

تحلیل زمانی - مکانی و طبقه بندی اقلیمی کشور امارات متحده عربی

علی حنفی^۱

چکیده

اجرای توسعه پایدار مناطق نیازمند برنامه ریزی دقیق بر اساس استعدادها و محدودیت‌های منابع است و اقلیم هر منطقه از مهمترین عوامل تعیین کننده توان توسعه محل می‌باشد. در این راستا ویژگی‌های اقلیمی و عناصر غالب آن که در پراکندگی و شکل‌گیری پدیده‌های حیاتی (نبت، حیوان، انسان) نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌کنند، به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای طبیعی-محیطی ارزیابی می‌شوند. پهنه‌بندی اقلیمی و شناخت عوامل و عناصر مؤثر اقلیمی در تعیین پتانسیل‌های اقلیمی می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود. کشور امارات متحده عربی به عنوان یکی از کشورهای حاشیه خلیج فارس دارای اهمیت اقتصادی، تجاری و گردشگری زیادی می‌باشد و هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی و پهنه بندی عناصر اقلیمی کشور امارات متحده عربی با استفاده از روش‌های آماری در سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار ARCGIS 10.8 است. به منظور بررسی وضعیت اقلیمی در کشور امارات متحده عربی از داده‌های اقلیمی مربوط به ۲۸ ایستگاه هواشناسی و نیز داده‌های شبکه‌ای سایت اقلیم جهانی استفاده گردیده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که کشور امارت متحده عربی عمدتاً دارای آب و هوای بیابانی و گرم و خشک است. میانگین دمای سالیانه در این کشور بین ۲۴ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد متغیر است که کمترین آن در مناطق نسبتاً مرتفع واقع در شرق این کشور و امارت فجیره و بیشترین آن در مناطق بیابانی واقع در جنوب این کشور اتفاق می‌افتد. همچنین میزان بارش سالانه در کشور امارات متحده عربی بین ۵۵ تا ۳۷۶ میلی متر متغیر می‌باشد که بیشترین آن در ارتفاعات شمال شرقی این کشور و ارتفاعات هاجر، جانیس و میره با مقدار حدود ۳۰۰ میلی متر اتفاق می‌افتد؛ در صورتی که در مناطق غربی این کشور مانند امارت ابوظبی میزان بارش سالانه کمتر از ۷۵ میلی متر است. از لحاظ سرعت وزش باد، میانگین حداکثر سرعت باد با حدود ۳۰ نات در ایستگاه‌های جبل مبره و الجزیره و از لحاظ رطوبت نسبی، بیشترین میانگین رطوبت به ترتیب با ۶۵/۸ و ۶۴/۶ درصد در ایستگاه‌های فجیره و ام القوین اتفاق می‌افتد. طبقه‌بندی اقلیمی کشور امارت متحده عربی براساس روش دمارتن نشان دهنده ضریب خشکی (I) بین ۱/۵ تا ۱۱ در این کشور است که نشان دهنده حاکمیت اقلیم گرم و خشک در سراسر این کشور است. همچنین براساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، اکثر مناطق کشور امارات دارای اقلیم گرم بیابانی (BWh) است.

کلید واژه: عناصر اقلیمی، پهنه‌بندی اقلیمی، مناطق بیابانی، امارات متحده عربی، نرم افزار ARCGIS 10.8

^۱ . دانشیار اقلیم شناسی گروه جغرافیا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

مقدمه

اقلیم به متوسط شرایط فصلی و زمانی گفته می‌شود و معمولاً به وسیله مجموع تغییراتی نظیر دما، میزان بارش، میزان وزش باد، رطوبت، ابری بودن، رطوبت خاک، دمای سطح آب دریا و غلظت و ضخامت لایه‌های یخ در آب دریا و غیره تعیین می‌شود. مجموعه این شرایط اقلیم هر منطقه را مشخص می‌کند (ایسا، ۲۰۱۳). یکی از اهداف اصلی در مطالعات اقلیمی، انجام طبقه‌بندی اقلیمی است. با این نوع طبقه‌بندی سعی می‌شود مناطقی که از نظر دما، بارش، فشار، رطوبت، جریان هوا و سایر پارامترهای اقلیمی مشابهت دارند، در یک گروه قرار گرفته و از نظر نوع اقلیمی نام‌گذاری شوند (فرج زاده، ۱۳۹۴: ۱۲۵). تقسیم‌بندی‌های آب‌وهوایی و شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر هر ناحیه یکی از راه‌های شناخت شناسنامه اقلیمی نواحی است. آب‌وهوای هر ناحیه مرکب از کلیه عوامل و عناصر آب‌وهوایی آن ناحیه است و هنگام تقسیم‌بندی باید همه آن عوامل و عناصر در نظر گرفته شود. فقط با استناد به دما، بارش و رطوبت نمی‌توان به بررسی و شناخت اقلیم یک ناحیه پرداخت (خسروی و آرامش، ۱۳۹۱: ۹۹). در طبقه‌بندی اقلیم مختلف زمین یک روش کلی که مورد قبول همه دانشمندان قرار بگیرد وجود ندارد و طبقه‌بندی‌ها بر اساس اهداف مختلف پایه‌گذاری می‌شوند. برای شناخت اقلیم از مجموعه قواعدی بهره برده می‌شود که مناطق با آب و هوای مشابه را در یک گروه قرار می‌دهد و از آن به عنوان طبقه‌بندی اقلیمی یاد می‌شود (یارمرادی و عباس نژاد، ۱۳۹۹: ۴۷) به عبارتی منطقه‌ای از سطح زمین که اثرات ترکیب شده فاکتورهای اقلیمی بر آن سبب برقراری شرایط همگنی شود یک نوع اقلیم یا منطقه اقلیمی گفته می‌شود. برای بررسی اقلیم یک ناحیه توجه به عناصر و عوامل اقلیمی ضرورت دارد (وحدانی، ۱۳۹۲: ۴۰۵). ناحیه‌بندی پدیده‌ها بر حسب مکان، در جغرافیا سابقه‌ای بسیار طولانی دارد. نتیجه این بررسی جداسازی نواحی جغرافیایی و پدید آمدن جغرافیای ناحیه‌ای است. هر ناحیه جغرافیایی بخشی از سطح زمین است که تجانس درونی چشمگیری از نظر پدیده‌ها و فرایندهای موجود در آن دارد؛ بنابراین هدف اصلی گروه‌بندی اقلیمی کشف نظم موجود در اوضاع آب و هوایی کل سطح زمین و شناخت دقیق و جامع پدیده‌های اصلی آب و هوایی می‌باشد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۹۳: ۳۶۴).

به طور کلی پهنه‌بندی اقلیمی هر منطقه و شناخت ویژگی‌های طبیعی به همراه پتانسیل و محدودیت‌های هر منطقه، پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های محیطی و آمایش سرزمین را تشکیل می‌دهد. همچنین در انجام طرح‌های عظیم عمرانی مانند سدسازی، نفت، گاز و پتروشیمی و نیز پیش‌بینی وقوع حوادث طبیعی چون سیل و خشکسالی، شناخت صحیح شرایط جوی و ویژگی‌های آب و هوایی و در نهایت پهنه‌بندی اقلیمی ضرورت دارد. به نظر می‌رسد تهیه نقشه اقلیمی و پهنه‌بندی اقلیمی (شناسایی پهنه‌هایی که دارای اقلیمی یکسان باشند) جهت دستیابی به توسعه همه‌جانبه در ابعاد مختلف زمانی- مکانی ضروری باشد (گل‌کار حمزیه یزد و همکاران، ۱۳۹۵). از مطالعات صورت گرفته در زمینه ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از روش‌های مختلف می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: پیندا و همکاران^۱ (۲۰۰۷) با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی، نواحی اقلیمی را در شمال شرق مکزیک تعیین کردند. در این پژوهش از داده‌های ماهانه دما و بارش ۱۷۳ ایستگاه هواشناسی در طی دوره آماری ۳۰ ساله استفاده گردیده و در نهایت طبقه‌بندی اقلیمی برای

1. Pineda et al

کشور مکزیک صورت گرفت. المازوعی و همکاران^۱ (۲۰۱۵) در پژوهشی به مطالعه و پهنه‌بندی اقلیمی کشور عربستان با استفاده از مؤلفه‌های اصلی و با کاربرد دو متغیر دما و بارش پرداختند. در این مطالعه پنج تیپ اقلیمی شامل: شمالی، ساحلی دریای سرخ، داخلی، کوهستانی و جنوبی برای کشور عربستان شناسایی گردید. کاروالیو و همکاران^۲ (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با استفاده از شبیه‌سازی بارش روزانه و دماهای کمینه و بیشینه، قلمرو اروپا را به مناطقی با تغییرات اقلیمی شبیه‌سازی شده مشابه تقسیم کردند. سراج الدوله و اسلام^۳ (۲۰۱۹) در پژوهشی به شناسایی مناطق آب‌وهوایی کشور بنگلادش با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و روش‌های تحلیل وارد و تحلیل فازی پرداختند. نتایج حاصل منجر به شناسایی هفت ناحیه آب‌وهوایی در کشور بنگلادش گردید. منار فوزی (۲۰۱۹) در یک مطالعه کیفی به ارزیابی الگوهای تغییر آب و هوا در امارات متحده عربی پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که امارات متحده عربی با چالش‌های بسیاری مرتبط با تأثیرات تغییرات آب و هوایی مانند محدودیت منابع آب، تغییر خط ساحلی و امنیت غذایی مواجه است. سعدی و همکاران^۴ (۲۰۲۱) در پژوهشی به شناسایی نواحی اقلیمی بورنئو با استفاده از تحلیل خوشه‌ای پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که منطقه بورنئو بر اساس روش تحلیل خوشه‌ای به چهار ناحیه اقلیمی گرم و خشک، گرم و مرطوب، گرم و سرد و مرطوب تقسیم می‌گردد. خالد و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به تحلیل روند مکانی-زمانی بارش با استفاده از تصاویر سنجش از راه دور و ماهواره در امارات متحده عربی پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که محصولات ماهواره‌ای پتانسیل زیادی برای بهبود جنبه‌های فضایی تحلیل فرکانس بارندگی دارند و می‌توانند داده‌های باران‌سنج را برای ایجاد منحنی‌های فرکانس شدت-مدت بارندگی در یک منطقه بسیار خشک، که در آن نصب شبکه‌های باران‌سنج متراکم امکان‌پذیر نیست، تکمیل کنند.

