



دانشگاه گواران

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲

<http://jwfst.gau.ac.ir>

انواع هوموس و مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات آن در راشستان‌های آمیخته (مطالعه موردی: جنگل شصت‌کلاته گرگان)

* سیدمحمد واعظ‌موسوی^۱ و هاشم حبشی^۲

^۱ دانشجوی دکتری دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ استادیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۲

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی انواع مختلف هوموس و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات آن در راشستان‌های آمیخته جنگل آموزشی و پژوهشی شصت‌کلاته انجام گردید. به این منظور تعداد ۳۲ حفره با مساحت‌های متفاوت در پارسل ۳۲ انتخاب شدند. در هر حفره ۵ نیم‌رخ هوموس حفر گردید. سپس به فاصله ۲۰ متر از حاشیه حفره نیز ۵ نیم‌رخ هوموس به همان روشی که در داخل حفره بیان شد، حفر گردید. آن‌گاه نوع هوموس با استفاده از روش طبقه‌بندی مورفولوژیکی تعیین شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در مجموع ۹ نوع مختلف هوموس در منطقه مورد مطالعه مشاهده گردید. رده مول با فراوانی ۷۰/۶ درصد و زیر رده دیسمول با فراوانی ۳۷/۸ درصد در منطقه مورد مطالعه غالبیت دارند. در حفرات متوسط ضخامت افق‌های لایه مواد آلی از L به H به ترتیب ۱/۷، ۰/۳ و ۰/۱ سانتی‌متر بود. این مقدار در زیر تاج پوشش از L به H به ترتیب ۲/۳، ۰/۹ و ۰/۴۸ سانتی‌متر بود. بین انواع مختلف هوموس در زیر تاج پوشش با انواع هوموس در درون حفرات از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. وسعت حفره و شکل زمین از جمله عوامل مؤثر بر نوع هوموس بودند. ضمن این‌که متوسط زی‌توده لایه مواد آلی در حفره‌ها ۴۸۶ و در زیر تاج پوشش ۶۸۶ گرم در مترمربع بود. نتایج به‌دست آمده می‌تواند به‌عنوان یک الگو در پیش‌بینی اثرات اجرای شیوه‌های نزدیک به طبیعت بر ویژگی‌های هوموس جنگلی در نظر گرفته شد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌شناسی، حفره، راشستان آمیخته، هوموس، شکل زمین

* مسئول مکاتبه: waezmousavi@gau.ac.ir

مقدمه

مواد آلی خاک اگرچه بخش کوچکی از پروفیل خاک‌های جنگلی را تشکیل می‌دهد، اما تأثیر عمیقی بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (فیشر و بنکلی، ۲۰۰۰). تجزیه مواد آلی گیاهی به اجزای کوچک‌تر اولین قدم در تبدیل مواد آلی به مواد معدنی قابل استفاده برای گیاهان است. از آنجایی که در اکوسیستم‌های جنگلی بخش مهمی از مواد غذایی در دسترس گیاهان از بقایای گیاهی منشاء می‌گیرند بنابراین تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی در یک جنگل مرحله مهمی از چرخه مواد غذایی است (اسلویتز و اسمیت، ۲۰۰۱).

نیم‌رخ هوموس بالاترین قسمت در نیم‌رخ خاک بوده و شامل لایه‌های معدنی و آلی - معدنی می‌باشد (گرین و همکاران، ۱۹۹۳) و به‌عنوان هوموس طبقه‌بندی شده و به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. نوع هوموس در مقیاس زمانی کوچک‌تری نسبت به تیپ خاک معدنی تغییر می‌کند. بنابراین تغییر این دو هم‌زمان نیست، پس باید به‌طور جداگانه طبقه‌بندی شوند (گرافه و بیلخ، ۲۰۰۶).

نوع هوموس محیط لازم برای فعالیت ارگانیسم‌های تجزیه‌کننده خاک را فراهم کرده و به‌عنوان منبعی برای ذخیره کربن و مواد غذایی می‌باشد و از عواملی است که دما، هوا، رطوبت و میزان مواد غذایی منطقه گسترش ریشه‌ها را تعیین می‌کند. در همین راستا نوع هوموس عامل مهمی در تعیین توان تولید رویشگاه محسوب می‌شود (گرین و همکاران، ۱۹۹۳). انواع مختلف هوموس به‌عنوان نشانه عملکرد اکوسیستم و ویژگی‌های آن مورد توجه است و مطالعه آن اطلاعاتی در مورد وضعیت اکولوژیک رویشگاه مانند در دسترس بودن رطوبت، اسیدیته خاک و وضعیت عناصر غذایی را فراهم می‌کند (ون‌دلفت و همکاران، ۲۰۰۶).

تشکیل هوموس تحت تأثیر عوامل مختلفی است که میکروکلیمای یکی از مهم‌ترین آن‌ها محسوب می‌شود. در جنگل در اثر ایجاد فضای باز، تجزیه مواد آلی تسریع می‌گردد. در این حالت هوموس خام عناصر غذایی خود را که راکد مانده بودند آزاد کرده و گردش عناصر غذایی تسریع می‌گردد. در واقع هر عاملی که فعالیت زیستی خاک را در جهت معینی تغییر دهد موجب تسریع یا کند شدن چرخه زیستی شده و در نتیجه تکامل هوموس را در جهت معینی تغییر می‌دهد (حبیبی‌کاسب، ۱۹۹۲؛ ریتز، ۲۰۰۴). از جمله عواملی که سبب تغییر در میکروکلیمای بخش‌هایی از جنگل می‌شوند حفره‌ها هستند. وجود حفره همچنین روی مقدار نور، رطوبت و مواد غذایی موجود در هوموس به‌طور معنی‌داری اثر می‌گذارد (دنسلو و همکاران، ۱۹۹۸). در ضمن ثابت شده است که به‌وجود آمدن حفره تغییرات

