

## مقایسه گسترش مکانی اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در ایران طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۶

تقی طاوسی<sup>۱</sup>، پیمان محمودی<sup>۲\*</sup> و فرزانه سرگلزائی مقدم<sup>۳</sup>

۱- استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان،

۲- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان،

پست الکترونیک: Paymanasia@yahoo.com

۳- کارشناس هواشناسی، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان سیستان و بلوچستان

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۰۶/۰۷

### چکیده

براساس تعریف کنوانسیون سازمان ملل متحد برای مهار بیابانزایی « بیابان‌زایی به معنی تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب به علت تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی است. همچنین براساس این کنوانسیون مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب مناطقی هستند که در آن نسبت بارندگی به تبخیر و تعرق بالقوه در محدوده ۰/۰۵ تا ۰/۶۵ قرار گیرد. داده‌های مربوط به دو عامل میانگین دمای سالانه و جمع بارش سالانه ۴۵ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. در این تحقیق برای مطالعه و بررسی گسترش مکانی اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران به‌عنوان اولین حلقه تأثیرگذار در گسترش و تشدید بیابان‌زایی از شاخص زیست اقلیم یونپ (UNEP) بهره گرفته شد. به‌طوری‌که دوره ۳۰ ساله مورد مطالعه، به سه زیر دوره ۱۰ ساله تقسیم گردید. سپس برای هر زیر دوره با استفاده از شاخص مورد نظر، نقشه‌های پهنه‌بندی اقلیم‌ها تهیه گردید و در نهایت با منهای کردن نقشه‌ها از یکدیگر، تغییرات رخ داده در گسترش مکانی اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. براساس نقشه‌های تهیه شده برای سه زیر دوره مورد مطالعه مشاهده شد که بیشترین گسترش مکانی اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در دهه سوم روی داده است. به‌نحوی‌که از لحاظ مکانی نیز شدیدترین تغییرات ابتدا در غرب و شمال‌غرب ایران و بعد در جنوب‌شرق ایران مشاهده شد. به‌طوری‌که در غرب و شمال‌غرب ایران جایگزین شدن اقلیم نیمه‌خشک به جای اقلیم خشک نیمه‌مرطوب و نیمه‌مرطوب به وضوح قابل مشاهده است. در جنوب‌شرق ایران هم شاهد گسترش اقلیم فراخشک در جهت مداری و نصف‌النهاری بوده‌ایم. براساس نتایج مطالعات محققان مشاهده گردید که گسترش اقلیم فراخشک به دلیل خشکسالی‌های رخ داده در دهه سوم و گسترش اقلیم نیمه‌خشک در غرب و شمال‌غرب ایران علاوه بر خشکسالی فراگیر، تغییرات اقلیمی روی داده در برخی عامل‌های اقلیمی بوده است.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، اقلیم خشک، اقلیم نیمه‌خشک، گسترش مکانی، شاخص UNEP.

## مقدمه

هر واحد جغرافیایی چه در مقیاس خرد و چه در مقیاس کلان به‌عنوان یک سامانه زیستی و حیاتی از عناصر و اجزا جاندار و بی‌جان تشکیل شده که دارای روابط متقابل پیچیده‌ای با یکدیگر می‌باشند. در این میان آب و هوا نه تنها به‌عنوان یک جزء بلکه به‌عنوان یک عامل هویت‌بخش می‌تواند تعیین‌کننده ویژگی‌های عمومی سایر اجزاء متشکل در یک اکوسیستم باشد.

بنابراین سامانه اقلیم به‌عنوان یک «نظام خودتنظیم» و «پویا» شامل مجموعه جو، زمین، آب و سطوح یخ می‌باشد که با یکدیگر و با سایر فرایندهای زمینی و برون‌زمینی در ارتباط متقابل قرار دارند و در اثر تغییر در بخشی از سیستم، تغییراتی در سایر بخش‌های اقلیمی به وجود می‌آید (طاوسی، ۱۳۷۹).

تاکنون محققان بسیاری کوشیده‌اند تا در تحلیل‌های خود به تبیین دقیق تغییرات اقلیم ایران در حوضه‌های مختلف پردازند (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۱؛ سلیمان، ۱۳۸۱؛ مساح بوانی، ۱۳۸۵؛ مولائی نیکو، ۱۳۸۲؛ باباپور صابر، ۱۳۸۲؛ عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷؛ خورشید دوست و قویدل رحیمی، ۱۳۸۵؛ ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸۵؛ جعفری، ۱۳۸۷؛ ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴؛ قربانی و سلطانی، ۱۳۸۱؛ واتقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷؛ دلاور و همکاران، ۱۳۸۷). در این تحقیقات با توجه به هدف‌های مورد نظر از عناصر مختلف اقلیمی، طول دوره‌های مختلف و شیوه‌های مختلف استفاده شده است. بگونه‌ای که بعضی محققان به شیوه‌های توصیفی و بعضی دیگر با استفاده از شیوه‌های کمی و از زاویه‌ای خاص به بررسی تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند. موضوعاتی مانند رابطه بارش با ارتفاع، بررسی تغییرات دما و بارش در ایستگاه‌ها،

بررسی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها و ... از موضوعاتی می‌باشند که بعضی محققان ایرانی در قالب مقالات مختلف به طریقی به بررسی تغییرات اقلیمی ایران پرداخته‌اند. اما هیچ کدام از این تحقیقات تصویر روشن و کاملی از تغییرات اقلیمی ایران مخصوصاً تغییرات زمانی و مکانی اقلیم برای ما ایجاد نمی‌کند.

بنابراین یکی از جلوه‌های بارز تغییر اقلیم که نگرانی بسیاری از سیاست‌گذاران و اندیشمندان را در حوزه‌های مختلف علمی با خود به همراه داشته است گسترش و افزایش روزافزون مخاطرات طبیعی است. به‌طوری‌که بیابان‌زایی به‌عنوان یکی از این جلوه‌های تغییر اقلیم در چند دهه اخیر در کنار سایر مخاطرات طبیعی بسیار مورد توجه مجامع جهانی و دانشگاهی قرار گرفته است. زیرا که «بیابان‌زایی» که از آن به معنی تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب به علت تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی یاد می‌شود، حدود ۷۳ درصد از مساحت ۳/۳ میلیارد هکتاری مراتع زمین را متأثر نموده است (درنینگ و هالی، ۱۹۹۲). براساس تخمین کنوانسیون مهار بیابان‌زایی سازمان ملل متحد، بیش از نیمی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان (حدود ۳۰ میلیون کیلومتر مربع) با بیش از ۲۰ درصد از سطح کره زمین مورد تهدید بیابان‌زایی قرار دارند که براساس برآورد «هارولد درگنی» سالانه حدود ۱۸۰ هزار کیلومتر مربع از مراتع، ۲۰ هزار کیلومتر مربع از دیمزارها و ۵ هزار کیلومتر مربع از مزارع آبی در معرض گسترش بیابانها هستند (به نقل از گرنجر، ۱۹۸۲).

