



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۱، دوره ۴، شماره ۴، صص ۱۷۴-۱۸۵

بررسی تغییرات اقلیمی شهر کرمانشاه با استفاده از روش‌های ضریب خشکی دومارتن، منحنی آمبروترمیک و اقلیم نمای آمبروزه در بازه‌ی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹

رسول باقرآبادی*

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

rasul.bagherabad@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۷

چکیده

اقلیم، شرایط پیچیده و خلاصه‌ای از وضع جوی منطقه‌ای است که به طور مشخصی در ارتباط با عرض جغرافیایی و سایر عوامل جغرافیایی است تغییر اقلیم یکی از معضلات کنونی جامعه بشری است و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید. از این رو در پژوهش بررسی روند تغییرات بارندگی و دمای کرمانشاه در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹) از سازمان هواشناسی کشور با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، آمبروترمیک و آمبروزه انجام گرفته است. داده‌های هواشناسی به بازه‌های ۱۰ ساله و یک بازه‌ی ۳۰ ساله تفکیک شدند. نتایج نشان داد که متوسط بارندگی کرمانشاه در بلند مدت و در طول سه دهه تغییرات فروانی داشته و بیشتر متوسط بارندگی‌ها کمتر از میزان استاندارد بوده اما در بعضی سال‌ها بارندگی بیشتر از میزان استاندارد است همچنین متوسط دما در طول این سه دهه روند افزایشی را نشان می‌دهد که نشان از افزایش دما کرمانشاه همزمان با تغییرات اقلیمی و افزایش دمای در زمین است. بررسی تغییرات اقلیمی با روش دومارتن در طول سه دهه تغییرات چندانی نشان نمی‌دهد و کرمانشاه در اقلیم نیمه خشک قرار دارد در مورد آمبروزه نیز اقلیم نیمه خشک سرد بدست آمد که در بازه زمانی مورد نظر بدون تغییر بود اما در مورد نمودار آمبروترمیک در دهه ۷۰ شمسی (۱۳۷۹-۱۳۷۰) خرداد تا مهر دما بر بارش افزونی دارد اما در دو دهه ۸۰ شمسی (۱۳۸۹-۱۳۸۰) و ۹۰ شمسی (۱۳۹۹-۱۳۹۰) شمسی ماه خشک سال از اردیبهشت شروع و به مهر ختم می‌شود. که ناشی از تأثیر افزایش دما بر اقلیم کرمانشاه است.

واژه‌های کلیدی: آمبروزه، آمبروترمیک، تغییر اقلیم، کرمانشاه، دومارتن



مقدمه

اقلیم سیاره زمین در طول زمان همواره در حال تغییر بوده است (Cutforth et al., 1999). تغییر اقلیم از دید بسیاری از محققان یک پدیده‌ی طبیعی است که در توالی‌های زمانی بلندمدت اتفاق افتاده است. از طرفی فعالیت‌های بشری سبب تشدید اثرات پدیده تغییر اقلیم، شدت روند تغییرات و تغییر بازه‌ی زمانی توالی تغییرات اقلیمی شده است (محمد لو و طهماسبی، ۱۳۹۶). از نظر سازمان جهانی هواشناسی، تغییر اقلیم عبارت است از تفاوت بین مقادیر میانگین بلندمدت یک متغیر اقلیمی یا آماره‌های آن مشروط بر اینکه میانگین مربوط به یک مقطع زمانی نسبتاً طولانی باشد (سوری نژاد، ۱۳۹۹). تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور محسوس‌تر از مناطق مرطوب است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۶). عوامل و پدیده‌های هواشناسی از جمله پارامترهای مهمی هستند که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر شرایط اقلیمی هر منطقه تأثیر می‌گذارند. با توجه به نقش تعیین‌کننده شرایط اقلیمی در مطالعات، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از منابع آب، انجام مطالعات تعیین اقلیم منطقه، که جزئی از مطالعات هواشناسی است امری ضروری به نظر می‌رسد (صالحی پورباورصاد و طافی، ۱۳۹۸). روش‌های مختلف و متفاوتی برای تعیین نوع اقلیم یک منطقه وجود دارد روش‌های طبقه‌بندی مانند دومارتن، کوپن، ایوانف، آمبرژه، سلیمانینوف و هانسن می‌توان نام برد (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵) (مهدوی، ۱۳۹۲). که بیشتر آنها براساس دما و بارش ترسیم می‌شوند (داودی و همکاران، ۱۳۸۹). البته در بعضی مواقع طبقه‌بندی براساس عوامل مهم غیر اقلیمی از قبیل پوشش گیاهی، آسایش انسان و... نیز انجام می‌شود (Cornick, 2005).

