

## آشنایی با آثار زیست محیطی تغییر اقلیم

# حال «زمین» واقعا خوب نیست

محمد دلیر

کارشناس سلامت محیط  
دانشگاه علوم پزشکی بجنورد



حسن نوری

سرپرست مرکز بهداشت  
دانشگاه علوم پزشکی بجنورد



اهداف آموزشی

امید است خوانندگان محترم پس از مطالعه مقاله:

- اثرات تغییر اقلیم بر خشکسالی را بیان کنند.
- اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب و وقوع سیلاب ها را توضیح دهند.
- اثرات تغییر اقلیم بر بحران ها و بلایای زیست محیطی را شرح دهند.

### مقدمه

به دلیل انباشت گازهای گلخانه‌ای، زمین در حال گرم شدن و اقلیم [۱] در حال تغییر است، تغییر اقلیم دارای اثرات محلی، ملی، منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای است و یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در بخش کشاورزی و بحران‌های محیط زیست است، که جامعه جهانی با آن روبروست. اثرات تغییر اقلیم بر محیط و جامعه پیچیده و فراگیر است و اصلی‌ترین و بارزترین اثر آن در سراسر جهان افزایش درجه حرارت و تغییر الگوهای بارش است که باعث گسترش بیابان‌زایی و نیز خشکسالی‌های پی در پی در جهان شده است. پدیده تغییر آب و هوا و به دنبال آن گرمایش زمین موجب افزایش روان‌آب‌های حاصل از ذوب برف زمستانی و کاهش روان‌آب‌های بهاره می‌شود؛ لذا تغییر اقلیم و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی







ناشی از آن به عنوان یک مشکل جهانی نیاز به بررسی و شناخت بیشتر دارد.

### آشنایی با چند واژه و اصطلاح

**اقلیم:** به شرایط آب و هوایی یک منطقه جغرافیایی نظیر دما، رطوبت، فشار اتمسفر، باد، بارش و سایر مشخصه‌های هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی نسبت داده می‌شود.

**تغییر اقلیم:** نام پدیده‌ای است که منجر به افزایش میانگین دمای زمین و اقیانوس‌ها شده‌است. تغییرات اقلیمی به معنای گسترده‌تر شامل تغییرات بلندمدت پیشین در آب و هوای زمین می‌شود.

**گازهای گلخانه‌ای:** بخار آب، دی‌اکسیدکربن، متان و اوزون مؤثرترین گازهای گلخانه‌ای هستند. هنگامی که نورخورشید به زمین می‌تابد این گازها بازتاب اشعه مادون قرمز ساطع شده از زمین را جذب کرده و به زمین برمی‌گردانند و به همین دلیل موجب افزایش دما می‌شوند.

**سیلاب:** آب فراوانی که در نتیجه بارندگی روی سطح زمین جاری می‌شود.

### برهم خوردن تعادل

اقلیم از اجزای مهم یک اکوسیستم محسوب می‌شود، بدین علت تغییرات هر چند ناچیز آن، اجزای مختلف اکوسیستم را متأثر می‌سازد. تغییر اقلیم ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و در اثر فعالیت‌های انسانی و صنعتی شدن کشورهاست که منجر به افزایش دمای کره زمین و افزایش بلایای طبیعی همانند سیل، خشکسالی، طوفان و گرد و غبار می‌شود. به علت وقوع پدیده تغییر اقلیم، بسیاری از سامانه‌های محیط زیست مانند منابع آب تحت تأثیر قرار گرفته‌اند، به طوری که بهره‌برداری از مخازن آب، تولید محصولات کشاورزی، فرآیند فرسایش، تولید روان آب و بسیاری دیگر از فرآیندهای هیدرولوژیکی دچار دگرگونی شده‌اند. [۲]

