

استفاده از مدل های خطی در شبیه سازی میزان انتشار گازهای گلخانه ای در

باغات استان خوزستان

نسرین مرادی مجد^۱، غلامعباس فلاح قاهری^{۲*}، منصور چترنور^۳

۱- دکتری اقلیم شناسی کشاورزی، گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- دانشیار گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳- دکتری فیزیک و آلودگی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(تاریخ پذیرش ۹۹/۰۲/۳۱- تاریخ دریافت ۹۹/۰۵/۰۱)

چکیده:

یکی از عوامل اصلی عمده تغییرات آب و هوای کره زمین و تنوع زیستی، انتشار گازهای گلخانه ای از منابع مختلف به ویژه از بخش کشاورزی است. استان خوزستان به عنوان یکی از قطب های کشاورزی با مصرف فراوان کودهای شیمیایی سهم عمده ای در تولید گازهای گلخانه ای دارد. لذا هدف از این پژوهش استفاده از مدل های دیسنت و دی ان دی سی در تعیین نرخ تصاعد گازهای متان، اکسیدنیتروس و اکسیدنیتریک در مرکبات و نخلستان های خوزستان است. برای این منظور منطقه موردنظر به سه بخش تقسیم و در هر بخش نمونه برداری به صورت تصادفی صورت گرفت. زمان نمونه برداری در مرحله گلدهی و در اردیبهشت ۱۳۹۸ که اوج پوشش سبز برای هر درخت بود انجام و غلظت گاز خروجی با استفاده از روش اتاقت بسته و کروماتوگرافی گازی در محل های نمونه برداری انجام شد. میزان پتانسیل گرمایش جهانی براساس داده های مشاهداتی و مدل های دیسنت و دی ان دی سی به دست آمد. کارایی مدل دیسنت و دی ان دی سی با استفاده از آماره های ضریب تعیین، خطای حداکثر، ریشه ی میانگین مربعات خطا، کارایی مدل و ضریب جرم باقیمانده بررسی گردید. مطابق نتایج مدل دیسنت، بیشترین میانگین شار متان مدل شده در ایستگاه دزفول (تن در هکتار در سال ۰/۴۴۸) و شار اکسیدنیتروس مدل شده در ایستگاه آبادان (۰/۱۴ تن در هکتار در سال) و شار اکسیدنیتریک مدل شده در ایستگاه دزفول (تن در هکتار در سال ۰/۱۵۲) تعیین شد. همچنین در مدل دی ان دی سی بیشترین میانگین شار متان مدل شده در ایستگاه دزفول (تن در هکتار در سال ۰/۳۷۴)، شار اکسیدنیتروس مدل شده در ایستگاه آبادان (تن در هکتار در سال ۰/۲۵۸) و شار اکسیدنیتریک مدل شده در ایستگاه دزفول (تن در هکتار در سال ۰/۱۱۸) به دست آمد. بیشترین میزان پتانسیل گرمایش جهانی براساس داده های مشاهداتی در ایستگاه آبادان (۱۳۹/۹۳۵ تن معادل دی اکسید کربن) بوده و براساس داده های دیسنت در ایستگاه دزفول (۵۸/۱۱۴ تن معادل دی اکسید کربن) و براساس داده های دی ان دی سی در ایستگاه آبادان (۱۱۱/۶۶۹ تن معادل دی اکسید کربن) تعیین شد. با توجه به نتایج شاخص های آماری مدل دیسنت برای سه گاز اکسیدنیتروس، متان و اکسیدنیتریک به ترتیب، ضریب تعیین (۰/۹۸، ۰/۹۹ و ۰/۷۷)، ریشه ی میانگین مربعات خطا (۰/۰۵، ۰/۳۱ و ۰/۰۳) و کارایی مدل (۰/۶۱، ۰/۸۵ و ۰/۷۶) و در مدل دی ان دی سی نیز شاخص های ضریب تعیین (۰/۹۸، ۰/۹۸ و ۰/۸) ریشه ی میانگین مربعات خطا (۰/۰۱، ۰/۴۵ و ۰/۰۴) و کارایی مدل (۰/۹۵، ۰/۶۸ و ۰/۶۳) و هر دو مدل دقت قابل قبولی را برآورد گازهای گلخانه ای مذکور نشان دادند. توصیه می شود که به جای مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به عنوان یک منبع اصلی انتشار گازهای گلخانه ای، از نظرات کارشناسان و اصول مصرف بهینه کودی در مزرعه استفاده گردد.

کلید واژگان: باغات مرکبات، تصاعد گاز گلخانه ای، نخلستان، مدل دیسنت، مدل دی ان دی سی

۱. مقدمه

تغییر اقلیم با عنوان یک پدیده فراملی و جهانی و از مهم‌ترین تهدیدهای توسعه پایدار به شمار می‌رود. بر این اساس اقلیم عامل بیرونی بوده که بسیاری از پدیده‌ها را دست‌خوش دگرگونی کرده است (Bozarjomhari *et al.*, 2013). در این راستا بخش مهمی از تغییرات آب و هوا مربوط به تولید بیش از حد گازهای گلخانه‌ای بوده است (Moharri, 2003). از جمله موضوعاتی که اقلیم بر آن اثر گذاشته و از آن پذیرفته‌فعلی‌های کشاورزی می‌باشد (Bozarjomhari *et al.*, 2013). کشاورزی سبب تولید گازهای گلخانه‌ای مهم در بخش کشاورزی و بزرگ‌ترین منبع منتشرکننده آن است (Reay *et al.*, 2012). بخش کشاورزی به عنوان منبع و ترسیب کننده چند گاز گلخانه‌ای مهم از جمله متان، اکسید نیتروس، دیاکسید کربن، آمونیاک، و اکسید نیتریک مطرح است (Motallebi *et al.*, 2009). سهم بخش کشاورزی در پدیده تغییر اقلیم حدود ۱۳/۵ درصد بوده (IPCC, 2007) که حدود ۶۰ درصد از آن اکسیدنیتروژن، ۳۹ درصد گاز متان و یک درصد از انتشار جهانی نیز دی اکسیدنیتروژن می‌باشد. میزان جهانی انتشار اکسید نیتروس در سال ۱۹۷۰ از ۵/۴ به ۹/۲ گرم در مترمربع در سال ۲۰۱۲ افزایش یافته است. اکسید نیتروس در تشکیل آئروسول معدنی ثانویه دخیل است و بنابراین علاوه بر تغییرات آب و هوایی، باعث آلودگی هوا نیز می‌شود (Liu *et al.*, 2017؛ Lu and Tian, 2013؛ Tian *et al.*, 2011؛ Tian *et al.*, 2012). منابع اصلی این گازها سوخت‌های فسیلی استفاده شده در فعالیت‌های کشاورزی، تلفات کربن خاک به دلیل

