

## بررسی ذخیره کربن آلی خاک در جنگل آمیخته راش - ممرز (مطالعه موردی: جنگل شصت کلاته گرگان)

هاشم حبشی<sup>۱\*</sup>، مریم مصلحی<sup>۲</sup>، رامین رحمانی<sup>۳</sup>، خسرو ثاقب طالبی<sup>۴</sup>

۱. دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان

۳. دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴. دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸

### چکیده

جنگل از مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های طبیعی با پتانسیل فراوان در جذب و انتشار تدریجی کربن و ایجاد تعادل آن و جذب دی‌اکسید کربن اتمسفری و ذخیره کربن است. تغییرات زمانی ترسیب کربن در جنگل‌های هیرکانی، موضوعی بااهمیت است؛ از این‌رو هدف این تحقیق بررسی تغییرات ماهانه و تعیین پتانسیل ذخیره کربن آلی خاک در توده آمیخته راش - ممرز است. برای این منظور به مدت یک سال از بهمن ۱۳۹۲ تا بهمن ۱۳۹۳، در یک هکتار از توده آمیخته راش - ممرز ۲۰ نقطه نمونه تصادفی انتخاب شد و در هر ماه، نمونه‌گیری خاک از عمق ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک انجام گرفت و کربن آلی، درصد رطوبت وزنی خاک، جرم مخصوص ظاهری و درصد سنگ و سنگریزه تعیین شد. فرایند لاشریزی با استفاده از تله لاشریزه اندازه‌گیری شد، حرارت خاک و اتمسفر نیز به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در ذخیره کربن آلی خاک در هر یک از نقطه نمونه‌ها ثبت شد. تغییرات ماهانه تولید لاشریزه، رطوبت خاک، حرارت اتمسفر و خاک و ذخیره کربن آلی خاک با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۹۵ درصد نشان داد. همچنین نتایج نشان داد بیشترین و کمترین ذخیره کربن آلی خاک به ترتیب در ماه‌های بهمن و مرداد با مقادیر ۹۳/۰۶ و ۶۳/۶۲ تن در هکتار بود.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات زمانی، توده راش - ممرز، ذخیره کربن آلی خاک، لاشریزه.

### مقدمه

مغذی، حفظ پاکیزگی آب و کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفر دارد [۱]. میانگین ذخیره کربن آلی خاک در خاک‌های مختلف در محدوده ۶۱/۳ تا ۱۹۸/۴ تن در هکتار متفاوت است. با افزایش عمق خاک از ذخیره کربن آلی خاک کاسته می‌شود، اما ذخیره کربن آلی خاک در عمق ۲۰ سانتی‌متری بالایی خاک حدود ۴۳ درصد از کل ذخیره کربن آلی خاک است و رابطه مثبت و معنی‌داری بین رطوبت خاک و ذخیره کربن آلی خاک وجود دارد [۲]. در تحقیق Gruneberg و

ترسیب کربن توسط جنگل و سپس ذخیره آن در خاک، عملکرد پیچیده‌ای است. خاک با ترسیب کربن مهم‌ترین ذخیره‌گاه کربن در بین اجزای بوم‌سازگان‌های زمینی است و اهمیت حیاتی در کاهش اثرهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی، افزایش کیفیت خاک، پایداری و بهبود تولید مواد

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۷۰۱۰۷۰

ریزش لاشریزه در جنگل‌های بلوط در جنگل‌های کوهستانی هندوستان، گزارش کردند بیشترین مقدار تولید لاشریزه در ماه‌های آبان و آذر رخ داد [۹]. در سال ۲۰۱۴، Naramore تأثیر گرمای خاک را بر جوامع زی‌توده میکروبی و ذخیره کربن خاک در جنگل‌های هاوارد بررسی کرد و به این نتیجه رسید که کربن آلی خاک در ماه‌های مختلف، متغیر است و افزایش گرمای خاک سبب کاهش زی‌توده میکروبی و ذخیره کربن آلی خاک می‌شود [۱۰].

