

برآورد تصاعد گازهای گلخانه‌ای با تغییرات بارش در باغات مرکبات و نخلستان (مطالعه موردی: دزفول و آبادان)

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

۱- دانشجوی دانشجوی دکترا دانشگاه حکیم سبزواری، خراسان رضوی.

۲- دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری، خراسان رضوی.

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

چکیده

تغییر اقلیم یکی از مسایل مهم زیست محیطی است که می‌تواند بر کشاورزی و منابع آب یک منطقه اثر بگذارد. باتوجه به اهمیتی که تغییر اقلیم بر ساختار کره زمین و ساکنین آن به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک داشته است، در سال‌های اخیر، به عنوان یکی از شایع‌ترین موضوعات، مورد توجه مجامع علمی بوده و مطالعات زیادی در زمینه صورت گرفته است. پژوهش حاضر با هدف استفاده از مدل DAYCENT در برآورد نرخ تصاعد گازهای متان، اکسیدنیتروس و اکسید نیتریک، با در نظر گرفتن میانگین سالانه و تغییرات بارش ۳۰، ۲۰، ۱۰، ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد بوده و در نهایت میزان پتانسیل گرمایش جهانی باغات مرکبات و نخلستان‌های دزفول و آبادان را در این شرایط تغییرات بارش محاسبه گردید. بر اساس نتایج، مدل DAYCENT، بیش‌ترین میزان انتشار گاز متان را در ایستگاه دزفول و بیش‌ترین میزان تصاعد اکسیدنیتروس و اکسیدنیتریک را در ایستگاه آبادان و بیش‌ترین میزان تصاعد اکسیدنیتروس و اکسیدنیتریک مدل شده در ایستگاه دزفول برآورد کرده است. همچنین مطابق نتایج بدست آمده از میانگین محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول ۵۹/۱۵۰ و در نخلستان‌های آبادان ۴۷/۲۰۰ تن معادل دی اکسید کربن بدست آمد. تغییرات بارش نیز بیشترین تاثیر را در ایستگاه دزفول برای کشت مرکبات و کم‌ترین تاثیر را در ایستگاه آبادان جهت کشت خرما نشان داده است.

کلید واژه‌ها: خوزستان، تصاعد گازهای گلخانه‌ای، تغییرات اقلیم، روند بارش، گرمایش جهانی.

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی بشر در قرن حاضر است که ادامه آن تهدید بزرگی برای آینده بشری و محیط زیست خواهد بود (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰). گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در حال حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط زیستی در سطح جهان است که افزایش درجه حرارت، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد جهان و تغییر در آستانه‌های آب و هوایی از پیامدهای آن می‌باشد (پناهی و اسمعیل درجانی، ۱۳۹۹). گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی ناشی از فعالیت‌های بشر یکی از مشکلات عمده زیست محیطی است که در دو دهه اخیر توجه بسیاری از محافل علمی و سیاسی جهان را به خود جلب کرده است (رجب زاده، ۱۳۸۷) در دهه‌های اخیر با تشدید پیامدهای تغییر اقلیم، اهمیت این موضوع فزونی یافته است. زیرا ممکن است این پدیده در کشورهای درحال توسعه و به ویژه در مورد فعالیت‌های کشاورزی، موجب کاهش رشد اقتصادی یا توقف آن شود. می‌توان تغییر اقلیم را مهمترین و پیچیده‌ترین چالش فعلی جامعه بشری تلقی نمود (کشاورز و فرج زاده، ۱۴۰۲) کشاورزی به علت وابستگی زیاد به شرایط اقلیمی، تا حد زیادی در معرض خطرهای تغییرات اقلیمی قرار دارد و از آنجا که کشورهای در حال توسعه به شدت به کشاورزی وابسته اند، تأثیر تغییر اقلیم بر تولیدات این کشورها مخاطرات جدی را به همراه خواهد داشت (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰). گرمایش زمین میزان بارش را در مناطق مختلف تغییر می‌دهد. تغییر میزان و زمان وقوع بارش بر روی فرسایش و رطوبت خاک تأثیر می‌گذارد؛ عواملی که هر دو در کشاورزی بسیار مهم هستند (Wibly et al., 2004). امروزه تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی قرن بیست و یکم است که پیامدهای جدی اقتصادی را به دنبال دارد (مجاوریان و همکاران، ۱۳۹۴). در دهه‌های آینده، تغییر اقلیم به ویژه بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه را با پیامدهای زیان بار مواجه خواهد کرد (ملکوتی خواه و فرج زاده، ۱۳۹۹). اقلیم به عنوان مهم‌ترین فاکتور تولیدات کشاورزی شمرده می‌شود و تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی و دام، تعادل هیدرولوژیک و سایر اجزاء سیستم‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارد. بخش کشاورزی هم بر تغییر اقلیم تأثیر می‌گذارد و هم از تغییر اقلیم تأثیر می‌پذیرد (ملکی مرشد، ۲۰۱۷). به طور کلی در

حال حاضر کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید، تا جایی که می‌توان گفت، رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان پذیر نمی‌باشد. به طور طبیعی کاهش توان تولید محصولات کشاورزی در داخل طیف گسترده‌ای از متغیرهای اقتصاد کلان و بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار خواهد داد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶). تغییر اقلیم اکثر کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار داده است. این پدیده در بخش کشاورزی ایران نیز تأثیر گذار است (شمشیری و علی بیگی، ۱۳۹۹). در سال‌های اخیر نوسانات آب و هوا شدیدتر گشته و به صورت خشکسالی‌های شدید یا به شکل سیلاب‌ها و طوفان‌های سهمگین تأثیرات زیادی بر ذخایر غذایی انسانها در قاره‌های مختلف داشته است و تولید بهینه محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار داده است (خانجانی، ۱۳۸۳). از جمله روشهای مناسب و کم هزینه برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی، استفاده از رهیافت‌های مدل‌سازی است که طی چهار دهه گذشته مورد توجه فراوان محققان قرار گرفته است (Tubiello et al., 2007) به طوری که امروزه این مدل‌ها در سطح وسیعی جهت ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رشد و عملکرد محصولات زراعی به کار برده می‌شوند (Asseng et al., 2007). به دلیل کمبود دانش ما از چگونگی مکانیزم دقیق تأثیر گرمایش زمین بر فرآیند رشد و نمو گیاه و برهمکنشی که میان شرایط محیطی و عملیات‌های مدیریتی وجود دارد بنابراین ساخت و توسعه مدل‌های رشد برای ارزیابی اثرات آنها بر رشد و عملکرد محصولات کشاورزی از پیشرفت کمتری برخوردار بوده است. علاوه بر این چگونگی لحاظ کردن اثرات تغییر اقلیم بر رشد و نمو گیاه و محدودیت دسترسی به منابع موجود در این زمینه، بر پیچیدگی ساخت این نوع مدل‌ها می‌افزاید.