تغییرات اقلیمی در قرن بیست و یکم سبب افزایش

در فراوانی رویدادهای حدی می‌شود، نتایج بسیاری از تحقیقات بیانگر این است که اقلیم قرن بیست و یکم بسیار متفاوت تر از اقلیم قرن بیستم خواهد بود و این مسأله نقش فعالیت‌های انسانی در تغییر اقلیم را متذکر می‌شود. [۳]

مطالعه تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر شدت و تواتر خشکسالی‌های دهه‌های آتی می‌تواند به برنامه‌ریزی به منظور استفاده صحیح منابع آب و سازگاری با آثار مخرب پدیده خشکسالی کمک شایانی کند. در چند دهه اخیر افزایش دمای زمین باعث برهم خوردن تعادل اقلیمی کره زمین شده و تغییرات اقلیمی گسترده‌ای را در اغلب نواحی کره زمین به دنبال داشته که از آن به عنوان تغییر اقلیم یاد می‌شود. [۴]

اما آنچه در مطالعات تغییر اقلیم ضروری به نظر می‌رسد افزایش آگاهی کمی و کیفی میزان تغییرات آینده و همچنین ارزیابی پیامدهای آن بر بخش‌های مختلف است، جنبه‌هایی که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. [۵]

### اثرات تغییر اقلیم بر کاهش منابع آب

#### و افزایش احتمال وقوع سیلاب

از مهم ترین پیامدهای تغییر اقلیم می‌توان به تغییر در توزیع زمانی و مکانی بارش و نوع آن، جریان‌های سطحی، تبخیر، افزایش سطح دریاها و خشکسالی و افزایش احتمال وقوع رخدادهای حدی اقلیمی مانند سیلاب و افزایش فراوانی و شدت آن در بعضی از مناطق کره زمین اشاره کرد. [۶] تغییر



به‌طور کلی افزایش روان‌آب‌های حدی، دلیل بر پرآب شدن منطقه نیست. با وجود افزایش روان‌آب، دبی<sup>۱</sup> پایه کاهش و روزهای خشک به دلیل تبخیر بالا افزایش یافته است. [۱۱] افزایش دما، موجب افزایش تبخیر و تعریق و از دسترس خارج شدن منابع آب خواهد شد. همچنین باعث ایجاد چالش‌های جدیدی برای منابع آب خواهد شد و اگر تغییر اقلیم با خشکسالی همراه شود اثرات آن دو چندان می‌شود [۱۲] در مطالعه که عباسپور و همکاران (۲۰۰۹) برای بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دسترسی به میزان منابع انجام دادند نتایج مطالعه آن‌ها افزایش شدت بارش روزانه و فراوانی سیلاب‌های شدید در مناطق مرطوب ایران و خشکسالی‌های طولانی‌تر در مناطق خشک را نشان می‌دهد. [۱۳] مطالعات نشان می‌دهد که با وجود کاهش بارش در آینده، بارش‌های حدی با شدت بیشتری نسبت به دوره پایه رخ خواهند داد که نشان از افزایش سیلاب در دوره‌های آینده است. [۱۴]

اقلیم باعث افزایش یا کاهش سطح تراز آب دریاها شده که این تغییرات منجر به وقوع سیلاب و خشکسالی‌های پی‌درپی خواهد شد. [۷] آثار منفی تغییر اقلیم بر منابع آب، به یکی از دغدغه‌های جدی مدیریت آب تبدیل شده و تغییراتی را در رژیم بارش‌ها، سرعت باد، تابش خورشید و دمای هوا و تبخیر ایجاد کرده که اثرات بسیار مخرب بر منابع آب گذاشته است. [۸] یکی از پیامدهای تغییر اقلیم کمبود آب در بخش‌های مختلف خصوصاً مصارف کشاورزی است. [۹] پدیده تغییر آب‌وهوا و به دنبال آن گرمایش زمین موجب افزایش روان‌آب حاصل از ذوب برف زمستانی و کاهش روان‌آب‌های بهاره می‌شود. [۱۰] همچنین باعث ایجاد چالش‌های جدیدی برای منابع آب خواهد شد و اگر تغییر اقلیم با خشکسالی همراه شود اثرات آن دو چندان می‌شود. بررسی‌های جدید، افزایشی در متوسط جهانی دما حدود ۰/۴ تا ۰/۸ درجه را طی قرن بیستم نشان می‌دهد؛ اگرچه این روند از نظر مکانی و زمانی یکنواخت نیست.

