محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳، شماره۳، پاییز ۱۳۹۹
صفحات ۴۵۷ تا ۴۷۰
Archive of SID

مقایسه تصاعد گازهای دی‌اکسیدکربن(CO_2) و متان(CH_4) در برخی کاربری‌های اراضی شهرستان بهبهان

صاحب خورده بین[۱]؛ سعید حجتی[۲*]؛ احمد لندی[۳] و ایمان احمدیان فر[۴]

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- دانشیارگروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- استادیارگروه عمران دانشگاه صنعتی خاتنم الانبیاء بهبهان

(تاریخ دریافت۹۸/۱۱/۰۸-تاریخ پذیرش۹۸/۱۲/۱۵)

چکیده:

هدف از این تحقیق بررسی میزان تصاعد گازهای دی‌اکسیدکربن(CO_2)و متان (CH_4) در برخی کاربری‌های موجود در منطقه مطالعاتی در دو فصل پاییز و بهار می‌باشد. منطقه مطالعاتی در بخشی از اراضی شهرستان بهبهان واقع در جنوب شرقی استان خوزستان واقع شده است. منطقه دارای کاربری‌های کشاورزی، مرتع و نخلستان بوده که عمده وسعت منطقه را اراضی با کاربری کشاورزی تشکیل می‌دهند که تحت کشت محصولات گندم، کلزا ، باقلا و یونجه قرار می‌گیرند. از این رو، محل نقاط برداشت نمونه‌های گازی به نحوی انتخاب گردید که همه کاربری‌ها با کشت‌های عمده منطقه را شامل گردد. از اتاقک های بسته ساکن جهت جمع‌آوری و برداشت نمونه‌های گازی استفاده گردید. طرح فاکتوریل بر پایه بلوک کاملا تصادفی با ۲ تکرار به عنوان طرح آماری انتخاب و در نرم افزار SAS ۲.۹ اجرا گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده گردید. نتایج نشان داد، که میانگین تصاعد گازهای کربنه بین کاربری‌های مختلف معنی‌دار است($P<۰/۰۵$) و بیشترین تصاعد گازهای کربنه در کاربری کشاورزی مشاهده گردید، به طوری کشت یونجه با میانگین۱/۰۹ (گرم کربن در متر مربع در روز) و باقلا با میانگین ۰/۵ (گرم کربن در متر مربع در روز) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تصاعد را در کاربری کشاورزی داشتند. پس از کاربری کشاورزی، اراضی با کاربری نخلستان با تصاعد ۰/۵۴ (گرم کربن در متر مربع در روز) و اراضی مرتعی با تصاعد ۰/۳۳ (گرم کربن در متر مربع در روز) قرار دارند. نتایج همچنین نشان داد، که میزان تصاعد گازهای دی‌اکسیدکربن در فصل بهار بیشتر از فصل پاییز می‌باشد ولی میزان تصاعد گازمتان فصل پاییز از فصل بهار بیشتر می‌باشد و به جز درصد شن، بین خصوصیات خاک و میزان تصاعد گازهای کربنه همبستگی معنی داری دیده نشد. نتایج این تحقیق نشان داد که تاثیر فصل و نوع کاربری بر میزان تصاعد گازهای کربنه بیشتر از خصوصیات خاک می‌باشد.

کلید واژگان: اتاقک بسته، تصاعد کربن، کاربری اراضی، گازهای گلخانه‌ای

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۶۱۳۳۳۶۴۰۵۴ و ۰۹۱۳۸۹۵۰۶۲۴ ایمیل: s.hojati@scu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

هر ساله نیمی از CO_2 انتشار یافته به اتمسفر توسط خاک، اقیانوس‌ها و گیاهان جذب می‌شود، از این رو، به‌عنوان منابع ذخیره طبیعی کربن محسوب می‌شوند و نیم دیگر دی‌کسیدکربن در اتمسفر باقی مانده و باعث افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر می‌شوند (Busse *et al.*, 2009). افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای[1](GHG) در اتمسفر سبب تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی می‌گردد که در بین گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن از مهمترین گازهای موجود می‌باشد (Lal, 2004). خاک‌های کشاورزی منبع اصلی گازهای گلخانه‌ای اتمسفر و مشارکت کننده اصلی تغییرات اقلیمی جهانی هستند و در میان آنها دی‌اکسیدکربن به تنهایی ۲۰ درصد از گازهای گلخانه‌ای متصاعد شده از اراضی کشاورزی را شامل می‌شود تقریباً به طور متوسط سالیانه ۳۱٪ از کل دی‌اکسیدکربن آزاد شده به اتمسفر، از اراضی زراعی آزاد می‌شوند، که بیشترین مقدار دی‌اکسیدکربن رها شده نسبت به سایر اراضی می‌باشند و پس از آن اراضی مرتعی قرار دارند. کمترین میزان انتشار CO_2 از اراضی جنگلی آزاد می‌شوند که تقریباً ۱۸٪ از کل انتشارCO_2 سالانه را شامل می‌شود (Kurganova *et al.*, 2003). برای کاهش گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر، می‌توان آنها را به صورت کربن آلی در خاک و زی‌توده گیاهی، حبس و ترسیب نمود. توانایی گیاهان و خاک برای جذب دی‌اکسیدکربن از اتمسفر و ذخیره آن به صورت کربن در چوب، ریشه، برگ و خاک را ترسیب کربن می‌گویند (Omonode and Vyn, 2006). تصاعد کربن فرآیند بازگشت کربن تثبیت شده از خاک به اتمسفر طی تنفس خاک می‌باشد (Sainju *et al.*, 2008). در فرآیند تصاعد کربن خاک به اتمسفر، کربن به صورت ترکیبات مختلف که عمدتاً شامل دی‌اکسیدکربن و متان می‌باشند، در اثر تنفس ریشه گیاهان و تنفس و فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود درخاک از سطح خاک به اتمسفر باز می‌گردند (Galbally *et al.*, 2008; Henderson *et al.*, 2004). اندازه‌گیری تصاعد گازهای کربنه جهت بررسی روند گرمایش جهانی و سیکل کربن بسیار مهم می‌باشد (Tan and Lal, 2005). توقف کربن در خاک و جلوگیری از تصاعد آن یک روش سریع برای کاهش کربن اتمسفر می‌باشد، که تا پیدا شدن روش و راهکاری مناسب، می‌توان از آن برای کاهش گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر استفاده نمود (Lal *et al.*, 2000). اراضی کشاورزی و مراتع با دار بودن مساحت زیادی که دارند، می‌توانند در ترسیب و ذخیره کربن در زیتوده گیاهی و کاهش گازهای گلخانه‌ای نقش بسزایی داشته باشد (Schwinning and Sala, 2004). در تحقیق دیگری Zalaghi و همکاران (۲۰۰۹) تصاعد گازهای متان و دی‌اکسیدکربن را از خاک‌های زیر کشت برنج و گندم بررسی نمودند. نتایج نشان داد، برنج تولید کننده گاز متان است و میزان متوسط گاز متان متصاعد شده از خاک زیر کشت برنج ۲/۲۲ میلی‌گرم کربن در متر مربع در روز است و گندم جذب کننده گاز متان به میزان ۰/۱۱میلی‌گرم بر متر مربع در روز است. نتایج تحقیقات Chen و همکاران (۲۰۱۹) در اکوسیستم های مرتعی حوضه رودخانه زیلین در نزدیکی مغولستان نشان داد که، میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در مناطق استپی بین ۰ تا ۹۲