معنی‌داری در کمیت، کیفیت و نوع هوموس ایجاد می‌کند (پودرازسکی و رمش، ۲۰۰۶). از سوی دیگر نشان داده شده است که میکروکلیمای حفره به شدت تحت تأثیر اندازه آن قرار دارد (اسلویتز و اسمیت، ۲۰۰۱) در نتیجه می‌تواند عامل اثرگذاری در تشکیل نوع هوموس باشد. تاکنون چندین پژوهش در مورد اثر عوامل مختلف محیطی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی هوموس در جنگل‌های مختلف انجام گرفته است.

ساجدی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی انواع هوموس و تنوع آن‌ها در رویشگاه‌های خالص و آمیخته راش، از روش گرین و همکاران (۱۹۹۳) استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که هوموس موجود در راشستان‌های خیرودکنار بیش‌تر از نوع مودر است. آن‌ها همچنین بیان کردند که روش نام برده برای مطالعه نوع هوموس در شمال ایران روش مناسبی است، و نوع هوموس در این جنگل‌ها متأثر از عوامل محیطی مانند نور، وضعیت فیزیکی خاک و ترکیب گونه‌ای است. ون‌دام (۲۰۰۱) طی پژوهش‌هایی در مورد اثر حفره بر فرآیندهای خاک به این نتیجه رسید که در اثر ایجاد حفره، شرایط ادافیکی تغییر کرده و این تغییر تا سال‌ها می‌تواند ادامه پیدا کند. وی همچنین بیان داشت که ایجاد حفره، چرخه مواد غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، که این امر به علت بروز تغییرات در شرایط میکروکلیمای، دینامیک رطوبت خاک و لاشبرگ ریزی است. پودرازکی و رمس (۲۰۰۶) در مطالعاتی که روی تأثیر حفره بر روی تغییرات هوموس داشته‌اند عنوان می‌کنند که ایجاد حفره، تغییرات معناداری در نوع هوموس ایجاد کرده و زی‌توده مواد آلی در سطح خاک حفره حدود ۲۵ درصد کاهش و مقدار فسفر و مواد غذایی در دسترس گیاه و مقدار کل مواد غذایی در لایه‌های هوموس حفره‌ها را افزایش می‌دهد. سارییلدیز (۲۰۰۸) مشاهده نمود که افزایش اندازه حفره، pH هوموس و خاک، تنفس خاک، دمای هوا و دمای خاک را کاهش می‌دهد. فابیانک و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر نوع توده بر ویژگی‌های هوموس در جنگل‌های چک، مشاهده نمودند که بیش‌ترین مقدار لایه مواد آلی در توده نوتل خالص مشاهده گردید که حدود ۷۲ تن در هکتار بود و کم‌ترین آن در توده راش خالص با حدود ۴۷ تن در هکتار مشاهده گردید.

هدف از این پژوهش بررسی و شناسایی انواع رده‌ها و زیر رده‌های مختلف هوموس جنگل و نیز یافتن مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر تغییرات آن‌ها در توده‌های راش آمیخته واقع در مناطق شرقی جنگل‌های ناحیه خزری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پارسل ۳۲ از سری یک جنگل مرحوم بهرام‌نیا (شصت‌کلاته)، جنگل آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گردید. پارسل نام برده به‌طور عمده پوشیده از گونه راش همراه با ممرز و انجیلی می‌باشد. این پارسل با مساحتی در حدود ۸۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۹۰۰ متر از سطح دریا به‌طور متوسط سالانه حدود ۹۰۰ میلی‌متر بارندگی دریافت می‌نماید. بخشی از این پارسل به‌عنوان پارسل شاهد در نظر گرفته شده و هیچ‌گونه دخالتی در آن صورت نگرفته است.

به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها تعداد ۳۲ حفره مشخص شدند. سپس در هر حفره عوامل شکل زمین مانند درصد شیب، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و وضعیت تقعر یا تحدب زمین در کف حفره ثبت گردید.

به‌منظور اندازه‌گیری مساحت حفرات از ساقه درختان حاشیه استفاده شد (ویسکیتل و هیکس، ۲۰۰۳)، به این نحو که فاصله و آزیموت بین تمامی درختان حاشیه حفره در یک جهت (جهت عقربه‌های ساعت یا برعکس) با استفاده از دستگاه فاصله‌یاب لیزری و قطب‌نمای سونتو اندازه‌گیری گردید. در مرحله بعد در داخل هر حفره ۵ نیم‌رخ هوموس حفره شد. به این ترتیب که یک نیم‌رخ دقیقاً در مرکز حفره و سپس در هر یک از ۴ جهت اصلی به فاصله ۱ متر از مرکز حفره یک نیم‌رخ دیگر حفره شد (شکل ۳-۳). سپس در فاصله ۲۰ متری (به‌منظور بی‌اثر کردن اثر حاشیه‌ای حفره) از حاشیه حفره ۵ نیم‌رخ دیگر هوموس به همان روشی که در داخل حفره استفاده شده بود، حفره گردید. این کار برای تمامی ۳۲ حفره موردنظر اجرا شد و در مجموع ۱۶۰ نیم‌رخ هوموس در داخل حفرات و ۱۶۰ نیم‌رخ هوموس نیز در زیر تاج پوشش مجاور حفرات در نظر گرفته شدند. در تمامی نیم‌رخ‌های نام برده اقدام به تشریح و شناسایی نوع هوموس گردید. به‌منظور تعیین نوع هوموس از روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹) استفاده گردید. در این روش با استفاده حضور و حضور نداشتن لایه‌های مواد آلی شامل L، F و H و نیز لایه آلی معدنی Ah و ضخامت آن‌ها اقدام به تعیین نوع هوموس می‌شود.