نظری پور و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به ناحیه بندی اقلیمی جنوب و جنوب غرب ایران با رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق منجر به شناسایی سه پهنه اقلیمی شامل اقلیم‌های گرم و مرطوب، گرم و خشک و سرد و پربارش در منطقه جنوب و جنوب غرب کشور گردید. میرموسوی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به مطالعه ویژگی‌های اقلیمی استان‌های کرمانشاه و کردستان بر مبنای تحلیل‌های عاملی و خوشه‌ای پرداختند. براساس تحلیل عاملی اقلیم این دو استان تحت تأثیر شش عامل اقلیمی می‌باشد و براساس تحلیل خوشه‌ای منطقه مورد مطالعه به پنج خوشه اقلیمی تقسیم گردید. نظم فر و گلدوست (۱۳۹۳) در پژوهشی به پهنه‌بندی آب‌وهوایی شمال و شمال غرب ایران با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش باعث شناسایی ده ناحیه آب‌وهوایی در بخش شمال و شمال غرب ایران گردید. صالحی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به پهنه‌بندی اقلیمی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از تحلیل عاملی - خوشه‌ای پرداخته و به این نتیجه رسیدند که اقلیم استان کهگیلویه و بویراحمد دارای پنج مؤلفه اصلی و هشت خرده ناحیه اقلیمی می‌باشد. مرادی (۱۳۹۹) در پژوهشی به ارزیابی روش‌های مختلف درون یابی در پهنه بندی عناصر اقلیمی استان ایلام پرداخته است و به

1. Almazroui et al

2. Carvalho et al

3. Siraj-Ud-Doula and Islam

4. Sa'adi et al

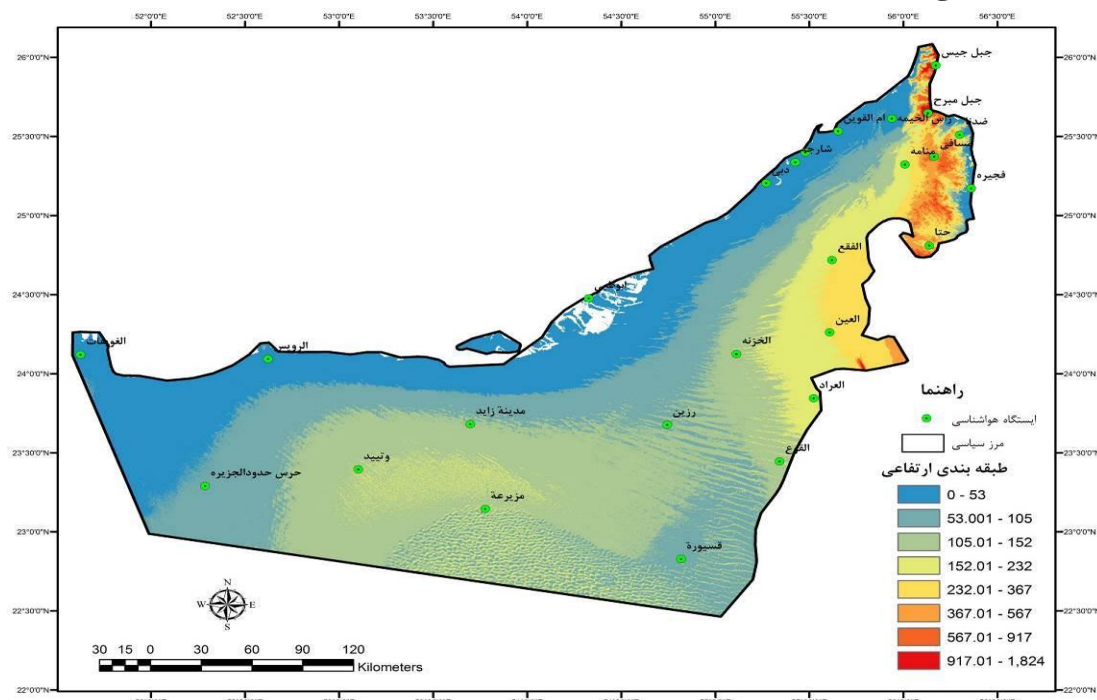
این نتیجه رسیده است که روش درون یابی کریجینگ نتایج بهتری نسبت به بقیه روش ها دارا می باشد. حنفی (۱۳۹۹) در پژوهشی به شناسایی نواحی و رژیم های بارشی کشور جمهوری آذربایجان با استفاده از تحلیل خوشه ای پرداخته و شش ناحیه بارشی شامل منطقه پربارش قفقاز بزرگ، قفقاز کوچک (منطقه قره باغ) و لنکران و منطقه کم بارش شامل جلگه کورا، آران و آبخوران را در کشور آذربایجان شناسایی کرد. سادات اصل و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به طبقه بندی اقلیمی استان خوزستان با استفاده از روش لیتن اسکی پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که وضعیت اقلیمی شهرستان های خوزستان براساس ضریب بری شاخص لیتن اسکی به چهار گروه بری خفیف، بری، معتدل نسبتاً بری و معتدل بری تفکیک شد. برومند و صلاحی (۱۴۰۲) در تحقیقی به پهنه بندی اقلیمی استان اردبیل با استفاده از روش های چند متغیره پرداخته و سه نوع اقلیم معتدل، گرم و سرد در این استان شناسایی کرد.

کشور امارات متحده عربی به عنوان یکی از کشورهای همسایه ایران در حاشیه جنوبی خلیج فارس، در منطقه ای با درجه دما بالا و بارش بسیار کم قرار دارد (العبدولی و همکاران، ۲۰۱۹). منابع آب شیرین این کشور که عمدتاً به عنوان آب زیرزمینی در دسترس است، بسیار محدود است، اما تقاضای آب به دلیل بهبود استاندارد زندگی، افزایش جمعیت و رشد اقتصادی همچنان رو به افزایش است. دسترسی به منابع آبی به علت بارش با میانگین سالانه ۹۰ میلی متری و توزیع مکانی پراکنده آن محدود است (شریف و همکاران، ۲۰۰۹). امارات متحده عربی از شرکای تجاری اصلی ایران است که پیمان نامه های اقتصادی نزدیکی را با ایران برقرار کرده و روابطش با ایران، ریشه ای عمیق دارد. طی مذاکرات برنامه هسته ای ایران، امارات متحده عربی بر خود دانست که در مسائل داخلی ایران دخالتی نداشته باشد و در نتیجه در مدت تحریم ها روابط تجاری اش با ایران تا حد ممکن پایدار بوده است. همچنین در حال حاضر بیش از ۵۰۰ هزار ایرانی در کل امارات و ۳۰۰ هزار ایرانی در امیرنشین دبئی زندگی می کنند که جمعا ۱۰ هزار شرکت بزرگ و کوچک را در امارات متحده عربی می گردانند که خود واسطه ای مهم میان ایران و امارات به شمار می روند که به روابط تجاری دو کشور رونق می بخشند. بنابراین با توجه به اهمیت شناخت ویژگی های جغرافیایی و اقلیمی کشور امارات، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی و پهنه بندی عناصر اقلیمی کشور امارات متحده عربی با استفاده از روش های آماری در نرم افزار ArcGIS 10.8 است.

مواد و روش ها

کشور امارات متحده عربی عمدتاً دارای آب و هوای بیابانی و گرم و خشک است. این کشور دارای زمستان های معتدل و تابستان های خیلی گرم و خشک و در مناطق ساحلی خلیج فارس با رطوبت نسبی بالا می باشد. این کشور از هفت امارت تشکیل شده که همه این امارت ها (ابوظبی، دبئی، عجمان، شارجه، عجمان، رأس الخیمه، ام القوین) در حاشیه سواحل خلیج فارس و دریای عمان واقع شده اند. بزرگ ترین امارت که به عنوان پایتخت این کشور نیز محسوب می شود ابوظبی است همچنین شهر دبئی به عنوان بزرگترین شهر از لحاظ تجاری، اقتصادی و گردشگری اهمیت زیادی دارد. در سمت شمال شرق این کشور ارتفاعات الهاجر در حاشیه سواحل خلیج فارس تا سواحل دریای عمان قرار دارد. شرایط آب و هوایی در این بخش نیز بیشتر بیابانی است اما در ماههای فصل زمستان مقدار بارش در این ارتفاعات از بخش های ساحلی کمی بیشتر بوده و

در ارتفاعات بالای ۱۰۰۰ متر زمستان‌ها کمی سرد می‌باشد. در بخش جنوبی کشور امارات متحده عربی در امارت ابوظبی بیابان‌های وسیع ربع الخالی قرار دارد که بیشتر قسمت‌های آن به جز مناطق مانند لیوا که در نزدیکی مراکز نفتی واقع شده‌اند، خالی از سکنه است. در این بخش نیز شرایط آب و هوایی مشابه مناطق ساحلی بوده و به علت دوری از منابع رطوبتی دریا گرم‌تر و خشک‌تر می‌باشد. کشور امارات متحده عربی از لحاظ طبقه بندی ارتفاعی بین ارتفاعات صفر تا ۱۸۲۴ متر واقع شده است. ارتفاعات این کشور عمدتاً در مناطق شمال شرقی و حاشیه دریای عمان قرار دارند (شکل ۱).

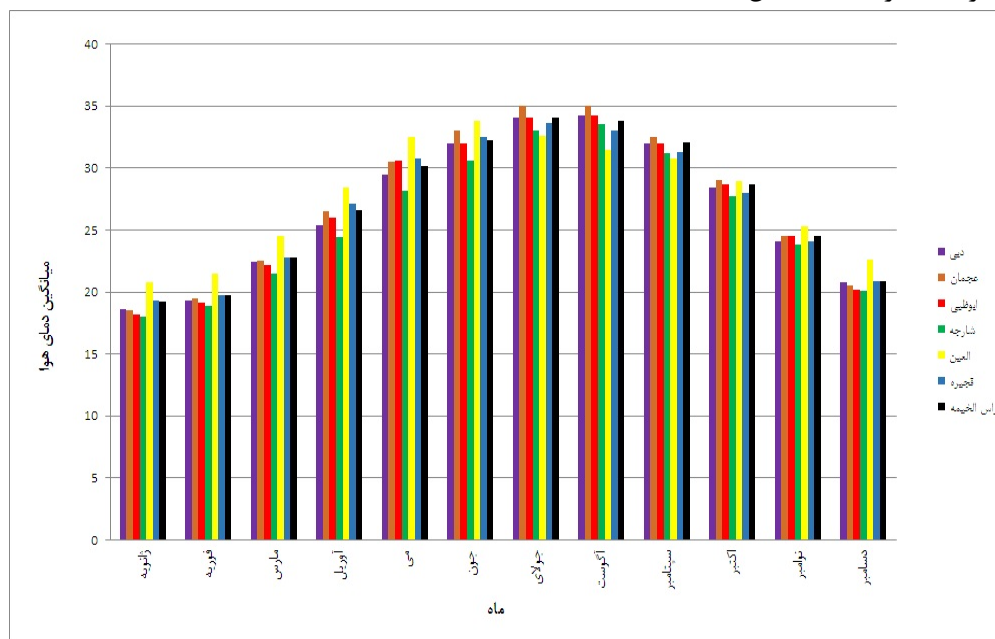


شکل (۱): طبقه بندی ارتفاعی (m) و پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی امارات متحده عربی

به منظور بررسی وضعیت اقلیمی در کشور امارات متحده عربی، داده‌های اقلیمی مربوط به ۲۸ ایستگاه هواشناسی از سایت سازمان هواشناسی این کشور در طی دوره آماری (۲۰۱۹-۲۰۰۰) دریافت گردید. همانطوری که در شکل (۱) مشاهده می‌گردد این ایستگاه‌های در مناطق مختلف جغرافیایی این کشور از مناطق کم ارتفاع ساحلی تا نواحی بیابانی و نیز در ارتفاعات واقع شده‌اند. همچنین به علت محدود بودن ایستگاه‌های هواشناسی به منظور بدست آوردن نقشه‌های اقلیمی رستری در دوره ماهانه و سالانه، از داده‌های شبکه‌ای سایت جهانی www.worldclim.org طی دوره آماری ۲۰۲۰-۱۹۷۰ و با قدرت تفکیک شبکه‌ای ۵' * ۵' استفاده گردید. به منظور مقایسه و اعتبارسنجی داده‌های اقلیمی دریافتی از سایت سازمان هواشناسی امارات و نیز تهیه نمودارهای ماهانه و گلباد شهرهای مهم از داده‌های اقلیمی سایت www.en.climate-data.org استفاده گردیده است. نظر به این که داده‌های ایستگاهی به صورت نقطه‌ای می‌باشند؛ به منظور تهیه نقشه‌های اقلیمی و تبدیل این داده‌ها به حالت رستری از نرم افزار **ARCGIS** و