1- Greenhouse gases

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌گرم‌کربن در مترمربع در ساعت و در مراتع بین ۰ تا ۱۱۰ میلی‌گرم‌کربن در متر مربع در ساعت می‌باشد. Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۳) اثر روش‌های خاکورزی و آبیاری را بر تصاعد دی‌اکسیدکربن در کشت گندم در شمال خوزستان مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند، که میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن تحت تاثیر سیستم‌های خاکورزی و آبیاری قرار می‌گیرد، به طوری که، در خاکورزی سنتی و سیستم آبیاری غرقابی، تصاعد بیشتری را گزارش کردند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز بر میزان ترسیب و تصاعد گازهای گلخانه‌ای نقش بسزایی دارند. به طوری که، جریان هوا بین اتمسفر و خاک به شدت تحت تاثیر این خصوصیات قرار می‌گیرند و با تاثیر بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و ریشه گیاهان، مستقیماً بر تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر می‌گذارند (Smith *et al.*, 2003; Hao *et al.*, 2010). انتشار گاز، به درجه حرارت و تخلخل تهویه‌ای خاک نیز (که رابطه معکوس با مقدار آب خاک دارد) بستگی دارد. تخلخل خاک، حرکت گازها بین اتمسفر و خاک را کنترل کرده و به طور غیر مستقیم با تاثیرگذاری بر هوادهی خاک، ظرفیت فرآیندهای میکروبی را کنترل می‌کند (Wang and Fang, 2009; Hao *et al.*, 2010).

نتایج تحقیقات Matysek و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که، با افزایش رطوبت خاک، میزان انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد و بنابراین بهتر است قبل و بعد از عملیات کشت، رطوبت خاک افزایش یابد تا تصاعد این گاز کربنه کاهش یابد. در عین حال در چندین مطالعه هیچ ارتباطی بین مقدار آب خاک و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مشاهده نشده است (Lafleur *et al.*, 2005; Muhr *et al.*, 2016). در تحقیق دیگری که توسط Zornoza و همکاران (۲۰۱۸) انجام گرفت، اعلام نمودند که وجود موادآلی در خاک و تجزیه آنها، سبب افزایش تصاعد گازهای گلخانه‌ای از خاک می‌شوند. همچنین اعلام نمودند که، مهمترین عامل در تسریع تجزیه مواد آلی خاک (SOM)[1]، در دسترس بودن آب و درجه حرارت آب است، زیرا رطوبت خاک، فعالیت میکروبی را افزایش داده و این امر باعث کانی‌سازی موادآلی و افزایش انتشار گاز CO_2 به اتمسفر می‌شود، که اجرای سیستم کم آبیاری تنظیم شده[2] (RDI) در اکوسیستم‌های کشاورزی، منجر به کاهش محتوای آب خاک در برخی از دوره‌های زراعی می‌شود، که این امر کانی‌سازی موادآلی توسط جوامع میکروبی را کاهش داده و درنتیجه انتشار گار گلخانه‌ای از خاک را کاهش می‌دهد. نتایج تحقیقات Humphreys و همکاران (۲۰۱۹) در خصوص تاثیر گرادیان ماده آلی خاک در انتشار گاز متان در کشت برنج خاک‌های الفی‌سول در منطقه آرکانزانس آمریکا نشان داد که با افزایش مقدار ماده آلی خاک، میزان انتشار گاز متان افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان داده است که توپوگرافی نیز اثر معنی‌داری روی ترسیب و تصاعد کربن دارد. به طوری که، برآمدگی‌ها سبب افزایش تصاعد دی‌اکسیدکربن و فرورفتگی‌ها سبب افزایش ترسیب متان می‌شود(Song *et al.*, 2017). Andrewsو همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که دی‌اکسیدکربنی که از تنفس خاک آزاد می‌شود تقریباً ۳۰ تا ۵۰ درصد آن، دی‌اکسیدکربنی است که از تنفس ریشه آزاد می‌شوند و مابقی آن از تنفس موجودات ریز

1- Soil Organic Matter
2- Regulated Deficit Irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

خاک حاصل می‌شود. آنها همچنین گزارش دادند که بیشتر بودن آزادسازی دی‌اکسیدکربن در کشتزارهای گندم نسبت به کلزا، به دلیل نسبت بالای ریشه تولید شده درکشتزار گندم (به دلیل فشردگی بالاتر) نسبت به کشتزار کلزا می‌باشد، که سبب افزایش بیشتر تنفس ریشه گیاه گندم و در نتیجه افزایش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود.

از آنجایی که گاز متان CH_4 و مخصوصا دی‌اکسید کربن CO_2 از مهمترین گازهای گلخانه‌ای در افزایش گرمای زمین می‌باشند و تقریبا به طور متوسط سالیانه بیش از ۵۰ درصد از کل دی‌اکسیدکربن و متان آزاد شده به اتمسفر، از اراضی زراعی و مرتعی آزاد می‌شوند (Kurganova *et al.*, 2003) ، از این رو این تحقیق به منظور بررسی میزان تصاعد گازهای کربنه از سطح خاک به اتمسفر در دو فصل پاییز و بهار درکاربری‌های موجود در بخشی از اراضی شهرستان بهبهان واقع در جنوب شرقی استان خوزستان انجام گرفت.

۲.مواد وروش ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی در ناحیه‌ای به وسعت حدود ۳۱۷۸ هکتار در ۲۰ کیلومتری شهرستان بهبهان به مختصات ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه منطقه، ۳۲۳ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالیانه، ۲۵درجه سانتیگراد و میانگین تبخیر سالیانه ۳۸۱۸ میلی‌متر می‌باشد. منطقه دارای رژیم رطوبتی و حرارتی به ترتیب یوستیک و هایپرترمیک می‌باشند (Amirian Chakan *et al.*, 2017). منطقه دارای کاربری کشاورزی، مرتع و نخلستان می‌باشد. کاربری کشاورزی، با وسعت ۲۸۸۳/۳۴ هکتار عمدتاً تحت کشت محصولات گندم، کلزا، باقلا و یونجه قرار می‌گیرند. اراضی مرتعی منطقه دارای ۱۹۹/۸۴ هکتار بوده و بیشتر شامل گیاه پنیرک، استیپا و تا حدودی جو وحشی و خاکشیر می‌باشند. اراضی نخلستان نیز ۹۳/۲۸ هکتار از اراضی منطقه را پوشش می‌دهند و شامل ارقام خاصی، حاج محمدی و کبکاب می‌باشند.

