Archive of SID

مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال یازدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۸
ص ۳۴۶-۳۳۵

مقاله پژوهشی

تغییرپذیری اشکال هوموس در رابطه با عوامل اکولوژیکی پوشش گیاهی و خاک در طبقات مختلف ارتفاعی

محمد بیرانوند [۱]، مسلم اکبری‌نیا [۲*]، غلامرضا صالحی جوزانی [۳]، جواد قره‌چاهی [۴]، یحیی کوچ [۵]

[۱] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران.
[۲] دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران.
[۳] استاد گروه بیوتکنولوژی میکروبی، پژوهشکدهٔ بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج.
[۴] استادیار ژنتیک، مرکز تحقیقات ژنتیک انسانی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران.
[۵] استادیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۹)

چکیده

سیستم‌های هوموس بزرگ‌ترین بخش ذخیرهٔ کربن آلی خاک به حساب می‌آیند و تأثیر بسیار مهمی در فرایندهای اکولوژیکی جنگل دارند. در این زمینه، ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر ویژگی‌های زیستی و غیرزیستی اکوسیستم جنگل، برای ارزیابی تغییرات پوشش و توزیع سیستم‌های هوموس عامل مهمی به شمار می‌آید. در این پژوهش مشخصه‌های ریختی اشکال هوموس در سه طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در سه ترانسکت ارتفاعی به فاصلهٔ ۱۰۰۰ متر از هم در نظر گرفته شد و در هر ترانسکت سه قطعه نمونهٔ ۴۰۰ متر مربعی و در هر قطعه نمونه پنج پروفیل هوموس (در مجموع ۱۳۵ پروفیل) در جنگل هیرکانی مرکزی بررسی شد. نمونه‌برداری از بخش هوموس و خاک برای تجزیه‌وتحلیل شیمیایی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج نشان داد که حضور درختان انجیلی و ون، اشکال هوموس مول و ذخیرهٔ نیتروژن خاک با هم ارتباط نزدیکی داشته و با افزایش ارتفاع روند کاهشی دارند. درختان ممرز و افراپلت، نیتروژن لایه‌های آلی، اشکال هوموس مزومول و لپتوآمفی همبستگی قوی‌ای با طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر دارند. تعداد درختان راش، کربن خاک و لایه‌های آلی، ضخامت لایه‌های آلی و اشکال هوموس آمفی رابطهٔ نزدیکی با هم دارند و با افزایش ارتفاع، مقدار آنها افزایشی است. تأثیر ارتفاع بر ترکیب پوشش درختی، تغییرپذیری ریختی و شیمیایی اشکال هوموس را در پی دارد، به‌طوری که با شناسایی گونه‌های درختی در هر طبقهٔ ارتفاعی، می‌توان به خصوصیات کمی و کیفی هوموس و خاک پی برد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، ذخیرهٔ نیتروژن خاک، شکل هوموس، طبقه‌بندی هوموسیکا.

مقدمه

مواد آلی بخشی از ترکیبات جامد سطحی خاک را تشکیل می‌دهند (Zanella et al., 2009; Ponge et al., 2014) و تأثیر آنها در بهبود خصوصیات شیمیایی و حاصلخیزی خاک از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Jabiol et al., 2013). از این‌رو گروهی از افق‌های خاک شامل افق‌های آلی (OL، OF و OH) و افق آلی- معدنی خاک (AH) در

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۱۱۲۱۳۴۰۲
ایمیل: akbarim@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

سطح یک پدون خاک واقع شده‌اند و با طبقه‌بندی ویژگی‌های آنها اشکال هوموس شکل می‌گیرند (Waez-Mousavi & Habashi, 2014; Delfan Azari & Zahedi Amiri, 2018). هوموس، بخش سطحی پدون خاک است که محیط ویژه‌ای برای کنش و واکنش بین گیاهان، خاک و میکروارگانیسم‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی به حساب می‌آید (Waez-Mousavi & Habashi, 2012; Zanella et al., 2018). بیشتر بستر جنگل، حاصل مواد لاشبرگی و چوب‌های پوسیده است که طی مدت‌های زیادی انباشته شده و به‌صورت هوموس درآمده‌اند که شامل مواد غذایی و کربن ذخیره‌شده در لایه‌های مختلف است (Bayranvand et al., 2017; Vahedi & Mataji, 2017). اشکال هوموس، یک الگوی مورفولوژیکی در ارتباط با مواد آلی و معدنی در نظر گرفته می‌شود و به‌مثابهٔ نیروی محرک، بسیاری از تغییرات در اکوسیستم‌های جنگلی را نشان می‌دهد (Rizvi et al., 2012). طبقه‌بندی ریخت‌شناسی سیستم‌های هوموس، روابط بین اکوسیستم و جوامع زنده را مشخص می‌کند و ابزاری برای ارزیابی سلامت جنگل‌ها معرفی شده است (Zanella et al., 2009; Trap et al., 2013) و بستری مناسب برای فعالیت ارگانیسم‌های تجزیه‌کننده و ذخیرهٔ کربن است (Zanella et al., 2011; Bayranvand et al., 2017). اشکال هوموس بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی و اکولوژیکی مانند دما، رطوبت، خاک، توپوگرافی و ترکیب گونه‌های درختی قرار می‌گیرند (Zanella et al., 2009; Ascher et al., 2014). در این بین، ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر ترکیب گونه‌های درختی، دمای هوا و خاک، بارندگی و همچنین فعالیت میکروارگانیسم‌ها، تأثیر بسزایی بر شکل‌گیری انواع هوموس دارند (Ponge et al., 2014; Labaz et al., 2014). افزون‌بر این Labaz et al (2009) بیان داشتند که در شرایط اقلیمی و خاک ثابت، گونه‌های درختی می‌توانند تعیین‌کنندهٔ اشکال هوموس در منطقه باشند. در این خصوص Ponge et al (2014) اظهار داشتند که ارتفاع از سطح دریا به‌مراتب تأثیر بیشتری نسبت به پوشش درختی بر تغییر انواع هوموس دارد. Zanella et al (2009, 2011) سه عامل اصلی درجهٔ حرارت، بارش سالانه و پوشش را از عوامل مهم تأثیرگذار بر تجزیهٔ بیولوژیکی اشکال هوموس عنوان کرده‌اند. با توجه به تأثیر کیفیت لاشبرگ و سرعت تجزیهٔ آنها در تشکیل فرم‌های هوموس، گونه‌های جنگلی و تأثیر آنها بر انواع هوموس بسیار بااهمیت است (Zanella et al., 2009; Ponge et al., 2014). روابط نزدیک بین فرم هوموس، پوشش جنگلی و خاک سبب می‌شود که نوع هوموس یکی از ترکیبات اصلی اکوسیستم‌های خاکی به شمار آید (Zanella et al., 2009). بنابراین شناخت و طبقه‌بندی انواع هوموس بسیار ضروری است (Zanella et al., 2011; Jabiol et al., 2013). با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی اروپایی که در جدیدترین روش به نام هوموسیکا (Zanella et al., 2018) معرفی شده است، اشکال هوموس جنگلی به‌راحتی در عرصهٔ قابل شناسایی است. طبقه‌بندی هوموسیکا از سال ۲۰۱۷ تا کنون در قالب مقالات مختلف برای شناسایی اشکال هوموس در اکوسیستم‌های خاکزی با استفاده از واژگان و تعاریف مختلف توسط پژوهشگران اروپایی معرفی شده است. هوموسیکا درک بهتری از عملکرد زیستی خاک را ارائه کرده و تا حدودی به فرایند معدنی شدن مواد آلی سطح خاک پرداخته است. در اکوسیستم‌های جنگلی پنج سیستم هوموس با ویژگی‌های ریختی مختلف با کمک عکس‌هایی از نیمرخ هوموس به‌خوبی توصیف شده‌اند. هر سیستم هوموس شامل سه تا چهار نوع هوموس است که مطابق ویژگی‌های ریختی و شیمیایی افق‌های آلی و آلی- معدنی از هم تفکیک شده‌اند. از این حیث مطالعهٔ اشکال هوموس در جنگل‌های هیرکانی که تنوع اقلیمی، توپوگرافی و پوشش گیاهی زیادی دارد، بسیار سودمند خواهد بود. به‌طور کلی پژوهش حاضر دو سؤال را دنبال می‌کند: ۱. آیا مشخصه‌های ریختی

