

## اثر گازهای گلخانه ای بر روی جامعه، محیط زیست، سلامتی، کشاورزی

### و تغییرات آب و هوا و راه های کاهش میزان آن

محمد جواد امیری<sup>1</sup> - سید سعید اسلامیان<sup>2</sup>

#### چکیده

کشور ایران با بیش از 70 میلیون نفر جمعیت یکی از کشورهای حوزه مدیترانه می باشد که از لحاظ اقلیمی در شرایط خشک و نیمه خشک قرار دارد، بطوریکه میانگین سالانه بارش برای آن 252 میلیمتر بوده و فقط 6/6٪ از کل منابع آبی آن قابل استحصال برای آشامیدن می باشد. انتشار جهانی گازهای گلخانه ای باعث تغییرات آب و هوایی شده و چنانچه بررسی های جهانی نشان می دهد در 2 دهه اخیر میانگین دمای زمین 1 درجه سانتی گراد افزایش یافته است. این تغییرات باعث دگرگونی هایی در شرایط آب و هوایی کشورها شده است، از آن جمله می توان به بروز حوادث غیر مترقبه ای مثل بروز سیل، طوفان های شن و ماسه، آب شدن یخهای قطبی، خشکسالی و سرما زدگی در بسیاری از کشورها نام برد. تغییرات آب و هوایی احتمالاً تأثیرات وسیعی بر روی سلامتی بشر و کاهش طول عمر انسان داد. یکی دیگر از اثرات گرمایش زمین که می تواند تأثیر ناگواری داشته باشد افزایش نیاز آبی گیاهان است که این پدیده مورد بررسی قرار گرفته است. انتظار می رود با افزایش درجه حرارت قدرت تبخیر کنندگی هوا یا تبخیر و تعرق پتانسیل سطح مرجع ( $ET_0$ ) افزایش یابد و در نتیجه نیاز آبی گیاهان بیشتر گردد. با توجه به اینکه  $ET_0$  مهمترین پارامتر در محاسبات آبیاری و زهکشی می باشد و در طراحی و ظرفیت سیستم های آبیاری نقش دارد باید اثرات گرمای کره زمین روی آن و بالتبع روی مصرف آب کشاورزی بررسی شود. در مقاله حاضر اثرات گازهای گلخانه ای و رشد آن را بیان کرده و

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

<sup>2</sup> دانشیار گروه مهندسی آب

راه های کاهش این گازها را بیان می کنیم.

**کلمات کلیدی:** گازهای گلخانه ای، دی اکسید کربن، متان، مونوکسید نیتروژن، گرم شدن زمین،

فلوروکربن

مقدمه

اثر گلخانه ای عبارت است از گرم شدن زمین به دلیل حضور گازهای گلخانه ای. علت این نامگذاری شباهت تأثیری است که محفظه شیشه ای گلخانه ایجاد می کند. اشعه های خورشید با طول موج کوتاهتر از جو زمین عبور می کنند، سپس توسط سطح زمین جذب می شوند و موجب گرم شدن آن می گردد. قسمتی از انرژی جذب شده، به صورت اشعه ای با طول موج بلند به جو بازگردانده می شود. مقدار کمی از این اشعه ای با طول موج بلند به طرف فضا از جو خارج می گردد. اشعه نمی تواند از بین گازهای گلخانه ای موجود در جو فرار کند. گازهای گلخانه ای اشعه های در حال خروج را به صورت انتخابی عبور می دهند، برخی را گیر می اندازند و به برخی اجازه عبور به فضا را می دهند. گازهای گلخانه ای این امواج را جذب می کنند و آنها را به سمت پایین باز می گردانند که موجب گرم شدن جو پایینی می گردد. در شکل زیر چگونگی تأثیر گازهای گلخانه ای در گرم شدن زمین نشان داده شده است.

**آیا به راستی آب و هوا تغییر کرده است؟**

برای نمونه به اطلاعات موجود در زیر که چندی پیش توسط BBC در مورد کشور انگلستان اعلام شده است، توجه کنید:

1) در حال حاضر، بریتانیا گرمترین سال خود را در سده اخیر سپری می کند. دمای میانگین در

حدود 0/6 درجه سانتیگراد بیشتر شده است.

2) شبیه‌سازیهای رایانه‌ای پیش‌بینی کرده‌اند که در سال 2050 قسمتهایی از جنوب غرب انگلستان زیر آب خواهد رفت.

