به نام دادار نیک اندیش

دانشکده کشاورزی

گروه خاکشناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان

بررسی تصاعد گازهای گلخانه ای کربنه و ترسیب کربن در مزارع برنج درمنطقه شاوور (خوزستان)

نگارش

سعیده اسمی‌زاده

استاد راهنما

دکتر احمد لندی

اساتید مشاور

دکتر عبدالعلی گیلانی - مهندس هادی عامری‌خواه

زمستان 1389

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که تمام هستی

زندگی‌ام هستند.

نام خانوادگی: اسمی‌زاده **نام:** سعیده

عنوان پایان‌نامه: بررسی تصاعد گازهای گلخانه ای کربنه و ترسیب کربن در مزارع برنج درمنطقه شاوور (خوزستان)

استاد راهنما: دکتر احمد لندی

اساتید مشاور: دکتر عبدالعلی گیلانی - مهندس هادی عامری‌خواه

درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** خاکشناسی **گرایش:** پیدایش و رده‌بندی خاک

محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز **دانشکده:** کشاورزی

تاریخ فارغ التحصیلی: 1389/12/8 **تعداد صفحات: 125**

واژه‌های کلیدی: شالیزار، گازهای گلخانه‌ای کربنه، تصاعد، کربن آلی خاک

چکیده

گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین پیامدهای تصاعد گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. بررسی اقدامات ممکن برای کنترل روند رو به رشد تصاعد گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر و چگونگی کاهش اثرات منفی ناشی از تغییرات اقلیمی به مقدار بسیار زیادی مورد توجه بوده است. بر اساس یک توافق علمی، فعالیت‌های انسانی به ویژه کشاورزی مدرن با افزایش میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای نقشی کلیدی را در تشدید پدیده گرمایش جهانی ایفا می‌کنند. در این میان، مزارع غرقاب برنج با ذخیره کربن آلی بیشتر یکی از مهم‌ترین منابع تصاعد گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر می‌باشند. این بررسی به منظور ارزیابی مقدار تصاعد سه گاز گلخانه‌ای مهم کربنه از شالیزارها انجام شد. تصاعد گازهای گلخانه‌ای کربنه برای سه روش مختلف کشت گیاه برنج شامل رایج منطقه (جوانه‌کاری)، خشکه‌کاری و نشایی در یک مزرعه در مرکز تحقیقات کشاورزی شاوور در استان خوزستان اندازه‌گیری شد. آزمایش در 8 زمان مختلف (در 4 مرحله مختلف رشد گیاه برنج و در بقایای برنج پس از برداشت آن) در 3 تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شده و از روش چامبر بسته و تکنیک کروماتوگرافی گازی برای اندازه‌گیری مقدار تصاعد متان، دی‌اکسیدکربن و منواکسیدکربن از شالیزارها استفاده شد. هم‌زمان با نمونه‌برداری از هوا و به منظور تعیین میزان کربن آلی خاک، نمونه‌برداری از عمق 10 سانتی‌متری خاک نیز انجام شد و مقدار کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر محاسبه گردید. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین میزان تصاعد مربوط به دی‌اکسیدکربن بوده و بالاترین میزان تصاعد این گاز در روش رایج منطقه و در مرحله گیاهچه‌ای گیاه برنج اتفاق افتاده است. میزان تصاعد متان برای روش رایج منطقه بیشتر بوده و در تمام روش‌های کشت نیز در مراحل پنجه‌زنی و ظهور خوشه زیاد و در گیاهچه‌ای و ساقه‌رفتن کاهش یافته است. در این بررسی مقدار تغییرات کربن آلی خاک بسیار کم بود، اما نتایج نشان داد که تغییرات آن در طول زمان روند افزایشی داشته و مقدار این افزایش برای روش خشکه‌کاری بیشتر بوده است. همچنین اضافه کردن کلش برنج میزان کربن آلی خاک را افزایش داده است. نتایج این آزمایش نشان داد که روش خشکه‌کاری بهترین روش برای کشت برنج می‌باشد.