www.SID.ir

Archive of SID

فرم‌های هوموس می‌تواند معرف وضعیت حاصلخیزی در بخش آلی و معدنی کف جنگل باشد؟ ۲. آیا بین ارتفاع از سطح دریا، پوشش جنگلی، مشخصه‌های خاکی و ریخت‌شناسی هوموس ارتباط نزدیکی وجود دارد؟

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این تحقیق در جنگل‌های حوضهٔ آبخیز واز، واقع در ارتفاعات جنوبی بخش چمستان در عرض جغرافیایی″۳۰ ′۱۲ °۳۶ تا ″۰ ′۳۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی″۱۵ ′۱۲ °۵۲ تا ″۱۵ ′۵۵ °۵۱ شرقی انجام گرفت. میانگین سالانهٔ دمای هوا در بخش پایین‌دست حدود ۱۵، در بخش میانی حدود ۱۰ درجه و در ارتفاعات بالا ۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. گرادیان میانگین سالیانهٔ حداکثر و حداقل دمای هوا در سطح منطقه به‌ترتیب معادل ۳ و ۵ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش به ازای هر هزار متر افزایش ارتفاع است. مقدار بارندگی سالیانه در قسمت پایین‌دست حدود ۹۰۰، در بخش میان‌بند حدود ۶۰۰ و در مناطق فوقانی حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. بافت خاک سنگین بوده و ساختمان خاک به‌طور معمول توده‌ای و در سطح دانه‌ای ریز است. این خاک‌ها روی سنگ بستر کنگلومرا با لایه‌های دولومیتی به وجود آمده است (Khaleghi et al., 1997).

نمونه‌برداری گونه‌های درختی، سیستم‌های هوموس، خاک و تجزیهٔ آزمایشگاهی

در این پژوهش مشخصه‌های ریختی اشکال هوموس در سه طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در سه ترانسکت ارتفاعی به فاصلهٔ ۱۰۰۰ متر از هم در نظر گرفته شد و در هر ترانسکت سه قطعه نمونهٔ ۴۰۰ متر مربعی و در هر قطعه نمونه، پنج پروفیل هوموس در جنگل هیرکانی مرکزی بررسی شد. همچنین نمونه‌برداری از ترکیب پوشش درختی به‌صورت سیستماتیک- انتخابی برداشت شد. ترکیب گونه‌های درختی، قطر برابرسینه و تاج‌پوشش جنگلی در ۹ قطعه نمونه در هر طبقهٔ ارتفاعی یادداشت شد. برای مطالعات میدانی انواع هوموس، در هر قطعه نمونه پنج پروفیل با ابعاد ۳۰ ×۳۰ سانتی‌متری (Bayranvand et al., 2018) که به لحاظ عمق محدودیتی ندارد و به نوع فرم هوموس بستگی دارد برای شناسایی فرم‌های هوموس برداشت شد (Zanella et al., 2011; Ponge et al., 2014) که در مجموع ۱۳۵ پروفیل حفر شد. به این ترتیب که یک پروفیل در مرکز هر قطعه نمونه و سپس در هر یک از چهار گوشهٔ اصلی آن حفر شد. این امر به‌منظور بی‌اثر کردن اثرهای حاشیه‌ای و همچنین از بین بردن ناهمگنی ضخامت لایه‌های هوموس در نقاط مختلف قطعه نمونه صورت گرفت (Waez-Mousavi & Habashi, 2014). با استفاده از روش شناسایی مورفولوژیک و مطالعات میدانی، فرم‌های هوموس شناسایی و طبقه‌بندی شد (Waez-Mousavi & Habashi, 2012; Zanella et al., 2018). نمونه‌های بخش لایه‌های آلی (L و F) برداشت شد و برای آنالیزهای شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. همچنین نمونه‌هایی از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک با استفاده از اوگر برداشت شده و بعد از جدا کردن سنگریزه‌ها، ریشه‌ها و دیگر بقایای گیاهی، برای تجزیه‌وتحلیل شیمیایی در هوای آزاد خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. کربن آلی خاک و لایه‌های آلی به روش والکلی‌بلاک و ازت کل خاک و لایه‌های آلی به روش کجلدال سنجیده شد (Ghazan Shahy, 2006; Asgharzad, 2009).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. به‌منظور بررسی تفاوت یا نبود تفاوت مقادیر مشخصه‌های رویشگاهی، لایه‌های آلی و خاک در طبقات ارتفاعی از

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیهٔ واریانس استفاده شد. آزمون توکی نیز برای مقایسهٔ چندگانهٔ میانگین به‌کار گرفته شد. برای تعیین درصد فراوانی انواع هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی از تحلیل مربع کای و آزمون فیشر استفاده شد. به‌منظور تعیین ارتباط و همبستگی بین همهٔ مشخصه‌های تحت بررسی از تجزیه‌وتحلیل چندمتغیرهٔ PCA Ranking استفاده شد.