پزشک و همکاران (۱۴۰۳) مقایسه روش‌های مختلف پیش بینی روند انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش کشاورزی ایران را انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که روند انتشار گازهای متان و اکسیدنیترژن، نزولی و میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، صعودی خواهد بود. میرزایی و همکاران (۱۴۰۰) مدیریت پایدار خاک و نقش آن در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را بررسی کردند. در این پژوهش آمده است که راهکارهایی از قبیل مدیریت بهتر نیتروژن از طریق کاربرد به موقع کودهای نیتروژنی و متناسب با مقدار نیاز

و STICS انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت نیتروژن برآورد شده و اندازه‌گیری شده معنادار نبود که حاکی از دقت برآورد قابل قبول مدل است. Yue و همکاران (۲۰۱۹) چهار روش مدل‌سازی DAYCENT، DNDC، رگرسیون خطی (YLRM) و عوامل انتشار اولویت IPCC را برای ارزیابی انتشار اکسیدنیتروژن در حوزه کشاورزی مقایسه کردند. ارزیابی دقت این مدل‌ها نشان داد که مدل‌های DAYCENT و DNDC الگوهای زمانی روزانه اکسید نیتروس را به طور مؤثر شبیه‌سازی کرده اما هر دو مدل در شبیه‌سازی زمان‌بندی شار اکسید نیتروس پس از کود دهی و رژیم آب مشکل داشتند.

استان خوزستان یکی از مهم‌ترین مناطق تولید مرکبات و خرما در کشور است از این رو میزان قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای در این مناطق تولید می‌شود. با توجه به اهمیت کشت‌های مذکور و با نظر به این که در ایران مطالعات اندکی در خصوص تولید گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی صورت گرفته است، این پژوهش با هدف مطالعه شار گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک با مدل DAYCENT و با در نظر گرفتن تغییرات بارش ۳۰-، ۲۰-، ۱۰-، ۱۰+ و ۲۰+ درصد بارش صورت پذیرفت و در نهایت بررسی پتانسیل گرمایش جهانی این گازها در باغات مرکبات و نخلستان‌های استان خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

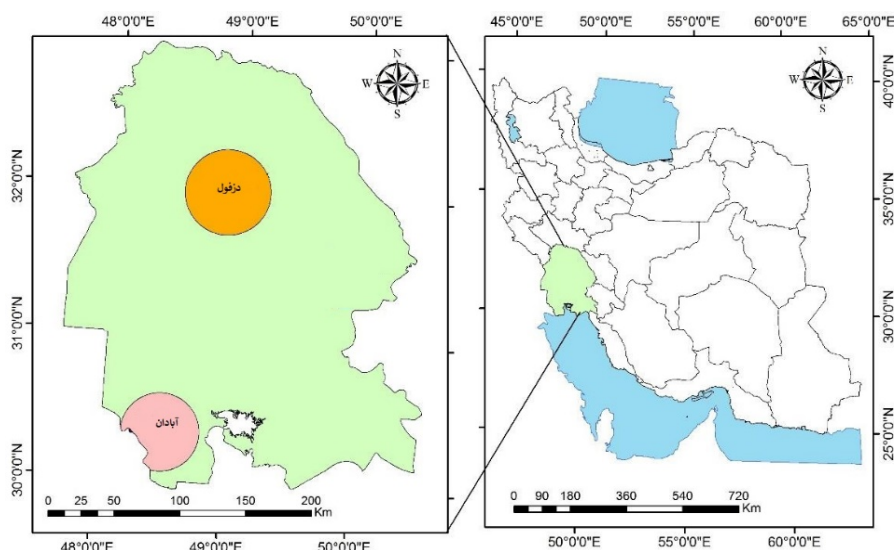
منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در شهرستان آبادان به عنوان اصلی‌ترین مرکز نخیلات استان خوزستان با موقعیت جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه و دارای ۱۳ هزار نخیلات و سه میلیون و پانصد هزار اصله نخل و شهرستان دزفول در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی با عنوان مهم‌ترین مرکز باغات مرکبات در استان خوزستان انجام گرفت.

شهرستان آبادان در دشت واقع شده است و به علت مجاورت با صحراهای بزرگ و سوزان نظیر صحرای بزرگ عربستان و عراق، در مجموع هوای گرم و بیابانی دارد. ایام یخبندان آن حداکثر در طول سال نه روز است. بادهای سرد شمال که بیشتر در فصل زمستان به این منطقه می‌وزند، گاهی میزان