با توجه به تغییرات روبه‌رشد زیست‌محیطی مرتبط با تغییرات آب‌وهوایی، مسئله تعادل کربن به‌عنوان یکی از گازه‌های اصلی گلخانه‌ای، اهمیت بسیاری یافته است؛ بنابراین به‌علت توانایی زیاد بوم‌سازگان‌های جنگلی در ذخیره کربن، می‌توان گفت این بوم‌سازگان تأثیر اساسی در ذخیره جهانی کربن و کاهش آن در اتمسفر دارد [۱۱]. با توجه به ناآگاهی از پتانسیل جنگل‌های خزری در ترسیب کربن و نیز اهمیت تغییرات زمانی ترسیب کربن، در این تحقیق تغییرات ماهانه ذخیره کربن آلی خاک در توده بکر آمیخته راش - ممرز و تعیین پتانسیل آن در ذخیره کربن آلی خاک بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

### مشخصات منطقه تحقیق

منطقه تحقیق در سری ۱ طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا، حوضه آبخیز ۸۵ طرح جامع جنگل‌های شمال کشور، در فاصله ۸ کیلومتری جنوب غربی شهرستان گرگان در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است. جنگل آموزشی و پژوهشی شصت‌کلاته (براساس اطلاعات ایستگاه کلیماتولوژی هاشم‌آباد در فاصله ۵ کیلومتری شمال منطقه طرح در جلگه) از لحاظ طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم مرطوب معتدل است و براساس

همکاران (۲۰۱۴) تغییرات ذخیره کربن آلی در افق آلی خاک وابسته به گونه درختی و نوع سنگ مادری بود، درحالی که در افق‌های معدنی خاک وابسته به نوع خاک بود (خاک‌های شنی بیشترین و رسی کمترین ذخیره کربن آلی را داشتند) [۳]. در اغلب مدل‌های پویایی کربن در بوم‌سازگان‌های طبیعی تغییرات ماهانه عوامل اقلیمی لحاظ شده است که گویای تأثیر تغییرات حرارت و رطوبت ماهانه بر تغییرات ذخیره کربن خاک است. مجموع موارد یادشده، اهمیت بررسی تغییرات ماهانه ذخیره کربن آلی خاک جنگل را در افق‌های سطحی نشان می‌دهد.

در سال ۲۰۰۰ Kirschbaum در تحقیق بررسی تأثیر گرمای جهانی بر فعالیت کربن آلی خاک گزارش کرد گرما با تحریک نرخ تجزیه، سبب کاهش ماده آلی (کربن آلی) در خاک می‌شود [۴]. Wang و همکارانش در سال ۲۰۰۰ در بررسی ماهانه درجه حرارت، رطوبت و انتشار کربن به اتمسفر گزارش کردند شرایط محیطی خاک و تجزیه ماده آلی خاک توسط زی‌توده میکروبی از عوامل مؤثر در چرخه کربن هستند که در ماه‌های مختلف ثابت نیستند و در طول سال در حال تغییرند [۵]. Wang و همکاران در سال ۲۰۰۲ در بررسی تغییرات کربن سطحی خاک در جنگل‌های پورتوریکو گزارش کردند تجزیه ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های مختلف، متفاوت است. با توجه به تفاوت تجزیه در طول سال، ذخیره کربن در ماه‌های مختلف سال متغیر است [۶]. در سال ۲۰۰۲، Liski و همکارانش افزایش ذخیره کربن در خاک جنگل‌های اروپای غربی در یک دوره ۴۰ ساله را بررسی و گزارش کردند علت افزایش کربن خاک در این جنگل‌ها، ریزش لاشریزه (منبع اصلی کربن) از زی‌توده زنده درختان است [۷]. در سال ۲۰۰۵، Boerner و همکارانش در بررسی کربن آلی خاک در جنگل‌های پهن‌برگ آمریکا در دو فصل رویش گزارش کردند اندازه کربن در ماه‌های مختلف متغیر است و در ماه مرداد کمترین مقدار آن مشاهده شد [۸]. Kumar and Tewari در سال ۲۰۱۴، با بررسی الگوی

درجه حرارت اتمسفر در هریک از نقاط نمونه، با استفاده از دماسنج در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین و درجه حرارت خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی متری ثبت شد.

