

## زیست‌توده و فعالیت میکروبی خاک‌های جنگلی بلوط در سه منطقه از استان ایلام

مسعود بازگیر<sup>1</sup>، طاهره منتی، محمود رستمی‌نیا و علی مهدوی

استادیار، گروه مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران؛ m.bazgir@ilam.ac.ir

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران؛ t.menati69@gmail.com

استادیار، گروه مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران؛ mrostaminy@yahoo.com

دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران؛ mahdaviai56@gmail.com

دریافت: 98/10/9 و پذیرش: 99/2/15

### چکیده

اقلیم مهمترین عاملی است که مقدار تولیدات گیاهی و فعالیت میکروبی خاک را تعیین می‌کند. بنابراین این پروژه با هدف مطالعه تأثیر اقلیم‌های مختلف شامل ایوان (مرطوب)، ایلام (نیمه‌مرطوب) و سیروان (نیمه‌خشک) بر ویژگی‌های زیستی خاک درختان بلوط شاخه‌زاد و دانه‌زاد اجرا گردید. برای این منظور تعداد سه پلات به ابعاد 100×100 متر به‌طور تصادفی در جنگل‌های کمتر دست‌خورده که شامل هر دو تیپ رویشی بودند تهیه گردید. نمونه‌برداری از خاک (0-20 سانتی‌متری) از زیر پایه‌های درختان شاخه‌زاد و دانه‌زاد بلوط به‌صورت تصادفی در هر منطقه انجام گرفت. نتایج نشان داد تیپ رویشی تأثیر معنی‌داری بر مقدار کربن زیست‌توده میکروبی در دو اقلیم ایلام و سیروان نداشت. اما در خاک‌های جنگلی ایوان میزان کربن زیست‌توده میکروبی در زیر تیپ رویشی دانه‌زاد 1/71 برابر تیپ رویشی شاخه‌زاد بود. بیشترین میزان نیتروژن زیست‌توده میکروبی (5/32 میلی‌گرم در کیلوگرم) در اقلیم ایوان مشاهده گردید که با اقلیم ایلام تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (2/90 میلی‌گرم در کیلوگرم) در اقلیم سیروان به‌دست آمد. بیشترین بهره متابولیکی (qCO<sub>2</sub>) در تیپ رویشی شاخه‌زاد در اقلیم ایوان و سیروان مشاهده گردید و کمترین میزان در اقلیم ایلام به‌دست آمد که در این اقلیم تیپ رویشی تأثیر معنی‌داری بر سهم متابولیسی خاک نداشت. بیشترین میزان تنفس پایه و برانگیخته در اقلیم ایوان به‌دست آمد و اقلیم سیروان کمترین میزان این پارامترها را به خود اختصاص داد. بیشترین میزان کربن آلی در خاک‌های جنگلی اقلیم ایلام مشاهده گردید و کمترین میزان در خاک‌های جنگلی سیروان به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تیپ رشدی، درختان بلوط، تنفس میکروبی خاک، ویژگی‌های زیستی خاک

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: ایلام، بلوار پژوهش، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب و خاک، صندوق پستی:

## مقدمه

اقلیم مهمترین عاملی است که به تنهایی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، شدت فعالیت میکروبی خاک، ترکیب گونه‌های گیاهی و زیست توده تولیدات گیاهی در یک منطقه را تعیین می‌کند. جامعه میکروبی خاک کنترل کننده فرآیندهای اکولوژیکی در اکوسیستم‌های طبیعی و اجزای کلیدی کیفیت و باروری خاک هستند. موجودات خاکزی مسئول تنظیم چرخه عناصر غذایی در خاک هستند و با فراهم ساختن شرایط جذب عناصر غذایی نقش مهم در رشد گیاه و تولیدات کشاورزی دارد (گالوراتا و ریزی، 2007). توزیع و مقدار کربن آلی خاک تابعی از عوامل مختلف نظیر اقلیم، ویژگی‌های خاک، پستی و بلندی و مدیریت می‌باشد که در این میان اقلیم از اهمیت بالایی برخوردار است (دای و هانگ، 2006). اقلیم نقش مهمی را در تنظیم تعادل بین ذخیره کربن اتمسفر و خشکی ایفا می‌کند (نادری و همکاران، 2006). در مقیاس جهانی، ذخیره کربن آلی خاک با بارش و دما به ترتیب رابطه مستقیم و معکوس دارد (جابجی و جکسون، 2000) اما در مقیاس منطقه‌ای، با افزایش هر دو عامل دما و بارش در جنگل‌های غرب اورگان ذخیره کربن آلی خاک افزایش می‌یابد. برخی پارامترهای زیستی خاک از جمله زیست توده میکروبی، تنفس پایه و فعالیت آنزیمی، به عنوان شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک پیشنهاد شده‌اند زیرا به سادگی قابل اندازه‌گیری و حساس به تغییرات محیطی و مدیریتی خاک هستند (فیلیپ، 2002). تنفس میکروبی نه تنها مشخص کننده وضعیت و فعالیت میکروبی خاک می‌باشد، بلکه مشخص کننده روند، تعادل و چگونگی تجزیه ماده آلی، فعالیت آنزیمی و چرخه برخی عناصر غذایی خاک نیز خواهد بود (پائول، 2007).

زیست توده میکروبی از دو دیدگاه قابل اهمیت است اول این که معیاری برای سلامت و کیفیت خاک است و دوم هر چقدر این پارامتر یعنی بخش زنده‌ی ماده‌ی آلی خاک بیشتر باشد چرخه‌ی عناصر غذایی هم بهبود می‌یابد. هر چقدر ماده‌ی آلی خاک بیشتر باشد میزان زیست توده‌ی میکروبی هم بیشتر می‌شود. رطوبت، دما و اسیدیته هم بر مقدار زیست توده میکروبی تأثیر گذارند. زیست توده میکروبی نیز با جذب عناصر غذایی ضروری باعث جایگزینی عناصر غذایی که از خاک خارج شده‌اند، می‌شود و همین‌طور منبعی از مواد غذایی برای گیاهان است (فیلیپ، 2002). در خاک‌هایی با اسیدیته‌ی خنثی میزان کسر متابولیک بین 0/5 تا 2 میلی‌گرم دی اکسید کربن در گرم کربن میکروبی در ساعت گزارش شده و مقادیر بیشتر از 2 می‌تواند برای خاک‌ها بحرانی باشد.