۲.۲.نمونه‌برداری از خاک و آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی

پس از مشخص شدن نقاط جهت برداشت نمونه‌های گازی، در نقاط مورد نظر، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. پس از خشک کردن نمونه‌ها در هوای آزاد و کوبیدن آنها، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، درصد رطوبت به روش وزنی(Famiglietti *et al.*, 1998)، میزان pH در نسبت آب – خاک (۱:۱) با استفاده از دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی در نسبت آب و خاک (۱:۱) و با استفاده از دستگاه EC متر (Soil Survey Laboratory Staff, 2016) و کربن آلی خاک با روش تیتراسیون محاسبه گردید (Wakley and Black, 1934).

۳.۲. برداشت نمونه‌های گازی

جهت بررسی میزان تصاعد گازهای CO_2 و CH_4 ، ۲۰ نقطه از منطقه مورد مطالعه در کاربری‌های موجود در منطقه که شامل کشاورزی، مرتع و نخلستان بود انتخاب گردید. انتخاب نقاط به نحوی انجام گرفت که مناطق کشاورزی که وسعت قابل توجهی از منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شوند و دارای انواع مختلف کشت از جمله گندم، یونجه، کلزا و باقلا می‌باشد، تعداد نمونه بیشتری برداشت گردد. نمونه‌برداری از گازهای

www.SID.ir

Archive of SID

متصاعد شده در نقاط تعیین شده، در دو فصل پاییز و بهار انجام گرفت و در مجموع ۴۰ نمونه گازی در دو فصل برداشت گردید. جهت برداشت نمونه‌های گازی متصاعد شده، از اتاقک های بسته ساکن[1] استفاده گردید. دمای داخل اتاقک ها به وسیله دماسنج جیوه‌ای که در قسمتی از بدنه اتاقک‌ها تعبیه شده بود، اندازه‌گیری گردید. به منظور کاهش اثر گرمای محیط و عدم تاثیر آن بر دمای داخل اتاقک، اطرف اتاقک‌های بسته با پشم شیشه پوشانده شد. لازم به ذکر است که برداشت نمونه‌های گازی فصل پاییز در کاربری کشاورزی بعد از انجام عملیات شخم و پیش از کاشت محصولات صورت گرفت. به منظور تعیین زمان حداکثر تجمع گازهای گلخانه‌ای، نمونه‌برداری از اتاقک بسته شاهد، به‌وسیله سرنگ، در زمان‌های ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ ساعت انجام گردید. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت در ویال‌های مخصوص تزریق و درپوش ویال‌ها بوسیله پارافیلم پوشانده شدند و در ظروف حاوی یخ قرار داده شدند تا از خروج گازها از ویال‌ها جلوگیری به‌عمل آید. پس از آن، بلافاصله نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل GC 2560 موجود در گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه شهید چمران اهواز قرائت شدند. دستگاه کروماتوگرافی گازی، نوع گازها و مقدار پی‌پی‌ام حجمی نمونه‌ها را قرائت نموده و سپس بر اساس حجم اتاقک بسته، دمای خاک در حین برداشت نمونه گازی و وزن مولی گازها، مقدار گازهای متصاعد شده، بر حسب جرم در واحد سطح و زمان ($\frac{mg}{m^3}$) از رابطه ۱ محاسبه گردید (Yarahmadi, *et al.*, 2013).

رابطه (۱) $Vm=(Vv)(12/187)(Mv)/(273/15+t)$

در رابطه ۱ V_v عدد قرائت شده دستگاه برحسب ppm، V_m میزان تصاعد گاز بر حسب mg/m^3 ، t دمای خاک هنگام نمونه‌برداری بر حسب درجه سانتی‌گراد و M_v وزن مولی گاز مورد نظر برحسب mol/kg است. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها، مشخص گردید حداکثر تصاعد کربن در ۶ ساعت پس از نصب اتاقک بسته حاصل می‌گردد (شکل۱). بر این اساس نمونه‌برداری از اتاقک‌های بسته در ۲۰ نقطه مورد نظر در هر فصل پس از گذشت ۶ ساعت از نصب اتاقک‌های بسته انجام گرفت. پس از طی این زمان، به وسیلهٔ سرنگ ۲۰ میلی‌لیتری که به نوک آن سه راهی مخصوص نمونه‌گیری نصب شده بود، نمونه‌برداری از هوای درون اتاقک انجام گرفت. به منظور تعیین میزان گاز درون اتاقک‌های بسته قبل از نمونه‌برداری، همزمان با نمونه‌گیری از اتاقک‌ها، از هوای آزاد اطرف اتاقک‌ها نیز یک نمونه گازی به عنوان نمونه شاهد تهیه شد. میزان گاز محاسبه شده از نمونه شاهد از اعداد قرائت شده گاز درون اتاقک بسته کسر گردید تا میزان خالص تصاعد گاز از خاک به‌دست آید. در صورتی که گاز محاسبه شده از درون اتاقک بسته کمتر از نمونه هوای آزاد باشد، یک تصاعد گاز منفی به دست می‌آید که نشان دهندهٔ جذب آن گاز توسط خاک از اتمسفر می‌باشد.

۴.۲. شناسایی گازهای کربنه متصاعد شده (CO_2، CH_4) از سطح خاک‌ها

در این تحقیق نمونه‌های گازی بوسیله اتاقک‌های بسته در فصل پاییز سال ۱۳۹۷ و بهار ۱۳۹۸ جمع‌آوری شدند (شکل ۱). پس از جمع‌آوری نمونه‌های گازی در نقاط مشخص شده، اندازه‌گیری گازهای متصاعد شده از سطح خاک بلافاصله توسط دستگاه کروماتوگرافی

1 - Closed Static Chamber

www.SID.ir

Archive of SID

گازی انجام گرفت. بدین منظور نمونه‌ها، توسط سرنگ مخصوص، داخل انژکتور دستگاه تزریق شدند. در بخش انژکتور دستگاه، نمونه‌ها به بخار تبدیل و با فاز متحرک مخلوط و وارد ستون دستگاه شده و در زمان-های مختلف به وسیله گاز بی اثر از ستون خارج می‌شوند. مولکولی که سست‌تر جذب ستون شده باشد، زودتر و مولکولی که با قدرت بیشتری جذب ستون شده، دیرتر از آن خارج می‌شود و بدین طریق اجزا مخلوط از یکدیگر جدا می‌شوند. پس از آن مولکول‌ها جهت شناسایی وارد آشکارساز شده که یکی از آشکارسازهایی که در GC مورد استفاده قرار می‌گیرد آشکارساز یونش شعله‌ای [1](FID) می‌باشد. نمونه‌ها در شعله دیتکتور می‌سوزند و ایجاد یون و الکترون می‌کنند که غلظت نمونه متناسب با میزان جریان الکترونی است که از آشکارساز عبور می‌کند. پس از ثبت عدد قرائت شده توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی، عدد با دمای اتاقک تصحیح و بر اساس حجم اتاقک و مدت زمان نصب اتاقک‌ها، مقدار تصاعد گازها بر حسب جرم در واحد سطح و زمان بر اساس رابطه ۱ به وسیله نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ محاسبه گردید. جهت بررسی معنی‌داری اثر کاربری‌های مختلف بر میزان تصاعد گازهای کربنه، آنالیز تجزیه واریانس در نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت (جدول ۱).