### تحلیل آماری داده‌ها

محاسبه آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام گرفت. برای بررسی تغییرات ماهانه ذخیره کربن آلی و ماده آلی خاک، تولید و تجزیه لاشریزه، درجه حرارت و رطوبت خاک از آنالیز واریانس یکطرفه در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چندگانه دانکن انجام گرفت. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (داده‌هایی که از توزیع نرمالی برخوردار نبودند با استفاده از روش تبدیل نرمال شدند) و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد.

### نتایج و بحث

ابتدا مشخصه‌های آلومتریکی کلیه درختان در قطعه نمونه یک هکتاری اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۱).

گونه راش ۶۸/۸ درصد سطح مقطع و ۷۴/۶ درصد حجم توده راش- ممرز را تشکیل داد. برای محاسبه ذخیره کربن آلی با استفاده از رابطه ۱ جرم مخصوص ظاهری و درصد سنگ و سنگریزه اندازه‌گیری شد که مقادیر آن به ترتیب  $0.74 \pm 0.068$  (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و  $1.05 \pm 0.096$  درصد بود (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

بررسی تغییرات تولید لاشریزه، ماده آلی، رطوبت خاک، حرارت خاک و اتمسفر در مدت یک سال (۱۳۹۲/۱۱/۲۲ تا ۱۳۹۳/۱۱/۲۲) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد در ماه‌های مختلف است (جدول ۲).

در فصل رویش دمای اتمسفر با نوسان بسیار جزئی تا ماه مرداد افزایش ادامه یافت و سپس در شهریور نرخ کاهش به خود گرفت و تا ماه بهمن این کاهش ادامه یافت (شکل ۱- الف و ب). مقدار رطوبت خاک در بهار و

اطلاعات ۱۰ ساله (۱۳۸۴-۱۳۷۴) دارای بارندگی متوسط سالیانه ۶۴۹ میلی‌متر است که بین ۵۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر در سال تغییر می‌کند. قطعه یک هکتاری مورد پژوهش با ابعاد (۱۰۰×۱۰۰ متر)، ارتفاع متوسط ۸۵۰ متر از سطح دریا و جهت شمال-شمال شرقی در پارسل ۳۲ (جنگل بکر) در سری یک جنگل شصت‌کلاته واقع شده است. تیپ توده براساس غلبه سطح مقطع راش- ممرز، تاج‌پوشش ۸۵-۷۰ درصد و گونه‌های همراه افرا پلت و انجیلی است [۱۲].

### روش پژوهش

خصوصیات آلومتریکی کلیه درختان قطعه یک هکتاری برداشت شده و براساس آن، تیپ توده تعیین شد. برای اندازه‌گیری تولید لاشریزه در دوره اندازه‌گیری (۱۳۹۲/۱۱/۲۲ تا ۱۳۹۳/۱۱/۲۲)، تله‌هایی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر [۱۳] در هر یک از نقطه نمونه‌ها در نزدیکی کیسه لاشبرگ، در ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک تعبیه شد. لاشریزه‌های جمع‌آوری شده پس از قرار دادن در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، با دقت هزارم گرم وزن شدند. رطوبت وزنی خاک به روش توزین، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از سیلندر، درصد سنگ و سنگریزه با عبور چندباره از الک ۲ میلی‌متری و ماده آلی به روش اکسیداسیون تر [۱۴] در ۲۰ نقطه نمونه تصادفی اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه ۱ ذخیره کربن آلی خاک به دست آمد [۱۵]. در رابطه ۱، Socp ذخیره کربن آلی خاک به تن در هکتار، oc کربن آلی (گرم در کیلوگرم خاک)، Bd جرم مخصوص ظاهری (تن بر سانتی‌متر مکعب)، و C fragments درصد سنگ و سنگریزه درشت‌تر از ۲ میلی‌متر است.

