بررسی خشکی هیدرولوژیکی حوضه‌های داخلی ایران

غلام حسن جعفری*
استادیار گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
مینا آوجی
کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۷

چکیده
چاله‌های داخلی ایران پس از کوهزایی پاسادنین به‌صورت سطح پایه آب‌های روان درآمده است. بررسی تفاوت‌های مکانی این چاله‌ها هدف اصلی این پژوهش است. ازآنجایی‌که اختلافات مکانی و توپوگرافیکی در طبیعت به‌صورت تفاوت‌های اقلیمی منعکس می‌شوند؛ با استفاده از شاخص‌های خشکی متأثر از دما و بارش، تفاوت‌های مکانی سالانه و ماهانه حوضه‌های ارومیه، مهارلو، میقان، قم، ابرکوه، اردستان، سیرجان، قطروئیه، یزد، جازموریان، لوت و بافق ازنظر مدت آبگیری بررسی شدند. با بررسی خشکی هیدرولوژیکی ماهانه، تعداد ماه‌های مرطوبی که هر حوضه قادر به تأمین آب دریاچه است، مشخص شد. بر این اساس حوضه‌های میقان، گاوخونی، مهارلو و ارومیه با بیلان مثبت آب و ۶ ماه مرطوب، به‌عنوان دریاچه‌های دائمی شناخته می‌شوند. ابرکوه، بافق، قم و سیرجان بین ۲۰٪ تا ۲۶٪ و حوضه‌های درانجیر، قطروئیه و یزد بین ۱۵٪ تا ۲۰٪ از ایام سال امکان احیا کردن دریاچه را دارند و سرانجام لوت، اردستان و جازموریان باقابلیت آبگیری کمتر از ۵٪ از سال کاملاً به‌صورت پلایا و کویری هستند.

واژگان کلیدی: گوسن، دمارتن، دریاچه، شاخص خشکی، خشکی هیدرولوژیک.

مقدمه

خشکی یا محدودیت آب یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی ایران است. تقریباً ۹۰٪ از مناطق ایران را می‌توان به مناطق خشک و یا نیمه‌خشک تقسیم‌بندی کرد. عناصر اقلیمی، خصوصاً میزان بارش به‌صورت معنی‌داری در مناطق مختلف تفاوت دارد (جعفری، ۱۳۸۷: ۳۱۷). طبق نظر کمیته تغییرات آب‌وهوا اگر منطقه‌ای کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر بارش دریافت کند منطقه خشک و اگر متوسط بارش بین ۲۵۰–۵۰۰ میلی‌متر باشد نیمه‌خشک خوانده می‌شود (میزیمر و مالیوا[1]،۲۰۱۲). خشکی عبارت است از دوره‌ای که در آن میزان نزولات کمتر از مقدار تلفات آب به‌صورت تبخیر و تعرق باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳۴). خشکی درجه‌ای است که آب‌وهوا فاقد رطوبت مؤثر باشد و بر اساس در

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۷۵۱۲۲۹
E-mail: jafarihas@yahoo.com

[1] - Missimer & Maliva

دسترس بودن میزان آب، آب‌وهوای آن منطقه را تعریف می‌کند. خشکی و خشک‌سالی[1] باوجود شباهت‌های زیاد مترادف نیستند. خشکی از ویژگی‌های بارز اقلیمی نواحی خشک و نیمه‌خشک است و بیان‌کننده شرایطی است که میانگین بارش یا آب قابل‌دسترس به‌طور دائم در منطقه‌ای بسیار کم باشد. درحالی‌که خشک‌سالی در هر منطقه‌ای و با هر نوع آب و هوایی می‌تواند رخ دهد. خشکی برخلاف خشک‌سالی که این ویژگی بازگشت‌پذیر و موقت است، و همین‌طور دائمی و پایدار اقلیمی است (شریفیان و رضایی، ۱۳۹۲: ۱۱؛ ملکی نژاد و کریمی ۱۳۸۸: ۸). خشکی انواعی دارد که از وجه‌های مختلفی تعریف می‌شود. خشکی اقلیمی به شرایطی اطلاق می‌شود که کمبود بارش نسبت به شرایط میانگین در یک منطقه حادث شود (هاشمی عنا و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۳). امروزه خشکی هیدرولوژیکی به علت توسعه شهرسازی، صنعتی شدن و کمبود آب جهت شرب، کشاورزی و صنعت در بخش‌های زیادی از جهان به‌صورت مسئله پیچیده‌ای درآمده است. خشکی آب‌شناختی به زمانی اطلاق می‌شود که سطح تراز ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی از حد معمول خود پایین‌تر باشد. علاوه بر بارش، عوامل اقلیمی دیگری مانند دمای بالا، بادهای قوی و رطوبت نسبی نیز بر روی خشکی آب‌شناختی تأثیر زیادی می‌گذارد. در دیدگاه آب‌شناختی اندازه‌گیری میزان آب‌های جاری، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی معیار خشکی است و یک‌زمان پایه بین فقدان بارندگی و کم شدن آب‌های جاری و رودخانه‌ها و آب دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی وجود دارد (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۳: ۳). برای نظارت و ارزیابی خشکی شاخص‌های خشکی از اهمیت بخصوصی برخوردار می‌باشند. در ارتباط با خشکی تابه‌حال شاخص‌های زیادی ارائه‌شده، شاخص خشکی در هر منطقه عنصر یا الگویی از محیط در آن کالیبره شده و مخصوص همان محیط است (فتاحی و حجازی زاده، ۱۳۸۴: ۱۳۹) تداوم و تغییر سیستم‌ها از طریق فرایند طبقه‌بندی یا تعیین تیپ‌های هوا شناسایی می‌شوند، شناسایی این تیپ‌ها نقش مهمی در شناسایی خشکی، خشک‌سالی، انواع آلودگی‌ها و سیلاب‌ها دارند؛ بنابراین در هر نوع مطالعه مسائل محیطی وابسته به اقلیم، اولین مرحله شناسایی، تیپ‌های هوا و اقلیم منطقه است (علیجانی، ۱۳۸۰: ۴۳) گرچه همه پژوهشگران مسئله خشکی را شکل‌دهنده بیابان‌های اصلی زمین به شمار می‌آورند؛ بااین‌حال روش و معیارهای تعیین مرز خشکی در میان آن‌ها متفاوت است و ضرایب تجربی و فرمول‌های متفاوتی پیشنهاد کرده‌اند. انتخاب صحیح یک ضریب اقلیمی برای مناطق مختلف جهان آسان نیست، زیرا کاربرد هر فرمول اقلیمی در مناطقی بهترین جواب را می‌دهد که بر اساس اقلیم محل ابداع‌شده و یا با آن شباهت و نزدیکی بیشتری داشته باشد. برای مشخص کردن مرز دقیق خشکی بر روی زمین یک نظر واحد وجود ندارد ولی به‌صورت کلی و فضایی و ملی برای منطقه بندی نواحی خشک اتفاق‌نظر وجود دارد (میزیمر و مالیوا،۲۰۱۲: ۴۳). کاربرد طبقه‌بندی‌های سنتی اقلیم به دلیل نادیده گرفتن سایر عناصر اقلیمی به‌جز دما و بارش که بر تفاوت‌های مکانی آب‌وهوا اثرگذارند، خالی از اشکال نیست؛ برای نمونه عدم توجه به تفاوت‌های دما و بارش در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر از سال و تغییرات ماهانهٔ دما و بارش در طبقه‌بندی سالانه اقلیم به روش دمارتن، مانع از نشان دادن تفاوت‌های اقلیمی مناطقی مثل آذربایجان با زاگرس می‌شود که تفاوت اقلیمی آن‌ها نه به مقدار بارش بلکه