۱. (Debit) سرعت آب عبوری در مدت زمان مشخص از یک مقطع مشخص که با واحد مترمکعب بر ثانیه سنجش می‌شود.



## اثرات تغییر اقلیم بر وقوع خشکسالی

خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که در همه اقلیم‌ها و مناطق جغرافیایی رخ می‌دهد اما اثرات و فراوانی آن در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر نمایان می‌شود. [۱۵] خشکسالی یکی از پدیده‌های آب و هوایی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات اقلیمی‌ست و اثرات منفی بسیاری در محیط‌های انسانی و اکولوژیکی بر جای می‌گذارد. یعنی در مناطق خشک و نیمه خشک موجب گسترش بیابان‌ها همچنین آماده شدن بستر مناسب برای ایجاد حریق و آتش‌سوزی در مناطق جنگلی و مراتع می‌شود. [۱۶] وقوع خشکسالی از ویژگی‌های اصلی آب و هوایی ایران محسوب شده و باعث کمبود آب [۱۷] که خود تهدید بزرگی برای اقتصاد و سطح زندگی مردم است می‌شود. از طرفی افزایش تقاضا برای آب سالم و قابل دسترس، موجب تشدید رقابت در بین بهره‌برداران منابع آبی شده که این مسأله باعث گسترش خشکسالی در حد شدید و خیلی شدید می‌شود. [۱۸] علاوه بر این تغییر اقلیم، کاهش تولید محصولات کشاورزی، تلف شدن دام‌ها، تخریب مراتع، فرسایش خاک و افت سطح آب‌های زیرزمینی را به دنبال دارد. [۱۹، ۱] در واقع خشکسالی به عنوان یک پدیده اقلیمی اثرات اجتماعی، اقتصادی، کشاورزی و زیست محیطی انکارناپذیری در محیط اعمال می‌کند. [۲۰]

## تغییر اقلیم و پدیده گرمایش جهانی

دانشمندان گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم را ناشی از افزایش استفاده سوخت‌های فسیلی و کاهش پوشش گیاهی زمین می‌دانند. از بین رفتن پوشش گیاهی می‌تواند سبب کاهش جذب کربن و در نهایت سبب افزایش انباشت گاز دی‌اکسید کربن در اتمسفر شود. [۲۱] هرگونه تغییر در میزان غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین، باعث برهم‌خوردن تعادل بین اجزای سیستم اقلیم کره زمین می‌شود [۲۲]، این گازها اشعه مادون قرمز

سطح شده از زمین را جذب کرده و به زمین برمی‌گردانند و به همین دلیل موجب افزایش دما می‌شوند از طرفی رشد جمعیت و رشد مصرف سرانه آب و تغییرات اقلیمی، باعث ایجاد بحران‌های آبی در آینده‌ای نه چندان دور می‌شوند. [۲۳]

## اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی

تغییر اقلیم همه بخش‌های اقتصادی را تا اندازه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما بخش کشاورزی شاید حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین بخش باشد، چرا که محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به منابع اقلیمی دارند. [۲۴] می‌توان گفت تغییر اقلیم، از جمله چالش‌های بزرگ در بخش کشاورزی است و به دنبال آن پدیده گرم شدن کره زمین، در بخش کشاورزی باعث به هم خوردن نیاز حرارتی گیاهان و رقابت شدید علف‌های هرز با گیاهان زراعی می‌شود که با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی آن‌ها در رقابت، بر گیاهان زراعی غلبه خواهند کرد. تغییرات اقلیمی به ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند تأثیر شدیدی بر میزان محصولات دارد [۲۵] و در دامنه وسیعی بر عوامل محیطی و فعالیت‌های مرتبط با کشاورزی، پوشش گیاهی، زندگی انسان، حیات وحش و اقتصاد