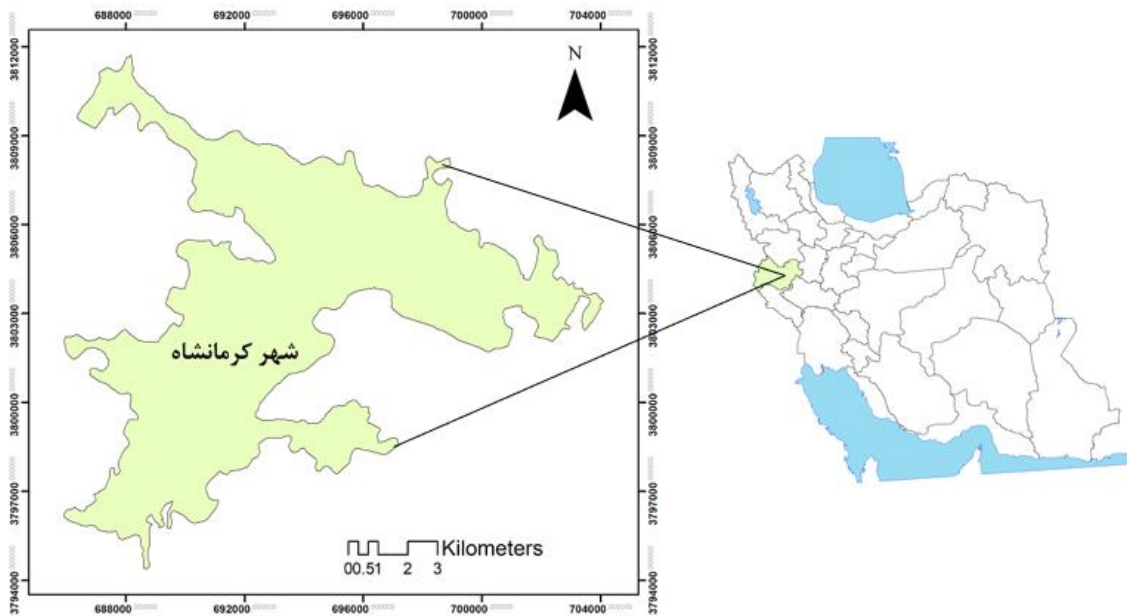
تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه تغییرات سامانه اقلیمی بارش و دما انجام گرفته است که در این مقاله به برخی از آنها اشاره می‌شود رئوف و همکاران (۱۳۹۱) تغییرات برخی پارامترهای اقلیمی را در یک دوره ۲۳ ساله برای شهرستان فسا تعیین کردند و نتیجه گرفتند که در طی دوره آماری مورد اشاره، متوسط حداقل دما کاهش یافته و حداکثر دمای ماهیانه و میزان بارش افزایش یافته است. گنجعلیخانی و همکاران (۱۳۹۳) از شاخص‌های اقلیمی دومارتن، سلیمانینوف و اقلیم نمای آمبرژه در پهنه بندی اقلیمی استان کرمان استفاده شد و به این نتایج رسیدند که با استفاده از روش دومارتن ۹۹ درصد از مساحت استان بیابانی و فراخشک است و در روش سلیمانیتوف ۸۲ درصد بیابانی و استپ خشک است. دهقانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات اقلیمی استان کرمان در دو دهه بر اساس شاخص‌های اقلیمی دومارتن و آمبرژه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ پرداختند. بر اساس شاخص دومارتن، کل استان در اقلیم خشک قرار می‌گیرد و تغییرات سالیانه آن نیز به صورت خیلی جزئی و در بعضی از سال‌ها در بخش غربی استان اتفاق افتاده است. نتایج حاصل از

شاخص آمبرژه تنوع اقلیمی بیشتری را هم در بعد مکان و هم در بعد زمانی نشان می‌دهد و مناطق مختلف استان گستره وسیع‌تری از طبقه بندی اقلیمی را از شرایط بیابانی تا شرایط مرطوب در بر می‌گیرد. صالحی پور باورصاد و طافی (۱۳۹۸) با استفاده از دو روش اقلیمی دومارتن و آمبرژه شهر اهواز را مورد بررسی قرار دادند. و به این نتیجه رسیدند که در روش دومارتن اقلیم خشک و روش آمبرژه اقلیم بیابانی گرم شدید است. بهروزی خورگو و قاسمی (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به تعیین نوع اقلیم جزیره ابوموسی از روش دومارتن پرداختند. و به این نتیجه رسیدند که ضریب خشکی دومارتن ۰/۳۱ است و دارای اقلیم خشک است. مزیدی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به تعیین اقلیم استان کرمان با استفاده از روش‌های منحنی آمبروترمیک، ضریب خشکی دومارتن، اقلیم نمای آمبرژه پرداختند. بدین منظور پارامترهای اقلیمی شامل بارش متوسط سالیانه و ماهانه، دما متوسط سالیانه و ماهانه، میانگین حداقل و حداکثر دما در سردترین و گرمترین ماه سال مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که با توجه به منحنی آمبروترمیک تقریباً تمام طول سال بجز ماه‌های (دسامبر، نوامبر، اکتبر، فوریه، ژانویه) خشک است. اقلیم منطقه با ضریب خشکی دومارتن خشک و با اقلیم نمای آمبرژه اقلیم منطقه را خشک سرد است.