3) تغییر آب و هوا رفتار حیوانات را هم متحول کرده است. پرنده‌ها زودتر تخم‌گذاری می‌کنند و زمان بیشتری را در نواحی شمالی می‌گذرانند.

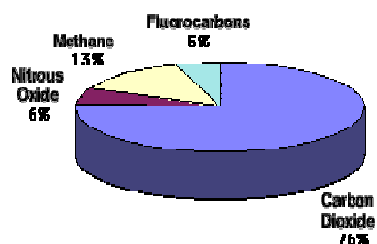
4) تابستان 2003 گرمترین تابستانی بود که اروپا در طی 500 سال پیش تجربه کرده بود.

5) تحقیقات نشان می‌دهد که میزان تشعشعی که از زمین به فضا می‌رسد کاهش یافته است. پس اثر گلخانه‌ای به طور حتم بیشتر از قبل است.

گازهای گلخانه‌ای به طور معمول زمین را احاطه کرده و آن را در حدود 33 درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از آنچه که بدون این گازها در جو بوده نگه می‌دارند. به این اثر "اثر گلخانه‌ای" گفته می‌شود. طی قرن گذشته دمای زمین در حدود 0/5 درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و دانشمندان معتقدند که این به دلیل افزایش تراکم گازهای گلخانه‌ای اصلی: دی‌اکسید کربن، متان، منو اکسید نیتروژن و فلورو کربن‌ها است. مردم این تغییرات آب و هوایی طی قرن اخیر را شروع گرم شدن جهان می‌نامند. نگرانی‌ها از آنجاست که اگر مردم به تولید چنین گازهایی با سرعت فزاینده ادامه دهند، نتایج نامطلوبی بر طبیعت خواهد گذاشت، مثل سیل‌های شدید و خشکسالی، افزایش بی‌رویه رشد حشرات، بالا آمدن سطح آب دریاها و غیره. این تغییرات در محیط به احتمال زیاد تأثیرات منفی بر روی جامعه خواهد گذاشت همچون سلامتی کمتر و کاهش رشد اقتصادی. با این حال، برخی دانشمندان می‌گویند که گرم شدن دنیا را که ما در حال حاضر تجربه می‌کنیم یک پدیده طبیعی است و قسمتی از چرخه طبیعی زمین است. در حال حاضر هیچکس نمی‌تواند ثابت کند که این نظریه درست است یا خیر، اما یک چیز کاملاً مشخص است و آن اینکه، دنیا با سرعت بسیار زیادی در حال تولید گازهای گلخانه‌ای بوده است و علائم مختصری از کاهش تولید را تنها در چند سال پیش نشان داده است.

## گازهای گلخانه ای

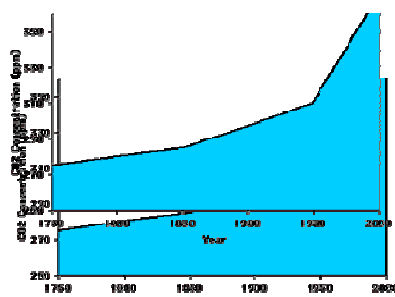
شکل 1 گازهای گلخانه ای را نشان می دهد که همانطور که مشخص است دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) جزء اصلی ترین این گازها می باشد.



شکل 1. درصد گازهای تشکیل دهنده گازهای گلخانه ای

## 1- دی اکسید کربن

دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) یک گاز بی رنگ ، بی بو و غیر قابل اشتعال است و ثابت ترین گاز گلخانه ای در جو زمین می باشد. این گاز در اتمسفر با فرآیند فتوسنتز باز یافت می شود که زندگی بشر را ممکن می سازد. فتوسنتز عملیاتی است که درختان سبز و سایر ارگانسیم ها انجام می دهند و انرژی نورانی را به انرژی شیمیایی تبدیل می کنند. انرژی نورانی در دام می افتد و استفاده می شود تا دی اکسید کربن ، آب و سایر مواد معدنی به اکسیژن ، انرژی و ترکیبات ارگانیک غنی تبدیل شوند. دی اکسید کربن در نتیجه تنفس انسان، سوختن سوخت های فسیلی برای انرژی و کاهش جنگل ها در هوا افزایش می یابد. سالانه بشر بیش از 30 بلیون تن دی اکسید کربن را با این فرایند ها به جو اضافه می کند. که این مقدار نسبت به سال 1750 بیش از 30٪ افزایش یافته است.