نتایج

مشخصه‌های رویشگاهی در طبقات مختلف ارتفاعی

بررسی پوشش درختی بیانگر این است که با افزایش ارتفاع از سطح دریا پوشش درختی تغییر می‌کند، به‌طوری که نتایج تجزیهٔ واریانس بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار بین مشخصه‌های رویشگاهی در طبقات ارتفاعی است (جدول ۱). بیشترین تعداد درختان به طبقهٔ ارتفاعی ۱۵۰۰ متر از سطح دریا با گونهٔ راش و کمترین تعداد به طبقهٔ ۱۰۰۰ متر با گونه‌های راش > ممرز > و افراپلت اختصاص داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقادیر سطح مقطع و سطح تاج پوشش به‌ترتیب به طبقات ارتفاعی ۱۰۰۰ متر با گونه‌های راش > افراپلت > ممرز و طبقهٔ ۱۵۰۰ متر با گونهٔ راش تعلق داشت. طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر حالت بینابینی را نشان داد و بیشترین تعداد درختان مربوط به گونه‌های انجیلی و ون بود (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصه‌های رویشگاهی در طبقات مختلف ارتفاعی (میانگین ± اشتباه معیار)

مشخصهٔ تحت بررسی		طبقات ارتفاعی (متر از سطح دریا)						مقدار F	معنی‌داری
		۵۰۰		۱۰۰۰		۱۵۰۰			
تعداد درختان (تعداد در هکتار)	A	۴۰۵/۵۵ ± ۵۷/۳۹	B	۱۷۵ ±۱۶/۱۴	A	۵۳۶/۱۱± ۸۸/۰۱	A	۸/۸۷۶	۰/۰۰۱
سطح مقطع (متر مربع در هکتار)	B	۳۹/۳۳ ± ۱۰/۹۵	A	۶۰/۵۵ ±۱۰/۷۵	C	۱۷/۴۹ ± ۲/۸۴		۵/۷۰۷	۰/۰۰۹
سطح تاج پوشش (درصد)	A	۷۶/۸۹ ± ۲/۵۹	A	۷۷/۷۶ ± ۲/۸۸	B	۶۸/۴۴ ±۱/۰۹		۴/۳۳۶	۰/۰۲۵
تعداد درختان مختلف (تعداد در هکتار)	راش	۲۳۰/۵۵		۹۱/۶۶		۵۸۶/۱۱		-	-
	ممرز	-		۳۶/۱۱		-		-	-
	افراپلت	۲/۷۸		۳۳/۳۳		-		-	-
	ون	۹۷/۲۲		-		-		-	-
	انجیلی	۷۵/۳۳		۸/۳۳		-		-	-
سطح مقطع درختان مختلف (متر مربع در هکتار)	راش	۵/۶		۲۸/۴		۱۷/۵		-	-
	ممرز	-		۱۱/۳		-		-	-
	افراپلت	۱/۳۱		۲۰/۹		-		-	-
	ون	۱۱/۶		-		-		-	-
	انجیلی	۲۰/۹		-		-		-	-

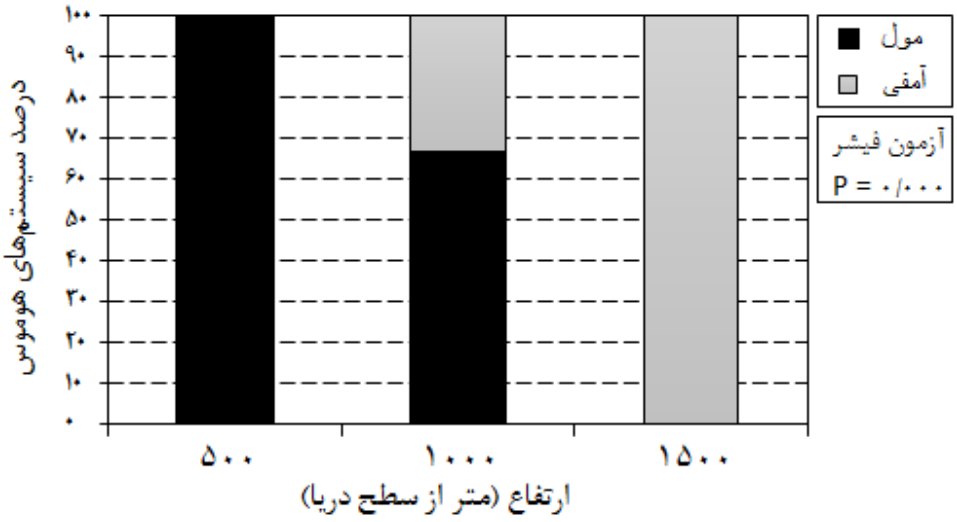
فراوانی سیستم‌های هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی

فراوانی سیستم‌های هوموس دارای تفاوت آماری معنی‌داری در بین طبقات مختلف ارتفاعی است. در این پژوهش دو سیستم هوموس مول و آمفی در سه طبقهٔ ارتفاعی شناسایی شد (شکل ۱). با افزایش ارتفاع فراوانی سیستم مول کاهشی و سیستم آمفی افزایشی است. در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر، سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

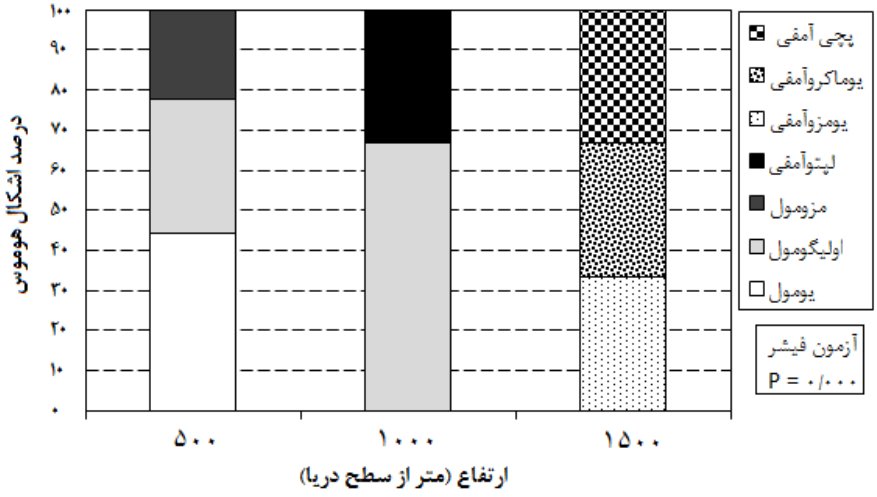
هوموس مول مشاهده شد. در طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر حدود ۶۵ درصد سیستم‌های هوموس مول و ۳۵ درصد آمفی است، درحالی که در ارتفاع ۱۵۰۰ متر، سیستم هوموس از نوع آمفی است (شکل ۱).



