# بررسی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک ( کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی ) در جهت شیب‌های مختلف تپه‌های لسی در اقلیم‌های مختلف در استان گلستان

بایرام محد آغشته [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، اسماعیل دردی پور [۳]، رضا قربانی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

**چکیده**
مطالعه شاخص های کیفیت خاک بر روی بخش های متفاوت اراضی شیب‌دار و کاربرد شاخص های مناسب امکان بهره برداری بهتر از خاک را در این گونه اراضی فراهم می کند. هدف از این مطالعه ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک از جمله کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی در جهت شیب‌های شمالی و جنوبی در موقعیتهای مختلف شیب با کاربری مرتع در سه منطقه از تپه های لسی شرق استان گلستان با شرایط اقلیمی متفاوت می باشد. نتایج حاصله نشان داد که اختلاف معنی داری در شاخص های کیفیت خاک بین شیب های شمالی و جنوبی در هر سه منطقه وجود دارد. تمامی شاخص های کیفیت خاک مطالعه شده در جهت شیب شمالی بدلیل رطوبت قابل دسترس بیشتر و به طبع آن فعالیت بیولوژیک زیادتر، از شیب جنوبی بیشتر بود. در بین سه منطقه مختلف اقلیمی نیز تفاوت معنی داری در شاخص های کیفیت خاک وجود داشت.

واژه های کلیدی: کیفیت خاک، تپه های لسی، جهت شیب، اقلیم مختلف

**مقدمه**
با توجه به نقش خاک در تامین غذای جمعیت رو به رشد جهان، در سال‌های گذشته شناخت جنبه‌های گوناگون کیفیت خاک مانند فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و کانی‌شناسی مورد توجه پژوهش گران قرار گرفته است (لال و همکاران، ۱۹۹۹؛ بلیر و همکاران، ۱۹۹۵). ذخایر ماده آلی و کربن خاک، شاخص مناسبی از کیفیت خاک است که به تغییرات عملیات مدیریتی حساس می باشد و توسط پژوهش‌گران به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است (گرگوریچ و همکاران، ۱۹۹۴، لال، ۲۰۰۴). تفاوت‌های شیب به طور مستقیم می‌تواند بر شرایط محیطی خاک، از جمله دما، قرار گرفتن در معرض نور و سطوح رطوبت تاثیر بگذارد (بنی و همکاران، ۲۰۰۸). جهت شیب همچنین اثرات قابل توجهی بر تنوع مکانی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، تولید و ترکیب گونه‌های گیاهان مرتعی تپه‌های لسی دارد (گونگ و همکاران،۲۰۰۶). زیست توده میکروبی خاک، نسبت میکروبی و شاخص‌های فیزیولوژیکی میکروبی (به عنوان مثال باکتری های گرم مثبت و گرم منفی) همه شاخص های زیستی حساس هستند که می تواند برای ارزیابی کیفیت (هریس، ۲۰۰۳) و سلامت (زو و دینگ، ۲۰۰۷) خاک استفاده شود. تاثیر جهت شیب بر فعالیت میکروبی و کربن زیست‌توده میکروبی یک شاخص مهم است که نشان دهنده‌ی کیفیت و سلامت خاک است (گیل- استورز و همکاران، ۲۰۰۵) و همچنین به عنوان یک شاخص موثر برای ارزیابی تغییرات در خصوصیات خاک و درجه تخریب خاک به کار می رود (اسمیت وپل، ۲۰۰۶). هدف از این مطالعه بررسی تغییرات کربن آلی و کیفیت خاک های لسی در شیب های غالب شمالی و جنوبی در موقعیت های مختلف شیب با کاربری مرتع در سه منطقه از تپه های لسی شرق استان گلستان با شرایط اقلیمی متفاوت می باشد.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، یک شیب اقلیمی با سه حوزه اقلیمی متفاوت با شیب‌های شمالی و جنوبی خاکهای تپه‌های لسی شرق استان گلستان انتخاب شد (شکل-۱).