¹. Inverse distance weighting

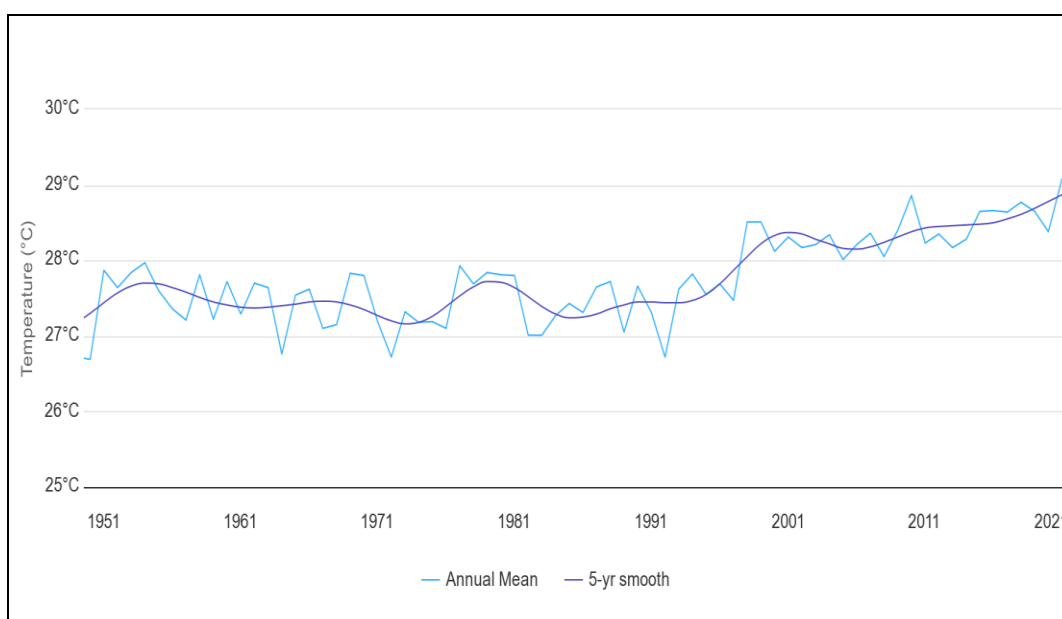
ماههای سال در امارات متحده عربی ماههای ژانویه و فوریه (دی و بهمن) است که در این ماهها در بیشتر نقاط کشور میانگین ماهانه دمای هوا به کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد می‌رسد که بیشترین مقدار در العین و کمترین آن در شارجه اتفاق می‌افتد. در بقیه ماههای سال میانگین دمای هوا عمدتاً بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد متغیر است (شکل ۳).



شکل (۳): تغییرات ماهانه میانگین دما در شهرهای منتخب امارات متحده عربی

روند تغییرات سالانه میانگین دمای کشور امارات متحده عربی در طی دوره آماری ۱۹۵۰ تا ۲۰۲۱ در شکل (۴) نشان داده شده است. دمای هوا در کشور امارات متأثر از گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی در دوره زمانی ۷۰ ساله در حدود ۱/۵ درجه سانتی گراد افزایش یافته و از حدود ۲۷/۵ درجه به ۲۹ درجه سانتی گراد رسیده است.

میانگین فصلی دما در کشور امارات متحده عربی در جدول (۱) آورده شده است. در فصل تابستان میانگین دمای هوا در این کشور در حدود ۳۳ درجه سانتی گراد می‌باشد که در بین شهرهای مورد مطالعه کمترین دمای هوا مربوط به العین و بیشترین دمای هوا مربوط به عجمان می‌باشد. در فصل زمستان میانگین دمای هوا در این کشور در حدود ۲۰ درجه سانتی گراد می‌باشد که در بین شهرهای مورد مطالعه کمترین دمای هوا مربوط به شارجه و بیشترین دمای هوا مربوط به العین می‌باشد. در فصل‌های پاییز و بهار نیز میانگین دمای هوا در این کشور به ترتیب ۲۵ و ۲۹ درجه سانتی گراد است.



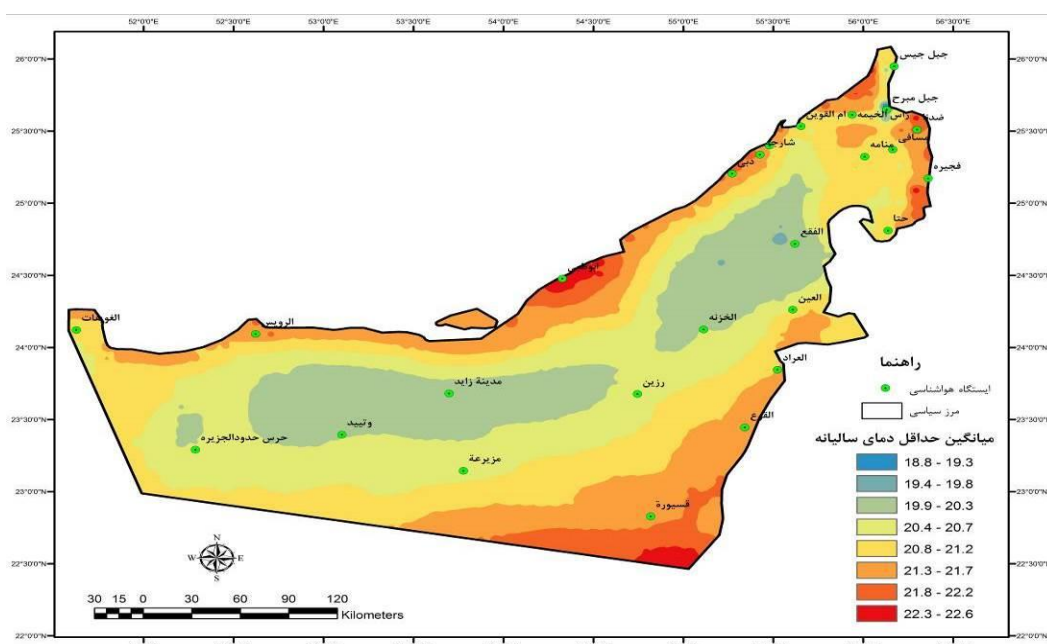
شکل (۴): تغییرات میانگین دما در کشور امارات متحده عربی طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۲۱)

جدول (۱): میانگین فصلی دمای هوا در شهرهای منتخب امارات متحده عربی

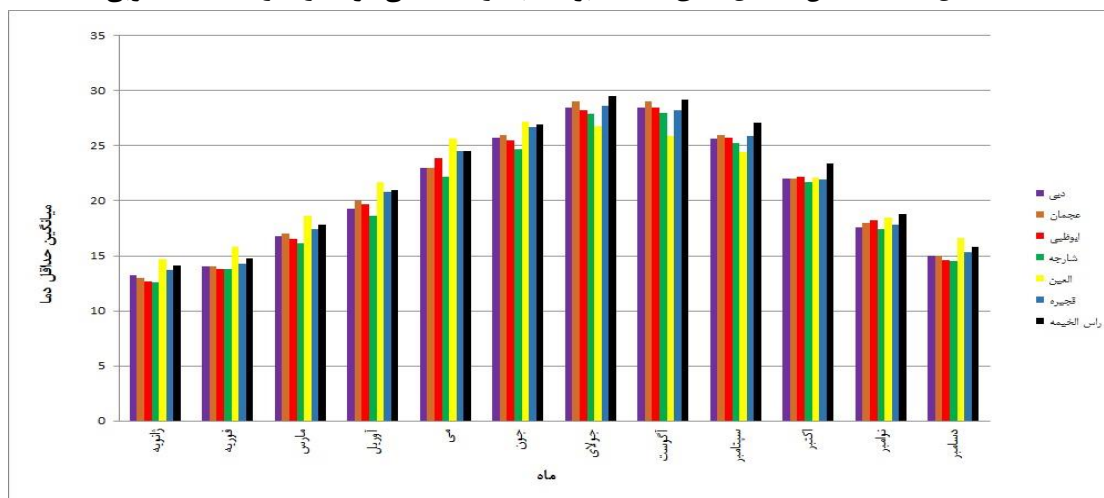
شهر (ایستگاه هواشناسی)	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
دبی	۲۰/۱	۲۹	۳۳/۴	۲۴/۴
عجمان	۲۰/۲	۳۰	۳۴/۲	۲۴/۷
ابوظبی	۱۹/۸	۲۹/۵	۳۳/۴	۲۴/۵
شارجه	۱۹/۵	۲۷/۷	۳۲/۶	۲۳/۹
العین	۲۲/۳	۳۱/۶	۳۱/۶	۲۵/۶
فجیره	۲۰/۶	۳۰/۱	۳۲/۶	۲۴/۳
رأس الخیمه	۲۰/۶	۲۹/۷	۳۳/۳	۲۴/۷

میانگین سالانه دما به دلیل متوسط گیری از مقادیر حداکثر و حداقل، معیار چندان دقیقی برای نمایش دما نیست و بدین منظور لازم است از پارامترهایی مانند حداقل و حداکثر دما و اختلاف بین دمای حداقل و حداکثر استفاده کرد. میانگین حداقل دمای سالانه در کشور امارات متحده عربی بین ۱۸/۸ تا ۲۲/۶ درجه سانتی‌گراد متغیر است. کمترین مقدار حداقل دمای سالانه در مناطق نسبتاً مرتفع واقع در شمال شرق این کشور (جبل هاجر، جبل میره و جبل جائیس) و نواحی بیابانی مرکزی اتفاق می افتد و بیشترین مقدار حداقل دمای سالانه مربوط به مناطق بیابانی واقع در جنوب این کشور و مناطق واقع در سواحل خلیج فارس و دریای عمان می باشد (شکل ۵). به منظور بررسی تغییرات ماهانه حداقل دمای هوا در کشور امارات متحده عربی، هفت ایستگاه هواشناسی دبی، عجمان، ابوظبی، شارجه، العین، فجیره و رأس الخیمه به عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، شارجه با دمای ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد در ماه ژانویه کمترین و رأس الخیمه با دمای ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد در ماه جولای بیشترین میانگین ماهانه حداقل دمای هوا را به خود اختصاص داده‌اند. گرم‌ترین ماههای سال در کشور امارات متحده عربی ماههای

جولای و آگوست (تیر و مرداد) می باشد که در تمام نقاط این کشور میانگین ماهانه دمای هوا در این دو ماه بالای ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد؛ در مقابل سردترین ماههای سال در امارات متحده عربی ماههای ژانویه و فوریه (دی و بهمن) است که در این ماهها در بیشتر نقاط کشور میانگین ماهانه حداقل دمای هوا به کمتر از ۱۵ درجه سانتی گراد می رسد. در بقیه ماههای سال میانگین دمای هوا عمدتاً بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد متغیر است (شکل ۶). کمترین دمای ثبت شده در این کشور با مقدار ۵- درجه سانتی گراد مربوط به ایستگاه هواشناسی جبل جاییس و جبل مبره می باشد. ارتفاعات شمال شرقی امارات متحده عربی تنها نقطه ای در این کشور است که احتمال وقوع یخبندان و دماهای زیر صفر در آنها وجود دارد. حداقل دمای ثبت شده در طی دوره آماری در شهر ابوظبی در حدود ۱۲ درجه سانتی گراد بوده است.