محصول و تقسیم آنها در مراحل گوناگون رشد گیاه، گنجاندن محصولات لگوم در تناوب زراعی، مدیریت مناسب بقایای گیاهی، استفاده از کودهای آهسته رهش و مصرف مواد بازدارنده نیتروفیکاسیون و دنیتروفیکاسیون باعث کاهش انتشار نیتروژن اکسید از خاک می‌گردند. کاهش انتشار متان نیز از طریق زهکشی شالیزارها به منظور ایجاد تهویه مناسب برای اکسیداسیون متان و تجزیه بقایای گیاهی قبل از غرقاب شدن از طریق خاکورزی یا تبدیل آنها به کمپوست امکانپذیر است. همچنین میرزایی و همکاران (۱۳۹۹) مروری بر مطالعات مدیریت زراعی در کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای نیتروز اکسید از خاک‌های کشاورزی انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدیریت صحیح بقایای گیاهی، بکارگیری روش‌های نوین خاک ورزی حفاظتی و آبیاری و همین‌طور گنجاندن محصولات لگوم در تناوب از جمله راهکارهای موثر در کاهش انتشار نیتروز اکسید هستند. همچنین بهبود کارایی مصرف نیتروژن با استفاده از بازدارنده‌های نترات‌سازی، اوره‌آز و کودهای آهسته رها منجر به کاهش تشکیل و انتشار این گاز می‌گردد. تشخیص منشا انتشار نیتروز اکسید با استفاده از فناوری‌های نوین نیز اهمیت قابل ملاحظه‌ای در انتخاب و اجرای عملیات زراعی مطلوب و در نتیجه جلوگیری از انتشار بیشتر این گاز گلخانه‌ای دارد. Abdalla و همکاران (۲۰۱۰) آزمایش شبیه‌سازی مدل DAYCENT جهت شار اکسید نیتروس و ارزیابی تأثیر تغییرات آب و هوا بر روی شار گاز و تولید زیست توده از مراتع مرطوب را انجام دادند. در این پژوهش مدل DAYCENT به ترتیب انباشت اکسید نیتروس و تولید زیست توده را با انحراف نسبی ۳۸٪ و ۲۳٪ از مقادیر اندازه‌گیری، پیش‌بینی کرد. مقایسه بین شار شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری نشان می‌دهد که پاسخ مدل DAYCENT به کود ازنه و شار پس زمینه شبیه‌سازی شده باید تنظیم شود و همچنین تفاوت معنی‌داری بین شار اکسید نیتروس جمع‌شده تحت تغییر آب و هوا و شرایط پایه مشاهده نشده است. Gaillard و همکاران (۲۰۱۷) مقادیر اکسید نیتروس متصاعد شده را با مدل‌های DAYCENT، DNDC و EPIC برآورد و مقایسه کردند. تجزیه و تحلیل رگرسیون در این پژوهش نشان داد که این مدل‌ها مقدار روزانه و شار اکسید نیتروس جمع‌شده را کمتر نشان داده‌اند. Guest و همکاران (۲۰۱۷) مقایسه مدل فرآیندهای خاک در شرق کانادا با استفاده از مدل‌های DAYCENT، DNDC

دشت که در شمال استان خوزستان واقع است، با داشتن بزرگترین و اولین شبکه آبیاری کشور (شبکه آبیاری دز) نقش مهمی در کشاورزی استان دارد. وسعت دشت ۲۰۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد و ارتفاع آن حداقل ۳۷ و حداکثر ۳۸۹ متر می‌باشد. به جز بخش‌های در سایر بخش‌های دشت کشاورزی صورت می‌گیرد. دو رودخانه بزرگ دز و کرخه و همچنین رودخانه‌های کهنک، شور، شاور و رودخانه فصلی بالا رود در منطقه جریان دارند (حسینی زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

دما را به صفر نزدیک می‌کنند و گاهی بادهای شمال غربی هم همراه با طوبت مدیترانه، باعث ریزش نزولات جوی نسبتاً زیادی می‌شود. حداکثر گرما در آبادان بیش از ۵۰ درجه و شدت آن از تیر تا پایان شهریور ماه است. اختلاف گرمای شب و روز ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و آب و هوای متغیر و غیر قابل پیش بینی دارد (گلایی و همکاران، ۱۳۹۲). دشت دزفول یکی از بزرگترین دشت‌های استان خوزستان و از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی این استان می‌باشد. این



شکل ۱- موقعیت قرارگیری محدوده‌های مطالعاتی در استان خوزستان

ضخامت، ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی، pH، هیدرولیک اشباع‌شده و EC می‌باشد. این مدل با استفاده از داده‌های مشاهده‌شده مربوط به تولید گیاهان، ماده آلی خاک، گردش مواد مغذی و گازهای کمیاب اعتبارسنجی شده است (Hartman et al., 2011).

محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی GWP: میزان اثرگذاری گازهای گلخانه‌ای به عنوان (GWP) بیان می‌شود که سهم یک توده معین از گازهای گلخانه‌ای در گرم شدن جهانی است. GWP برای یک دوره زمانی خاص محاسبه می‌شود و بستگی به جذب اشعه مادون قرمز توسط یک گونه معین، موقعیت طیفی از طول موج‌های جذب شده و طول عمر گونه‌ها در جو دارد (میرزایی و همکاران، ۱۴۰۰). محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس گزارش‌ها روبرتسون و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. به منظور محاسبه این شاخص، میزان انتشار متان، اکسیدنیتروس و اکسیدنیتریک محاسبه‌شده برای محصول در نظر گرفته شد. اثر هر کدام از گازها بر گرمایش

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 نوشته‌شده و می‌تواند از پنجره DOS یا یک پلت فرم لینوکس استفاده شود. ورودی‌های مدل DAYCENT شامل بارش روزانه مشاهده‌شده و حداکثر و حداقل دما روزانه؛ متغیرهای خاک شامل بافت، چگالی تراکم،

دی‌اکسیدکربن بیان گردید. برای این منظور، میزان گاز اکسیدنیتروس با ضریب ۲۶۵ و متان با ضریب ۲۸ و دی‌اکسید کربن ۲۹۸ در محاسبات وارد شد. در نهایت میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس معادله ۱ محاسبه شد.

زمین متفاوت است، به طوری که هر واحد متان، اکسید نیتریک و اکسیدنیتروس به ترتیب حدود ۲۸، ۲۹۸ و ۲۶۵ برابر دی‌اکسیدکربن در گرمایش زمین نقش دارند (آی پی سی سی، ۲۰۰۷). بنابراین، واحد این شاخص به صورت معادل

$$GWP = (N_2O \text{ FLUX} \times 265) + (NO \text{ FLUX} \times 298) + (CH_4 \text{ FLUX} \times 28) \quad (1)$$

بارش ۳۰٪ را بدست آورد. در مجموع با کاهش بارش تصاعد هر سه گاز کاهش می‌یابد و با افزایش بارش به میزان ۱۰ و ۲۰٪ شار گازها روند افزایشی دارد (شکل‌های ۲، ۳ و ۴).

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

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج برآورد مدل DAYCENT برای نرخ شار سالانه گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک را در هر دو ایستگاه، با توجه به میانگین سالانه و تغییرات بارش (۳۰، ۲۰، ۱۰، -۱۰، -۲۰٪) آورده شده است.

