

تغییرات تنفس میکروبی خاک در رابطه با دما و رطوبت خاک در جهت‌ها و فواصل مختلف از تنه گونه‌های مختلف بلوط (مطالعه موردی: جنگل‌های آرمرده بانه)

سامان ملکی*؛ دانشجوی دکتری گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳)



چکیده

گونه‌های درختی می‌توانند با تأثیر بر فرایندهای بیوژئوشیمیایی، از طریق مقدار لاشبرگ بر تنفس میکروبی خاک تأثیر بگذارند. از طرف دیگر، جهت‌های مختلف درختان به دلیل تغییرات زاویه تابش که خود بر مقدار رطوبت و دما تأثیر می‌گذارد، ممکن است به پاسخ متفاوت تنفس میکروبی خاک منجر شود. در این پژوهش، تغییرات مکانی تنفس میکروبی خاک با ادغام جهت‌های جغرافیایی (شمال، مغرب، مشرق و جنوب) و پنج فاصله مختلف (نیم، یک، دو و دو و نیم متری) از تنه درخت سه گونه مختلف بلوط (مازودار *Quercus infectoria* Oliv.، برودار *Quercus brantii* Lindl. و ویول *Quercus libani* Oliv.) در جنگل‌های آرمرده بانه انجام شد. سه درخت بلوط در تیپ‌های با درصد غالب گونه موردنظر و تقریباً یکسان از نظر مشخصات ارتفاع، قطر برابر سینه و تاج پوشش انتخاب شد. تنفس میکروبی با روش اندرسون، رطوبت در آزمایشگاه و دمای خاک نیز هم‌زمان با نمونه‌برداری در محل نمونه‌ها ثبت شد. از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و توکی، برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف پارامترهای اندازه‌گیری شده بین گونه‌های مختلف بلوط استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که پارامترهای تنفس میکروبی و رطوبت خاک در بین جهت‌های مختلف هر یک از گونه‌های بلوط تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج دمای خاک در گونه برودار، تفاوت معنی‌داری را بین جهات مختلف نشان داد و در گونه‌های مازودار و ویول تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از طرف دیگر، بین فاصله‌های مختلف از تنه تفاوت‌های معنی‌داری بین فاصله‌های انتخاب شده وجود داشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین کل تنفس میکروبی خاک بین گونه‌های مختلف معنی‌دار نبود، اما نتایج مقایسه میانگین در فاصله‌های مختلف، اختلافاتی را بین سه گونه بلوط نشان داد. همچنین این مطالعه نشان داد که ناهمگونی مکانی در دما و محتوای رطوبتی خاک ممکن است مکانیسم‌های ذاتی باشند که تفاوت‌های تنفس میکروبی خاک را هدایت کند. همچنین این یافته‌ها می‌تواند درک ما را از تغییرات تنفس میکروبی و در نهایت تنفس خاک عمیق‌تر سازد و نقش اکولوژیک گونه‌های مختلف را بیشتر برای ما روشن کند.

واژگان کلیدی: برودار، بیوژئوشیمیایی، مازودار، نقش اکولوژیک، ویول.

۱- مقدمه

انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از فعالیت‌های انسانی، صنعتی و منابع دیگر، به‌طور روزافزون در حال افزایش است (Liu et al, 2022). افزایش دی‌اکسید کربن به‌عنوان یک گاز گلخانه‌ای مهم می‌تواند به ایجاد تغییرات اساسی در دمای جهانی و تغییرات آب و هوایی منجر شود (Wiwesa et al, 2022). تنفس خاک یکی از اصلی‌ترین مسیرهای طبیعی آزاد شدن دی‌اکسید کربن در اکوسیستم‌های زمینی به اتمسفر است و با مطالعه آن می‌توان به شناخت زیادی از چرخه جهانی کربن دست یافت (Pan et al, 2022). در مقیاس جهانی، مقدار تنفس خاک با ۸۰/۴ پیکوگرم در سال بعد از اکوسیستم‌های دریایی، مهم‌ترین نقش را در تغییرات کربن اتمسفر و بیوسفر دارد (Ayala-Niño et al, 2022). تنفس خاک شامل تنفس به وسیله میکروب‌ها و به وسیله ریشه‌ها است؛ این دو قسمت مکانیسم‌های متفاوتی با یکدیگر دارند (Zhang et al, 2022a).

به‌طور کلی، اکثر مطالعات تنفس میکروبی خاک بر ویژگی‌های کاربردی و اثر عوامل محیطی تمرکز دارند و مطالعات کمی در زمینه تغییرات مکانی تنفس میکروبی در جهت‌ها و فواصل مختلف در مقیاس گونه انجام شده‌است. از طرف دیگر، میزان تنفس میکروبی درباره گونه‌های مختلف - که تاج پوشش و هوموس متفاوتی دارند - می‌تواند حرکتی مهم در شناخت نقش اکولوژیک گونه‌های جنگلی باشد. بنابراین، برای آشکار کردن اثرات متقابل تغییرات مکانی و تنفس میکروبی لازم است مکانیسم‌های اصلی آن را درک کرد. این مکانیسم‌ها که شامل عوامل محیطی و زیستی است در دهه‌های اخیر مورد بحث قرار گرفته‌اند (Borden et al, 2021). رطوبت خاک (Yao et al, 2022) و دمای خاک (Ji et al, 2022) دو عامل اصلی است که تنفس میکروبی خاک را تنظیم می‌کند. رطوبت و دما ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی خاک تأثیر بگذارد؛ به‌عنوان مثال، در دسترس بودن اکسیژن، فعالیت میکروبی را زمانی که رطوبت خاک به حد اشباع نزدیک می‌شود، محدود می‌کند یا در پاسخ به تغییرات در شرایط محیطی، ممکن است زیست‌توده جوامع میکروبی تغییر کند (Zhang et al, 2022b). عوامل زیستی نیز شامل نوع پوشش گیاهی، زی‌توده ریشه و لاشبرگ است که به‌طور کلی، به گونه یا گونه‌های درختی یا گیاهی مربوط می‌شود (Morkoc et al, 2022 & Fu et al, 2022). نوع پوشش گیاهی بر کیفیت و ذخایر لاشبرگ و مقدار سلولز، با تأثیر بر میزان زمان تجزیه کربن توسط میکروب‌ها و قارچ‌ها تأثیر می‌گذارد (Liao et al, 2022 & Wang et al, 2020). همچنین گونه‌های گیاهی بر نسبت ریشه به کل زیست‌توده (Finér et al, 2017) و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تنفس میکروبی تأثیرگذار است (Joos and De Tender, 2022). به‌عنوان یک سطح ساختاری منحصربه‌فرد، سطح لاشبرگ بر محیط، خاک و پوشش گیاهی یک اکوسیستم تأثیر شکل‌دهی خاصی دارد؛ بنابراین، بر دما و محتوای رطوبت خاک و تنفس تأثیر می‌گذارد (Krishna and Mohan, 2017). به‌طور کلی، تغییر در عوامل محیطی یا زیستی در مقیاس مکانی به نرخ تنفس میکروبی متفاوتی منجر می‌شود (Shi et al, 2021)، اما نقش متفاوت گونه‌های درختی می‌تواند با ترکیب تاج پوشش با عوامل خارجی مانند نور و بارش به تغییرات در عوامل محیطی و زیستی منجر شود. تاج پوشش‌های بزرگ‌تر توانایی جذب بارش بیشتری دارند (Küpers et al., 2018). حتی فواصل نزدیک به تنه به دلیل ضخیم بودن تاج