شکل ۱- فراوانی سیستم‌های هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی

فراوانی اشکال هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی

فراوانی اشکال هوموس دارای تفاوت آماری معنی‌داری در بین طبقات مختلف ارتفاعی است. در این پژوهش هفت فرم هوموس یومول، اولیگومول، مزومول، لپتوآمفی، یومزوآمفی، یوماکروآمفی و پچی‌آمفی در سه طبقهٔ ارتفاعی شناسایی شد (شکل ۲). در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر به‌ترتیب اشکال هوموس یومول > اولیگومول > و مزومول مشاهده شد. در طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر در حدود ۶۵ درصد اشکال هوموس مربوط به اولیگومول و ۳۵ درصد لپتوآمفی بود، درحالی که در ارتفاع ۱۵۰۰ متر، اشکال هوموس یومزوآمفی، یوماکروآمفی و پچی‌آمفی با فراوانی تقریباً برابر مشاهده شد (شکل ۲).



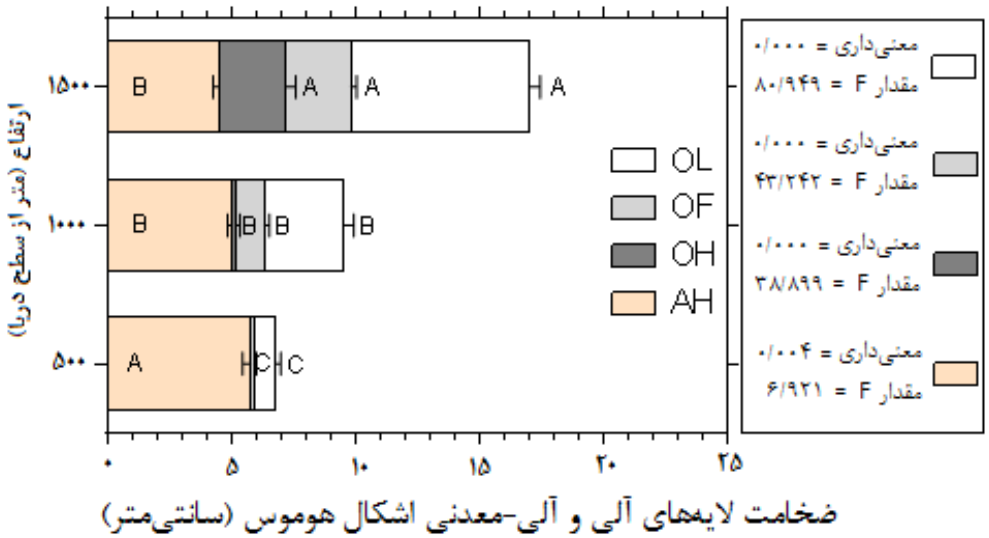
شکل ۲- فراوانی اشکال هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی

www.SID.ir

Archive of SID

ضخامت لایه‌های آلی و آلی- معدنی نیمرخ هوموس در رابطه با طبقات ارتفاعی

ضخامت لایه‌های آلی و آلی- معدنی نیمرخ هوموس دارای تفاوت آماری معنی‌داری در بین طبقات مختلف ارتفاعی است. در پژوهش حاضر بیشترین ضخامت لایه‌های آلی OL و OF به‌ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۵۰۰ > ۱۰۰۰ > ۵۰۰ متری از سطح دریا مشاهده شد. همچنین ضخامت لایهٔ OH با افزایش ارتفاع بیشتر شد، به‌طوری که در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر مشاهده نشد. برخلاف لایه‌های آلی، بیشترین ضخامت لایهٔ آلی- معدنی AH در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر مشاهده شد و با افزایش ارتفاع روند کاهشی را نشان داد (شکل ۳).