به‌منظور بررسی تفاوت نوع هوموس در داخل و خارج حفره با توجه به اسمی بودن داده‌ها از آزمون مربع کای استفاده شد.

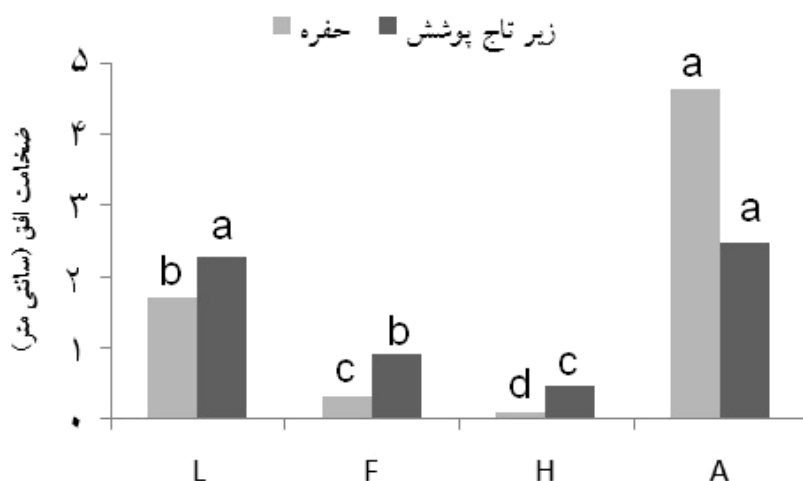
برای تعیین اثر وسعت حفره بر نوع هوموس، از رگرسیون لوجستیک استفاده شد. رگرسیون نام برده رابطه بین یک متغیر کمی (در این‌جا وسعت حفره) را با یک متغیر کیفی (در این‌جا نوع هوموس) بررسی کرده و رابطه بین آن‌ها را نشان می‌دهد.

برای بررسی اثر عوامل شکل زمین مانند درصد شیب، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، تپه یا تحدب سطح زمین و فاصله از مسیل‌های آبی و همچنین سایر عوامل محیطی بر نوع هوموس در حفرات نام برده، از آنالیز تحلیل و تشخیص^۱ استفاده گردید. آنالیز تجزیه به توابع تفکیک معروف به تحلیل و تشخیص یک روش آماری چندمتغیره است که به منظور بررسی قابلیت طبقه‌بندی توسط متغیرهای مختلف و انتخاب متغیرهای مهم و شاخص کاربرد دارد. این آنالیز همچنین برای تعیین صحت طبقه‌بندی یا بررسی درصد قطعات نمونه‌ای که به‌طور صحیح در گروه‌های مختلف تفکیک شده‌اند بر مبنای متغیرهای محیطی کاربرد دارد (بصیری، ۲۰۰۳). در این آنالیز معنی‌داری یا غیرمعنی‌داری اثر عوامل مختلف محیطی بر تغییرات هوموس بررسی شده و مهم‌ترین عوامل اثرگذار نیز شناسایی می‌شوند.

همچنین با استفاده از یک قاب فلزی به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر تعداد ۱۰ نمونه از لایه مواد آلی در مرکز حفرات مختلف به صورت تصادفی و ۱۰ نمونه نیز از لایه مواد آلی در زیر تاج پوشش از سطح لایه لاشبرگ تا سطح خاک معدنی گرفته شد. نمونه‌ها سپس به آزمایشگاه منتقل شده و بعد از خشک شدن با استفاده از ترازوی دیجیتال تا دقت یک‌صدم گرم توزین شدند. برای انجام تمامی مقایسه‌ها و آزمون‌های آماری نام برده از دو نرم‌افزار SPSS و Minitab استفاده گردید.

نتایج

در مجموع متوسط ضخامت لایه مواد آلی در حفرات ۲/۱۴ سانتی‌متر و متوسط ضخامت لایه Ah ۴/۶ سانتی‌متر بود. در حالی‌که در زیر تاج پوشش متوسط ضخامت لایه مواد آلی ۳/۷ سانتی‌متر و متوسط ضخامت لایه آلی-معدنی ۲/۵ سانتی‌متر بود. در حفرات، متوسط ضخامت افق‌های لایه مواد آلی شامل L، F و H به ترتیب ۱/۷، ۰/۳ و ۰/۱ سانتی‌متر بود. در زیر تاج پوشش متوسط ضخامت افق‌ها از L به H به ترتیب عبارت بود از: ۲/۳، ۰/۹ و ۰/۴۸ سانتی‌متر (شکل ۱).



شکل ۱- وضعیت ضخامت افق‌ها در حفره و زیر تاج پوشش.