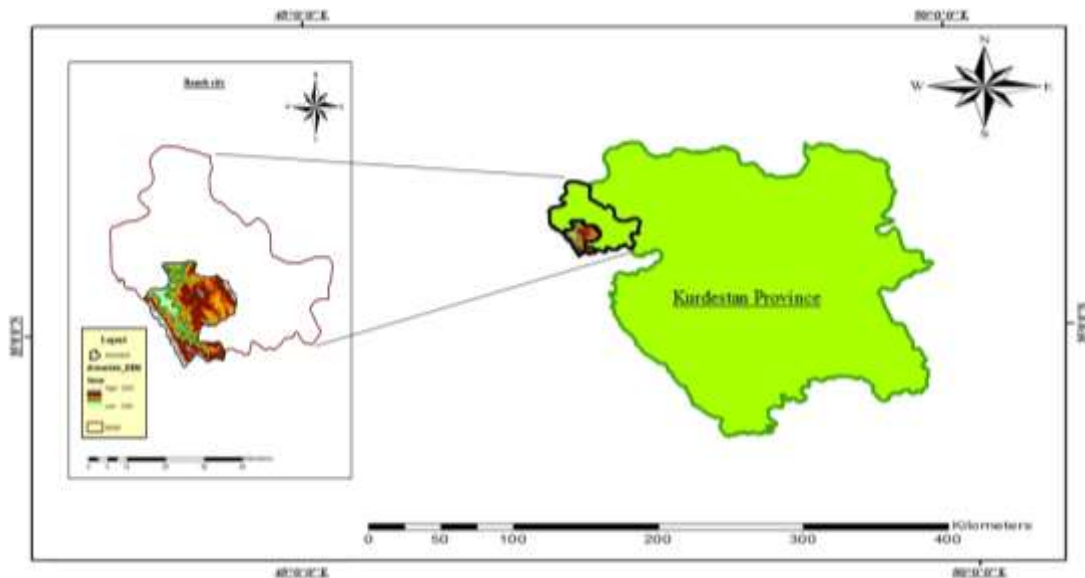
پوشش نسبت به انتهای آن، بارش بیشتری را جذب می‌کند (Sheng and Cai, 2019). از طرف دیگر، عوامل محیطی و زیستی از نظر زمانی هم تغییر می‌کنند که این خود بر تنفس میکروبی نیز تأثیر می‌گذارد. دمای خاک با تأثیرپذیری از زاویه تابش و در نتیجه تأثیر بر رطوبت خاک در جهت‌های مختلف متفاوت است (Xue et al, 2018). فرآیندهای فیزیولوژیک رشد گیاه نیز با تغییر در زاویه تابش خورشید تغییر می‌کند (Raich, 2017)؛ بنابراین، می‌توان استنباط کرد که تغییرات زمانی نیز ممکن است به تغییراتی در تنفس میکروبی خاک منجر شود.

اگرچه تغییرات تنفس میکروبی در انواع اکوسیستم‌ها مطالعه شده است، اما مطالعات در مقیاس تک‌درخت به خصوص روی گونه‌های جنگلی محدود می‌باشد. Saiz و همکاران (2006) با بررسی روند تغییرات مکانی و فصلی تنفس خاک در توده‌های صنوبر در ایسلند به این نتیجه رسیدند که با افزایش فاصله از تنه درختان، تنفس خاک به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. Wang و همکاران (2015) در پژوهشی، تنفس، دما و رطوبت خاک را در فواصل مختلف (۰/۵ و ۲ متر) از تنه سه درخت در یک باغ سیب به مدت سه سال اندازه‌گیری کردند. این پژوهشگران مشاهده کردند که میانگین تنفس خاک در فاصله ۰/۵ متری نسبت به فاصله دو متری در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ به ترتیب ۲۱، ۳۵ و ۴۲ درصد بیشتر بود. حساسیت دمایی تنفس خاک (Q10) در فاصله ۰/۵ متری، به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۱۲ درصد بیش از فاصله دو متری در سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ بود. Hou و همکاران (2021) نیز در بررسی تنفس خاک در درختان سیب در استان شانکسی چین اذعان کردند میزان تغییر تنفس خاک با فاصله گرفتن از تنه درختان روند کاهشی را نشان می‌دهد. در جنگل‌های زاگرس و حتی در ایران روی میزان تنفس میکروبی خاک در جهت‌ها و فواصل مختلف، مطالعه‌ای صورت نگرفته است و این بر جنبه تازه بودن پژوهش حاضر تأکید دارد. انتخاب گونه‌های بلوط هم به دلیل گستره وسیعی است که این گونه‌ها در ایران به خود اختصاص داده‌اند. از طرف دیگر، در مطالعات اکولوژیکی کمتر بر اهمیت گونه‌های درختی از یک سرده با ویژگی‌های ساختاری و اکولوژیک متفاوت و رابطه آنها با تنفس میکروبی خاک تأکید شده است. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، پژوهش حاضر به بررسی میزان تنفس میکروبی در گونه‌های مختلف بلوط غرب و میزان تغییرات مکانی تنفس میکروبی خاک در فواصل و جهت‌های مختلف از تنه تک درختان می‌پردازد؛ بنابراین، بررسی تنفس میکروبی خاک در این جنگل‌ها که با گرم شدن و تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر نقش مهمی در گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی ایفا می‌کنند، می‌تواند اطلاعات مهمی در این زمینه ارائه دهد.

۲- منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در جنگل‌های آرمرد در جنوب غربی شهرستان بانه در استان کردستان انجام شد (شکل ۱). میزان متوسط بارندگی سالانه تقریباً ۷۶۰ میلی‌متر و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۰ متر است. این منطقه زیر نفوذ دو توده هوایی پر فشار سرد شمال سیبری و توده هوای شرقی مدیترانه است و زمستان‌های سرد و طولانی و توأم با برف و یخبندان و تابستان‌های معتدل دارد. نزولات جوی به صورت برف در زمستان و در اواخر زمستان و اوایل بهار به صورت

باران است. در طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه^۱ بانه، اقلیم نیمه مرطوب و سرد دارد. منحنی آمبروترمیک منطقه، بیانگر فصل خشک چهار ماهه است. مهم‌ترین گونه‌های غالب این منطقه مازودار^۲، ویول^۳ و برودار^۴ است (Ghaderzadeh et al, 2015). تقریباً ۸۶ درصد گونه‌ها، دانه‌زاد و بقیه شاخه‌زاد است. گراس‌ها یا گندمیان یک یا چندساله مانند انواع فلومیس و پوا و توپلاق و جو و تعدادی از گونه‌های گیاهان خاردار مانند شکر تیغال و کنگر، ترکیب اصلی گیاهان بستر را تشکیل داده‌است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۳- مواد و روش

سه درخت بلوط در تیپ‌های با درصد غالب گونه موردنظر - که از نظر مشخصات ارتفاع، قطر برابر سینه و تاج پوشش تقریباً یکسان بودند، انتخاب شدند. با توجه به اینکه بررسی روابط بوم‌شناختی بین درختان باید در محدوده‌ای همگن صورت گیرد (Illian et al, 2008). با استفاده از نقشه و ویژگی‌های فیزیوگرافیک منطقه و شناخت وضعیت جنگل‌های منطقه، محدوده واحدهای همگن اکولوژیک مشخص شد (Maleki et al, 2022). میزان تنفس میکروبی، رطوبت و دمای خاک در فصل رشد، در چهار جهت جغرافیایی (شمال، مغرب، مشرق و جنوب) و پنج فاصله (نیم، یک، دو و دو و نیم متر) از تنه درختان مورد نظر در عمق ده سانتی‌متری خاک در سال ۱۳۹۹ اندازه‌گیری شد. برای آزمایش تنفس میکروبی خاک، از جعبه‌های آلومینیومی برای ذخیره و انتقال خاک به آزمایشگاه استفاده شد (Cui et al, 2022).

¹ Emberger

² *Quercus infectoria* Oliv.

³ *Quercus libani* Oliv.

⁴ *Quercus brantii* Lindl.