تاکنون مباحث بسیار زیادی توسط دانشمندان و محققان مختلف در حوزه‌های گوناگون علمی به خصوص اقلیم‌شناسی، هواشناسی و ... پیرامون مفهوم بیابان‌زایی

گسترش مکانی آب و هواهای خشک و نیمه‌خشک ایران به‌عنوان اولین زنجیره تأثیرگذار بر بیابان‌زایی بررسی شود.

### مواد و روشها

برای بررسی روند گسترش مکانی اقلیم خشک و نیمه‌خشک در ایران، داده‌های مربوط به دو عامل میانگین دمای سالانه و جمع بارش ماهانه ۴۵ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک برای یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. توزیع و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح کشور در شکل ۱ آورده شده است. بازسازی داده‌ها با استفاده از روش همبستگی و مدل رگرسیونی و همگنی داده‌ها نیز با استفاده از روش ران تست<sup>۲</sup> برای کل ایستگاه‌ها مورد آزمون قرار گرفت و همگنی آنها در سطح بالایی مورد پذیرش قرار گرفت.

در این تحقیق برای بررسی گسترش مکانی اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران از شاخص پیشنهادی برنامه محیط‌زیست ملل متحد بهره گرفته شده است. از دلایل انتخاب این شاخص می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

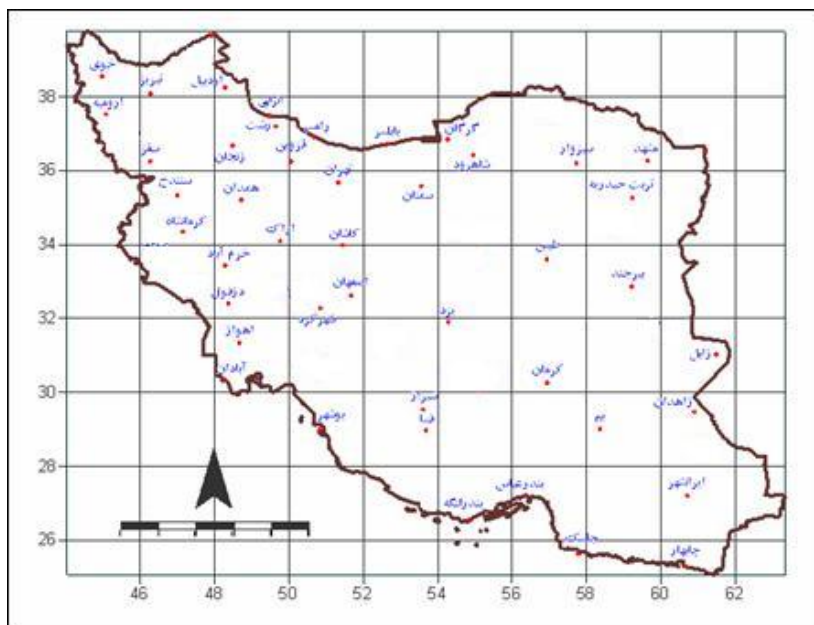
- کاربرد وسیع این شاخص در سطح جهان به‌خصوص در مطالعات بیابان‌زایی. کنوانسیون سازمان ملل متحد برای بیابان‌زایی، این شاخص را جهت تفکیک مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب از یکدیگر مورد استفاده قرار داده است.

- استفاده همزمان از چند عامل اقلیمی همچون بارش و تبخیر و تعرق به طور مستقیم و دما به طور غیرمستقیم برای شناسایی و تفکیک مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب از یکدیگر.

به‌عنوان یک فرایند تخریب‌کننده مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب جهان انجام شده است (Vinogradov, 1992؛ Gunin, 1992؛ Iddrisu & Atchia, 1995؛ Alivi, 1994؛ Nicholson, 2001؛ Folland *et al.*, 1986؛ Folland *et al.*, 1991؛ Hulme & Kelly, 1993؛ Giannini *et al.*, 2003؛ Hulme, 2001؛ Glantz, 1987).

با بررسی منابع داخلی و خارجی که به برخی از آنها در بالا اشاره شد مشاهده گردید که اگرچه شناخت تازه‌ای از تغییرپذیری آب و هوا بدست آمده است، اما شناخت علل این تغییرپذیری‌ها هنوز به سرانجام خود نرسیده است. علاوه بر این سهم نسبی تغییرپذیری آب و هوا و فعالیت انسانی بر بیابان‌زایی احتمالاً به بافت‌های ویژه ناحیه‌ای بستگی دارد. به‌طوری‌که تعیین مناسبترین تبیین برای هر حالت معین، چالشی است که هنوز باقی مانده است.

از آنجایی که کشور ایران در کمربند بیابانی نیمکره شمالی واقع شده است و قسمت اعظم آن تحت تسلط سلولهای پرفشار مجاور حاره‌ای قرار دارد، بنابراین بیشتر وسعت آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد که بارندگی بین ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر دارد و پدیده «بیابان» و «بیابان‌زایی» عارضه‌ای محسوب می‌شود که محیط زیست و حیات اقتصادی ما را شدیداً تحت تأثیر و مورد تهدید قرار می‌دهد (طاوسی، ۱۳۷۹). بنابراین با توجه به روند افزایشی گرما در سطح جهان و وقوع خشکسالی‌های پیاپی در کشور این سؤال در ذهن متبادر می‌شود که آیا این گرمایش جهانی و وقوع این خشکسالی‌ها در وسعت و گسترش اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران تأثیری داشته است؟ در این تحقیق قصد بر این است که با استفاده از شاخص یونپ (UNEP)<sup>۱</sup> روند



شکل ۱ - نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

می‌باشند. این کار برای تمام ۱۲ ماه سال انجام می‌گردد. در صورتی که متوسط دما در یک ماه صفر یا منفی باشد برای آن ماه صفر در نظر گرفته می‌شود. نمایه حرارتی سال ( $I$ ) از جمع نمایه‌های حرارتی ماهانه طی سال بدست می‌آید.

$$I = \sum_{n=1}^{12} im$$

با داشتن نمایه حرارتی سالانه ( $I$ ) ضریب  $a$  از معادله زیر بدست می‌آید.

$$a = (6.27 \times 10^{-7})I^3 - (7.71 \times 10^{-5})I^2 + (1.792 \times 10^{-2})I + 0.492$$

برای هر یک از ماه‌های سال تبخیر و تعرق پتانسیل ( $PET$ ) بر حسب میلی‌متر از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$PET = 16 \left( \frac{10T_m}{I} \right)^a$$

شاخص یونیپ (UNEP) به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \frac{P}{ETP}$$