شکل۱- نمایی از نصب اتاقک بسته در کاربری‌های مختلف

۵.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نرمال بودن توزیع داده‌های میزان تصاعد گازهای کربنه، توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد تایید قرار گرفت. داده‌های آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کاملا تصادفی با دو تکرار تجزیه و تحلیل شدند. فاکتورهای آزمایش شامل نوع کاربری و نوع فصل به ترتیب در شش و دو سطح بود. صفات اندازه‌گیری شده نیز شامل میزان گاز متان (CH_4) و دی‌اکسیدکربن (CO_2) متصاعد شده بود. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه شماره ۹/۲ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ($P<۰/۰۵$) صورت گرفت و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ ترسیم شد. جهت تعیین درجه اهمیت خصوصیات خاک در میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای از مدل خطی خودکار در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

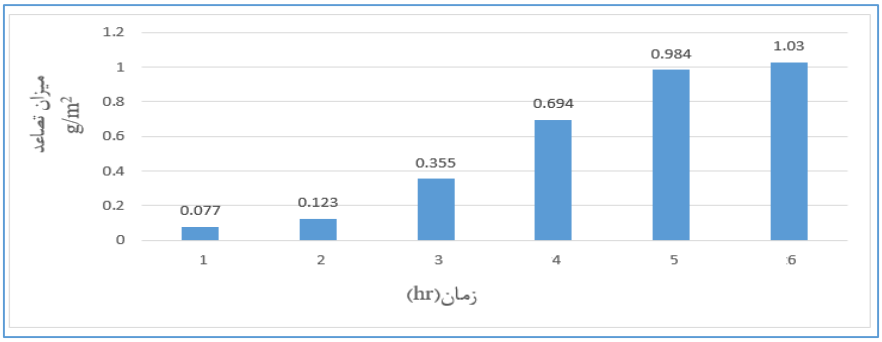
1- Flame Ionization Detector

www.SID.ir

Archive of SID

۳.نتایج

از آنجایی که زمان عامل بسیار مهمی در میزان تجمع گازهای متصاعد شده از خاک می‌باشد، جهت مشخص شدن زمان حداکثر تجمع نمونه‌های گازی در اتاقک بسته، در زمان‌های ۱ تا ۶ ساعت، نمونه‌برداری از داخل فضای اتاقک‌های بسته به وسیلهٔ سرنگ ۲۰ میلی‌لیتری که نوک آن سه راهی مخصوص نمونه‌گیری نصب شده بود، انجام گرفت و میزان تصاعد گاز کربنه آنها اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که حداکثر تجمع گازهای کربنه در داخل اتاقک بسته بعد از گذشت ۶ ساعت صورت می‌گیرد (شکل ۲). نتایج همچنین نشان داد، که میانگین تصاعد گاز CH_4 و CO_2 در کاربری‌های مختلف در فصل پاییز و بهار در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P<۰/۰۵$) (جدول ۱).



شکل۲- میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن در زمان‌های مختلف

جدول۱- جدول آنالیز واریانس (ANOVA) میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای در کاربری‌های مختلف

منبع تغییرات	Df	مجموع مربعات (CH_4)	مجموع مربعات (CO_2)	میانگین مربعات (CH_4)	میانگین مربعات (CO_2)
نوع کاربری	۵	۲/۷۴	۰/۸۰۰	۰/۵۴۳**	۰/۱۶۰**
فصل	۱	۱/۴۳	۰/۱۶۳	۱/۴۲۷**	۰/۱۶۳**
اثر متقابل	۵	۰/۵۰۷	۰/۰۷۴	۰/۱۰۱**	۰/۰۰۳۲ **
خطا	۱۱			۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۲
ضریب تغییرات				۴/۵۰	۸/۶۷

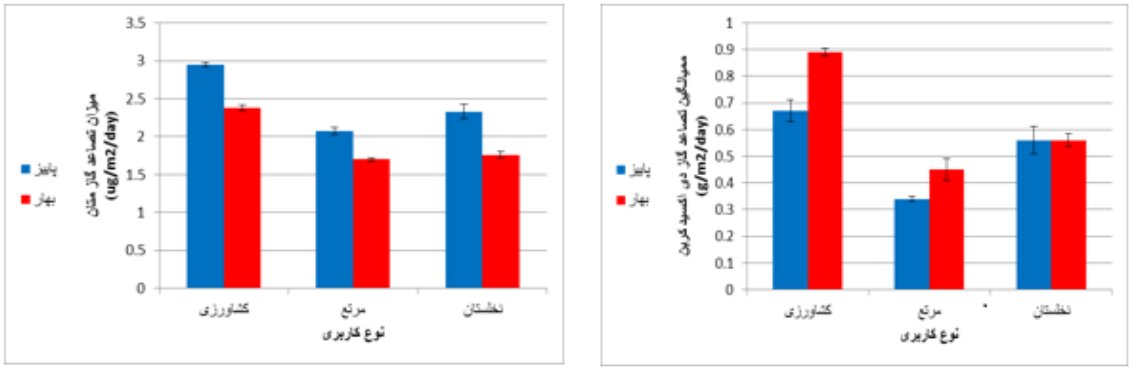
** معنی داری در سطح ۰/۰۵

نتایج مقایسه میانگین میزان تصاعد گاز CO_2 در دو فصل پاییز و بهار شکل ۳ نشان می‌دهد، که میانگین میزان تصاعد این گاز در فصل بهار در کاربری کشاورزی و مرتع بیشتر از فصل پاییز می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل کاربری‌های مختلف در دو فصل پاییز و بهار در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار است (شکل ۴). توصیف آماری میزان تصاعد گاز CH_4 و CO_2 در کاربری‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. با مقایسه میانگین تصاعد گاز CO_2 و CH_4 در کاربری‌های مختلف، مشاهده شد که بیشترین تصاعد گازهای کربنه به ترتیب در کاربری کشاورزی، نخلستان و مرتع صورت می‌گیرد. نتایج همچنین نشان داد، که در بین کشت‌های مختلف در کاربری کشاورزی، یونجه با ۱/۰۹ گرم کربن بر مترمربع در روز بیشترین تصاعد CO_2 را دارد و پس از آن به ترتیب گندم، کلزا و باقلا قرار قرار دارند. به منظور بررسی تاثیر