۳-۱- اندازه‌گیری تنفس میکروبی خاک

تنفس میکروبی خاک با قرار دادن نمونه‌های پنجاه گرمی خاک در ظروف شیشه‌ای دربسته، گرمخانه‌گذاری کردن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تاریکی در ظرفیت مزرعه و به دام انداختن CO₂ آزاد شده بعد از یک روز با تیتراسیون توسط NaOH نیم مولار تعیین شد (Anderson, 1983). برای تهیه نمونه شاهد، همان روش بدون خاک اجرا شد (Maleki et al, 2023). پس از پایان گرمخانه‌گذاری، مقدار دو میلی‌لیتر کلرید باریم نیم مولار به نمونه‌ها اضافه شد و سه تا چهار قطره محلول شناساگر افزوده و با اسید کلریدریک پنج صدم مولار تیتراژ شد. در نهایت، میزان تنفس میکروبی خاک بر مبنای میلی‌گرم بر گرم محاسبه شد (Das et al, 2022 & Ungaro et al, 2022). برای اندازه‌گیری رطوبت خاک، نمونه خاک قبل و بعد از قرار گرفتن در دستگاه آون با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت، با ترازویی به دقت صدم گرم وزن شد (Neave et al, 2022). درجه حرارت خاک در زمان نمونه‌برداری در جنگل، با قرار دادن دماسنج در محل تکرارها اندازه‌گیری شد (White et al, 2022).

۳-۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

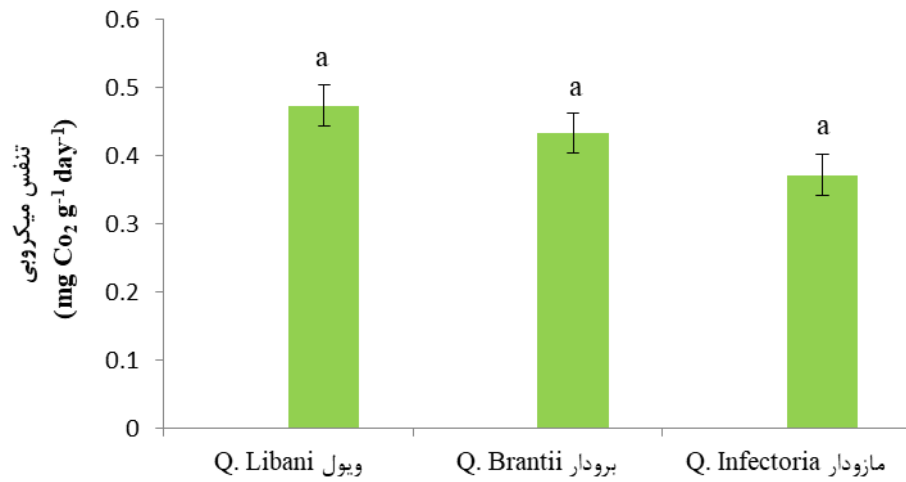
پس از تأیید توزیع نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس یک‌طرفه از آزمون توکی در سطح پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها در جهت‌ها و فواصل مختلف و بین گونه‌ها استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار Origin انجام شد.

۴- یافته‌ها (نتایج)

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین کل تنفس میکروبی خاک بین گونه‌های مورد آزمایش بلوط در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست (جدول ۱). گونه ویول با مقدار ۰/۴۷۳ میلی‌گرم کربن بر گرم خاک در روز بیشترین بود و گونه مازودار با مقدار ۰/۳۷۱ کمترین مقدار بود (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین کل رطوبت و دمای خاک نیز در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. درباره رطوبت نیز همانند تنفس میکروبی، گونه ویول بیشترین مقدار و گونه مازودار، کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۳)؛ اما دمای خاک در گونه مازودار با ۱۸/۵۰ درجه سانتی‌گراد، بیشترین و در گونه ویول با ۱۸/۴۵ درصد کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۴).

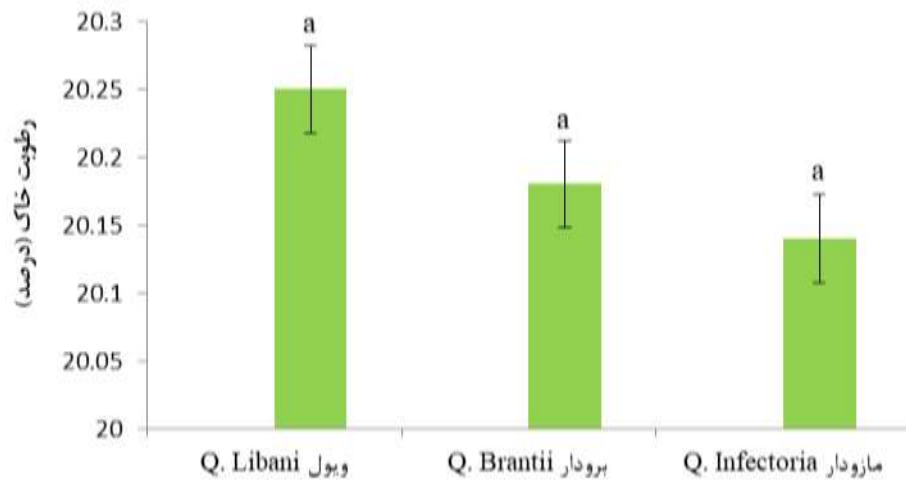
جدول ۱: تجزیه واریانس تنفس، دما و رطوبت خاک در گونه‌های مختلف بلوط

| مشخصه خاک | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|-----------|------------|----------------|---------|---------------------|
| تنفس | ۲ | ۰/۰۵۲ | ۲/۷۸ | ۰/۰۷۰ ^{ns} |
| دما | ۲ | ۰/۰۲۰ | ۱/۰۵ | ۰/۳۵۵ ^{ns} |
| رطوبت | ۲ | ۰/۰۵۸ | ۰/۰۲۴ | ۰/۹۷۵ ^{ns} |



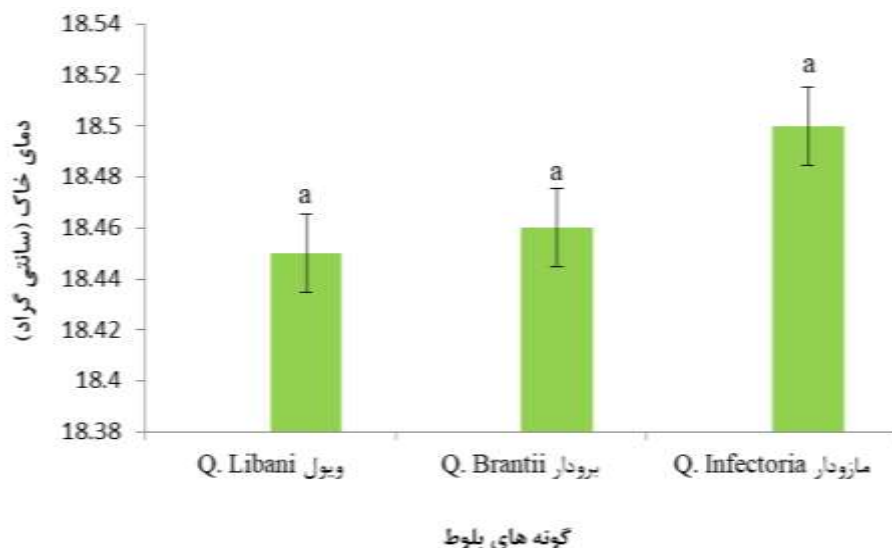
گونه های بلوط

شکل ۲: مقایسه میانگین کل تنفس میکروبی خاک بین گونه‌های مختلف بلوط



گونه های بلوط

شکل ۳: مقایسه میانگین کل رطوبت بین گونه‌های مختلف بلوط



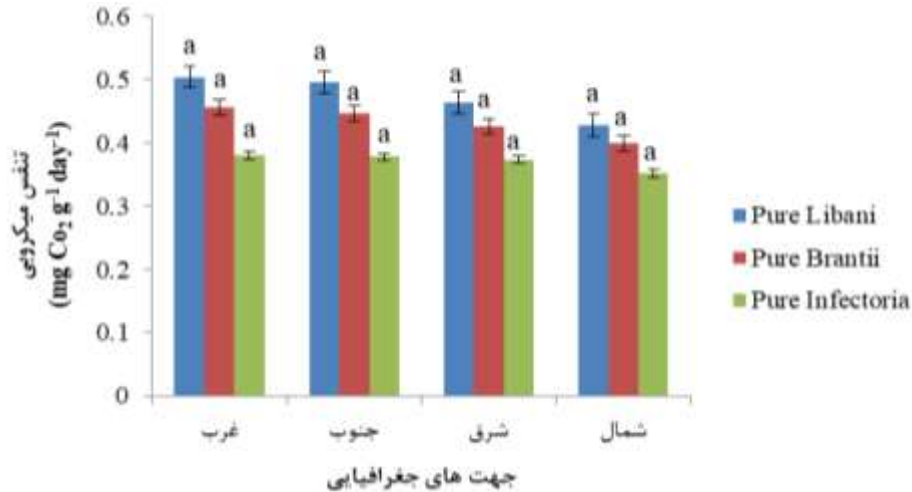
شکل ۴: مقایسه میانگین کل دمای خاک بین گونه‌های مختلف بلوط