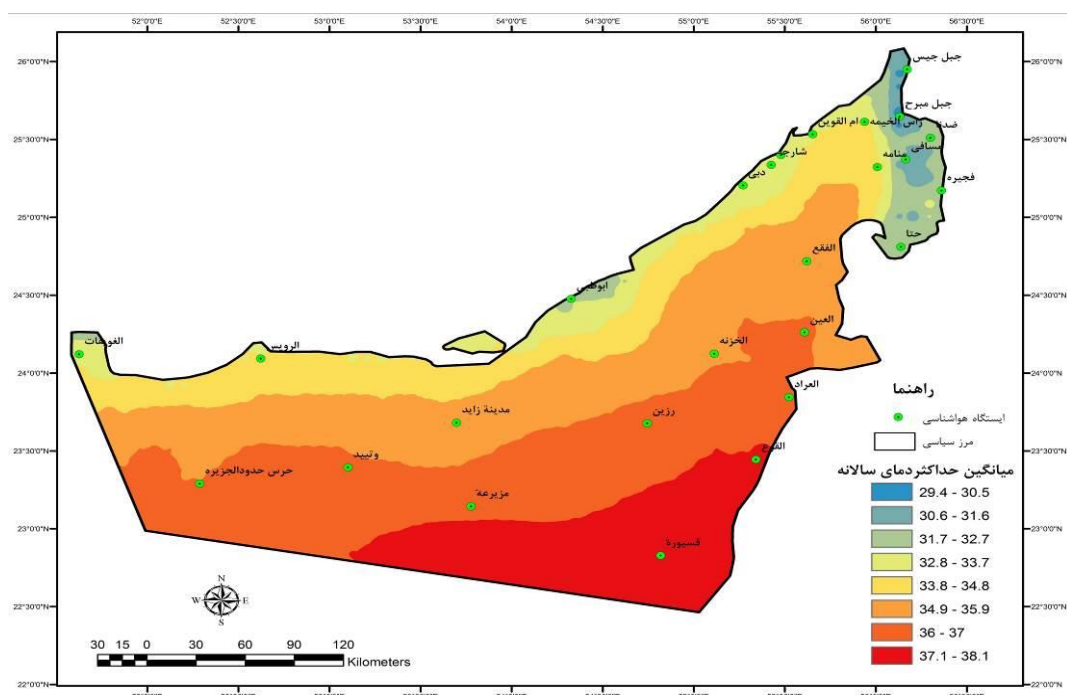


شکل (۵): میانگین حداقل دمای سالیانه برحسب درجه سانتی گراد در امارات متحده عربی



شکل (۶): تغییرات ماهانه میانگین حداقل دما در شهرهای منتخب امارات متحده عربی

کشور امارات متحده عربی به علت عرض جغرافیای پایین و واقع شدن در اطراف مدار رأس السرطان و نزدیکی به منابع رطوبتی خلیج فارس و دریای عمان و اثر پرفشار جنب حاره، دارای آب و هوای گرم و خشک در بخش‌های جنوبی و با رطوبت بالا در سواحل می‌باشد. میانگین حداکثر دمای سالانه در کشور امارات متحده عربی بین ۲۹/۴ تا ۳۸/۱ درجه سانتی‌گراد متغیر است. کمترین میانگین سالانه حداکثر دما در مناطق نسبتاً مرتفع واقع در شمال شرق این کشور اتفاق می‌افتد و بیشترین میانگین سالانه حداکثر دما در حدود ۳۸ درجه سانتی‌گراد در مناطق بیابانی واقع در جنوب این کشور اتفاق می‌افتد (شکل ۷).

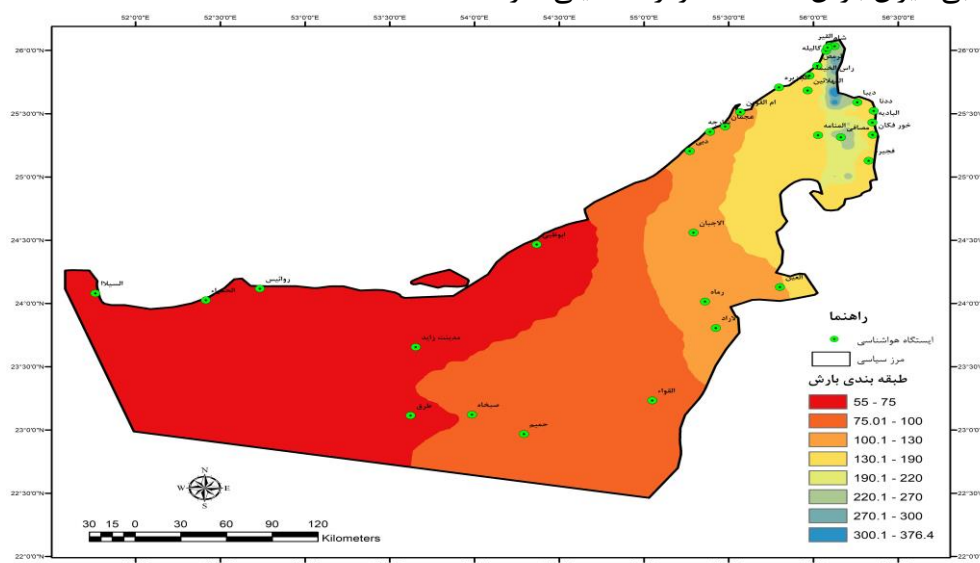


شکل (۷): میانگین حداکثر دمای سالیانه برحسب درجه سانتی‌گراد در امارات متحده عربی

تغییرات ماهانه حداکثر دمای هوا در کشور امارات متحده عربی در هفت ایستگاه هواشناسی به عنوان نمونه نشان داده شده است. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، شارجه با دمای ۲۳/۴ درجه سانتی‌گراد در ماه ژانویه کمترین و العین با دمای ۴۰/۵ درجه سانتی‌گراد در ماه جون بیشترین میانگین ماهانه حداکثر دمای هوا را به خود اختصاص داده‌اند. گرم‌ترین ماههای سال در کشور امارات متحده عربی از لحاظ حداکثر دمای هوا، ماههای جون، جولای و آگوست (خرداد، تیر و مرداد) می‌باشد که در بیشتر نقاط این کشور میانگین ماهانه حداکثر دمای هوا در این سه ماه نزدیک ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد؛ در مقابل سردترین ماههای سال در امارات متحده عربی ماههای ژانویه و فوریه (دی و بهمن) است که در این ماهها در بیشتر نقاط کشور میانگین ماهانه حداقل دمای هوا به کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. بیشترین دمای ثبت شده در این کشور با مقدار ۵۱/۸ درجه سانتی‌گراد مربوط به ایستگاه هواشناسی منظریه می‌باشد. البته در عمده ایستگاههای هواشناسی واقع در جنوب و غرب این کشور حداکثر مطلق دمای هوا به بیشتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

بارندگی

بارندگی در سه مبحث، شدت بارندگی، زمان بارندگی و میزان بارندگی مطالعه می‌شود. کشور امارات متحده عربی به علت نزدیکی به مدار رأس السرطان و حاکمیت پرفشار جنب حاره در این کشور دارای بارندگی بسیار ناچیز می‌باشد و میزان بارش در بیشتر مناطق این کشور در طول سال کمتر از ۱۰۰ میلی متر می‌باشد. همانطوری که در شکل (۸) مشاهده می‌گردد میزان بارش سالانه در کشور امارات متحده عربی بین ۵۵ تا ۳۷۶ میلی متر متغیر می‌باشد. بیشترین مقدار بارش امارات در ارتفاعات شمال شرقی این کشور و ارتفاعات هاجر، جائیس و میره با مقدار حدود ۳۰۰ میلی متر اتفاق می‌افتد در مقابل در مناطق غربی این کشور و در امارت ابوظبی میزان بارش سالانه کمتر از ۷۵ میلی متر است.

