مطالعه ایزوتوپی پایدار کربن آلی و معدنی خاک در زیست-اقلیم های مختلف

فرهاد خرمالی[1] و کورتیس مانگر[2]
[1]دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[2] استاد دانشگاه ایالتی نیومکزیکو امریکا
آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده khormali@yahoo.com

چکیده:
نسبت $^{13}C/^{12}C$ در کربناتهای پدوژنیک کاربردهای فراوانی در مطالعات زیست بوم گذشته و اقلیم گذشته دارد. مطالعه حاضر در طول یک ترانسکت زیست اقلیمی شامل بوته زارهای پراکنده C3 مناطق خشک تا مناطق نیم خشک پوشیده از علفزارهای انبوه C4 و بالاخره مناطق نیم مرطوب با جنگلهای انبوه C3 در جنوب ایالت نیومکزیکو آمریکا انجام گرفت. هدف اصلی این تحقیق بررسی ایزوتوپهای کربن در کربنات پدوژنیک در طول این ترانسکت زیست اقلیمی می باشد. شواهد ایزوتوپی کربنات پدوژنیک حاصل از این مطالعه نشان می دهد که به خصوص در مناطق بیابانی تیپ گیاهی علفی C4 بتدریج توسط بوته زارهای C3 جایگزین شده و تایید کننده گسترش بیابان زایی است. از طرف دیگر مطالعه حاضر نشان داد که به دلیل پیچیدگی سیستم خاک نمی توان همیشه رابطه مستقیم بین $\delta^{13}C$ پوشش گیاهی و کربنات پدوژنیک انتظار داشت.

کلمات کلیدی: ایزوتوپ کربن، کربنات پدوژنیک، گیاهان C3 و C4

مقدمه:

نسبت $^{13}C/^{12}C$ در کربنات پدوژنیک ابزار مهمی برای مطالعه بیوم های (اقلیم زیست) گذشته است. از اواسط دهه 80 میلادی که در آن ارتباط مسیر های فتوسنتزی C3، C4 و CAM با نسبت $^{13}C/^{12}C$ در کربناتهای پدوژنیک توسط سرلینگ (1984) مشخص گردید این تکنیک کاربردهای فراوانی در مطالعات زیست بوم گذشته و اقلیم گذشته را پیدا نمود (آموندسون و همکاران 1988، کوید و همکاران 1989، کلی و همکاران 1991، نورت 2003، استیونسون و همکاران 2005 و مانگر و همکاران 2009). کربنات پدوژنیک معمولا در اقلیم های خشک، نیم خشک و نیم مرطوب بوجود می آید (اسواران و همکاران 2000). این طیف اقلیمی تا حدود زیادی با محدوده اقلیمی گیاهان C4 همخوانی دارد (سیج و همکاران 1999). گیاهان با مسیر فتوسنتزی C3 دارای مقادیر $\delta^{13}C$ ۲۰ - الی ‰35- بوده و گیاهان با مسیر فتوسنتزی C4 دارای مقادیر $\delta^{13}C$ 10- الی ‰14- می باشند (سرلینگ 1999). اعداد ذکر شده از رابطه زیر با استاندارد PDB بدست آمده اند (کرایگ 1957).

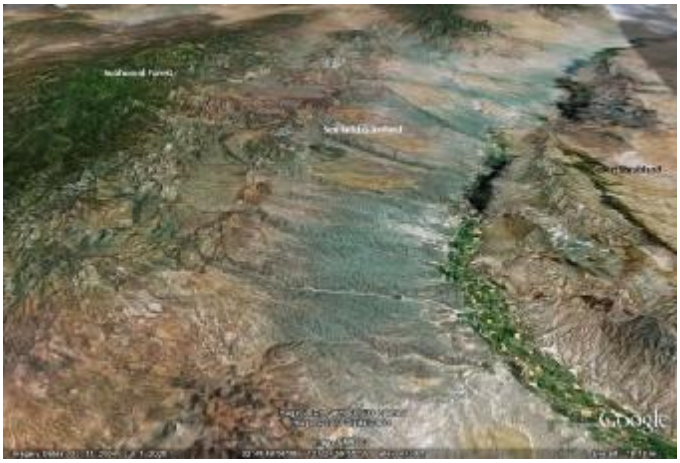
$$\delta^{13}C\ (‰) = [(^{13}C/^{12}C)_{نمونه}/(^{13}C/^{12}C)_{استاندارد} -1] \times 10^3$$

کربنات پدوژنیک در صورتی که در اکوسیستم با جامعه خالص C3 تشکیل شده باشد دارای مقادیر $\delta^{13}C$ ۹ - الی ‰12- بوده و در صورتی که در اکوسیستم با جامعه خالص C4 تشکیل شده باشد دارای مقادیر $\delta^{13}C$ ۱ - الی