از آنجا که تاثیرات خشکسالی‌های اخیر بر منابع آب و محیط‌زیست موثر هستند، مطالعه روند تغییرات اقلیمی برای تصمیم‌گیری مناسب جهت برخورد با این پدیده ضروری به نظر می‌رسد و تاکنون مطالعات مشابهی برای این ناحیه صورت نگرفته بود. هدف این پژوهش، مطالعه تغییرات اقلیمی بارندگی و دما با استفاده از روش‌های ضریب خشکی دومارتن، منحنی آمبروترمیک و اقلیم نمای آمبرژه برای بازه‌ی زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ کرمانشاه بوده است.

محدوده و قلمرو پژوهش

در این مطالعه شهر کرمانشاه به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. شهر کرمانشاه، مرکز استان کرمانشاه دارای مساحت ۹۰ کیلومتر مربع و در غرب ایران واقع شده است. شهر کرمانشاه با موقعیت ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در شرق استان و تقریباً در مرکز شهرستان قرار گرفته است و دارای ارتفاع ۱۳۵۰ متر است (Marzouni et al., 2016)، (Goudarzi et al., 2017). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

دومارتن در سال ۱۹۰۹ با هدف ناحیه بندی سطح زمین ضریب خشکی را ارائه کرد. دومارتن به منظور تعیین اقلیم یک منطقه شاخصی را ارائه نمود که به ضریب خشکی دومارتن معروف است که در حقیقت اصلاح شده روش لانگ بوده که در آن به مخرج کسر مقدار ۱۰ افزوده شده است (مزیدی و همکاران، ۱۴۰۰)، (خانچین مقدم و رضایی پزند، ۱۳۸۸). رابطه ۱ برای محاسبه روش دومارتن است:

$$I = \frac{P}{(T+10)} \quad (1)$$

در این رابطه T متوسط دمای سالانه بر حسب درجه سانتی گراد P متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی متر و I ضریب خشکی دومارتن که در آن ممکن است به دلیل پایین بودن دما یا بالا بودن بارندگی باشد. طبقه بندی اقلیم بر اساس جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. طبقه بندی اقلیمی روش دومارتن (علیزاده، ۱۳۹۴)

دومارتن	نوع اقلیم
$I < 10$	اقلیم خشک
$10 < I < 19/9$	اقلیم نیمه خشک
$20 < I < 23/9$	اقلیم مدیترانه‌ای
$24 < I < 27/9$	اقلیم نیمه مرطوب
$28 < I < 34/9$	اقلیم مرطوب
$I > 35$	اقلیم بسیار مرطوب

اگر دمای متوسط هوا در یک منطقه بسیار سرد باشد ضریب خشکی دومارتن به سمت بی نهایت میل می‌کند که نشان دهنده یک منطقه بسیار مرطوب است، حال آن که ممکن است آن منطقه چنین شرایطی نداشته باشد. به همین دلیل اگر متوسط دمای هوا از صفر کمتر باشد معمولاً از فرمول دومارتن استفاده نمی‌شود (علیزاده، ۱۳۹۴).

در هیدرولوژی برای تشخیص خصوصیات اقلیمی از نمودارهای اقلیمی استفاده می‌شود که از جمله آنها می‌توان به نمودار اقلیمی آمبروترمیک اشاره کرد. آمبروترمیک از دو کلمه آمبرو به معنی بارندگی و ترمیک به معنی دما تشکیل شده است. نمودار آمبروترمیک نموداری است که نسبت بارش به دما را نشان می‌دهد. منحنی آمبروترمیک نموداری است که در آن تغییرات ماهانه دمای هوا نسبت به تغییرات ماهانه بارندگی در طول سال مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نمودار آمبروترمیک از تلفیق و ترسیم دو منحنی بارش و دما به صورت یکجا بر روی محور مختصات می‌باشد. برای ترسیم نمودار آمبروترمیک باید به روی محور افقی از سمت چپ به راست ماه‌های سال بصورتی درج شود که ماه‌های روز بلند در وسط و ماه‌های روز کوتاه در طرفین قرار گیرند. در سمت راست محور عمودی میزان بارندگی بر حسب میلی‌متر در سمت چپ آن میانگین دما بر حسب سانتی‌گراد است. در منحنی آمبروترمیک معمولاً منحنی‌های دما و بارش همدیگر را در دو نقطه قطع می‌کنند که در این نقاط تلاقی، مقدار بارش دقیقاً دو برابر دما است و در فاصله بین این دو نقطه شرایط خشکی حاکم خواهد شد (Hemayati, 2009) (Saadatfar et al., 2014).