$$Socp \left( \frac{t}{ha} \right) = \sum [oc \left( \frac{gr}{kg} \right) \times depth (m)] \times Bd \left( \frac{t}{cm^3} \right) \times (1 - (C \text{ fragments} / 100)) \times 10 \quad (1)$$

آزمون چندگانه دانکن نشان داد مقدار ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های آبان، شهریور و فروردین در یک گروه قرار دارد. همچنین مقادیر کربن در ماه‌های دی و آذر نزدیک به یکدیگرند و در گروهی مشترک قرار گرفتند (شکل ۲).

فرایند ذخیره کربن آلی در خاک بسیار پیچیده است و عوامل متعددی در آن نقش دارند. نتایج این تحقیق نشان داد ذخیره کربن آلی خاک در طول زمان ثابت نیست و در ماه‌های مختلف تغییرات معنی‌داری دارد (شکل ۲) که با نتایج بورنر و همکاران در سال ۲۰۰۵ و Naramore در سال ۲۰۱۴ همخوانی داشت [۸، ۱۰]. تولید لاشریزه یکی از عوامل مؤثر ورود کربن به خاک است [۷] که اندازه آن در ماه‌های مختلف، متفاوت بود (شکل ۱-د). علت تغییر ماهانه لاشریزی را می‌توان تغییرات شرایط محیطی (ناشی

تابستان روند کاهشی داشت و در پاییز تقریباً ثابت شد و سپس در زمستان، افزایش جزئی در آن مشاهده شد، ولی به‌طور کلی درصد رطوبت وزنی خاک در ماه‌های گرم سال بیشتر از ماه‌های سرد سال بود (شکل ۱-ج). تولید لاشریزه در ماه آذر (۲۷۵/۸۹ گرم در مترمربع) بیشترین مقدار را داشت (شکل ۱-د). تغییرات درصد ماده آلی در ماه‌های گرم سال روند کاهشی داشت. بیشترین و کمترین مقدار ماده آلی به ترتیب در ماه‌های بهمن با ۶/۲۱ درصد و مرداد با ۳/۲۹ درصد مشاهده شد (شکل ۱-و).

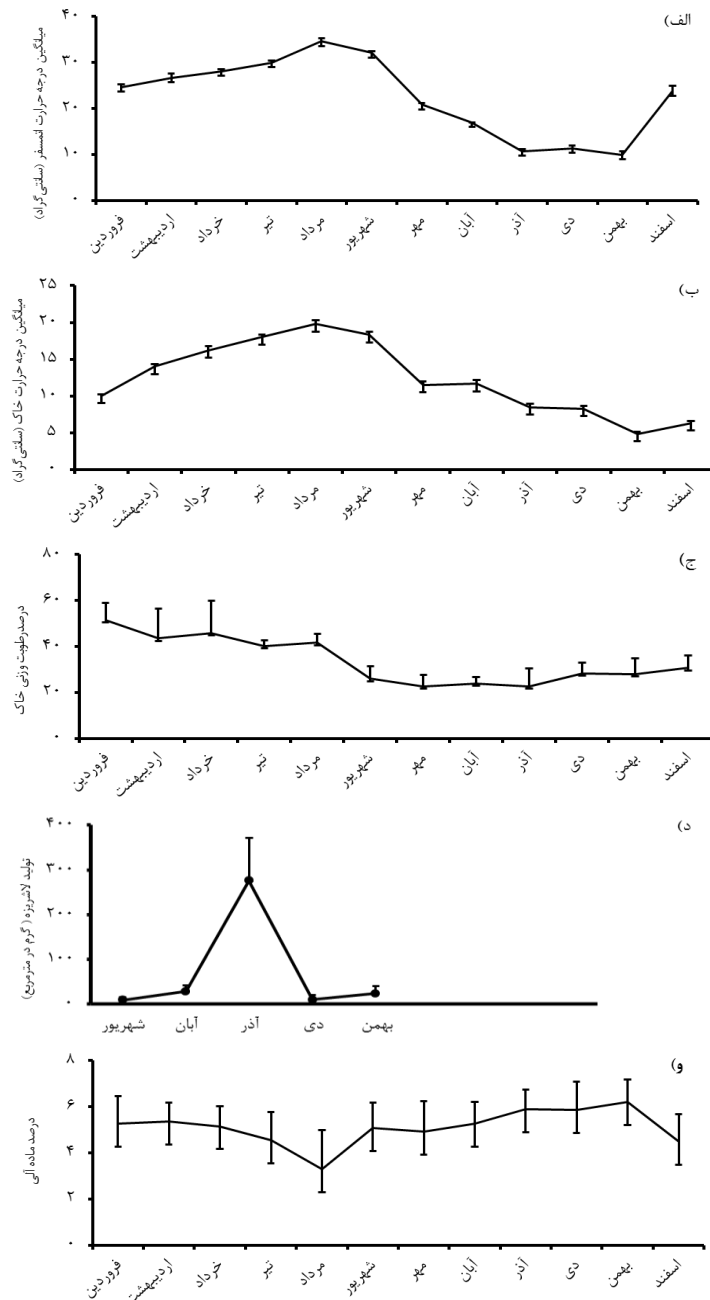
داده‌های کربن آلی خاک پس از حذف داده‌های پرت، نرمال و آنالیز شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از