عملیات خاک ورزی، سوزاندن بقایای گیاهان زراعی و درختان جنگلی، دامداری و استفاده از کودهای دامی، ساخت و بهره‌برداری از کود نیتروژن است (Kochaki & Kamali, 2010). ایران با وجود سهم کوچک از اقتصاد و جمعیت جهانی، در سرانه‌ی انتشار گازهای گلخانه‌ای، رتبه سی‌ام را در میان کشورهای جهان دارد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بخش کشاورزی ایران از طریق مصرف کود (کود شیمیایی و حیوانی)، مدیریت فضولات حیوانی و سوزاندن ضایعات کشاورزی در مزرعه، از بسیاری از کشورهای تولیدکننده مانند کانادا، ژاپن و ایتالیا بالاتر است (The Balance Sheet of Energy, 2014). در زمینه بررسی وضعیت تولید گازهای گلخانه‌ای از منابع مختلف، تاکنون مطالعات داخلی و خارجی متعددی صورت گرفته است. Moradi و همکارانش (۲۰۱۵) در پژوهشی تأثیر خاکورزی، مدیریت بقایا و کود نیتروژن بر بیلان کربن و پتانسیل گرمایش جهانی در کشت ذرت بررسی کردند و مشاهده کردند که از بین تیمارهای مورد بررسی، مدیریت بقایا بیش‌ترین تأثیر را بر بیلان کربن نشان داد. Jamali Pour و همکارانش (۲۰۱۵) برآورد ارزش انتشار گازهای گلخانه‌ای اکسیدنیتروس و دی اکسید کربن دانه‌های روغنی منتخب ایران (سویا، کلزا، ذرت دانه‌ای و سایر دانه‌های روغنی) را با استفاده از مدل GHGE بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد استان‌های خوزستان و زنجان به ترتیب، با تولید سالانه ۳۴۱/۴۹ و ۰/۰۰۴ تن، بیش‌ترین و کمترین میزان تولید گاز گلخانه‌ای N₂O را در سطح کشور دارند. Moradi و Pour Ghasemian (۲۰۱۷) انتشار گازهای گلخانه‌ای دی اکسید کربن

کشور است از این رو میزان قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای در این مناطق تولید می شود. با توجه به اهمیت کشت های مذکور و با نظر به این که در ایران مطالعات اندکی در خصوص تولید گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی صورت گرفته است، هدف از این پژوهش تعیین شار گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات استان خوزستان است. همچنین استفاده از دو مدل DAYCENT و DNDC در برآورد میزان تولید این گازها و تعیین پتانسیل گرمایش جهانی برای هر دو منطقه مورد مطالعه بررسی می شود. هدف بعدی این پژوهش بررسی هزینه زیست محیطی این گازها در اکوسیستم های باغی استان خوزستان است. در ادامه، بخش دوم تحقیق به ارائه مواد و روش ها اختصاص داده می شود. در این بخش، مدل های مورد استفاده و همچنین شاخص های آماری مورد بررسی قرار خواهند گرفت. سپس در بخش نتایج تجربی تحقیق، عملکرد مدل های مورد استفاده بررسی و مورد مقایسه قرار می گیرد. در نهایت در بخش آخر، نتیجه گیری و پیشنهادات ارائه می شود.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در شهرستان آبادان به عنوان اصلی ترین مرکز نخیلات در استان خوزستان با موقعیت جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه و دارای ۱۳ هزار نخیلات و سه میلیون و پانصد هزار اصله نخل و شهرستان دزفول در طول

اکسیدنیتروس و متان و همچنین پتانسیل گرمایش جهانی غلات بر اساس میزان مصرف نهاده، ضرایب انتشار و سطح زیر کشت را محاسبه کردند. نتایج آن ها نشان داد که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف کود نیتروژن بیشتر از دیگر نهاده ها بود. همچنین میزان انتشار CH_4 و CO_2 ، N_2O در گندم بیشتر از ذرت و جو بوده و میزان سالیانه پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از غلات مطابق با روند انتشار گازهای گلخانه‌ای بود. Yue و همکارانش (۲۰۱۹) چهار روش مدل سازی DAYCENT، DNDC، رگرسیون خطی (YLRM) و عوامل انتشار اولویت IPCC را برای ارزیابی انتشار اکسیدنیتروژن در حوزه کشاورزی مقایسه کردند. ارزیابی دقت این مدل ها نشان داد که مدل های DAYCENT و DNDC الگوهای زمانی روزانه اکسیدنیتروس را به طور مؤثر شبیه سازی کرده اما هر دو مدل در شبیه سازی زمان بندی شار اکسید نیتروس پس از کود دهی و رژیم آب مشکل داشتند. Fitton و همکارانش (۲۰۱۹) مدل سازی ضریب بیولوژیکی نیتروژن و پویایی علف زار مبتنی بر فرآیند بیوژئوشیمیایی، با دو روش APSIM و DAYCENT، در مقایسه با مجموعه داده های تجربی انجام دادند. مشاهده کردند که هر دو مدل، وابستگی به مفروضات خاصی را دارا بوده و می توانند جنبه های کلیدی رشد علف های هرز، از جمله تولید زیست توده را به دست آورند و به درستی شبیه سازی تعاملات بین تغییر دانه و علف، به ویژه مخلوط با کسر شبدر بالا را محاسبه کنند. استان خوزستان یکی از مهم ترین مناطق تولید مرکبات و خرما در

محیطی اندازه‌گیری می‌کند. در طول دوره تحقیق پنج نمونه برداری از باغات مرکبات دزفول و نخلستان‌های آبادان در سه تکرار انجام شد. این مقادیر به دست آمده به کل سال تعمیم داده شدند.

۲-۳. مدل DAYCENT

این مدل در ابتدا در دهه ۱۹۷۰ به منظور شبیه‌سازی تغییرات مواد آلی خاک (SOM)، بهره‌وری گیاهان، دسترسی به مواد مغذی و دیگر پارامترهای اکوسیستم در پاسخ به تغییر در مدیریت زمین و آب و هوا به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفت و نشان داد که جهت شبیه‌سازی رشد گیاه و تغییرات مواد آلی خاک برای اکثر اکوسیستم‌های زمینی در سراسر جهان قابل استفاده است. افزایش توجه به انجام تجزیه و تحلیل گازهای گلخانه‌ای، به توسعه DAYCENT در سال ۱۹۹۴ منجر شد. مدل DAYCENT شامل زیر مدلی در مرحله تولید گیاهان و زیر مدلی برای پویایی مرحله به مرحله روزانه جریان گاز کمیاب، گردش مواد مغذی، جریان آب و مواد آلی خاک (SOM) است. برنامه مدل DAYCENT در زبان برنامه‌نویسی FORTRAN و C نوشته شده و می‌تواند از پنجره DOS یا یک پلت فرم لینوکس اجرا شود. ورودی‌های مدل DAYCENT شامل بارش روزانه مشاهده شده و حداکثر و حداقل دما روزانه؛ ورودی متغیرهای خاک شامل بافت، چگالی تراکم، ضخامت، ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی، pH، هیدرولیک اشباع شده و رسانایی برای ۱۴ لایه خاک می‌باشد. این مدل با استفاده از داده‌های مشاهده شده مربوط به تولید گیاهان، ماده آلی خاک، گردش مواد مغذی و گازهای

جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی با عنوان مهم‌ترین مرکز باغات مرکبات در استان خوزستان انجام گرفت.