آمبرژه را اکولوژیست فرانسوی درباره اقلیم حوزه‌ی مدیترانه پژوهش‌هایی به عمل آورد و برای تعیین نوع اقلیم فرمولی ابداع کرد که نسبت بارندگی به تبخیر را نشان می‌دهد (مرتضی‌پور و رادمنش، ۱۳۹۸)، (پرون و همکاران، ۱۳۹۷). و از رابطه ۲ محاسبه می‌شود

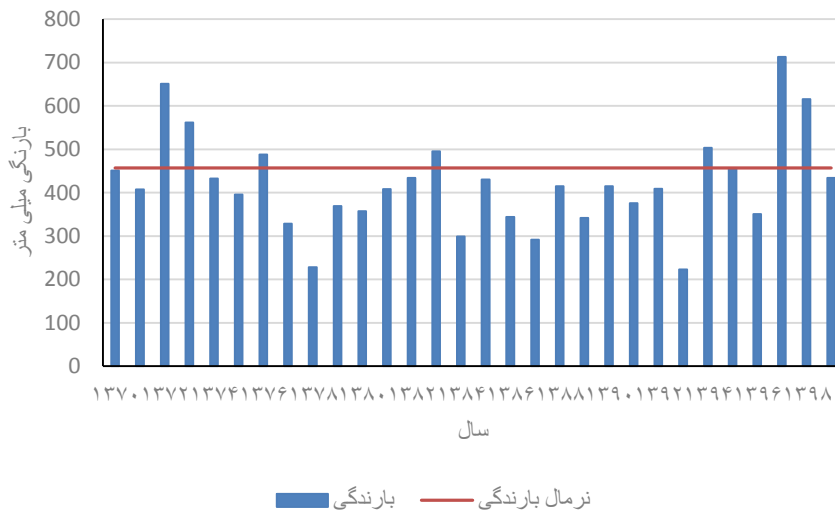
$$Q = \frac{2000}{(M^2 - m^2)}$$

(۲)

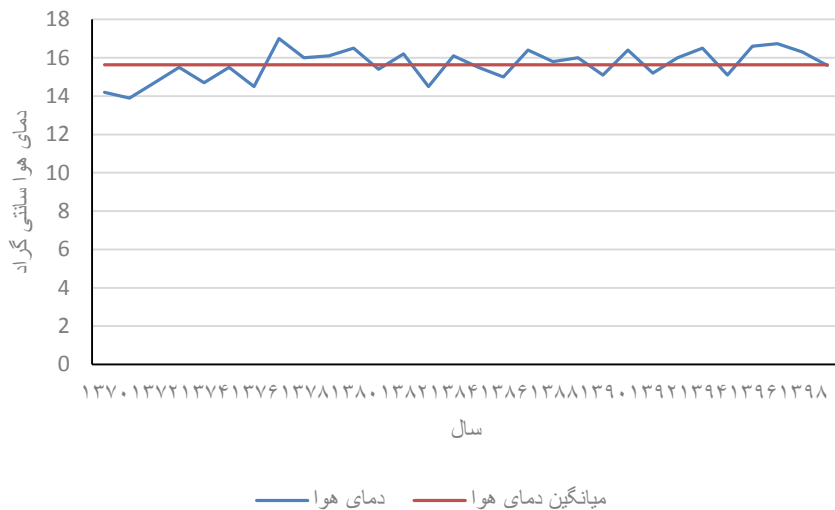
که در این رابطه m میانگین حداقل‌های دما در سردترین ماه سال بر حسب کلوین، M میانگین حداکثرهای دما در گرمترین ماه سال بر حسب درجه کلوین و P میانگین بارش سالانه بر حسب میلی‌متر است Q ضریب اقلیمی آمبرژه پارامتری است که با توجه به مقادیر میانگین حداقل‌های دما در سردترین ماه سال محاسبه می‌شود.