جدول ۱. مشخصات توده مورد بررسی در قطعه نمونه

نوع گونه	تعداد در هکتار	میانگین ارتفاع (متر)	میانگین قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	سطح مقطع (متر مربع در هکتار)	حجم (متر مکعب در هکتار)
راش	۸۵	۲۸/۳۹	۵۳/۲۸	۲۳/۸۷	۳۹۱/۵۱
ممرز	۳۰	۲۳/۶۵	۳۹/۹۳	۵/۰۶	۶۵/۰۱
انجیلی	۳۳	۲۰/۶۲	۳۳/۳۹	۳/۵۳	۳۸/۷۷
افرا پلت	۱۱	۲۴/۹۵	۴۳/۹۵	۲/۲۲	۲۹/۶۹
مجموع	۱۵۹	-	-	۳۴/۶۸	۵۳۴/۹۸

جدول ۲. آنالیز واریانس تغییرات ماهانه رطوبت خاک، حرارت خاک و اتمسفر، تولید لاشریزه و درصد ماده آلی در توده مورد بررسی

متغیر	منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
حرارت اتمسفر	ماه‌های سال	۱۶۵۶۲/۵۴	۱۱	۱۵۰۵/۶۸	۳۹۸۸/۲۲	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
	خطا	۸۶/۰۷	۲۲۸	۰/۳۷۸		
	مجموع	۱۶۶۴۸/۶۲	۲۳۹			
حرارت خاک	ماه‌های سال	۵۴۲۴/۶۲	۱۱	۴۹۳/۱۴	۲۶۸۱/۱۷	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
	خطا	۴۱/۹۳	۲۲۸	۰/۱۸۴		
	مجموع	۵۴۶۶/۵۶	۲۳۹			
رطوبت خاک	ماه‌های سال	۲۲۵۴۳/۳۲	۱۱	۲۰۴۹/۳۹	۳۶/۴۹	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
	خطا	۱۲۸۰۳/۳۲	۲۲۸	۵۶/۱۵		
	مجموع	۳۵۳۴۶/۸۴	۲۳۹			
تولید لاشریزه	ماه‌های سال	۱۷۰/۰۰	۴	۴۲/۵۰	۱۲۲/۶۷	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
	خطا	۳۲/۹۱	۹۵	۰/۳۴۶		
	مجموع	۲۰۲/۹۲	۹۹			
ماده آلی	ماه‌های سال	۸۸/۶۰۳	۱۱	۸/۰۵	۶/۰۹	۱۰ <sup>-۱۲</sup>
	خطا	۲۹۲/۲۳	۲۲۱	۱/۳۲		
	مجموع	۳۸۰/۸۳	۲۳۲			