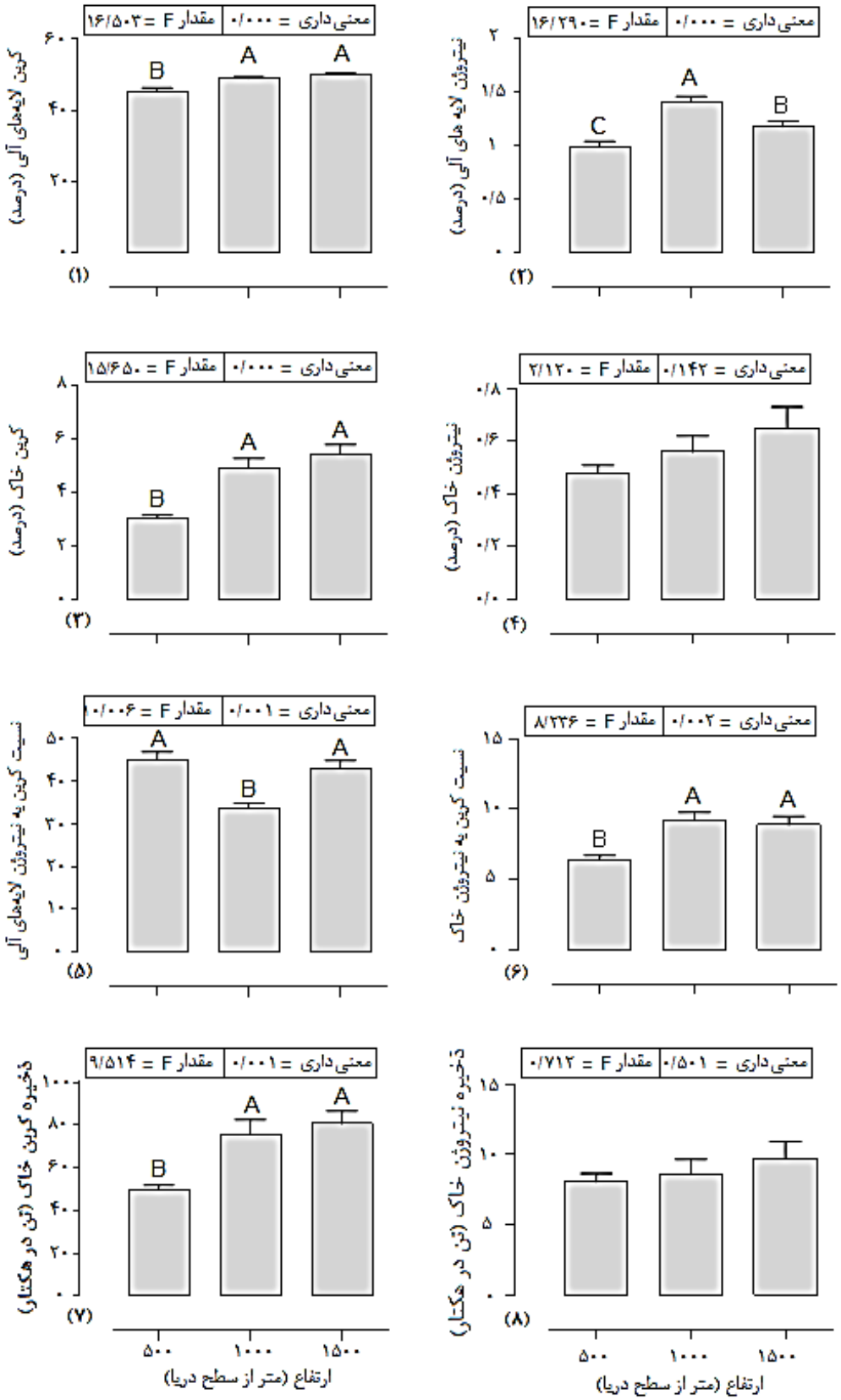
شکل ۳- مقایسهٔ لایه‌های آلی و آلی- معدنی اشکال هوموس در طبقات مختلف ارتفاعی

مشخصه‌های شیمیایی لایه‌های آلی کف جنگل و خاک

مشخصه‌های شیمیایی لایه‌های آلی و خاک، تفاوت آماری معنی‌داری در بین طبقات ارتفاعی دارند (شکل ۴). بیشترین مقدار کربن لایه‌های آلی متعلق به طبقات ۱۵۰۰ ~ ۱۰۰۰ متر بود و کمترین مقدار آن در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر مشاهده شد، درحالی که بیشترین مقدار نیتروژن به ترتیب به طبقات ارتفاعی ۱۰۰۰ > ۱۵۰۰ > ۵۰۰ متر اختصاص داشت (شکل ۴؛ شماره‌های ۱ و ۲). بیشترین مقدار کربن خاک متعلق به طبقات ارتفاعی ۱۵۰۰ ~ ۱۰۰۰ متر بود و کمترین مقدار آن در طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر دیده شد، درحالی که مقادیر نیتروژن بین طبقات مختلف ارتفاعی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۴؛ شماره‌های ۳ و ۴). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نسبت کربن به نیتروژن لایه‌های آلی در طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر به‌طور معنی‌داری کمتر از طبقات ۵۰۰ و ۱۵۰۰ متر بوده است، درحالی که نسبت کربن به نیتروژن خاک با افزایش ارتفاع از طبقهٔ ۵۰۰ به ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر روند صعودی داشت (شکل ۴؛ شماره‌های ۵ و ۶). ذخیرهٔ کربن در خاک با افزایش ارتفاع روند صعودی داشت، به‌طوری که کمترین مقدار آن از نظر آماری به طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر اختصاص داشت. در مقابل ذخیرهٔ نیتروژن در خاک در طبقات مختلف ارتفاعی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۴؛ شماره‌های ۷ و ۸).