نتایج

نمودار تغییرات زمانی مجموع بارندگی سالانه، میانگین دمای سالانه کرمانشاه در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است. میانگین بارندگی و دمای سالانه براساس ۴۵۶/۸ و ۱۴/۳ است (Goudarzi et al., 2017). میانگین بارندگی سالانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ برابر ۴۲۰/۹ میلی‌متر پایین‌تر از میانگین نرمال خود بوده است و میانگین سه دهه نیز (۴۲۰/۹، ۳۶۱/۶ و ۴۴۹/۶ میلی‌متر) پایین‌تر از میزان خود هستند. همچنین کمترین میزان بارندگی در سال ۱۳۹۳ با ۲۲۳ میلی‌متر و بیشترین میزان بارندگی با ۷۱۳/۱ میلی‌متر در سال ۱۳۹۷ اتفاق افتاده است. میانگین دما سالانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ برابر ۱۵/۶ سانتی‌گراد است که بالاتر از میانگین خود است و در سه دهه (۱۵/۲، ۱۵/۷ و ۱۵/۹ سانتی‌گراد) پایین‌تر از میانگین خود هستند به ویژه در ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ برابر ۱۵/۹ است که نشان‌دهنده افزایش دما در این دهه است. شاهد افزایش دما از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۹ هستیم که نشان از تغییرات دمایی در چند سال گذشته است. کمترین میزان دمای سالانه با ۱۵/۵ سانتی‌گراد و بیشترین میزان دمای سالانه با ۱۷ سانتی‌گراد در سال ۱۳۷۷ اتفاق افتاده است. البته لازم به ذکر است بیشترین میزان دمای سالانه در دهه ۹۰ شمسی رخ داده است.



شکل ۲. نمودار تغییرات زمانی مجموع بارندگی سالانه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹)



شکل ۳. نمودار تغییرات زمانی میانگین دمای سالانه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹)

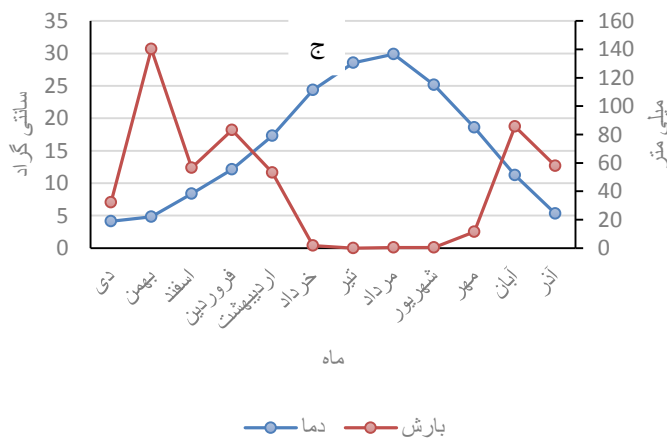
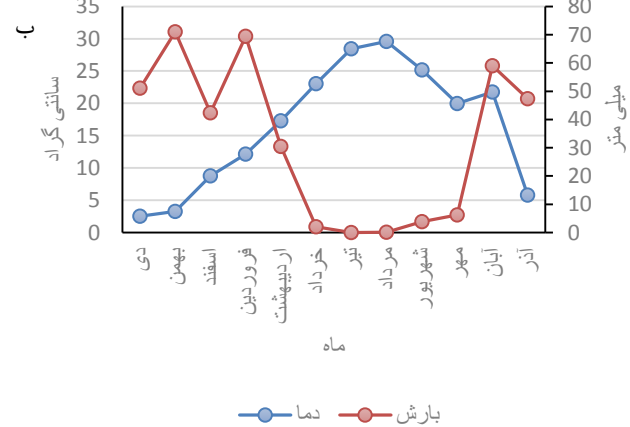
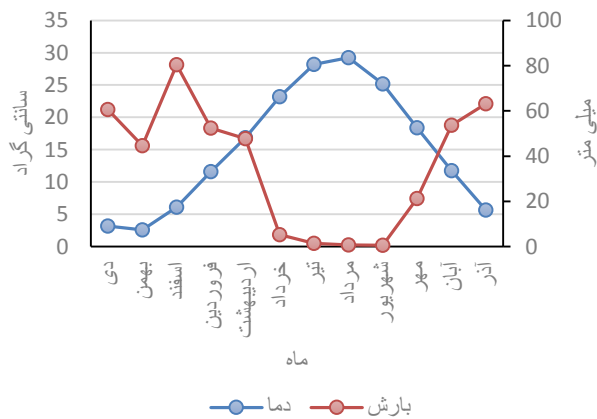
نتایج به روش دومارتن برای کرمانشاه برای سه دهه (۷۰، ۸۰ و ۹۰ شمسی) در جدول ۲ نشان داده شده است. بنابراین با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالانه ایستگاه ۴۳۱/۵۵ میلی متر و متوسط دمای سالانه ۳۷/۱۸ درجه سانتی گراد است، ضریب خشکی دومارتن ۱۷/۱۲ به دست آمد برای کرمانشاه در دهه ۷۰ شمسی نیمه خشک می باشد. در بررسی به عمل آمده برای دهه ۸۰ شمسی مقدار این ضریب ۱۴/۸۲ است که نشان دهنده اقلیم نیمه خشک است. در دهه ۹۰ شمسی نیز اقلیم کرمانشاه نیمه خشک و با ضریب دومارتن ۱۷/۹۵ است.