۱-۴- تغییرات تنفس میکروبی خاک در جهت‌ها و فواصل مختلف از تنه گونه‌های مختلف بلوط

بر طبق نتایج تجزیه واریانس بین جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد در تنفس میکروبی خاک وجود نداشت (جدول ۲)؛ اما نتایج تجزیه واریانس تنفس میکروبی خاک بین فاصله‌های متفاوت از تنه گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین‌ها بین فاصله‌های مختلف از تنه در هر سه گونه، اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۵). در هر سه گونه تا فاصله یک متری، روند افزایشی و بعد از آن در فاصله‌های بعدی نرخ تنفس میکروبی کاهش یافت.

جدول ۲: تجزیه واریانس تنفس میکروبی خاک در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|---------------------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۲۰ | ۰/۸۹۱ ^{NS} |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۲ | ۰/۹۴۴ ^{NS} |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۳ | ۸/۳۳۳ | ۰/۰۷ | ۰/۹۷۴ ^{NS} |

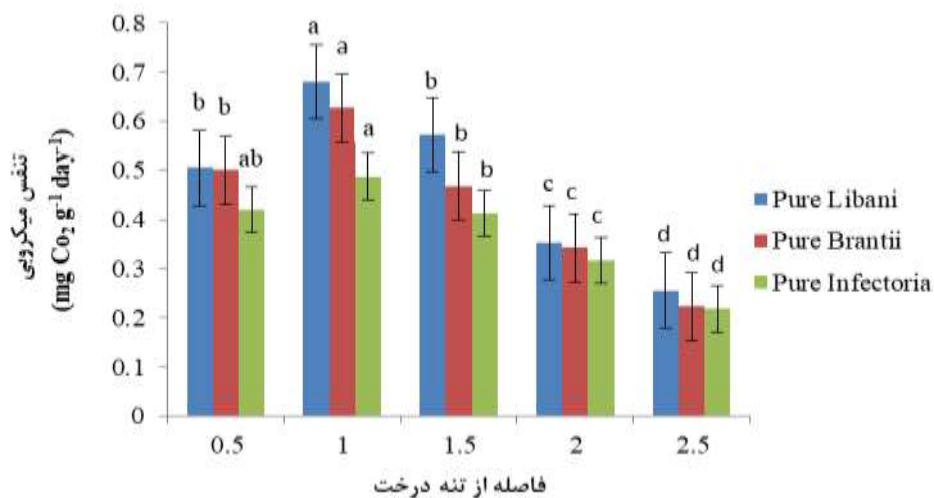


شکل ۵: مقایسه میانگین تنفس میکروبی خاک برحسب ($\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \text{day}^{-1}$) در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط (حروف متفاوت لاتین در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است).

جدول ۴: تجزیه واریانس تنفس میکروبی خاک در فاصله‌های متفاوت در گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|-----------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۴ | ۰/۱۱۵ | ۷۶/۳۶ | ۰/۰۰۰* |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۴ | ۰/۰۹۶ | ۸۴/۲۱ | ۰/۰۰۰* |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۴ | ۰/۰۴۴ | ۴۲/۶۹ | ۰/۰۰۰* |

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns فقدان اختلاف معنی‌دار



شکل ۶: مقایسه میانگین تنفس میکروبی خاک برحسب ($\text{mg CO}_2 \text{g}^{-1} \text{day}^{-1}$) در فاصله‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط (حروف متفاوت لاتین در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است)

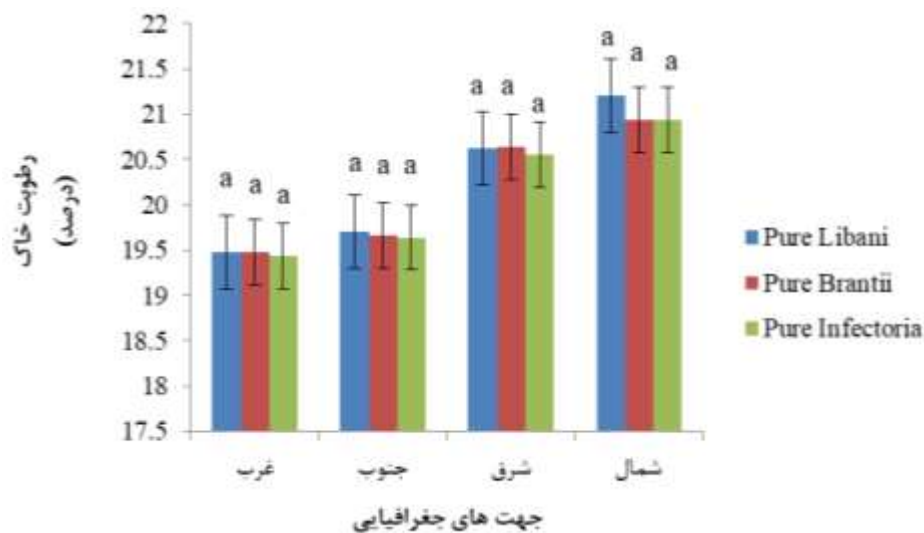
۲-۴- تغییرات رطوبت خاک در جهت‌ها و فواصل مختلف از تنه گونه‌های مختلف بلوط

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های رطوبت خاک در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۶ و ۷). هر چند بین فاصله‌های مختلف از تنه، نتایج تجزیه واریانس در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۸)، اما مقایسه میانگین‌ها بین یک سری از فاصله‌ها با هم، اختلافی را در هر سه گونه نشان داد (جدول ۹). البته در گونه‌های ویول و مازودار بین فاصله‌های ۲ و ۲/۵، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در گونه برودار بین سه فاصله آخر (۲/۵، ۲، ۱/۵)، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۶: نتایج تجزیه واریانس رطوبت خاک در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|--------------------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۳ | ۳/۳۲ | ۱/۳۹ | ۰/۲۸ ^{ns} |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۳ | ۲/۵۸ | ۱/۱۵ | ۰/۳۵ ^{ns} |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۳ | ۲/۵۹ | ۱/۰۹ | ۰/۳۸ ^{ns} |