که  $R$  شاخص عددی یونیپ (UNEP)،  $P$  میانگین بارش سالانه به میلی‌متر و  $ETP$  میزان تبخیر و تعرق پتانسیل به میلی‌متر می‌باشد. لازم به تذکر است که محاسبه میزان تبخیر و تعرق در این رابطه با استفاده از شاخص تورنت وایت صورت می‌گیرد. به طوری که در روش تورنت وایت تبخیر و تعرق پتانسیل برای هر یک از ماه‌های سال محاسبه می‌شود. اساس این روش دمای متوسط ماهانه می‌باشد که به صورت زیر عمل می‌شود: ابتدا نمایه حرارتی ( $im$ ) برای هر یک از ماه‌های سال از معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$im = \left( \frac{T_m}{5} \right)^{1.51}$$

در این معادله  $im$  نمایه حرارتی هر ماه و  $T_m$  متوسط دمای هر ماه به درجه سانتی‌گراد در ماه مورد نظر

محاسبه و در جدولهای خاصی تنظیم شده‌اند اصلاح گردد (علیزاده، ۱۳۸۳).

$$PET = 16N_m \left( \frac{10T_m}{I} \right)^a$$

در نهایت براساس این شاخص، مناطق خشک، نیمه‌خشک و ... براساس جدول زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

محاسبه (PET) با استفاده از معادله فوق برای هر یک از ماه‌ها با این فرض بوده که هر ماه ۳۰ روز و هر روز ۱۲ ساعت روشنایی داشته باشد، حال آن که تعداد روزهای هر ماه و تعداد ساعات روشنایی در ماه‌های مختلف سال متفاوت است. بنابراین لازم است PET با اعمال ضریب  $N_m$  که مقادیر آن برای ماه‌های مختلف

جدول ۱- طبقه‌بندی مناطق خشک براساس شاخص خشکی UNEP

مناطق اقلیمی	شاخص خشکی UNEP	کلاس خطر بیابان‌زایی
فراخشک	$R < 0.05$	بیابان واقعی
خشک	$0.05 < R < 0.2$	بسیار شدید
نیمه‌خشک	$0.2 < R < 0.5$	شدید
خشک نیمه‌مرطوب	$0.5 < R < 0.65$	متوسط
نیمه‌مرطوب	$0.65 < R < 0.75$	کم
مرطوب و بسیار مرطوب	$0.75 < R$	عدم خطر بیابان‌زایی

گردید و در نهایت با منهای کردن نقشه‌ها از یکدیگر تغییرات رخ داده در گسترش مکانی اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

### نتایج

همان‌طور که در قسمت روش تحقیق نیز بدان اشاره شد دوره ۳۰ ساله مورد مطالعه، به سه زیر دوره ۱۰ ساله تقسیم گردید. سپس برای هر زیر دوره با استفاده از شاخص مورد نظر، نقشه‌های پهنه‌بندی آنها تهیه گردید. نتایج حاصل از این پهنه‌بندی در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ قابل مشاهده است.

با توجه به توضیحات بالا و آشنا شدن با شاخص مورد مطالعه، اولین گام جهت رسیدن به هدف تحقیق، تقسیم دوره ۳۰ ساله مورد مطالعه به سه زیر دوره ۱۰ ساله (۱۹۸۵-۱۹۷۶)، (۱۹۹۵-۱۹۸۶) و (۲۰۰۵-۱۹۹۶) بود. در گام دوم برای هر دوره به طور جداگانه میانگین بارش و تبخیر و تعرق پتانسل آنها براساس روابط مورد اشاره محاسبه و براساس آنها شاخص خشکی UNEP برای هر دوره و برای هر ۴۵ ایستگاه محاسبه گردید (جدول ۲). لازم به تذکر است که تمام محاسبات بالا در محیط نرم‌افزاری EXCEL برنامه‌نویسی و محاسبه شده است.

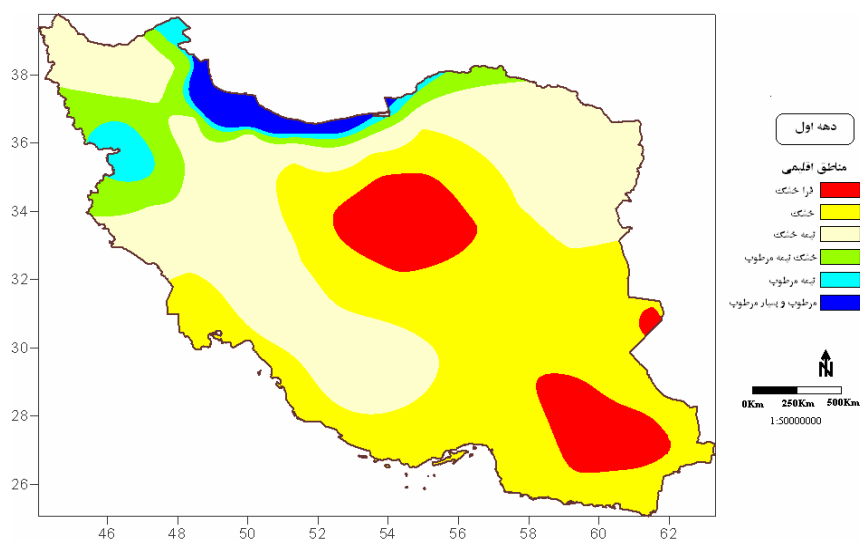
در گام سوم برای هر سه دوره، در محیط نرم‌افزاری SURFER و با استفاده از روش زمین‌آمار کریجینگ نقشه‌های پهنه‌بندی براساس شاخص مورد مطالعه تهیه

جدول ۲- بارش، تبخیر و تعرق و شاخص یونیب محاسبه شده برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