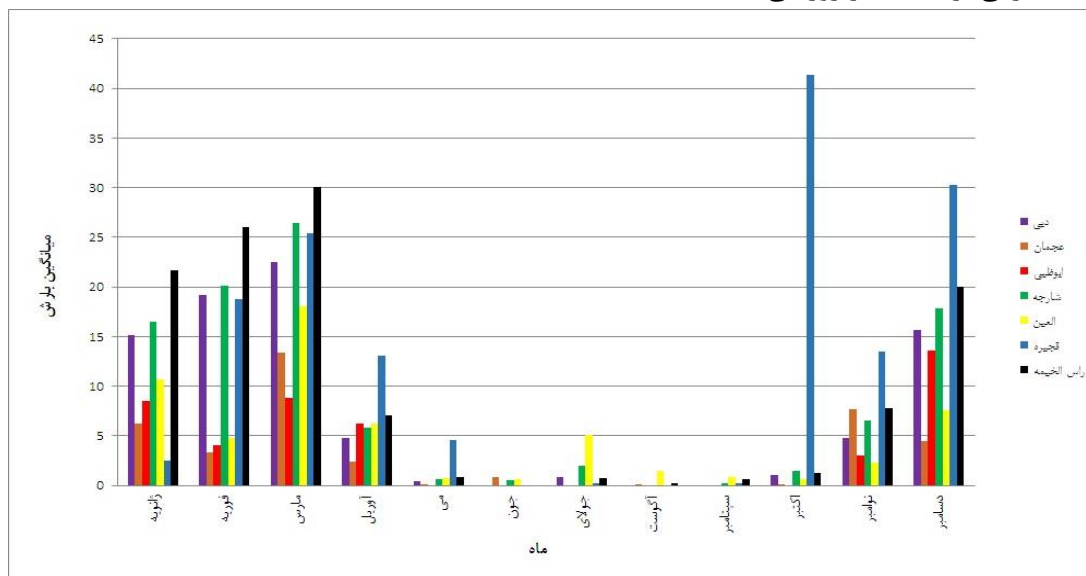


شکل (۸): میانگین مجموع بارش سالیانه برحسب میلی متر در امارات متحده عربی

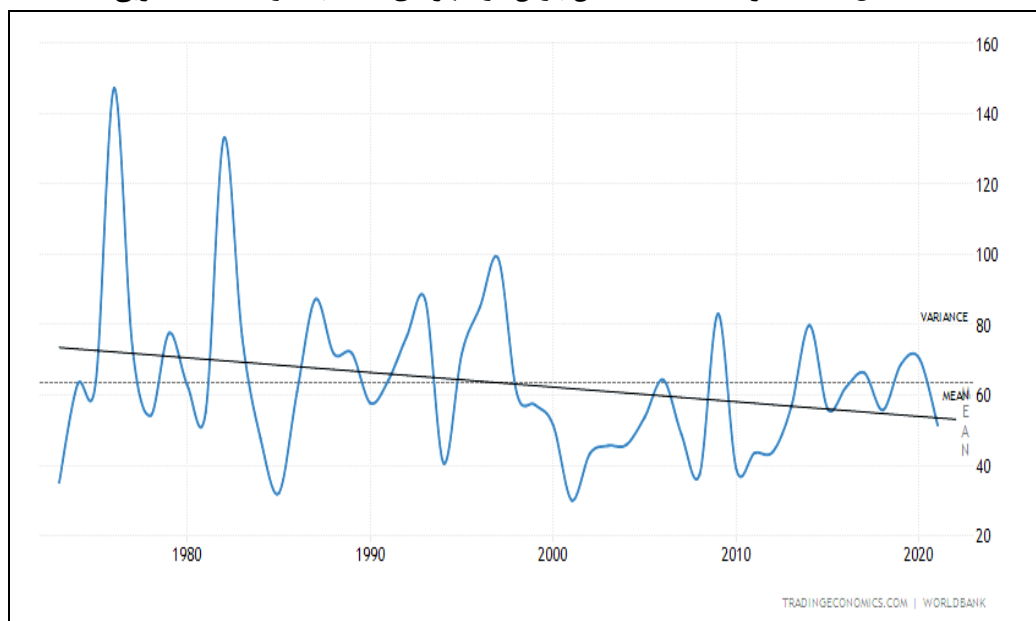
تغییرات ماهانه بارش در کشور امارات متحده عربی در هفت ایستگاه هواشناسی به عنوان نمونه نشان داده شده است. در بین ایستگاههای مورد مطالعه، بیشترین مقدار بارش سالانه در ایستگاه هواشناسی فجیره با ۱۵۰ میلی متر و کمترین آن با ۳۹ میلی متر در ایستگاه هواشناسی عجمان اتفاق می‌افتد. بارندگی در کشور امارات عمدتاً در ماههای نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس اتفاق می‌افتد. اما در مناطق ساحلی دریای عمان و در ایستگاه فجیره بیشترین مقدار بارش ماهانه با حدود ۴۱ میلی متر در ماه اکتبر اتفاق می‌افتد که این بارش‌ها در اثر نفوذ توده هوای موسمی از سمت اقیانوس هند و دریای عمان و به صورت رگباری و سیل آسا رخ می‌دهد. در مقابل ماههای می، جون، جولای، آگوست و سپتامبر ماههای خشک در کشور امارات متحده عربی بوده و احتمال وقوع بارش بسیار کم و نزدیک صفر درصد است (شکل ۹).

روند تغییرات سالانه میانگین بارش کشور امارات متحده عربی در طی دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۲۰ در شکل (۱۰) نشان داده شده است. میزان بارش در کشور امارات متأثر از گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی در دوره زمانی ۵۰ ساله در حدود ۸ میلی‌متر کاهش یافته و از حدود ۷۰ میلی‌متر به ۶۲ میلی‌متر رسیده است. البته در کنار کاهش بارش احتمال رخداد بارش‌های شدید و سیل بیشترین مقدار بارش ثبت شده در کشور امارات با ۲۳۵ میلی‌متر مربوطه به ایستگاه فجیره می‌باشد که در مدت دو روز (۲۶ تا ۲۸ جولای ۲۰۲۲) اتفاق

افتاده است. یکی دیگر از مؤلفه‌های بارش، تعداد روزهای بارانی است. با توجه به پایین بودن میزان بارش و نیز رگباری بودن بارشها در کشور امارات، تعداد روزهای بارانی در این کشور پایین است. بیشترین روزهای بارانی در بین ایستگاههای مورد مطالعه، دبی و فجیره به ترتیب با ۲۵ و ۱۹ روز بیشترین و العین با ۶ روز کمترین روز بارانی را در طول سال دارا می‌باشند. بیشترین تعداد روزهای بارانی در کشور امارات به ترتیب در ماههای فوریه، مارس، ژانویه و دسامبر اتفاق می افتد در مقابل در ماههای می، جون، جولای، آگوست و سپتامبر تعداد روزهای بارانی نزدیک صفر روز می‌باشد.



شکل (۹): تغییرات ماهانه میانگین بارش در شهرهای منتخب امارات متحده عربی

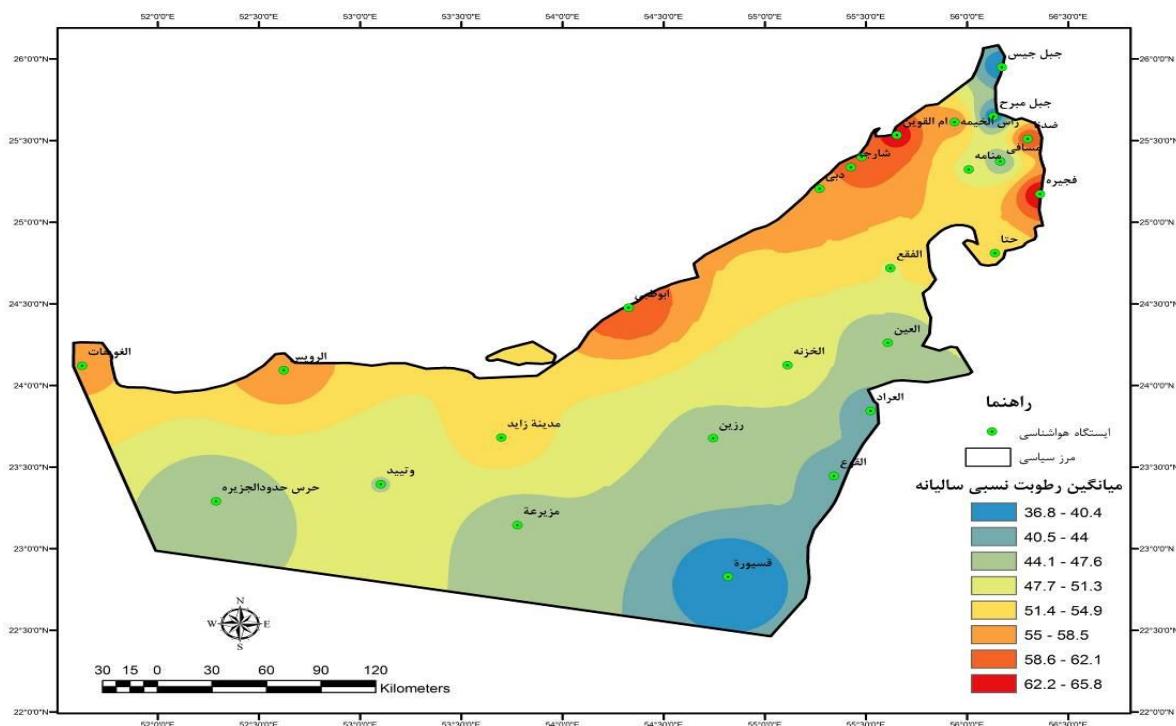


شکل (۱۰): روند تغییرات میانگین بارش در کشور امارات متحده عربی

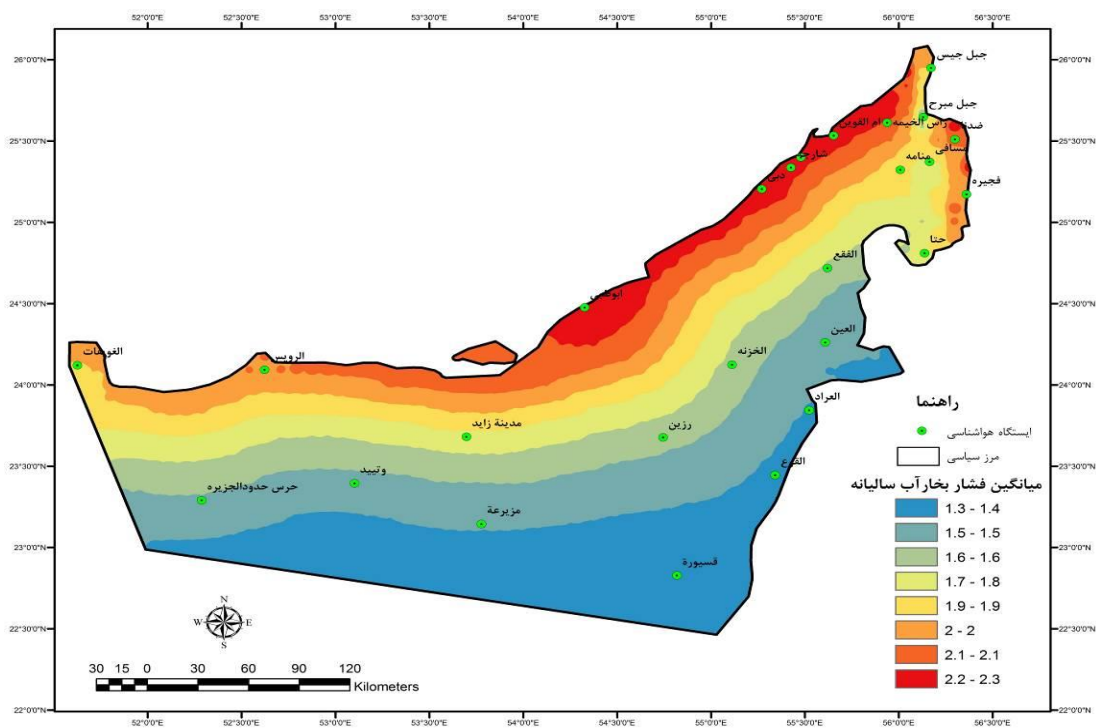
رطوبت نسبی

گنجایش رطوبتی هوا با دمای آن رابطه مستقیم دارد. لیکن دو عنصر دما و رطوبت تفکیک‌ناپذیرند. نم نسبی، نسبت رطوبت موجود را به گنجایش رطوبتی هوا می‌سنجد. علی‌رغم اینکه مقدار رطوبت در منطقه حاره بیشتر از منطقه قطبی است، ولی چون هوای قطب، سردتر از منطقه حاره است گنجایش رطوبتی آن پایین می‌باشد و در نتیجه میزان نم نسبی در هر دو منطقه تقریباً مساوی است. میانگین رطوبت نسبی سالانه در امارات متحده عربی بین ۳۷ تا ۶۶ درصد متغیر بوده و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. بیشترین رطوبت نسبی در کشور امارات به ترتیب با ۶۵/۸ و ۶۴/۶ درصد در ایستگاه‌های فجیره و ام القوین اتفاق می‌افتد. در مقابل کمترین میزان رطوبت نسبی سالانه در نواحی بیابانی جنوبی و ایستگاه هواشناسی قصیورا با حدود ۳۷ درصد اتفاق می‌افتد (شکل ۱۱). از نظر توزیع زمانی نیز در فصل سرد سال و از ماه دسامبر (آذر) تا مارس (اسفند) در اکثر ایستگاه‌های منطقه رطوبت نسبی بالای ۶۰ درصد می‌باشد. در مقابل کمترین میزان رطوبت نسبی ماهانه در ماه می اتفاق می‌افتد.

الگوی زمانی رطوبت بیشتر متأثر از الگوی جریان‌های جوی حامل رطوبت است اما الگوی مکانی آن بیشتر تابع دوری و نزدیکی به دریاهاست. با افزایش دما فشار بخار آب جو افزایش می‌یابد و در دوره سرد به کمترین مقدار خود می‌رسد. میانگین سالانه فشار بخار آب در کشور امارات متحده عربی بین ۱/۳ تا ۲/۳ کیلوپاسکال متغیر است و با فاصله از سواحل و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان مقدار فشار بخار آب بیشتر از ۲ کیلوپاسکال و در مناطق بیابانی جنوبی و منطقه ربع الخالی مقدار فشار بخار آب کمتر از ۱/۵ کیلوپاسکال است (شکل ۱۲).