۲-۲. نمونه برداری از گازهای گلخانه‌ای

انتشار یافته از خاک

پژوهش حاضر در قالب نمونه‌گیری تصادفی با دو عامل نوع کشت و تاریخ اندازه‌گیری بر میزان تصاعد متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک اجرا شد. جهت اندازه‌گیری گاز متان تولید شده از سطح خاک، از روش اتاقت بسته و کروماتوگرافی گازی استفاده شد. در هر کشتزار سه اتاقت قرار داده شد. پس از گذشت سه ساعت از نصب اتاقت‌ها، از درون آن‌ها به کمک سرنگ نمونه برداری شد. نمونه‌ها بلافاصله برای قرائت میزان گاز متان به آزمایشگاه منتقل و توسط دستگاه گازاز کروماتوگراف (GC) مدل UNICAM سری ۶۱۰ مجهز به حسگرهای ECD و FID اندازه‌گیری شد. این دستگاه مقدار پی‌پی‌ام حجمی گاز را قرائت کرد. با دخالت حجم اتاقت و مدت زمان نصب اتاقت‌ها در نهایت مقدار تصاعد گازها، بر اساس میزان تصاعد گاز مورد نظر بر حسب جرم از واحد سطح در واحد زمان محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری گازهای اکسید نیتروس و اکسید نیتریک از اندازه‌گیری اکسیدهای نیتروژن در دستگاه آنالایزر مدل APNA-370 استفاده شد. این آنالایزر غلظت اکسیدهای نیتروژن را در هوای

حدود ۲۱ و ۳۱۰ و ۲۹۸ برابر دی‌اکسیدکربن در گرمایش زمین نقش دارند (IPCC, 2007). بنابراین، واحد این شاخص به صورت معادل دی‌اکسیدکربن بیان گردید. برای این منظور، میزان گاز اکسیدنیتروس با ضریب ۳۱۰ و متان با ضریب ۲۱ و اکسید نیتریک ۲۹۸ در محاسبات وارد شد. در نهایت میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس معادله ۱ محاسبه شد. (۱)

$$GWP = (N_2O \text{ FLUX} \times 310) + (NO \text{ FLUX} \times 298) + (CH_4 \text{ FLUX} \times 21)$$

در این معادله، GWP پتانسیل گرمایش جهانی (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار)، $N_2O \text{ FLUX}$ انتشار اکسیدنیتروس، $NO \text{ FLUX}$ انتشار اکسیدنیتریک و $CH_4 \text{ FLUX}$ انتشار متان می‌باشند.

۲-۶. شاخص های آماری

به منظور ارزیابی دقت مدل سازی، از شاخص های آماری خطای حداکثر، ریشه‌ی میانگین مربعات خطا، ضریب تعیین، کارایی مدل و ضریب جرم باقیمانده استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده از ضریبی به نام ضریب تبیین R^2 استفاده می‌شود (Ewert *et al.*, 2005). در علم آمار این ضریب به دو صورت تعریف می‌شود. تعریف اول عبارت است از $R^2 = 1 - \frac{\sum(Pi - Oi)^2}{\sum(Oi - \bar{O})^2}$ و تعریف دیگر $R^2 = \frac{\sum(Pi - \bar{O})^2}{\sum(Oi - \bar{O})^2}$ است. در بررسی کمی مدل‌ها شاخص CD در حقیقت معکوس تعریف دوم و شاخص EF همان تعریف اول از R^2 است. تعریف اول همواره بین صفر و یک تغییر می‌کند و تعریف دوم، می‌تواند از ۱ بزرگ‌تر شود. مقادیر بالای ME نشانگر بدترین پیش‌بینی مدل است. مقادیر RMSE بالا نشان می‌دهد که چه مقدار پیش‌بینی‌ها

کمیاب اعتبارسنجی شده است (Hartman *et al.*, 2011).

۲-۴. مدل DNDC

یک مدل شبیه‌ساز روزانه، مزرعه مقیاس، و قابلیت استفاده در زمینه تجزیه و دنیتریفیکاسیون است (Li *et al.*, 1992) و برای واکنش‌های بیوشیمیایی کربن و نیتروژن در اکوسیستم‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. DNDC دارای چهار زیر مدل شامل: ۱- زیر مدل اقلیم- خاک (مجموع دمای ساعتی و روزانه خاک و رطوبت در یک بعد) ۲- زیر مدل رویش محصول (مجموع شبیه‌سازی تجمع زیست توده محصول و تقسیم بندی آن) ۳- زیر مدل تجزیه (تجزیه، نیتریفیکاسیون تبخیر NH_3 و تولید CO_2) ۴- زیر مدل دنیتریفیکاسیون (ردیابی کاهش بیوشیمیایی متوالی از NO_3^- تا NO_2^- ، NO ، N_2O و N_2) می‌باشد (Li *et al.*, 1992; Abdalla *et al.*, 2010; 2000). مدل دارای دو حالت قابل شبیه‌سازی ۱- حالت محلی ۲- حالت منطقه‌ای است. در حالت محلی ورودی‌های مدل در سه دسته تقسیم می‌شوند: ورودی‌های اقلیم، ورودی‌های خاک و ورودی‌های مدیریت زراعی. مدل در دو بخش گیاه و خاک امکان اعتبار سنجی دارد.

۲-۵. محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی GWP

محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس گزارش‌ها Robertson و همکارانش (۲۰۰۰) و Thelen و همکارانش (۲۰۱۰) انجام شد. اثر هر کدام از گازها بر گرمایش زمین متفاوت است، به طوری که هر واحد متان و اکسیدنیتروس و اکسیدنیتریک به ترتیب

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (5)$$

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad (6)$$

که در روابط فوق، P_i مقادیر شبیه‌سازی شده، Q_i مقادیر اندازه‌گیری شده، n تعداد نمونه‌های به‌کاررفته است.

۳. نتایج

۳-۱. مقادیر اندازه‌گیری شده گازهای گلخانه‌ای

انتشار یافته از خاک

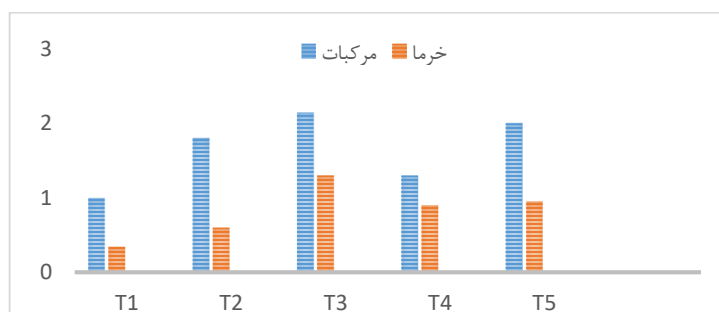
در مراحل زمانی T_1 به T_2 درختان مرکبات و خرما در مرحله میوه دهی قرار دارند که این عامل سبب افزایش جزئی در آزادسازی گاز گلخانه‌ای می‌شود. پس از آن در دوره زمانی T_3 نیز یک افزایش آزادسازی که علت آن را می‌توان به رشد گیاه نسبت داد، مشاهده می‌شود. در مرحله T_4 به دلیل کم شدن رطوبت خاک (از عوامل تأثیرگذار بر تصاعد گاز) مقدار آزادسازی نیز کمتر شده است. در پژوهش‌های (Tate et al., 2007) و (Jabro et al., 2007) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش آزادسازی گازهای گلخانه‌ای با کاهش رطوبت مشاهده شده است. در مرحله T_5 به دلیل افزایش میزان تجزیه مواد آلی و فعالیت ریز جانداران، افزایش آزادسازی مشاهده شده است (اشکال ۱ تا ۳).