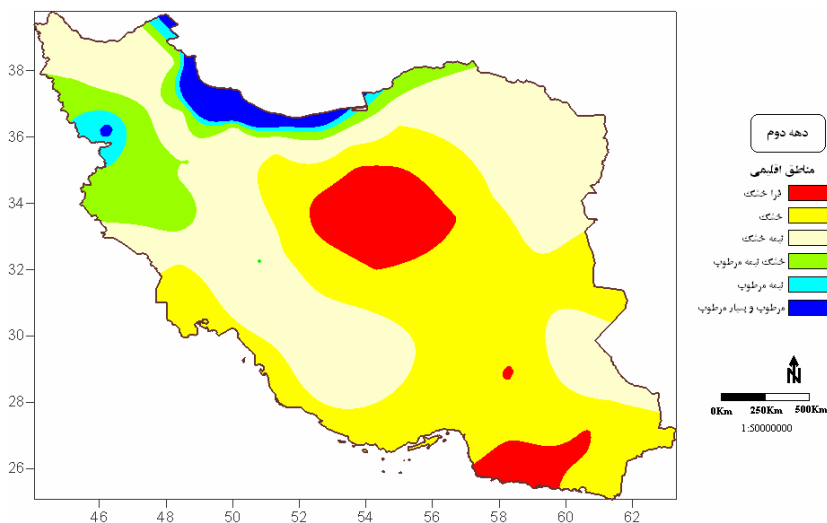
ردیف	ایستگاه	بارش دهه اول به میلیمتر	تبخیر و تعرق دهه اول به میلیمتر	شاخص یونیب دهه اول	بارش دهه دوم به میلیمتر	تبخیر و تعرق دهه دوم به میلیمتر	شاخص یونیب دهه دوم	بارش دهه سوم به میلیمتر	تبخیر و تعرق دهه سوم به میلیمتر	شاخص یونیب دهه سوم
۱	آبادان	۱۶۴/۱	۲۱۹۷/۵	۰/۰۷۴	۱۷۴/۶	۲۳۹۸	۰/۰۷۳	۱۷۰/۷	۲۹۲۳/۱	۰/۰۵۸
۲	اهواز	۲۳۸/۶	۲۳۰۹/۹	۰/۱۰۳	۲۳۷/۱	۲۴۵۶/۷	۰/۰۹۶	۲۴۷	۲۹۸۸/۲	۰/۰۸۳
۳	انزلی	۱۸۸۷/۳	۸۵۹/۱	۲/۱۹۶	۱۶۷۲/۸	۸۴۱/۲	۱/۹۸۹	۱۷۵۹/۱	۸۷۹/۸	۱/۹۹۹
۴	اراک	۳۴۹/۷	۸۲۷/۳	۰/۴۲۲	۳۱۰/۲	۷۸۹/۷	۰/۳۹۳	۳۰۷/۶	۸۳۶/۲	۰/۳۶۸
۵	اردبیل	۳۴۳/۹	۶۲۸/۸	۰/۵۴۶	۲۸۴/۵	۵۹۰/۸	۰/۴۸۱	۲۸۸/۲	۶۳۱/۰	۰/۴۵۷
۶	بایلسر	۹۲۶/۴	۸۹۲/۴	۱/۰۳۸	۹۴۰/۳	۹۱۳/۹	۱/۰۲۹	۹۶۲/۷	۹۴۶/۵	۱/۰۱۷
۷	بم	۶۳/۱	۱۵۸۴/۹	۰/۰۳۹	۶۳/۹	۱۶۵۹/۸	۰/۰۳۸	۵۰/۸	۱۸۱۴/۶	۰/۰۲۸
۸	بندرعباس	۲۴۰/۹	۲۲۵۴/۷	۰/۱۰۶	۲۰۴/۶	۲۴۴۵/۷	۰/۰۹۱	۱۷۱/۲	۲۴۷۲/۳	۰/۰۶۹
۹	بندرلنگه	۱۷۲/۷	۲۱۵۷/۸	۰/۰۸۰	۱۶۷/۴	۲۱۳۹/۸	۰/۰۷۸	۱۱۸/۵	۲۴۸۰/۸	۰/۰۴۸
۱۰	بیرجند	۱۷۷/۴	۸۹۴/۴	۰/۱۹۸	۱۸۹/۷	۸۶۵/۹	۰/۲۱۹	۱۴۹/۹	۹۱۶/۱	۰/۱۶۴
۱۱	بوشهر	۲۳۴/۳	۱۷۷۴/۱	۰/۱۳۲	۲۳۷/۷	۱۸۷۶/۵	۰/۱۲۷	۳۵۸/۲	۱۹۹۵/۷	۰/۱۸۰
۱۲	چابهار	۱۲۱/۸	۱۹۶۰/۶	۰/۰۶۲	۱۲۰/۵	۱۷۴۹/۵	۰/۰۶۹	۱۰/۶	۱۸۴۳/۵	۰/۰۵۷
۱۳	دزفول	۳۹۷/۲	۱۸۲۰/۶	۰/۲۱۸	۴۲۸/۳	۱۹۱۳/۱	۰/۲۲۴	۴۴۷/۲	۲۱۸۷/۳	۰/۲۰۴
۱۴	دوشان تپه	۲۷۵/۶	۱۰۴۴/۵	۰/۲۶۳	۲۵۹/۱	۱۰۵۲/۶	۰/۲۴۶	۲۶۵/۲	۱۱۱۹/۶	۰/۲۳۷
۱۵	اصفهان	۱۲۹	۹۱۰/۷	۰/۱۴۱	۱۱۸/۹	۹۳۶/۱	۰/۱۲۷	۱۳۱/۲	۹۴۲/۶	۰/۱۳۹
۱۶	فسا	۳۲۶/۲	۱۲۰۸/۵	۰/۲۶۹	۳۱۸/۸	۱۰۳۵/۲	۰/۳۰۸	۳۰۴/۸	۱۰۸۹/۳	۰/۲۸۰
۱۷	قزوین	۳۳۸/۷	۷۷۸/۹	۰/۴۳۴	۳۳۶	۷۸۹/۴	۰/۴۲۶	۳۱۳/۹	۸۲۷/۹	۰/۳۷۹
۱۸	گرگان	۶۱۳/۱	۹۶۴/۸	۰/۶۳۵	۵۳۸/۷	۹۳۵	۰/۵۷۶	۵۵۳/۴	۹۹۲/۹	۰/۵۵۷
۱۹	همدان فرودگاه	۳۱۷/۶	۶۸۹/۵	۰/۴۶۰	۳۲۸/۴	۶۸۷/۹	۰/۴۷۷	۳۰۳/۹	۷۲۳/۷	۰/۴۲۰
۲۰	همدان نوزه	۳۱۴/۳	۶۸۴/۸	۰/۴۵۸	۳۵۱/۶	۶۹۱/۱	۰/۵۰۹	۳۰۳/۵	۷۱۵/۸	۰/۴۲۴
۲۱	ایرانشهر	۱۲۳/۵	۲۸۷۲/۶	۰/۰۴۳	۱۲۳/۹	۲۷۰/۶/۱	۰/۰۴۶	۸۶	۳۱۴۱/۳	۰/۰۲۷
۲۲	کاشان	۱۳۵/۹	۱۲۳۳/۵	۰/۱۱۰	۱۲۹/۷	۱۱۰۹/۹	۰/۱۱۷	۱۴۵/۶	۱۲۲۲/۱	۰/۱۱۹
۲۳	کرمان	۱۵۱/۱	۸۳۴/۶	۰/۱۸۱	۱۴۹/۵	۸۴۵/۱	۰/۱۷۷	۱۲۵/۶	۸۹۵/۵	۰/۱۴۰
۲۴	کرمانشاه	۴۱۸/۵	۸۰۷/۳	۰/۵۱۸	۴۸۳/۷	۸۱۹/۸	۰/۵۹۰	۳۹۲	۸۷۷/۳	۰/۴۴۷
۲۵	خرم آباد	۴۳۳	۹۴۶/۲	۰/۴۵۷	۵۳۲/۳	۸۸۴/۱	۰/۶۰۲	۴۵۸/۳	۹۶۶/۹	۰/۴۷۴
۲۶	خوی	۳۳۲/۱	۷۲۷/۳	۰/۴۵۶	۲۷۲/۶	۷۲۶/۵	۰/۳۷۵	۲۴۵/۷	۷۷۱/۳	۰/۳۱۸
۲۷	مشهد	۳۰۳/۶	۷۹۳/۹	۰/۳۸۲	۲۷۳/۱	۸۳۰	۰/۳۲۹	۲۳۶/۳	۸۸۱/۷	۰/۲۶۸
۲۸	زنجان	۳۱۷/۵	۷۰۵/۷	۰/۴۴۹	۲۹۸/۵	۶۶۲/۸	۰/۴۵۰	۲۶۹/۸	۶۹۵/۳	۰/۳۸۸
۲۹	زاهدان	۷۵/۷	۱۱۰۶/۳	۰/۰۶۸	۸۴/۲	۱۵۳۵/۸	۰/۰۵۵	۶۶	۱۵۷۰/۱	۰/۰۴۲
۳۰	زابل	۶۰	۱۵۵۷	۰/۰۳۸	۶۸/۵	۱۴۹۶/۲	۰/۰۴۶	۵۹/۴	۱۶۹۰/۳	۰/۰۳۵
۳۱	یزد	۷۷/۶	۱۱۳۴/۱	۰/۰۶۸	۶۲/۷	۱۱۴۴	۰/۰۵۵	۵۲/۹	۱۲۶۱/۲	۰/۰۴۲
۳۲	طیس	۹۳/۵	۱۵۰۴/۸	۰/۰۶۲	۹۲/۷	۱۶۴۸/۹	۰/۰۵۶	۸۶/۷	۱۸۰۵/۵	۰/۰۴۸
۳۳	تبریز	۲۹۶/۳	۷۷۱/۱	۰/۳۸۴	۲۶۶/۹	۷۷۸/۲	۰/۳۴۳	۲۳۴/۷	۸۲۲/۲	۰/۲۸۶
۳۴	تهران	۲۴۹/۴	۱۰۲۸/۱۵	۰/۲۴۲	۲۴۱/۶	۱۰۴۱	۰/۲۳۲	۲۴۵/۵	۱۱۰۸/۱	۰/۲۲۲
۳۵	تربت حیدریه	۳۰۷/۹	۸۵۲/۶۹	۰/۳۶۱	۲۷۵/۱	۷۸۹/۸	۰/۳۴۸	۲۸۱/۴	۸۱۸/۱	۰/۳۴۴
۳۶	شیراز	۳۲۳/۹	۹۷۴	۰/۳۳۲	۳۶۷/۸	۱۰۱۷/۱	۰/۳۶۲	۳۵۳/۷	۱۰۷۱/۵	۰/۳۳۰
۳۷	شاهرود	۱۶۲/۹	۸۳۳/۴۷	۰/۱۹۵	۱۸۱/۱	۸۴۶/۴	۰/۲۱۴	۱۴۳/۸	۸۸۷/۷	۰/۱۶۲
۳۸	شهرکرد	۳۳۱	۷۱۹/۵۲	۰/۴۶۰	۳۵۰/۶	۶۷۱/۴	۰/۵۲۲	۳۲۴/۵	۶۹۱/۰	۰/۴۷۰
۳۹	سمنان	۱۵۱/۲	۱۰۹۳/۰۲	۰/۱۳۸	۱۳۶/۱	۱۰۸۲/۲	۰/۱۲۶	۱۴۹/۵	۱۱۵۳/۰	۰/۱۳۰
۴۰	سنندج	۵۵۹/۸	۷۶۱/۴	۰/۷۳۵	۴۶۱/۱	۷۷۷/۷	۰/۵۹۳	۳۶۶/۶	۸۲۲/۶	۰/۴۴۶
۴۱	سقز	۵۴۳/۱	۷۲۸/۴	۰/۷۴۵	۵۲۶/۷	۶۷۰/۳	۰/۷۸۶	۴۲۲/۸	۶۷۹/۳	۰/۶۲۲
۴۲	سبزوار	۲۱۴/۸	۱۰۵۱/۳۴	۰/۲۰۴	۲۰۷/۵	۱۰۶۵/۹	۰/۱۹۵	۱۹۲/۹	۱۱۱۷/۷	۰/۱۷۳
۴۳	رشت	۱۳۷۹/۶	۸۴۷	۱/۶۲۸	۱۴۰۹/۱	۸۵۶/۱	۱/۶۴۶	۱۳۱۸/۵	۸۷۰/۴	۱/۵۱۵
۴۴	رامسر	۱۲۱۵/۱	۸۳۲/۲۳	۱/۴۶۰	۱۲۳۳/۱	۸۳۰/۷	۱/۴۸۴	۱۲۰۰/۸	۸۷۳/۸	۱/۳۷۴
۴۵	ارومیه	۳۳۸/۶	۶۷۳/۴۲	۰/۵۰۲	۳۷۳/۴	۶۷۸/۵	۰/۵۵۰	۲۵۰	۷۱۴/۱	۰/۳۵۰