**شکل ۱- موقعیت سه منطقه‌ی مطالعاتی در استان گلستان**

شیب اقلیمی مورد مطالعه از نظر رژیم رطوبتی شامل مناطق کلاله با رژیم رطوبتی تیپیک زریک با بارندگی ۶۰۰ میلی‌متر، آق بند با رژیم رطوبتی اریدیک زریک با بارندگی ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر و داشلی‌برون با رژیم رطوبتی اریدیک با بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر می باشد. اقلیم محدوده مورد بررسی در سیستم دومارتن، نواحی مرطوب تا خشک را در بر می‌گیرد. نمونه برداری سطحی از کاربری مرتع در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر در شیب‌های شمالی و جنوبی و از موقعیتهای مختلف زمین نما شامل قلّه شیب، وسط شیب و پای شیب در سه تکرار به گونه‌ای که اثر دیگر عوامل موثر بر تشکیل خاک و ماده آلی (توپوگرافی، جهت و زاویه شیب) در هر منطقه مطالعاتی یکسان باشد، جهت بررسی پارامترهای کیفیت خاک شامل کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی برداشته شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه کربن آلی خاک به روش (نلسون،۱۹۸۲) تعیین شد. اکسیداسیون کربن آلی توسط دی کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ انجام شد و توسط آمونیوم فروسولفات نیم نرمال در مجاورت معرف فنانترولین با روش تیتراسیون، مقدار کربن آلی اندازه گیری شد. تنفس میکروبی به روش تصاعد دی‌اکسیدکربن (استوتزکی، ۱۹۶۵) به این صورت که نمونه های خاک در ظروف بسته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته در انکوباتور نگهداری شد و مقدار دی اکسید کربن تولید شده، توسط سدیم هیدروکسید جذب گردیده و بوسیله تیتراسیون تعیین شد و کربن بیومس میکروبی از روش ضدعفونی-عصاره گیری اندازه گیری شد (اسپارلینگ و وست،۱۹۸۸). ۵۰ گرم نمونه خاک مرطوب را به مدت ۲۴ ساعت تدخین و سپس کلروفرم را حذف نمودیم. خاک تدخین شده (یک قسمت) را با محلول سولفات پتاسیم (پنج قسمت) مخلوط کردیم و سپس به مدت

۳۰ دقیقه شیک کرده و صاف نمودیم. همین روش را برای نمونه شاهد ولی بدون تدخین انجام دادیم. سپس کربن آلی را در عصاره ها اندازه گیری کردیم. در یک بالون ته گرد، ۸ میلی لیتر از عصاره خاک را با ۱۰ میلی لیتر محلول دی کرومات پتاسیم و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ حاوی سولفات نقره مخلوط کردیم. بالن را به یک کندانسور متصل نموده و تحت شرایط رفلاکس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد جوشانده و سپس در دمای آزمایشگاه خنک نمودیم. کندانسور را برداشته و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳/۰ میلی‌لیتر محلول شناساگر اضافه نموده و با محلول فروآمونیوم سولفات تیتراسیون را انجام دادیم تا تغییرات رنگ از سبز مایل به آبی و در نقطه ی پایان قهوه ای مایل به قرمز بروز کرد. در مورد شاهدها نیز به همان ترتیب عمل کردیم. در نتیجه محاسبه نتایج با معادلات زیر صورت گرفت.

$$mg\ C(\text{الی}).g^{-1}dm = \frac{(B - S\ \text{یا}\ C) \times 0.3 \times V \times 1000 \times 100}{\text{ml} \times \text{SW} \times \%\text{dm}} \quad (1)$$

در این معادله، C مقدار کربن آلی در یک گرم عصاره خاک و B میانگین حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای شاهد استاندارد بر حسب (میلی لیتر) و S میانگین حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای نمونه ها بر حسب (میلی لیتر) و C حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای شاهد نمونه ها برحسب (میلی لیتر) می باشد. همچنین ۳/۰: فاکتور تبدیل (یک میلی لیتر از فرو آمونیوم سولفات ۱/۰ مولار معادل ۳/۰ میلی گرم کربن می‌باشد) و V حجم عصاره بر حسب (میلی لیتر) و ۱۰۰۰: فاکتور تبدیل (۱۰۰۰ میکرو گرم = ۱ میلی گرم) و ml حجم عصاره صاف شده بر حسب (میلی لیتر) و SW وزن اولیه خاک می باشد.

در معادله (۲)

$$\text{MBC} = \frac{S - C}{0.35}$$

(MBC) کربن بیومس میکروبی بر حسب (میلی گرم کربن بیومس در صد گرم خاک خشک) و (S) میانگین تعداد میلی گرم کربن آلی در صد گرم خاک خشک (تدخین شده) و (C) میانگین تعداد میلی گرم کربن آلی در صد گرم خاک خشک شاهد (بدون تدخین) و (۰/۳۵) فاکتور $K_{EC}$ )برای تبدیل کربن آلی به کربن میکروبی) می باشد. درنهایت داده های به دست آمده در قالب طرح کرت های خرد شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس منابع تغییر و مقایسه میانگین ها در سطح ۵% و ۱% با آزمون دانکن و LSD و به کمک نرم افزار آماری SAS انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج تحلیل آماری داده‌های مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در جدول شماره‌ی ۱ نشان داده شده است.

**جدول شماره ۱- مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های کیفیت خاک**

| تیمارها | کربن آلی (%) | تنفس میکروبی ($mgCO_2/gsoil$) | کربن بیومس میکروبی ($mgC_{biomass}/100grsoil$) |
|---|---|---|---|
| **اقلیم** | | | |
| زریک | A ۱/۷۹ | A ۰/۱۳ | A ۲۹۴/۶ |
| اریدیک-زریک | B ۱/۴۰ | A ۰/۱۲ | B ۲۶۴/۷ |
| اریدیک | C ۰/۶۵ | B ۰/۰۹ | C ۱۰۴/۲ |
| **موقعیت** | | | |
| قله ی شیب | B ۱/۳۲ | B ۰/۱۲ | A ۲۴۰/۴ |
| پشته شیب | C ۱/۱۱ | A ۰/۱۱ | B ۱۹۳/۱ |
| پای شیب | A ۱/۴۱ | A ۰/۱۲ | A ۲۳۰/۱ |
| **جهت** | | | |
| شمالی | A ۱/۷۹ | A ۰/۱۴ | A ۲۸۱/۷ |
| جنوبی | B ۰/۷۷ | B ۰/۰۹ | B ۱۶۰/۷ |

*حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشد.