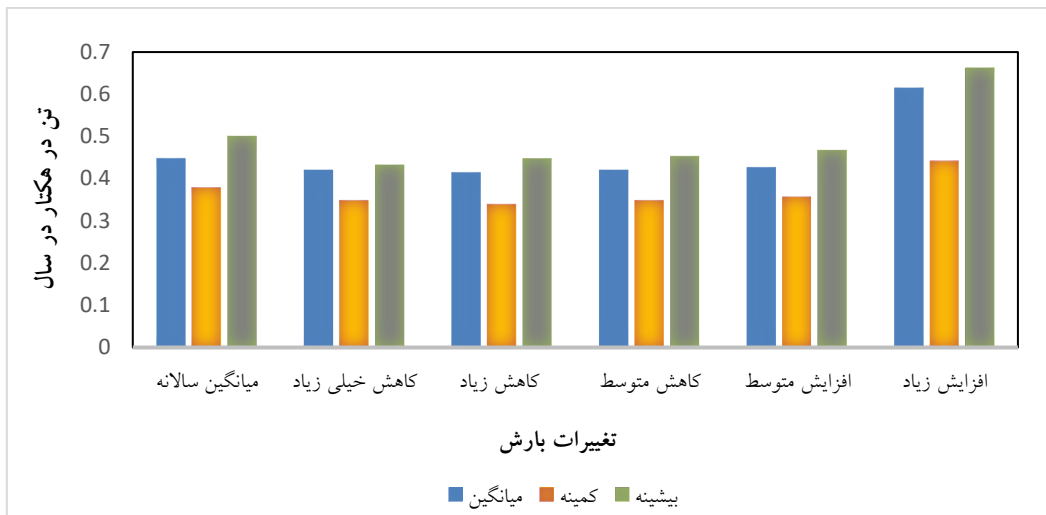
نتایج برآورد گازها در ایستگاه آبادان نیز نشان داد که برای گازمتان بیشترین مقدار (۰/۶۳۸ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۳۰۴ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۳۰٪ را بدست آورد. برای گازاکسید نیتروس در ایستگاه آبادان بیشترین مقدار (۰/۲۷۸ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۰۰۶ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۳۰٪ تعیین شد. همچنین برای گاز اکسید نیتریک در ایستگاه آبادان بیشترین مقدار (۰/۳۴۲ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۱۶۹ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۳۰٪ را بدست آمد. در مجموع در ایستگاه آبادان، با کاهش بارندگی، کاهش شار متان را داریم. با افزایش بارش به میزان ۱۰ و ۲۰٪ این روند افزایش می‌یابد. شار اکسید نیتروس و اکسید نیتریک نیز با کاهش بارندگی، کم و با افزایش آن افزایش بسیار زیاد و چشمگیر نشان دادند (شکل‌های ۵، ۶ و ۷).

نتایج نشان داد که برای گازمتان در ایستگاه دزفول بیشترین مقدار (۰/۷۶۹ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۴۲۱ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۳۰٪ را بدست آورد. برای گازاکسید نیتروس در ایستگاه دزفول بیشترین مقدار (۰/۲۰۱ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۰۰۴ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۳۰٪ تعیین شد. همچنین برای گازاکسید نیتریک در ایستگاه دزفول بیشترین مقدار (۰/۳۴۲ تن در هکتار در سال) در تغییرات بارش ۲۰٪ و کمترین مقدار (۰/۱۳۲ تن در هکتار در سال) در تغییرات

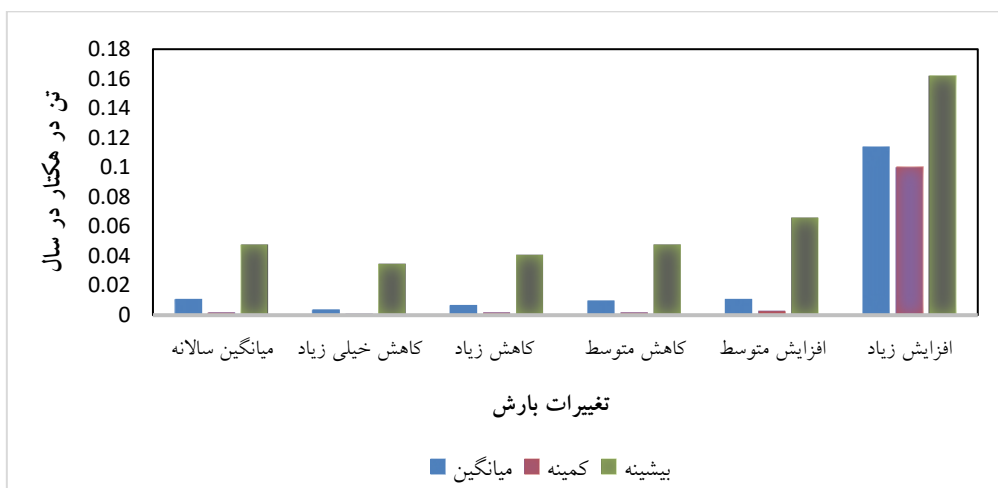
جدول ۱- مقادیر میانگین، کمینه، بیشینه و ضریب تغییرات شار متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک بر اساس میانگین سالانه (بر

حسب تن در هکتار در سال)

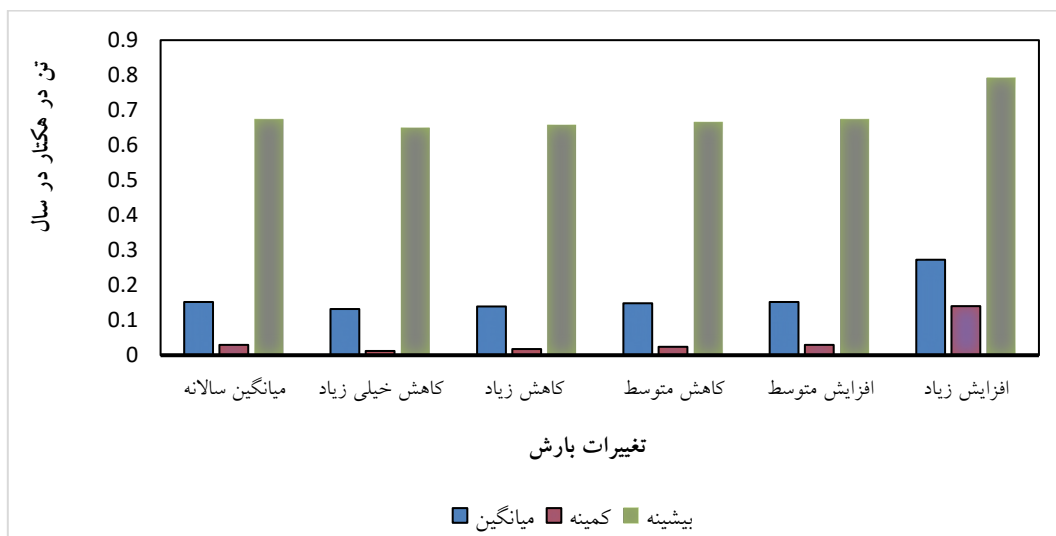
| DAYCENT | | | | ایستگاه | متغیر |
|---------------------|--------|-------|---------|---------|------------------|
| ضریب تغییرات (درصد) | بیشینه | کمینه | میانگین | | |
| ۴/۲ | ۰/۵۰۱ | ۰/۳۷۸ | ۰/۴۴۸ | دزفول | شار متان |
| ۵/۲ | ۰/۴۳۲ | ۰/۳۳۱ | ۰/۳۹۸ | آبادان | |
| ۴۹/۳ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۱ | دزفول | شار اکسید نیتروس |
| ۷۸/۶ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۴ | آبادان | |
| ۵۲/۱ | ۰/۶۷۴ | ۰/۰۳۰ | ۰/۱۵۲ | دزفول | شار اکسید نیتریک |
| ۸۰/۰ | ۰/۶۳۷ | ۰/۰۳۶ | ۰/۱۲۹ | آبادان | |