اندازه‌گیری کمی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک مانند کربن و نیتروژن زیست توده، تنفس میکروبی و فعالیت‌های آنزیمی می‌تواند به عنوان شاخص‌های زیستی برای ارزیابی کیفیت و سلامت خاک قرار گیرد (بروکس، 1986). شکل‌آبادی و همکاران (1386) اختلاف شدید و معنی‌داری بین میزان کربن آلی خاک، نیتروژن کل و کربن زیست توده میکروبی خاک در بین سه منطقه مورد مطالعه، مشاهده کردند. با پیش‌روی از رژیم اریدیک به سمت رژیم یودیک با افزایش بارندگی و افزایش پوشش گیاهی، کاپوانی و همکاران (2014) نتیجه گرفتند بین ویژگی‌های خاک در جهت‌های مختلف جغرافیایی با اقلیم‌های (دما و بارندگی) مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

لی و چن (2004) روند کاهش کربن آلی و نیتروژن خاک را با افزایش خشکی در مراتع مغولستان مشاهده نمودند. کل نیتروژن ذخیره شده در خاک همبستگی مثبتی با میانگین دما و بارش سالیانه در خاک‌های با زهکشی خوب در جنگل‌های دانمارک داشت. اندرسون (2003) رابطه نزدیکی بین خواص میکروبی خاک با سایر ویژگی‌ها از جمله اسیدیته، ماده آلی و بافت خاک مشاهده نمود. همچنین از جمله عوامل مؤثر در زیست توده کربن، اسیدیته است به طوری که بیشترین فعالیت زیست توده میکروبی در اسیدیته 6/5 اتفاق می‌افتد. نوع پوشش گیاهی نیز می‌تواند بر فعالیت و زیست توده میکروبی خاک نیز مؤثر باشد. برای مثال کارنول و بازگیر (2013) تأثیر چند گونه درختی پهن برگ را با یک گونه درختی سوزنی برگ بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک مقایسه کردند. آنها دریافتند گونه‌های مختلف پهن برگ اثر متفاوتی بر ویژگی‌های خاک داشته و فعالیت زیستی میکروارگانیسم‌های خاک در زیر درختان پهن برگ بیشتر از درخت سوزنی برگ بود. در تحقیق دیگری درختان بلوط شاخه-زاد و دانه‌زاد در منطقه جنگلی یاسوج باعث بهبود ویژگی‌های خاک شدند، به طوریکه درخت بلوط در اکثر موارد موجب افزایش معنی‌دار کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم تبدالی گردید و بر میزان pH و کربنات کلسیم معادل کاهش معنی‌داری نشان داد (اولیایی و همکاران، 1390).

استان ایلام با تنوع اقلیمی و اکوسیستم جنگلی بلوط با فرم‌های رویشی دانه‌زاد و شاخه‌زاد در زاگرس از لحاظ اکولوژیکی بسیار با ارزش می‌باشد. در منطقه زاگرس درختان بلوط به دو شکل رویشی دانه‌زاد و شاخه‌زاد زاد آوری و گسترش دارند. تیپ رویشی دانه زاد درختانی با یک تنه واحد و تاج پوشش گسترده می‌باشند

## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در سه منطقه در استان ایلام که از لحاظ آب و هوایی با یکدیگر متفاوت بودند در آذر ماه 1394 انجام شد. این مناطق شامل ایوان (بارندگی زیاد)، ایلام (بارندگی متوسط) و سیروان (بارندگی کم) بودند که در ادامه ویژگی‌های هر منطقه بیان می‌شود. ناحیه اول جنگل‌های بلوط در سراب ایوان از توابع شهرستان ایوان در شمال استان ایلام، ناحیه دوم چغاسبز در شهرستان ایلام و در نهایت جنگل‌های کوهستانی روستای گوراب سفلی از توابع شهرستان سیروان سومین ناحیه مورد مطالعه بودند. جدول 1 مشخصات اقلیمی، طول و عرض جغرافیایی و مساحت هر ناحیه را نشان می‌دهد. شکل 1 نیز موقعیت مناطق مطالعاتی را نشان می‌دهد.

بافت خاک منطقه از رسی لومی تا شنی رسی لومی تغییر می‌کند. pH خاک در حد خشی و از لحاظ شوری خاک‌های منطقه، خاک‌های بدون شوری محسوب می‌گردند (جدول 2).

که در اثر فعالیت‌های انسانی نظیر قطع آنها برای تهیه زغال و یا تغییر کاربری به تیپ رویشی شاخه زاد تبدیل می‌گردند. بنابراین درختان بلوط شاخه‌زاد از لحاظ منشا در ابتدا دانه‌زاد بوده‌اند که در محل قطع درخت، به مرور زمان جست‌هایی ایجاد شده و شاخه‌های متعددی تولید می‌گردند. شمال استان به دلیل رشته کوه‌های بلند و مناطق جنگلی وسیع دارای آب و هوای معتدل و بر عکس، جنوب استان به دلیل بیابانی بودن و اقلیم گرم و خشک دارای پوشش گیاهی پراکنده می‌باشد. با توجه به این که بخش وسیعی از خاک استان زیر پوشش جنگلی است، ضرورت شناخت و مدیریت خاک‌های جنگل‌های بلوط در ارتباط با اقلیم‌های مختلف به‌ویژه از لحاظ بیولوژیکی حائز اهمیت است. از سوی دیگر تاکنون تحقیقی در استان ایلام در زمینه فعالیت و زیست‌توده میکروبی خاک تحت تأثیر فرم رویشی بلوط و آب و هوا انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی برخی ویژگی‌های میکروبی خاک‌های جنگل‌های بلوط در دو تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد در سه اقلیم متفاوت ایوان، ایلام و سیروان بود.