www.SID.ir

Archive of SID

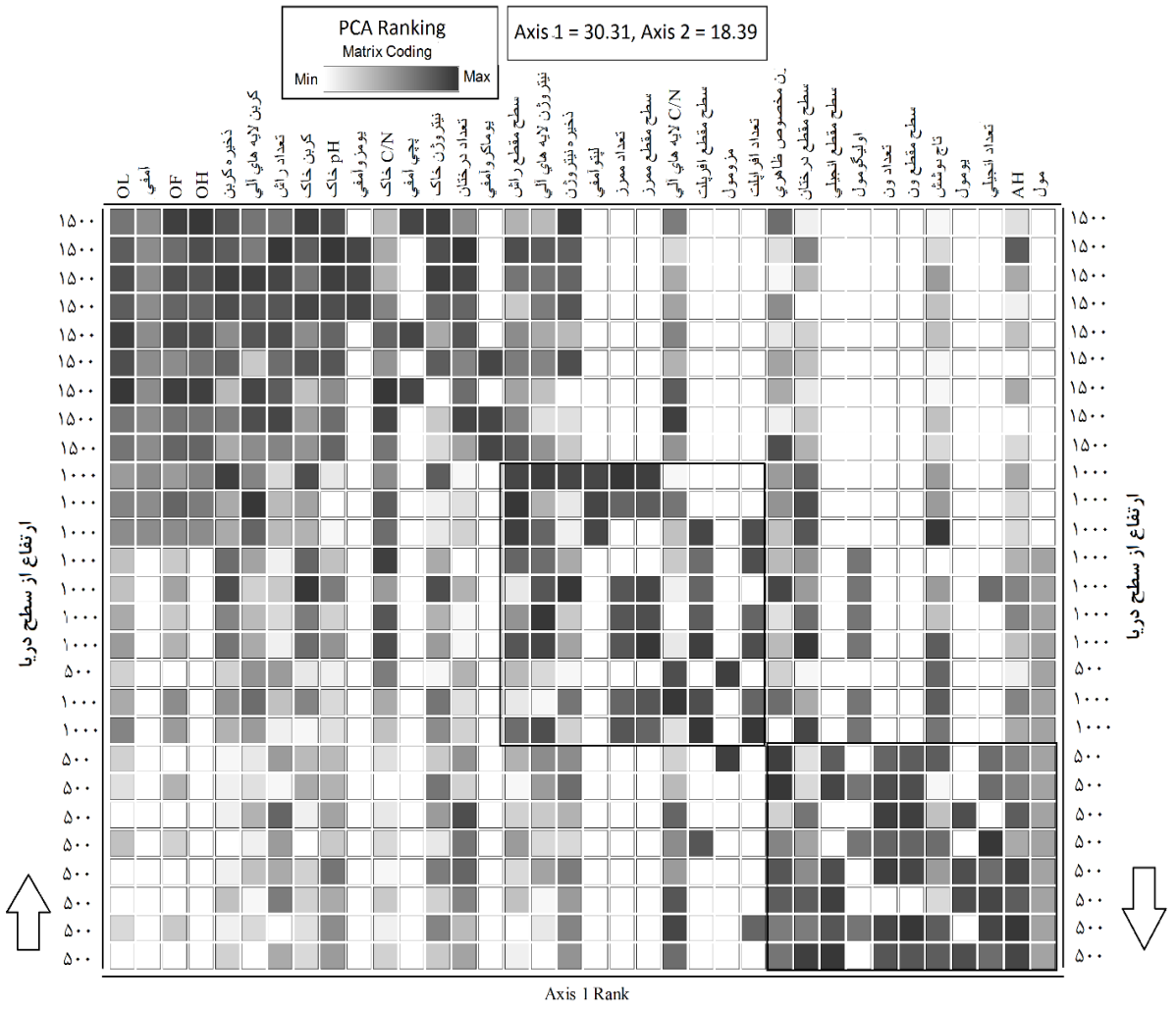


شکل ۴- مقایسهٔ شاخص‌های کیفی لایه‌های آلی (هوموس) و خاک در طبقات مختلف ارتفاعی

www.SID.ir

Archive of SID

با کنار هم گذاشتن همهٔ مشخصه‌های تحت بررسی براساس تحلیل همبستگی و رتبه‌بندی روابط آنها می‌توان شناخت خوبی از زیست‌بوم منطقه در طبقات مختلف ارتفاعی به‌دست آورد (شکل ۵). همان‌طور که در سمت چپ شکل مشاهده می‌شود، تعداد و سطح مقطع درختان انجیلی و ون، درصد تاج‌پوشش جنگلی، مقدار اشکال هوموس اولیگومول و یومول، ضخامت لایه‌های AH و ذخیرهٔ نیتروژن خاک با هم ارتباط نزدیکی دارند و با افزایش ارتفاع، روند کاهشی را نشان می‌دهند. در بخش میانی شکل، تعداد درختان ممرز و افراپلت، سطح قطع درختان ممرز، افراپلت و راش، نیتروژن و نسبت C/N لایه‌های آلی، اشکال هوموس مزومول و لپتوآمفی همبستگی زیادی با طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر را به نمایش گذاشته‌اند که با افزایش ارتفاع روند مشخصی را نشان نمی‌دهند. در سمت راست شکل، تعداد درختان راش، مقدار و ذخیرهٔ کربن خاک، نسبت کربن به نیتروژن خاک، کربن لایه‌های آلی، ضخامت لایه‌های آلی O(L, F, H) و اشکال هوموس یومزوآمفی و پچی‌آمفی رابطهٔ بسیار نزدیکی دارند و با افزایش ارتفاع، مقدار آنها افزایشی است (شکل ۵).



شکل ۵- بررسی روابط بین مشخصه‌های رویشگاهی، مشخصه‌های شیمیایی لایه‌های آلی و خاک، اشکال و ضخامت لایه‌های هوموس با استفاده از تحلیل PCA Ranking.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

پژوهش دربارهٔ ریخت‌شناسی اشکال هوموس مورد توجه بسیاری از پژوهشگران در زمینهٔ خاک قرار گرفته است و تغییرپذیری آنها را تحت تأثیر عوامل متعددی بیان داشته‌اند. همسو با نتایج این پژوهش، Ascher et al (2012) کاهش دما با افزایش ارتفاع سبب ضعیف‌تر شدن فعالیت‌های بیولوژی و میکروبی در خاک شده که در نتیجه موجب کاهش نرخ تجزیهٔ لاشبرگ و افزایش ضخامت لایه‌های آلی می‌شود و از دلایل اصلی تغییر اشکال هوموس از مول به آمفی بیان شده است (Zanella et al., 2009; Labaz et al., 2014). افزون‌بر این، تأثیر گونه‌های درختی پهن‌برگ بر تغییرپذیری اشکال هوموس با فعالیت بیولوژیکی بیشتر مانند یومول، اولیگومول در شرایط ارتفاعی پایین به اشکال هوموس با فعالیت‌های بیولوژی کمتر مانند یومزوآمفی و پچی‌آمفی توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Zanella et al., 2009; Ponge et al., 2014). ترکیب گونه‌های درختی در شمال ایران متأثر از ارتفاع از سطح دریاست و در نتیجه تغییرات اشکال هوموس را در پی دارد (Bayranvand et al., 2017; Waez-Mousavi, 2018). تحقیق Waez-Mousavi & Habashi (2012) حاکی از فراوانی فرم‌های هوموس مول زیر ترکیب گونه‌های درختی با کیفیت لاشبرگی مطلوب بوده است. در این پژوهش غالب بودن سیستم هوموس مول و اشکال آن در تیپ‌های جنگلی آمیختهٔ راش همراه با گونه‌هایی مانند افراپلت و ممرز با لاشبرگ خوش‌خوراک برای تجزیه‌کننده‌ها بیانگر سرعت زیاد تجزیهٔ لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی به خاک است (Kooch & Tavakoli Feizabadi, 2018)؛ به‌طوری که نتایج مشابهی در پژوهش Waez-Mousavi & Habashi (2014) در جنگل شصت‌کلاتهٔ گرگان نیز گزارش شده است. درحالی که زیرگونهٔ درختی راش، شکل هوموس مودر و آمفی دارای فراوانی بیشتری نسبت به مول با تولید لاشبرگ با کربن زیاد و نیتروژن کم بوده است. سرعت زیاد تجزیهٔ لاشبرگ‌های گونه‌های افراپلت و ممرز در طبقات ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر نسبت به گونهٔ راش در طبقهٔ ۱۵۰۰ متر می‌تواند بیانگر تغییر اشکال هوموس باشد (Bayranvand et al., 2017; Waez-Mousavi, 2018). کمیت کربن آلی در لایه‌های هوموس دلیل مهمی برای انباشت و افزایش ضخامت لاشبرگ در هوموس‌های آمفی زیرگونهٔ راش نسبت به مول با ضخامت مواد آلی کمتر زیرگونه‌های با کیفیت لاشبرگی بهتر زیرگونه‌هایی مانند انجیلی، ممرز و افراپلت است (Trap et al., 2013; Labaz et al., 2014; Bayranvand et al., 2017).