جدول ۲. نتایج دومارتن در سه بازه زمانی (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹)

سال	بارندگی (میلی متر)	دما (سانتی گراد)	دومارتن
۱۳۷۰-۱۳۷۹	۴۳۱/۵۵	۱۵/۲۱	۱۷/۱۲
۱۳۸۰-۱۳۸۹	۳۸۱/۶۶	۱۵/۷۴	۱۴/۸۲
۱۳۹۰-۱۳۹۹	۴۴۹/۶۳	۱۵/۹۵	۱۷/۹۵

منحنی آمبروترمیک نموداری است که در آن تغییرات ماهانه دمای هوا نسبت به تغییرات ماهانه بارندگی در طول سال مورد مقایسه قرار می‌گیرد. شکل ۴ نمودار آمبروترمیک را برای ایستگاه کرمانشاه در سه دهه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹) نشان می‌دهد. در این شکل ملاحظه می‌شود که در دهه ۷۰ شمسی بین ماه‌های خرداد تا مهر، دما بر بارندگی فزونی دارد، لذا این دوره را می‌توان دوره خشک به حساب آورد. که در دهه ۸۰ و ۹۰ شمسی بین ماه‌ها اردیبهشت تا مهر، دما بر بارندگی فزونی دارد، پس این دوره را می‌توان دوران خشک برای این دو دهه (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۹) به حساب آورد.

الف

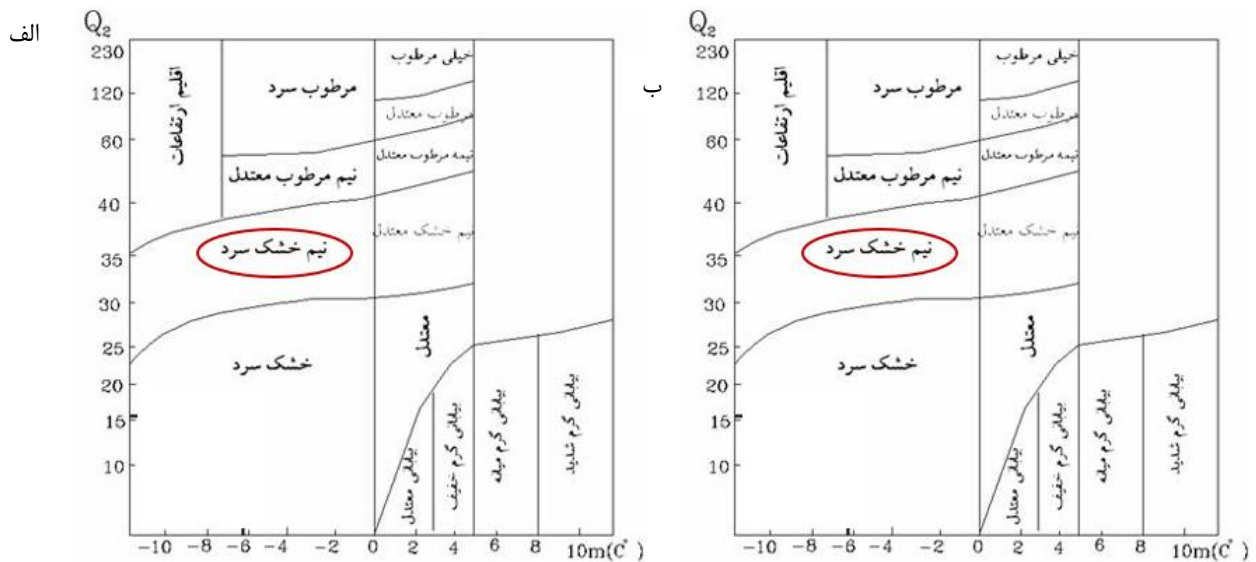


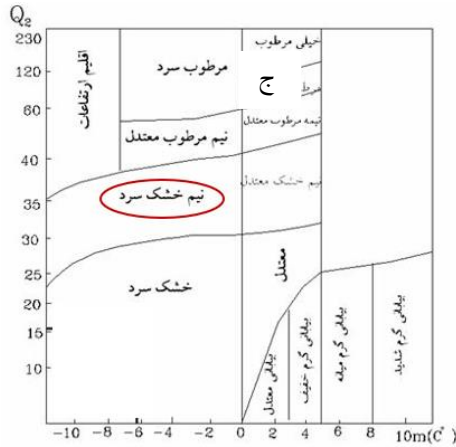
شکل ۴. اقلیم نمای آمبروترمیک (الف: ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹، ب: ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹، ج: ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹)