استفاده از روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که در مجموع ۹ نوع مختلف هوموس در منطقه وجود دارد. به‌طورکلی حدود ۷۰/۶۲۵ درصد از کل نمونه‌ها از رده مول (۲۲۶ نمونه)، ۲۸/۷۵ درصد از رده آمفی (۹۲ نمونه) و کم‌تر از ۱ درصد از نمونه‌ها (۲ نمونه) از رده تانگل بودند. در حفرات، مول با حدود ۸۹ درصد بیش‌ترین رده هوموس مشاهده شده بود. آمفی با ۱۱ و تانگل با کم‌تر از ۱ درصد رده‌های دیگر هوموس مشاهده شده در حفرات بودند. در زیر تاج پوشش ۵۲/۵ درصد از نمونه‌ها از رده مول، حدود ۴۷ درصد از نمونه‌ها از نوع آمفی و کم‌تر از ۰/۶۲ درصد از رده تانگل بودند. به‌طورکلی از مجموع حداکثر ۱۰ نوع هوموس ممکن در روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹)، ۹ نوع آن در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد که عبارت بودند از: دسیمول، مزومول، اولیگومول، یومول، لپتوآمفی، یوماکروآمفی، یومزوآمفی، پچی آمفی و یوتانگل. از بین انواع هوموس نام برده نوع هوموس پچی آمفی در حفرات و نوع هوموس مزومول در زیر تاج پوشش مشاهده نگردید (جدول‌های ۱، ۲ و ۳).

جدول ۱- فراوانی انواع مختلف هوموس به روش طبقه‌بندی زانلا و همکاران (۲۰۰۹) در کل منطقه مورد مطالعه.

رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار	زیر رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار
			دیسمول	۳۷/۸۱۲	۱۲۱
			مزومول	۰/۹۳۷	۳
مول	۷۰/۶۲۵	۲۲۶	اولیگومول	۳/۱۲۵	۱۰
			یومول	۲۸/۷۵	۹۲
			لپتوآمفی	۱۳/۴۳۷	۴۳
آمفی	۲۸/۷۵	۹۲	یوماکروآمفی	۱۰	۳۲
			یومزوآمفی	۴/۶۸۷	۱۵
			پچی آمفی	۰/۶۲۵	۲
تانگل	۰/۶۲۵	۹۲	یوتانگل	۰/۶۲۵	۲
مجموع	۱۰۰	۳۲۰	مجموع	۱۰۰	۳۲۰

جدول ۲- انواع مختلف هوموس به روش طبقه‌بندی زانلا و همکاران (۲۰۰۹) در حفرات.

رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار	زیر رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار
			دیسمول	۳۰/۶۲۵	۴۹
			مزومول	۱/۸۷۵	۳
مول	۸۸/۷۵	۱۴۲	اولیگومول	۳/۷۵	۶
			یومول	۵۲/۵	۸۴
			لپتوآمفی	۵	۸
آمفی	۱۰/۶۲۵	۱۷	یوماکروآمفی	۳/۷۵	۶
			یومزوآمفی	۱/۸۷۵	۳
			پچی آمفی	۰	۰
تانگل	۰/۶۲۵	۱	یوتانگل	۰/۶۲۵	۱
مجموع	۱۰۰	۱۶۰	مجموع	۱۰۰	۱۶۰

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۰)، شماره (۴) ۱۳۹۲

جدول ۳- انواع مختلف هوموس به روش طبقه‌بندی زانلا و همکاران (۲۰۰۹) در زیر تاج پوشش.

رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار	زیر رده	درصد فراوانی نسبی	تعداد تکرار
			دیسمول	۴۵	۷۲
			مزومول	۰	۰
مول	۵۲/۵	۸۴	اولیگومول	۲/۵	۴
			یومول	۵	۸
			لپتوآمفی	۲۱/۸۷۵	۳۵
			یوماکروآمفی	۱۶/۲۵	۲۶
آمفی	۴۶/۸۷۵	۷۵	یومزوآمفی	۷/۵	۱۲
			پچی آمفی	۱/۲۵	۲
تانگل	۰/۶۲۵	۱	یوتانگل	۰/۶۲۵	۱
مجموع	۱۰۰	۱۶۰	مجموع	۱۰۰	۱۶۰

نتایج به دست آمده از آزمون مربع کای نشان داد که بین انواع هوموس در داخل و خارج حفره در سطح احتمال ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). همچنین ضخامت افق‌های مختلف لایه مواد آلی در حفرات و زیر تاج پوشش نیز به صورت جداگانه با استفاده از آزمون T غیرجفتی با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج نشان داد که لایه مواد آلی در زیر تاج پوشش با لایه مواد آلی در حفرات از نظر ضخامت همه افق‌های لایه مواد آلی در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۵).

جدول ۴- آزمون کای اسکوتر در رابطه با مقایسه تفاوت نوع هوموس در حفرات و زیر تاج پوشش.

کای اسکوتر پیرسون	درجه آزادی	مقادیر	سطح معنی‌داری
کای اسکوتر پیرسون	۸	۱۰۷/۴۰۸	۰/۰۰۰
ضریب احتمال	۸	۱۲۲/۴۶۳	۰/۰۰۰
تعداد داده‌های صحیح		۳۲۰	

جدول ۵- آزمون T غیرجفتی در رابطه با مقایسه ضخامت افق‌های L (افق لاشبرگ)، F (افق در حال تجزیه) و H (افق تجزیه شده) در حفره با ضخامت آن در زیر تاج پوشش.