[1] -Aridity & Drought

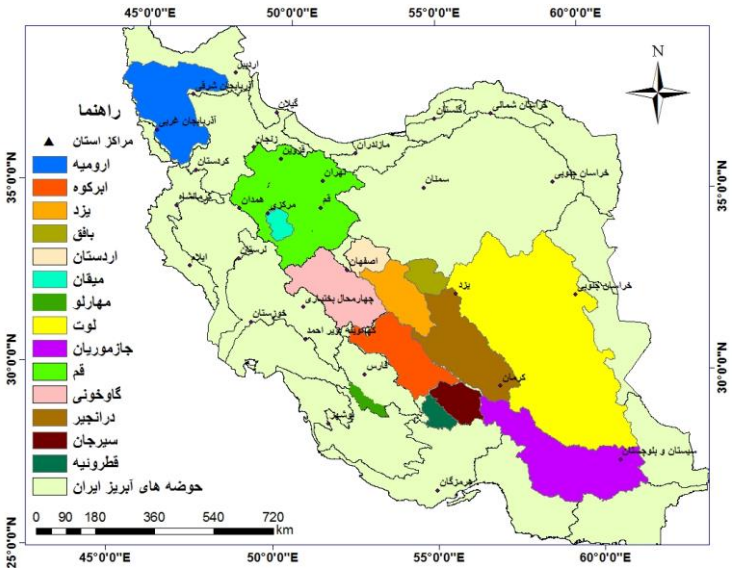
به فصل دریافت آن مرتبط است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۶۸-۱۶۶). بر اساس جدیدترین طبقه‌بندی‌های اقلیمی که تاکنون انجام‌شده حدود ۹۰ درصد مساحت ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است و بیش از ۴۰ درصد مساحت ایران با بحران کم‌آبی شدید مواجه است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۶۰)؛ بنابراین در کشور درحال‌توسعه و وسیعی مانند ایران که کمبود آب یکی از معضلات آن است بررسی خشکی یکی از مسائل حائز اهمیت است (هاشمی عنا و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹؛ علیزاده، ۱۳۸۹: ۱۴). در این مقاله برای طبقه‌بندی هیدرولوژیکی چاله‌های داخلی ایران از شاخص‌های گوسن و دمارتن که با شرایط محیطی ایران همخوانی دارد (تباری و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۶۰) استفاده گردید. تقریباً یک‌سوم قاره‌های زمین با خشکی روبه‌رو است بنابراین شناخت اقلیم مسلط بر نواحی مختلف زمین همواره موردتوجه صاحب‌نظران بوده است و همواره در تلاش بوده‌اند که جهان را ازنظر اقلیمی طبقه‌بندی کنند. بیوسی[1] و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی درصد خشکی جهان، به ترتیب قاره آفریقا را با بالاترین میزان خشکی در رده اول بعد قاره آسیا با اختلاف کمی در رده دوم، استرالیا با اختلاف زیاد در رده سوم و به ترتیب قاره‌های آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی و اروپا را در رده‌های بعدی عنوان کردند. برای تعیین و تعریف آب‌وهوای مناطق مختلف جهان شاخص‌های متعددی از میزان خشکی ارائه‌شده است: استپنسر (۲۰۰۵)، بیوسی و همکاران (۲۰۱۲)، پراولی[2] (۲۰۱۳)، ماورکیسا و پاپاواسیلیو[3] (۲۰۱۳)، فنیگور[4] و همکاران (۲۰۱۴) حیدر و ادنان (۲۰۱۴)، اسدی زارج و همکاران، (۲۰۱۵). ماورکیسا و پاپاواسیلیو (۲۰۱۳)، با برآورد روند خشکی در جهان با استفاده از شاخص‌های یونسکو، دمارتن و آزمون من کندال و خوشه‌بندی سلول‌های شبکه‌ای به این نتیجه رسیدند که مناطق خشک در حال تبدیل‌شدن به مناطق مرطوب و مناطق مرطوب در حال خشک شدن هستند آن‌ها همچنین بیان داشتند که روند خشکی در حال تغییر و در بسیاری از نقاط جهان در حال وارونه شدن است. در بسیاری از نقاط جهان دلیل این تغییرات را ناشی از افزایش دما در کره زمین می‌دانند که منجر به افزایش تبخیر و کمبود منابع آب می‌شود. علیجانی (۱۳۸۰) به طبقه‌بندی تیپ‌های هوا و اقلیم ایران پرداخته است. در ایران پهنه‌بندی اقلیمی گنجی (۱۳۳۴)، ثابتی (۱۳۴۸) و علیجانی (۱۳۸۰) از معدود کوشش‌هایی است که برای شناسایی نواحی اقلیمی ایران انجام‌گرفته است. به نقل از مسعودیان (۱۳۹۰). در طبقه‌بندی اقلیمی روش‌های سنتی و نوین متنوعی ارائه‌شده است. روش‌های طبقه‌بندی سنتی بسیار متنوع‌اند که مهم‌ترین این روش‌ها شامل کوپن، آمبرژه، سلیانیوف، ایوانوف و دمارتن هستند. در این روش‌ها شاخص‌هایی که پارامترهای کمتر و قابل‌دسترس را نیاز دارند، بیشتر مورداستفاده قرار می‌گیرد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۶۷). او همچنین بر پایهٔ روش دمارتن این‌گونه بیان کرد که ۶۴/۴ درصد از ایران دارای اقلیم خشک، ۲۵/۸ درصد دارای اقلیم نیمه‌خشک، ۵ درصد دارای اقلیم مدیترانه‌ای، ۲/۳ درصد دارای اقلیم نیمه مرطوب، ۱/۲ درصد دارای اقلیم مرطوب و ۱/۳ درصد دارای اقلیم بسیار مرطوب است. تباری و همکاران، (۲۰۱۴) بیان کردند که با توجه به شاخص دمارتن ۸۸ درصد ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک پوشش داده است ٪۶۰ از کشور مناطق خشک، ٪۲۸ نیمه‌خشک، ٪۴

[1] - Bussay
[2] -Pravalie
[3] - Mavrakisa & Papavasileiou
[4] -Fniguire

مدیترانه، ۱٪ نیمه مرطوب، ۲٪ مرطوب، ۳٪ خیلی مرطوب و ۲٪ بسیار مرطوب بود. هاشمی عنا و همکاران (۱۳۹۴) با شبیه‌سازی طولانی‌ترین طول دوره‌های خشک با رویکرد تغییر اقلیم در گستره ایران‌زمین به این نکته دست یافتند که اگرچه طولانی‌ترین طول دوره‌های خشک منطبق بر نواحی خشک و نیمه‌خشک کشور است، اما آهنگ افزایش طول دوره‌های خشک در نواحی مرطوب کشور مانند شمال غرب چشمگیرتر است. بیش از ۸۵ درصد مساحت ایران، دوره‌های خشکی با طول بیش از ۸ ماه را تجربه می‌کنند.