جدول 1- خصوصیات اقلیمی مناطق مورد مطالعه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین بارش سالیانه (میلی‌متر)	مساحت منطقه (جنگل - هکتار)	میانگین درجه حرارت سالیانه (ساعتی‌گراد)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	نوع اقلیم بر اساس روش آمبروزه
ایوان	62°55'00"	37°35'49"	687	53453/7	16/5	1404	مرطوب
ایلام	63°45'20"	37°19'54"	556	102724/2	17	1616	نیمه‌مرطوب
سیروان	66°16'19"	36°12'43"	356	36455/9	20/8	1131	نیمه‌خشک

جدول 2- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه

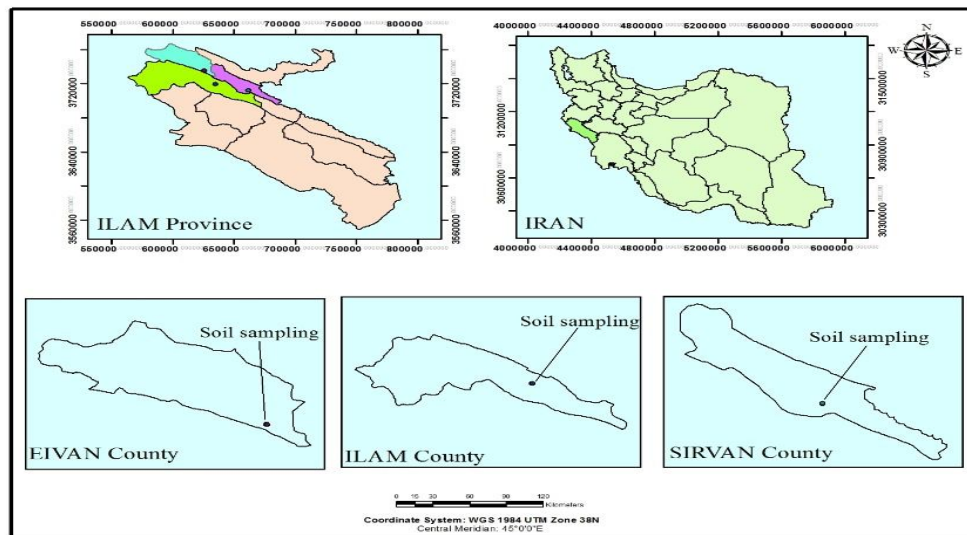
منطقه	تیپ رویشی	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	ظرفیت زراعی (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
ایوان	دانه‌زاد	رسی	7/127	0/358	4/40	0/255	28/80	10/692	570
	شاخه‌زاد	لومی	7/150	0/362	4/05	0/235	26/90	10/665	705
	دانه‌زاد	شنی	7/069	0/861	3/29	0/319	23/04	10/092	527
ایلام	شاخه‌زاد	رسی لومی	7/045	0/802	2/84	0/308	22/87	9/927	522
	دانه‌زاد	شنی	7/495	0/369	1/88	0/109	19/81	10/071	402
سیروان	شاخه‌زاد	رسی لومی	7/462	0/389	2/43	0/141	21/76	10/187	438

## پوشش گیاهی

*(Crataegus azarolus)* و *Acer* (کیکم) و *(monspessulanum)* نیز اشاره کرد. در مناطق مورد

پوشش گیاهی غالب این مناطق درختان بلوط با نام علمی (*Quercus brantii* Lindl.) می‌باشند که در کنار آن می‌توان به درختان بنه (*Pistacia atlantica*)، زالزالک

مطالعه، فقط درختان بلوط که به دو شکل رویشی دانه‌زاد و شاخه‌زاد بودند، مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل 1- موقعیت مناطق مورد مطالعه در ایران و استان ایلام

گیری و تنفس برانگیخته با سوبسترا ( SIR: Substrate Induced Respiration) با افزودن دو درصد گلوکز نیم مولار به نمونه خاک قبلی (علی‌اصغرزاد، 2010)، کربن زیست توده میکروبی (MBC: Microbial Biomass Carbon) از روش تدخینی با کلروفورم-انکوباسیون سپس تیتراسیون برگشتی با سود باقی مانده و نیتروژن زیست توده میکروبی (MBN: Microbial Biomass Nitrogen) نیز با استفاده از روش تدخین با کلروفورم-انکوباسیون و اندازه‌گیری آمونیوم و نیترات اندازه‌گیری شدند (علی‌اصغرزاد، 2010). بهره میکروبی (qmic: Microbial quotient) از تقسیم کردن کربن زیست توده میکروبی بر کربن آلی خاک (علی‌اصغرزاد، 2010) و بهره متابولیکی (qCO<sub>2</sub>: Metabolic quotient) از تقسیم میزان کربن متصاعد شده از نمونه‌های شاهد که نشان‌دهنده‌ی تنفس پایه خاک است به کربن زیست توده میکروبی خاک به دست آمد (اندرسون، 2003).

#### تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل اقلیم در سه سطح (ایوان، ایلام و سیروان) و تیپ رویشی در دو سطح (دانه‌زاد و شاخه‌زاد) بودند. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش چند دامنه‌ای دانکن در

#### نحوه نمونه برداری و تجزیه خاک

جهت انجام نمونه برداری، ابتدا در هر منطقه سه پلات به ابعاد 100×100 متر به طور تصادفی در جنگل‌های کمتر دست خورده که شامل هر دو تیپ رویشی بودند تهیه گردید. پلات‌ها همه در شیب مشابه (شیب کمتر از 5 درصد) در جنگل‌ها انتخاب شدند تا فاکتور شیب برای همه مناطق یکسان باشد. در هر منطقه تأثیر دو فاکتور اصلی یعنی اقلیم (ایوان، ایلام و سیروان) تیپ رویشی (شاخه‌زاد و دانه‌زاد) مطالعه شدند. همچنین در هر منطقه بر اساس جنگل گردشی، توده جنگلی بلوط مشخص شد. سپس تمام پایه‌های موجود بر اساس فرم رویشی (شاخه‌زاد یا دانه‌زاد) تفکیک و از هر فرم رویشی، 10 پایه دانه‌زاد و 10 پایه شاخه‌زاد به صورت تصادفی مطالعه گردید. در زیر هر پایه یک نمونه ترکیبی خاک (هر نمونه ترکیبی نماینده سه نمونه ساده زیر تاج پوشش) از عمق 0-20 سانتی متری برداشت گردید. به این ترتیب تعداد نمونه‌ها برای هر توده 20 نمونه برداشت شد. خصوصیات بیولوژیکی خاک، زمانی که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی بود اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

#### تجزیه‌های آزمایشگاهی

کربن آلی به روش والکلی بلک (نلسون و سومر، 1982)، تنفس پایه خاک (BR: Basal Respiration) با جمع‌آوری گاز کربنیک در سود اندازه-

ویژگی‌های درخت شامل قطر برابر با سینه، سطح تاج پوشش و ارتفاع درخت در جدول 3 ذکر شده است.

سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با Excel انجام گردید.

### نتایج

#### مشخصات درختان بلوط

پوشش گیاهی غالب در سه منطقه، درختان بلوط با دو تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد شناسایی گردید.

جدول 3- میانگین ویژگی‌های درختان بلوط در سه منطقه و دو تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد

منطقه	تیپ رویشی	سطح تاج (متر مربع)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع درخت (متر)
ایوان	دانه زاد	53/93	20/95	6/68
	شاخه زاد	94/99	47/91	7/12
ایلام	دانه زاد	96/02	24/2	6/21
	شاخه زاد	80/60	26/58	6/75
سیروان	دانه زاد	47/51	12/24	3/98
	شاخه زاد	73/68	36/4	6/78

#### فعالیت‌های میکروبی، زیست‌توده میکروبی و شاخص‌های میکروبی

و سهم متابولیسمی و کربن آلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. همچنین MBC، qmic و  $qCO_2$  تحت تأثیر تیپ رویشی به‌طور معنی‌داری ( $p < 0.01$ ) قرار گرفتند. از سوی دیگر اثرات متقابل (اقلیم  $\times$  تیپ رشدی) بر MBC و  $qCO_2$  در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول 4).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات اقلیم بر کلیه ویژگی‌های بیولوژیکی خاک شامل: فعالیت‌های میکروبی (تنفس پایه و تنفس برانگیخته با سوبسترا)، زیست‌توده میکروبی (کربن و نیتروژن)، شاخص‌های میکروبی (سهم میکروبی

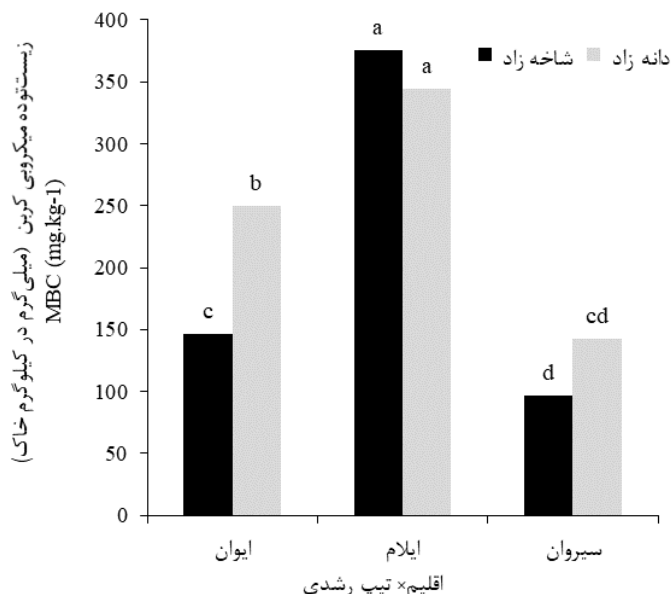
جدول 4- تجزیه واریانس اثرات اقلیم و تیپ رشدی بر فعالیت‌های میکروبی، زیست‌توده میکروبی و شاخص‌های میکروبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		qCO <sub>2</sub>	qmic	OC	SIR	BS	MBC
اقلیم	2	86497**	16605**	18/318**	1116**	499**	31/4**
تیپ رشدی	1	84135**	4643**	0/002 <sup>ns</sup>	3 <sup>ns</sup>	25 <sup>ns</sup>	3/6 <sup>ns</sup>
تیپ رشدی $\times$ اقلیم	2	18635**	292 <sup>ns</sup>	0/394 <sup>ns</sup>	53 <sup>ns</sup>	33 <sup>ns</sup>	0/8 <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	54	1499	171	0/154	19	23	1/3
ضرایب تغییرات (درصد)		23/85	13/75	17/22	13/80	17/19	26/27

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ <sup>ns</sup>: غیرمعنی‌دار

رویشی تأثیر معنی‌داری بر مقدار MBC در دو اقلیم ایلام و سیروان نداشت اما در اقلیم ایوان میزان MBC در تیپ رویشی دانه‌زاد 1/71 برابر تیپ رویشی شاخه‌زاد بود (شکل 2).