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns فقدان اختلاف معنی‌دار

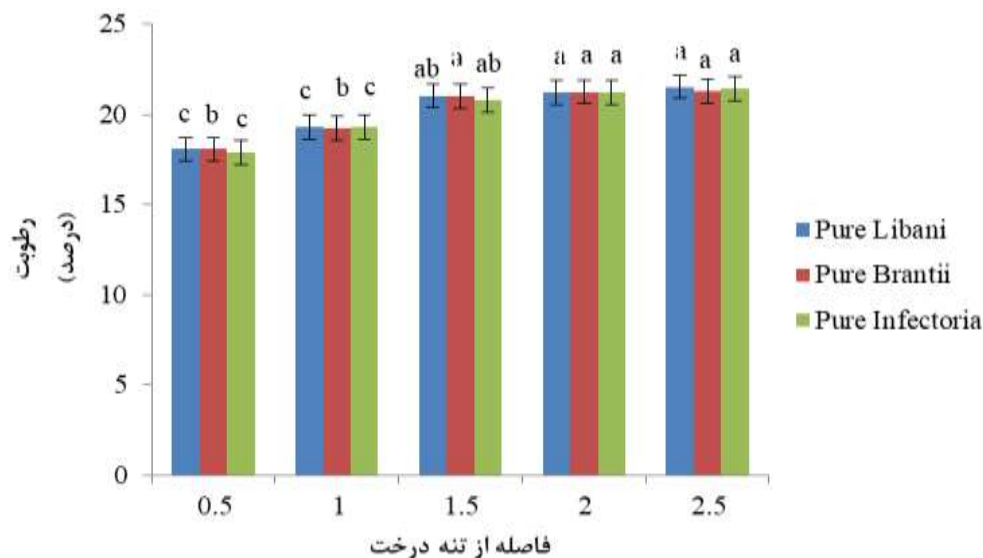


شکل ۷: مقایسه میانگین رطوبت خاک بر حسب (درصد) در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط

جدول ۸: تجزیه واریانس رطوبت خاک در فاصله‌های متفاوت در گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|-----------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۴ | ۸/۹۰ | ۱۲/۰۲ | ۰/۰۰۰۱* |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۴ | ۸/۴۰ | ۱۲/۹۳ | ۰/۰۰۰۰۹* |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۴ | ۹/۱۷ | ۱۵/۰۵ | ۰/۰۰۰۰۴* |

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns فقدان اختلاف معنی‌دار



شکل ۸: مقایسه میانگین (± اشتباه معیار) رطوبت خاک برحسب (درصد) در فاصله‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط (حروف متفاوت لاتین در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است)

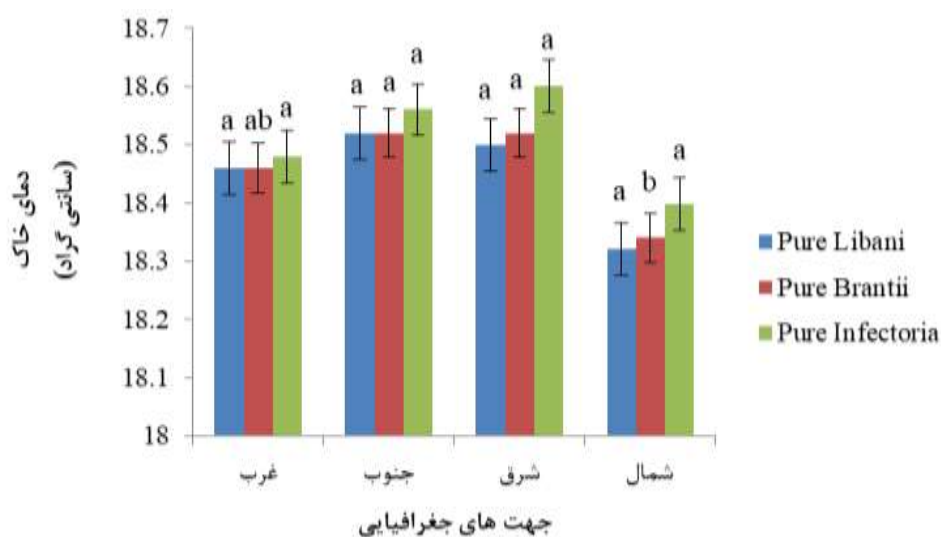
۳-۴- تغییرات دمای خاک در جهت‌ها و فواصل مختلف از تنه گونه‌های مختلف بلوط

نتایج تجزیه واریانس دمای خاک بین جهت‌های مختلف گونه‌های بلوط، فقط در گونه برودار اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۱۰). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها در گونه برودار، اختلاف معنی‌داری را در جهت‌های شمال و مغرب با سایر جهت‌ها نشان داد (جدول ۱۱). نتایج تجزیه واریانس بین فاصله‌های مختلف از تنه، تفاوت معنی‌داری را در سطح پنج درصد در هر سه گونه نشان داد (جدول ۱۲). مقایسه میانگین‌ها در فواصل مختلف از تنه نیز در هر سه گونه بین برخی از فاصله‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱۳).

جدول ۱۰: تجزیه واریانس دمای خاک در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|--------------------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۳ | ۰/۰۴ | ۵/۱۲ | ۰/۰۵ ^{ns} |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۳ | ۰/۰۳ | ۳/۶ | ۰/۰۳* |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۳ | ۰/۰۳ | ۱/۶۵ | ۰/۲۱ ^{ns} |

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns فقدان اختلاف معنی‌دار

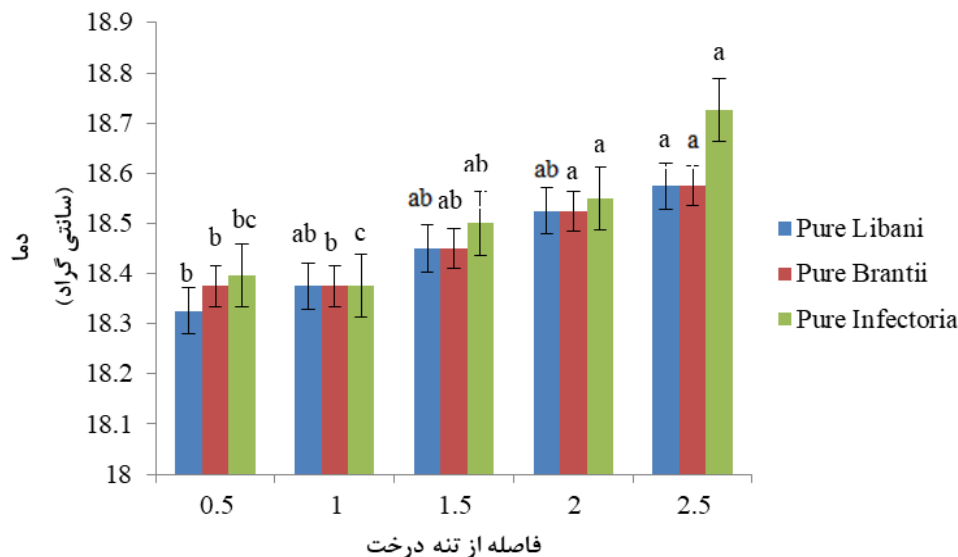


شکل ۹: مقایسه میانگین دمای خاک برحسب (سانتی‌گراد) در جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط (حروف متفاوت لاتین در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است)

جدول ۱۲: تجزیه واریانس دمای خاک در فاصله‌های متفاوت در گونه‌های مختلف بلوط

| گونه | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | معنی‌داری |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|-----------|
| <i>Q. Libani</i> ویول | ۴ | ۰/۰۴ | ۳/۹۸ | ۰/۰۲۱* |
| <i>Q. Brantii</i> برودار | ۴ | ۰/۰۳ | ۳/۴۲ | ۰/۰۳* |
| <i>Q. Infectoria</i> مازودار | ۴ | ۰/۰۷ | ۶/۳۴ | ۰/۰۰۳* |

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns فقدان اختلاف معنی‌دار



شکل ۱۰: مقایسه میانگین دمای خاک (سانتی‌گراد) در فاصله‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط (حروف متفاوت لاتین در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است)