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

چاله‌های داخلی ایران پس از کوهزایی پاسادنین به‌صورت سطح پایه آب‌های روان درآمده همزمان با چین خوردن و بالا آمدن کوه‌های ایران بخش‌هایی از این سرزمین نیز به‌صورت چاله‌ها و فرورفتگی‌ها ظاهرشده است (علائی طالقانی، ۱۳۸۸: ۲۷۳) در حال حاضر به دلیل استقرار پرفشار جنب‌حاره‌ای در روی دشت‌های داخلی، دوری از منابع رطوبتی و ممانعت سدهای کوهستانی از نفوذ توده‌های هوای مرطوب به داخل این سرزمین شرایط بیابانی بر فضای دشت‌های داخلی حاکمیت یافته است. اختلافی که در آن‌ها دیده می‌شود ناشی از موقعیت جغرافیایی و ارتفاع مطلق کف آن‌هاست (محمودی، ۱۳۸۶: ۱۱۲). ایران با مساحتی حدود ۱۶۴۹۵۰۰ کیلومترمربع بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی قرار دارد. حدود ۹۰ درصد سطح کشور را اقلیم خشک و نیمه‌خشک فراگرفته است. اختلاف پانزده درجه عرض جغرافیایی که بین جنوبی‌ترین و شمالی‌ترین نقطه ایران وجود دارد و همچنین به علت چین‌خوردگی‌ها و پستی‌وبلندی‌های زیادی که در سطح آن به چشم می‌خورد کشور ایران از تنوع آب و هوایی برخورداراست. این مقاله به‌منظور دست یافتن به اقلیم غالب چاله‌های داخلی ایران، ۱۴ حوضه ارومیه، مهارلو، گاوخونی، قم، میقان، ابرکوه، اردستان، بافق، سیرجان، قطروئیه، درانجیر، جازموریان، یزد و لوت انتخاب گردید.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه‌های موردبررسی

روش کار

بررسی تغییرات خشکی حوضه‌های داخلی ایران از طریق شاخص‌های خشکی دمارتن و گوسن انجام‌شده است. برای این کار از داده‌های پیکسلی دما و بارش پایگاه داده‌های اسفزاری با بازه زمانی ۵۰ سال استفاده گردید. گوسن معتقد است هر جا بارندگی برحسب میلی‌متر مساوی یا کمتر از دو برابر دما برحسب سانتی‌گراد باشد محیط ازنظر بیولوژیکی خشک و اگر در ماه یا فصلی مجموع بارندگی از دو برابر دما بیشتر و از سه برابر آن کمتر شد آن ماه یا فصل نیمه‌خشک است (احمدی، ۱۳۸۷: ۴–۵). نتیجه تبعیت از چنین روندی در تعیین وضعیت اقلیمی و بیولوژیکی ماه‌های مختلف، بازه بندی به شرح جدول (۱) خواهد بود. مساحت (دریاچه و حوضه) و حجم آب سالانه دریاچه‌ها با در نظر گرفتن ارتفاع خط تعادل آب و خشکی و استفاده از مدل رقومی ارتفاع (۳۰*۳۰ متر استخراج‌شده از سایت یواس جی‌اس[1]) در نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (جی آی اس)، گلوبال‌مپر و سورفر برآورد گردید. بیلان مثبت آب در حوضه‌های داخلی ایران موجب تشکیل دریاچه‌هایی می‌شود که سواحل آن‌ها را اصطلاحاً خط تعادل آب و خشکی می‌نامند (ابطحی، ۱۳۹۲: ۱۹۱). در مطالعات ژئومورفولوژیکی آنچه اهمیت بیش‌تری دارد خط تعادل آب و خشکی در حداکثر وسعت دریاچه‌هاست که کم‌تر به زیرآب می‌رود و لندفرم‌های پایدارتری ایجاد می‌کند. بدین منظور ارتفاع خط تعادل آب و خشکی بعضی از دریاچه‌ها مثل ارومیه، گاوخونی، میقان، قم و مهارلو از منابع اسنادی موجود استخراج شد و برای سایر حوضه‌ها از شواهد منعکس‌شده دریاچه‌ها در نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استخراج گردید؛ شواهدی از قبیل آبراهه‌های دوشاخه، نقاط ارتفاعی منفرد و منحنی میزان‌های بسته و هم‌ارتفاع (رامشت، ۱۳۹۲: ۲۷). ارتفاع‌های استخراج‌شده با نتایج پژوهشی کرینسلی (۱۹۷۰) احمدی (۱۳۸۷) و زمردیان (۱۳۹۲) مقایسه و مورد تائید قرار گرفت. خروجی آب با توجه به بسته بودن حوضه‌ها، از طریق تبخیر صورت می‌گیرد. مقدار تبخیر بالقوه سالانه از نزدیک‌ترین ایستگاه اقلیمی به چاله‌ها محاسبه شد.

جدول ۱: طبقه‌بندی دوره اقلیمی بر اساس ضریب گوسن

نوع اقلیم	فرا خشک	نیمه‌خشک	نیمه مرطوب	مرطوب	خیلی مرطوب	بسیار بسیار مرطوب
فرمول‌های اصلاحی خشکی گوسن	p<t	t۲p>=	t۳p>=	t۴p>=	t۵p>=	t۶p>=
بازه اعداد	۰–۰/۹	۰/۹–۱/۳۳	۱/۳۷–۱/۷	۱/۸–۲/۱۴	۲/۳۸–۲/۵۳	۲/۷۲–۴/۳۶

منبع: احمدی، ۱۳۸۷

پس از مشخص شدن وضعیت اقلیمی ماه‌های مختلف بر اساس نظر گوسن، بازه ضرایب دمارتن در ماه‌های مختلف تعیین گردید. شاخص دمارتن برای دمای بالاتر از ۹– درجه سانتی‌گراد مناسب است با افزایش خشکی شاخص خشکی کاهش می‌یابد تا به صفر نزدیک می‌شود (میزیمر و مالیوا، ۲۰۱۲: ۴۷). هرچند ضریب خشکی دمارتن به‌صورت شناخته‌شده‌تری وضعیت اقلیمی مناطق را مشخص می‌سازد ولی مقایسهٔ ارقام به‌دست‌آمده از این ضریب بر اساس بازه‌هایی که از سوی محققین ارائه‌شده بود (جدول ۲) با ارقام به‌دست‌آمده از ضریب گوسن در حوضه‌های مختلف ایران

[1] - United States Geological Survey

هیچ همخوانی نداشت برای دست یافتن به بازه‌های دقیق‌تری برای ضرایب دمارتن از بازه‌های ضرایب گوسن (جدول ۱) استفاده شد. لازم به ذکر است که به‌طورکلی اعداد مشخص‌کننده طبقه‌های مختلف در یک زنجیره آب و هوایی هستند که گذر از آن اعداد تغییر اساسی در آب‌وهوا نشان نمی‌دهد (میزیمر و مالیوا،۲۰۱۲: ۴۹). برای مشخص کردن نوع اقلیم هرماهی از سال، ۵ اقلیم خشک، نیمه‌خشک، نیمه مرطوب، مرطوب و بسیار مرطوب در نظر گرفته شد و برحسب قرار گرفتن طبقه‌ای که بیشترین تعداد ماه سال را دارا باشد آن اقلیم به‌عنوان اقلیم غالب حوضه شناخته شد.