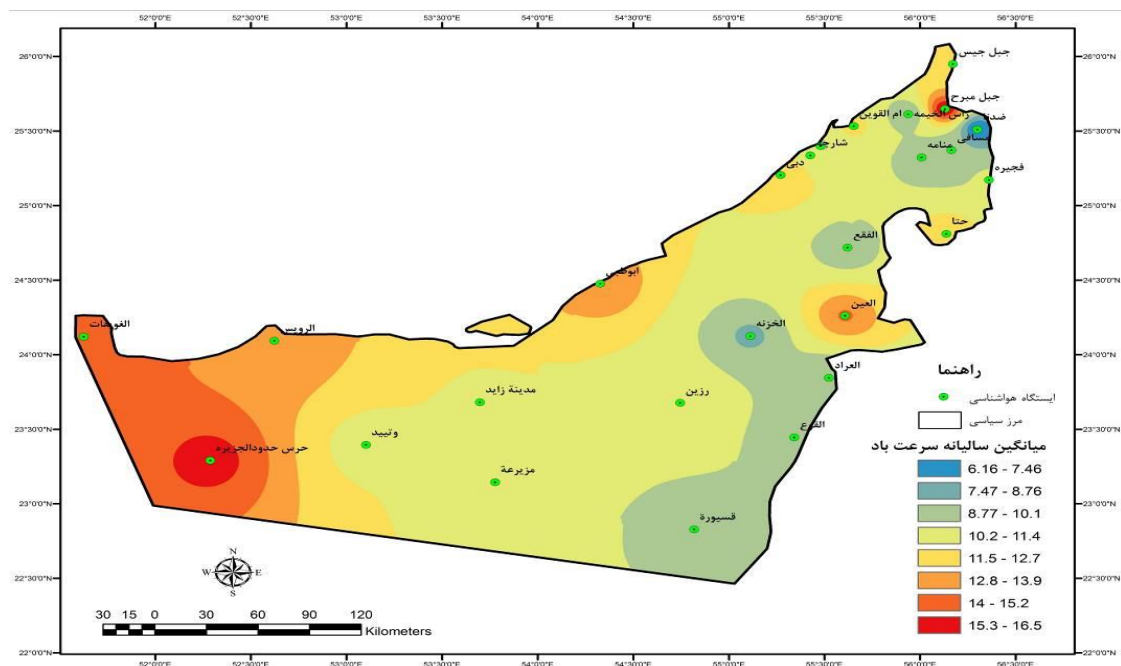
شکل (۱۱): تغییرات میانگین رطوبت نسبی در کشور امارات متحده عربی



شکل (۱۲): تغییرات میانگین سالانه فشار بخار آب بر حسب °C در کشور امارات متحده عربی

سرعت باد

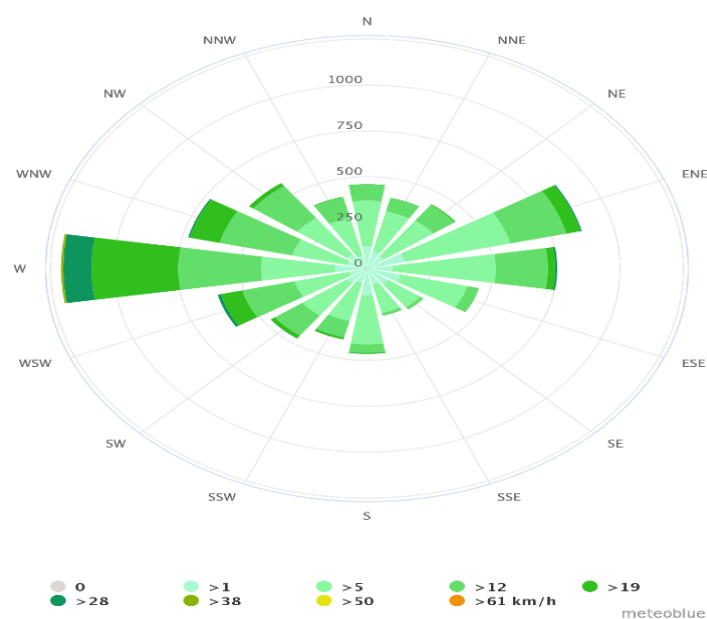
میانگین سالانه سرعت باد در کشور امارات متحده عربی بین ۶ تا ۱۶ نات متغیر می‌باشد. میانگین سالانه سرعت باد در کشور امارات دارای روند منظمی نیست. بیشترین مقدار میانگین سرعت باد در این کشور با حدود ۱۶ نات مربوط به ایستگاه‌های جبل مبره و الجزیره می‌باشد. در مقابل کمترین سرعت باد در ایستگاه‌های مسافی و الخزنا با مقادیر کمتر از ۸ نات اتفاق می‌افتد (شکل ۱۳).



شکل (۱۳): میانگین سرعت باد در کشور امارات متحده عربی

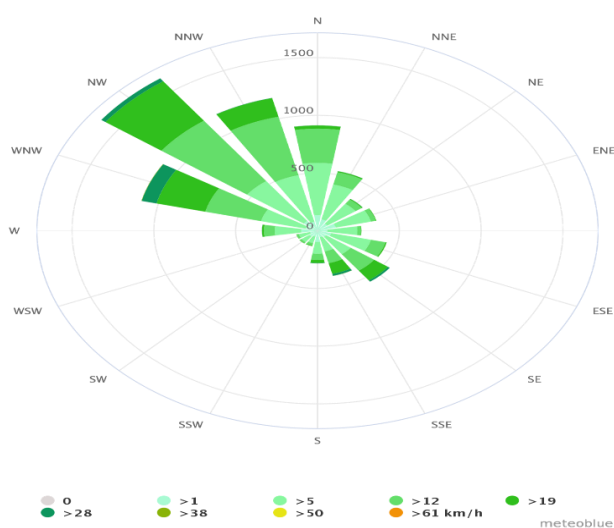
میانگین سالانه حداکثر سرعت باد نیز در کشور امارات متحده عربی بین ۱۷ تا ۳۳ نات متغیر می‌باشد که حداکثر با حدود ۳۰ نات مربوط به ایستگاه‌های جبل مبره و الجزیره می‌باشد. در مقابل کمترین سرعت باد در ایستگاه‌های مسافی و الخزنا با مقادیر کمتر از ۲۰ نات اتفاق می‌افتد. از نظر میانگین ماهانه سرعت باد نیز در ایستگاه العین در ماه مارس سرعت باد به ۱۵/۶ نات می‌رسد. بیشترین میزان سرعت باد در کشور امارات عمدتاً در فصل گرم سال و ماههای می، جون، جولای و آگوست اتفاق می‌افتد در مقابل در ماههای اکتبر، نوامبر، دسامبر و ژانویه سرعت باد نسبت به بقیه ماههای سال کمتر است. تغییرات ماهانه حداکثر سرعت باد در کشور امارات متحده عربی نیز تا حدودی مشابه میانگین سرعت باد است به گونه‌ای که بیشترین مقدار سرعت وزش باد در ماههای می و جون و با مقادیر بیشتر از ۳۰ نات در ایستگاه العین اتفاق می‌افتد. در صورتی در ایستگاه‌های هواشناسی رأس الخیمه و فجیره در ماههای دسامبر و ژانویه حداکثر سرعت باد کمتر از ۲۰ نات می‌باشد.

سمت باد غالب، عامل تعیین‌کننده در احداث باندهای پروازی به‌منظور فرود و یا برخاستن هواپیما محسوب می‌گردد. در شکل (۱۴) گلباد ایستگاه هواشناسی دبی ترسیم شده است. جهت باد غالب در شهر دبی عمدتاً جهت غربی می‌باشد که بادهای با شدت متفاوت از ۱ تا بیش از ۳۳ کیلومتر بر ساعت از این جهت می‌وزند. بادهای با جهت شرقی و شمال شرقی نیز در اولویت دوم وزش قرار دارند. همچنین کمترین فراوانی جهت وزش باد در دبی مربوط به جهت‌های شمالی و جنوبی است.



شکل (۱۴): نمودار گلباد ایستگاه دبی

گلباد ایستگاه هواشناسی ابوظبی در شکل (۱۵) ترسیم شده است. جهت باد غالب در شهر ابوظبی عمدتاً جهت شمال غربی می باشد که بادهای با شدت متفاوت از ۱ تا حدود ۳۰ کیلومتر بر ساعت از این جهت می وزند. بادهای شمالی و جنوب شرقی نیز در اولویت دوم وزش قرار دارند و کمترین فراوانی جهت وزش باد مربوط به جهت های شمال شرقی و جنوب غربی می باشد.



شکل (۱۵): نمودار گلباد ایستگاه ابوظبی

طبقه بندی اقلیمی کشور امارات متحده عربی

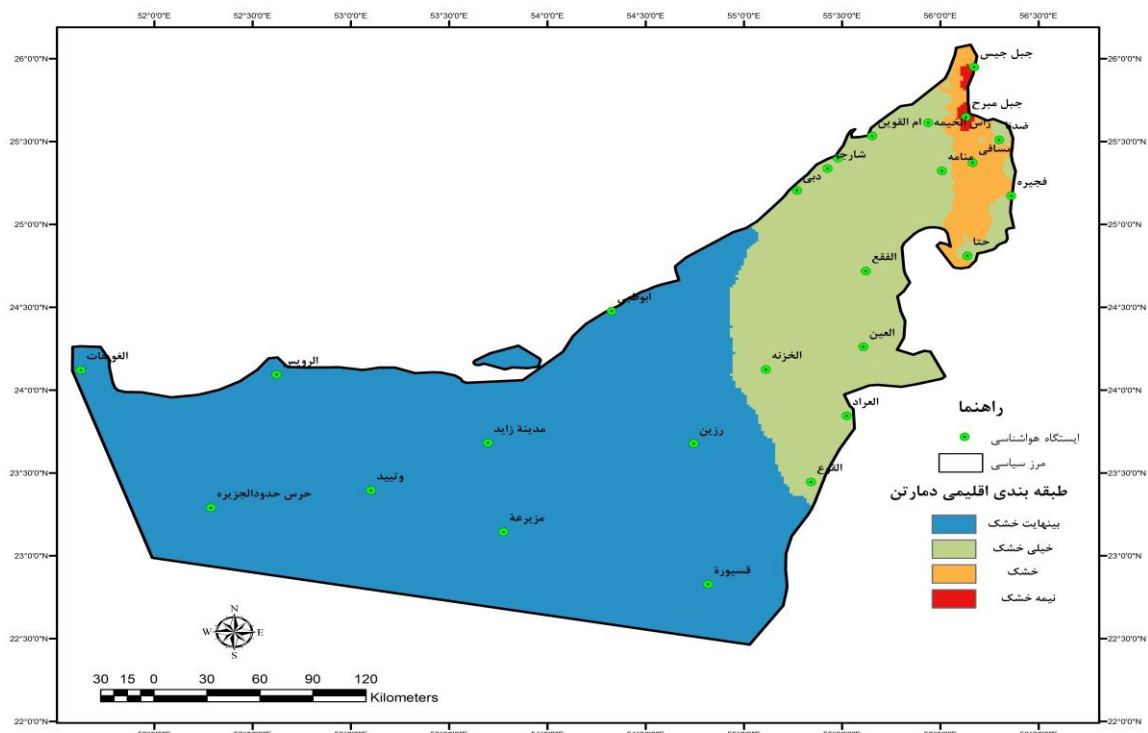
در یک تعریف ساده می توان طبقه بندی اقلیمی را به صورت مجموعه معیارهایی (عوامل آب و هوایی، پوشش گیاهی، خصوصیات توپوگرافی و ...) که با استفاده از آنها می توان مناطقی که دارای ویژگی های