www.SID.ir

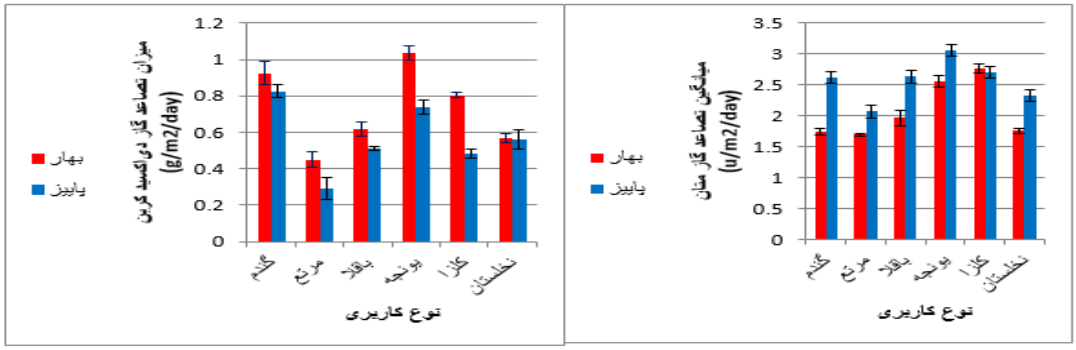
Archive of SID

تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر میزان تصاعد گازهای کربنه در دو فصل بهار و پاییز، از تحلیل رگرسیون چندگانه با استفاده از نرم افزار SPSS استفاده گردید. درابتدا وجود یا عدم وجود رابطه هم‌خطی بین متغیرهای خاکی بررسی گردید که با توجه به مقادیر آماره میزان تحمل[1] و عامل تورم واریانس[2] (VIF) (که شدت همخطی چندگانه را در تحلیل رگرسیون ارزیابی می‌کند)، عدم وجود هم‌خطی بین متغیرهای خاکی تایید گردید. نتایج نشان داد، که به جز درصد شن، برای تصاعد گاز CO_2 در فصل بهار و پاییز، همبستگی معنی‌داری بین خصوصیات خاک و میزان تصاعد دیگرگازهای کربنه وجود ندارد که نتایج آن در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. درجه اهمیت خصوصیات خاک در میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن و متان در دو فصل بهار و پاییز نیز در شکل ۵ و ۶ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که برای گاز CO_2 در هر دو فصل بهار و پاییز درصد شن بیشترین تاثیر را بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن دارد. نتایج درجه اهمیت خصوصیات خاک بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن شکل ۵ همچنین نشان داد، که نوع کاربری و دمای خاک بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن فصل پاییز در مقایسه با فصل بهار دارای اهمیت بیشتری می‌باشد. نتایج درجه اهمیت خصوصیات خاک در میزان تصاعد گاز متان شکل۶ نیز نشان داد، که بیشترین درجه اهمیت را به ترتیب نوع کاربری، دمای خاک و رطوبت خاک دارند.



شکل ۳- میانگین تصاعد گاز دی‌اکسید کربن و متان در فصل پاییز و بهار در کاربری‌های مختلف

شکل ۴- مقایسه اثر متقابل میانگین تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن و متان در فصل پاییز و بهار در کاربری و کشت‌های مختلف