**از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم می‌توان به تغییر در توزیع زمانی و مکانی بارش و نوع آن، جریان‌های سطحی، تبخیر، افزایش سطح دریاها و خشکسالی و افزایش احتمال وقوع رخداد‌های حدی اقلیمی مانند سیلاب و افزایش فراوانی و شدت آن در بعضی از مناطق کره زمین اشاره کرد. تغییر اقلیم باعث افزایش یا کاهش سطح تراز آب دریاها شده که این تغییرات منجر به وقوع سیلاب و خشکسالی‌های پی‌درپی خواهد شد.**

## نتیجه‌گیری

موجودات زنده در طی دوران طولانی با محیط خود سازگار شده و مراحل رشد و نمو خود را با این شرایط محیطی تطبیق داده‌اند در این رابطه هرگونه تغییر سریع در شرایط آب و هوایی باعث تغییرات قابل توجهی در الگوهای رشد و نمو این موجودات شده و بسته به شدت تغییرات ممکن است باعث جابه‌جایی مکانی و زمانی آن‌ها و حتی حذف‌شان از سیستم‌های یک منطقه خاص شود. [۳۲] اصلی‌ترین راه مبارزه با چنین معضلاتی کنترل شدت تغییرات اقلیمی است که با جلوگیری از افزایش یا کنترل تولید گازهای گلخانه‌ای امکان‌پذیر است. با توجه به موقعیت کشور ایران که بر روی کمربند بیابانی جهان واقع شده و اقلیم گرم و خشک دارد تغییرات اقلیمی بر آن محسوس‌تر است. [۳۳] تغییر اقلیم امری اجتناب‌ناپذیر است لذا مدیران و برنامه‌ریزان بایستی نسبت به تدوین سیاست‌های ملی و منطقه‌ای مقابله و سازگاری با پدیده تغییر اقلیم و رویدادهای حدی سیل و خشکسالی اقدام‌های لازم را انجام دهند.

## منابع

۱. کرمی، ارزیابی ارتباط خشکسالی هواشناسی با افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت تبریز. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۰۱۱. ۱۶(۳۷): p. ۱۱۱-۱۳۱.
۲. سیدکابلی، et al.، ارائه مدل ریزمقیاس نمایی داده‌های اقلیمی براساس روش ناپارامتریک نزدیک‌ترین همسایگی (K-NN). آب و خاک، ۲۰۱۲. ۲۶(۴): p. ۷۹۹-۸۰۸.
3. Karl, T.R., R.W. Knight, and B. Baker, The record breaking global temperatures of 1997 and 1998: Evidence for an increase in the rate of global warming? Geophysical Research Letters, 2000. 27(5): p. 719-722.
۴. فرخزاده، et al.، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص بارش-تبخیر و تعرق استاندارد شده (مطالعه موردی: حوزه آبخیز لتیان). مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۲۰۲۰. ۸(۳): p. ۷۲-۵۹.
۵. اسماعیلی and هاشمی، تأثیر تغییرات اقلیمی، زیست محیطی و آب و هوایی بر امنیت ملی: مطالعه موردی جمهوری اسلامی ایران. پژوهش‌های روابط بین الملل، ۲۰۲۳. ۱۳(۱): p. ۳۱۱-۳۳۹.