اقلیم کرمانشاه براساس روش آمبرژه برای سه دهه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹) در جدول ۳ و شکل ۵ آورده شده است. آمبرژه کرمانشاه برای سه دهه ۷۰، ۸۰ و ۹۰ شمسی ۲۸/۴، ۲۵/۷۱ و ۳۲/۸۱ است و با توجه به این نتایج طبق جدول ۳ و شکل ۴ کرمانشاه نیمه خشک سرد قرار می گیرد. اقلیم کلی کرمانشاه براساس روش آمبرژه از نوع نیمه خشک سرد تعیین گردید.

جدول ۳. نتایج آمبرژه در سه بازه زمانی (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹)

سال	بارندگی (میلی متر)	میانگین حداقل دما (کلوین)	میانگین حداکثر دما (کلوین)	آمبرژه
۱۳۷۰-۱۳۷۹	۴۳۱/۵۵	۳۱۴/۶۳	۲۶۱/۹	۲۸/۴
۱۳۸۰-۱۳۸۹	۳۸۱/۶۶	۳۱۵	۲۶۳/۷	۲۵/۷۱
۱۳۹۰-۱۳۹۹	۴۴۹/۶۳	۳۱۵/۴۵	۲۶۸/۵۲	۳۲/۸۱





شکل ۵. اقلیم نمای آمبرژه (الف: ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹، ب: ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹، ج: ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹)

نتیجه گیری

نتایج تغییرات زمانی اقلیمی کرمانشاه نشان می‌دهد که روند تغییرات مجموع بارندگی سالانه به صورت نوسانی بوده به طوریکه در دهه ۹۰ شمسی بالاترین مقدار میانگین بارندگی ۴۴۹/۶۳ (سال ۹۸ بارندگی برابر ۷۱۳ میلیمتر) بوده است و همچنین روند تغییرات میانگین دمای سالانه به صورت افزایشی بوده است به طوریکه در دهه ۹۰ شمسی مقدار میانگین دما ۱۵/۹۵ بوده که بیشترین مقدار را در ۳ دهه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹) گذشته است. براساس روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن و اقلیم نمای آمبرژه برای هر بازه‌ی ۱۰ ساله به علاوه بازه‌ی ۳۰ ساله اقلیم مشخص شده است که شهر کرمانشاه با روش دومارتن در دهه اول (۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹)، دارای اقلیم نیمه خشک، دهه دوم (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹)، اقلیم نیمه خشک و دهه سوم (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹) اقلیم نیمه خشک می‌باشد منحنی آمبروترمیک در دهه ۷۰ شمسی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر ماه‌های خشک سال هستند که دما بر بارش فزونی دارد اما در دهه ۸۰ و ۹۰ شمسی ماه‌های خشک از اردیبهشت شروع و به مهر خاتمه می‌یابد اقلیم نمای آمبرژه برای ۳ دهه (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹) نیمه‌خشک سرد را نشان می‌دهد. هر سه روش مذکور تقریباً نتایج مشابهی را نشان می‌دهند و بطور کلی کرمانشاه دارای شرایط اقلیمی نیمه‌خشک است. اما با توجه به اینکه روند افزایش دما در سه دهه گذشته افزایش بوده است در صورت ادامه افزایش دمای هوا در سال‌های آینده، تغییر اقلیم از وضعیت نیمه خشک به وضعیت خشک تغییر پیدا کند.