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پراکندگی گونه‌های گیاهی در جهان و تنوع آنها در مناطق رویشی، به رابطه نزدیک بین گیاهان و شرایط محیطی بستگی دارد که نتیجه تعامل فیزیکی و زیستی است. بین جوامع گیاهی و وضعیت خاک رابطه معنی‌دار وجود دارد و این رابطه یک طرفه نیست؛ به عبارت دیگر، اگرچه شرایط خاک بر ترکیب گونه‌ای اثر مثبتی دارد، در مقابل بدون تأثیر پوشش گیاهی فرایند تشکیل خاک ناقص می‌ماند (Schoenholtz et al, 2000). تک درختان به وسیله تاج و ریشه بر بسترهایی که روی آنها رشد می‌کنند، تأثیر می‌گذارند. مفهوم «دایره تأثیر تک‌درخت» چشم‌انداز خاک را به‌عنوان موزاییکی از تکه‌های کوچک تصور می‌کند که از نظر مکانی و ژنتیکی با درختان منفرد مرتبط است (Zinke, 1962). دو جنبه برای این مفهوم وجود دارد: اول اینکه، در دایره تحت تأثیر هر درخت ویژگی‌های خاک به طور قابل پیش‌بینی درباره فاصله از تنه و لبه تاج متفاوت است و دوم اینکه در هر مکانی نسبت به تنه و تاج، درجه توسعه ویژگی‌های خاک در بین گونه‌های درختی متفاوت است؛ به عبارتی، ماده آلی تولید شده توسط هر گونه درختی و پوشش علفی مربوط به آنها، حاوی نسبت‌های مختلفی از مواد مغذی، لیگنین و متابولیت‌های ثانویه است که کیفیت مواد آلی و سرعت تجزیه را تعیین می‌کند (Segura et al, 2019). نتیجه این تغییرات و تفاوت‌ها بر تأثیر متفاوت گونه‌های مختلف بر جامعه میکروبی خاک (Luo et al, 2016) و اهمیت گونه‌های درختی بر مقدار دی‌اکسید کربن منتشر شده به جو اشاره دارد (Yin et al, 2018) که در نهایت، به تغییرات قابل توجهی در چرخه جهانی کربن منجر می‌شود (Sanjita et al, 2022). تنوع مکانی در تنفس خاک در مقیاس‌های مختلف، از سانتی‌متر مربع تا چندین هکتار رخ می‌دهد (Rayment and Jarvis, 2000). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که میزان تنفس خاک توسط عوامل محیطی و زیستی هدایت می‌شوند (Morkoc et al, 2022). مقایسه میانگین کل تنفس میکروبی خاک نشان داد که بین گونه‌های بلوط اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات زیر مخالف است؛ Li و همکاران (2017) با بررسی مقدار تنفس تحت تأثیر گونه‌های مختلف بلوط، کاج و زبان گنجشک، مقدار تنفس را در گونه بلوط بیشتر

تشخیص دادند. Kanerva و Smolander (2007) با اندازه‌گیری تنفس هتروتروف بین کاج اسکاتلندی در مقایسه با کاج‌های نوئل نروژی و توس نقره‌ای، مقدار تنفس میکروبی در کاج اسکاتلندی را نسبت به دو گونه دیگر بیشتر گزارش کردند. مطالعات Kanerva و Smolander (2007) نیز جنگل‌کاری‌های با توسکا معمولی، کاج و بلوط را در شرق آلمان و جمهوری چک مقایسه و تفاوت‌های وابسته به گونه‌های درختی را در تنفس و زیست‌توده میکروبی گزارش کردند. در مطالعه دیگر، Raich (2017) اثر گونه‌های درختی را بر تنفس خاک بررسی کردند و نشان دادند که توده‌های پهن‌برگ، نرخ تنفس خاک بالاتری نسبت به توده‌های مخروطی در یک مکان دارد. از طرف دیگر، Makineci و Akburak (2013) در سال (2013) با مطالعه تنفس خاک بین گونه‌های مختلف بر خلاف نتایج این تحقیق به این نتیجه رسیدند که تأثیر گونه‌ها بر تنفس خاک معنی‌دار نیست.

تنفس میکروبی خاک نشان داد که بین جهت‌های متفاوت گونه‌های مختلف بلوط اختلاف معنی‌داری وجود ندارد که با نتایج Hou و همکاران (2021) همخوانی دارد. کاهش تنفس میکروبی با فاصله گرفتن از درخت می‌تواند به دلیل کم شدن تراکم ریشه‌های موئین و کم شدن حجم لاشیرگ باشد (Wieser, 2004) و دلیل دیگر، افزایش تبخیر با دور شدن از تنه به دلیل افزایش دما است (Wang et al, 2014). Wiseman و Seiler (2004) مشاهده کردند که مقدار تنفس با افزایش فاصله از تنه کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج Wang و همکاران (2014)، Hou و همکاران (2021)، Epron و همکاران (2004) و Saiz و همکاران (2006) مطابقت دارد. عوامل محیطی اصلی در این پژوهش، دما و رطوبت خاک است که به طور قابل توجهی تحت تأثیر ناهمگنی مکانی قرار دارد. میانگین دمای خاک مربوط به گونه برودار در جهت‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری را نشان داد که می‌تواند به دلیل متفاوت بودن حجم و شکل هندسی تاج پوشش در گونه‌های مختلف درختی باشد (Zhu et al, 2021). در دمای خاک در فواصل مختلف هر سه گونه نیز تفاوت وجود داشت و این می‌تواند به دلیل تراکم پایین تاج پوشش جنگل‌های زاگرس باشد (Matlack et al, 2022). در زمینه رطوبت خاک بین فواصل نیم، یک، یک و نیم و دو و نیم متری، اختلافی در مقایسه میانگین‌ها وجود داشت که این نتیجه به دلیل ناهمگن بودن ضخامت تاج پوشش در فاصله‌های مختلف از تنه است (Song et al, 1997) و دلیل دیگر، به جذب قسمت اعظم رطوبت به وسیله تاج پوشش درختان مربوط است که به رطوبت کمتر با نزدیک شدن به تنه منجر می‌شود (Fettah et al, 2022). رطوبت خاک با فاصله از درختان افزایش می‌یابد (Sarto et al, 2022). این نتیجه با نتایج Godefroid و Koedam (2010) همسو است. بر اساس نتایج کلی پژوهش حاضر، تنفس میکروبی، دما و رطوبت خاک در فواصل مختلف از تنه، اختلافات معنی‌داری با یکدیگر دارد. نتایج این پژوهش می‌تواند در مطالعات اکولوژیکی با توجه به هدف محقق - که در چه فاصله و جهتی به اندازه‌گیری تنفس میکروبی بپردازد - مفید باشد؛ زیرا در صورت رعایت نکردن و فقدان آشنایی با فاصله و جهت مناسب نمونه‌برداری از تنه درختان در گونه‌های مختلف، نرخ‌های بیشتر یا کمتر تنفس میکروبی و رطوبت و دمای خاک گزارش می‌شود. این مطالعه همچنین نشان داد که ناهمگنی مکانی در دما و محتوای رطوبتی خاک ممکن است مکانیسم‌های ذاتی باشد که تغییرات نرخ تنفس میکروبی خاک را هدایت می‌کند. این یافته‌ها می‌تواند درک ما را از تغییرات تنفس میکروبی و در نهایت تنفس خاک عمیق‌تر کند و نقش اکولوژیک گونه‌های مختلف را بیشتر برای ما روشن سازد.