جدول ۲: ضریب سالانه دمارتن در طبقه‌بندی اقلیم

نوع اقلیم	خشک	نیمه‌خشک	مدیترانه‌ای	نیمه مرطوب	مرطوب	بسیار مرطوب
محدوده ضریب خشکی دمارتن	کوچک‌تر از ۱۰	۱۰ تا ۱۹/۹	۲۰ تا ۲۳/۹	۲۷/۹-۲۴	۳۴/۹-۲۸	بزرگ‌تر از ۳۵

منبع: میزیمر و مالیوا،۲۰۱۲

یافته‌های پژوهش

شناخت شرایط آب و هوایی و چگونگی بروز پارامترهای شاخص هواشناسی یعنی دما و بارندگی در یک محل از عوامل تعیین‌کننده اقلیم آن منطقه در درازمدت است (بختیاری، ۱۳۸۲: ۱۸۲). بارش یکی از متغیرهای اساسی اقلیمی برای ارزیابی مهیایی بالقوه منابع آب است اگر توزیع زمانی و مکانی بارش متناسب باشد همگنی و یکدستی منابع آب از ثبات بیشتر برخوردار است و عرضهٔ دائمی منابع آب امکان‌پذیر می‌شود (مسعودیان،۱۳۹۰: ۱۶۵). شاخص‌های خشکی ازنظر مدیریت منابع آب دقیق و کاربردی نیست بلکه ارزش آن‌ها بیشتر برای بیان تأثیر تغییرات آب و هوایی بر منابع آب یک منطقه است. گرچه همه محققان مسئله خشکی را شکل‌دهنده بیابان‌های اصلی زمین به شمار می‌آوردند. بااین‌حال روش و معیارهای تعیین مرز خشکی در میان آن‌ها متفاوت است و ضرایب تجربی و فرمول‌های متفاوتی پیشنهاد نموده‌اند. انتخاب صحیح یک ضریب اقلیمی برای مناطق مختلف جهان آسان نیست، زیرا کاربرد هر فرمول اقلیمی در مناطقی بهترین جواب را می‌دهد که با اقلیم محل ابداع، شباهت و یا نزدیکی بیشتری داشته باشد. از طرف دیگر محدودیت عناصر اقلیمی موردسنجش، عاملی است که کارایی بعضی از فرمول‌ها را محدود می‌کند (میزیمر و مالیوا،۲۰۱۲: ۴۲). طبقه‌بندی گوسن با استفاده از دو عامل بارش و دما انجام‌شده است. از تقسیم بارش دوره موردنظر (ماه یا فصل) بر دو برابر متوسط دما در طی همان دوره ارقامی به دست می‌آید که یا مساوی و کمتر از یک هستند که به‌عنوان دوره خشک محسوب می‌شوند و یا بیشتر از یک است که به‌عنوان ماه نیمه‌خشک شناخته می‌شود؛ حال اگر بارش همان دوره را بر سه برابر دما تقسیم نماییم همان دو حالت بالا رخ می‌دهد، اگر این عمل برای دوره موردنظر تا جایی تکرار شود که اعداد حاصله مساوی یا کمتر از یک گردند؛ می‌توان نوع اقلیم را از خشک تا بسیار بسیار مرطوب مشخص ساخت. با بررسی به‌عمل‌آمده، اگر بارش را بر دو برابر دما تقسیم نماییم می‌توان از ارقام به‌دست‌آمده نوع اقلیم را در دوره موردنظر بر اساس جدول (۳) مشخص کرد.

جدول ۳: بازهای تعیین اقلیمی با استفاده از ضریب گوسن

نوع اقلیم	خشک	نیمه‌خشک	نیمه مرطوب	مرطوب	خیلی مرطوب	بسیار بسیار مرطوب
بازه اعداد	=<۱	۱-۱/۳۳	۱/۳۷-۱/۷	۱/۸-۲/۱۴	۲/۳۸-۲/۵۳	۲/۷۲-۴/۳۶

منبع: محاسبه‌های نگارندگان

اگر بین ضرایب به‌دست‌آمده از این طریق متغیر مستقل با بارش و دما نیز متغیرهای وابسته رابطه سنجی کنیم رابطه (۱) به دست می‌آید که می‌توان با استفاده از آن و داشتن اطلاعات دما و بارش ضریب و نوع اقلیم را برای دوره‌های مختلف برآورد نمود

$$G=۰/۸۲۲-۰/۰۳۵T+۰/۰۳۲p \quad R^۲=۰/۸۷$$ رابطه (۱)

با در نظر گرفتن بازه‌های جدول (۳) و محاسبه ضریب گوسن برای ماه‌های مختلف وضعیت اقلیمی آن‌ها مشخص شد (جدول ۴ و شکل ۲) بر اساس این جدول سیر نزولی حوضه‌ها ازنظر رطوبتی به این شرح است: ارومیه، میقان، مهارلو، گاوخونی، قم، قطروئیه، ابرکوه، سیرجان، درانجیر، اردستان، یزد، لوت.

جدول ۴: وضعیت خشکی حوضه‌های داخلی ایران بر اساس ضریب گوسن

نام حوضه	خشک	نیمه‌خشک	نیمه مرطوب	مرطوب	مرطوب بالا	بسیار مرطوب
ابرکوه	۹ ماه	بهمن	آذر-دی	-	-	-
اردستان	۱۲ ماه	-	-	-	-	-
درانجیر	۱۱ ماه	دی	-	-	-	-
گاوخونی	۷ ماه	آبان-فروردین-بهمن	-	دی	آذر	-
قطروئیه	۹ ماه		بهمن-آذر	دی	-	-
قم	۸ ماه	فروردین-آبان	دی	آذر	-	-
جازموریان	۱۰ ماه	بهمن-دی	-	-	-	-
لوت	۱۲ ماه	-	-	-	-	-
مهارلو	۷ ماه	اسفند-فروردین	-	-	-	آذر-دی- بهمن
میقان	۶ ماه	اسفند	فرودین-آبان	بهمن	-	دی-آذر
ارومیه	۵ ماه	اسفند-اردیبهشت	-	فروردین-بهمن	آبان	دی-آذر
سیرجان	۹ ماه	بهمن-آذر	دی	-	-	-
یزد	۱۲ ماه	-	-	-	-	-

منبع: محاسب‌های نگارندگان

شکل ۲. وضعیت خشکی حوضه‌های داخلی ایران بر اساس ضریب گوسن منبع: نگارندگان

ضریب دمارتن را می‌توان برای متوسط سالیانه یک ماه معین، یک‌فصل یا هر دوره دیگری استفاده کرد (رابطه ۲) (تریکار، ۱۳۶۹: ۹۲). برای محاسبه ضریب دمارتن ماهانه، مقدار بارش ماهانه در تعداد ماه‌های سال (۱۲) ضرب می‌گردد و برای هر دوره دیگر نیز می‌توان با ضرب طول دوره در بارش و به‌نوعی تبدیل بارش دوره‌ای به بارش سالانه، ضریب دمارتن را برآورد نمود (احمدی، ۱۳۸۷: ۹۲)، برای تعیین وضعیت اقلیمی با ضریب دمارتن بازه‌هایی به‌صورت کلی از طرف محققین (تباری و همکاران،۲۰۱۴: ۱۶۰)(قاسمی فر و ناصر پور، ۱۳۹۳: ۵۶)(حیدر و ادنان، ۲۰۱۴: ۲۴) ارائه‌شده است، عیب این ضریب این است که بازه‌های کلی دارد و نوع بازه با تغییر مدت دوره، ثابت است و اعداد بازه بدون تغییر به دوره‌های مختلف تعمیم داده می‌شود. با توجه به هدف اصلی این پژوهش که بررسی خشکی هیدرولوژیکی ماهانه حوضه‌های داخلی ایران است از ضریب گوسن (ماهانه) برای تعیین بازه ماهانه ضریب دمارتن استفاده شد.

$$D = \frac{p}{t+10} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

P مجموع بارندگی سالیانه و T درجه حرارت متوسط سالانه است (احمدی، ۱۳۸۷: ۹۳). اعداد به‌دست‌آمده از این طریق برای ماه‌های مختلف حوضه‌ها با ضرایبی که نوع اقلیم دوره را به روش گوسن مشخص می‌کرد، بازه‌های تغییر شرایط اقلیمی برای ضریب دمارتن مشخص گردید (جدول ۵) بازه‌های به‌دست‌آمده از این طریق متغیر مستقل با بارش و دما نیز متغیرهای وابسته رابطه سنجی شد که می‌توان با استفاده از آن و داشتن اطلاعات دما و بارش ضریب دمارتن و نوع اقلیم را برای دوره‌های مختلف برآورد کرد (رابطه ۳).