فصل اول: مقدمه و هدف

مقدمه و هدف.....1

فصل دوم: مروری بر منابع

2-1- گازهای گلخانه‌ای، اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی.....5

2-1-1- متان (CH_4) 6

2-1-2- دی‌اکسیدکربن (CO_2).....11

2-1-3- منواکسیدکربن (CO).....14

2-1-4- نیتروس‌اکسید (N_2O).....15

2-2- هشدار یونپ (UNEP) و پیمان کیوتو.....17

2-3- کربن.....19

2-4- کربن آلی خاک، مواد آلی خاک، اهمیت و تأثیرگذاری در خاک.....20

2-5- چرخه کربن، بخش‌های فعال و غیرفعال.....22

2-6- دینامیک کربن در خاک‌ها.....25

2-6-1- اثر خاکورزی بر دینامیک کربن در خاک.....27

2-6-2- اثر افزودن کودها و بقایای گیاهی بر دینامیک کربن در خاک.....29

2-6-3- اثر مدیریت آبیاری و کاربرد علف‌کش‌ها بر دینامیک کربن در خاک.....31

2-6-4- اثر درجه حرارت و رطوبت بر دینامیک کربن در خاک.....31

2-6-5- اثر آتش‌سوزی و سوزاندن بقایای گیاهی بر دینامیک کربن در خاک.....33

2-7- حبس شدن کربن در خاک.....34

2-8- خاک‌های بی‌هوازی.....36
2-8-1- واکنش‌های اکسیداسیون – احیاء در خاک‌های بی‌هوازی.....37
2-8-2- تجزیه مواد آلی در محیط‌های بی‌هوازی.....40
2-9- برنج.....44
2-9-1- سیستم خاک شالیزار و تصاعد متان.....45

فصل سوم: مواد و روش‌ها

3-1- منطقه مورد مطالعه.....49
3-2- تیمارهای آزمایش و طرح آزمایشی.....50
3-3- رقم برنج.....50
3-4- نمونه‌برداری از هوا برای اندازه‌گیری مقدار گازهای گلخانه‌ای.....51
3-5- نمونه‌برداری از خاک و آنالیز خاک.....59
3-6- نمونه‌برداری از گیاه.....60

فصل چهارم: نتایج و بحث

4-1- آنالیز تصاعد گازهای گلخانه‌ای.....61
4-1-1- آنالیز تصاعد متان.....61
4-1-2- آنالیز تصاعد دی‌اکسیدکربن.....69
4-1-3- آنالیز تصاعد منواکسیدکربن.....74
4-2- آنالیز تغییرات کربن آلی خاک.....80
4-3- آنالیز تصاعد گازهای گلخانه‌ای از مزرعه پوشیده از کلش برنج پس از برداشت آن.....85

4-3-1- آنالیز تصاعد متان..... 85
4-3-2- آنالیز تصاعد دی‌اکسیدکربن..... 85
4-3-3- آنالیز تصاعد منواکسیدکربن..... 88
4-4- آنالیز تغییرات کربن آلی خاک در مزرعه پوشیده از کلش برنج پس از برداشت آن..... 91
4-5- آنالیز تصاعد گازهای گلخانه‌ای پس از برگرداندن کلش به خاک..... 94
4-5-1- آنالیز تصاعد متان..... 94
4-5-2- آنالیز تصاعد دی‌اکسید کربن..... 96
4-5-3- آنالیز تصاعد منواکسیدکربن..... 97
4-6- آنالیز تغییرات کربن آلی خاک پس از برگرداندن کلش به خاک..... 99
4-7- نتایج آنالیز خاک مزرعه..... 100
4-8- میزان عملکرد برنج..... 109
4-9- نتیجه‌گیری..... 110
4-10- پیشنهادات..... 111
منابع..... 112

جدول 2-1- توالی ترمودینامیک کاهش ماده آلی در شرایط بی‌هوازی.....39

جدول 3-1- مشخصات آب و هوایی محل انجام آزمایش بر اساس آمار 28 ساله و آمار سال انجام آزمایش.....49