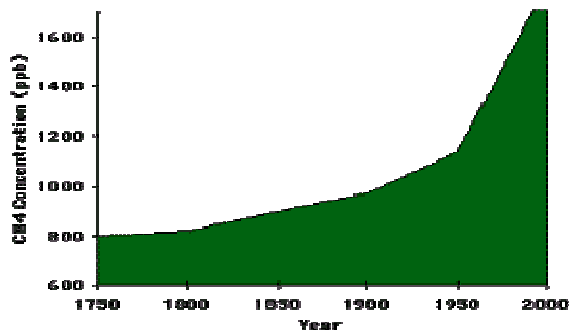


شکل 2. روند افزایش غلظت گاز دی اکسید کربن بعنوان یکی از گازهای گلخانه ای در طول زمان

تخریب جنگل ها یکی دیگر از عوامل مهم تولید دی اکسید کربن است. جنگل ها و اراضی پر درخت به طور طبیعی جاذب دی اکسید کربن هستند. به این معنی که درختان دی اکسید کربن جذب می کنند و اکسیژن رها می کنند، که کربن از طریق فتوسنتز به داخل درخت نفوذ می کند. پس در واقع با کاهش حجم درختان دی اکسید کربن کمتری بازیافت می شود.

## 2- متان

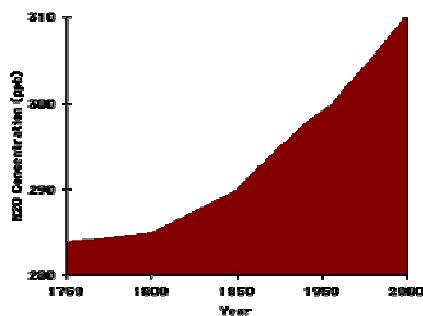
متان یک گاز اشتعال زا، بی بو و بیرنگ است. این گاز با فرسایش گیاهان و هنگامی که هوا خیلی کم است تشکیل می شود. به این گاز معمولاً گاز مرداب می گویند زیرا حجم آن اطراف آب و مرداب ها زیاد است. از سال 1750، مقدار گاز متان دو برابر شده است و می تواند تا 2050 بار دیگر دو برابر شود. هر سال ما حدود 350-500 میلیون تن متان به هوا اضافه می کنیم که این مقدار با پرورش دام، معدن های زغال سنگ، حفاری نفت و گاز و ریختن زباله ها در دشت اضافه می شود. این گاز تنها 10 سال در جو باقی می ماند اما گرما را 20 برابر بیشتر از دی اکسید کربن نگه می دارد. کشت برنج نیز یکی از عوامل تولید متان است که به تجارت بزرگی تبدیل شده است. زمین های تحت کشت برنج در 45 سال اخیر دو برابر گردیده است. برنج 1/3 جمعیت جهان را تغذیه می کند. این محصول در زمین های سیلابی اغلب تولید می شود، که باکتری موجود در خاک آن تولید متان می کند. دام هایی همچون گاو، گوسفند، بز، شتر بوفالو و همچنین موربانه ها نیز متان آزاد می کنند. باکتری موجود در روده حیوان غذا را هضم می کند و مقداری از آن را به متان تبدیل می کند. هنگامی که این حیوانات باد گلوی خود را آزاد می کنند به همراه آن متان آزاد می شود. در یک روز یک گاو می تواند 1/2 پوند متان در هوا ساطع کند. 1/3 میلیارد گاو را در نظر بگیرید که چندین بار در روز متان آزاد می کنند.