افق	مقدار T	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	تفاوت میانگین	خطای معیار تفاوت میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت میانگین	حد بالا	حد پایین
L	-۶/۰۳۲	۲۸۱/۲۲۶	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۷۵	۰/۰۹۵۳۲	-۰/۳۸۷۳۷	-۰/۳۸۷۳۷	-۰/۷۶۲۶۳
F	-۱۰/۴۲۳	۳۱۸	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۷۳۷۵	۰/۰۵۵۰۵	-۰/۴۶۵۴۴	-۰/۴۶۵۴۴	-۰/۶۸۲۰۶
H	-۶/۴۹۸	۲۲۲/۱۶۱	۰/۰۰۰	-۰/۳۷۸۷۵	۰/۰۵۸۲۹	-۰/۲۶۳۸۹	-۰/۲۶۳۸۹	-۰/۴۹۳۶۱
Ah	۹/۱۹	۲۸۶/۲۹۸	۰/۰۰۰	۲/۱۵۶۳۵	۰/۲۳۴۶۳	۲/۶۱۸۱۸	۲/۶۱۸۱۸	۱/۶۹۴۵۲

به منظور بررسی رابطه بین وسعت حفره با نوع هوموس از رگرسیون لجستیک استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که از بین ۹ نوع هوموس شناسایی شده در منطقه توسط روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹) انواع یومول، یوماکروآمفی و لپتوآمفی به تغییرات وسعت حفره عکس‌العمل نشان دادند (در سطح ۹۵ درصد)، به نحوی که با افزایش وسعت بر تکرار انواع هوموس یومول و یوماکروآمفی افزوده گردید در حالی که از مقدار تکرار نوع هوموس لپتوآمفی کاسته شد. سایر انواع هوموس عکس‌العمل معنی‌داری به تغییرات وسعت حفره نشان ندادند (جدول ۶).

جدول ۶- آزمون رگرسیون لجستیک در رابطه با اثر وسعت حفره بر نوع هوموس.

مقدار P	مقدار Z	اشتباه معیار	ضرایب برآورد شده	
۰/۱۰۲	۱/۶۳	۰/۰۰۲۹۴۸۵	۰/۰۰۴۸۲۰۴	لوجیت ۱: (اولیگومول / لپتوآمفی)
۰/۱۰۹	۱/۶	۰/۰۰۳۵۷۸۹	۰/۰۰۵۷۳۳۳	لوجیت ۲: (مزومول / لپتوآمفی)
۰/۰۳۲	۲/۱۴	۰/۰۰۲۴۵۷۴	۰/۰۰۵۲۵۷۴	لوجیت ۳: (یومول / لپتوآمفی)
۰/۰۷۳	۱/۷۹	۰/۰۰۳۲۳۱۵	۰/۰۰۵۷۹۹۶	لوجیت ۴: (یومز و آمفی / لپتوآمفی)
۰/۰۱۲	۲/۵۱	۰/۰۰۲۷۹۶۳	۰/۰۰۷۰۰۷	لوجیت ۵: (یوماکروآمفی / لپتوآمفی)
۰/۰۸۴	۱/۷۳	۰/۰۰۲۴۸۴۵	۰/۰۰۴۲۹۰۴	لوجیت ۶: (دیسمول / لپتوآمفی)

نتایج به دست آمده از آنالیز تحلیل و تشخیص نشان داد که از بین عوامل مختلف، وضعیت تقعر و تحدب سطح زمین^۱ و ضخامت افق‌های F و H در تابع تشخیص قرار گرفته‌اند که وضعیت تقعر و

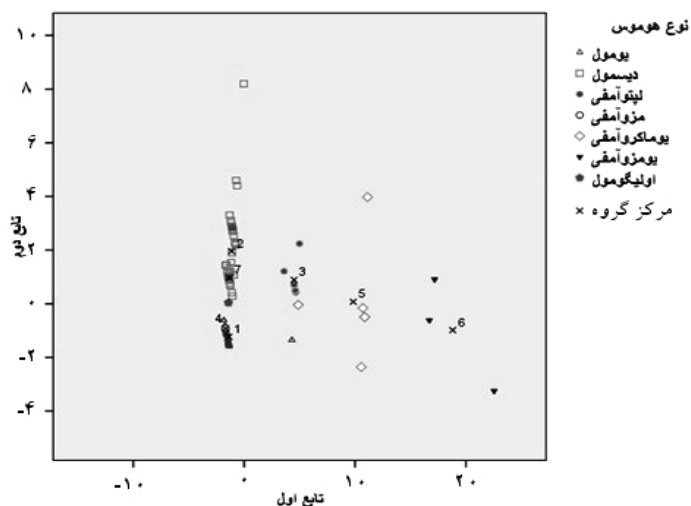
1- Surface Curvature

تحدب در سطح خطای ۵ درصد و ضخامت افق‌های F و H در سطح خطای ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند. با استفاده از این سه متغیر دو تابع تشخیص تشکیل گردید. تابع اول به‌طور عمده براساس ضخامت لایه H با ضریب همبستگی تطبیقی^۱ ۹۷ درصد و تابع دوم به‌طور عمده براساس ضخامت لایه F با ضریب همبستگی تطبیقی ۸۲/۷ درصد شکل گرفته است (جدول ۷).

جدول ۷- تحلیل همبستگی تطبیقی توابع تشخیص.

توابع تشخیص	آماره ویلکس-لامبدا	درجه آزادی	کای اسکوئر	مقدار P	درصد همبستگی تطبیقی
۱	۰/۰۱۸	۱۸	۵۰۱/۵۷۵	< ۰/۰۰۱	۹۷
۲	۰/۲۹۸	۱۰	۱۴۹/۹۲۶	< ۰/۰۰۱	۸۲/۷

نتایج به‌صورت نمودار برای اولین و دومین تابع (محور) تفکیک و با محاسبه و تعیین مقادیر توابع ۱ و ۲ در نقطه میانگین گروه‌های هوموس ارایه شده است. این مراکز روی نمودار با عدد مشخص می‌باشند. در این نمودار نمونه‌ها براساس اوزانی که نسبت به دو تابع گرفتند در یک فضای دوبعدی آرایش یافته، وضعیت تشابه آن‌ها از نظر متغیرهای داده شده مشخص می‌باشد (شکل ۲).