بیشترین (375 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و کمترین (97 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) مقدار MBC به‌ترتیب در اقلیم ایلام برای تیپ رویشی شاخه‌زاد و اقلیم سیروان برای تیپ رویشی شاخه‌زاد به‌دست آمد. تیپ



شکل 2- تأثیر تیپ رویشی و اقلیم بر زیست توده میکروبی خاک

در گرم خاک) در اقلیم ایوان به دست آمد و اقلیم سیروان کمترین میزان BR (22/92 میلی گرم دی اکسید کربن در گرم خاک) و SIR (23/59 میلی گرم دی اکسید کربن در گرم خاک) را به خود اختصاص داد (جدول 5). بیشترین میزان کربن آلی خاک در اقلیم ایلام (3/13 درصد) مشاهده گردید که در مقایسه با اقلیم ایوان و سیروان به ترتیب 25/75 و 152 درصد بیشتر بود (جدول 5).

بر اساس نتایج، ایلام با بارندگی متوسط 556 میلی متر بیشترین مقدار کربن آلی (3/1 درصد) پس از آن ایوان با مقدار 2/4 و سیروان با مقدار 1/2 درصد کربن آلی شناسایی شدند.

بیشترین میزان MBN (5/32 میلی گرم در کیلوگرم خاک) در اقلیم ایوان مشاهده گردید که با اقلیم ایلام تفاوت معنی داری نداشت و کمترین میزان آن (2/90 میلی گرم در کیلوگرم خاک) در اقلیم سیروان به دست آمد. اما MBN تحت تأثیر تیپ رویشی قرار نگرفت (جدول 5).

در اقلیم ایلام و ایوان به ترتیب بیشترین (126%) و کمترین (69%) را نشان دادند، که میزان qmic در اقلیم ایلام 82/60 درصد بیشتر از اقلیم ایوان بود. سهم میکروبی در تیپ رویشی دانه زاد 20 درصد بیشتر از تیپ رویشی شاخه زاد بود (جدول 5). بیشترین میزان BR (32/89 میلی گرم دی اکسید کربن در گرم خاک) و SIR (37/78 میلی گرم دی اکسید کربن

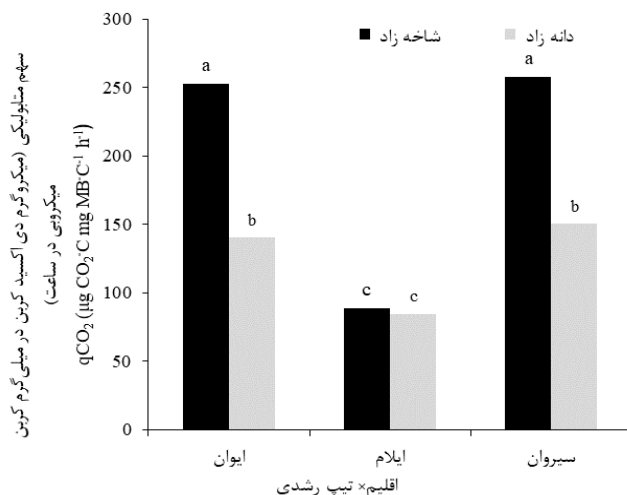
جدول 5- تأثیر اقلیم و تیپ رشدی (شاخه زاد و دانه زاد) بر ویژگی‌های زیستی خاک

منطقه	OC (%)	SIR (mgCO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	BS (mgCO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	qmic (%)	MBN (mg kg <sup>-1</sup> )
ایوان	b2/453	a37/782	a32/896	c69/637	a5/327
ایلام	a3/139	b34/759	b28/469	a126/416	a4/679
سیوان	c1/248	c23/595	c22/927	b89/487	b2/903

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند

در اقلیم ایوان به دست آمد که در این اقلیم تیپ رویشی تأثیر معنی داری بر سهم متابولیسی خاک نداشت (شکل 3).

بیشترین qCO<sub>2</sub> در تیپ رویشی شاخه زاد در اقلیم ایوان و سیروان مشاهده گردید و کمترین میزان



شکل 3- تأثیر تیپ رویشی و اقلیم بر بهره متابولیسی خاک

### همبستگی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک در تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد

به طوری که سطح تاج پوشش بیشتر در تیپ رشدی دانه‌زاد و ایجاد حجم لاشبرگ بیشتر موجب این تأثیر شده است. هم در زیر تاج درختان شاخه‌زاد و دانه‌زاد همبستگی قوی، منفی و معنی‌داری ( $p < 0.01$ ) بین  $(qCO_2)$  و  $MBC$  و  $qmic$  مشاهده گردید. هرچند در برخی ویژگی‌های زیستی تفاوتی بین دو تیپ رشدی مشاهده نگردید، اما تیپ رشدی دانه‌زاد در دراز مدت باعث بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی خاک شامل زیست‌توده و فعالیت میکروبی گردیده است. پس نتیجه می‌شود این تیپ رشدی در افزایش زیست‌توده میکروبی خاک تأثیرگذارتر است. در تیپ رشدی شاخه‌زاد، رابطه بین سهم میکروبی با زیست‌توده میکروبی نیتروژن، تنفس پایه و تنفس برانگیخته منفی است در حالی که در تیپ رشدی دانه‌زاد این رابطه مثبت و همسو است.

ماتریس ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های بیولوژیکی خاک برای دو تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد درختان بلوط در جدول 6 ذکر شده است. در تیپ رشدی دانه‌زاد همبستگی زیاد و مثبت بین کربن زیست‌توده میکروبی با کربن آلی، نیتروژن زیست‌توده میکروبی و تنفس پایه بیانگر این است که تغییرات این ویژگی‌ها وابسته به هم‌دیگرند و تغییرات مشابهی دارند. شکل‌آبادی و همکاران (1386) دریافته‌اند که میزان مواد آلی و ورود بقایای گیاهی در منطقه چادگان کم بوده که حداقل کربن زیست‌توده میکروبی را به همراه داشت در حالی که در منطقه پشتکوه با افزایش کربن خاک میزان  $MBC$  افزایش یافت. در تحقیق حاضر نتیجه مشابه حاصل گردید.