دست پایین یا دست بالا بوده‌اند و به طور کلی میزان خطای مدل را در برآورد داده‌ها عنوان می‌کند (Dashtaki et al., 2010) در این پژوهش برای محاسبه RMSE از روش نزدیک‌ترین همسایه مارکواردت استفاده شد. مقادیر CD نیز معرف نسبت بین پراکندگی مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر اندازه‌گیری شده است. حد پایینی ME، RMSE و CD صفر است. مقایسه‌ی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و متوسط مقادیر مشاهده‌شده توسط شاخص EF انجام می‌گیرد. هر چه این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد مدل پیش‌بینی بهتری داشته است. شاخص CRM میل مدل به پیش‌برآوردی و کم‌برآوردی را نشان می‌دهد (Khodaverdiloo et al., 2011). میزان CRM منفی یعنی مدل مقادیر را بیشتر و CRM مثبت یعنی مدل داده‌ها را کمتر از داده‌های مشاهده‌شده پیش‌بینی کرده است. اگر مقادیر مشاهده‌شده و پیش‌بینی شده مدل برابر باشند، $ME = 0$ ، $RMSE = 0$ ، $CD = 1$ و $EF = 1$ است. تفسیر ریاضی شاخص‌های آماری بالا به صورت زیر است (Homaei et al., 2002; Kottegoda and Rosso, 2008).

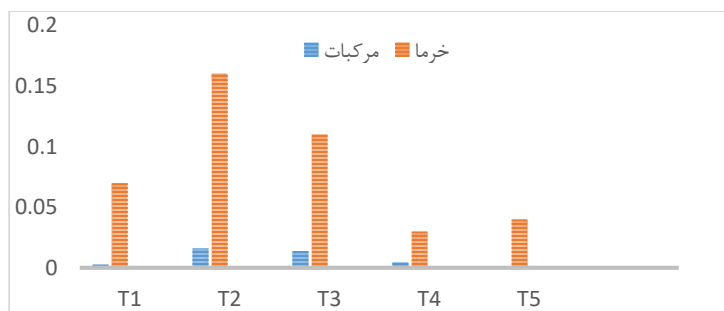
$$ME = \max |P_i - O_i|_{i=1}^n \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 / n} \quad (3)$$

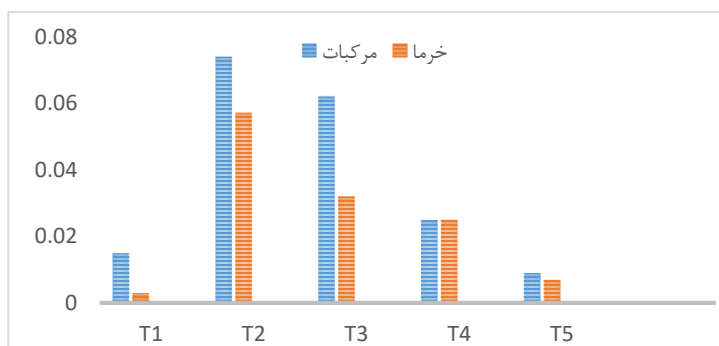
$$CD = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O})^2} \quad (4)$$



شکل ۱- روند تغییرات آزادسازی متان در باغات مرکبات و نخلستان



شکل ۲- روند تغییرات آزادسازی اکسیدنیتروس در باغات مرکبات و نخلستان



شکل ۳- روند تغییرات آزادسازی اکسیدنیتروس در باغات مرکبات و نخلستان

T₃ و رشد درختان مرکبات کاهش تصاعد گاز بیشتری مشاهده شد. در هر دو ایستگاه بیش‌ترین زمان تصاعد گاز اکسید نیتروس در مرحله T₂ و میوه دهی تعیین شد (شکل ۳). با در نظر گرفتن الگوی نرخ شار گاز در دو ایستگاه، میزان تصاعد سالانه بر اساس نمونه‌های مشاهداتی محاسبه شد. نتایج میانگین شار متان مدل شده ایستگاه دزفول (۵/۰ تن در هکتار در سال) بیشتر از میانگین شار متان در ایستگاه آبادان (۰/۰۷۷ تن در هکتار در سال) به دست آمد. نتایج میانگین شار اکسیدنیتروس مدل شده ایستگاه دزفول، (۰/۰۰۹ تن در هکتار در سال) کمتر از میانگین شار اکسیدنیتروس در ایستگاه آبادان (۰/۲۷۷ تن در هکتار در سال) تعیین شد. نتایج میانگین شار اکسیدنیتروس مدل شده ایستگاه دزفول (۰/۱۹۴ تن در هکتار در سال) بیشتر از میانگین شار اکسیدنیتروس در ایستگاه آبادان (۰/۱۷۶ تن در هکتار در سال) به دست آمد. تصاعد دو گاز متان و اکسید

همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، روند تغییرات متان در باغات مرکبات و نخلستان تقریباً روند مشابهی دارد، ولی میزان تصاعد متان در باغات مرکبات بیشتر بوده است. در مرحله میوه دهی درختان خرما تصاعد گاز کمتری را نسبت به مرکبات نشان دادند. در مرحله T₄ درختان مرکبات کاهش محسوس‌تری از شار گاز را نسبت به درختان خرما داشتند ولی در هر دو ایستگاه در مرحله T₃ و رشد گیاه بیش‌ترین تصاعد متان را نشان دادند. روند تغییرات اکسیدنیتروس در باغات مرکبات دزفول و نخلستان‌های آبادان بسیار متفاوت است که به دلیل کود دهی متفاوت در دو ایستگاه می‌باشد و نخلستان‌های آبادان شار گاز اکسید نیتروس بیشتری را داشتند. در مرحله میوه دهی بیش‌ترین تصاعد گاز اکسید نیتروس به دست آمد (شکل ۲). روند تغییرات اکسید نیتروس در دو ایستگاه نیز شبیه به یکدیگر تعیین شد ولی در نخلستان میزان آن کمتر به دست آمد. در مرحله

تن در هکتار در سال) تعیین شد. همچنین نتایج میانگین شار اکسیدنیتریک مدل شده ایستگاه دزفول (۰/۱۵۲ تن در هکتار در سال) بیشتر از میانگین شار اکسیدنیتریک در ایستگاه آبادان (۰/۱۲۹ تن در هکتار در سال) به دست آمد. تصاعد دو گاز متان و اکسیدنیتریک از باغات مرکبات دزفول بیشتر از نخلستان‌های آبادان بود ولی تصاعد گاز اکسیدنیتریک در نخلستان‌های آبادان توسط مدل DAYCENT بیشتر به دست آمد. نتایج شبیه‌سازی مدل DAYCENT نشان می‌دهد که دزفول با سطح متوسط بارش بیشتر، جذب متان بالاتری را در مقابل نخلستان‌های آبادان دارد. نرخ شار اکسید نیتریک نیز در بین دو ایستگاه مدل شده مشابه بود. نتایج شبیه‌سازی DAYCENT و ضرایب تغییرات برای شار اکسیدنیتریک نیز از یک الگوی مشابه پیروی می‌کند.