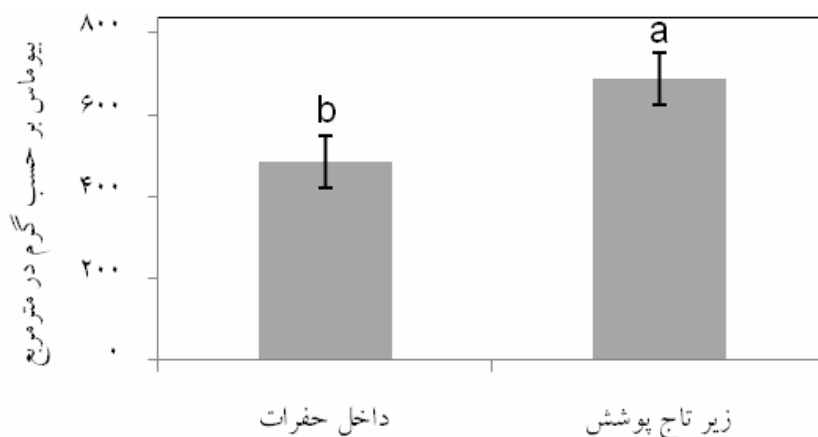
شکل ۲- نمودار دوگانه تحلیل و تشخیص براساس متغیرهای فیزیوگرافی رویشگاه.

1- Conical Correlation

نتایج به دست آمده از آزمون T غیرجفتی نشان داد که بین زی توده لایه مواد آلی در حفرات با زی توده لایه مواد آلی در زیر تاج پوشش در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۸). متوسط زی توده لایه مواد آلی در حفرات ۴۸۶ و در زیر تاج پوشش ۶۸۶ گرم در هر مترمربع بود (شکل ۳).

جدول ۸- نتایج آزمون T مستقل در رابطه با مقایسه زی توده لایه مواد آلی در حفرات با زیر تاج پوشش.

نام متغیر	مقدار T	درجه آزادی	سطح معنی داری	تفاوت میانگین	خطای معیار تفاوت میانگین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت میانگین	حد بالا	حد پایین
زی توده لایه مواد آلی	-۲/۱۹۷	۱۸	۰/۰۴۱	-۱۲/۵۳۷	۵/۷۰۷۳۱	-۰/۵۴۶۳۹	-۰/۵۴۶۳۹	-۲۴/۵۲۷۶



شکل ۳- متوسط زی توده لایه مواد آلی در زیر تاج پوشش و داخل حفرات بر حسب گرم در مترمربع.

بحث

غالبیت نوع هوموس مول در منطقه مورد مطالعه (۷۱ درصد از کل نمونه‌ها) نشان از سرعت بالای تجزیه و بازگشت عناصر به خاک دارد.

مطالعه‌ای که توسط ساجدی و همکاران (۲۰۰۴) در راشستان‌های جنگل خیرود کنار نوشهر انجام گرفته بود نشان داد که هوموس غالب در راشستان‌های نام برده به‌طور عمده از رده مودر است (۸۷ درصد از کل نیم‌رخ‌های مطالعه شده) در حالی که در جنگل‌های شصت‌کلاته مول غالبیت دارد. این تفاوت به دو علت می‌تواند باشد. اولاً تفاوت در شرایط آب و هوایی دو منطقه نام برده که به نسبت، بارندگی کم‌تر و متوسط دمای سالانه بیش‌تری در شصت‌کلاته وجود دارد بنابراین سرعت تجزیه که متأثر از دماست (کورگانووا و لویز دگرنیو، ۲۰۰۸؛ نادپوروژسکایا و همکاران، ۲۰۰۹) و در اکوسیستم‌های معتدله رابطه مستقیمی با سرعت تجزیه دارد (سارییلدیز، ۲۰۰۸) در دو منطقه متفاوت خواهد بود، بنابراین تجزیه بیش‌تری در شصت‌کلاته مورد انتظار است. عامل دوم این تفاوت می‌تواند به‌علت حضور بیش‌تر گونه‌هایی مثل ممرز با لاشبرگ خوش‌خوراک برای تجزیه‌کنندگان در جنگل شصت‌کلاته باشد که تأثیر مثبتی بر تجزیه لایه مواد آلی جنگل دارد و منجر به غلبه رده هوموس مول می‌گردد که مشابه این نتیجه قبلاً توسط براندتبرگ و همکاران (۲۰۰۰) و اوبرت و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده بود.

در حفرات، رده مول و زیر رده یومول نوع هوموس غالب بوده است. بر طبق روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹) زیر رده یومول، هوموسی است که در آن بیش‌تر افق‌ها ناپدید شده‌اند و به واسطه فعالیت کرم خاکی سطح فوقانی خاک به خوبی مخلوط شده است. غالبیت این نوع هوموس در حفرات نشان‌دهنده شرایط مناسب‌تر برای تجزیه می‌باشد. سرعت بیش‌تر تجزیه سبب در دسترس بودن بیش‌تر مواد غذایی شده و برای رویش زادآوری و حاصل‌خیزی درازمدت رویشگاه مفید است (پریسکات و همکاران، ۲۰۰۰؛ اوبرت و همکاران، ۲۰۰۶).