منابع

1. Akburak, S., & E. Makineci, 2013. Temporal changes of soil respiration under different tree species. *Environmental monitoring and assessment*. 185(4), 3349-3358.
2. Ayala-Niño, F.; Maya-Delgado, Y.; Troyo-Diéguez, E.; & P. P. Garcillán, 2022. Biocrust contribution to soil CO₂ flux in desert shrubland ecosystem of northwest Mexico, *Arid Land Research and Management*, 36(3), 314-330.
3. Borden, K. A.; Mafa-Attoye, T. G.; Dunfield, K. E.; Thevathasan, N. V.; Gordon, A. M.; & M. E. Isaac, 2021. Root functional trait and soil microbial coordination: implications for soil respiration in riparian agroecosystems, *Frontiers in plant science*, 12, p. 681113.
4. Cui, S.; Zhou, K.; Ding, R.; Cheng, Y.; & G. Jiang, 2022. Estimation of soil copper content based on fractional-order derivative spectroscopy and spectral characteristic band selection, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 275, 121190.
5. Das, S.; Wang, W.; Reeves, S.; Dalal, R. C.; Dang, Y. P.; Gonzalez, A.; & et al., 2022. Non-target impacts of pesticides on soil N transformations, abundances of nitrifying and denitrifying genes, and nitrous oxide emissions, *Science of The Total Environment*, 844, p.157043.
6. Epron, D.; Nouvellon, Y.; Roupsard, O.; Mouvondy, W.; Mabilia, A.; Saint-André, L.; & et al., 2004. Spatial and temporal variations of soil respiration in a Eucalyptus plantation in Congo, *Forest ecology and management*, 202(1-3), 149-160.
7. Fettah, S.; Petrone, R. M.; Elmes, M. C.; & J. Price, 2022. Quantifying the vertical water exchange of dominant tree species in a reclaimed landscape in the Athabasca oil sands region, Alberta, *Ecohydrology*, 16(1), p.e2476.
8. Finér, L.; Domisch, T.; Dawud, S. M.; Raulund-Rasmussen, K.; Vesterdal, L.; Bouriaud, O.; & et al., 2017. Conifer proportion explains fine root biomass more than tree species diversity and site factors in major European forest types, *Forest Ecology and Management*, 406, 330-350.
9. Fu, Q.; Shao, Y.; Wang, S.; Liu, F.; Tian, G.; Chen, Y, 2022. Soil Microbial Distribution Depends on Different Types of Landscape Vegetation in Temperate Urban Forest Ecosystems, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, p.858254.
10. Ghaderzadeh, S.; Shakeri, Z.; Hosseini, V.; & H. Maroofi, 2015. Determination of environmental factors affecting the distribution of plant species in northern Zagros forests (case study: Armardeh Forest, Baneh), *Iranian journal of forest*, 7(3), 299-315.
11. Godefroid, S., & N. Koedam., 2010. Tree-induced soil compaction in forest ecosystems: myth or reality?. *European journal of forest research*. 129(2), 209-217.
12. Hou, T.; Wang, Y.; Guo, F.; Jia, Q.; Wu, X.; Wang, E, 2021. Soil Respiration Characteristics and Influencing Factors for Apple Orchards in Different Regions on the Loess Plateau of Shaanxi Province, *Sustainability*, 13(9), 4780.
13. Illian, J.; Penttinen, A.; Stoyan, H.; & D. Stoyan, 2008. *Statistical analysis and modelling of spatial point patterns*: John Wiley & Sons.
14. Ji, X.; Liu, M.; Yang, J.; & F. Feng, 2022. Meta-analysis of the impact of freeze–thaw cycles on soil microbial diversity and C and N dynamics, *Soil Biology and Biochemistry*, 168, 108608.
15. Joos, L.; & C. De Tender, 2022. Soil under stress: The importance of soil life and how it is influenced by (micro) plastic pollution. *Computational and structural biotechnology journal*. 20, pp.1554-1566.
16. Kanerva, S.; & A. Smolander, 2007. Microbial activities in forest floor layers under silver birch, Norway spruce and Scots pine. *Soil Biology and Biochemistry*. 39(7), 1459-1467.
17. Kosugi, Y.; Mitani, T.; Itoh, M.; Noguchi, S.; Tani, M.; Matsuo, N, 2007. Spatial and temporal variation in soil respiration in a Southeast Asian tropical rainforest, *Agricultural and Forest Meteorology*, 147(1-2), 35-47.

18. Krishna, M.; & M. Mohan, 2017. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energy, Ecology and Environment*. 2(4), 236-249.
19. Küpers, J. J.; van Gelderen, K.; & R. Pierik, 2018. Location matters: canopy light responses over spatial scales, *Trends in plant science*, 23(10), 865-873.
20. Li, W.; Bai, Z.; Jin, C.; Zhang, X.; Guan, D.; Wang, A.; & et al., 2017. The influence of tree species on small scale spatial heterogeneity of soil respiration in a temperate mixed forest, *Science of the Total Environment*, 590, 242-248.
21. Liao, C.; Long, C.; Zhang, Q.; & X. Cheng, 2022. Stronger effect of litter quality than micro-organisms on leaf and root litter C and N loss at different decomposition stages following a subtropical land use change, *Functional Ecology*, 36(4), 896-907.
22. Liu, Z.; Deng, Z.; Zhu, B.; Ciais, P.; Davis, S. J.; Tan, J.; & et al., 2022. Global patterns of daily CO₂ emissions reductions in the first year of COVID-19, *Nature Geoscience*, 15(8), 615-620.
23. Luo, D.; Cheng, R.; Shi, Z.; Wang, W.; Xu, G.; & S. Liu, 2016. Impacts of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil respiration and microbial community composition during forest management in subtropical China, *Ecological Research*, 31(5), 683-693.
24. Maleki, S.; Pilehvar, B.; and Mahmoodi, M.A, 2022. Daily and seasonal changes of soil respiration under the influence of temperature and moisture factors in different types of oak. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29(4), pp.59-73.
25. Maleki, S.; Pilehvar, B.; and Mahmoodi, M.A., 2023. Response of soil microbial respiration to environmental factors of temperature and moisture in five forest types of Zagros (case study: Armardeh Baneh forests). *Forest Research and Development*. 9 (2), 275-289.
26. Matlack, G. R.; Khoury, I.; & B. Naik, 2022. Tree canopy macrostructure controls heating of asphalt pavement in a moist-temperate urban forest, *Urban Ecosystems*, 25(3), 967-976.
27. Morkoc, S.; Aguilos, M.; Noormets, A.; Minick, K. J.; Ile, O.; Dickey, D. A, 2022. Environmental and Plant-Derived Controls on the Seasonality and Partitioning of Soil Respiration in an American Sycamore (*Platanus occidentalis*) Bioenergy Plantation Grown at Different Planting Densities, *Forests*, 13(8), 1286.
28. Neave, H. W.; Schütz, K. E.; & D. E. Dalley, 2022. Behavior of dairy cows managed outdoors in winter: Effects of weather and paddock soil conditions, *Journal of Dairy Science*, 105(10), 8298-8315.
29. Pan, Y.; Li, X.; Li, S.; & Z. Li, 2022. Different responses of soil respiration to climate change in permafrost and non-permafrost regions of the Tibetan plateau from 1979 to 2018, *International Journal of Climatology*. 42(14), 7198-7212.
30. Raich, J. W., 2017. Temporal variability of soil respiration in experimental tree plantations in lowland Costa Rica, *Forests*, 8(2), 40.
301. Rayment, M.; & P. Jarvis, 2000. Temporal and spatial variation of soil CO₂ efflux in a Canadian boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*. 32(1), 35-45.
32. Saiz, G.; Green, C.; Butterbach-Bahl, K.; Kiese, R.; Avitabile, V.; & E. P. Farrell, 2006. Seasonal and spatial variability of soil respiration in four Sitka spruce stands, *Plant and Soil*, 287(1), 161-176.
33. Sanjita, C.; Thounaojam, R. S.; Singh, T.; & N. D. Singh, 2022. Soil CO₂ efflux variability influenced by different factors in the subtropical sacred groves of Manipur, North-East India, *Tropical Ecology*, 1-14.
34. Sarto, M. V. M.; Borges, W. L. B.; Bassegio, D.; Nunes, M. R.; Rice, C. W.; & C. A. Rosolem, 2022. Deep Soil Water Content and Forage Production in a Tropical Agroforestry System, *Agriculture*, 12(3), 359.
35. Schoenholtz, S. H.; Van Miegroet, H.; & J. Burger, 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities, *Forest ecology and management*, 138(1-3), 335-356.

