهش اندازه خاکدانه‌ها است (شکل ۷). در جدول ۲ اثر متقابل مدیریت و خاکدانه برای هر سه آنزیم و کربن آلی معنی‌داری زیادی نشان می‌دهد. با توجه به جدول ٤ فعالیت آنزیم ال- گلوتامیناز در جنگل بلوط طبیعی بیش‌ترین مقادیر را در درشت خاکدانه‌ها (۲ <) نشان می‌دهد. فعالیت به‌صورت روندی منظم با کاهش اندازه خاکدانه، کاهش می‌یابد. در جنگل تخریب شده بلوط بین هیچ کدام از گروه‌های خاکدانه‌ای تفاوت معنی‌داری دیده نشد و همه در یک محدوده، فعالیت آنزیم ال- گلوتامیناز را نشان دادند. دو آنزیم اوره آز و ال- آسپاراجیناز نیز روندی مشابه آنزیم ال- گلوتامیناز نشان دادند. احتمالاً کاهش در فعالیت آنزیم‌ها در مرتع تخریب، مربوط به عملیات کشت و کار است، ساختمان خاک (خاکدانه‌ها) که نقش مهمی در حفاظت فیزیکی ماده آلی بازی می‌کند، اگر به هر علتی تخریب شود، آن خاک دچار بحران بیولوژیک خواهد شد (برونیک و لال، ۲۰۰۵).

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل مدیریت و اندازه خاکدانه بر آنزیم ال- گلوتامیناز ($mg\ NH_4^+-N\ Kg^{-1}h^{-1}$) در جنگل دلورا.**

| کاربری | اندازه خاکدانه‌ها (میلی‌متر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | >۲ | ۱-۲ | ۰/۵-۱ | ۰/۲۵-۰/۵ | ۰/۱-۰/۲۵ |
| طبیعی | ۲۰۹$^{c}$ | ۲۵٤$^{b}$ | ۲۵۱$^{b}$ | ۲۹۹$^{a}$ | ۲۵۲$^{b}$ |
| کشت شده | ۱۳٤$^{d}$ | ۱۳۵$^{d}$ | ۱۰۰$^{e}$ | ۹۳$^{e}$ | ۷٤$^{e}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

**ج- همبستگی آنزیم‌ها و کربن آلی:** با توجه به جدول ۵ همبستگی‌های بسیار معنی‌داری بین آنزیم‌ها و بین آنزیم‌ها و کربن آلی به‌دست آمده است. همبستگی قوی این آنزیم‌ها با کربن آلی نشان‌دهنده آن است که هر سه آنزیم دارای تمایل قوی برای برقراری پیوند با بخش آلی خاک می‌باشند. نتایج

همبستگی این مطالعه با نتایج به‌دست آمده توسط فرانکنبرگر و طباطبایی (1991a) و فرانکنبرگر و طباطبایی (1991b)، مشابه بوده و نشان می‌دهد که مکان استقرار این آنزیم‌ها، بر سطح کلوئیدهای آلی خاک می‌باشد. توان شدید سطوح کلوئیدهای آلی برای جذب سطحی و غیرپویا شدن آنزیم‌ها روی سطوح آلی ابتدا به‌وسیله برنز و همکاران (١٩٧٢) برای آنزیم اوره‌آز کشف شد، ولی پس از آن برای سایر آمیدوهیدرولازها مانند ال- آسپاراجیناز، ال- گلوتامیناز و آمیداز تأیید گردید. از سوی دیگر کربن آلی می‌تواند اثر مستقیم بر افزایش فعالیت‌های آنزیمی داشته باشد. چرا که همبستگی فعالیت سه آنزیم با یکدیگر نه به خاطر تأثیر مستقیم این سه آنزیم بر هم، بلکه به واسطه اثر غیرمستقیمی است که در اثر ارتباط با کربن آلی حاصل می‌شود. برای نمونه آنزیم ال- آسپاراجیناز بیش‌تر از طریق کربن آلی خاک (به‌صورت غیرمستقیم)، به‌دلیل تأثیر مشابهی که کربن آلی بر آمیدوهیدرولازها می‌گذارد، با فعالیت آنزیم‌های ال- گلوتامیناز و اوره‌آز مرتبط می‌گردد. بنابراین از آن‌جا که کربن آلی خاک شاخص حضور و فراوانی کلوئیدهای خاک است، با افزایش کربن آلی، امکان حضور به‌نسبت پایدار ملکول‌های آنزیم در خاک افزایش می‌یابد (برنز و همکاران، ١٩٧٢). با توجه به نتایج به‌دست آمده از همبستگی‌های قوی بین فعالیت آنزیم‌ها با یکدیگر و با کربن آلی در درون خاکدانه‌ها و نتایج پژوهش‌های قبلی در کل خاک، نتیجه می‌شود رفتار این آنزیم‌ها در خاک توسط عوامل مشابهی کنترل می‌شود.