جدول :۵ بازه بندی اصلاح‌شده دمارتن در تعیین نوع اقلیم

نوع اقلیم	خشک	نیمه‌خشک	نیمه مرطوب	مرطوب	خیلی مرطوب
بازه اعداد	۰–۱۲	۱۲/۶–۱۷/۸	۲۳/۵–۱۷/۸	۲۳/۶–۲۶/۵	۲۶/۵–۵۰

منبع: محاسبات نگارندگان

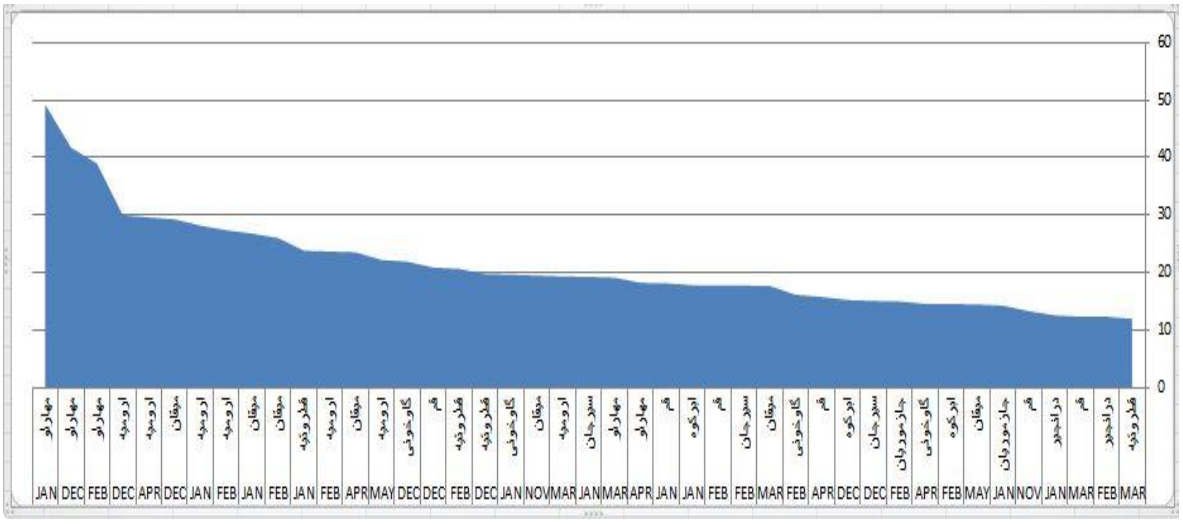
$$D=۵/۶۴۸-۰/۲۴۹T+۰/۴۵۵p \quad R^۲=۰/۹۶ \qquad \text{رابطه (۳)}$$

با در نظر گرفتن بازه‌های مختلف و اعمال ضریب دمارتن در متوسط بارش و دمای ۵۰ ساله چاله‌های داخلی ایران، حوضه‌های یزد (۲/۸)، بافق (۳/۹)، لوت (۳/۹)، اردستان (۴/۶) جازموریان (۵/۳)، ابرکوه (۵/۹) در اقلیم فراخشک، سیرجان (۷)، گاوخونی (۷/۹)، قطروئیه (۸/۲) قم (۱۰/۲) در اقلیم خشک، میقان (۱۳/۶) و مهارلو (۱۵/۴) جزء اقلیم نیمه‌خشک و ارومیه (۲۰/۸) در رده اقلیمی نیمه مرطوب قرار می‌گیرند. بر این اساس سیر نزولی میزان خشکی چاله‌ها به این صورت است: یزد، لوت، بافق، اردستان، جازموریان، ابرکوه، سیرجان، گاوخونی، درانجیر، قطروئیه، قم، میقان، مهارلو و ارومیه. ارومیه در حال حاضر دریاچه شاخص و زنده در بین سایر دریاچه‌ها قرار دارد. با اعمال روابط دمارتن و گوسن در متوسط بارش و دمای ماهانه حوضه‌ها در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۴۹ وضعیت خشکی هیدرولوژیکی ماهانه چاله‌ها مشخص گردید (جدول ۶ و شکل‌های ۳ و ۴). بر اساس جدول (۶) حوضه‌های داخلی ایران ازنظر تعداد ماه‌هایی که امکان احیاء دریاچه را دارند به‌این‌ترتیب است ارومیه، میقان، قم، مهارلو، گاوخونی، قطروئیه، ابرکوه، سیرجان، جازموریان، درانجیر و بافق. پایین‌تر بودن ضریب خشکی دمارتن در حوضه‌های یزد، لوت و بافق از ۱۲ برای تمامی ماه‌ها به این معنی است که امکان تغذیه چاله مرکزی آن‌ها در هیچ ماهی فراهم نیست. در این حوضه‌ها امکان آبگیر شدن چاله مرکزی به‌صورت یک ماه پیوسته و در همه‌سال‌ها وجود ندارد. آبگیرهای ایجادشده در مناطق خشک با توجه به نوسانات زیاد بارش و رگباری بودن آن کمتر از یک ماه دوام‌دارند.

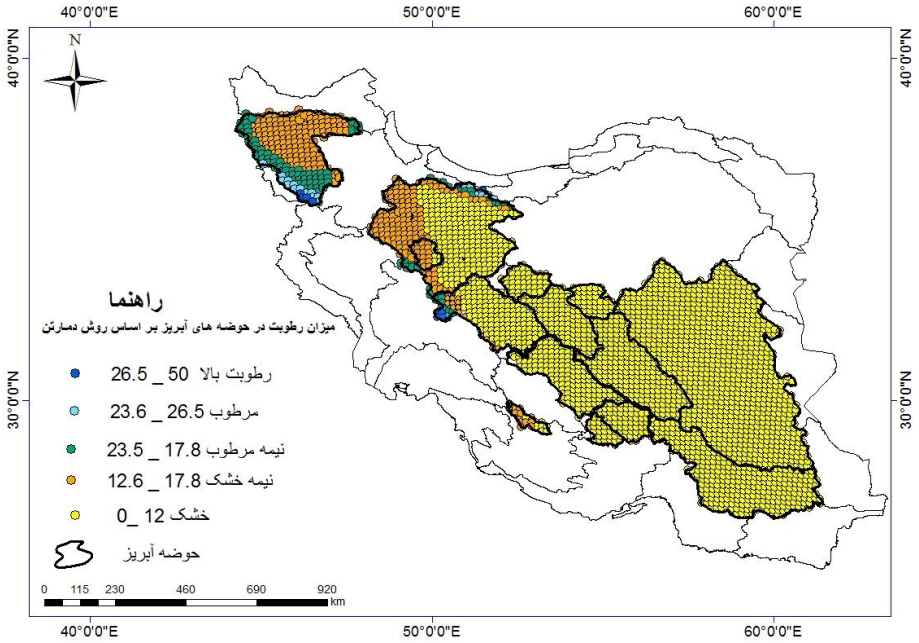
جدول ۶: وضعیت اقلیم ماهانه حوضه‌های داخلی ایران