‰3- می باشد (سرلینگ 1999). جامعه گیاهی C4 بدلیل دارا بودن پوششی حدود 40% سطح خشکی زمین که اغلب علفزارها و ساواناهای مناطق معتدله و حاره را تشکیل می دهند دارای اهمیت زیادی می باشند (سیج و همکاران 1999). استیونسون و همکاران (2005) با مطالعه ترکیب ایزوتوپی کربن ماده آلی و کربنات پدوژنیک در یک گرادیان زیست اقلیمی بیان می کنند که مقادیر $\delta^{13}C$ کربنات پدوژنیک از ۴ - الی ‰11- PDB تغییر می کند. در این مطالعه مقادیر $\delta^{13}C$ کربن آلی خاک نیز از ۲۴ - الی ‰26- PDB تغییر می یافت. مانگر و همکاران (2009) بیان می کنند که در بررسی های ایزوتوپی کربن در کربنات پدوژنیک بایستی به مقیاس مورد مطالعه توجه شود. این محققین بکارگیری هم زمان مقیاس های مختلف در سطوح بیوم، لندسکیپ، پروفیل خاک و ریزوسفر را توصیه می نمایند. اهداف اصلی این تحقیق بررسی ایزوتوپهای کربن در کربنات پدوژنیک در طول یک ترانسکت زیست اقلیمی و نیز ارائه روشی مناسب در دستیابی به مقادیر قابل قبول $\delta^{13}C$ در کربنات پدوژنیک می باشند.

مواد و روشها

نمونه برداری از افق های خاک و نیز کربنات پدوژنیک قابل مشاهده در طول یک ترانسکت زیست اقلیمی شامل بوته زارهای پراکنده مناطق خشک (بارندگی 250 میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا 1000متر) تا مناطق نیم خشک پوشیده از علفزارهای انبوه (بارندگی 350 میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا 1500متر) و بالاخره مناطق نیم مرطوب با جنگلهای انبوه (بارندگی 600 میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا 2500متر) در جنوب ایالت نیومکزیکو آمریکا انجام گرفت. تعداد 9 پروفیل خاک در این مطالعه در نظر گرفته شدند. از گیاهان غالب هر منطقه نیز نمونه برداری گردید. $\delta^{13}C$ نمونه های گیاه پس از خشک شدن در آون و پودر شدن توسط دستگاه اسپکترومتر جرمی مجهز به میکروآنالیزور کربن اندازه گیری گردید. $\delta^{13}C$ در کربنات های پدوژنیک قابل مشاهده که غالب موارد به صورت پندانت و در مواردی پودری بودند جداگانه بررسی گردیدند. برای مطالعه $\delta^{13}C$ در کربن آلی نمونه های خاک پودر شده در دو حالت بدون تیمار و نیز پس از اعمال اسید کلریدریک 10% توسط اسپکترومتر جرمی بررسی گردیدند و از طریق نسبت وزنی مقدار $\delta^{13}C$ کربنات های پدوژنیک مشخص گردید. صحت این روش توسط انجام آزمایش جداگانه بر روی نسبت های مشخصی از استانداردهای NBS و گرافیت اثبات گردید. گیاهان غالب منطقه خشک عمدتا بوته های C3 و بطور محدودتر علفهای C4 می باشد. در منطقه نیم خشک پوشش غالب را علفزارهای C4 تشکیل می دهد و در منطقه نیم مرطوب نیز پوشش جنگلی مخروطیان C3 غالب می باشد (شکل 1).



شکل 1. موقعیت مناطق زیست اقلیم مورد مطالعه که دارای 400 میلیمتر گرادیان بارندگی و 1200 متر گرادیان ارتفاع می باشند.

نتایج وبحث :

پوشش های غالب منطقه خشک گیاهان بوته ای (*Larrea tridentate*) Creosotebush بوده که دارای مقدار $\delta^{13}C$ ‰25/48- بوده و کاملاً گیاه C3 می باشد. منطقه نیم خشک علفزار غالب دارای $\delta^{13}C$ ‰14/48- می باشد که از گروه C3 به شمار می روند. در منطقه نیم مرطوب جنگلی مخروطیان نیز $\delta^{13}C$ ‰26/68- بوده و از گروه C3 به شمار می روند. مطالعه $\delta^{13}C$ در پدوژنیک کربنات در منطقه بیابانی نشان می دهد که در افقهای سطحی و نزدیک سطح دارای میانگین ‰ 7- بوده و حال آنکه در افقهای پتروکلسیک این مقدار تا حدود ‰ 2- افزایش می یابد. شواهد ژئومورفولوژیک و خاک در مطالعات مانگر و بستل مایر (2006) در این منطقه نشانگر این واقعیت می باشد که در مناطق بیابانی تیپ گیاهی علفی C4 بتدریج توسط بوته زارهای C3 جایگزین شده اند. شواهد ایزوتوپی حاصل از این مطالعه تاییدی بر گسترش بیابان زایی است. دلایل مختلفی چون خشکی بیشتر، چرای بیش از حد علفزارها و نیز فرسایش خاک از عواملی مهم در پسروی علفزار در این منطقه می باشد.