**جدول ٥- ضرایب همبستگی بین آنزیم‌ها و کربن آلی در مجموع دو کاربری طبیعی (پایین قطر)، در مجموع دو کاربری تخریب (بالای قطر).**

| | OC | L-Glu | L-Asp | Urea |
|---|---|---|---|---|
| OC | ١ | ٠/٧٨*** | ٠/٧٩*** | ٠/٤٦** |
| L-Glu | ٠/٩٧*** | ١ | ٠/٩٥*** | ٠/٧٢*** |
| L-As | ٠/٩٧*** | ٠/٩٧*** | ١ | ٠/٧٨*** |
| Urea | ٠/٧١*** | ٠/٦٥*** | ٠/٦١*** | ١ |

** و *** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ٠/٠١ و ٠/٠٠١، OC: کربن آلی، Urea: آنزیم اوره‌آز، L-Glu: آنزیم ال- گلوتامیناز، L-As: آنزیم ال- آسپاراجیناز.

## نتیجه‌گیری کلی

میزان کربن آلی خاک جنگل گیسوم در کاربری کاج، بیش‌تر از کاربری افرا بود. ولی فعالیت آنزیم‌های ال- گلوتامیناز و اوره‌آز در دو کاربری یاد شده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. اما فعالیت آنزیم ال- آسپاراجیناز در کاربری افرا بیش‌تر از کاج دیده شد، که به ناهمانندی ویژگی‌های خاک و تفاوت ساختاری جمعیت میکروارگانیسم‌های دو کاربری مربوط می‌شود. در این پژوهش دیده شد که با افزایش اندازه خاکدانه، کربن آلی در خاکدانه‌ها افزایش یافته و فعالیت هر سه آنزیم افزایش می‌یابد و بیش‌ترین آن در خاکدانه‌های بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر دیده می‌شود. در کاربری جنگل بلوط طبیعی میزان کربن آلی و فعالیت هر سه آنزیم بیش‌تر از کاربری کشت شده است. بیش‌ترین فعالیت هر سه آنزیم در درشت‌خاکدانه‌های ۲< و ۲-۱ دیده می‌شود و به‌ترتیب با کاهش اندازه خاکدانه، کاهش می‌یابد. فعالیت آنزیم ال- گلوتامیناز از دو آنزیم دیگر بیش‌تر است. روی‌هم‌رفته تخریب اکوسیستم‌های جنگلی و مدیریت نادرست و غیراصولی باعث از دست رفتن ساختمان خاک می‌شود که تمام ویژگی‌های خاک را دگرگون می‌سازد. در این پژوهش دیده شد که، تغییر مدیریت جنگل‌های شمال باعث تغییر در کمیت ماده آلی می‌شود، در نتیجه شاهد تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی در خاک هستیم. همچنین تغییر کاربری در جنگل‌های زاگرس نشان از کاهش درشت‌خاکدانه‌ها در اثر شخم و متغیر شدن سهم بخش‌های مختلف خاکدانه در فعالیت آنزیم‌ها است و یا حتی می‌تواند سهم ریزخاکدانه‌ها را بر درشت‌خاکدانه‌ها افزونی بخشد، که در نهایت شاهد کاهش ماده آلی و کاهش باروری اکوسیستم‌ها خواهیم بود.

## منابع

1.Allison, S.D., and Jastrow, J.D. 2006. Activities of extracellular enzymes in physically isolated fractions of restored grassland soil. Soil Biol. Biochem. 38: 3245-3256.
2.An, S., Mentler, A., Mayerand, H., and Blum, W.E.H. 2010. Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the loess Plateau, China. Catena. 81: 226-233.
3.Bossuyt, H., Denef, K., Six, J., Frey, S.D., Merckx, R., and Paustian, K. 2001. Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability. Appl. Soil Ecol. 16: 195-208.
4.Bronick, C.J., and Lal, R. 2005. Soil structure and management. Geoderma. 124: 3-22.