نام حوضه	خشک	نیمه‌خشک	نیمه مرطوب	مرطوب	بسیار مرطوب
ابرکوه	۹ ماه	بهمن، آذر، دی	–	–	–
اردستان	۱۲ ماه	–	–	–	–
درانجیر	۱۰ ماه	بهمن، دی	–	–	–
گاوخونی	۸ ماه	فروردین، بهمن	دی، آذر	–	–
قطروئیه	۸ ماه	اسفند	آذر، بهمن	دی	–
قم	۶ ماه	اسفند، آبان، فروردین، بهمن	دی، آذر	–	–
جازموریان	۱۰ ماه	دی، بهمن	–	–	–
لوت	۱۲ ماه	–	–	–	–
مهارلو	۷ ماه	–	فروردین، اسفند	–	بهمن، آذر، دی
میقان	۵ ماه	اردیبهشت، اسفند	آبان، فروردین	دی، بهمن	آذر
ارومیه	۵ ماه	–	اسفند، اردیبهشت	آبان، دی، فروردین، آذر	–
سیرجان	۹ ماه	آذر، بهمن	دی	–	–
یزد	۱۲ ماه	–	–	–	–

منبع: محاسبه‌های نگارندگان



شکل ۳: وضعیت اقلیم ماهانه حوضه‌های داخلی ایران منبع: نگارندگان



شکل ۴: وضعیت اقلیم ماهانه حوضه‌های داخلی ایران منبع: نگارندگان

تشخیص ماه‌های خشک از ماه‌های مرطوب هیدرولوژیکی بر اساس جدول (۶) امکان‌پذیر است ولی متفاوت بودن وضعیت هیدرولوژیک آن‌ها از نیمه‌خشک تا بسیار مرطوب مانع از محاسبه دقیق اثرگذاری ماه‌های مختلف بر آبگیری چاله‌ها می‌شود. مسلماً هرچه ماه ازنظر هیدرولوژیکی به وضعیت بسیار مرطوب نزدیک‌تر باشد اثر بیشتری در آبگیری چاله مرکزی دارد و با در نظر گرفتن نوسان شدید سطح دریاچه‌ها در طی سال، باید گفت که حداکثر آب آن‌ها که شواهدی از خط تعادل آب و خشکی بر جای می‌گذارد، متعلق به ماه‌های مرطوب‌تر است. در این بررسی ماه‌ها به دودسته خشک و مرطوب هیدرولوژیکی تقسیم شدند. ماه مرطوب هیدرولوژیکی ماهی است که ازنظر هیدرولوژیکی خشک نباشد. البته امکان تغذیه دریاچه‌ها در بعضی از ماه‌های خشک نیز وجود دارد با این تفاوت که نسبت به ماه‌های مرطوب در این

ماه‌ها میزان تبخیر از میزان آب ورودی کمتر است؛ به همین دلیل به‌عنوان ماه‌های خشک هیدرولوژیکی در نظر گرفته شدند. علاوه بر وضعیت هیدرولوژیکی ماه‌های مرطوب، میزان آبگیری دریاچه‌ها تحت تأثیر عوامل دیگری نیز قرار دارند ازجمله: میزان بارش، ضریب رواناب، موقعیت چاله مرکزی نسبت به حوضه، ارتفاع متوسط حوضه، هم‌جواری یا پراکندگی ماه‌های مرطوب هیدرولوژیکی، توزیع ارتفاعی حوضه و غیره برای مثال دریاچهٔ همانند حوضه ارومیه که در مرکز حوضه واقع‌شده و سطوح ارضی چه ازنظر وسعت و چه از نظر ارتفاع در اطراف آن قرینه هستند، شرایط مطلوب‌تری برای آبگیری خواهد داشت. از تقسیم حجم آب‌چاله‌ها (V) با توجه به خط تعادل آب و خشکی (Ewd) بر مساحت دریاچه‌ها (Al)، نوسان متوسط دریاچه (Δs) در حوضه‌های مختلف برآورد و با تفاضل تبخیر از نوسان مقدار مازاد یا کمبود آب (Dw) در هر حوضه محاسبه گردید. با تقسیم ارتفاع تبخیر سالانه (ETa) بر تعداد روزهای سال ارتفاع متوسط تبخیر روزانه (ETd) محاسبه می‌گردد که به‌جز حوضه‌های مهارلو، میقان، ارومیه و گاوخونی بقیه دریاچه‌ها با کمبود آب مواجه شده و خشک می‌گردند با توجه به اینکه بارش در ماه‌های سرد سال معمولاً اتفاق می‌افتد و صرف‌نظر از تفاوت‌های دمای روزانه اگر کمبود آب دریاچه‌ها را به تبخیر روزانه تقسیم نماییم مشخص می‌گردد چه تعداد روزهایی دریاچه با کمبود آب مواجه است و خشک می‌گردد با کسر این تعداد این روزها از ۳۶۵ روز سال تعداد روزهای آبگیری دریاچه (wd) محاسبه می‌شود. البته این برآورد فقط با توجه به مسائل اقلیمی انجام‌شده است و مسائل ژئومورفولوژیکی در چگونگی تمرکز آب در چاله‌ها و پراکندگی آبگیرها اثر می‌گذارد و چون دریاچه‌ها از این نظر متفاوت هستند مسلماً تعداد روزهای آبدهی آن‌ها با این محاسبه‌ها متفاوت خواهد بود برای مثال تعداد روزهای آبگیری جازموریان کمتر از ابرکوه برآورد شده است در صورتی‌که جازموریان طبق یافته‌های احمدی (۱۳۸۷) دریاچه دائمی معرفی‌شده در صورتی‌که در هیچ‌یک از منابع از ابرکوه، دریاچه دائمی یاد نشده است (جدول ۷).

جدول ۷. تعداد روزهای آبگیری دریاچه‌های داخلی بر اساس مقدار تبخیر سالانه و نوسان متوسط آب