اثر اقلیم بر شاخص های کیفیت خاک: میانگین شاخص‌های کیفیت خاک(کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی) در منطقه مرطوب کلاله با رژیم رطوبتی زریک نسبت ب منطقه‌ی آق بند با رژیم رطوبتی اریدیک زریک و میانگین آن در منطقه آق بند نسبت به منطقه‌ی داشلی برون با رژیم رطوبتی اریدیک بیشتر است و اختلاف معنی دار در سطح ۵% بین مقادیر شاخص های کیفیت خاک وجود دارد. در منطقه کلاله به دلیل بارندگی بیشتر و پوشش گیاهی بهتر مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر است. همچنین در منطقه آق بند نیز بارندگی و پوشش گیاهی نسبت به منطقه ی خشک داشلی برون بیشتر است. بنابراین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی نیز در منطقه‌ی آق بند بیشتر از منطقه‌ی خشک داشلی‌برون می

باشد. ( بی و همکاران،۲۰۰۸) نیز اظهار داشتند که مقدار کربن بیومس میکروبی ارتباط مستقیم با تغییرات اقلیم و رشد پوشش گیاهی دارد.

اثر موقعیت شیب بر شاخص‌های کیفیت خاک: در هر سه منطقه بین موقعیت قله‌ی شیب و وسط شیب اختلاف معنی دار در سطح 5% بین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی وجود دارد اما بین موقعیت قله ی شیب و پای شیب در هر سه منطقه در بین مقادیر شاخص های کیفیت خاک اختلاف معنی داری وجود ندارد. در شیب پشتی به دلیل فرسایش بیشتر و پوشش گیاهی کمتر مقادیر شاخص‌های کیفیت خاک نسبت به قله ی شیب و پای شیب کاهش می یابد.

اثر جهت شیب بر شاخص‌های کیفیت خاک: جهت شیب اثر بسیار مهمی روی شاخص‌های کیفیت خاک دارد. به طوری که مقادیر شاخص‌های کیفیت خاک در هر سه موقعیت شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی بیشتر است. به طوری که بین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در سطح ۵% وجود دارد. (یمیر و همکاران، ۲۰۰۶) اظهار داشتند که جهت شیب و پوشش گیاهی علاوه بر ذخایر کربن آلی، نیتروژن کل خاک‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

## منابع


Lal, R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Sci. ۳۰۴: ۱۶۲۳-۱۶۲۷.

Stotzky, G. ۱۹۶۵. Microbial respiration. In : Black, C.A. [Ed.]. methods of soil analysis, part. Am. Soc. Of Agron : ۱۵۵۰-۱۵۷۲. Inc, Madison, wis

Bi, J.T., He, D.H., Huang, Z.Y., ۲۰۰۸. Response of soil microbial community activity to vegetation restoration in degraded ecological system. J. Soil Water Conserv. ۲۲ (۴),۱۹۵-۱۲۰ (in Chinese).

Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., Seoane, S., ۲۰۰۵. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. Soil Biol. Biochem. ۳۷, ۸۷۷-۸۸۷.

Gong, X., Brueck, H., Giese, K.M., Zhang, L., Sattelmacher, B., Lin, S., ۲۰۰۸. Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China. J. Arid Environ. ۷۲, ۴۸۳-۴۹۳.

Harris, J.A., ۲۰۰۳. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. Eur. J. Soil Sci. ۵۴ (۸), ۸۰۱-۸۰۸.

Smith, U., PauI, E.A., ۲۰۰۶. The significance of soilmicrobial biomass estimations. Soil Biol. Biochem. ۶, ۳۵۷-۳۵۹

Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G., and Muscolo, A. ۲۰۰۸. Influence of slopeaspects on soil chemical and biochemical properties in a Pinus laricio forestecosystem of Aspromonte (Southern Italy). Euro. J. Soil Biol. ۴۴ : ۳۶۴-۳۷۲

Tan, Z.X., Lal, R., Smeck, N.E., and Calhoun, F.G. ۲۰۰۴. Relationshipsbetween surface soil organic carbon pool and site variables. Geoderma. ۱۲۱ : ۱۸۷-۱۹۵.



**Abstract**

Investigation of soil quality Indicators on different parts of the slopes and the application of appropriate indicators help in better utilization of the soils in an area. The purpose of this study was to evaluate changes in soil quality indicators such as organic carbon, carbon microbial biomass and respiration rate in north and south slope aspects of the pasture in the area of the loess hills of Eastern Golestan province with different climatic conditions. Results showed there is a significant difference in soil quality indicators among the northern and southern slopes.All studied quality attributes were significantly higher in northern slope compared to the southern one which is mainly related to the higher moisther availability and subsequently higher biologic activity in the northern slopes. Also there were significant difference in soil quality indicators in the three different climate regions.