جدول 6- ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های خاک و تیپ رشدی شاخه‌زاد (قسمت بدون سایه) و دانه‌زاد (قسمت سایه‌دار)

OC	qCO <sub>2</sub>	qmic	SIR	BS	MBN	MBC	Variable
0/710**	-0/743**	0/582**	0/424**	0/450**	0/464**		MBC
0/507**	-0/208 <sup>ns</sup>	0/090 <sup>ns</sup>	0/655**	0/611**		0/275 <sup>ns</sup>	MBN
0/486**	-0/035 <sup>ns</sup>	0/176 <sup>ns</sup>	0/529*		0/443*	0/031 <sup>ns</sup>	BS
0/527**	0/182 <sup>ns</sup>	0/068 <sup>ns</sup>		0/562**	0/673**	0/443*	SIR
0/186 <sup>ns</sup>	-0/692**		-0/094 <sup>ns</sup>	-0/500**	-0/116 <sup>ns</sup>	0/740**	qmic
-0/551**		-0/822**	-0/329 <sup>ns</sup>	0/251 <sup>ns</sup>	-0/259 <sup>ns</sup>	-0/743**	qCO <sub>2</sub>
	-0/688**	0/565**	0/800**	468**	0/643**	0/714**	OC

\*\* و \*\*\*: نشان‌دهنده سطوح معنی‌داری 0/01، 0/05 و عدم معنی‌داری است.

## بحث

به‌طور کلی تجمع مواد آلی در خاک‌های جنگلی نسبت به کشاورزی بیشتر می‌باشد که منجر به تولید بیشتر کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی خاک و افزایش فعالیت میکروبی نظیر تنفس میکروبی می‌گردد (بینکلی و فیشر، 2013). بر اساس نتایج انتظار می‌رفت از بین سه اقلیم، ایوان به دلیل بارندگی بیشتر و تولید پوشش گیاهی بیشتر، ورود بقایای گیاهی زیاد به خاک، بالاترین مقدار کربن زیست توده میکروبی خاک را داشته باشد اما به دلیل بالا بودن درصد سنگریزه در خاک در این منطقه میزان این پارامتر کمتر بود. بین میزان سنگریزه و بیوماس میکروبی رابطه غیر مستقیم وجود دارد به دلیل اینکه با افزایش میزان سنگریزه خاک میزان توان نگهداشت رطوبت در خاک کمتر می‌گردد و از سوی دیگر همواره جمعیت میکروبی خاک نیز به میزان رطوبت خاک بستگی دارد (شیدایی کرکچ و همکاران، 1396). بدین صورت که وجود تیپ رشدی با ویژگی‌های درختی بهتر در مناطق جنگلی ایلام و ماده آلی بالا در این ناحیه، به طور طبیعی بر میزان کربن زیست توده میکروبی تأثیرگذار بوده است. با این حال ایلام سپس ایوان و سیروان بیشترین مقدار را داشتند.

ساگار و همکاران (2001) نیز مشاهده کردند با کاهش ورود مواد آلی تازه به خاک و کاهش میزان کربن و نیتروژن خاک، میزان کربن زیست توده میکروبی خاک نیز کاهش می‌یابد. لی و چن (2004) نیز کاهش کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی خاک را با افزایش خشکی مشاهده نمودند. همانند زیست توده میکروبی، رابطه‌ای تنفس خاک نیز با بارندگی مستقیم و با دما معکوس بود. در منطقه ایوان با اقلیم مرطوب به دلیل ورود ماده‌ی آلی و رطوبت مناسب شرایط برای فعالیت میکروبی خاک فراهم است به همین دلیل میزان تنفس میکروبی یا همان معدنی شدن کربن آلی نیز افزایش پیدا می‌کند. فعالیت میکروبی در خاک مانند تنفس میکروبی با جمعیت میکروبی رابطه مستقیم دارد به طوری که هرچه میزان زیست توده میکروبی بیشتر باشد میزان تنفس پایه نیز بیشتر است. تنفس بیشتر نشان‌دهنده‌ی غذای بیشتر و در دسترس بودن آن برای میکروارگانیسم‌ها و فعالیت و فعال بودن جمعیت میکروبی خاک است. در مناطق با بارندگی زیاد به ویژه در اکوسیستم‌های طبیعی نظیر جنگل‌ها پوشش گیاهی زیر اشکوب درخت نیز افزایش می‌یابد که منجر به تولید مواد آلی بیشتر در خاک می‌گردد. این موضوع به رشد جمعیت میکروبی خاک کمک کرده و چرخه عناصر غذایی نیز بهبود می‌گردد (کارنول و بازگیر، 2013). به‌طور کلی

بارندگی، فراوانی پوشش گیاهی و کاهش شیب زمین باعث افزایش ماده‌ی آلی می‌شوند. لیاقت و خرمالی (1390) در تحقیقی به نتایج مشابهی دست یافتند و نشان دادند با افزایش دما، کاهش بارندگی و درشت‌تر شدن بافت خاک میزان ماده‌ی آلی خاک کاهش می‌یابد.

ناحیه‌ی ایلام به دلیل بارندگی مناسب، پوشش گیاهی بیشتر شده و با ایجاد لاشبرگ، باعث افزایش کربن آلی در خاک می‌شوند. فرانزلبز (2002) نشان داد که کربن آلی خاک تحت اقلیم مرطوب و سرد نسبت به اقلیم خشک‌تر در یک توالی اقلیمی بیش‌تر تجمع می‌یابد. جوباجی و جکسون (2000) نشان دادند که بارش و اقلیم مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های مقدار کربن آلی خاک در 20 سانتی‌متری فوقانی خاک هستند. تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک از جمله کربن آلی خاک تحت تأثیر عوامل گوناگونی از جمله اقلیم، رطوبت، بافت خاک، نوع خاک، توپوگرافی و عملیات کشاورزی قرار می‌گیرد (معزاردلان و ثوابی فیروزآبادی، 1381؛ شی و فاژن، 1991). لی و چن (2004) روند کاهش کربن و نیتروژن آلی را با افزایش خشکی در مراتع مغولستان مشاهده نمودند. در تحقیق حاضر منطقه سیروان با توجه به بارندگی کمتر نسبت به سایر مناطق از پوشش گیاهی ضعیف‌تری برخوردار بود، که نتیجه آن ورود کمتر بقایای گیاهی به کف جنگل و کاهش مواد در خاک می‌باشد. این فرآیند به طور طبیعی بر زیست توده و فعالیت میکروبی تأثیر می‌گذارد.