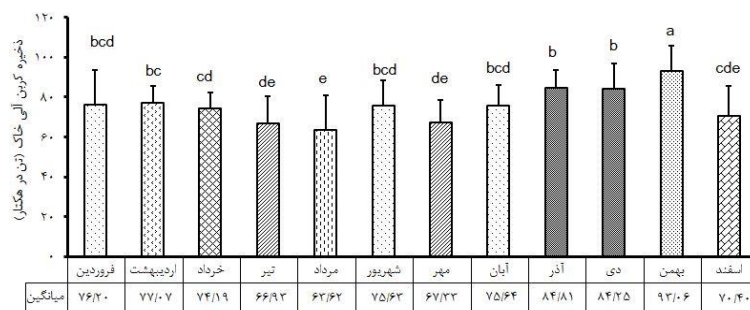


شکل ۱. روند تغییرات درجه حرارت اتمسفر (الف) و خاک (ب)، درصد رطوبت وزنی خاک (ج)، تولید لاشریزه (د) و ماده آلی (و) در ماه‌های مختلف در توده بکر آمیخته راش - ممرز

یکی از دلایل احتمالی تغییرات ماهانه ذخیره کربن آلی خاک، تغییرات ماهانه تولید لاشریزه است. تغییرات آب‌وهوایی (درجه حرارت، رطوبت اتمسفر و خاک) تأثیر زیادی در تعادل چرخه کربن و ذخیره کربن آلی خاک در جنگل دارد [۱۶]. نتایج این تحقیق نشان داد اختلاف ماهانه درجه

از تغییرات فصلی) به‌ویژه حرارت در طول زمان دانست [۹]، به‌طوری که مقدار لاشریزی با کاهش حرارت افزوده شد و در ماه آذر به اوج خود رسید که با یافته‌های Kumar and Tewari در سال ۲۰۱۴ مطابقت داشت [۹]. تولید لاشریزه یکی از منابع مهم ورود کربن به خاک است [۷]؛ بنابراین

آلی ۵۸ درصد است [۱۷]، یکی از عوامل تغییر ماهانه ذخیره کربن آلی خاک را می‌توان تغییرات محیطی منطقه تحقیق و درصد ماده آلی خاک ذکر کرد. معدنی شدن ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های مختلف، تحت تأثیر شرایط محیطی رطوبت و حرارت قرار دارد [۵]. با توجه به تغییرات شرایط محیطی اتمسفر و خاک در طول سال، تجزیه ذخیره کربن آلی خاک نیز تغییر می‌کند [۶]؛ بنابراین از دیگر عوامل تغییر ماهانه کربن آلی خاک، می‌توان به تغییرات ماهانه تجزیه ذخیره کربن آلی خاک تحت تأثیر کلیمای خاک اشاره کرد.



شکل ۲. مقایسه میانگین ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های مختلف با استفاده از آزمون چندگانه دانکن. حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است.

نمی‌کند و در مجموع مقدار کربن آلی خاک در اثر گرما کاهش می‌یابد [۴].

افزایش ذخیره کربن در ماه بهمن را می‌توان به تولید لاشریزه نسبت داد. لاشریزه‌های تازه ریخته شده به علت سرعت زیاد تجزیه [۱۸]، عامل مهمی در ورود کربن به خاک‌اند [۷]. عامل دیگر افزایش کربن، کاهش نرخ تجزیه ماده آلی تحت تأثیر حرارت است. در بهمن ماه، خاک کمترین درجه حرارت را داشت (۴/۸ درجه سانتی‌گراد) و از لحاظ رطوبتی نیز در سطح به نسبت پایینی بود؛ از این رو شرایط مطلوب برای فعالیت زیستی میکروارگانیسم‌ها و تجزیه ماده آلی فراهم نبود [۱۹].