محلی و ملی اثر می‌گذارد و اغلب با فعالیت‌های کشاورزی، دامداری، صنعتی و دیگر موارد توسط انسان تشدید می‌شود. مهم‌ترین اثر خشکسالی بر کشاورزی، کاهش شدید تولید محصولات زراعی و به تبع آن افزایش واردات محصولات و کالاهای کشاورزی از خارج و کاهش صادرات کالاهای کشاورزی و در نتیجه کسری ترازهای خارجی و افزایش تورم است. [۲۶]

## تغییر اقلیم و بحران‌های زیست محیطی

امروزه تغییر جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است. [۲۷] یکی از پیامدهای منفی تغییر اقلیم، از بین رفتن تنوع زیستی است و می‌تواند اثرات منفی عواملی نظیر تخریب و قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌ها، بهره‌برداری بی‌رویه، گونه‌های مهاجم خارجی و آلودگی‌ها را نیز تشدید کند. پدیده بیابان‌زایی نیز از پیامدهای تغییر اقلیم است [۲۸] که امروزه به معضلی جهانی بدل شده است. [۲۹] تغییر اقلیم کره زمین که تا اواخر قرن بیستم به عنوان یک فرضیه علمی مطرح بود امروز به عنوان یک واقعیت تلخ که اثرات زیان بخشی بر محیط زیست و شرایط اقتصادی و اجتماعی بسیاری از مناطق مختلف جهان دارد مورد تأیید مجامع علمی و بین‌المللی قرار گرفته است. [۳۰] تغییر اقلیم سبب افزایش درجه حرارت و پیامد آن، افزایش شوری است که یکی از مسایل مهم زیستی بشر است. [۳۱]