جهت تجزیه و تحلیل دقیق‌تر گسترش اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در گستره ایران زمین، اقدام به منهای کردن نقشه‌ها از یکدیگر گردید. به این صورت که ابتدا نقشه دهه دوم از نقشه دهه اول و همچنین نقشه دهه سوم از نقشه دهه دوم منهای شدند که نتایج آن به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ آورده شده است.

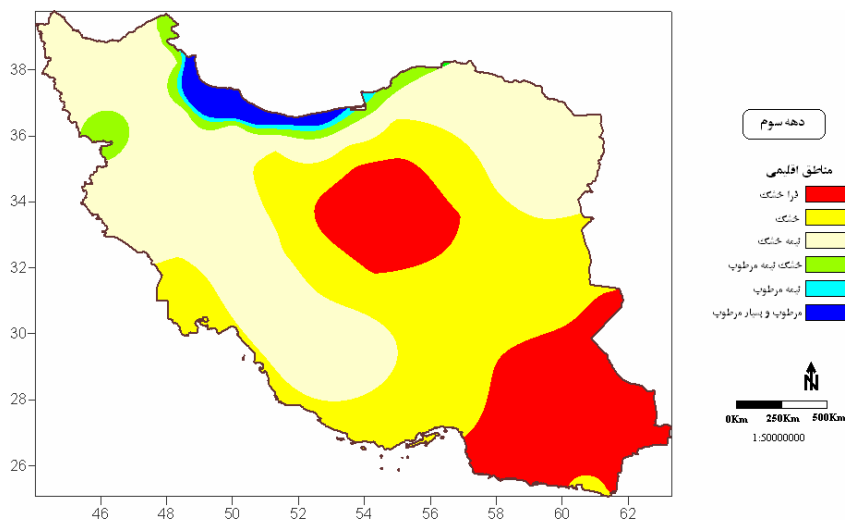
بنابراین آنچه از مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی سه دوره مورد مطالعه به‌خوبی نمایان می‌شود گسترش مکانی اقلیم نیمه‌خشک در غرب و شمال‌غرب ایران، گسترش اقلیم خشک در جهت عرض‌های جغرافیایی بالاتر در استان‌های خراسان جنوبی و رضوی و همچنین گسترش اقلیم فراخشک در جنوب‌شرق در دهه سوم می‌باشد. اما