نیتریک از باغات مرکبات دزفول بیشتر از نخلستان‌های آبادان تعیین شد ولی تصاعد گاز اکسید نیتریک در نخلستان‌های آبادان توسط مدل بر اساس نمونه‌های مشاهداتی بیشتر به دست آمد.

۲-۳. مقایسه عملکرد دو مدل DAYCENT و

DNDC

میانگین سالانه شار گازهای متان، اکسیدنیتریک و اکسیدنیتریک توسط دو مدل DAYCENT و DNDC در هر دو ایستگاه دزفول و آبادان برآورد گردید (جدول ۱). نتایج میانگین شار متان مدل شده ایستگاه دزفول (۰/۴۴۸ تن در هکتار در سال) بیشتر از میانگین شار متان در ایستگاه آبادان (۰/۳۹۸ تن در هکتار در سال) به دست آمد. نتایج میانگین شار اکسیدنیتریک مدل شده ایستگاه دزفول، (۰/۰۱۱ تن در هکتار در سال) کمتر از میانگین شار اکسیدنیتریک در ایستگاه آبادان (۰/۰۱۴)

جدول ۱- میانگین، کمینه و بیشینه گازهای متان، نیتریک اکسید و نیتریک اکسید در هکتار در سال در ایستگاه‌های مورد نظر

DNDC	DAYCENT			ایستگاه	متغیر
	ضریب تغییرات (درصد)	بیشینه	کمینه		
۰/۳۷۴	۴/۲	۰/۵۰۱	۰/۳۷۸	۰/۴۴۸	شار متان
۰/۰۱۹	۵/۲	۰/۴۳۲	۰/۳۳۱	۰/۳۹۸	آبادان
۰/۰۰۳	۴۹/۳	۰/۰۴۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	شار اکسید
۰/۲۵۸	۷۸/۶	۰/۰۷۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴	آبادان
۰/۱۱۸	۵۲/۱	۰/۶۷۴	۰/۰۳۰	۰/۱۵۲	شار اکسید نیتریک
۰/۱۰۵	۸۰/۰	۰/۶۳۷	۰/۰۳۶	۰/۱۲۹	آبادان

بیشتر از میانگین شار متان در ایستگاه آبادان (۰/۰۱۹ تن در هکتار در سال) به دست آمد. نتایج میانگین شار اکسیدنیتریک مدل شده ایستگاه دزفول (۰/۰۰۳ تن در هکتار در سال) کمتر از میانگین شار اکسیدنیتریک در

نرخ شار گازهای متان، اکسید نیتریک و اکسید نیتریک توسط مدل DNDC نیز در دو ایستگاه دزفول و آبادان در سال شبیه‌سازی شد. نتایج میانگین شار متان مدل شده ایستگاه دزفول، (۰/۳۷۴ تن در هکتار در سال)

مستان با مقدار ۰/۸۷ در دامنه دقت ضعیف تعیین شد. بر اساس شاخص آماری SD (انحراف معیار) مدل DAYCENT در مستان با ۰/۵۴ بیشترین مقدار و در اکسید نیتریک با میزان ۰/۰۶ کمترین مقدار تعیین شد. در مدل DNDC و بر اساس شاخص آماری SD، گاز مستان با ۴/۶۸ بیشترین مقدار و اکسید نیتریک با ۲/۵۳ و اکسید نیتریک با میزان ۱/۰۸ جزء داده‌های پرت کمترین مقدار تعیین شد. در مدل DAYCENT بر اساس شاخص CRM (ضریب جرم باقیمانده) اکسیدنیتروس با ۰/۳۱ بیشترین مقدار و اکسید نیتریک با میزان ۰/۲۲ کمترین مقدار به دست آمد. CRM در این مدل در تمامی موارد در دامنه دقت مناسب قرار دارد و نشان‌دهنده کم برآوردی مدل است. در مورد مدل DNDC و بر اساس شاخص CRM مستان با ۰/۴۹ بیشترین مقدار و اکسید نیتروس با میزان ۰/۱۴ کمترین مقدار را دارا می‌باشند. CRM در تمامی در دامنه دقتی مناسب و نشان‌دهنده کم برآوردی مدل است. بر اساس شاخص آماری EF (کارایی مدل) مدل DAYCENT در تمامی موارد مورد بررسی در تمامی در دامنه دقتی مناسب تعیین شد. از این میان اکسید نیتروس با میزان ۰/۶۲ مناسب‌ترین مقدار را نشان داد. شاخص آماری EF مدل DNDC در تمامی موارد مورد بررسی در تمامی در دامنه دقتی مناسب بدست آمد. در حال که مستان با میزان ۰/۶۸ مناسب‌ترین مقدار را نشان داد. بر اساس شاخص آماری CD (ضریب تبیین) مدل DAYCENT اکسید نیتروس با میزان ۰/۴۴ مناسب‌ترین مقدار تعیین شد. طبق CD بیشترین پراکندگی مربوط به گاز مستان به دست آمد. همچنین بر اساس شاخص آماری CD مدل DNDC در تمامی موارد

ایستگاه آبادان (۰/۲۵۸ تن در هکتار در سال) تعیین شد. نتایج میانگین شار اکسیدنیتریک مدل شده ایستگاه دزفول (۰/۱۱۸ تن در هکتار در سال) بیشتر از میانگین شار اکسیدنیتریک در ایستگاه آبادان (۰/۱۰۵ تن در هکتار در سال) به دست آمد. تصاعد دو گاز مستان و اکسیدنیتریک از باغات مرکبات دزفول بیشتر از نخلستان‌های آبادان تعیین شد ولی تصاعد گاز اکسیدنیتروس در نخلستان‌های آبادان توسط مدل DNDC بیشتر به دست آمد. به منظور ارزیابی دقت مدل‌های DAYCENT و DNDC از شاخص‌های آماری مختلفی استفاده شد. در جدول ۲ نتایج شاخص‌های آماری مورد استفاده به تفکیک سه گاز اکسید نیتروس، مستان و اکسید نیتریک آورده شده است. نتایج جدول ۲ نشان داد که بر اساس شاخص آماری DAYCENT ضریب تعیین (R^2) مستان بیشترین دقت را داشته است. با این وجود هر سه گاز دقت مناسب و ضریب تعیین بالاتر از ۰/۵ را دارند. بر اساس شاخص آماری DNDC ضریب تعیین (R^2) اکسید نیتروس و مستان بیشترین دقت را داشته است. با این وجود هر سه گاز دقتی مناسب و ضریب تعیین بالاتر از ۰/۵۰ را دارند. ضریب تعیین مستان در مدل DAYCENT بالاتر است، در حالی که اکسید نیتروس در هر دو مدل برابر و ضریب تعیین اکسید نیتریک در مدل DNDC بالاتر تعیین شد. شاخص RPD (نسبت انحراف کارایی) مدل DAYCENT نشان داد که برای اکسید نیتروس، مقدار ۲/۶ است ولی در دو گاز دیگر نیز دارای دقت مناسبی می‌باشند. شاخص RPD مدل DNDC نشان داد که برای اکسید نیتروس، مقدار ۵/۱ در دامنه مناسب و اکسید نیتریک با مقدار ۱/۱۳ در دامنه قابل قبول و برای

اکسید نیتروس با میزان ۰/۰۱ کمترین مقدار بدست آمد. در همه موارد این آماره زیر یک بوده و در دامنه دقتی مناسب تعیین شد. مقدار ME (خطای ماکسیمم) در مدل DAYCENT در متان با ۰/۷۴ بیشترین مقدار و در اکسید نیتریک با میزان ۰/۰۵ کمترین مقدار (بدترین حالت) تعیین شد. در حال که مقدار ME در مدل DNDC در متان با ۱/۹۶ بیشترین مقدار و در اکسید نیتروس با میزان ۰/۰۳ کمترین مقدار (بدترین حالت) تعیین شد.