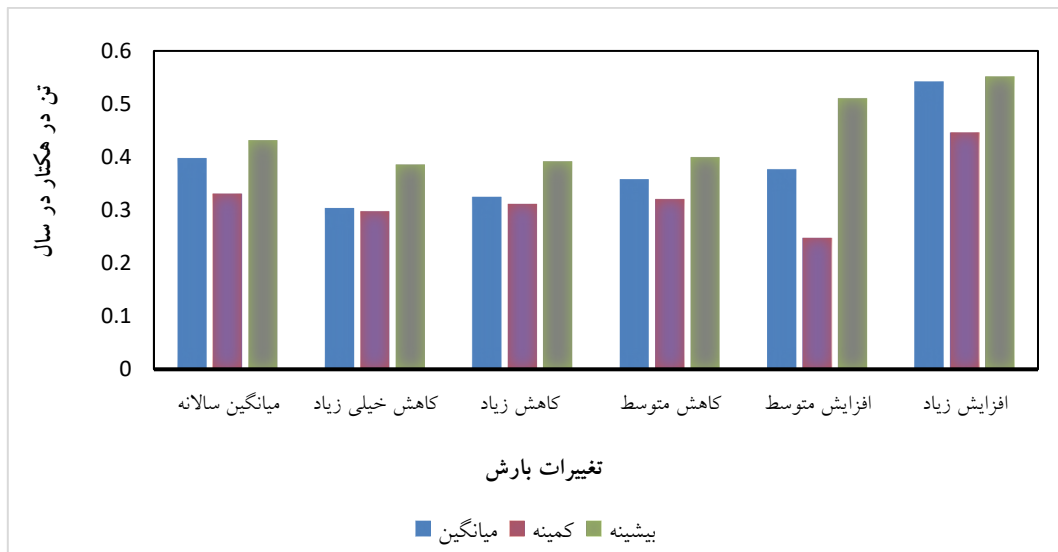
شکل ۲- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار متان بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در باغات مرکبات



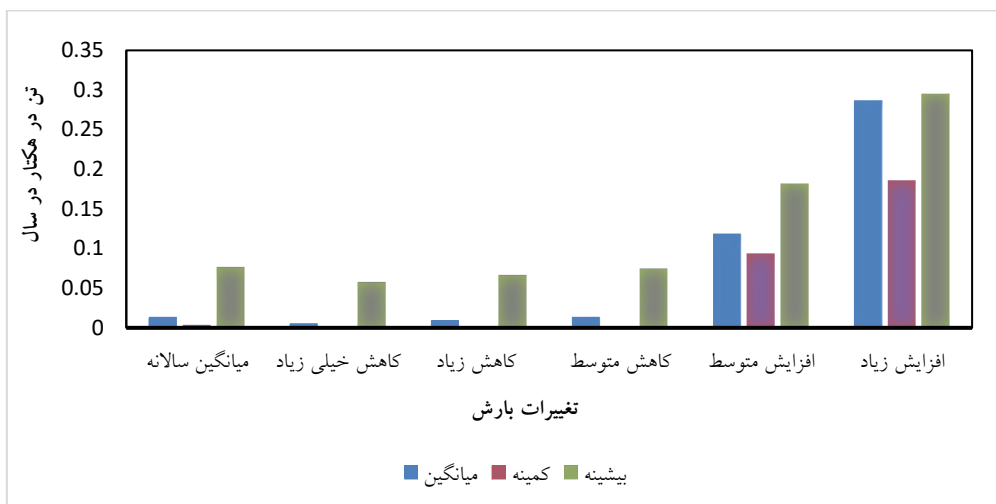
شکل ۳- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار اکسید نیتروس بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در باغات مرکبات



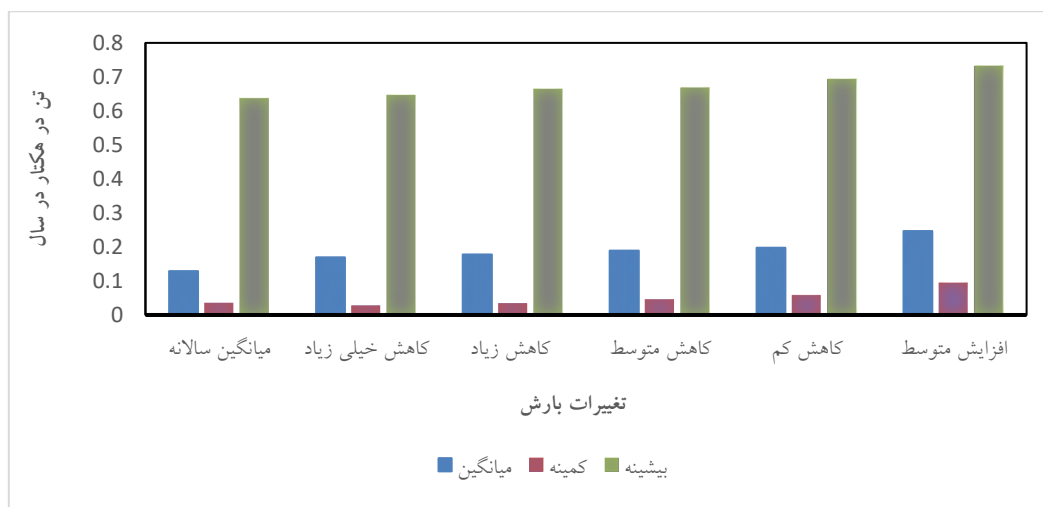
شکل ۴- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار اکسید نیتریک بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در باغات مرکبات