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی اقلیم‌های مختلف ایران با استفاده از شاخص یونیپ برای دهه (۱۹۷۶-۱۹۸۵)



شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی اقلیم‌های مختلف ایران با استفاده از شاخص یونیپ برای دهه (۱۹۸۶-۱۹۹۵)

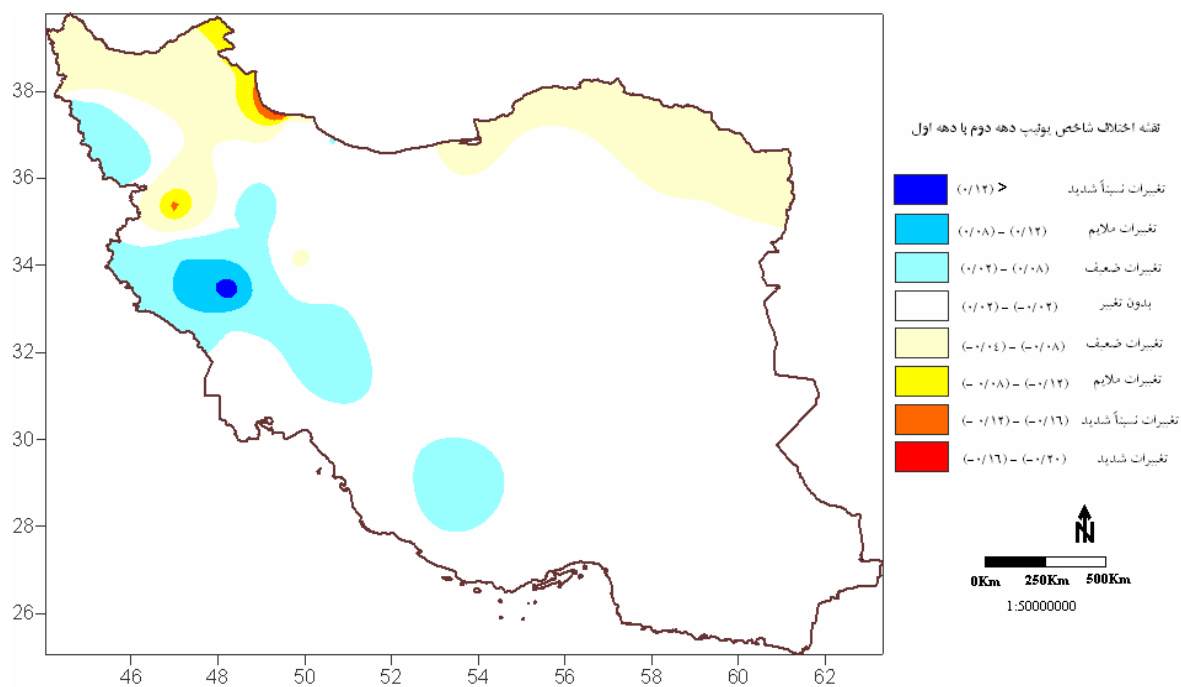


شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی اقلیم‌های مختلف ایران با استفاده از شاخص یونیپ برای دهه (۱۹۹۶-۲۰۰۵)

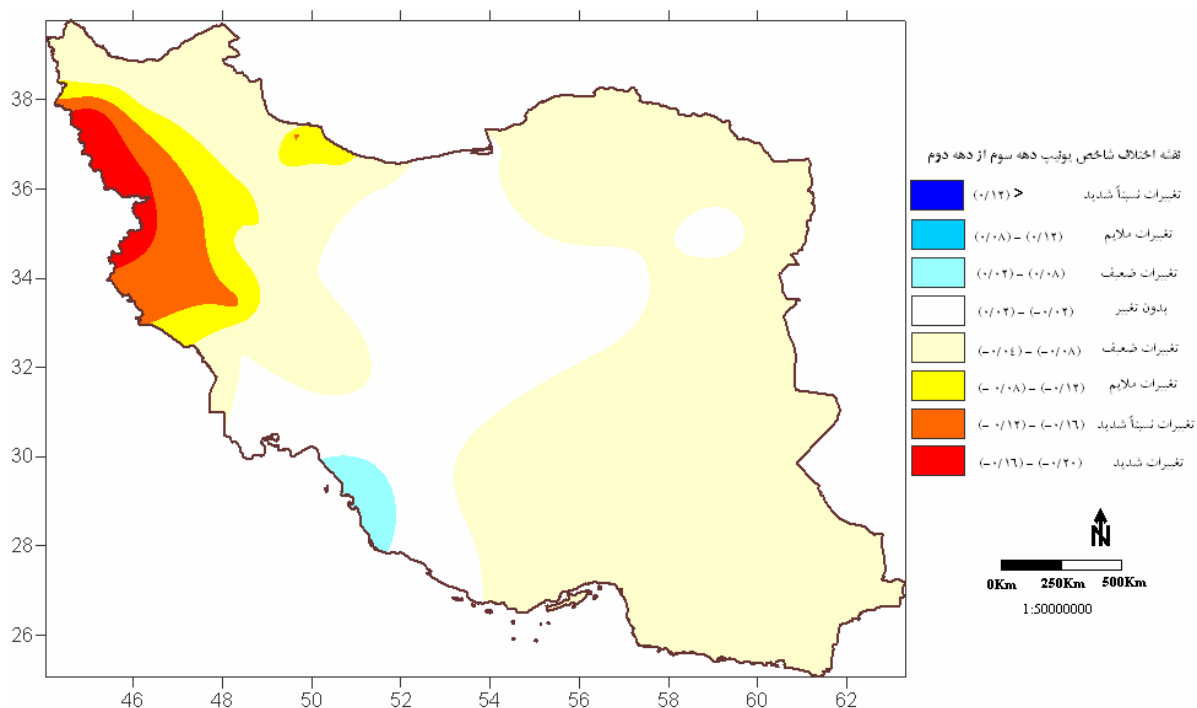
یعنی اینکه با کوچکترین تغییر در میزان شاخص یونیپ به سمت افزایش و یا کاهش، اقلیم این منطقه دگرگون می‌شود. این مطلب را می‌توان با مقایسه نقشه‌های ۵، ۲ و ۳ به راحتی استنباط نمود. با دقت در نقشه ۵ ملاحظه می‌شود که جنوب شرق ایران براساس طبقه‌بندی انجام شده در طبقه بدون تغییر (۰/۰۲- تا ۰/۲۰) واقع شده، اما وقتی دو نقشه ۲ و ۳ را به صورت بصری نگاه می‌کنیم شاهد تغییراتی بین این دو دهه هستیم. به این صورت که در دهه دوم گسترش مکانی اقلیم فراخشک بسیار محدود شده است و یک جابجایی مکانی از بلوچستان مرکزی به سمت بلوچستان جنوبی داشته است. در شمال استان نیز شاهد ناپدید شدن هسته فراخشک بر روی سیستان و گسترش اقلیم نیمه‌خشک به جای اقلیم خشک در شمال بلوچستان بوده‌ایم. این شرایط حاکی از مرطوب‌تر بودن دوره دوم از دوره اول می‌باشد.