بالتر از حد مناسب است. طبق CD بیشترین پراکندگی مربوط به گاز متان تعیین شد. در مدل DAYCENT در تمامی موارد مقدار RMSE قابل قبول و از میانگین مقادیر واقعی کمتر به دست آمد. در گاز متان با مقادیر ۰/۳۱ دارای بیشترین مقدار و در اکسید نیتریک با میزان ۰/۰۳ کمترین مقدار تعیین شد. در همه موارد این آماره زیر یک بوده و در دامنه دقتی مناسب به دست آمد. در مدل DNDC نیز در تمامی موارد مقدار RMSE قابل قبول و از میانگین مقادیر واقعی کمتر تعیین شد. در گاز متان با مقادیر ۰/۴۵ دارای بیشترین مقدار و در

جدول ۲- شاخص‌های آماری بر آورد سه گاز اکسید نیتروس، متان و اکسید نیتریک بر مبنای دو مدل DAYCENT و DNDC

مدل	گاز	R ²	RPD	SD	CRM	EF	CD	RMSE	ME
DAYCENT	اکسید نیتروس	۰/۹۸	۲/۵	۰/۱	۰/۳۶	۰/۶۲	۰/۴۴	۰/۰۵۵	۰/۱۲۱
	متان	۰/۹۹	۱/۷	۰/۵۴	۰/۳۴	۰/۸۵	۲/۴۵	۰/۳۱	۰/۷۴۱
	اکسید نیتریک	۰/۷۷	۱/۸	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۷۶	۱/۴۵	۰/۰۳	۰/۰۵۳
DNDC	اکسید نیتروس	۰/۹۸	۵/۱	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۹۵	۱/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳۶
	متان	۰/۹۸	۰/۹	۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۶۸	۴/۶۸	۰/۴۵	۱/۰۹۶
	اکسید نیتریک	۰/۸	۱/۱	۰/۰۵	۰/۴۰	۰/۶۳	۲/۵۳	۰/۰۴	۰/۰۷۶

۳-۳. نتایج حاصل از پتانسیل گرمایش جهانی

(GWP) بر اساس داده‌های مشاهداتی

مطابق نتایج به دست آمده از محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در نخلستان‌های آبادان ۱۳۹/۹۳۵ تن معادل دی اکسید کربن و باغات مرکبات دزفول ۷۱/۱۰۲ تن معادل دی اکسید کربن از هر هکتار تعیین شد. سهم پتانسیل گرمایش جهانی نخلستان‌های آبادان نسبت به باغات مرکبات دزفول بیشتر تعیین شد. دلیل آن شار اکسید نیتروس بیشتر در این ایستگاه می‌باشد.

۳-۴. نتایج حاصل از پتانسیل گرمایش جهانی بر

اساس مدل DAYCENT

در ادامه پتانسیل گرمایش جهانی سه گاز متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول و نخلستان‌های آبادان بر اساس داده‌های مدل DAYCENT محاسبه گردید. مطابق نتایج به دست آمده از محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول، میانگین پتانسیل گرمایش جهانی ۵۸/۱۱۴ تن معادل دی اکسید کربن و میانگین پتانسیل گرمایش

حفاظت محیط زیست است. با توجه به این که مطالعه‌ای تاکنون در زمینه‌ی برآورد ارزش اقتصادی گازهای گلخانه‌ای بخش باغداری کشور و محصولات منتخب صورت نگرفته است، لذا در این مطالعه برای برآورد هزینه‌ی محیط‌زیستی انتشار گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک درختان منتخب تولیدی کشور از مطالعات (Ghorbani *et al.*, 2015; Jamali Pour and Motallebi, 2009) استفاده شده است.

در واقع قیمت سایه‌ای گازهای گلخانه‌ای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک با به‌روزرسانی آن، به ترتیب معادل ۱۱۶۶۱/۰۹، ۳۰۲۹۹- و ۲۹۹۴/۵ - ریال، تعیین گردید. هزینه‌ی محیط‌زیستی انتشار گازهای گلخانه‌ای انتشار متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک حاصل از نخلستان‌ها و باغات مرکبات مناطق مورد مطالعه بر اساس داده‌های سه روش مشاهده‌ای، DAYCENT و DNDC محاسبه و در جدول ۳ گزارش شده است.

بر اساس میانگین خروجی، هزینه انتشار محیط‌زیستی سه گاز مورد نظر بر اساس سه روش مشاهده‌ای، DAYCENT و DNDC در دزفول بیشتر از آبادان می‌باشد، بیش‌ترین سهم از هزینه‌ی انتشار گاز گلخانه‌ای در نخلستان‌های آبادان از اکسید نیتروس و در باغات مرکبات دزفول از انتشار گاز اکسید نیتریک تعیین گردید. بیش‌ترین هزینه‌ی انتشار گاز گلخانه‌ای بر اساس داده‌های مشاهده‌ای و کمترین میزان بر اساس داده‌های DNDC به دست آمد.

جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در نخلستان‌های آبادان، ۴۷/۲۳۴ تن معادل دی اکسید کربن می‌باشد. همان‌گونه که مشخص است سهم پتانسیل گرمایش جهانی در باغات مرکبات دزفول نسبت به نخلستان‌های آبادان بیشتر به دست آمد.

۳-۵. نتایج حاصل از پتانسیل گرمایش جهانی بر

اساس مدل DNDC

همچنین پتانسیل گرمایش جهانی سه گاز متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول و نخلستان‌های آبادان بر اساس داده‌های مدل DNDC تعیین شد. بر اساس نتایج به دست آمده از محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول، میانگین پتانسیل گرمایش جهانی ۴۳/۹۴۸ تن معادل دی اکسید کربن و میانگین پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در نخلستان‌های آبادان، ۱۱۱/۶۶۹ تن معادل دی اکسید کربن می‌باشد. سهم پتانسیل گرمایش جهانی نخلستان‌های آبادان نسبت به باغات مرکبات دزفول بیشتر تعیین شد. دلیل آن شار اکسید نیتروس بیشتر در این ایستگاه می‌باشد.