1- Tolerance

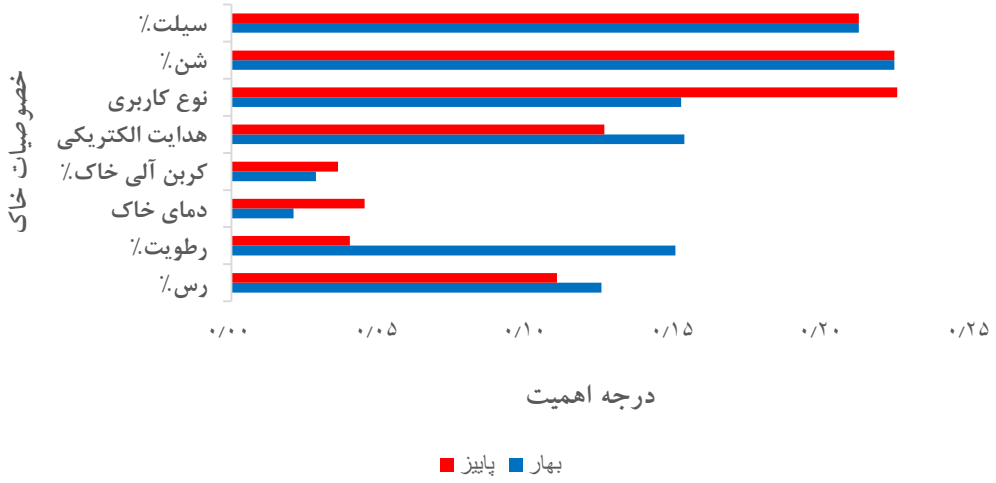
2- Variance Inflation Factor

www.SID.ir

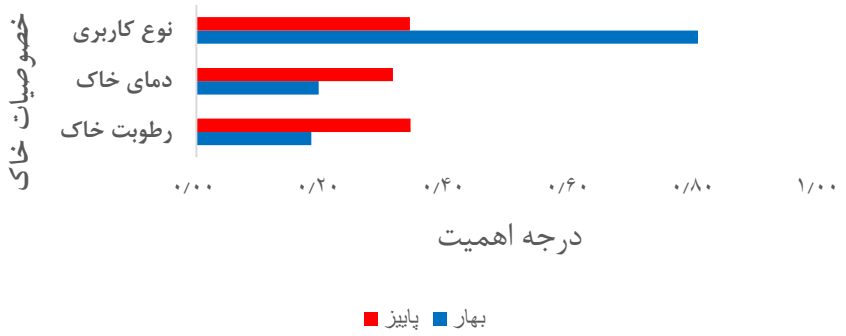
Archive of SID

جدول۲- توصیف آماری میزان تصاعد گاز CH_4 و CO_2 در کاربری های مختلف

فصل	نوع گاز	کاربری	تعداد	میانگین	انحراف معیار استاندارد	خطای استاندارد	حداقل	حداکثر
بهار	CH_4	کشاورزی	۱۱	۲/۲۶۲۱	۰/۶۳۳۹۳	۰/۱۹۱۱۴	۱/۲۱	۳/۵۲
		نخلستان	۲	۱/۷۱۷۸	۰/۱۶۸۶۶	۰/۱۱۹۲۶	۱/۶۰	۱/۸۴
		مرتع	۲	۱/۶۸۷۸	۰/۷۳۸۳۵	۰/۵۲۲۰۹	۱/۱۷	۲/۲۱
	CO_2	کشاورزی	۱۱	۰/۸۸۰۶	۰/۲۳۷۱۶	۰/۰۷۱۵۱	۰/۴۷	۱/۱۵
		نخلستان	۲	۰/۵۴۳۵	۰/۳۱۳۵	۰/۰۲۲۱۷	۰/۵۲	۰/۵۷
		مرتع	۲	۰/۴۱۳۳	۰/۱۵۳۵	۰/۰۱۰۸۵	۰/۴۰	۰/۴۲
پاییز	CH_4	کشاورزی	۱۱	۲/۹۸۹۶	۰/۵۳۳۱۰	۰/۱۶۰۷۳	۲/۳۸	۴/۴۳
		نخلستان	۲	۲/۲۴۹۸	۰/۹۷۸۷	۰/۰۶۹۲۱	۲/۱۸	۲/۳۲
		مرتع	۲	۲/۰۳۷۳	۰/۱۵۹۱۴	۰/۱۱۲۵۳	۱/۹۲	۲/۱۵
	CO_2	کشاورزی	۱۱	۰/۶۷۸۳	۰/۲۱۴۵۷	۰/۰۶۴۷۰	۰/۳۸	۱/۰۳
		نخلستان	۲	۰/۵۱۶۸	۰/۰۳۳۰۸	۰/۰۲۳۳۹	۰/۴۹	۰/۵۴
		مرتع	۲	۰/۳۳۲۵	۰/۰۰۳۳۷	۰/۰۰۲۳۸	۰/۳۳	۰/۳۳



شکل ۵- درجه اهمیت خصوصیات خاک بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن



شکل ۶-درجه اهمیت خصوصیات خاک بر میزان تصاعد گاز متان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه خصوصیات خاک برای پیش‌بینی میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن

متغییرهای پیش بینی	B	Std Error	Beta	T	P- Value	فصل
مقدار ثابت	۰/۱۱۷	۹/۰۶۰	-	۰/۰۱۳	۰/۹۹۰	
آهک٪	-۰/۰۲۲	۰/۱۱۰	-۰/۰۲۵	-۰/۱۱۵	۰/۹۱۱	
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	-۰/۱۷۲	۰/۳۶۲	۰/۱۱۵	۰/۴۷۸	۰/۶۴۴	
هدایت الکتریکی (dS/m)	-۰/۰۰۷	۰/۳۶۹	-۰/۰۳۵	-۰/۰۱۸	۰/۹۱۷	
واکنش خاک	۰/۰۵۴	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۳۳۴	۰/۷۴۶	پاییز
رس٪	۰/۰۰۴	۰/۱۶۲	۰/۱۶۰	۰/۵۶۵	۰/۵۸۶	
شن٪	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸	۰/۶۱۴	۲/۸۹۴	۰/۰۱۸**	
کربن آلی خاک٪	۰/۱۳۲	۰/۱۳۹	۰/۱۷۵	۰/۹۵۰	۰/۳۴۶	
	Adj. R^2 = ۰/۶۹۵		R^2 =۰/۸۳۸	R=۰/۹۱۶		
مقدار ثابت	-۰/۱۷۳	۱/۵۷۶	-	-۰/۱۱۰	۰/۹۱۵	
هدایت الکتریکی (dS/m)	-۰/۰۳۴	۰/۰۵۳	-۰/۱۳۸	-۰/۶۵۲	۰/۵۳۲	
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	-۰/۱۶۹	۰/۳۶۳	-۰/۰۹۶	-۰/۴۶۴	۰/۶۵۵	
واکنش خاک	-۰/۰۹۹	۰/۱۵۶	-۰/۰۰۹	-۰/۰۵۹	۰/۹۵۵	بهار
رس٪	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۲۷۰	۱/۷۰۰	۰/۱۲۷	
شن٪	۰/۰۲۷	۰/۰۰۷	۰/۵۳۸	۳/۷۳۹	۰/۰۰۶**	
کربن آلی خاک٪	۰/۰۳۲	۰/۱۰۵	۰/۰۳۶	۰/۳۰۳	۰/۷۷۰	
	Adj.R^2 = ۰/۸۶۶		R^2 =۰/۹۳۷	R =۰/۹۶۸		

**نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ آزمون دانکن می‌باشد.

۴.بحث ونتیجه‌گیری

این مطالعه جهت بررسی تاثیر نوع کاربری بر میزان تصاعد گازهای کربنه به خصوص CO_2 و CH_4 انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین میزان تصاعد گاز CO_2 در دو فصل پاییز و بهار شکل ۳ نشان داد، که میانگین میزان تصاعد این گاز در فصل بهار در کاربری کشاورزی و مرتع بیشتر از فصل پاییز می‌باشد. که می‌توان آن را اینگونه تفسیر کرد که، دمای بالای خاک در فصل بهار (۳۷ درجه) باعث افزایش تنفس ریشهٔ گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاک شده و تصاعد بیشتر گاز را سبب شده است. Sadeghipour و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش دما را عامل افزایش تنفس ریشه گیاهان دانسته و آن را دلیل اصلی افزایش میزان تصاعد گاز اعلام نمودند. Negassa و همکاران (۲۰۱۵) هم همبستگی مثبت و شدیدی بین دمای خاک و میزان انتشار گاز CO_2 پیدا کردند. Chen و همکاران (۲۰۱۹) نیز اعلام نمودند که دمای بالا و شرایط مناسب آب می‌تواند تنفس خاک را به شدت ارتقا بخشد و اعلام نمودند که آب زیاد در خاک و اشباع شدن آن سبب کاهش سرعت تنفس و کاهش میزان تصاعد از خاک می‌شود. نتایج همچنین نشان داد که میزان تصاعد گاز CH_4 در فصل پاییز از فصل بهار بیشتر می باشد شکل