جدول 4-1- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CH_4.....61

جدول 4-2- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO_2.....69

جدول 4-3- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO.....74

جدول 4-4- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان OC خاک.....80

جدول 4-5- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO_2.....85

جدول 4-6- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO.....88

جدول 4-7- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان OC خاک.....91

جدول 4-8- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CH_4.....94

جدول 4-9- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO_2.....96

جدول 4-10- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد CO.....98

جدول 4-11- تجزیه واریانس اثرات عوامل آزمایشی بر میزان تصاعد OC.....99

جدول 4-12- آنالیز خاک در نمونه‌برداری اول (مرحله گیاهچه‌ای).....101

جدول 4-13- آنالیز خاک در نمونه‌برداری دوم (مرحله پنجه‌زنی).....102

جدول 4-14- آنالیز خاک در نمونه‌برداری سوم (مرحله ساقه‌رفتن).....103

جدول 4-15- آنالیز خاک در نمونه‌برداری چهارم (مرحله ظهور خوشه).....104

جدول 4-16- آنالیز خاک در نمونه‌برداری پنجم (کلش برنج پس از برداشت گیاه در سطح مزرعه).....105

جدول 4-17- آنالیز خاک در نمونه‌برداری ششم (کلش برنج پس از برداشت گیاه در سطح مزرعه).....106

جدول 4-18- آنالیز خاک در نمونه‌برداری هفتم (مزرعه شخم خورده با مقداری از بقایای گیاهی قابل مشاهده در سطح آن).....107

جدول 4-19- آنالیز خاک در نمونه‌برداری هشتم (مزرعه شخم خورده با مقداری از بقایای گیاهی قابل مشاهده در سطح آن).....108

جدول 4-20- میزان عملکرد برنج در روش‌های مختلف کشت.....109

شکل 3-1- نمایش اتصال سه‌راه آنژیوکت و دماسنج به چامبر نمونه.....53

شکل 3-2- نمایش اتصال سه‌راه آنژیوکت چامبر و سرنگ و نمونه‌برداری از گاز درون چامبر.....53

شکل 3-3- چامبر بسته نصب شده در مزرعه برنج.....54

شکل 3-4- چامبر بسته نصب شده در مزرعه پس از برداشت برنج.....54

شکل 3-5- دستگاه گاز کروماتوگراف (به ترتیب از چپ به راست قسمت تزریق و ستون‌های دستگاه، دتکتور و کامپیوتر ضمیمه).....56

شکل 3-6- دستگاه GC در حال نمایش پیک نمونه گاز تزریق شده به آن.....57

شکل 3-7- نمونه پیک GC مربوط به گاز استاندارد قبل از شروع کار.....58

شکل 3-8- نمونه پیک GC مربوط به مزرعه.....58

شکل 4-1- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تصاعد CH_4 62

شکل 4-2- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CH_4.....63

شکل 4-3- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CH_4.....66

شکل 4-4- روند تغییرات تصاعد CH_4.....68

شکل 4-5- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تصاعد CO_2.....70

شکل 4-6- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO_2.....71

شکل 4-7- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO_2.....72

شکل 4-8- روند تغییرات تصاعد CO_2.....73

شکل 4-9- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تصاعد CO.....76

شکل 4-10- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO.....77

شکل 4-11- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO.....78

شکل 4-12- روند تغییرات تصاعد CO.....79

شکل 4-13- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تغییرات OC خاک.....81

شکل 4-14- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تغییرات OC خاک.....82

شکل 4-15- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تغییرات OC خاک.....83

شکل 4-16- روند تغییرات OC خاک.....84

شکل 4-17- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تصاعد CO_2.....86

شکل 4-18- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO_2.....87

شکل 4-19- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO_2.....88

شکل 4-20- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تصاعد CO.....89

شکل 4-21- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO.....90

شکل 4-22- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO.....91

شکل 4-23- مقایسه میانگین اثر روش کشت بر میزان تغییرات OC خاک.....92

شکل 4-24- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تغییرات OC خاک.....93