۳-۶. نتایج حاصل از محاسبه هزینه‌های

محیط‌زیستی انتشار گازهای گلخانه‌ای

محاسبه هزینه‌های محیط‌زیستی انتشار گازهای گلخانه‌ای در نتیجه فعالیت‌های کشاورزی، یک فاکتور اصلی در زمینه ایجاد احساس و هشدارهای لازم برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و

جدول ۳- هزینه محیط زیستی سه گاز مورد نظر از نخلستان های آبادان و باغات مرکبات دزفول

مشاهداتی	DNDC	DAYCENT			ایستگاه	هزینه انتشار (ریال)
		بیشینه	کمینه	میانگین		
۵۸۳۰۵۴۵	۴۳۶۱۲۴۷	۱۵۰۰۲۴۴۵	۱۱۳۱۹۲۱	۴۷۴۱۵۳۶	دزفول	شار متان
۸۹۷۹۰۳	۲۲۱۵۶۰	۱۷۹۳۶۲۴	۹۹۱۱۷۹	۱۱۹۱۸۱۱	آبادان	
۲۷۲۶۹۱	۹۰۸۹۷	۱۴۵۴۳۵۲	۶۰۵۹۸	۳۳۳۲۸۹	دزفول	شار اکسید نیتروس
۸۳۹۲۸۲۳	۷۸۱۷۱۴۲	۲۳۳۳۰۲۳	۱۲۱۱۹۶	۴۲۴۱۸۶	آبادان	
۲۳۰۹۳۳۰۰۰	۳۵۳۳۵۱۰۰	۷۸۵۹۵۷۴۶۶	۳۴۹۸۳۲۷	۱۷۷۲۴۸۵۶۸	دزفول	شار اکسید نیتریک
۲۲۷۰۳۲۰۰۰	۳۱۴۴۲۲۵۰	۷۴۲۸۱۱۴۳۳	۴۱۹۷۹۹۲۴	۱۵۰۴۲۸۰۶۱	آبادان	
۲۳۷۰۳۶۲۳۶	۳۹۷۸۷۲۴۴	۸۰۲۴۱۴۲۶۳	۴۶۹۰۸۴۶	۱۸۲۳۲۳۳۹۳	دزفول	مجموع هزینه ها در هکتار
۲۳۶۳۲۲۷۲۶	۳۹۴۸۰۹۵۲	۷۴۶۹۳۸۰۸۰	۴۳۰۹۲۲۹۹	۱۵۲۰۴۴۰۵۸	آبادان	

۴. بحث و نتیجه گیری

اکسید نیتروس بیشتری را داشتند. در مرحله میوه دهی بیشترین تصاعد گاز اکسید نیتروس به دست آمد. روند تغییرات اکسید نیتریک در دو ایستگاه نیز شبیه به یکدیگر تعیین شد ولی در نخلستان میزان آن کمتر به دست آمد. در هر دو ایستگاه بیشترین زمان تصاعد گاز اکسید نیتریک در مرحله میوه دهی تعیین شد. بر اساس نتایج مقایسه سه روش استفاده شده، داده های مشاهداتی بیشترین میزان تصاعد متان و بعد از آن به ترتیب داده های مدل DAYCENT و DNDC قرار گرفتند. در حالی که، بیشترین میزان تصاعد گاز اکسید نیتروس به ترتیب با استفاده از داده های مشاهداتی، DNDC و DAYCENT به دست آمد. همچنین بیشترین میزان تصاعد گاز اکسید نیتریک به ترتیب با استفاده از داده های مشاهداتی، DAYCENT و DNDC تعیین گردید. بر اساس نمونه برداری مشاهداتی و روش DNDC نخلستانهای آبادان با ضریب پتانسیل گرمایش جهانی بالاتری تعیین شد و با مدل DAYCENT ضریب

در این پژوهش به منظور تعیین میزان انتشار گازهای متان، نیتروس اکسید و نیتریک اکسید در باغات مرکبات و نخلستان های خوزستان و مدل سازی آنها با مدل های DAYCENT و DNDC انجام گرفت. میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس داده های مشاهداتی، نتایج نرم افزار DAYCENT و DNDC در دو ایستگاه به دست آمد روش نمونه برداری به صورت میدانی و استفاده از محفظه گازی در اربیهشت ماه در باغات مورد نظر صورت گرفت. یافته های پژوهش از نمونه برداری ها نشان داد که روند تغییرات متان در باغات مرکبات و نخلستان تقریباً روند مشابهی را داشته ولی میزان تصاعد متان در باغات مرکبات بیشتر بوده است. تصاعد گاز متان در مرحله رشد درخت حداکثر بوده است. روند تغییرات اکسید نیتروس در باغات مرکبات دزفول و نخلستان های آبادان بسیار متفاوت است که به دلیل کد دهی متفاوت در دو ایستگاه می باشد و نخلستان های آبادان شار گاز

باقیمانده) در هر دو مدل کم برآوردی را نشان داد. بر اساس شاخص آماری EF (کارایی مدل) مدل های DAYCENT و DNDC در دامنه دقتی مناسب بودند. مقدار RMSE و مقدار ME (خطای ماکسیمم) در مدل DNDC بیشترین مقدار را به دست آوردند. برای مطالعات آتی جهت دستیابی به نتایجی بهتر و قابل اعتمادتر پیشنهاد می گردد که تعداد نمونه ها بیشتر و در بخش بیشتری از باغات استان نمونه برداری انجام گردد و همچنین از محصولات زراعی نیز نمونه گازی گرفته شود. همچنین به بررسی همزمان جذب و شار گازهای مذکور و بررسی تصاعد این گازها در چند دهه اخیر برای درختان انجام شود. با توجه به اینکه بخش بزرگی از میزان تولید گازهای گلخانه ای در بخش کشاورزی و در نتیجه مصرف بی رویه کودهای شیمیایی است، لذا پیشنهاد می شود که برای افزایش عملکرد از اصول مصرف بهینه کودی در کشاورزی پایدار استفاده گردد و به جای تمرکز بر افزایش عملکرد به هر روش، از نگرش تولید پایدار و حفاظت محیط زیست نیز استفاده شود.

پتانسیل گرمایش جهانی باغات مرکبات بیشتر به دست آمد. این اختلاف به دلیل خروجی های متفاوت اکسید نیتروس در ایستگاه آبادان می باشد. هزینه انتشار محیط زیستی نیز نشان دهنده بیشترین سهم از تصاعد گاز اکسید نیتریک در باغات مرکبات و اکسید نیتروس در نخلستان های آبادان بود. شار زیاد دو گاز اکسید نیتروس و اکسید نیتریک از اثرات مصرف بی رویه کودهای شیمیایی می باشد. متأسفانه در سال های اخیر تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در کشور به جای بهره گیری از دانش روز کشاورزی برای تولید بیشتر، مصرف کودهای شیمیایی را در واحد سطح افزایش داده اند. در نهایت، بر اساس شاخص های آماری، سه گاز گلخانه ای اکسید نیتروس، متان و اکسید نیتریک در دو روش DAYCENT و DNDC در دامنه دقتی مناسبی قرار داشتند. بر اساس شاخص آماری ضریب تعیین (R^2) هر دو مدل دامنه دقتی مناسب و بالاتر از ۰/۵۰ را دارند. بالاترین مقدار شاخص RPD (نسبت انحراف کارایی) و CD (ضریب تبیین) بر مبنای مدل DNDC تعیین شد. بالاترین مقدار شاخص SD (انحراف معیار) بر مبنای مدل DAYCENT بدست آمد. شاخص CRM (ضریب جرم

References

Abdalla, M., Jones, M., Yeluripati, J., Smith, P., Burke, J., Williams, M., 2010. Testing DAYCENT and DNDC model simulations of N₂O fluxes and assessing the impacts of climate change on the gas flux and biomass production from a humid pasture. Atmos. Environ. 44 (25), 2961–2970.