شکل 3. روند افزایش غلظت گاز متان بعنوان یکی از گازهای گلخانه ای در طول زمان

### 3- مونوکسید نیتروژن

مونوکسید نیتروژن یکی دیگر از گازهای گلخانه ای بی رنگ است و بوی شیرینی دارد. کاربرد اولیه این گاز در تسکین درد است و به دلیل این خصوصیت به گاز خنده آور معروف است. این گاز به طور طبیعی از اقیانوس ها و باکتری موجود در خاک آزاد می شود. گاز مونوکسید نیتروژن از سال 1750، 15٪ افزایش یافته است. سالانه ما 7-13 میلیون تن از این گاز را با استفاده کردن از کودهای نیتروژنی، دفع فضلاب حیوانی و انسانی، کارخانه های باز یافت، اگزوز اتومبیل و منابع دیگر که هنوز شناخته نشده اند تولید می کنیم. بسیار مهم است که تولید این گاز را کاهش دهیم زیرا اکسید نیتروژنی که ما امروزه آزاد می کنیم تا 100 سال بعد در جو باقی می ماند. استفاده از کود های با پایه نیتروژنی در 15 سال اخیر دو برابر شده است. این کودها حاوی مواد غذایی برای محصولات کشاورزی هستند، با این حال وقتی در خاک تجزیه شوند، مونوکسید نیتروژن در هوا آزاد می شود.



شکل 4. روند افزایش غلظت گاز مونوکسید نیتروژن بعنوان یکی از گازهای گلخانه ای در طول زمان

#### 4- فلوروکربن ها

فلوروکربن ها یک عنوان کلی برای هر گروه از ترکیبات ارگانیک است که حاوی کربن و فلورین باشد. بسیاری از این ترکیبات، مثل کلرو فلورین کربن (CFC) می توانند به راحتی از گاز به مایع و برعکس تبدیل شوند. به این دلیل CFC می توانند در قوطی های ابروسل، یخچالها و سیستمهای تهویه مطبوع مورد استفاده قرار گیرند. مطالعات صورت گرفته در دهه 1970 نشان داد که وقتی CFC ها وارد جو می شوند، مولکولهای لایه اوزون را تجزیه می کنند. از آن زمان استفاده از CFC ها به شدت کاهش یافته و تولید آنها در ایالات متحده ممنوع شده است. جایگزین CFC ها هیدرو فلورو کربن ها (HFC) هستند. HFC ها به مولکول اوزون آسیب نمی رسانند، اما آنها نیز گرما را در جو نگه می دارند و به صورت گاز گلخانه ای در گرم شدن زمین موثرند. HFC ها در یخچالها و سیستمهای تهویه مطبوع به کار می روند. روش کاهش میزان این گاز اینست که در هر دوی این وسایل مطمئن باشیم که ماده خنک کننده بازیافت می شود و همچنین نشتی در سیستم وجود نداشته باشد. ذکر این نکته ضروری است قبل از دور ریختن این وسایل ماده خنک کننده را حتماً باید بازیافت کرد.

#### تاثیر گرم شدن کره ی زمین به محیط زیست

طبق گزارش «جف رایبن» ABC NEWS اعلام شده است: «علائم زیادی نشان می دهند که کره زمین در حال تغییر وضعیت آب و هوایی زمین هستیم: افزایش رطوبت موجود «جو، ذوب کوههای یخی در قطب، شدت گرفتن سیلها و خشکسالی و افزایش سطح آبهای دریاها به طور متوسط 4 تا 15 اینچ از سال 1990.» «جین لوبچنکو» و «جری مالهن» تاکید نموده اند که : تا سال 2100 ممکن است سطح آب دریاها 2 فوت بالاتر بیاید، اما نکته اینجاست که این افزایش سطح آبها 2 یا 3 فوت در هر قرن تا 1000 سال آینده ادامه خواهد داشت.» این موضوع می تواند موجب شسته شدن زمین های ساحلی شده و همچنین تغییر الگوی امواج می تواند تولید موجهای قوی ساحلی کرده و موجب تخریب ساحل شود.

## تاثیر گرم شدن کره زمین بر جامعه

1- از لحاظ علم کشاورزی دکتر سیلوان اچ. ویتور معتقد است که گرم شدن جهانی به افزایش تولید غذا کمک خواهد کرد: «بهترین عامل تعیین کننده در تولید محصولات کشاورزی وضعیت آب و هوایی است. تاریخ نشان می دهد که برای تولید غذا، گرم شدن بهتر از سرد شدن است.» دکتر ویتور می گوید که دی اکسید کربن یک ماده ضروری برای تولید غذاست و غذا یکی از مهمترین مسائل زندگی ماست. با بالا رفتن دما، زمین های زراعی وسیع تر شده و فصل کشت و زراعت طولانی تر می شود. با این وجود بسیاری از مردم روزانه گرسنه می مانند. دکتر ویتور معتقد است تولید غذا باید یکی از مهمترین دغدغه های ما باشد. دکتر ویتور دانشمند پیشکسوتی است که مطالعات اصلی را بر روی CO<sub>2</sub> موجود در جو و رشد تولید محصولات غذایی انجام داد.