در مجموع ضخامت لایه مواد آلی در زیر تاج پوشش بیش‌تر از مقدار آن در داخل حفرات بود. اما ضخامت لایه آلی - معدنی (Ah) در داخل حفرات بیش‌تر از مقدار آن در زیر تاج پوشش بود زیرا در داخل حفرات با توجه به سرعت تجزیه بیش‌تر، مقدار بیش‌تری از مواد آلی در اثر تجزیه و فعالیت موجودات خاک‌زی وارد بخش معدنی خاک شده و ایجاد لایه آلی - معدنی (Ah) می‌کند.

آزمون کای‌اسکوئر تفاوت بین نوع هوموس در حفرات نسبت به نوع هوموس در زیر تاج پوشش را در سطح احتمال ۹۹ درصد تأیید نمود. این تفاوت به دلایل مختلفی می‌تواند باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: دریافت نور و رطوبت بیش‌تر در داخل حفرات که به معنای کمک به تجزیه بیش‌تر است. همچنین لاشریزی بیش‌تر در زیر تاج پوشش نیز نوع هوموس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اثر معنی‌دار

حفره بر کمیت و کیفیت هوموس و لایه مواد آلی در توده‌های راش قبلاً توسط پودرازسکی و رمش (۲۰۰۶) گزارش گردیده بود.

نتایج به‌دست آمده از رگرسیون لوجستیک نشان داد که با افزایش وسعت حفرات احتمال حضور رده مول و زیر رده یومول در سطح احتمال ۹۵ درصد افزایش می‌یابد. افزایش وسعت حفره به معنای افزایش شدت نور نسبی (میهوک و همکاران، ۲۰۰۵) و افزایش مدت زمان تابش نور به مرکز حفره (کانهام و همکاران، ۱۹۹۰) است، بنابراین سرعت تجزیه بیش‌تر خواهد شد. در ضمن در حفره‌های بزرگ‌تر به دلیل فاصله بیش‌تر مرکز حفره از درختان حاشیه مقدار کم‌تری از لاشبرگ‌های درختان حاشیه به مرکز حفره می‌رسد. همه این موارد (تجزیه بیش‌تر و ورود لاشبرگ کم‌تر به لایه مواد آلی) خود سبب کاهش ضخامت لایه مواد آلی و در نتیجه تشکیل هوموس از رده مول می‌شوند.

شکل زمین بیش‌تر اثر معنی‌داری بر خصوصیات هوموس دارد (آچاسوف، ۲۰۰۶؛ برگ و مک‌کلا گرتی، ۲۰۰۸؛ فایانک و همکاران، ۲۰۰۹). در منطقه مورد مطالعه نیز نتایج آزمون تحلیل و تشخیص نشان می‌دهد که ۷ گروه هوموس که بر طبق روش طبقه‌بندی زانلا و همکاران (۲۰۰۹) تفکیک شده‌اند از نظر متغیرهای مختلف موجود در دو تابع تشخیص نیز از یکدیگر متمایز و قابل تفکیک هستند. همان‌طوری‌که شکل ۲ نشان می‌دهد ۷ گروه هوموس که بر طبق روش زانلا و همکاران (۲۰۰۹) طبقه‌بندی شده‌اند از نظر متغیرهای داده شده نیز از یکدیگر متمایز و قابل تفکیک هستند. همچنین تحلیل و تشخیص بر مبنای متغیر شکل زمین، صحت گروه‌بندی یا تفکیک گروه‌های هوموس را ۷۰/۸ درصد نشان می‌دهد که مقدار قابل‌توجهی است.

زی‌توده مواد آلی در حفره‌ها به‌طور معنی‌داری از زی‌توده مواد آلی در زیر تاج پوشش کم‌تر بود، که نشان‌دهنده تجزیه بیش‌تر در حفرات نسبت به زیر تاج پوشش است. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های پودرازسکی و رمس (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نظر به نتایج این پژوهش مشخص گردید که با توجه به غالبیت هوموس مول، در اکوسیستم‌های جنگلی راش آمیخته مناطق شرقی جنگل‌های ناحیه خزری سرعت تجزیه و بازگشت عناصر به خاک جنگل بالا می‌باشد. همچنین وجود حفرات در جنگل همانند جزایری عمل می‌کند که در آن‌ها به دلیل شرایط مساعدتر نسبت به زیر تاج پوشش، سرعت تجزیه مواد آلی بیش‌تر است بنابراین خاک

حاصل‌خیزتری دارند که این مسأله با توجه به تمرکز زادآوری در داخل حفرات دارای اهمیت است. همچنین نتایج به‌دست آمده می‌تواند به‌عنوان یک الگو در پیش‌بینی اثرات اجرای شیوه‌های نزدیک به طبیعت بر ویژگی‌های هوموس جنگلی در یک راشستان آمیخته مدنظر قرار گیرد.