نام حوضه	A(km^2)	A_l(km^2)	Ewd	V(m^3)	ETa(mm)	(m)Δs	Dw(mm)	ETd(mm)	Wd(day)
ابرکوه	۳۵۴۷۰	۱۲۸۴	۱۴۶۰	۰/۶۸	۲۶۸۵/۹۳	۵۳۰/۹۷	۲۱۵۴/۹۶	۸/۰۷	۹۷/۹۹
اردستان	۱۰۵۶۷/۴۱	۱۷۰۶	۹۴۰	۰/۲۷	۲۹۴۱/۵۶	۱۵۹/۴۳	۲۷۸۲/۱۲	۸/۰۵	۱۹/۷۸
بافق	۱۰۰۱۷/۴۱	۳۴۵	۷۸۰	۰/۲۸	۲۹۴۵/۹۱	۸۲۶/۵۹	۲۱۱۹/۳۱۶	۷/۴۲	۳۷۷/۵۶
درانجیر	۵۱۸۷۲	۱۰۰۹	۹۳۰	۰/۶۴	۳۲۶۲/۴۴	۶۳۴/۶۱	۲۶۲۷/۸۳	۷/۷۷	۹۲/۵۵
گاوخونی	۴۰۷۹۴	۳۱۱	۱۴۵۱	۰/۸۵	۲۴۵۸/۵۹	۲۷۳۱/۹۲	-۲۷۳/۳۲	۱۰/۸۹	۱۹/۲۰
قطروئیه	۶۳۰۴	۴۸۴	۱۵۷۵	۰/۲۴	۲۶۵۸/۷۴	۴۹۴/۸۱	۲۱۶۳/۹۳	۸/۹۳	۷۰/۹۹
قم	۵۸۲۷۵/۸۳	۴۱۰۸	۷۹۰	۳/۲۶	۲۸۳۹/۳۱	۷۹۴/۰۸۲	۲۰۴۵/۱۶	۵/۴۱	۸۲/۵۶
جازموریان	۷۲۷۵۹	۹۶۳۷	۹۶۱	۲	۳۹۷۷/۱	۲۰۹/۲۳	۳۷۶۷/۸۶	۷/۲۸	۶۷/۹۲
لوت	۲۱۴۶۸۸	۱۵۱۷،۱۵۹	۲۵۰	۰/۳۸	۴۰۶۰/۸۵	۲۴۲/۴۸	۳۸۱۸/۳۶	۷/۴۷	۹۱/۵۰
مهارلو	۴۲۴۱/۳۳۶	۲۰۵	۱۴۶۰	۰/۶۱	۲۷۰۸/۷۸	۲۹۸۱/۱۲	-۲۷۲/۳۳	۶/۰۸	۴۰۹/۹۳
میقان	۵۴۹۱/۵۶۱	۱۸۳	۱۶۶۳	۰/۵۴	۲۲۲۰/۳۸	۲۹۸۳/۱۹	-۷۶۲/۸۲	۱۱/۱۲	۲۱/۷۹
ارومیه	۵۱۸۲۷/۱	۶۴۳۷	۱۲۷۰	۱۳/۳۱	۱۹۷۵/۶۴	۲۰۶۸/۸۵	-۹۳/۲۲	۶/۷۳	۴۰۵/۴۲
سیرجان	۱۴۱۲۷	۴۸۴	۱۶۹۰	۰/۵۸	۲۷۲۹/۴۵	۱۲۰۰/۶۸	۱۵۲۸/۷۶۲	۷/۳۵	۴۶۸/۶۶
یزد	۲۴۸۲۳/۵۴	۱۱۶۰	۹۶۱	۰/۶۲	۳۲۰۴/۷۹	۵۳۴/۸۶	۲۶۶۹/۹۳	۸/۷۸	۶۰/۹۲

منبع: محاسبه‌های نگارندگان

نتیجه‌گیری

مرزهای ژئومورفولوژیکی و اقلیمی با شرایط فازی سازگاری بیشتری دارد تا منطق ریاضی؛ به‌طوری‌که نمی‌توان مرز دقیقی را برای تشخیص مناطق اقلیمی یا واحدهای ژئومورفولوژیکی مختلف ارائه داد. اقلیم همگن چاله‌های داخلی ایران (خشک و نیمه‌خشک) و فقدان حدومرز مشخص جهت درک صحیح نظم هیدرولوژیکی، مانع درک دقیقی از مدت آبگیری آن‌ها می‌شود. باوجود این می‌توان با در نظر گرفتن ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی که به‌طور غیرمستقیم نقش همهٔ عوامل مؤثر بر اقلیم را به‌صورت سینوپتیک منعکس می‌نمایند، تفاوت‌های اقلیمی را ردیابی کرد. بررسی خشکی هیدرولوژیکی ماهانه حوضه‌های داخلی ایران و در نظر گرفتن تعداد ماه‌های مرطوبی که در هر حوضه قادرند آب دریاچه را تأمین کنند تا حدود زیادی می‌تواند جوابگوی چنین مشکلاتی باشد. در طبقه‌بندی ماهانهٔ اقلیم دریاچه‌ها به دو بازه خشک و مرطوب تفاوت‌های زیادی بین حوضه‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۶) توجه به این تفاوت‌ها می‌تواند یک نظم منطقی از خشکی هیدرولوژیکی چاله‌های داخلی ایران ارائه دهد. از طرف دیگر توجه مکانی طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن منجر به عدم توجه به عناصری مانند رطوبت می‌شود که در آرایش مکانی اقلیم بافاصله از دریا در ارتباط بوده و نمی‌تواند اثر رطوبت را بر مرزهای اقلیمی بازنمایاند؛ که با تقسیم ایران به چندین حوضه آبریز مستقل که هیچ‌کدام به‌طور مستقیم با منبع رطوبتی ارتباط ندارند نه‌تنها این مشکل را مرتفع می‌سازد بلکه اثر ناهمواری‌ها را نیز بر روی حوضه‌های داخلی ایران نمایان‌تر می‌کند. حجم آب‌چاله‌های مرکزی در حوضه‌های آبریز داخلی به‌شدت به وضعیت ناهمواری‌های اطراف بستگی دارد؛ از طرفی وابستگی شدید میانگین بلند مدت دما و بارش به ناهمواری‌ها باعث انطباق بیشتر روش اقلیمی دمارتن بر ناهمواری‌های ایران شده به‌طوری‌که در این طبقه‌بندی مرزهای اقلیمی با توده‌های بزرگ کوهستانی همخوانی ویژه‌ای دارد. با در نظر گرفتن خشکی هیدرولوژیکی در حوضه‌های داخلی ایران به‌طور مستقل و طبقه‌بندی ماهانه وضعیت هیدرولوژی دریاچه‌ها باعث می‌شود آثار اقلیمی ناهمواری‌ها بیشتر موردتوجه قرار گیرد. یکی دیگر از معایب روش دمارتن ارائه بازه‌های یکسان برای تشخیص اقلیم در کل جهان است که مسلماً اثرگذاری عناصر دیگر اقلیمی مثل رطوبت می‌تواند بازه‌ها را دستخوش تغییر نماید. توجه به ضریب گوسن در بازسازی بازه‌های دمارتن، این مشکل را نیز در حوضه‌های داخلی ایران مرتفع ساخته و بازه‌های جدیدی برای تشخیص خشکی هیدرولوژیکی حوضه‌ها ارائه داد (جدول ۵) شواهد ژئومورفولوژیکی حاکی از آن است که تجمع یکپارچه‌ای از آب در مرکز حوضه‌ها به دلیل تفرق کانون‌های جذب آب، بعد از خشک شدن دریاچه و گسترش کویر، انجام نمی‌شود و به همین دلیل آثار ژئومورفولوژیکی ماندگار از خط تعادل آب و خشکی واحد در چنین چاله‌هایی برجای نمانده است؛ هرچند نمی‌توان منکر تجمع موقتی آب در چاله‌های متفرق، در زمان‌های خاص شد؛ ولی نمی‌توان خط تعادل آب و خشکی واحدی را برای آن‌ها در نظر گرفت تا بر اساس آن به توان نوسان دریاچه را برآورد کرد. بر اساس کمبود آب حاصل از تفاوت ارتفاع تبخیر از نوسان سطح دریاچه، حوضه‌های داخلی ایران به چهار گروه تقسیم‌شده‌اند: حوضه‌های میقان، گاوخونی، مهارلو و ارومیه با بیلان مثبت آب و داشتن ۶ ماه مرطوب و قابلیت آبگیری بیش از ۶۶٪ از ایام سال، به‌عنوان دریاچه‌های دائمی شناخته می‌شوند. سه گروه