2- یک مقاله ی به چاپ رسیده از (IPCC) می گوید: «تغییرات آب و هوایی احتمالا تاثیرات وسیعی بر روی سلامتی بشر و کاهش طول عمر انسان داد.» با گرم شدن دمای اطراف قطب و گسترش زمین های زراعی به آن سمت، حشرات و سایر آفت ها نیز به سمت زمین قطب ها مهاجرت می کنند. این حشرات و انگلها می توانند تا 550km یا 550 مایل مهاجرت کنند. برخی حشرات ناقل بیماری هایی همچون مالاریا و تب دانگی هستند.

3- مشهودترین تاثیر سلامتی مستقیما از خود گرماست. با افزایش موج گرما، مردم بیشتری گرما زده شده و یا دچار حمله ی قلبی می شوند. طبق EPA «در جولای 1995، یک موج گرما تنها در بخش شیکاگو بیش از 7000 نفر را از بین برد.» اگر این اتفاق بر اثر گرما می افتد، تصور کنید که در آینده، با گرم شدن کره ی زمین چه اتفاقی خواهد افتاد.



4- هوای گرم همچنین می تواند ذرات دود را در هوا معلق نگه داشته و واکنش‌های شیمیایی را که سایر آلاینده‌ها را تولید می کند تسریع نماید. این منجر به افزایش بیماری های تنفسی مثل برونشیت و آسم می گردد.

5- گرم شدن کره ی زمین منجر به گسترش و گرم شدن اقیانوس ها می شود. به تدریج بالا آمدن آب ها می تواند سرزمین های مسکونی را از بین برده و مردم را ناچار به مهاجرت کند. دکتر "رابرت بودمی رزا" موسسه تحقیقاتی ژئولوژیکی کانزاس می گوید: «بنگلادش به شدت پر جمعیت است و به طور دردناکی فقیر، و چیزی در حدود یک ششم کشور در حال از بین رفتن است». بنگلادش توان مالی ساخت مانع برای عقب نگهداشتن دریا را ندارد، پس مردم ناچار به عقب‌نشینی هستند، که سبب افزایش چگالی جمعیت و بیماری و گرسنگی می شود

### راههای تولید انرژی

سوخت های فسیلی، بویژه، زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی امروزه اکثر انرژی دنیا را تامین می کنند. تنها قسمت کمی از منابع قابل بازیافت انرژی مورد نیاز را تامین می کنند و گازهای گلخانه ای تولید نمی کنند. اگر می توانستیم بیشتر انرژی خود را از این گونه منابع تامین کنیم، می توانستیم سوزاندن سوختهای فسیلی را کم کنیم. تا سال 2050، سوختهای تجدیدپذیر می توانند چهل درصد انرژی مورد نیاز تامین کنند. استفاده از این انرژی می تواند هم به کاهش آلودگی و هم به کاهش گرم شدن جهانی کمک کند. این سوختهای فسیلی، وقتی که می سوزند گازهای گلخانه ای نیز پخش می کنند. زغال سنگ مقادیر زیادی گاز گلخانه ای تولید می کند و تا 100 سال آینده به اندازه کافی در دنیا وجود خواهد داشت. نفت نیز علاوه بر گازهای گلخانه ای، سایر آلاینده ها را نیز تولید می کند. گاز طبیعی کمترین گاز گلخانه ای را بین سوختهای فسیلی ایجاد می کند.

## راههای کاهش گازهای گلخانه ای

1- هیدروپاور، که امروزه تنها شش درصد انرژی دنیا را تامین می کند یک منبع قابل بازیافت است. انرژی توسط توربین های هیدرولیکی که با نیروی آب می چرخند تولید می شود. این یکی از تمیزترین و ارزانهترین راه تولید انرژی است ولی می تواند مسیر رودخانه ها را عوض کند و موجب مرگ ماهی ها شود.

2- انرژی باد هیچ گاز گلخانه ای تولید نمی کند ولی به اراضی زیادی احتیاج دارد. نگرانی دیگر در رابطه با این منبع، آلودگی صوتی است که نیروگاهها ایجاد می کنند. دانمارک امروزه در استفاده از انرژی باد پیشتاز است. تا سال 2030، 50 درصد انرژی دانمارک می تواند از باد تامین شود.