شکل 4-25- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کشت و زمان نمونه‌برداری بر میزان تغییرات OC خاک.....94

شکل 4-26- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CH_4.....95

شکل 4-27- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO_2.....97

شکل 4-28- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تصاعد CO.....98

شکل 4-29- مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر میزان تغییرات OC خاک.....99

فصل اول

مقدمه و هدف

مقدمه و هدف

آب و هوای کره زمین در طول تاریخ دچار تغییرات تدریجی و گاه ناگهانی بوده است. به طوری که در 2 میلیون سال گذشته در حدود 20 دوران یخبندان و بین‌یخبندان در زمین رخ داده است. اگرچه در آن زمان انسان در بروز این تغییرات هیچ نقشی نداشت ولی امروزه در بروز تغییرات آب و هوایی جایگاه مهمی را به خود اختصاص داده است (7).

در طول چند دهه اخیر کره زمین شاهد یک روند گرمایشی بوده و دمای آن مرتباً در حال افزایش بوده است. این گرم شدن به گرمایش جهانی[1] معروف بوده و به انتشار گازهای گلخانه‌ای[2] به اتمسفر توسط فعالیت‌های انسانی نسبت داده شده است. گازهای شرکت کننده در فرآیند گرمایش به صورت عایقی در اطراف زمین قرار گرفته و با به دام انداختن امواج گرمایی بازتابش شده باعث افزایش دمای زمین شده و پدیده اثر گلخانه‌ای[3] را به وجود می‌آورند (3).

اثر گلخانه‌ای یک پدیده طبیعی در جو زمین است که از زمان پیدایش کره زمین باعث افزایش میانگین درجه حرارت آن از 18- درجه سانتی‌گراد به 15 درجه سانتی‌گراد شده و در حفظ بقای موجودات زنده در کره زمین بسیار مؤثر بوده است. اما افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای به دلیل فعالیت‌های انسانی در دهه‌های اخیر باعث افزایش غیرطبیعی دمای کره زمین درنتیجه اثر گلخانه‌ای اتمسفر زمین و بروز مشکلاتی شده به طوری که تعادل زیستی کره زمین را در خطر تغییر قرار داده و نگرانی‌هایی را ایجاد کرده است (7).

احتراق سوخت‌های فسیلی، آتش‌سوزی جنگل‌ها، عملیات زراعی متراکم و سوزاندن بیومس از جمله فعالیت‌های انسانی هستند که باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر شده‌اند (75).

به دنبال تلاش‌های گوناگون برای بهبود وضعیت کره زمین، جامعه جهانی در یازدهم دسامبر 1997 در کیوتو ژاپن پروتکلی را در 174 بخش امضا نمودند که بر طبق مفاد آن اعضا تلاشی فراگیر را برای کاهش

[1] Global Warming
[2] Greenhouse Gasses
[3] Greenhouse effect

تصاعد[1] گازهای گلخانه‌ای صورت دهند. پیمان کیوتو[2] این اجازه را می‌دهد که مقدار تصاعد کربن از کل منابع هر کشور تنها برابر مقدار جذب شده توسط آن کشور از اتمسفر باشد (6).

بیشترین اثرات گلخانه‌ای و تغییر اقلیم جهانی به گازهای گلخانه‌ای کربنه نسبت داده شده است. متان(CH_4)، دی‌اکسیدکربن(CO_2) و مونواکسیدکربن(CO) از گازهای گلخانه‌ای کربنه بوده که دارای بیشترین اثرات گلخانه‌ای می‌باشند و در چرخه کربن[3] خاک دخالت دارند (7). در طول چرخه کربن، کربن اتمسفری از طریق فتوسنتز[4] وارد زیست‌توده[5] خشکی شده و از طریق تنفس[6] و سایر فعالیت‌های موجودات زنده، دوباره به اتمسفر بازمی‌گردد (137).