افزون‌بر مطالعهٔ ریخت‌شناسی انواع هوموس، مطالعهٔ مشخصه‌های شیمیایی آنها نیز مهم و تأثیرگذار است (Zanella et al., 2011). تغییرات شیمیایی اشکال هوموس نتیجهٔ تداخل عوامل زیادی مانند توپوگرافی، عوامل اقلیمی، کیفیت پوشش درختی و جوامع میکربی خاک است (Rizvi et al., 2012; Ponge et al., 2014). زیاد بودن مقدار کربن لایه‌های آلی در طبقات ارتفاعی بالا نسبت به طبقات پایین‌تر ممکن است به‌دلیل سلطهٔ گونهٔ راش با لاشبرگ‌های با ازت کمتر باشد، درحالی که در طبقات پایین‌تر گونه‌هایی مانند، افراپلت، انجیلی و ممرز حضور دارند که لاشبرگ‌های آنها دارای نیتروژن بیشتری است (Labaz et al., 2014; Waez-Mousavi, 2018). نیتروژن خاک‌های جنگلی تحت اشکال هوموس مول مانند یومول و اولیگومول به‌مراتب بیشتر از اشکال آمفی مانند یومزوآمفی و پچی‌آمفی است و مقدار آن با تغییر اشکال هوموس از مول به آمفی در پی تغییر پوشش جنگلی از آمیختهٔ راش به راش خالص در امتداد گرادیان ارتفاعی کاهش می‌یابد (Alavi et al., 2017). نیتروژن لایه‌های آلی در شرایط دمایی مناسب‌تر با فراوانی هوموس مول مقدار بیشتری را نسبت به هوموس‌های با ضخامت بیشتر لاشبرگی نشان می‌دهند (Waez-Mousavi, 2018). Ponge et al (2014) نیز اظهار داشتند که مقدار کربن در لایه‌های آلی و خاک هوموس مول به‌مراتب کمتر از دیگر فرم‌های هوموس است. زیاد بودن مقدار کربن خاک در لایه‌های آلی از

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل اصلی افزایش ضخامت و کاهش سرعت تجزیه در این لایه‌ها می‌شود و همچنین نشان دادند که ضخامت لایه‌های آلی اشکال هوموس آمفی بیشتر از اشکال مول است. انواع هوموس مول به‌دلیل نیتروژن بیشتر و کربن کمتر سریع‌تر تجزیه می‌شوند و نیتروژن بیشتری را نسبت به اشکال هوموس آمفی به سطح خاک برمی‌گردانند. در این زمینه Zanella et al (2009, 2011) بیان داشتند که نرخ C/N در لایه‌های آلی هوموس مول و خاک کمتر از لایه‌های آمفی بوده است به‌طوری که نسبت C/N شاخصی بسیار مهم برای نشان دادن سرعت تجزیه و چرخهٔ عناصر غذایی در اشکال مختلف هوموس و خاک است. افزون‌بر این کم بودن نسبت C/N در خاک تحت هوموس مول می‌تواند بیانگر کم بودن نسبت C/N در لاشبرگ گونه‌های درختی است (Zanella et al., 2011; Zanella et al., 2018).

نتیجه‌گیری کلی

ترکیب گونه‌های درختی و روابط آنها در امتداد گرادیان ارتفاعی به‌عنوان شاخص‌های تغییرپذیری انواع هوموس در رابطه با ویژگی‌های لاشبرگ و خاک به‌تازگی مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر در پی یافتن روابط بین گونه‌های درختی، خصوصیات ریختی هوموس، ویژگی‌های شیمیایی لاشبرگ و خاک در امتداد گرادیان ارتفاعی در رویشگاه‌های راش آمیخته و خالص بوده است. بسیاری از عوامل اکولوژیکی با افزایش ارتفاع تغییر می‌کنند. با این‌حال، فراوانی شکل هوموس یومول بدون لایه‌های آلی OF و OH، تعداد و سطح مقطع گونه‌های درختی انجیلی و ون، ضخامت لایهٔ AH و همچنین وزن مخصوص ظاهری با افزایش ارتفاع روند کاهشی را نشان می‌دهند. این امر ممکن است به‌دلیل زیاد بودن دما و سرعت تجزیهٔ مواد آلی در طبقات پایین باشد. در طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متر تعداد و سطح مقطع درختان ممرز و افراپلت، اشکال هوموس مزومول و لپتوآمفی با وجود لایه‌های آلی OL و OF با ذخیرهٔ نیتروژن خاک همبستگی زیادی به نمایش گذاشته‌اند و با افزایش ارتفاع روند مشخصی را نشان نمی‌دهند. این امر نشان‌دهندهٔ شرایط مساعد برای تجزیهٔ لاشبرگ و همچنین خوش‌خوراک بودن لاشبرگ گونه‌های ممرز و افراپلت است که سبب افزایش ذخیرهٔ نیتروژن خاک در این طبقهٔ ارتفاعی شده است. در ارتفاع ۱۵۰۰ متر حضور راش خالص با تولید اشکال هوموس یومزوآمفی و پچی‌آمفی با لایه ضخیم OH بیانگر افزایش ذخیرهٔ کربن، نرخ زیاد C/N خاک و کربن لایه‌های آلی بوده و با افزایش ارتفاع مقدار آنها افزایشی است. ایجاد این شرایط به‌دلیل کم بودن نرخ تجزیهٔ مواد آلی حاصل از گونهٔ راش و دمای کمتر در این طبقهٔ ارتفاعی است. نتایج به‌دست‌آمده پژوهشگران را در درک بهتر عوامل اکولوژیکی جنگل‌های کوهستانی کمک می‌کند، به‌طوری که می‌توان با مشخص کردن گونه‌های درختی در هر طبقهٔ ارتفاعی با کمترین هزینه، دربارهٔ بسیاری از عوامل اکولوژیکی پرهزینه مانند حاصلخیزی هوموس و خاک اظهار نظر کرد.

References

Alavi, S.J., Nouri, Z., & Zahedi Amiri, Gh. (2017). Determining the most important environmental variables affecting on oriental beech (Fagus orientalis Lipsky.) site productivity using random forest technique in Khayroud forest, Nowshar. *Iranian Journal of Forest*, 8(4), 477-92.