- indices based on ground and remote sensing data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2006. 8(4): p. 289-302.
۲۱. شیدای، ا.، et al.، ارزیابی توان ترسیب کربن گونه Agropyron elongatom در خاک و گیاه در مراتع دست کاشت (مطالعه موردی: چپر قویمه گنبد)، in همایش ملی علوم آب، خاک، گیاه و مکانیزاسیون کشاورزی. ۱۳۸۸.
۲۲. بابایی، et al.، اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه روددشت اصفهان). دانش آب و خاک، ۲۰۱۰. ۲۰(۳): p. ۱۳۵-۱۵۰.
۲۳. تبرزد، پیش بینی و ارزیابی تغییر اقلیم با تاکید بر سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی (استان کرمانشاه). جغرافیا و روابط انسانی، ۲۰۱۸. ۲۰(۳): p. ۲۰۵-۲۱۹.
24. Chiotti, Q.P. and T. Johnston, Extending the boundaries of climate change research: a discussion on agriculture. Journal of Rural Studies, 1995. 11(3): p. 335-350.
25. Miri, G., A. Arbabi, and M. Bayat, 6WXG\RQ OHWHHRURORJLFDO'URXJKW 3KHQRPHQRQ E\ XVLQJ 1RUPDO 3HUFHQW, QGH [LQ 6LVWDQ% DORXFKHVWDQ 3URYLQFH LQ\* HRJUDSKLFDO, QIRUPDWLRQ 6\VWHP. Life Science Journal, 2012. 9(3).
۲۶. برآبادی، خ.، et al.، تأملی بر وضعیت الگوهای معیشتی خانوارهای عشایر در شرایط خشک‌سالی (مورد مطالعه: خانوارهای عشایر استان سیستان و بلوچستان). مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران، ۲۰۲۰. ۹(۳): p. ۶۱۵-۶۴۰.
27. Wali, M.K., et al., Assessing terrestrial ecosystem sustainability:-Usefulness of regional carbon and nitrogen models. Nature and Resources, 1999. 35(4): p. 21-33.
۲۸. قلی پور، م. and ع. سلمان ماهینی، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی، بوم سازگان ها و راهکارهای تخفیف اثرات، in دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست. ۱۳۹۱.
۲۹. کاشکی، م. خسروشاهی، و. غفوریان، پهنه‌بندی مناطق بیابانی استان خراسان بر اساس معیارهای اقلیمی با تأکید بر نمایه خشکی، دومین همایش ملی اثرات خشک‌سالی و راهکارهای مدیریت آن. ۱۳۸۸.
۳۰. روزی طلب، م.، اثر تغییر اقلیم در کشاورزی و پایداری خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران و جهان، in دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۳۸۶.
۳۱. برومند، ن. و ص. سنجر، بررسی تاثیرات تغییر اقلیم بر ترکیب کانی شناسی رسی خاک های منطقه جیرفت، in اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه پایدار). ۱۳۹۱.
32. Horie, T., et al., Crop ecosystem responses to climatic change: rice, in Climate change and global crop productivity. 2000. CABI Wallingford UK. p. 81-106.
۳۳. زرکانی، ف. غ. کمالی، و ا. چیدری، آشکار سازی تغییر اقلیم در منطقه خراسان شمالی، in اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی. ۱۳۹۰.
6. Pachauri, R.K., et al., Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014: Ipcc.
۷. لاله سیاه پیرانی، م.، ح. مهسافر، and م. بایزیدی، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب با استفاده از مدل CSIRO - مطالعه موردی حوضه دریاچه ارومیه، in اولین کنفرانس ملی هیدرولوژی مناطق نیمه خشک. ۱۳۹۲.
۸. افروزه، ف. and ا. علیخانی، بررسی پیامد تغییرات اقلیمی بر منابع آب دشت سیستان و ارائه راهکارهای علمی مدیریت آن، in همایش علمی چالش آب در استان قم. ۱۳۸۹.
۹. کول، م. and ز. شیخ، بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر میزان آب مصارف کشاورزی در دشت سیستان، in اولین کنفرانس ملی راه کارهای دستیابی به توسعه پایدار (کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست). ۱۳۹۱.
۱۰. کلثومی ایسک، س. and ن. صالح نیا، اثرات تغییر اقلیم بر منابع آبی ایران، in همایش ملی الگوهای توسعه پایدار و مدیریت آب. ۱۳۸۸.
۱۱. گودرزی، فاتحی‌فر، and آتیه، تحلیل توزیع‌های آماری در برآورد اثرات تغییر اقلیم بر سیلاب‌های آینده (مطالعه موردی: حوضه آذرشهر چای). هیدروژئومورفولوژی، ۲۰۱۹. ۶(۲۰): p. ۵۷-۷۸.
۱۲. رئوفی، م. و. اطلسی پاک، and س. گیتی، آزولا Azolla pinnata، گیاهی مفید یا مزاحم در تالاب انزلی، in اولین همایش حفاظت از تالاب ها و اکوسیستم های آبی. ۱۳۹۲.
13. Abbaspour, K.C., et al., Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. Water resources research, 2009. 45(10).
14. Qin, X.S. and Y. Lu, Study of Climate Change Impact on Flood Frequencies: A Combined Weather Generator and Hydrological Modeling Approach. Journal of Hydrometeorology, 2014. 15(3): p. 1205-1219.
۱۵. گودرزی، ا.، م. دستورانی، and ع. مساح بوانی، بررسی اثرات تغییر اقلیم بروقوع خشک‌سالی درحوزه رودخانه اعظم هرات در استان یزد، in هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱۳۹۰.
۱۶. علی، س.، بررسی نقش خشک‌سالی بر آتش سوزی جنگل‌های کشور با استفاده از تصاویر ماهواره ای (کنفرانس).
۱۷. مساعدی، et al.، بررسی مقایسه ای خشک‌سالی در مناطق پرباران با کم باران (مطالعه موردی-استان گلستان). علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۰۰۹. ۱۶.
18. Hisdal, H. and L.M. Tallaksen, Estimation of regional meteorological and hydrological drought characteristics: a case study for Denmark. Journal of Hydrology, 2003. 281(3): p. 230-247.
۱۹. عزیزی، د.ق.، ارتباط خشک‌سالی های اخیر و منابع آب زیر زمینی در دشت قزوين. پژوهش‌های جغرافیایی (منتشر نمی‌شود). ۲۰۰۳. ۳۵(۳).
20. Bhuiyan, C., R. Singh, and F. Kogan, Monitoring drought dynamics in the Aravalli region (India) using different