36. Segura, J. H.; Nilsson, M. B.; Sparrman, T.; Serk, H.; Schleucher, J.; Tolu, J.; & et al., 2019. Boreal tree species affect soil organic matter composition and saprotrophic mineralization rates, *Plant and Soil*, 441(1), 173-190.
37. Sheng, H.; & T. Cai.; 2019. Influence of Rainfall on Canopy Interception in Mixed Broad-Leaved—Korean Pine Forest in Xiaoxing'an Mountains, Northeastern China. *Forests*. 10(3), 248.
38. Shi, A.; Chakrawal, A.; Manzoni, S.; Fischer, B. M.; Nunan, N.; & A. M. Herrmann, 2021. Substrate spatial heterogeneity reduces soil microbial activity, *Soil Biology and Biochemistry*, 152, 108068.
39. Song, B.; Chen, J.; Desander, P. V.; Reed, D. D.; Bradshaw, G. A.; & J. F. Franklin, 1997. Modeling canopy structure and heterogeneity across scales: from crowns to canopy, *Forest Ecology and Management*, 96(3), 217-229.
40. Ungaro, F.; Maienza, A.; Ugolini, F.; Lanini, G.; Baronti, S.; & C. Calzolari, 2022. Assessment of joint soil ecosystem services supply in urban green spaces: A case study in Northern Italy, *Urban Forestry & Urban Greening*, 67, 127455.
41. Wang, R.; Guo, S. L.; Liu, Q. F.; Zhang, Y. J.; Jiang, J. S.; Guo, H. M.; & Li, R. J. 2014. Variation characteristic in soil respiration of apple orchard and its biotic and abiotic influencing factors. *Huan Jing ke Xue Huanjing Kexue*, 35(5), 1915-1921.
42. Wang, W.; Zhang, Q.; Sun, X.; Chen, D.; Insam, H.; Koide, R. T.; & et al., 2020. Effects of mixed-species litter on bacterial and fungal lignocellulose degradation functions during litter decomposition, *Soil Biology and Biochemistry*, 141, 107690.
43. White, N. A.; Varner, R. K.; & C. R. Perryman, 2022. Controls on Carbon Gas Fluxes From a Temperate Forest Soil. 37 pp.
44. Wieser, G.; 2004. Seasonal variation of soil respiration in a Pinus cembra forest at the upper timberline in the Central Austrian Alps, *Tree Physiology*, 24(4), 475-480.
45. Wiseman, P. E.; & J. R. Seiler.; 2004. Soil CO₂ efflux across four age classes of plantation loblolly pine (*Pinus taeda* L.) on the Virginia Piedmont. *Forest Ecology and Management*. 192(2-3), 297-311.
46. Wiwesa, N. R.; Azzahra, T. R.; Saintya, H. C.; Kawilarang, L. A.; & S. A. R. Ku, 2022. Greenpreneur: innovative interactive media in managing organic waste exchange for a better climate, Paper presented at the International Conference on Industrial Revolution 4.0.
47. Xue, R.; Yang, Q.; Miao, F.; Wang, X.; & Y. Shen, 2018. Slope aspect influences plant biomass, soil properties and microbial composition in alpine meadow on the Qinghai-Tibetan plateau, *Journal of soil science and plant nutrition*, 18(1), 1-12.
48. Yao, H.; Peng, H.; Hong, B.; Ding, H.; Hong, Y.; Zhu, Y.; & et al., 2022. Seasonal and diurnal variations in ecosystem respiration and environmental controls from an alpine wetland in arid northwest China, *Journal of Plant Ecology*. 15 (5), 933-946.
49. Yin, L.; Dijkstra, F. A.; Wang, P.; Zhu, B.; & W. Cheng, 2018. Rhizosphere priming effects on soil carbon and nitrogen dynamics among tree species with and without intraspecific competition, *New Phytologist*, 218(3), 1036-1048.
50. Zhang, Y.; Zhu, G.; Yin, L.; Ma, L.; Xu, C.; Chen, H.; & et al., 2022. Optimal soil water content and temperature sensitivity differ among heterotrophic and autotrophic respiration from oasis agroecosystems, *Geoderma*, 425, 116071.
51. Zhang, Z.; Zha, T.; Yu, Y.; Zhang, X.; Smith, P.; & J. Rodrigo-Comino, 2022. Evaluating indices of soil organic carbon stability. A case study for forest restoration projects near Beijing, China, *Ecological Indicators*, 142, 109222.
52. Zhu, Z.; Kleinn, C.; & N. Nölke, 2021. Assessing tree crown volume—A review, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 94(1), 18-35.
53. Zinke, P. J.; 1962. The pattern of influence of individual forest trees on soil properties, *Ecology*, 43(1), 130-133.

Changes in Soil Microbial Respiration in Relation to Soil Temperature and Moisture in Different Directions and Distances from the Trunk of Different Oak Species (Case study: Armardeh Forests, Baneh)

Saman Maleki¹: Ph.D Student of Silvicultural and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Article History (Received: 2023/01/03

Accepted: 2023/03/23)



Extended abstract

1- Introduction

Carbon dioxide emissions caused by human activities, industrial activities and other sources are increasing day by day. The increase of this gas as an important greenhouse gas can cause fundamental changes in global temperature and climate change. Soil respiration is one of the main natural ways of releasing carbon dioxide into the atmosphere in terrestrial ecosystems, and by studying it, one can gain a lot of knowledge about the global carbon cycle. Tree species can influence soil microbial respiration by affecting biogeochemical processes through the amount of litterfall. On the other hand, the different directions of the trees, due to the changes in the radiation angle, which affects the amount of moisture and temperature, probably cause different responses of soil microbial respiration.

2- Methodology

In this research, spatial changes of soil microbial respiration by integrating geographical aspects (north, west, east, south) and five different distances (0.5, 1, 1.5, 2 and 2.5 meters) from the tree trunk for the study of soil microbial respiration in three different oak species (*Quercus infectoria* Oliv., *Quercus brantii* Lindl. and *Quercus libani* Oliv.) were carried out in Baneh, Armardeh forests. Three oak trees were selected in the types with the dominant percentage of the desired species (almost identical in terms of height, diameter at breast and canopy). Soil microbial respiration was recorded using Anderson method and moisture in the laboratory and the temperature of the soil were also recorded at the same time sampling at the sample site (soil samples were taken from a depth of 0-10 cm). One-way analysis of variance and Tukey's test were used to check the significance of the difference in the measured characteristics between different oak species.

3-Results:

The results showed that there was no significant difference in the parameters of microbial respiration and moisture between the different aspects of each of the different oak species. The results of soil temperature also showed a significant difference in *Quercus brantii* species between different aspects, and no significant difference was observed in *Quercus infectoria* and *Quercus libani* species. On the other hand, there were significant differences between different distances from the trunk. Also, the results of comparing the average soil microbial respiration between different species were not significant, but the results of comparing the average between different oak species at different distances showed differences between the three species. The main environmental factors in this study included soil temperature and soil moisture, which were significantly affected by spatial heterogeneity. The average soil temperature related to *Quercus brantii* species had a significant difference in different aspects, which could be due to the difference in the intensity of lighting during the day and the aspects of the sunlight and the change of shade over time. There was a difference in soil temperature at different distances in all three species, and this could be due to the low canopy density of the Zagros forests.

¹ Corresponding Author: Sam.maleki2017@hotmail.com

4- Discussion & Conclusions

Single trees affect the substrates on which they grow and may leave their traces on the soil through the influence of the canopy and roots. The "single-tree influence" concept envisions the soil landscape as a mosaic of small patches that are spatially and genetically linked to individual trees. There are two aspects to this concept: first, within the circle of influence of each tree, soil properties vary predictably in relation to distance from the trunk and crown edge, and second, at any location relative to the trunk and crown, the degree of feature development varies as well. Soil properties are different among tree species. In other words, the organic matter produced by any tree species is different and the related grass cover contains different proportions of nutrients, lignin and secondary metabolites, which determine the quality of organic matter and the rate of decomposition. This study also showed that the spatial heterogeneity in soil temperature and moisture content may be intrinsic mechanisms that drive differences in soil microbial respiration. These findings can deepen our understanding of changes in microbial respiration and soil respiration and clarify the ecological role of different species for us.

Key Words: *Quercus brantii*, Biogeochemical, *Quercus infectoria*, Ecological role, *Quercus libani*