### نتیجه‌گیری

تغییرات ماهانه لاشریزی به‌ویژه در فصل پاییز، سبب تغییرات ماهانه ذخیره کربن آلی خاک می‌شود. علاوه بر این تغییرات

حرارت اتمسفر و خاک و رطوبت خاک معنی‌دار است. در سال ۲۰۰۰، Wang و همکاران نیز در تحقیق خود تغییرات ماهانه درجه حرارت و رطوبت را مشاهده کردند. با افزایش درجه حرارت (در صورتی که رطوبت کافی در اختیار باشد) [۵]، زی‌توده میکروبی خاک افزایش می‌یابد [۱۰]؛ در نتیجه، تجزیه میکروبی ماده آلی خاک به شدت تسریع می‌شود [۵]؛ بنابراین اختلاف درصد ماده آلی در ماه‌های مختلف را می‌توان به تغییرات شرایط محیطی خاک و اتمسفر نسبت داد (شکل ۱ الف-ج). با توجه به اینکه سهم کربن آلی از ماده

بیشترین و کمترین مقدار ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های بهمن و مرداد و به ترتیب ۹۳/۰۶ و ۶۳/۶۲ تن در هکتار بود (شکل ۲). به طور کلی در هر هکتار از جنگل بکر راش-ممرز، ۷۵/۷۶ تن کربن در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک در سال ذخیره می‌شود.

بیشترین و کمترین ذخیره کربن آلی خاک در ماه‌های بهمن و مرداد مشاهده شد (شکل ۲). در مرداد بیشترین مقدار حرارت خاک و اتمسفر مشاهده شد که با یافته‌های Boerner و همکاران در سال ۲۰۰۵ مطابقت داشت [۸]. در این ماه متوسط درجه حرارت اتمسفر زیاد است که همراه با افزایش نرخ تجزیه ماده آلی موجود در خاک [۴] موجب کاهش کربن خاک شده است. شایان ذکر است که گرما سبب افزایش تولید اولیه و لاشریزی در جنگل می‌شود (افزایش کربن خاک)، ولی به علت حساسیت بیشتر نرخ تجزیه به گرما، افزایش مقدار تولید، نرخ سریع تجزیه را جبران

باشد. توده بکر راش- ممرز سهم چشمگیری در ذخیره کربن اتمسفر و کاهش گرمایش جهانی در مجموع یک سال و به ویژه در ماههای سرد سال دارد؛ بنابراین توصیه می شود نه تنها از دخالتها و قطع غیراصولی در جنگل پرهیز شود، بلکه به حفظ، حمایت و گسترش آن نیز پرداخته شود.

ماهانه معنی دار رطوبت و حرارت خاک، سبب تغییر روند تجزیه لاشریزه و تغییر معنی دار ذخیره کربن آلی خاک می شود. براساس یافته های تحقیق، هر هکتار توده راش- ممرز در سال مقدار  $278/04$  تن دی اکسید کربن اتمسفر را جذب خواهد کرد تا قادر به ذخیره کربن آلی در خاک خود