www.SID.ir

Archive of SID

۴ که می‌تواند به دلیل رطوبت بیش از حد خاک در زمان نصب اتاقک‌ها در فصل پاییز باشد. نتایج تحقیقات Mousavi و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که میزان تصاعد گاز CH_4 در اکتبر (اوایل مهر تا اوایل آبان) که خاک مرطوب است بیشتر از ماه مارس (اوایل اسفند تا اوایل فروردین) می‌باشد. تغییر شرایط و ویژگی‌های خاک سبب افزایش تصاعد گازهای کربن از سطح خاک می‌شود که این مسئله در اراضی کشاورزی تحت کشت قابل توجه است (Jabro *et al.*, 2008). در مطالعه حاضر نیز بیشترین میزان تصاعد گازهای کربنه در اراضی کشاورزی مشاهده گردیده است که یکی از دلایل اصلی آن بیشتر بودن مقدار رطوبت خاک در دو فصل پاییز و بهار در این کاربری (به ترتیب ۱۸/۰۳ و ۱۴/۱۴ درصد) نسبت به کاربری مرتع و نخلستان (به ترتیب برای مرتع ۱۳/۵ و ۶/۵ و برای نخلستان ۱۵/۵ و ۱۰/۲۵) می‌باشد که سبب بالا رفتن میزان تنفس و فعالیت میکروبی و درنتیجه افزایش میزان تصاعد گازهای کربنه شده است. Sainju و همکاران (۲۰۰۸) نیز به این دلیل میزان تصاعد کربن در اراضی آبیاری شده را ۱۳ درصد بیش از کشت دیم محاسبه کردند. از آنجایی که در کاربری کشاورزی، جهت کشت محصولات زراعی، عملیات خاکورزی در فصل پاییز انجام می‌گیرد، می‌توان یکی دیگر از دلایل بالا بودن میزان تصاعد گاز CO_2 در فصل پاییز در کاربری کشاورزی را، برداشت نمونه‌های گازی بعد از عملیات خاکورزی فصل پاییز در این کاربری نسبت به کاربری‌های دیگر دانست. Buragienė و همکاران (۲۱۰۹) نیز در مطالعات خود در دانشگاه الکساندراس لیتوانی در خصوص تاثیر عملیات خاکورزی فصل پاییز بر تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن، اعلام نمودند که انتشار و تصاعد گاز CO_2 بلافاصله پس از عملیات شخم پاییز افزایش می‌یابد. از بین کاربری‌های کشاورزی، کشت یونجه با میانگین ۱/۰۹ گرم‌کربن در مترمربع در روز و کشت باقلا با میانگین تصاعد ۰/۶۲ گرم‌کربن بر مترمربع در روز به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تصاعد گاز CO_2 را دارند که یک دلیل بالا بودن میزان تصاعد در کشت یونجه و گندم نسبت به کلزا و باقلا، بیشتر بودن حجم ریشه این گیاهان نسبت به دیگر محصولات می‌باشد که نتایج این تحقیق با نتایج دیگر محققین از جمله Andrews و همکاران (۱۹۹۹) و Bowden و همکاران (۱۹۹۳) مطابقت دارد.

نتایج تصاعد گاز CH_4 در دو فصل بهار و پاییز در کاربری‌های مختلف نشان داد، که میزان تصاعد این گاز هرچند ناچیز می‌باشد ولی میزان تصاعد آن در فصل پاییز بیشتر از بهار می‌باشد که این موضوع را می‌توان به رطوبت بیشتر خاک در فصل پائیز در مقایسه با فصل بهار نسبت داد. نتایج نشان داد که برای گاز CO_2 در هر دو فصل بهار و پاییز درصد شن بیشترین تاثیر را بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن دارد که احتمالا درصد شن با تاثیر بر میزان تهویه خاک سبب افزایش میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن شده است. مطالعات Schimel و همکاران (۱۹۸۵) نیز نشان دادند، که تنفس بالا در خاک های شنی منجر به مقادیر کم ذخیره کربن خاک در مقایسه با خاک های رسی که هدر رفت تنفسی کمتری دارند، می‌شود. Henderson و همکاران(۲۰۰۴) نیز در مطالعات خود نشان دادند که خاک های ریز بافت نسبت به خاک های درشت بافت پتانسیل بیشتری در ذخیره کربن دارند.

درجه اهمیت خصوصیات خاک در میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن نشان داد، که نوع کاربری و دمای خاک بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن فصل پاییز در

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه با فصل بهار دارای اهمیت بیشتری می‌باشد که در واقع دمای پایین فصل پاییز، با کاهش فعالیت میکروبی اثر منفی بر میزان تصاعد گاز دی‌اکسید کربن داشته است. نتایج نشان داد،که با افزایش pH خاک، میزان انتشار گاز CO_2 در کاربری کشاورزی که کشت آنها پس از خاکورزی فصل پاییز انجام شده است، افزایش یافته است. Buragienė و همکاران (۲۱۰۹) نیز اعلام نمودند با افزایش pH خاک میزان انتشار گاز CO_2 پس از خاکورزی فصل پاییز، افزایش می‌یابد. محققان دیگر نیز دریافتند که انتشار گاز CO_2 خاک به طور قابل توجهی با pH خاک رابطه دارد (Chaplot et al., 2015,). نتایج همچنین حاکی از آن است که مقدار ماده آلی خاک نیز بر میزان انتشار گاز CO_2 تاثیر گذار است که احتمالا به دلیل نقش آن در ازدیاد فعالیت میکروبی خاک می‌باشد. Abido و همکاران (۲۰۱۹) نیز اعلام کردند مقدار ماده آلی خاک به طور قابل توجهی بر میزان انتشار گاز CO_2 تاثیرگذار است. Chaplotو همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعات خود نشان دادند که میزان انتشار گاز CO_2 در واحد سطح به طور معنی‌داری با افزایش کربن افزایش می‌یابد. با توجه به این که سطح بیشتر اراضی منطقه مورد مطالعه به کاربری کشاورزی به خصوص گندم و یونجه اختصاص دارد که بیشترین سهم را در تصاعد گاز دارند، با یک مدیریت صحیح از جمله حفظ و نگهداری بقایای گیاهی و حفظ رطوبت خاک در شرایط مناسب، می‌توان به ورود کربن و افزایش ذخیره آن در خاک کمک کرد و مانع از خروج آن به صورت گاز گلخانه‌ای شد.

References

Abido, W.A.E., Hadházy, Á,, Henzsel, I., 2019. Effect of tillage method on carbon-dioxide emission and soil properties under two soil surface levels. Acta Ecologica Sinica, (in press).

Amirian Chakan, A., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Kerry, R., Kumar, S., Khordehbin, S., Yusefi Khanghah, S., 2017. Spatial 3D distribution of soil organic carbon under different land use types. Environmental Monitoring and Assessment, 189: 131-138

Andrews, J. A., Harrison, K. G., Matamala, R., Schlesinger, W.H., 1999. Separation of root respiration from total soil respiration using Carbon-13 labeling during free-air carbon dioxide enrichment (FACE). Soil Science Society of America Journal, 63: 1429-1435.

Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. Agronomy Journal, 54(5), 464-465.

Bowden, R. D., Nadelhoffer, K. J., Boone, R. D., Melillo, J. M., & Garrison, J. B. 1993. Contributions of aboveground litter, belowground litter, and root respiration to total soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. Canadian Journal of Forest Research, 23(7), 1402-1407.

Buragienė, S., Šarauskis, E., Romaneckas, K., Adamavičienė, A., Kriaučiūnienė, Z., Avižienytė, D., Marozas, V., Naujokienė, V., 2019. Relationship between CO_2 emissions and soil properties of differently tilled soils. Science of The Total Environment, 662: 786-795.

Busse, M.D., Sanchez, F.G., Ratcliff, A.W., Butnor, J. R., Carter, E.A., Robert, F., 2009. Soil carbon sequestration and changes in fungal and bacterial biomass following incorporation of forest residues. Soil Biology and Biochemistry, 41(2): 220-227.