Ali Asgharzad, N. (2009). *Soil biology laboratory methods*. University of Tabriz: Academic Press Inc.

Ascher, J., Sartori, G., Graefe, U., Thornton, B., Ceccherini, M. T., Pietramellara, G., & Egli, M. (2012). Are humus forms, mesofauna and microflora in subalpine forest soils sensitive to thermal conditions?. *Biology and Fertility of Soils*, 48(6), 709-725.

www.SID.ir

Archive of SID

Bayranvand, M., Kooch, Y., & Alberti, G. (2018). Classification of humus forms in Caspian Hyrcanian mixed forests ecoregion (Iran): Comparison between two classification methods. *Catena*, 165, 390-397.

Bayranvand, M., Kooch, Y., Hosseini, S.M., & Alberti, G. (2017). Humus forms in relation to altitude and forest type in the Northern mountainous regions of Iran. *Forest ecology and management*, 385(1), 78-86.

Delfan Azari, M., & Zahedi Amiri, GH. (2018). Determination of humus quality using Rogister method along the elevation gradient in beech forests (Fagus orientalis Lipsky) (Case Study: Districts 1 and 5 of Kelardasht forests). *Journal of Forest and Wood Products*, 71(1), 13-22.

Ghazan Shahy, C. 2006. Analysis of soil and plants. *Homa Publication*, 272 p.

Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.F., Sartori, G., Englisch, M., Van Delft, B., de Waal, R., Le & Bayon, R.C. (2013). A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192, 286-294.

Khaleghi, P. Abasi, H., Hosani, S, Frohar, M., & Ghelichnian, H. (1997). Caspian forests profile, Waz Research Forest. *Ministry of Jihad-e-Production Department of Education and Research, Research Institute for Forests and Rangelands*, 380 p.

Kooch, Y., & Tavakoli Feizabadi, M. (2018). Study on soil detritivors and microbial activity in understory of broad-leaved pure and mixed stands in Caspian forests. *Iranian Journal of Forest*, 10(1), 89-100.

Labaz, B., Galka, B., Bogacz, A., Waroszewski, J., & Kabala, C. (2014). Factors influencing humus forms and forest litter properties in the mid-mountains under temperate climate of southwestern Poland. *Geoderma*, 230, 265-273.

Ponge, J.F., Sartori, G., Garlato, A., Ungaro, F., Zanella, A., Jabiol, B., & Obber, S. (2014). The impact of parent material, climate, soil type and vegetation on Venetian forest humus forms: a direct gradient approach. *Geoderma*, 226, 290-299.

Rizvi, S.H., Gauquelin, T., Gers, C., Guérold, F., Pagnout, C., & Baldy, V. (2012). Calcium - magnesium liming of acidified forested catchments: Effects on humus morphology and functioning. *Applied Soil Ecology*, 62, 81-87.

Trap, J., Hättenschwiler, S., Gattin, I., & Aubert, M., (2013). Forest ageing: An unexpected driver of beech leaf litter quality variability in European forests with strong consequences on soil processes. *Forest Ecology and Management*, 302, 338-345.

Vahedi, A.A., & Mataji, A. (2017). Variations of organic carbon sinks in the forests floor of mixed oriental beech in relation to plant diversity and physiographic factors. *Iranian Journal of Forest*, 8(4), 459-75.

Waez-Mousavi, S.M. & Habashi, H. (2012). Evaluating humus forms variation in an unmanaged mixed beech forest using two different classification methods. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 5(5), 272.

Waez-Mousavi, S.M. (2018). Humus systems in the Caspian Hyrcanian temperate forests. *Applied Soil Ecology*, 123, 664-667.

Waez-Mousavi, S.M., & Habashi, H. (2014). Humus forms and the most important factors affecting its changes in mixed beech forest (case study: Shast Kalate forest of Gorgan). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 20(4), 151-166.

Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., & Brêthes, A. (2009). Toward European humus forms reference base. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 85, 145-151.

Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H. & Englisch, M. (2011). A European morpho-functional classification of humus forms. *Geoderma*, 164(3-4), 138-145.

Zanella, A., Ponge, J.F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R.C., Gobat, J.M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., & Vacca, A. (2018). Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms—Keys of classification of humus systems and forms. *Applied Soil Ecology*, 122, 75-86.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Forest
Vol. 11, No. 3, Autumn 2019
pp. 335-346

Research Article

The variability of humus forms in relation to forest cover and soil ecology in different altitudes

M. Bayranvand[1], M. Akbarinia[2*], GH. Salehi Jouzani[3], J. Gharechahi[4], Y. Kooch[5]

[1] Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University (TMU), I. R. Iran
[2] Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University (TMU), I. R. Iran
[3]Professor of Microbial Biotechnology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), I. R. Iran
[4]Assistant prof., of Genetics, Human Genetics Research Center, Baqiyatallah University of Medical Science, I. R. Iran
[5]Assistant prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University (TMU), I. R. Iran

(Received: 25 February 2019, Accepted: 9 May 2019)

Abstract

Humus systems are the largest part of organic carbon stock and play an important role in forest ecological processes. Elevation by influencing on the biological and non-biological properties of the forest ecosystem is an important factor for assessing the changes in the trees and distribution of humus systems. In this study, the morphological and chemical characteristics of humus forms in three altitudinal levels (500, 1000, and 1500 m.a.s.l.) and three transects which were 1000 meters apart were investigated. In each transect, 3 plots with 400 m^2 area were sampled, and in each plot 5 profiles of humus (in total of 135 profiles) were examined in the central Hyrcanian forest. Humus and samples were taken and transferred to the laboratory for chemical analysis. The results showed that the presence of Iron wood (Scientific name??) and ash (Scientific name??) trees mull humus forms and soil nitrogen stock decreased by elevation increasing. Hornbeam (Scientific name??) and maple (Scientific name??) trees, organic layers' nitrogen, mesomull and leptoamphi humus forms demonstrated strong correlation with the 1000 m elevation. The number of beech trees, carbon in soil and organic layers, organic layers' thickness and humus Amphi forms showed a strong relationship with each other as well as with elevation increasing. The effect of elevation on the composition of the trees coverage is accompanied by the variability in morphology and chemical characteristics of humus forms, so that by identifying tree species in every altitude, we can recognize the quantitative and qualitative properties of humus and soil.

Keywords: Altitude, Humus forms, Humusica classification, Soil nitrogen stock

∗Corresponding author Tel: +989111213402 Email: akbarim@modares.ac.ir

www.SID.ir