## References

- [1]. Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M., and Eller, B.H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74(4): 367-385.
- [2]. Liu, W., Chen, Sh., Qin, X., Baumann, F., Scholten, Th., Zhou, Zh., Sun, W., Zhang, T., Ren, J., and Qin, D. (2012). Storage, patterns, and control of soil organic carbon and nitrogen in the northeastern margin of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Environmental Research Letters*, 3(7): 1-12.
- [3]. Grüneberg, E., Ziche, D., and Wellbrock, N. (2014). Organic carbon stocks and sequestration rates of forest soils in Germany. *Global Chang Biology*, 20(8): 2644-2662.
- [4]. Kirschbaum, M.U.F. (2000). Will changes in soil organic carbon act as a positive or negative feedback on global warming? *Biogeochemistry*, 48(1):21-51.
- [5]. Wang, Y., Amundson, R., and Niu, X. (2000). Seasonal and altitudinal variation in decomposition of soil organic matter inferred from radiocarbon measurements of soil CO<sub>2</sub> flux. *Global Biogeochemical Cycle*, 14(1): 199-211.
- [6]. Wang, H., Cornell, J.D., Hall, C.A., Marley, D.P. (2002). Spatial and seasonal dynamics of surface soil carbon in the Luquillo experimental forest, Puerto Rico. *Ecological Modelling*, 147(2): 105-122.
- [7]. Liski, J., Perruchoud, D., and Karjalainen, T. (2002). Increasing carbon stocks in the forest soils of Western Europe. *Forest Ecology and Management*, 169(1): 159-175.
- [8]. Boerner, R.E.J., Brinkman, J.A., and Smith, A. (2005). Seasonal variations in enzyme activity and organic carbon in soil of a burned and unburned hardwood forest. *Soil biology and biochemistry*, 37(8): 1419-1426.
- [9]. Kumar, S., and Tewari, L.M. (2014). Pattern of litter fall and litter decomposition in a *Quercus leucotrichophora* A. Camus forest in Kumaun Himalaya. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 6(1):108-114.
- [10]. Naramore, S.E. (2014). Long-term effects of soil warming on labile carbon availability and microbial community respiration and composition. Lafayette College, pp 16.
- [11]. Schlesinger, W.H. (1997). *Biogeochemistry: An analysis of global change*. Academic Press, London, UK.
- [12]. Anonymous. Revised forestry plan. (2007). Faculty of Forestry, GUASNR.
- [13]. Fahey, T.J., and Knapp, A.K. (2007). *Principles and standards for measuring primary production*. Oxford university press. New York, USA.
- [14]. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, M. (1992). *Methods of soil analysis, Part II, Chemical and microbiological methods*. 2<sup>nd</sup> Ed. *Soil Science American Journal*. pp. 1159.
- [15]. Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R.F., and Cole, C.V. (1998). *The potential of U. S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. CRC press. USA.
- [16]. Giardina, C.P., and Ryan, M.G. (2000). Evidence that decomposition rates of organic carbon in mineral soil do not vary with temperature. *Nature*. 404: 858-861.
- [17]. Post, W.M., Emmanuel, W.R., Zinke, P.J., and Stangenberger, A.G. (1982). Soil carbon pools and world life zones. *Nature*, 298: 156-159.
- [18]. Berg, B., and McClaugherty, C. (2008). *Plant litter. Decomposition, humus formation, carbon sequestration*. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, German.
- [19]. Meentemeyer, V. (1978). Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 59(3): 465-472.

## **Investigation of soil organic carbon pool in mixed beech-hornbeam (Case study: Shastkolteh forest)**

**H. Habashi\***; Assoc. Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

**M. Moslehi**; Assist. Prof., Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, I.R. Iran

**R. Rahmani**; Assoc. Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

**Kh. Sagheb-Talebi**; Assoc. Prof., Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, I.R. Iran

(Received: 12 July 2015, Accepted: 26 February 2017)

### **ABSTRACT**

The forest is one of the most important natural ecosystems with a high potential for carbon absorption and gradual emission and also its equilibrium and the absorption of atmospheric carbon dioxide and carbon storage. Temporal variation of carbon sequestration in Hyrcanian forests is an important issue, so the aim of this study was to investigate the monthly changes of soil organic carbon (SOC) storage and determine its potential in the mixed beech-hornbeam stand. For this purpose, 20 sample points were randomly selected in one hectare of mixed beech-hornbeam stands and soil monthly sampling was done in 20 cm depth over a year from February of 2014 to February of 2015. SOC, moisture content, bulk density and volume proportion of coarse fragments were determined. Litter falls were measured using litter traps, soil and atmosphere temperature as effective factors on SOC pool were recorded in each sample points. Results showed significant monthly changes of litter production, soil moisture and temperature, atmosphere temperature and SOC storage over a year in the level of 95 percent. Also, results showed the highest and the lowest levels of SOC storage were in February (93.06 t.ha<sup>-1</sup>) and August (63.62 t.ha<sup>-1</sup>), respectively.

**Keywords:** Soil organic carbon storage, Beech-hornbeam stand, Litter, Temporal variation.

---

\* Corresponding Author, Email: habashi @gau.ac.ir, Tel: +989113701070