Chaplot, V., Abdalla, K., Alexis, M., Bourennane, H., Darboux, F., Dlamini, P., & Quenea, K. (2015). Surface organic carbon enrichment to explain greater CO_2 emissions from short-term no-tilled soils. Agriculture, Ecosystems and Environment, 203: 110-118.

Chen, W., Zheng, X., Wolf, B., Yao, Z., Liu, C., Butterbach-Bahl, K., & Brüggemann, N. 2019. Long-term grazing effects on soil-atmosphere exchanges of CO2, CH4 and N2O at different

www.SID.ir

Archive of SID

grasslands in Inner Mongolia: A soil core study. Ecological indicators, 105, 316-328.

Famiglietti, J.S., Rudnicki, J.W., Rodell, M., 1998. Variability in surface moisture content along a hill slope transect: Rattlesnake Hill, Texas. Journal of Hydrology, 210: 259-281.

Hao, Y., Wang, Y., Mei, X., Cui, X., Zhou, X., Huang, X., 2010. The sensitivity of temperate steppe CO2 exchange to the quantity and timing of natural interannual rainfall. Ecological Informatics, 5(3): 222-228.

Henderson, D.C., Ellert, B.H., Naeth, M.A., 2004. Grazing and soil carbon along a gradient of Alberta rangelands. Journal of Range Management, 57(4): 402-411.

Humphreys, J., Brye, K.R., Rector, C., Gbur, E.E., 2019. Methane emissions from rice across a soil organic matter gradient in Alfisols of Arkansas, USA. Geoderma Regional, 16: e00200.

Galbally, I.E., Kirstine, W.V., Meyer, C., Wang, Y.P., 2008, Soil–atmosphere trace gas exchange in semiarid and arid zones. Journal of Environmentl Quality, 37(2): 599-607.

Jabro, J.D., Sainju, U., Stevens, W.B., Evans, R.G., 2008. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. Journal of Environmental Management, 88: 1478–1484.

Kurganova, I., De Gerenyu, V.L., Rozanova, L., Sapronov, D., Myakshina, T., Kudeyarov, V., 2003. Annual and seasonal CO_2 fluxes from Russian southern taiga soils.Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 55: 338–344.

Lafleur, P.M., Moore, T.R., Roulet, N.T., Frolking, S., 2005. Ecosystem respiration in a cool temperate bog depends on peat temperature but not water table. Ecosystems, 8 (6): 619–629.

Lal, R., Kimble, J.M., Stewart, B.A., 2000. Global climate change and cold regions ecosystems. CRC/Lewis, Boca Raton, FL, 265 pp.

Lal, R., 2004 . Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123(1): 1-22.

Matysek, M., Leake, J., Banwart, S., Johnson, I., Page, S., Kaduk, J., Smalley, A., Cumming, A., Zona, D., 2019. Impact of fertiliser, water table, and warming on celery yield and CO_2 and CH_4 emissions from fenland agricultural peat.Science of The Total Environment, 667: 179-190.

Muhr, J., Höhle, J., Otieno, D.O., Borken, W., 2016. Manipulative lowering of the water table during summer does not affect CO_2 emissions and uptake in a fen in Germany. Ecological Applications, 21 (2): 391–401.

Musavi, M., Falahatkar, S., Manouchehr Farajzadeh, M., 2017. Changes in greenhouse gas concentrations of carbon dioxide and methane in relation to environmental variables in Iran. Journal of Applied Ecology, 6(4): 65-78 (in Persian).

Negassa, W., Price, R.F., Basir, A., Snapp, S.S., Kravchenko, A., 2015. Cover crop and illage systems effect on soil CO_2 and N_2O fluxes in contrasting topographic positions. Soil and Tillage Research, 154: 64–74.

Omonode, R.A. Vyn, T.J., 2006. Vertical distribution of soil organic carbon and nitrogen under warm-season native grasses relative to croplands in west-central Indiana, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment, 117(2): 159-170.

Sadeghipour, A., Kamali , N., Joneidi, H., 2013. Effects of rangeland mechanical reclamation activities on seasonal and monthly carbon emission (Case study: Sorkhe, Semnan province). Rangeland, 3: 222-229. (in Persian)

Sainju, U. M., Jabro, J.D., Stevens, W.B., 2008. Soil carbon dioxide emission and carbon content as affected by irrigation, tillage, cropping system, and nitrogen fertilization. Journal of Environmental Quality, 37(1): 98-106.

Soil Survey Laboratory Staff., 2016. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigation Report no. 42. Ver.3. USDA-NRCS, U.S. Gov. Print Office, Washington DC, 736p.

Sainju, U.M., Jabro, J.D., Stevens, W.B., 2008. Soil carbon dioxide emission and carbon content as affected by irrigation, tillage, cropping system, and

www.SID.ir

Archive of SID

nitrogen fertilization. Journal of Environmental Quality, 37(1): 98-106.

Schimel, D., Stillwell, M.A., Woodmansee, R.G., 1985. Biogeochemistry of C, N, and P in a soil catena of the shortgrass steppe. Ecology, 66(1): 276-282.

Schwinning, S., Sala, O.E., 2004. Hierarchy of responses to resource pulses in arid and semi-arid ecosystems. Oecologia, 141 (2): 211-220.

Song, X., Wang, G., Ran, F., Chang, R., Song, C., Xiao, Y., 2017. Effects of topography and fire on soil CO_2 and CH_4 flux in boreal forest underlain by permafrost in northeast China. Ecological Engineering, 106: 35-43.

Smith, K., Ball, T., Conen, F., Dobbie, K., Massheder, J., Rey, A., 2003. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. 54(4): 779-791.

Tan, Z., Lal, R., 2005. Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 111 (1): 140-152.

Walkley, A., Black, I.A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-37.

Wang, W., Fang, J., 2009. Soil respiration and human effects on global grasslands. Global and Planetary Change, 67(1-2). 20-28.

Yarahmadi, F., Landi, A., Asudar, M.A., Moradi Sabzokhi, A., 2013. Effects of tillage and irrigation methods on carbon dioxide emissions in wheat cultivation in northern Khuzestan, Journal of Agricultural Engineering, 35(2): 71-82 (in Persian).

Zalaghi, R., Landi, A., Amerikhah, H., 2009. Investigation of CH_4 and CO_2 Greenhouse Gas Emissions from Rice and Wheat Cultivated Soils in Timur Water Area, Journal of Environmental Studies, 35(49): 9-16 (in Persian).

Zornoza, R., Acosta, J.A., Gabarrón, M., Gómez-Garrido, M., Sánchez-Navarro, V., Terrero, A., Martínez-Martínez, S., Faz Cano, Á., Pérez-Pastor, A., 2018, Greenhouse gas emissions and soil organic matter dynamics in woody crop orchards with different irrigation regimes. Science of The Total Environment, 644: 1429-1438.

www.SID.ir