شکل ۵- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار متان بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در نخلستان های آبادان



شکل ۶- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار اکسید نیتروس بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در نخلستان های آبادان

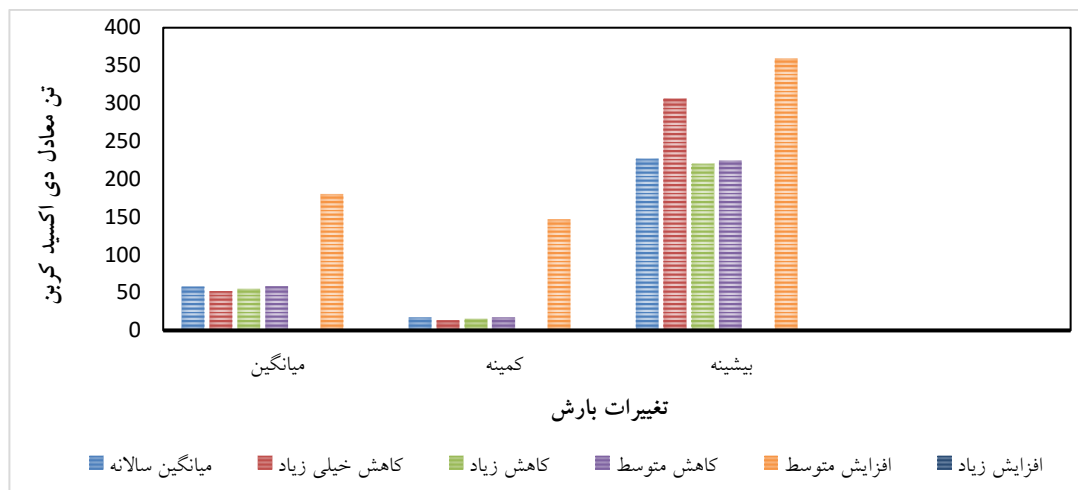


شکل ۷- نمودار تغییرات میانگین، کمینه و بیشینه شار اکسید نیتریک بر حسب میانگین سالانه بارش و سناریوهای تغییرات بارش در نخلستان های آبادان

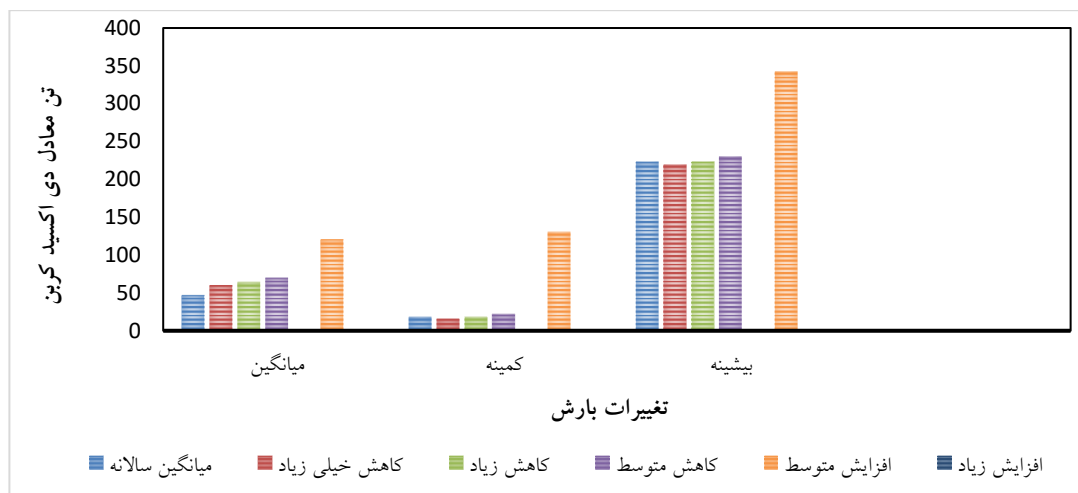
است. تاثیر کاهش و افزایش بارش در این ایستگاه نیز کاملاً مشخص است و کاهش بارش باعث کم شدن پتانسیل گرمایش جهانی و افزایش آن باعث زیاد شدن این پتانسیل می‌گردد (شکل ۸).

بر اساس نتایج بدست آمده از محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در نخلستان‌های آبادان، میانگین، کمینه و بیشینه پتانسیل گرمایش جهانی در این ایستگاه به ترتیب ۴۷/۲۰۰، ۱۹/۹۰۹ و ۲۲۱/۷۸۶ تن معادل دی اکسید کربن بدست آمد. همچنین بر اساس محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک با در نظر گرفتن تغییرات بارش در نخلستان‌های آبادان میانگین، کمینه و بیشینه پتانسیل گرمایش جهانی در این ایستگاه در تغییرات کاهش خیلی زیاد بارش (۳۰-٪) به ترتیب ۶۰/۴۶۴، ۱۶/۶۸۸ و ۲۱۸/۹۸۴، در تغییرات کاهش زیاد بارش (۲۰-٪) به ترتیب ۶۴/۷۹۴، ۱۹/۱۶۶ و ۲۲۳/۹۲۱، در تغییرات کاهش متوسط بارش (۱۰-٪) به ترتیب ۷۰/۰۵۶، ۲۳/۲۲۶ و ۲۳۰/۱۳۹، در تغییرات بارش پایین (۲-٪) به ترتیب ۴۵/۹۵۶، ۲۳/۷۳۲ و ۲۴۸/۲۳۳، در تغییرات بارش متوسط (۷٪) به ترتیب ۱۲۱/۵۷، ۶۶/۴۳۴ و ۲۸۶/۱۴۸، در تغییرات بارش بالا (۱۴٪) به ترتیب ۱۲۱/۱۵۲، ۱۳۱/۱۹ و ۳۴۲/۷۰۳ تن معادل دی اکسید کربن بدست آمد. همان‌طور که در شکل ۸ مشخص است، تغییرات پتانسیل گرمایش جهانی با تغییرات دما و بارش انطباق دارد. ولی افزایش بارش ۷ و ۱۴٪ افزایش چشمگیری را نشان نمی‌دهد. فاصله عددی بین کمینه‌ها و بیشینه‌های پتانسیل گرمایش جهانی در تغییرات دمایی ۲/۵ و ۴/۲ درجه سانتی‌گراد بسیار زیاد است.