منابع

1. Achasov, A.B. 2006. The Influence of Relief on the Humus Content in Chernozems. *Eurasian Soil Science*, 39: 9. 1036-1042.
2. Aubert, M., Margerie, P., Ernoult, A., Decaens, T. and Bureau, F. 2006. Variability and heterogeneity of humus forms at stand level: Comparison between pure beech and mixed beechhornbeamforest. *Ann. For. Sci.* 63: 177-188.
3. Basiri, R. 2003. Ecological study of *Quercus libani* Olive vegetation zone using environmental factors analysis in Marivan area. PhD thesis, Faculty of Natural resources and Marine Sciences. Tarbiat Modares University, 124p. (In Persian)
4. Berg, B. and Mc Clagherty, C. 2008. Plant Litter Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 338p.
5. Brandtberg, P.O., Lundkvist, H. and Bengtsson, J. 2000. Changes in forest floor chemistry caused by birch admixture in Norway spruce stands. *For. Ecol. Manage.* 130: 253-264.
6. Denslow, J.S., Ellison, A.M. and Sanford, R.E. 1998. Treefall gap size effect on above- and below ground processes in a tropical wet forest. *J. Ecol.* 86: 597-609.
7. Fabianek, T., Mensik, L., Tomaskova, I. and Kulhavy, J. 2009. Effects of spruce, beech and mixed commercial stand on humus conditions of forest soils. *J. For. Sci.* 55: 3. 119-126.
8. Fisher, R.F. and Binkley, D. 2000. Ecology and management of forest soils. Third approximation, John Wiley and sons INS, Pp: 139-145.
9. Graefe, U. and Beylich, A. 2006. Humus forms as tool for upscaling soil biodiversity. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft.* 108: 6-7.
10. Green, R.N., Trowbridge, R.L. and Klinka, K. 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph*, 29: 1-48.
11. Habibi Kaseb, H. 1992. Principles of forest pedology. Tehran University Press, 424p. (In Persian)
12. Kurganova, I.N. and Lopes de Gerenyu, V.O. 2008. Assessment and prediction of changes in the reserves of organic carbon in abandoned soils of European Russia in 1990-2020. *Eurasian Soil Science*, 41: 13. 1371-1377.
13. Mihok, B., Galhidy, L., Kelemen, K. and Standovar, T. 2005. Study of Gap-phase Regeneration in a Managed Beech Forest: Relations between Tree Regeneration and Light, Substrate Features and Cover of Ground Vegetation. *Acta Silv. Lign. Hung.* 1: 25-38.

14. Nadporozhskaya, M.A., Cudlin, P., Novak, F., Bykhovets, S.S., Chertov, O.G., Komarov, A.S. and Mikhailov, A.V. 2009. Analysis of the soil organic Matter stability in spruce forests of krkonose in Czechia on the basis of the ROMUL mathematical model. *Eurasian Soil Science*, 42: 6. 657-667.
15. Podrazsky, V.V. and Remes, J. 2006. Changes in humus forms in gaps of the canopy of semi-natural beech stand. *J. For. Sci.* 52: 6. 60-66.
16. Prescott, C.E., Maynard, D.G. and Laiho, R. 2000. Humus in northern forests: friend or foe? *For. Ecol. Manage.* 133: 23-36.
17. Ritter, E. and Bjornlund, L. 2004. Nitrogen availability and nematode populations in soil and litter after gap formation in a semi-natural beech-dominated forest. *Applied Soil Ecology*, 28: 2. 175-189.
18. Sajedi, T., Zahedi Amiri, Gh. and Marvie-Mohadjer, M.R. 2004. Variation of humus forms and nutrient properties in pure and mixed beech stands in north of Iran. *Improvement and Silviculture of Beech*, 7: 105-113.
19. Sariyildiz, T. 2008. Effect of gap size classes on longterm litter decomposition rates of beech, oak and chestnut species at high elevations in northeast turkey. *Ecosystems*, 11: 841-853.
20. Sluiter, R. and Smit, N. 2001. Gap size effect on microclimate and soil moisture. In: Van Dam, O. PhD Thesis. Forest filled with gaps. Effects of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. A Study in Guyana. Utrecht the Netherlands: Utrecht University, Pp: 49-66.
21. Van Dam, O. PhD Thesis. Forest filled with gaps. Effects of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. A Study in Guyana. Utrecht the Netherlands: Utrecht University, Pp: 100-117.
22. Van Delft, B., de Waal, R., Kemmers, R., Mekking, P. and Sevink, J. (translation). 2006. Field guide humus forms, description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra, Research Institute for the Green Environment, 92p.
23. Wiskittel, A.R. and Hix, D.M. 2003. Canopy Gap Characteristics of an Oak-Beech-Maple Old-Growth Forest in Northeastern Ohio. *OHIO J. Sci.* 103: 4. 111-115.
24. Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., Waal de, R., Delft Van, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., English, M. and Brethes, A. 2009. Toward a European humus forms reference base. *Studi Trent. Sci. Nat. Museo tridentino di Scienze Naturali, Trento.* 85: 145-151.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 20 (4), 2014
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Humus forms and the most important factors affecting its changes in mixed beech forest (Case Study: Shast Kalate forest of Gorgan)

***S.M. Waez-Mousavi¹ and H. Habashi²**

¹Ph.D. Student, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, ²Assistant Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 11/04/2012; Accepted: 12/03/2013

Abstract

This study aimed to investigate the Humus forms and the most important factors affecting its changes in mixed beech forest in Shast Kalate (Dr. Bahram Nia) experimental forest. Therefore 32 gaps with different sizes have been selected in parcel 32 parcel. In each gap 5 humus profiles were considered. The same soil sampling strategy was used in an understory point 20 meters far from gap edge. Then humus form of each profile was determined based on morphological method. Results showed that totally 9 different humus forms were observed in the study area. Mull order with frequency of 70.6% and suborder of dysmull with the frequency of 37.8% were dominant in the study area. The average thicknesses of organic horizons in gaps were 1.7, 0.3 and 0.1 cm and in understory 2.3, 0.9 and 0.48 cm for L, F and H respectively. There was a statistically significant difference between humus forms in gaps and in understory. Also gap size and land form significantly affected the humus. The average of holorganic horizon biomass in gaps was 486 and in understory was 686 gr/m². The results can be considered as a pattern in prediction of close-to-nature silvicultural system effects on forest humus form state.

Keywords: Silviculture, Gap, Mixed beech stand, Humus, Land form

* Corresponding Author; Email: waezmousavi@gau.ac.ir