براساس نقشه ۵ مشاهده می‌شود که بیشتر گستره ایران در حد فاصل دو دهه اول و دوم شاهد تغییراتی آنچنانی و ملموس در مقدار شاخص زیست اقلیمی یونیپ نبوده است، بلکه در بعضی قسمت‌ها شاهد افزایش نیز بوده است. به طوری که غرب و جنوب غرب شاهد بیشترین افزایش و شمال شرق و شمال غرب شاهد کاهش در این شاخص بوده است. به نحوی که اثرات این افزایش و کاهش در شاخص یونیپ را به خوبی می‌توان در شکل ۳ مشاهده نمود؛ به صورتی که گسترش اقلیم نیمه‌مرطوب در غرب و همچنین گسترش و تشدید اقلیم نیمه‌خشک در شمال شرق ایران نتیجه این تغییر و تحولات می‌باشد. اما جنوب شرق ایران در حد فاصل این دو دهه وضعیت متفاوت‌تری از دیگر نقاط ایران نشان می‌دهد و آن مرزی بودن شرایط اقلیمی این قسمت از ایران بین دو اقلیم خشک و فراخشک می‌باشد.





نقشه ۵- نقشه پهنه‌بندی حاصل از منهای کردن نقشه دهه دوم از دهه اول



نقشه ۶- نقشه پهنه‌بندی حاصل از منهای کردن نقشه دهه سوم از دهه دوم

اما دهه سوم، دهه‌ای متفاوت از دو دهه قبلی می‌باشد. براساس نقشه ۶ که حاصل از منهای کردن نقشه دهه سوم از دهه دوم می‌باشد، مشاهده می‌گردد که بیشتر گستره ایران به استثناء قسمت‌های غربی ایران مرکزی و بخش‌هایی از جنوب غربی، شاهد کاهش در شاخص زیست‌اقليمی یونپ بوده است، یعنی اقليم ایران در این دهه تمایل شدیدی به سمت خشک شدن اقليمی داشته است. اما شدیدترین تغییرات رخ داده در این دهه را در غرب و شمال غرب ایران شاهد هستیم؛ جایی که گسترش مکانی اقليم نیمه خشک باعث عقب‌نشینی اقليم‌های مرطوب و نیمه مرطوب شده است.

جنوب شرق به اضافه شمال استان سیستان و بلوچستان، قسمت‌های دیگری از سرزمین ایران هستند که در این دهه شاهد تغییراتی در اقليم خود بوده‌اند، به طوری که اقليم فراخشک در این دهه به بیشترین گسترش مکانی خود در جنوب و شمال استان سیستان و بلوچستان رسیده است که نتایج این تغییر و تحولات به وضوح در شکل ۴ قابل مشاهده است.

## بحث

براساس نقشه‌های تهیه شده برای سه دوره مورد مطالعه، مشاهده شد که بیشترین گسترش مکانی اقليم‌های خشک و نیمه خشک در دهه سوم روی داده است. از لحاظ مکانی نیز شدیدترین تغییرات در غرب و شمال غرب ایران و بعد در جنوب شرق ایران بوده است، اما شمال استان خراسان شمالی، جنوب استان خراسان رضوی و شمال استان خراسان جنوبی نیز با شدت و گسترش کمتری شاهد گسترش اقليم نیمه خشک و خشک بوده‌اند. اما در غرب و شمال غرب ایران جایگزین شدن اقليم نیمه خشک به جای اقليم خشک نیمه مرطوب و نیمه مرطوب و همچنین جایگزین شدن اقليم

فراخشک به جای اقليم خشک در جنوب شرق ایران به وضوح قابل مشاهده است که این خود می‌تواند باعث نگرانی‌هایی از لحاظ زیست محیطی به خصوص گسترش بیابان‌زایی گردد. چون براساس طبقه بندی یونپ در این دهه، غرب و شمال غرب ایران از پتانسیل بیابان‌زایی کم و متوسط به سمت پتانسیل بیابان‌زایی شدید در حرکت است که اگر این شرایط اقليمی با دیگر عوامل تشدیدکننده بیابان‌زایی همچون چرای بی‌رویه، جنگل تراشی، افت منابع آب زیرزمینی، فرسایش آبی و ... همراه باشد می‌تواند در تشدید تخریب سرزمین این منطقه مؤثر باشد.

بنابراین در جنوب شرق ایران هم شاهد گسترش اقليم فراخشک در جهت مداری و نصف النهاری بوده‌ایم. این نوع اقليم که در طبقه بندی یونپ جزء بیابان‌های واقعی از آن نام برده می‌شود خالی از گونه‌های رستنی پایدار بوده و بارندگی سالانه آن بسیار اندک و بندرت به ۱۰۰ میلی‌متر می‌رسد. گسترش اقليم فراخشک، خشک و نیمه خشک در شرق و جنوب شرق به دلیل خشکسالی‌های رخ داده در دهه سوم و گسترش اقليم نیمه خشک در غرب و شمال غرب ایران علاوه بر خشکسالی فراگیر، تغییرات اقليمی روی داده در برخی عامل‌های اقليمی بوده است.

## منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ح، علیزاده، ا. و جوانمرد، س.، ۱۳۸۴. بررسی وجود دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقليم در منطقه. فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، سال ۲۰، شماره پیاپی ۷۹: ۳۲۶-۳۱۴.
- باباپور صابر، ع.ا.، ۱۳۸۲. مطالعه تغییرات اقليم حرارتی شمال غرب ایران و پیش‌بینی اوضاع آتی. رساله دکترای اقليم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز. ۱۵۵ صفحه.
- جعفری، م.، ۱۳۸۷. تحقیق و تحلیل عوامل تغییر اقليم طی پنجاه سال گذشته در جنگل‌های منطقه خزری. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. سال ۱۶، شماره پیاپی ۳۲۶: ۳۱۴-۳۱۴.