مقادیر بالای $\delta^{13}C$ در افق های پتروکلسیک نشان دهنده تشکیل آنها تحت جامعه گیاهی C4 بوده و در حالی که در افقهای بالاتر مقادیر $\delta^{13}C$ تحت تاثیر بوته زارهای C3 قرار داشته و در دامنه پایین تری قرار گرفته اند. در منطقه نیم خشک علفزار این مسئله با شدت متعادلتری دیده می شود به طوری که سیگنالهای $\delta^{13}C$ پدوژنیک کربنات بیشتر در محدوده بینابین جامعه گیاهی C4 و C3 قرار دارد. در منطقه جنگلی نیز $\delta^{13}C$ پدوژنیک کربنات دارای میانگین پایینی بوده که نشانگر تشکیل آن در جامعه گیاهی C3 می باشد.

مطالعه حاضر نشان داد که به دلیل پیچیدگی سیستم خاک نمی توان همیشه رابطه مستقیم بین $\delta^{13}C$ پوشش گیاهی و کربنات پدوژنیک انتظار داشت. این امر بیانگر موارد مهمی مانند درجه تجزیه ماده آلی، انتقال ماده آلی در افق های خاک، نسلهای مختلف آهک پدوژنیک، تغییرات ناگهانی تیپ پوشش گیاهی، فرسایش و رسوب و غیره می باشند که در صورت درک بیشتر از فرایندهای تکوین خاک و ژئومورفولوژی می توان اطلاعات با ارزشی از مطالعات ایزوتوپی کربن در پدوژنیک کربنات بدست آورد.

منابع:

Amundson, R, Chadwick, OA, Sowers, JM, and Doner, HE, 1988. Relationship between climate and vegetation and the stable carbon isotope chemistry of soils in the eastern Mojave Desert, Nevada. Quaternary Research 29:245–254.

Cerling, TE, 1984. The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate. Earth Planetary Science Letters 71:229–240.

Cerling, TE, 1999. Paleorecords of C 4 plants and ecosystems. Pages 445–469 in R. F. Sage and R. K. Monson, editors. C4 plant biology. Academic Press, San Diego, California, USA.

Craig, H, 1957. Isotopic standards for carbon and oxygen and correlation factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide. Geochimica et Cosmochimica Acta 59:2485–2489.

Eswaran, H, Reich, PF, Kimble, JM, Beinroth, FH, Padmanabhan, E, and Moncharoen, P, 2000. Global carbon sinks. Pages 15–26 in R. Lal, J. M. Kimble, H. Eswaran, and B. A. Stewart, editors. Global climate change and pedogenic carbonates. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Kelly, EF, Amundson, RG, Marino, BD, and DeNiro, MJ, 1991. Stable carbon isotopic composition of carbonate in Holocene grassland soils. Soil Science Society of America Journal 55:1651–1658.

Monger, HC, and Bestelmeyer, BT, 2006. The soil– geomorphic template and biotic change in arid and semiarid ecosystems. Journal of Arid Environments 65:207–218.

Monger, HC, Cole, DR, Buck, BJ, and Gallegos, RA, 2009. Scale and the isotopic record of C 4 plants in pedogenic carbonate: from the biome to the rhizosphere. Ecology,90: 1498–1511.

Nordt, L, 2003. Late Quaternary fluvial landscape evolution in desert grasslands of northern Chihuahua, Mexico. Geological Society of America Bulletin 115:596–06.

Quade, J, Cerling, TE, and Bowman, JR, 1989a. Development of Asian monsoon revealed by marked ecological shift during the latest Miocene in northern Pakistan. Nature 342:163–166.

Sage, RF, Wedin, DA, and Li, M, 1999. The biogeography of C 4 photosynthesis: patterns and controlling factors. Pages 313–373 in R. F. Sage and R. K. Monson, editors. C 4 plant biology. Academic Press, San Diego, California, USA.

Stevenson, BA, Kelly, EF, McDonald, EV, and Busacca, AJ, 2005. The stable carbon isotope composition of soil organic carbon and pedogenic carbonates along a bioclimatic gradient in the Palouse region, Washington State, USA. Geoderma 124:37–47.