مشترکی بوده و در آنها انتظار پدیده‌های خاصی داریم، تعریف نمود. طبقه‌بندی اقلیمی که بر اساس وضعیت میانگین شرایط اقلیمی هر منطقه و با استفاده از روش‌های معروف صورت می‌گیرد، در شناخت تفاوت‌های بین مناطق از نظر شرایط اقلیمی حائز اهمیت است. یکی از روش‌های ساده برای طبقه‌بندی اقلیمی روش دمارتن می‌باشد. دمارتن رابطه زیر را برای طبقه‌بندی اقلیمی پیشنهاد کرد:

$$I = \frac{P}{T+10} \quad \text{معادله (۱)}$$

در این رابطه P متوسط بارندگی سالانه برحسب میلی‌متر و T متوسط دمای سالانه برحسب سانتی‌گراد می‌باشد. ضریب I به‌عنوان ضریب خشکی منطقه بوده و تحت تأثیر دما و بارش قرار دارد. در صورتی که مقدار ضریب I کمتر از ۱۰ باشد نشان دهنده اقلیم خشک، مقادیر بین ۱۰ تا ۲۰ نشان دهنده اقلیم نیمه خشک، مقادیر بین ۲۰ تا ۲۴ اقلیم مدیترانه‌ای، مقادیر ۲۴ تا ۲۸ نیمه مرطوب و مقادیر بیشتر از ۲۸ نشان دهنده اقلیم مرطوب و بسیار مرطوب می‌باشد. شکل (۱۶) طبقه‌بندی اقلیمی کشور امارات متحده عربی را براساس روش دمارتن نشان می‌دهد. ضریب خشکی (I) در کشور امارات متحده عربی بین ۱/۵ تا ۱۱ متغیر می‌باشد که نشان دهنده این است که کل این کشور دارای اقلیم خشک می‌باشد با این تفاوت که شدت خشکی در مناطق بیابانی جنوبی و غربی این کشور بیشتر و در مناطق کوهستانی شمال شرقی کمتر است. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن از کل وسعت کشور امارات (۸۳۶۰۰ کیلومتر مربع) در حدود ۶۷ درصد (۵۵۹۹۰ کیلومترمربع) دارای اقلیم بینهایت خشک، ۲۸/۸ درصد (۲۴۰۹۵ کیلومترمربع) دارای اقلیم خیلی خشک، ۳/۵ درصد (۲۹۰۵ کیلومترمربع) دارای اقلیم خشک و ۰/۷ درصد (۶۱۰ کیلومترمربع) دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد.

کشور امارات متحده عربی با توجه به موقعیت جغرافیایی خود و میزان تغییرات عناصر اقلیمی بارش، دما، رطوبت و در طبقه‌بندی اقلیمی کوپن در گروه اقلیم‌های خشک (B) قرار می‌گیرد. در این اقلیم بارش کمتر از میزان بالقوه تبخیر است. ساختار طبقه‌بندی اقلیمی کوپن اقلیم‌ها را به پنج گروه اصلی (A , B , C , D و E) طبقه‌بندی می‌کند که هر کدام دارای چندین زیرگروه می‌باشند. در جدول (۲) طبقه‌بندی اقلیمی برای هفت ایستگاه هواشناسی منتخب در کشور امارات متحده عربی براساس روش کوپن محاسبه شده است. با توجه به دماهای بالا (میانگین سالانه در حدود ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و میزان کم بارش (در بیشتر قسمت‌ها کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر) این کشور در طبقه بندی اقلیمی کوپن دارای اقلیم گرم بیابانی (BWh) می‌باشد. شرایط آب و هوایی گرم و بیابانی تقریباً در تمام مناطق این کشور حاکم است و تنها در ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متری واقع در شمال شرق این کشور شرایط آب و هوایی نیمه بیابانی (BSh) دیده می‌شود.

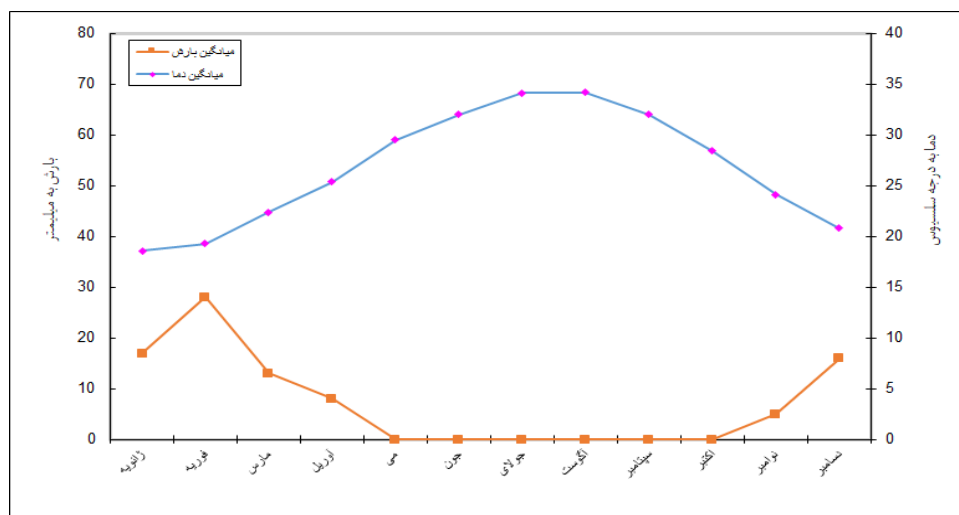


شکل (۱۶): طبقه بندی اقلیمی کشور امارات متحده عربی با استفاده از روش دمارتن
جدول (۲): طبقه بندی اقلیمی چند شهر مهم امارات متحده عربی با استفاده از روش کوپن

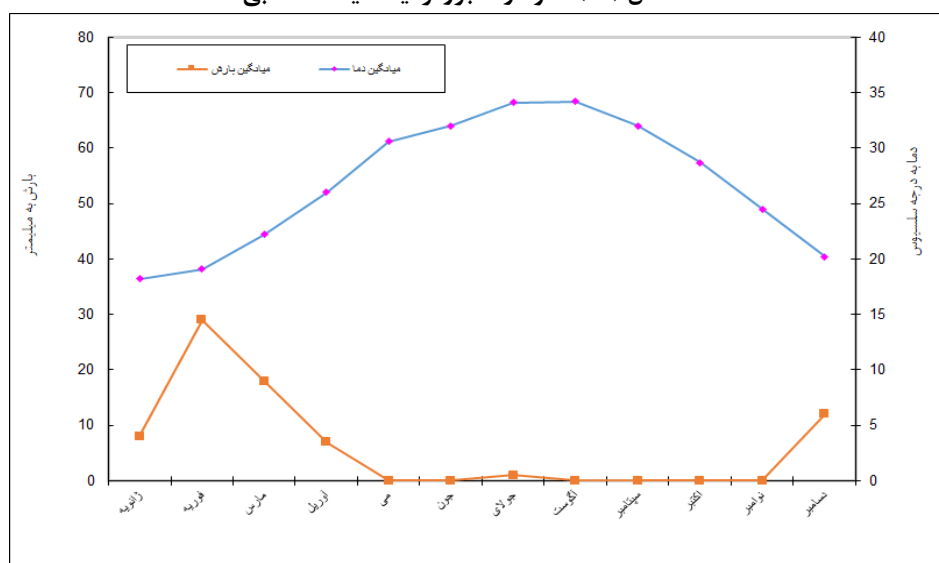
شهر	میانگین دما	(دما * ۲۰)	بارش فصل گرم	ضریب اقلیمی کوپن	بارش سالانه	طبقه اقلیمی کوپن
دبی	۲۶/۷	۵۳۴/۶	۶	۵۳۴/۶	۸۴/۴	BWh
عجمان	۲۷/۳	۵۴۵	۳/۵	۵۴۵	۳۸/۷	BWh
ابوظبی	۲۶/۸	۵۳۶/۳	۶/۲	۵۳۶/۳	۴۴/۲	BWh
شارجه	۲۵/۹	۵۱۸	۹/۱	۵۱۸	۹۷/۹	BWh
العین	۲۷/۸	۵۵۵/۳	۱۵	۵۵۵/۳	۵۹	BWh
فجیره	۲۶/۹	۵۳۸/۵	۱۸/۱	۵۳۸/۵	۱۵۰	BWh
رأس الخیمه	۲۷/۱	۵۴۱/۳	۹/۴	۵۴۱/۳	۱۱۶/۳	BWh

برای ارزیابی شرایط اقلیمی در ماههای مختلف سال (شناخت ماههای خشک و مرطوب) در کشور امارات متحده عربی از نمودارهای آمبروترمیک حاصل از طبقه بندی گوسن استفاده گردیده است. در نمودار آمبروترمیک محور X را به ماهها اختصاص داده و یکی از محورهای Y به بارش و دیگری به دما اختصاص می یابد. معمولاً برای این کار محور دما دو برابر بارش در نظر گرفته می شود. گوسن و همکاران او اعتقاد داشتند که ماه خشک ماهی است که در آن میزان بارش برحسب میلی متر از دو برابر دمای آن ماه برحسب درجه سانتی گراد کوچک تر باشد. به منظور پیدا کردن شناخت کلی از وضعیت اقلیمی و ماههای خشک و مرطوب در کشور امارات متحده عربی، نمودار آمبروترمیک ایستگاههای ابوظبی و دبی به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای آمبروترمیک ایستگاههای دبی و ابوظبی نشان دهنده این است که در این ایستگاهها و نیز بیشتر بخشهای کشور امارات متحده عربی تمام ماههای سال خشک است و ماه مرطوبی از

لحاظ طبقه بندی اقلیمی گوسن وجود ندارد (شکل های ۱۷، ۱۸). بیشترین مقدار بارش در شهرهای دبی و ابوظبی با حدود ۳۰ میلی متر در ماه فوریه (بهمن) اتفاق می افتد و در بین ماههای اردیبهشت تا آبان میزان بارش در حدود صفر میلی متر است.