متان با اثر گلخانه‌ای 21 برابر دی‌اکسیدکربن در یک دوره صد ساله، 20 درصد افزایش دمای زمین را در سال‌های اخیر به خود اختصاص داده و پس از دی‌اکسیدکربن فراوان‌ترین گاز کربنه اتمسفر است و در مقایسه با دوره پیش از انقلاب صنعتی مقدار آن در اتمسفر دو برابر شده است (105). مهم‌ترین فرآیند تولید متان در خاک، فرآیندهای احیایی است که به وسیله تجزیه میکروبی کربن آلی در شرایط بی‌هوازی ایجاد می‌شود (25). هنگامی که خاک دارای شرایط غرقاب باشد متان از آن متصاعد می‌گردد (137). باتلاق‌ها، لجن‌زارها، مانداب‌ها و اراضی تحت کشت غرقابی برنج دارای شرایط غرقاب هستند و از این میان تنها سطح زیر کشت شالیزارها در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش 70 درصدی تقاضای برنج در 30 سال گذشته افزایش یافته است (62). لذا عمده افزایش متان اتمسفری به افزایش سطح زیر کشت برنج و تصاعد از شالیزارها نسبت داده می‌شود (46).

تصاعد دی‌اکسیدکربن نیز با سرعت زیادی رو به افزایش است به طوری که منجر به بالا رفتن غلظت آن در سال‌های اخیر به میزان 30 درصد گردیده است. آزادسازی دی‌اکسیدکربن از زیست‌کره عمدتاً شامل تصاعدهای خاک و قطع و سوزاندن جنگل‌ها می‌باشد (6، 25 و 135)، اما دو فعالیت اصلی بشری یعنی

[1] Emission
[2] Kyoto Protocol
[3] Carbon Cycle
[4] Photosynthesis
[5] Biomass
[6] Respiration

احتراق سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی[1] به عنوان عوامل افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفری شناخته شده‌اند (78).

مونواکسیدکربن به طور عمده در اثر سوختن ناقص مواد حاوی کربن حاصل می‌شود، ولی زمان اقامت آن در اتمسفر کوتاه است و به سرعت اکسید می‌شود. بنابراین یکی از منابع مهم تولید دی‌اکسیدکربن تلقی می‌گردد (6، 25، 134 و 135).

برای کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای کربنه باید تدابیری اندیشیده شود تا مقدار تصاعد این گازها را کم کرده و آن‌ها را به صورت کربن آلی یا معدنی در خاک حبس کند (137). حبس شدن کربن[2] را می‌توان به عنوان گرفتار شدن و ذخیره مطمئن کربنی تعریف نمود که می‌تواند به اتمسفر متصاعد شود و یا در مکان خود باقی بماند. این مسئله از دو دیدگاه حائز اهمیت است:

1- جلوگیری از تصاعد کربن ایجاد شده درنتیجه فعالیت‌های انسانی به اتمسفر به وسیله گرفتار نمودن آن در یک ذخیره مطمئن و

2- حذف کربن از اتمسفر به وسیله روش‌های متفاوت و ذخیره کردن آن (13).

البته واژه حبس نمودن کربن به معنی حذف دی‌اکسیدکربن اتمسفری به وسیله گیاهان و ذخیره و تثبیت آن به صورت مواد آلی خاک نیز به کار می‌رود (80). برآوردهای صورت گرفته پیرامون پتانسیل بیوفیزیکی خاک‌ها جهت حبس نمودن کربن نشان دهنده توانایی منابع خاک جهت نگهداری و حذف سالیانه میلیون‌ها تن کربن اتمسفری می‌باشد (41 و 61). از این رو حبس نمودن کربن به وسیله زمین‌های کشاورزی علاقه‌مندی شدیدی را میان دانشمندان ایجاد کرده است (41).