منابع

- بهریزی خورگو، سینا، قاسمی، سامان (۱۳۹۹). تعیین نوع اقلیم جزیره ابوموسی با استفاده از روش دومارتن (De Martonne)، پنجمین همایش بین المللی و یازدهمین همایش ملی گردشگری جغرافیا و محیط زیست پایدار.
- پرون، صدیقه، یوری، غلامرضا، رضا زاده، مریم (۱۳۹۷). پهنه‌بندی اقلیمی استان هرمزگان با استفاده از روشهای کلاسیک، فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، دوره ۹، شماره ۱، ص ۱۱۵-۱۲۷.
- خانچین مقدم، فرهاد، رضایی پژند، حجت (۱۳۸۸). نقد روش اقلیم بندی دومارتن برای بارش حداکثر روزانه در ایران به کمک روش گشتاورهای خطی، فنی و مهندسی، دوره ۲، شماره ۲، ص ۹۳-۱۰۳.
- داودی، محمود، محمدی، حسین مراد، بای، ناصر (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل و پیشبینی برخی عناصر اقلیمی مشهد، نشریه نیوار، دوره ۳۴، شماره ۷۱، ص ۳۵-۴۶.
- دهقانی، مجید، مرتضوی، سیدمصطفی، حسنی، میلاد، اسداللهی، محمد (۱۳۹۵). بررسی تغییرات اقلیمی استان کرمان در دو دهه گذشته بر اساس شاخص‌های اقلیمی دومارتن و آمبرژه، پنجمین کنفرانس مدیریت جامع منابع آب، کرمان، انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران.
- سوری نژاد، علی (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب سطحی تجدیدپذیر سی حوضه آبریز کشور. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۵۲، شماره ۶، ص ۳۵۱-۳۷۳.
- صالحیپور باورصاد، تارا، طافی، شکور (۱۳۸۹). مقایسه دو شاخص تعیین اقلیم دومارتن و آمبرژه در محدوده مطالعاتی شهر اهواز، دومین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی (آب، سیل و محیط زیست).
- علیزاده، امین (۱۳۹۴). اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). چاپ ۴۰.
- غریب، معصومه، حسینی، عزت اله (۱۳۸۴). بررسی منحنی‌های آمبروترمیک در تفسیر پدیده خشکسالی (مطالعه موردی در استان سمنان سال ۱۳۸۴)، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران.
- کوچکی علیرضا، نصیری، مهدی، کمالی، غلامعلی. ۱۳۸۶. مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. دوره ۵، شماره ۱، ص ۱۳۳-۱۴۳.
- گنجعلیخانی، معین، دلگرم، سعید، ذونعمت کرمانی، محمد (۱۳۹۳). استفاده از شاخص‌های اقلیمی دومارتن، سلیمانینوف و اقلیم نمای آمبرژه در پهنه بندی اقلیمی استان کرمان، همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی.
- محمملو، محمد، طهماسبی‌پور، ناصر (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر طبقه‌بندی‌های اقلیمی در قسمتهایی از شمال غرب ایران، مجله علمی سامانه‌های سطوح آبیگر باران، دوره ۵، شماره ۴، ص ۳۵-۴۶.

مرتضی پور، احمد، رادمنش، فریدون (۱۳۹۸). تعیین اقلیم شهر یاسوج با استفاده از ضرایب اقلیمی دوماتن و آمبرژه، چهارمین کنگره بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران.

مزیدی، احمد، عنایت پور، مهدیه، حسینی، سلام (۱۴۰۰). تعیین اقلیم استان کرمان با استفاده از روشهای منحنی آمبروترمیک، ضریب خشکی دوماتن، اقلیم نمای آمبرژه، جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۴، شماره ۲، ص ۳۵-۴۳.

مهدوی، محمد (۱۳۹۲). هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ۶.

Cornick, S. (2005). *Task 3: Report on Task 3: Extreme Canadian Climates-Northern and Coastal*. In: July.

Cutforth, H., McConkey, B., Woodvine, R., Smith, D., Jefferson, P., & Akinremi, O. (1999). *Climate change in the semiarid prairie of southwestern Saskatchewan: Late winter-early spring*. *Canadian Journal of Plant Science*, 79(3), 343-350 .

Goudarzi, G., Daryanoosh, S., Godini, H., Hopke, P., Sicard, P., De Marco, A., . . . Mohammadi, M. (2017). *Health risk assessment of exposure to the Middle-Eastern Dust storms in the Iranian megacity of Kermanshah*. *Public health*, 148, 109-116 .

Hemayati, S. (2009). *Determining the climate of Ardabil plain, its variation in past 25 years and agronomical strategies for system adjustments* .

Marzouni, M. B., Alizadeh, T., Banafsheh, M. R., Khorshiddoust, A. M., Ghozikali, M. G., Akbaripoor, S., . . . Goudarzi, G. (2016). *A comparison of health impacts assessment for PM10 during two successive years in the ambient air of Kermanshah, Iran*. *Atmospheric Pollution Research*, 7 .774-768 ,(5)

Saadatfar, A., Barani, H., Bahremand, A. R., Massah Bavani, A. R., Sepehry, A., & Abedi Servestani, A. (2014). *Statistical Downscaling HadCM3 Model for Detection and Prediction of Seasonal Climatic Variations (Case Study: Khabr Rangeland, Kerman, Iran)*. *Journal of Rangeland Science*, 3(3), 265-275 .