عوامل متعددی بر روی میزان انتشار یک گاز در یک محیط کشاورزی اثر گذار است و برآورد مدل نیز به تبع آن تغییر می‌کند. Begum و همکاران (۲۰۱۸) نیز به این نتیجه رسیدند که انتشار گاز متان در زمین‌های مختلف و با فصول رشد مختلف متفاوت است و مدل DAYCENT برآوردی مناسبی از انتشار گاز متان داشته است. در پژوهش حاضر نیز شار گازهای مورد بررسی زمین‌های مختلف و با مراحل رشد متفاوت اندازه‌گیری شد که مدل DAYCENT این نکته را به خوبی نشان داد. در پژوهش Shepherd و همکاران (۲۰۱۹) نتایج نشان داد که تفاوت در تصاعد گاز به عملکرد محصول، کودهای اعمال شده، مقدار آمونیم و نترات در خاک و رطوبت خاک بستگی دارد. همچنین در این تحقیق این تفاوت‌ها به دلیل محصول و سیستم آبیاری متفاوت است. در ادامه پتانسیل گرمایش جهانی سه گاز متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات و نخلستان‌های آبادان با میانگین سالانه و با تغییرات بارش محاسبه گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی، گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک در باغات مرکبات دزفول، میانگین، کمینه و بیشینه پتانسیل گرمایش جهانی در این ایستگاه به ترتیب ۵۹/۱۵۰، ۱۷/۴۸۹ و ۲۲۶/۲۳۵ تن معادل دی اکسید کربن بدست آمد. همچنین بر اساس محاسبات ضریب پتانسیل گرمایش جهانی، گازهای متان، اکسید نیتروس و اکسید نیتریک با در نظر گرفتن تغییرات بارش در باغات مرکبات دزفول میانگین، کمینه و بیشینه پتانسیل گرمایش جهانی در این ایستگاه در تغییرات کاهش خیلی زیاد بارش (۳۰-٪) به ترتیب ۵۲/۱۸۴، ۱۳/۵۸۵ و ۳۰۶/۱۵، در تغییرات کاهش زیاد بارش (۲۰-٪) به ترتیب ۵۴/۸۹۷، ۱۵/۳۷۶ و ۲۱۹/۴۹۳، در تغییرات کاهش متوسط بارش (۱۰-٪) به ترتیب ۵۸/۵۴۲، ۱۷/۴۲۶ و ۲۲۳/۸۷۲، در تغییرات بارش متوسط (۱۰٪) به ترتیب ۱۲۹/۶۰۹، ۸۱/۹۸۱ و ۳۰۰/۱۵۹، در تغییرات بارش بالا (۲۰٪) به ترتیب ۱۸۰/۳۷۵، ۱۴۶/۶۹ و ۳۵۴/۰۳۷ تن معادل دی اکسید کربن بدست آمد. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، تغییرات پتانسیل گرمایش جهانی با تغییرات بارش نسبت به تغییرات دمایی بسیار بیشتر می‌باشد. ولی فاصله عددی بین کمینه‌ها و بیشینه‌های پتانسیل گرمایش جهانی در تغییرات دمایی زیاد



شکل ۸- پتانسیل گرمایش جهانی سه گاز مورد نظر با تغییرات بارش از باغات مرکبات دزفول



شکل ۹- پتانسیل گرمایش جهانی سه گاز مورد نظر با تغییرات بارش از نخلستان‌های آبادان

شده و سپس میزان پتانسیل گرمایش جهانی براساس خروجی مدل، در دو ایستگاه به دست آمد. براساس نتایج بدست آمده از مدل DAYCENT، گاز متان بیش‌ترین میزان تصاعد را در ایستگاه دزفول (مرکبات)، بیش‌ترین میزان تصاعد اکسید نیتروس در ایستگاه آبادان (خرما) و اکسید نیتریک از ایستگاه دزفول (مرکبات) به دست آمد. بالا بودن تصاعد گاز متان در ایستگاه دزفول به دلیل نوع نوع سیستم کشت و مدیریتی می باشد. درحالی که بالا بودن شار اکسید نیتروس در ایستگاه آبادان و اکسید نیتریک در ایستگاه دزفول به دلیل عدم استفاده اصولی از کودهای شیمیایی و عدم رعایت اصول کارشناسی در مزارع باعث بالا بودن شار این گازها شده است. در دو ایستگاه با کاهش بارش تصاعد هر سه گاز کاهش می یابد و با افزایش بارش به میزان ۱۰ و ۲۰٪ شار گازها روند افزایشی

نتیجه‌گیری

امروزه مباحث بوم‌شناختی و زیست محیطی از قبیل انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. فعالیت‌های کشاورزی یکی از بخش‌هایی است که با وجود این که منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، قابلیت ذخیره‌سازی این گازها را نیز دارا می‌باشند؛ بنابراین شناخت گازهای گلخانه‌ای و عوامل مؤثر بر تولید و انتشار آنها، به منظور اعمال روش‌های مدیریتی مطلوب جهت کاهش انتشار این گازها از بخش کشاورزی ضروری است. در این پژوهش انتشار گازهای متان، نیتروس اکسید و نیتریک اکسید در باغات مرکبات و نخلستان‌های خوزستان با استفاده از مدل DAYCENT با در نظر گرفتن میانگین سالانه بارش و تغییرات ۳۰-، ۲۰-، ۱۰-، ۱۰ و ۲۰ درصدی بارش برآورد