3- قدرت خورشیدی، از سلولهای فوتو ولتایک (PV) استفاده می کند و انرژی حرارتی خورشید را مستقیماً جذب کرده به الکتریسیته تبدیل می کند. یک جامعه را می توان با یک میدان PV تامین انرژی کرد. سلولهای خورشیدی مثبت را می توان برای گرم کردن آب استفاده کرد و آن را جایگزین آب گرمکن های فعلی نمود. PV ها گاز گلخانه ای تولید نمی کنند، اما بسیار گران قیمت هستند و به تکنولوژی پیشرفته نیاز دارند.

4- انرژی هسته ای بسیاری از متخصصان می گویند که این منبع، قابل اعتماد، پاکیزه و امن است. انرژی هسته ای هیچ گاز گلخانه ای تولید نمی کند. ولی سبب ایجاد زباله های هسته ای می گردد.

## اثر گازهای گلخانه ای بر روی مصرف آب کشاورزی

با افزایش دمای زمین نیاز آبی گیاهان افزایش یافته و نیاز به آب آبیاری بیشتر خواهد شد. این افزایش برای کشورمان که در حال حاضر نیز با کمبود منابع آب مواجه است می تواند از اهمیت خاصی برخوردار بوده و هشدار برای برنامه ریزان بخش آب مملکت باشد. در این قسمت برای

ملموس تر شدن موضوع سعی شده اثر افزایش درجه حرارت بر میزان تعیین افزایش تبخیر و تعرق پتانسیل سطح مرجع در سه اقلیم غالب خشک کشور؛ فراخشک سرد مثل اصفهان، فراخشک معتدل مثل یزد، نیمه خشک سرد مثل اراک، مورد بررسی قرار گرفته و میزان افزایش نیاز آبی برای این مناطق در آینده نسبت به متوسط نیاز آبی موجود پیش بینی گردد. در بررسی انجام شده برای مناطق مورد بررسی که از سه اقلیم مهم خشک کشور هستند متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل سطح مرجع، طبق روش بکار رفته در کتاب برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور در یک دوره 15 ساله تعیین گردید. مناطق مورد نظر این بررسی عبارتند از: اقلیم فراخشک سرد (اصفهان)، اقلیم فراخشک معتدل (یزد) اقلیم نیمه خشک سرد (اراک). روش تجربی مورد استفاده برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل برای هر سه منطقه روش پنمن مانتیس بوده که نتایج نزدیکتری را در مقایسه با سایر روشهای مورد بررسی نسبت به ارقام اندازه گیری شده توسط لایسیمتر نشان داده است. معادله پنمن مانتیس بکار رفته در این بررسی در بسته نرم افزاری موسوم به CROPWAT بوده که این مدل تبخیر و تعرق سطح مرجع چمن را (ETO) بوسیله آمار هواشناسی ماهیانه موثر در تبخیر و تعرق یعنی درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی برآورد می نماید.

در این روش  $ET_0$  توسط فرمول زیر محاسبه گردیده است.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \left[ \frac{890}{T + 273} \right] U_2 (ea - ed)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

$ET_0 =$  تبخیر تعرق گیاه مرجع (mm/day)

$= C_p$  = گرمای ویژه هوا ( $1.^\circ\text{C}^{-1}\text{MJkg}^{-1}$ )

$\rho =$  چگالی هوا ( $\text{kg/m}^3$ )