دیگر دریاچه‌ها در جهت تأیید یافته‌های ولایتی (۱۳۸۶) با آبگیری کمتر از ۳۳٪ از ایام سال، پلایا و دریاچهٔ موقتی شناخته می‌شوند. ابرکوه، بافق، قم و سیرجان بین ۲۰٪ تا ۲۶٪ از ایام سال و حوضه‌های درانجیر، قطروئیه و یزد بین ۱۵٪ تا ۲۰٪ از ایام سال امکان احیا شدن دریاچه را دارد و سرانجام لوت، اردستان و جازموریان قرار دارند که قابلیت آبگیری با کمتر از ۵٪ از سال کاملاً به‌صورت پلایا کویری هستند. آبگیری چاله‌های مرکزی حوضه‌هایی مثل ابرکوه، درانجیر و جازموریان با توجه به محاسبه‌های مربوط به خشکی هیدرولوژیکی باید یکسان باشد و حتی چاله ابرکوه باید از جازموریان نیز با توجه به تعداد بیشتر ماه‌های نیمه‌خشک بهتر باشد ولی آنچه در این میان نقش اساسی پیدا می‌کند ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی چاله‌ها است. آب در چاله جازموریان بیشتر به قسمت چاله مرکزی که شواهد خط تعادل آب و خشکی را دارد متمرکز می‌گردد درصورتی‌که در چاله ابرکوه یا درانجیر با توجه به ویژگی‌های کویری این منطقه در بالاتر از خط تعادل آب و خشکی به‌صورت آبگیرهای موقت و پراکنده درمی‌آید و آب عملاً در سطح وسیع‌تری توزیع می‌شود که مانع از شکل‌گیری دریاچه موقت یا دائمی برای حوضه می‌گردد. براثر چنین ویژگی‌هایی است که احمدی (۱۳۸۷) دریاچه جازموریان را دریاچه دائمی معرفی می‌نماید. نسبت حوضه سیرجان به گاوخونی یا قطروئیه به قم نیز مانند وضعیت حوضه ابرکوه به جازموریان است که علی‌رغم داشتن ماه‌های مرطوب هیدرولوژیکی تقریباً مشابه، آبگیری متفاوتی دارند.

منابع

۱- احمدی، حسن (۱۳۸۷): ژئومورفولوژی کاربردی جلد دوم (بیابان، فرسایش بادی)، چاپ سوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- بختیاری، بهرام (۱۳۸۲): نگرش تحلیلی بر تغییر اقلیم بارندگی و دمای شهر کرمان، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، اصفهان، دانشگاه اصفهان، صص ۱۸۷-۱۸۱,

۳- تریکار، ژان (۱۳۶۹): اشکال ناهمواری در نواحی خشک، ترجمه مهدی صدیقی پور و محسن پورکرمانی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

۴- جعفری، مصطفی (۱۳۸۷): تحقیق و تحلیل تغییر اقلیم طی پنجاه سال گذشته در جنگل‌های منطقه خزری، فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه ۳۱۴-۳۲۶.

۵- رامشت، محمد. حسین (۱۳۹۲): نقشه‌های ژئومورفولوژی، نمادها و مجازها، چاپ ششم، تهران، انتشارات سمت.

۶- زمردیان، محمدجعفر (۱۳۹۲): ژئومورفولوژی ایران، جلد دوم: فرایندهای ساختمانی و دینامیک‌های درونی، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی.

۷- سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان البرز (۱۳۹۳): وضعیت بارشی استان در سال زراعی ۱۹۳۲-۱۳۹۳ و مقایسه آن با سال‌های قبل، صص ۲۳-۱.

۸- شریفیان، حسین، رضایی، حسین (۱۳۹۲): بررسی دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی در حوضه گرگان رود، اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی، تهران، صص ۱۳-۱.

۹- علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۸): ژئومورفولوژی ایران، تهران، انتشارات قومس.
۱۰- علیجانی، بهلول (۱۳۸۰): تیپ‌های هوا و اثر آن‌ها بر اقلیم ایران، مجله کاوش نامه، سال دوم، شماره ۳، صص ۴۹-۲۱.
۱۱- علیزاده، امین (۱۳۸۹): اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ سی‌ام، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.
۱۲- فتاحی؛ ابراهیم، حجازی زاده، زهرا (۱۳۸۴): طبقه‌بندی همدیدی فضایی توده‌های هوا در حوضه‌های جنوب غربی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه، صص ۱۵۶-۱۳۶.
۱۳- قاسمی فر، الهام، ناصر پور، سمیه (۱۳۹۳): پهنه بندی اقلیمی ناحیه زاگرس، مجله سپهر، دوره بیست و سوم، شماره هشتادونه، صص ۶۰-۵۴.
۱۴- کوچکی، علیرضا، نصیری، مهدی، کمالی، غلامعلی (۱۳۸۶): مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۵، شماره ۱، ۱۳۸-۱۳۳.
۱۵- محمودی، فرج ا... (۱۳۸۶): ژئومورفولوژی اقلیمی، چاپ سوم، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
۱۶- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۹۰): آب و هوای ایران، اصفهان، انتشارات شریعه توس.
۱۷- ملکی نژاد، حسین، کریمی، مریم (۱۳۸۸): بررسی شدت و فراوانی خشک‌سالی و تطابق زمانی آن در نیمه شمالی و جنوبی ایران، پنجمی همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، صص ۱۲-۱.
۱۸- ولایتی، سعد ا... (۱۳۸۶): جغرافیای آب‌ها، چاپ دوم، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی.
۱۹- هاشمی عنا، کرامت، خسروی، محمود، طاووسی، تقی (۱۳۹۴): شبیه‌سازی طولانی‌ترین طول دوره‌های خشک با رویکرد تغییر اقلیم در گستره ایران‌زمین، سال ششم، شماره بیست و دوم، صص ۳۳-۱۸.

20- Asadi Zarch, M.A. Sivakumar, B. Sharma, A. (2015): Assessment of Global Aridity Change, Jornal of Hydrology520, 300-313.
21- Bussy, A. Toth, T. Juskevicius, V. Sequini, L. (2012): Evaluation of Aridity Indices Using SPOT Normalized Difference Vegetation Index Values Calculated Over Different Time Frames on Iberian Rain-Fed Arable Land, Arid Land Research and Management, Vol 26, Issue 4, 271-284.
22- Fniguire,F. Laftouhi, N. E. Saidi, M. E. Markhi, A. (2014): Some Aspects of Climate Variability and Increasing Aridity in Central Morocco Over The Last Forty Years: Case of Tensift BasinMarrakech, Journal of Environment and Earth science, ISSN 2224-3216.42-51
23- Haidar, S. Adnan, SH. (2014): Classification and Assessment of Aridity Over Pakistan Provinces(1960-2009) International Journal of Environment, ISSN 2091-2854, 17-35.
24- Krinsley, D. B. (1970): A Geomorphological and Paleoclimatological Study of The Playas of Iran, Geological and Department of Interior, Washington, D.C.
25- Mavrakis, A. Papavasileiou, H. (2013): NDVI and E.de Martonne Indices in an Environmentally Stressed Area (Thriasio Plain- Greece), 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA), 447-481.
26- Missimer.T, Maliva, R. (2012): Arid Lands Water Evaluation and Management, Enviromental Science and Engineering, Dol: 10/1007/978-3-642-29104-3-2,41-54
27- Pravalie,R. (2013): Climate Issues on Aridity Trends of Southern Oltenia In The Last Five Decades, Geographia Technica, No.1, 2013,pp.70vto 79.
28- Spencer G. Lucas, Gary S. Morgan and Kate E. Zeigler, ends. (2005): "New Mexico's Ice Ages", New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin No. 28,171-183.
29- Tabari, H. Hosseinzadeh Talaee, P. Mousavi Nadoushani S. S. Patrick W. Marchetto, A. (2012): A Survey of Temperature and Precipitation Based Aridity Indices in Iran, Quaternary International 345, 158-166.