- 6- Golabi, M. R., Akhond-Ali, A. M., & Radmanesh, F. (2013). Prediction of comfort climate characteristics in Abadan using time series analysis. *Journal of Water and Soil*, 27(6), 1235–1246. <https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.20818> (In Persian)
- 7- Guest, G. Kröbel, R. Grant, B. Smith, W., Sansoulet, J., Pattey, E., Desjardins, R., Jégo, G., Tremblay, N., and Tremblay, G., 2017, Model comparison of soil processes in eastern Canada using DayCent, DNDC and STICS, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, volume 109, pages 211–232.
- 8- Hartman M, Merchant ER, Parton WJ, Gutmann MP, Lutz S and Williams SA., 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.
- 9- Hosseini, M., Adel, F., Parviz, S., & Marouf, S. (2007). Application of artificial neural networks and multivariate regression in estimating the yield of rainfed wheat (Qorveh region, Kurdistan province). *Agricultural Research Journal*, 41, 54–41. (In Persian)
- 10- Hosseinizadeh, A., Seyed Kaboli, H., Zarei, H., & Akhond-Ali, A. M. (2016). Analysis of drought intensity and return period under future climate change conditions (Case study: Dezful-Andimeshk plain). *Irrigation Sciences and Engineering*, 39(1), 33–43. <https://doi.org/10.22055/jise.2016.12010> (In Persian)
- 11- IPCC, 2007, Summary for Policy Makers. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 12- Keshavarz, A. R., & Farajzadeh, Z. (2023). Climate change and agricultural trade in Iran: A dynamic input-output analysis. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 37(4), 451–468. (In Persian)
- 13- Khanjani, M. (2004). *Pests of agricultural crops in Iran* (1st ed.). Bu-Ali Sina University Press. (In Persian)
- 14- Malakootikhah, Z., & Farajzadeh, Z. (2020). The effect of climate change on Iran's agricultural value added. *Agricultural Economics and Development*, 34(4), 451–468. (In Persian)
- داشته است. پتانسیل گرمایش جهانی در منطقه دزفول بیشتر بود چون کشت متراکم تر و مصرف کود بیشتری دارد قابل انتظار بود. همچنین در باغات مرکبات تغییرات پتانسیل گرمایش جهانی در نتیجه تغییرات بارش بسیار زیاد می‌باشد. در جمع‌بندی کلی بیش‌ترین سهم پتانسیل گرمایش جهانی از تصاعد گاز اکسید نیتریک می‌باشد. محاسبه تصاعد گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند زمینه ساز بروز هشدارهای لازم به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و حفاظت محیط زیست کشور باشد تا برای توجه بیشتر و حمایت‌های مالی ضروری، اقدامات لازم را انجام دهند.

منابع

- 1- Abdalla M, Jones M, Yeluripati J, Smith P, Burke J and 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.
- 2- Asadi, A., Roustaei, M., & Kalantari, K. (2021). Investigating the mutual relations of climate-smart agriculture components using the DEMATEL technique. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(3), 569–589. (In Persian)
- 3- Asseng, S., Jamieson, P.D., Kimball, B., Pinter, P., Sayre K., Bowden, J.W. and Howden, S. M., 2004, Simulated wheat growth affected by rising temperature, increased water deficit and elevated atmospheric CO₂. *Field Crops Research*, 85: 85-102.
- 4- Begum, K., Kuhnert, M., Yeluripati, J., Ogle, S., William Parton, W., Kader, M.A., Smith, P., 2018, Model based regional estimates of soil organic carbon sequestration and greenhouse gas mitigation potentials from rice croplands in Bangladesh, *Land*, 7, 82; doi:10.3390/land7030082.
- 5- Gathany, M. A., Burke, I. C., 2012, DAYCENT simulations to test the influence of fire regime and fire suppression on trace gas fluxes and nitrogen biogeochemistry of Colorado forests, *Forests*, 3, 506-527; doi:10.3390/f3030506.

- agents in Kermanshah regarding climate change. *Journal of Agricultural Education Administration Research*, (54), 67–85. (In Persian)
- 24- Shepherd, A., Cardenas, L.M., 2019, Metrics of biomass, live- weight gain and nitrogen loss of ryegrass sheep pasture in the 21st century, *Science of the total environment*, 685;428-441.
- 25- Tubiello, F. N., Amthor, J. S., Boote, K. J., Donatelli, M., Easterling, W. and Fischer, G., 2007, Crop response to elevated CO₂ and world food supply. *European Journal of Agronomy*, 26: 215-233. Wakernagel, H. 2002. *Multivariate geostatistics*. Springer Press, 387pp.
- 26- 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.
- 27- Wilby, R.L., Charles, S.P., Zorita, E., Timbal, B., Whetton, P. and Mearns, L.O., 2004, Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods", available from the DDC of IPCC TGCIA, 27 pp.
- Development, 28(111), 1–30. (In Persian)
- 15- Maleki Maresht, R. (2017). Evaluation of the effects of climate change on water resources and agriculture in Iran. *Proceedings of the 1st International and 5th National Conference on Traditional Agriculture*, University of Mohaghegh Ardabili. (In Persian)
- 16- Mirzaei, M., Mirkhani, R., Gorji Anari, M., & Shorafa, M. (2020). A review of agronomic management studies on reducing nitrous oxide greenhouse gas emissions from agricultural soils. *Land Management Journal*, 8(2), 197–211. (In Persian)
- 17- Mirzaei, M., Gorji, M., Moghiseh, E., Asadi, H., & Razavi Toosi, E. (2021). Sustainable soil management and its role in reducing greenhouse gas emissions. *Land Management Journal*, 9(2), 187–204. (In Persian)
- 18- Mojavarian, S. M., & Ahmadi Kaliji, S. (2015). Application of the Ricardian method to investigate the impact of climate change on agricultural land rent. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(3), 481–491. (In Persian)
- 19- Panahi, H., & Esmacil Darjani, N. (2020). The impact of global warming and climate change on economic growth (Case study: Iranian provinces during 2011–2021). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1), 79–88. (In Persian)
- 20- Pezeshk, F., Zare Mehrjerdi, M. R., Amirtimouri, S., Mirzaei Khalilabadi, H. R., & Naghavi, S. (2024). Comparison of different methods for forecasting the trend of greenhouse gas emissions from Iran's agricultural sector. *Natural Hazards*, 13(40), 57–72. <https://doi.org/10.22111/jneh.2023.4633> 9.1980 (In Persian)
- 21- Rajabzadeh, M. A. (2008). Climate change. Department of Environment, Deputy of Education and Research, Office of Public Participation and Education. (In Persian)
- 22- Robertson GP, Paul EA and Harwood RR., 2000, Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. *Science*. 289: 1922-1935.
- 23- Shamshiri, S., & Alibeigi, A. H. (2020). Factors affecting the knowledge and perception of agricultural extension