5.Burns, R.G., Pukit, A.H., and Mclaren, A.D. 1972. Concerning the location and persistence of soil urease. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36: 308-311.
6.Busse, M.D., Sanchez, F.G., and Ratcliff, A.W. 2009. Soil carbon sequestration and changes in fungal and bacterial biomass following incorporation of forest residues, Soil Biol. Biochem. 41: 220-227.
7.Denef, K., Six, J., Merckx, R., and Paustian, K. 2002. Short-term effects of biological and physical forces on aggregate formation in soils with different clay mineralogy. Plant Soil, 246: 185-200.
8.Ekenler, M., and Tabatabai, M.A. 2004. Arylamidase and amidohydrolases in soil as affected by liming and tillage systems. Soil Till. Res. 77: 157-168.
9.Fansler, S.J., Smith, J.L., Bolton, Jr.H., and Bailey, V.L. 2005. Distribution of two C cycle enzymes in soil aggregates of a prairie chronosequence. Biol. Fertil. Soils. 42: 17-23.
10.Frankenberger, Jr., and Tabatabai, M.A. 1991a. Factors affecting L-asparaginase activity in soils. Biol. Fertil. Soils. 11: 1-5.
11.Frankenberger, Jr., and Tabatabai, M.A. 1991b. Factors affecting L-glutaminase activity in soils. Soil Biol. Biochem. 23: 875-879.
12.Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis, P 383-411. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
13.Hajabbasi, M.A., Jalalian, A., and Karimzadeh, H.R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, lordegan, Iran. Plant. Soil. 190: 301-308.
14.Hojati, S., and Nourbakhsh, F. 2009. Distribution of β-Glucosidase activity within aggregates of a soil amended with organic fertilizers. Am. J. Agri. Biol. Sci. 4: 179-186.
15.Jastrow, J.D., Boutton, T.W., and Miller, R.M. 1996. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance, Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 801-807.
16.John, B., Yamashita, T., Ludwig, B., and Flessa, H. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different type of land use. Geoderma, 128: 63-79.
17.Khorsandi, N., and Nourbakhsh, F. 2007. Effect of amendment of manure and corn residues on soil N mineralization and enzyme activity. Agron. Sustain. 27: 139-143.
18.Kiani, F., Jalalian, A., Pashai, A., and Khademi, H. 2007. Effect of deforested and conservation and destroy rangeland on quality soil indices. Water and Soil Science. 41: 453-463.
19.Lugato, E., Simonetti, G., Morari, F., Nardi, S., Berti, A., and Giardini, L. 2010. Distribution of organic and humic carbon in wet-sieved aggregates of different soils, Geoderma. 157: 80-85.

20. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter, P 437-474. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
21. Nourbakhsh, F., and Dick, R.P. 2005. Net nitrogen mineralization or immobilization potential in a residue-amended calcareous soil. Arid Land Res. Manag. 19: 299-306.
22. Nourbakhsh, F. 2007. Decoupling of soil biological properties by deforestation. Agri. Ecosys. Environ. 121: 435-438.
23. Puget, P., Angers, D.A., and Chenu, C. 1999. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. Soil Biol. Biochem. 31: 55-63.
24. Sarquis, M., Oliveira, E.M., Santos, A.S., and Costa, G.L. 2004. Production of l-asparaginase by Filamentous fungi. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 99: 5. 489-492.
25. Six, J., Elliott, E.T., and Paustion, K. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation. Soil Biol. Biochem. 32: 2099-2103.
26. Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., and Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota and soil organic matter dynamics. Soil Till. Res. 79: 7-31.
27. Tabatabai, M.A., and Bremner, J.M. 1972. Assay of urease activity in soils. Soil Biol. Biochem. 4: 479-486.
28. Tabatabai, A.M. 1994. Soil Enzymes, P 775-826. In: Weaver et al. (Eds), Methods of Soil Analysis. Madison, WI, USA.
29. Tartar, N. 2010. Distribution of organic and solution nitrogen in forestall ecosystems. M.Sc. Thesis of Agronomy. Department of Agriculture. Isfahan University of technology, Iran.
30. Tisdall, J.M., and Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. Soil Sci. 33: 141-163.

*J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 4(3), 2014*
*http://ejsms.gau.ac.ir*

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

# Aggregate distribution of soil amidohydrolases in different land use of forest ecosystems

***R.S. Aletaha Maki[1] and F. Nourbakhsh[2]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Isfahan University of Technology,
[2]Professor, Dept. of Soil Science, Isfahan University of Technology
Received: 04/26/2013; Accepted: 10/22/2014

**Abstract**

The location of extracellular enzymes with the soil architecture and their association with the various soil components affects their catalytic potential. Amidohydrolases including L-glutaminase, L-asparaginase, Urease, Amidase and L-aspartase play important roles in mineralization of nitrogen. This study was conducted to: investigate aggregate distribution of L-glutaminase, L-asparaginase and Urease in different ecosystems including Gisum forest, Delvara forest. A wet sieving procedure was used to separate soil aggregate into classes of >2, 1-2, 0.5-1, 0.25-0.5 and 0.1-0.25; Soil amidohydrolases which are thought to be of different origins were measured in the separated aggregates as well as soil organic C (SOC). Results indicated that in the Gisum forest, pine standing has resulted in increasing SOC content. Moreover, the activity of L-glutaminas and Urease were similar in the both standings, but the activity of L-asparaginase was greater in the maple standing compared to the pine standing. The enzyme activities enhanced as the aggregate size increased in both pine and maple standings. In the Delvara oak forest, the enzyme activities showed to be highly sensitive to management practices, while enzyme activities and organic carbon decreased significantly as cultivation practiced in the Delvara ecosystem. This study showed that soil management practices, including tillage would enhance the mass fraction of either small macroaggregate or microaggregates and therefore would significantly affect soil biological and biochemical properties, which may lead to changes in nitrogen cycling, including N mineralization in soil aggregates.

***Keywords:*** Enzymes in aggregate, Management and land use, L-Glutaminase, L-Asparajinase, Urease

* Corresponding Authors; Email: rahelehaletaha@yahoo.com