Bozorgomahri, K., Ismaili, S., Vesal, S., 2013. Investigating the Interactions of Climate (Greenhouse Gas and Methane) and Agriculture (Rice Product), the

First National Conference on Climate Change and Food Security. (in Persian)

Dashtaki, S.G., Homaei, M., Khodaverdiloo, H., 2010. Derivation and validation of pedotransfer functions for estimating soil water retention curve using a variety of soil data, Soil Use and Management, 26(1): 68-74.

Ewert, F., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Metzger, M.G., Leemans, R., 2005. Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes

- in crop productivity, *Agricultura Ecosystem Environmental*, 107:101–116.
- Fitton, N., Bindi, M., Brilli, L., Chicota, R., Dibari, C., Fuchs, K., Huguenin-Elie, O., Klumpp, K., Lieffering, M., Lüscher, A., Martin, R., McAuliffe, R., Merbold, L., Newton, P., Rees, R.M., Smith, P., Topp, C.F.E., Snow, V., 2019. Modelling biological N fixation and grass-legume dynamics with process-based biogeochemical models of varying complexity, *European Journal of Agronomy*, 106:58-66.
- Ghorbani, M., Motallebi, M., 2009. The Study on Shadow Price of Greenhouse Gases Emission in Iran: Case of Dairy Farms, *Research Journal of Environmental Sciences*, 3: 466-475.(in Persian)
- Hartman, M., Merchant, E.R., Parton, W.J., Gutmann, M.P., Lutz, S., Williams, S.A., 2011. Impact of historical land-use changes on greenhouse gas exchange in the U.S. Great Plains, 1883–2003, *Ecological applications*, 21(4):1105–1119.
- Homaee, M., Dirksen, C., Feddes, R., 2002. Simulation of root water uptake: I. Non-uniform transient salinity using different macroscopic reduction functions, *Agricultural Water Management*, 57(2): 89-109.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. Summary for Policymakers, Emissions Scenarios: A Special Report of IPCC working Group3, ISBN: 92-9169-113-5.
- Jabro, J.D., Sainju, U., Stevens, W.B., Evans, R.G., 2007. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops, *J. Environ. Manag.* 88(4): 1478-1484.
- Jamali Pour, M., Ghorbani, M., Kouchaki, A., Shahnoshi, N., 2016. Estimation of economic cost of greenhouse gas emissions of cereals in Iran, *Iranian Beans Research Journal*, 7 (2): 59-77.(in Persian)
- Khodaverdilo, H., Homaee, M., Van Genuchten, M.T., Dashtaki, S.G., 2011. Deriving and validating pedotransfer functions for some calcareous soils, *Journal of Hydrology*, 399(1): 93-99.
- Kochaki, A.R., Kamali, A., 2010. Climate Change and Rainfed Wheat Production in Iran, *Iranian Journal of Agricultural Research*. (in Persian)
- Kottegoda, N.T., Rosso, R., 2008. Applied statistics for civil and environmental engineers: Wiley-Blackwell.
- Li, C., 2000. Modelling trace gas emissions from agricultural ecosystems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 58, 259–276.
- Li, C., Frohling, S., Frohling, T.A., 1992. A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 2. Applications. *J. Geophys. Res.-Atmos.* 97 (D9), 9777–9783.
- Liu, X., Xu, W., Duan, L., Du, E., Pan, Y., Lu, X., 2017. Atmospheric nitrogen emission, deposition, and air quality impacts in China: an overview. *Curr. Pollut. Rep.* 3 (2), 65–77.
- Lu, C., Tian, H., 2013. Net greenhouse gas balance in response to nitrogen enrichment: perspectives from a coupled biogeochemical model. *Glob. Chang. Biol.* 19, 571–588.
- Moharri, A., 2003. The Role of Domestic Animals in the Production of N₂O as a Greenhouse Gas, Third Regional Climate Change Conference, Isfahan, Iran Meteorological Organization, University of Isfahan. (in Persian)
- Moradi, R., Pour Ghasemian, N., 2017. Investigation of greenhouse gas emissions and global warming potential due to consumption of chemical inputs in agriculture of important crops in Kerman province: - Jobs, *Journal of Agricultural Ecology*, 9 (2): 405-389. (In persian)
- Moradi, R., Kouchaki, A., Nasiri Mahallati, M., Mansouri, H., 2015. Effect of tillage, residue management and nitrogen fertilizer on carbon balance and global heating potential in corn cultivation,

Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 25 (1) : 29-44. (In persian)

Motallebi, M., Ghorbani, M., Danesh, Sh., Darijani, A., Koocheki, A.R., Danesh Mesgaran, M., 2009. Estimation and Valuation of greenhouse gases in Khorasan Razavi Dairy farms and recognition of its influencing factors (Case Study Mashhad), MS Thesis, University of Mashhad.

Reay, D.S., Davidson, E.A., Smith, K.A., Smith, P., Melillo, J.M., Dentener, F., Crutzen, P.J., 2012. Global agriculture and nitrous oxide emissions. Nature climate change. 2, 410-416.

Robertson G.P., Paul E.A., Harwood R.R., 2000. Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. Science. 289: 1922-1935.

Tate, K.R., Ross, D.J., Saggart, S., Hedley, C.B., Dando, J., Singh, B.K., Lambie, S.M., 2007. Methane uptake in soils from Pinus radiata plantations, a reverting shrubland and adjacent pastures: Effects of land-use change, and soil texture, water and mineral nitrogen, Soil Biol. and Biochem. 39: 1437-1449.

The Balance Sheet of Energy, 2014. Department of Energy, Power and Energy Affairs.

Thelen K.D., Fronning B.E., Kravchenko A., Min D.H., Robertson G.P. (2010) Integrating livestockmanure with a corn-soybean bioenergy cropping system improves short-term carbon sequestration rates and net global warming potential. Biomass Bioenerg. 34: 960-966.

Tian, H., Xu, X., Lu, C., Liu, M., Ren, W., Chen, G., Melillo, J., Liu, J., 2011. Net exchanges of CO₂, CH₄, and N₂O between China's terrestrial ecosystems and the atmosphere and their contributions to global climate warming. J. Geophys. Res. <https://doi.org/10.1029/2010JG001393>.

Tian, H., Lu, C., Melillo, J., Ren, W., Huang, Y., Xu, X., Liu, M., Zhang, C., Chen, G., Pan, S., Liu, J., Reilly, J., 2012. Food benefit and climate warming potential of nitrogen fertilizer use in China. Environ. Res. Lett. 7.

Yue, Q., Cheng, K., Ogle, S., Hillier, J., Smith, P., Abdalla, M., Ledo, A., Sun, J., Pan, G., 2019. Evaluation of four modelling approaches to estimate nitrous oxide emissions in China's cropland, Sci Total Environ., 20(652):1279-1289.