شکل (۱۷): نمودار آمبروترمیک ایستگاه دبی



شکل (۱۸): نمودار آمبروترمیک ایستگاه ابوظبی

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت کشور امارات متحده عربی در مناسبات اقتصادی، تجاری، سیاسی و گردشگری، در این پژوهش به ارزیابی و پهنه بندی عناصر اقلیمی کشور امارات متحده عربی با استفاده از روشهای آماری در نرم افزار ARCGIS پرداخته شد. به منظور بررسی وضعیت اقلیمی در کشور امارات متحده عربی از دادههای اقلیمی مربوط به ۲۸ ایستگاه هواشناسی و نیز دادههای شبکه‌ای سایت اقلیم جهانی استفاده گردیده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که کشور امارت متحده عربی عمدتاً دارای آب و هوای بیابانی و گرم و

خشک است. این کشور دارای زمستان‌های معتدل و تابستان‌های خیلی گرم و خشک و در مناطق ساحلی خلیج فارس با رطوبت نسبی بالا می‌باشد. میانگین دمای سالیانه در این کشور بین ۲۴ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد متغیر است که کمترین آن در مناطق نسبتاً مرتفع واقع در شرق این کشور و امارت فجیره و بیشترین آن در مناطق بیابانی واقع در جنوب این کشور اتفاق می‌افتد. همچنین میزان بارش سالانه در کشور امارات متحده عربی بین ۵۵ تا ۳۷۶ میلی‌متر متغیر می‌باشد که بیشترین آن در ارتفاعات شمال شرقی این کشور و ارتفاعات هاجر، جائیس و میره با مقدار حدود ۳۰۰ میلی‌متر اتفاق می‌افتد؛ در صورتی که در مناطق غربی این کشور مانند امارت ابوظبی میزان بارش سالانه کمتر از ۷۵ میلی‌متر است. میانگین سالانه حداکثر سرعت باد نیز در کشور امارات متحده عربی بین ۱۷ تا ۳۳ نات متغیر می‌باشد که حداکثر با حدود ۳۰ نات مربوط به ایستگاه‌های جبل مبره و الجزیره می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی سالانه در امارات متحده عربی بین ۳۷ تا ۶۶ درصد متغیر بوده و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. بیشترین رطوبت نسبی در کشور امارات به ترتیب با ۶۵/۸ و ۶۴/۶ درصد در ایستگاه‌های فجیره و ام القوین اتفاق می‌افتد. طبقه‌بندی اقلیمی کشور امارات متحده عربی براساس روش دمارتن نشان دهنده ضریب خشکی (I) بین ۱/۵ تا ۱۰ در این کشور است که نشان دهنده حاکمیت اقلیم خشک در سراسر این کشور است با این تفاوت که شدت خشکی در مناطق بیابانی جنوبی و غربی این کشور بیشتر و در مناطق کوهستانی شمال شرقی کمتر است. همچنین براساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، عمده مناطق کشور امارات دارای اقلیم گرم بیابانی (BWh) است و تنها در ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متری واقع در شمال شرق این کشور شرایط آب و هوایی نیمه بیابانی (BSh) دیده می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش تا حدود زیادی نتایج پژوهش بوئر (۱۹۹۷) با عنوان "مقدمه‌ای بر اقلیم کشور امارات متحده عربی" را تایید می‌کند. در این پژوهش به طور کلی آب و هوای امارات به عنوان آب و هوای خشک با مناطق زیست اقلیمی مختلف طبقه‌بندی می‌شود که در نواحی شمال شرقی میانگین میزان بارندگی بیشتر و دمای کمتری نسبت به نواحی جنوبی و غربی وجود دارد. همچنین ارزیابی روند تغییرات دما و بارش در کشور امارات متحده عربی تا حدود زیادی با نتایج پژوهش کامکار و همکاران (۲۰۲۲) با عنوان "ارزیابی شاخص‌های تغییر اقلیم در امارات متحده عربی" همخوانی دارد. نتایج این پژوهش نشان دهنده روند افزایشی و معنی‌دار در مولفه‌های دما (دمای حداکثر ماهانه، دمای حداقل ماهانه، میانگین دمای ماهانه) و روند کاهشی در مقادیر بارندگی می‌باشد.

منابع و مآخذ

- ۱- خسروی، محمود، آرامش، محسن. (۱۳۹۱). پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه ای. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۱۰۰-۸۷، (۲) ۲۳.
- ۲- وحدانی، اقبال. (۱۳۹۲). هوا و اقلیم شناسی، انتشارات آییژ، چاپ اول.
- ۳- کاویانی، محمدرضا، علیجانی، بهلول. (۱۳۹۳). مبانی آب و هواشناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، چاپ هجدهم.

- ۴- نظری پور، حمید، دوستکامیان، محسن، اسدی، آرزو، بیات، علی. (۱۳۹۳). ناحیه بندی اقلیمی جنوب و جنوب غرب ایران با رویکرد برنامه ریزی منطقه‌ای، فصلنامه علمی برنامه ریزی منطقه ای، (شماره ۱۵)، ۱۱۹-۱۳۲.
- ۵- میرموسوی، سیدحسین، خائفی، ندا، آبختی گروسی، هوشنگ. (۱۳۹۳). مطالعه ویژگی های اقلیمی استان های کرمانشاه و کردستان بر مبنای تحلیل های عاملی و خوشه ای، نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۳۳-۲۱۵، ۱۸(۴۷).
- ۶- نظم فر حسین، گلدوست اکبر (۱۳۹۳) پهنه بندی آب و هوایی شمال و شمال غرب ایران با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای. فضای جغرافیایی؛ ۱۴ (۴۸): ۱۴۷-۱۶۱.
- ۷- فرج زاده، منوچهر (۱۳۹۵) تکنیک های اقلیم شناسی، انتشارات سمت. تهران.
- ۸- صالحی، حسن، رضاپور، ذوالفقار، نامجو، کیوان. (۱۳۹۶). پهنه بندی اقلیمی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از تحلیل عاملی- خوشه ای. پژوهش های اقلیم شناسی، ۱۴۹-۱۳۷، ۱۳۹۶(۳۱).
- ۹- حنفی، علی. (۱۳۹۹). شناسایی نواحی و رژیم های بارشی کشور جمهوری آذربایجان با استفاده از تحلیل خوشه ای. پژوهش های اقلیم شناسی ۵۹-۴۱، ۱۳۹۸(۳۹).
- ۱۰- یارمرادی، زهرا، عباس نژاد، جواد. (۱۳۹۹). مهارت های کاربردی GIS در مطالعات اقلیم شناسی، انتشارات مدید، چاپ سپیدان.
- ۱۱- مرادی، هوشنگ. (۱۳۹۹). ارزیابی روشهای مختلف درونیایی در پهنه بندی عناصر اقلیمی استان ایلام، جغرافیا و روابط انسانی، ۱-۱۵، ۲(۴).
- ۱۲- سادات اصل، سیده لاله، یاوری، غلامرضا؛ اجلائی، فرید. (۱۴۰۱). طبقه بندی اقلیمی استان خوزستان بر اساس روش لیتن اسکی، مجله نیوار، ۱۲۷-۱۱۸، ۱۱۶-۱۱۷(۴۶).
- ۱۳- فروتن، مهدی، صلاحی، برومند. (۱۴۰۲). پهنه بندی اقلیمی استان اردبیل با استفاده از روش های چند متغیره. مطالعات علوم محیط زیست. doi: 10.22034/jess.2022.369206.1903. 6238-6247. 8(1).
- 14- B. Böer, (1997). An introduction to the climate of the United Arab Emirates, Journal of Arid Environments, Volume 35, Issue 1, Pages 3-16, ISSN 0140-1963.
- 15- Sa'adi, Z., Shahid, S. & Shiru, M.S. (2021) Defining climate zone of Borneo based on cluster analysis. *Theor Appl Climatol* **145**, 1467-1484.
- 16- Almazroui, M., Dambul, R., Islam, M.N. and Jones, P. (2015). Principal Components-based regionalization of the Saudi Arabian climate. *International Journal of Climatology*, 35(9): 2555-2573.
- 17- Kamkar, Fatma & Khawatmi, Layla & Arif, Aysha & Hamed, N.A. & Issa, Sahar & Khatib, Rami & Takshe, Aseel A. & Karkain, Rashed. (2022). Assessing climate change indicators in the United Arab Emirates. *International Journal of Global Warming*. 26. 247. 10.1504/IJGW.2022.121226.
- 18- Siraj-Ud-Doulah, M., & Islam, M. N. (2019). Defining homogenous climate zones of Bangladesh using cluster analysis. *International Journal*, 6(1), 119-129

- 19- Carvalho, M., Melo-Gonçalves, P., Teixeira, J. and Rocha, A., (2016) Regionalization of Europe based on a K-Means Cluster Analysis of the climate change of temperatures and precipitation. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 94: 22-28.
- 20- Pineda-Martinez, L., Carbajal, N., Medina-Roldan, E., (2007). Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of México using principal component analysis (PCA). *Atmósfera*, 20(2): 133-145.
- 21- Hussein, Khalid A., Tareefa S. Alsumaiti, Dawit T. Ghebreyesus, Hatim O. Sharif, and Waleed Abdalati. 2021. "High-Resolution Spatiotemporal Trend Analysis of Precipitation Using Satellite-Based Products over the United Arab Emirates" *Water* 13, no. 17: 2376. <https://doi.org/10.3390/w13172376>
- 22- Mfarrej, M. F. B. (2019). Climate change patterns in the UAE: A qualitative research and review. *Nature Environment and Pollution Technology*, 18(1), 261-268.
- 23- Isah, Y., 2013, Green House Gases, Climate Change and Enviromental Conservation for Sustainable Development. Department of Chemistry, Federal College of Education, Okene, Kogi State, Nigeria.
- 24- Alabdouli, K.; Hussein, K.; Ghebreyesus, D.; Sharif, H.O. Coastal Runoff in the United Arab Emirates—The Hazard and Opportunity. *Sustainability* **2019**, 11, 5406.
- 25- Sherif, M.; Akram, S.; Shetty, A. Rainfall Analysis for the Northern Wadis of United Arab Emirates: A Case Study. *J. Hydrol. Eng.* **2009**, 14, 535–544.
- 26- Sherif, M.M.; Mohamed, M.M.; Shetty, A.; Almulla, M. Rainfall-Runoff Modeling of Three Wadis in the Northern Area of UAE. *J.Hydrol. Eng.* **2011**, 16, 10–20.

Spatial-temporal analysis and climate classification of the United Arab Emirates

Ali Hanafi¹

Abstract

Implementing sustainable development of regions requires careful planning based on the talents and limitations of resources, and the climate of each region is one of the most important factors determining the development potential of the place. In this regard, the climatic characteristics and its dominant elements that play a decisive role in the distribution and formation of vital phenomena (plants, animals, humans) are evaluated as one of the most important natural-environmental factors. Climatic zoning and recognizing the effective climatic factors and elements can be very effective in determining climatic potentials. The United Arab Emirates, as one of the countries on the Persian Gulf, has great economic, commercial, and tourism importance, and the purpose of this research is to evaluate and zone the climatic elements of the United Arab Emirates using statistical methods in the geographic information system and ARCGIS10.8 software. In order to study the climate situation in the United Arab Emirates, climate data from 28 meteorological stations and network data from the World Climate website were used. The results of the study showed that the United Arab Emirates mainly has a hot and dry desert climate. The average annual temperature in this country varies between 24 and 30 degrees Celsius, with the lowest occurring in the relatively high areas located in the east of the country and the Emirate of Fujairah and the highest occurring in the desert areas located in the south of the country. Also, the annual rainfall in the United Arab Emirates varies between 55 and 376 mm, with the highest occurring in the northeastern highlands of the country and the Hajar, Jays and Mira heights with an amount of about 300 mm; while in the western regions of the country, such as the Emirate of Abu Dhabi, the annual rainfall is less than 75 mm. In terms of wind speed, the average maximum wind speed is about 30 knots at the Jebel Mubarah and Al Jazira stations, and in terms of relative humidity, the highest average humidity occurs at the Fujairah and Umm Al Quwain stations with 65.8 and 64.6 percent, respectively. The climate classification of the United Arab Emirates based on the Demarton method shows an aridity coefficient (I) between 1.5 and 11 in this country, which indicates the dominance of a hot and dry climate throughout the country. Also, according to the Köppen climate classification, most regions of the UAE have a hot desert climate (BWh).

Keywords: Climatic elements, climatic zoning, desert areas, United Arab Emirates, ARCGIS 10.8 software

¹. Associate Professor of Climatology, Department of Geography, Faculty of Basic Sciences, Imam Ali Military University, Tehran, Iran