[1] Changing Landuse
[2] Carbon sequestration

به دلیل افزایش سطح زیر کشت برنج در سال‌های اخیر و بالا بودن سهم مزارع برنج در تصاعد گازهای گلخانه‌ای کربنه و به خصوص متان به اتمسفر، و از آنجایی که در استان خوزستان در حدود 45 تا 50 هزار هکتار زمین زیر کشت برنج وجود دارد، این تحقیق با اهداف زیر صورت می‌گیرد:

1- اندازه‌گیری میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای کربنه و به ویژه متان از شالیزارها

2- بررسی تأثیر نحوه کشت برنج و شرایط رطوبتی خاک بر تصاعد این گازها

3- بررسی میزان حبس شدن کربن در خاک

فصل دوم

مروری بر منابع

2-1- گازهای گلخانه‌ای، اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی

گازهای گلخانه‌ای به گازهایی اطلاق می‌شود که بر روی تعادل تابشی اتمسفر زمین تأثیرگذار هستند. وجود این گازها در اتمسفر باعث ایجاد اثر گلخانه‌ای در کره زمین و گرم‌تر شدن هوای این کره می‌شود (80). در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسان باعث افزایش غلظت و سرعت تغییر این گازها در اتمسفر به میزان بیش از حد طبیعی آن‌ها گردیده است. این مسئله به دلیل بالا بردن اثر گلخانه‌ای عامل اصلی تغییر آب و هوای کره زمین به شمار می‌رود (7). از سال 1980 تا 1995 دمای کره زمین افزایش چشمگیری نسبت به سال‌های قبل داشته است که این گرم شدن به گرمایش جهانی معروف بوده و منظور از آن افزایش طبیعی یا انسان‌گسیخته در متوسط دمای اتمسفر در نزدیکی سطح زمین می‌باشد (60). مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای CO_2، CH_4، CO وN_2O بوده که از میان آن‌ها سه گاز اول، گازهای گلخانه‌ای کربنه بوده و دارای بیشترین اثرات گلخانه‌ای می‌باشند (137).

مواد آلی خاک، رطوبت و دمای آن از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای از خاک به اتمسفر می‌باشند (120). یاگی و همکاران[1] (1996) در بررسی‌های خود مشاهده کردند که باقی گذاشتن کاه و کلش برنج در مقایسه با حذف آن‌ها از مزرعه میزان تصاعد CH_4 و CO_2 را افزایش داده است. آن‌ها همچنین مشاهده کردند که آبیاری متناوب مزارع برنج در مقایسه با آبیاری مداوم آن تولید و تصاعد متان را در حدود 45 درصد کاهش داده است (155). اسچیمل و همکاران[2] (1991) و رایچ و همکاران[3] (1992) در بررسی‌های خود مشاهده کردند که رطوبت و دمای خاک به صورت مستقیم بر روی فعالیت ریشه‌ها و میکروب‌ها تأثیر دارد و به طور غیرمستقیم نیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این رو عامل مهمی در تصاعد گازها از خاک می‌باشد (122 و 128). نیو[4] (1993) نشان داده است که سرعت آزاد شدن متان از اراضی برنج با تغییر نحوه آبیاری که فعالیت‌های بیولوژیکی خاک را تحت

[1] Yagi et al
[2] Schimel et al
[3] Raich et al
[4] Neue

تأثیر قرار می‌دهد بسیار متغیر است (104). بگس و همکاران[1] (2006) در کنیا تصاعد گازها را در سیستم‌های خاکورزی و بی‌خاکورزی در کوتاه مدت در کشت جنگل بررسی کرده و مشاهده کردند که به دنبال عملیات خاکورزی مقدار تصاعد افزایش می‌یابد (16).

2-1-1- متان (CH_4)

متان یک گاز کربنه با فرمول CH_4 بوده که دارای نقطه ذوب 184 و نقطه جوش 164- می‌باشد (102). متان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای با طول عمر 10 سال و با اثر گلخانه‌ای 21 برابر CO_2 در یک دوره صد ساله بوده و بعد از CO_2 فراوان‌ترین گونه کربنه اتمسفر است (105). غلظت این گاز در تروپوسفر[2] 1/6 تا 1/8 ppm حجمی است و با نرخ 0/8 تا 1 درصد در سال افزایش می‌یابد و در مقایسه با دوره پیش از انقلاب صنعتی مقدار متان در اتمسفر دو برابر شده است (72).