$$\lambda = \text{گرمای نهان تبخیر (MJkg-1)}$$

$$\Delta = \text{شیب نمودار فشار بخار اشباع نسبت به دما (kPa°C-1)}$$

$$\text{VPD} = \text{کمبود فشار بخار (kPa)}$$

$$\gamma = \text{ضریب ثابت سایکرومتری (kPa/°C)}$$

$$G = \text{شار گرما به داخل خاک}$$

$$U_2 = \text{سرعت باد در ارتفاع 2 متری از سطح زمین (m/sec)}$$

### نتیجه گیری

همانطور که بیان شد و از روی نمودارها مشاهده کردیم میزان گازهای گلخانه ای در حال افزایش است و فعالیتهای بشر روی آن تأثیر گذار است. این گازها بر روی محیط زیست، جامعه و سلامتی اثر منفی دارد. این گازها با گرم کردن زمین باعث افزایش نیاز آبی گیاه می شود. همانطور که از جدول (1) مشاهده می کنیم می بینیم با افزایش دما میزان تبخیر و تعرق پتانسیل افزایش می یابد، گرچه این اثر در مناطق مختلف به علت شرایط مختلف آب و هوایی به یک صورت عمل نمی کند. باید توجه داشته باشیم که در این جدول دما با بعضی پارامترها همبستگی مثبت دارد و با برخی دیگر همبستگی منفی دارد. در جدول (2) مشاهده می کنیم که افزایش 3، 2، 1 و 4 درجه حرارت میزان نیاز آبی را چند درصد در مناطق مختلف زیاد می کند. با استفاده از جدول شماره (2) قادر خواهیم بود افزایش نسبی مصرف آب کلیه گیاهان را در اقلیم مورد مطالعه با فرض افزایش درجه حرارت در سالهای آتی پیش بینی نمائیم. روش بکار رفته در تهیه جدول فوق می تواند به عنوان الگویی برای سایر مناطق نیز بکار رود. برای کاهش این اثرات ما مجبوریم از انرژی پاکیزه تر استفاده کنیم با توجه به اینکه انرژی هسته ای امروزه در کشور ما به بهره برداری رسیده است، استفاده از این انرژی به جای سوختهای فسیلی می تواند در کاهش این گازها موثر باشد.

جدول (1) اثر تغییرات درجه حرارت بر روی سایر پارامترهای جوی و همچنین تبخیر و تعرق پتانسیل

سطح مرجع (ET0) در مناطق مورد بررسی

منطقه مورد بررسی	درجه حرارت به سانتیگراد	نم نسبی به درصد (RH)	سرعت باد به متر در ثانیه	ساعات آفتابی در روز (SUN)	تبخیر و تعرق پتانسیل سطح مرجع به میلیمتر در سال (ET0)
اصفهان	16.4	39	1.8	8.8	1460
	17.4	37	2.0	9.1	1569
	18.4	34.4	2.2	9.6	1679
	19.4	31.9	2.4	10.0	1825
	20.4	29	2.6	10.0	1971
یزد	19	33.3	2.4	8.6	1752
	20	27.5	2.4	9.2	1880
	21	20.8	2.4	9.8	2008
	22	14.1	2.4	10.4	2117
	23	-	-	-	-
اراک	12.9	48.7	1.8	7.8	1204
	13.9	45.8	1.8	8.1	1259
	14.9	43	1.8	8.3	1314
	15.9	40.2	1.8	8.6	1368
	16.9	37.3	1.8	8.8	1423

جدول (2) افزایش نسبی نیاز آبی گیاهان (برحسب درصد) در اثر افزایش درجه حرارت

افزایش درجه حرارت (سانتی گراد)	1	2	3	4
اقلیم فراخشک سرد (اصفهان)	7	15	25	35
اقلیم فراخشک معتدل (یزد)	7	15	20	-
اقلیم نیمه خشک معتدل (اراک)	5	9	13	18

[1] فرشی علی اصغر. امداد محمد رضا. بررسی افزایش گرمای کره زمین در افزایش مصرف آب. دومین

کنفرانس تغییر اقلیم. آبان 1378.

[2] "Methane" *World Book Encyclopaedia*. Volume 7. Friend, 1982, p. 270.

[3] <http://doc.mmu.ac.uk/aric/gcc/cell.html#pos6> (March 8, 1998)

Cohen J. 1998. Estimation of Emissions of Carbon Dioxide at the local level: A Low cost approach for local authorities. Atmospheric Research and Information Center.

[4] <http://www.epa.gov/globalwarming/> (March 8, 1998)

Hopward N. 1982. Fluorocarbons. *World Book Encyclopedia*. Volume 13. Hatch, p. 358. [5] Rubin J. *Global Warming.*" *United States Environmental Protection Agency*. [6]. "*Greenhouse Effect*" *Encyclopaedia Britannica*. Volume 5. 1988, p. 470

[7] <http://www.comnett.net/~wit/food.html> (March 8, 1998)

Sylvan H. W. "It's Good for Food Production" *The Global Environment*.

[8] [http://www.state.gov/www/global/oes/fs\\_kyoto\\_climate\\_980115.html](http://www.state.gov/www/global/oes/fs_kyoto_climate_980115.html) (March 9, 1998)

The Kyoto Protocol on Climate Change." U.S. Department of State.