شکل‌آبادی و همکاران (2007) با بررسی میزان نیتروژن در خاک به نتیجه‌ای مشابه رسیدند و علت کمتر بودن ماده آلی در اقلیم‌های خشک را ورودی کمتر بقایای گیاهی به خاک و همچنین تراکم کم پوشش گیاهی دانستند. در ایلام به علت بارش مناسب، تراکم بیشتر پوشش گیاهی، درصد سنگریزه‌های کمتر سطح خاک، ماده آلی بیشتری در خاک اندازه‌گیری گردید. مواد آلی در خاک باعث افزایش فعالیت جانداران خاک می‌شود که این فعالیت از جهات بسیاری حاصل‌خیزی خاک را افزایش می‌دهد که از جمله آن می‌توان به افزایش مقدار هوموس خاک و بهبود چرخه‌های عناصر غذایی مثل نیتروژن در خاک اشاره کرد (آپستین و همکاران، 2002). مطالعات اندکی MBC/OC یا بهره میکروبی را بررسی نموده‌اند. در پژوهش حاضر مقدار سهم میکروبی در ایلام بیشترین مقدار را داشت. تغییرات این نسبت در مناطق مختلف نشان دهنده تفاوت در وضعیت این مناطق در اثر اقلیم متفاوت می‌باشد و افزایش این نسبت نشان‌دهنده بهبود و افزایش کربن آلی و در نتیجه کیفیت خاک می‌باشد



افزایش بارش ویژگی‌های بیولوژیکی نظیر فعالیت و زیست‌توده میکروبی خاک افزایش یافتند. مناطق ایوان و ایلام به دلیل بارش بیشتر و افزایش مواد تازه گیاهی فعالیت کیفیت خاک مناسب‌تر، که نتیجه آن برخورداری بهتر ویژگی‌های بیولوژیکی نسبت به منطقه سیروان می‌باشد. کربن آلی، کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی، تنفس پایه و برانگیخته، فاکتورهای بیولوژیکی بودند که بیشترین میزان تغییرات را در ترانسکت اقلیمی از خود نشان دادند. تیپ‌های رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد درختان بلوط تنها بر سهم میکروبی و کربن زیست‌توده میکروبی اثر گذاشتند. در منطقه‌ی ایوان سطح زمین توسط سنگریزه‌های ریز و درشت (تقریباً 60 درصد) پوشیده شده که به‌طور طبیعی از حجم خاک کاسته که به دنبال آن کربن آلی و زیست‌توده میکروبی خاک را کاهش می‌دهد. در پایان با توجه به شرایط مطلوب خاک از لحاظ بیولوژیکی در منطقه ایلام و ایوان با مدیریت مناسب، جنگلکاری و احیا، موفقیت‌آمیز خواهد بود در حالی که در منطقه سیروان به دلیل کمبود باران و پایین بودن فعالیت میکروبی برای جنگلکاری و احیای خاک به زمان طولانی‌تری نیاز خواهد بود.

(ایسلام و ویل، 2000). بنابراین در منطقه ایلام به دلیل افزوده شدن مواد آلی تازه و تجزیه‌پذیر در اثر بارش بالا و همچنین درصد سنگریزه‌های کمتر سطح خاک کربن زیست‌توده میکروبی بیشتری در خاک مشاهده می‌گردد.

تفاوت معنی‌داری بین  $q_{CO_2}$ ،  $q_{mic}$ ،  $MBC$  در دو تیپ رشدی شاخه‌زاد و دانه‌زاد مشاهده گردید. تیپ رشدی دانه‌زاد به دلیل حجم تاج‌پوشش بزرگ‌تر، قطر برابر با سینه بیشتر، شبکه ریشه‌ای گسترده‌تر و در نتیجه تولید لاشبرگ بیشتر، تأثیر بیشتری بر میزان زیست‌توده میکروبی و شاخص‌های میکروبی خاک داشته باشد.

بنابراین با حرکت در طول ترانسکت اقلیمی در جهت افزایش دما (ایوان به سمت سیروان) میزان کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی کاهش و در جهت افزایش میزان بارش مقدار زیست‌توده میکروبی نیز افزایش پیدا می‌کند. در مناطق با بارندگی زیاد به دلیل پوشش گیاهی انبوه، تاج‌پوشش بیشتر درختان، ریشه‌های قوی، ماده‌ی آلی بیشتر انتظار می‌رود که مقدار کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی بیشتری داشته باشند.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش در یک ردیف اقلیمی و تحت تأثیر درختان بلوط با