متان به طور طبیعی در جو زمین وجود دارد ولی افزایش غلظت آن در طبیعت در اثر فعالیت‌های انسان صورت می‌گیرد. این گاز در اثر فعالیت باکتری‌ها تحت شرایط بی‌هوازی در محیط‌هایی مانند مرداب‌ها، باتلاق‌ها، مزارع برنج و همچنین در سیستم گوارش نشخوارکنندگان و موریانه‌ها تولید می‌شود. متان به طور عمده در نتیجه فعالیت‌های انسان به منظور تولید غذا (مانند پرورش دام و مزارع برنج) در اتمسفر پراکنده می‌شود. متان پس از ورود به اتمسفر به مدت 8 تا 11 سال باقی می‌ماند و در نهایت به وسیله رادیکال‌های هیدروکسیل (OH) اکسید شده و از اتمسفر جدا می‌شود. مقدار متان در 200 سال گذشته به مقدار بسیار زیادی افزایش یافته است. این مسئله با افزایش جمعیت همبستگی زیادی دارد به طوری که در سال‌های اخیر غلظت متان سالانه به مقدار 1 تا 2 درصد افزایش یافته است (7).

سرعت تصاعد فعلی متان 300 تا 700 Tg[3] در کل دنیا در سال می‌باشد و مقدار تصاعد از منابع خاص شامل شالیزارهای برنج 60 تا 140 Tg، باتلاق‌ها 40 تا 160 Tg، زباله‌دانها 30 تا 70 Tg، اقیانوس‌ها،

[1] Baggs et al
[2] Troposphere
[3] 1Terragram = 10^{12} gram

دریاچه‌های آب شیرین و دیگر منابع بیوژنیک 15 تا 35 Tg، نشخوارکنندگان 66 تا 90 Tg، موریانه‌ها 2 تا 42 Tg، انفجار گازهای طبیعی و معادن زغال سنگ 65 تا 75 Tg و سوخت بیومس 55 تا 100 Tg در سال می‌باشد (2 و 25).

منابع جذب کننده CH_4 شامل واکنش با رادیکال‌های OH در تروپوسفر (260 Tg در سال)، انتقال به استراتوسفر (60 Tg در سال) و اکسیداسیون در خاک‌های خشک (16 تا 48 Tg در سال) است. منابع و جاذب‌های متان در این بودجه بالانس نمی‌باشد که علت آن را می‌توان کافی نبودن تحقیقات درمورد منابع و جاذب‌های متان دانست (2 و 25).

افزودن کودهای مختلف معدنی و آلی، شرایط رطوبتی و دمایی و نوع گیاه تصاعد متان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. افزودن کودهای معدنی به خاک ممکن است باعث کاهش جذب CH_4 به خاک شود که به علت کاهش ظرفیت اکسیدکنندگی طبیعی CH_4 توسط خاک‌ها می‌باشد. ولی کود حیوانی و کودهای آلی می‌تواند منجر به افزایش تصاعد CH_4 شود که عمدتاً از خود کود منشأ می‌گیرد (58، 97 و 119).

نتایج بررسی‌های للیولد و سیسرون[1] (1993 و1998) نشان داده است که شالیزارها یکی از مهم‌ترین منابع تصاعد متان به اتمسفر می‌باشند به طوری که 12 درصد از کل تصاعد متان به اتمسفر را به خود اختصاص داده‌اند (32 و 83).

واتسون و اینوبوشی[2] (2000 و 1989) در تحقیقات خود بیان می‌کنند که در حدود 35 درصد از مناطق جنگلی اندونزی که برای تأمین نیازهای جمعیت رو به رشد کشورهای آسیایی به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده‌اند حاوی مقادیر قابل توجهی ذخیره کربنی هستند که به دلیل تبدیل شدن به زمین‌های کشاورزی منبع تصاعد گازهای گلخانه‌ای کربنه می‌باشند. آن‌ها همچنین گفته‌اند که بیشترین میزان تصاعد متان به مناطقی که به شالیزارها مبدل شده اند تعلق دارد (59 و 148).

[1] Leliveld & Cicerone
[2] Watson & Inubushi