- خورشید دوست، ع.م. و قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۵. شبیه‌سازی آثار دو برابر شدن دی‌اکسیدکربن جو بر تغییر اقلیم تبریز با استفاده از «مدل آزمایشگاه پویایی سیالات ژئوفیزیکی». فصلنامه محیط‌شناسی، سال ۳۲، شماره ۳۹: ۱۰-۱.
- درنینگ، آ.ت. و هالی، ب.ب.، ۱۹۹۲. اصلاح اقتصادی دام و طیور. ترجمه: حمید سیادت، (در مجموعه وضعیت جهان - مسائل محیط زیست)، تهران: نشر آروین، ۱۳۷۲: ۱۳۸-۱۱۱.
- دلآور، م.، مرید، س. و شفیعی فر، م.، ۱۳۸۷. ارزیابی ریسک تراز دریاچه ارومیه و تأثیر تغییر اقلیم بر آن. علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۹: ۳۸۸-۳۷۹.
- سلیمان، ه.، ۱۳۸۱. بررسی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق (مطالعه موردی: حوضه امامه). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت.
- طاوسی، ت.، ۱۳۷۹. تحلیل علل هیدروکلیماتولوژیکی بیابانزائی (مطالعه موردی: حاشیه چاله گاوخونی). رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس. ۳۰۵ صفحه.
- عزیززی، ق. و روشنی، م.، ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان: ۲۸-۱۳.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۳. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ هفدهم، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا.
- علیزاده، ا. و کمالی، غ.، ۱۳۸۱. اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد. فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، سال هفدهم، شماره پیاپی ۶۶-۶۵، تابستان و پائیز: ۲۰۱-۱۸۹.
- قربانی، م.ح. و سلطانی، ا.، ۱۳۸۱. بررسی تغییر اقلیم گرگان طی چهل سال گذشته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۹: ۱۴-۳.
- گرنجر، آ.، ۱۹۸۲. کویرزایی، چگونه مردم کویر می‌سازند، چگونه می‌توانند آن را متوقف سازند و چرا این کار را نمی‌کنند؟ ترجمه عبدالحمید ثامن، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۷۴.
- مساح بوانی، ع.، ۱۳۸۵. ارزیابی ریسک تغییر اقلیم و اثر آن بر منابع آب (مطالعه موردی: حوضه زاینده رود اصفهان). رساله دکترای مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- مولائی نیکو، م.، ۱۳۸۲. تغییر اقلیم جنوب- جنوب غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- ناظم السادات، س.م.ج.، سامانی، ن.، باری، ا. و مولایی نیکو، م.، ۱۳۸۵. نیروی مؤثر پدیده النینو- نوسانات جنوبی (ENSO) بر ایجاد تغییر اقلیم در ایران با استفاده از تحلیل داده‌های بارش. مجله ایرانی علوم و تکنولوژی، شماره ۳۰: ۵۶۵-۵۵۵.
- واثقی، ا. و اسماعیلی، ع.، ۱۳۸۷. بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران، روش ریکادین (مطالعه موردی: گندم). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ۴۵: ۶۹۶-۶۸۵.
- Alivi, S.H., 1994. Climatic changes, desertification and the Republic of Sudan. *Geojournal*, Vol. 32, pp. 393-399.
- Folland, C.K., Palmer, T. N. and Parker, D. E., 1986. Sahel rainfall and worldwide sea temperature, 1901-85. *Nature*, 320, pp. 602-607.
- Folland, C.K., Owen, J., Ward, M.N. and Colman, A., 1991. Prediction of seasonal rainfall in the Sahel region using empirical and dynamic methods. *Journal of Forecasting*, 10, pp. 21-56.
- Giannini, A., Saravanan, R. and Chang, P., 2003. Ocean forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales. *Science*, 302, pp. 1027-1030.
- Glantz, M.H., 1987. Drought and economic development in sub-Saharan Africa. In: M. H. Glantz, Editor, *Drought and Hunger in Africa: Denying Famine a future*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 37-58.
- Gunin, P.D., 1992. Diagnostic of desertification processes in arid ecosystems of central Asia. *Problems of desert development, Russia*, No. 5, pp. 15-23.
- Hulme, M., 2001. Climatic perspectives on Sahelian desiccation: 1973-1998. *Global Environmental Change*, 11, pp. 19-29.
- Hulme, M. and Kelly, M., 1993. Exploring the links between desertification and climate change. *Environment*, 35, pp. 4-11 and 39-45.
- Iddrisu, A. and Atchia, M., 1995. Land degradation and desertification in Ghana. (Book chapter). *Environmental management issues and solutions*. Ghana.
- Nicholson, S., 2001. Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. *Climate Research*, 17, pp. 123-144.
- Vinogradov, B.V., 1992. Long - term dynamics of reflecting power of ecosystems in desertification. *Doklady - Biological Sciences, Russia*, Vol. 324, pp. 201-204.

## Comparison of spatial spreading of arid and semi-arid climates in Iran during 1976-2005

Tavosi, T.<sup>1</sup>, Mahmoudi, P.<sup>2\*</sup> and Moghadam, F.S.<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Department of Physical Geography, Geography and Regional Planning Faculty, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

2\*- Corresponding Author, Ph.D. Student of Climatology, Geography and Regional Planning Faculty, University of Sistan and Baluchistan., Zahedan, Iran, Email: Paymanasia@yahoo.com

3-Research Expert, Centre of Applied Meteorological Researches of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Received:29.08.2009

Accepted:01.02.2010

### Abstract

On the basis of definition of United Nation Convention on Combating Desertification: “desertification is land degradation on arid, semi-arid and sub- humid arid regions by reason of climate change and human activities”. Also on the basis of this Convention, arid, semi-arid and sub-humid arid regions is regions that quotient between precipitation with potential evapotranspiration is approximately 0.05 to 0.65. Annual temperature averages and total annual precipitation from 45 synoptic meteorological stations for a 30 years period (1976-2005) has been collected the Meteorological Organization of Iran. In this paper for study of spatial spreading trend of arid and semi-arid climates of Iran of bioclimatic index of UNEP (United Nation Environment Programme) were used. Thirty years period divided to three subgroups: (1976-1985), (1986-1995) and (1996-2005). Then for each subgroup provided zoning maps and finally zoning maps were subtracted from each other. Results showed that: (1) The most spatial spread of arid and semi-arid climates observed in third decade and (2) The most severe changes of spatial climate observed in west and north-west and south-east of Iran, respectively.

**Key words:** desertification, arid climate, semi-arid climate- spatial changes- UNEP index