### فهرست منابع:

1. اولیایی، ح. ادهمی، ا. فرجی، ه. و فیاض، پ. 1390. آثار درخت بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) بر برخی خصوصیات خاک در منطقه جنگلی یاسوج. مجله علوم آب و خاک. جلد 15، شماره 56، ص 193-206.
2. شیدای کرکج، ا. سپهری، ع. بارانی، ح. و معتمدی، ج. 1396. ارتباط ذخیره کربن آلی خاک با برخی ویژگی‌های خاک در مراتع آذربایجان شرقی. نشریه علمی پژوهشی مرتع، جلد 11، شماره 2، ص 125-138.
3. علی‌اصغرزاد، ن. 1389. روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تبریز. ص 274.
4. کاویانی، ن. خرمالی، ف. مسیح آبادی، ح. و تازیکه، ح. 1393. تغییرات کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی در کاربری‌های طبیعی و زراعی در یک ردیف اقلیمی در خاک‌های لسی استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد 21، شماره 2، ص 31-58.
5. لیاقت، م و خرمالی، ف. 1390. میکرومورفولوژی توسعه برخی از خاک‌های حاصل از لس در استان گلستان غربی در طول یک زیست‌سنجی کلیمو توپو. مجله حفاظت از آب و خاک. جلد 1، شماره 18، ص 1-31.
6. نادری، ه. هدایت‌زاده، ر. و درودی، ه. 1385. اثر خصوصیات فیزیوگرافی (ارتفاع و شیب) بر میزان ذخیره کربن آلی و کل نیتروژن خاک، دهمین کنگره علوم خاک، کرج، ایران.
7. شکل‌آبادی، م. خادمی، ح. کریمیان اقبال، م و نوربخش، ف. 1386. تأثیر اقلیم و قرق دراز مدت بر برخی از شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک در بخشی از مراتع زاگرس مرکزی. مجله علوم آب و خاک. جلد 11، شماره 41، ص 103-116.

8. معزاردلان، م و ثوابی فیروزآبادی، غ. م. 1381. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

9. Anderson, T.H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agricultural Ecosystem Environmental* 98: 285-293.
10. Binkley, D. and Fisher, R.F., 2013. Ecology and management of forest soils. Wiley-Blackwell, Oxford.
11. Brookes, P.C., Heijnen, C.F., Mcgrath, S.P., and Vanc, E.D. 1986. Soil microbial biomass estimates in soils contaminated with metals. *Soil Biology Biochemistry*. 18: 383-388.
12. Carnol, M. and Bazgir, M. 2013. Nutrient return to the forest floor through litter and throughfall under 7 forest species after conversion from Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 309: 66-75.
13. Dai, W., and Huang, Y. 2006. Relation of soil organic matter concentration to climate and altitude in zonal soils of China. *Catena*. 65: 87-94.
14. Epstein, H.E., Burke, I.C., and Lauenroth, W.K. 2002. Regional patterns of decomposition and primary production rates in the U.S. great plains. *Ecology*. 83: 320-327.
15. Filip, Z. 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically related biological parameters. *Agricultural Ecosystems and Environment*. 88: 169-174.
16. Franzluebbers, A.J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil Tillage Research*. 66: 95-106.
17. Ghollarata, M., and Raiesi, F. 2007. *The adverse effects of soil salinization on the growth of Trifolium alexandrinum L. and associated microbial and biochemical properties in a soil from Iran. Soil Biology and Biochemistry*. 39: 1699-1702.
18. Islam, K.R., and Weil, R.R. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 79: 9-16.
19. Jobbagy, E.G., and Jackson, R.B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Application*. 10: 423-436.
20. Li, X., and Chen, Z. 2004. Soil microbial biomass C and N along a climatic transect in the Mongolian steppe. *Biology and Fertility of Soils*. 39: 344-351.
21. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Agronomy Monograph. p.524. In: Page, . A.L. (ed.) Total carbon, organic carbon, and organic matter. Miller R.H. and Keeney, D.R., Madison.
22. Paul, E.A. 2007. Soil microbiology and biochemistry. Academic Press, New York.
23. Sagggar, S., Hedley, C.B., and Salt, G.J. 2001. Soil microbial biomass, metabolic quotient, and carbon and nitrogen mineralisation in 25-year-old *Pinus radiata* agroforestry regimes. *Australian Journal of Soil Research*. 39: 491-504.
24. Shi, W., and Fu-zhen, H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from n labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure. Oxford Press, New Delhi.

## Soil microbial biomass and activity of oak forest in three different regions in Ilam province

**M. Bazgir<sup>1</sup>, T. Menati, M. Rostaminy and A. Mahdavi**

Corresponding Author, Assistant Professor., Department of Water and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I. R. Iran; E-mail: m.bazgir@ilam.ac.ir

M.Sc. Graduate Department of Water and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I. R. Iran; E-mail: t.menati69@gmail.com

Assistant Professor., Department of Water and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I. R. Iran; E-mail: mrostaminy@yahoo.com

Associate Professor., Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I. R. Iran; E-mail: mahdavi56@gmail.com

Received: December, 2019 & Accepted: May, 2020

### Abstract

Climate is the most important factor that determines the plant yield and soil microbial activity. Therefore, this study aimed to investigate the soil biological properties in three different climate zones including Eyvan (humid), Ilam (semi-humid), and Syrvan (semi-arid) under seed-origin and coppice oak trees. To this purpose, three plots (100 × 100 m dimension) randomly prepared in less undisturbed forest consist of both growth types. Soil sampling took place randomly at 0-20 cm of soil depth under each seed-origin and coppice oak trees in three regions. The results showed that growth type had no significant effect on microbial biomass carbon in the Ilam and Syrvan climates. However, in Eyvan forest soils, the amount of microbial biomass carbon under seed-origin was 1.71 times higher than the coppice trees. The highest amount of microbial biomass nitrogen (5.32 mg.kg<sup>-1</sup>) was observed in the Eyvan climate, which did not have a significant difference with the Ilam climate and it was the lowest (2.90 mg.kg<sup>-1</sup>) in the Syrvan climate. The highest metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) was observed in coppice type in the Eyvan and Syrvan climate and the least amount was observed in the Ilam climate. Growth type had no significant effect on the metabolic quotient of the soil in the Ilam climate. The highest basal and substrate-induced respiration was obtained in the Eyvan climate, while the Syrvan soils showed the least amount of these parameters. The highest amount of organic carbon and nitrogen were observed in the Ilam forest soils and the least amount was obtained in the Syrvan forest soils.

**Keywords:** Growth type, Oak trees, Soil microbial respiration, Soil biological properties.

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Masoud Bazgir, Department of Water and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Blvd. Pajohesh, ilam University, P.O. Box: 69315-516, Ilam, Iran.